

Diploma Thesis

**Field-scale tests on the load displacement behavior of
bored piles, jet grouted columns and anchored horizontal
grouted cut-offs (jet-grouting) in typical Viennese ground**

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of

Diplom-Ingenieur

of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

**Großmaßstäbliche Versuche zum Last-
Verformungsverhalten von Großbohrpfählen,
Düsenstrahlsäulen und der Rückverankerung von
Düsenstrahlsohlen im typischen Wiener Baugrund**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Christina Marzy, BSc

Matr.Nr.: 1125815

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Dietmar Adam**

Institut für Geotechnik – Grundbau, Boden- und Felsmechanik

Technische Universität Wien

Karlsplatz 13/E220, A-1040 Wien

Wien, im November 2018



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KURZFASSUNG

Die bisher für die Bemessung von Großbohrpfählen, Mikropfählen und Düsenstrahlsäulen herangezogenen Bodenwiderstände basierten großteils auf Erfahrungs- oder Tabellenwerten. Aufgrund der geänderten Normenlage ergibt sich verstärkt die Möglichkeit, die Bemessung der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit anhand tatsächlicher Bodenwiderstände vorzunehmen, welche durch Probelastungen ermittelt werden. Durch die Ermittlung von Baugrundwiderständen anhand von jeweils fünf gleichartigen statischen Probelastungen können die normgemäß bei der Bemessung zu berücksichtigenden Modellfaktoren mit $\eta_p = 1,0$ unter Anwendung der geringsten Streuungsfaktoren angewendet werden.

Daraus ergibt sich ein Forschungsbedarf auf dem Gebiet des Spezialtiefbaus. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Unteres Hausfeld“, welches von einem der größten öffentlichen Auftraggeber in Österreich, der Stadt Wien, initiiert wurde, werden verschiedene Spezialtiefbauelemente statischen Probelastungen unterzogen. Ziel ist die Ermittlung von Bodenwiderständen für einen repräsentativen Wiener Baugrund in den am häufigsten vorkommenden Bodenarten, den quartären Sedimenten (sandige Kiese, „Donauschotter“) und den miozänen Sedimenten (Schluffe, Tone, Sande).

Großbohrpfähle stellen ein im Tiefbau universell einsetzbares Element dar und sind eines der am häufigsten angewendeten Verfahren zur Tiefgründung von Bauwerken. Aus diesem Grund spielen die Probelastungen von Großbohrpfählen im Rahmen des Forschungsprojekts eine zentrale Rolle. Es wurden vertikale axiale Traglastprüfungen an insgesamt 24 Großbohrpfählen (exklusive Energiepfähle und Pfähle für die Horizontalverschiebeversuche) durchgeführt. Davon wurden 10 Pfähle mit Kraftereinleitung im Miozän und 14 Pfähle mit Kraftereinleitung im Kies geprüft. Um bei den Versuchen die jeweilige Bodenschicht ansprechen zu können, wurde die Mantelreibung in den übrigen Bodenschichten durch Doppelmantelrohre weitgehend unterbunden. Die Herstellung der Großbohrpfähle erfolgte einerseits mittels verrohrter Bohrung und andererseits im Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren (SOB-Verfahren), um auch einen möglichen Einfluss der Herstellungsweise zu erfassen.

Düsenstrahlsäulen sind verfestigte Bodenkörper, welche durch Aufschneiden bzw. Erosion des Baugrunds mittels eines Düsenstrahls und gleichzeitigem Einbringen von Zementsuspension hergestellt werden. Es wurden an fünf Düsenstrahlsäulen, welche in den quartären Kies einbinden, statische Probelastungen im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente durchgeführt, um das Last-Verformungsverhalten zu ermitteln.

Einen weiteren Teil der Arbeit bilden die Herausziehversuche der Verankerung von Mikropfählen in Düsenstrahlsohlen. Dies soll die Verankerung von hochliegenden Düsenstrahlsohlen einer wasserdichten Baugrube mittels Mikropfählen simulieren. Dabei wurde im Zuge der Probelastungen ausschließlich das Tragverhalten der Einbindung der Mikropfähle in die Düsenstrahlsohle betrachtet. Die Mantelreibung zwischen dem anstehenden Boden und dem Stahlzugglied wurde mit Hüllrohren unterbunden.

Die vorliegende Arbeit beinhaltet jeweils ein allgemeines Kapitel für Großbohrpfähle, Düsenstrahlsäulen und für die Verankerung von Mikropfählen in Düsenstrahlsohlen, in welchen vor allem auf die Bemessung mit Widerständen aus statischen Probelastungen gemäß der aktuellen Normenlage eingegangen wird. Weiters werden die normativen Vorgaben für die Durchführung von axialen statischen Probelastungen im Hinblick auf die folgenden Kapitel erläutert.

Ferner wird auf die im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Probelastungen an Bohrpfehlen, Düsenstrahlsäulen und der Verankerung von Mikropfehlen in Dichtsohlen eingegangen. Dabei erfolgt eine Erläuterung der Variation der Probekörper, des Versuchsaufbaus und der Versuchsdurchführung gesondert für jedes der drei Verfahren. In den folgenden Kapiteln wird die Methodik der Auswertung anhand eines repräsentativen Probekörpers beschrieben und die aus den Probelastungen erhaltenen Resultate werden verglichen.

ABSTRACT

So far, the design approach for soil resistances of bored piles, micro piles and jet grouted columns was based largely on experience or values listed in tables. Due to amendments in the current standards, the possibility of using characteristic values from load tests for the design process (for serviceability limit state and ultimate limit state) was improved. According to the standards, as the model factors can be set to $\eta_p = 1,0$ by performing load test on five similar piles to determine the actual soil resistances and derive the characteristic values with lowest standardized correlation factors.

Hence there is a need for research in the field of underground construction. Therefore, the Vienna City Administration, as one of the largest public contracting authorities in Austria, started a research project called “Unteres Hausfeld”. In this context load tests on several foundation construction methods have been carried out. The aim is to determine characteristic soil resistances for the most common soil types in Vienna, which are the quaternary gravel (Danube gravel) and the miocene sediments (silt, clay, sand).

Bored Piles, as a universal applicable element for underground constructions, are one of the most commonly used methods for deep foundations of buildings. On this account the load tests of bored piles are significant for the research project. A total of 24 load tests on bored piles (in addition to two energy piles and two piles for lateral load tests) have taken place. 10 piles were embedded in the Miocene and 14 piles were embedded in quaternary gravel. In the other layers, the skin friction was widely eliminated by a double-lined pipe to receive information from only one specific layer. The bored piles were constructed either by a cased drilling or a CFA drilling, to take also the influence of the construction method into account.

Jet grouted columns are cemented soil bodies, which are created by using a high velocity fluid jet to cut and erode the soil and inject cement grout at the same time. Static load tests were implemented on five jet grouted columns, which were embedded in the quaternary gravel. Thereby the load-displacement behaviour of the columns was determined.

The next part of this diploma thesis embraces pull-out tests on micro piles, which are anchored in horizontal grouted cut-offs (made of jet-grouting). This test should simulate the anchorage of high-level horizontal cut-offs in water-tight deep excavations. During the load tests, only the load-bearing behaviour of the anchorage from the micro piles should be considered. Therefore, the skin friction in the surrounding layer of the soil was eliminated by installing a double-lined pipe.

This diploma thesis contains a chapter with basic information for each one of the subjects of bored piles, jet grouted columns and the anchorage of micro piles in a jet grouted sealing bed. In these chapters the detailed information is mainly about using characteristic soil resistances from load tests for design, according to the current standards. There is also information about performing axial static load tests especially considering the following chapters.

Subsequently, the load tests on bored piles, jet grouted columns and anchored horizontal grouted cut-offs, which were carried out as part of the research project, are described. This description contains detailed information about the variation of the samples, the test configuration and the test procedure for each one of the three different load tests. In the following chapters, the evaluation procedure is discussed by giving a representative example of one specimen. Finally, the results of the load tests are compared.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Geotechnik – Grundbau, Boden- und Felsmechanik unter der Leitung von Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Adam erstellt. Ihm gebührt herzlicher Dank für die fachliche Betreuung und Korrektur der Diplomarbeit und vor allem für seine Flexibilität trotz des engen zeitlichen Rahmens für die Korrektur und den Abschluss der Arbeit. Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Blovsky danke ich für die Initiierung meines Diplomarbeitsthemas, die unkomplizierte und freundliche Begleitung zu Beginn der Arbeit, sowie für die abschließende Korrektur der Arbeit. Auf seinen ausdrücklichen Wunsch hin wollte jedoch Herr Blovsky nicht als Mitbetreuer der Diplomarbeit genannt werden.

Ein besonderes Dankeschön gebührt dabei auch Joachim Wagner, welcher das Forschungsprojekt als Projektassistent der TU Wien begleitete. Er war jederzeit für Rückfragen erreichbar und stand stets mit Rat und Hilfe zur Seite. Ebenso danke ich ihm sowie allen anderen Beteiligten für die Betreuung einer Vielzahl der in dieser Arbeit behandelten Versuche vor Ort auf der Baustelle. Ein herzliches Dankeschön für die gute Zusammenarbeit gilt auch meinen Studienkollegen, die gemeinsam mit mir ihre Diplomarbeit über das Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ verfasst haben.

Des Weiteren möchte ich mich bei den verantwortlichen Mitarbeitern der MA 29 (Brückenbau und Grundbau) bedanken, ohne die das Forschungsprojekt erst gar nicht entstanden wäre. Ebenso gebührt mein Dank auch allen Projektbeteiligten der MA 29 und der ARGE FPUH – Keller Grundbau GmbH und Porr Bau GmbH, die an der Herstellung der Versuchskörper sowie am Aufbau und der Durchführung der Versuche auf der Baustelle beteiligt waren.

Ich möchte mich bei allen bedanken, die den Weg des Studiums gemeinsam mit mir bestritten haben. Mein größter Dank gilt meinem geliebten Freund Gregor, der mich stets durch Höhen und Tiefen während des Studiums begleitete und mir immer zur Seite stand.

An dieser Stelle möchte ich auch meinen Eltern von Herzen danken. Durch ihre Unterstützung wurde mir diese schöne und vor allem lehrreiche Studienzeit ermöglicht.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	15
1.1	Allgemeine Hinweise	15
2	Forschungsprojekt Unteres Hausfeld	17
2.1	Veranlassung und Ziel der Untersuchungen	17
2.2	Normative Grundlagen	18
2.3	Geologie im Projektgebiet	20
2.3.1	Höhenlage und Morphologie	20
2.3.2	Allgemeine Geologie und Schichten	20
2.3.3	Schichtgrenzen und Störungen	20
2.4	Baugrunduntersuchungen	21
2.4.1	Kernbohrungen	21
2.4.2	Bodenphysikalische Laboruntersuchungen	24
2.4.3	Charakteristische Bodenkennwerte	25
2.5	Projektüberblick	25
2.6	Versuchsvariationen	26
2.6.1	Großbohrpfähle	26
2.6.2	Mikropfähle	29
2.6.3	Düsenstrahlkörper (DS-Körper)	31
2.6.3.1	Düsenstrahlsäulen (DS-Säulen)	31
2.6.4	Verankerungen	32
2.6.5	Sonderversuche	35
2.6.5.1	Rückverankerte Düsenstrahldichtsohle (Herausziehversuche)	35
2.6.5.2	Energiepfähle	36
2.6.5.3	Horizontalverschiebeversuche	38
2.7	Eigene Mitwirkung am Forschungsprojekt	40
3	Großbohrpfähle	43
3.1	Allgemeines	43
3.2	Tragverhalten von Pfählen unter statischer Belastung	43
3.2.1	Axial belastete Pfähle	44
3.2.1.1	Allgemeines	44
3.2.1.2	Einflüsse auf das axiale Tragverhalten	45

3.2.1.3	Ermittlung des axialen Trag- und Verformungsverhaltens	49
3.3	Abgrenzung zum Tragverhalten von Pfahlgruppen	52
3.4	Normen und Richtlinien	52
3.5	Bemessung.....	54
3.5.1	Nachweisverfahren und Sicherheitsbeiwerte	54
3.5.1.1	Nachweisverfahren in der Geotechnik.....	54
3.5.1.2	Geotechnische Kategorie	55
3.5.1.3	Bemessungssituationen und Schadensfolgeklassen.....	56
3.5.1.4	Teilsicherheitsbeiwerte	56
3.5.1.5	Modellfaktoren.....	57
3.5.1.6	Streuungsfaktoren.....	58
3.5.2	Einwirkungen.....	58
3.5.3	Widerstände	59
3.5.3.1	Allgemeines	59
3.5.3.2	Pfahlwiderstände	59
3.5.4	Grenzzustände der Tragfähigkeit	61
3.5.4.1	Axial auf Druck beanspruchte Einzelpfähle.....	62
3.5.4.2	Axial auf Zug beanspruchte Einzelpfähle	63
3.5.4.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit des Pfahlbaustoffs	63
3.5.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	63
3.5.5.1	Axial auf Druck beanspruchte Einzelpfähle.....	64
3.5.5.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit des Pfahlbaustoffs.....	64
3.6	Pfahlprobelastungen und Pfahlprüfungen.....	64
3.6.1	Statische Probelastungen.....	65
3.6.1.1	Allgemeines	65
3.6.1.2	Axiale Probelastungen	65
4	Düsenstrahlkörper.....	75
4.1	Allgemeines und Definition.....	75
4.2	Herstellungsverfahren	75
4.2.1	Funktionsweise	75
4.2.2	Verschiedene Verfahren	76
4.2.2.1	1-Phasensystem.....	76
4.2.2.2	2-Phasensystem.....	77
4.2.2.3	3-Phasensystem.....	78
4.2.3	Anwendungsbereich	78
4.2.4	Herstellparameter und Anwendungsgrenzen	79

4.3	Qualitätssicherung beim Düsenstrahlverfahren	80
4.3.1	Monitoring der Herstellparameter	80
4.3.2	Systeme zur Durchmesserüberprüfung.....	81
4.3.2.1	Freilegen der Düsenstrahlkörper	81
4.3.2.2	Durchmesserbestimmung mittels mechanischer Verfahren.....	81
4.3.2.3	Thermische Reichweitenermittlung.....	82
4.3.2.4	Akustische Reichweitenmessung	83
4.3.3	Kontrolle des Rückflusses	84
4.3.4	Probenahme zur Bestimmung der Materialkenngrößen	85
4.4	Tragverhalten und Durchlässigkeit von Düsenstrahlkörpern	85
4.5	Normen und Richtlinien	86
4.6	Bemessung.....	86
4.6.1	Bestimmung der Materialfestigkeiten für die Bemessung.....	86
4.6.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit STR.....	88
4.6.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO nach EC7	88
4.6.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO nach DIN 4093.....	88
4.7	Pfahlprüfungen	90
5	Mittels Mikropfählen rückverankerte Düsenstrahldichtsohlen.....	91
5.1	Allgemeines und Anwendungsbereich.....	91
5.2	Arten und Tragverhalten von Düsenstrahlsohlen und deren Verankerungen	91
5.2.1	Hochliegende Dichtsohlen.....	92
5.2.2	Mittelhochliegende Dichtsohlen	92
5.2.3	Tiefliegende Dichtsohlen.....	92
5.2.4	Sohlverankerung	93
5.3	Normen/Richtlinien.....	93
5.4	Bemessung.....	93
5.4.1	Allgemeines	93
5.4.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit UPL – Sicherheit gegen Aufschwimmen	94
5.4.2.1	Totale und effektive Spannungen.....	94
5.4.2.2	Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis gegen Versagen durch Aufschwimmen (UPL).....	95
5.4.2.3	Sicherheitsnachweis gegen Versagen durch Aufschwimmen	96
5.4.3	Grenzzustand der Tragfähigkeit STR und GEO – Nachweis von axial auf Zug beanspruchten Pfählen und Zugpfahlgruppen.....	98
5.4.3.1	Äußerer Tragwiderstand des Einzelpfahls – Nachweis im Grenzzustand GEO.....	98
5.4.3.2	Anheben des an einem Zugpfahl bzw. einer Zugpfahlgruppe hängenden Bodenkörpers – Nachweis im Grenzzustand UPL.....	99

5.4.3.3	Innerer Tragwiderstand des Stahlzugglieds – Nachweis im Grenzzustand STR.....	101
5.4.3.4	Innerer Tragwiderstand der Verankerung – Nachweis im Grenzzustand STR.....	101
5.5	Statische Probelastungen von Mikropfählen.....	102
5.5.1	Statische axiale Probelastungen an Mikropfählen	102
6	Großbohrpfahlversuche (FPUH)	107
6.1	Zielsetzung und Versuchsprinzip.....	107
6.2	Großbohrpfahlgeometrie und Versuchsvariation.....	107
6.3	Lage der Großbohrpfähle und Baugrundsituation.....	110
6.4	Pfahlherstellung	113
6.5	Versuchsaufbau der Großbohrpfahlversuche.....	121
6.5.1	Allgemeines	121
6.5.2	Belastungseinrichtungen.....	121
6.5.3	Messeinrichtungen	122
6.5.3.1	Messwerterfassungssystem I.....	122
6.5.3.2	Messwerterfassungssystem II.....	125
6.5.4	Variation der Pfahlinstrumentierung	128
6.6	Versuchsablauf der Großbohrpfahlversuche	130
6.6.1	Laststufen.....	130
6.6.2	Prüfablauf Großbohrpfähle Miozän	131
6.6.3	Prüfablauf Großbohrpfähle Kies	133
7	Düsenstrahlsäulenversuche (FPUH).....	135
7.1	Zielsetzung und Versuchsprinzip.....	135
7.2	Düsenstrahlsäulengeometrie und Versuchsvariation.....	135
7.3	Lage der Düsenstrahlsäulen und Baugrundsituation.....	137
7.4	Herstellung der Düsenstrahlsäulen.....	138
7.4.1	Herstellung.....	138
7.4.2	Qualitätssicherung.....	138
7.5	Versuchsaufbau der Düsenstrahlsäulenversuche.....	139
7.5.1	Allgemeines	139
7.5.2	Belastungseinrichtung	140
7.5.3	Messeinrichtung	140
7.5.3.1	Messwerterfassungssystem I	140
7.5.3.2	Messwerterfassungssystem II (MWES II)	140
7.5.4	Übersicht Säuleninstrumentierung	140

7.6	Versuchsdurchführung Düsenstrahlsäulenversuche.....	140
7.6.1	Laststufen.....	141
7.6.2	Prüfablauf	141
8	Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen in Düsenstrahldichtsohlen (FPUH)	143
8.1	Zielsetzung und Versuchsprinzip.....	143
8.2	Versuchsgeometrie und Versuchsvariation der Herausziehversuche.....	143
8.3	Lage der Mikropfähle und Baugrundsituation.....	144
8.4	Herstellung der Mikropfähle für die Herausziehversuche.....	145
8.5	Versuchsaufbau der Herausziehversuche	148
8.5.1	Allgemeines	148
8.5.2	Belastungseinrichtungen.....	148
8.5.3	Messeinrichtungen	148
8.5.3.1	Messwerterfassungssystem I.....	148
8.6	Versuchsablauf der Herausziehversuche	151
8.6.1	Laststufen.....	151
8.6.2	Prüfablauf Herausziehversuche.....	152
9	Auswertung und Ergebnisse der Großbohrpfahlversuche (FPUH)	155
9.1	Allgemeines	155
9.1.1	Generelle Auswertungsmethodik	155
9.1.1.1	Aufzeichnung und Sicherung der Versuchsdaten.....	155
9.1.1.2	Rohdatenaufbereitung.....	156
9.1.1.3	Auswertung	156
9.2	Auswertung Großbohrpfahl B.M5	156
9.2.1	Allgemeine Versuchsdaten	156
9.2.2	Instrumentierung	157
9.2.3	Pfahlgeometrie und Materialkennwerte.....	159
9.2.4	Messdaten	163
9.2.5	Basisdaten.....	163
9.2.6	Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse	164
9.2.6.1	Deckblatt.....	164
9.2.6.2	Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung.....	165
9.2.6.3	Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose	167
9.2.6.4	Kettenextensometer	168
9.2.6.5	Widerstands-Setzungslinie.....	170
9.2.6.6	Zeit-Verformungsverhalten.....	170

9.2.6.7	Widerstands-Kriechmaßlinie.....	173
9.2.6.8	Berechnung der axialen Längskräfte und der Mantelreibung	174
9.2.6.9	Axiale Längenänderung	177
9.2.6.10	Längskraftverlauf je Laststufe.....	178
9.2.6.11	Mantelreibung	179
9.3	Vergleich ausgewählter Kennwerte der Großbohrpfahlversuche	180
9.3.1	Vertikale Pfahlkopfverschiebung bei Gebrauchslast.....	182
9.3.2	Kriechmaß bei Gebrauchslast	182
9.3.3	Maximale Vertikalverschiebung	183
9.3.4	Maximale Prüfkraft	184
9.3.5	Relevante Pfahlwiderstände.....	184
9.3.6	Widerstands-Verschiebungslinien.....	186
9.3.6.1	Versuchsreihe Großbohrpfähle Miozän.....	187
9.3.6.2	Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies.....	189
9.3.7	Widerstands-Kriechmaßlinien	192
9.3.7.1	Versuchsreihe Großbohrpfähle Miozän.....	192
9.3.7.2	Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies.....	193
10	Auswertung und Ergebnisse der Düsenstrahlsäulenversuche (FPUH)	197
10.1	Allgemeines	197
10.1.1	Besonderheiten der Düsenstrahlversuche	197
10.2	Auswertung Düsenstrahlsäule D.K55	198
10.2.1	Allgemeines	198
10.2.2	Instrumentierung	199
10.2.3	Düsenstrahlsäulengeometrie und Materialkennwerte.....	200
10.2.4	Messdaten	201
10.2.5	Basisdaten.....	201
10.2.6	Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse	202
10.2.6.1	Deckblatt.....	202
10.2.6.2	Belastungsstufen und Säulenkopfverschiebung	203
10.2.6.3	Kettenextensometer	205
10.2.6.4	Widerstands-Setzungslinie.....	207
10.2.6.5	Zeit-Verformungsverhalten.....	207
10.2.6.6	Widerstands-Kriechmaßlinie.....	209
10.2.6.7	Axiale Längenänderung	210
10.3	Vergleich ausgewählter Kennwerte	211
10.3.1	Vertikale Säulenkopfverschiebung bei Gebrauchslast	212

10.3.2	Kriechmaß bei Gebrauchslast	213
10.3.3	Maximale Vertikalverschiebung	213
10.3.4	Maximale Prüfkraft	214
10.3.5	Relevante Säulenwiderstände	214
10.3.6	Widerstands-Verschiebungslinien.....	216
10.3.7	Widerstands-Kriechmaßlinie	217
11	Auswertung und Ergebnisse der Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen in Düsenstrahldichtsohlen (FPUH)	219
11.1	Allgemeines	219
11.2	Auswertung Herausziehversuch M.v58.....	219
11.2.1	Allgemeines	219
11.2.2	Pfahlgeometrie und Materialkennwerte.....	220
11.2.3	Messdaten	221
11.2.4	Basisdaten.....	221
11.2.5	Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse	221
11.2.5.1	Deckblatt.....	221
11.2.5.2	Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung.....	222
11.2.5.3	Widerstands-Verschiebungslinie.....	223
11.2.5.4	Zeit-Verformungs-Verhalten.....	225
11.2.5.5	Widerstands-Kriechmaßlinie.....	228
11.3	Vergleich ausgewählter Kennwerte der Herausziehversuche.....	228
11.3.1	Vertikale Pfahlkopfverschiebung bei Gebrauchslast.....	230
11.3.2	Kriechmaß bei Gebrauchslast	230
11.3.3	Maximale vertikale Pfahlkopfverschiebung	231
11.3.4	Maximale Prüfkraft	232
11.3.5	Widerstands-Verschiebungslinien der einzelnen Mikropfähle	233
11.3.5.1	Versuchsreihe Verankerungstyp 0.....	234
11.3.5.2	Versuchsreihe Verankerungstyp 1	235
11.3.5.3	Versuchsreihe Verankerungstyp 2.....	237
11.3.5.4	Versuchsreihe Verankerungstyp 3.....	238
11.3.6	Verbundspannung zwischen Stahlzugglied und Düsenstrahlschirm	240
12	Zusammenfassung und Ausblick.....	243
13	Quellenverzeichnis.....	247
14	Tabellenverzeichnis	255

15 Abbildungsverzeichnis..... 259**ANHANG A**

Auswertung der Großbohrpfahlversuche B.Mx - Krafteinleitung im Miozän

ANHANG B

Auswertung der Großbohrpfahlversuche B.Kx - Krafteinleitung im Quartär

ANHANG C

Auswertung der Düsenstrahlsäulenversuche D.Kx

ANHANG D

Auswertung der Herausziehversuche von Mikropfahlverankerungen M.vx aus einem Düsenstrahldichtschirm

KAPITEL 1

Einleitung

1.1 Allgemeine Hinweise

Im Folgenden werden allgemeine Hinweise zur Diplomarbeit gegeben. In deren weiteren Kapiteln befinden sich dann jeweils individuelle Einleitungen zum jeweiligen Thema.

Gliederung

Die vorliegende Arbeit gliedert sich im Wesentlichen in 3 Bereiche:

- Allgemeine Projektbeschreibung und Beschreibung der Versuchsvariationen (Kapitel 2)
- Grundlagen zu den in der Arbeit betrachteten Spezialtiefbauverfahren
 - Pfahlgründungen, deren Tragverhalten, Bemessung und Probelastung (Kapitel 3)
 - Düsenstrahlsäulen, deren Tragverhalten, Bemessung und Probelastung (Kapitel 4)
 - Verankerungen von Mikropfählen in Düsenstrahldichtsohlen, deren Bemessung und Probelastung (Kapitel 5)
- Beschreibung, Auswertung und Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse der
 - Bohrpfahlprüfungen (Kapitel 6 und 9)
 - Düsenstrahlkörper-Prüfungen (Kapitel 7 und 10)
 - Herausziehversuche (Kapitel 8 und 11)

Anhang

Im Anhang befinden sich für das bessere Verständnis der durchgeführten Versuche Projektunterlagen. Zudem sind dort noch einmal beide Versuchsauswertungen gesammelt beigefügt.

Nutzung von Synergien

Das über die TU Wien am Projekt beteiligte Team umfasst u.a. einige motivierte Studierende, die neben einer guten Arbeitsatmosphäre auch die Möglichkeit bieten, gewisse Teile der jeweiligen Arbeiten in die eigenen einfließen zu lassen bzw. zu übernehmen. Die Übernahme von Textpassagen oder einzelner ganzer Abschnitte soll weniger zur eigenen Aufwandsminderung dienen, sondern vielmehr zur Nutzung von Synergien, um die jeweilige Thematik letztlich im Kontext besser zu erläutern.

Der (aktuelle) Umfang an wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen des FPUH, aus denen entsprechende Teile zitiert werden können, ist in Tab. 1.1 zusammengefasst. Die Übernahme von Teilen wurde unter den unten genannten Personen vereinbart und ist im jeweiligen Abschnitt entsprechend gekennzeichnet.

Ergänzend dazu wird angemerkt, dass die Abschnitte 2.1 bis 2.3 in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber des Forschungsprojektes (Magistratsabteilung 29) und Stefan Blovsky [SB], einem ehemaligen Mitarbeiter am Institut für Geotechnik der TU Wien, verfasst wurde. Auch sie sind einheitlich in den wissenschaftlichen Arbeiten.

Ebenso ist die Ausarbeitung des theoretischen Teils dieser Diplomarbeit auf die Themengebiete des Düsenstrahlverfahrens und der Verankerung von Dichtsohlen beschränkt. Die Grundlagen zu Bohrpfählen und Mikropfählen sind in den Diplomarbeiten meiner Kollegen gemäß nachfolgender Tabelle zu finden oder werden teilweise der Vollständigkeit halber im Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit übernommen.

Tab. 1.1: Wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen der Probelastungen (PB) des FPUH

Themengebiet	Art	Bearbeiter/in	Abk.	Stand
Großbohrpfähle (axiale PB)	Projektarbeit/ Diplomarbeit	Manuel Stadlbauer/ Christina Marzy	[MS] [CM]	abgeschlossen
Mikropfähle und Anker	Diplomarbeit	Johannes Meusburger	[JM]	abgeschlossen
DSV-Körper und Herausziehversuche	Diplomarbeit	Christina Marzy	[CM]	abgeschlossen
Energiepfähle	Diplomarbeit	Anna Freuis	[AF]	abgeschlossen
Horizontalverschiebeversuche	Diplomarbeit	Alexander Stöglehner	[AS]	abgeschlossen

Abgrenzung zum abschließenden Forschungsbericht der TU Wien

Die vorliegende Diplomarbeit ist noch nicht als endgültig abgeschlossene und vollständige Interpretation der Versuche zu sehen. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung wird seitens der TU Wien ein abschließender Forschungsbericht erstellt. Neben der darin enthaltenen Zusammenfassung der Ergebnisse können weitere Untersuchungen bzw. Auswertungen enthalten sein. Dies kann beispielsweise Angaben zu den Bettungswiderständen und Mantelreibungen betreffen.

Zitierweise

Die Präpositionen „gemäß“, „nach“ und „laut“ deuten auf ein indirektes Zitat bzw. eine nachempfundene Tabelle oder Abbildung hin, während die Präposition „aus“ (oder „von“ bei Bildern von Webseiten) eine direkte Übernahme von Abbildungen kennzeichnet.

KAPITEL 2

Forschungsprojekt Unteres Hausfeld

2.1 Veranlassung und Ziel der Untersuchungen

Die Stadt Wien hat als einer der größten Auftraggeber Österreichs ein Forschungsprojekt initiiert, dessen Ziel die Erfassung von Baugrundwiderständen diverser Gründungselemente für den repräsentativen Wiener Baugrund ist.

Die geologischen Verhältnisse im größten Wiener Stadterweiterungsgebiet, dem 21. und 22. Wiener Gemeindegebiet, sind großräumig sehr homogen. Es ist daher zu erwarten, dass die Versuchsergebnisse Eingang in viele zukünftige Bauprojekte in diesem Bereich finden können. Denkbar ist darüber hinaus eine Einbeziehung der Ergebnisse auch für vergleichbare geologische Strukturen, wie z.B. den Donauschotter in anderen Stadtteilen. Voraussetzung hierfür ist eine Prüfung der Vergleichbarkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik.

Im Einzelnen wurden

- Großbohrpfähle
- Mikropfähle
- Verpressanker
- Düsenstrahl-Gründungssäulen
- Mikropfähle als Verankerungen in Düsenstrahl-Sohlen
- Großbohrpfähle mit Nutzung als Energiepfähle
- Großbohrpfähle mit kombinierter (vertikaler und horizontaler) Beanspruchung

im Sinne von Probelastungen bzw. Grundsatzprüfungen untersucht. Ziel der Untersuchungen war in der Regel das Herbeiführen eines Versagenszustandes für jeden einzelnen Bauteil.

Im Falle von Pfahlgründungen steht normativ (ÖNORM B 1997-1-3 [30]) neben Pfahlprobelastungen unter anderem auch die Möglichkeit einer Bemessung nach Tabellenwerten zur Verfügung. Diese Tabellenwerte sind auf der sicheren Seite gewählte charakteristische Widerstände, die für das gesamte Gebiet Österreichs Gültigkeit besitzen.

Bei Ausführung von Pfahlprobelastungen sind in der Regel verlässlichere Pfahlwiderstände ableitbar und eine wirtschaftlichere Bemessung unter tatsächlichen Verhältnissen möglich. Darüber hinaus lässt sich naturgemäß das Verformungsverhalten bzw. die Gebrauchstauglichkeit anhand von Pfahlprobelastungen für Druckbeanspruchung besser einschätzen, als unter Zugrundelegung von Tabellenwerten. Für die Beurteilung des Gebrauchstauglichkeitsverhaltens zugbeanspruchter Pfähle sind ohnehin Probelastungen zwingend erforderlich.

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Durchführung und Auswertung der

Großbohrpfahl- und Düsenstrahlsäulenversuche sowie Herausziehversuche

Eine überblickmäßige Beschreibung aller Versuchsvariationen in Abschnitt 2.6 enthalten. Die detaillierte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Versuchen erfolgt in der jeweiligen wissenschaftlichen Arbeit (siehe Tab. 1.1). Die detaillierte Versuchsbeschreibung der vorliegenden Arbeit befindet sich in Kapitel 4 – die Ergebnisse in Kapitel 5.

2.2 Normative Grundlagen

Die österreichische Normengrundlage basierte mit der ÖNORM EN 1997-1 [34] aus dem Jahr 2006 sowie der ÖNORM B 1997-1-1 [29] aus den Jahren 2010 und 2013 vor dem Erscheinen der aktuellen ÖNORM B 1997-1-3 [30] im Jahr 2015 in der gängigen Praxis vielfach auf Erfahrungswerten vergleichbarer Projekte oder Tabellenwerten der ÖNORM B 4440 [33]. Letztere stammt aus dem Jahr 2001, beruhte auf dem globalen Sicherheitskonzept und sah demnach eine globale Absicherung zur Grenzkraft in der Größenordnung von $\eta = 1,3$ bis $2,0$ je nach Lastfallgruppe und Anzahl der unter gleichen Verhältnissen ausgeführten Probelastungen vor.

In der Entwurfsfassung der ÖNORM B 1997-1 aus dem Jahr 2006, die bereits auf dem Teilsicherheitskonzept des Eurocode 7 basierte, wurden erstmals national Streuungsfaktoren ξ_1 und ξ_2 zur Ableitung charakteristischer Werte aus statischen Pfahlprobelastungen für alle Bemessungssituationen eingeführt. Diese Streuungsfaktoren sind umso kleiner, je größer die Anzahl der durchgeführten Probelastungen ist.

Für die Ermittlung der axialen charakteristischen Werte der Pfahlwiderstände stehen gemäß der aktuellen Pfahlbemessung (ÖNORM EN 1997-1 in Kombination mit ÖNORM B 1997-1-1 und ÖNORM B 1997-1-3) folgende unterschiedliche Vorgehensweisen zur Verfügung:

- a) Statische Pfahlprobelastungen
Absicherung der versuchstechnisch erhaltenen Grenztragfähigkeiten mittels
 - Streuungsfaktoren (ξ_1 und ξ_2) und
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).
- b) Dynamische Pfahlprobelastungen (für axial auf Druck beanspruchte Pfähle nur dann, wenn deren Ergebnisse an statischen Probelastungen kalibriert wurden).
Absicherung der versuchstechnisch erhaltenen Grenztragfähigkeiten mittels
 - Streuungsfaktoren (ξ_5 und ξ_6) und
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).
- c) Auswertung von Proberammungen mittels anerkannter Rammformeln für auf Druck beanspruchte Verdrängungspfähle
Absicherung der versuchstechnisch erhaltenen Grenztragfähigkeiten mittels
 - Streuungsfaktoren (ξ_5 und ξ_6) und
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).
- d) Berechnungen mit Hilfe von Tabellenwerten für axial auf Druck und/oder Zug beanspruchte Bohrpfähle gemäß Anhang C der Norm unter Anwendung von
 - Modellfaktoren ($\eta_{P;c}$ und $\eta_{P;t}$)
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).

Gemäß ÖNORM EN 1997-1 [34] dürfen die mit einem Rechenmodell erzielten Ergebnisse durch Modellfaktoren angepasst werden, um auf der sicheren Seite zu liegen. Für Verfahren zur Ermittlung von Pfahlwiderständen mit Hilfe von Tabellenwerten müssen Modellfaktoren berücksichtigt werden, um das bisherige Sicherheitsniveau des globalen Sicherheitskonzepts zu erhalten.

- e) Ermittlung der Pfahlwiderstände von axial auf Druck beanspruchten Mikropfählen gemäß Anhang D (Tabellenwerte) der Norm unter Anwendung von
- Modellfaktoren ($\eta_{P;c}$ und $\eta_{P;t}$)
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).
- f) Ermittlung der Pfahlwiderstände von axial auf Druck und/oder Zug beanspruchten Pfählen mit Hilfe von Erfahrungswerten von ausgeführten Pfahlgründungen und/oder Probelastungen, deren Zuverlässigkeit unter vergleichbaren Bedingungen nachgewiesen wurde unter Anwendung von
- Modellfaktoren ($\eta_{P;c}$ und $\eta_{P;t}$)
 - Teilsicherheiten (γ_E und γ_R).

Gemäß normativem Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 [30] gilt: „Werden charakteristische Pfahlwiderstände weder aus Pfahlprobelastungen, noch aus den Tabellen (Anhänge C und D) hergeleitet, sondern auf der Grundlage von Erfahrungswerten festgelegt, so sind auch auf diese die Modellfaktoren gemäß den Zeilen 5 und 6 der Tabelle A.1 anzuwenden.“

Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] ermöglicht für axiale Beanspruchung nunmehr eine getrennte Nachweisführung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Im Detail wurden im Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 [30] folgende Modellfaktoren festgelegt:

Tab. 2.1: Modellfaktoren gemäß Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 aus [30] (adaptiert)

	Fall	Symbol	Wert
1	Pfahlwiderstände auf axialen Druck aus statischen Pfahlprobelastungen	$\eta_{P;c}$	1,0
2	Pfahlwiderstände auf axialen Zug aus statischen Pfahlprobelastungen	$\eta_{P;t}$	1,0
3	Pfahlwiderstände auf axialen Druck mittels Tabellenwerten der Anhänge C und D	$\eta_{P;c}$	1,3
4	Pfahlwiderstände auf axialen Zug mittels Tabellenwerten der Anhänge C und D	$\eta_{P;t}$	2,5
5	Pfahlwiderstände auf axialen Druck aufgrund von vergleichbarer Erfahrung	$\eta_{P;c}$	$\geq 1,3$
6	Pfahlwiderstände auf axialen Zug aufgrund von vergleichbarer Erfahrung	$\eta_{P;t}$	$\geq 2,5$

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass durch die Wahl von Pfahlprobelastungen als Bemessungsmöglichkeit anstelle von Tabellen- oder Erfahrungswerten keine Änderung des Sicherheitsniveaus im Sinne einer Veränderung von Teilsicherheitsbeiwerten vorgenommen wird.

2.3 Geologie im Projektgebiet

2.3.1 Höhenlage und Morphologie

Geomorphologisch liegt das Gebiet gemäß [90] am Rand der eigentlichen Donauniederung zum Marchfeld. Es wurde von nacheiszeitlichen Ablagerungen des Donaustromes und seiner Zubringer aufgeschüttet und geologisch und morphologisch geprägt. Aufgrund der Entfernung zur Donau stand es jedoch nicht mehr im Einflussbereich der regelmäßigen Überschwemmungen und auch am Rand bzw. außerhalb des vor der Regulierung weitverzweigten Netzes von Altarmen. Die in der geologischen Karte eingetragene „äußerste beobachtete Hochwassergrenze an der Donau“ liegt jedoch noch deutlich nördlicher.

Das weitgehend ebene und flache Gelände liegt etwa zwischen 158,7 bis 158,8 m ü. A. Mögliche natürliche Senken und Rinnen, bzw. ehemals wassergefüllte Flussarme wurden im Zuge der menschlichen Besiedlung und Nutzung weitgehend aufgefüllt und eingeebnet.

2.3.2 Allgemeine Geologie und Schichten

Geologisch liegt das Gebiet gemäß [90] im Wiener Becken und in den Talalluvionen der Donau. Nach der geologischen Karte der GBA 1:50.000, Blatt Wien, liegt es an der Grenze zwischen „Auen des jüngeren Anteils der heutigen Talböden an der Donau (Postglazial)“ und den „älteren und höheren Fluren des jüngeren Anteils der heutigen Talböden“. Auf der geologischen Karte von *Brix (1972) 1:50.000* liegt es im Bereich der Praterterrasse, daher auf dem Niveau der jüngsten (würmzeitlichen) Terrasse, die von der rezenten Donau morphologisch und sedimentär überprägt wurde. Es ist jedenfalls dem Quartär/Holozän zuzurechnen. Unter dem Quartär folgen die miozänen Sedimente des Wiener Beckens (Oberes Pannonium).

Gemäß [90] ist folgender Schichtaufbau zu erwarten:

- Anschüttungen (Schicht A)
- Mutterboden (Schicht A)
- Ausedimente (Schicht B)
- Donauschotter (Schicht C)
- Miozäne Sedimente des Oberen Pannonium des Wiener Beckens (Schicht D)

An der Oberfläche liegt Mutterboden bzw. Anschüttungen. Darunter ist für den natürlichen Untergrund mit bis zu mehreren Metern mächtigen Ausedimenten (Aulehmen und Ausanden) zu rechnen. Dabei handelt es sich um schluffige Feinsande bis Schluffe von geringer Lagerungsdichte bzw. weicher Konsistenz und graubrauner Farbe. Meist sind sie humos und durchwurzelt.

Die darunter folgenden rezenten Donauschotter sind sandige Kiese von mitteldichter bis dichter Lagerung und graubrauner Farbe. Sandarme bis sandfreie Lagen können vorkommen, ebenso einzelne Sandschichten. Stein- und Blockanteile, sowie einzelne Stein- und Blocklagen, sind ebenso bekannt. Unter den Donauschottern folgen die miozänen Ablagerungen des Wiener Beckens (Oberes Pannonium). Dabei handelt es sich um feinkörnige Sedimente in Form von (schluffigen) Sanden bis tonigen Schluffen.

2.3.3 Schichtgrenzen und Störungen

Das Wiener Becken ist gemäß [90] als tektonisches Einbruchsbecken entstanden und daher von einem Störungssystem begrenzt sowie von Störungen und Brüchen durchzogen. Infolge dessen werden im Wiener Becken immer wieder Erdbeben registriert. Die meisten Störungen sind nur in tieferen

Schichten des Wiener Beckens, z.B. durch Sprünge in der Lage der Schichtgrenzen oder in seismischen Profilen erkennbar.

Im gegenständlichen Gebiet zeigt die Unterkante der Ausedimente (bzw. die Donauschotteroberkante) ein gewisses natürliches Relief um wenige Meter, ebenso, wenn auch in geringerem Ausmaß, die Unterkante der Donauschotter. Dieses Relief ist jedoch als ablagerungsbedingte Schichtgrenze (durch Erosion und Sedimentation entstanden), und nicht als tektonische Störung zu sehen.

2.4 Baugrunduntersuchungen

In diesem Kapitel sind die Baugrunduntersuchungen gemäß dem Geotechnischem Gutachten [90] des Forschungsprojektes „Unteres Hausfeld“ angeführt.

2.4.1 Kernbohrungen

Die nachfolgend angeführten Kernbohrungen wurden an den in Abb. 2.1 rot markierten Stellen abgeteuft.

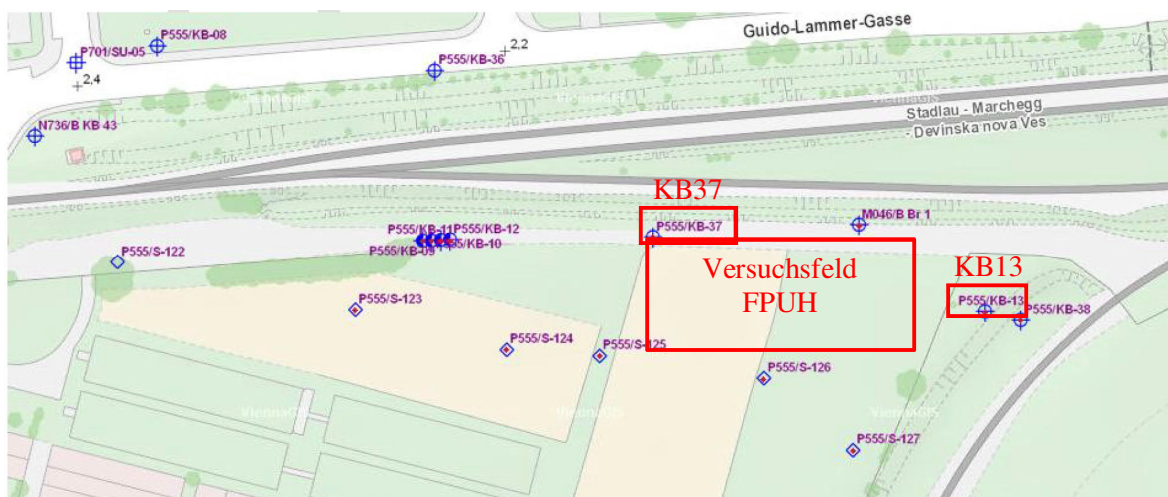


Abb. 2.1: Lage der Aufschlussstellen im Gebiet des Forschungsprojektes aus [90] (adaptiert)

Die Kernbohrungen (Abb. 2.2 und Abb. 2.3) sind gemäß geotechnischem Gutachten [90] folgendermaßen beschrieben:

„Deutlich zu erkennen ist, dass zumeist die Ausedimente praktisch nicht mehr vorhanden sind und unter den Anschüttungen oder dem Mutterboden gleich der Donauschotter ansteht. Freies Grundwasser wurde in allen Bohrungen im Donauschotter angetroffen.“

EDV-Nr.: 26555174		BGK/BI-Nr.: P555/KB-37		Adresse: 1220 Wien KG Aspern					
Projekt:				Auftraggeber: <small>WZB-Baugrundlabor</small>		Ausführende Firma:			
				Besteller:		Geräteführer:			
M 1:100		GOK [mWN]: 2.39		Koord. Y: 10543.66	Neig. zu Lot: 0°	AZr. von: 05.11.2013	Plan Nr.:		
		GOK [müA]: 159.07		Koord. X: 343835.37	geot.B.: 06.11.2013	AZr. bis: 06.11.2013			
Aufschluss	Wasserbeobachtung Zeit Datum	TIEFE relativ absolut [m WN]	Boden- signatur	L V	K Z	TIEFE relativ absolut zu GOK [m WN]	TIEFE absolut [m WN]	SCHICHTBESCHREIBUNG Bodenarten, Formen, Eigenschaften, Gefügemerkmale, Farben	Proben Versuche
Schacht 0.80x2.00m			A A A A			0.00 2.39		Anschüttung; Grobkies, fein- mittelkiesig, fein- mittelsandig; hellgrau, hellbraun; mitteldicht;	
		2.50				2.50	-0.11	Kies; fein-mittelsandig; hellgrau, hellbraun; rund; mitteldicht;	3.00-3.50 [B] ⓧ
Rammkernbohrung mit Liner D220/150mm						4.10	-1.71	Fein-Mittelkies; fein-mittelsandig; braun; rund; mitteldicht;	
		4.50				4.50	-2.11	Feinkies; fein-mittelsandig; hellgrau, hellbraun; rund; mitteldicht;	5.30 WPM 5.30 WPC
	05.11. 1∇ 5.30 -2.91					8.00	-5.61	Fein-Mittelkies; mittel-grobsandig; hellgrau, hellbraun; rund; mitteldicht;	7.00-7.50 [B] ⓧ
						10.80	-8.41	Fein-Mittelsand; gering schluffig; hellbraun, grau; mitteldicht;	9.50-10.00 [B] ⓧ
RKB D220/180mm						12.40	-10.01	Schluff; gering tonig; hellgrau; steif - halbfest;	11.00-11.50 [B] ⓧ
						12.50	-10.11	Schluff; tonig, mit Konkretionen; dunkelgrau; halbfest;	
						13.00	-10.61		12.50-13.00 [B] [KP]

Abb. 2.2: Kernbohrung KB-37 aus [90]

2.4.2 Bodenphysikalische Laboruntersuchungen

In diesem Abschnitt sind die Korngrößenverteilungen des Donauschotters und des Miozän in der erweiterten Projektumgebung dargestellt und erklärt.

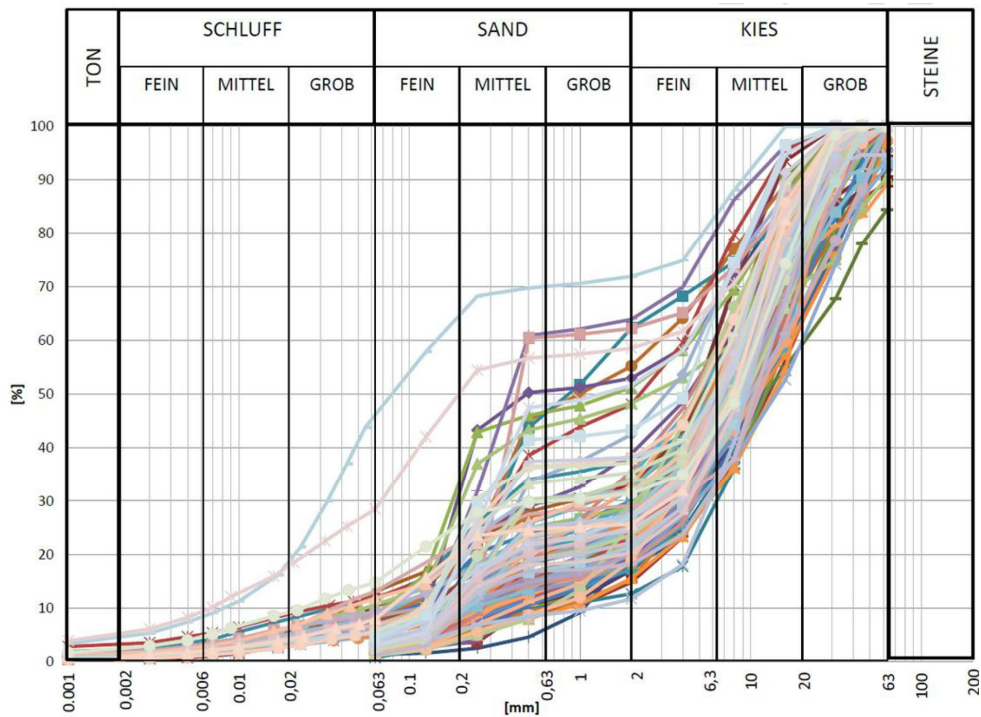


Abb. 2.4: Korngrößenverteilungen des Donauschotters aus der weiteren Projektumgebung aus [90]

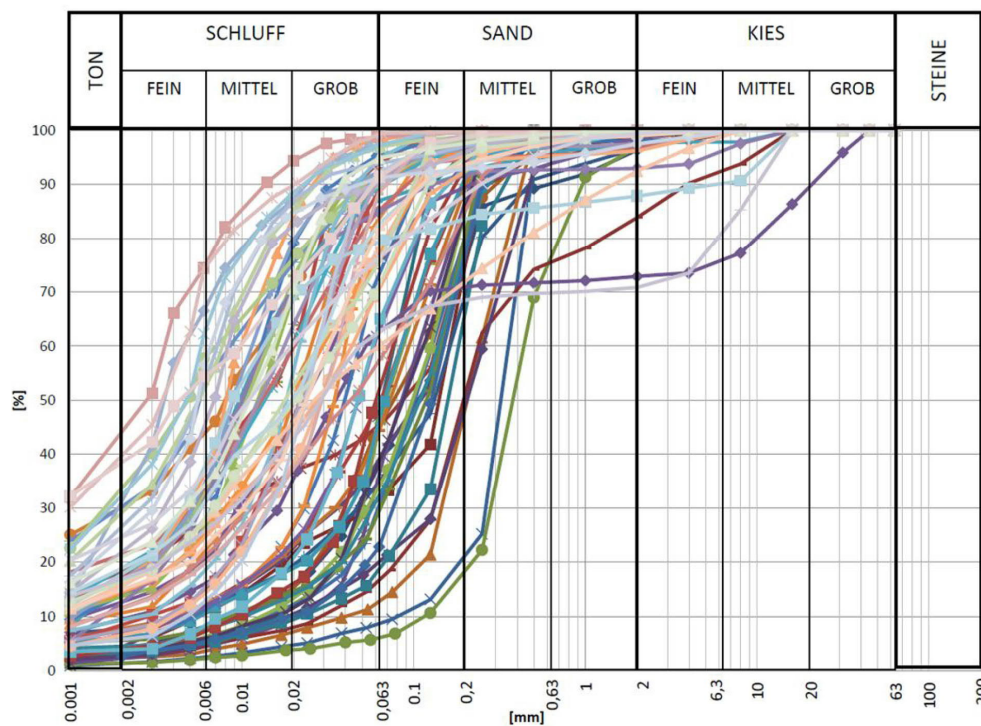


Abb. 2.5: Korngrößenverteilungen miozäner Wechsellagerungen aus der weiteren Projektumgebung aus [90]

Die Erklärung zu den bodenphysikalischen Eigenschaften gemäß Geotechnischem Gutachten [90] sind:

„Für den Donauschotter wurden mehrere Korngrößenverteilungskurven aus dem weiteren Projektgebiet in einer Abbildung zusammengefasst um die relative Gleichförmigkeit und Vergleichbarkeit zu illustrieren.“

„Für die miozänen Wechsellagerungen wurden mehrere Korngrößenverteilungskurven aus dem weiteren Projektgebiet in einer Abbildung zusammengefasst um die relative Gleichförmigkeit und Vergleichbarkeit zu illustrieren.“

„Aus den beiden Diagrammen ist eindeutig der große Unterschied in den beiden Bodenarten ersichtlich. Handelt es sich beim Donauschotter um nicht bindige grobkörnige Sande und Kiese so sind die miozänen Wechsellagerungen bindig, schluffdominiert und nur sehr feinkörnig. Auch ist allein durch die Korngrößenverteilung erkennbar, dass die Durchlässigkeiten stark variieren. Wesentliche Eigenschaften als Baugrund, wie z.B. die Mantelreibung, sind ursächlich von der „Verzahnung“ des Bauteiles mit dem Boden abhängig.“

2.4.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Tab. 2.2: Charakteristische Wichte- und Scherparameter aus [90] (adaptiert)

Schichtpaket	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]
A Anschüttung, Mutterboden	19	-	25	0
B Ausedimente	18,5	10,5	25	10
C Donauschotter (sandiger Kies)	21	12	35	0
D Miozäne Wechsellagerung	20	10	25	15

2.5 Projektüberblick

(Dieser Abschnitt stammt von Johannes Meusburger [JM]; siehe Kapitel 1 bzw. Tab. 1.1)

Das Projektgebiet des Forschungsprojektes „Unteres Hausfeld“ befindet sich im 22. Wiener Gemeindebezirk. Die Versuchsanordnungen erfolgten südlich der Ostbahn-Strecke 117. In diesem Bereich verläuft die Guido-Lammer-Gasse parallel zum Versuchsfeld und der Contiweg verläuft westlich davon. Im Osten wird das Gebiet durch die Anschlussbahn des Logistikzentrums Hirschstetten begrenzt.

Die unterschiedlich hergestellten Prüfkörper (Gründungselemente) wurden auf dem Versuchsfeld zwei Prüffeldern zugeordnet: zum einen dem Prüffeld 1 im Westen und zum anderen dem Prüffeld 2 im Osten (siehe Abb. 2.6).

Im Prüffeld 1 wurden Großbohrpfähle im Miozän und Verpressanker im Kies auf ihre Tragfähigkeit geprüft. Außerdem wurden die abdichtenden Eigenschaften von DSV-Körpern qualitativ bewertet. Weiters wurden die Auswirkungen der Bauverfahren auf die chemischen Eigenschaften des Grundwassers im und um den Baukörper untersucht. [86]

Im Prüffeld 2 wurden Großbohrpfähle im Kies, Mikropfähle im Kies und Miozän und DSV-Säulen auf ihre Tragfähigkeit geprüft. Außerdem fanden in Prüffeld 2 die Horizontalverschiebeversuche und die Energiepfahlversuche statt. [86]

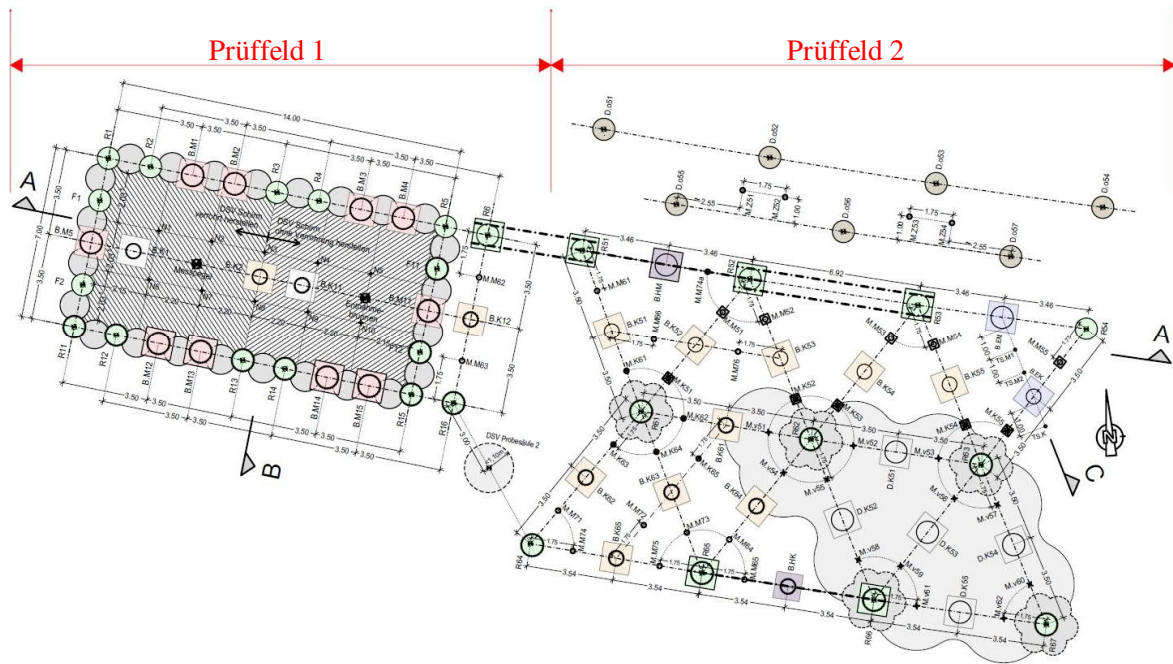


Abb. 2.6: Lageplan von Prüffeld 1 und 2 des Forschungsprojektes „Unteres Hausfeld“ aus [50] (adaptiert)

2.6 Versuchsvariationen

2.6.1 Großbohrpfähle

(Dieser Abschnitt stammt von Anna Freuis [AF]; siehe Kapitel 1 bzw. Tab. 1.1)

Die Prüfungen an den Großbohrpfählen wurden als statische Pfahlprobebelastung mit Belastung in axialer Richtung und Druck als Belastung ausgeführt. [93]

Die Großbohrpfähle wurden im

- SOB-Verfahren (Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren) und
- mittels verrohrt hergestellter Bohrung

ausgeführt. Die unterschiedlichen Herstellungsarten sollen Unterschiede im Tragverhalten aufzeigen. Der Pfahlmantel und die Pfahlsole wurden in den folgenden zwei verschiedenen Bodenarten geprüft:

- Quartäre Sedimente („Donauschotter“)
- Miozäne Sedimente („Wiener Tegel“)

Bei Pfählen mit der Prüfstrecke im Miozän wurde die Mantelreibung in der darüberliegenden Kies-schicht mittels Doppelmantelrohr überbrückt.

Je Herstellungsverfahren und Bodenart wurden jeweils fünf Elemente hergestellt. Somit können die Streuungsfaktoren gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] auf das Minimum von $\zeta_1 = \zeta_2 = 1,0$ reduziert werden. Es wurden insgesamt 55 Stück, davon sind 27 Füll- und Reaktionspfähle, hergestellt.

Im Prüffeld 1 wurden Großbohrpfähle getestet, die mit einer Länge von 17 m bis in die miozänen Sedimente reichen. Bei diesem Versuch können somit die ermittelten Pfahlwiderstände dem Miozän zugeordnet werden. 4 Versuchspfähle wurden mit abweichenden (CO_2 -armen) Zementen hergestellt, um allfällige Abweichungen im Tragverhalten, wie z.B. aufgrund eines anderen Eindringverhaltens in den Kiesen, zu ermitteln. In diesem Prüffeld wurden auch Füllpfähle für die geplante Schachtwand

hergestellt. In der nachfolgenden Tab. 2.3 sind die hergestellten Großbohrpfähle, die im Prüffeld 1 untersucht wurden, aufgelistet.

Tab. 2.3: Anzahl hergestellter Bohrpfähle im Prüffeld 1 aus [50]

Herstellverfahren	Miozän	Sonderversuch Kies (Zement)
Herstellung verrohrt	5	2
Herstellung SOB	5	2

Im Prüffeld 2 wurden die Pfähle getestet, die mit einer weitaus kürzeren Länge von 7 m nur in die Kiesschicht einbinden. Sie weisen auch einen weitaus kleineren Durchmesser von 60 cm auf im Gegensatz zu den langen Miozän Pfählen, die einen Durchmesser von 90 cm aufweisen. Diese Pfähle enden über der Miozänschicht und sind im oberflächennahen Bereich mit einer Ummantelung vor oberflächennahen Einflüssen geschützt. Im Prüffeld 2 wurden unter anderem auch 2 Großbohrpfähle für die Energiepfahlversuche hergestellt, um die Auswirkung der thermischen Belastung auf die Tragfähigkeit zu ermitteln. In der nachfolgenden Tab. 2.4 sind die hergestellten Großbohrpfähle, die im Prüffeld 2 untersucht wurden, aufgelistet.

Tab. 2.4: Anzahl hergestellter Bohrpfähle im Prüffeld 2 aus [50]

Herstellverfahren	Miozän	Sonderversuch Kies (Zement)
Herstellung verrohrt	-	5
Herstellung SOB	-	5
Energiepfahl	1	1
Horizontalverschiebeversuch	1	1

Die Reaktionspfähle, die sowohl im Prüffeld 1 als auch 2 hergestellt wurden, dienen der möglichst verformungsarmen Einleitung der Reaktionskräfte in den Baugrund. Die Reaktionspfähle werden somit auf Zug belastet. [86]

Die Belastung wird mit einem Hydraulikzylinder (Presse) axial und zentrisch auf den Prüfpfahl aufgebracht. Diese Belastungseinrichtung wurde in der Regel so bemessen, dass die maximale erforderliche Prüfkraft aufbringbar ist, um ein Versagen des Pfahls herbeizuführen.

Aus der Kraftmessung am Pfahlkopf erhält man den gesamten Pfahlwiderstand R und mittels der Instrumentierung des Pfahlschaftes lassen sich daraus Pfahlfußwiderstand R_b und Pfahlmantelwiderstand R_s getrennt ermitteln. Das folgende Diagramm zeigt eine Widerstands-Setzungslinie eines Pfahls aus [23].

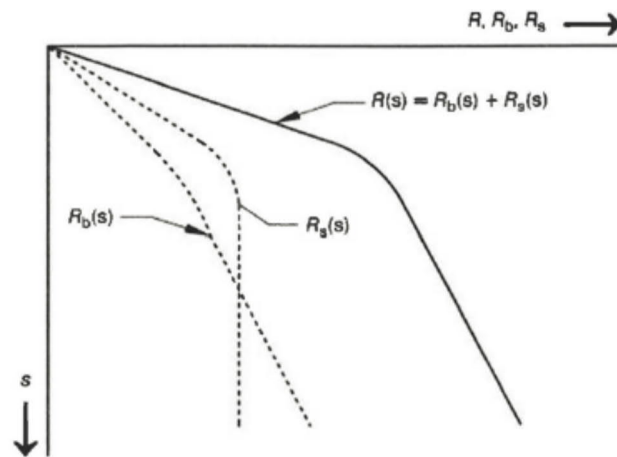


Abb. 2.7: Widerstands-Setzungslinien Diagramm aus [23]

Für die Verschiebungsmessung am Pfahlkopf wurden 3 vertikale Wegaufnehmer im Bereich des Pfahlkopfes angeordnet. Zusätzlich wurden auch zwei in einem Winkel von 90° horizontale Wegaufnehmer positioniert, um eventuelle Exzentrizitäten bzw. unplanmäßige Horizontalverformungen zu messen. Zur Erfassung des Pfahlfußwiderstandes wurde bei Pfählen vom Typ 1 jeweils eine Druckmessdose am Pfahlfuß installiert. Dehnungsaufnehmer sowie Kettenextensometer wurden verwendet, um den Pfahlmantelwiderstand zu ermitteln.

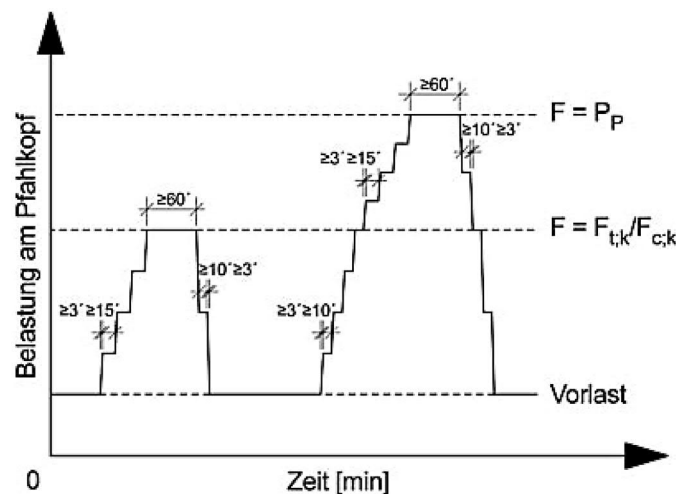


Abb. 2.8: Belastungsstufen aus [23]

Wie auch in den anderen Probelastungen des Forschungsprojekts wird hierbei die Last in 2 Zyklen aufgebracht. Wie in der Abb. 2.8 zu sehen ist, gibt es somit einen Erstbelastungszyklus, bei dem der Pfahl mit dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ (Gebrauchslast) belastet wird. Der zweite Zyklus ist der Wiederbelastungszyklus, bei dem der Pfahl mit der maximalen Last, der Prüflast P_P , die zum Versagen des Pfahls führt, belastet wird.

Es wurden Mindestbeobachtungszeiten für jede Laststufe definiert, wie in Abb. 2.8 zu sehen ist. Die Laststufe muss generell solange konstant gehalten werden, bis der Verschiebungszuwachs auf 0,1 mm innerhalb von 20 min zurückgegangen ist. Die Mindestbeobachtungsdauer einer Laststufe bei Erstbelastung bis zum Erreichen der charakteristischen Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ ist 15 Minuten. In der Laststufe $F_{c,k}$ selbst sind längere Mindestbeobachtungszeiten gefordert, damit das Langzeitverhalten und allfällige Kriechumlagerungen erfasst werden können. Im Kies ist eine Mindestbeobach-

tungszeit der Laststufe $F_{c;k}$ von 60 Minuten und in den miozänen Sedimenten von 180 Minuten erforderlich. Nachdem die Pfahlbeanspruchung $F_{c;k}$ erreicht wurde, wird der Pfahl in zwei Stufen bis auf die Vorlast entlastet.

Im zweiten Zyklus, der Wiederbelastung, darf die Beobachtungsdauer bei den Laststufen ab der charakteristischen Pfahlbeanspruchung reduziert werden. Ist der Verschiebungszuwachs unter 0,1 mm innerhalb von 5 min abgeklungen, darf auf die nächste Laststufe angefahren werden. Die Mindestbeobachtungszeiten sind jedoch laut Abb. 2.8 zu beachten. Diese sind bis zur charakteristischen Pfahllast $F_{c;k}$ 10 Minuten und darüber 15 Minuten bei der Wiederbelastung. Nach der Entlastung bis auf die Vorlast ist der Versuch beendet. [93]

2.6.2 Mikropfähle

(Dieser Abschnitt stammt von Johannes Meusburger [JM]; siehe Kapitel 1 bzw. Tab. 1.1)

In diesem Abschnitt wird das Gebrauchstauglichkeitsverhalten von Mikropfählen im repräsentativen Wiener Baugrund untersucht. Es wurden insgesamt 27 Pfahlprobelastungen durchgeführt, um so die bei der Bemessung von Mikropfählen aufzuschlagenden Modellfaktoren laut ÖNORM B 1997-1-3 [30] reduzieren zu können.

Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] schreibt 5 Probelastungen je Pfahltyp vor. Somit ergeben sich insgesamt 25 Probelastungen von Mikropfählen [93]. Nachträglich wurden noch zwei Mikropfähle hergestellt und geprüft. Die Gründe für die Herstellung der zusätzlichen Pfähle sind in Kapitel 5.3.4 [der Diplomarbeit von JM] beschrieben. In Tab. 2.5 sind die jeweiligen Versuchsvariationen dargestellt.

Tab. 2.5: Versuchsvariationen Mikropfähle nach [93]

Bodenart im Lastabtragungsbereich	Art der Beanspruchung
Quartäre Sedimente („Donauschotter“, sandiger Kies)	<ul style="list-style-type: none"> • Axiale Druckbeanspruchung <ul style="list-style-type: none"> ◦ ohne Nachverpressung • Axiale Zugbeanspruchung <ul style="list-style-type: none"> ◦ ohne Nachverpressung
Miozäne Sedimente („Tegel“, tonige Schluffe bis Feinsande)	<ul style="list-style-type: none"> • Axiale Druckbeanspruchung <ul style="list-style-type: none"> ◦ ohne Nachverpressung • Axiale Zugbeanspruchung <ul style="list-style-type: none"> ◦ ohne Nachverpressung ◦ mit Nachverpressung

Die Traglastversuche beziehen sich auf die in Tab. 2.5 genannten Bodenschichten. Um diese Schichten ansprechen zu können, wurde die Mantelreibung in der anderen Schicht durch ein Hüllrohr ausgeschaltet [86]. Jene Pfähle, deren Lastabtragung im quartären Kies untersucht wurden, weisen eine gesamte Pfahllänge von 7 m auf, jene, deren Lastabtragung im miozänen Sand/Schluff untersucht wurden, weisen eine gesamte Pfahllänge von 17,8 m auf. Die Prüfstrecke im Kies betrug dabei 4 m und die Prüfstrecke im Miozän 7 m.

Im Übersichtsplan auf Abb. 2.9 ist die Anordnung sämtlicher Mikropfähle ersichtlich. Dabei befinden sich zwei Mikropfähle im Miozän auf Prüffeld 1 und die restlichen auf Prüffeld 2.

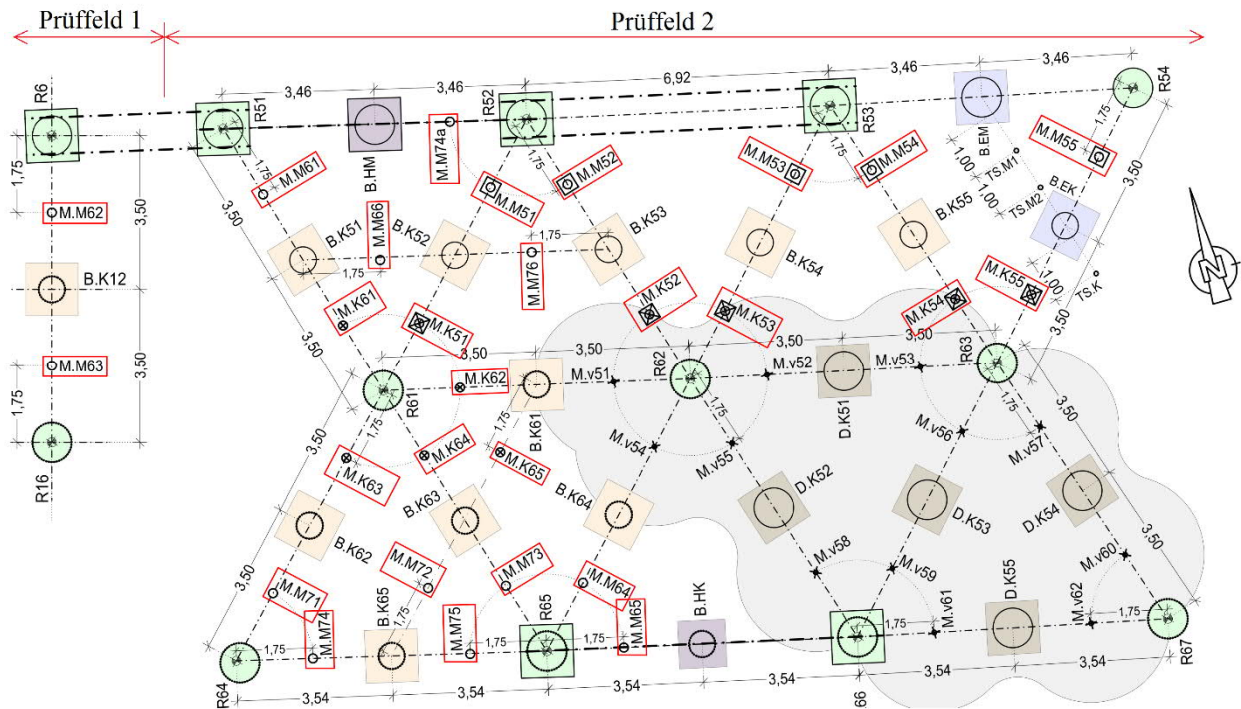


Abb. 2.9: Übersichtsplan aller Mikropfähle in Prüffeld 1 und 2 aus [50] (adaptiert)

Die Instrumentierung der Pfähle erfolgte gemäß den Anforderungen der EA-Pfähle [23]. Die hohe Anforderungsstufe der EA-Pfähle beinhaltet folgende Messdaten:

- Erfassung des Pfahlwiderstandes und des Pfahlmantelwiderstandes
 - Aufgebrachte Belastung
 - Verschiebung des Pfahlkopfes
 - Pfahldehnung
 - Zeit

Die Prüfkraft wurde zentrisch und axial mittels Hydraulikzylinder aufgebracht. Die maximal mögliche Kraft und somit der notwendige Kolbenhub wurde auf die erforderliche maximale Prüfkraft, die zu erwartenden Verschiebungen des Pfahles, die Beanspruchungsrichtungen und die Widerlagerkonstruktion angepasst. Die Pfahlbelastung wurde dabei in zwei Zyklen aufgebracht:

- Erstbelastung
- Entlastung
- Wiederbelastung
- Entlastung

Die maximale Last des ersten Zyklus entspricht dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ (Gebrauchslast). Die maximale Last des zweiten Zyklus entspricht der Prüflast P_p . Während der Beobachtungsdauer einer Laststufe wurde die Last konstant gehalten.

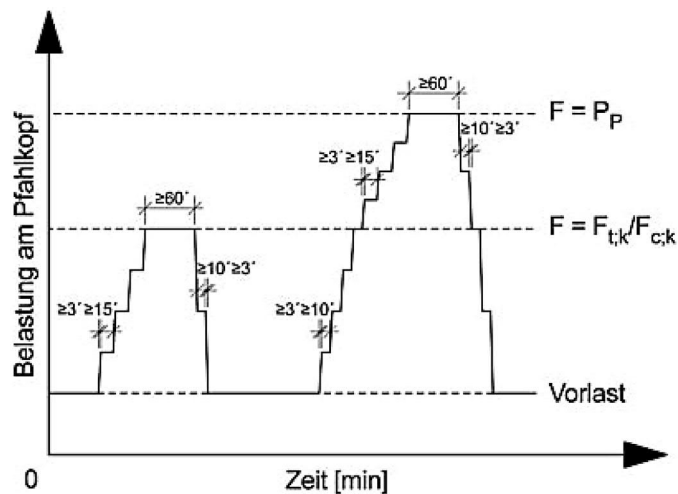


Abb. 2.10: Belastungsstufen Mikropfahlversuche aus [23]

Um die Pfahlkopfverschiebung ermitteln zu können, wurden zwei voneinander unabhängige Messsysteme verwendet: zum einen induktive Wegaufnehmer mit einer Messgenauigkeit von 0,001 mm und zum anderen ein Präzisionsnivelement für periodische Kontrollmessungen der Messbrücke. Insgesamt wurden drei Wegaufnehmer in vertikaler und zwei in horizontaler Richtung angeordnet.

Die Pfahldehnung wurde in fünf verschiedenen, über die Pfahlänge verteilten Querschnitten mittels Bewehrungssensoren gemessen. Mit diesen Dehnungen entlang des Verpresskörpers wurde der Pfahlmantelwiderstand rechnerisch bestimmt. [93]

2.6.3 Düsenstrahlkörper (DS-Körper)

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden die Herstellbarkeit und das Tragverhalten von verschiedenen Düsenstrahlkörpern im Wiener Baugrund untersucht. Dazu wurde das Düsenstrahlverfahren in den gegenständlichen Versuchsfeldern für die Herstellung folgender Bauteile verwendet:

- Prüffeld 1:
 - Zwickelabdichtung zwischen den Großbohrpfählen
 - Hoch liegende DS-Dichtsohle, welche mit Zugverpresspfählen verankert wird
- Prüffeld 2:
 - Pfahlähnliche, unbewehrte Tragelemente (DS-Säulen)
 - Horizontaler DS-Dichtschirm zur Verankerung der Zugpfähle

Eine Instrumentierung und Probelastung der Düsenstrahlkörper im Prüffeld 1 ist nicht vorgesehen. Im Folgenden werden die Elemente im Prüffeld 2 näher erläutert.

2.6.3.1 Düsenstrahlsäulen (DS-Säulen)

Im quartären Kies wurden 12 DS-Säulen im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente mit einem planmäßigen Durchmesser von $D = 90$ cm und einer Länge von $L = 3$ m hergestellt. Dabei wurden jeweils zwei Säulen mit gleicher Zementsorte ausgeführt. Dadurch sollten die Herstelleigenschaften der DS-Körper in Abhängigkeit der angewandten Zementsorten geprüft werden.

Zur Feststellung der Reichweite des DSV während der Herstellung und somit des Säulendurchmessers wurden zwei Verfahren angewandt: die thermische Reichweitenmessung und die Reichweitenmessung mittels Pegelstangen.

Ein Teil der Säulen wurde einer statischen Probelastung im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente in Anlehnung an die bestehende Norm unterzogen. Die ÖNORM B 1997-1-3 – Anhang B [30] empfiehlt, für die Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Ergebnisse von Pfahlprobelastungen das Merkblatt „Empfehlungen für statische und dynamische Probelastungen“ aus dem Jahr 1988 heranzuziehen. Als Nachfolgewerk dieses Merkblattes können die „Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle – EA Pfähle“ [23] angesehen werden, welche im Jahr 2012 erschienen sind. Diese werden von der deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) herausgegeben. Die Vorgaben der EA-Pfähle wurden im vorliegenden Projekt herangezogen, da bis dato noch keine entsprechende europäische Prüfnorm erschienen ist. Die diesbezügliche ÖNORM EN ISO 22477-1 [47] liegt zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Diplomarbeit lediglich als Normenentwurf vor.

Die Versuchsdurchführung erfolgte analog zu den in den vorigen Kapiteln genannten Prüfkörpern und in Anlehnung an die EA Pfähle. Auch hier wurden zur Erfassung des Pfahlwiderstandes und des Pfahlmantelwiderstandes folgende Messdaten aufgezeichnet:

- Aufgebrachte Prüfkraft
- Verschiebungen des Pfahlkopfes
- Stauchungen der DS-Säulen
- Zeit

Das Aufbringen des Prüfdrucks erfolgte axial mittels eines Hydraulikzylinders in 2 Zyklen. Dabei entsprach die maximale Last im ersten Zyklus dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$. Die maximale Last des zweiten Zyklus (Wiederbelastung) entsprach der Prüflast P_p und sollte ein Versagen des Prüfkörpers verlässlich herbeiführen. [23]

Während der Beobachtungsdauer der einzelnen Laststufen wurde die Kraft konstant gehalten. Die Dauer der Laststufen war von einer vorgegebenen Mindestzeit sowie vom Verschiebungszuwachs abhängig. Im Falle von Kriecherscheinungen wurden die Beobachtungszeiten verlängert, um das Langzeitverhalten erfassen zu können.

Die Instrumentierung der Probekörper war aufgrund des Herstellungsverfahrens ohne Einbau einer Bewehrung eingeschränkt. Die DS-Säulen selbst wurden im Wesentlichen nur mit Lehrrohren versehen, in welchen mittels Kettenextensometer die Stauchungen während der Belastung gemessen werden. Damit erfasste man sowohl die integrale Verformung jedes Säulenabschnitts als auch die Gesamtverformung der Säule, durch welche der Mantelwiderstand rechnerisch bestimmt werden konnte. Die Verschiebungsmessung am Säulenkopf erfolgte durch den Einsatz von induktiven Wegaufnehmern, welche die vertikalen und horizontalen Kopfverschiebungen kontinuierlich aufzeichneten.

Die Auswertung und Interpretation der Messergebnisse der Düsenstrahlsäulen sind naturgemäß nur eingeschränkt möglich. Diese sind durch die unregelmäßige Form der Säulen sowie die Verzahnungseffekte an der Oberfläche bedingt.

Es erfolgte nachträglich eine photogrammetrische Oberflächenvermessung an einigen freigelegten Säulen. Dies sollte einen Bezug der Oberfläche einerseits zur Zementsorte und andererseits zur Interpretation des Tragverhaltens der Säulen erleichtern.

2.6.4 Verankerungen

(Dieser Abschnitt stammt von Johannes Meusburger [JM]; siehe Kapitel 1 bzw. Tab. 1.1)

Allgemein werden für Verankerungselemente die Bezeichnungen laut ÖNORM B 1997-1-1 [29] verwendet:

4.6 Verankerungen

4.6.1 Allgemeines

Für Verankerungen von Baukonstruktionen für Baugrubensicherungen, Stützbauwerke und Hangsicherungen werden folgende Konstruktionselemente verwendet:

- Verpressanker: Verpressanker sind vorgespannte oder nicht vorgespannte Konstruktionselemente mit einer freien Länge des Zuggliedes gemäß ÖNORM EN 1537.
- Verpresspfähle: Verpresspfähle sind verpresste Mikropfähle gemäß ÖNORM EN 14199 oder verpresste Verdrängungspfähle gemäß ÖNORM EN 12699, die als Verankerungen auf Zug beansprucht werden und als Einzeltragglieder wirken.
- Nägel: Nägel sind stabförmige Konstruktionselemente gemäß ÖNORM EN 14490, die als Bodenbewehrung mit dem umgebenden Baugrund einen Verbundkörper (Bodenvernagelung) bilden. Wesentlicher Parameter ist der Abstand der Nägel untereinander. Dieser Abstand ist ausreichend klein zu wählen, um eine monolithische Gesamtragwirkung sicherzustellen. Üblicherweise ist der horizontale Abstand im Lockergestein mit etwa 1,5 m zu begrenzen. Nägel wirken immer als Kollektiv.

Abb. 2.11: Definition von Verankerungen nach ÖNORM B 1997-1-1 aus [29]

An den Verpressankern wurden Untersuchungsprüfungen laut ÖNORM EN 1537 [39] durchgeführt. Dabei wurden folgende Parameter ermittelt:

- Herausziehwiderstand des Verpressankers an der Baugrund-Verpressmörtel-Fuge
- Kriechverhalten des Ankers bis zum Bruch
- kritische Kriechkraft P_c
- rechnerische freie Stahllänge L_{app}
- rechnerische mittlere Mantelreibung in der Haftstrecke
- Reibungsverlust ΔP_f

Aufgrund von geometrischen Randbedingungen im Versuchsfeld wurden verschiedene Variationen hergestellt, um eine voneinander unbeeinflusste Haftstrecke sicherzustellen. Der Mindestabstand zwischen den Haftstrecken beträgt 1,5 m. Die Haftstrecke befindet sich bei allen Anker im quartären sandigen Kies. Es wurden folgende Variationen ausgeführt:

- Ankersystem
 - Litzenanker
 - Stabanker
- Ankerlänge/Haftstreckenlänge
 - $L = 22,65$ m (4 m Haftstrecke)
 - $L = 22,15$ m (6 m Haftstrecke)
 - $L = 11,65$ m (4 m Haftstrecke)
 - $L = 13,10$ m (6 m Haftstrecke)
- Ankerneigung
 - $\alpha = 7,0^\circ$
 - $\alpha = 17,5^\circ$
 - $\alpha = 35,0^\circ$

Dabei wurde für jeden Zyklus die Verschiebung des Ankerkopfes bei der maximalen Spannkraft über einen festgelegten Zeitraum gemessen.

2.6.5 Sonderversuche

2.6.5.1 Rückverankerte Düsenstrahldichtsohle (Herausziehversuche)

Um das Trag- und Verankerungsverhalten von Ankerkörpern in Düsenstrahldichtsohlen zu erproben, wurden im Zuge des Forschungsprojekts Herausziehversuche an Mikropfählen durchgeführt. Bei diesen Versuchen wurde ausschließlich die Verankerung der Kopfausbildung in einer Düsenstrahldichtsohle untersucht. Zu diesem Zweck wurden die Zugpfähle - entgegen ihrer üblichen Ausführung - von der DS-Sohle nach oben ausgerichtet.

Es wurden 12 Mikropfähle ca. 13,6 m in das Miozän abgeteuft. Die Pfahlköpfe der Zugglieder wurden mit vier unterschiedlichen Verankerungen ausgeführt, wobei jeweils 3 Zugpfähle eines Typs hergestellt wurden. Wie in Abb. 2.13 ersichtlich, reichte die Variation der Pfahlkopfausführungen von der Verankerung mit 3 Kopfplatten bis zur Ausbildung ohne Kopfplatte.

Die Einbindung der Zugpfähle erfolgte durch einen nachträglich hergestellten DS-Schirm im Miozän. Die Einbindelänge betrug dabei ca. 1,50 m. Um das Tragverhalten der Ankerkörper im DS-Körper gesondert betrachten zu können, wurde die nicht gewollte Mantelreibung im Baugrund durch ein Hüllrohr unterbunden (siehe Abb. 2.13).

Das Trag- und Verankerungsverhalten der Fuge zwischen Dichtsohle und Zugglied sollte anhand von Herausziehversuchen und entsprechender Messwerterfassung ermittelt werden. Die Versuchsdurchführung erfolgte, analog zu den oben genannten normativen Vorgaben, in Anlehnung an die EA-Pfähle [23]. Hier wurden jedoch zur Erfassung des Pfahlwiderstandes nur folgende Messdaten aufgezeichnet:

- Aufgebrachte Prüfkraft
- Verschiebungen des Pfahlkopfes
- Zeit

Das Aufbringen des Prüfdrucks erfolgte axial mittels eines Hydraulikzylinders in 2 Zyklen. Dabei entsprach die maximale Last im ersten Zyklus dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$. Die maximale Last des zweiten Zyklus (Wiederbelastung) entsprach der Prüflast P_p und sollte ein Versagen des Prüfkörpers verlässlich herbeiführen. [23]

Während der Beobachtungsdauer der einzelnen Laststufen wurde die Kraft konstant gehalten. Die Dauer der Laststufen war von einer vorgegebenen Mindestzeit sowie vom Verschiebungszuwachs abhängig. Im Falle von Kriecherscheinungen wurden die Beobachtungszeiten verlängert, um das Langzeitverhalten erfassen zu können.

Die Verschiebungsmessung am Pfahlkopf erfolgte durch den Einsatz von induktiven Wegaufnehmern, welche die axialen Pfahlkopfverschiebungen kontinuierlich aufzeichneten.

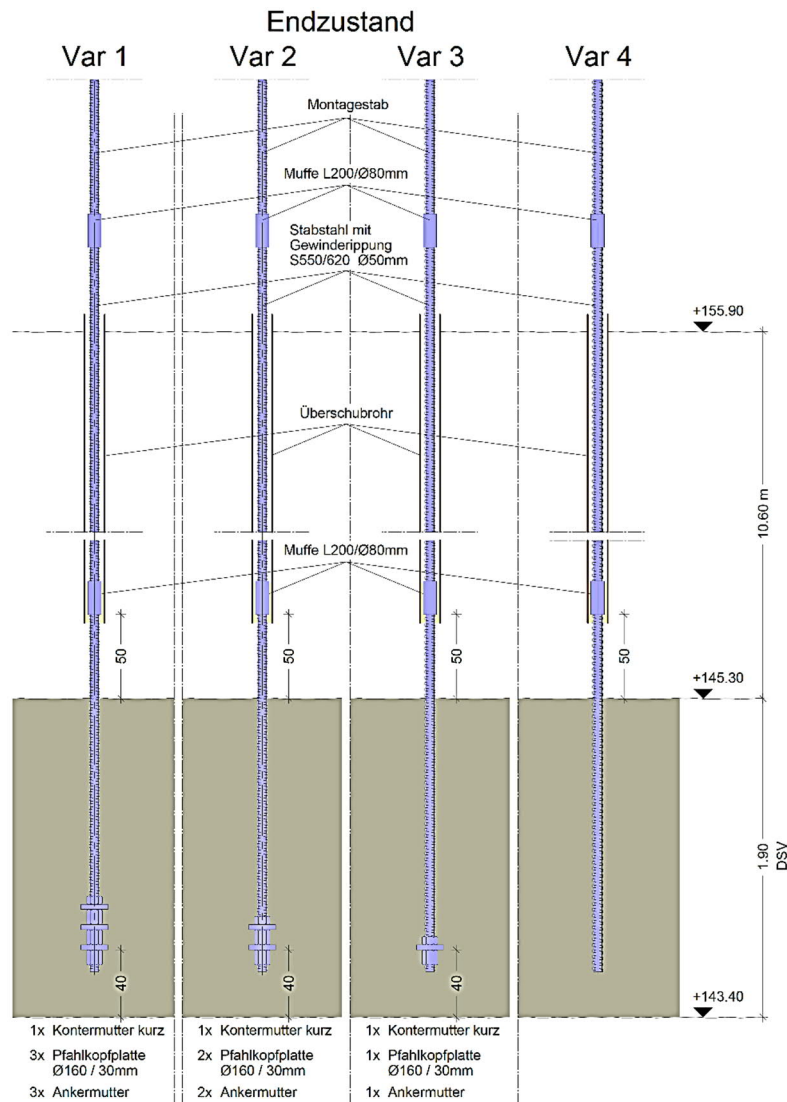


Abb. 2.13: Variation der Pfahlkopfausbildungen aus [86]

2.6.5.2 Energiepfähle

(Dieser Abschnitt stammt von Anna Freuis [AF]; siehe Kapitel 1 bzw. Tab. 1.1)

Bei den Versuchen mit Energiepfählen wollen die thermischen Einflüsse auf das Tragverhalten von Pfählen getestet werden. Dafür wurden, genau wie bei den normalen Großbohrpfählen, zwei Großbohrpfähle mit Verrohrung hergestellt. In den Bereichen, in denen keine Mantelreibung gewollt ist, wurden, wie zuvor erklärt, Doppelwandrohre eingebaut. Einer der Pfähle band dabei im Miozän (B.EM) ein und der andere Pfahl in den Kieskörper (B.EK). Die Energiepfähle wurden im Prüffeld 2 hergestellt und im Nahbereich wurden noch drei Zusatzbohrungen angefertigt, die zur Temperaturmessung ausgebaut wurden. Die Großbohrpfähle wurden mit 8 Absorberleitungen ausgestattet, die am Bewehrungskorb aufgebracht wurden, um den Pfahl mit Wärme und Kälte über einen Wärmetauscher zu belasten. In der folgenden Abb. 2.14 ist der Querschnitt des Pfahls mit der Anordnung der Absorberleitungen zu sehen. [86]

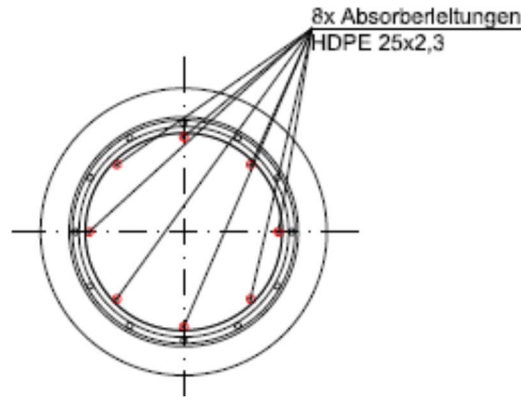


Abb. 2.14: Querschnitt Pfahl mit Absorberleitungen aus [49]

Es wurden auch Reaktionspfähle hergestellt, um die Belastung aus der hydraulischen Presse in den Baugrund abzuleiten. Im Unterschied zu den anderen Probelastungen wird die Presse aber nur noch am Ende des Versuchs, somit bei der Belastung bis zum Versagen des Pfahls, verwendet. Da die Versuchsdauer je Pfahl rund drei Monate beträgt und die Laststufen mehrere Tage konstant gehalten werden müssen, wurde eine Belastungsvariante mit Totlast gewählt. Die hydraulischen Pressen hätten nachjustiert werden müssen und hätten die Last nicht über mehrere Stunden konstant halten können. In der folgenden Abb. 2.15 ist der Prüfaufbau mit Totlast zu sehen.

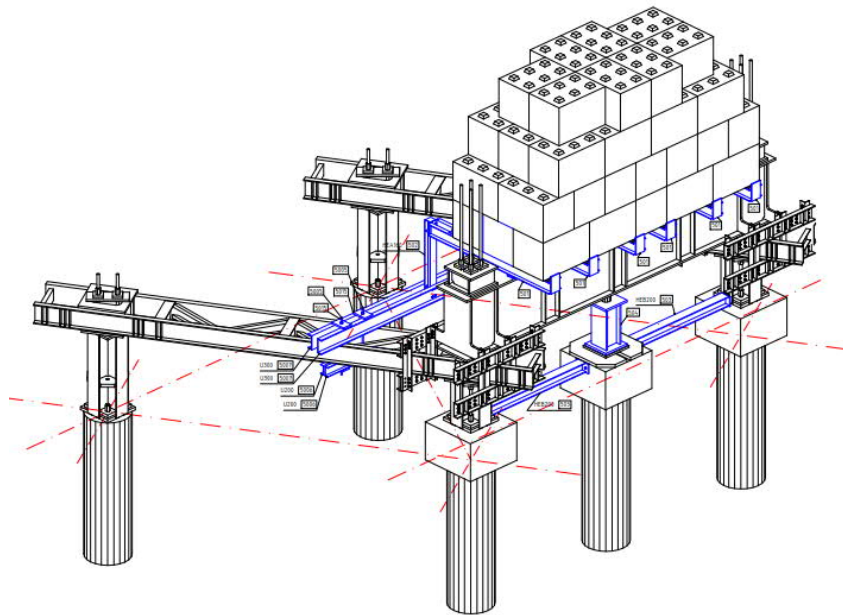


Abb. 2.15: Probelastung mit Totlast [49]

Die Instrumentierung der Energiepfähle ist im Wesentlichen analog zur Instrumentierung der Großbohrpfahlversuche, jedoch wurde diese noch mit 3 Messsystemen ergänzt. Es wurden Bewehrungssensoren, Kettenextensometer und Radialdehnungsmesser zu Aufzeichnung der Dehnungen sowie mehrere Temperatursensoren und ein Glasfasermesssystem installiert. Der Pfahl wurde im Laufe des Versuchs nicht nur mechanisch sondern auch thermisch belastet. Es wurden mehrere Lastzyklen durchgeführt und bestimmte Laststufen dann für mehrere Tage gehalten. Während eine Laststufe konstant gehalten wurde, wurde der Pfahl entweder aufgeheizt oder abgekühlt. Diese Last- und Temperaturspiele wurden mehrmals wiederholt und abschließend der Pfahl zu Bruch gefahren.

2.6.5.3 Horizontalverschiebeversuche

(Dieser Abschnitt stammt von Alexander Stöglehner [AS] siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

Die beiden Horizontalverschiebeversuche waren die ersten von einer Reihe von Sonderversuchen zur Untersuchung spezieller Fragestellungen. In zwei separaten Versuchen wird dabei jeweils ein Großbohrpfahl statisch probebelastet, während wechselseitig zyklische (nicht dynamische) horizontale Verschiebungen am Pfahlkopf eingepreßt werden. Damit soll untersucht werden, ob horizontale Pfahlkopfbeanspruchungen, wie sie beispielsweise infolge jahreszyklischer Temperaturexpansionen bei integralen Brücken auftreten, einen Einfluss auf das vertikale Tragverhalten haben. Gleichzeitig lieferten die Versuche Aussagen über die Bettungseigenschaften im vorliegenden, repräsentativen Wiener Baugrund. [91]

Die beiden Probepfähle befinden sich im Prüffeld 2 der Versuchsbaustelle. Abb. 2.16 zeigt die Lage der Probepfähle „B.HM“ und „B.HK“ innerhalb des Prüffelds.

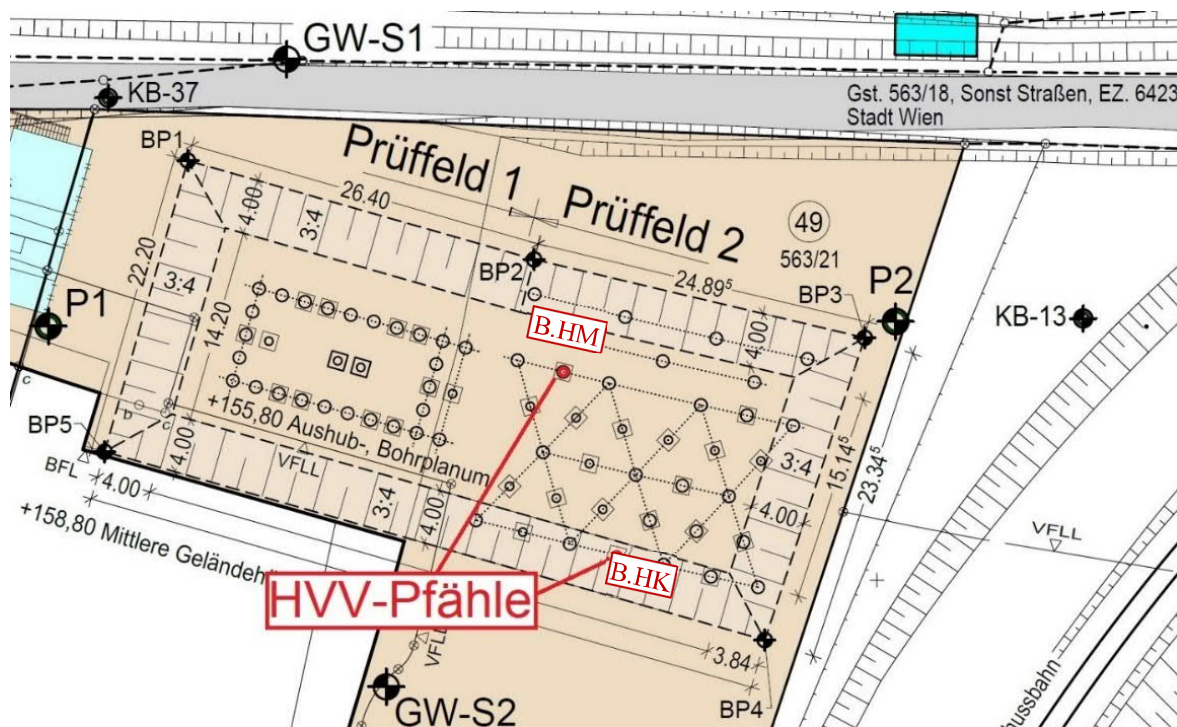


Abb. 2.16: Lage der Probepfähle der Horizontalverschiebeversuche (HVV), Planausschnitt aus [50]

In Abb. 2.17 sind die jeweils dem Probepfahl zugehörigen Reaktionspfähle erkennbar abgebildet. In beiden Fällen ist die Stützkonstruktion zur Kippsicherung des Prüfrägers jeweils auf den Reaktionspfählen „R61“ und „R61“ gelagert.

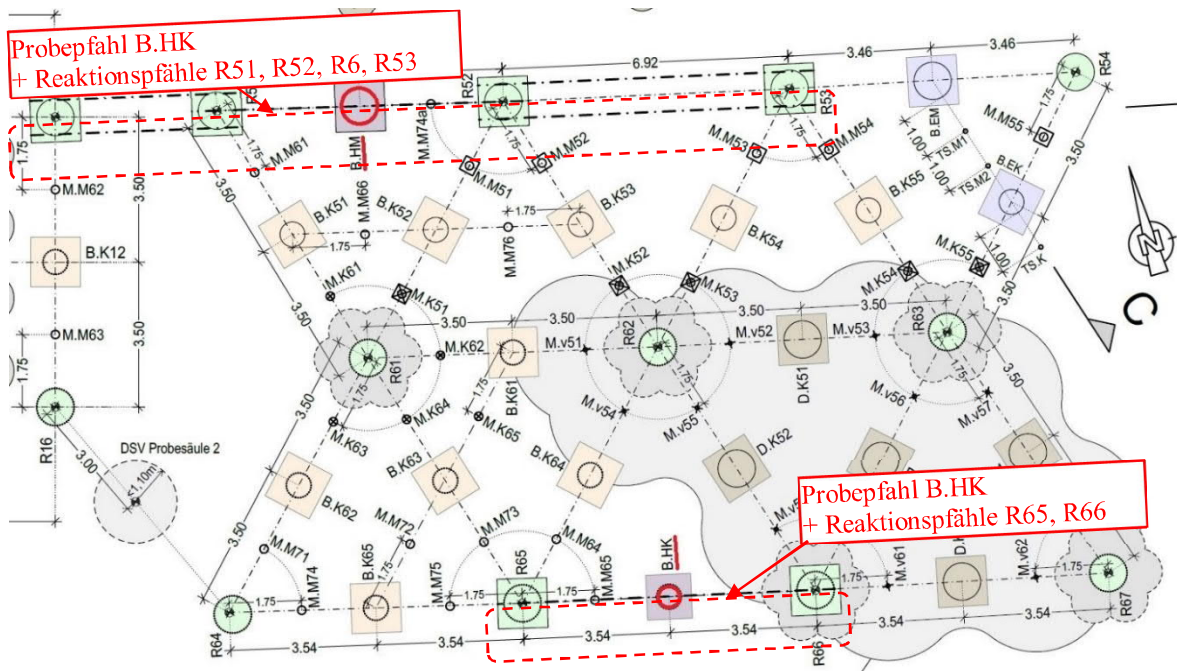


Abb. 2.17: Lage der Probepfähle und zugehöriger Reaktionspfähle, Planausschnitt aus [50]

Die beiden Probepfähle unterscheiden sich gemäß Tab. 2.6 voneinander. Demnach kommt der Pfahl „B.HK“ durch seine Länge von 6 m nur im quartären Kies zu liegen. Zusätzlich wurde hier ein Doppelmantelrohr eingebaut, um einerseits dieselbe Geometrie wie bei den konventionellen Probelastungen (2.6.1) für etwaige Vergleichszwecke zu erhalten und andererseits um eine deutlichere Ausbildung einer Biegelinie zu erzielen. Dies resultierte in einer Kräfteinleitungsstrecke von rund 4 m.

Der Lastabtragungsbereich des Probepfahls „B.HM“ umfasste aufgrund seiner Länge von 16 m sowohl die obenliegende Quartär (sandiger Kies, „Donauschotter“) als auch das darunterliegende Miozän (tonige Schluffe bis Feinsande, „Wiener Tegel“). Denn im Gegensatz zu den konventionellen Probelastungen wurde hier kein Doppelmantelrohr installiert.

Tab. 2.6: Probepfahltypen der Horizontalverschiebeversuche

Bezeichnung	Herstellung	Bodenart im Lastabtragungsbereich	Zementart	Länge ¹	D
B.HK	SOB	Quartär	konventionell	6 m	60 cm
B.HM	verrohrt	Quartär & Miozän	konventionell	16 m	90 cm

¹ Länge = Pfahlunterkante – Pfahlkopfunterkante gemäß [50] bzw. Abb. 2.18

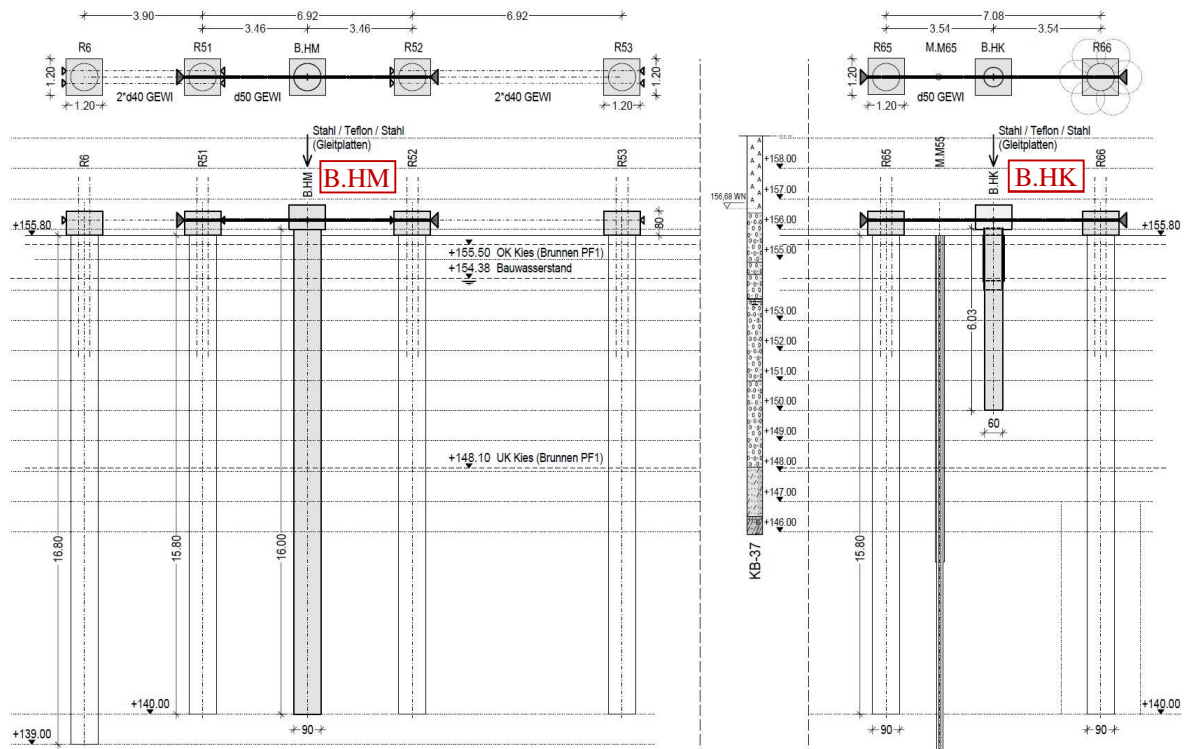


Abb. 2.18: Baugrundsituation & Prinzip der Versuchsanordnung, Planausschnitt aus [84]

Die Konzepterstellung für die Versuchsdurchführung erfolgte auf Basis der EA-Pfähle [23]. Für die Erfassung der diversen Messgrößen wurden die beiden bisher verwendeten Messwerterfassungssysteme (MWES I & II) um ein weiteres (MWES III) ergänzt (Tab. 2.7).

Der erste Horizontalverschiebeversuch fand am Probepfahl B.HM von 19.02.2018 bis 23.02.2018 statt. Der Probepfahl B.HK wurde schließlich exakt einen Monat später (19.03.2018 bis 23.03.2018) einem geringfügig abweichenden Versuchsprogramm unterzogen. Demzufolge nahmen beide Versuche eine Arbeitswoche in Anspruch, wobei die Versuche auch über Nacht durchliefen.

Tab. 2.7: Messwerterfassungssysteme (MWES) für die Horizontalverschiebeversuche

MWES	Erfassung der	Instrumentierung
I	vertikalen und horizontalen Pfahlkopfbelastungen und -verschiebungen	elektronische Wegaufnehmer und mechanische Messuhr
II	Längsdehnungen und der Untergrundtemperatur (punktuell und abschnittsweise)	Bewehrungssensoren (Schwingsaite) und Kettenextensometer
III	Biegelinie und Untergrundtemperatur (punktuell)	Ketteninklinometer

2.7 Eigene Mitwirkung am Forschungsprojekt

Meine Tätigkeit am Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ umfasste die Auswertung der Probelastungen der Großbohrpfähle und der Düsenstrahlsäulen, sowie die Betreuung und Auswertung der Herausziehversuche.

Am Beginn meiner Tätigkeit im Zuge der Diplomarbeit war das Forschungsprojekt schon sehr weit fortgeschritten. Die gesamten Probelastungen der Großbohrpfahl- und Düsenstrahlsäulen waren bereits abgeschlossen.

Zuerst bestand die Hauptaufgabe darin, die Rohdaten der Düsenstrahlsäulenversuche aufzubereiten. Danach galt es diese in den Excel-Auswertefiles einzubetten und die Auswertungen gegebenenfalls anzupassen.

Danach folgte die Betreuung der zwölf Herausziehversuche. Die Versuchsvorbereitungen in Hinblick auf Prüfablauf und Feldprotokoll waren bereits erledigt. Die Versuche erfolgten Ende März/Anfang April 2018 und dauerten insgesamt acht Tage. Meine Aufgaben bestanden dabei in der Kontrolle des Versuchsaufbaus sowie der Dokumentation und Messung der Höhenlage dieser. Ebenso musste die Versuchsdurchführung begleitet und gegebenenfalls Entscheidungen über die Verlängerung von Beobachtungszeiten etc. getroffen werden.

Der Umfang der zuerst vorgesehenen Aufgaben, der Betreuung und Auswertung der Düsenstrahlsäulenversuche und der Herausziehversuche, konnte anfangs noch nicht genau abgeschätzt werden. Deshalb wurde in weiterer Folge beschlossen, den Umfang meiner Diplomarbeit um die Auswertung der Großbohrpfahlversuche zu erweitern.

Die weitere Arbeit bestand nun darin, die Rohdaten der 24 Großbohrpfahlversuche, sowie der 5 Düsenstrahlsäulen und der 12 Herausziehversuche aufzubereiten. Die Auswertung der Versuche erfolgte wiederum mit dem teilweise adaptierten Auswerte-File.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KAPITEL 3

Großbohrpfähle

3.1 Allgemeines

Für die allgemeinen Kapitel zum Thema Pfahlgründungen ist auf die Kapitel 3.1 – 3.3 der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] (siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1) zu verweisen. Diese Kapitel umfassen die Themen Allgemeines und Anwendungsbereich, Systematik der Pfähle und Herstellungsverfahren von Pfählen.

Nachfolgend werden einige Kapitel zum Tragverhalten von Pfahlgründungen und aus den Arbeiten von Alexander Stöglehner [AS] bzw. Anna Freuis [AF] (siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1) übernommen. In den betreffenden Abschnitten wird bei Übernahme jeweils am Beginn der ursprüngliche Autor genannt.

3.2 Tragverhalten von Pfählen unter statischer Belastung

(Der gesamte Abschnitt 3.2 stammt aus Kapitel 3.4 - 3.4.1 aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

Bei der Betrachtung des Tragverhaltens von Pfählen ist zwischen innerem und äußerem Tragverhalten zu unterscheiden.

Das innere Tragverhalten beschreibt die Beanspruchbarkeit des Pfahlbaustoffes an sich, der den Einwirkungen aus den Bauwerkslasten, der Herstellung, des Transportes (bei Fertigteilepfählen) und des Einbringvorgangs widerstehen muss [4]. Der innere Tragwiderstand eines Pfahls ist nach den einschlägigen Normen aus dem Stahl-, Stahlbeton-, Verbund- oder Holzbau nachzuweisen und kann meist getrennt vom umgebenden Baugrund betrachtet werden [17]. Aus diesem Grund wird auf das innere Tragverhalten in diesem Abschnitt nicht näher eingegangen.

Das äußere Tragverhalten umfasst die Übertragung der in den Pfahl eingeleiteten Lasten auf den umgebenden Boden, der dadurch keine unzulässigen Verformungen oder Bruchzustände aufweisen soll [4] [17]. Gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] sind hinsichtlich der äußeren Belastung von Pfählen folgende Fälle zu unterscheiden:

- axial auf Druck oder Zug belastete Pfähle (siehe Abschnitt 3.2.1)
- quer zur Achse belastete Pfähle
- axial und querbelastete Pfähle

Im folgenden Abschnitt 3.2.1 wird das Tragverhalten von Einzelpfählen unter statischen (ruhenden) Belastungen erläutert. Eine Grenze zur abweichenden Tragwirkung von Pfahlgruppen wird in Abschnitt 3.3 gezogen.

3.2.1 Axial belastete Pfähle

3.2.1.1 Allgemeines

Meist werden Pfähle in vertikaler bzw. axialer Richtung auf Druck belastet. Dabei ergibt sich der äußere Gesamtwiderstand eines Pfahls R_c [MN] aus der Summe folgender zwei Anteile [4]:

- Pfahlfußwiderstand R_b [MN] (Index b für base resistance)
- Pfahlmantelwiderstand R_s [MN] (Index s für shaft resistance)

$$R_c(s) = R_b(s) + R_s(s) \quad (3.1)$$

Der Pfahlfußwiderstand (oder auch Pfahlsohlendruckwiderstand) baut sich als Druckspannung an der Sohlfläche des Pfahles auf, während es sich beim Pfahlmantelwiderstand um Mantelreibung zwischen Pfahl und Boden bzw. Fels handelt [17]:

$$R_c = R_b + R_s = q_b \cdot A_b + \sum_i q_{s,i} \cdot A_{s,i} \quad (3.2)$$

q_b Pfahlfußwiderstand [MN/m²]

$q_{s,i}$ Pfahlmantelwiderstand in der jeweiligen Schicht i [MN/m²]

A_b Pfahlfußfläche [m²]

$A_{s,i}$ Pfahlmantelfläche in der jeweiligen Schicht i [m²]

Aufgrund der beiden Anteile des Pfahlwiderstands kann man zwei unterschiedliche (theoretische) Grenzfälle im Tragverhalten betrachten [1] [17]:

- Man spricht von einem *stehenden Pfahl* oder „Fußwiderstandspfahl“, wenn sein Schaft in einer geringtragfähigen Schicht liegt und dessen Fuß in eine relativ steife, verformungsarme Schicht einbindet. In diesem Fall werden (nahezu) sämtliche Lasten über den Pfahlfußwiderstand aufgenommen (Abb. 3.1, links).
- Im Gegensatz dazu trägt ein *schwimmender Pfahl* oder „Mantelwiderstandspfahl“ einwirkende Lasten aufgrund der fehlenden Einbindung in eine tragfähige Schichte (fast) ausschließlich über die Mantelreibung entlang des Schaftes ab (Abb. 3.1 (b)).

Da Spitzendruck und Mantelreibung die alten Begriffe für Mantelwiderstand und Fußwiderstand sind, sind die Bezeichnungen Spitzendruck- bzw. Mantelreibungspfahl zwar weiterhin geläufig, werden in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht verwendet.

Bei Zugpfählen entspricht der Gesamtwiderstand dem Pfahlmantelwiderstand, da ein Pfahlfußwiderstand nicht aktiviert werden kann. [1]

Sowohl der Pfahlmantel- als auch Pfahlfußwiderstand werden von der Herstellungsmethode, von den Baugrundeigenschaften, vom Pfahlbaustoff, von der Pfahlsetzung sowie von der Einbindetiefe beeinflusst [6]. Einige dieser Einflüsse werden im folgenden Abschnitt erläutert.

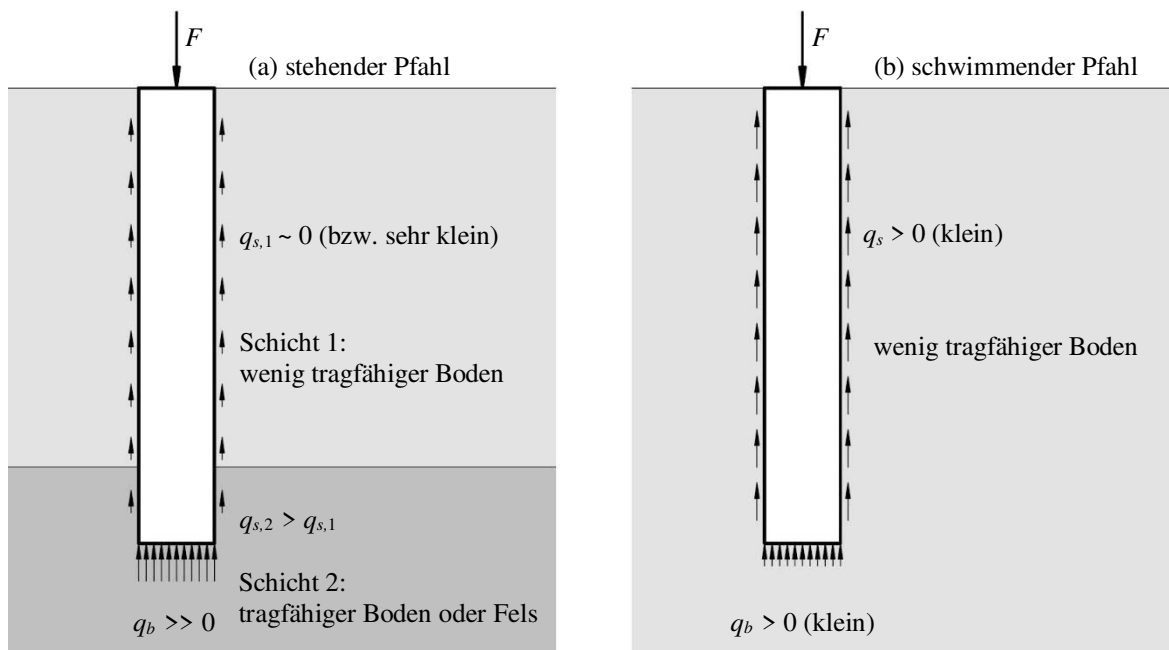


Abb. 3.1: Stehender Pfahl (a) und schwimmender Pfahl (b) nach [1]

3.2.1.2 Einflüsse auf das axiale Tragverhalten

Setzungsabhängigkeit

Sowohl der Anteil des Pfahlmantel- als auch des Pfahlfußwiderstands hängen von der unter der (Druck-) Belastung auftretenden Setzung ab, weshalb der Pfahlwiderstand wie in Gleichung (3.1) auch als Funktion der Setzung s geschrieben wird. Graphisch wird dieser Zusammenhang durch die Widerstands-Setzungslinie (WSL) dargestellt. [17] Bei Zugpfählen handelt es sich dementsprechend um Widerstands-Hebungslinien. [4]

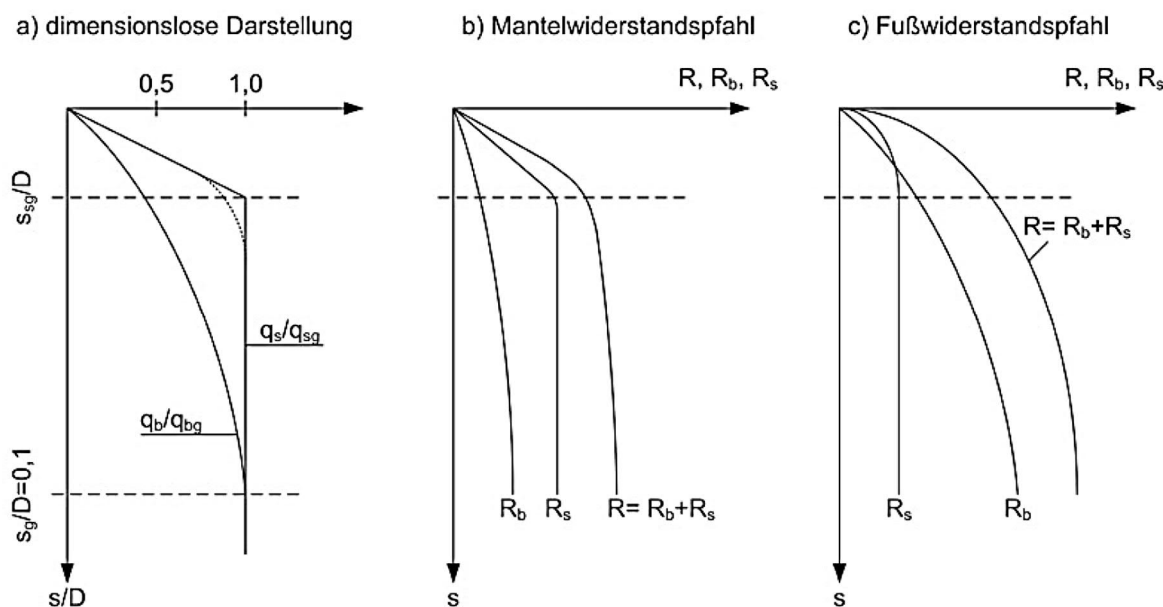


Abb. 3.2: Widerstands-Setzungslinien je nach Anteil Fuß- und Mantelwiderstand aus [4]: a) dimensionslose WSL, b) Mantelwiderstandspfahl, c) Fußwiderstandspfahl

Abb. 3.2 a) zeigt den mehr oder weniger parabolischen Verlauf des Pfahlfußwiderstands und die idealisierte, bilineare Annäherung an den Pfahlmantelwiderstand. [17] Demnach wird die größtmögliche Mantelreibung bei der Grenzsetzung s_{sg} [cm] erreicht (Gleichung (3.3)). Dort findet der Übergang von einem elastischen zu einem plastischen Tragverhalten des Mantelwiderstands statt. Ab der Grenzsetzung kann kein zusätzlicher Mantelwiderstand mehr aktiviert werden.

$$s_{sg} = 0,5 \cdot (1 + R_{s,k}(s_{sg})) \leq 3 \text{ cm} \quad (3.3)$$

mit dem charakteristischen Pfahlmantelwiderstand $R_{s,k}$ in [MN]

Beim Vergleich von Abb. 3.2 b) und c) erkennt man, dass der Knick in der Mantel-Widerstands-Setzungslinie umso undeutlicher ausfällt, je kleiner der Anteil des Pfahlfußwiderstands am Gesamtwiderstand ist – also ob es sich um einen Mantelreibungspfahl oder Fußwiderstandspfahl handelt. [4] Da infolge dessen ein mögliches Bruchversagen schwer erkennbar ist, wurde für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) eine Grenzsetzung s_g von 10 % des Pfahldurchmessers D festgelegt [17] (vgl. Abb. 3.2 a)):

$$s_g = 0,10 \cdot D \quad (3.4)$$

Aufgrund der Setzungsabhängigkeit ist beim Ansatz von Mantelreibung und Sohldruckwiderstand stets deren jeweiliger Mobilisierungsgrad zu berücksichtigen. Dies lässt sich bei abermaliger Betrachtung von Abb. 3.1 nachvollziehen. Während es bei einem stehenden Pfahl schon bei einer relativ geringen Setzung zur vollen Aktivierung des Sohldruckwiderstands kommt, würde die Mantelreibung erst bei einer größeren Setzung voll mobilisiert werden. [1]

Tiefenabhängigkeit

Die Größe der Mantelreibung steigt im Allgemeinen zunächst mit zunehmender Pfahltiefe, ehe sie im Pfahlfußbereich wieder absinkt. Dieses Phänomen fällt unter den Begriff „Falltüreffekt“, der modellhaft in Abb. 3.3 dargestellt ist. Dabei sackt nach dem Ausweichen der Falltür Boden nach, wodurch sich eine Gewölbetragswirkung einstellt.

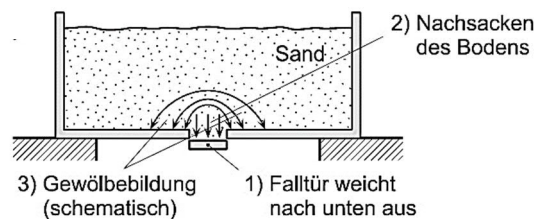


Abb. 3.3: „Falltüreffekt“ aus [13]

Die folgende Abb. 3.4 zeigt den Falltüreffekt bei einem Druckpfahl. Infolge der Last Q wird der Boden unter dem Pfahlfuß zusammengedrückt, wodurch Boden ringsum des Pfahls nachsackt. Dadurch wird der umgebende Boden in vertikaler Richtung entlastet, woraufhin sich eine Gewölbetragswirkung einstellt. Mit der vertikalen geht auch eine horizontale Entlastung einher, wodurch es im Bereich des Pfahlfußes zu einer Abnahme der Mantelreibung [4] und insgesamt zu einer Verspannung des Bodens [17] kommt. Die Abnahme der Mantelreibung hängt dabei vor allem von der Pfahlherstellungsart (Rammen, Bohren, etc.) und dem vorliegenden Untergrund (Sand, Ton, etc.) ab. [4] Die Zusammendrückung kann bei Sanden oder Kiesen auch dadurch verstärkt werden, wenn es aufgrund des hohen Spitzendrucks zu Kornbrüchen kommt. [17] Nach [4] kann ab einem Verhältnis der Pfahleinbindetiefe d zum Durchmesser D von 15 von einem konstanten Verlauf der Mantelreibung ausgegangen werden.

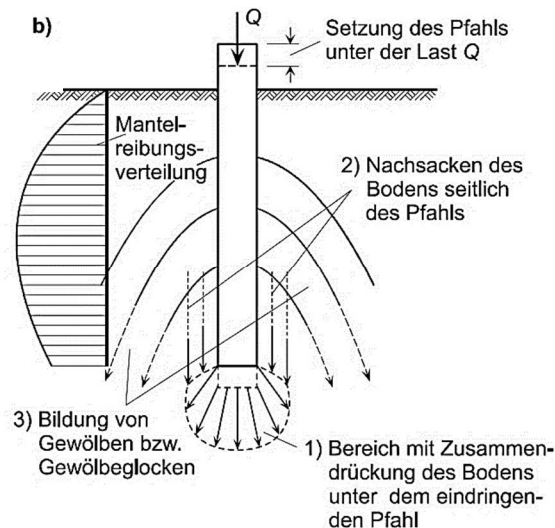


Abb. 3.4: Tragmodell bei einem Druckpfahl aus [13]

Bei Zugpfählen tritt keine Abnahme der Mantelreibung im Pfahlfußbereich auf. [17]

Eine Tiefenabhängigkeit ist auch beim Pfahlfußwiderstand gegeben. In der Realität tritt nämlich der aus der naheliegenden Folgerung einer linearen Zunahme des Pfahlfußwiderstands mit zunehmender Tiefe analog zur Überlagerungsspannung nicht uneingeschränkt ein. [17] Stattdessen stellt sich der Verlauf gemäß Abb. 3.5 dar. Die Einbindetiefe d wird wiederum auf den Durchmesser D bezogen. Es ist ersichtlich, dass der Pfahlfußwiderstand ab einer gewissen Tiefe bzw. kritischen Verhältnis $(d/D)_{kr}$ mehr oder weniger konstant ist. In dieser Tiefe ist eine Art „Versinkungsgrenze“ erreicht, ab der bei zunehmender Setzung bzw. Einbindetiefe kein zusätzlicher Pfahlfußwiderstand mehr aktiviert werden kann. Auch hier gilt $(d/D)_{kr} \sim 15$. [17]

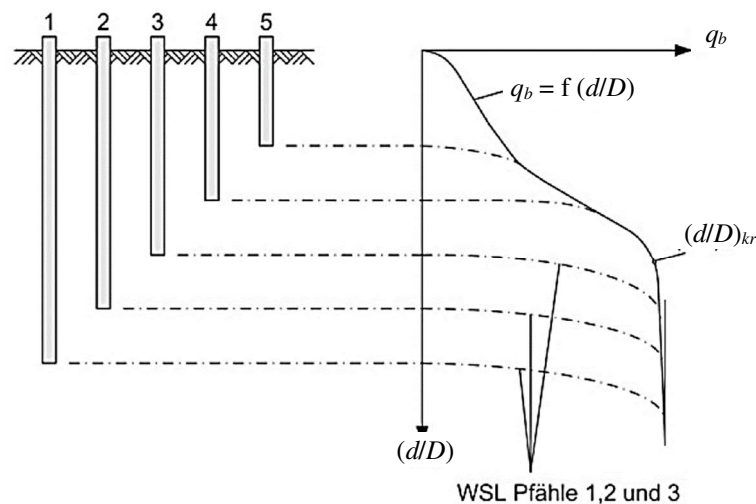


Abb. 3.5: Tiefenabhängigkeit des Pfahlfußwiderstands q_b aus [4] (adaptiert)

Durchmesserabhängigkeit

Wie aus den Erläuterungen oben schon ableitbar ist, hängt der Pfahlsohlldruck vom Durchmesser ab. Die Durchmesserabhängigkeit äußert sich insbesondere bei dicht gelagerten, nichtbindigen Böden und wird durch folgende Hyperbelgleichung beschrieben: [17]

$$q_b \cdot D_b = \text{const.} \quad (3.5)$$

Die Gleichung (3.5) gilt für lockere, nichtbindige Böden, wo dieser Einfluss stark abnimmt, jedoch nicht mehr. Ebenfalls sinkt der Einfluss des Pfahldurchmessers, je geringer die Setzungen und je geringer die Baugrundfestigkeit ist. [4]

Herstellungseinflüsse

In [17] wird auch zudem angeführt, dass das Pfahltragverhalten auch maßgeblich vom Einbringvorgang (Rammen, Bohren, Vibrieren, etc.) abhängt. Etwaige Gewölbespannungen oder auch Konsolidationseffekte treten vor allem bei Verdrängungspfählen auf, bauen sich mit der Zeit allerdings ab. [4] Bei Bohrpfählen kann die Herstellung Auflockerungen verursachen. [6]

Mantelverpressung, Fußverpressung und Fußaufweitung

Im Zuge einer Mantelverpressung wird der umliegende Boden von der Zementsuspension verdrängt, wodurch es zu einem Anstieg des seitlichen Erddrucks kommt. Damit geht schließlich auch eine Erhöhung der Mantelreibung einher. [4] Da der Mantelreibung mit steigender Pfahleinbindetiefe höhere Bedeutung zukommt, kann eine Mantelverpressung insbesondere bei langen Pfählen eine wesentliche Tragwiderstandserhöhung erzielen. [17]

Eine Fußverpressung allein führt zu keiner wesentlichen Traglaststeigerung, sondern es werden in erster Linie lediglich Unregelmäßigkeiten im Sohlbereich kompensiert. Allerdings wird aufgrund dieser Vorbelastung ein gewisses Maß an Setzungen vorweggenommen, wodurch im Gebrauchszustand nur noch geringe Zusatzsetzungen auftreten. [1]

Mittels Mantel- und Fußverpressungen lässt sich im Vergleich zu einem unverpressten Pfahl eine Traglaststeigerung um rund 50 bis 100 % erreichen. Rechnerisch kann die Wirkung dieser Maßnahmen jedoch schwer abgebildet werden. [4]

Eine Fußaufweitung ist bei genauerer Betrachtung nur mäßig effektiv. Zwar wächst der Pfahlfußwiderstand mit dem Quadrat des Durchmessers, gleichzeitig nehmen jedoch auch die Setzungen mit steigendem Durchmesser linear zu, weshalb die Tragfähigkeit insgesamt mit dem Fußdurchmesser nur proportional steigt. Außerdem besteht beispielsweise bei nicht standfesten (nichtbindigen) Böden die Gefahr, dass Boden in den Aufweitungshohlraum nachrutscht und dadurch die Mantelreibung im darüberliegenden Bereich herabgesetzt wird. [1] Nach [17] ist weiters zu bedenken, dass beispielsweise die Erfahrungswerte für den Pfahlspitzendruck nach [23] nur zu 75 % angesetzt werden dürfen.

Negative Mantelreibung

In den meisten Fällen setzt sich ein druckbelasteter Pfahl in größerem Ausmaß als der ihn umgebende Boden, wodurch die (günstig) entgegenwirkende (positive) Mantelreibung entsteht. Das Gegenteil ist die negative Mantelreibung, die auftreten kann, wenn sich der Boden ringsum stärker setzt als der Pfahl selbst. [17] Da sich der Boden infolgedessen gewissermaßen am Pfahl „aufhängt“, entsteht eine Zusatzbeanspruchung, die auf den Pfahl wirkt. [4] In der Literatur und Normung [30] wird die negative Mantelreibung mit τ_n [MN/m²] bezeichnet. Sie kann vor allem bei weichen, bindigen Schichten, aber auch sehr locker gelagerten, grobkörnigen Schichten auftreten. [17] [30]

Ursachen für die Relativsetzung zwischen dem Pfahl und solcher Schichten können beispielsweise nachträgliche Aufschüttungen (Abb. 3.6), Grundwasserabsenkungen oder Konsolidationsvorgänge sein [4] [17].

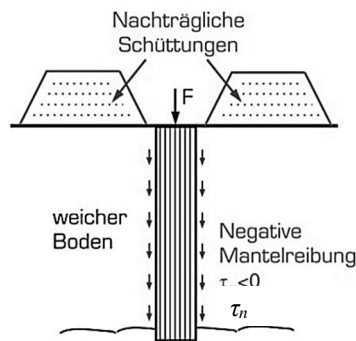


Abb. 3.6: Negative Mantelreibung zufolge nachträglicher Schüttungen aus [1] (adaptiert)

Bei Zugpfählen kann dieses Phänomen in umgekehrter Weise auftreten, indem etwa durch einen Aushub nach der Pfahlherstellung infolge der Entlastung Hebungen auftreten, und der Boden den Pfahl gewissermaßen nach oben zieht. [4]

3.2.1.3 Ermittlung des axialen Trag- und Verformungsverhaltens

Erdstatische Ansätze aus der Literatur

Im Wesentlichen gehen erdstatische bzw. bodenmechanische Ansätze zur Berechnung des Pfahlfußwiderstands von einem grundbruchartigen Versagen unterhalb des Pfahlfußes aus, bei dem der Boden seitlich verdrängt und verdichtet wird. Aufgrund teilweise signifikanter Unterschiede in den Ergebnissen gelten derartige Ansätze heute als überholt und dürfen zu Bemessung nicht mehr angewandt werden. Folglich werden sie hier nicht weiter behandelt. [1] [17]

Ansätze für den Pfahlmantelwiderstand beruhen auf dem Reibungsgesetz. Die horizontale Erddruckkraft infolge Bodenauflast bewirkt eine Normalspannung auf den Pfahlmantel. Die übertragbare Reibungskraft hängt dann vom Wandreibungswinkel zwischen Pfahlmantel und Boden ab. Eine etwaige Kohäsion wirkt direkt als Spannung auf den Pfahlmantel. Aus dem gleichen Grund wie beim Pfahlfußwiderstand werden auch sie hier nicht angeführt (für Details siehe [1]). [1]

Empirische Ansätze

Empirische Ansätze werden an verschiedenen Labor- und Feldversuchen kalibriert, wonach auch die Einteilung erfolgt: [17]

- Rammsondierungen (DPH) in nichtbindigen Böden
- Drucksondierungen (CPT) in nichtbindigen Böden
- Standard Penetration Tests (SPT)
- Pressiometerversuch (PMT)
- α -Methode (c_u -Werte)

Da die einzelnen Verfahren vorwiegend auf Verdrängungspfähle abgestimmt sind, werden sie hier nicht weiter behandelt. Gleiches gilt für die vor allem früher verwendeten Rammformeln.

Numerische Berechnungen

Numerische Berechnungen werden heutzutage in vielen Bereichen der Geotechnik angewendet – eben auch zur Ermittlung von Pfahlwiderständen und -verschiebungen. Wichtig dabei ist die Modellierung des Pfahls sowie des Bodens mit geeigneten Stoffgesetzen. Nachfolgend sind die wichtigsten Stoffgesetze aufgelistet: [1] [17]

- Lineare Elastizität
- Elastoplastizität
 - Ideale Plastizität (z.B. Modell nach Mohr-Coulomb (MC), Drucker-Prager, ...)
 - Plastizität mit isotroper Verfestigung (z.B. Hardening-Soil-Modell (HS), Cam-Clay-Modell, ...)
 - Plastizität mit kinematischer bzw. kombinierter Verfestigung (z.B. Hardening-Soil-Small-Strain-Modell (HSS))
- Hypoplastizität

Spezialisierungen zu den angeführten Stoffgesetzen berücksichtigen u.a.: [1]

- wassergesättigte Böden
- teilgesättigte Böden
- schnelle Verformungen
- Zeitabhängigkeit
- Zementierung
- Kornbruch
- höhere Kontinua

Mit linearer Elastizität können zwar keine plastischen Verformungen erfasst werden, jedoch eignet sie sich in vielen Fällen zur Modellierung des Pfahlbaustoffs. [1] [17]

Mit einem ideal-plastischem Modell wie etwa jenes nach Mohr-Coulomb können plastische Verformungen erfasst werden. [1]

Mithilfe von Hypoplastizität können beispielsweise zyklische Beanspruchungen modelliert werden. Es eignet sich insbesondere für nichtbindige Böden. [1] [17]

Detaillierte Beschreibungen der einzelnen Stoffmodelle sind in [1] zu finden.

Grundsätzlich lässt sich das Untergrundverhalten umso realistischer modellieren, je höherwertig das Stoffgesetz ist. Jedoch steigt damit auch die Anzahl der bodenmechanischen Eingabeparameter, deren ausreichende Kenntnis oft schwierig oder gar nicht zu erlangen ist. [17] Ebenso gehen mit steigender Modellkomplexität auch längere Rechenzeiten einher.

Die Modellierung des Pfahles verlangt neben der Definition des Materialverhaltens des Pfahlkontinuums auch die Modellierung des Kontaktbereichs zwischen Boden und Pfahl. [17]

Eine numerische Berechnung für Bohrpfähle liefert insofern bessere Ergebnisse als für Verdrängungspfähle, da beim Bohren der umgebende Boden weniger gestört wird. Bei der numerischen Berechnung von Bohrpfählen ist auf eine mögliche Überschätzung der Mantelreibung infolge des Einflusses der Dilatanz hinzuweisen. Um dem entgegenzuwirken kann beispielsweise im Hardening-Soil-Modell die Dilatanz über die Lagerungsdichte und Porenzahl begrenzt werden. Weiters kann die Auflockerungszone unterhalb der Sohlfläche eines Bohrpfahls mit Schicht geringerer Steifigkeit berücksichtigt werden. [17]

Ermittlung nach aktueller Normung

Nach ÖNORM B 1997-1-3 [30] bestehen zur Ermittlung der axialen Pfahlwiderstände folgende Möglichkeiten:

- 1) statische Probelastungen
- 2) dynamische Probelastungen
- 3) Auswertung von Proberammungen mittels Rammformeln

- 4) Berechnung mittels Tabellenwerten
- 5) Erfahrungswerte

Probekbelastungen in repräsentativem bzw. vergleichbarem Baugrund liefern in der Regel die verlässlichsten Ergebnisse über die erzielbaren Pfahlwiderstände und stellen daher das bevorzugte Verfahren dar. Schließlich stammen sowohl Tabellen- als auch Erfahrungswerte ebenfalls aus Probekbelastungen oder Baugrundversuchen und Rammformeln müssen an Proberammungen kalibriert sein. [30] Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und des Zeitbedarfes wird jedoch zumeist auf Erfahrungswerte oder Tabellenwerte zurückgegriffen, die jedoch in der Bemessung mit Modellfaktoren abgesichert werden.

Die verlässlichste Methode zur Bestimmung von Pfahlwiderständen sind statische Probekbelastungen. Dies äußert sich auch in der Bemessung (siehe Abschnitt 3.5). [30] Im Allgemeinen wird der charakteristische Pfahlwiderstand aus dem mit Streuungsfaktoren abgeminderten Mittelwert und Minimum der gemessenen Werte ermittelt. [30] Mit den Streuungsfaktoren werden Unsicherheiten aus der Pfahlherstellung und dem Baugrund abgedeckt. Die Höhe der Abminderung hängt von Art und Anzahl der Probekbelastungen ab (siehe ebenfalls Abschnitt 3.5). Aus statischen Probekbelastungen können aber auch vollständige Widerstands-Setzungs-Linien (WSL) bzw. Widerstands-Hebungslinien (WHL) abgeleitet werden (vgl. Abb. 3.2) Dabei muss zwischen dem Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und dem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) unterschieden werden. Ist für den GZT der Grenzwiderstand aus der WSL nicht eindeutig ableitbar, so ist Gleichung (3.4) heranzuziehen. [17]

Erfahrungswerte sind nichts anderes als charakteristische Widerstands-Setzungs-Linien, die auf Grundlage von Erfahrungen mit Probekbelastungen definiert worden sind. Abb. 3.7 a) zeigt die charakteristische WSL eines druckbeanspruchten Bohrpfahls. Ab der Grenzsetzung s_{sg} nach Gleichung (3.3) kann kein zusätzlicher Mantelwiderstand $R_{s,k}$ mehr aktiviert werden. Das Maximum des Pfahlfußwiderstands $R_{b,k}$ ist ebenso bei der Grenzsetzung s_g (vgl. Gleichung (3.4)) definiert wie der Gesamtwiderstand des Druckpfahls $R_{c,k}$.

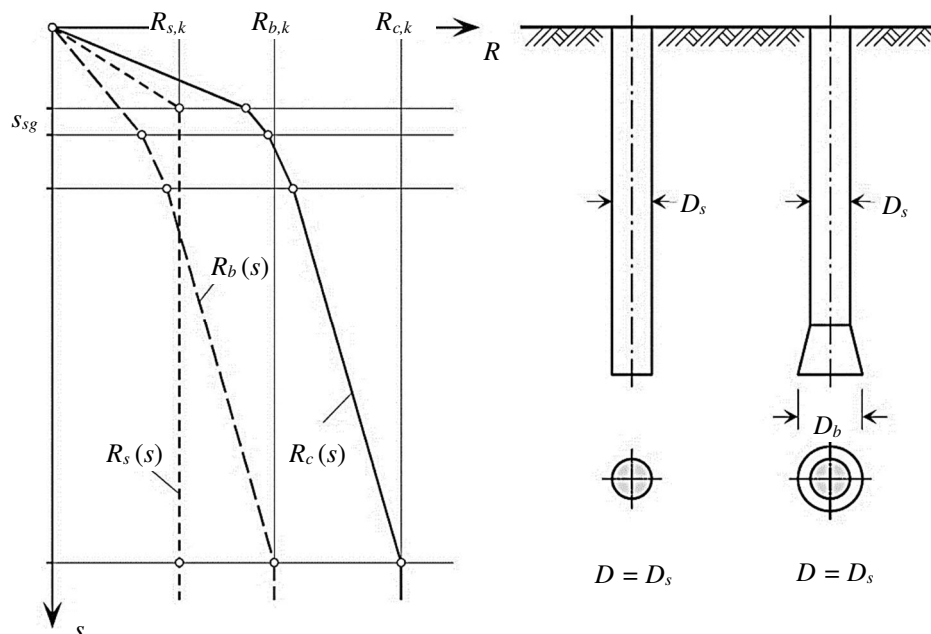


Abb. 3.7: a) Charakteristische Widerstands-Setzungs-Linie für Bohrpfähle, b) Definition des maßgebenden Pfahldurchmessers D ohne und mit Pfahlfußaufweitung, nach EA-Pfähle [23]aus [1] (adaptiert)

Aus dynamischen Probekbelastungen dürfen Pfahlwiderstände nach [30] nur dann abgeleitet werden, wenn eine Kalibrierung an statischen Probekbelastungen erfolgte.

Die Vorbereitung und Durchführung von Probelastungen werden u.a. in Abschnitt 3.6 erläutert.

3.3 Abgrenzung zum Tragverhalten von Pfahlgruppen

(Der gesamte Abschnitt 3.3 stammt aus Kapitel 3.6 - 3.6.1 aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

Im Allgemeinen beeinflussen sich Pfähle in ihrem Trag- und Verformungsverhalten gegenseitig, wenn sie in hinreichend kleinem Abstand gruppiert angeordnet sind. Unter Umständen kann es sogar sein, dass die Gesamttragfähigkeit der Pfahlgruppe kleiner als die Summe der Einzelwiderstände ihrer Pfähle ist [17]. Die gegenseitige Beeinflussung hängt dabei von zahlreichen Faktoren ab: [30]

- Geometrie (Pfahldurchmesser, -abstand, -position, -neigung, -einbindetiefe, -anzahl)
- Herstellungsweise der Pfähle
- Steifigkeit der Pfahlkopfplatte
- Art und Richtung der Einwirkungen
- Baugrundeigenschaften

Pfahlgruppen können axial entweder druck- oder zugbeansprucht werden. Das Verhalten des Einzelpfahls hängt dabei von seiner Lage innerhalb der Gruppe ab (Abb. 3.8). Eckpfähle verhalten sich im Gebrauchslastbereich beispielsweise steifer als Randpfähle und erst recht als Zentrumspfähle. [17]

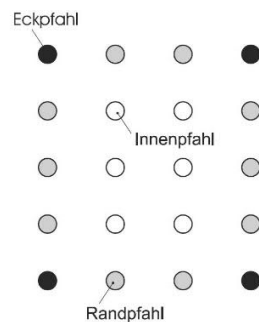


Abb. 3.8: Einzelpfahlbezeichnung nach der Position in der Gruppe aus [13]

Sowohl zur Beschreibung des Setzungsverhalten als auch der Tragfähigkeit gibt es in der Literatur zahlreiche Berechnungsverfahren, wobei heutzutage meist numerische Verfahren zum Einsatz kommen. [17]

3.4 Normen und Richtlinien

(Dieser Abschnitt stammt aus der Diplomarbeit von Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

ÖNORM EN 1997-1 (2009-05-15) – Eurocode 7

Das Technische Komitee CEN/TC 250 erarbeitete diese Norm EN 1997-1 den sogenannten Eurocode 7 (EC7). Die EN 1997-1 behandelt generell den Entwurf, die Bemessung und Berechnung in der Geotechnik. Es gibt einen Nationalen Anhang für diese Norm (ÖNORM B 1997-1), in welchem

alle national festgelegten Kenngrößen für die Bemessung und Planung von Hoch- und Ingenieurbauwerken enthalten sind. Im Kapitel 7 dieser Norm wird genauer auf Pfahlgründungen eingegangen. [34]

Die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Diplomarbeit aktuelle Ausgabe der ÖNORM EN 1997-1 [35] stammt aus dem Jahr 2014. Das aktuelle nationale Anwendungsdokument (ÖNORM B 1997-1-1) bezieht sich jedoch auf den Stand 2009.

ÖNORM EN 1536 (2015-08-01)

Wie der Eurocode 7 (ÖNORM EN 1997-1) [35] wurde auch diese Ausführungsnorm vom einem Technischen Komitee des CEN (TC288) erarbeitet. Die Ausführungsphase bei Pfahlgründungen verlangt Erfahrung und Kenntnis, deswegen erfordert dieses spezielle Aufgabengebiet geschultes Fachpersonal. Diese Norm kann somit die Erfahrungen von Fachunternehmen nicht ersetzen. Die EN 1536 wurde als Ergänzung zum EC 7 erarbeitet und beschäftigt sich mit Fragen der Bemessung nur in jenen Fällen, wenn es für die Ausführung notwendig ist. Diese Norm enthält in vollem Umfang die Bauausführung und Überwachung von Pfahlgründungen. [38]

ÖNORM B 1997-1-1 (2013-09-01)

Mit dieser Norm wurden die nationalen Festlegungen und Ergänzungen für eine Nachweisführung gemäß Eurocode 7 präzisiert. Wie schon zuvor erwähnt, wurden in der ÖNORM EN 1997-1 Angaben zu Kenngrößen für nationale Anpassungen offengelassen. Diese hier festgelegten nationalen Parameter gelten für den jeweiligen Staat im gegenständlichen Fall ausschließlich für Österreich. Diese Norm ist somit gemeinsam mit dem Eurocode 7 anzuwenden. [29]

ÖNORM B 1997-1-3 (2015-08-01)

Diese Norm enthält den Entwurf, die Berechnung sowie die Bemessung von Pfahlgründungen nach ÖNORM EN 1997-1 [35]. Die Nachweise von Pfahlgründungen in dieser Norm gelten für die Ableitung von Lasten über Pfähle in den Untergrund. Es handelt sich dabei um den Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit differenziert je nach Art, Baustoff und Herstellungsweise des Pfahls. Im folgenden Kapitel wird genauer auf diese Norm eingegangen im Speziellen auf die Bemessung von Pfahlgründungen. [30]

ÖBV RL Bohrpfähle (Ausgabe Nov. 2013)

Die ÖBV Richtlinie für Bohrpfähle ist eine der Richtlinien, die von der Österreichischen Bautechnik Vereinigung erarbeitet wurde. Richtlinien der ÖBV beinhalten den Stand der Technik und sind ein Hilfsmittel für Planung und Ausführung. In dieser Richtlinie werden Verfahrensgrenzen von den gebräuchlichsten Bohrverfahren aufgezeigt. Die Richtlinie für Bohrpfähle hat ihren Geltungsbereich im Allgemeinen für die Herstellung und Planung von Bohrpfähle, die laut ÖNORM EN 1536 einen kreisrunden Querschnitt und einem Durchmesser von ≥ 30 cm bis 300 cm haben. Im Folgenden ist eine kurze Übersicht über die Richtlinie zu finden. [23]

Vorarbeiten für die Planung von Bohrpfählen werden am Anfang der Richtlinie behandelt. Dies umfasst unter anderem die Projektangaben, Baugrunduntersuchungen und Erkundung von benachbarten Anlagen. Im Folgenden werden dann Klassifizierungen der Wasserdichtheit von Bohrpfahlwänden erörtert. Es werden dafür je nach Wasserdruckhöhe und Konstruktionsklasse, Anforderungsklassen bestimmt, welche, wie in der Richtlinie für „Dichte Schlitzwände“, beginnend mit A3 als dichteste Klasse bis A5 aufsteigen. Bei der Planung und Bemessung von Bohrpfählen wird auf die ÖNORM EN 1997-1 bzw. deren nationale Ergänzungsnormen verwiesen. Es sind außerdem Angaben zur konstruktiven Bewehrung sowie zur Fugenausbildung enthalten. Ein Kapitel widmet sich primär den Betonstandards für „Dichte Bohrpfahlwände“ wobei für die Herstellung, Transport und den Einbau von Beton grundsätzlich die ÖNORM B 4710-1 gilt. Jedoch werden unter anderem auch

genaue Anforderungen an die Betonausgangsstoffe gestellt sowie eine Betonprüfung definiert. Die verschiedenen Verfahren zur Herstellung der Bohrpfähle werden sehr anschaulich dargestellt und die verschiedenen Merkmale der Verfahren zur Wahl der Herstellungsart erläutert. Als Abschluss werden dann Sondermaßnahmen und Sonderlösungen, wie z.B. Pfahlfußaufweitung, Pfahlmantelverpressung sowie nachträgliche Abdichtungsmaßnahmen, diskutiert. [23]

3.5 Bemessung

Die Bemessung von Pfahlgründungen ist für Österreich in der ÖNORM B 1997-1-3 [30] geregelt. Diese nationale Norm ist gemeinsam mit der ÖNORM EN 1997-1 [35] anzuwenden und legt nationale Parameter zu dieser fest.

3.5.1 Nachweisverfahren und Sicherheitsbeiwerte

3.5.1.1 Nachweisverfahren in der Geotechnik

Der ÖNORM EN 1997-1 [35] liegt das semiprobabilistische Sicherheitskonzept zugrunde. Gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] werden drei Nachweisverfahren für die Grenzzustände STR und GEO bei ständigen und vorübergehenden Situationen festgelegt. Diese unterscheiden sich in der Verteilung der Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungen, Beanspruchungen und Materialeigenschaften. Dies ist teilweise durch die unterschiedliche Erfassung der Unsicherheiten bei der Modellierung der Beanspruchungen und Widerstände bedingt.

Dabei gliedern sich die Teilsicherheitsbeiwerte in folgende Bereiche:

A	für Einwirkungen und Beanspruchungen
M	für geotechnische Kenngrößen
R	für Widerstände

Für die Bemessung von axial belasteten Pfählen und Ankern muss mittels folgender Nachweisverfahren nachgewiesen werden, dass bei jeder der folgenden Kombinationen von Teilsicherheitsbeiwerten ein Grenzzustand durch Bruch oder zu große Verformungen ausgeschlossen werden kann:

Nachweisverfahren 1:

Kombination 1:	A1 „+“ M1 „+“ R1
Kombination 2:	A2 „+“ (M1 oder M2) „+“ R4

wobei „+“ bedeutet „in Verbindung mit“. [35]

Anmerkung: Bei der Kombination 1 werden die Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungen und Bodenwiderstände angewendet. Bei der Kombination 2 werden die Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungen und Bodenwiderstände bzw. Bodenkenngrößen. Bei Kombination 2 werden die Werte M1 auf Pfahl- und Ankerwiderstände angewendet, die Werte M2 auf ungünstige Einwirkungen auf Pfähle (z.B. infolge negativer Mantelreibung oder Querbelastung).

Dieses Nachweisverfahren kommt in Österreich nicht zur Anwendung und wird auch hier nicht näher beschrieben.

Nachweisverfahren 2:

Kombination:	A1 „+“ M1 „+“ R2
--------------	------------------

Anmerkung: Hier werden die Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungen (γ_F) oder Beanspruchungen (γ_E) und auf die Widerstände des Baugrunds (γ_R) angewendet, jedoch nicht auf die Bodenkennwerte

($\gamma_M = 1,0$). Es wird so lange wie möglich mit charakteristischen Größen gerechnet, bevor die Teilsicherheitsbeiwerte eingefügt werden. [1]

Nachweisverfahren 3:

Kombination: (A1¹ oder A2² „+“ M2 „+“ R3
¹ bei Einwirkungen aus dem Tragwerk
² bei geotechnischen Einwirkungen

Hier werden die Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungen (γ_F) oder Beanspruchungen (γ_E) des Tragwerks und auf die Baugrund-Kenngrößen (γ_M) angewendet, jedoch nicht auf die Widerstände ($\gamma_R = 1,0$).

Der Vorteil des Nachweisverfahrens 3 liegt darin, dass durch Abminderung der Scherparameter mittels Teilsicherheitsfaktoren die Einwirkungen in den Bereichen erhöht werden, in welchen der Boden als Einwirkung anzusehen ist und die Widerstände ebenso dort reduziert werden, in Bereichen in welchen der Boden als Widerstand wirkt. Das bedeutet, dass eine genaue Kenntnis darüber, wo der Boden nun als Einwirkung und wo als Widerstand wirkt, im Gegensatz zu anderen Nachweisverfahren nicht schon im Vorhinein erforderlich ist. [1]

3.5.1.2 Geotechnische Kategorie

(Dieser Punkt 3.5.1.2 stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] in Zusammenarbeit mit Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

ÖNORM EN 1997-1 sieht drei Geotechnische Kategorien (GK 1 bis GK 3) vor, die für die Festlegung von geotechnischen Anforderungen eines Projekts anzuwenden sind. Diese Kategorien beruhen sowohl auf dem Schwierigkeitsgrad des Bauwerks als auch auf dem Schwierigkeitsgrad des Baugrundes. Zuerst wird ein Projekt vorläufig eingestuft. Diese Einstufung ist aber im Laufe der Planungsphase, besonders nach der geotechnischen Erkundung, zu überprüfen und zu adaptieren. [30] Das Grunddokument ÖNORM EN 1997-1 sieht zunächst folgende Einteilung vor.

In die Geotechnische Kategorie 1 werden kleine und relativ einfache Bauwerke eingeordnet. Diese müssen folgende Eigenschaften erfüllen:

- Der Grund muss aus Erfahrung und qualitativen geotechnischen Untersuchungen die Anforderungen erfüllen.
- Das Risiko muss vernachlässigbar sein.

Zur Geotechnischen Kategorie 2 zählen konventionelle Gründungen und Bauwerke, die kein ungewöhnliches Risiko mit sich bringen sowie keine schwierigen Baugrund- und Belastungsverhältnisse aufweisen. Die Geotechnische Kategorie 3 beinhaltet alle Bauwerke sowie Bauwerksteile, die nicht in GK 1 oder GK 2 gehören. Im Allgemeinen bedeutet dies, dass in dieser Kategorie große, ungewöhnliche Bauwerke oder zum Beispiel Bauwerke mit außergewöhnlich hohem Risiko umfasst. [34] Das österreichische Anwendungsdokument ÖNORM B 1997-1-1 [29] verweist auf eine davon abweichende Einteilung im Dokument ÖNORM B 1997-2 [36]. Darin sind im Anhang A Beispiele für geotechnische Bauwerke der GK 1 und GK 3 angeführt. Im Unterschied zur ÖNORM EN 1997-1 fallen nun allerdings alle Bauwerke, die nicht der GK 1 oder GK 3 zuzuordnen sind, in GK 2.

Nach ÖNORM EN 1536 [38] sind Pfahlgründungen zumindest der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2) zuzuordnen. Bei Zutreffen eines der folgenden Kriterien fallen diese jedoch unter GK 3:

- Vorliegen von besonders hohen Lasten oder Verformungsempfindlichkeit
- Planung von Mantel- und/oder Fußnachverpressungen zur Erhöhung der Tragfähigkeit
- keine Erfahrung mit vorliegender Wechsel-, Schwell- und dynamischer Beanspruchung
- Ausführung einer Kastengründung oder Kombinierten Pfahl-Plattengründung

Kastengründungen und kombinierte Pfahl-Plattengründungen werden generell der Geotechnischen Kategorie 3 zugeordnet.

3.5.1.3 Bemessungssituationen und Schadensfolgeklassen

In der ÖNORM B 1997-1-1 [29] wird eine Zuordnung von Bemessungssituationen und Schadensfolgeklassen angeführt. Diese dienen der Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] an Fälle außergewöhnlichen Risikos oder ungewöhnlicher, außerordentlich schwieriger Baugrundverhältnisse und Belastungen sowie an zeitlich befristete Tragwerke oder Bemessungssituationen. [35]

Ständige Bemessungssituation BS 1: Diese gilt für übliche Nutzungsbedingungen eines Bauwerks und beinhaltet alle im normalen Betrieb zu erwartenden Einwirkungen und Einwirkungskombinationen. Dazu zählen ständige Lasten, regelmäßig auftretende Nutzlasten und Verkehrslasten sowie Schnee, Grundwasser und Wind.

Vorübergehende Bemessungssituation BS 2: Diese bezieht sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks, wie z.B. im Bauzustand oder bei der Instandsetzung sowie nicht regelmäßig auftretende größte Verkehrslastwirkung und Eisdruck.

Außergewöhnliche Bemessungssituation BS 3: Außergewöhnliche Bedingungen für das Bauwerk sind z.B. Einwirkungen aus Erdbeben, Brand, Explosion, Anprall und Folgen lokalen Versagens sowie extremes Grundwasser bzw. Hochwasser.

Die Schadensfolgeklassen in ÖNORM B 1997-1-1 [29] wurden für jene Fälle definiert, bei denen die Teilsicherheitsbeiwerte beeinflusst werden. Sie basieren auf der Definition in ÖNORM EN 1990:2003.

Schadensfolgeklasse CC1: keine Gefährdung von Menschenleben, geringe wirtschaftliche Folgen wie z.B. Gebäude untergeordneter Nutzung und Bedeutung, Böschungen und Hangsicherungen an untergeordneten Verkehrswegen

Schadensfolgeklasse CC2: Gefährdung von Menschenleben und/oder beachtliche wirtschaftliche Folgen wie z.B. Böschungen und Hangsicherungen an Verkehrswegen, Hochwasserrückhaltedämme

Schadensfolgeklasse CC3: Gefährdung vieler Menschenleben und/oder schwerwiegende wirtschaftliche Folgen wie z.B. Staudämme, öffentlicher Infrastrukturbauten

3.5.1.4 Teilsicherheitsbeiwerte

Die nachfolgend angeführten Teilsicherheitsbeiwerte beziehen sich auf die Bemessung von Pfahlgründungen gemäß ÖNORM B 1997-1-1:

Tab. 3.1: Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen (γ_E) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

Beanspruchung		Symbol	Wert		
Dauer	Bedingung		BS 1	BS 2	BS 3
ständig	ungünstig	γ_G	1,35	1,20	1,00
	günstig	γ_G	1,00	1,00	1,00
veränderlich	ungünstig	γ_Q	1,50	1,30	1,00
	günstig	γ_Q	0	0	0
Aufschwimmen	destabilisierend	γ_G	1,10	1,10	1,00

Tab. 3.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

Bodenkenngröße	Symbol	Wert
wirksamer Reibungswinkel ^a	$\gamma_{\varphi'}$	1,00
wirksame Kohäsion	$\gamma_{c'}$	1,00
undrainierte Scherfestigkeit	γ_{cu}	1,00
einaxiale Druckfestigkeit	γ_{qu}	1,00
Wichte	γ_{γ}	1,00

^a Dieser Beiwert wird auf $\tan \varphi'$ angewendet

Tab. 3.3: Teilsicherheitsbeiwerte für die Widerstände bei Verdrängungspfählen, Bohrpfählen und Schneckenbohrpfählen (γ_R) für alle Bemessungssituationen gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

Widerstand	Symbol	Wert
Spitzendruck	γ_b	1,10
Mantelreibung	γ_s	1,10
Gesamtwiderstand	γ_t	1,10
Mantelreibung bei Zug	$\gamma_{s,t}$	1,15

3.5.1.5 Modellfaktoren

In ÖNORM EN 1997-1-3, Anhang A [30] werden Modellfaktoren η_p angeführt, welche beim Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für axial auf Druck und/oder Zug belastete Pfähle dann angewendet werden, wenn eine Bemessung mittels Tabellenwerten erfolgt. Gemäß ÖNORM B 1997-1 [35] dürfen diese Modellfaktoren für die Anpassung von Ergebnissen, welche mittels eines Rechenmodells ermittelt worden sind, verwendet werden, um auf der sicheren Seite zu liegen. Für die in der Norm beschriebenen Verfahren zur Ermittlung von Pfahlwiderständen mit Hilfe von Tabellenwerten müssen Modellfaktoren berücksichtigt werden, um das bisherige Sicherheitsniveau des globalen Sicherheitskonzepts zu erhalten.

Diese Modellfaktoren sind in Tab. 2.1 in Kapitel 2.2 angeführt, werden aber aus Gründen der Übersichtlichkeit in nachfolgender Tab. 3.4 nochmals angegeben.

Tab. 3.4: Modellfaktoren gemäß Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 aus [30] (adaptiert)

Fall	Symbol	Wert
1 Pfahlwiderstände auf axialen Druck aus statischen Pfahlprobelastungen	$\eta_{P;c}$	1,0
2 Pfahlwiderstände auf axialen Zug aus statischen Pfahlprobelastungen	$\eta_{P;t}$	1,0
3 Pfahlwiderstände auf axialen Druck mittels Tabellenwerten der Anhänge C und D	$\eta_{P;c}$	1,3
4 Pfahlwiderstände auf axialen Zug mittels Tabellenwerten der Anhänge C und D	$\eta_{P;t}$	2,5
5 Pfahlwiderstände auf axialen Druck aufgrund von vergleichbarer Erfahrung	$\eta_{P;c}$	$\geq 1,3$
6 Pfahlwiderstände auf axialen Zug aufgrund von vergleichbarer Erfahrung	$\eta_{P;t}$	$\geq 2,5$

Diese Modellfaktoren gelten für alle Bemessungssituationen (BS 1 bis BS 3). Hier sei nochmals erwähnt, dass bei der Ermittlung der Pfahlwiderstände mit Hilfe von statischen Probelastungen die

Modellfaktoren $\eta_{p,i} = 1,0$ gesetzt werden können. Dies ermöglicht eine wirtschaftliche Bemessung ohne Herabsetzung der Sicherheitsniveaus.

3.5.1.6 Streuungsfaktoren

Die unten angeführten Streuungsfaktoren werden gemäß Eurocode 7 [35] definiert und beim Nachweis der Grenzzustände STR und GEO angewendet, um den charakteristischen Widerstand axial belasteter Pfähle abzuleiten (siehe Punkt 3.5.3.2).

Dabei sind die Streuungsfaktoren wie folgt anzuwenden:

ξ_1 auf die Mittelwerte der bei statischen Probelastungen gemessenen Werte

ξ_2 auf den Kleinstwert der bei statischen Probelastungen gemessenen Werte

Tab. 3.5: Streuungsfaktoren ξ zur Ableitung charakteristischer Werte aus statischen Pfahlprobelastungen für alle Bemessungssituationen gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

ξ für $n =$	1	2	3	4	≥ 5
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

n Anzahl der probelasteten Pfähle

Aufgrund der oben angeführten Tabelle ergibt sich auch die Anzahl der im vorliegenden Forschungsprojekt durchgeführten Probelastungen. Um eine möglichst wirtschaftliche Bemessung erzielen zu können, werden jeweils 5 Probelastungen je Versuchsreihe durchgeführt. Somit kann der Streuungsfaktor auf $\xi = 1,0$ reduziert werden.

Weiters sind in [35] bzw. [29] Streuungsfaktoren für die Anwendung bei Ergebnissen von aus Baugrundversuchen errechneten Widerständen sowie bei dynamischen Probelastungen gemessenen Widerständen angeführt.

3.5.2 Einwirkungen

(Dieser Abschnitt stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] in Zusammenarbeit mit Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

Folgende Einwirkungen müssen beim Nachweis einer Pfahlgründung nach [30] beachtet werden:

- Ständige und veränderliche Einwirkungen (Eigengewicht, Nutzlast)
- Baugrundabhängige Einwirkungen (negative Mantelreibung, Seitendruck und aus Setzungen resultierende Biegebeanspruchungen)
- Wasserdrücke und Auftrieb

Generell werden bei der Bemessung von Pfählen die charakteristischen Werte der Einwirkungen verwendet und aus diesen leiten sich dann die charakteristischen Beanspruchungen der Pfähle ab.

3.5.3 Widerstände

(Der gesamte Abschnitt 3.5.3 stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] in Zusammenarbeit mit Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1, und wurde teilweise adaptiert)

3.5.3.1 Allgemeines

Die Art der Belastung gibt vor, welche der folgenden Pfahlwiderstände vorhanden sind: [30]

Pfahlwiderstand durch axial auf Druck belastete Pfähle

- Pfahlwiderstand durch axial auf Zug beanspruchte Pfähle
- Pfahlwiderstand durch quer zur Achse beanspruchte Pfähle

Die Belastung gibt vor, welche der folgenden Pfahlwiderstände in der Berechnung berücksichtigt werden: [30]

- Mantelwiderstand R_s
- Fuß- bzw. Sohlwiderstand R_b bei Druckbeanspruchung; bei Zug wird dies nur berücksichtigt, wenn eine Fußaufweitung vorhanden ist
- Widerstand quer zur Achse R_r

Im Zuge dieser Arbeit werden nachfolgend ausschließlich axial auf Druck und Zug beanspruchte Pfähle betrachtet.

3.5.3.2 Pfahlwiderstände

Axiale Pfahlwiderstände auf Zug und Druck Belastung in Böden und Fels

Es gibt mehrere Möglichkeiten, um die charakteristischen Werte für axiale Pfahlwiderstände zu erhalten. Die folgenden Daten gelten nur für Einzelpfähle. Pfahlgruppen sowie Pfahlwände haben ein anderes Widerstands-Setzungsverhalten als Einzelpfähle. Die folgende Auflistung enthält die zuvor erwähnten Ermittlungsmöglichkeiten und stammt aus [30]:

- Statische Pfahlprobelastungen
- Dynamische Pfahlprobelastungen für axial auf Druck beanspruchte Pfähle nur dann, wenn deren Ergebnisse an statischen Probelastungen kalibriert wurden
- Auswertung von Proberammungen mittels anerkannter Rammformeln für Druck beanspruchte Verdrängungspfähle
- Berechnung mit Hilfe von Tabellenwerten für axial auf Druck und/oder Zug beanspruchte Bohrpfähle gemäß Anhang C der ÖNORM B 1997-1-3 (2015-8-01)
- Ermittlung der Pfahlwiderstände von axial auf Druck beanspruchten verpressten Mikropfählen gemäß Anhang D der ÖNORM B 1997-1-3 (2015-8-01)
- Ermittlung der Pfahlwiderstände von axial auf Druck und/oder Zug beanspruchten Pfählen mit Hilfe von Erfahrungswerten von ausgeführten Pfahlgründungen und/oder Probelastungen, deren Zuverlässigkeit unter vergleichbaren Bedingungen nachgewiesen wurden

Der letzte Punkt ist von besonderem Interesse, da sich die Thematik des Forschungsprojekts diesem Teil der Norm widmet.

Charakteristische Werte der Pfahlwiderstände

Die Werte für den inneren Tragwiderstand $R_{m;k}$ sind nach den Materialien und den Bestimmungen der Bauartnormen zu ermitteln.

Für die charakteristischen Werte des äußeren Tragwiderstandes werden in [30] drei Fälle unterschieden.

(1) Äußerer Tragwiderstand $R_{c;k}$ für **axial auf Druck** beanspruchte Einzelpfähle:

$$R_{c;k} = R_{b;k} + R_{s;k} \quad (3.6)$$

$R_{b;k}$ charakteristischer Wert des Widerstands aus Sohldruck [MN]

$R_{s;k}$ charakteristischer Wert des Widerstands aus der Mantelreibung [MN]

Bei Tragwerken, die nicht in der Lage sind, Lasten von „weichen“ zu „steifen“ Pfählen umzulagern, gilt hinsichtlich der Auswertung von Pfahlprobelastungen folgende Beziehung:

$$R_{c;k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;m})_{\text{mitt}}}{\xi_1}, \frac{(R_{c;m})_{\text{min}}}{\xi_2} \right\} \quad (3.7)$$

$(R_{c;m})_{\text{mitt}}$ Mittelwert der Messungen aus Pfahlprobelastungen

$(R_{c;m})_{\text{min}}$ kleinster Wert von allen Messungen $R_{c;m}$

ξ_1 Streuungsfaktor bezogen auf den Mittelwert von statischen Pfahlprobelastungen

ξ_2 Streuungsfaktor bezogen auf den Kleinstwert von statischen Pfahlprobelastungen

Hier müssen Streuungsfaktoren ξ_1 und ξ_2 laut ÖNORM EN 1997-1 (genauere Erklärung siehe Abschnitt 3.5.1.6) angewendet werden. Diese wurden zur Abdeckung von durch Belastungsversuche möglichen Unsicherheiten eingeführt.

Bei Tragwerken, die in der Lage sind Lasten von „schwachen“ zu „starken“ Pfählen umzulagern, gilt folgende Beziehung:

$$R_{c;k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;m})_{\text{mitt}}}{\xi_1/1,1}, \frac{(R_{c;m})_{\text{min}}}{\xi_2/1,1} \right\} \quad (3.8)$$

mit $\xi_i/1,1 \geq 1,0$

$(R_{c;m})_{\text{mitt}}$ Mittelwert der Messungen aus Pfahlprobelastungen

$(R_{c;m})_{\text{min}}$ kleinster Wert von allen Messungen $R_{c;m}$

Wird der Pfahlwiderstand aufgrund der Ergebnisse aus Baugrunduntersuchungen ermittelt, gelten die Gleichungen (3.9) und (3.10):

$$R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} \quad (3.9)$$

$R_{b;k}$ charakteristischer Wert des Pfahlfußwiderstands [MN]

A_b Pfahlfußfläche [m²]

$q_{b;k}$ charakteristischer Wert des Pfahlsohlwiderstands [MN/m²]

Anmerkung: In ÖNORM B 1997-1-3, 7.2.6.2 wird begrifflich nicht zwischen dem Pfahlfußwiderstand $R_{b;k}$ als Kraft [MN] und dem Pfahlfußwiderstand $q_{b;k}$ als Spannung [MN/m²] unterschieden. In Anhang C wird $q_{b;k}$ [MN/m²] wiederum als Pfahlsohlwiderstand bezeichnet, was sich hier zur besseren Unterscheidung zu Nutze gemacht wird.

$$R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} \quad (3.10)$$

$R_{s;k}$ charakteristischer Wert des Widerstands aus der Mantelreibung [MN]

$A_{s;i}$ Pfahlmantelfläche in der Schicht i [m²]

$q_{s;i;k}$ charakteristischer Wert des Pfahlmantelwiderstands in der Schicht i [MN/m²]

Anmerkung: In ÖNORM B 1997-1-3, 7.2.6.2 wird begrifflich nicht zwischen dem Widerstand aus der Mantelreibung $R_{s;k}$ als Kraft [MN] und dem Widerstand aus der Mantelreibung $q_{s;k}$ als Spannung [MN/m²] unterschieden. In Anhang C wird $q_{s;k}$ [MN/m²] wiederum als Pfahlmantelwiderstand bezeichnet, was hier zur besseren Unterscheidung genutzt wird.

(2) Äußerer Tragwiderstand $R_{t;k}$ für **axial auf Zug** beanspruchte Einzelpfähle:

Hier müssen Streuungsfaktoren ξ_1 und ξ_2 laut ÖNORM B 1997-1-1 angewendet werden. Diese wurden zur Abdeckung von durch Belastungsversuche möglichen Unsicherheiten eingeführt. Der charakteristische Wert des äußeren Zugtragwiderstandes $R_{t;k}$ beträgt dann:

$$R_{t;k} = \min \left\{ \frac{(R_{t;m})_{\text{mitt}}}{\xi_1}, \frac{(R_{t;m})_{\text{min}}}{\xi_2} \right\} \quad (3.11)$$

$(R_{t;m})_{\text{mitt}}$ Mittelwert der Messungen $R_{t,m}$ aus Pfahlprobelastungen

$(R_{t;m})_{\text{min}}$ kleinster Wert von allen Messungen $R_{t,m}$

ξ_1 Streuungsfaktor bezogen auf den Mittelwert von statischen Pfahlprobelastungen

ξ_2 Streuungsfaktor bezogen auf den Kleinstwert von statischen Pfahlprobelastungen

Wird der Pfahlwiderstand aufgrund der Ergebnisse aus Baugrunduntersuchungen ermittelt, gilt folgende Gleichung:

$$R_{t;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} \quad (3.12)$$

$A_{s;i}$ Pfahlmantelfläche in der Schicht i [m²]

$q_{s;i;k}$ charakteristischer Wert des Pfahlmantelwiderstands in der Schicht i [MN/m²]

3.5.4 Grenzzustände der Tragfähigkeit

Gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] 2.4.7 muss nachgewiesen werden, dass folgende Grenzzustände nicht überschritten werden:

- HYD: Hydraulischer Grundbruch, innere Erosion und Piping im Boden, verursacht durch Strömungsgradienten
- UPL: Verlust der Lagesicherheit des Bauwerks infolge Aufschwimmens (Auftrieb) oder anderer vertikaler Einwirkungen
- EQU: Verlust der Lagesicherheit des als starr angesehenen Bauwerks oder des Baugrunds, wobei die Festigkeiten der Baustoffe und des Baugrunds für den Widerstand nicht entscheidend sind
- STR: inneres Versagen oder sehr große Verformungen des Bauwerks oder seiner Bauteile, einschließlich der Fundamente, Pfähle, Kellerwände usw., wobei die Festigkeit der Baustoffe für den Widerstand entscheidend ist

- GEO: inneres Versagen oder sehr große Verformung des Baugrunds, wobei die Festigkeit der Locker- und Festgesteine für den Widerstand entscheidend ist

In der ÖNORM B 1997-1-3 [30] werden für den Grenzzustand von Pfahlgründungen jedoch nur die nachfolgend angeführten Nachweise betrachtet:

- GEO: Erreichen des äußeren Tragwiderstands von Einzelpfählen oder Pfahlgruppen, sowie von Kombinierten Pfahl-Plattengründungen und Kastengründungen
- GEO, UPL: Anheben des an Zugpfählen hängenden Bodenkörpers
- STR, GEO: Knicken von schlanken Pfählen mit ungenügend seitlicher Bettung
- STR: Erreichen des inneren Tragwiderstands eines Einzelpfahls

Die nationale Norm [30] gibt weiters an, dass der Tragfähigkeitsnachweis von Flächen- und Pfahlgründungen, Verankerungen und Stützbauwerken mit dem Nachweisverfahren 2 (nach Punkt 3.5.1) gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] sowie ÖNORM B 1997-1-1, Abschnitt 4.5 [29] zu führen ist. Für den Nachweis der Gesamtstandsicherheit, sowie für numerische Verfahren, wird das Nachweisverfahren 3 angewendet.

Im Folgenden werden auf die für das Thema der Diplomarbeit wesentlichen Nachweise zum Grenzzustand der Tragfähigkeit von axial auf Druck belasteten Pfählen eingegangen.

3.5.4.1 Axial auf Druck beanspruchte Einzelpfähle

(Der gesamte Abschnitt 3.5.4.1+3.5.4.2 stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] in Zusammenarbeit mit Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1, und wurde teilweise ergänzt)

Der folgende Nachweis gemäß Gleichung (3.13) gilt für den äußeren Tragwiderstand von Einzelpfählen. Mit diesem Bemessungskriterium gilt eine ausreichende Sicherheit gegen das Versagen, eines Einzelpfahls mit axialer Druckbelastung, durch Bruch des pfahlumgebenden Bodens.

$$F_{c;d} \leq R_{c;d} \quad (3.13)$$

Dabei stellt $F_{c;d}$ den Bemessungswert der Druckbelastung eines Pfahles dar und $R_{c;d}$ den Bemessungswiderstand eines auf Druck belasteten Pfahles.

Nachweisführung mit Ergebnissen aus Baugrunduntersuchungen bzw. aufgrund von Erfahrungswerten

Wird der charakteristische Pfahlwiderstand aus den Ergebnissen von Baugrunduntersuchungen bzw. aus Erfahrungswerten abgeleitet, muss der Bemessungswert des Pfahlwiderstands $R_{c;d}$ für Druckpfähle nach Gleichung (3.14) bzw. (3.15) ermittelt werden.

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\eta_{P;c} \cdot \gamma_t} \quad (3.14)$$

$$R_{c;d} = \frac{R_{b;k}}{\eta_{P;c} \cdot \gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\eta_{P;c} \cdot \gamma_s} \quad (3.15)$$

$\eta_{P;c}$ Modellfaktor für Druckpfähle je nach Ermittlungsverfahren (s. Abschnitt 3.5.1.5)
 $\gamma_b, \gamma_s, \gamma_t$ Teilsicherheitsbeiwerte für Pfahlwiderstände gemäß Tab. 3.3

Nachweisführung mit Ergebnissen aus statischen Pfahlprobelastungen

Wird der charakteristische Pfahlwiderstand aus den Ergebnissen von statischen Probelastungen nach Gleichung abgeleitet, muss der Bemessungswert des Pfahlwiderstands $R_{c;d}$ für Druckpfähle nach Gleichung (3.16) bzw. (3.17) ermittelt werden.

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} \quad (3.16)$$

$$R_{c;d} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} \quad (3.17)$$

$\gamma_b, \gamma_s, \gamma_t$Teilsicherheitsbeiwerte für Pfahlwiderstände gemäß Tab. 3.3

Zusätzlich müssen sehr schlanke Pfähle, die in einem sehr weichen bzw. fast flüssigen Boden gebettet sind, mit einem passenden Rechenmodell auf Knickversagen untersucht werden.

3.5.4.2 Axial auf Zug beanspruchte Einzelpfähle

Für den Nachweis der äußeren Tragfähigkeit von auf Zug beanspruchten Einzelpfählen nach dem Teilsicherheitskonzept sind gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] zunächst zwei Versagensmechanismen zu untersuchen:

- Herausziehen des Einzelpfahls aus dem Boden oder
- Anheben des an einem Zugpfahl hängenden Bodenkörpers

Der Herausziehewiderstand von axial auf Zug beanspruchten Einzelpfählen kann analog zu den auf Druck beanspruchten Einzelpfählen nach Gleichung (3.13) bis (3.15) ermittelt werden (siehe auch Kapitel 5.4.3.1).

Der Nachweis gegen Anheben des an einem Zugpfahl hängenden Bodenkörpers wird in Kapitel 5.4.3.2 erläutert.

3.5.4.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit des Pfahlbaustoffs

Das Bemessungskriterium für die Sicherheit gegen Erreichen der inneren Tragsicherheit ist wie folgt definiert:

$$E_d < R_{m;d} \quad (3.18)$$

E_dBemessungswert der Beanspruchung

$R_{m;d}$Bemessungswert des inneren Tragwiderstands (z.B. nach EC 2 für STB-Pfähle)

Die Bemessungswerte der Beanspruchung E_d ergeben sich durch Multiplikation der charakteristischen Schnittgrößen mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_Q und γ_G gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29].

3.5.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

(Der gesamte Abschnitt 3.5.5 stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS] in Zusammenarbeit mit Anna Freuis [AF], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

Generell werden die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit durch absolute Setzungen und/oder Setzungsdifferenzen angegeben. Es gibt jedoch keine fixen Grenzwerte da diese projektspezifisch an die Anforderungen, die an das gesamte Bauwerk gestellt werden, abzuleiten sind. Der Nachweis kann jedoch auf Probelastungen, vergleichbaren Erfahrungen oder durch Anwendung der Tabellenwerte gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] basieren. Liegen eine verformungsempfindliche

Konstruktion und ein relativ heterogener Baugrund vor, sind die für den Nachweis maßgebende Kenngrößen mit Hilfe einer Parameterstudie zu berücksichtigen. Das Bemessungskriterium für die Sicherheit gegen Erreichen des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit ist wie folgt definiert:

$$E_d < C_d \quad (3.19)$$

Die Auswirkungen der Einwirkungen – im Regelfall handelt es sich hierbei um Verformungen, Verdrehungen oder Verzerrungen – aufgrund der maßgebenden Lastkombination werden mit E_d bezeichnet. Die Grenze für das maßgebende Gebrauchstauglichkeitskriterium wird mit C_d definiert.

Der Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchung E_d ist beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit mit 1,0 anzunehmen, soweit keine andere spezifische Festlegung vorhanden ist. Der Designwert ist somit gleich dem charakteristischen Wert. Der Modellfaktor η ist für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ebenfalls 1,0.

Der Grenzwert C_d ist entsprechend den Nutzungsanforderungen und in Absprache mit dem Bauherrn festzulegen. Natürlich muss dies auch den Anforderungen nach ÖNORM EN 1990 genügen.

3.5.5.1 Axial auf Druck beanspruchte Einzelpfähle

Die Verformungen E_d , hervorgerufen durch die Einwirkungen, können im Fall von Pfahlprobelastungen direkt aus den Ergebnissen dieser Versuche abgeleitet werden. Bei vergleichbaren Baugrundverhältnissen können diese aus den Ergebnissen abgeleiteten Werte auch bei anderen Anwendungsfällen verwendet werden.

Setzungen von Druckpfählen können mit anerkannten Berechnungsmethoden mit Hilfe eines Baugrundmodells abgeschätzt werden. Bei derartigen Berechnungen mit Vertikalverschiebungen muss eine eventuelle negative Mantelreibung berücksichtigt werden.

3.5.5.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit des Pfahlbaustoffs

Wie beim Beton üblich, müssen Rissweiten, Spannungen und dergleichen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden.

Es sind Kontrollmessungen, üblicherweise Setzungsmessungen, während und nach Fertigstellung des Bauwerks durchzuführen. In manchen Fällen können diese Kontrollmessungen auch während der gesamten Lebensdauer notwendig sein.

3.6 Pfahlprobelastungen und Pfahlprüfungen

(Der gesamte Abschnitt 3.6 stammt aus der Diplomarbeit von Alexander Stöglehner [AS], siehe Abschnitt 1.1 bzw. Tab. 1.1)

In ÖNORM EN 1536 [38] wird bei Versuchen an Bohrpfählen zwischen Belastungsversuchen an Bohrpfählen und Integritätsprüfungen unterschieden sowie folgendes angemerkt:

„Belastungsversuche an Pfählen werden üblicherweise durchgeführt, um die Reaktion eines repräsentativen Pfahles und des angrenzenden Baugrundes auf Einwirkungen sowohl hinsichtlich der Setzung als auch der Grenztragfähigkeit zu bestimmen und umfassen:

- *statische Belastungsprüfungen (lastgesteuerte Probelastungen oder weggesteuerte Probelastungen); oder*
- *dynamische Pfahlversuche*

Integritätsprüfungen werden üblicherweise durchgeführt, um die Solidität und die korrekte Ausführung eines Pfahles nachzuweisen. Es werden die akustischen oder die Schwingungseigenschaften des

Bohrpfahlbetons gemessen, um das Vorhandensein möglicher Fehlstellen im Pfahlkörper festzustellen.“

Integritätsprüfungen werden in dieser Arbeit nicht behandelt. Informationen dazu findet man beispielsweise in [1] und [17].

In weiterer Folge wird nur auf die statischen Pfahlprobelastungen eingegangen, da diese im Zuge der vorliegenden Arbeit ausgeführt wurden.

3.6.1 Statische Probelastungen

3.6.1.1 Allgemeines

Statische Probelastungen sollten lt. ÖNORM B 1997-1-3 [30] dann durchgeführt werden, „wenn

- *keine Erfahrungen an vergleichbaren Pfahlgründungen vorliegen,*
- *der tragfähige Untergrund nicht aus mindestens mitteldicht gelagerten grobkörnigen oder mindestens steifen feinkörnigen (bindigen) Böden von ausreichender Schichtdicke aufgebaut ist,*
- *beim Abteufen der Pfähle (Bohren, Rammen, Vibrieren) unerwartete Untergrundverhältnisse angetroffen werden oder Zweifel bei der Ausführung der Pfähle auftreten, oder wenn*
- *Pfähle vorwiegend auf Zug beansprucht werden.“*

Weiters wird angemerkt: *„Probepfähle sind in der Regel keine Bauwerkspfähle. Sie sollten jedoch den geplanten Bauwerkspfählen möglichst entsprechen, und zwar hinsichtlich*

- *der Boden- und Grundwasserverhältnisse,*
- *der Pfahlart und des Herstellungsvorganges,*
- *der Pfahlabmessungen (Durchmesser, Länge bzw. Einbindetiefe) und*
- *der verwendeten Baustoffe (z. B. Beton, Bewehrung).“*

Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] verweist hinsichtlich Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation auf die EA-Pfähle [23].

3.6.1.2 Axiale Probelastungen

Herstellung der Probepfähle

Probepfähle sollen an Stellen mit repräsentativen Baugrundverhältnissen für das spätere Bauwerk positioniert werden. Es soll immer mindestens ein Probepfahl an der Stelle platziert werden, wo die ungünstigsten Baugrundverhältnisse erwartet werden. [23]

Die Mobilisierung von Mantelreibung kann auf Abschnitten des Pfahlschaftes unterbunden werden, indem der Kontakt zwischen Pfahl und Boden verhindert wird. Dies kann mithilfe folgender Maßnahmen erfolgen: [23]

- Ummantelung des Bewehrungskorbes mit Gleitfolien
- Überbohren des Pfahles mit Verrohrung und Verfüllen des Ringraums mit Bentonitsuspension
- Auflockerungsbohrungen
- Hülsen mit Gleitmitteln (z.B. Bentonitsuspension)
- Doppelhülsen (vgl. Abschnitt 2.6.1)
- Herstellung eines Magerbetonpfahles größeren Durchmessers und Wiederaufbohren

Es muss ausreichend Aushärtungszeit für den Pfahlbeton eingeplant werden. Erst nach Erreichen der notwendigen Festigkeit dürfen die Probelastungen durchgeführt werden. [23]

Es sollte für jede Pfahlart und für jede geotechnische einheitliche Baugrundsituation mindestens ein Probepfahl hergestellt werden. Jeweils mehrere Probepfähle haben den Vorteil, dass sich die anzusetzenden Streuungsfaktoren nach ÖNORM B 1997-1-3 [30] verringern. [23]

Prüflast und Kriechmaß

Prinzipiell soll mit der Prüflast P_p [kN] der Grenzzustand der Tragfähigkeit (Nachweisverfahren GEO-2) erreicht werden. Der Pfahlwiderstand im GZT ist dann erreicht, wenn

- bei einem Druckpfahl die Pfahlsetzung $s = s_g$ nach Gleichung (3.4) oder bei einem Zugpfahl die Hebung $s = s_{sg}$ nach Gleichung (3.3) erreicht ist [23]:

$$R_{c;m} = R(s_g) \text{ oder } R_{t;m} = R(s_{sg}) \quad (3.20)$$

- ein definiertes Kriechmaß α_y (häufig: $\alpha_y \sim 2$ mm) auftritt [23]:

$$R_y = R(\alpha_y) \text{ oder } R_{t;m} = R(\alpha_y) \quad (3.21)$$

Das Kriechmaß α_y [mm] ist dabei die zeitabhängige Verschiebung des Pfahlkopfes unter konstanter Belastung [23] (hier wird für das Kriechmaß die Bezeichnung α_y aus ÖNORM B 1997-1-3 statt k_s aus EA-Pfähle) und wird nach ÖNORM B 1997-1-3 [30] wie folgt definiert:

$$\alpha_y = \frac{s_2 - s_1}{\log t_2 - \log t_1} \quad (3.22)$$

mit der Pfahlkopf-Setzungszunahme $s_2 - s_1$ [mm] im Zeitintervall $t_2 - t_1$ [min]. Das Kriechmaß kann im Diagramm ermittelt werden, wobei die Pfahlkopfsetzungen über die Zeit im logarithmischen Maßstab aufgetragen werden (Abb. 3.9 a)). Für die Ermittlung des Kriechmaßes am Ende jeder Laststufe müssen mindestens die letzten drei Wertepaare auf einer Geraden liegen. Der Kriechwiderstand R_y ist in Abb. 3.9 b) dort, wo das Krümmungsmaximum im α - P_p -Diagramm auftritt. [30]

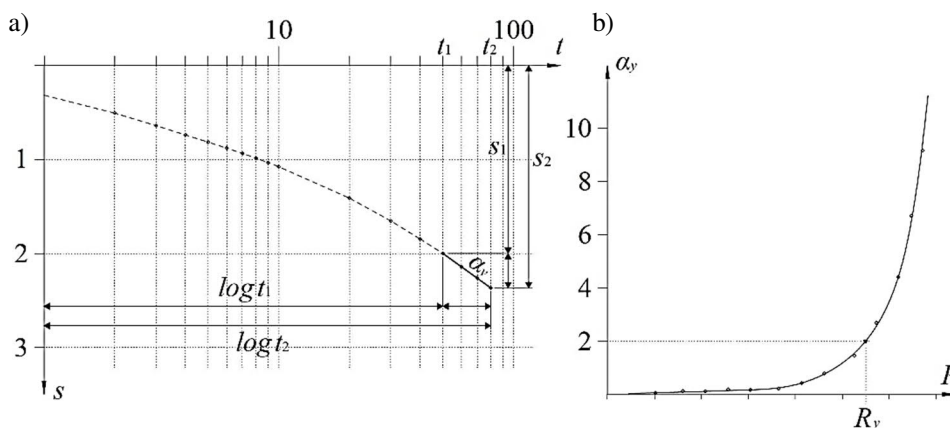


Abb. 3.9: a) Definition des Kriechmaßes α_y , b) Definition des Kriechwiderstands R_y , teils nach EA-Pfähle teils nach ÖNORM B 1997-1-3 [30]

Erfolgt die Abschätzung der Prüflast mit Hilfe von Erfahrungswerten, so sollte berücksichtigt werden, dass selbst bei Ansatz der 50%-Quantilwerte bei der Hälfte aller Probelastungen ein über den Erfahrungswerten liegender Widerstand zu erwarten ist. Es ist daher empfehlenswert eine entsprechend große Prüflast zu wählen.

Die Prüflast wird für Druck- bzw. Zugbelastung schließlich folgendermaßen festgelegt: [23]

$$\text{für Druckbelastung:} \quad P_p = F_{c,d} \cdot \gamma_t \cdot \xi_1 \quad (3.23)$$

$$\text{für Zugbelastung:} \quad P_p = F_{t,d} \cdot \gamma_{s,t} \cdot \xi_1 \quad (3.24)$$

$F_{c,d}$ Bemessungswert der Pfahlbeanspruchung auf Druck

$F_{t,d}$ Bemessungswert der Pfahlbeanspruchung auf Zug

γ_t Teilsicherheitsbeiwert für den Gesamtwiderstand eines Pfahls

$\gamma_{s,t}$ Teilsicherheitsbeiwert für den Zugwiderstand eines Pfahls

ξ_1 Streuungsfaktor für gemessene Probelastungswiderstände

Der Probepfahl ist auf die gewählte Prüflast zu bemessen.

Anforderungsstufen

Hinsichtlich Umfang der Instrumentierung gibt es drei Anforderungsstufen laut EA-Pfähle [23]:

a) *Grundsätzliche Anforderungen:*

Erfassung des Pfahlwiderstandes: hierfür sind die Verschiebung des Pfahlkopfes, die aufgebrachte Belastung sowie die Zeit zu messen. Die getrennte Erfassung von Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung ist nicht erforderlich.

b) *Erhöhte Anforderungen:*

Erfassung des Pfahlfußwiderstandes und des Pfahlmantelwiderstandes: hierfür sind die Verschiebung des Pfahlkopfes, die aufgebrachte Belastung, der Pfahlspitzendruck q_b sowie die Zeit zu messen. Aus q_b wird der Pfahlfußwiderstand R_b berechnet. Der Pfahlmantelwiderstand R_s ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Gesamtwiderstand des Pfahles und dem Pfahlfußwiderstand. Hierzu ist eine spezielle Instrumentierung am Pfahlfuß erforderlich.

c) *Hohe Anforderungen:*

Erfassung des Pfahlfußwiderstandes und der Längsverteilung der Pfahlmantelreibung: hierfür sind die Verschiebung des Pfahlkopfes, die aufgebrachte Belastung, die Pfahldehnung in verschiedenen, über die Pfahllänge verteilten Querschnitten, der Pfahlspitzendruck q_b sowie die Zeit zu messen. Hierzu ist eine spezielle Instrumentierung am Pfahlfuß und entlang des Pfahlschaftes erforderlich.

Erhöhte oder hohe Anforderungen sind laut EA-Pfähle [23] zu erfüllen:

- wenn die Mantelreibung nach Überschreitung eines Spitzenwertes auf einen geringeren Restwert abfallen kann,
- bei stark geschichtetem Baugrund,
- bei zu erwartender größerer negativer Mantelreibung,
- wenn die Pfahlköpfe der Probepfähle versuchstechnisch bedingt wesentlich höher liegen als die der Bauwerkspfähle,
- wenn besondere Anforderungen an die Begrenzung der Verformungen gestellt werden,
- bei Maßnahmen zur Mantelreibungsreduzierung, [...]

Belastungseinrichtung

Dabei ist prinzipiell zwischen Belastungseinrichtungen mit und ohne Widerlager zu unterscheiden. Als Widerlager kann gemäß Abb. 3.11 beispielsweise Folgendes dienen: [23]

- 1) Totlast
- 2) parallel zum Probepfahl angeordnete Verpressanker

3) sternförmig angeordnete, geneigte Verpressanker

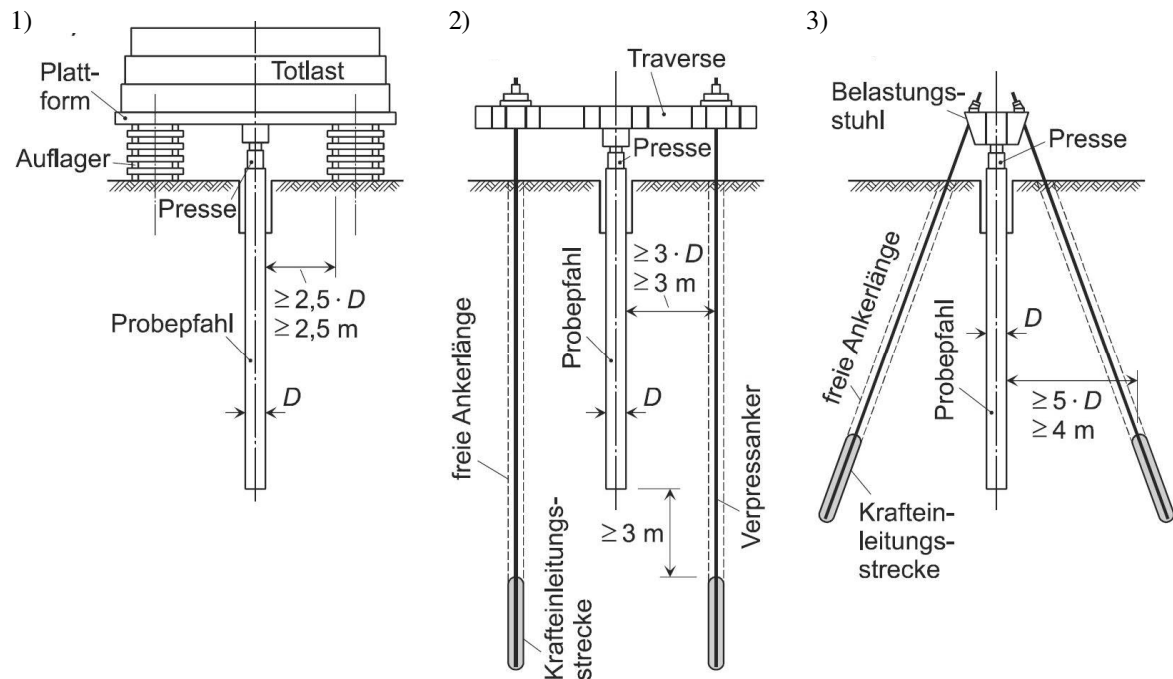


Abb. 3.10: Mögliche Belastungseinrichtungen und geometrische Vorgaben nach EA-Pfähle aus [13]

Dabei sind die Mindestabstände der Verankerungselemente einzuhalten. Als Widerlager können auch neben dem Probepfahl hergestellte Zugpfähle herangezogen werden (Abb. 3.11). Diese Belastungseinrichtung eignet sich gut für Druck- und Zugprobelastungen. Dabei sind dieselben Abstände wie in Abb. 3.10 1) einzuhalten. Für reine Zugprobelastungen kann bei geeigneter Widerlagerkonstruktion (z.B. Kreuzstoß) aber auch der umliegende Untergrund als Widerlager genutzt werden. [23]

Die Lastaufbringung erfolgt entweder mit einer oder mehreren hydraulischen Pressen, kann aber auch mittels Totlast erfolgen. Die Last wird dabei von einem Lastverteilungsträger (Traverse), einer Plattform oder einem Belastungsstuhl auf den Probepfahl übertragen. [23]

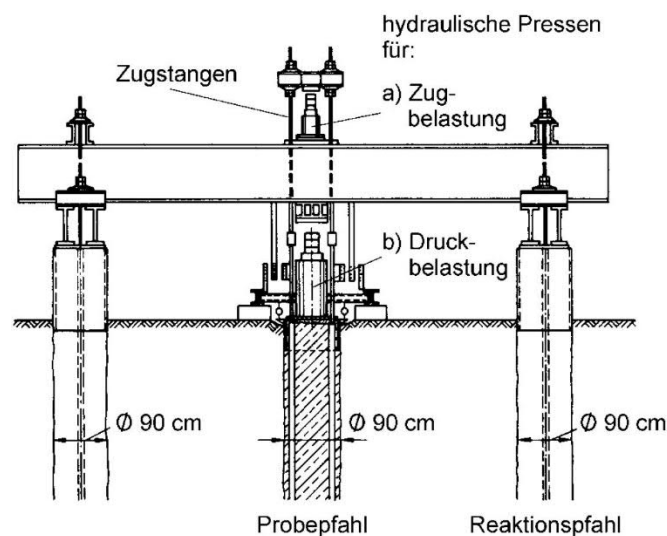


Abb. 3.11: Belastungseinrichtung Druck- und Zugbelastungen [13]

Zwischen Zylinderkolben und Lastverteilungskonstruktion empfiehlt sich ein Kalottenlager zum Ausgleich von Schiefstellungen. Bei zu geringem Kolbenhub muss dazwischen zusätzlich ausgefüllt werden (z.B. mit Stahlplatten). Für die Hydraulikpresse und die Pfahlkopfinstrumentierung muss der Pfahlkopf genügend Platz bieten und ist gegebenenfalls aufzuweiten. In diesem Fall muss unterhalb des Pfahlkopfes ausreichend Platz vorgesehen werden, sodass dieser infolge der Setzung nicht am Boden „aufsetzt“. [23]

Eine Variante, bei der der Probepfahl selbst oder Teile von ihm als Widerlager dienen, ist die Probelastung mit einbetonierten Osterberg-Pressen (Abb. 3.12). In Abb. 3.12 a) wird das Prinzip des Single-Leveltests mit einer Osterberg-Presse und in Abb. 3.12 b) des Multi-Level-Tests mit zwei Osterberg-Pressen erläutert. Die Widerlagerkräfte werden dabei über Mantelreibung bzw. Spitzendruck abgetragen. [23]

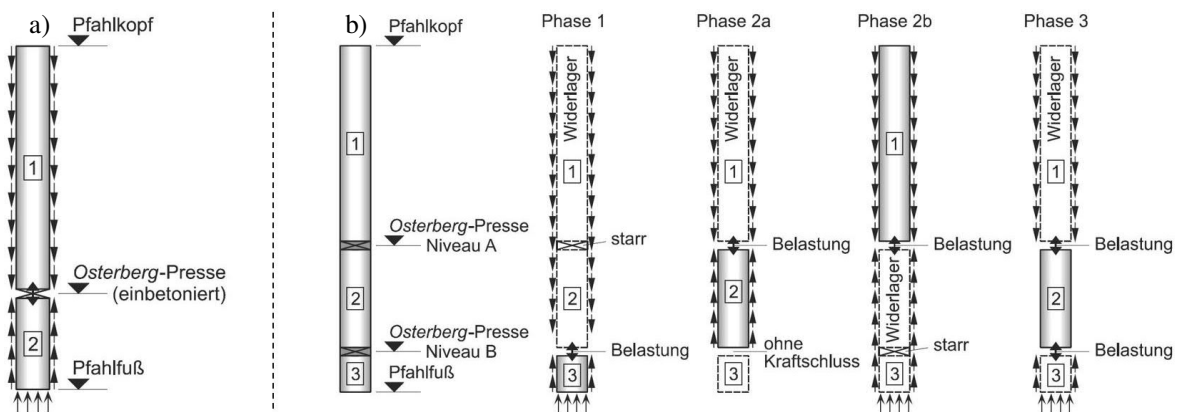


Abb. 3.12: Aufbau und Belastungsablauf beim a) Single-Level Test und b) Multi-Level Test aus [13]

Dieser Versuchsaufbau erfordert aufwändige Instrumentierungen für Kraft- und Verschiebungsmessungen. Er eignet sich deshalb für hohe Anforderungen sowie beengte Verhältnisse ohne Platz für Widerlagerkonstruktionen ober Tage. [23]

Messbrücke und Pfahlkopfinstrumentierung

Für die Anbringung der Pfahlkopfinstrumentierung ist eine entsprechende Messbrücke (Referenzsystem) zu errichten, deren Auflager die Mindestabstände zum Probepfahlschaft gemäß Abb. 3.13 einhalten müssen. Die Messbrücke besteht aus den beiden Auflagerkonstruktionen (z.B. Kreuzstoß aus Kanthölzern) sowie zwei Messträgern und ggf. weiteren Querträgern. Die Messbrücke und die Instrumentierung sind während der Probelastung vor Erschütterungen und vor Witterungseinflüssen (Temperaturschwankungen, Niederschlag, Frost) zu schützen. [23]

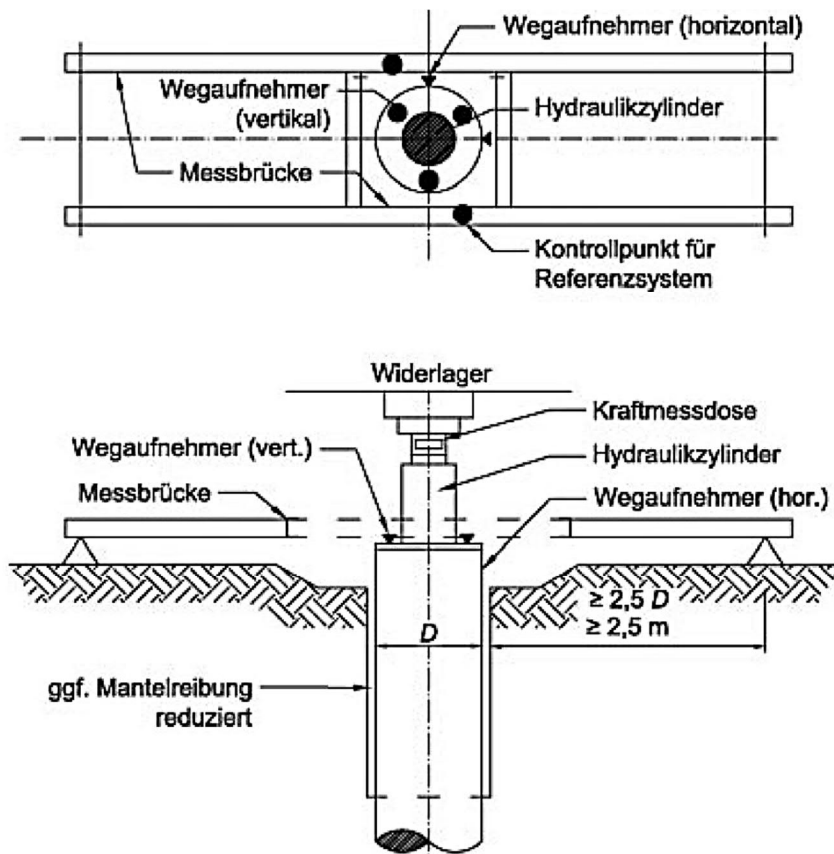


Abb. 3.13: Anordnung der Messbrücke und Pfahlkopfinstrumentierung aus [23]

In Tab. 3.6 ist der erforderliche Umfang an Instrumentierungen im Pfahlkopfbereich und deren Anforderungen zusammengefasst. Die Abtastpunkte der Wegaufnehmer sollten möglichst reibungsfrei gestaltet werden. Die kann beispielsweise durch Anbringen von Glasplättchen erfolgen. Die Wegaufnehmer sollten einen den erwarteten Setzungen angepassten Messbereich aufweisen, um allzu häufiges Umsetzen während der Probelastung zu vermeiden. [23]

Tab. 3.6: Instrumentierung am Pfahlkopf und auf der Messbrücke nach EA-Pfähle [23]

Instrumentierung	Anzahl	Zweck	Anforderung
Kraftmessdose	1	Messung der Prüflast	Kalibrierung < 12 Monate Genauigkeitsklasse I
elektronische Vertikalwegaufnehmer	2-3	Messung der Vertikalverschiebung	Anordnung: symmetrisch Genauigkeit: 0,01 mm
mechanische Feinmessuhr	1	redundante Messung der Vertikalverschiebung	Anordnung: bei elektr. WA Genauigkeit: 0,01 mm
elektronische Horizontalwegaufnehmer	2	Messung der Horizontalverschiebungen	Anordnung: orthogonal Genauigkeit: 0,01 mm
Messstellen für Präzisionsnivellement	2	Kontrollmessung der Messbrücke	Nivelliergerät außerhalb des Einflussbereichs

Pfahlinstrumentierung

Die Pfahlinstrumentierung dient im Wesentlichen zur Ermittlung des Pfahlfuß- und Pfahlmantelwiderstands und befindet sich innerhalb des Pfahlbetons.

Der Pfahlfußwiderstand kann mithilfe von hydraulischen oder elektrischen Druckmesskissen (Abb. 3.14) erfasst werden. Sie werden unterhalb der Pfahlsohlfläche im Zuge der Herstellung eingebaut. Wichtig dabei ist, dass die mit der Setzung mobilisierte Pfahlfußkraft gleichmäßig und vollständig über das Druckmesskissen hinweggeleitet wird. Moosgummieinlagen können bei der Herstellung eines ordnungsgemäßen Kraftschlusses helfen. Für die formschlüssige Auflage des Druckmesskissens wird ebenjenes schon vor der Herstellung in ein Mörtelbett (Fertigbeton) mit gekrümmter Untersicht gebettet. Der damit hergestellte Pfahlfuß wird gemeinsam mit dem Bewehrungskorb schließlich eingebaut und dabei in einer Ortbeton-Ausgleichsschicht gebettet. [23] (Moosgummi wird von *Geokon* kritisch gesehen und wurde daher beim FPUH nicht ausgeführt.)

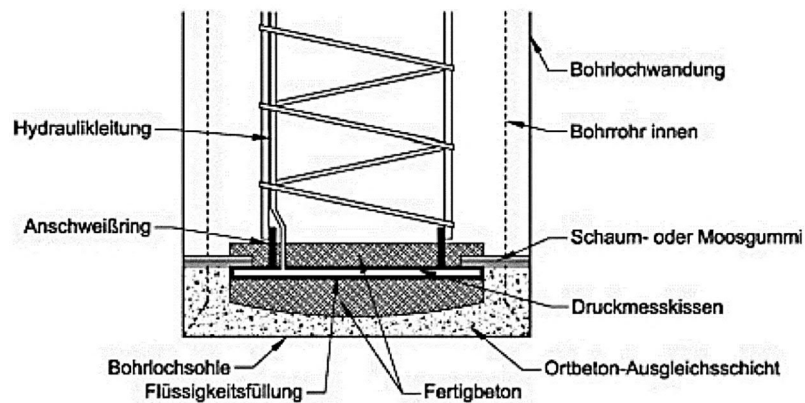


Abb. 3.14: Druckmesskissen im Pfahlfußbereich aus [23]

Nach [23] ist die Erfassung des Pfahlmantelwiderstands nur über indirektem Wege möglich. Dies erfolgt entweder

- durch Differenzbildung aus gemessener, aufgebrachtener Prüflast und gemessenem, aktiviertem Pfahlfußwiderstand (Abb. 3.15 a)) oder
- durch Erfassung der Pfahllängsdehnungen und Ermittlung der Pfahllängskraft über Hooke'sches Gesetz ($\sigma = E \cdot \epsilon$) (Abb. 3.15 b) bis d))

Zur Messung der Pfahllängsdehnungen gibt es demnach drei Möglichkeiten (Abb. 3.15): [23]

- Betondehnungsaufnehmer (Abb. 3.15 b):
Die Ermittlung der Längsdehnung erfolgt mittels elektronischer Dehnmessstreifen oder Schwingsaitenaufnehmern, von denen zwei bis drei je festgelegten Horizont am Bewehrungskorb vor dessen Einbringung montiert werden. Durch den Verbund kann somit die Betondehnung gemessen werden, womit die Längenänderungen und schließlich der Längskraftverlauf errechnet werden können.
- Extensometer (Abb. 3.15 c)):
Die Ermittlung der Längsdehnung von Abschnitten verschiedener Länge erfolgt mit mehreren Extensometern. Durch Differenzbildung erhält man die Dehnungsverteilung über die Pfahllänge, womit die Längenänderungen und schließlich der Längskraftverlauf errechnet werden können. (Alternativ kann statt mehreren Extensometern ein Kettenextensometer verwendet werden, welches allein schon die Ermittlung Längsdehnungen von festgelegten Abschnitten über die ganze Pfahllänge ermöglicht.)
- Gleitmikrometer (Abb. 3.15 d)):
Die Messung der Pfahldehnung erfolgt mit einer mobilen Sonde im Rohr mit vormontierten Fixpunkten. Für die Messungen muss das Rohr zugänglich sein.

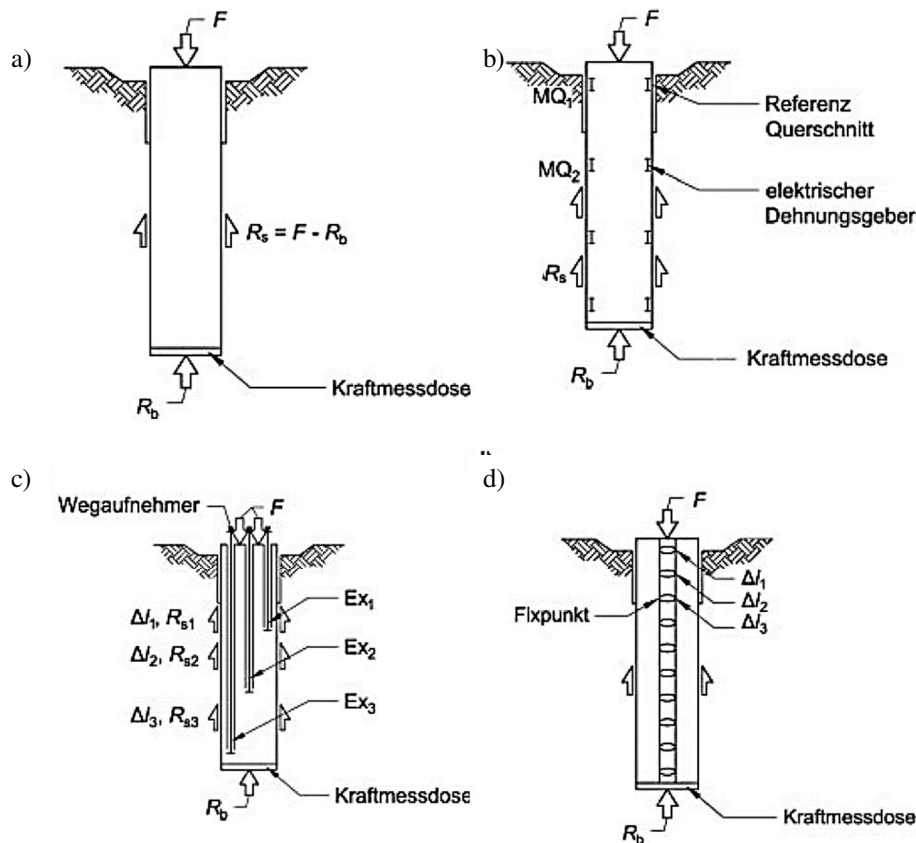


Abb. 3.15: Möglichkeiten zur Erfassung des Pfahlfußwiderstands aus [23]

Versuchsablauf

Die Probelastung sollte mind. 2 Lastzyklen umfassen (Abb. 3.16). Die Maximallaststufe des 1. Zyklus sollte auf Höhe des charakteristischen Werts der Pfahlbeanspruchung F_k (Gebrauchslast) liegen und wird in 4 Laststufen aufgebracht. Die Maximallast im letzten (hier 2.) Zyklus ist gleich der Prüflast P_p . Sie wird bis zum Wiedererreichen der Gebrauchslast in den selben Laststufen wie jene des 1. Zyklus aufgebracht - danach in 4 weiteren Laststufen. Die Mindestbeobachtungszeiten auf den Laststufen sowie die Mindestzeit der Laststufenaufbringung sind Abb. 3.16 zu entnehmen. Bei erhöhten und hohen Anforderungen (siehe oben) kommt zu den Mindestbeobachtungszeiten noch das Kriterium zum Abklingen der Verschiebungsgeschwindigkeit unter einen bestimmten Wert hinzu. Im 1. Lastzyklus muss bis zum Erreichen der Gebrauchslast die Verschiebungsgeschwindigkeit auf der jeweiligen Laststufe bis auf einen Wert von 0,1 mm in 20 mm abgeklungen sein. Auf allen weiteren Laststufen darf die Verschiebungsgeschwindigkeit maximal 0,1 mm in 5 mm betragen, ehe die nächste Laststufe aufgebracht werden kann. Bei Entlastungen gibt es nur Vorgaben hinsichtlich Mindestbeobachtungszeit. [23]

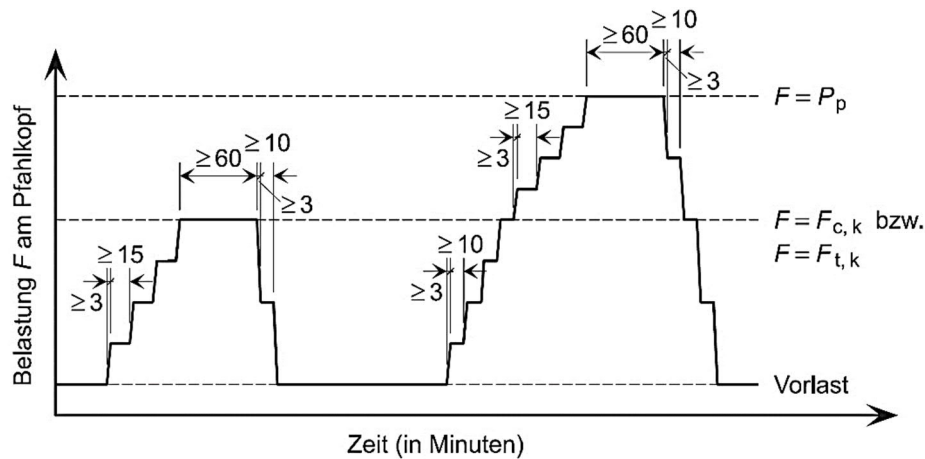


Abb. 3.16: Möglichkeiten zur Erfassung des Pfahlfußwiderstands nach [23] aus [13]

Bei grundsätzlichen Anforderungen kann die Last auf den Laststufen manuell konstant gehalten werden. Bei erhöhten und hohen Anforderungen ist eine automatische Lastkonstanthaltung nötig. [23]

Messintervalle und Aufzeichnungen

Diesbezüglich wird auf die EA-Pfähle [23] verwiesen.

Auswertung

Der erforderliche Umfang der Auswertung richtet sich nach den Anforderungen: [23]

- *grundsätzliche Anforderungen:* nur WSL bzw. WHL
- *erhöhte Anforderungen:* WSL/WHL, Zeit-Verschiebungslinie, Kriechmaßbestimmung
- *hohe Anforderungen:* WSL/WHL, Zeit-Verschiebungslinie, Kriechmaßbestimmung, Darstellung des Dehnungsverlaufs, Längskraftverlaufs und Mantelreibungsverlauf

Generell sind die Pfahlwiderstandsanteile darzustellen, sofern sie getrennt erfasst wurden. [23]

Dokumentation und Berichte

Für die erforderlichen Inhalte der Dokumentation sowie des Versuchs- und Ergebnisberichts wird auf die EA-Pfähle [23] verwiesen.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KAPITEL 4

Düsenstrahlkörper

4.1 Allgemeines und Definition

Das Düsenstrahlverfahren (DSV) ist auch unter den Namen Hochdruck-Bodenvermörtelung (HDPV), Hochdruckinjektion (HDI), sowie auch unter geschützten Bezeichnungen wie Soilcrete bzw. international unter Jet Grouting geläufig.

Gemäß der Definition nach ÖNORM EN 12716 [45] ist das Düsenstrahlverfahren ein *Vorgang, bei dem Boden oder mäßig festes Gestein in seine Bestandteile zerlegt und mit einer Bindemittelsuspension versetzt bzw. teilweise durch diese ersetzt wird. Das Auflösen des Bodengefüges wird dabei durch einen energiereichen Flüssigkeitsstrahl bewirkt, wobei die Flüssigkeit die Bindemittelsuspension sein kann. Der Mindestdruck zur Erzeugung der Strahlenergie muss mehr als 25 MPa betragen.*

Im Gegensatz zu herkömmlichen Injektionen wird beim Düsenstrahlverfahren der Boden zufolge eines Flüssigkeitsstrahls erodiert. So wird eine relativ gleichmäßige Verteilung der Suspension gewährleistet. Das Verfahren wird aufgrund seiner Vielseitigkeit häufig im Spezialtiefbau angewendet, da es sich sowohl zur Verringerung der Durchlässigkeit als auch zur Erhöhung der Festigkeit des Baugrunds eignet.

4.2 Herstellungsverfahren

4.2.1 Funktionsweise

Beim Düsenstrahlverfahren wird mit Hilfe eines energiereichen Flüssigkeitsstrahls aus Wasser oder Zementsuspension der anstehende Boden im Bereich eines Bohrlochs aufgeschnitten. Dieser erodierte Boden wird umgelagert und mit Zementsuspension vermischt. Dies geschieht, indem die Flüssigkeit mit einem Druck von 300 bis 600 bar durch eine Düse gepresst wird, wobei der dabei entstehende Strahl sehr hohe Geschwindigkeiten von mindestens 100 m/s erreicht. Es kann eine „optimale“ Wirkung der kinetischen Energie des Strahls bezüglich der Reichweite und Erosionskraft im anstehenden Boden erreicht werden. Durch Rotation und gleichzeitiges Ziehen des Düsengestänges aus dem Bohrloch kann ein säulenartiger Bodenkörper hergestellt werden. Überschüssiges Boden-Suspensionsgemisch, auch bezeichnet als „Rückfluss“ oder „Rücklauf“ tritt dabei über den Ringraum des Bohrgestänges aus und muss entweder weiterer Verwendung zugeführt oder entsorgt werden. Wird eine Zementsuspension als Erosionsflüssigkeit verwendet, so entsteht je nach Drehung ein zylindrischer oder wandartiger verfestigter Bodenkörper. Nach Erhärtung des Boden-Zement-Gemisches wird eine Baugrundverfestigung und somit eine Erhöhung der Tragfähigkeit erzielt. [1] [21]

Die Bohrgeräte können eine Aufrüsthöhe von etwa 2,0 m im inneren von Bauwerken bis hin zu ca. 35, 0 m im Freien aufweisen und in der Regel bis zu 30 m in einem Arbeitsgang abteufen und direkt

ohne Gestängewechsel mit dem Düsvorgang beginnen. Dabei werden spezielle Bohrgestänge verwendet, welche bis zu drei Medien (Wasser, Luft Suspension) voneinander getrennt und mit unterschiedlichen Drücken und Mengenverhältnissen in den Untergrund fördern können. Dabei werden Menge, Druck und Zusammensetzung der Stoffe sowie die Drehbewegung des Gestänges in Echtzeit aufgezeichnet. Kontinuierliche Kontrolle und Dokumentation sind erforderlich, um ausreichende Festigkeit und Dichtheit zu erzielen. [16]

Eine typische Gerätezusammenstellung für das Düsenstrahlverfahren besteht dabei aus Bohrgerät, Mischanlage, einschließlich Behälter und Silos für die verwendeten Stoffe, Hochdruckpumpe, Kompressor, Bohrgestänge und Düsenträger, Mess- und Steuereinheit sowie Gerätschaften zu Schlammbehandlung und -verringering, siehe Abb. 4.1. [16]

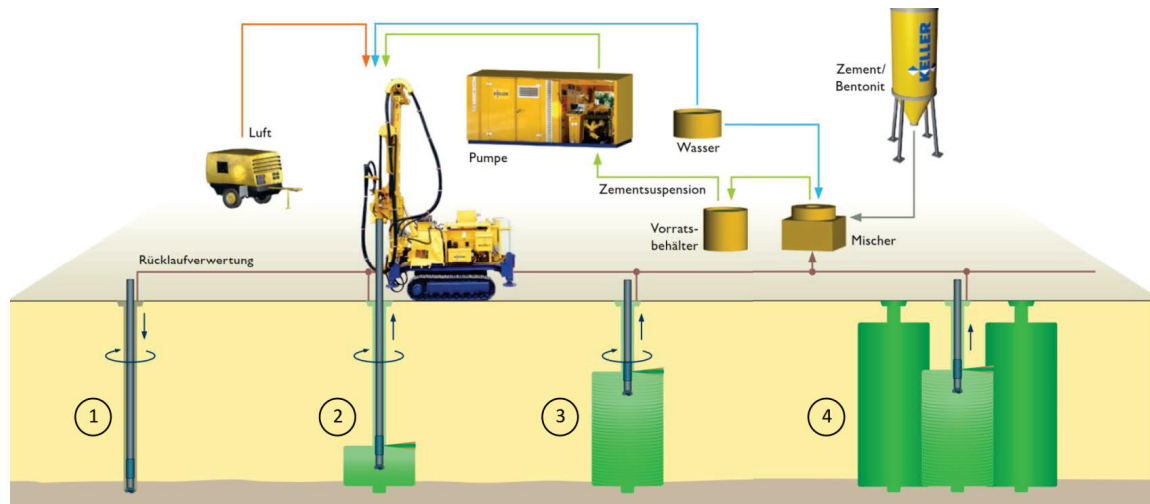


Abb. 4.1: Arbeitsabläufe beim Düsenstrahlverfahren aus [21]

4.2.2 Verschiedene Verfahren

Die Herstellung von Düsenstrahlkörpern kann je nach Bodenverhältnissen sowie geometrischer Zielsetzung verschiedene Anforderungen an das Herstellungsverfahren stellen. Die Herstellverfahren unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der verwendeten Medien sowie der Austrittsöffnungen an der Düse. [1]

4.2.2.1 1-Phasensystem

Das Einphasenverfahren ist das einfachste und zugleich älteste Verfahren. Das Abteufen der Bohrkronen und des Düsgestänges wird durch eine Bindemittelsuspension unterstützt. Diese Suspension dient einerseits der Stützung des Bohrlochs und der Freihaltung des Ringraums um das Bohrgestänge und andererseits wird so das gelöste Bohrgut an die Oberfläche gefördert. Bei Erreichen der planmäßigen Tiefe wird der Düsenstrahlvorgang eingeleitet. Der Untergrund wird dabei mit einem Zementsuspensionsstrahl mit rund 300 – 600 bar aufgeschnitten. Das Verfahren eignet sich für kleine und mittlere Durchmesser in leicht erodierbaren Böden, wie z.B. Sanden oder Kiesen. [1]

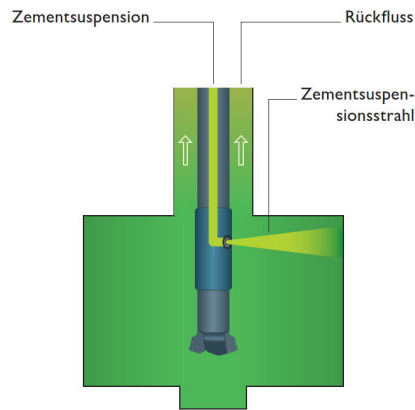


Abb. 4.2: Schema Einphasenverfahren aus [21]

4.2.2.2 2-Phasensystem

Beim 2-Phasensystem wird zwischen einer Kombination der Komponenten Suspension und Luft oder Suspension und Wasser unterschieden. Die Herstellung erfolgt im selben Prinzip wie beim 1-Phasensystem, jedoch werden adaptierte Düsvorrichtungen angewendet. [1]

Suspension und Luft

Eine wesentliche Weiterentwicklung des Verfahrens wurde durch die Erkenntnis erzielt, dass durch eine Ummantelung des Flüssigkeitsstrahls mit einem Druckluftstrahl, die Erosionswirkung, insbesondere unterhalb des Grundwasserspiegels, wesentlich gesteigert werden kann. Der Luftstrahl muss dabei sehr hohe Geschwindigkeiten von 100 – 170 m/s aufweisen.

Der Suspensionschneidstrahl wird durch den hydrostatischen Druck behindert. Mithilfe der Luftummantelung des Strahls wird ein Teil der Auflast auf den Schneidstrahl weggenommen. So können im Vergleich zum 1-Phasenverfahren um 30-50% größere Reichweiten erzielt werden. Dieses Verfahren wird für Lamellenwände, Unterfangungen und Dichtsohlen eingesetzt. [5] [16]

Suspension und Wasser

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die Erosionswirkung durch den Wasserstrahl und gleichzeitig die Verfestigung durch einen getrennten Suspensionsstrahl erzielt wird, siehe Abb. 4.3b. Der Suspensionsstrahl weist dabei einen geringeren Druck auf. Zwar lassen sich so geringere Reichweiten erzielen, dafür ist aber die Durchmischung wesentlich besser. Dieses Verfahren eignet sich vor allem für weiche, bindige Böden. [1] [16]

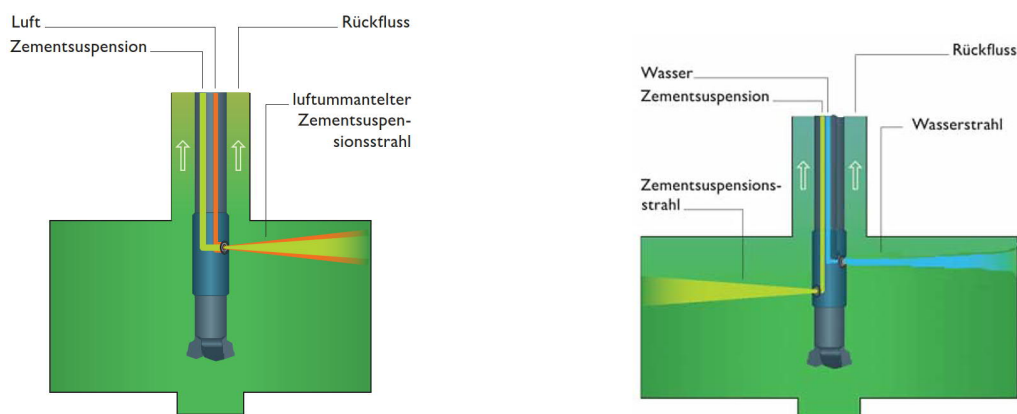


Abb. 4.3: Schema Zweiphasenverfahren: a) Kombination Suspension und Luft aus [21] b) Kombination Suspension und Wasser aus [1]

4.2.2.3 3-Phasensystem

Beim 3-Phasensystem werden Suspension, Wasser und Luft kombiniert. Ein energiereicher, mit Luft ummantelter Wasserstrahl erodiert den Boden mit einer Austrittsgeschwindigkeit von mindestens 100 m/s. Über eine zusätzliche Düse wird die Zementsuspension zeitgleich zugegeben. Dieses Verfahren wird besonders bei hohen Anforderungen an die Durchmischung bzw. die Qualität und den Säulendurchmesser, wie das z.B. bei Unterfangungen und Dichtsohlen oder -wänden der Fall ist, eingesetzt und eignet sich vor allem zur Anwendung bei bindigen Böden. [1] [21]

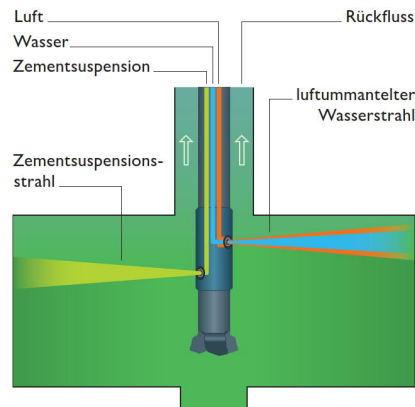


Abb. 4.4: Schema Dreiphasenverfahren aus [21]

4.2.3 Anwendungsbereich

Die zwei wesentlichen Bereiche der Anwendung des Düsenstrahlverfahrens sind die Verfestigung und Abdichtung des Baugrundes. Aufgrund der geometrischen Flexibilität des Verfahrens sind Körper in fast jeder Ausführung realisierbar. Die geometrischen Grundformen von Säulen und Lamellen, welche durch entsprechendes Ziehen und Drehen des Gestänges hergestellt werden können, sind in Abb. 4.5a zu sehen. Durch beliebige Aneinanderreihung der Grundkörper, welche auch ineinander übergehend angeordnet werden können, ist nahezu jede Körperform herstellbar. [1] [21]

Bei Aufgaben der Bodenverfestigung stehen Bauwerksunterfangungen, wie in Abb. 4.5c zu sehen, Abb. 2.1 an erster Stelle. Diese können verformungsarm und selbst bei beengten Platzverhältnissen sicher hergestellt werden. Weiters sind Gründungssanierungen oder -änderungen, vor allem bei historischen Bauten oder Umbauten von Gebäuden, sowie auch Tiefgründungen bei Neubauten von großer Bedeutung. Auch beim Tunnelbau im Lockergestein kann das Düsenstrahlverfahren zur vorseilenden Vortriebssicherung sowie zur Herstellung von Tunnelsohlen eingesetzt werden. [21]

Bei Aufgaben der Bodenabdichtung ist vor allem der Einsatz von Säulen- oder Lamellenwänden als Baugrubenumschließung in Kombination mit einer wasserhemmenden Düsenstrahldichtsohle von großem Interesse. Die Ausbildung der Dichtsohle kann bei schmalen Baugruben gewölbeförmig erfolgen. So kann durch die Nutzung des Stützgewölbes gegen den Wasserdruck auf eine größere Tiefenlage bzw. Verankerung der Sohle verzichtet werden. Ein weiteres großes Einsatzgebiet ist die Zwickel- bzw. Fugenabdichtung zwischen Bohrpfählen und Spundwänden. [21]

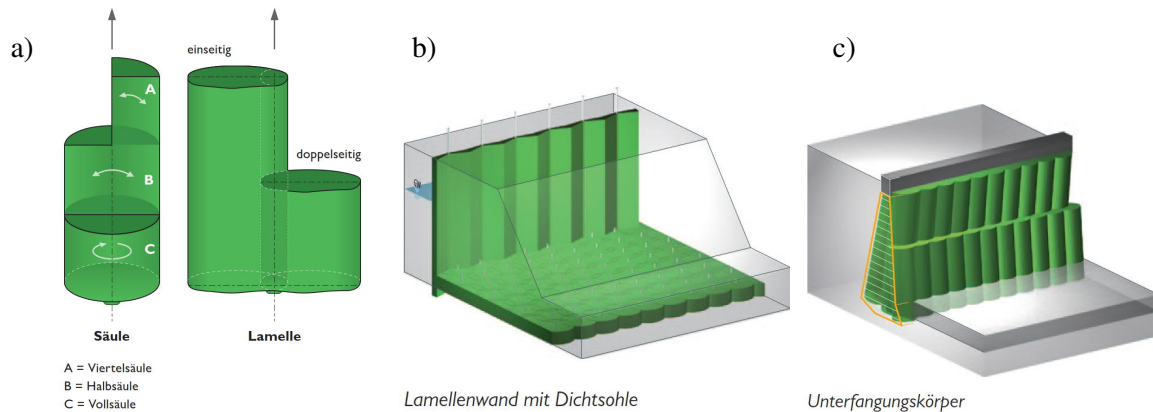


Abb. 4.5: a) Grundformen des Düsenstrahlverfahrens und zusammengesetzte Düsenstrahlkörper als b) Lamellenwand mit Dichtsohle oder c) Unterfangungskörper [21]

4.2.4 Herstellparameter und Anwendungsgrenzen

Mit dem Düsenstrahlverfahren kann im Vergleich zu anderen Bodenverfestigungsverfahren in Hinblick auf statische Funktion und Abdichtung in nahezu allen Bodenarten, von Lockergestein bis hin zum Ton, ein gutes Ergebnis erzielt werden. [21]

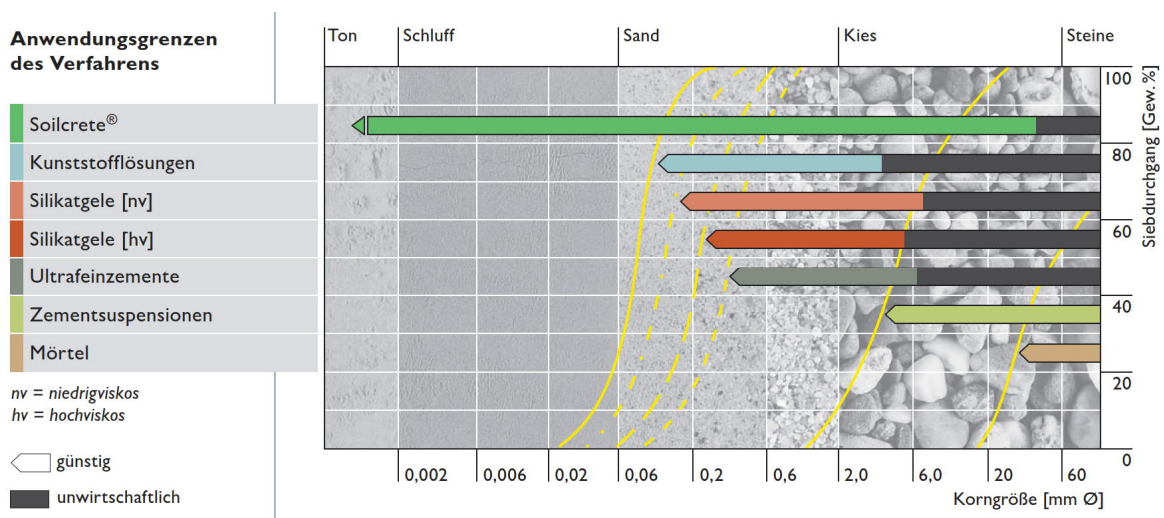


Abb. 4.6: Anwendungsgrenzen Baugrundverfestigungsverfahren aus [21]

Die erreichte Festigkeit des Düsenstrahlkörpers hängt in erster Linie vom Bindemittelgehalt und den Eigenschaften des anstehenden Bodens sowie auch von den Ausführungsparametern ab. Die Abdichtungswirkung der DSV-Körper gegen Wasserzutritt kann je nach Art des anstehenden Bodens mit geeigneten Suspensionsrezepturen sowie durch Zugabe von Betonit erreicht werden.

Wesentlichen Einfluss haben [16]:

- Eigenschaften des Baugrunds, wie Kornverteilung, Lagerungsdichte, Scherfestigkeit
- physikalische Eigenschaften des Düsenstrahls
- Druck und Menge der eingesetzten Flüssigkeiten (einschließlich der verwendeten Luft)
- Eigenschaften der Bindemittelsuspension, wie Zementgehalt und -Art
- Dreh- und Ziehgeschwindigkeit des Düsträgers, sowie gewähltes Verfahren

Die erzielbaren einaxialen Druckfestigkeiten reichen von $<5 \text{ N/mm}^2$ in bindigen Böden (Schluffe, Tone) bis hin zu betonähnlichen Festigkeiten von bis zu $25\text{-}30 \text{ N/mm}^2$ in nichtbindigen Böden (Sande, Kiese). [1]

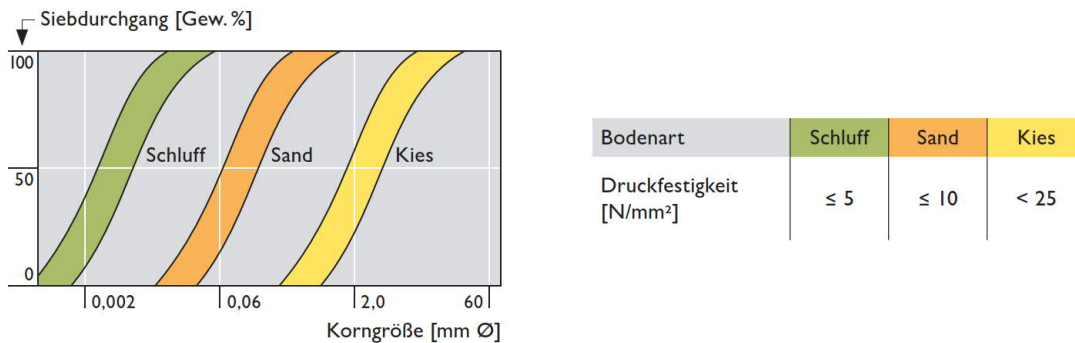


Abb. 4.7: Druckfestigkeit in Abhängigkeit der Bodenart aus [21]

4.3 Qualitätssicherung beim Düsenstrahlverfahren

Im Gegensatz zu anderen Spezialtiefbauverfahren wird beim Düsenstrahlverfahren (DSV) der Querschnitt nicht mit einem mechanischen Werkzeug durchfahren, weswegen die Absicherung der erreichten Durchmesser zur Vermeidung von Fehlstellen ein wichtiges Thema ist. Es ist Stand der Technik, zunächst eine Probesäule herzustellen und freizulegen und im Anschluss die Düsenstrahlarbeiten (dieselben Düsenparameter wie jene der Probesäule) kontinuierlich zu überwachen und aufzuzeichnen. Dies ist auch in ÖNORM EN 12716 [44] geregelt. Die Hauptpunkte, die es zu berücksichtigen gilt, sind die Säulenposition, der Säulendurchmesser und die Säuleneigenschaften. [4]

4.3.1 Monitoring der Herstellparameter

Die Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche und planmäßige Ausführung des DSV ist das Herstellen der Düsenstrahlkörper in der richtigen Tiefe mit den vorgesehenen Herstellparametern. Die Kontrolle von Druck, Durchfluss (Wasser, Suspension, Luft), Bohrandruck, Zieh- und Drehgeschwindigkeit erfolgt mittels kontinuierlicher Datenerfassung direkt am Bohrgerät. Die gemessenen Daten werden dem Bohrgeräteführer und dem Pumpenfahrer direkt per Display angezeigt. [9]

Die Daten können zur leichteren Interpretation auch visualisiert werden. Sie können Hinweise auf Auffälligkeiten beim Herstellungsprozess geben. Sie reichen jedoch nicht als alleinige Beurteilung des erzielten Ergebnisses. [9]

Die Säulenposition an der Oberfläche sowie die Bohrabweichung, welche lt. ÖNORM EN 12716 [44] bis zu 2% der Bohrtiefe bei Tiefen bis 20 m angegeben ist, sind mittels Inklinometermessung zu kontrollieren und aufzuzeichnen. Im Regelfall können jedoch Abweichungen von 1/100 unterschritten werden, wenn keine Hindernisse im Boden angetroffen werden. Bei Abweichungen in größerem Maße können Nachbarsäulen angebohrt werden. Sind diese schon (teil-)erhärtet, kann sich der Düsenstrahl nicht mehr im vollen Durchmesser der Säule ausbreiten und ein Teil der Säule fehlt. Dies wird als „Verschattung“ bezeichnet. [4]

Es sind auch die Eigenschaften der Düsenstrahlkörper durch Probenahme aus dem frischen Säulenmaterial sowie durch Kernproben zu überprüfen. [4]

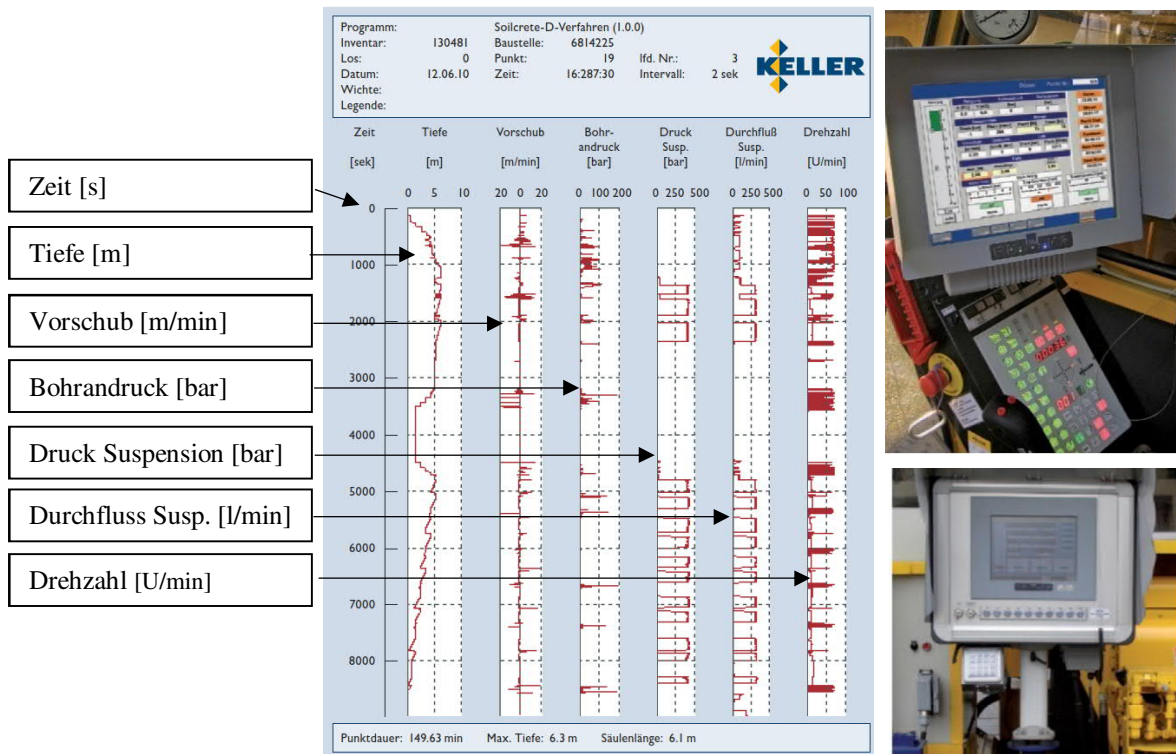


Abb. 4.8: Daten-Monitoring Herstellungsparameter aus [21]

4.3.2 Systeme zur Durchmesserüberprüfung

Bei der Herstellung von Düsenstrahlsäulen ist zur Qualitätssicherung neben der Steuerung der erforderlichen Festigkeiten auch die Bestimmung des Säulendurchmessers wichtig.

4.3.2.1 Freilegen der Düsenstrahlkörper

Das Freilegen und Aufmessen der Düsenstrahlkörper (DS-Körper) ist die zuverlässigste Methode der Durchmesserbestimmung. Es sollten grundsätzlich vorrangig direkte Methoden eingesetzt werden. [10]

Meist werden Probesäulen an repräsentativen Stellen im Hinblick auf die Baugrundverhältnisse hergestellt. Diese werden nach einer Erhärtungszeit von mindestens zwei Tagen freigelegt. Diese Methode ist auch in ÖNORM EN 12716 [44] vorgesehen. Der Vorteil dieser Methode ist die direkte und visuelle Überprüfbarkeit der Abmessungen, Homogenität usw. Ein großer Nachteil hierbei sind jedoch die beträchtlichen zeitlichen Aufwendungen für einen lediglich punktuellen Aufschluss und die begrenzte, technisch und wirtschaftlich realisierbare Tiefe bei der Freilegung. [11] [23]

4.3.2.2 Durchmesserbestimmung mittels mechanischer Verfahren

Tastsonde, Tastschirm

Ein hydraulischer Messschirm, welcher in Tiefen bis 30 m eingesetzt werden kann, dient der Durchmesserbestimmung sowohl während als auch nach der Herstellung. Je nach zu messendem Durchmesser wird ein Messschirm mit sich lediglich v-förmig öffnenden Grundarmen oder aufsetzbaren Kolben verwendet. Dieses Verfahren kann für Durchmesser bis zu 4 m eingesetzt werden. [9]

Der kalibrierte Messschirm wird sofort nach Beendigung des Düsenvorgangs in die Suspension der Säule eingebracht. Ist der Schirm in der zu messenden Tiefe angekommen, kann die Messung durchgeführt werden. Es können nacheinander verschiedene Tiefen gemessen werden. Die Ergebnisse der

Messungen werden nach Ausbau des Schirms und Nachkalibrierung ermittelt, und können sofort in den Herstellungsprozess der nachfolgenden Säulen einfließen. [9]

Der Messschirm besteht aus einem geschlossenen Messsystem aus Messschirm und Druckwaage, welche mit einem mit Flüssigkeit befüllten Hochdruckschlauch verbunden sind. Mittels eines Handrades an der Druckwaage können die Kolben hydraulisch ausgefahren werden. Die Kolben können sich in der frischen Suspension mit relativ geringem Widerstand ausbreiten. Der Druck im Messsystem wird dabei an einem Manometer überprüft. Treffen die Arme oder Kolben auf den anstehenden, gewachsenen Boden, erhöht sich der Widerstand beim Öffnen und somit Druck im System. Vor und nach der Messung muss der Messschirm kalibriert werden, wobei der Skalenwert, Druck und der Durchmesser der geöffneten Arme dokumentiert wird. [9]

Der Durchmesser wird durch Vergleich von Messung und Kalibrierung graphisch ermittelt. Die Messarme dringen je nach Bodenart verschieden tief in den anstehenden Boden ein, daher sind Probemessungen erforderlich. Die Auswertung kann daher nur von erfahrenem Personal durchgeführt werden [9]. Dieses Verfahren hat sich jedoch in der Praxis nicht bewährt.

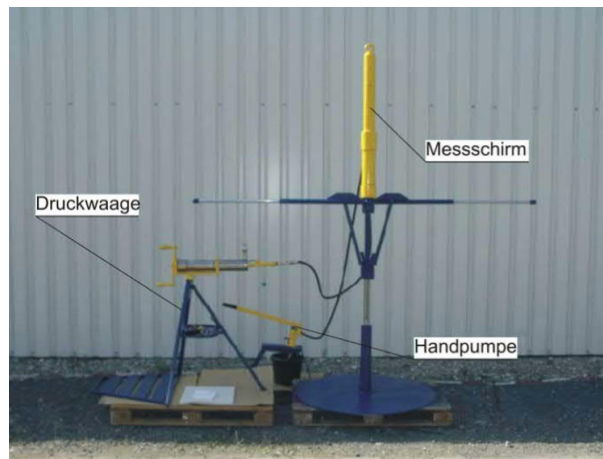


Abb. 4.9: Messschirm - Druckwaage aus [9]

Tastbohrungen

Mittels vertikaler, horizontaler oder schräger Tastbohrungen können die Abmessungen des verfestigten Bodenkörpers überprüft werden. Die Tastbohrungen können dabei einfach und rasch mit dem Düsengestänge durchgeführt werden. Störungen des durchbohrten Körpers können durch das geförderte Bohrgut erkannt werden. Ein Nachteil hierbei ist, dass die Bohrungen erst nach Erhärten des Körpers durchgeführt werden können. Ebenso können Störungen des Düsenstrahlkörpers in Bezug auf Dichtigkeit und Homogenität die Folge sein. [23]

4.3.2.3 Thermische Reichweitenermittlung

Das Verfahren der thermischen Reichweitenermittlung wurde an der TU Wien entwickelt und ist auch unter dem Namen Tempjet [11] geläufig. Das thermische Berechnungsmodell basiert auf der numerischen Simulation der Wärmeentwicklung in der hydrierenden Säule und des Abfließens der Wärme in den umgebenden Boden. Die Eingangsparameter für die Berechnung sind die Eigenschaften des verwendeten Bindemittels, die thermischen Eigenschaften der DSV-Suspension sowie die bodenphysikalischen und thermischen Eigenschaften des anstehenden Bodens. Die auf der Baustelle gemessenen Werte werden mit den numerisch berechneten Temperaturentwicklungen im Zentrum der Säule verglichen. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf den Durchmesser und Zementgehalt der Säule ziehen. [11]

Der gemessene Temperaturverlauf zeigt eine Erwärmung der Säule zu Beginn, welche auf eine exotherme Abbindereaktion der Zementhydratation zurückzuführen ist. Nach etwa 10 bis 60 Stunden wird der Höhepunkt der Wärmeentwicklung erreicht, ehe der weitere Verlauf der Temperatur in der Abkühlphase vor allem von den Eigenschaften des anstehenden Bodens und den Säulenabmessungen bestimmt ist. [11]

Mittels numerischer Parameterstudien erkennt man, dass der Zementgehalt der DSV-Säule hauptsächlich den Anstieg der Temperatur zu Beginn der Hydratationsphase beeinflusst (Abb. 4.10a), während eine Zunahme des Durchmessers ein späteres Auftreten der Maximaltemperatur sowie eine langsamere Abkühlung aufweist (Abb. 4.10b). Aufgrund des signifikanten Unterschiedes können durch Vergleich von in-situ Temperaturmessungen mit den numerischen Berechnungsergebnissen Rückschlüsse auf Zementgehalt und Säulendurchmesser geschlossen werden. Jedoch ist die Qualität der Ergebnisse des Verfahrens stark von den Eingangsparametern, also der Beschreibung der Zementhydratation sowie den zugrunde gelegten thermischen Eigenschaften des anstehenden Bodens und der Zementsuspension, abhängig. [11]

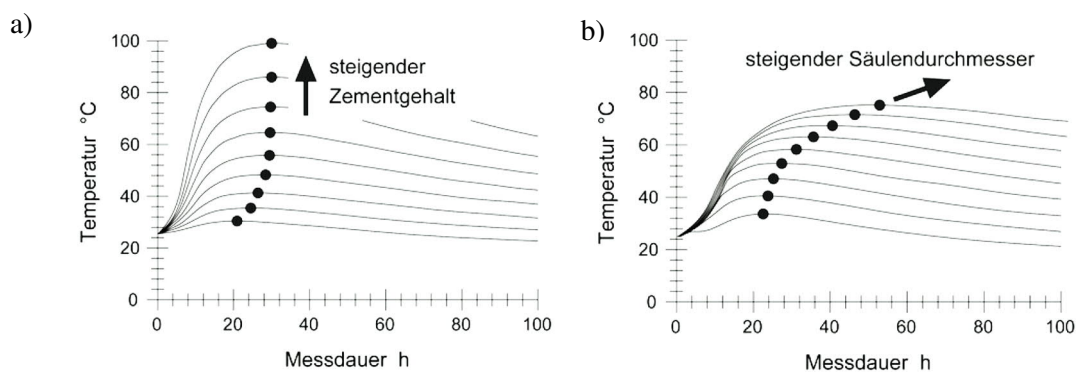


Abb. 4.10: Numerische Parameterstudie zum Temperaturverlauf bei Änderung von a) Zementgehalt und b) Säulendurchmesser aus [11]

Die Messeinrichtung für das Verfahren besteht aus einer Temperatursonde und einem Datenlogger. Die Temperaturfühler werden unmittelbar nach der Herstellung im Zentrum der Säule mithilfe eines Bohrgestänges eingebracht. Die Messung erfolgt kontinuierlich. Erst nach Überschreiten der Maximaltemperatur kann das Berechnungsverfahren angewendet werden. [11]

Werden Bindemittel mit geringer Wärmeentwicklung beim Hydratationsvorgang verwendet, wie zum Beispiel bei einem Hüttensand- oder Steinmehlanteil > 80 %, kann kein eindeutiger Temperaturanstieg für die Simulation abgeleitet werden und somit ist eine Simulation nicht möglich. Auch fließendes Grundwasser oder hydrierende Nachbarsäulen wirken sich negativ auf die Genauigkeit des thermischen Berechnungsmodells aus, da ein gleichmäßiger rotationssymmetrischer Wärmeabfluss nicht mehr gegeben ist. [11]

4.3.2.4 Akustische Reichweitenmessung

Die akustische Reichweitenmessung ist ein indirektes Verfahren zur Durchmesserüberprüfung während der Herstellung und kommt speziell dann zum Einsatz, wenn wechselnde Bodenschichten eine ständige Anpassung der Herstellungsparameter erfordern. [22]

Beim Verfahren der Fa. Keller Grundbau GmbH, dem Acoustic Column Inspector (ACI), werden Pegelstangen (Nr. 1 und 2 in Abb. 4.11) in bestimmten Abständen rund um den erwarteten Säulendurchmesser abgeteuf. In den Pegeln werden Piezosensoren installiert, mit welchen die Schwingungen beim Anstrahlen des Düsenstrahls an das Pegelrohr gemessen werden können. Somit ist die

Reichweite akustisch feststellbar. Die Messungen werden mittels eines Echtzeit-Monitorings überwacht, somit können notwendig Anpassungen der Herstellparameter schon während der Herstellung vorgenommen werden. [9]

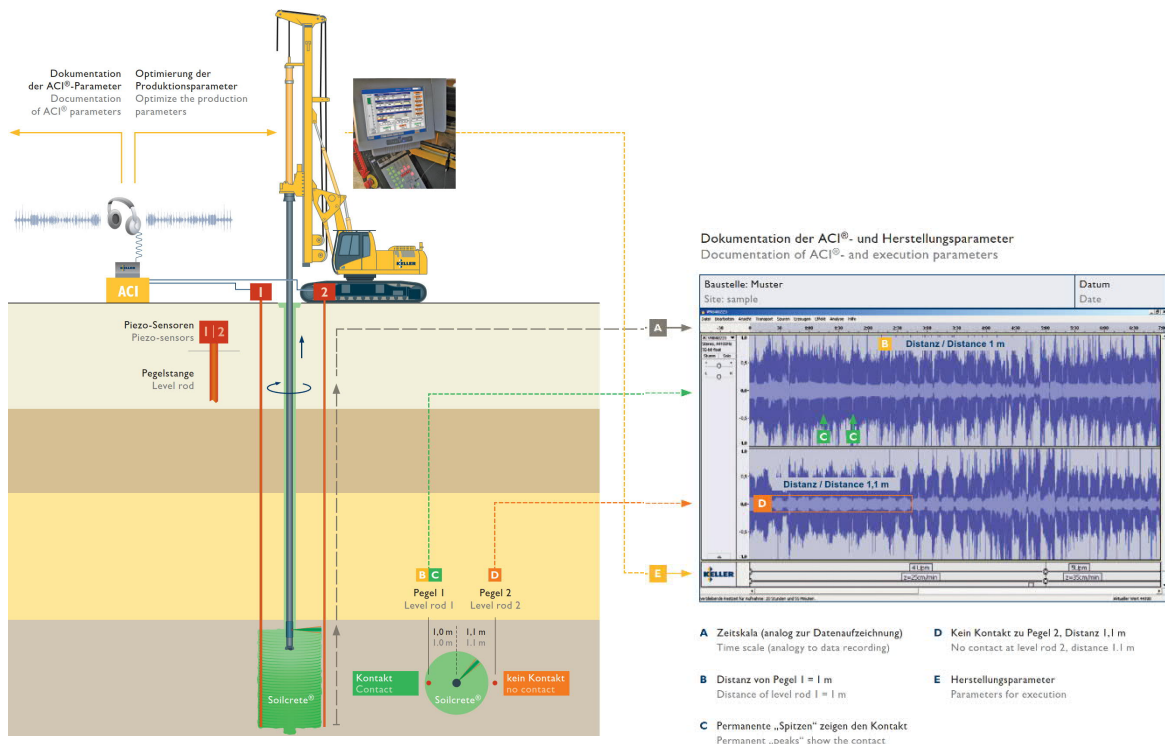


Abb. 4.11: Versuchsaufbau und Monitoring zur Durchmesserbestimmung mittels ACI (Acoustic Column Inspector) aus [22]

Ein weiteres Verfahren zur akustischen Reichweitenmessung ist das Hydrophonverfahren, das von der Fa. Bilfinger Spezialtiefbau GmbH, welche nun Teil der Fa. Implenia AG ist, entwickelt wurde. Es funktioniert nach ähnlichem Prinzip.

4.3.3 Kontrolle des Rückflusses

Nach ÖNORM EN 12716 [44] muss eine unerwartete Verringerung des Rückflusses unverzüglich untersucht und beseitigt werden. Sie kann auf eine Verstopfung des Ringraumes im Bohrloch hindeuten. [10]

Die Folge einer solchen Verstopfung des Ringraumes ist die rasche Entstehung von Staudruck in der frisch hergestellten Säule. Dieser kann hydraulische Rissbildungen bewirken, also Beschädigung angrenzender Bauwerke sowie Gelände- und Bauwerkshebungen. Außerdem wird die Wirkung des Schneidstrahls beeinträchtigt. Die Ringraumverstopfung muss daher sofort mittels Ziehens und Wiedereinfahrens des Düsträgers ausgewaschen werden und gegebenenfalls müssen Herstellparameter und Suspensionsrezeptur angepasst werden. [10]

Allerdings kann die Verminderung des Rückflusses auch durch ein Abfließen der Suspension aus dem Säulenbereich bedingt sein. Grund dafür können baugrundbedingte Erscheinungen oder stark durchlässige Bodenschichten sein. Erst nach Feststellung und gegebenenfalls Behebung der Ursache darf der Düsvorgang fortgesetzt werden. [10]

Die Rückfluss-Analyse kann auch als indirekte Methode zur Durchmesserbestimmung herangezogen werden. Grundlage hierbei ist die genaue Kenntnis der Boden-, Bindemittel- und Düsenparameter, um

mit Hilfe einer Massenbilanzierung die Anteile von Boden, Bindemittel und Wasser in der Säule zu ermitteln. [23]

4.3.4 Probenahme zur Bestimmung der Materialkenngrößen

Es können verschiedene Anforderungen an den Düsenstrahlkörper gestellt werden. Dazu ist es erforderlich, die Materialkenngrößen und planungsspezifischen Anforderungen in situ oder im Labor zu bestimmen. Diese Kennwerte können unter anderem einaxiale Druckfestigkeit, Bruchstauchung, Verformungsmodul, Durchlässigkeitsbeiwert, Erosionsstabilität und chemische Widerstandsfähigkeit sein. [23]

Für die Bestimmung der Materialgrößen im Labor können die Probekörper folgendermaßen gewonnen werden:

- Kernbohrungen
- Einfach- und Doppellinerrohre
- Frischmörtelentnahme
- Rückflussproben

4.4 Tragverhalten und Durchlässigkeit von Düsenstrahlkörpern

Festigkeit und Verformungseigenschaften

Die Festigkeit des Düsenstrahlkörpers hängt von den Düsenstrahlparametern, der Art und Heterogenität des Bodens sowie vom gewählten System der Herstellung ab. Die Bestimmung der charakteristischen Druckfestigkeit des Düsenstrahlkörpers ist in Kapitel 4.6.1 näher beschrieben. Der temporär flüssige Zustand von Düsenstrahlkörpern vor dem Abbinden der Suspension ist vor allem bei Unterfangungen von bestehenden Fundamenten zu beachten, da die Festigkeit des Bodens kurzzeitig herabgesetzt werden kann. [44] [45]

Das Tragverhalten von pfahlähnlichen Körpern, wie es Düsenstrahlsäulen sind, ist in gleicher Weise wie das von unbewehrten Bohrpfählen zu beschreiben. Deshalb wird hier auf das Kapitel 3.2 verwiesen.

Durchlässigkeit

Werden Düsenstrahldichtsohle oder -wände hergestellt, so ist die erreichte Durchlässigkeit des verfestigten Bodenkörpers zu überprüfen. Dies kann einerseits mittels Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts im Labor erfolgen. Hierfür können Probenahmen mittels Liner, Bohrkern oder durch Herstellung eines Probekörpers aus entnommenem Frischmörtel erfolgen. Die Beurteilung der Systemdurchlässigkeit ist mit gesonderten Feldversuchen zu überprüfen. [23]

Erosionsbeständigkeit

Die Erosionsbeständigkeit ist in der Regel durch Erreichen einer Mindestdruckfestigkeit von 0,3 N/mm² gegeben. Es kann alternativ eine Prüfung der Erosionsbeständigkeit mittels Pinhole Test erfolgen. Jedoch ist bei der Interpretation des Ergebnisses darauf zu achten, dass der Pinhole Test ursprünglich zur Prüfung von Schmalwänden entwickelt worden ist. Die DSV-Körper weisen jedoch in der Regel größere Wandstärken auf, wodurch die Gefahr von Erosionsschäden deutlich geringer ist. Sind Grobanteile im Prüfkörper vorhanden, so kann es zum Freispülen einzelner Körner und zu

einer turbulenten Durchströmung kommen. Dies kann zu Missinterpretationen des Pinhole Test führen, da dies nicht den Voraussetzungen entspricht. [23]

4.5 Normen und Richtlinien

Für die Ausführung und Bemessung von Düsenstrahlkörpern sind folgende Normen und Richtlinien relevant:

Tab. 5.1: Relevante Normen und Richtlinien für Düsenstrahlkörper:

Norm/Richtlinie	Bezeichnung
ÖNORM EN 1997-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln [35]
ÖNORM B 1997-1-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1-1: Allgemeine Regeln [29]
ÖNORM B 1997-1-3	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1-3: Pfahlgründungen [30]
ÖNORM EN 12716:2001	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Düsenstrahlverfahren [44]
ÖNORM prEN 12716:2017	Entwurf: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Düsenstrahlverfahren [45]
ÖNORM EN 1992-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau [34]
DIN 4093	Bemessung von verfestigten Bodenkörpern – Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektionsverfahren [26]
EA-Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ [23]
ÖBV-Merkblatt	Merkblatt Qualitätssicherung für Bodenvermörtelung und Bodeninjektion im Spezialtiefbau [23]
ÖNORM B 4415	Geotechnik - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit unter Einbeziehung der VORNORM ÖNORM CEN ISO/TS 17892-7 [31] (zurückgezogen)
ÖNORM EN ISO 17892-7	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 7: Einaxialer Druckversuch (ISO 17892-7:2017) [48]

4.6 Bemessung

4.6.1 Bestimmung der Materialfestigkeiten für die Bemessung

Gemäß dem ÖBV-Merkblatt – Qualitätssicherung für Bodenvermörtelung und Bodeninjektion im Spezialtiefbau [23] hat die einaxiale Druckfestigkeitsprüfung des Düsenstrahlkörpers nach ÖNORM B 4415 [31] (wurde zurückgezogen und durch ÖNORM EN ISO 17892-7 [48] ersetzt) für Bodenproben zu erfolgen. Die Druckprüfung erfolgt für Bodenproben weggesteuert, wodurch erfahrungsgemäß geringere Druckfestigkeiten erzielt werden. Werden hierbei Druckfestigkeiten größer 5 N/mm², können die weiteren Versuche in Übereinstimmung mit ÖNORM EN 12390-3 [41] für Betonprüfkörper durchgeführt werden. Die Druckfestigkeitsprüfung erfolgt für Betonkörper lastgesteuert. Es können hiermit größere Festigkeiten erzielt werden.

In der ÖNORM prEN 12716 [45], welche die ÖNORM EN 12716 2001 [44] ersetzen wird, sind spezifischere Regelungen zur Bestimmung der charakteristischen Materialfestigkeit im Rahmen der Aufsicht, Prüfung und Überwachung durch Prüfung von Proben festgelegt. Die Entnahme der Proben aus den Düsenstrahlkörpern selbst erfolgt entweder durch Kernbohrung, Frischprobenahme oder durch Probenahme aus dem Rückfluss. [45]

Die charakteristische Materialfestigkeit für Düsenstrahlelemente wird als einaxiale Druckfestigkeit in Übereinstimmung mit ÖNORM prEN 12716, Anhang A [45] bestimmt. Die Proben sollen an Stellen entnommen werden, an denen eine repräsentative Materialfestigkeit erwartet werden kann. [45]

Die Abmessungen der Proben sollen einem Zylinder mit einem Verhältnis von Höhe zu Durchmesser $h:d = 2$ entsprechen, wobei der Durchmesser der Probe $d \geq 80$ mm, mindestens jedoch den 3- bis 6-fachen des Durchmessers der größten enthaltenen Korngröße aufweisen soll. Weisen die Probekörper eine zylindrische oder prismatische Form mit $h:d = 1$ auf, so muss eine Abminderung der Ergebnisse mit dem Faktor 0,8 vorgenommen werden. Zwischen den Werten $h:d = 1$ bis $h:d = 2$ darf linear interpoliert werden. [45]

Die Qualität der Proben muss nach ÖNORM prEN 12716, Anhang B [45], beurteilt werden. Die Einteilung erfolgt in Güteklassen von A bis D, wobei bei der Beurteilung nach Homogenität der Struktur, Einschlüssen, Rissen und Durchmesser der Einzelkörner im Vergleich zum Probendurchmesser unterschieden wird. Für Prüfungen sollten nur Proben der Güteklasse A und B verwendet werden. [45]

Die Mindestanzahl der Proben ist in ÖNORM prEN 12716, Anhang C [45], geregelt.

Die Prüfungen der Proben müssen in Übereinstimmung mit ÖNORM EN 12390-3 [41] durchgeführt werden. Die Lagerungen der Probekörper muss dabei gemäß ÖNORM EN 12390-2 [40] erfolgen. Die Form darf jedoch erst entfernt werden, wenn eine ausreichende Festigkeit erzielt wurde. Bei Probekörpern, die mittels Kernbohrung gewonnen werden, ist ÖNORM EN 12504-1 [42] anzuwenden. Bei der Versuchsdurchführung muss auf eine entsprechend langsame Belastungsgeschwindigkeit von 0,05 N/mm²/s geachtet werden. Ab einer einaxialen Zylinderdruckfestigkeit von mehr als 4 N/mm² kann die Belastungsgeschwindigkeit auf 4 N/mm² erhöht werden. [45]

Bei Prüfung von 4 bis 9 Proben entspricht die charakteristische einaxiale Zylinderdruckfestigkeit dem Mindestwert. Bei Prüfung von 10 oder mehr Proben kann die charakteristische Zylinderdruckfestigkeit $f_{m,k}$ folgendermaßen berechnet werden [45]:

$$f_{m,k} \leq \eta_d \exp(m_y - k_n s_y) \quad (4.1)$$

η_d Umrechnungsfaktor zur Berücksichtigung von Unsicherheiten, die durch andere Sicherheitsfaktoren keine Berücksichtigung finden, und ist typischerweise 1,0.

m_y Mittelwert der Zahlenwerte des natürlichen Logarithmus der Einzelfestigkeiten

s_y Standardabweichung der Zahlenwerte des natürlichen Logarithmus der Einzelfestigkeiten

k_n Annahmefaktor, ist beim Düsenstrahlverfahren typischerweise 1,28 (10-% Quantil).

Der Bemessungswert der einaxialen Zylinderdruckfestigkeit $f_{m,d}$ kann aus der charakteristischen einaxialen Zylinderdruckfestigkeit $f_{m,k}$ berechnet werden als: [45]

$$f_{m,d} = \alpha \cdot f_{m,k} / \gamma_m \quad (4.2)$$

α ein Wert, der Langzeiteinwirkungen auf die Festigkeit berücksichtigt

γ_m der Teilsicherheitsbeiwert für die einaxiale Zylinderdruckfestigkeit des Düsenstrahlelements

Für α und γ_m wird empfohlen, die Werte $\alpha_{cc} = 0,85$ [34] für α und $\gamma_c = 1,5$ (für dauerhafte und vorübergehende Bemessungssituationen) bzw. $\gamma_c = 1,2$ (für außergewöhnliche Bemessungssituationen) für γ_m aus ÖNORM EN 1992-1-1 [34] zu verwenden. [45]

4.6.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit STR

Die Nachweisführung des inneren Tragwiderstandes im Grenzzustand STR kann mit den entsprechenden Festigkeiten aus Kapitel 4.6.1 nach ÖNORM EN 1992-1 [34] für unbewehrten Beton erfolgen.

4.6.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO nach EC7

Gemäß EA-Pfähle [23] zählen pfahlähnliche Strukturen, wie es zum Beispiel Düsenstrahlsäulen sind, nicht zu Bohrpfählen. Für diese pfahlähnlichen Elemente dürfen daher die Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten nach ÖNORM EN 1997-1 [35] nicht angewendet werden. Jedoch können die für Pfahlgründungen festgelegten Nachweisformen in der Empfehlung nach EC 7 auf diese Elemente übertragen werden, sofern in Zulassungen¹ nicht etwas anders gefordert wird [23]. Die charakteristischen Pfahlwiderstände für das äußere Tragverhalten von Düsenstrahlsäulen sind dabei durch Probelastungen nach Kapitel 3.6 zu bestimmen. Die Bemessung im Grenzzustand GEO kann dann gemäß der Bemessung von Bohrpfählen nach Kapitel 3.5 erfolgen.

Gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] dürfen pfahlartige Gründungselemente, die mittels DSV gemäß ÖNORM EN 12716 [44] hergestellt wurden, hinsichtlich ihres äußeren Tragverhaltens mindestens mit charakteristischen Widerständen entsprechend dem Anhang C [30] bemessen werden.

Die in Anhang C der ÖNORM B 1997-1-3 [30] angeführte Berechnung von Pfahlwiderständen von axial auf Zug und Druck beanspruchten Pfählen mittels Tabellenwerten entspricht den in ÖNORM EN 1997-1, Abschnitt 7.6.2.3 und 7.6.3.3 [35] (siehe auch Kapitel 0 dieser Arbeit), angeführten Möglichkeiten zur Ermittlung des Grenzwertes des Druck- und Zugwiderstandes aus Ergebnissen von Baugrundversuchen. Die Pfahlwiderstände dürfen mit Hilfe der in Anhang C angeführten Tabellenwerte berechnet werden, wenn keine Probelastungen für den konkreten Fall durchgeführt werden und wenn keine Erfahrungswerte vorliegen, deren Zuverlässigkeit durch ausgeführte Pfahlgründungen oder durch Pfahlprobelastungen unter vergleichbaren Bedingungen nachgewiesen wurden. [30]

Voraussetzungen für die Anwendung dieser Tabellenwerte sowie die Tabellenwerte von Pfahlsohl- und Pfahlmantelwiderständen im Lockergestein selbst sind in ÖNORM B 1997-1-3 Anhang C [30] näher beschrieben. Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit kann ebenfalls gemäß Kapitel 3.5.4 erfolgen.

4.6.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit GEO nach DIN 4093

In Deutschland ist die Bemessung von verfestigten Bodenkörpern, welche mit dem Düsenstrahlverfahren hergestellt werden, in einer eigenen Norm, der DIN 4093 [26], geregelt. Diese Norm wird auch in Österreich teilweise angewendet.

Die Zuordnung von Bodenverfestigungen erfolgt generell zu Geotechnischen Kategorie 3, jedoch ist die Einordnung in die Geotechnische Kategorie 2 möglich, wenn einige Voraussetzungen erfüllt sind. Diese Voraussetzungen sind in [26] aufgelistet.

Einwirkungen und Beanspruchungen

Die Ermittlung günstig wirkender Eigenlasten des Verfestigungskörpers zum Nachweis des Grenzzustandes des Verlusts der Lagesicherheit darf nur die Wichte des unbehandelten Bodens berücksichtigt werden. Höhere Wichten dürfen nur angesetzt werden, wenn durch Beprobung die Erhöhung

¹ Eine Festlegung von Bemessungsmethoden und Arten der Nachweisführung in Produktzulassungen ist in Österreich nicht gebräuchlich.

durch den Bindemittelanteil nachgewiesen werden kann. Gegebenenfalls müssen geringere Wichten der Bemessung zugrunde gelegt werden. [26]

Negative Mantelreibung und Seitendruck sind gegebenenfalls wie für Pfahlgründungen gemäß EN 1997-1 [35] zu berücksichtigen. [26]

Widerstände

Als Widerstände dürfen gemäß dieser Norm neben Kräften auch Normal- und Schubspannungen verwendet werden.

Die Ermittlung der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit $f_{m,k}$ durch Eignungsprüfungen erfolgt sinngemäß nach Gleichung (4.1) aus prEN 12716 [45] (siehe Kapitel 4.6.1), wobei die genaue Bestimmung der Festigkeiten aus den Eignungsprüfungen in DIN 4093, 4.4.2 [26] nachzuschlagen ist. Es werden hier jedoch die charakteristischen Zylinderdruckfestigkeiten für Düsenstrahlkörper mit $f_{m,k} \leq 10 \text{ N/mm}^2$ begrenzt. Der Bemessungswert der Festigkeit errechnet sich wie in Gleichung (4.2) aus prEN 12716 [45] (siehe Kapitel 4.6.1), jedoch werden für γ_m die Werte der DIN 1054 herangezogen.

Des Weiteren ist gemäß DIN 4093 [26] bei der Bemessung einer Bodenverfestigung näherungsweise der getrennte Nachweis für aufnehmbare Druck- und Schubspannungen erlaubt. Dabei ist für die Bemessungsbeanspruchung nachzuweisen, dass die Normalspannungen den Wert $0,7 \cdot f_{m,d}$ und die Schubspannungen den Wert $0,2 \cdot f_{m,d}$ nicht überschreiten (siehe Abb. 4.12).

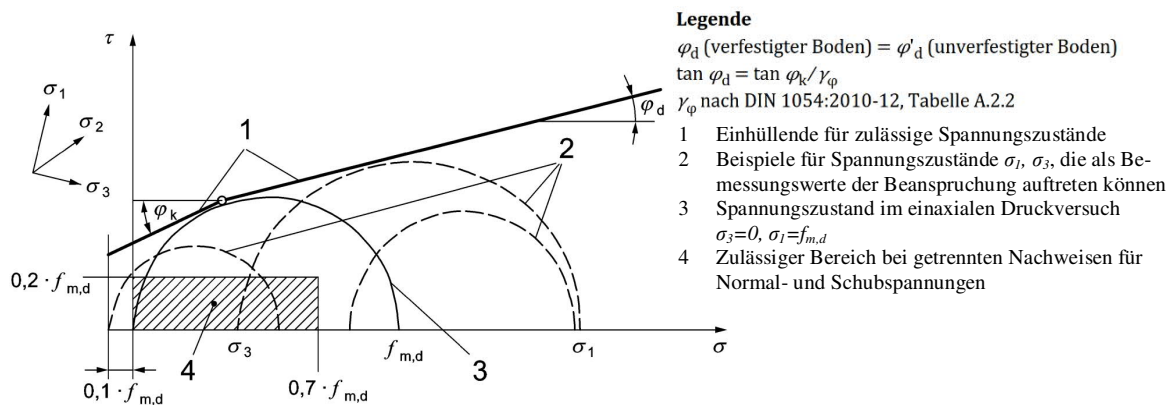


Abb. 4.12: Erläuterung der Spannungszustände aus [26]

Werden Verfestigungskörper als einzelne pfahlartige Tragglieder bemessen, so muss bei einer Querschnittsfläche von $0,3 \text{ m}^2$ bis $1,7 \text{ m}^2$ für ausmittige Lastangriffe ein vollständig überdrückter Querschnitt nachgewiesen werden. [26]

Nachweis der Tragfähigkeit

Der Nachweis der inneren Tragfähigkeit mit den zuvor beschriebenen Bemessungswerten der Einwirkungen bzw. der Beanspruchungen, welche nicht größer als die zugehörigen Bemessungswerte der Widerstände sein dürfen, zu erbringen. Wird ein Verfestigungskörper auch nur einseitig freigelegt, so muss der Körper eine Schlankheit $\lambda \leq 15$ aufweisen, anderenfalls ist ein Knicksicherheitsnachweis zu führen. [26]

Je nach Art des Bauteiles sind zusätzlich die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit nach ÖNORM EN 1997-1 [35] zu führen. Diese sind auch in Kapitel 3.5 bzw. 5.4 näher beschrieben.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Es ist der Nachweis gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] zu führen.

4.7 Pfahlprüfungen

Die ÖNORM EN 12716 [44] schreibt vor, dass, sofern keine Erfahrungen unter vergleichbaren Bedingungen vorliegen, Vorversuche für die späteren Düsenstrahlarbeiten, unter Verwendung derjenigen Ausrüstung, Materialien und Verfahren, vorgenommen werden müssen. Es ist mindestens ein Probeelement mit den vorgesehenen Arbeitsverfahren herzustellen. Bei sehr heterogenen Böden sind mehrere Probeelemente mit verschiedenen Arbeitsverfahren herzustellen. [44] [45]

Hinsichtlich der Probelastungen wird für die Ausführung bei Düsenstrahlsäulen im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente nach EA-Pfähle [23] auf Kapitel 3.6 verwiesen.

KAPITEL 5

Mittels Mikropfählen rückverankerte Düsenstrahldichtsohlen

5.1 Allgemeines und Anwendungsbereich

In den letzten Jahren haben grundwasserschonende Bauweisen, vor allem im innerstädtischen Bereich, gegenüber Grundwasserabsenkungen in Zuge der Errichtung von Baugruben zugenommen. Im Sinne des Grundwasserschutzes werden größere Eingriffe vermieden, da durch Absenkungsmaßnahmen in setzungsempfindlichen Schichten Setzungen und dadurch Schäden an Gebäuden hervorgerufen werden könnten oder sogar die Wasserversorgung beeinträchtigt werden könnte. Weiters müsste kontaminiertes Grundwasser gereinigt werden, was mitunter sehr teuer sein kann. [17]

Eine Alternative dazu bildet die Herstellung von Baugruben im Schutz einer Grundwasserabspernung mittels vertikaler Dichtelemente wie beispielsweise Bohrpfahl-, Schlitz-, Spund- oder Dichtwände. Wassereintritte durch die Baugrubensohle müssen dabei durch Einbinden der vertikalen Dichtelemente in einen natürlichen Stauer verhindert werden. Ist dies nicht der Fall, müssen geeignete Maßnahmen zur Sohlabdichtung angewendet werden. [17]

Hinsichtlich der Art von Sohlabdichtungen sind zu unterscheiden:

- Einbinden in einen natürlichen Grundwasserstauer
- Abdichtung mittels Unterwasserbetonsohle
- Abdichtung mittels Injektions- bzw. Düsenstrahldichtsohle

Im Zuge dieser Arbeit werden in weiterer Folge Düsenstrahldichtsohlen mit und ohne Verankerung behandelt.

5.2 Arten und Tragverhalten von Düsenstrahlsohlen und deren Verankerungen

Injektions- oder Düsenstrahldichtsohlen werden von der Geländeoberfläche oder einem Voraushubplanum aus hergestellt. Das Herstellung mittels Düsenstrahlverfahren ist in Abschnitt 4.2 näher beschrieben. Im Unterschied zum Düsenstrahlverfahren wird bei der Injektion das Korngefüge des Bodens kaum verändert, da die Suspension die Poren auffüllt. [17]

Wichtig ist eine sorgfältige Ausführung der Düsenstrahldichtsohle mit einer guten Überschneidung der Pfähle zu erreichen, um eine geringe Wasserdurchlässigkeit zu erreichen. Dies ist oft mit großem Risiko verbunden. Ein Vorteil des Düsenstrahlverfahrens liegt jedoch in der Anwendbarkeit in nahezu allen Böden. Eine Durchlässigkeit von $k \leq 10^{-7}$ m/s kann hiermit erzielt werden. [17]

In Abhängigkeit von der Tiefenlage der Dichtsohlen wird zwischen hoch-, mitteltief- und tiefliegenden Dichtsohlen unterschieden. Mitteltiefliegende Dichtsohlen stellen eine Kombination der nachfolgend beschriebenen Arten dar.

5.2.1 Hochliegende Dichtsohlen

Hochliegende Dichtsohlen werden üblicherweise mit dem Düsenstrahlverfahren hergestellt. Aufgrund der nicht ausreichenden Erdauflast der Sohle ist meist eine Verankerung mittels Zugpfählen erforderlich. Nicht verankerte hochliegende DSV-Sohlen sind in der Regel nur bis zu einer Wasserspiegeldifferenz von Baugrube und anstehendem Grundwasser von 3 m wirtschaftlich. Bei Verankerung der Sohle kann einer Höhendifferenz des Wassers von bis zu 8 m als wirtschaftlich angesehen werden. Den limitierenden Faktor stellen hierbei die Verbundspannungen zwischen Verankerungselement und Sohle dar. [1] [17]

Der Vorteil von verankerten Dichtsohlen liegt darin, dass die Baugrubenumschließung nicht so tief geführt werden muss, wie das bei einer tiefliegenden Dichtsohle der Fall wäre. [1]

5.2.2 Mittelhochliegende Dichtsohlen

Mittelhochliegende Dichtsohlen stellen eine Kombination der hochliegenden und der tiefliegenden Dichtsohlen dar. Mittelhochliegende Dichtsohlen sollen in Abhängigkeit von überlagerndem Boden eine ausreichende Überdeckung aufweisen. [17]

5.2.3 Tiefliegende Dichtsohlen

Tiefliegende Dichtsohlen müssen in der Regel nur geringe Festigkeiten aufweisen, da sie nur Dichtungsfunktion übernehmen müssen. Die Tiefenlage der Sohle ergibt sich aus dem Nachweis der Auftriebssicherheit nach Punkt 5.4.2. Eine Verankerung ist aufgrund der ausreichenden Erdauflast über der Dichtsohle nicht erforderlich. Tiefliegende Dichtsohlen werden mittels Düsenstrahlverfahren oder mit dem Penetrationsinjektionsverfahren ausgeführt. [17]

Bei tiefliegenden Düsenstrahlsohlen und Baugrubenbreiten von mehr als 16 m können unter Ansatz eines Druckgewölbes zusätzliche Vertikalkräfte aus Wandreibung, Wandgewicht und Verankerungen der seitlichen Dichtelemente beim Nachweis der Auftriebssicherheit herangezogen werden. Dadurch kann eine Verringerung der Tiefenlage erzielt werden. [17]

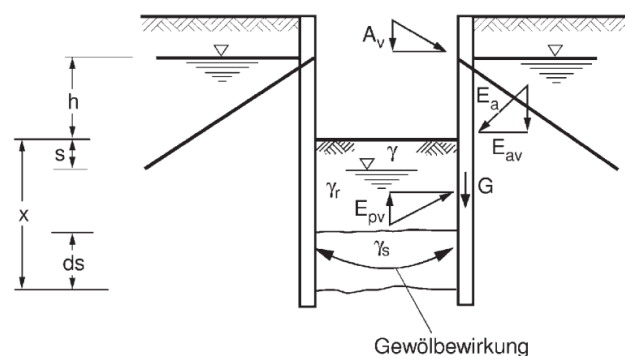


Abb. 5.1: Tiefliegende Düsenstrahlsohle mit Ansatz einer Gewölbewirkung nach [17]

5.2.4 Sohlverankerung

Die Rückverankerung von Düsenstrahlsohlen kann mithilfe von verpressten Mikropfählen nach ÖNORM EN 14199 [46] oder mit verpressten Verdrängungspfählen nach ÖNORM EN 12699 [43] erfolgen. Dazu zählen zum Beispiel GEWI-Pfähle oder Rüttelinjektionspfähle (RI-Pfähle). Im Zuge dieser Diplomarbeit wird auf Mikropfähle näher eingegangen.

Eine ausführlichere Beschreibung der Mikropfähle ist in der Diplomarbeit von *Johannes Meusburger* [JM] im Zuge dieses Forschungsprojektes zu finden.

Hinsichtlich des Tragverhaltens von Mikropfählen ist, ebenso wie bei Bohrpfählen, zwischen innerem und äußerem Tragverhalten zu unterscheiden. Das innere Tragverhalten beschreibt wiederum die Beanspruchbarkeit des Pfahlbaustoffes. Der äußere Tragwiderstand umfasst die Übertragung der in den Pfahl eingeleiteten Lasten in den Untergrund. Eine detaillierte Beschreibung des vertikalen Tragverhaltens ist in Kapitel 3.2 zu finden.

5.3 Normen/ Richtlinien

Für die Ausführung und Bemessung von Dichtsohlen mit und ohne Verankerung sind folgende Normen und Richtlinien relevant:

Tab. 5.1: Relevante Normen und Richtlinien für Dichtsohlen und deren Verankerung

Norm/Richtlinie	Bezeichnung
ÖNORM EN 1997-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln [35]
ÖNORM B 1997-1-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1-1: Allgemeine Regeln [29]
ÖNORM B 1997-1-3	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1-3: Pfahlgründungen [30]
ÖNORM EN 12716	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Düsenstrahlverfahren [44]
ÖNORM EN 14199	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle [46]
EA-Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ [23]
ÖNORM EN 1993-5	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 5: Pfähle und Spundwände
ÖNORM EN 1992-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau [34]

5.4 Bemessung

5.4.1 Allgemeines

Für den Tragsicherheitsnachweis von Dichtsohlen bzw. deren Verankerungen sind gemäß ÖNORM EN 1997-1:2014 [35] bzw. in ÖNORM B 1997-1-3:2015 [30] verschiedene Versagensmechanismen zu betrachten.

Für den Grenzzustand UPL ist ein Nachweis gegen Versagen infolge Aufschwimmens zu führen, bei welchem die Konstruktion global betrachtet wird. Bei rückverankerten Dichtsohlen kann zusätzlich zum Eigengewicht der Konstruktionselemente auch das Gewicht des angehängten Bodenvolumens

herangezogen werden. Daher ist für die Zugpfähle zusätzlich ein lokaler Nachweis gegen das Versagen infolge Herausziehens der Pfähle aus dem umgebenden Baugrund zu führen, welcher dem Grenzzustand GEO zugeordnet wird. Ebenso müssen die Nachweise gegen inneres Versagen der lastabtragenden Bauteile im Grenzzustand STR erbracht werden. [8]

Zusätzlich zum Nachweis gegen Aufschwimmen kann auch der Sicherheitsnachweis gegen hydraulischen Grundbruch erforderlich sein, wenn die Baugrubenwände nicht ausreichend tief in die annähernd wasserundurchlässige Schicht einbinden oder die Durchlässigkeit dieser Schicht weniger als zwei Zehnerpotenzen kleiner ist, als die des darüberliegenden Bodens. [24]

5.4.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit UPL – Sicherheit gegen Aufschwimmen

5.4.2.1 Totale und effektive Spannungen

Aufschwimmen eines Bauwerks tritt ein, wenn der Porenwasserdruck u unter einem Bauwerk oder einer wenig durchlässigen Bodenschicht größer ist als die Auflast durch das Bauwerk und/oder die darüberliegende Bodenschicht. [1]

Bei der Ermittlung der **effektiven Spannungen** nach dem alten globalen Sicherheitskonzept wird das Gewicht des Bodens unter Auftrieb G_A mit der Wichte des Bodens unter Auftrieb γ' ermittelt. Die vorhandene Auftriebskraft $R_{w,1}$ wird, wie in Abb. 5.2a zu sehen, in der Fuge 1 angesetzt. Die effektive Auftriebssicherheit $\eta_{A,eff}$ ergibt sich zu [1]:

$$\eta_{A,eff} = \frac{G_A}{R_{W1}} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} \frac{h_d}{(h_w - h_d)} \geq 1 \quad (5.1)$$

- $\eta_{A,eff}$effektive Auftriebssicherheit
- G_AGewicht des Bodens unter Auftrieb
- $R_{w,1}$ vorhandene Auftriebskraft
- γ' Wichte des Bodens unter Auftrieb
- γ_w Wichte des Wassers
- h_wHöhe des Wasserspiegels siehe Abb. 5.2a
- h_dStärke der Dichtschicht siehe Abb. 5.2a

Für die Ermittlung der **totalen Spannungen** wird das Gewicht des Bodens bei Wassersättigung G_{tot} mit der Wichte des wassergesättigten Bodens in γ_r in Rechnung gestellt. Der Sogwasserdruck wird in der Fuge 2 gemäß Abb. 5.2b ermittelt. Die totale Auftriebssicherheit $\eta_{A,tot}$ errechnet sich mit [1]:

$$\eta_{A,tot} = \frac{G_{tot}}{R_{W2}} = \frac{\gamma_r}{\gamma_w} \frac{h_d}{h_w} \geq 1 \quad (5.2)$$

- $\eta_{A,tot}$totale Auftriebssicherheit
- G_{tot}Gewicht des Bodens bei Wassersättigung
- $R_{w,2}$ vorhandene Auftriebskraft
- γ_r Wichte des wassergesättigten Bodens
- γ_w Wichte des Wassers
- h_wHöhe des Wasserspiegels siehe Abb. 5.2b
- h_dStärke der Dichtschicht siehe Abb. 5.2b

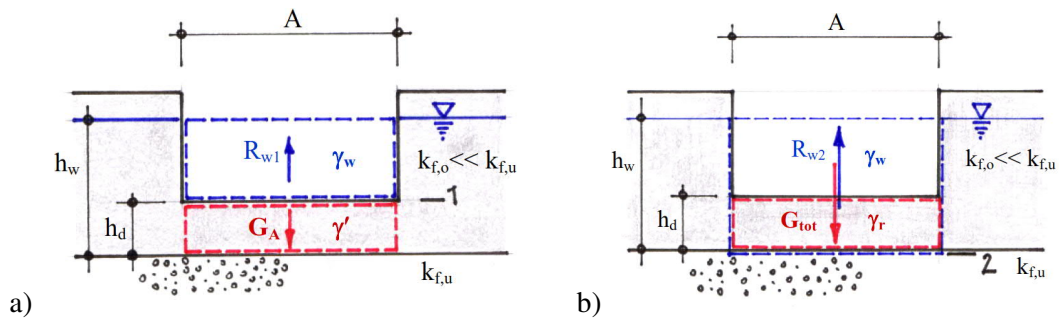


Abb. 5.2: Systemskizze Auftrieb auf undurchlässige Baugrubensohle für a) effektive Spannungsermittlung
b) totale Spannungsermittlung [1]

Es ergeben sich unterschiedliche Sicherheiten für totale und effektive Spannungen. Nur bei Ansatz des Grenzgleichgewichts ($\eta=1$) ergibt sich dieselbe erforderliche Dicke der Sohlplatte für totale und effektive Spannungen. Das Sicherheitsniveau nach totalen Spannungen $\eta_{A,tot}$ ist mit γ_r/γ_w begrenzt, während das effektive Sicherheitsniveau gegen Unendlich geht. [1]

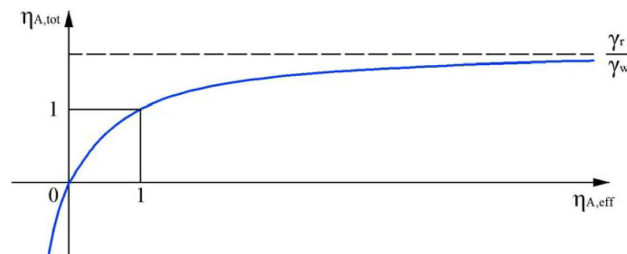


Abb. 5.3: Gegenüberstellung von totaler und effektiver Sicherheit gegen Auftrieb [1]

Daher ist es im Sinne des geforderten Sicherheitsniveaus erforderlich, die Spannungsermittlung für die Nachweise einheitlich zu regeln. Die Nachweise gegen Aufschwimmen beziehen sich im EC 7 [35] immer auf den Ansatz von totalen Spannungen und wird nach dem Teilsicherheitskonzept geführt wird. [1]

5.4.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis gegen Versagen durch Aufschwimmen (UPL)

Nach den nationalen Festlegungen der ÖNORM EN 1997-1-1 [29] müssen für den Nachweis gegen Versagen durch Aufschwimmen folgende Teilsicherheitsbeiwerte angewendet werden.

Tab. 5.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

Einwirkung		Symbol	Wert ^a
ständig	ungünstig ^b	$\gamma_{G,dst}$	1,00
	günstig ^c	$\gamma_{G,stb}$	0,90
veränderlich	ungünstig ^b	$\gamma_{Q,dst}$	1,50
	günstig ^c	$\gamma_{Q,stb}$	0

^a für alle Bemessungssituationen

^b destabilisierend

^c stabilisierend

Rückhaltende Kräfte aus Verankerungen sind bei der Gegenüberstellung der stabilisierende zu den destabilisierenden Einwirkungen wie ständige günstige Einwirkungen anzusetzen. [29]

Tab. 5.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]

Bodenkenngröße	Symbol	Wert ^a
wirksamer Reibungswinkel ^b	$\gamma_{\phi'}$	1,00
wirksame Kohäsion	$\gamma_{c'}$	1,00
undrainierte Scherfestigkeit	γ_{cu}	1,00

^a für alle Bemessungssituationen

^b Dieser Beiwert wird auf $\tan\phi'$ angewendet.

Für die Anwendung konstruktiver Elemente zur Erhöhung der Sicherheit gegen Aufschwimmen, wie z.B. Pfähle und Verpresspfähle, sind bei der Bemessung die Teilsicherheiten gemäß Abschnitt 3.5.1.4 anzuwenden.

5.4.2.3 Sicherheitsnachweis gegen Versagen durch Aufschwimmen

Grundsätzlich ist für trogartige Bauwerke, welche z.B. für eine Baugrubenwand in Verbindung mit einer natürlich oder künstlich abgedichteten Baugrubensohle auftreten können, der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Aufschwimmen (UPL) zu führen. Der Nachweis gegen Aufschwimmen (UPL) erfolgt gemäß ÖNORM EN 1997-1 [35] mit:

$$V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad (5.3)$$

Dabei muss der Bemessungswert der Kombination von destabilisierenden ständigen und veränderlichen vertikalen Einwirkungen $V_{dst,d}$ kleiner oder gleich der Summe des Bemessungswertes der stabilisierenden ständigen vertikalen Einwirkungen $G_{stb,d}$ und gegebenenfalls des Bemessungswertes eines zusätzlichen Widerstands gegen Aufschwimmen R_d sein. Ein zusätzlicher Widerstand gegen Aufschwimmen darf als stabilisierende ständige Einwirkung $G_{stb,d}$ behandelt werden. [35]

Für die Ermittlung der destabilisierenden Einwirkung $V_{dst,d}$ ist die Druckhöhe an der Sohlfläche des nachzuweisenden Bauwerks heranzuziehen. Diese Sohlfläche sollte rechnerisch so hoch angenommen werden, dass alle Unsicherheiten berücksichtigt werden. Die charakteristische hydraulische Auftriebskraft $G_{dst,k}$ setzt sich aus der vertikalen Komponente des charakteristischen hydrostatischen Wasserdrucks auf die Sohle u_{sk} und auf die Baugrubenwand $u_{w,k}$ zusammen und wird mit den ständigen, ungünstig wirkenden Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_{G,dst}$ gemäß Tab. 3.1 beaufschlagt. Der Ansatz einer veränderlichen destabilisierenden Einwirkung obliegt im Einzelfall [1] [24]:

$$V_{dst,d} = G_{dst,d} + Q_{dst,d} = G_{dst,k} \cdot \gamma_{G,dst} + Q_{dst,k} \cdot \gamma_{Q,dst} \quad (5.4)$$

$V_{dst,d}$ Bemessungswert der destabilisierenden ständige und veränderlichen vertikalen Einwirkungen

$G_{dst,k}$ charakteristischer Wert der destabilisierenden ständigen Einwirkung

$\gamma_{G,dst}$ Teilsicherheitsbeiwert für ungünstige ständige Einwirkungen nach Tab. 5.2

$Q_{dst,k}$ charakteristischer Wert der destabilisierenden veränderlichen Einwirkung

$\gamma_{Q,dst}$ Teilsicherheitsbeiwert für ungünstige veränderliche Einwirkungen nach Tab. 5.2

Die Nachweise gegen Aufschwimmen beziehen sich im EC 7 [35] immer auf den Ansatz von totalen Spannungen, obwohl der Nachweis nach dem Teilsicherheitskonzept geführt wird. [1]

Einwirkungen und Beanspruchungen von nicht verankerten Dichtsohlen:

Für die Ermittlung des Bemessungswertes der ständigen stabilisierenden Einwirkungen gilt nach [24]:

$$G_{stb,d} = (G_{B,k} + G_{W,k}) \cdot \gamma_{G,stb} \quad (5.5)$$

Daher ist es für den Einzelfall zu entscheiden, ob aufgrund der Baugrubengeometrie, Scherkräfte auf das gesamte Bauwerk oder lediglich im Randbereich angesetzt werden dürfen. [8]

Einwirkungen und Beanspruchungen von verankerten Dichtsohlen:

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen im Grenzzustand UPL ist erbracht, wenn für eine Pfahlgruppe folgende Bedingung erfüllt ist [24]

$$V_{dst,d} \leq (G_{B,k} + G_{W,k} + T_k + P_{v,k} + G'_{E,k}) \cdot \gamma_{G,stab} \quad (5.8)$$

und für den einzelnen Zugpfahl gilt:

$$V_{dst,i,d} \leq (G_{B,i,k} + G'_{E,i,k}) \cdot \gamma_{G,stab} \quad (5.9)$$

$G'_{E,k}$ charakteristische Gewichtskraft des an einer Zugpfahlgruppe angehängten Bodenkörpers nach Absatz 5.4.3.2 unter Auftrieb

$G'_{E,i,k}$ charakteristische Gewichtskraft des an eine Zugpfahl angehängten Bodenkörpers nach Absatz unter Auftrieb

Für die Dichtsohle selbst und den Boden oberhalb der Dichtsohle ist die Sättigungswichte γ_r bzw. die Feuchtwichte γ anzusetzen. Für den darunter befindlichen angehängten Bodenkörper ist die Wichte unter Auftrieb γ' heranzuziehen. [1]

5.4.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit STR und GEO – Nachweis von axial auf Zug beanspruchten Pfählen und Zugpfahlgruppen

Für den Nachweis der äußeren Tragfähigkeit der Verankerung mit Zugpfählen nach dem Teilsicherheitskonzept sind gemäß [35] zunächst zwei Versagensmechanismen zu untersuchen:

- Herausziehen des Einzelpfahls aus dem Boden oder
- Aufschwimmen des gesamten Bodenblocks, der die Pfähle enthält.

Für Zugpfahlgruppen sind gemäß ÖN B 1997-1-3 [30] sinngemäß wie bei Einzelzugpfählen zwei Nachweise zu führen. Es wird wiederum die Summe der Herauszieh Widerstände der Zugpfähle, sowie der Widerstand gegen Anheben des angehängten Bodenblocks, betrachtet.

Bei Verankerungen mit axial beanspruchten Pfählen gelten dieselben Bestimmungen wie für druckbeanspruchte Pfähle (siehe auch Punkt 3.5). Bemessungsregeln, welche nur auf Zugpfahlgründungen zutreffen, werden nachfolgend näher behandelt.

5.4.3.1 Äußerer Tragwiderstand des Einzelpfahls – Nachweis im Grenzzustand GEO

Das Herausziehen des Einzelpfahls aus dem Boden wird durch die Überwindung der Mantelreibung zwischen Pfahlschaft und Boden beschrieben.

Der charakteristische Wert des Herauszieh Widerstands eines einzelstehenden Pfahls kann dabei aufgrund von Pfahlprobelastungen (siehe Glg. (3.11)) oder aufgrund von Ergebnissen aus Baugrundversuchen (siehe Glg. (3.12)) ermittelt werden. Näheres dazu ist in Kapitel 3.5.3.2 erläutert.

Der Bemessungswert $R_{t,d}$ des Herauszieh Widerstands ergibt sich aus:

$$R_{t;d} = \frac{R_{t;k}}{\eta_{P,t} \cdot \gamma_{S,t}} \quad (5.10)$$

$R_{t,d}$ Bemessungswert des Herauszieh Widerstandes eines einzelstehenden Pfahls

- $\eta_{P;t}$ Modellfaktor für Zugpfähle je nach Ermittlungsverfahren (s. Abschnitt 3.5.1.5, Tab. 2.1)
 γ_{st} Teilsicherheitsbeiwerte für Pfahlwiderstände gemäß Tab. 3.3

Der Bemessungswert der Zugbeanspruchung $F_{t,i,d}$ für den Nachweis der Sicherheit gegen Herausziehen errechnet sich für einen Einzelpfahl nach [24] mit:

$$F_{t,i,d} = V_{dst,i,k} \cdot \gamma_G - G_{B,i,k} \cdot \gamma_{G,inf} \quad (5.11)$$

und für die Pfahlgruppe folgendermaßen:

$$F_{t,d} = V_{dst,k} \cdot \gamma_G - (G_{B,k} + G_{w,k} + T_k + P_{v,k}) \cdot \gamma_{G,inf} \quad (5.12)$$

- $F_{t,d}$ Bemessungswert der Beanspruchung der Zugpfahlgruppe
 $F_{t,i,d}$ Bemessungswert der Beanspruchung eines Zugpfahls
 $V_{dst,i,k}$ charakteristische hydrostatischer Wasserdruckkraft u_{sk} auf die Sohle
 $G_{B,i,k}$ charakteristischer Wert aus dem Eigengewicht des überlagernden Bodens einschließlich der Dichtungsschicht für das Rasterfeld eines Pfahls
 γ_G Teilsicherheitsbeiwert für ständige Beanspruchung nach Tab. 3.1
 $\gamma_{G,inf}$ Teilsicherheitsbeiwert für günstige ständige Auflasten nach Tab. 3.1

Der Nachweis des Herausziehewiderstands eines einzelnen Zugpfahls im Grenzzustand GEO ist erbracht, wenn:

$$F_{t,i,d} < R_{t,i,d} \quad (5.13)$$

beziehungsweise einer Pfahlgruppe, wenn:

$$F_{t,d} < R_{t,d} \quad (5.14)$$

5.4.3.2 Anheben des an einem Zugpfahl bzw. einer Zugpfahlgruppe hängenden Bodenkörpers – Nachweis im Grenzzustand UPL

Anheben eines an einem Zugpfahl angehängten Bodenkörpers

Bei axial auf Zug belasteten Pfählen muss neben dem Herausziehen des Pfahls aus dem Boden auch die ausreichende Sicherheit gegen das Anheben des an einem Zugpfahl hängenden Bodenkörpers nachgewiesen werden. [30]

Die Form dieses angehängten Bodenkörpers entspricht gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] näherungsweise einem Zylinder mit dem Durchmesser $D+\Delta D$ im Bereich des Pfahlschaftes und einem unten anschließenden Kegelstumpf, dessen kleinster Durchmesser dem Pfahldurchmesser an der Spitze entspricht.

Dieser in Abb. 5.5 dargestellte Körper stellt eine Näherung für einen räumlich gekrümmten Rotationskörper dar. Auf die zylindrische Mantelfläche darf daher kein Reibungswiderstand angesetzt werden. [30]

Die Größe des Zylinderdurchmessers $D+\Delta D$ und die Höhe des Kegelstumpfs sind in Abhängigkeit der Bodenverhältnisse und der Pfahllänge festzulegen. [30]

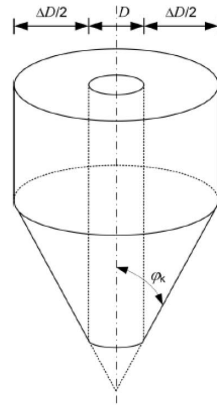


Abb. 5.5: Geometrie des angehängten Bodenkörpers nach ÖNORM B 1997-1-3 [30]

Anheben eines an der Zugpfahlgruppen angehängten Bodenkörpers

Zunächst müssen für diesen Nachweis gemäß ÖNORM B 1997-1-3 [30] drei Fälle unterschieden werden:

Fall a) Die Zugpfahlgruppe setzt sich aus Einzelpfählen zusammen, welche keine gegenseitige Beeinflussung erfahren (siehe Abb. 5.6a). Der anzuhebende Bodenkörper entspricht der Summe der durch die Einzelpfähle aktivierten Körper. Dies gilt, wenn folgende Bedingung für den Abstand a der Einzelpfähle erfüllt ist:

$$a \geq (D + \Delta D) \quad (5.15)$$

$D + \Delta D$... Zylinderdurchmesser des angehängten Bodenkörpers gemäß 5.4.3

Fall b) Weist der Pfahlabstand der Einzelpfähle $a < (D + \Delta D)$ auf, so entsteht für den Nachweis als anzuhebender Bodenkörper ein Bodenblock, welcher geringer als die Summe der durch die Einzelpfähle aktivierter Bodenkörper ist (siehe Abb. 5.6b).

Fall c) Das Blockverhalten der Pfahlgruppe ist in der Regel maßgebend, wenn für den Abstand a der Einzelpfähle Gleichung (5.16) gilt. Der angehängte Bodenkörper kann als gesamter Bodenblock über die gesamte Pfahleinbindetiefe d_w bis zur Höhe der Pfahluferkante in Rechnung gestellt werden (siehe Abb. 5.6c).

$$a \leq \sqrt{D \cdot d_w} \quad (5.16)$$

d_w Einbindetiefe der Pfähle in die hauptsächlich tragende Bodenschicht

D Pfahldurchmesser

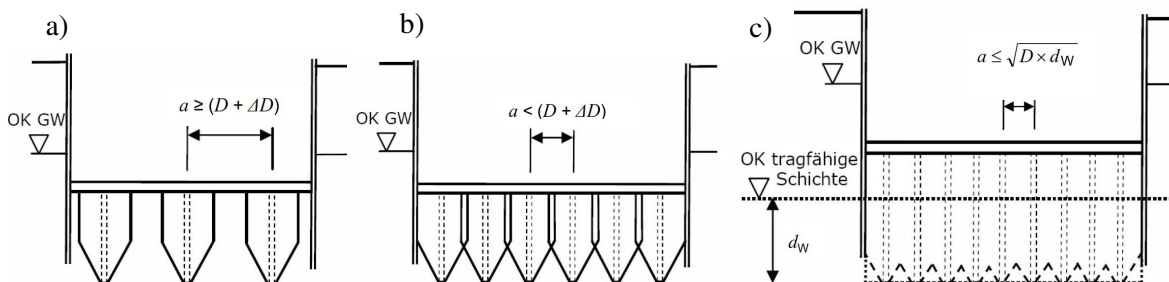


Abb. 5.6: Zugpfahlgruppe mit Pfahlsabständen nach ÖNORM B 1997-1-3 [30]

Nachweis im Grenzzustand UPL

Der Nachweis der Sicherheit gegen das Anheben des an einem Zugpfahl bzw. einer Zugpfahlgruppe hängenden Bodenkörpers wird sinngemäß entsprechend dem Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen gemäß 5.4.2 geführt.

5.4.3.3 Innerer Tragwiderstand des Stahlzugglieds – Nachweis im Grenzzustand STR

Der Bemessungswert des Widerstands eines Stahlzugglieds im Grenzzustand STR ergibt sich zu:

$$R_{t,m,d} < \frac{R_{t,m;k}}{\gamma_M} \quad (5.17)$$

Der Teilsicherheitsbeiwert des Materials γ_M ist für Stahlzugglieder dem EC3 zu entnehmen.

Das Bemessungskriterium für die Sicherheit gegen Erreichen der inneren Tragsicherheit ist wie folgt definiert:

$$E_d < R_{t,m;d} \quad (5.18)$$

E_dBemessungswert der Beanspruchung

$R_{t,m;d}$Bemessungswert des inneren Tragwiderstands des Stahlzugglieds

5.4.3.4 Innerer Tragwiderstand der Verankerung – Nachweis im Grenzzustand STR

Der Anschluss eines Mikropfahls an eine Dichtsohle, in Bezug auf die Lasteinleitung des Mikropfahlkopfs, ist gemäß ÖNORM EN 1992-1-1 zu bemessen [19]. Für Düsenstrahlsohlen ist die Bemessung sinngemäß nach Punkt 4.6 durchzuführen. Es sind vor allem die Toleranzen hinsichtlich Bauteildicke und Höhenlage bei allen Nachweisen zu beachten.

Es kann für rückverankerte, unbewehrte Unterwasserbetonsohlen, deren vertikaler Lastabtrag über die Baugrubenumschließung sowie die Zugverankerungen gegeben ist, ein wirtschaftlicher Nachweis über ein Druckgewölbe Modell zwischen den Rückverankerungselementen geführt werden. Der entstehende Gewölbeschub führt zu einer Drucknormalkraft in der Sohlplatte und ermöglicht eine wirtschaftliche Bemessung des Lasteinleitungsbereichs durch Ausnutzung einer erhöhten Betondruckfestigkeit unter mehrachsiger Beanspruchung. Dabei werden die Druckgewölbe für die Berechnung in ein orthogonales und ein diagonales Druckgewölbe aufgespalten. Es können die Horizontal- und Vertikalenteile des Gewölbeschubs ermittelt werden und die entsprechenden Nachweise des unbewehrten Betons im Bogenscheitel sowie im Auflagerbereich geführt werden. Der Nachweis des Betongewölbes sowie der Normalkraft im Bogenscheitel erfolgt dabei nach ÖNORM EN 1992-1-1. [8]

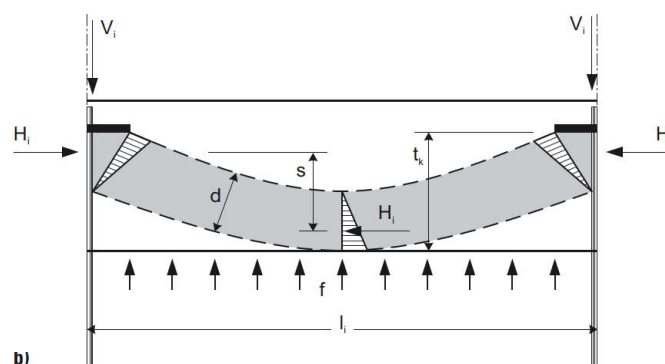


Abb. 5.7: Tragmodell zur Gewölbeausbildung für den Lastabtrag rückverankerter Betonsohlen [8]

Bei rückverankerten Betonsohlen erfolgt über die Ankerplatten keine konzentrierte Lasteinleitung in den Beton, wie es zum Beispiel beim Modell der Teilflächenpressung der Fall ist. Die idealisierten Gewölbe stützen sich eher auf der Ankerplatte ab. Im Auflagerbereich herrscht aufgrund der Neigung des Gewölbeschubs ein mehrachsiger Spannungszustand. Infolge dessen kann eine höhere charakteristische Betondruckfestigkeit für den Nachweis zugrunde gelegt werden. Mit den Horizontal- und Vertikalanteilen des Gewölbeschubs können die Spannungen am Kegel unterhalb der Auflagerplatte berechnet werden. Die Nachweisführung erfolgt nach ÖNORM EN 1992-1-1. [34] [8]

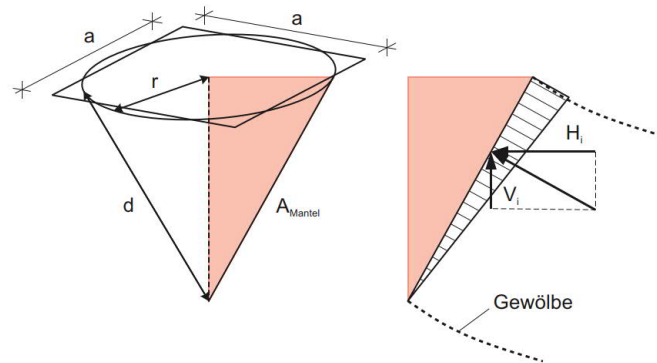


Abb. 5.8: Berechnungsmodell für den Spannungszustand in punktförmigen Auflagern [8]

5.5 Statische Probelastungen von Mikropfählen

Für Mikropfähle sind ebenso wie für Großbohrpfähle (siehe Kapitel 3.6) nach ÖNORM EN 1997-1-3 [30] statische Probelastungen zur Ermittlung axialer Pfahlwiderstände vor allem bei vorwiegend auf Zug beanspruchten Pfählen heranzuziehen. Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] verweist hinsichtlich Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation auf die EA-Pfähle. [23]

5.5.1 Statische axiale Probelastungen an Mikropfählen

Herstellung der Probepfähle

Nach ÖNORM EN 14199 [46] können lastgesteuerte oder weggesteuerte Versuche an Mikropfählen durchgeführt werden. Ebenso ist zwischen der Probelastung an Vorversuchs-Mikropfählen sowie an Bauwerks-Mikropfählen zu unterscheiden.

Statische Probelastungen an Vorversuchs-Mikropfählen sind durchzuführen, wenn [46]:

- a) neue Techniken bei der Herstellung der Mikropfähle eingesetzt werden;
- b) Mikropfähle in Baugrundverhältnissen eingesetzt werden, für die es keine Erfahrungen aus früheren Probelastungen vorliegen;
- c) höhere Belastungen aufgebracht werden als die bereits in vergleichbaren Baugrundverhältnissen nachgewiesenen Belastungen;
- d) wenn die Ergebnisse der statischen Probelastungen zur Bemessung herangezogen werden.

Die Probepfähle sollen an den Stellen der ungünstigsten Baugrundverhältnisse situiert werden. Probepfähle sind in der Regel keine Bauwerkspfähle, sollten jedoch hinsichtlich ihres Aufbaus den Bauwerkspfählen so gut wie möglich entsprechen. [23]

Bei statischen Probelastungen an Bauwerkspfählen ist darauf zu achten, dass die maximale Prüflast nicht die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigt. [46]

Bei der Verwendung von Mikropfählen als Rückverankerung müssen für die Pfahlprobelastung Pfähle mit begrenzter Krafteinleitungsstrecke entsprechend den Randbedingungen der Statik hergestellt werden. Die Kraftübertragung oberhalb der planmäßigen Krafteinleitungsstrecke ist durch konstruktive Maßnahmen auszuschließen. [23]

Anzahl der Probepfähle

Durch die Ausführung von Pfahlprobelastungen können die Streuungsfaktoren herabgesetzt werden. Nach ÖNORM B 1997-1-1 [29] kann bei Ausführung von 5 Probelastungen der Streuungsfaktor $\xi = 1,0$ gesetzt werden (siehe Tab. 3.5).

Wenn gemäß EN 14199 [46] statische Probelastungen an Vorversuchs-Mikropfählen durchgeführt werden, sollten mindestens 2 Pfähle geprüft werden. Bei statischen Probelastungen an Bauwerks-Mikropfählen sollten für Zugpfähle für die ersten 50 Mikropfähle mindestens 2 Prüfungen und für alle weiteren 50 Mikropfähle mindestens eine Prüfung durchgeführt werden. Bei Druckpfählen kann dieser Wert auf 100 Stück erhöht werden.

Prüflast

Die Prüflast soll so gewählt werden, dass der Grenzzustand der Tragfähigkeit (GEO-2) erreicht werden kann. Das Kriterium des Kriechverhaltens muss ebenfalls erfüllt sein:

$$R_{c,m} \text{ bzw. } R_{t,m} = R(\alpha_y) \quad (5.19)$$

$R_{c,m}$ Pfahlwiderstand auf Druck aus Pfahlprobelastungen ermittelt

$R_{t,m}$ Pfahlwiderstand auf Zug aus Pfahlprobelastungen ermittelt

$R(\alpha_y)$ Pfahlwiderstand bei einem definierten Kriechmaß

wobei ein definiertes Kriechmaß α_y (häufig: $\alpha_y \sim 2$ mm für GZT) auftritt, mit dem die zeitabhängige Verschiebung des Pfahlkopfes unter konstanter Belastung definiert wird. [23]

Die Prüflast wird für Druck- bzw. Zugbelastung schließlich folgendermaßen festgelegt [23]:

$$\text{für Druckbelastung:} \quad P_p = F_{c,d} \cdot \gamma_t \cdot \xi_1 \quad (5.20)$$

$$\text{für Zugbelastung:} \quad P_p = F_{t,d} \cdot \gamma_{s,t} \cdot \xi_1 \cdot \eta_M \quad (5.21)$$

$F_{c,d}$ Bemessungswert der Pfahlbeanspruchung auf Druck

$F_{t,d}$ Bemessungswert der Pfahlbeanspruchung auf Zug

γ_t Teilsicherheitsbeiwert für den Gesamtwiderstand eines Pfahls

$\gamma_{s,t}$ Teilsicherheitsbeiwert für den Zugwiderstand eines Pfahls

ξ_1 Streuungsfaktor für gemessene Probelastungswiderstände

η_M Modellfaktor

Grundsätze der Instrumentierung

Bei Mikropfählen werden hinsichtlich der Instrumentierung der Probepfähle zwei Anforderungsstufen unterschieden: [23]

a) *Grundsätzliche Anforderungen:*

Erfassung des Pfahlwiderstandes: hierfür sind die Verschiebung des Pfahlkopfes, die aufgebrachte Belastung sowie die Zeit zu messen.

b) *Hohe Anforderungen:*

Erfassung des Pfahlfußwiderstandes und des Pfahlmantelwiderstandes: hierfür sind die Verschiebung des Pfahlkopfes, die aufgebrachte Belastung sowie die Pfahldehnung in verschiedenen, über die Pfahllänge verteilten Querschnitten, sowie die Zeit zu messen. Hierzu ist eine spezielle Instrumentierung am Pfahlfuß und entlang des Pfahlschaftes erforderlich.

Im vorliegenden Forschungsprojekt wird die Instrumentierung hinsichtlich der grundsätzlichen Anforderungen ausgeführt. Daher wird in weiterer Folge auch nur auf die erforderlichen Instrumentierungen eingegangen.

Belastungseinrichtung

Bei Zugprobelastungen wird ein Widerlager aus einer Traverse und der Auflagerkonstruktion gebildet. Der lichte Abstand des Probepfahls zu den vertikalen Ankerpfählen oder Auflagern der Totlast muss dabei mindestens 1,5 m betragen. Bei langen Reaktionspfählen muss darauf geachtet werden, dass der elastische Dehnweg nicht so groß wird, dass der Zylinderhub nicht mehr ausreicht. Daher empfiehlt es sich den Stahlquerschnitt deutlich zu vergrößern, um den Dehnweg zu verringern. Werden die Reaktionspfähle und Anker nicht symmetrisch um den Pfahl angeordnet, so sind daraus resultierende Einflüsse bei der Lastaufbringung zu berücksichtigen. [23]

Die Lastaufbringung soll zentrisch und axial mittels Hohlkolbenzylinder und Kalottenlager erfolgen. Die maximal aufbringbare Kraft und der maximale Kolbenhub sind auf die Prüflast und die zu erwartenden Pfahlverschiebungen auszulegen. [23]

Messbrücke und Pfahlkopfinstrumentierung

Zur Anbringung der Messinstrumente ist ein Referenzsystem in Form einer Messbrücke zu installieren. Die Auflagerpunkte müssen wiederum in einem Abstand vom Probepfahl von mindestens 1,5 m gelagert werden. Während des Versuchs muss die Messbrücke samt Pfahlkopfinstrumentierung vor mechanischen Einwirkungen, Witterungseinflüssen und Temperaturschwankungen geschützt werden. [23]

Am Pfahlkopf wird die Axialverschiebung mechanisch mittels Feinmessuhr oder mit elektrischen Wegaufnehmern gemessen. Zusätzlich können die Verschiebungen auch mittels Feinnivellement erfasst werden. Die Messgeräte sollen dabei einen ausreichend großen Messbereich aufweisen, um ein Umsetzen während des Versuchs zu vermeiden. Die Messgenauigkeit für die Verschiebungen des Pfahlkopfes darf dabei 0,2 mm nicht überschreiten. Um die Abtastpunkte des Pfahlkopfs möglichst reibungsfrei zu gestalten, werden Glasplättchen installiert. [23]

Die Kraftmessung am Pfahlkopf erfolgt mittels Kraftmessdosen. Zur Kontrolle ist jedoch der Hydraulikdruck der Presse aufzuzeichnen. Die Kalibrierung der Kraftmessdose darf nicht älter als 12 Monate sein. [23]

Versuchsdurchführung

Hinsichtlich der Durchführung der Probelastung ist bei Mikropfählen zwischen der planmäßigen Krafteinleitung in den Untergrund über die ganze Pfahllänge (System A) oder nur über eine begrenzte Krafteinleitungsstrecke (System B) zu unterscheiden. [23]

Beim vorliegenden System A sollte die Belastung in mindestens zwei Zyklen aufgebracht werden, wobei die maximale Last des ersten Zyklus dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung entsprechen sollte. Die Prüflast soll in mindestens acht gleichgroßen Laststufen aufgebracht werden, wobei von einer geringen Vorlast aus gestartet wird. [23]

Die Last bis zur nächsten Laststufe soll langsam gesteigert werden und mindestens 3 Minuten betragen, da es bei zu hoher Belastungsgeschwindigkeit zu länger anhaltenden Kriechverformungen im

System Pfahl-Boden kommen kann. Die Mindestbeobachtungszeiten auf den Laststufen sind in Abb. 5.9 ersichtlich. Während dieser Beobachtungszeiten ist die Prüfkraft mittels hydraulischer oder elektrischer Lastkonstanthaltung zu halten. Eine Belastungssteigerung zur nächsten Laststufe darf erst erfolgen, wenn die Verschiebungsgeschwindigkeit unter 0,1 mm in 5 Minuten abgeklungen ist. [23]

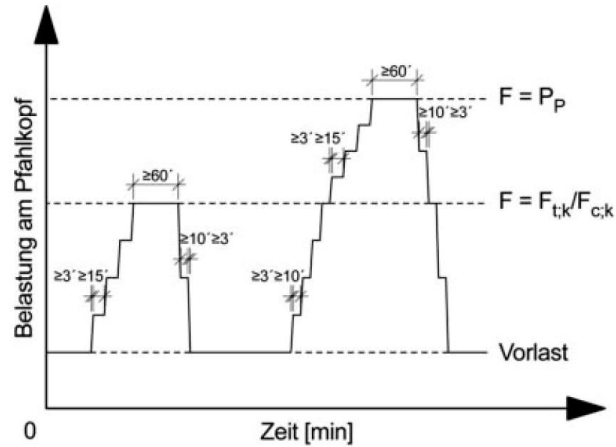


Abb. 5.9: Empfohlene Belastungsstufen für das System A nach [23]

Auswertung

Die gemessenen Pfahlkopfverschiebungen werden als Widerstands-Setzungslinie bzw. -Hebungslinie dargestellt. Zusätzlich sind für jede maximale Laststufe auch die Zeit-Verschiebungslinien halb-logarithmisch darzustellen, die Kriechmaße zu bestimmen und mit den zugehörigen Lasten dazustellen. [23]



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KAPITEL 6

Großbohrpfahlversuche (FPUH)

6.1 Zielsetzung und Versuchsprinzip

Im Zuge des Forschungsprojekts „Unteres Hausfeld“ sollten für verschiedene Spezialtiefbauelemente und -verfahren die tatsächlichen Bodenwiderstände ermittelt werden. Dies erfolgte bei den Großbohrpfählen durch umfangreiche statische Probelastungen mit axialer Belastungsrichtung und Druckbeanspruchung. Ebenso wurden zwei verschiedene Herstellungsverfahren gegenübergestellt. Dazu wurden verrohrte Großbohrpfähle und Schneckenendlosortbetonbohrpfähle (SOB) hergestellt.

Als lastabtragende Böden wurden einerseits quartäre Sedimente („Donauschotter“) und andererseits miozäne Sedimente („Wiener Tegel“) untersucht. Das Versuchsprinzip sah vor, dass die Einleitung der Kräfte in den Untergrund ausschließlich in die zu prüfenden Bodenschichten erfolgen sollte. Dazu wurde die nicht gewollte Mantelreibung in den darüberliegenden Bodenschichten unterbunden.

Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] sieht im normativen Anhang B „Statische Probelastungen“ vor, dass zur Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Ergebnisse von Pfahlprobelastungen das Merkblatt „Empfehlungen für statische und dynamischer Pfahlprüfungen“ [25] aus 1998 heranzuziehen ist. Als Nachfolgewerk gelten die Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ - EA-Pfähle [23] aus 2012. Diese Richtlinien sind bis zum Erscheinen einer entsprechenden europäischen Prüfnorm anzuwenden und werden in der Folge bei den Probelastungen, insbesondere bei der Pfahlinstrumentierung, berücksichtigt. [93]

6.2 Großbohrpfahlgeometrie und Versuchsvariation

Insgesamt wurden zur Versuchsdurchführung am Forschungsprojekt 28 Großbohrpfähle und 27 Füll- und Reaktionsbohrpfähle hergestellt.

Die zu prüfenden Großbohrpfähle unterschieden sich hinsichtlich der zu untersuchenden Bodenschichten, Herstellungsverfahren und Abmessungen. Die Großbohrpfähle wurden mittels verrohrt hergestellter Bohrung bzw. im SOB-Verfahren (Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren) hergestellt. Die Variation der Herstellungsart sollte Unterschiede im Tragverhalten zeigen.

Für die Pfahlprobelastungen wurden je nach Herstellungsart und Bodenschicht jeweils 5 Pfähle pro Versuchsreihe vorgesehen, um die Streuungsfaktoren gemäß ÖNORM B 1997-1-3 für zukünftige Bemessungen auf das Minimum reduzieren zu können. In Tab. 6.1 ist die Variation der Versuchspfähle ersichtlich.

Großbohrpfähle, die auf Lastabtragung im quartären Kies untersucht wurden, wiesen eine Pfahllänge von 6,0 m auf. Jene Großbohrpfähle, die auf Lastabtragung im Miozän geprüft wurden, wiesen eine

Pfahllänge von 17,0 m auf. Um eine Lastabtragung des Großbohrpfahls im Kies zu vermeiden, wurden die Großbohrpfähle in dieser Schicht ummantelt. So wurde eine Kraftübertragung nur in das Miozän auf einer planmäßigen Länge von 6,0 m erreicht.

Tab. 6.1: Großbohrpfähle - hergestellte Pfahlversuchsreihen

Großbohrpfahlversuchsreihe	Prüffeld	Bodenart im Lastabtragungsreich	Herstellungsart	Anzahl	Länge [m]	D [cm]	Länge Prüfstrecke [m]
B.Mx	1	Miozän	verrohrt	5	17,00	90	6,14
B.M1x	1	Miozän	SOB	5	17,00	90	6,10
B.Kx	1	Quartär	verrohrt	2	6,00	60	4,14
B.K1x	1	Quartär	SOB	2	6,00	60	4,10
B.K5x	2	Quartär	verrohrt	5	6,00	60	4,14
B.K6x	2	Quartär	SOB	5	6,00	60	4,10
B.Ex	2	Quartär & Miozän	verrohrt	2			
B.Hx	2	Quartär & Miozän	verrohrt & SOB	2			

Die Versuchsreihen B.Ex (Energiepfähle) und B.Hx (Horizontalverschiebeversuche) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Diplomarbeit. Sie sind als eigenständige Diplomarbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts in [AS] und [AF] nach Tab. 1.1 zu finden.

Die Füll- und Reaktionspfähle wurden ohne Entkopplung der Mantelreibung hergestellt. Die Lastabtragung erfolgte über die gesamte Pfahllänge. Die Reaktionspfähle dienten als Widerlager für die Prüfräger. In Tab. 6.2 sind die Herstellungsart, Anzahl und Abmessungen der Großbohrpfähle angeführt. Zusätzlich zur Variation der Herstellverfahren kamen auch unterschiedliche Zemente für die Herstellung des Pfahlbetons zur Ausführung. Die Zuordnung zu den Pfahlserien erfolgt in Tab. 6.3.

Tab. 6.2: Großbohrpfähle - hergestellte Füll- und Reaktionspfahlserien

Großbohrpfahlversuchsreihe	Prüffeld	Herstellungsart	Anzahl	Länge [m]	D [cm]
Rx	1	verrohrt	6	16,80	90
R1x	1	SOB	6	16,80	90
Fx	1	verrohrt	2	15,40	90
F1x	1	SOB	2	15,40	90
R5x	2	verrohrt	4	15,80	90
R6x	2	SOB	7	15,80	90

Tab. 6.3: Großbohrpfähle - verwendete Zementsorten gemäß [93]

Zementart	Zementtypbezeichnung	Großbohrpfahlversuchsreihe	Anzahl	Herstellungsart
CEM II/A-M(S-L)	„konventionell“	B.Mxx & B.Kxx	20	verrohrt & SOB
CEM II/B-M(S-L)	„CO ₂ -arm“	B.Kx	2	verrohrt
CEM II/B-M	„CO ₂ -arm“	B.K1x	2	SOB

Für die Berechnung der Pfahlwiderstände und -verformungen ist die genaue Höhenlage der Versuchspfähle erforderlich. In Tab. 6.4 sind die tatsächlichen Pfahlhöhen gemäß Vermessung der ARGE ersichtlich. Die darin angegebenen Pfahlunterkanten sowie die Höhenlage der Lasteinleitungsstrecken sind mit den Planmaßen der jeweiligen Schalungs- und Bewehrungspläne ermittelt werden.

Tab. 6.4: Großbohrpfähle - Abmessungen und Höhenlage Versuchspfähle

Ver- suchs- pfahl	Pfahl- länge ³ [m]	D ³ [cm]	OK Pfahl- kopf ¹ [m ü. A.]	OK Pfahl ¹ [m ü. A.]	OK Krafteinlei- tungsstrecke ² [m ü. A.]	UK Pfahl ² [m ü. A.]	Scha- lungs- plan	Beweh- rungs- plan
B.M1	17	90	156,78	156,01	145,15	139,01	[51]	[52]
B.M2	17	90	156,98	156,21	145,35	139,21	[51]	[52]
B.M3	17	90	156,35	155,58	144,72	138,58	[51]	[52]
B.M4	17	90	156,84	156,07	145,21	139,07	[51]	[52]
B.M5	17	90	156,74	155,97	145,11	138,97	[51]	[52]
B.M11	17	90	156,75	155,95 ²	145,05	138,95	[53]	[54]
B.M12	17	90	156,83	156,06	145,16	139,06	[53]	[54]
B.M13	17	90	156,87	156,10	145,20	139,10	[53]	[54]
B.M14	17	90	156,86	156,09	145,19	139,09	[53]	[54]
B.M15	17	90	157,20	156,43	145,53	139,43	[53]	[54]
B.K1	6	60	156,83	156,03 ²	154,14	150,03	[55]	[56]
B.K2	6	60	156,73	155,93 ²	154,07	149,93	[55]	[56]
B.K11	6	60	156,81	156,01 ²	154,11	150,01	[57]	[58]
B.K12	6	60	156,75	155,95 ²	154,05	149,95	[57]	[58]
B.K51	6	60	156,81	156,04	154,18	150,04	[59]	[60]
B.K52	6	60	156,83	156,06	154,20	150,06	[59]	[60]
B.K53	6	60	156,82	156,05	154,19	150,05	[59]	[60]
B.K54	6	60	156,90	156,13	154,27	150,13	[59]	[60]
B.K55	6	60	156,84	156,07	154,21	150,07	[59]	[60]
B.K61	6	60	156,78	156,01	154,11	150,01	[61]	[62]
B.K62	6	60	156,80	156,03	154,13	150,03	[61]	[62]
B.K63	6	60	156,78	156,01	154,11	150,01	[61]	[62]
B.K64	6	60	156,75	155,98	154,08	149,98	[61]	[62]
B.K65	6	60	156,80	156,03	154,13	150,03	[61]	[62]

¹ OK Pfahlkopf- und Pfahloberkante lt. Vermessung ARGE

² Rechenwert Pfahlmaße errechnet (z.B.: OK Pfahl Vermessung – Planmaß Pfahlänge)

³ Planmaß Abmessungen gemäß zugehörigen Plänen

6.3 Lage der Großbohrpfähle und Baugrundsituation

Die Großbohrpfähle sind zwei nebeneinander angeordneten Prüffeldern zuzuordnen. In Prüffeld 1 befinden sich die Großbohrpfähle der Versuchsreihen B.Mx, B.M1x, B.Kx sowie B.K1x (siehe dazu auch Zuordnung gemäß Tab. 6.1). Die Anordnung der Großbohrpfähle soll hier eine tiefe Baugrube simulieren. Die Großbohrpfähle wurden nach erfolgter Einzelprüfung mit Düsenstrahlwickelabdichtungen und einer Düsenstrahllichtsohle ergänzt.

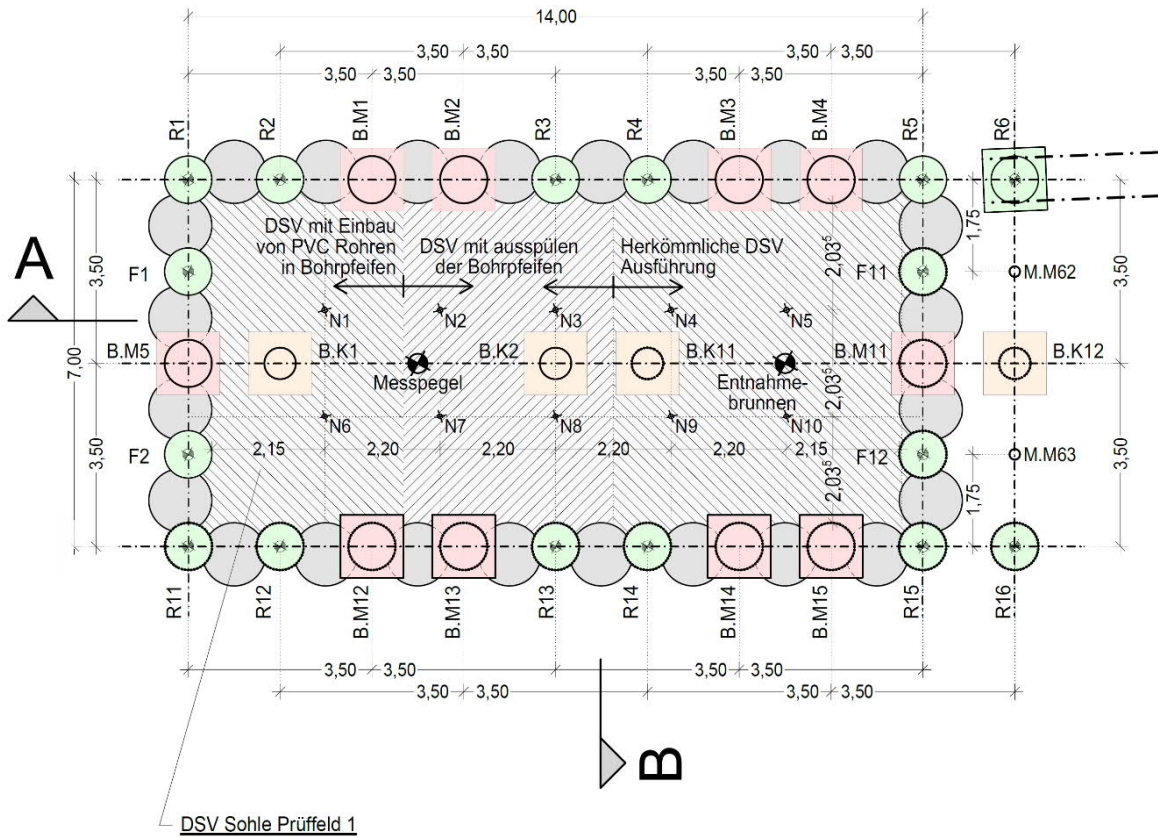


Abb. 6.1: Absteckung und Übersicht Prüffeld 1 [50]

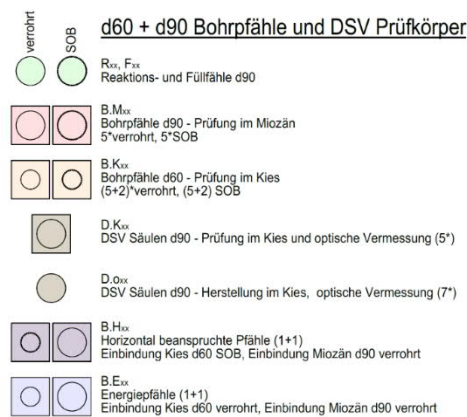


Abb. 6.2: Legende Absteckung und Übersicht aus [50]

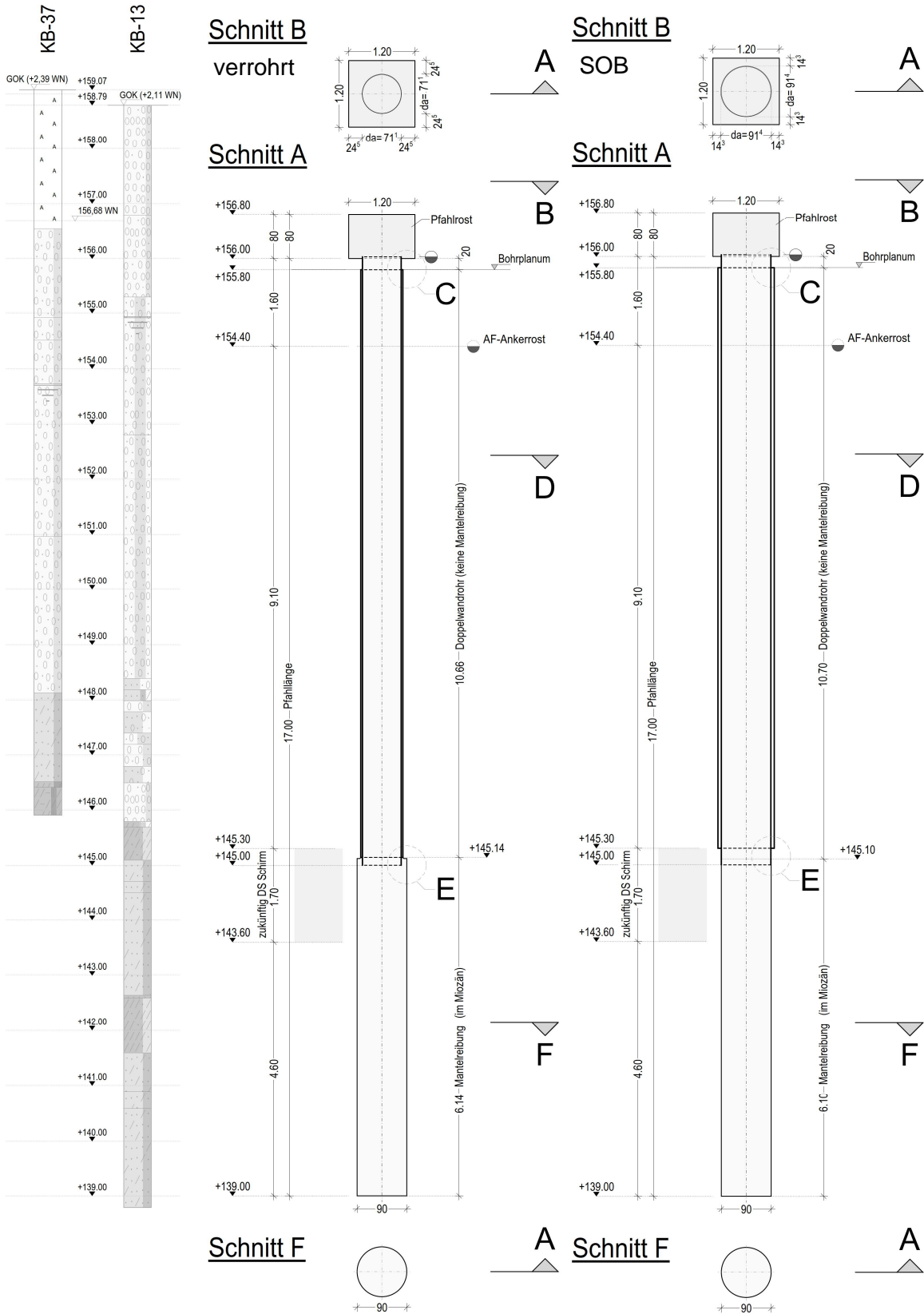


Abb. 6.4: Bodenprofil und Abmessungen der Großbohrpfähle im Miozän bei verrohrter Herstellung aus [51] bzw. im SOB-Verfahren aus [53]

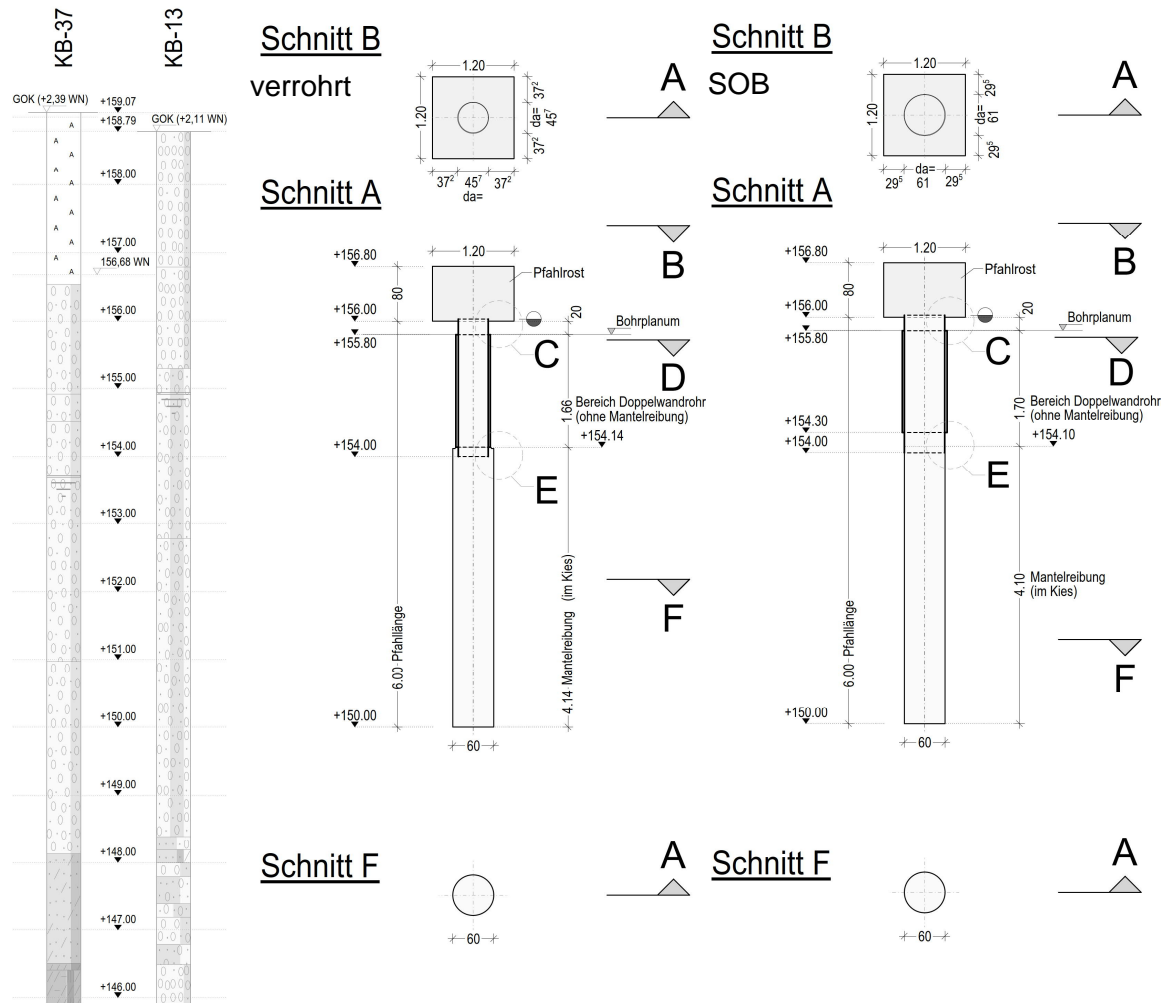


Abb. 6.5: Bodenprofil und Abmessungen der Großbohrpfähle im Kies bei verrohrter Herstellung aus [59] bzw. im SOB-Verfahren aus [61]

6.4 Pfahlherstellung

Bei der Herstellung der Großbohrpfähle kamen zwei Verfahren zur Anwendung, die Herstellung im Kelly-Bohrverfahren mit Verrohrung und das Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren (SOB-Verfahren). Die Arbeiten erfolgten gemäß den technischen Ausführungsberichten ([85] und [84]).

Das Abteufen der Großbohrpfähle im Kelly-Bohrverfahren erfolgte gemäß [85] in folgenden Arbeitsschritten:

- Ansetzen des ersten Rohrschusses mit der Bohrkronen:
 - Bohrrohr $d_a = 900$ mm $d_i = 800$ mm (bei Pfahl $d = 900$ mm)
 - Bohrrohr $d_a = 600$ mm $d_i = 540$ mm (bei Pfahl $d = 600$ mm)
- Lösen und Fördern des Bohrgutes mit an der Kelly-Stange geführtem Bohrwerkzeug, welches an die Bodenverhältnisse angepasst wurde.
- Verrohrung entsprechend des anstehenden Bodens ausreichend vorrauseilend:
 - im Quartär rund 1 – 2 m ohne Wasserauflast
 - im Tertiär mit Wasserauflast
- Säubern des Bohrlochs und Tiefenabnahme durch den Auftraggeber

- Bewehrungskörbe mit mittig geführttem Extensometerrohr fertig verschweißt geliefert
- Anbringung der Pfahlinstrumentierung (Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose) und Überprüfung auf Funktionstüchtigkeit mittels Handauslesegerät
- Zusammenbau der Doppelwandrohre (Abmessungen siehe Tab. 6.5) und des Bewehrungskorbs – Zentrierung und Fixierung des Bewehrungskorbes mit Abstandhalter
- Einbau zentrisch im Bohrrohr
- Betonieren im Kontraktorverfahren
- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Messinstrumente mittels Handauslesegerät

Die Doppelwandrohre bei Herstellung mit verrohrter Bohrung wurden gemäß Abb. 6.6 ausgeführt. Die Lage der Detailschnitte im Pfahl ist in Abb. 6.4 und Abb. 6.5 ersichtlich.

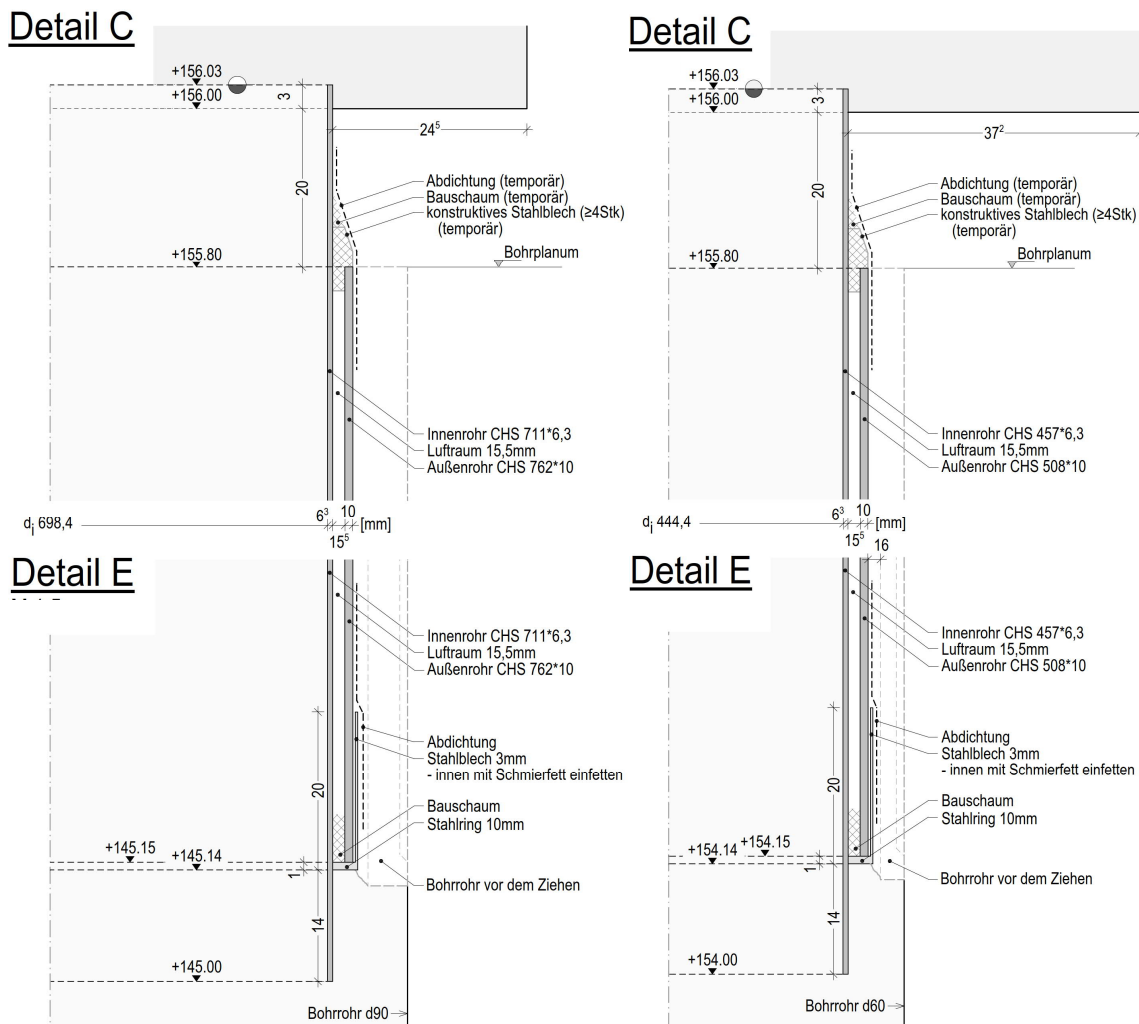


Abb. 6.6: Detailplan des Doppelwandrohrs bei verrohrter Bohrung im Bereich der Freispielstrecke bei Großbohrpfählen im Miozän bzw. im Kies, Planausschnitte aus [51] & [59]

Das Abteufen der Großbohrpfähle mittels Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren erfolgte gemäß [84] in folgenden Arbeitsschritten:

- Bohrung mittels Kelly-Bohrverfahren verrohrt bis zur UK Doppelwandrohr:
 - Bohrrrohr $d_a = 1200$ mm, $d_i = 1100$ mm (bei SOB $d = 900$ mm)
 - Bohrrrohr $d_a = 900$ mm, $d_i = 800$ mm (bei SOB $d = 600$ mm)

- Einheben des Doppelwandrohres (Abmessungen siehe Tab. 6.5) in das Bohrrohr
- Verfüllung des Hohlraums zwischen Bohrrohr und Doppelwandrohr mit SSM (Sand-Stabilisierte-Masse)
- Ziehen des Bohrrohres
- Bohrung mittels Endlosschnecke bis zur Pfahlunterkante – das geförderte Material dient zur Bohrlochstützung, die Wasserauflast kann entfallen.
- Bewehrungskörbe mit mittig geführtem Extensometerrohr fertig verschweißt geliefert
- Anbringung der Pfahlinstrumentierung (Bewehrungssensoren) und Überprüfung auf Funktionstüchtigkeit mittels Handauslesegerät
- Betonvorgang mittels Pumpen durch das Seelenrohr der Bohrschnecke von der Sohle aufsteigend
- Einbau des Bewehrungskorbes durch Eindrücken oder Einrütteln in den frischen Beton
- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Messinstrumente mittels Handauslesegerät

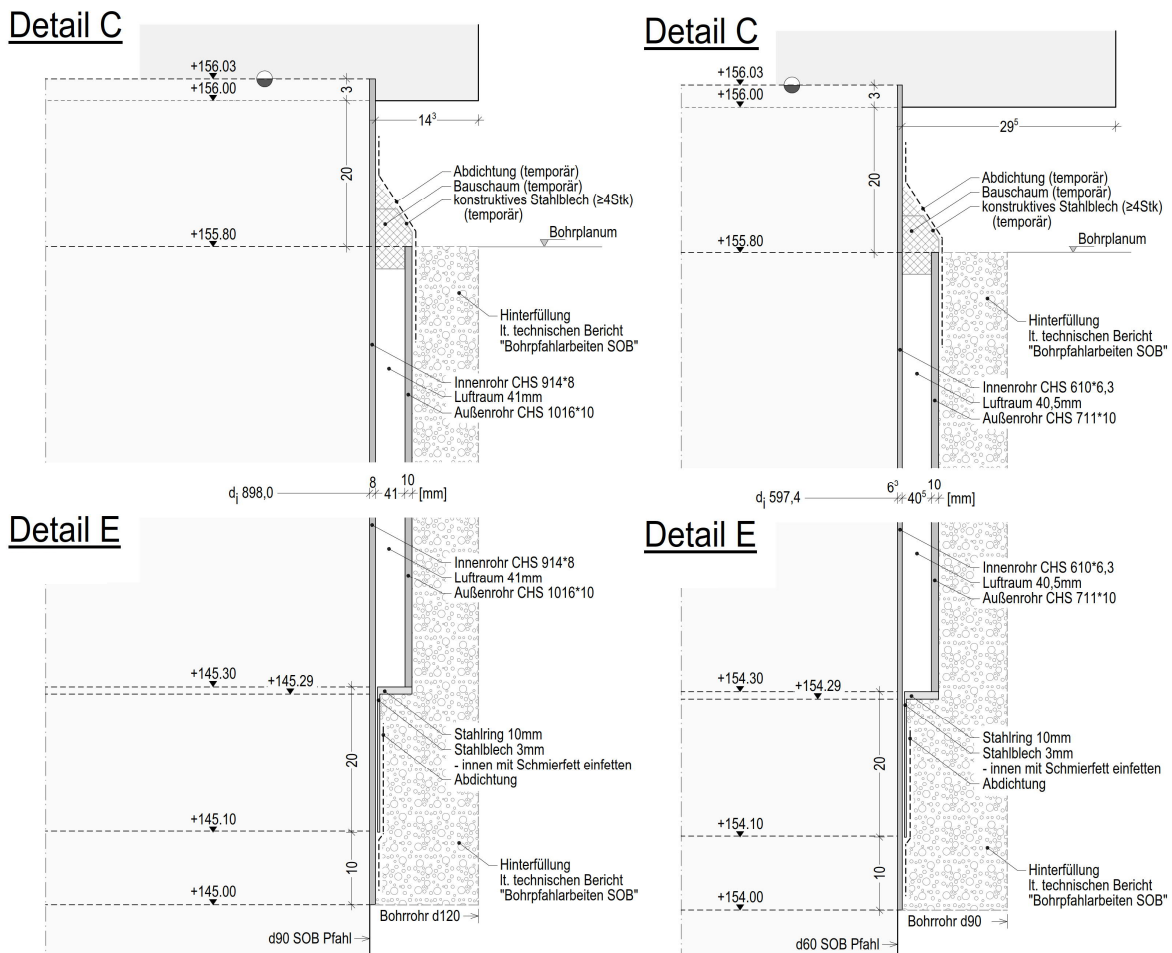


Abb. 6.7: Detailplan des Doppelwandrohres bei SOB-Pfählen im Bereich der Freispielstrecke für Großbohrpfähle im Miozän und im Kies, Planausschnitte aus [53] & [61]

Die Doppelwandrohre dienen der Ausschaltung der Mantelreibung des Großbohrpfahls außerhalb des vorgegebenen Kräfteinleitungsbereichs. Die Entkopplung der Außen- und Innenrohre erfolgte einerseits mittels Einfettens der Rohre mit Schmierfett, um die Reibung der Stahlrohre zu verringern. Ein Stahlring mit umlaufendem Stahlblech, welcher am unteren Ende des inneren Stahlrohres angeschweißt wurde, bildete das Auflager für das äußere Stahlrohr. Dieses wurde durch das umliegende

Erdreich über Mantelreibung gehalten. Das Innenrohr wurde beim Druckversuch ohne Reibung nach unten gedrückt. Um ein Eindringen des Betons in den Rohrzwischenraum zu verhindern, wurde dieser mit Bauschaum geringfügig ausgeschäumt. [84]

Tab. 6.5: Großbohrpfähle - Abmessungen der Doppelwandrohre

Großbohrpfahlversuchsreihe	B.Mx	B.Kx & B.K5x	B.M1x	B.K1x & B.K6x
Herstellungsart	verrohrt	verrohrt	SOB	SOB
D [cm]	90	60	90	60
d _a Bohrrrohr [mm]	900	600	1200	900
Außenrohr	CHS 762 x 10	CHS 508 x 10	CHS 1060 x 10	CHS 711 x 10
Innenrohr	CHS 711 x 6,3	CHS 457 x 6,3	CHS 914 x 8	CHS 597 x 4

Auf sämtlichen Großbohrpfählen wurden Pfahlköpfe aus Stahlbeton mit einer Abmessung von 120 cm x 120 cm x 80 cm angeordnet. Sie dienten als ebenes Auflager für die Anordnung der Pressen sowie für die Wegaufnehmer des Messwertsystems I.

Die Reaktionspfähle wurden ebenfalls im Kelly-Bohrverfahren mit Verrohrung und mit dem Schneckenendortbetonbohrpfahlverfahren (SOB-Verfahren) gemäß der Tab. 6.6 hergestellt. Die Großbohrpfähle wurden teilweise mit Pfahlköpfen ausgeführt, diese sind in Abb. 6.1 und Abb. 6.3 ersichtlich.

Tab. 6.6: Großbohrpfähle - hergestellte Füll- und Reaktionspfahlserien, Planzuordnung

Großbohrpfahlversuchsreihe	Prüffeld	Herstellung	Anzahl	Länge [m]	D [cm]	Schalungsplan	Bewehrungsplan
Rx	1	verrohrt	6	16,80	90	[63]	[64]
R1x	1	SOB	6	16,80	90	[65]	[66]
Fx	1	verrohrt	2	15,40	90	[71]	[72]
F1x	1	SOB	2	15,40	90	[73]	[74]
R5x	2	verrohrt	4	15,80	90	[67]	[68]
R6x	2	SOB	7	15,80	90	[69]	[70]

Im oberen Bereich der Reaktionspfähle wurden Bewehrungsstäbe mit Gewinderippung angeordnet. Diese konnten mittels Muffe verlängert werden und dienten der Verankerung der Belastungseinrichtungen.

Die Abb. 6.8 bis Abb. 6.11 zeigen die Bewehrungspläne der Großbohrpfahlserien mit der jeweiligen Höhenlage der Bewehrungssensoren im Pfahl sowie die Kettenextensometerkonfiguration.

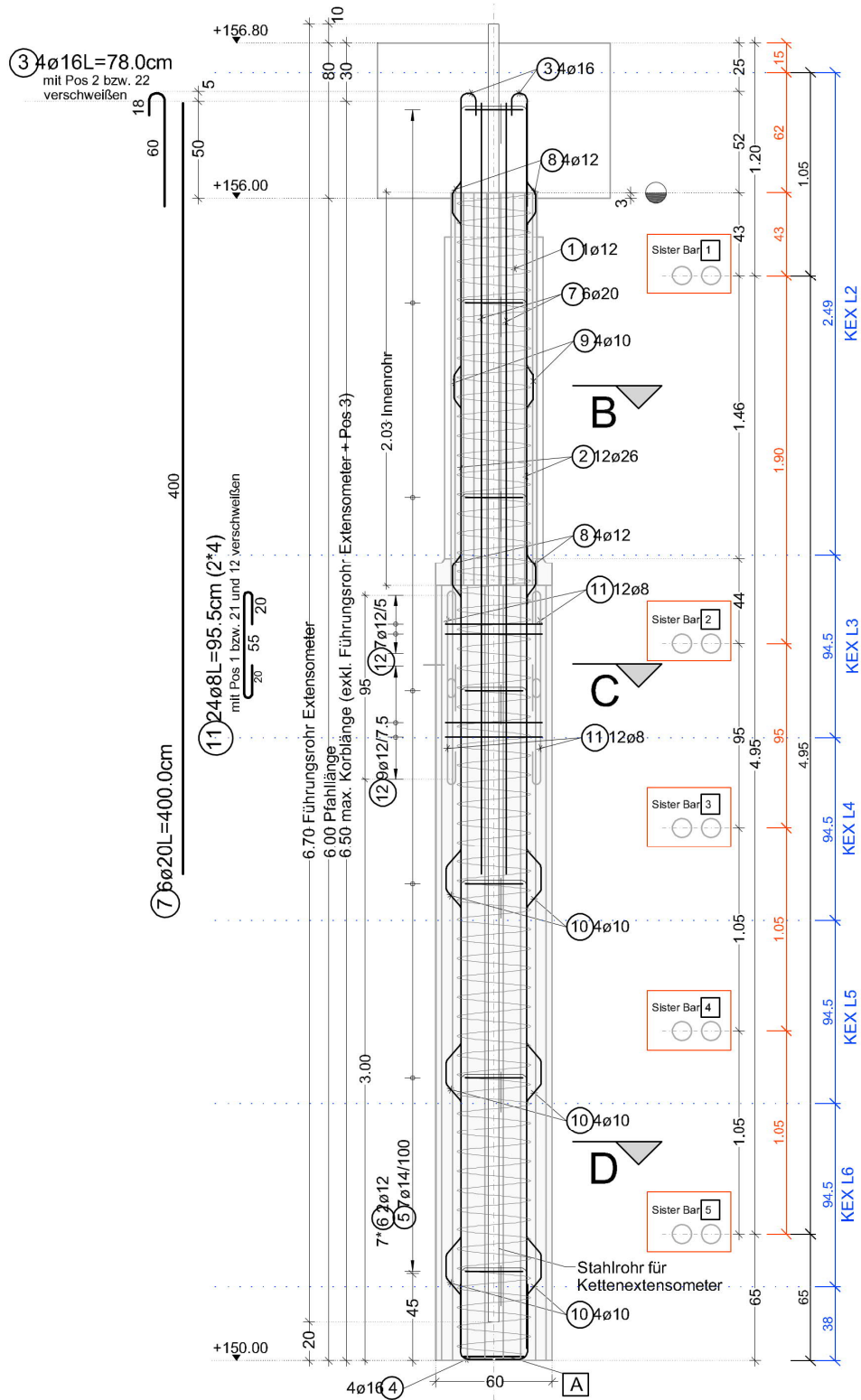


Abb. 6.10: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.K51-55 (verrohrt), Plananschnitt aus [59] (adaptiert)

6.5 Versuchsaufbau der Großbohrpfahlversuche

6.5.1 Allgemeines

Die EA-Pfähle [23] unterscheidet für die Pfahlinstrumentierungen bei statischen Pfahlprobelastungen verschiedene Anforderungskategorien, welche in Kapitel 3.6 näher beschrieben sind. Die Instrumentierung der 24 Versuchsbohrpfähle im vorliegenden Forschungsprojekt wurde im Sinne der Richtlinie entsprechend „hoher Anforderungen“ ausgeführt. Das bedeutet, dass durch geeignete Instrumentierung die Anteile aus Pfahlfuß- und Pfahlmantelwiderstand getrennt bestimmt werden konnten. Ebenso konnten die Verschiebungen in Bezug zu den Widerständen gesetzt werden. [93]

Dies wurde mit zwei verschiedenen Messwerterfassungssystemen realisiert. Das Messwerterfassungssystem I dient der Verschiebungsmessung am Pfahlkopf sowie der Aufzeichnung der aufgetragenen Prüfkraft. Das Messwerterfassungssystem II dient der Erfassung des Pfahlmantel- und Pfahlfußwiderstandes mit Hilfe von Kettenextensometer, Dehnungsaufnehmer an der Bewehrung und Sohldruckmessdose.

6.5.2 Belastungseinrichtungen

Die Belastungseinrichtung für die statischen Probelastungen ist in Abb. 6.12 dargestellt. Ein Prüfträger mit Kastenquerschnitt wurde auf jeweils zwei Reaktionspfählen aufgelagert. Der Stahlrahmen wurde in Querrichtung durch Gitterträger gehalten. Diese Querträger wurden wiederum auf Reaktionspfählen aufgelagert. Die Anordnung und Dimensionierung des Trägers erfolgten entsprechend den statischen Vorgaben aus [96].

Die Prüfkraft wurde zentrisch und axial mittels Hydraulikzylindern auf den Pfahlkopf aufgebracht. Dabei kam eine Hohlkolbenpresse des Typs ZPE 1000 zur Anwendung [76]. Die Presse wurde auf eine maximale Prüflast von 6000 kN ausgelegt. Während der einzelnen Laststufen wurde der Prüfdruck mittels automatischer Druckregelanlage konstant gehalten. Der Pressenhub wurde auf die zu erwartenden Verschiebungen ausgelegt und musste während des Versuchs periodisch kontrolliert werden. [93]

Die gesamte Prüfeinrichtung musste vor Witterung, Sonneneinstrahlung und Erschütterungen geschützt werden, um störende Einflüsse und eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden.

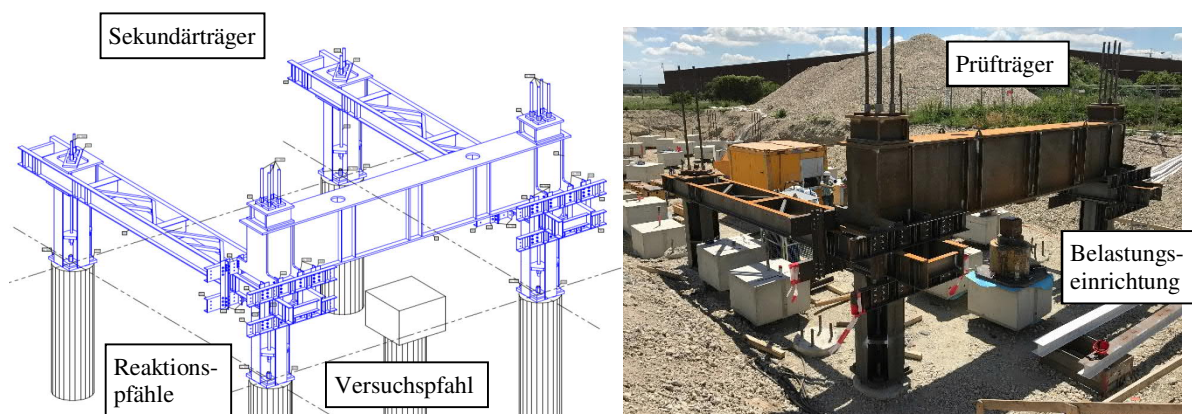


Abb. 6.12: Skizze Versuchsaufbau Großbohrpfähle, Planausschnitt aus [93], Bild [FPUH]

6.5.3 Messeinrichtungen

6.5.3.1 Messwerterfassungssystem I

Das Messwerterfassungssystem I (MWES I) diente der Erfassung der aufgetragenen Belastung sowie der Pfahlkopfverschiebungen.

Erfassung der aufgetragenen Belastung

Die aufgetragene axiale Prüfkraft wurde kontinuierlich mittels kalibrierter Kraftmessdose vom MWES I aufgezeichnet. Dies erfolgte mit einer Kraftmessdose des Typs HBM 1-C6A/5MN und zugehöriger Kalotte des Typs HBM 1-C6/500T/ZK [76]. Die Versuchsanordnung ist in Abb. 6.13 beziehungsweise in Abb. 6.15 ersichtlich.

Zur Erfassung möglicher Temperaturschwankungen im Bereich des Pfahlkopfes wurde ein Temperaturfühler des Typs PT1000 auf der Messbrücke angebracht und dessen Messdaten ebenfalls laufend aufgezeichnet. [93]

Zusätzlich wurde die Prüfkraft zu markanten Zeitpunkten des Versuchs händisch in einem Feldprotokoll notiert. Ebenso wurde der Hydraulikdruck der Presse zur Kontrolle händisch aufgezeichnet.

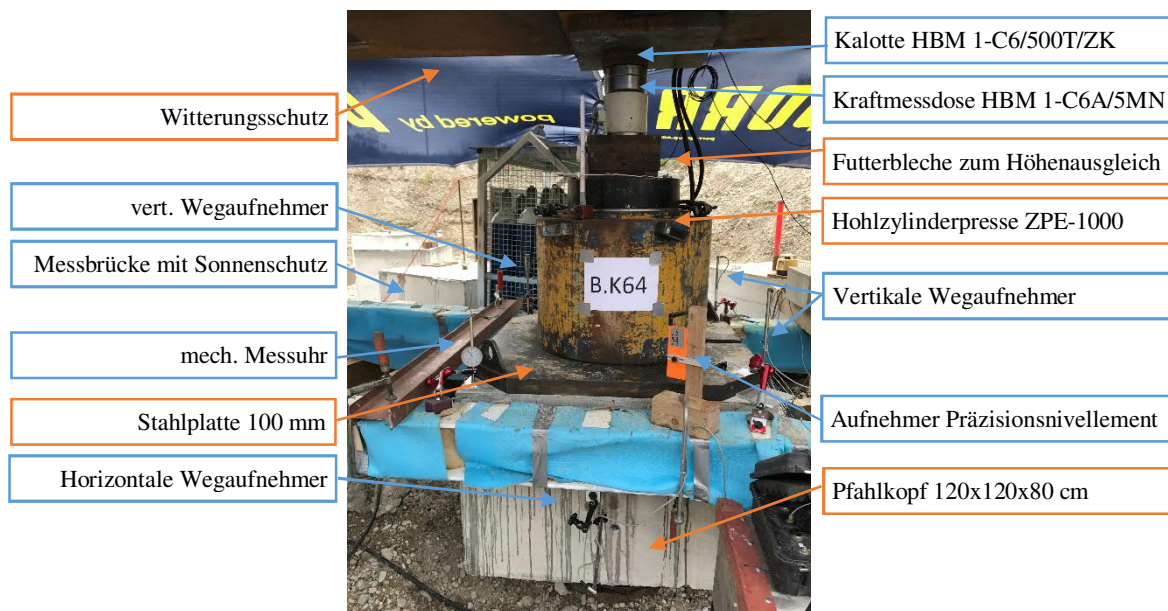


Abb. 6.13: Versuchsaufbau Großbohrpfahl, Belastungseinrichtungen orange, Messeinrichtungen blau, Bild [JW]

Erfassung der Pfahlkopfverschiebung

Die Pfahlkopfverschiebungen sollten mittels zwei voneinander unabhängiger Messsysteme erfasst werden. Einerseits war eine kontinuierliche Messung der Vertikal- und Horizontalverschiebung am Pfahlkopf mit induktiven Wegastern des Typs HBM WA/200MM mit einem Messweg von 200 mm und einer Linearitätsabweichung von 0,1% vorgesehen. Es wurden dazu drei vertikal symmetrisch am Pfahlkopf angeordnete Wegaufnehmer zur Messung der vertikalen Pfahlkopfverschiebung verwendet. Die seitliche Auslenkung wurde mittels horizontal angeordneter Wegaufnehmer überwacht. Die Anordnung am Großbohrpfahl ist in Abb. 6.15 und Abb. 6.16 dargestellt. [93]

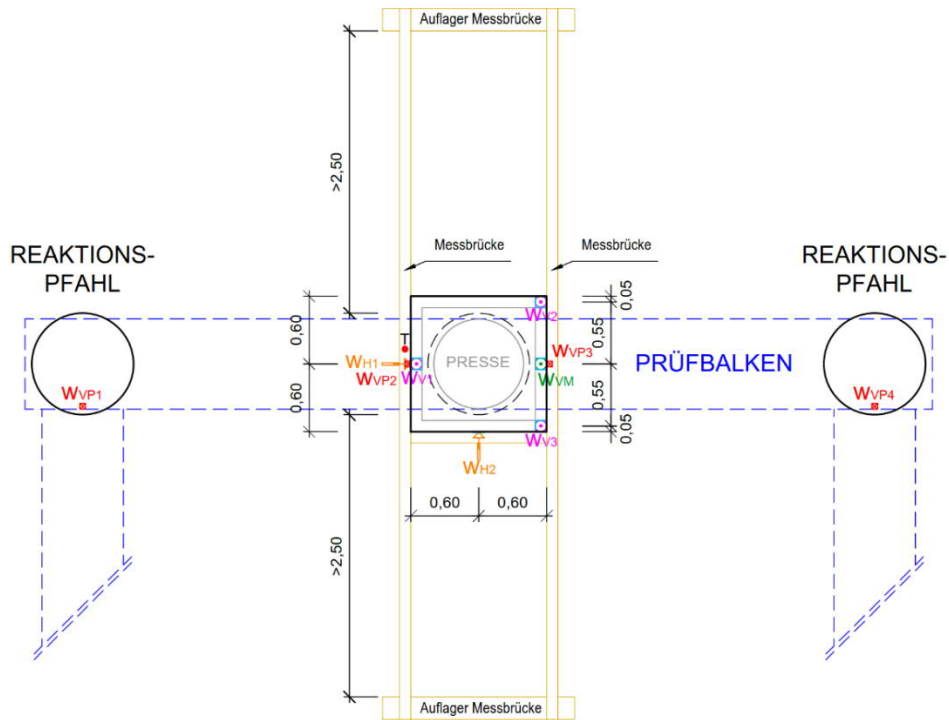


Abb. 6.16: Instrumentierung Pfahlkopf Großbohrpfähle Grundriss, Planausschnitt aus [92]

LEGENDE INSTRUMENTIERUNG:

- **KMD** **Kraftmessdose:** Typ: HBM 1-C6A/5MN bzw. C6A/2MN bei ZPE 200
- **WVPx** **Vertikalverschiebungen periodisch mittels Präzisionsnivellement:**
 -System LE71
 -4 Messpunkte: OK Reaktionspfahl 1+4 und Mitte OK Messbrücke 2+3
 -Grundeinstellungen Messbereich (Hebung / Setzung):
 $W_{VP1,4} = 90\% / 10\%$
 $W_{VP2,3} = 50\% / 50\%$
- **WVx** **Vertikalverschiebungen am Pfahlkopf, kontinuierlich, mit Nachstellmöglichkeit:**
 -Typ:HBM WA/100MM-T
 -3 Messpunkte: jeweils von der Messbrücke auf OK Pfahlkopf
 -Grundeinstellungen Messbereich (Hebung / Setzung): $W_{V1,2,3} = 5\% / 95\%$
 -Auflager Taster am Pfahlkopf: Plexiglasplatte 10x10cm mit 2K Kleber befestigt
- **WVM** **Vertikalverschiebungen am Pfahlkopf, mechanisch:**
 -Typ mechanische Messuhr: GM 80-100T
 -1 Messpunkt: von der Messbrücke auf OK Pfahlkopf
 -Grundeinstellungen Messbereich (Hebung / Setzung): $W_{VM} = 5\% / 95\%$
 -Auflager Taster am Pfahlkopf: Plexiglasplatte 10x10cm mit 2K Kleber befestigt
- **WHx** **Horizontalverschiebungen am Pfahlkopf, kontinuierlich:**
 -Typ:HBM WA/100MM-T
 -2 Messpunkte um 90° verdreht, jeweils Mitte Seitenfläche Pfahlkopf
 -Grundeinstellungen Messbereich (Hebung / Setzung): $W_{H1,2} = 50\% / 50\%$
 -Auflager Taster am Pfahlkopf: Plexiglasplatte 10x10cm mit 2K Kleber befestigt
- **Temperatursensor am Pfahlkopf, kontinuierlich:**
 -Typ: PS-PT1000
 -1 Messpunkte auf der Messbrücke

Abb. 6.17: Instrumentierung Pfahlkopf Großbohrpfähle Legende, Planausschnitt aus [92]

6.5.3.2 Messwerterfassungssystem II

Das Messwerterfassungssystem II (MWES II) umfasste die Instrumentierungen im Pfahlinneren der Großbohrpfähle zur Erfassung des Pfahlmantel- und Pfahlfußwiderstandes.

Erfassung des Pfahlfußwiderstandes

Der Pfahlfußwiderstand wurde mittels einer kreisförmigen Druckmessdose nach dem System der schwingenden Saite gemessen. Dazu kamen Sohldruckmessdosen des Typs Geokon 4855 mit einem Durchmesser von 75 cm für Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von 90 cm und Druckmessdosen des Typs Geokon 4855 mit einem Durchmesser von 45 cm für Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von 60 cm zur Anwendung (siehe Abb. 6.18).

Die Geokon 4855 Druckmessdosen bestehen aus zwei Edelstahlplatten, welche am Rand derart zusammenschweißt sind, sodass ein dünner Hohlraum dazwischen frei bleibt. Dieser Zwischenraum ist mit entlüftetem Hydrauliköl gefüllt und mit zwei Schwingsaitenaufnehmern verbunden. Die Verwendung von entlüftetem bläschenfreiem Hydrauliköl garantiert, dass der Steifemodul der Druckmessdose größer als jener des umliegenden Betons ist und stellt sicher, dass der gemessene Druck charakteristisch für den gesamten Bohrfpahlquerschnitt ist und nicht nur in den Randbereichen eingeleitet wird. [100]

Die Druckmessdose kann sich aufgrund der höheren Temperaturen während des Hydratationsvorgangs des Betons ausdehnen. Nach Abkühlung zieht sich das Metall der Messdose wieder zusammen und es können Hohlräume zwischen Beton und Messgerät entstehen. Die Druckmessdose ist daher mit einer hydraulischen Nachspannvorrichtung ausgestattet, um den vollflächigen Kraftschluss nach Einbau und Betonage sicherzustellen. [100]

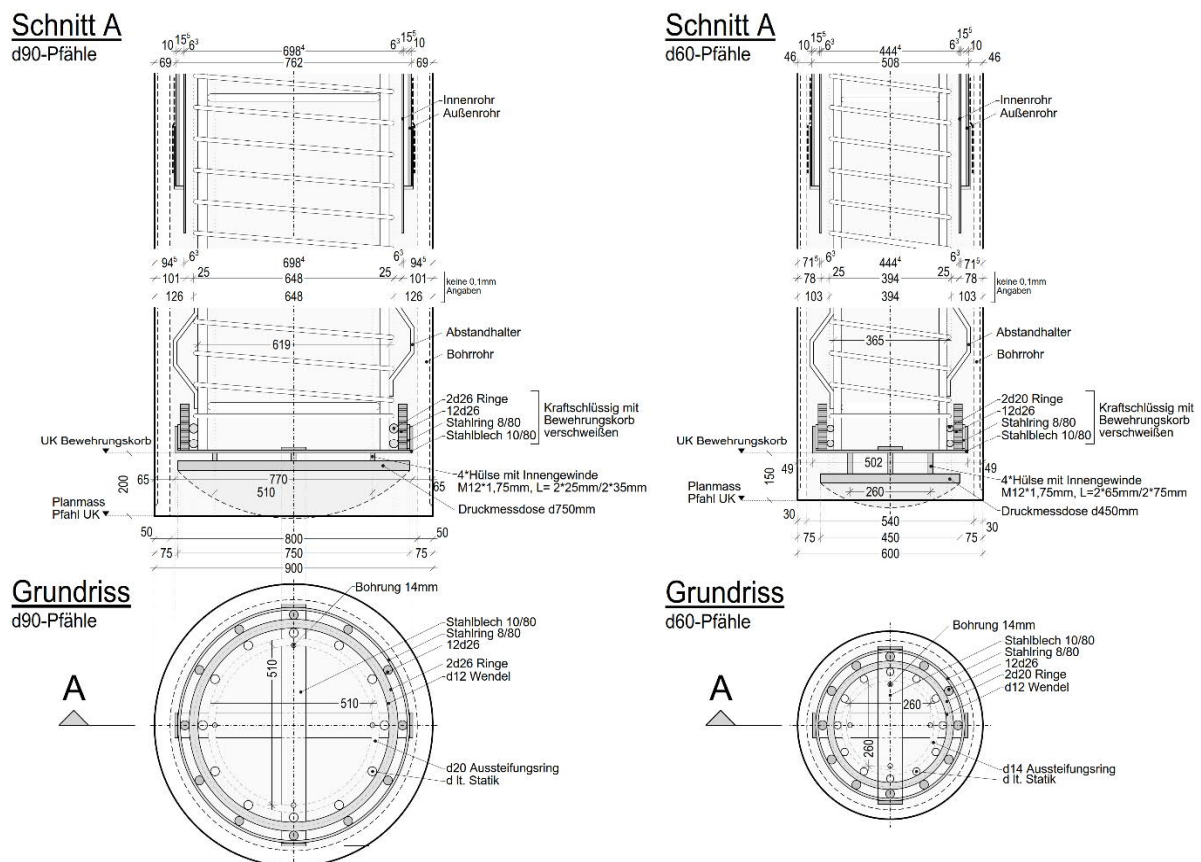


Abb. 6.18: Montage Druckmessdose - Pfahlfuß, Planausschnitt aus [75]

Zur Montage der Sohldruckmessdosen wurden diese mit Betonplomben versehen, um ein saftes Aufliegen im Erdreich sicherzustellen. Dazu wurden Betonierschablonen aus Bodenmaterial angefertigt. Nach Verfüllen der Schablonen mit Pfahlbeton wurden die Druckmessdosen eingedrückt. Am Bewehrungskorb wurde ein Stahlblechkreuz angebracht, an welches die Pfahldruckmessdose angeschraubt wurde (siehe Abb. 6.19). [76]



Abb. 6.19: Montagevorbereitungen Sohldruckmessdose [76]

Die Schwingsaitenaufnehmer der Messdose sind Geokon 4500H Messwandler mit integriertem Temperaturfühler. Die Messwerte wurden alle 30 Sekunden von einem Datenlogger, Typ Geokon 8002-16-1 (LC-2x16), mit 16 Messkanälen für Schwingsaitenaufnehmer und Temperaturfühler erfasst und aufgezeichnet.

Erfassung des Pfahlmantelwiderstandes

Die Ermittlung des Pfahlmantelwiderstandes erfolgte in den Versuchen über die Erfassung der Pfahllängsdehnungen einerseits mittels eines Kettenextensometers als auch teilweise zusätzlich mittels Dehnungsaufnehmern entlang der Bewehrung.

Die Bewehrungssensoren wurden in 5 Messhorizonten zu je 2 Sensoren entlang der Pfahlbewehrung installiert. Die Anordnung mehrerer Messquerschnitte über die Pfahllänge ermöglichte eine ausreichende genaue Ermittlung der Verteilung der Pfahl-Längsdehnungen [23]. Die planmäßige Anordnung der Bewehrungssensoren in den Pfählen kann den jeweiligen Bewehrungsplänen gemäß Tab. 6.4 entnommen werden. Die tatsächliche Lage wurde nach Montage am Bewehrungskorb gemessen und in den Instrumentierungsprotokollen vermerkt (siehe dazu Kapitel 8).

Als Dehnungsaufnehmer der Bewehrung kamen Schwingsaitenaufnehmer des Typs Geokon 4911 („Sister Bars“) beziehungsweise des Typs 4911A („Rebars“) zur Anwendung. Die beiden Modelle sind in Abb. 6.20 dargestellt. Die „Sister Bars“, mit einem Stabdurchmesser von 13 mm, wurden bei den verrohrt hergestellten Pfählen direkt an der Hauptbewehrung mithilfe von Kabelbindern montiert (siehe Abb. 6.21). Die „Rebars“, mit einem Stabdurchmesser von 19,1 mm, wurden bei den SOB-Pfählen eingesetzt. Sie wurden im Unterschied zu den Sister Bars an einen statisch nicht wirksamen Bewehrungsstab $\varnothing 20$ angeschweißt, um der höheren mechanischen Beanspruchung beim Eindringen des Bewehrungskorbes Stand halten zu können. Die Messkabel wurden ebenfalls am Bewehrungskorb befestigt und nach oben geführt. [76]

Das Messprinzip der „schwingenden Saite“ basiert auf der Änderung der Frequenz aufgrund der Änderung der Spannung in der Saite durch Dehnung oder Stauchung der Bewehrung. Durch Messung der Änderung der elektrischen Frequenz kann auf die Längenänderung rückgeschlossen werden. [7]

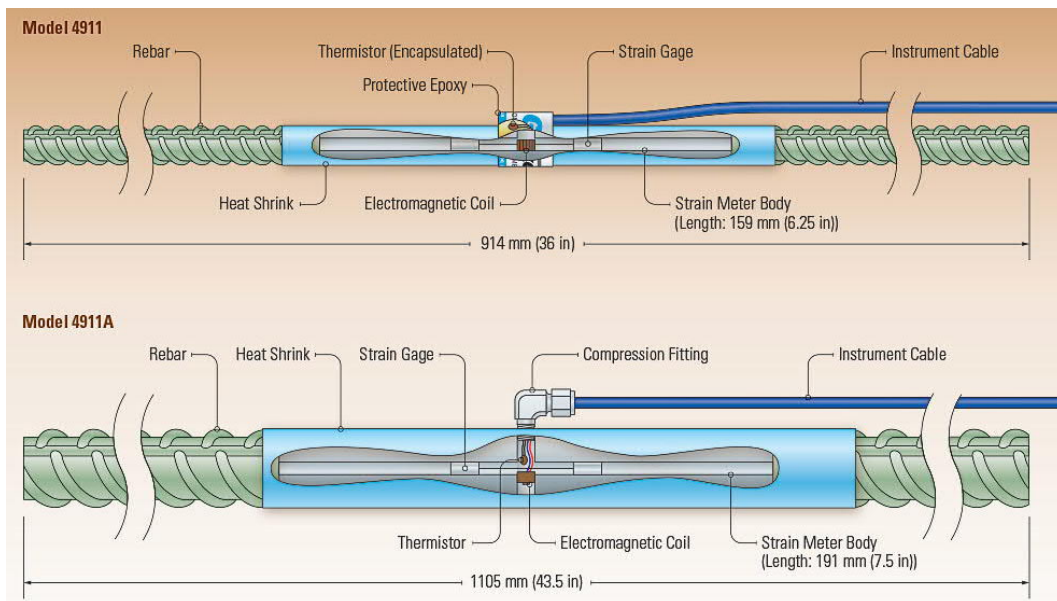


Abb. 6.20: Aufbau der Bewehrungssensoren Modell 4911 „Sister Bar“ und Modell 4911A „Rebar Strainmeter“ [99]

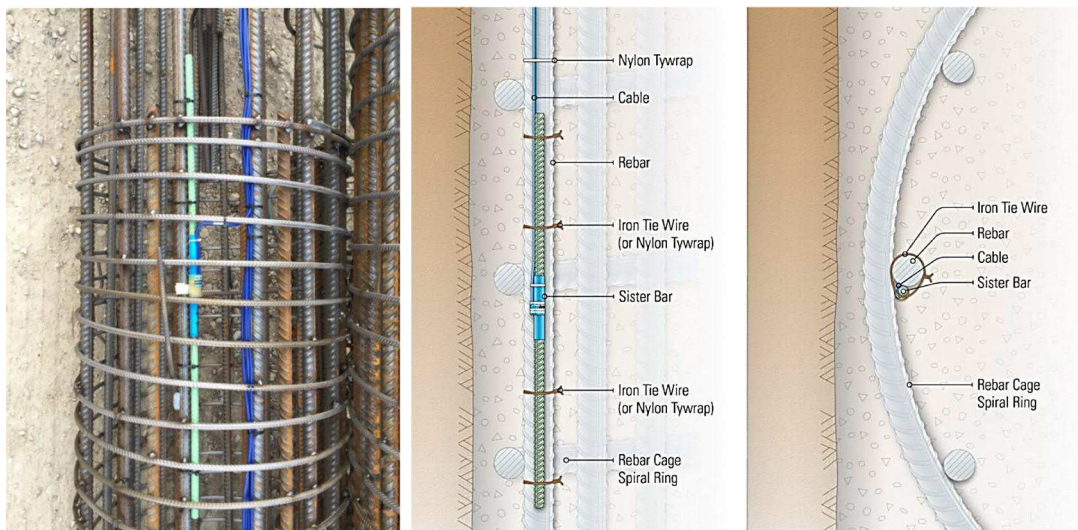


Abb. 6.21: Anordnung der Bewehrungssensoren „Sister Bars“ aus [76] [98]

Mit einem Kettenextensometer des Typs Geokon 1300-A9 konnte durch aneinander gekoppelte Segmente die Verformung über die gesamte Pfahlänge gemessen werden. Damit erhielt man eine lückenlose Information über die integrale Verformung jedes einzelnen Pfahlabschnitts sowie auch über die Gesamtverformung des Großbohrpfahls zwischen Pfahlkopf und Pfahlfuß. Die Staffelung in fünf entsprechende Abschnittslängen ermöglichte durch Differenzbildung die Verteilung der Längenänderungen und den daraus abgeleiteten Längskraftverlauf sowie die Mantelreibung zu bestimmen. [23] Da die Längen der einzelnen Abschnitte deutlich größer waren als jene der Bewehrungssensoren, konnten Fehlinterpretationen aufgrund lokaler Abweichungen des Pfahlquerschnitts gegenüber diesen reduziert werden. [93]

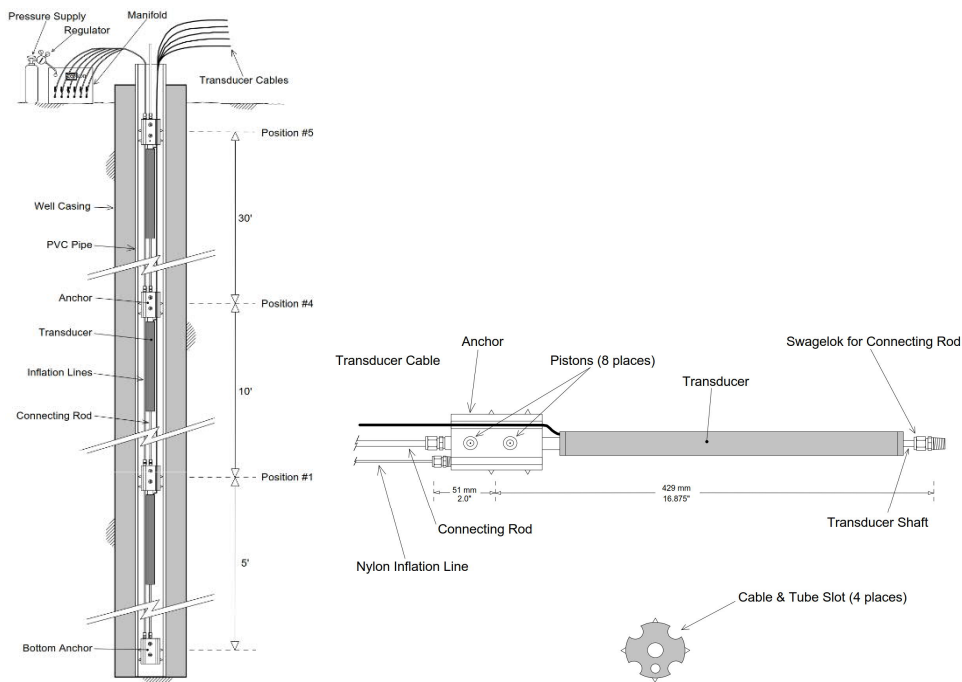


Abb. 6.22: Aufbau Kettenextensometer Geokon 1300-A9 [97]

Das Kettenextensometer war wiedergewinnbar und konnte somit bei allen Großbohrpfahlversuchen eingesetzt werden. Dazu wurde ein unten verschlossenes Stahlrohr 57 mm x 2,9 mm über die gesamte Länge in der Pfahlachse eingelegt und miteinbetoniert, in welchem das Kettenextensometer vor der Probelastung installiert wurde. Das Extensometer besitzt pneumatisch steuerbare Ankerdorne, welche ein Fixieren in beliebiger Tiefe ermöglichen. Jeder Anker wurde mit einem Schwingsaitensensor verbunden, mit welchem die Dehnungen gemessen wurden. Die einzelnen Sensoren wurden mittels eines Kohlefasergestänges verbunden. Die Längen des Gestänges ergaben sich aus der Extensometerkonfiguration. [93]

Die Einteilung der Messabschnitte des Extensometers erfolgte gemäß den entsprechenden Extensometerkonfigurationen für die verschiedenen Großbohrpfahlversuchsreihen. Dabei wurden die Ankerpunkte in 6 Horizonten (5 Messabschnitte) verankert, wobei jedenfalls ein kurzer Abschnitt im Pfahlkopfbereich vorgesehen war, in dem die Mantelfläche vom Baugrund entkoppelt wurde. In diesem Pfahlabschnitt wurde der E-Modul des Pfahlschaftes bestimmt. Dieser wird für die spätere Auswertung zur Umrechnung der Dehnungen in Spannungen bzw. Lasten benötigt. [93]

Die Messdaten der Dehnungsaufnehmer sowie des Kettenextensometers wurden gemeinsam mit den Daten der Sohldruckmessdose mit dem Datenlogger Typ Geokon 8002-16-1 (LC-2x16) [102] in einem Intervall von 30 Sekunden erfasst und aufgezeichnet. Die Auslesung und Sicherung der Daten erfolgte mittels Laptop und der Software *Geokon Log View* [101].

Die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit sämtlicher Sensoren des MWES II vor und nach Einbau erfolgte mit einem Handauslesegerät des Typs Geokon GK-404 [103].

6.5.4 Variation der Pfahlinstrumentierung

Aufgrund von Kosten der Messinstrumente und Herstellungsverfahren der Großbohrpfähle war eine Vollinstrumentierung nicht für alle Versuchspfähle möglich. Aus der Tab. 6.7 kann die Instrumentierung jedes Versuchspfahls entnommen werden.

Erfolgte keine direkte Erfassung des Pfahlfußwiderstands, wurde stattdessen eine Rückrechnung des Fußwiderstands aus der Verformungsmessung des Pfahlschaftes vorgenommen. Die Differenz aus

aufgebrachter Vertikalkraft und der über die Krafteinleitungsstrecke über Mantelreibung abgebauten Kraft entsprach dem Pfahlfußwiderstand (siehe auch Kapitel 8). [93]

Tab. 6.7: Großbohrpfähle - Instrumentierung der Versuchspfähle

Versuchspfahltyp		Messwerterfassungssystem I			Messwerterfassungssystem II		
Nr.	Instrumentierungstyp	Kraftmessdose KMD	Vertikale Wegaufnehmer w_v	Horizontale Wegaufnehmer w_h	Kettenextensometer KEX	Bewehrungssensoren BS	Sohldruckmessdose SMD
B.M1	Ib	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.M2	Ib	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.M3	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.M4	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.M5	Ib	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.M11	Id	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.M12	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.M13	Id	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.M14	Id	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.M15	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K1	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K2	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K11	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K12	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K51	Ia	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.K52	Ia	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.K53	Ia	✓	✓	✓	✓	✓ ^{SB}	✓
B.K54	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K55	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K61	Ic	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.K62	Ic	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.K63	Ic	✓	✓	✓	✓	✓ ^{RB}	-
B.K64	II	✓	✓	✓	✓	-	-
B.K65	II	✓	✓	✓	✓	-	-

SB Bewehrungssensor Modell „Sister Bar“

RB Bewehrungssensor Modell „Rebar Strainmeter“

6.6 Versuchsablauf der Großbohrpfahlversuche

Das Konzept des Versuchsablaufs basiert auf der EA-Pfähle [23]. Diese sieht vor, dass die Belastung in mindestens zwei Zyklen aufgebracht werden soll. Die maximale Last des ersten Zyklus soll dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ entsprechen. Die maximale Last des zweiten Zyklus entspricht der Prüflast P_P .

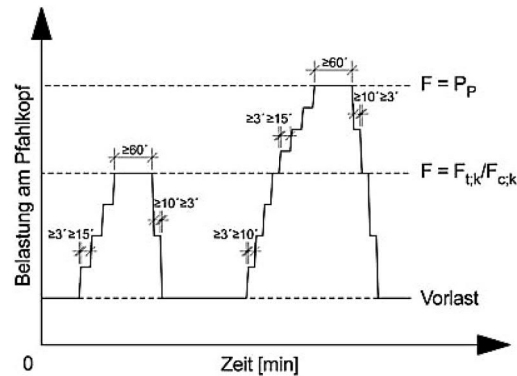


Abb. 6.23: Empfohlene Belastungsstufen gemäß [23]

6.6.1 Laststufen

Zu Versuchsbeginn wurde eine geringe Vorlast aufgebracht, damit sich die Belastungseinrichtung festsetzen konnte. Während der Belastungsstufen wurde die Last mittels hydraulischer Druckregelanlage konstant gehalten. Die Prüflast sollte in mindestens 8 Stufen aufgebracht werden. Dabei wurde die Belastungsgeschwindigkeit vor allem in den höheren Laststufen niedrig gewählt, um langanhaltende Kriechverformungen zu vermeiden. Die Dauer der Laststeigerung musste dabei mindestens 3 min betragen. [23]

Von dieser Vorlast ausgehend wurde in 4 Laststufen belastet bis die charakteristische Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ erreicht wurde. Die einzelnen Laststufen wurde so lange gehalten, bis der Verschiebungszuwachs auf 0,1 mm innerhalb von 20 min abgeklungen war. Jedoch war auch die Mindestbeobachtungszeit gemäß Abb. 6.23 zu beachten. Diese betrug 15 min je Laststufe bei Erstbelastung. Bei der charakteristischen Laststufe selbst waren längere Beobachtungszeiten von mindestens 180 min bei den Großbohrpfählen im Miozän und 60 min bei den Großbohrpfählen im Kies vorgesehen. Dies sollte der Erfassung des Langzeitverhaltens sowie allfälliger Kriechumlagerungen dienen. Im Anschluss an diese Laststufe wurde eine Entlastung bis zur Vorlast in zwei Stufen gefahren. [23] [93]

Im Zuge der Wiederbelastung erfolgte die Belastung in 14 Laststufen ausgehend von der Vorlast bis zum Erreichen der Prüflast. Die Last wurde wiederum so lange konstant gehalten, bis der Verschiebungszuwachs auf 0,1 mm innerhalb von 20 min zurückgegangen war. In den höheren Laststufen über $F_{c,k}$ hinaus konnte das Verschiebungskriterium auf kleiner 0,1mm/5 min reduziert werden. Die Mindestbeobachtungszeit betrug 10 min je Laststufe bei Wiederbelastung unter $F_{c,k}$ und 15 min je Laststufe bei Erstbelastung und Wiederbelastung über $F_{c,k}$ hinaus. Wurde das Verschiebungskriterium nicht erreicht, musste die Beobachtungszeit bis zum Erreichen verlängert werden. Bei der Laststufe, in welcher die maximale Prüflast aufgebracht wurde, erhöhte sich die Beobachtungszeit wiederum auf 180 min bei Miozän-Pfählen und 60 min bei Kies-Pfählen. Die anschließende Entlastung bis zur Vorlast erfolgte in 4 Stufen. [23][93]

Im folgenden Kapitel 6.6.2 ist der detaillierte Prüfablauf für die Großbohrpfahlversuche im Miozän und in Kapitel 6.6.3 der Prüfablauf für die Großbohrpfahlversuche im Kies zu finden.

6.6.2 Prüfablauf Großbohrpfähle Miozän

In Abb. 6.24 und Abb. 6.25 ist der Prüfablauf für einen Großbohrpfahl im Miozän dargestellt. Im Prüfablauf wurden nach Durchführung der ersten Großbohrpfahlversuche die Laststufen 11 und 13 hinzugefügt, um eine bessere Aussage über das Tragverhalten treffen zu können.

PRÜFABLAUF: Großbohrpfahl Ø 90cm Miozän							
Bezeichnungen		Lasten			* Verschiebungszuwachs	Pressendruck [bar] $A_p = 1809,5 \text{ cm}^2$	
Prüfkörper:	B.M	Vorbelastung	$P_a =$	50 kN			
Prüfung Nr.:		charakteristische Pfahlbeanspruchung	$F_{c;k} =$	800 kN			
Datum:		maximale Prüflast	$P_p =$	6000 kN			
Laststufe	Beschreibung	Zeiten ¹ [min]		Prüflast F [kN]			
		Mindestzeit*	Gesamtheit				
			[min]				
0	Vorlast	Laststeigerung	0 min	0	50		3
		Beobachtung	15 min	15	50		3,1
1	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	18	238	< 0,1mm	13
		Beobachtung	15 min	33	238	/ 20min	14,7
2	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	36	425	< 0,1mm	23
		Beobachtung	15 min	51	425	/ 20min	26,3
3	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	54	613	< 0,1mm	34
		Beobachtung	15 min	69	613	/ 20min	37,9
4	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	72	800	< 0,1mm	44
		Beobachtung	180 min	252	800	/ 20min	49,5
5	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	255	425		23
		Beobachtung	10 min	265	425		26,3
6	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	268	50		3
		Beobachtung	15 min	283	50		3,1
7	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	286	238	< 0,1mm	13
		Beobachtung	10 min	296	238	/ 20min	14,7
8	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	299	425	< 0,1mm	23
		Beobachtung	10 min	309	425	/ 30min	26,3
9	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	312	613	< 0,1mm	34
		Beobachtung	10 min	322	613	/ 20min	37,9
10	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	325	800	< 0,1mm	44
		Beobachtung	10 min	335	800	/ 30min	49,5
11	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	338	1125	< 0,1mm	62
		Beobachtung	15 min	353	1125	/ 5min	69,6
12	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	356	1450	< 0,1mm	80
		Beobachtung	15 min	371	1450	/ 5min	86,1
13	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	374	1775	< 0,1mm	98
		Beobachtung	15 min	389	1775	/ 5min	105,5
14	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	392	2100	< 0,1mm	116
		Beobachtung	15 min	407	2100	/ 5min	124,8
15	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	410	2750	< 0,1mm	152
		Beobachtung	15 min	425	2750	/ 5min ²	163,4
16	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	428	3400	< 0,1mm	188
		Beobachtung	15 min	443	3400	/ 5min ²	202,0
17	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	446	4050	< 0,1mm	224
		Beobachtung	15 min	461	4050	/ 5min ²	240,6
18	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	464	4700	< 0,1mm	260
		Beobachtung	15 min	479	4700	/ 5min ²	279,2
19	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	482	5350	< 0,1mm	296
		Beobachtung	15 min	497	5350	/ 5min ²	317,8
20	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	500	6000	< 0,1mm	332
		Beobachtung	180 min	680	6000	/ 5min ²	356,5
21	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	683	3400		188
		Beobachtung	10 min	693	3400		188
22	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	696	800		44
		Beobachtung	10 min	706	800		44
23	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	709	425		23
		Beobachtung	10 min	719	425		23
24	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	722	50		3
		Beobachtung	15 min	737	50		3

¹ Beobachtungszeit pro Laststufe: Mindestzeit bzw. Unterschreiten des Verschiebungszuwachses.

² Bei einer Setzung über $0,1 \cdot d = 90 \text{ mm}$ kann der zulässige Verschiebungszuwachs auf $0,5 \text{ mm} / 5 \text{ min}$ erhöht werden.

Abb. 6.24: Prüfablauf Großbohrpfahl $d = 90 \text{ cm}$ Miozän (B.M), Teil 1

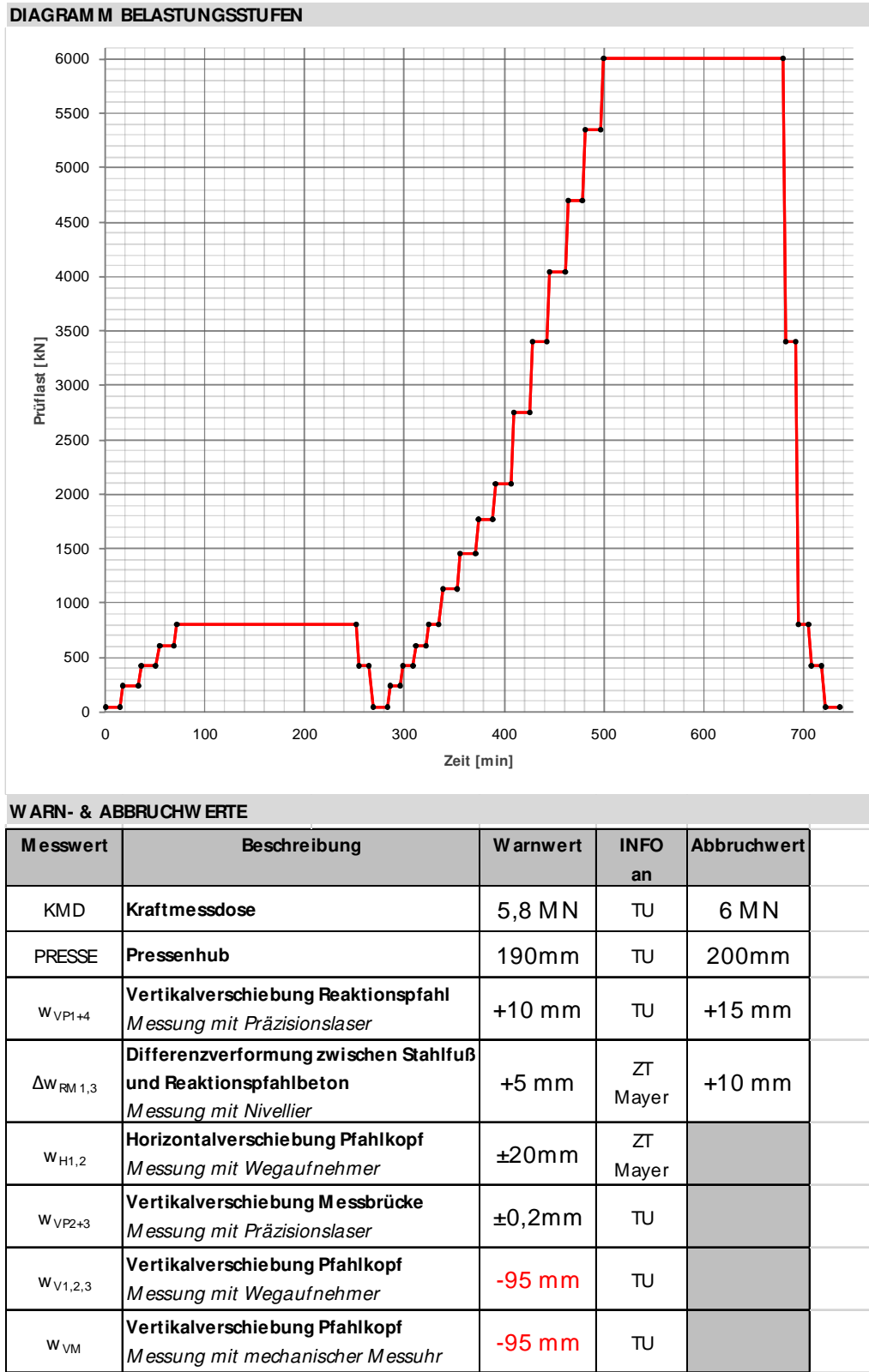


Abb. 6.25: Prüfablauf Großbohrpfahl $d = 90$ cm Miozän (B.M), Teil 2

6.6.3 Prüfablauf Großbohrpfähle Kies

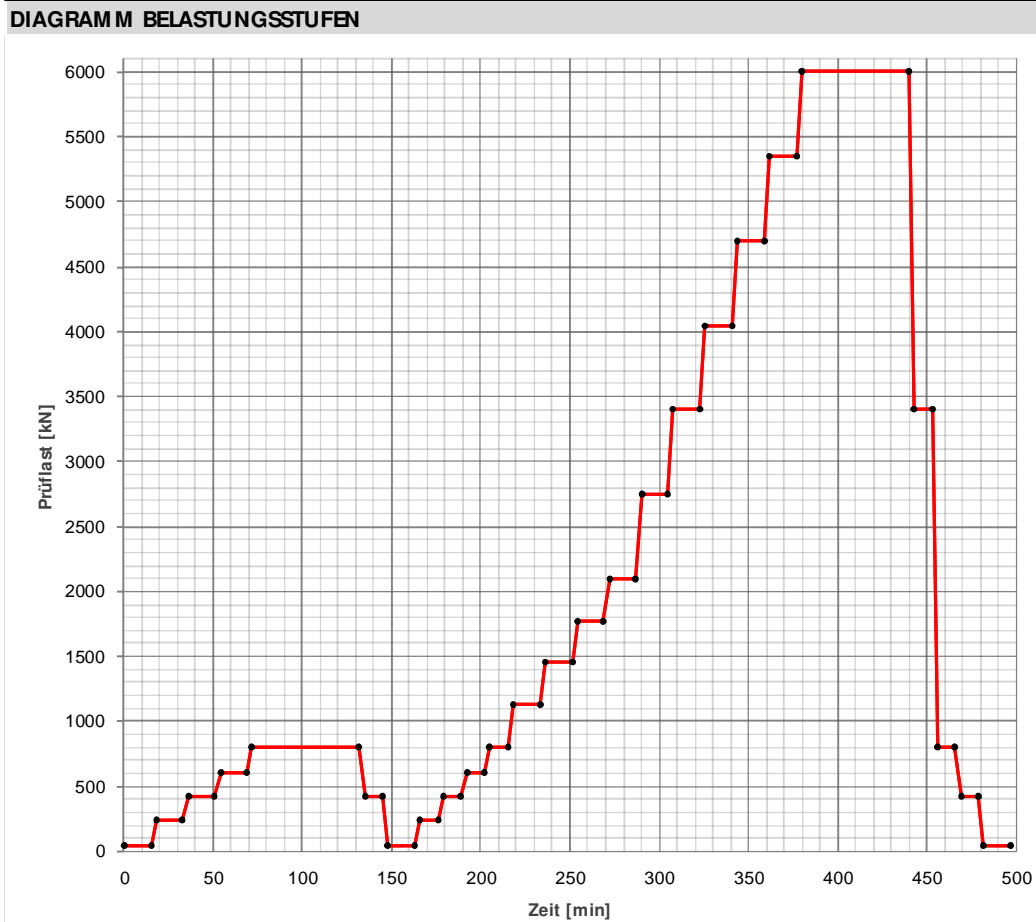
In Abb. 6.26 und Abb. 6.27 ist der Prüfablauf für einen Großbohrpfahl im Miozän dargestellt. Im Prüfablauf wurden nach Durchführung der ersten Großbohrpfahlversuche die Laststufen 11 und 13 hinzugefügt, um eine bessere Aussage über das Tragverhalten treffen zu können.

PRÜFABLAUF: Großbohrpfahl Ø 60cm Kies							
Bezeichnungen		Lasten			Verschiebungszuwachs	Presserdruck [bar] $A_p=1809,5\text{cm}^2$	
Prüfkörper:	B.K	Vorbelastung	$P_a =$	50 kN			
Prüfung Nr.:		charakteristische Pfahlbeanspruchung	$F_{c,k} =$	800 kN			
Datum:		maximale Prüflast	$P_p =$	6000 kN			
Laststufe	Beschreibung	Zeiten ¹ [min]		Prüflast F [kN]			
		Mindestzeit*	Gesamtheit [min]				
0	Vorlast	Laststeigerung	0 min	0	50		3
		Beobachtung	15 min	15	50		3,1
1	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	18	238	< 0,1mm	13
		Beobachtung	15 min	33	238	/ 20min	14,7
2	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	36	425	< 0,1mm	23
		Beobachtung	15 min	51	425	/ 20min	26,3
3	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	54	613	< 0,1mm	34
		Beobachtung	15 min	69	613	/ 20min	37,9
4	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	72	800	< 0,1mm	44
		Beobachtung	60 min	132	800	/ 20min	49,5
5	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	135	425		23
		Beobachtung	10 min	145	425		26,3
6	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	148	50		3
		Beobachtung	15 min	163	50		3,1
7	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	166	238	< 0,1mm	13
		Beobachtung	10 min	176	238	/ 20min	14,7
8	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	179	425	< 0,1mm	23
		Beobachtung	10 min	189	425	/ 20min	26,3
9	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	192	613	< 0,1mm	34
		Beobachtung	10 min	202	613	/ 20min	37,9
10	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	205	800	< 0,1mm	44
		Beobachtung	10 min	215	800	/ 20min	49,5
11	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	218	1125	< 0,1mm	62
		Beobachtung	15 min	233	1125	/ 5min	69,6
12	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	236	1450	< 0,1mm	80
		Beobachtung	15 min	251	1450	/ 5min	86,1
13	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	254	1775	< 0,1mm	98
		Beobachtung	15 min	269	1775	/ 5min	105,5
14	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	272	2100	< 0,1mm	116
		Beobachtung	15 min	287	2100	/ 5min	124,8
15	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	290	2750	< 0,1mm	152
		Beobachtung	15 min	305	2750	/ 5min ²	163,4
16	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	308	3400	< 0,1mm	188
		Beobachtung	15 min	323	3400	/ 5min ²	202,0
17	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	326	4050	< 0,1mm	224
		Beobachtung	15 min	341	4050	/ 5min ²	240,6
18	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	344	4700	< 0,1mm	260
		Beobachtung	15 min	359	4700	/ 5min ²	279,2
19	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	362	5350	< 0,1mm	296
		Beobachtung	15 min	377	5350	/ 5min ²	317,8
20	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	380	6000	< 0,1mm	332
		Beobachtung	60 min	440	6000	/ 5min ²	356,5
21	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	443	3400		188
		Beobachtung	10 min	453	3400		188
22	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	456	800		44
		Beobachtung	10 min	466	800		44
23	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	469	425		23
		Beobachtung	10 min	479	425		23
24	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	482	50		3
		Beobachtung	15 min	497	50		3

¹ Beobachtungszeit pro Laststufe: Mindestzeit bzw. Unterschreiten des Verschiebungszuwachs.

² Bei einer Setzung über 0,1* d=60 mm kann der zulässige Verschiebungszuwachs auf 0,5 mm/5 min erhöht werden.

Abb. 6.26: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 60 cm Kies (B.K), Teil 1



WARN- & ABRUCHWERTE

Messwert	Beschreibung	Warnwert	INFO an	Abbruchwert
KMD	Kraftmessdose	5,8 MN	TU	6 MN
PRESE	Pressenhub	190mm	TU	200mm
W_{VP1+4}	Vertikalverschiebung Reaktionspfahl <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	+10 mm	TU	+15 mm
$\Delta W_{RM 1,3}$	Differenzverformung zwischen Stahlfuß und Reaktionspfahlbeton <i>Messung mit Nivellier</i>	+5 mm	ZT Mayer	+10 mm
$W_{H1,2}$	Horizontalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	± 20 mm	ZT Mayer	
W_{VP2+3}	Vertikalverschiebung Messbrücke <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	$\pm 0,2$ mm	TU	
$W_{V1,2,3}$	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	-95 mm	TU	
W_{VM}	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit mechanischer Messuhr</i>	-95 mm	TU	

Abb. 6.27: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 60 cm Kies (B.K), Teil 2

KAPITEL 7

Düsenstrahlsäulenversuche (FPUH)

7.1 Zielsetzung und Versuchsprinzip

Im gegenständlichen Forschungsprojekt wurden Düsenstrahlsäulen im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente hergestellt und Probelastungen unterzogen. Ziel war die Ermittlung eines Tragwiderstands von Düsenstrahlsäulen im Bereich der quartären Sedimente („Donauschotter“), welcher zur Bemessung vergleichbarer Vorhaben herangezogen werden konnte. Ebenso sollte Augenmerk auf die Herstellbarkeit der Säulen im vorliegenden Baugrund gelegt werden.

Die Probelastung der Säulen erfolgte analog zu den Großbohrpfahlversuchen. Die EA Pfähle [23] war hier sinngemäß anzuwenden.

7.2 Düsenstrahlsäulengeometrie und Versuchsvariation

Es wurden zur Versuchsdurchführung am Forschungsprojekt insgesamt 14 Düsenstrahlsäulen hergestellt, wobei nur 5 der Säulen den Probelastungen unterzogen wurden.

Die Säulen, welche zur Lastabtragung in den quartären Kies untersucht wurden, wiesen eine Gesamtlänge von 3,8 m auf. Davon wurden jedoch nur 3,0 m zur Krafteinleitung herangezogen. Im Bereich der oberen 0,8 m wurde die Mantelreibung der Düsenstrahlsäulen mittels eines Doppelwandrohres unterbunden.

Tab. 7.1: Hergestellte Düsenstrahlsäulen

Versuchssäulen	Prüffeld	Bodenart im Lastabtragungsbereich	Herstellungsart	Anzahl	Länge [m]	D [cm]
D.K5x	2	Kies	DSV	5	3,8	90
D.o5x	2	Kies	DSV	7	3,0	90

Zur Berechnung der Säulenwiderstände- und Verformungen war die Kenntnis der Höhenlage der Düsenstrahlsäulen erforderlich. Die Höheangaben gemäß der Vermessung der ARGE bzw. aus Rückrechnung mit den Planmaßen sind in Tab. 7.2 ersichtlich.

Tab. 7.2: Düsenstrahlsäulen - Abmessungen und Höhenlage

Ver- suchs- säule	Säulen- länge ³ [m]	D ³ [cm]	OK Sä- lenkopf ¹ [m ü. A.]	OK Säule ¹ [m ü. A.]	OK Krafteinlei- tungsstrecke ² [m ü. A.]	UK Säule ² [m ü. A.]	Scha- lungs- plan	Beweh- rungs- plan
D.K51	3,80	90	156,84	156,04	155,24	152,24	[51]	[79]
D.K52	3,80	90	156,83	156,03	155,23	152,23	[51]	[79]
D.K53	3,80	90	156,80 ³	156,00 ³	155,20	152,20	[51]	[79]
D.K54	3,80	90	156,80 ³	156,00 ³	155,20	152,20	[51]	[79]
D.K55	3,80	90	156,83	156,03	155,23	152,23	[51]	[79]

¹ OK Säulenkopf lt. Vermessung ARGE

² Rechenwert Säulenmaße errechnet (z.B.: OK Säulenkopf Vermessung – Planmaß Säulenlänge)

³ Planmaß Abmessungen gemäß zugehörigen Plänen

Bei der Herstellung der Düsenstrahlsäulen wurden die Zementsorten gemäß nachfolgender Tabelle variiert, um die Einflüsse des Bindemittels auf die Herstellung zu erfassen. Eine Auswertung dieser Einflüsse ist in im Zuge dieser Diplomarbeit jedoch nicht vorgesehen.

Tab. 7.3: Düsenstrahlsäulen - verwendete Zementsorten gemäß [93]

Düsenstrahlsäulen	Zementart	Zementtypbezeichnung	Anzahl
D.o56 + D.K51	CEM I	Portlandzement	2
D.o57 + D.K52	CEM II/A-LL	Portlandkalksteinzement	2
D.o51 + D.o54	CEM II/A-S	Portlandhüttenzement	2
D.o55 + D.K53	CEM II/B-M(S-L)	Portlandkompositzement	2
D.o52 + D.K54	CEM II/B-S	Portlandhüttenzement	2
D.o53 + D.K55	CEM III/A	Hochofenzement	2
D.o58 + D.o59	-	-	2

7.4 Herstellung der Düsenstrahlsäulen

7.4.1 Herstellung

Die Herstellung der 5 Düsenstrahlsäulen mit Pfahlrost, welche in Abb. 7.1 dargestellt sind, erfolgte gemäß folgender Vorgangsweise: [78]

- Herstellung der Düsenstrahlsäule mit $\varnothing 90$
- Eindrücken der GEWI-Stangen, des Extensometerrohres und des Mantelrohres $\varnothing 80$
- Versetzen und hinterfüllen des Mantelrohres $\varnothing 100$
- Betonage der Säulenverlängerung und des Säulenkopfes
- gegebenenfalls Ablängen des Extensometerrohres

Die Säulenverlängerung der Versuchssäulen erfolgte mittels Bewehrung und Verfüllung des Doppelwandrohres. Ebenso wurden die Versuchssäulen mit einem Säulenkopf aus Stahlbeton mit den Abmessungen 1,20 m x 1,20 m x 0,80 m ausgeführt, welcher in nachfolgender Abbildung dargestellt ist. Der Beton der Säulenverlängerung wurde mit Betongüte C25/30, der des Säulenkopfes mit C30/37 ausgeführt.

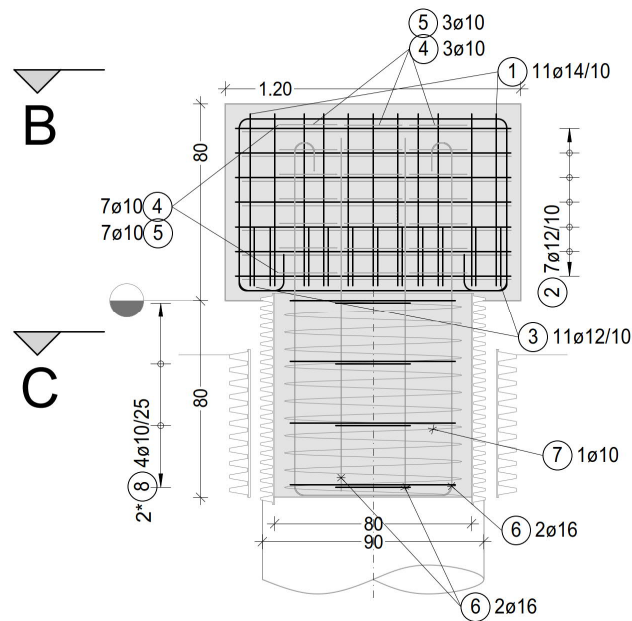


Abb. 7.2: Säulenverlängerung und Säulenkopf der Düsenstrahlsäulen, Planausschnitt aus [79]

Bei den übrigen 9 Düsenstrahlsäulen wurden nur jeweils die 2 GEWI-Stangen versetzt (siehe Abb. 7.1). Diese sollen als Bergungshilfe nach der Freilegung der Säulen dienen.

7.4.2 Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung während der Herstellung der Säulen und zur Feststellung der tatsächlichen Durchmesser kamen verschiedene Verfahren zur Anwendung. Einerseits erfolgte während der Herstellung eine akustische Reichweitenermittlung mittels Acoustic Column Inspector – ACI. Dazu wurden zwei Pegelstangen im Abstand von 45 cm und 50 cm von der Säulenachse abgeteuft und mit Sensoren ausgestattet. So konnten während der Herstellung die Schwingungen beim Anstrahlen des

Düsenstrahls an das Pegelrohr gemessen werden. Die genaue Beschreibung des Verfahrens ist in Kapitel 4.3.2.4 angeführt.

Nach erfolgter Herstellung der Düsenstrahlsäulen wurde die Erwärmung der Säulen beim Abbinden gemessen und mithilfe des thermischen Berechnungsmodells (Tempjet – siehe Kapitel 4.3.2.3) konnten die Durchmesser der Säulen rückgerechnet werden.

Einige Düsenstrahlsäulen wurden vollständig freigelegt und teilweise auch geborgen, um eine 3D- Vermessung durchführen zu können.

Diese Durchmesserüberprüfungen wurden nicht an allen hergestellten Säulen durchgeführt. In nachfolgender Tabelle ist ersichtlich, welche Verfahren bei den jeweiligen Säulen ausgeführt wurden.

Tab. 7.4: Durchgeführte Prüfverfahren je Düsenstrahlsäule

Versuchssäule	Akustische Reichweitenmessung ACI	Thermisches Berechnungsmodell Tempjet	Freilegung und Vermessung der Säule
D.K51	✓	-	-
D.K52	✓	-	-
D.K53	✓	-	-
D.K54	✓	-	-
D.K55	✓	-	-
D.o51	✓	✓	✓
D.o52	✓	✓	✓
D.o53	✓	✓	✓
D.o54	✓	✓	✓
D.o55	✓	✓	-
D.o56	✓	✓	-
D.o57	✓	✓	-
D.o58	✓	✓	✓
D.o59	✓	✓	✓

7.5 Versuchsaufbau der Düsenstahlsäulenversuche

7.5.1 Allgemeines

Die EA-Pfähle [23] unterscheidet für die Säuleninstrumentierungen bei statischen Probelastungen verschiedene Anforderungskategorien, welche in Kapitel 3.6 näher beschrieben sind. Die Instrumentierung der 5 Versuchssäulen im vorliegenden Forschungsprojekt wurde im Sinne der Richtlinie entsprechend „grundsätzlicher Anforderungen“ ausgeführt. Das bedeutet, dass getrennte Erfassung von Säulenfuß- und Säulenmantelwiderstand nicht erforderlich ist. [93]

Die Düsenstrahlsäulen wurden mit zwei verschiedenen Messwerterfassungssysteme ausgestattet. Das Messwerterfassungssystem I diente der Verschiebungsmessung am Säulenkopf sowie der Aufzeichnung der aufgebracht Prüfkraft über die Prüfzeit. Das Messwerterfassungssystem II diente der Erfassung des Säulenmantelwiderstandes.

7.5.2 Belastungseinrichtung

Die Belastungseinrichtung für die statischen Probelastungen der Düsenstrahlsäulen bestand ebenso wie bei den Großbohrpfählen aus einem Prüfträger, der auf zwei Reaktionspfähle aufgelagert war. Eine genaue Beschreibung der Belastungseinrichtung ist in Kapitel 6.5.2 zu finden.

7.5.3 Messeinrichtung

7.5.3.1 Messwert erfassungssystem I

Das Messwert erfassungssystem I (MWES I) diente der Erfassung der aufgetragten Belastung sowie der Säulenkopfverschiebung. Dazu werden eine Kraftmessdose, vertikale und horizontale Wegaufnehmer und Temperatursensoren am Säulenkopf installiert. Nähere Erläuterung ist in Kapitel 6.5.3.1 zu finden.

7.5.3.2 Messwert erfassungssystem II (MWES II)

Das Messwert erfassungssystem II (MWES II) umfasste die Instrumentierung im Säuleninneren und diente der Erfassung des Säulenmantelwiderstandes. Mit einem Kettenextensometer konnten, durch aneinander gekoppelte Segmente, die Verformungen über die gesamte Säulenlänge gemessen werden. Die Erläuterungen dazu sind in Kapitel 6.5.3 angeführt.

7.5.4 Übersicht Säuleninstrumentierung

In Tab. 7.5 ist eine Übersicht über die Instrumentierung der Versuchssäulen am Säulenkopf sowie im Inneren der Säulen enthalten.

Tab. 7.5: Düsenstrahlsäulen - Instrumentierung der Versuchssäulen

Versuchssäule	Messwert erfassungssystem I			Messwert erfassungssystem II
	Kraftmessdose KMD	Vertikale Wegaufnehmer w_v	Horizontale Wegaufnehmer w_h	Kettenextensometer KEX
D.K51	✓	✓	✓	✓
D.K52	✓	✓	✓	✓
D.K53	✓	✓	✓	✓
D.K54	✓	✓	✓	✓
D.K55	✓	✓	✓	✓

7.6 Versuchsdurchführung Düsenstrahlsäulenversuche

Die Versuchsdurchführung basierte, analog zu jener der Großbohrpfähle, auf den Vorgaben der EA-Pfähle [23]. Die Belastung wurde in zwei Zyklen aufgebracht. Die maximale Last des ersten Zyklus entsprach dabei dem charakteristischen Wert der Gebrauchslast der Säule $F_{c,k}$. Die maximale Last des zweiten Zyklus entsprach der Prüflast P_p .

7.6.1 Laststufen

Der Ablauf des Versuchs, die Anzahl und Art der Laststeigerungen sowie die Beobachtungszeiten und die Verschiebungszuwächse sind entsprechend den Probelastungen der Großbohrpfähle durchgeführt worden und in Kapitel 6.6 beschrieben. Jedoch betrug im Unterschied zu den Großbohrpfahlversuchen die Maximalbelastung des ersten Zyklus $F_{c,k} = 1000$ kN. Die maximale Prüfkraft betrug ebenfalls $P_p = 6000$ kN. Der detaillierte Prüfablauf für die Düsenstrahlsäulen ist unter Punkt 7.6.2 angeführt.

7.6.2 Prüfablauf

In Abb. 7.3 und Abb. 7.4 ist der Prüfablauf für die Probelastungen der Düsenstrahlsäulen angeführt.

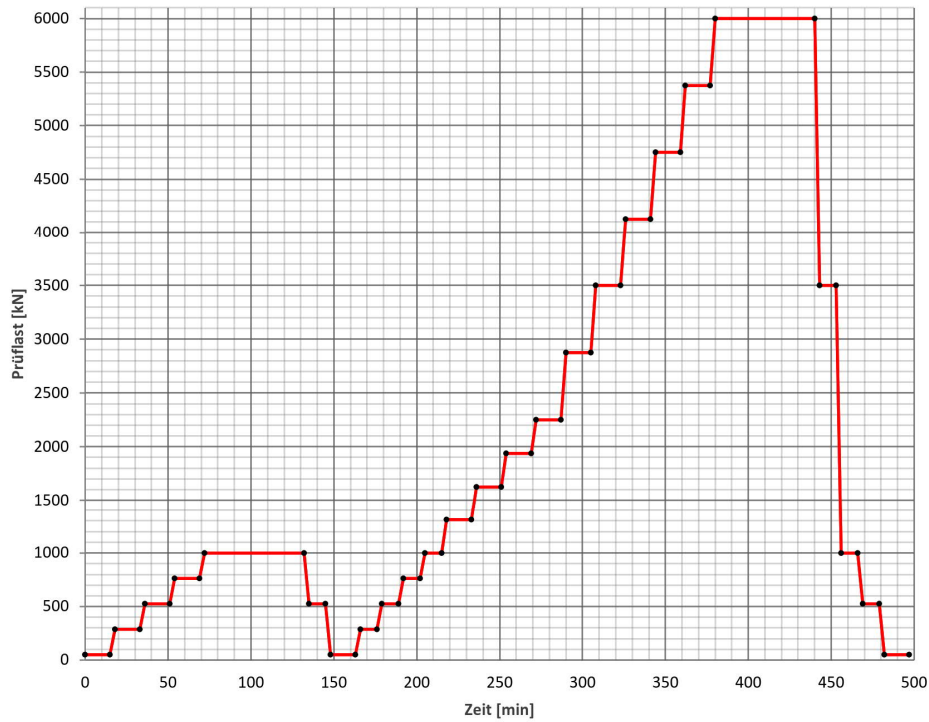
PRÜFABLAUF: DS- Säulen Ø 90cm Kies							
Bezeichnungen		Lasten			*Verschiebungszuwachs	Pressendruck [bar] $A_p = 1809,5 \text{ cm}^2$	
Prüfkörper:	D.K	Vorbelastung	$P_a =$	50 kN			
Prüfung Nr.:		charakteristische Pfahlbeanspruchung	$F_{c,k} =$	1000 kN			
Datum:		maximale Prüflast	$P_p =$	6000 kN			
Laststufe	Beschreibung	Zeiten ¹ [min]		Prüflast F [kN]			
		Mindestzeit*	Gesamzeit [min]				
0	Vorlast	Laststeigerung	0 min	0	50		3
		Beobachtung	15 min	15	50		3
1	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	18	288	< 0,1mm / 20min	16 18
		Beobachtung	15 min	33	288		
2	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	36	525	< 0,1mm / 20min	29 32
		Beobachtung	15 min	51	525		
3	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	54	763	< 0,1mm / 20min	42 47
		Beobachtung	15 min	69	763		
4	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	72	1000	< 0,1mm / 20min	55 62
		Beobachtung	60 min	132	1000		
5	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	135	525		29 32
		Beobachtung	10 min	145	525		
6	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	148	50		3 3
		Beobachtung	15 min	163	50		
7	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	166	288	< 0,1mm / 20min	16 18
		Beobachtung	10 min	176	288		
8	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	179	525	< 0,1mm / 20min	29 32
		Beobachtung	10 min	189	525		
9	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	192	763	< 0,1mm / 20min	42 47
		Beobachtung	10 min	202	763		
10	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	205	1000	< 0,1mm / 20min	55 62
		Beobachtung	10 min	215	1000		
11	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	218	1313	< 0,1mm / 5min	73 81
		Beobachtung	15 min	233	1313		
12	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	236	1625	< 0,1mm / 5min	90 97
		Beobachtung	15 min	251	1625		
13	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	254	1938	< 0,1mm / 5min	107 115
		Beobachtung	15 min	269	1938		
14	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	272	2250	< 0,1mm / 5min	124 134
		Beobachtung	15 min	287	2250		
15	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	290	2875	< 0,1mm / 5min ²	159 170,8
		Beobachtung	15 min	305	2875		
16	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	308	3500	< 0,1mm / 5min ²	193 208
		Beobachtung	15 min	323	3500		
17	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	326	4125	< 0,1mm / 5min ²	228 245
		Beobachtung	15 min	341	4125		
18	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	344	4750	< 0,1mm / 5min ²	263 282
		Beobachtung	15 min	359	4750		
19	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	362	5375	< 0,1mm / 5min ²	297 319
		Beobachtung	15 min	377	5375		
20	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	380	6000	< 0,1mm / 5min ²	332 356
		Beobachtung	60 min	440	6000		
21	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	443	3500		193 193
		Beobachtung	10 min	453	3500		
22	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	456	1000		55 55
		Beobachtung	10 min	466	1000		
23	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	469	525		29 29
		Beobachtung	10 min	479	525		
24	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	482	50		3 3
		Beobachtung	15 min	497	50		

¹ Beobachtungszeit pro Laststufe: Mindestzeit bzw. Unterschreiten des Verschiebungszuwachses.

² Bei einer Setzung über $0,1 \cdot d = 90 \text{ mm}$ kann der zulässige Verschiebungszuwachs auf $0,5 \text{ mm}/5 \text{ min}$ erhöht werden.

Abb. 7.3: Prüfablauf Düsenstrahlsäule, Teil 1

DIAGRAMM BELASTUNGSSTUFEN



WARN- & ABRUCHWERTE

Messwert	Beschreibung	Warnwert	INFO an	Abbruchwert
KMD	Kraftmessdose	5,8 MN	TU	6 MN
PRESSE	Pressenhub	190mm	TU	200mm
w_{VP1+4}	Vertikalverschiebung Reaktionspfahl <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	+10 mm	TU	+15 mm
$\Delta w_{RM1,3}$	Differenzverformung zwischen Stahlfuß und Reaktionspfahlbeton <i>Messung mit Nivellier</i>	+5 mm	ZT Mayer	+10 mm
$w_{H1,2}$	Horizontalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	± 20 mm	ZT Mayer	
w_{VP2+3}	Vertikalverschiebung Messbrücke <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	$\pm 0,2$ mm	TU	
$w_{V1,2,3}$	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	-95 mm	TU	
w_{VM}	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit mechanischer Messuhr</i>	-95 mm	TU	

Abb. 7.4: Prüfablauf Düsenstrahlsäule, Teil 2

KAPITEL 8

Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen in Düsenstrahldichtsohlen (FPUH)

8.1 Zielsetzung und Versuchsprinzip

Im Rahmen des Forschungsprojekts FPUH wurden Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen in einer Düsenstrahldichtsohle (DS-Dichtsohle) durchgeführt. Zielsetzung der Herausziehversuche war es, die Zugtragfähigkeit von unterschiedlichen Ankerkörpern in einem Düsenstrahldichtsohle zu prüfen. Der Versuch simuliert eine hochliegende, verankerte Düsenstrahldichtsohle.

Die Zugglieder wurden bis in das Miozän abgeteuft. Die Einbindung erfolgte in einer nachträglich hergestellten Düsenstrahldichtsohle. Die Mantelreibung in den Bodenschichten über dem DS-Körper wurde durch Überschubrohre ausgeschaltet, um gezielt die Tragfähigkeit der Verankerungskörper ansprechen zu können.

Die ÖNORM B 1997-1-3 [30] sieht im normativen Anhang B „Statische Probelastungen“ vor, dass zur Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Ergebnisse von Pfahlprobelastungen das Merkblatt „Empfehlungen für statische und dynamischer Pfahlprüfungen“ [25] aus 1998 heranzuziehen ist. Als Nachfolgewerk gelten die Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ - EA-Pfähle [23] aus 2012. Diese Richtlinien sind bis zum Erscheinen einer entsprechenden europäischen Prüfnorm anzuwenden und werden in der Folge bei den Probelastungen berücksichtigt. [93]

8.2 Versuchsgeometrie und Versuchsvariation der Herausziehversuche

Zur Versuchsdurchführung im Forschungsprojekt wurden 12 Mikropfähle herangezogen. Die zu prüfenden Verankerungen der Mikropfahlköpfe unterschieden sich in der Anzahl der Ankerkopflplatten, welche im Bereich der Düsenstrahldichtsohle verankert waren. Dabei kamen vier verschiedene Fußausbildungen bei jeweils 3 Versuchspfählen zur Ausführung. In Tab. 8.1 ist die Variation der durchgeführten Versuche aufgelistet.

Tab. 8.1: Herausziehversuche - hergestellte Mikropfahlverankerungen in der Düsenstrahllichtsohle

Mikropfahlnummer	Tragglied	Verankerungstyp	Anzahl der Ankerstücke	Gesamtlänge Tragglied [m]	Einbindelänge DS-Dichtsohle [m]
M.v55, M.v56, M.v60	ANP SAS 550 d=50 mm	0	0	12,90	1,30
M.v52, M.v57, M.v58	ANP SAS 550 d=50 mm	1	1	12,90	1,30
M.v54, M.v59, M.v62	ANP SAS 550 d=50 mm	2	2	12,90	1,30
M.v51, M.v53, M.v61	ANP SAS 550 d=50 mm	3	3	12,90	1,30

Für die weiteren Berechnungen bei der Auswertung ist die genaue Kenntnis von Geometrie und Lage der Versuchspfähle erforderlich. Die in Tab. 8.2 angegebenen Höhenlagen des Messniveaus beziehen sich auf die Höhe der Plexiglasplättchen am Pfahlkopf, an welchen die vertikalen Wegtaster die Verschiebungen abgriffen (siehe auch 8.4).

Diese Höhen wurden mittels Nivellements eingemessen und im Instrumentierungsprotokoll vermerkt. Die angegebenen Pfahlunterkanten sowie die Höhenlage der Düsenstrahllichtsohle entsprechen den Angaben aus den Ausführungsplänen [81].

Tab. 8.2: Herausziehversuche - Abmessungen und Höhenlage der Mikropfähle

Mikropfahlnummer	Tragglied D [mm]	Verankerungstyp	Messniveau [m]	Gesamtlänge Tragglied [m]	Einbindelänge DS-Sohle [m]	Ausführungsplan
M.v51	50	3	156,87	12,90	1,30	[81]
M.v52	50	1	157,01	12,90	1,30	[81]
M.v53	50	3	157,03	12,90	1,30	[81]
M.v54	50	2	157,00	12,90	1,30	[81]
M.v55	50	0	157,19	12,90	1,30	[81]
M.v56	50	0	157,03	12,90	1,30	[81]
M.v57	50	1	157,31	12,90	1,30	[81]
M.v58	50	1	157,23	12,90	1,30	[81]
M.v59	50	2	157,01	12,90	1,30	[81]
M.v60	50	0	157,27	12,90	1,30	[81]
M.v61	50	3	157,09	12,90	1,30	[81]
M.v62	50	2	157,09	12,90	1,30	[81]

8.3 Lage der Mikropfähle und Baugrundsituation

Die in der Düsenstrahllichtsohle verankerten Mikropfähle für die Herausziehversuche befinden sich in Prüffeld 2. Die betreffenden Mikropfähle sind in Abb. 8.1. rot markiert dargestellt. Die Anordnung der Prüfträger erfolgte entlang den dargestellten Achsen, wobei jeweils zwei Reaktionspfähle (in Türkis dargestellt) als Trägersauflager dienen.

Die Länge der Versuchspfähle wurde so gewählt, dass sie im Miozän einbanden. Dabei wiesen die Zugglieder eine Gesamtlänge von 12,90 m auf. Die Gesamtlänge teilte sich jeweils in einen Bereich ohne Mantelreibung und in den Bereich der Krafteinleitungsstrecke in den Düsenstrahlkörper (siehe Abb. 8.4).

Die in Abb. 8.4 dargestellten Bohrprofile KB-13 und KB-37 wurden im Zuge der Baugrunderkundung erstellt und sind in Kapitel 2.4 näher beschrieben.

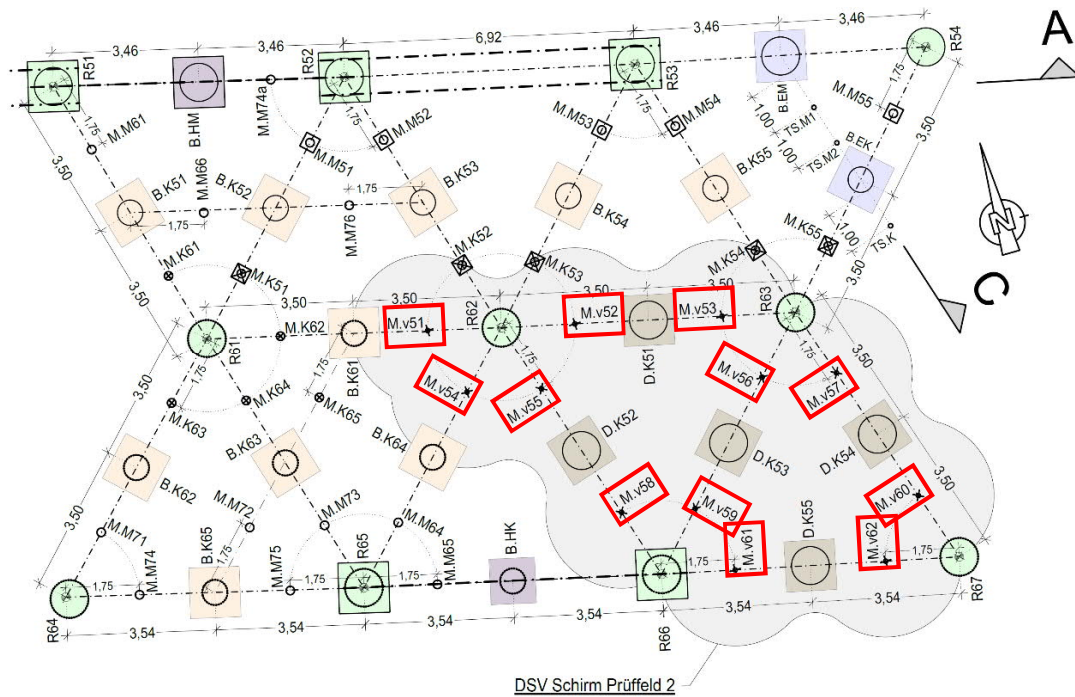


Abb. 8.1: Absteckung und Übersicht Prüffeld 2 – hervorgehoben sind die zur Verankerung hergestellten Mikropfähle [50]

8.4 Herstellung der Mikropfähle für die Herausziehversuche

Für Herstellung der Mikropfähle für die Herausziehversuche wurde zuerst eine verrohrte Bohrung mit einem Außenrohrdurchmesser von 203 mm hergestellt. Nach Ausbau des Innengestänges erfolgte der Einbau des vorgefertigten Mikropfahls des Typs ANP SAS 550 mit einem Durchmesser von 50 mm sowie der vorgesehenen Muffen und Fußkonstruktionen und des Hüllrohres. Die Variation der Fußkonstruktion der Pfähle reichte dabei von einer Ausführung ganz ohne Ankerkopf bis zur Ausführung des Fußpunktes mit 3 Ankerstücken (siehe Abb. 8.3 und Abb. 8.4). [80]

Das Hüllrohr wurde als PVC-Rohr mit einem Außendurchmesser von 120 mm ausgeführt und diente wiederum der Ausschaltung der Mantelreibung im Bereich des anstehenden Baugrundes oberhalb der Düsenstrahlsohle. Die genaue Lage der Muffenverbindungen und des Hüllrohres ist im Ausführungsplan in Abb. 8.4 ersichtlich. [80]

Das Bohrloch wurde im Bereich der zukünftigen Düsenstrahlsohle mit Zementsuspension verfüllt, ehe das Bohrrohr gezogen wurde. Die nachträglich hergestellte Düsenstrahlsohle ummantelte den Zementmantel der Mikropfähle, wie dies auch die gängige Vorgehensweise in der Praxis ist. [80]

Die planmäßige Austeilung der Düsenstrahlsäulen, welche die Dichtsohle bilden, ist in Abb. 8.2 dargestellt und wurde dem Ausführungsplan [82] entnommen. Darin ist Lage der Mikropfähle in der

Sohle ersichtlich. Die Mikropfähle sind jeweils im Überschneidungsbereich zweier Düsenstrahlsäulen bzw. im Schnittpunkt dreier Düsenstrahlsäulen angeordnet.

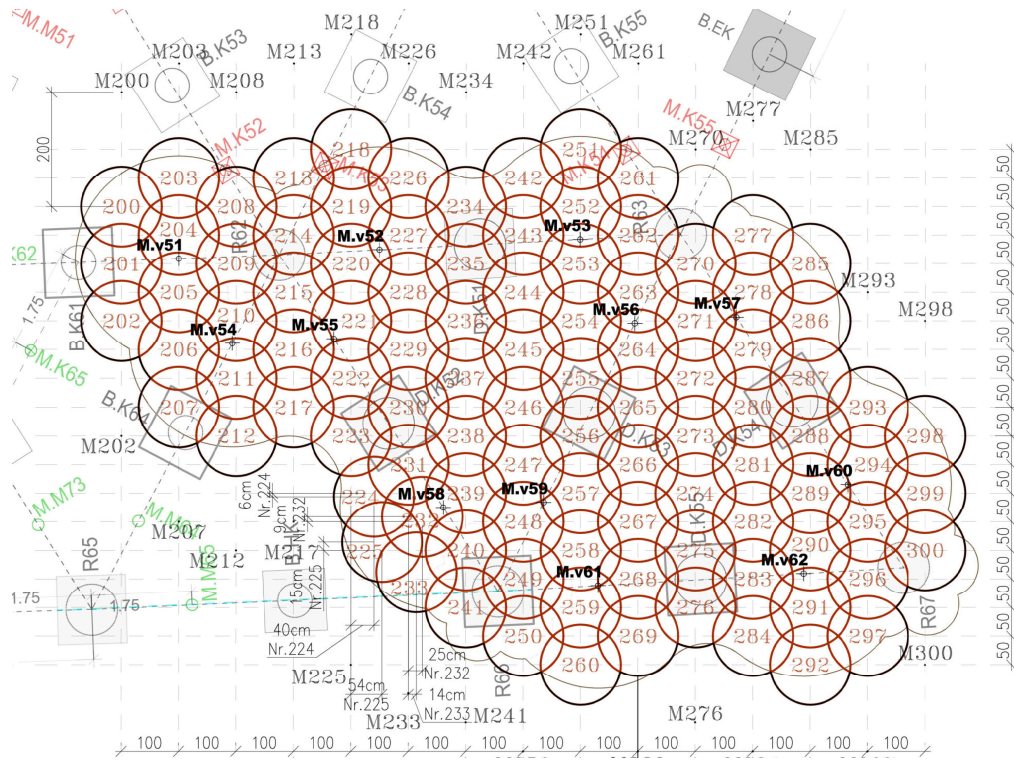


Abb. 8.2: Säulenausteilung in der Düsenstrahlsohle gemäß Ausführungsplan [82]

Nachfolgend sind die zur Anwendung kommenden Ankerstücke und Muttern der Mikropfähle ANP SAS 550 gemäß Zulassung [19] aufgezeigt.

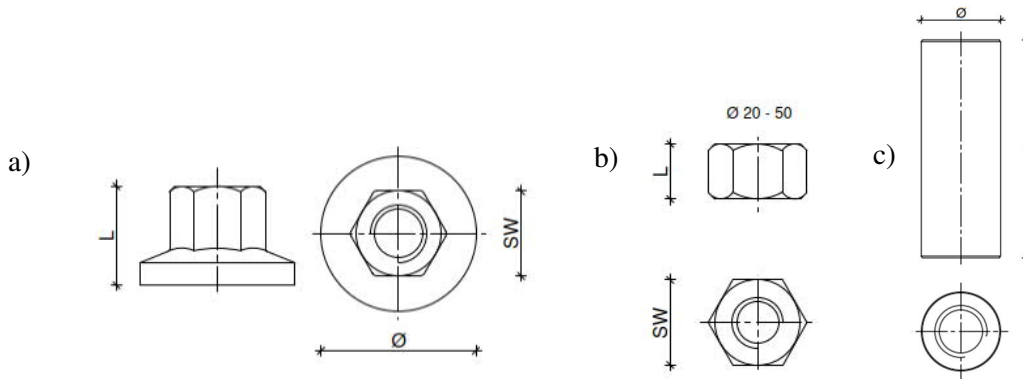


Abb. 8.3: a) Ankerstück b) Kontermutter und c) Muffenverbindung, aus ANP Mikropfähle SAS 550 [19]

Die Abmessungen der Pfahlfußverankerungen gemäß der Zulassung sind in Tab. 8.3 zu finden:

Tab. 8.3: Herausziehversuche - Abmessungen der Pfahlfußverankerungen gemäß Zulassung ANP [19]

Bauteil	Länge [mm]	Außendurchmesser [mm]	Material
Ankerstück	85	150	S235JR
Kontermutter	50	-	S355J2
Muffenverbindung	200	80	S355J2

Verankerungstyp 0	V-Typ 1	V-Typ 2	Verankerungstyp 3
0 Ankerköpfe	1 Ankerkopf	2 Ankerköpfe	3 Ankerköpfe
M.v.55; M.v.56; M.v.60	M.v.52; M.v.57; M.v.58	M.v.54; M.v.59; M.v.62	M.v.51; M.v.53; M.v.61

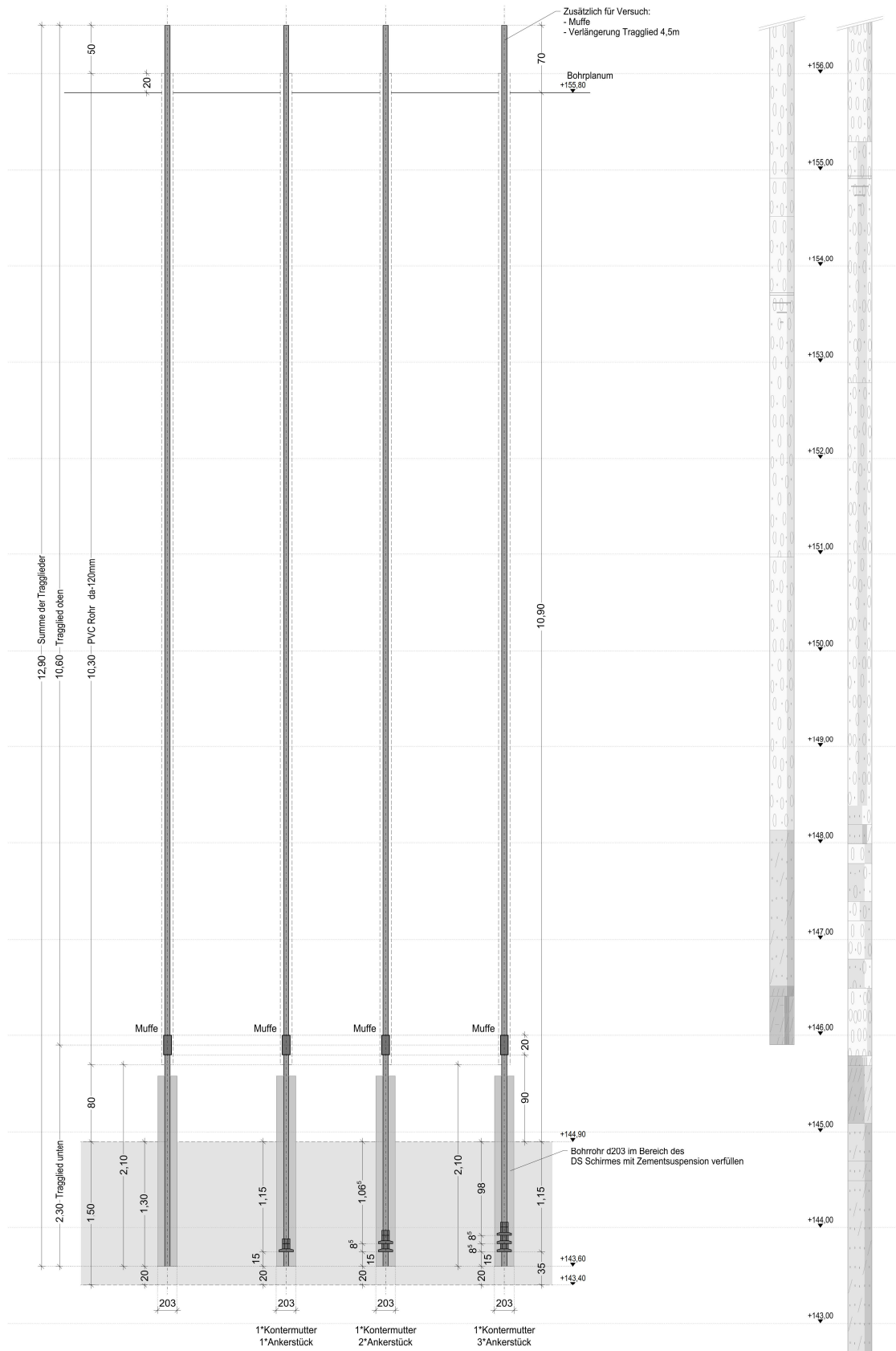


Abb. 8.4: Verankerungstypen der Mikropfähle für die Herausziehversuche, Planausschnitt aus [81]

8.5 Versuchsaufbau der Herausziehversuche

8.5.1 Allgemeines

Die EA-Pfähle [23] unterscheidet für die Pfahlinstrumentierungen bei statischen Pfahlprobelastungen verschiedene Anforderungskategorien, welche in Kapitel 3.6 näher beschrieben sind. Die Instrumentierung der 12 Herausziehversuche im vorliegenden Forschungsprojekt wurde im Sinne der Richtlinie entsprechend „grundsätzlicher Anforderungen“ ausgeführt. Das bedeutet, dass der Pfahlwiderstand durch geeignete Instrumentierung am Pfahlkopf bestimmt wurde. Eine Erfassung von Pfahlfuß- oder Pfahlmantelwiderstand wurde nicht durchgeführt.

8.5.2 Belastungseinrichtungen

Die Belastungseinrichtung für die Herausziehversuche bestand im Wesentlichen aus einem Prüfträger mit Kastenquerschnitt, wie er schon bei den vorherigen Versuchen zur Anwendung kam. Dieser Prüfträger wurde auf zwei Reaktionspfählen aufgelagert und in den Randbereichen biegesteif verbunden. Mit dieser Belastungseinrichtung konnten jeweils 2 Herausziehversuche gleichzeitig erfolgen.

Die Prüfkraft wurde zentrisch und axial mittels Hydraulikzylindern aufgebracht. Dabei kam eine Hohlkolbenpresse des Typs ZPE 200 zum Einsatz [80]. Die Presse wurde auf eine maximale Prüfkraft von 1000 kN ausgelegt. Während der einzelnen Laststufe wurde der Prüfdruck mittels automatischer Druck-Konstanthaltung gehalten. Der Pressenhub wurde auf mind. 200 mm ausgelegt und musste während des Versuchs kontrolliert werden. [93]

Die Versuchspfähle wurden mittels Stabstählen des Typs ANP SAS 550 über Muffenverbindungen verlängert. So können die zu prüfenden Mikropfähle mit der Presse, welche an der Oberseite des Prüfträgers sitzt, verbunden werden.

Die gesamte Prüfeinrichtung musste vor Witterung, Sonneneinstrahlung und Erschütterungen geschützt werden um störende Umwelteinflüsse zu vermeiden.

8.5.3 Messeinrichtungen

8.5.3.1 Messwerterfassungssystem I

Bei den Herausziehversuchen kam ausschließlich das Messwerterfassungssystem I (MWESI) zu Anwendung. Das Messwerterfassungssystem I diente der Erfassung der aufgetragenen Belastung, sowie der Pfahlkopfverschiebungen.

Erfassung der aufgetragenen Belastung

Die aufgetragene axiale Zugkraft wurde kontinuierlich mittels kalibrierter Kraftmessdose aufgezeichnet. Dies erfolgte mit einer Kraftmessdose des Typs HBM 1-C6A/ 2MN und zugehöriger Kalotte des Typs HBM 1-C6/200T/ZK. [92] Die Versuchsanordnung ist in Abb. 8.5 beziehungsweise in Abb. 8.6 ersichtlich.

Zur Erfassung möglicher Temperaturschwankungen im Bereich des Pfahlkopfes wurde ein Temperaturfühler des Typs PT1000 auf der Messbrücke angebracht und dessen Messdaten ebenfalls laufend aufgezeichnet. [93]

Zusätzlich wurde die Prüfkraft am Beginn und Ende jeder Laststufe sowie bei besonderen Vorkommnissen während des Versuchs händisch in einem Feldprotokoll dokumentiert. Ebenso wurden zur

Kontrolle der Hydraulikdruck der Presse und die Messwerte der vertikalen Wegaufnehmer händisch aufgezeichnet.

Erfassung der Pfahlkopfverschiebungen der Mikropfähle

Die Pfahlkopfverschiebungen wurden mittels einer kontinuierlichen Messung der Vertikalverschiebungen am Pfahlkopf mit induktiven Wegrastern des Typs HBM WA/100MM-T mit einem Messweg von 100 mm und einer Linearitätsabweichung von 0,1% vorgesehen. Es wurden dazu zwei diagonal am Pfahlkopf angeordnete vertikale Wegaufnehmer herangezogen [93]. Die Anordnung am Pfahl ist in Abb. 8.5 beziehungsweise in Abb. 8.7 ersichtlich.

Die Versuchspfähle wurden mit einem Pfahlkopfstück versehen, welches mittels Muffenverbindung aufgeschraubt wurde. Der Pfahlkopf wurde mittels einer Ankerplatte mit seitlich aufgeschweißten Stahlprofilen realisiert. Zusätzlich waren an den Stahlprofilen Plexiglasplatten befestigt, welche als Referenzpunkt für die Messungen der Wegaufnehmer dienten. Dies wird in weiterer Folge als Messniveau bezeichnet. Das Messniveau wurde vor jeder Versuchsdurchführung mittels Nivellement aufgenommen und dokumentiert.

Alle Wegaufnehmer wurden auf einer Messbrücke befestigt. Diese wurde aus zwei Messträgern aufgebaut, welche auf Kanthölzern aufgelagert wurden. Die Auflagerpunkte mussten einen Mindestabstand von 1,5 m zum Versuchspfahl aufweisen. [23]

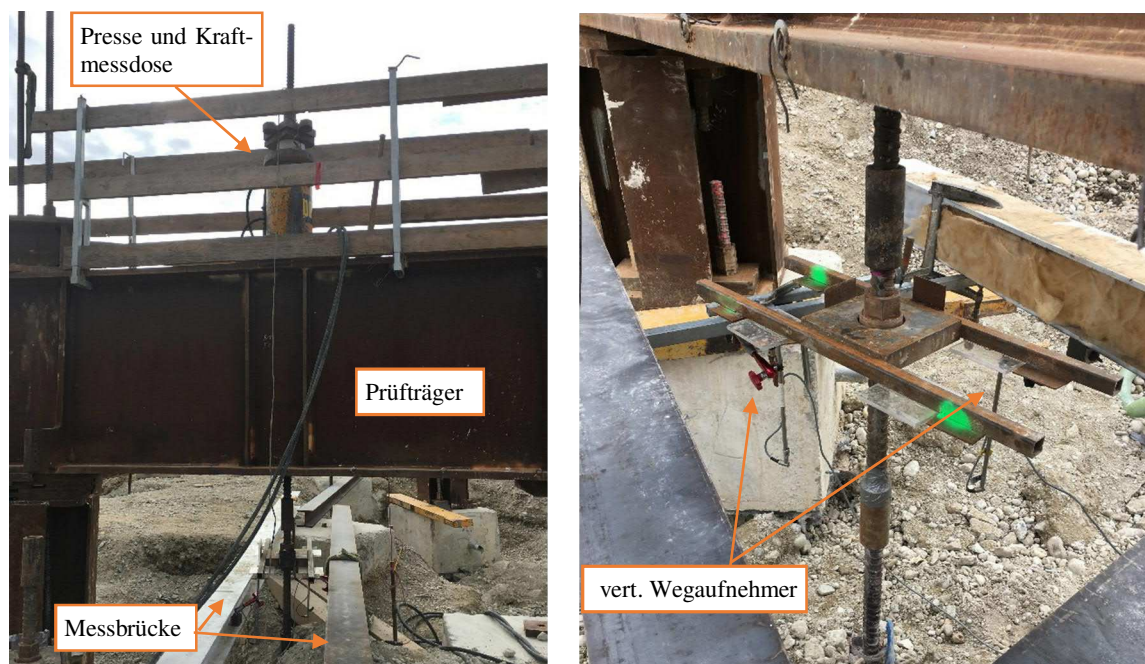


Abb. 8.5: Versuchsaufbau Herausziehversuche a) Belastungseinrichtung und Messbrücke, b) Instrumentierung am Pfahlkopf

Zur Aufzeichnung der Daten wurden sämtliche Messkabel direkt in einem A/D-Wandler zusammengefasst und an einen Computer angeschlossen. Mithilfe der Software SignaSoft 6000 konnten die Daten in Echtzeit am Computer überwacht und archiviert werden. [92]

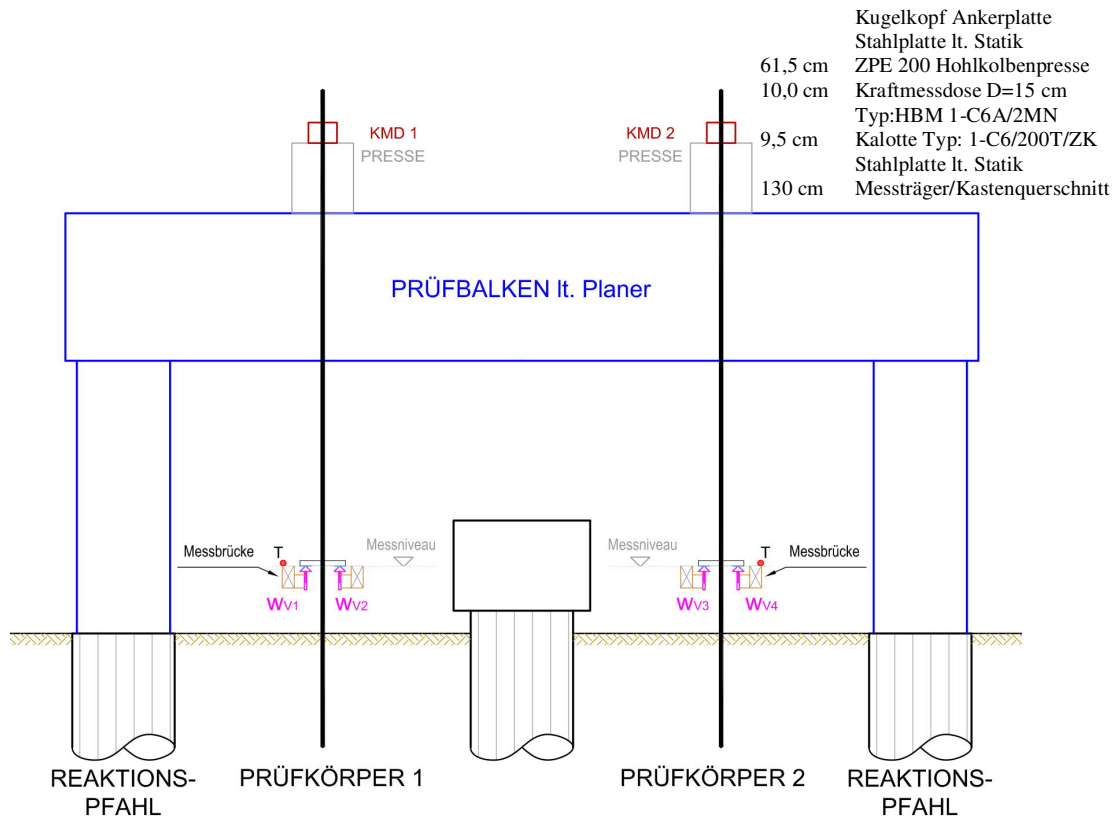
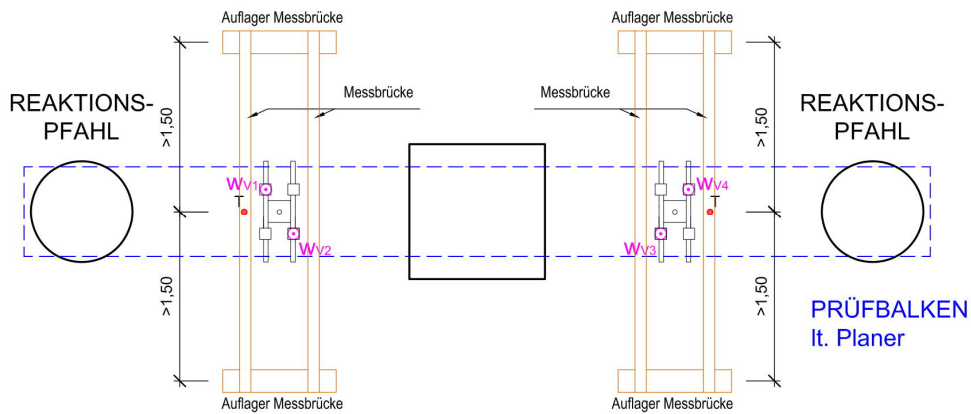


Abb. 8.6: Instrumentierung Pfahlkopf Herausziehversuche Ansicht, Planausschnitt (adaptiert) aus [92]



LEGENDE INSTRUMENTIERUNG:

- KMD **Kraftmessdose:** Typ: C6A/2MN bei ZPE 200
- ↓ **Vertikalverschiebungen am Pfahlkopf, kontinuierlich, mit Nachstellmöglichkeit:**
 - Typ:HBM WA/100MM-T
 - 3 Messpunkte: jeweils von der Messbrücke auf OK Messniveau
 - Grundeinstellungen Messbereich (Hebung / Setzung): $W_{V1,2,3} = 95\% / 5\%$
 - Auflager Taster am Pfahlkopf: Plexiglasplatte 10x10cm mit 2K Kleber befestigt
- T **Temperatursensor am Pfahlkopf, kontinuierlich:**
 - Typ: PS-PT1000
 - 1 Messpunkte auf der Messbrücke

Abb. 8.7: Instrumentierung Pfahlkopf Herausziehversuche Grundriss, Planausschnitt (adaptiert) aus [92]

8.6 Versuchsablauf der Herausziehversuche

Der Versuchsablauf wurde nach den Vorgaben der EA-Pfähle [23] konzipiert. Diese sieht vor, dass für Probelastungen von Mikropfählen, welche die Kraft planmäßig über die ganze Pfahllänge abtragen (System A), die Belastung in mindestens zwei Zyklen aufgebracht werden soll. Die maximale Last des ersten Zyklus soll dem charakteristischen Wert der Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ entsprechen. Die maximale Last des zweiten Zyklus entspricht der Prüflast P_p .

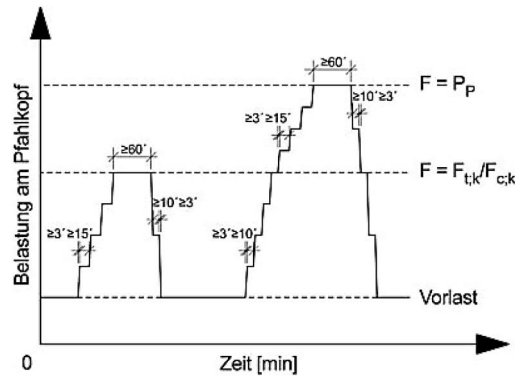


Abb. 8.8: Empfohlene Belastungsstufen gemäß [23]

Die maximale Last des Zugversuchs entspricht der zulässigen Prüfkraft für Eignungs-, Untersuchungs- und Abnahmeprüfungen gemäß Zulassung der Mikropfähle ANP [19]. Diese zulässige Prüfkraft ist durch die innere Tragfähigkeit des Mikropfahls begrenzt.

Tab. 8.4: Bemessungswerte der Materialwiderstände gemäß Zulassung ANP [19]

Zugglied	char. Kraft an der 0,2% Dehngrenze [kN]	char. Bruchkraft [kN]	Bem.-Wert des Grenzzustandes der inneren Tragfähigkeit des Pfahles [kN]	Zul. Prüfkraft P_p für Eignungs-, Untersuchungs- und Abnahmeprüfungen [kN]
ANP SAS 550 Ø50	1080	1215	939	972

8.6.1 Laststufen

Zu Versuchsbeginn wurde eine geringe Vorlast aufgebracht, damit sich die Belastungseinrichtung festsetzen konnte. Während der Belastungsstufen wurde die Last mittels hydraulischer Druckregelanlage konstant gehalten. Die Prüflast sollte in mindestens 8 Stufen aufgebracht werden. Dabei wurde die Belastungsgeschwindigkeit vor allem in den höheren Laststufen niedrig gewählt, um langanhaltende Kriechverformungen zu vermeiden. Die Dauer der Laststeigerung musste dabei mindestens 3 min betragen. [23]

Der Versuchsablauf nach EA-Pfähle [23], welcher Abb. 8.8 dargestellt ist, wurde nach den ersten beiden Versuchen angepasst. Es wurde, von der Vorlast ausgehend, in nur einer Laststufe belastet, bis die charakteristische Pfahlbeanspruchung $F_{c,k}$ erreicht wurde. Auf dieser Laststufe wurde so lange beobachtet, bis der Verschiebungszuwachs auf 0,1 mm innerhalb von 20 min abgeklungen war. Darüber hinaus war auch eine Mindestbeobachtungszeit von 5 min je Laststufe zu beachten. Im Anschluss an diese Laststufe wurde eine Entlastung bis zur Vorlast in einem Schritt gefahren. [23] [93]

Im Zuge der Wiederbelastung wurde in 8 Laststufen ausgehend von der charakteristischen Pfahlbeanspruchung bis zum Erreichen der Prüflast belastet. Die Last wurde so lange konstant gehalten bis der Verschiebungszuwachs bei Wiederbelastung über $F_{c,k}$ hinaus auf 0,1 mm innerhalb von 5 min

zurückgegangen war. Die Mindestbeobachtungszeit betrug 5 min je Laststufe. Wurde das Verschiebungskriterium nicht erreicht, musste die Beobachtungszeit bis zum Erreichen verlängert werden. Bei der Laststufe, bei der die maximale Prüflast aufgebracht wurde, erhöhte sich die Beobachtungszeit wiederum auf 15 min. Die anschließende Entlastung bis zur Vorlast erfolgte in 3 Stufen. [23] [93]

Im folgenden Kapitel 8.6.2 ist der detaillierte Prüfablauf für die Herausziehversuche der Verankerung von Mikropfählen in der Düsenstrahldichtsohle ersichtlich.

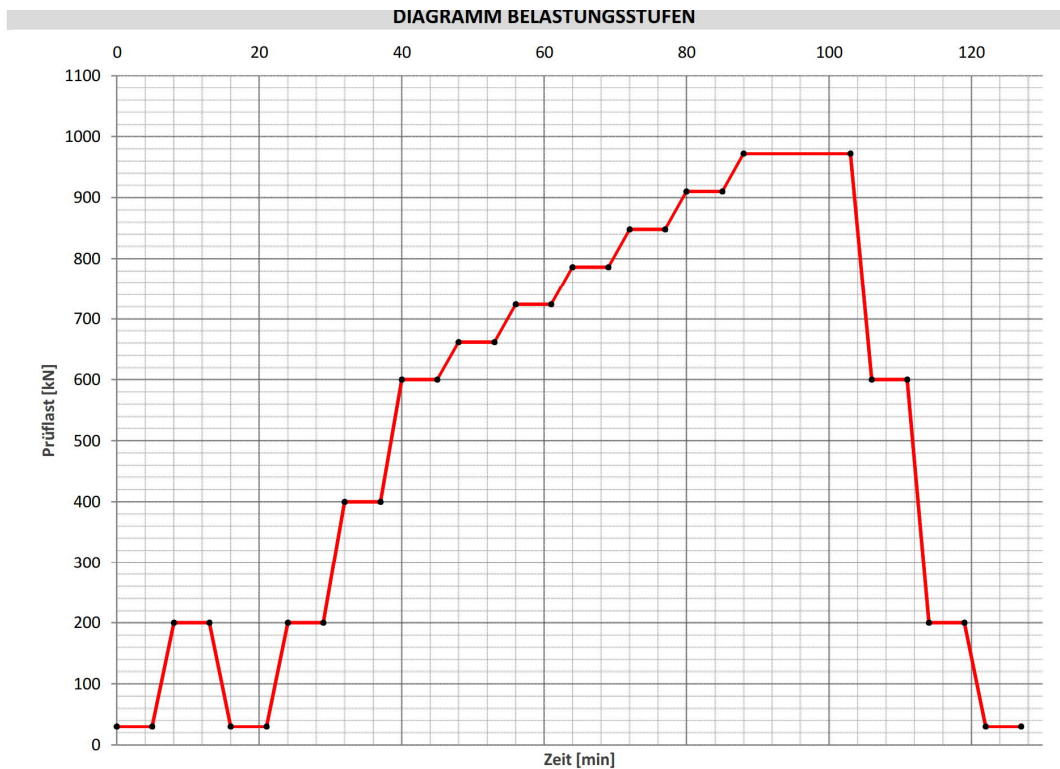
8.6.2 Prüfablauf Herausziehversuche

In Abb. 8.9 und Abb. 8.10 ist der Prüfablauf für die Herausziehversuche der Verankerung von Mikropfählen in der Düsenstrahldichtsohlen dargestellt.

PRÜFABLAUF: Verankerung DSV Sohle ZUG							
Bezeichnungen		Lasten			*Verschiebungszuwachs	Pressendruck [bar] <small>Pressenfläche= 325,7 cm²</small>	
Prüfkörper:	M.v	Vorbelastung	$P_a =$	30 kN			
Prüfung Nr.:		charakteristische Pfahlbeanspruchung	$F_{c;k} =$	200 kN			
Datum:		maximale Prüflast	$P_p =$	972 kN			
Laststufe	Beschreibung	Zeiten* [min]		Prüflast F [kN]			
		Mindestzeit*	Gesamtzeit				
0	Vorlast	Laststeigerung	0 min	0	30		9
		Beobachtung	5 min	5	30		10
1	1. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	8	200	< 0,1mm	61
		Beobachtung	5 min	13	200	/ 20min	65
2	1. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	16	30		9
		Beobachtung	5 min	21	30		15
3	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	24	200	< 0,1mm	61
		Beobachtung	5 min	29	200	/ 20min	65
4	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	32	400	< 0,1mm	123
		Beobachtung	5 min	37	400	/ 5min	130
5	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	40	600	< 0,1mm	184
		Beobachtung	5 min	45	600	/ 5min	195
6	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	48	662	< 0,1mm	203
		Beobachtung	5 min	53	662	/ 5min	215
7	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	56	724	< 0,1mm	222
		Beobachtung	5 min	61	724	/ 5min	236
8	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	64	786	< 0,1mm	241
		Beobachtung	5 min	69	786	/ 5min	256
9	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	72	848	< 0,1mm	260
		Beobachtung	5 min	77	848	/ 5min	276
10	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	80	910	< 0,1mm	279
		Beobachtung	5 min	85	910	/ 5min	296
11	2. Belastungszyklus	Laststeigerung	3 min	88	972	< 0,1mm	298
		Beobachtung	15 min	103	972	/ 5min	316
12	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	106	600		184
		Beobachtung	5 min	111	600		154
13	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	114	200		61
		Beobachtung	5 min	119	200		154
14	2. Entlastungszyklus	Lastreduktion	3 min	122	30		9
		Beobachtung	5 min	127	30		15

*Beobachtungszeit pro Laststufe: Mindestzeit bzw. Unterschreiten des Verschiebungszuwachses

Abb. 8.9: Prüfablauf Herausziehversuche, Teil 1

**WARN- & ABRUCHWERTE**

Messwert	Beschreibung	Warnwert	INFO an	Abbruchwert
KMD	Kraftmessdose		TU	1 MN
PRESSE	Pressenhub	190mm	TU	200mm
w_{VP1+4}	Vertikalverschiebung Reaktionspfahl <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	+10 mm	TU	+15 mm
$\Delta w_{RM1,3}$	Differenzverformung zwischen Stahlfuß und Reaktionspfahlbeton <i>Messung mit Nivellier</i>			
$w_{H1,2}$	Horizontalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	± 20 mm	ZT Mayer	
w_{VP2+3}	Vertikalverschiebung Messbrücke <i>Messung mit Präzisionslaser</i>	$\pm 0,2$ mm	TU	
$w_{V1,2,3}$	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit Wegaufnehmer</i>	+95 mm	TU	
w_{VM}	Vertikalverschiebung Pfahlkopf <i>Messung mit mechanischer Messuhr</i>	+95 mm	TU	

Abb. 8.10: Prüfablauf Herausziehversuche, Teil 2



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KAPITEL 9

Auswertung und Ergebnisse der Großbohrpfahlversuche (FPUH)

9.1 Allgemeines

Im vorliegenden Kapitel wird die generelle Vorgehensweise der Auswertungen der Großbohrpfahlprüfungen erläutert. Die Auswertung sowie die Darstellung der Diagramme erfolgten im Sinne der EA-Pfähle [23].

Der Ablauf der Großbohrpfahlprüfungen wird anhand eines voll-instrumentierten Großbohrpfahls exemplarisch dargestellt. In ANHANG A sind die gesamten Auswertungen der Großbohrpfähle im Miozän und in ANHANG B die Auswertungen der Großbohrpfähle im Kies ersichtlich.

9.1.1 Generelle Auswertungsmethodik

9.1.1.1 Aufzeichnung und Sicherung der Versuchsdaten

Zur Aufzeichnung der Versuchsdaten wurden an markanten Zeitpunkten die Daten des Messwerterfassungssystems 1 (MWES 1) in einem Feldprotokoll (gemäß Abb. 9.1) vermerkt. An Beginn und Ende der einzelnen Laststufen wurden die Prüfkraft, der Pressenhub und die Vertikal- und Horizontalverschiebungen von Prüf- und Reaktionspfählen sowie der Messbrücke notiert.

Das Feldprotokoll diene vor allem als Hilfestellung bei der Aufbereitung der Daten der Messwerterfassungssysteme (MWES I - II) sowie der Aufzeichnung von Unregelmäßigkeiten, um diese auch später noch nachvollziehen zu können.

Feldprotokoll Probelastung																						
Prüfkörper:		Wetterbedingungen:				Anwesende:				besondere Versuchsbedingungen:												
Prüfung Nr.:																						
Datum:																						
Laststufe	Bemerkungen	Zeit	dt	vertikale Verschiebung				Manometer	Pressenhub	KID	Horizontalverschiebung		Vertikalverschiebung Reaktionspf.		Vertikalverschiebung Messbrücke		Nivellement Differenzverformung					
				Wv1	Wv2	Wv3	WvM				WH1	WH2	WVP1	WVP4	WVP2	WVP3	R-Pf.	MP	Diff.	R-Pf.	MP	Diff.
[Nr.]		[HH:MM]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[bar]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Warnwert				95				190	5800	20			10		1							5
Abbruchwert								200	6000				15									10
Messintervall je Laststufe		Anfang Beobachtung																				

Abb. 9.1: Feldprotokoll Probelastung

Die Daten der Messwerterfassungssysteme wurden mit Datenloggern elektronisch aufgezeichnet und gespeichert. Das MWES I wurde durch die *Fa. Red Bernard* betreut und von dieser wurden auch die

Messdaten als Text-Datei zur Verfügung gestellt. Die Aufzeichnungsraten der Wegaufnehmer und Kraftmessdosen betragen dabei 5 Messwerte pro Sekunde. Zur Reduktion der Datenmengen wurden die Werte durch ein vom Projektassistenten der TU Wien erstelltes Matlab-Programm auf 1 Messwert pro 2 Sekunden verringert und gleichzeitig eine Excel-Datei erstellt.

Die genaue Lage der vertikalen und horizontalen Wegaufnehmer sowie der mechanischen Messuhr und der Aufnehmer des Präzisionsnivelements ist im Instrumentierungsprotokoll vermerkt. Dieses wurde vor Versuchsbeginn für jeden Großbohrpfahl erstellt.

Das MWES II wurde von der Fa. Geokon bereitgestellt. Die Daten wurden mit einer Aufzeichnungsrate von 1 Messwert pro 30 Sekunden gespeichert und als .Dat-Datei zur Verfügung gestellt.

9.1.1.2 Rohdatenaufbereitung

Die Aufbereitung der Rohdaten des MWES I erfolgte mit Excel. Dazu wurden zuerst die bereitgestellten Messdaten auf ein einheitliches Format gebracht. Danach erfolgte die Kennzeichnung von Versuchsbeginn und -ende sowie ein Abgleich der Rohdaten mit dem Feldprotokoll. Die dort vermerkten Vorkommnisse wurden in den Rohdaten überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

Vor allem das Umsetzen der vertikalen Wegaufnehmer musste in den Rohdaten bereinigt werden. Dazu wurden die Messwerte kurz vor Beginn des Umsetzens „eingefroren“ und für die Dauer des Umsetzvorgangs konstant gehalten. Das Ende des Vorgangs markierte die Nullsetzung der Messwerte der Wegaufnehmer. Ab dieser wurden die „gefrorenen“ Werte mit der Differenz der Setzung während des Umsetzens, welche mittels mechanischer Messuhr gemessen wurden, beaufschlagt und die aktuellen Messwerte wurden fortlaufend hinzugerechnet.

Beim Messwerterfassungssystem II waren grundsätzlich nur Versuchsbeginn und -ende im Rohdatenfile hervorzuheben, um das Einspielen der richtigen Messdaten in das Auswertefile sicherzustellen. Teilweise mussten jedoch aufgrund des Ausfalls von einzelnen Bewehrungssensoren die händisch notierten Werte aus dem Feldprotokoll in die Excel-Datei eingetragen und die fehlenden Werte dazwischen interpoliert werden.

9.1.1.3 Auswertung

Für die Auswertung der Probelastungen wurde im Laufe des Forschungsprojekts ein eigenes Excel-Auswertefile für einen vollinstrumentierten Großbohrpfahl entwickelt. Diese Basisdatei wurde von Joachim Wagner, BSc, von der TU Wien erstellt und von Manuel Stadlbauer, BSc im Zuge seiner Projektarbeit [MS] (vgl. Tab. 1.1) optimiert. In dieser Projektarbeit sind der genaue Aufbau und Berechnungsannahmen der Auswertetabelle ersichtlich.

Für die Versuchsvariationen wurde das Auswertefile teilweise angepasst. Dies betrifft die Auswertung der Großbohrpfähle ohne Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose. Die Änderungen gegenüber der Basisauswertung werden in Punkt 9.2 näher erläutert.

9.2 Auswertung Großbohrpfahl B.M5

9.2.1 Allgemeine Versuchsdaten

Im Folgenden wird die Auswertung eines vollinstrumentierten, mittels verrohrter Bohrung hergestellten Versuchspfahls mit Krafteinleitungsstrecke im Miozän erläutert. Im Speziellen handelt es sich hierbei um den Großbohrpfahl B.M5. Alle nachfolgend angeführten Tabellen und Diagramme sind in ANHANG A und ANHANG B für alle Versuchspfähle sinngemäß enthalten.

Zuerst werden die allgemeinen Versuchsdaten aus den Feldprotokollen in die Exceltabelle eingetragen. Die Laststufen mit zugehörigem „Prüflast Soll“ sind in den Prüfabläufen in Abb. 6.24 bis Abb. 6.27 ersichtlich. Die Angabe von Zeitpunkt und Tag zu Beginn und Ende jeder Belastungsstufe ist für die Abfrage von charakteristischen Versuchswerten bei der weiteren Auswertung erforderlich.

Laststufe	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	Prüflast Soll [kN]	Tag Beginn LS [Kalendertag]	Tag Ende LS [Kalendertag]
0	06:55	07:10	-50	13	13
1	07:13	07:28	-238	13	13
2	07:31	07:46	-425	13	13
3	07:49	08:10	-613	13	13
4	08:13	11:13	-800	13	13
5	11:18	11:28	-425	13	13
6	11:31	13:29	-50	13	13
7	13:33	13:43	-238	13	13
8	13:46	13:56	-425	13	13
9	13:59	14:09	-613	13	13
10	14:12	14:22	800	13	13
11	14:25	15:25	-1450	13	13
12	15:28	16:48	-2100	13	13
13	16:58	19:43	-2750	13	13
14	19:55	22:32	-3400	13	13
15	22:44	22:49	-4050	13	13
19	22:53	23:03	-3400	13	13
20	23:06	23:16	-800	13	13
21	23:18	23:28	-425	13	13
22	23:28	23:45	-50	13	13

Abb. 9.2: Tabellenblatt P1_Versuchsdaten Großbohrpfahl B.M5

9.2.2 Instrumentierung

Das Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ dient der Spezifizierung der Großbohrpfahlinstrumentierung. Beim vollinstrumentierten Großbohrpfahl sind hier die Daten der Bewehrungssensoren (BS), der Sohldruckmessdose (DMD) und des Kettenextensometers (KEX) einzutragen. In den Instrumentierungsprotokollen sind die Höhenlagen und die Seriennummern der jeweiligen Sensoren den Positionen zugeordnet. In Abb. 9.3 ist das Protokoll der Bewehrungssensoren des B.M5 dargestellt.

Zuordnung		Überprüfung der Messwerte				
Pos.-nr.	Seriennummer Sensor	Zeitpunkt 1 vor Installation	Zeitpunkt 2 vor Einbau	Zeitpunkt 3 vor Betonage	Zeitpunkt 4 nach Betonage	Zeitpunkt 5 nach Prüfkopf
Datum:		23.02.2017	13.03.17 8:55-9:10	13.03. 11:00-11:06	13.03. 15:35-15:50	25.4.17 - 15:00
Bewehrungssensoren		Typ: Sister Bar 4911-4				
1.1	6-1705466	7294,2 - 11,2	7287,1 - 3,4	7298,4 - 9,5	7306,5 - 14,5	7219,5 - 11,7
1.2	6-1705467	7196,4 - 11,5	7195,4 - 2,4	7218,7 - 9,8	7219,7 - 14,9	7127,2 - 11,9
2.1	15-1705397	6974,3 - 12,0	6981,3 - 6,3	6985,8 - 11,9	6992,0 - 15,8	6871,1 - 15,1
2.2	15-1705396	6811,3 - 11,9	6769,0 - 4,8	6815,3 - 11,8	6827,3 - 15,4	6719,3 - 15,0
3.1	18-1705390	7115,0 - 11,9	7112,5 - 4,9	7128,0 - 11,7	7139,0 - 15,3	6991,5 - 15,5
3.2	18-1705391	6993,1 - 11,7	7028,1 - 6,8	7033,5 - 11,6	7037,3 - 15,1	6982,0 - 15,4
4.1	20-1705258	6937,1 - 12,1	6925,9 - 5,9	6947,7 - 12,1	6952,0 - 15,2	6804,9 - 15,4
4.2	20-1705259	7290,5 - 12,2	7290,0 - 5,3	7294,7 - 12,3	7291,2 - 15,4	7154,0 - 15,5
5.1	22-1705247	6968,3 - 11,4	6970,9 - 6,0	6987,1 - 12,1	6982,0 - 14,6	6980,8 - 14,2
5.2	22-1705248	7205,1 - 11,7	7221,6 - 7,5	7234,4 - 12,3	7212,0 - 14,6	7220,6 - 14,5
Pfahlsohldruckmessdose		Typ: 750				
DMD	23-1601652	8609,0 - 6,6	8613,1 - 5,3	8557,6 - 11,8	8484,7 - 12,9	8514,2 - 14,2
Freigabe für Einbau am		13.03.2017		Endabnahme am		
ARGE		OBA (AG)		ARGE		
				OBA (AG)		

Abb. 9.3: Instrumentierungsprotokoll Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose beim Großbohrpfahl B.M5

In Abb. 9.4 und Abb. 9.5 sind die Eingabemasken für die Bewehrungssensoren und die Sohldruckmessdose ersichtlich. Die Dehnungen der Bewehrungssensoren werden in der Einheit [digits] gemessen. Zur Umrechnung der Werte in die Einheit [mm] wird ein linearer Kalibrierfaktor benötigt. Dieser Faktor, auch als Gage Factor bezeichnet, kann den Kalibrierprotokollen entnommen und für jeden Sensor mittels Seriennummer zugeordnet werden. Für die Umrechnung der gemessenen Werte in der Sohldruckmessdose von [digits] in die Einheit [N] bzw. in weiterer Folge in [kN] werden die polynominalen Kalibrierfaktoren verwendet.

Eingabewerte Pfahlinstrumentierung aus Kalibrierprotokollen:							
MQ	Sensor	Seriennummer	Gage Factor Linear	Gage Factor Polynomial			Sensor-Höhe
				A	B	C	
Bewehrungssensoren		[microstrain/digit]					[müA]
1	BS1.1	6-1705466	0,354				155,57
	BS1.2	6-1705467	0,353				155,57
2	BS2.1	15-1705397	0,342				144,82
	BS2.2	15-1705396	0,346				144,82
3	BS3.1	18-1705390	0,345				142,92
	BS3.2	18-1705391	0,344				142,92
4	BS4.1	20-1705258	0,351				141,37
	BS4.2	20-1705259	0,354				141,37
5	BS5.1	22-1705247	0,351				139,62
	BS5.2	22-1705248	0,352				139,62
Druckmessdose [Mpa/ digit]							
6	DMD	23-1601652	-0,002352	-1,19E-08	-0,002187		139,14

Abb. 9.4: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – BS und DMD – Seriennummern, Gage-Faktoren und Absoluthöhen beim Großbohrpfahl B.M5

Positionierung:							
Werte aus Protokoll Zuordnung und Überprüfung der Instrumentierung & Ausführungspläne							
Bezugshöhe (OK-Stabstahl)=		156,37		m üA bei Mikropfählen lt. Herstellprotokol; Bei Großbohrpfählen Vergleich Vermessung Porr / TU L1-L6 Länge von OK Stabstahl bis Messhorizont			
1.1	1.2	L1=	0,8	m			
2.1	2.2	L2=	11,55	m			
3.1	3.2	L3=	13,45	m			
4.1	4.2	L4=	15	m			
5.1	5.2	L5=	16,75	m			
UK-Bewehrung=		17,2		(UK Bewehrungskorb bis OK DMD, Planmaß)			
DMD		L6=	17,23	m			

Abb. 9.5: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – BS und DMD – Höhenlage lt. Instrumentierungsprotokoll beim Großbohrpfahl B.M5

In Abb. 9.6 und Abb. 9.7 sind die Eingabewerte der Kettenextensometer dargestellt. Für die Umrechnung der gemessenen Dehnungen von der Einheit [digits] in die Einheit [mm] wurden hier auch die polynominalen *Gage-Factors* verwendet. Diese können den Kalibrierprotokollen entnommen werden.

Die Abschnittslängen wurden gemäß der Extensometerkonfiguration festgelegt. Die Konfiguration für den B.M5 ist in Abb. 9.11 ersichtlich. Ein Abschnitt erstreckt sich jeweils von Ankerpunktmitte zu Ankerpunktmitte. Im Zuge des Einbaus wurden die Abschnittslängen nachgemessen und in einem Extensometerprotokoll notiert. Die dort angeführten Abmessungen werden in das Berechnungsblatt (Abb. 9.7) übertragen. Zu den Längen L2 bis L6 ist noch der Soll-Dehnweg von 2 cm (vgl. Einbauwert) zu addieren, um die tatsächlichen Abschnittslängen zu erhalten. [AS]

MQ	Sensor	Seriennummer	Gage Factor Linear	Gage Factor Polynomial			Sensor-Höhe
				A	B	C	
Kettenextensometer [mm/digit]							
1	KEX1	1639033	0,006155	1,4488E-08	0,006014	-17,1	156,49
2	KEX2	1639034	0,00617	1,5853E-08	0,006021	-16,18	145,01
3	KEX3	1639035	0,006084	2,0104E-08	0,005893	-15,94	143,59
4	KEX4	1639036	0,006144	1,8307E-08	0,005969	-16,52	142,17
5	KEX5	1639037	0,006156	1,3665E-08	0,006028	-16,06	140,75
6	Anker						139,33

Abb. 9.6: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – KEX – Seriennummer, Gage-Faktoren und Absoluthöhen beim Großbohrpfahl B.M5

Position aus Protokoll Einbau Kettenextensometer							
Überstand Ex.- Rohr=		0,097 m	Messwert [dg]	Einbauwert	Abschnittslängen	Längenkontrolle mit Messwert Lges=	
Messwert L _{ges} -Rohr=		17,543 m	nach Einbau	[m]	[m]	Differenz: -0,0024 m	
○ 1	L1=	0,33 m	6077	0,0200			
○ 2	L2=	11,457 m	5918	0,0200	11,48		
○ 3	L3=	1,4 m	6029	0,0203	1,42		
○ 4	L4=	1,398 m	5996	0,0199	1,42		
○ 5	L5=	1,398 m	5936	0,0202	1,42		
X	L6=	1,4 m			1,42		
	L7=	0,062 m					

Abb. 9.7: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – KEX – gemessene Abschnittslängen und Einbauwerte beim Großbohrpfahl B.M5

9.2.3 Pfahlgeometrie und Materialkennwerte

Im Tabellenblatt „P3_GeometrieMaterial“ werden die Geometrie des Versuchspfahls sowie die Materialkennwerte eingetragen (siehe Abb. 9.8). Die Höhenangaben von Pfahlkopfoberkante und Bohrpfahloberkante sind der Pfahlvermessung aus Tab. 6.4 entnommen. Mit den angegebenen Oberkanten können die Längen der Freispiel- und der Krafteinleitungsstrecke errechnet werden.

Geometrie Prüfkörper	
Bohrdurchmesser	900,00 mm
Querschnittsfläche A _{ges}	636.172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau Großbohrpfahl, DSV)	156,74 müA
Messniveau (Mikropfahl)	müA
OK Pfahl bzw. GOK	155,97 müA
OK Krafteinleitungsstrecke	145,11 müA
UK Pfahl	138,97 müA
Freispielstrecke	11,63 m
Kraftereinleitungsstrecke	6,14 m
Pfahllänge	17,00 m
Materialkennwerte:	
Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1
Zement:	
W/B-Wert Zementsuspension:	
E-Modul Beton / Zementstein E _c =	34,58 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	
Nennquerschnitt Stabstahl A _{SS} =	mm ²
E-Modul Stabstahl E _{SS} =	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B
Gesamtquerschnitt Bewehrung A _{BS} =	10141,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E _{BS} =	200,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235
Gesamtquerschnitt Stahl A _S =	13947,50 mm ²
E-Modul Baustahl E _S =	210,00 kN/mm ²

Abb. 9.8: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Pfahlgeometrie und Materialkennwerte beim Großbohrpfahl B.M5

Die Festlegung der für die Berechnung relevanten Bereiche ist in Abb. 9.9 ersichtlich und erfolgt in Hinblick auf die weitere Berechnung der Normalkraft- und Mantelreibungsverläufe. Als Standardbereiche werden die gesamte Freispielstrecke sowie die Krafteinleitungsstrecke betrachtet. Hier werden jeweils die vorhandenen Betonquerschnitte sowie die gesamten Stahlquerschnitte angesetzt. Die Querschnitte Nr. 3 bis 7 werden für die weitere Berechnung mit den gemessenen Stauchungen der Bewehrungssensoren benötigt und geben die im jeweiligen Messhorizont enthaltenen Bewehrungs- und Baustahlflächen wieder. Die Querschnitte der Nr. 8 bis 12 beziehen sich auf die Kettenextensometerabschnitte und werden dementsprechend mit den über die jeweilige Abschnittslänge verschmierten Stahlflächen gebildet (siehe dazu auch weiter unten, Abb. 9.11).

Querschnittswerte / Geometrie															
Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	OK [müA]	UK [müA]	Länge [m]	E_c [kN/mm ²]	E_{SS} [kN/mm ²]	E_{BS} [kN/mm ²]	E_S [kN/mm ²]	A_{ges} [mm ²]	A_{SS} [mm ²]	A_{BS} [mm ²]	A_S [mm ²]	A_c [mm ²]	$\Sigma A \cdot E$ [mm ²]
Standardbereiche															
1	Freispielstrecke	711	155,97	145,11	10,86	34,58	0,00	200,00	210,00	397035,26	0,00	10141,00	13947,50	372946,76	516300,58
2	Krafteinleitungsstrecke	900	145,11	138,97	6,14	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	10141,00	13947,50	612084,01	755437,83
ZUSATZBEREICHE															
3	BS1	711			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	397035,26	0,00	3769,91	14440,33	378825,02	3786451,67
4	BS2	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	16512,21	492,88	619167,42	3405947,94
5	BS3	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	10141,06	492,88	625538,57	2131717,96
6	BS4	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	3769,91	492,88	631909,72	857487,98
7	BS5	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	3769,91	492,88	631909,72	857487,98
8	mittel KEX1	711			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	397035,26	0,00	10141,00	14440,33	372453,93	5060669,43
9	mittel KEX2	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	16512,21	492,88	619167,42	3405947,94
10	mittel KEX3	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	10141,06	492,88	625538,57	2131717,96
11	mittel KEX4	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	6955,4861	492,88	628724,14	1494602,97
12	mittel KEX5	900			0,00	34,58	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	7539,8224	492,88	628139,81	1611470,21

Abb. 9.9: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Rechenquerschnitte

Definition der in obenstehender Abbildung genannten Werte (nach [AS]):

E_cE-Modul des Pfahlbetons

Hinweis: Für weitere Berechnungen ist der E-Modul hinsichtlich nichtlinearem Materialverhaltens und der Erhärtungsbedingungen im Bohrloch genaueren Untersuchungen zu unterziehen.

E_{SS}E-Modul des Stabstahls (hier nicht vorhanden)

E_{BS}E-Modul des Bewehrungsstahls

E_SE-Modul des Baustahls

A_{ges}Gesamtquerschnittsfläche ($A_{ges} = D^2 \cdot \pi/4$)

A_{SS}Querschnittsfläche des Stabstahls (hier nicht vorhanden)

A_{BS}Querschnittsfläche des Bewehrungsstahls (gem. Bewehrungsplan [52] bzw. [56])

A_SQuerschnittsfläche des Baustahls (hier: KEX-Rohr & Doppelwand - Innenrohr)

A_cBetonquerschnittsfläche ($A_c = A_{ges} - A_{SS} - A_{BS} - A_S$)

A_{ci}ideelle Betonquerschnittsfläche (nach Gleichung (9.1))

$\Sigma E_{Stahl} A_{Stahl}$Summe der Dehnsteifigkeiten aller Stahlquerschnitte (nach Gleichung (9.2))

Die Anwendbarkeit des *Hooke*'schen Gesetzes und somit der weiteren Berechnung nach linearer Elastizitätstheorie wird vorausgesetzt. Beton verhält sich bei kleinen Dehnungen und kurzzeitiger Belastung bis etwa $|\sigma_c| \approx 0,4 f_c$ annähernd linear elastisch. [MS] [18]

Es wird ein ideeller Betonquerschnitt zur Berechnung herangezogen, bei welchem die erhöhte Steifigkeit aufgrund der Stahlelemente mit einer Erhöhung der Betonquerschnittsfläche berücksichtigt wird. Demnach wird davon ausgegangen, dass der Verbund zwischen Beton und Bewehrung erhalten bleibt und der Beton sich im Zustand I befindet. Die ideelle Querschnittsfläche wird folgendermaßen ermittelt:

$$A_{ci} = A_c + \frac{E_{SS}}{E_c} \cdot A_{SS} + \frac{E_{BS}}{E_c} \cdot A_{BS} + \frac{E_S}{E_c} \cdot A_S \quad (9.1)$$

Die Summe der Stahl-Dehnsteifigkeiten wird wie folgt berechnet:

$$\sum E_{\text{Stahl}} \cdot A_{\text{Stahl}} = E_{SS} \cdot A_{SS} + E_{BS} \cdot A_{BS} + E_S \cdot A_S \quad (9.2)$$

Die in Abb. 9.8 angeführten Kennwerte für die Stahlbauteile sind den jeweiligen Produktdatenblättern bzw. Normen entnommen.

Der im Labor bestimmte E-Modul des Pfahlbetons würde gemäß dem Prüfbericht der MA 39 [84] rund 34,0 kN/m² betragen. Bei einer linearisierten Darstellung des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes ergibt sich ein bilinearer Verlauf für den im Labor bestimmten Elastizitätsmodul, entsprechend der grauen Linie in Abb. 9.10. Jedoch befinden sich die geprüften Pfähle aufgrund der geringen Stauungen von < 0,3 ‰ im unteren Bereich der Steigungsgeraden. Betrachtet man nun das Parabel-Rechteck-Diagramm des Pfahlbetons (schwarze Linie), so ist erkennbar, dass die tatsächlich vorhandenen Stauungen viel geringer sind als die Stauungen beim Erreichen der Maximalfestigkeit ($\varepsilon_{c2} = 2,0\text{‰}$). Das bedeutet, der tatsächliche E-Modul des Pfahls wird unterschätzt und entspricht eher der Anfangssteigung der Steigungsgeraden [34]. Zur Erstausswertung der Versuche im Zuge dieser Diplomarbeit wird nun zur Berücksichtigung dieses Verhaltens ein Elastizitätsmodul des Pfahlbetons von 37 kN/mm² angenommen.

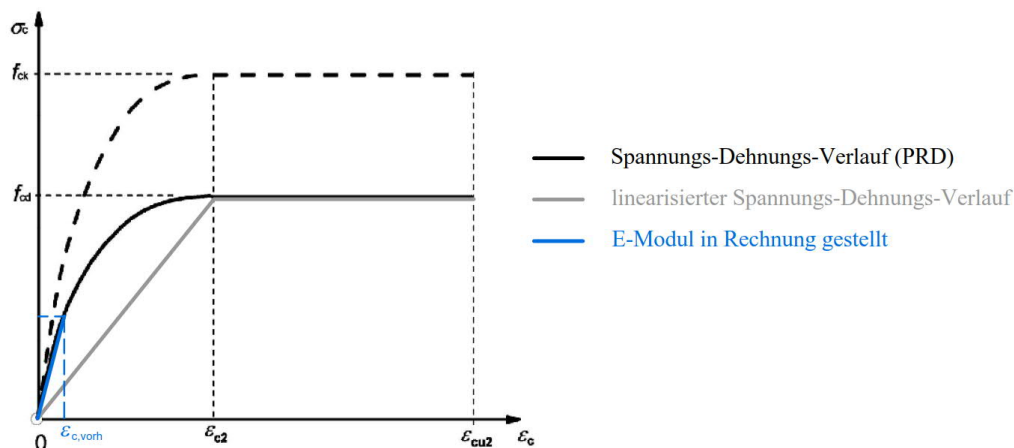


Abb. 9.10: Parabel-Rechteck Diagramm für Beton unter Druck gemäß EC2 [34] (adaptiert)

Für die weiteren Berechnungen ist eine detaillierte Auswertung des E-Moduls unumgänglich, um eine quantitativ richtige Aussage bei der Rückrechnung der gemessenen Dehnungen auf den Längskraftverlauf zu erhalten. Der Elastizitätsmodul ist hinsichtlich nichtlinearen Materialverhaltens und Erhärtingsbedingungen genauer zu untersuchen. Dies erfolgt im Zuge des Forschungsberichts.

Die Querschnittsflächen des Bewehrungsstahls (A_{BS}) und des Baustahls (A_S) werden mit Hilfe des in Abb. 9.11 dargestellten Bewehrungsplans ermittelt. Für die Berechnungsquerschnitte 1 und 2 aus Abb. 9.9 wird jeweils der Maximalwert der Querschnittsflächen, welcher auch in Abb. 9.8 ersichtlich ist, angesetzt. Für die Berechnungsquerschnitte 3 bis 7, welche für die weitere Berechnung der Bewehrungssensoren dienen, wird die auf Höhe der Bewehrungssensoren tatsächlich vorhandene Querschnittsfläche von Bewehrung und Baustahl angesetzt. Die Flächen für die Berechnungsquerschnitt 8 bis 12 mit Bezug auf das Kettenextensometer wird die vorhandene Querschnittsfläche über die Abschnittslänge „verschmiert“ gerechnet.

Für die Berechnung des Längskraftverlaufs ist es ebenso wichtig eine geeignete Annahme für die Zuordnung der Bewehrungs- und Stahlflächen zu den Messquerschnitten zu treffen. Die hier erfolgte Zuordnung der Querschnitte kann im Zuge der Detailauswertung im Forschungsbericht noch geändert werden, um quantitativ richtige Ergebnisse der Pfahlmantelwiderstände zu erhalten.

9.2.4 Messdaten

Im Tabellenblatt „Daten1 MWES1“ werden die Rohdaten des Messwerterfassungssystem I (MWES I) eingefügt und entsprechend für die weitere Berechnung aufbereitet. Selbiges wird für das Messwerterfassungssystem II (MWES II) im Tabellenblatt „Daten2 MWES2“ durchgeführt. Genaueres zur Umrechnung der Daten ist in der Arbeit von [MS] zu finden.

9.2.5 Basisdaten

Das Tabellenblatt „Basis1 MWES1“ dient der Berechnung von absoluter und relativer Pfahlkopfverschiebung sowie der Ermittlung des Kriechmaßes (siehe Kapitel 9.2.6.7 sowie [MS]).

Im Tabellenblatt „Basis2 MWES2“ werden die gemessenen Verzerrungen der Bewehrungssensoren und des Kettenextensometers sowie die Kraft der Sohldruckmessdose für die jeweiligen Laststufen abgefragt. Weiters findet die Berechnung des E-Moduls, der Längskraft und der Mantelreibung je Messquerschnitt statt (siehe Kapitel 9.2.6.7 sowie [MS]).

9.2.6 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

9.2.6.1 Deckblatt

Das Deckblatt (Abb. 9.12) liefert eine Übersicht über die Rahmenbedingungen des Versuchs. Es enthält Angaben zur Versuchsdurchführung und Instrumentierung, zur Geometrie des Versuchskörpers und zu den verbauten Materialien.

Die Materialkennwerte wurden entsprechend der Beschreibung im Kapitel 9.2.3 ermittelt.



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

AUSWERTUNG	
der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle	
Status: in Bearbeitung Stand: 22.10.2018	
Allgemeine Angaben:	
Prüfkörper:	B.M5
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän
Pfahlinstrumentierung (MWES II):	
Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja
Versuchsdaten:	
Prüfung Nr.:	1
Prüfdatum:	13.06.2017
Versuchsbeginn:	06:55 Uhr
Versuchsende:	23:55 Uhr
Wetterbedingungen:	6:00: heiter, 20.5°C
besondere Versuchsbedingungen:	Neue Nullung aufgrund Umsetzen der Wegaufnehmer bei 1. Entlastung-LS 6
Geometrie Prüfkörper:	
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} =	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,74 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,97 müA
OK Haftstrecke:	145,11 müA
UK Pfahl:	138,97 müA
Länge Freispielstrecke:	11,63 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,00 m
Materialkennwerte:	
Betongüte:	C25/30 / BS-TB1
Zement:	-
W/B-Wert Zementsuspension:	-
E-Modul Beton / Zementstein E_C =	34,58 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} =	0,00 mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} =	0,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} =	10141,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} =	200,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235
Gesamtquerschnitt Stahl A_S =	13947,50 mm ²
E-Modul Baustahl E_S =	200,00 kN/mm ²

Abb. 9.12: Deckblatt Versuchsauswertung des Großbohrpfahls B.M5

9.2.6.2 Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

In Tab. 9.1 sind die Daten des MWES I für die nachfolgenden Diagramme angeführt. Es sind jeweils die Laststufen mit den dazugehörigen Beginn- und Endzeiten angegeben. Ebenso sind die aufgebrauchte Prüfkraft und die mittlere Pfahlkopfverschiebung, welche aus dem Mittelwert der drei vertikalen Wegaufnehmer gebildet wird, am Ende jeder Laststufe ersichtlich.

Weiters sind hier die Absolutverformungen und die Berechnung des Kriechmaßes aufgelistet. Diese Werte werden für die Darstellung der Widerstands-Kriechmaßlinie und des Zeit-Verformungsverhaltens benötigt. Sie sind in Kapitel 9.2.6.3 und 9.2.6.6 näher erläutert.

Tab. 9.1: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen sowie Berechnung des Kriechmaßes des Großbohrpfahls B.M5

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen		Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß					
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m1+3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 160 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	06:55	07:10	-50	-48	-0,13																				
1	07:13	07:28	-238	-204	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,30	-0,31											5	10	-0,30	-0,31	-0,04
2	07:31	07:46	-425	-390	-0,69	-0,58	-0,57	-0,59	-0,66												5	10	-0,59	-0,66	-0,26
3	07:49	08:10	-613	-566	-1,18	-1,02	-1,02	-1,03	-1,04	-1,19	-1,19										10	20	-1,04	-1,19	-0,49
4	08:13	11:13	-800	-793	-1,08	-1,18	-1,20	-1,21	-1,38	-1,39	-1,33	-1,35	-1,21	-1,26	-1,33	-1,40	-1,35	-1,34	-1,32		60	120	-1,21	-1,40	-0,65
5	11:18	11:28	-425	-427	-1,29	-1,26	-1,26	-1,25																	
6	11:31	13:29	-50	-40	-0,51	-0,82	-0,82	-0,79	-0,69	-0,70	-0,67	-0,52	-0,52	-0,52	-0,52										
7	13:33	13:43	-238	-223	-0,73	-0,68	-0,68	-0,70													2	5	-0,68	-0,70	-0,05
8	13:46	13:56	-425	-415	-0,92	-0,92	-0,92	-0,92													2	5	-0,92	-0,92	0,00
9	13:59	14:09	-613	-602	-1,08	-1,07	-1,07	-1,07													2	5	-1,07	-1,07	-0,01
10	14:12	14:22	-800	-792	-1,26	-1,26	-1,26	-1,26													2	5	-1,26	-1,26	0,00
11	14:25	15:25	-1450	-1488	-7,04	-3,60	-3,88	-4,45	-5,13	-5,55	-5,97	-6,90								20	50	-5,97	-6,90	-2,34	
12	15:28	16:48	-2100	-2097	-26,33	-16,49	-17,25	-19,47	-21,83	-22,93	-23,68	-25,61	-25,90	-26,13						30	70	-24,62	-26,13	-4,12	
13	16:58	19:43	-2750	-2756	-62,44	-52,00	-52,52	-53,62	-54,88	-55,91	-56,79	-59,60	-60,15	-60,52	-61,68	-61,87	-62,32	-62,40		60	160	-60,15	-62,40	-5,28	
14	19:55	22:32	-3400	-3414	-116,66	-100,35	-100,92	-102,23	-103,71	-104,79	-105,73	-110,46	-111,53	-112,37	-114,97	-115,43	-116,55			50	150	-110,46	-116,55	-12,76	
15	22:41	22:42	-4050	-4022	-180,74																				
19	22:53	23:03	-3400	-3443	-185,24	-185,24	-185,24	-185,23																	
20	23:06	23:16	-800	-865	-181,09	-181,19	-181,16	-181,13																	
21	23:18	23:28	-425	-482	-180,21	-180,28	-180,27	-180,24																	
22	23:28	23:45	-50	-81	-178,93	-179,70	-179,28	-179,04	-178,98	-178,94															

Das Diagramm in Abb. 9.13 zeigt die Verläufe der Belastungsstufen und der Pfahlkopfverschiebungen des Großbohrpfahls B.M5. Es bildet den Zusammenhang zwischen aufgebrauchter Prüfkraft und mittlerer Pfahlkopfverschiebung über die gesamte Versuchsdauer ab. Zusätzlich ist bei den vollinstrumentierten Großbohrpfählen hier der Verlauf der Kraft in der Sohldruckmessdose zu entnehmen. Die zugehörigen Messwerte sind in Tab. 9.2 zu finden.

Dieses Diagramm dient in erster Linie zur Übersicht und Kontrolle der Belastungsstufen. Es ist erkennbar, dass die Pfahlverschiebungen mit der aufgebrauchten Belastung korrelieren. War dies nicht der Fall, so wurde meistens das Umsetzen der vertikalen Wegaufnehmer nicht im Feldprotokoll vermerkt. Nach Korrektur in den Rohdaten, wie in Kapitel 9.1.1.2 beschrieben, stimmten jedoch bei allen Versuchspfählen die Belastung und die Verschiebungen sehr gut überein.

Im vorliegenden Fall des Großbohrpfahls B.M5 ist erkennbar, dass der Pfahl im Zuge der Erstbelastung bis zur Gebrauchslast sehr geringe Vertikalverschiebungen von nur 1,1 mm aufweist. Diese spiegeln sehr gut das Verhalten aller geprüften, verrohrt hergestellten Großbohrpfähle im Miozän wieder.

Weiters ist hier zu sehen, dass die Probelastung des Großbohrpfahls B.M5 auf Laststufe 15 nach wenigen Minuten abgebrochen wurde. Grund hierfür ist, dass der maximale Pressenhub erreicht wurde und somit eine Fortsetzung der Prüfung nicht mehr möglich und sinnvoll war.

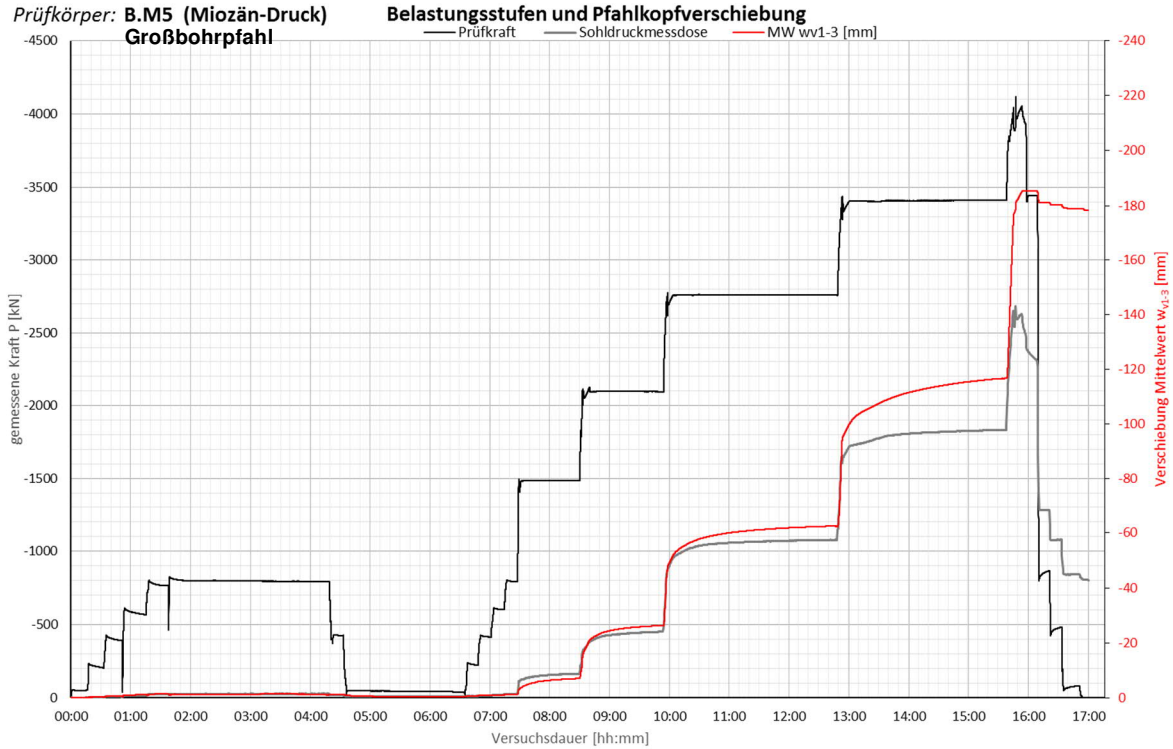


Abb. 9.13: Belastungsstufen und mittlere Pfahlkopfverschiebung $w_{v,m}$ beim Großbohrpfahl B.M5

Die Verläufe der einzelnen vertikalen Wegaufnehmer sowie des daraus errechneten Mittelwerts der Pfahlkopfverschiebungen sind in Abb. 9.14 dargestellt. Dieses Diagramm dient ebenso zu Kontrolle und zeigt, dass eine Mittelwertbildung der Verschiebungen als plausibel angenommen werden kann.

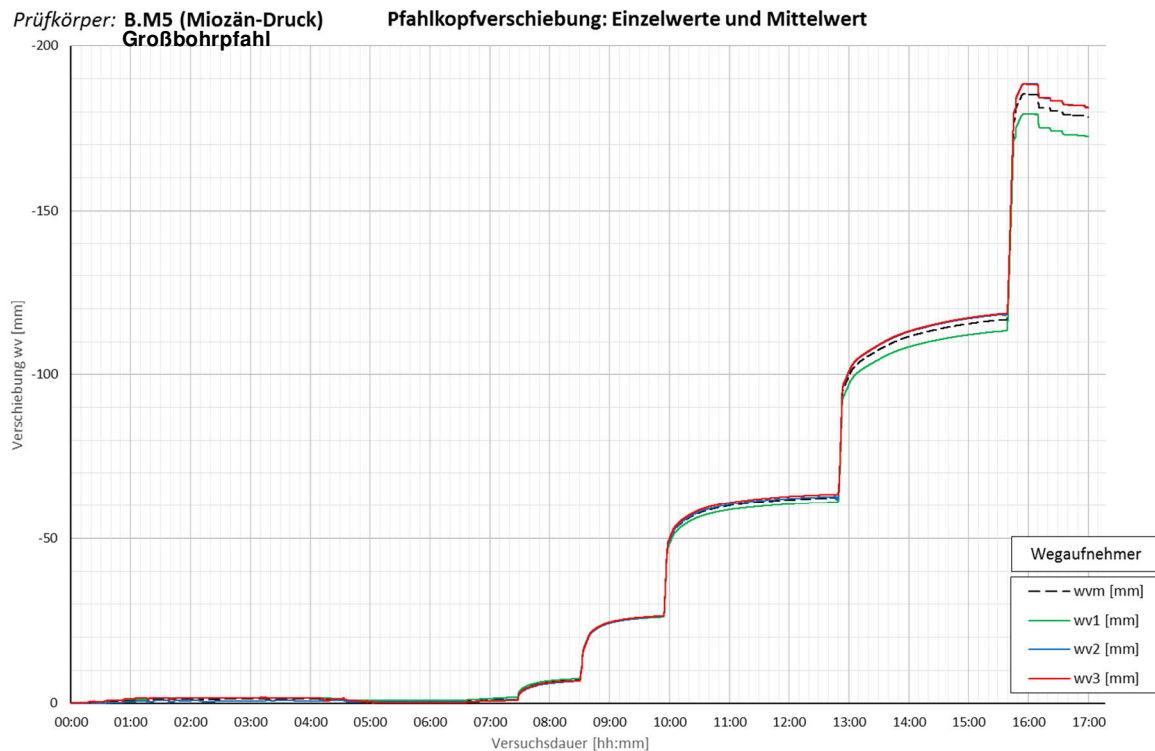


Abb. 9.14: Gemessene Pfahlkopfverschiebungen $w_{v,1}$, $w_{v,2}$ und $w_{v,3}$ und Mittelwert $w_{v,m}$ beim Großbohrpfahl B.M5

9.2.6.3 Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose

Die bisher gezeigten Auswertungsdiagramme basieren auf den Messdaten des MWES I im Bereich des Pfahlkopfs. Die folgenden Diagramme beinhalten die Daten des MWES II im Pfahlschaft. Zum MWES II zählen die Bewehrungssensoren, das Kettenextensometer sowie die Sohldruckmessdose. Detailliertere Beschreibung dazu ist in Kapitel 6 zu finden.

In Tab. 9.2 sind die Messwerte der Bewehrungssensoren aufgelistet. Die Rechenwerte je Messquerschnitt wurden aus den Mittelwerten der gemessenen Längsdehnungen der jeweils in einer Ebene befindlichen Bewehrungssensoren gebildet. Mit den bekannten Dehnungen in den Messhorizonten können bei bekannten Querschnittsdaten die Längskraftverläufe und die Mantelreibungen berechnet werden. Näheres dazu ist in den Kapiteln 9.2.6.7 bis 9.2.6.11 erläutert. Die Anordnung der Bewehrungssensoren ist in Abb. 9.5 beziehungsweise Abb. 9.11 zu sehen.

Tab. 9.2: Messwerte und Rechenwerte der BS und DMD je Belastungsstufe des Großbohrpfahls B.M5

Auswertung Verformungen MWES II - Bewehrungssensoren																	Pfahlwiderstand DM D					
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS												Rechenwerte je Messquerschnitt					Sohldruckmessdose SMD		
LS	LSEnde	P1st	BS1.1	BS1.2	BS2.1	BS2.2	BS3.1	BS3.2	BS4.1	BS4.2	BS5.1	BS5.2	BS1.MW	BS2.MW	BS3.MW	BS4.MW	BS5.MW	R _b	R _s	q _{s,m}		
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]		
			Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Mantelreib.			
			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	Diff.Kraft-R _b			
0	07:10	-48	155,53	155,53	144,78	144,78	142,88	142,88	141,33	141,33	139,58	139,58	155,53	144,78	142,88	141,33	139,58	139,10				
1	07:28	-204	-0,0158	-0,0045	-0,0101	-0,0050	-0,0048	-0,0049	-0,0029	-0,0028	-0,0028	-0,0019	-0,0101	-0,0049	-0,0028	-0,0017	-0,0006	-3,4	-200,6	-11,6		
2	07:46	-390	-0,0275	-0,0127	-0,0201	-0,0099	-0,0102	-0,0100	-0,0060	-0,0061	-0,0060	-0,0040	-0,0201	-0,0100	-0,0060	-0,0039	-0,0015	-8,3	-381,3	-22,0		
3	08:10	-566	-0,0383	-0,0219	-0,0301	-0,0151	-0,0160	-0,0156	-0,0098	-0,0104	-0,0101	-0,0073	-0,0301	-0,0156	-0,0101	-0,0070	-0,0027	-16,0	-550,2	-31,7		
4	11:13	-793	-0,0512	-0,0372	-0,0442	-0,0230	-0,0230	-0,0230	-0,0148	-0,0164	-0,0156	-0,0118	-0,0442	-0,0230	-0,0156	-0,0113	-0,0048	-28,6	-764,9	-44,1		
5	11:28	-427	-0,0291	-0,0207	-0,0249	-0,0141	-0,0134	-0,0137	-0,0096	-0,0107	-0,0102	-0,0081	-0,0249	-0,0137	-0,0102	-0,0078	-0,0033	-19,0	-407,6	-23,5		
6	13:29	-40	-0,0044	-0,0030	-0,0037	-0,0041	-0,0021	-0,0031	-0,0034	-0,0043	-0,0038	-0,0039	-0,0037	-0,0031	-0,0038	-0,0036	-0,0015	-9,4	-31,0	-1,8		
7	13:43	-223	-0,0141	-0,0122	-0,0131	-0,0086	-0,0073	-0,0080	-0,0061	-0,0070	-0,0066	-0,0055	-0,0131	-0,0080	-0,0066	-0,0053	-0,0022	-12,2	-210,5	-12,1		
8	13:56	-415	-0,0244	-0,0225	-0,0234	-0,0133	-0,0131	-0,0132	-0,0091	-0,0103	-0,0097	-0,0075	-0,0234	-0,0132	-0,0097	-0,0072	-0,0031	-16,2	-398,3	-22,9		
9	14:09	-602	-0,0347	-0,0317	-0,0332	-0,0178	-0,0182	-0,0180	-0,0118	-0,0130	-0,0124	-0,0096	-0,0332	-0,0180	-0,0124	-0,0093	-0,0038	-20,9	-581,0	-33,5		
10	14:22	-792	-0,0461	-0,0408	-0,0435	-0,0223	-0,0235	-0,0229	-0,0146	-0,0167	-0,0157	-0,0119	-0,0435	-0,0229	-0,0157	-0,0115	-0,0048	-27,6	-764,2	-44,0		
11	15:25	-1488	-0,0944	-0,0727	-0,0835	-0,0508	-0,0618	-0,0563	-0,0424	-0,0488	-0,0456	-0,0332	-0,0835	-0,0563	-0,0456	-0,0322	-0,0173	-163,8	-1324,7	-76,3		
12	16:48	-2097	-0,1389	-0,1023	-0,1206	-0,0747	-0,0912	-0,0830	-0,0670	-0,0722	-0,0696	-0,0577	-0,1206	-0,0830	-0,0696	-0,0506	-0,0314	-451,3	-1645,4	-94,8		
13	19:43	-2756	-0,1914	-0,1321	-0,1618	-0,1030	-0,1208	-0,1119	-0,0949	-0,1001	-0,0975	-0,0914	-0,1618	-0,1119	-0,0975	-0,0757	-0,0565	-1076,2	-1679,5	-96,7		
14	22:32	-3414	-0,2432	-0,1629	-0,2030	-0,1320	-0,1510	-0,1415	-0,1215	-0,1300	-0,1257	-0,1192	-0,2030	-0,1415	-0,1257	-0,1016	-0,0836	-1835,1	-1578,4	-90,9		
15	22:42	-4022	-0,2849	-0,1950	-0,2400	-0,1575	-0,1791	-0,1683	-0,1509	-0,1517	-0,1513	-0,1447	-0,2400	-0,1683	-0,1513	-0,1264	-0,1093	-2679,9	-1342,2	-77,3		
19	23:03	-3443	-0,2481	-0,1673	-0,2077	-0,1386	-0,1563	-0,1475	-0,1354	-0,1344	-0,1349	-0,1301	-0,2077	-0,1475	-0,1349	-0,1121	-0,0968	-2314,1	-1129,1	-65,0		
20	23:16	-865	-0,0815	-0,0483	-0,0649	-0,0522	-0,0519	-0,0521	-0,0628	-0,0573	-0,0600	-0,0689	-0,0649	-0,0521	-0,0600	-0,0542	-0,0519	-1282,5	417,2	24,0		
21	23:28	-482	-0,0547	-0,0289	-0,0418	-0,0387	-0,0342	-0,0365	-0,0498	-0,0433	-0,0466	-0,0567	-0,0418	-0,0365	-0,0466	-0,0431	-0,0428	-1079,1	596,8	34,4		
22	23:45	-81	-0,0267	-0,0077	-0,0172	-0,0233	-0,0152	-0,0192	-0,0355	-0,0277	-0,0316	-0,0431	-0,0172	-0,0192	-0,0316	-0,0306	-0,0317	-841,8	760,3	43,8		

Die Messwerte der Sohldruckmessdose sind ebenfalls in Tab. 9.2 zu finden. Die gemessene Kraft der Sohldruckmessdose entspricht dem Pfahlfußwiderstand R_b. Mit diesem gemessenen Wert und der aufgetragenen Prüfkraft lässt sich der Pfahlmantelwiderstand R_s mit folgender Formel berechnen:

$$R_s = P_P - R_b \tag{9.3}$$

- R_b.....Pfahlfußwiderstand [kN]
- R_s.....Pfahlmantelwiderstand [kN]
- P_P.....Prüfkraft [kN]

Weiters ist daraus die mittlere Pfahlmantelreibung q_{s,m} in [kN/m²] folgendermaßen bestimmbar:

$$q_{s,m} = \frac{R_s}{A_m} \tag{9.4}$$

$$A_m = d \cdot \pi \cdot L_k \tag{9.5}$$

- A_m.....Pfahlmantelfläche [m²]
- d.....Pfahldurchmesser
- L_k.....Länge der Krafteinleitungsstrecke (Differenz aus OK Krafteinleitungsstrecke und Pfahlunterkante)

Bei Großbohrpfählen ohne Sohldruckmessdose werden Pfahlfuß und -mantelwiderstand mittels der Bewehrungssensoren rückgerechnet. Dies ist in Punkt 9.2.6.7 näher erläutert.

Das Diagramm in Abb. 9.15 zeigt den Verlauf der Bewehrungssensoren. Die jeweils gleichfarbig dargestellten Verläufe zeigen die Bewehrungssensoren, die im gleichen Messhorizont angeordnet sind. Die Verläufe der Bewehrungssensoren spiegeln die einzelnen Belastungsstufen sehr gut wieder. Ebenso ist gut erkennbar, dass die Stauchungen der einzelnen Messhorizonte von oben nach unten hin abnehmen. Dies lässt auf plausible Messergebnisse sowie eine konstante Einleitung der Kräfte schließen.

Die Verläufe der beiden Bewehrungssensoren in einem Messhorizont sind ähnlich. Die Differenzen der Dehnungen, bei den im oberen Pfahlbereich liegenden Sensoren, deuten jedoch auf eine Biegung des Pfahls hin. Vor allem in den höheren Laststufen wird die horizontale Auslenkung immer größer, was auch durch Abgleich mit den gemessenen Horizontalverschiebungen bestätigt wird.

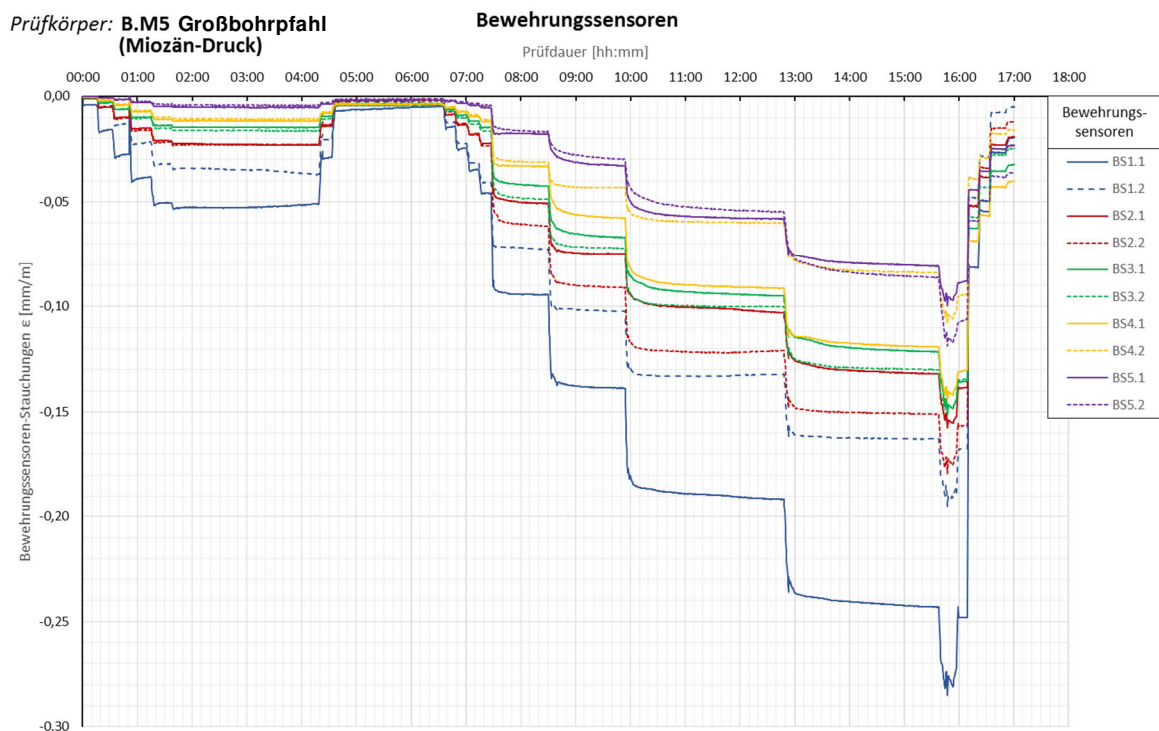


Abb. 9.15: Bewehrungssensoren-Stauchungen ϵ beim Großbohrpfahl B.M5

Die im Diagramm dargestellten Messwerte der Bewehrungssensoren sind in Tab. 9.2 angeführt. Die Höhenlage der Bewehrungssensoren ist Tab. 9.2 und Abb. 9.11 zu entnehmen.

9.2.6.4 Kettenextensometer

Die gemessenen Kettenextensometer-Verzerrungen am Ende jeder Laststufe sind in Tab. 9.3 angeführt. Ebenso sind die Abschnittslänge und Höhenlage der Messbereiche entsprechend den tatsächlichen Abmessungen ersichtlich. Diese können auch dem Extensometerprotokoll sowie dem Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ entnommen werden.

Tab. 9.3: Messwerte des Kettenextensometers beim B.M5:

Auswertung MWES II - Kettenextensometer							
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen				
LS	LSEnde	P Ist	KEX1	KEX2	KEX3	KEX4	KEX5
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]
			Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]
0	07:10	-48	156,51/11,48	145,03/1,42	143,61/1,42	142,19/1,42	140,77/1,42
1	07:28	-204	-0,0089	-0,0053	0,0006	-0,0037	-0,0015
2	07:46	-390	-0,0182	-0,0102	-0,0026	-0,0071	-0,0018
3	08:10	-566	-0,0282	-0,0164	-0,0053	-0,0101	-0,0038
4	11:13	-793	-0,0394	-0,0246	-0,0135	-0,0134	-0,0061
5	11:28	-427	-0,0232	-0,0129	-0,0071	-0,0090	-0,0056
6	13:29	-40	-0,0039	-0,0057	-0,0037	-0,0036	-0,0048
7	13:43	-223	-0,0108	-0,0067	-0,0038	-0,0074	-0,0035
8	13:56	-415	-0,0201	-0,0147	-0,0062	-0,0084	-0,0030
9	14:09	-602	-0,0294	-0,0176	-0,0087	-0,0102	-0,0061
10	14:22	-792	-0,0383	-0,0234	-0,0130	-0,0144	-0,0072
11	15:25	-1488	-0,0767	-0,0604	-0,0430	-0,0379	-0,0226
12	16:48	-2097	-0,1115	-0,0855	-0,0670	-0,0587	-0,0369
13	19:43	-2756	-0,1508	-0,1130	-0,0932	-0,0873	-0,0643
14	22:32	-3414	-0,1916	-0,1443	-0,1222	-0,1147	-0,0942
15	22:42	-4022	-0,2276	-0,1745	-0,1469	-0,1415	-0,1220
19	23:03	-3443	-0,1998	-0,1501	-0,1321	-0,1255	-0,1097
20	23:16	-865	-0,0635	-0,0520	-0,0542	-0,0607	-0,0590
21	23:28	-482	-0,0408	-0,0361	-0,0376	-0,0459	-0,0506
22	23:45	-81	-0,0184	-0,0172	-0,0221	-0,0335	-0,0375

Das Diagramm in Abb. 9.16 stellt die gemessenen Stauchungen des Kettenextensometers dar. Die verschiedenfarbigen Verläufe bezeichnen die einzelnen Extensometerabschnitte. Auch hier ist, ebenso wie bei den Bewehrungssensoren, zu sehen, dass die gemessenen Verzerrungen die einzelnen Belastungsstufen sehr gut abbilden.

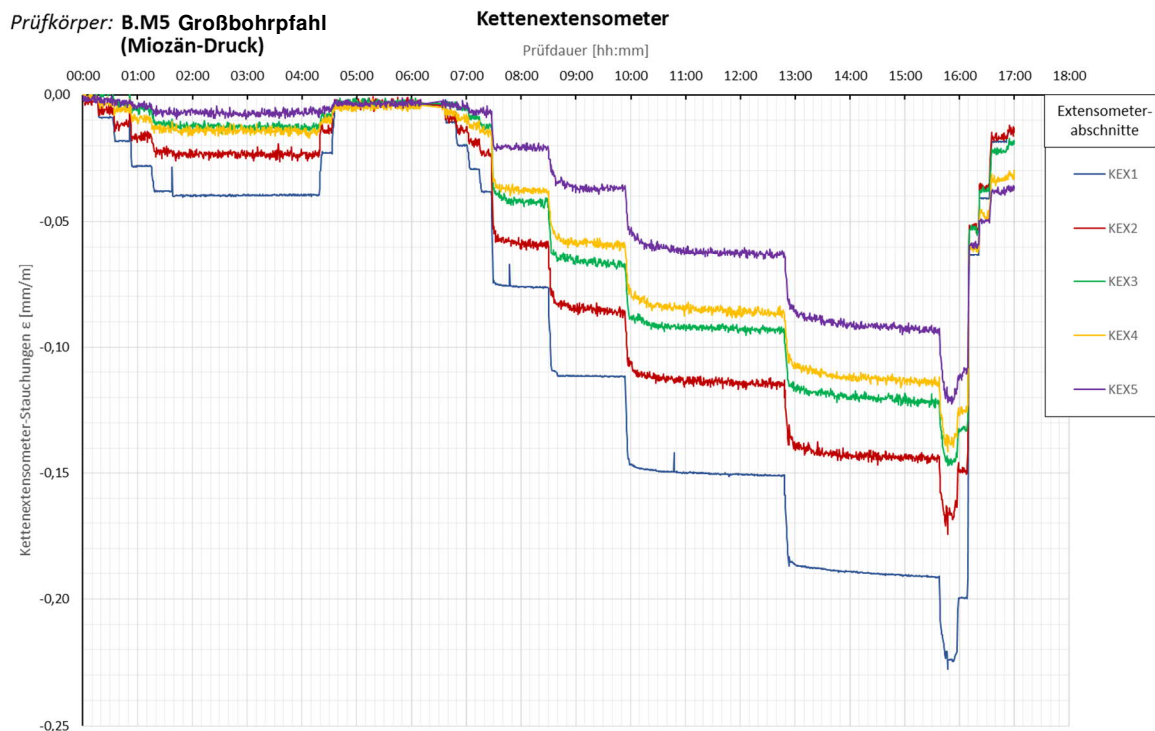


Abb. 9.16: Kettenextensometer-Stauchungen ϵ beim Großbohrpfahl B.M5

9.2.6.5 Widerstands-Setzungslinie

Die Widerstands-Setzungslinie in Abb. 9.17 zeigt einerseits die mittlere Pfahlkopfverschiebung in Abhängigkeit vom Pfahlwiderstand R . Der Pfahlwiderstand R entspricht hierbei der aufgebrachten Prüfkraft. Die Pfahlkopfverschiebungen wurden mit den vertikalen Wegaufnehmern des MWES I erfasst. Die Messwerte zum Ende jeder Laststufe sind in Tab. 9.1 angeführt. Dabei ist auffällig, dass im Zuge des Erstbelastungszyklus bis zur Gebrauchslast nur sehr geringe Verschiebungen bis 1,2 mm auftreten.

Weiters sind in diesem Diagramm der Pfahlfuß- und der Pfahlmantelwiderstand in Bezug auf die Pfahlkopfsetzungen dargestellt. Bei Versuchspfählen, welche mit Sohldruckmessdose ausgestattet sind, wird der Pfahlfußwiderstand direkt gemessen. Der Pfahlmantelwiderstand ergibt sich aus der Differenz von aufgebrachter Prüfkraft und gemessenem Fußwiderstand. Die Werte sind in Kapitel 9.2.6.3 und Tab. 9.2 näher erläutert.

Bei Großbohrpfählen ohne Sohldruckmessdose werden Mantel- und Fußwiderstand über die gemessenen Längsverzerrungen des Großbohrpfahls rückgerechnet. Die Berechnungen sind in Kapitel 9.2.6.7 beschrieben. Diese Berechnungen von Pfahlsohl- und Pfahlmantelwiderstand hängen von der Berechnung der Längskraft bzw. der Mantelreibung und somit von den E-Moduln ab. Die genaue Auswertung des E-Moduls erfolgt jedoch erst im Rahmen des Forschungsberichts. Daher wird bei Großbohrpfählen ohne Sohldruckmessdose lediglich der gesamte Pfahlwiderstand dargestellt.

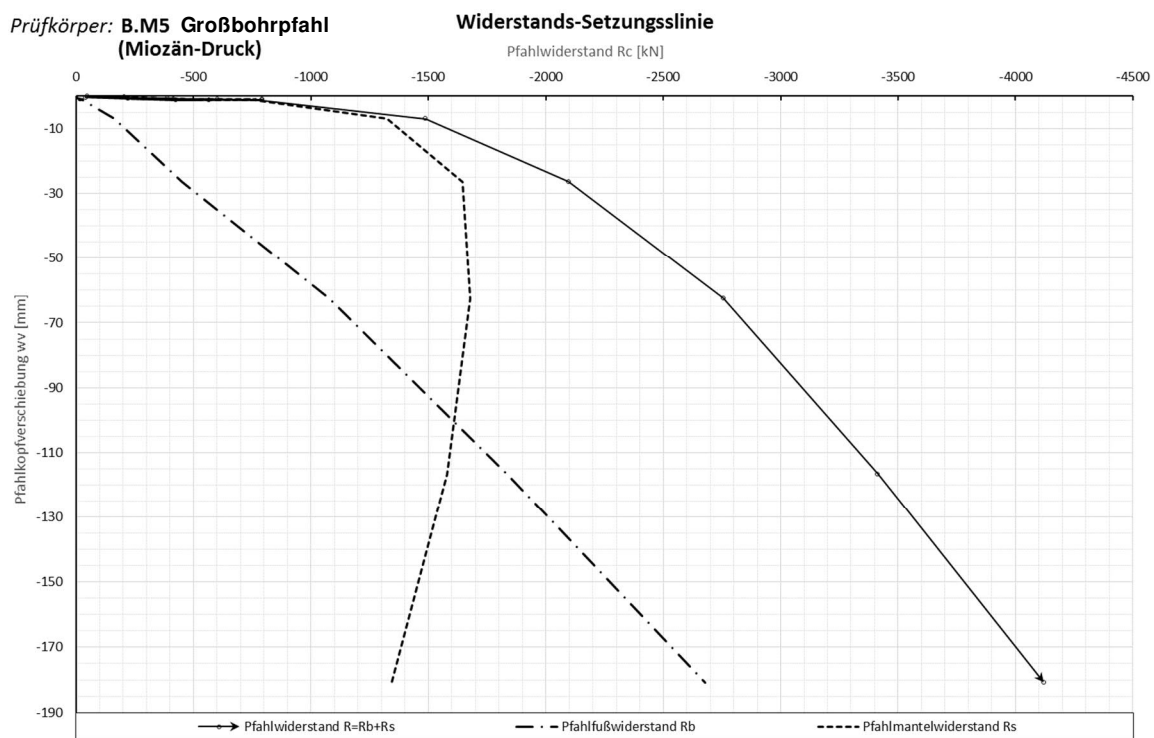


Abb. 9.17: Widerstand-Setzungslinie beim Versuch Großbohrpfahl B.M5

Die im Diagramm dargestellten Messdaten sind Tab. 9.1 und Tab. 9.2 zu entnehmen.

9.2.6.6 Zeit-Verformungsverhalten

Das Zeit-Verformungsverhalten setzt die Pfahlkopfsetzung mit dem Logarithmus der Beobachtungszeit jeder Laststufe in Verbindung. Dabei ist im Diagramm in Abb. 9.18 die absolute Zeitverformung für die einzelnen Belastungsstufen dargestellt. Diese Darstellung ist jedoch aufgrund

der Skalierung weniger aussagekräftig. Die Absolutwerte sowie Laststufen und die zugehörigen Prüfkkräfte sind in Tab. 9.1 ersichtlich.

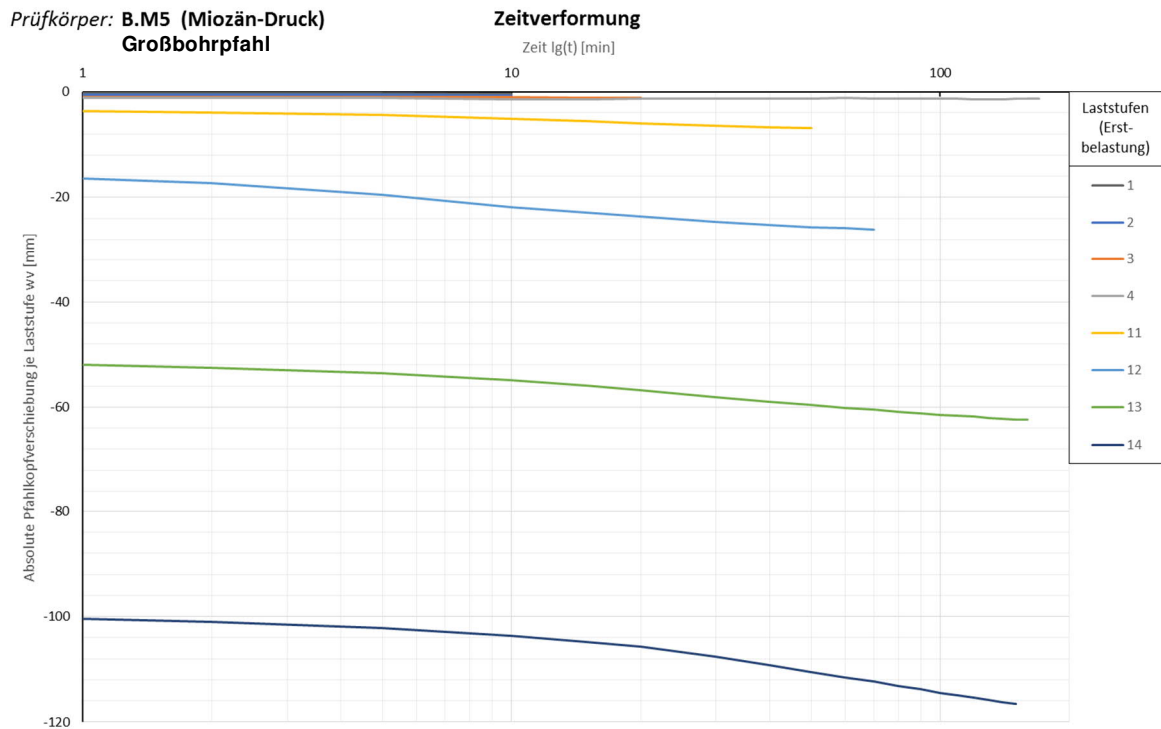


Abb. 9.18: Absolute Zeitverformung beim Großbohrpfahl B.M5

In Abb. 9.19 ist die relative Zeitverformung dargestellt. Hierbei sind grundsätzlich dieselben Werte aufgetragen, jedoch wurde zu Beginn jeder Laststufe der Wert der Verschiebung normiert. Das bedeutet, dass der Ursprung der jeweiligen Verschiebung, durch Abziehen der Pfahlkopfverschiebung am Beginn der Laststufe, in den Nullpunkt verschoben wird. Dieses Diagramm bietet einen besseren Überblick über die Relation der Verschiebungen der Laststufen zueinander.

Tab. 9.4: Relativverformungen je Laststufe beim Großbohrpfahl B.M5:

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																			
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Relativverformung je Laststufe													
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 160 min [min]	Δt 170 min [min]
0	06:55	07:10	-50	-48	-0,13														
1	07:13	07:28	-238	-204	-0,29	0,00	0,00	-0,02	-0,03										
2	07:31	07:46	-425	-390	-0,69	0,00	0,00	-0,01	-0,09										
3	07:49	08:10	-613	-566	-1,18	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,17	-0,16								
4	08:13	11:13	-800	-793	-1,08	0,00	-0,02	-0,03	-0,20	-0,21	-0,15	-0,17	-0,03	-0,08	-0,15	-0,22	-0,17	-0,16	-0,14
5	11:18	11:28	-425	-427	-1,29	0,00	0,00	0,01											
6	11:31	13:29	-50	-40	-0,51	0,00	0,00	0,02	0,13	0,11	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30				
7	13:33	13:43	-238	-223	-0,73	0,00	0,00	-0,02											
8	13:46	13:56	-425	-415	-0,92	0,00	0,00	0,00											
9	13:59	14:09	-613	-602	-1,08	0,00	0,00	0,00											
10	14:12	14:22	-800	-792	-1,26	0,00	0,00	0,00											
11	14:25	15:25	-1450	-1488	-7,04	0,00	-0,28	-0,85	-1,53	-1,94	-2,37	-3,30							
12	15:28	16:48	-2100	-2097	-26,33	0,00	-0,76	-2,98	-5,34	-6,43	-7,19	-9,11	-9,40	-9,64					
13	16:58	19:43	-2750	-2756	-62,44	0,00	-0,52	-1,63	-2,88	-3,91	-4,79	-7,61	-8,15	-8,53	-9,68	-9,87	-10,32	-10,40	
14	19:55	22:32	-3400	-3414	-116,66	0,00	-0,57	-1,88	-3,35	-4,44	-5,37	-10,11	-11,18	-12,02	-14,62	-15,07	-16,20		
15	22:41	22:42	-4050	-4022	-180,74														
19	22:53	23:03	-3400	-3443	-185,24	0,00	0,00	0,00											
20	23:06	23:16	-800	-865	-181,09	0,00	0,02	0,06											
21	23:18	23:28	-425	-482	-180,21	0,00	0,01	0,05											
22	23:28	23:45	-50	-81	-178,93	0,00	0,41	0,66	0,72	0,76									

Ein Berechnungsbeispiel für die Laststufe 4 zum Zeitpunkt Δt = 120 min lautet wie folgt:

$$w_{v,m1-3,rel} = w_{v,m,120min} - w_{v,m,0min} = (-1,40) - (-1,18) = -0,22 \text{ mm} \quad (9.6)$$

Außerdem eignet sich dieses Diagramm sehr gut, um eine passende Steigungsgerade zu wählen. Mit dieser wird das Kriechmaß bestimmt. Das Kriechmaß entspricht der Steigung der Tangente an die Zeitverformungslinie [AS]. Die rot strichlierte Linie im Diagramm symbolisiert diese Steigungsgerade. Die Berechnung des Kriechmaßes erfolgt nach der Formel in Gleichung (9.7).

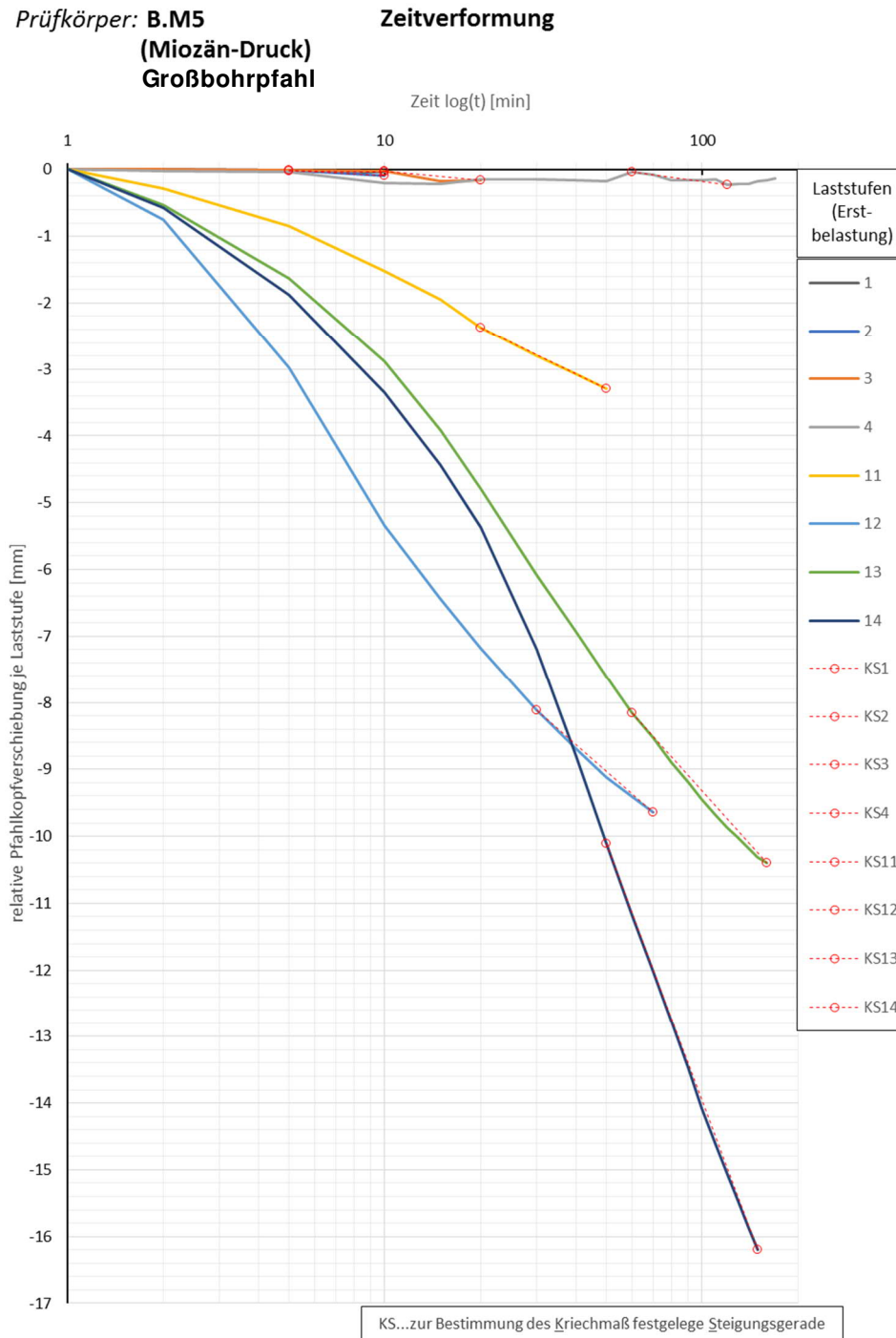


Abb. 9.19: Relative Zeitverformung beim Versuch Großbohrpfahl B.M5

Die Werte der im Diagramm dargestellten relativen Pfahlkopfverschiebungen je Laststufe sind in Tab. 9.4 aufgelistet. Die Laststufen mit der zugehörigen Prüfkraft sowie die berechneten Kriechmaße sind in Tab. 9.1 angeführt.

9.2.6.7 Widerstands-Kriechmaßlinie

Das Diagramm in Abb. 9.20 zeigt den Verlauf der Widerstands-Kriechmaßlinien für die Erstbelastungs- und Wiederbelastungsstufen des Großbohrpfahls B.M5. Das Kriechmaß definiert die zeitabhängige Verschiebung des Pfahlkopfes unter konstanter Belastung. [23]

Die Berechnung des Kriechmaßes α_y erfolgte gemäß ÖNORM B 1997-1-3, Anhang B [30] mit folgender Formel:

$$\alpha_y = \frac{s_2 - s_1}{\log t_2 - \log t_1} \quad (9.7)$$

α_y Kriechmaß

s_2-s_1 Pfahlkopf-Setzungszunahme im Zeitintervall t_1 bis t_2

t_2, t_1 Beobachtungszeitpunkte

In Tab. 9.1 sind die entsprechenden Messwerte sowie die Berechnung des Kriechmaßes enthalten. Die dort angeführten Verschiebungen entsprechen dem Mittelwert der absoluten Pfahlkopfverschiebungen im Laufe einer Laststufe. Die Werte werden ab Beginn der Laststufe in bestimmten Minuteintervallen abgefragt. Zur Berechnung werden zwei charakteristische Zeitpunkte t_1 und t_2 angegeben. Der Zeitpunkt t_2 soll möglichst dem letzten vorhandenen Zeitwert einer Belastungsstufe entsprechen. Der Wert t_1 wird so gewählt, dass die Verbindungslinie dieser beiden Zeitwerte im relativen, halblogarithmischen Zeit-Verschiebungsdiagramm einer bestmöglich eingepassten Steigungsgeraden entspricht. Diese logarithmische Gerade ist zur Kontrolle im relativen Zeit- Verschiebungsdiagramm in Abb. 9.19 rot-strichliert dargestellt. [MS]

Ein Berechnungsbeispiel für die Laststufe 4 (Gebrauchslastniveau) des B.M5 lautet wie folgt:

$$\alpha_y = \frac{1,40 - 1,21}{\log 120 - \log 60} = 0,65 \text{ mm} \quad (9.8)$$

Gemäß EA-Pfähle [23] liegt das Kriechmaß für die Bestimmung der Pfahlwiderstände im Grenzzustand der Tragfähigkeit häufig im Bereich von 2 mm. Beim vorliegenden Versuch kann daher bei einem Kriechmaß von 2 mm auf eine Traglast von 1388 kN geschlossen werden. Dies entspricht dem niedrigsten Wert der Versuchspfähle im Miozän. Die Widerstände aller Großbohrpfähle sind der Abb. 9.24 zu entnehmen.

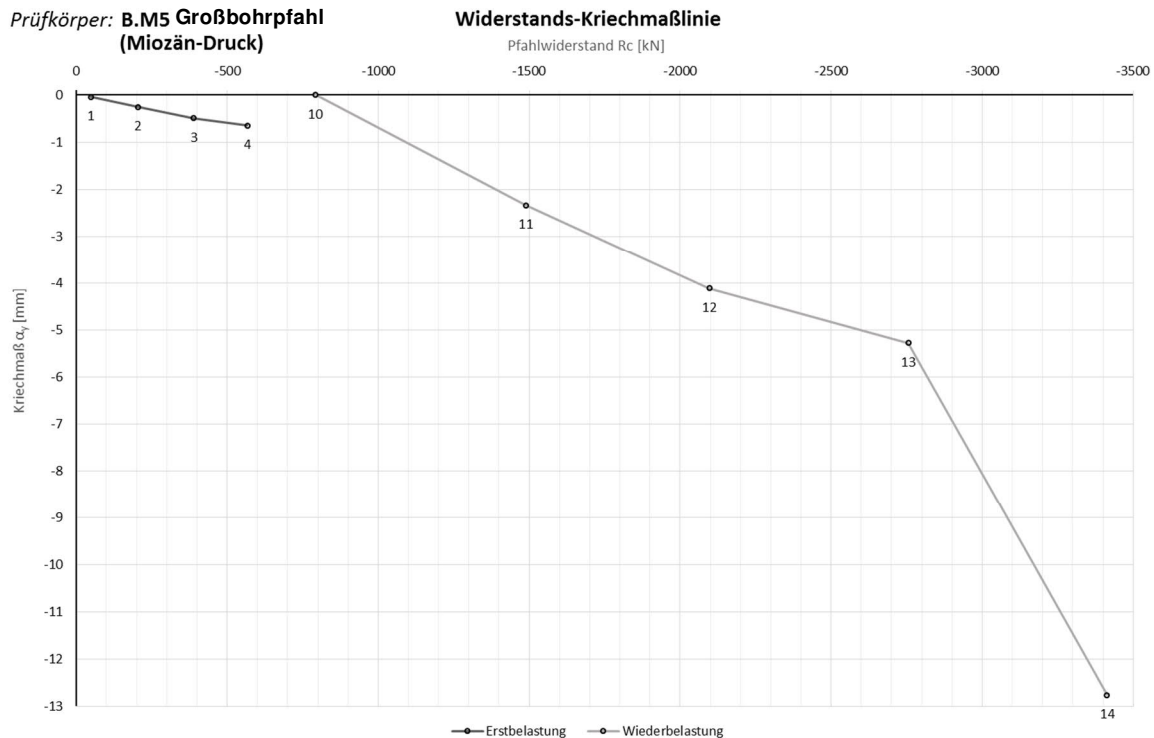


Abb. 9.20: Widerstands-Kriechmaßlinie beim Versuch Großbohrpfahl B.M5

Die Laststufen mit der zugehörigen Prüfkraft sowie die berechneten Kriechmaße sind in Tab. 9.1 angeführt.

9.2.6.8 Berechnung der axialen Längskräfte und der Mantelreibung

Die nachfolgend angeführten Berechnungen in den Tab. 9.5 und Tab. 9.6 dienen als Grundlage für die weiteren Diagramme und werden im Folgenden genauer erläutert.

Um Rückschlüsse von den gemessenen Längsverzerrungen auf die in der entsprechenden Tiefe wirkenden Normalkräfte und weiter auf die tatsächlich wirkenden Mantelreibungskräfte ziehen zu können, wäre die genaue Kenntnis des Pfahlquerschnitts und der tatsächlichen Verformungseigenschaften des Pfahlbaustoffes erforderlich. Jedoch ist es nicht möglich, diese Werte bei Ortbetonpfählen messtechnisch ausreichend genau zu erfassen. Stattdessen werden mit Hilfe von Referenzmessstellen im Nahbereich der Krafteinleitung, ohne direkte Erfassung des Elastizitätsmoduls, die gemessenen Längsverzerrungen mit der Kraft im Einleitungsbereich „kalibriert“. Es wird dabei angenommen, dass in diesem Bereich bereits eine gleichmäßige Spannungsverteilung unter der Annahme konstanter Querschnittsabmessungen vorausgesetzt werden kann [23]. Der mobilisierte Mantelreibungswiderstand ist im oberen Bereich der Pfähle nicht vorhanden, da die Mantelreibung mittels Doppelwandrohren ausgeschaltet wurde. Dies kann im vorliegenden Projekt theoretisch auch bei Erfassung der Längsdehnungen mittels Kettenextensometer angewendet werden, da der oberste Messabschnitt zur Gänze im Bereich der Freispielstrecke liegt.

Für jede Belastungsstufe wird basierend auf diesem Prinzip jeweils für den obersten Horizont der Bewehrungssensoren sowie für den ersten Abschnitt des Kettenextensometers dieser E-Modul ermittelt. Die Berechnung des E-Moduls $E_{c,MQ1}$ erfolgt anhand der Verzerrungen der obersten beiden Bewehrungssensoren $\epsilon_{BS1,MQ1}$ im Messquerschnitt 1 (MQ1), wobei vorausgesetzt wird, dass in diesem entkoppelten Abschnitt die gesamte eingeleitete Prüfkraft (F_{KMD}) erhalten ist, und nicht ein Teil davon über Mantelreibung abgetragen wurde.

$$E_{c,MQ1} = \frac{F_{KMD}}{\varepsilon_{BS1,MQ1} \cdot A_c} - \frac{\sum E_{Stahl} \cdot A_{Stahl}}{A_c} \quad (9.9)$$

$E_{c,MQ1}$ E-Modul des Pfahlbetons im Messquerschnitt 1 der Bewehrungssensoren (BS 1.1 und BS 1.2)

$\varepsilon_{BS1,MQ1}$ gemessene Verzerrung im Messquerschnitt 1 der Bewehrungssensoren (BS 1.1 und BS 1.2)

F_{KMD} eingeleitete Prüfkraft, gemessen mittels Kraftmessdose

A_c Betonquerschnittsfläche (siehe Kapitel 9.2.3)

E_{Stahl} E-Modul des Baustahls (siehe Kapitel 9.2.3)

A_{Stahl} Querschnittsfläche des Baustahls (siehe Kapitel 9.2.3)

Die Berechnung des E-Moduls $E_{c,KEX1}$ erfolgt anhand der obersten Abschnittslänge des Kettenextensometers (KEX1), wobei vorausgesetzt wird, dass in diesem entkoppelten Abschnitt die gesamte eingeleitete Prüfkraft (F_{KMD}) erhalten ist, und nicht ein Teil davon über Mantelreibung abgetragen wurde.

$$E_{c,KEX1} = \frac{F_{KMD}}{\varepsilon_{KEX1} \cdot A_c} - \frac{\sum E_{Stahl} \cdot A_{Stahl}}{A_c} \quad (9.10)$$

$E_{c,KEX1}$ E-Modul des Pfahlbetons im Messabschnitt 1 des Kettenextensometers (KEX 1)

ε_{KEX1} gemessene Verzerrung im Messabschnitt 1 des Kettenextensometers (KEX 1)

Dieser in Gleichung (9.9) beziehungsweise (9.10) bestimmte E-Modul kann jedoch nur für die Berechnung der Normalkraft im obersten Messquerschnitt herangezogen werden, da es sich wie oben beschrieben, nicht um den tatsächlichen E-Modul sondern nur um eine Faktor zur Korrelation zwischen Kraft und Längsverzerrungen handelt [MS]. Die jeweilige Längskraft im ersten Messquerschnitt ergibt sich dabei durch:

$$N_{c,1,BS} = \varepsilon_{BS1,MQ1} \cdot \left(A_c + \frac{\sum E_{Stahl} \cdot A_{Stahl}}{E_{c,MQ1}} \right) \cdot E_{c,MQ1} = F_{KMD} \quad (9.11)$$

$N_{c,1,BS}$ Normalkraft im Messquerschnitt 1 der Bewehrungssensoren (B 1.1 und BS 1.2)

Bei Pfählen ohne Bewehrungssensoren erfolgt die Berechnung mit den gemessenen Verzerrungen des Kettenextensometers nach folgender Formel:

$$N_{c,1,KEX} = \varepsilon_{KEX1} \cdot \left(A_c + \frac{\sum E_{Stahl} \cdot A_{Stahl}}{E_{c,KEX1}} \right) \cdot E_{c,KEX1} = F_{KMD} \quad (9.12)$$

$N_{c,1,BS}$ Normalkraft im Messabschnitt 1 des Kettenextensometers (KEX 1)

Die Berechnung der Normalkräfte in den übrigen Querschnitten erfolgt ebenso mit den oben genannten Formeln, jedoch wird der in Kapitel 9.2.3 näher erläuterte E-Modul von 37 N/mm² angesetzt. Die gesamten Berechnungsergebnisse sowie die Anteile der Längskräfte an der vorhandenen Prüfkraft sind in Tab. 9.5 angeführt.

Als Beispielberechnung wird nun die Berechnung für Laststufe 4 (Gebrauchslast) angeführt:

$$E_{c,MQ1} = \frac{793,46}{0,0442 \cdot 10^{-3} \cdot 378825,0} - \frac{3786451,7}{378825,0} = 32,52 \cong 33 \text{ kN/mm}^2 \quad (9.13)$$

$$N_{c,1,BS} = -0,0442 \cdot 10^{-3} \cdot \left(378825,0 + \frac{3786451,7}{37,39} \right) \cdot 37,39 = 793,46 = F_{KMD,LS4} \quad (9.14)$$

Tab. 9.5: Berechnung des E-Moduls und des axialen Längskraftverlaufs des Großbohrpfahls B.M5

Auswertung MWES II			Berechnung E-Modul und Normalkraft											
Laststufen			E-Modul		Normalkraft je Messquerschnitt der BS					Anteil der Normalkraft an der Prüfkraft				
LS	LS Ende	P Ist	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]	N _(MQ1) [kN]	N _(MQ2) [kN]	N _(MQ3) [kN]	N _(MQ4) [kN]	N _(MQ5) [kN]	N _(MQ1) [%]	N _(MQ2) [%]	N _(MQ3) [%]	N _(MQ4) [%]	N _(MQ5) [%]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	QS-Nr.:	QS-Nr.:	QS-Nr.:	QS-Nr.:	QS-Nr.:	QS-Nr.:	QS-Nr.:					
0	07:10	-48	3	8	3	4	5	6	7					
1	07:28	-204	43	48	-170,8	-121,7	-69,6	-39,4	-13,9	84%	60%	34%	19%	7%
2	07:46	-390	39	40	-339,3	-248,6	-150,0	-87,8	-33,4	87%	64%	38%	23%	9%
3	08:10	-566	37	34	-508,2	-386,4	-250,1	-158,7	-62,4	90%	68%	44%	28%	11%
4	11:13	-793	33	41	-746,5	-570,5	-387,6	-257,0	-109,9	94%	72%	49%	32%	14%
5	11:28	-427												
6	13:29	-40												
7	13:43	-223	41	57	-222,0	-197,9	-162,9	-119,8	-50,5	100%	89%	73%	54%	23%
8	13:56	-415	39	42	-395,7	-326,6	-239,5	-163,6	-70,7	95%	79%	58%	39%	17%
9	14:09	-602	41	40	-560,7	-446,6	-308,1	-210,2	-86,3	93%	74%	51%	35%	14%
10	14:22	-792	39	44	-733,9	-568,9	-389,2	-262,2	-109,7	93%	72%	49%	33%	14%
11	15:25	-1488	36	35	-1410,8	-1397,0	-1131,7	-730,8	-392,2	95%	94%	76%	49%	26%
12	16:48	-2097	33	33	-2036,2	-2058,9	-1727,1	-1148,3	-712,1	97%	98%	82%	55%	34%
13	19:43	-2756	32	31	-2731,4	-2776,4	-2419,0	-1719,3	-1283,4	99%	101%	88%	62%	47%
14	22:32	-3414	32	30	-3428,2	-3511,5	-3120,3	-2307,1	-1899,3	100%	103%	91%	68%	56%
15	22:42	-4022	33	32	-4052,0	-4176,0	-3754,2	-2871,5	-2482,4	101%	104%	93%	71%	62%
19	23:03	-3443												
20	23:16	-865												
21	23:28	-482	MW E-Moduln											
22	23:45	-81	37	39										

In weiterer Folge werden nun, mithilfe der berechneten Längskräfte, die mittleren Mantelreibungen je Laststufe und Messhorizont ermittelt (siehe Tab. 9.6). Aus der Differenz der Längskraft zwischen zwei Messquerschnitten ΔN und der Abschnittlänge zwischen zwei Messhorizonten Δl und dem Pfahldurchmesser D wird die Mantelreibung folgendermaßen berechnet:

$$q_s = \frac{\Delta N}{\Delta l \cdot D \cdot \pi} \tag{9.15}$$

- q_s Mantelreibung in einem Messabschnitt
- ΔN Differenz der Längskraft zwischen zwei Messquerschnitten
- Δl Abschnittlänge zwischen zwei Messhorizonten
- D Pfahldurchmesser

Berechnungsbeispiel der Laststufe 4 (Gebrauchslast) zwischen Messhorizont 2 und 3:

$$q_{s(MQ2-3)} = \frac{(-570,5) - (-371,1)}{(144,78 - 142,88) \cdot D \cdot \pi} = -37,1 \text{ kN/m}^2 \tag{9.16}$$

Weiters sind in Tab. 9.6 die Berechnungen des Pfahlfuß- und Mantelwiderstands je Laststufe angeführt. Für Großbohrpfähle, welche mit Sohldruckmessdose instrumentiert sind, entsprechen die hier angeführten Werte jenen Messwerten aus Tab. 9.2 (siehe Punkt 9.2.6.3). Bei Pfählen ohne Söldruckmessdose wird der Pfahlfußwiderstand R_b mithilfe des zuvor ermittelten Pfahlmantelwiderstands R_s folgendermaßen rückgerechnet:

$$R_s = \Sigma \Delta N_i + (H_{MQ5} - UK_{Pfahl}) \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s(MQ4-5)} \tag{9.17}$$

$$R_b = P_{P,LS} - R_s \tag{9.18}$$

- $\Sigma \Delta N_i$ Summe der Längskräfte in den Messquerschnitten je Laststufe
- H_{MQ5} Höhenlage des untersten Bewehrungssensors (BS5) bzw. unterster Ankerpunkt beim Kettenextensometer
- UK_{Pfahl} Höhenlage der Pfahluferkante
- $q_{s(MQ4-5)}$ Mantelreibung im untersten Messabschnitt

$P_{P,LS}$ Prüfkraft der jeweiligen Laststufe

Berechnungsbeispiel der Laststufe 4 (Gebrauchslast):

$$R_s = -(176,0 + 199,4 + 114,1 + 147,0) + (139,58 - 138,97) \cdot 0,9 \cdot \pi \cdot (-29,7) \quad (9.19)$$

$$= -734,4 \text{ kN}$$

$$R_b = -793,5 - (-687,8) = -105,6 \text{ kN} \quad (9.20)$$

Tab. 9.6: Berechnung der Mantelreibung und Pfahlwiderstände des Großbohrpfahls B.M5:

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten											Pfahlwiderstände					
Laststufen			Differenz Längskraft				Mantelreibung				Widerstand errechnet		Widerstand mittels DM D			
LS	LSEnde	P Ist	$\Delta N(MQ1-2)$	$\Delta N(MQ2-3)$	$\Delta N(MQ3-4)$	$\Delta N(MQ4-5)$	$q_s(MQ1-2)$	$q_s(MQ2-3)$	$q_s(MQ3-4)$	$q_s(MQ4-5)$	R_b	R_s	$R_b \text{ DMD}$	$R_s \text{ DMD}$	diff DMD	
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]	
0	07:10	-48	145,11	144,78	142,88	141,33										
			144,78	142,88	141,33	139,58										
1	07:28	-204	-49,1	-52,1	-30,1	-25,6	-52,7	-9,7	-6,9	-5,2	-38,1	-165,9	-3,4	-200,6	34,7	
2	07:46	-390	-90,7	-98,6	-62,2	-54,3	-97,2	-18,4	-14,2	-11,0	-64,8	-324,8	-8,3	-381,3	56,5	
3	08:10	-566	-121,9	-136,3	-91,4	-96,2	-130,6	-25,4	-20,9	-19,4	-86,9	-479,3	-16,0	-550,2	70,9	
4	11:13	-793	-176,0	-183,0	-130,6	-147,0	-188,6	-34,1	-29,8	-29,7	-105,6	-687,8	-28,6	-764,9	77,1	
5	11:28	-427														
6	13:29	-40														
7	13:43	-223	-24,1	-35,0	-43,1	-69,3	-25,9	-6,5	-9,8	-14,0	-27,0	-195,7	-12,2	-210,5	14,9	
8	13:56	-415	-69,1	-87,1	-75,9	-93,0	-74,1	-16,2	-17,3	-18,8	-57,1	-357,5	-16,2	-398,3	40,9	
9	14:09	-602	-114,1	-138,6	-97,9	-123,9	-122,3	-25,8	-22,3	-25,0	-84,3	-517,6	-20,9	-581,0	63,4	
10	14:22	-792	-165,0	-179,8	-127,0	-152,4	-176,8	-33,5	-29,0	-30,8	-114,5	-677,3	-27,6	-764,2	86,9	
11	15:25	-1488	-13,8	-265,4	-400,8	-338,6	-14,8	-49,4	-91,5	-68,4	-351,8	-1136,7	-163,8	-1324,7	188,0	
12	16:48	-2097	22,8	-331,8	-578,8	-436,2	24,4	-61,8	-132,1	-88,2	-620,6	-1476,1	-451,3	-1645,4	169,3	
13	19:43	-2756	45,0	-357,4	-699,7	-435,9	48,2	-66,5	-159,7	-88,1	-1155,7	-1599,9	-1076,2	-1679,5	79,5	
14	22:32	-3414	83,3	-391,2	-813,2	-407,8	89,3	-72,8	-185,6	-82,4	-1742,5	-1671,0	-1835,1	-1578,4	-92,6	
15	22:42	-4022	124,0	-421,8	-882,7	-389,1	132,9	-78,5	-201,4	-78,6	-2316,8	-1705,3	-2679,9	-1342,2	-363,0	
19	23:03	-3443														
20	23:16	-865														
21	23:28	-482														
22	23:45	-81														

Die aus dem Längskraftverlauf ermittelten Mantelreibungen und Pfahlwiderstände können jedoch, wie bereits erwähnt, nur für einen qualitativen Verlauf herangezogen werden. Der Einfluss des E-Moduls auf die rechnerische Auswertung der Pfahlkräfte und somit auch auf die Mantelreibungen ist essentiell.

9.2.6.9 Axiale Längenänderung

Das folgende Diagramm in Abb. 9.21 zeigt den Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe über die gesamte Höhe des Großbohrpfahls. Die farbigen Punkte symbolisieren die absolute Höhenlage der Messhorizonte der Bewehrungssensoren beziehungsweise die Abschnitte des Kettenextensometers. Die durchgezogenen Linien stellen den Verlauf der Längenänderung der Bewehrungssensoren je Laststufe dar, die strichlierten den Verlauf der Verzerrungen des Kettenextensometers der jeweiligen Laststufe. Die Messwerte der Bewehrungssensoren sind Tab. 9.2 und die Messwerte des Kettenextensometers sind der Tab. 9.3 zu entnehmen.

Der Verlauf der Bewehrungssensoren ergibt sich jeweils durch Mittelung der Messwerte der zwei Bewehrungssensoren in einem Messhorizont. Bei der Mittelwertbildung erfolgt eine Plausibilitätskontrolle und gegebenenfalls eine Korrektur der Werte. Hierfür wurden wiederum jeweils die Messwerte am Ende jeder Laststufe betrachtet. Das Kettenextensometer zeichnet die Stauchungen über eine gewisse Abschnittslänge auf, weswegen diese im Diagramm abschnittsweise konstant dargestellt sind.

Die Verläufe der axialen Längenänderung lassen mit steigender Last eine Zunahme der Verzerrungen in jedem Messhorizont bzw. Abschnitt (BS-Messquerschnitt sind blau und KEX-Abschnitte grau markiert) erkennen. Betrachtet man nun den Fußbereich des Großbohrpfahls, so fällt auf, dass in den ersten Laststufen (LS1-LS4) die gemessenen Stauchungen verschwindend gering sind. Das deutet

auf eine Abtragung beinahe der gesamten Last über Mantelreibung im oberen Abschnitt der Krafteinleitungsstrecke hin. Erst im Zuge der Wiederbelastung nehmen die Stauchungen im Fußbereich des Pfahls zu und der Pfahlfußwiderstand wird aktiviert. Dies wird auch beim Vergleich mit den Pfahlwiderständen in Tab. 9.6 bestätigt.

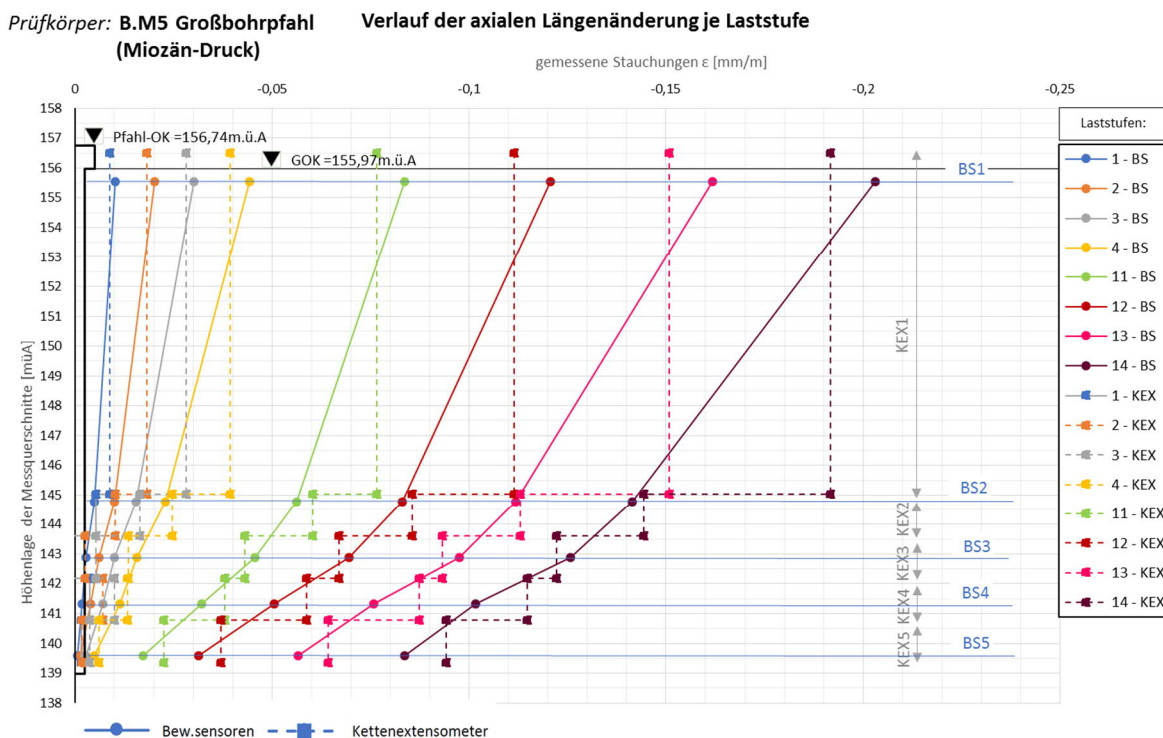


Abb. 9.21: Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe beim Großbohrpfahl B.M5

Die im Diagramm dargestellten Messwerte sowie die Höhenlage der Bewehrungssensoren (BS) sind Tab. 9.2 und die Messwerte und die Höhenlage der Kettenextensometerabschnitte (KEX) sind Tab. 9.3 zu entnehmen. Die Laststufen mit der zugehörigen Prüfkraft sind in Tab. 9.1 angeführt.

9.2.6.10 Längskraftverlauf je Laststufe

Das in Abb. 9.21 dargestellte Diagramm bildet den Längskraftverlauf je Laststufe über die gesamte Länge des Großbohrpfahls ab. Die Längskräfte wurden aus den Rechenwerten der Bewehrungssensoren gemäß Tab. 9.2 errechnet. Bei Großbohrpfählen ohne Bewehrungssensoren erfolgt die Berechnung anhand der Verzerrungen des Kettenextensometers. In Punkt 9.2.6.7 ist die detaillierte Vorgehensweise bei der Berechnung erläutert.

Bei Betrachtung des Diagrammes ist erkennbar, dass im Bereich der mantelreibungsfreien Strecke die Längskräfte, vor allem in den unteren Laststufen, annähernd konstant sind. Dies bestätigt die Funktion der Doppelwandrohre im Freispielbereich sowie die Annahmen bei der Berechnung der E-Moduln für diesen ersten Abschnitt nach Punkt 9.2.6.7.

Für die übrigen Messhorizonte wurde ein E-Modul von 37 kN/mm^2 gemäß Punkt 9.2.3 angesetzt. Die Auswirkung des in Rechnung gestellten E-Moduls und auf die Auswertung der Längskräfte und in weiterer Folge auf die Mantelreibung ist jedoch nicht zu vernachlässigen. Die Verläufe dieser Diagramme sind daher nur für qualitative Aussagen heranzuziehen. Eine Detailauswertung der E-Moduln des Pfahlbetons und in weiterer Folge der Verläufe der Längskraft und der Mantelreibung erfolgt im Zuge des Forschungsberichts.

Bei vollinstrumentierten Großbohrpfählen, welche mit Sohldruckmessdose ausgestattet sind, ist zu erkennen, dass die Längskräfte und somit die Mantelreibung teilweise über- oder unterschätzt werden. Dies ist bei Betrachtung des Diagramms in Abb. 9.22, in welchem auch die Messwerte der Sohldruckmessdosen eingetragen sind, zu erkennen.

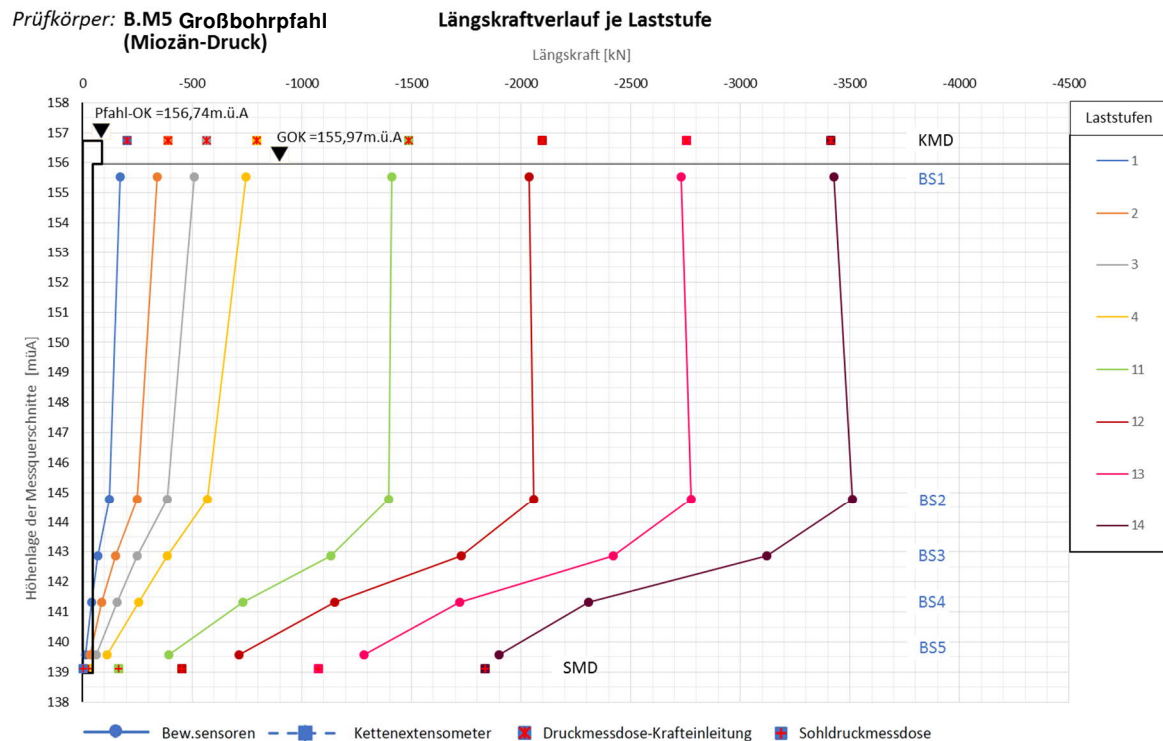


Abb. 9.22: Längskraftverlauf je Laststufe beim Versuch Großbohrpfahl B.M5

Die Werte der im Diagramm dargestellten Längskraftverläufe sind Tab. 9.5 zu entnehmen. Die Laststufen mit der zugehörigen Prüfkraft sind in Tab. 9.1 angeführt.

9.2.6.11 Mantelreibung

Das letzte Diagramm stellt die mittlere Mantelreibung je Messabschnitt für jede Laststufe dar. Die Berechnung erfolgt nach der in Punkt 9.2.6.8 erläuterten Vorgangsweise.

Aufgrund der zuvor erwähnten Detailauswertung der E-Moduln im Rahmen des Forschungsberichts wird auf die Darstellung der Verläufe der Längskraft sowie der Mantelreibung aller ausgewerteten Bohrpfähle im Anhang verzichtet, da diese ohnehin nur für qualitative Aussagen heranzuziehen wären.

Die Werte der im Diagramm dargestellten Verläufe der Mantelreibung je Laststufe sind Tab. 9.6 zu entnehmen.

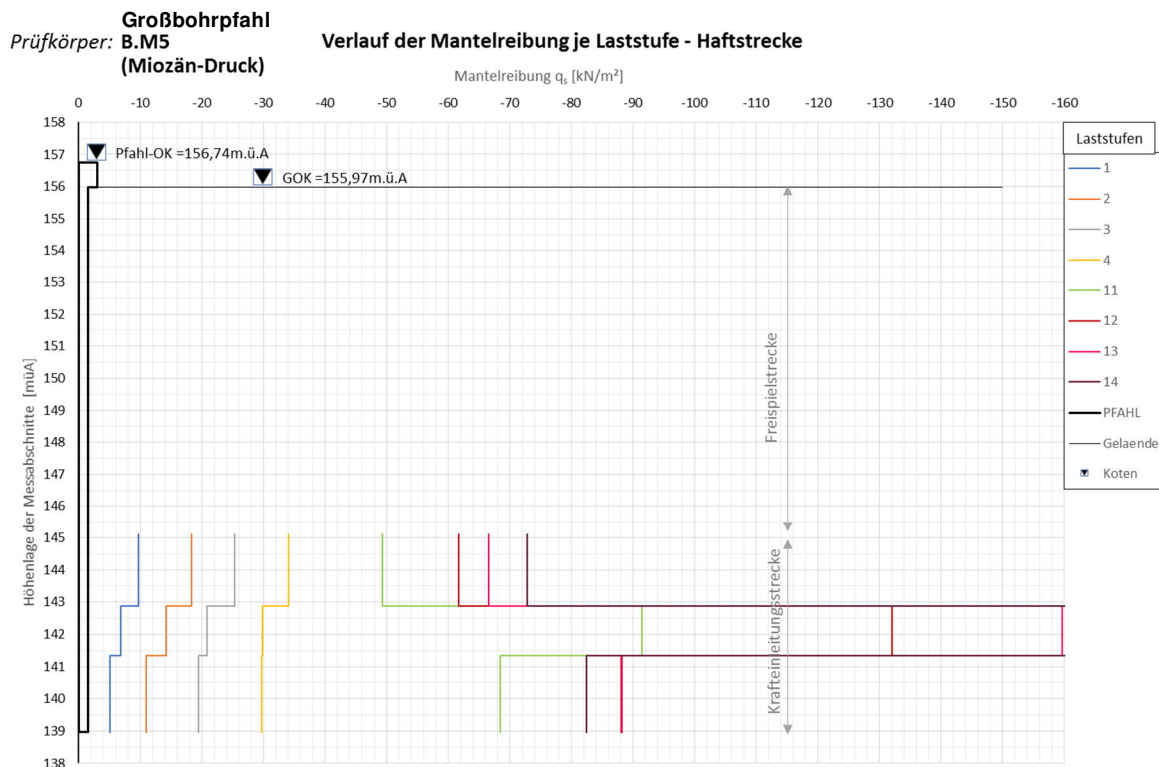


Abb. 9.23: Verlauf der Mantelreibung je Laststufe beim Versuch Großbohrpfahl B.M5

9.3 Vergleich ausgewählter Kennwerte der Großbohrpfahlversuche

In diesem Kapitel wurden ausgewählte Kennwerte der einzelnen Versuchsreihen zusammengefasst und miteinander verglichen. In den folgenden Diagrammen werden die Pfahlkopfverschiebung und das Kriechmaß bei Gebrauchslast dargestellt, sowie die maximale Pfahlkopfverschiebung und die maximale Prüfkraft der Großbohrpfähle.

Weiters werden Kriterien ausgewählt, um die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit der Großbohrpfähle vergleichen zu können. Dazu wird einerseits der Pfahlwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm ausgewertet. Dieses Kriechmaß wird häufig als Grenzwert für die Tragfähigkeit herangezogen. Des Weiteren wird der Pfahlwiderstand bei einer Pfahlkopfverschiebung von $w_v = 2$ cm als Grenzwert für die Gebrauchstauglichkeit und der Pfahlwiderstand bei einem Verhältnis von Grenzsetzung s_g zu Pfahldurchmesser ($s_g/D = 0,1$) (siehe Gleichung (3.4)) als Grenzwert für die Tragfähigkeit betrachtet.

In den folgenden Diagrammen werden jeweils die Messwerte aller Großbohrpfähle in Form von Säulendiagrammen aufgezeigt. Es sind die minimalen Werte, die Mediane, die maximalen Werte und die Mittelwerte inklusive Standardabweichung der Kennwerte dargestellt. Weiters erfolgt die Bildung und Darstellung des Mittelwerts der einzelnen Versuchsreihen sowie aller erfolgten Versuche.

Bei den unter Punkt 9.3.1 bis 9.3.5 dargestellten Diagrammen ist Folgendes zu beachten: Die Säulendiagramme zeigen jeweils Minimum, Median und Maximum des angegebenen Kennwertes in Blautönen. Der Mittelwert des Kennwertes der Versuchsreihen ist rot-strichliert dargestellt. Von diesem wird jeweils die Standardabweichung jeder Serie gezeigt. Der absolute Mittelwert aller Versuchsreihen ist mittels einer roten durchgezogenen Linie abgebildet. Weiters sind teilweise die Längen der Prüfstrecken strichliert in Grün, mit Bezug zur Sekundärachse, dargestellt.

Die Vergleiche der Widerstands-Verschiebungslinien und der Widerstands-Kriechmaßlinien der Großbohrpfahlserien sind in Punkt 9.3.6 und 9.3.7 ersichtlich.

Serie	Prüfkörper	Prüfung Nr.	Datum	Gebrauchstlast SOLL		Gebrauchstlast IST	vertikale Prähkopferschieb ung bei Gebrauchstlast		Kriechmaß bei Gebrauchstlast		Prähkopferstand bei Kriechmaß=2		Prähkopferstand bei w=2cm		Prähkopferstand bei s _f /D=0,1		max. Prüflast IST		max. vertikale Prähkopferschieb ung		Ende Prüfablauf
				kN	SOLL		mm	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	
B.M x veröhrt	B.M1	22	29.08.2017	800	6000	808	0,8	0,89	1684	2159	3061	142,7	3391	142,7	3391	3061	142,7	3391	3061	142,7	Wärmwert Pressenhub erreicht
	B.M2	18	10.08.2017	800	6000	799	0,9	0,95	1655	2154	3078	138,5	3410	138,5	3410	3078	138,5	3410	3078	138,5	max. Pressenhub erreicht
	B.M3	19	18.08.2017	800	6000	802	1,1	0,23	1556	2057	3210	154,3	3210	154,3	3210	3210	154,3	3210	3210	154,3	max. Pressenhub erreicht
	B.M4	15	01.08.2017	800	6000	806	1,9	1,30	1509	1999	2467	177,3	3037	177,3	3037	2467	177,3	3037	2467	177,3	max. Pressenhub erreicht
	B.M5	1	13.06.2017	800	6000	794	1,1	0,65	1388	1897	3090	185,5	4050	185,5	4050	3090	185,5	4050	3090	185,5	max. Pressenhub erreicht
		Mittelwerte		800	6000	802	1,2	0,68	1558	2053	2981	160	3420	160	3420	2981	160	3420	2981	160	max. Pressenhub erreicht, Probleme mit Kraftkonstanzhaltung
B.M1 x SOB	B.M11	23	01.09.2017	800	6000	801	1,0	0,60	2425	2891	3703	157,5	4069	157,5	4069	3703	157,5	4069	3703	157,5	max. Pressenhub erreicht
	B.M12	21	25.08.2017	800	6000	800	0,8	0,79	2880	3339	4717	180,5	5396	180,5	5396	4717	180,5	5396	4717	180,5	max. Pressenhub erreicht
	B.M13	17	08.08.2017	800	6000	801	0,8	1,10	3619	4061	5372	169,1	6035	169,1	6035	5372	169,1	6035	5372	169,1	max. Pressenhub erreicht
	B.M14	20	22.08.2017	800	6000	800	0,9	0,65	3010	3509	5076	174,5	5308	174,5	5308	5076	174,5	5308	5076	174,5	max. Pressenhub erreicht
	B.M15	16	03.08.2017	800	6000	807	1,1	0,56	2941	3336	4326	142,2	5086	142,2	5086	4326	142,2	5086	4326	142,2	max. Pressenhub erreicht
		Mittelwerte		800	6000	802	0,9	0,74	2975	3427	4639	164,8	5179	164,8	5179	4639	164,8	5179	4639	164,8	max. Pressenhub erreicht
B.K x veröhrt	B.K1	3	22.06.2017	800	6000	808	10,0	0,58	1903	1356	2707	159,2	3428	159,2	3428	2707	159,2	3428	2707	159,2	Wärmwert Pressenhub erreicht
	B.K2	2	19.06.2017	800	6000	797	13,2	0,68	1818	1128	2502	172,1	3420	172,1	3420	2502	172,1	3420	2502	172,1	Wärmwert Pressenhub erreicht
		Mittelwerte		800	6000	803	11,6	0,63	1861	1242	2605	165,7	3424	165,7	3424	2605	165,7	3424	2605	165,7	Abbruch bei 4500 kN, Wärmwert Pressenhub erreicht
B.K1 x SOB	B.K11	4	26.06.2017	800	6000	816	3,0	0,40	2790	2222	3592	173,1	4500	173,1	4500	3592	173,1	4500	3592	173,1	Abbruch bei 4500 kN, Wärmwert Pressenhub erreicht
	B.K12	14	28.07.2017	800	6000	803	5,4	0,23	2294	1641	2933	177,0	4078	177,0	4078	2933	177,0	4078	2933	177,0	Wärmwert w erreicht und Rest-Pressenhub 1cm
		Mittelwerte		800	6000	810	4,2	0,32	2542	1931	3263	175,1	4289	175,1	4289	3263	175,1	4289	3263	175,1	Wärmwert w und Wärmwert Pressenhub erreicht
B.K5 x veröhrt	B.K51	28	13.09.2017	800	6000	795	6,5	0,31	2966	1807	3910	162,9	6006	162,9	6006	3910	162,9	6006	3910	162,9	Wärmwert w und Wärmwert Pressenhub erreicht
	B.K52	31	19.09.2017	800	6000	800	3,8	0,32	3508	2246	4624	108,1	6002	108,1	6002	4624	108,1	6002	4624	108,1	kein Abbruch
	B.K53	25	07.09.2017	800	6000	800	4,0	0,77	3099	2297	4555	135,0	5987	135,0	5987	4555	135,0	5987	4555	135,0	kein Abbruch
	B.K54	7	05.07.2017	800	6000	798	5,7	1,11	2118	1788	3540	156,2	5367	156,2	5367	3540	156,2	5367	3540	156,2	Wärmwert Pressenhub erreicht
	B.K55	10	12.07.2017	800	6000	805	6,5	0,21	2594	1743	3535	177,7	5863	177,7	5863	3535	177,7	5863	3535	177,7	Wärmwert Pressenhub erreicht
		Mittelwerte		800	6000	800	5,3	0,54	2857	1976	4033	148,0	5845	148,0	5845	4033	148,0	5845	4033	148,0	max. Pressenhub erreicht
B.K6 x SOB	B.K61	49	08.11.2017	800	6000	797	1,5	0,05	3211	2482	4155	165,1	6020	165,1	6020	4155	165,1	6020	4155	165,1	max. Pressenhub erreicht
	B.K62	42	18.10.2017	800	6000	803	0,7	0,07	3135	3016	4757	120,2	6002	120,2	6002	4757	120,2	6002	4757	120,2	kein Abbruch
	B.K63	39	12.10.2017	800	6000	801	2,2	0,10	3257	2395	4088	162,7	5792	162,7	5792	4088	162,7	5792	4088	162,7	max. Pressenhub erreicht
	B.K64	45	24.10.2017	800	6000	800	4,6	0,23	2592	1909	3276	160,7	4720	160,7	4720	3276	160,7	4720	3276	160,7	max. Pressenhub erreicht
	B.K65	47	02.11.2017	800	6000	800	1,0	0,19	3644	2931	4763	156,6	5714	156,6	5714	4763	156,6	5714	4763	156,6	max. Pressenhub erreicht
		Mittelwerte		800	6000	800	2,0	0,13	3168	2547	4208	153,1	5650	153,1	5650	4208	153,1	5650	4208	153,1	max. Pressenhub erreicht

Abb. 9.24: Ausgewählte Kennwerte der Versuchsreihen der Großbohrpfähle

9.3.1 Vertikale Pfahlkopfverschiebung bei Gebrauchslast

Im folgenden Diagramm in Abb. 9.25 sind die vertikalen Pfahlkopfverschiebungen der Großbohrpfähle bei Gebrauchslast $F_{ck} = 800$ kN aufgezeigt. Es ist zu erkennen, dass die Großbohrpfähle im Miozän im Vergleich zu jenen im Kies deutlich geringere Verschiebungen aufweisen.

Weiters ist ein Einfluss der Herstellungsweise zu beobachten. Großbohrpfähle, welche mittels verrohrter Bohrung hergestellt wurden, weisen etwas größere Verschiebungen auf als jene, welche mittels SOB-Verfahren hergestellt wurden. Dies lässt sich eventuell durch die rauere Oberfläche der SOB-Pfähle begründen.

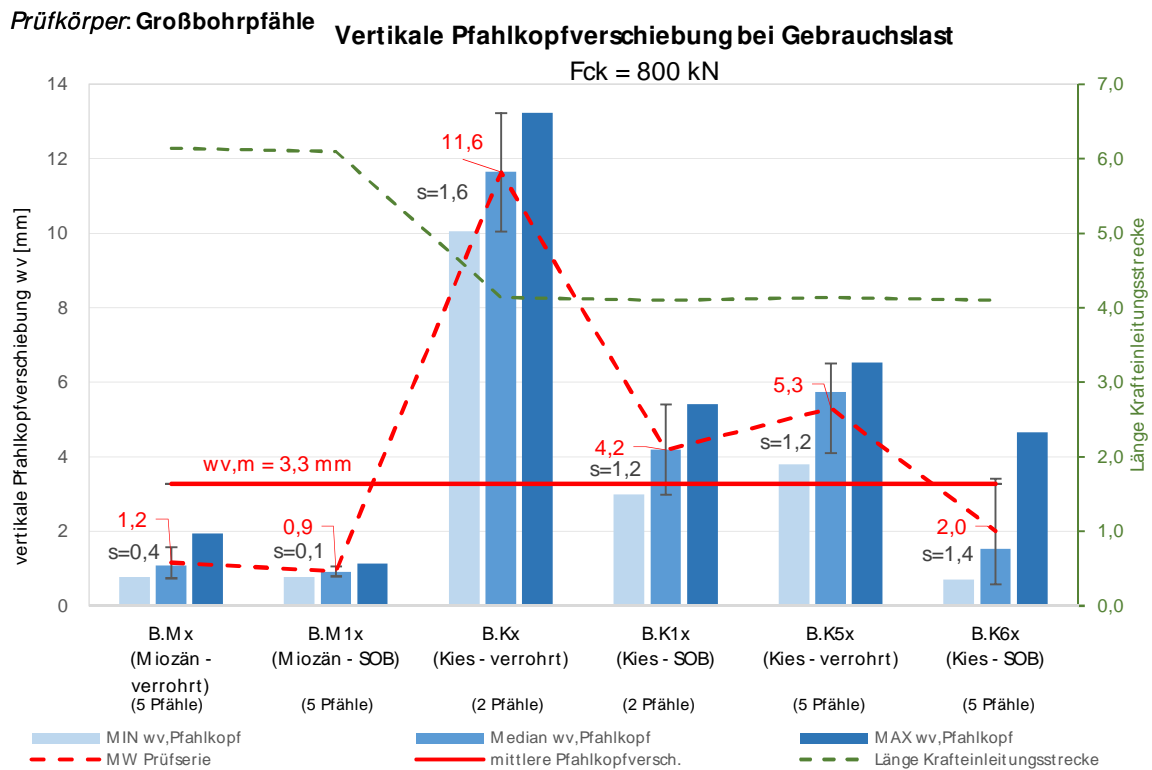


Abb. 9.25: Vertikalverschiebungen der Großbohrpfahlversuchsreihen bei einer Gebrauchslast von $F_{ck} = 800$ kN

9.3.2 Kriechmaß bei Gebrauchslast

Nachfolgend sind die Kriechmaße der Großbohrpfahlversuchsreihen bei Gebrauchslast $F_{ck} = 800$ kN dargestellt. Bei Großbohrpfählen mit Lastabtragung im Miozän ist im Vergleich zu Großbohrpfählen im Kies ein ausgeprägteres Kriechverhalten zu beobachten.

Auch hier ist ein Einfluss der Herstellungsweise zu erkennen. Die Großbohrpfähle, welche mittels SOB-Verfahren hergestellt wurden, weisen, besonders bei Lastabtragung im Kies, ein günstigeres Kriechmaß auf, als jene, welche mit verrohrter Bohrung hergestellt wurden. Bei den Miozänpfählen ist das jedoch weniger ausgeprägt zu beobachten. Sie weisen im Mittel für beide Herstellungsverfahren das gleiche Kriechmaß auf.

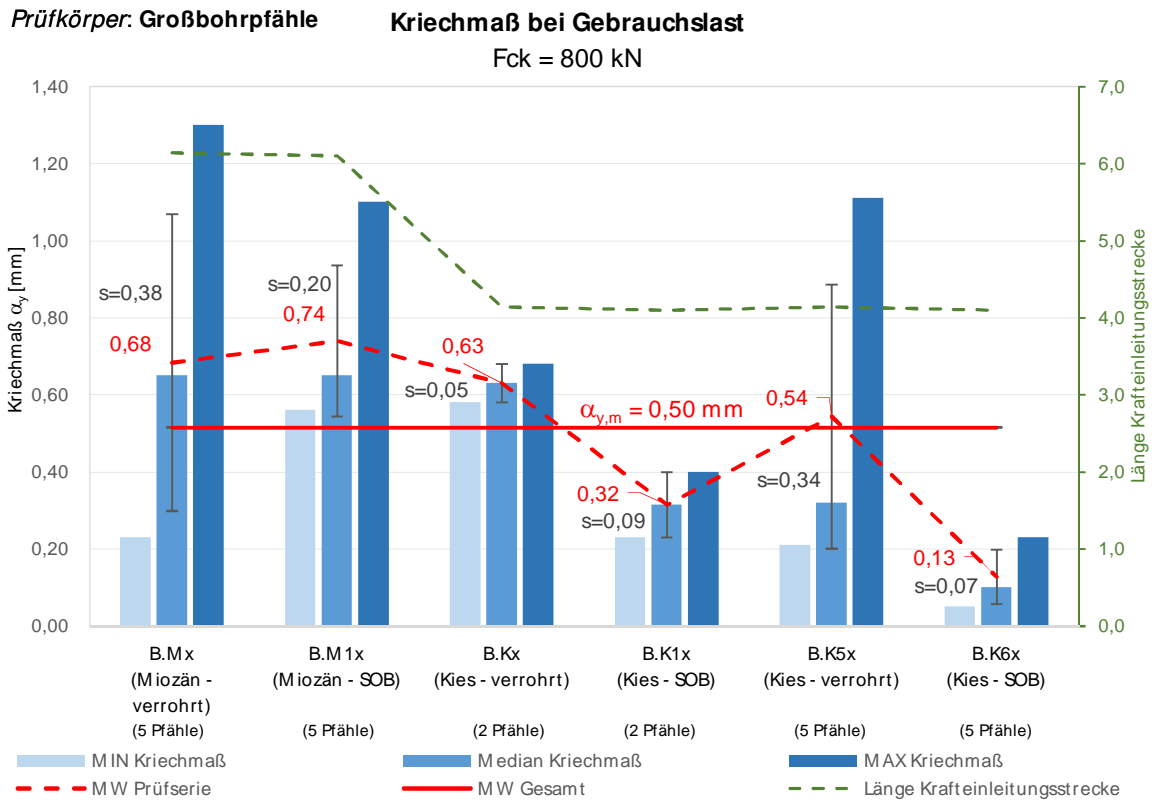


Abb. 9.26: Kriechmaße der Großbohrpfahlversuchsreihen bei Gebrauchslast

9.3.3 Maximale Vertikalverschiebung

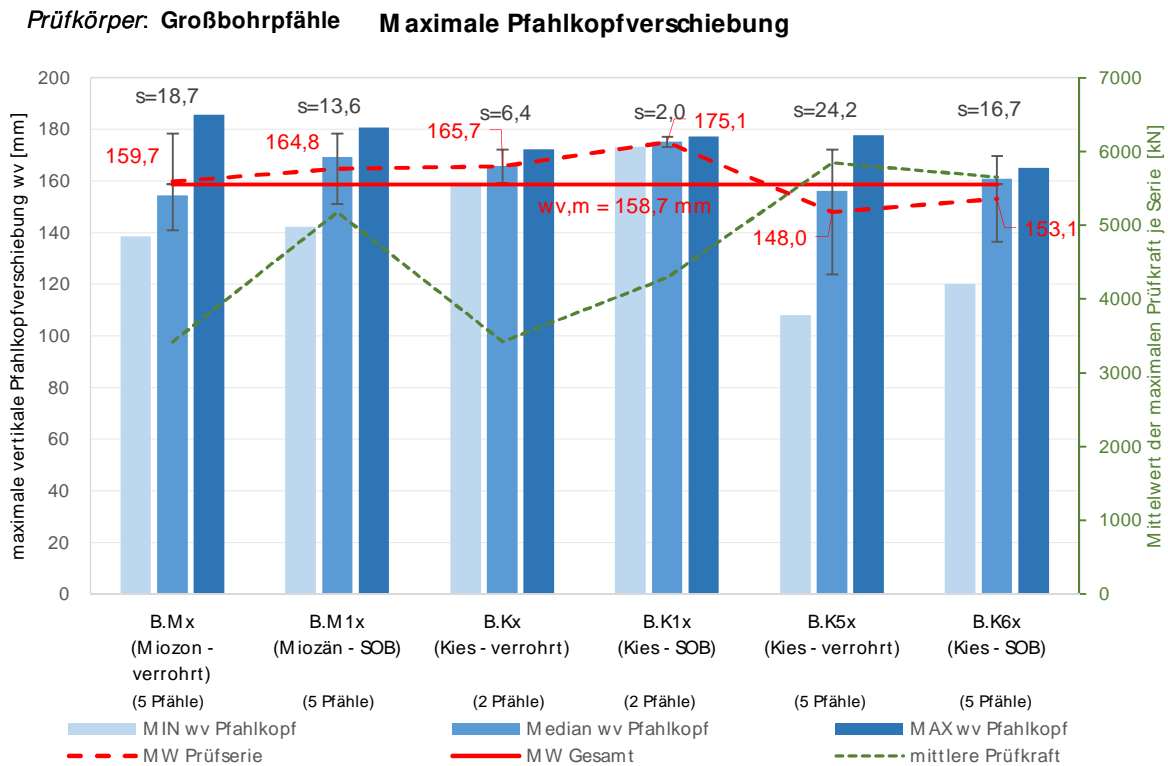


Abb. 9.27: Maximale Pfahlkopfverschiebungen der Großbohrpfahlversuchsreihen

Die maximalen Pfahlkopfverschiebungen der geprüften Großbohrpfähle im Diagramm in Abb. 9.27 weisen im Mittel 159 mm auf. Diesen Verschiebungen sind die Mittelwerte der maximal erreichten Prüfkraft je Versuchsreihe gegenübergestellt. Dieser Mittelwert ist dem Diagramm in Abb. 9.28 (rot strichlierte Linie) entnommen.

Die Großbohrpfähle mit Lastabtragung im Miozän weisen bei Herstellung im SOB-Verfahren trotz der größeren maximalen Prüfkraft im Mittel nur gering höhere Verschiebungen auf. Dies ist auch bei den Bohrpfähle der Serie B.Kx und B.K1x im Kies zu beobachten.

9.3.4 Maximale Prüfkraft

Das nachfolgende Diagramm Abb. 9.28 stellt die maximal aufgetragenen Prüfkraften der Versuchsreihen aller Großbohrpfähle gegenüber. Dabei wird die Länge der Prüfstrecke (grün strichliert) zusätzlich dargestellt. Dieses Diagramm dient dazu, einen graphischen Überblick über die maximal erreichten Prüfkraften und deren Mittelwert zu bekommen.

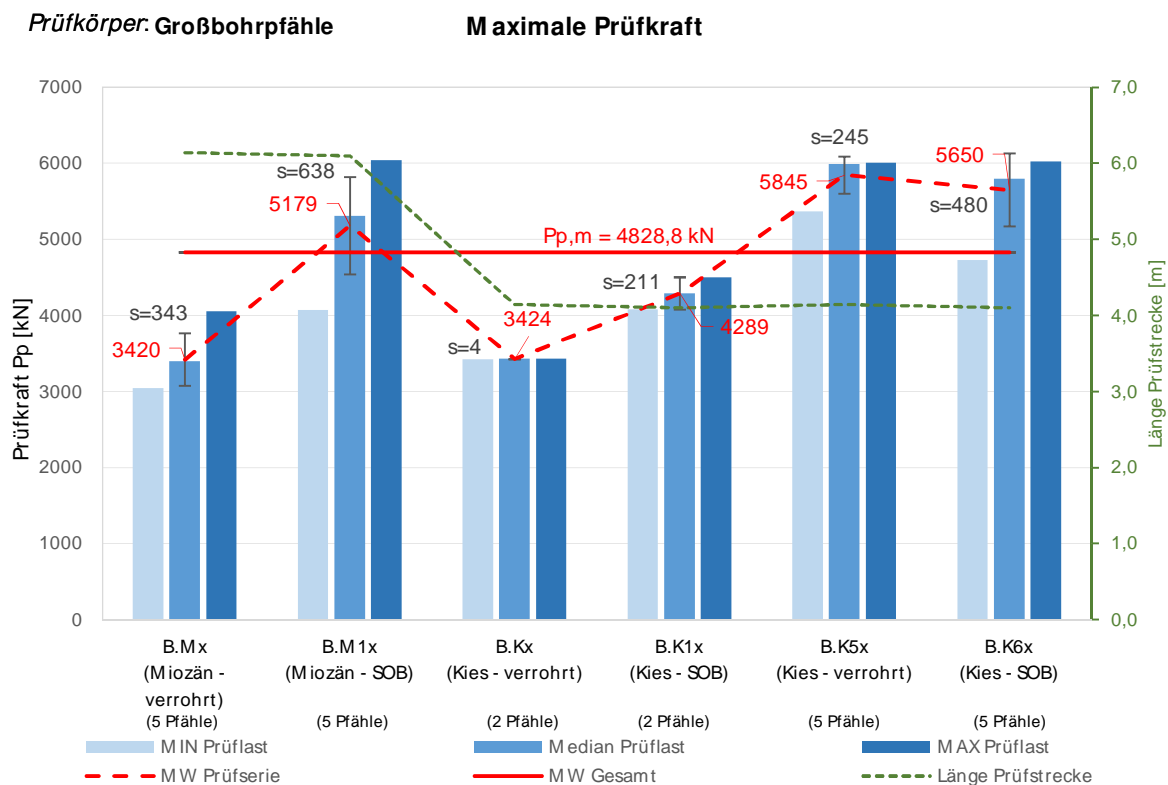


Abb. 9.28: maximale Prüfkraft P_p der Großbohrpfahlversuchsreihen

9.3.5 Relevante Pfahlwiderstände

Das Diagramm in Abb. 9.29 zeigt die Pfahlwiderstände der Versuchspfähle bei einer Pfahlkopfverschiebung von $w_v = 2,0$ cm. Diese dient häufig als Grenze für die Gebrauchstauglichkeit. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird nicht das Verhältnis $s/D=0,02$ (Pfehlsetzung s zu Pfehldurchmesser D) herangezogen, da die Großbohrpfähle im Miozän einen Durchmesser $D = 90$ cm und im Kies $D = 60$ cm aufweisen.

Im Diagramm sticht vor allem der Pfahlwiderstand der B.M1x-Serie hervor. Weiters fällt wiederum der erhöhte Pfahlwiderstand der im SOB-Verfahren hergestellten Pfehle im Vergleich zu den verrohrt hergestellten Großbohrpfähle sowohl im Kies als auch im Miozän auf.

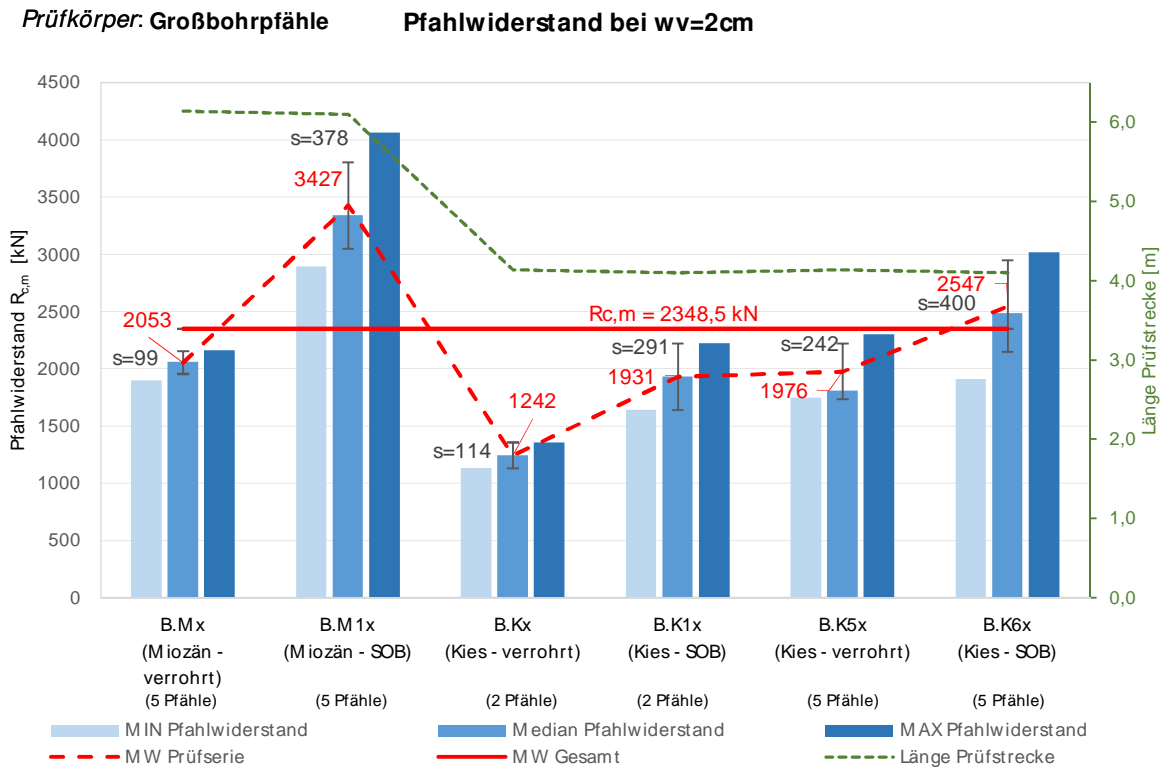


Abb. 9.29: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei einer Pfahlkopfverschiebung $w_v = 2 \text{ cm}$ der Großbohrpfahlversuchsreihen

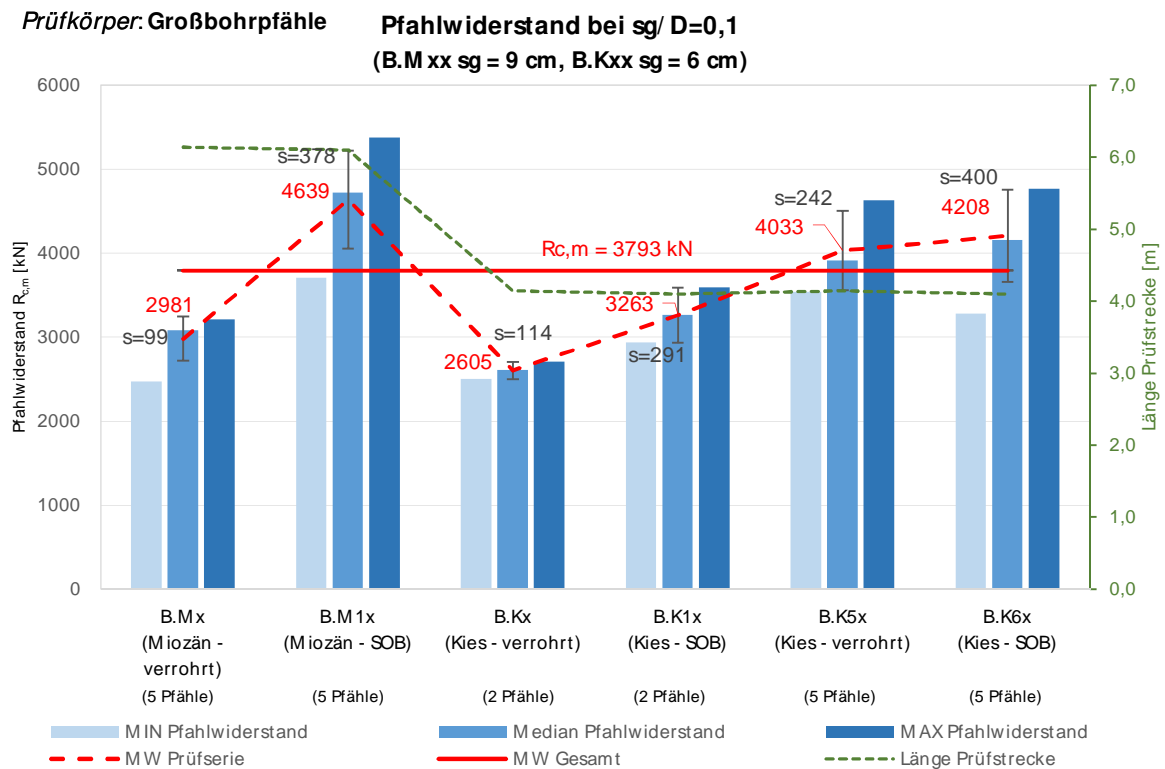


Abb. 9.30: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei einer Pfahlkopfverschiebung $s_g/D = 0,1$ der Großbohrpfahlversuchsreihen

Das Diagramm in Abb. 9.30 stellt den Pfahlwiderstand bei einem Verhältnis von Grenzsetzung s_g zu Pfahldurchmesser D ($s_g/D = 0,1$) (siehe Gleichung (3.4)) als normgemäß definierte Grenze für die Tragfähigkeit dar [30]. Daraus ergibt sich für Großbohrpfähle im Miozän mit $D = 90$ cm eine Verschiebung von 9,0 cm bzw. für Pfähle im Kies mit $D = 60$ cm eine Verschiebung von 6 cm. Der mittlere Pfahlwiderstand bei $s_g/D = 0,1$ beträgt $R_{c,m} = 3793$ kN.

In Abb. 9.31 ist der Pfahlwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm dargestellt. Dieses Kriechmaß wird häufig zur Bestimmung des Pfahlwiderstands im Grenzzustand der Tragfähigkeit herangezogen [23]. Der mittlere Pfahlwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm beträgt 2566 kN.

Prüfkörper: Großbohrpfähle Pfahlwiderstand bei Kriechmaß $\alpha_y = 2$

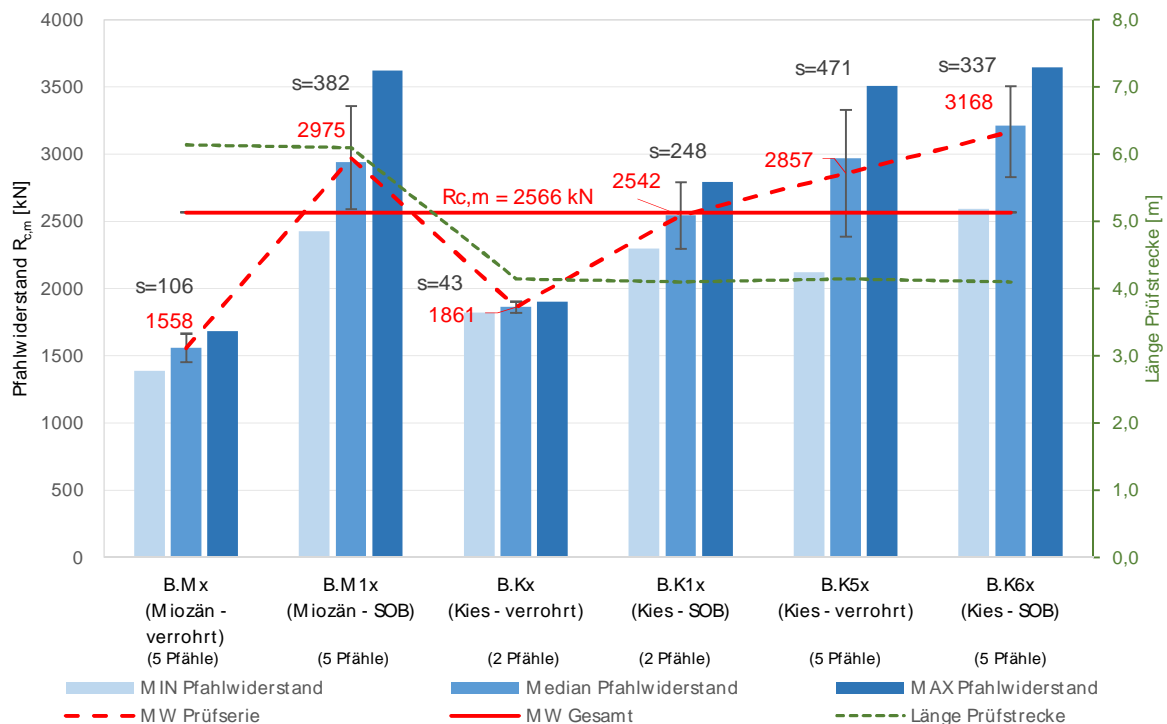


Abb. 9.31: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm der Großbohrpfahl-Versuchsreihen

9.3.6 Widerstands-Verschiebungslinien

In diesem Kapitel werden die Widerstands-Verschiebungslinien aller Großbohrpfahlversuche nach Versuchsreihen zusammengefasst und gegenübergestellt.

Bei den in Punkt 9.3.6.1 und 9.3.6.2 dargestellten Diagrammen ist Folgendes zu beachten: Bei den Widerstands-Verschiebungslinien sind aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils nur die Belastungsschleifen (1.LS und 2.LS) dargestellt. Die vollständige Auflistung der Widerstände und Verschiebungen zum Ende jeder Laststufe ist in unter Punkt 9.3.6.1 und 9.3.6.2 angeführten Tabellen zu finden. Die Verschiebungslinie der 1. Lastschleife bis zu Gebrauchslast ist strichliert, die der 2. Laststufe bis zur maximalen Prüfkraft ist durchgezogen dargestellt.

Weiters sind die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) in Rot eingezeichnet. Diese Werte sind der statischen Bemessung [96] entnommen und mit den Teilsicherheiten beaufschlagt.

Tab. 9.7: Großbohrpfahlversuche - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit

Pfahl Nr.	Bodenart im Lastabtragungsbereich	Art der Beanspruchung	charakteristischer Pfahlwiderstand SLS [kN]	Bemessungswert der Tragfähigkeit ULS [kN]
B.M1 - B.M15	Miozän	Axial Druck	800	2566
B.K1 – B.K65	Kies	Axial Druck	800	1900

9.3.6.1 Versuchsreihe Großbohrpfähle Miozän

Tab. 9.8: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfahl Miozän verrohrt

Pfahl Nr. Laststufe Nr	B.M1			B.M2			B.M3			B.M4			B.M5			LS alt Nr
	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	
0	-52	0,0		-50	-0,1		-53	0,1		-53	-0,1		-48	-0,1		0
1	-241	0,0	-0,01	-238	-0,2	-0,11	-234	-0,2	-0,13	-236	-0,1	0,05	-204	-0,3	-0,04	1
2	-423	-0,1	-0,09	-433	-0,4	-0,18	-425	-0,4	0,02	-417	-0,3	0,04	-390	-0,7	-0,26	2
3	-624	-0,4	-0,03	-614	-0,7	-0,05	-607	-0,6	-0,04	-614	-0,6	-0,03	-566	-1,2	-0,49	3
4	-809	-0,8	-0,89	-799	-0,9	-0,35	-801	-1,1	-0,23	-806	-1,9	-1,30	-793	-1,1	-0,65	4
5	-424	-0,4		-372	-0,4		-427	-0,8		-422	-1,6		-427	-1,3		5
6	-56	-0,1		-51	-0,1		-49	-0,5		-56	-1,2		-40	-0,5		6
7	-241	-0,2	-0,02	-241	-0,2		-227	-0,7	-0,05	-246	-1,3	-0,03	-223	-0,7	-0,05	7
8	-424	-0,3	-0,03	-429	-0,9	-0,62	-427	-0,9	-0,03	-420	-1,5	0,00	-415	-0,9	0,00	8
9	-614	-0,5	0,00	-614	-1,0	-0,03	-614	-1,1	-0,01	-617	-1,8	-0,02	-602	-1,1	-0,01	9
10	-818	-0,8	-0,03	-832	-1,1	-0,01	-870	-1,4	-0,02	-793	-2,0	-0,03	-792	-1,3	0,00	10
11	-1132	-1,5	-0,06	-1122	-1,3	0,05	-1123	-2,2	-0,17	-1126	-3,1	-0,29	-1488	-7,0	-2,34	11
12	-1444	-3,0	-0,77	-1448	-2,9	-0,36	-1449	-3,9	-0,94	-1449	-5,7	-1,44	-2097	-26,3	-4,12	12
13	-1774	-8,9	-2,46	-1774	-8,0	-2,94	-1773	-9,6	-4,15	-1935	-14,3	-5,96	-2756	-62,4	-5,28	13
14	-2135	-19,0	-5,27	-2109	-18,0	-5,79	-2100	-21,6	-6,48	-2104	-29,4	-8,85	-3414	-116,7	-12,76	14
15	-2764	-46,1	-6,86	-2754	-46,0	-8,45	-2749	-63,4	-9,17	-2755	-138,3	-16,07	-4120	-180,7		15
16	-3390	-138,7		-3410	-135,3		-3210	-88,6		-3050	-176,9		-3443	-185,2		19
22	-837	-139,2		-738	-135,0		-815	-150,7		-851	-173,9		-865	-181,1		20
23	-442	-138,3		-456	-134,3		-454	-149,8		-478	-172,6		-482	-180,2		21
24	-69	-137,0		-70	-133,3		-52	-148,5		-73	-171,0		-81	-178,9		22

Tab. 9.9: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfahl Miozän SOB

Pfahl Nr. Laststufe Nr	B.M11			B.M12			B.M13			B.M14			B.M15		
	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plat} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]
0	-51	0,0		-49	0,0		-48	-0,1		-52	0,0		-48	-0,1	
1	-235	-0,1	-0,07	-239	-0,1	0,00	-239	-0,2	0,02	-238	-0,1	0,01	-234	-0,2	-0,01
2	-427	-0,2	-0,02	-426	-0,2	0,02	-423	-0,3	0,04	-425	-0,1	-0,01	-428	-0,4	-0,04
3	-616	-0,4	-0,06	-611	-0,4	-0,21	-612	-0,4	0,02	-611	-0,4	0,01	-611	-0,6	-0,01
4	-800	-1,0	-0,60	-800	-0,8	-0,79	-801	-0,8	-1,10	-800	-0,9	-0,65	-807	-1,1	-0,56
5	-430	-0,9		-425	-0,9		-429	-0,5		-431	-0,8		-424	-1,1	
6	-50	-0,6		-55	-0,7		-53	-0,2		-50	-0,5		-54	-0,8	
7	-236	-0,5	0,00	-238	-0,6	0,00	-237	-0,3		-241	-0,5		-240	-0,8	-0,01
8	-421	-0,8	-0,22	-422	-0,8	-0,01	-426	-0,5	-0,03	-428	-0,6	0,01	-424	-0,9	0,00
9	-617	-1,1	-0,14	-614	-0,8	0,00	-614	-0,6	-0,03	-613	-0,7	0,03	-610	-1,1	0,00
10	-815	-1,0	0,00	-797	-0,9	0,02	-804	-0,7	-0,02	-809	-1,0	-0,07	-806	-1,3	-0,03
11	-1125	-1,4	-0,02	-1124	-1,3	-0,07	-1127	-1,0	-0,04	-1133	-1,4	0,01	-1132	-1,8	-0,04
12	-1458	-1,9	-0,11	-1450	-1,7	-0,07	-1453	-1,4	-0,02	-1451	-1,8	-0,20	-1450	-2,5	-0,12
13	-1777	-2,8	-0,20	-1774	-2,3	-0,12	-1777	-2,1	-0,13	-1773	-2,5	-0,14	-1776	-3,5	-0,28
14	-2130	-4,7	-0,82	-2098	-3,4	-0,20	-2103	-2,9	-0,23	-2112	-3,4	-0,15	-2104	-5,0	-0,39
15	-2766	-14,1	-3,36	-2753	-9,0	-1,69	-2754	-5,1	-0,45	-2754	-7,0	-1,07	-2760	-10,6	-1,57
16	-3493	-48,6	-8,12	-3406	-21,3	-3,27	-3409	-9,6	-1,49	-3426	-17,1	-3,51	-3409	-21,2	-3,10
17	-4045	-157,5		-4048	-44,2	-4,88	-4050	-19,4	-3,05	-4063	-39,4	-7,63	-4056	-45,0	-6,46
18				-4700	-87,8	-5,96	-4701	-43,1	-8,63	-5130	-92,7	-12,49	-4699	-95,8	
19				-5395	-178,1		-5345	-119,1	-13,27	-5309	-173,4		-5086	-142,2	
20							-6035	-169,1							
21	-3412	-157,1		-3397	-179,0		-3402	-167,9		-3383	-173,0		-3413	-142,3	
22	-691	-153,3		-850	-175,4		-819	-164,9		-814	-168,6		-802	-142,2	
23	-454	-152,9		-464	-174,7		-480	-164,1		-425	-167,7		-431	-142,2	
24	-67	-151,9		-87	-173,7		-73	-162,9		-56	-166,6		-51	-142,2	

Die nachfolgenden Widerstands-Setzungslinien der Großbohrpfähle mit Lastableitung im Miozän zeigen ähnliche Verläufe für beide Herstellungsverfahren. Es ist wieder zu erkennen, dass die im SOB-Verfahren hergestellten Großbohrpfähle höhere Pfahlwiderstände aufweisen, als jene, die mittels verrohrter Bohrung hergestellt wurden. Weiter ist zu sehen, dass die Großbohrpfähle nach Überwinden einer bestimmten Grenzzustand starke Verschiebungen aufweisen, was darauf hindeutet, dass kein zusätzlicher Mantelwiderstand mehr aktiviert werden kann.

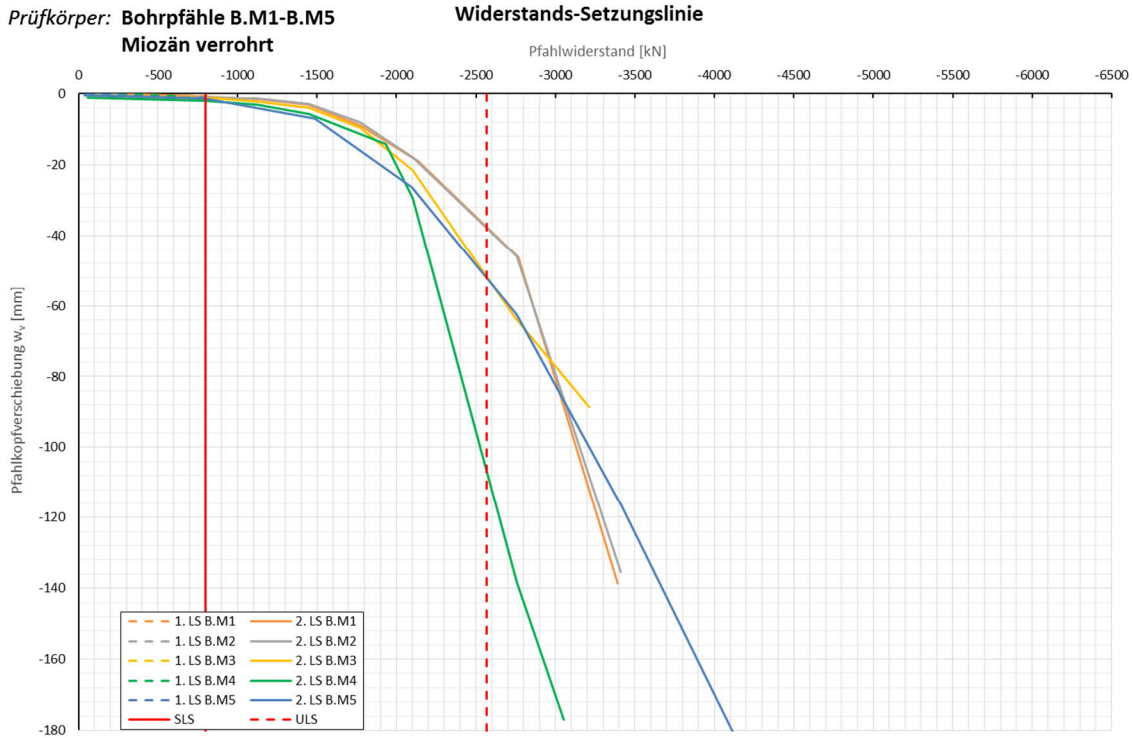


Abb. 9.32: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt Miozän B.M1-B.M5

Die zum Diagramm in Abb. 9.32 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.8 zu entnehmen.

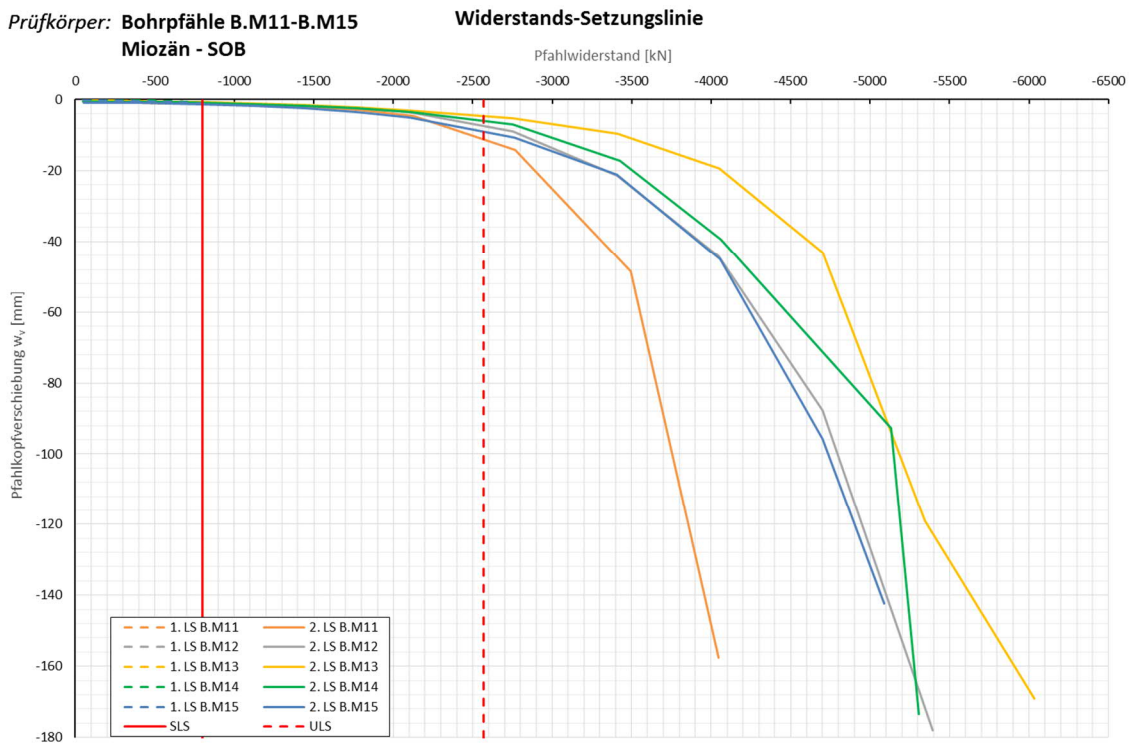


Abb. 9.33: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle SOB Miozän B.M11-B.M15

Die zum Diagramm in Abb. 9.33 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.9 zu entnehmen.

9.3.6.2 Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies

Die nachfolgenden Widerstands-Setzungslinien der Großbohrpfähle mit Lastableitung im Kies zeigen ähnliche Verläufe für beide Herstellungsverfahren.

Generell weisen die Widerstands-Verschiebungslinien der Pfähle im Kies ein stetig zunehmendes Gefälle auf. Während die Verschiebungslinien der Pfähle im Miozän anfangs sehr flach verlaufen, jedoch nach Überschreiten einer Grenzmantelreibung relativ stark abfallen.

Tab. 9.10: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Bohrpfähle B.K1 bis B.K12 Kies verrohrt/SOB

Pfehl Nr.	B.K1			B.K2			B.K11			B.K12			Pfehl Nr.	
	Laststufe Nr	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]		α _y [mm]
0		-39	0,1		-67	-0,2		-58	-0,2		-54	-0,1		0
1		-207	-0,5	0,31	-193	-2,2	-0,07	-240	-0,5	-0,11	-246	-0,5	-0,04	1
2		-414	-3,1	-0,71	-392	-5,9	-0,31	-430	-0,9	-0,04	-420	-1,4	-0,11	2
3		-618	-6,7	-0,51	-595	-9,5	-0,19	-618	-1,6	0,00	-620	-3,2	-0,18	3
4		-808	-10,0	-0,58	-797	-13,2	-0,68	-816	-3,0	-0,40	-803	-5,4	-0,23	4
5		-421	-9,6		-432	-12,7		-417	-2,6		-430	-5,2		5
6		-54	-8,5		-59	-11,7		-50	-2,0		-53	-4,3		6
7		-231	-8,9	-0,01	-235	-12,1	0,02	-237	-2,1	0,01	-241	-4,5	-0,01	7
8		-414	-9,2	0,01	-412	-12,5	0,00	-418	-2,3	0,03	-425	-5,0	-0,15	8
9		-614	-9,9	-0,01	-598	-13,1	-0,02	-676	-3,8	-0,02	-618	-5,4	0,00	9
10		-803	-10,8	-0,22	-802	-14,1	-0,11	-818	-3,2	-0,06	-801	-6,3	-0,14	10
11		-1490	-22,2	-1,34	-1511	-26,9	-1,34	-1478	-9,2	-0,55	-1134	-10,4	-0,83	11
12		-2104	-37,0	-2,32	-2133	-43,2	-2,67	-2099	-17,7	0,00	-1458	-16,1	-0,66	12
13		-2759	-62,0	-5,83	-2860	-76,3	-28,54	-2750	-30,0	-1,90	-1787	-23,1	-1,33	13
14		-3426	-157,8		-3408	-171,2		-3402	-47,7	-3,46	-2110	-30,8	-1,50	14
15					-3408			-4024	-88,1	-17,00	-2745	-50,6	-3,23	15
16								-4506	-138,1		-3389	-82,8	-5,99	16
17											-4041	-175,8	-23,25	17
18								-3357	-172,5		-3387	-176,7		21
20		-739	-154,0		-838	-166,3		-825	-166,2		-821	-172,3		22
21		-475	-152,4		-476	-164,1		-465	-164,1		-445	-170,6		23
22		-82	-147,6		-87	-159,8		-79	-160,4		-66	-168,0		24

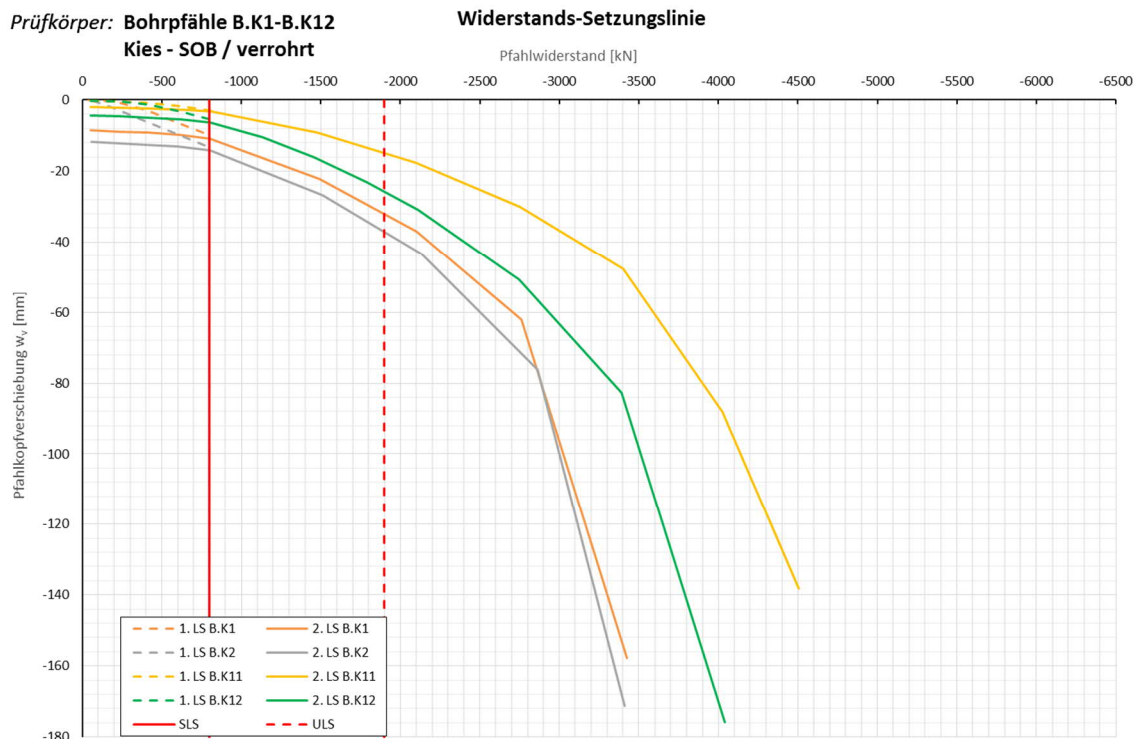


Abb. 9.34: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt/SOB Kies B.K1-B.K12

Tab. 9.11: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies verrohrt

PfaHl Nr.	B.K51			B.K52			B.K53			B.K54			B.K55			LSalt Nr
	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	
0	-50	-0,3		-52	-0,1		-48	-0,1		-39	0,4		-53	-0,4		0
1	-249	-0,7	-0,07	-236	-0,4	-0,03	-231	-0,4	-0,01	-239	-0,2	-0,23	-239	-0,8	0,02	1
2	-412	-1,4	-0,01	-425	-1,3	-0,08	-425	-0,8	0,00	-394	-0,8	-0,08	-427	-1,8	-0,06	2
3	-614	-2,4	-0,07	-613	-2,5	-0,23	-613	-1,6	-0,07	-615	-2,1	-0,33	-615	-3,2	-0,19	3
4	-795	-6,5	-0,31	-801	-4,0	-0,32	-799	-4,0	-0,77	-798	-5,8	-1,11	-805	-6,5	-0,21	4
5	-428	-6,2		-422	-3,6		-424	-3,4		-428	-5,5		-425	-6,3		5
6	-56	-5,4		-52	-2,9		-54	-2,7		-428	-5,5		-52	-5,4		6
7	-237	-5,7	-0,06	-240	-3,1	-0,02	-238	-2,9	-0,02	-468	-4,4	-0,04	-229	-5,5	0,09	7
8	-424	-6,1	-0,02	-427	-3,4	0,04	-426	-3,2	-0,09	-421	-4,5	0,00	-426	-5,9	0,01	8
9	-615	-6,5	-0,03	-614	-3,8	-0,02	-613	-3,5	-0,02	-610	-4,7	-0,01	-611	-6,3	-0,01	9
10	-806	-7,3	-0,22	-801	-4,3	-0,10	-804	-4,2	-0,45	-798	-5,5	-0,28	-800	-7,1	-0,18	10
11	-1129	-11,5	-0,67	-1132	-6,5	-0,17	-1124	-6,9	-0,21	-1446	-14,1	-0,89	-1451	-15,1	-0,47	11
12	-1459	-16,1	-0,70	-1454	-9,2	-0,47	-1449	-10,3	-0,49	-2108	-25,5	-1,99	-2102	-26,0	-1,46	12
13	-1781	-20,7	-0,87	-1784	-11,9	-0,52	-1776	-13,9	-0,61	-2748	-39,0	-2,57	-2751	-39,6	-2,17	13
14	-2117	-25,6	-1,23	-2112	-18,2	-1,37	-2103	-17,8	-0,91	-3415	-55,6	-3,10	-3403	-55,5	-3,22	14
15	-2768	-36,4	-1,73	-2756	-26,7	-1,38	-2748	-26,2	-1,39	-4056	-78,3	-5,54	-4050	-77,5	-4,82	15
16	-3415	-49,0	-2,61	-3408	-36,6	-1,78	-3415	-36,7	-2,55	-4683	-114,6	-8,76	-4701	-110,5	-9,29	16
17	-4071	-63,6	-3,27	-4057	-48,3	-2,49	-4055	-49,4	-2,41	-5423	-153,6			-157,0	-10,93	17
18	-4709	-84,3	-4,80	-4716	-61,9	-2,53	-4710	-65,5					-5863	-175,3		18
19	-5364	-116,7	-7,8	-5358	-79,6	-4,0	-5353	-87,5	-5,27	-3411	-154,5					19
20	-6006	-162,5		-6002	-108,0	-7,3	-5987	-134,7	-10,67	-771	-149,4		-860	-170,5		20
21	-3395	-161,0		-3409	-105,8		-3426	-132,7		-466	-148,6		-461	-168,0		21
22	-833	-155,9		-805	-101,6		-821	-128,2		-79	-146,5		-78	-166,4		22
23	-186	-153,0		-435	-100,4		-459	-127,0								
24	-79	-151,7		-51	-98,5		-86	-125,0								

Tab. 9.12: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies SOB

PfaHl Nr.	B.K61			B.K62			B.K63			B.K64			B.K65		
	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{P1st} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]
0	-53	-0,1		-52	-0,1		-49	0,0		-50	-0,1		-50	0,1	
1	-236	0,1	0,01	-243	0,2	0,01	-238	-0,1	-0,01	-240	-0,4	-0,02	-239	0,0	0,03
2	-426	-0,2	0,00	-426	0,0	-0,12	-423	0,0	0,10	-444	-1,0	0,42	-423	-0,3	0,05
3	-615	-0,8	-0,18	-616	-0,3	-0,10	-613	-0,9	-0,49	-612	-2,8	-0,35	-615	-0,7	-0,12
4	-796	-1,5	-0,05	-803	-0,7	-0,07	-801	-2,2	-0,10	-800	-4,6	-0,23	-800	-1,0	-0,19
5	-427	-1,3		-425	-0,4		-418	-1,9		-426	-4,4		-427	-0,9	
6	-52	-0,7		-51	0,0		-53	-1,2		-59	-3,8		-53	-0,4	
7	-242	-0,9	0,00	-240	-0,2	-0,01	-238	-1,4	-0,03	-242	-4,0	0,00	-239	-0,5	0,00
8	-427	-1,1	-0,02	-428	-0,3	-0,01	-424	-1,6	-0,02	-426	-4,2	0,00	-426	-0,7	-0,01
9	-615	-1,3	-0,01	-614	-0,5	0,00	-614	-1,9	-0,04	-613	-4,5	-0,02	-616	-0,9	-0,03
10	-804	-1,7	-0,06	-804	-0,7	-0,02	-800	-2,3	-0,06	-801	-5,1	-0,08	-803	-1,2	-0,02
11	-1129	-4,0	-0,44	-1126	-1,7	-0,15	-1125	-4,5	-0,09	-1159	-8,2	-0,38	-1126	-2,6	-0,44
12	-1452	-6,9	-0,39	-1453	-3,1	-0,19	-1452	-7,6	-0,37	-1452	-12,3	-0,72	-1453	-4,7	-0,25
13	-1779	-10,3	-0,62	-1778	-5,2	-0,33	-1776	-11,2	-0,52	-1777	-17,5	-0,92	-1778	-7,1	-0,42
14	-2104	-14,2	-0,71	-2103	-8,3	-0,52	-2104	-15,4	-0,83	-2102	-23,7	-1,35	-2107	-10,0	-0,69
15	-2753	-24,1	-1,41	-2752	-15,1	-0,80	-2752	-25,6	-1,32	-2753	-40,6	-2,21	-2752	-17,4	-0,96
16	-3403	-36,7	-2,25	-3403	-27,1	-2,65	-3403	-38,5	-2,20	-3417	-65,2	-4,81	-3399	-26,8	-1,74
17	-4053	-55,9	-4,18	-4054	-37,5	-3,45	-4055	-58,4	-4,61	-4073	-110,5	-9,19	-4051	-38,9	-2,43
18	-4703	-82,1	-6,07	-4702	-58,6	-5,16	-4700	-89,9	-6,56	-4725	-157,8		-4699	-55,6	-4,66
19	-5367	-127,0	-9,9	-5358	-74,8	-6,4	-5355	-144,1	-8,51				-5346	-99,2	-33,4
20	-6020	-164,4		-6002	-119,8	-26,7	-5793	-159,6					-5714	-154,6	
21	-3360	-163,0		-3426	-117,8		-3398	-160,9		-3407	-160,7		-2506	-153,4	
22	-854	-158,2		-837	-112,4		-831	-156,5		-829	-158,4		-829	-149,2	
23	-454	-156,6		-463	-110,7		-456	-155,0		-429	-157,0		-475	-147,5	
24	-79	-154,1		-79	-108,0		-60	-152,9		-77	-154,9		-56	-144,3	

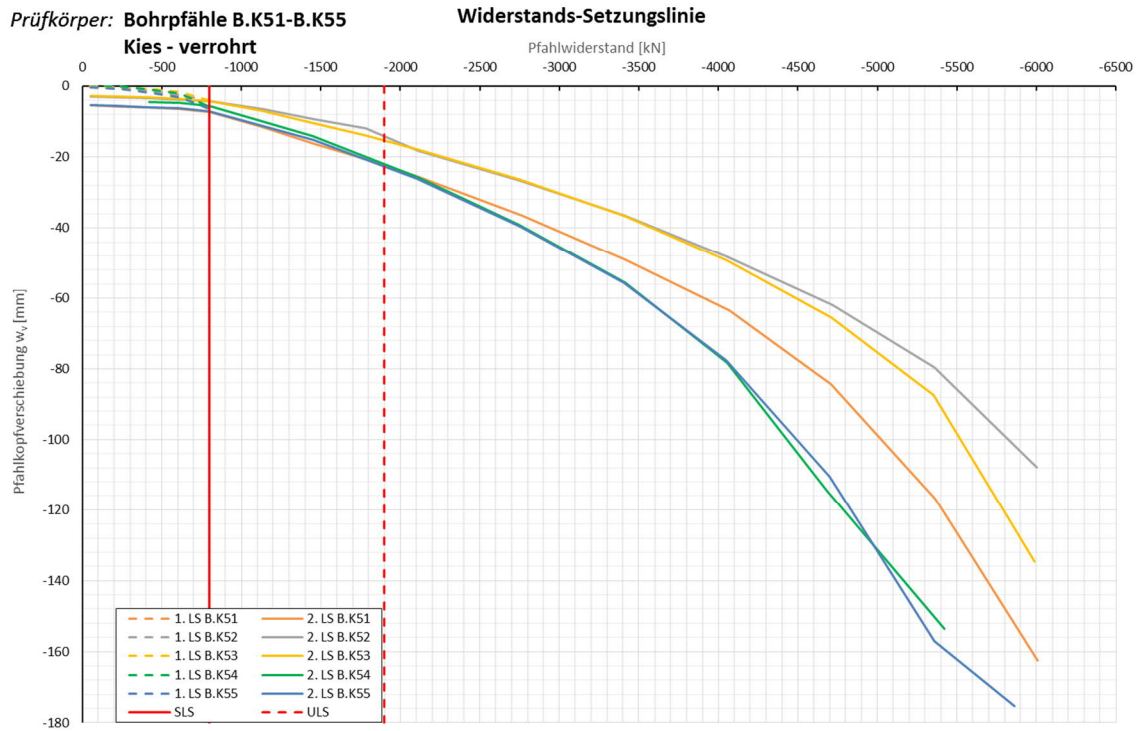


Abb. 9.35: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt Kies B.K51-B.K55

Die zum Diagramm in Abb. 9.35 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.11 zu entnehmen.



Abb. 9.36: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle SOB Kies B.K61-B.K65

Die zum Diagramm in Abb. 9.36 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.12 zu entnehmen.

9.3.7 Widerstands-Kriechmaßlinien

Die nachfolgenden Widerstands-Kriechmaßlinien aller Großbohrpfahlversuchsreihen werden in diesem Kapitel nach Versuchsreihen zusammengefasst und gegenübergestellt.

Bei den in Punkt 9.3.7.1 und 9.3.7.2 dargestellten Diagrammen ist Folgendes zu beachten: Bei den Widerstands-Kriechmaßlinien sind jeweils die Lastschleifen (1.LS und 2.LS) dargestellt. Die vollständige Auflistung der Widerstände und Verschiebungen zum Ende jeder Laststufe ist den unter Punkt 9.3.6.1 und 9.3.6.2 angeführten Tabellen zu entnehmen. Die Verschiebungslinie der 1. Lastschleife bis zu Gebrauchslast ist strichliert, die der 2. Laststufe bis zur maximalen Prüflast ist durchgezogen dargestellt.

Weiters sind die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) in Rot eingezeichnet. Diese Werte sind der Tab. 9.7 entnommen.

9.3.7.1 Versuchsreihe Großbohrpfähle Miozän

Die Gegenüberstellung der Widerstands-Kriechmaßlinien der Großbohrpfähle mit Lastableitung im Miozän zeigt, dass die mittels verrohrter Bohrung hergestellten Großbohrpfähle wesentlich größere Kriecherscheinungen aufweisen, als jene die im SOB-Verfahren hergestellt wurden.

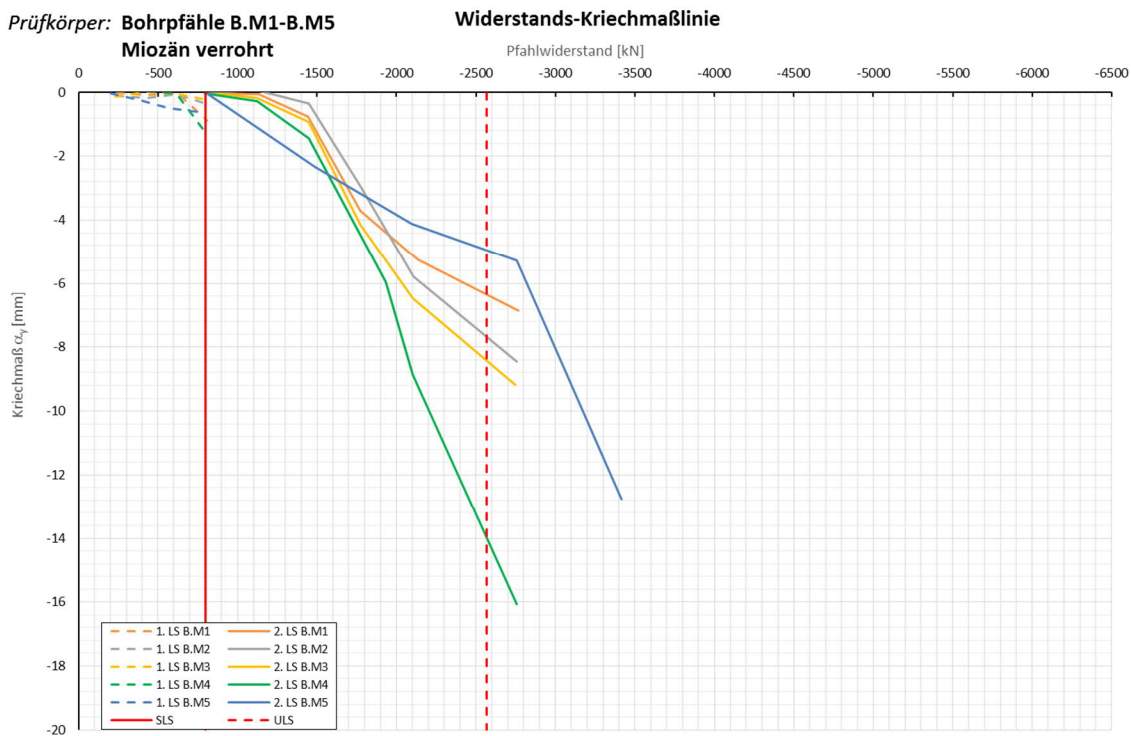


Abb. 9.37: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt Miozän B.M1-B.M5

Die zum Diagramm in Abb. 9.37 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.8 zu entnehmen.

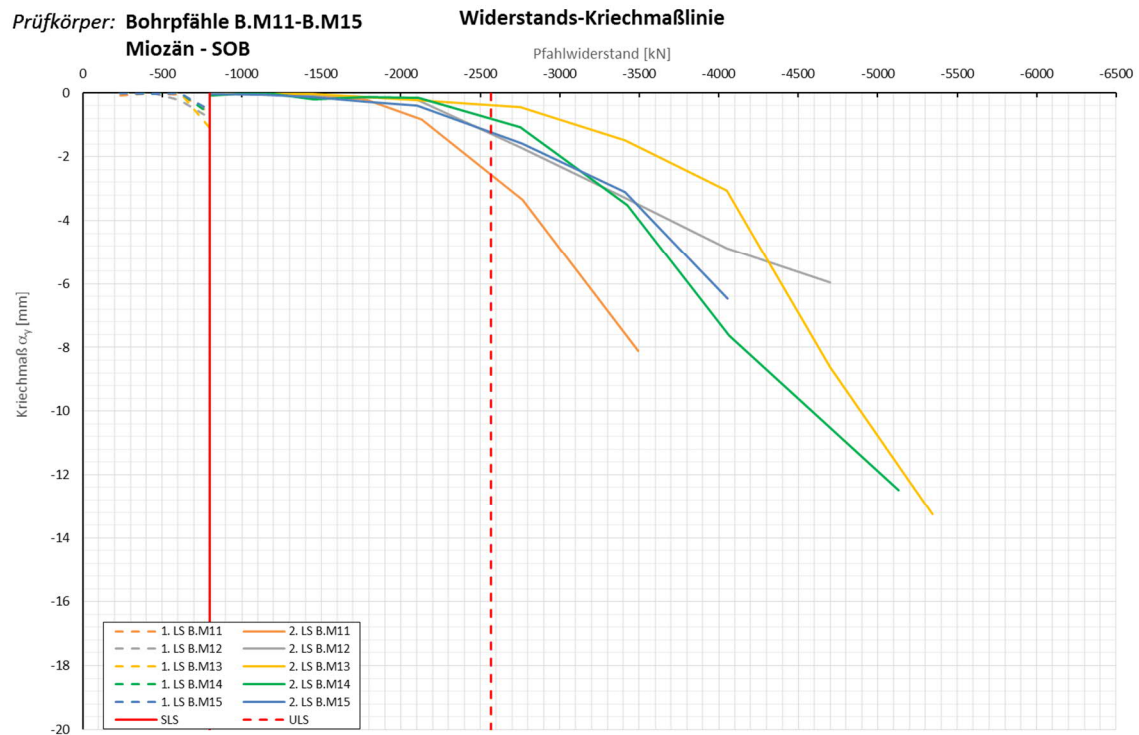


Abb. 9.38: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle SOB Miozän B.M11-B.M15

Die zum Diagramm in Abb. 9.38 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.9 zu entnehmen.

9.3.7.2 Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies

Die Widerstands-Kriechmaßlinie der Großbohrpfähle B.K1 - B.K12, welche im Prüffeld 1 situiert sind, weisen größere Kriechmaße bei geringeren Pfahlwiderständen auf, als die übrigen Bohrpfähle im Kies.

Bei den Großbohrpfählen der Serien B.K5x fällt auf, dass anfangs sehr geringe Kriechmaße auftreten. Erst nach Erreichen einer bestimmten Pfahlwiderstands beginnen dieses relativ stark zu kriechen.

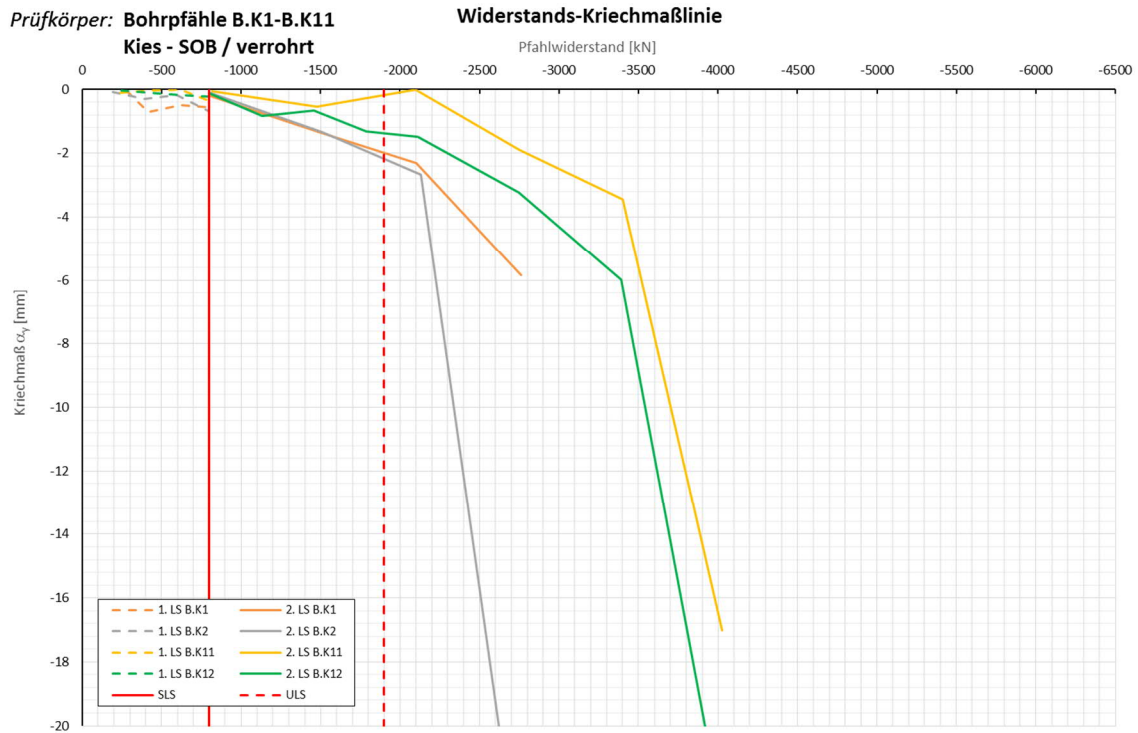


Abb. 9.39: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt/ SOB Kies B.K1-B.K12

Die zum Diagramm in Abb. 9.39 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.10 zu entnehmen.

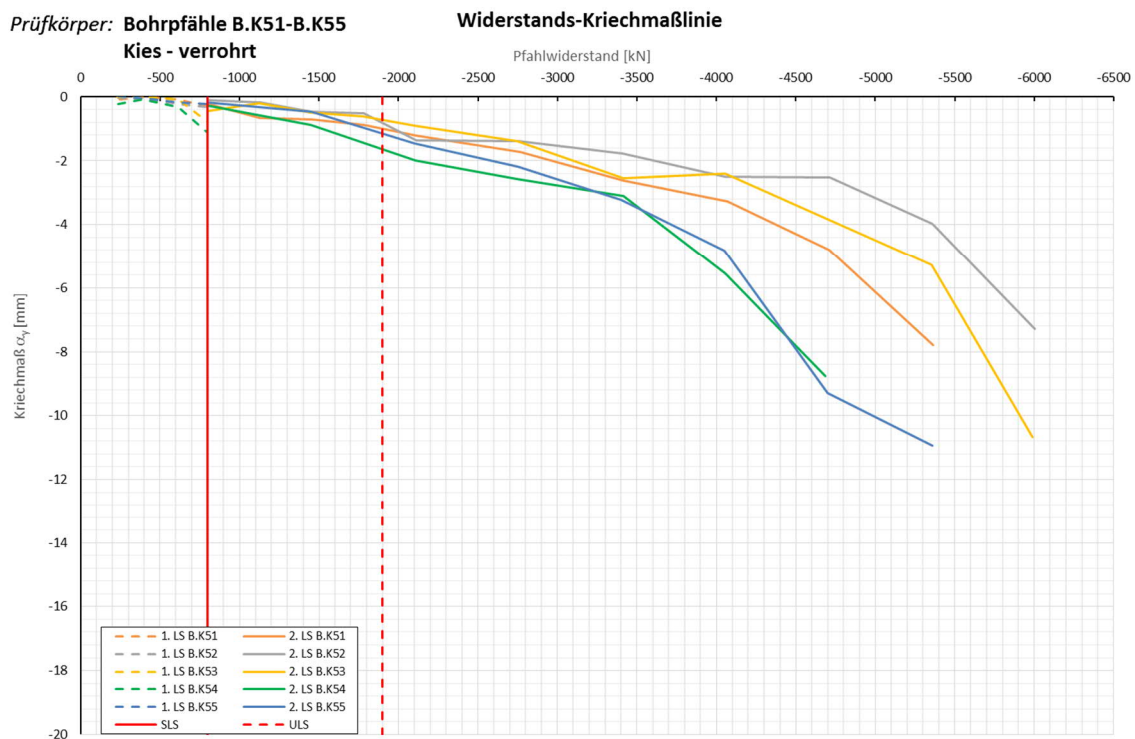


Abb. 9.40: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt Kies B.K51-B.K55

Die zum Diagramm in Abb. 9.40 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.11 zu entnehmen.

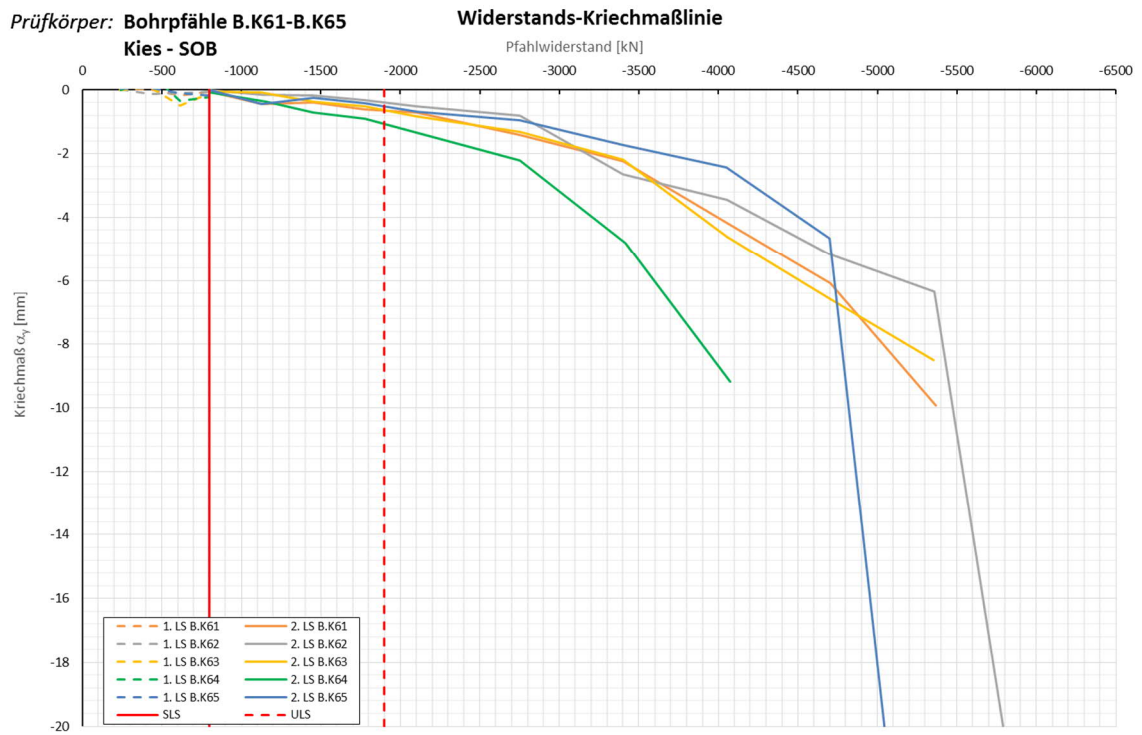


Abb. 9.41: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle SOB Kies B.61-B.K65

Die zum Diagramm in Abb. 9.41 gehörigen Messwerte sind Tab. 9.12 zu entnehmen.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KAPITEL 10

Auswertung und Ergebnisse der Düsenstrahlsäulenversuche (FPUH)

10.1 Allgemeines

Die generelle Vorgehensweise bei der Auswertung der Düsenstrahlsäulen entspricht jener der Großbohrpfahlversuche. Die Auswertung sowie die Darstellung der Diagramme erfolgen im Sinne der EA-Pfähle[23].

Der Ablauf der Düsenstrahlsäulenversuche wird anhand einer repräsentativen Düsenstrahlsäule exemplarisch dargestellt. In ANHANG C sind die gesamten Auswertungen der Düsenstrahlsäulen ersichtlich.

Die Vorgehensweise bei den Auswertungen für einen voll-instrumentierte Versuch ist in Kapitel 9.2 bereits erläutert. Nachfolgend werden jedoch nochmals die Vorgehensweise und Änderungen zu den unter Kapitel 9.2 beschriebenen Auswertungen beschrieben.

10.1.1 Besonderheiten der Düsenstrahlversuche

In Tab. 10.1 sind die Ergebnisse der Durchmesserüberprüfungen der Düsenstrahlsäulen während und nach der Herstellung.

Zur Qualitätssicherung während der Herstellung der Säulen und zur Feststellung der tatsächlichen Durchmesser kamen verschiedene Verfahren zur Anwendung. Einerseits erfolgte während der Herstellung eine akustische Reichweitenermittlung mittels Acoustic Column Inspector – ACI. Die Funktionsweise ist in Kapitel 4.3.2.4 erläutert. Als Ergebnis dieser Messungen erhält man einen Mindestdurchmesser.

Weiters wurde nach erfolgter Herstellung der Säulen die Wärmeentwicklung beim Abbinden gemessen. Mithilfe des thermischen Berechnungsmodells (Tempjet – siehe Kapitel 4.3.2.3) konnten die Durchmesser der Säulen rückgerechnet werden. Die daraus abgeleiteten Durchmesser sind in Tab. 10.1 angegeben.

Einige Düsenstrahlsäulen wurden vollständig freigelegt und teilweise auch geborgen, um eine 3D-Vermessung durchführen zu können. Das erfolgte jedoch nicht für die Säulen, die für die Probelastungen herangezogen wurden.

Die in Tab. 10.1 dargestellten Ergebnisse werden für alle hergestellten Düsenstrahlsäulen angeführt, um einen Überblick über die erzielten Säulendurchmesser zu erhalten.

Tab. 10.1: Ergebnisse der Durchmesserkontrollen für die Düsenstrahlsäulen [83]

Säulen Nr.	SOLL Durchmesser [cm]	Minstdurchmesser ACI ¹ [cm]	ca. Durchmesser lt. therm. Berechnung ¹ [cm]	Mittlerer Durchmesser lt. Vermessung MA41 [cm]
D.K51	90	90 - 100	-	-
D.K52	90	100 - 110	-	-
D.K53	90	95 - 110	-	-
D.K54	90	90 - 105	-	-
D.K55	90	90 - 100	-	-
D.o51	90	95 - 105	90 - 95	112
D.o52	90	90 - 100	95 - 115	113
D.o53	90	85 - 100	130 - 135	131
D.o54	90	100 - 110	120 - 125	136
D.o55	90	90 - 105	150 - 165	-
D.o56	90	95 - 105	130 - 155	-
D.o57	90	95 - 110	140 - 150	-
D.o58	90	100 - 110	95 ²	146
D.o59	90	105 - 115	100 ²	146

1 Durchmesser variiert in der Tiefe

2 Die Werte der thermischen Durchmesserkontrolle können nicht gesichert herangezogen werden, aufgrund der geringen Wärmeentwicklung des Zements beim Abbinden. Das Verfahren ist deshalb mit Messungenauigkeiten behaftet.

10.2 Auswertung Düsenstrahlsäule D.K55

10.2.1 Allgemeines

Im Folgenden wird die Auswertung einer repräsentativen Düsenstrahlsäule erläutert. Im Speziellen handelt es sich hierbei um die Säule D.K55. Die gesamte Auswertung der Düsenstrahlsäulen erfolgt analog zu den Großbohrpfahlauswertungen, welche in Kapitel 9 näher erläutert sind.

Zuerst werden die Versuchsdaten aus den Feldprotokollen in die Exceltabelle übertragen. Die Laststufen und das zugehörige „Prüflast Soll“ sind in den Prüfabläufen in Kapitel 7.6.2 ersichtlich. Die Angabe der Zeitpunkte ist in weiterer Folge für die Abfrage von charakteristischen Versuchswerten erforderlich.

Daten aus Feldprotokoll und Prüfablauf		Laststufe	Beginn	Ende	Prüflast Soll	Tag Anfang LS	Tag Ende LS
Allgemeine Daten:			[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[Kalendertag]	[Kalendertag]
Prüfkörper:	D.K55		08:16	08:31	-50	26	26
Versuch:	DS-Säule	0					
	2	1	08:36	08:51	-288	26	26
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke	Kies	2	08:57	09:12	-525	26	26
Pfahlinstrumentierung (MWESII):		3	09:21	09:55	-763	26	26
Kettenextensometer	ja	4	10:03	11:10	-1000	26	26
Bewehrungssensoren	nein	5	11:20	11:30	-525	26	26
Sohldruckmessdose	nein	6	11:33	11:48	-50	26	26
Versuchsdaten:		7	11:55	12:10	-288	26	26
Prüfung Nr.:	34	8	12:15	12:25	-525	26	26
Prüfdatum:	26.09.2017	9	12:32	12:42	-763	26	26
Versuchsbeginn:	08:16	10	12:52	13:54	-1000	26	26
Versuchsende:	00:15	11	14:03	14:40	-1313	26	26
Wetterbedingungen:	8:00 13°C bewölkt	12	14:50	15:36	-1625	26	26
besondere Versuchsbedingungen:	Messbrücke instabil - nachjustiert, KEX 3 Werte bis 5h VD streuen stark,	13	15:48	16:47	-1938	26	26
		14	16:53	18:05	-2250	26	26
Status:	In Bearbeitung	15	18:14	19:55	-2875	26	26
		16	20:01	21:34	-3500	26	26
		17	21:43	22:25	-4125	26	26
		18	22:29	22:31	-4750	26	26
		21	22:54	23:04	-3500	26	26
		22	23:09	23:19	-1000	26	26
		23	23:23	23:33	-525	26	26
		24	23:38	23:54	-50	26	26

Abb. 10.1: Ausgewählte Kennwerte der Düsenstrahlsäule D.K55

10.2.2 Instrumentierung

Das Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ dient der Spezifizierung der Säuleninstrumentierung. Bei den Düsenstrahlsäulen sind für das Messwerterfassungssystem II (MWES II) jeweils nur Kettenextensometer vorgesehen. Diese sind hier bezüglich Höhenlagen und Seriennummern der jeweiligen Sensoren anzugeben. Die Einbauwerte der Kettenextensometer sind dem Instrumentierungsprotokoll der jeweiligen Säule zu entnehmen.

Nachfolgend sind die Eingabewerte der Düsenstrahlsäule D.K55 angeführt. Die Erläuterung der Eingabewerte ist in Kapitel 9.2.2 angeführt.

MQ	Sensor	Seriennummer	Gage Factor Linear	Gage Factor Polynomial			Sensor-Höhe
				A	B	C	
Kettenextensometer [mm/digit]							
1	KEX1	1639033	0,006155	1,4488E-08	0,006014	-17,1	156,67
2	KEX2	1639034	0,00617	1,5853E-08	0,006021	-16,18	155,13
3	KEX3	1639035	0,006084	2,0104E-08	0,005893	-15,94	154,43
4	KEX4	1639036	0,006144	1,8307E-08	0,005969	-16,52	153,72
5	KEX5	1639037	0,006156	1,3665E-08	0,006028	-16,06	153,02
6	Anker						152,31

Abb. 10.2: Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ – KEX Seriennummern, Gage-Faktoren und Absoluthöhen bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Position aus Protokoll Einbau Kettenextensometer							
Überstand Ex.- Rohr=		0,046 m		Messwert [dg]	Einbauwert	Abschnittslängen	Längenkontrolle mit Messwert Lges=
Messwert L _{ges} -Rohr=		4,61 m		nach Einbau	[m]	[m]	Differenz: 0,0098 m
○ 1	L1=	0,185 m		6075	0,0200		
○ 2	L2=	1,513 m		5922	0,0200	1,53	
○ 3	L3=	0,685 m		6003	0,0202	0,71	
○ 4	L4=	0,685 m		6024	0,0201	0,70	
○ 5	L5=	0,685 m		5890	0,0199	0,71	
X	L6=	0,685 m				0,70	
	L7=	0,062 m					

Abb. 10.3: Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ – KEX gemessene Abschnittslängen und Einbauwerte bei der Düsenstrahlsäule D.K55

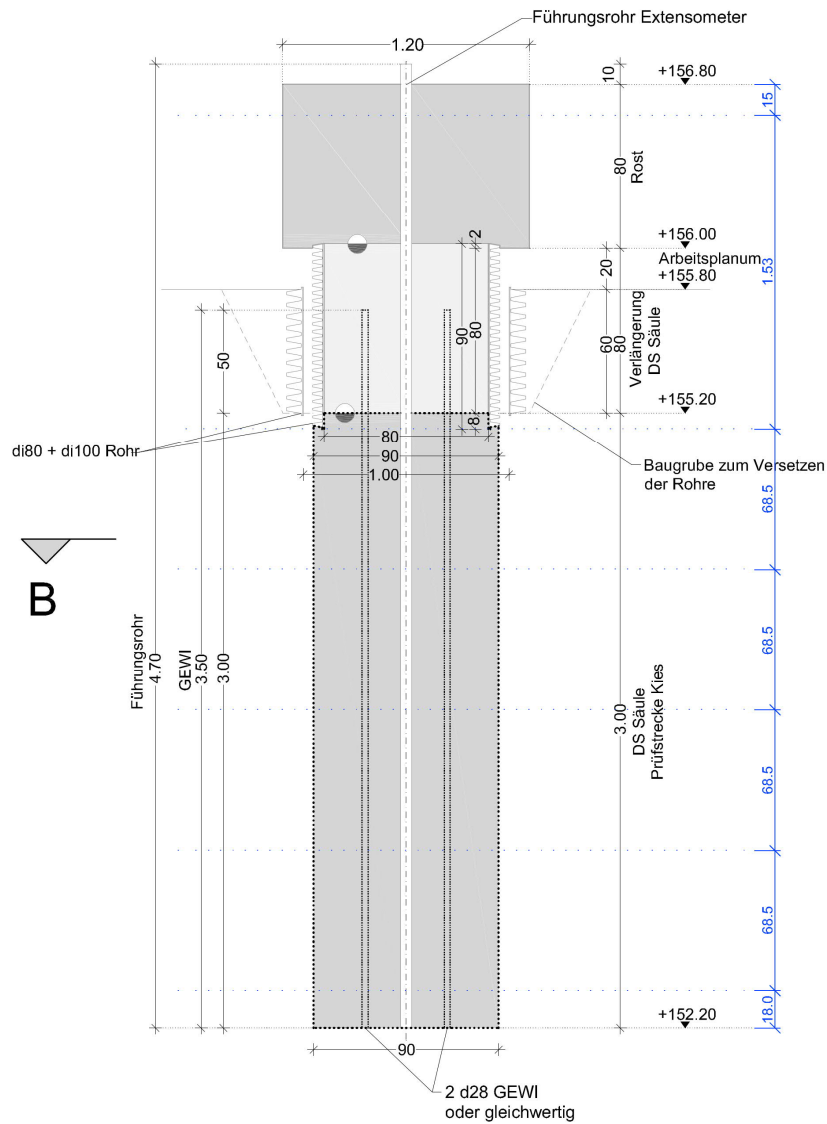


Abb. 10.4: Kettenextensometerkonfiguration (Abschnittslängen blau dargestellt) der Düsenstrahlsäulen

10.2.3 Düsenstrahlsäulengeometrie und Materialkennwerte

Im Tabellenblatt „P3_GeometrieMaterial“ werden die Geometrie der Düsenstrahlsäule sowie die Materialkennwerte eingetragen. Die Höhenangaben von Messniveau und Säulenober- und Unterseite sind durch Vermessung bzw. aus Planangaben bestimmt und können der Tab. 7.2 entnommen werden.

Geometrie Prüfkörper	
Bohrdurchmesser	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges}	636.172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau Großbohrpfahl, DSV)	156,80 mÜA
Messniveau (Mikropfahl)	mÜA
Pfahllänge	3,80 m
Materialkennwerte:	
Betongüte:	
Zement:	CEM III/ A
W/B-Wert Zementsuspension:	
E-Modul Beton / Zementstein E_c =	20,00 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} =	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} =	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} =	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} =	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235
Gesamtquerschnitt Stahl A_S =	492,88 mm ²
E-Modul Baustahl E_S =	210,00 kN/mm ²

Abb. 10.5: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Säulengeometrie und Materialkennwerte bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die Materialkennwerte in Abb. 10.5 wurden für die Berechnung gemäß Kapitel 9.2.2 festgelegt. Diese werden jedoch, ebenso wie die Festlegung der Berechnungsquerschnitte in Abb. 10.6, nur für die Berechnung von Längskraftverlauf und Verlauf der Mantelreibung benötigt und sind hier nur informativ angeführt.

Querschnittswerte / Geometrie																
Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	OK [mÜA]	UK [mÜA]	Länge [m]	E_c [kN/mm ²]	E_{SS} [kN/mm ²]	E_{BS} [kN/mm ²]	E_S [kN/mm ²]	A_{ges} [mm ²]	A_{SS} [mm ²]	A_{BS} [mm ²]	A_S [mm ²]	A_c [mm ²]	$\Sigma A \cdot E$ [mm ²]	
Standardbereiche																
1	Freispielstrecke	800	156,00	155,20	0,80	33,00	0,00	200,00	210,00	502654,82	0,00	1231,50	492,88	500930,44	511530,59	
2	Krafteinleitungsstrecke	900	155,20	152,20	3,00	20,00	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	1231,50	492,88	634448,13	651938,37	
ZUSATZBEREICHE																
8	mittel KEX1	800			0,00	33,00	0,00	200,00	210,00	502654,82	0,00	769,69	492,88	501392,25	257442,80	
9	mittel KEX2	900			0,00	20,00	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	1231,50	492,88	634448,13	349805,74	
10	mittel KEX3	900			0,00	20,00	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	1231,50	492,88	634448,13	349805,74	
11	mittel KEX4	900			0,00	20,00	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	1231,50	492,88	634448,13	349805,74	
12	mittel KEX5	900			0,00	20,00	0,00	200,00	210,00	636172,51	0,00	1231,50	492,88	634448,13	349805,74	

Abb. 10.6: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Rechenquerschnitte bei der Düsenstrahlsäule D.K55

10.2.4 Messdaten

Im Tabellenblatt „Daten1 MWES1“ werden die Rohdaten des Messwerterfassungssystems 1 eingefügt und entsprechend für die weitere Berechnung aufbereitet. Genauere Angaben zur Umrechnung der Rohdaten von Digits in die gewünschten Einheiten ist in der Arbeit von [MS] zu finden.

10.2.5 Basisdaten

Das Tabellenblatt „Basis1 MWES1“ dient der Berechnung von absoluter und relativer Säulenkopfvorschiebung sowie der Ermittlung des Kriechmaßes.

10.2.6 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

10.2.6.1 Deckblatt

Das Deckblatt liefert eine Übersicht über die Rahmenbedingungen des Versuchs. Es enthält Angaben zur Versuchsdurchführung und Instrumentierung, zur Geometrie der Versuchssäulen und zu den verwendeten Materialien.



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

AUSWERTUNG	
der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle	
Status: in Bearbeitung Stand: 25.10.2018	
Allgemeine Angaben:	
Prüfkörper:	D.K55
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies
Pfahlinstrumentierung (MWES II):	
Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein
Versuchsdaten:	
Prüfung Nr.:	34
Prüfdatum:	26.09.2017
Versuchsbeginn:	08:16 Uhr
Versuchsende:	00:15 Uhr
Wetterbedingungen:	8:00 13°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	Messbrücke instabil - nachjustiert, KEX 3 Werte bis 5h VD streuen stark, Versagen
Geometrie Prüfkörper:	
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,00 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,60 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,80 m
Materialkennwerte:	
Betongüte:	-
Zement:	CEM III/A
W/B-Wert Zementsuspension:	-
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	20,00 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00 mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	492,88 mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00 kN/mm ²

Abb. 10.7: Deckblatt Versuchsauswertung Düsenstrahlsäulen D.K55

10.2.6.2 Belastungsstufen und Säulenkopfverschiebung

In Tab. 10.2 sind die Daten des MWES I für die nachfolgenden Diagramme angeführt. Es sind jeweils die Laststufen mit den dazugehörigen Beginn- und Endzeiten angegeben. Ebenso sind die aufgebrauchte Prüfkraft und die mittlere Säulenverschiebung, welche aus dem Mittelwert der drei vertikalen Wegaufnehmer gebildet wird, am Ende jeder Laststufe ersichtlich.

Weiters sind hier die Absolutverformungen und die Berechnung des Kriechmaßes aufgelistet. Diese Werte werden für die Darstellung der Widerstands-Kriechmaßlinie und des Zeit-Verformungsverhaltens benötigt.

Tab. 10.2: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen und Berechnung des Kriechmaßes der Düsenstrahlsäule D.K55

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]														Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	MW wv1-3	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
						[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]
0	08:16	08:31	-50	-44	-0,08																				
1	08:36	08:51	-288	-287	-0,40	-0,42	-0,43	-0,41	-0,40												2	10	-0,43	-0,40	0,04
2	08:57	09:12	-525	-524	-0,98	-0,90	-0,91	-0,94	-0,96												2	10	-0,91	-0,96	-0,07
3	09:21	09:55	-763	-761	-2,62	-2,20	-2,26	-2,36	-2,42	-2,51	-2,54	-2,60									20	30	-2,54	-2,60	-0,35
4	10:03	11:10	-1000	-997	-5,97	-4,79	-4,91	-5,14	-5,36	-5,49	-5,61	-5,72	-5,79	-5,84	-5,91						40	60	-5,79	-5,91	-0,67
5	11:20	11:30	-525	-523	-5,73	-5,70	-5,70	-5,71																	
6	11:33	11:48	-50	-55	-4,84	-4,80	-4,80	-4,81	-4,81																
7	11:55	12:10	-288	-280	-5,29	-5,26	-5,26	-5,26	-5,27												2	10	-5,26	-5,27	-0,02
8	12:15	12:25	-525	-524	-5,67	-5,66	-5,67	-5,67													1	5	-5,66	-5,67	0,00
9	12:32	12:42	-763	-763	-6,01	-6,03	-6,03	-6,06													1	5	-6,03	-6,06	-0,04
10	12:52	13:54	-1000	-1001	-6,80	-6,68	-6,78	-6,84	-6,91	-6,99	-6,84	-6,96	-6,83	-6,83	-6,82						5	15	-6,84	-6,99	-0,31
11	14:03	14:40	-1313	-1316	-11,60	-10,07	-10,27	-10,64	-10,92	-11,19	-11,21	-11,51									10	30	-10,92	-11,51	-1,24
12	14:50	15:36	-1625	-1627	-18,91	-16,83	-17,01	-17,36	-17,74	-18,01	-18,22	-18,53	-18,79								15	30	-18,01	-18,53	-1,71
13	15:48	16:47	-1938	-1943	-27,31	-24,16	-24,41	-24,93	-25,47	-25,86	-26,14	-26,55	-26,84	-27,12							30	50	-26,55	-27,12	-2,56
14	16:53	18:05	-2250	-2444	-36,42	-32,19	-32,47	-33,09	-33,80	-34,24	-34,55	-35,03	-35,37	-35,64	-35,85	-36,08					50	70	-35,64	-36,08	-3,01
15	18:14	19:55	-2875	-3160	-56,18	-50,10	-50,40	-51,09	-51,90	-52,47	-52,92	-53,60	-54,09	-54,48	-54,80	-55,07	-55,30	-55,51	-55,71		80	100	-55,30	-55,71	-4,24
16	20:01	21:34	-3500	-3522	-76,35	-68,82	-69,24	-70,20	-71,29	-72,13	-72,77	-73,69	-74,37	-74,88	-75,31	-75,65	-75,97	-76,27			70	90	-75,65	-76,27	-5,6347
17	21:43	22:25	-4125	-4140	-98,10	-90,68	-91,20	-92,37	-93,80	-94,86	-95,66	-96,93	-97,94								20	40	-95,66	-97,94	-7,5553
18	22:29	22:31	-4750	-4742	-122,83	-117,46															0	0			
21	22:54	23:04	-3500	-3500	-146,47	-146,46	-146,46	-146,47																	
22	23:09	23:19	-1000	-1029	-143,00	-143,11	-143,06	-143,04																	
23	23:23	23:33	-525	-555	-141,37	-141,47	-141,42	-141,38																	
24	23:38	23:54	-50	-78	-136,75	-136,87	-136,83	-136,79	-136,77	-136,75															

Das Diagramm in Abb. 9.13 zeigt die Verläufe der Belastungsstufen und der Säulenkopfverschiebungen der Düsenstrahlsäule D.K55. Es bildet den Zusammenhang zwischen aufgebrauchter Prüfkraft und mittlerer Säulenkopfverschiebung über die gesamte Versuchsdauer ab.

Dieses Diagramm dient in erster Linie zur Übersicht und Kontrolle der Belastungsstufen. Es ist erkennbar, dass die Säulenverschiebungen mit der aufgebrauchten Belastung korrelieren. War dies nicht der Fall, so wurde meistens das Umsetzen der vertikalen Wegaufnehmer nicht im Feldprotokoll vermerkt. Nach Korrektur in den Rohdaten, wie in Kapitel 9.1.1.2 beschrieben, stimmten jedoch bei allen Düsenstrahlsäulen die Belastung und die Verschiebungen sehr gut überein.

Weiters ist hier zu sehen, dass die Probebelastung der Düsenstrahlsäule D.K55 auf Laststufe 18 abgebrochen wurde. Grund hierfür ist, dass die Prüfkraft nicht erreicht werden konnte und somit eine Fortsetzung des Versuchs nicht mehr möglich und sinnvoll war.

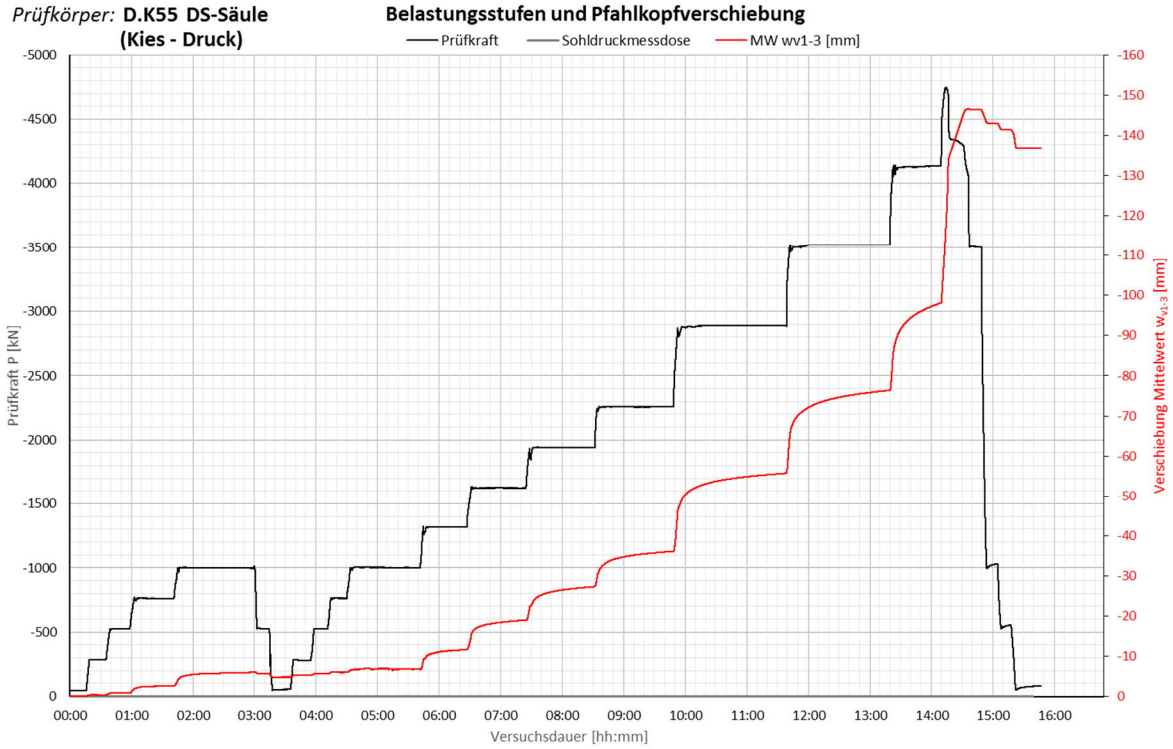


Abb. 10.8: Belastungsstufen und Säulenkopfverschiebung w_v bei der Düsenstrahlsäule D.K55

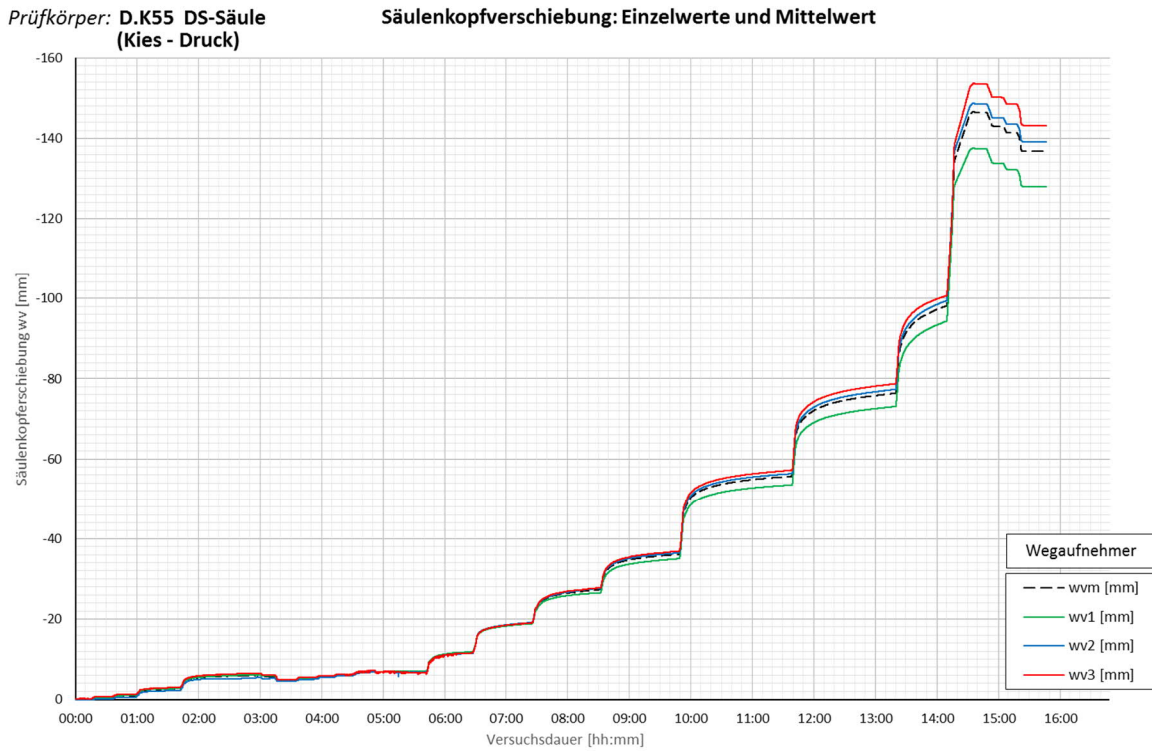


Abb. 10.9: Gemessene Säulenkopfverschiebungen w_{v1} , w_{v2} , w_{v3} und Mittelwert w_{vm} bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die in Abb. 10.8 und Abb. 10.9 dargestellten Messwerte sind in Tab. 10.2 angeführt.

10.2.6.3 Kettenextensometer

Die gemessenen Kettenextensometer-Verzerrungen am Ende jeder Laststufe sind in Tab. 10.3 angeführt. Ebenso sind die Abschnittslänge und Höhenlage der Messbereiche entsprechend der tatsächlichen Abmessungen ersichtlich. Diese können auch dem Extensometerprotokoll sowie dem Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ entnommen werden.

Tab. 10.3: Messwerte des Kettenextensometers der Düsenstrahlsäule D.K55

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Pfahlwiderstand
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KM D
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	
0	08:31	-44	156,66/1,53	155,13/0,71	154,42/0,70	153,72/0,71	153,01/0,70	
1	08:51	-287	-0,0199	-0,0083	0,0000	-0,0123	-0,0021	-287,2
2	09:12	-524	-0,0431	-0,0235	0,0000	-0,0284	-0,0043	-523,7
3	09:55	-761	-0,0683	-0,0476	0,0000	-0,0408	-0,0071	-760,6
4	11:10	-997	-0,0951	-0,0732	0,0000	-0,0523	-0,0121	-997,3
5	11:30	-523	-0,0632	-0,0575	0,0000	-0,0308	-0,0068	-523,2
6	11:48	-55	-0,0244	-0,0179	0,0000	-0,0057	0,0014	-55,0
7	12:10	-280	-0,0438	-0,0297	0,0000	-0,0189	-0,0044	-280,3
8	12:25	-524	-0,0623	-0,0461	0,0000	-0,0310	-0,0082	-523,8
9	12:42	-763	-0,0798	-0,0615	0,0000	-0,0415	-0,0070	-762,6
10	13:54	-1001	-0,0971	-0,0800	-0,0252	-0,0586	-0,0133	-1001,3
11	14:40	-1316	-0,1294	-0,1141	-0,0408	-0,0808	-0,0193	-1315,6
12	15:36	-1627	-0,1672	-0,1491	-0,0430	-0,0912	-0,0231	-1626,6
13	16:47	-1943	-0,2049	-0,1915	-0,0608	-0,1033	-0,0358	-1942,7
14	18:05	-2444	-0,2603	-0,2523	-0,0872	-0,1278	-0,0495	-2444,3
15	19:55	-3160	-0,3500	-0,3982	-0,1319	-0,1740	-0,0659	-3159,6
16	21:34	-3522	-0,3987	-0,6380	-0,1878	-0,2230	-0,0897	-3521,8
17	22:25	-4140	-0,4695	-1,3684	-1,0477	-0,3663	-0,1162	-4139,6
18	22:31	-4742	-0,5484	-6,0239	-6,0628	-1,8915	-0,5303	-4742,1
21	23:04	-3500	-0,4983	-12,8471	-28,7292	-2,3197	-0,9453	-3500,4
22	23:19	-1029	-0,2953	-12,3349	-28,1650	-2,0091	-0,8667	-1029,1
23	23:33	-555	-0,2408	-12,0652	-27,6614	-1,7195	-0,8349	-555,3
24	23:54	-78	-0,0994	-11,2020	-26,9870	-0,9025	-0,4117	-78,4

Weiters ist zu erwähnen, dass das Kettenextensometer 3 zu Beginn der Versuche jeweils stark „springende“, unplausible Werte lieferte. Aufgrund dessen wurden die Messwerte in den stark wechselnden Bereichen nicht für die Berechnungen herangezogen.

Das Diagramm in Abb. 10.10 bzw. Abb. 10.11 stellt die gemessenen Stauchungen des Kettenextensometers dar. Die verschiedenen farbigen Verläufe bezeichnen die einzelnen Extensometerabschnitte. Hier ist zu sehen, dass die gemessenen Stauchungen die einzelnen Belastungsstufen sehr gut abbilden.

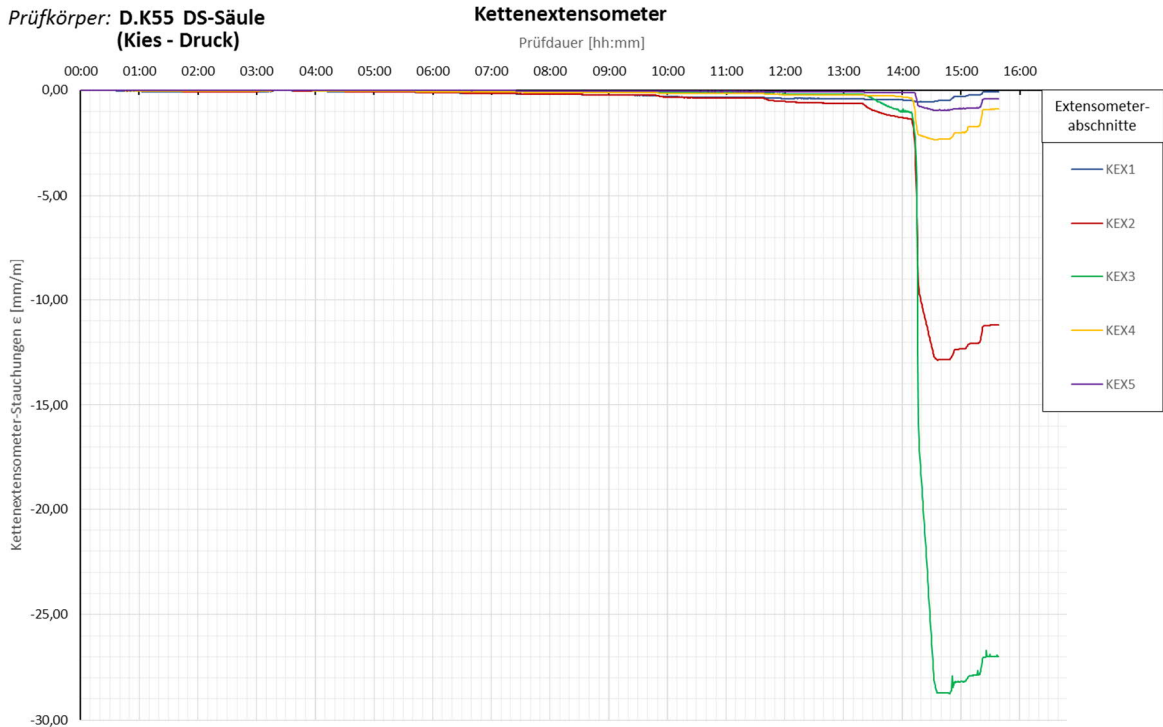


Abb. 10.10: Kettenextensometer-Stauchungen bei der Düsenstrahlsäule D.K55

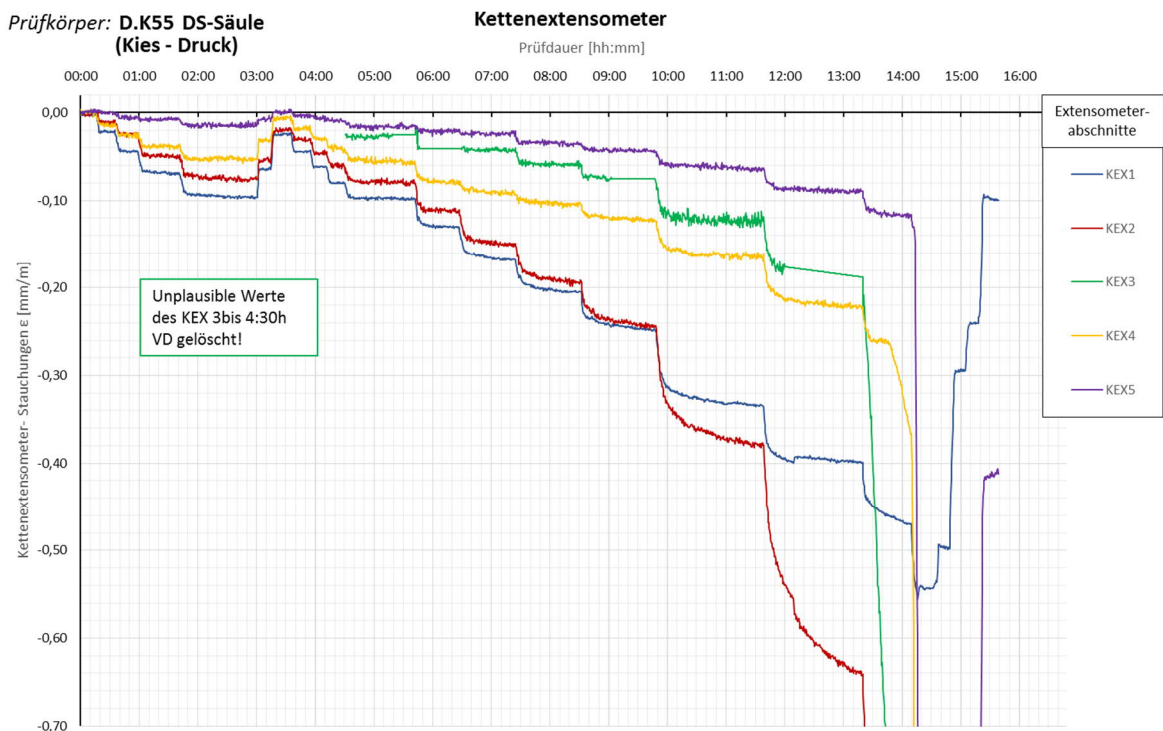


Abb. 10.11: Kettenextensometer-Stauchungen detailliert bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die in Abb. 10.10 und Abb. 10.11 dargestellten Messwerte des Kettenextensometers sind in Tab. 10.3 angeführt. Die Höhenlage der Bewehrungssensoren ist Tab. 10.3 zu entnehmen.

10.2.6.4 Widerstands-Setzungslinie

Die Widerstands-Setzungslinie in Abb. 10.12 zeigt die mittlere Säulenkopfverschiebung in Abhängigkeit des Säulenwiderstands R . Der Säulenwiderstand R entspricht hierbei der aufgebrachten Prüfkraft. Die Säulenkopfverschiebungen wurden mit den vertikalen Wegaufnehmern des MWES I erfasst. Die Messwerte zum Ende jeder Laststufe sind in Tab. 10.2 angeführt.

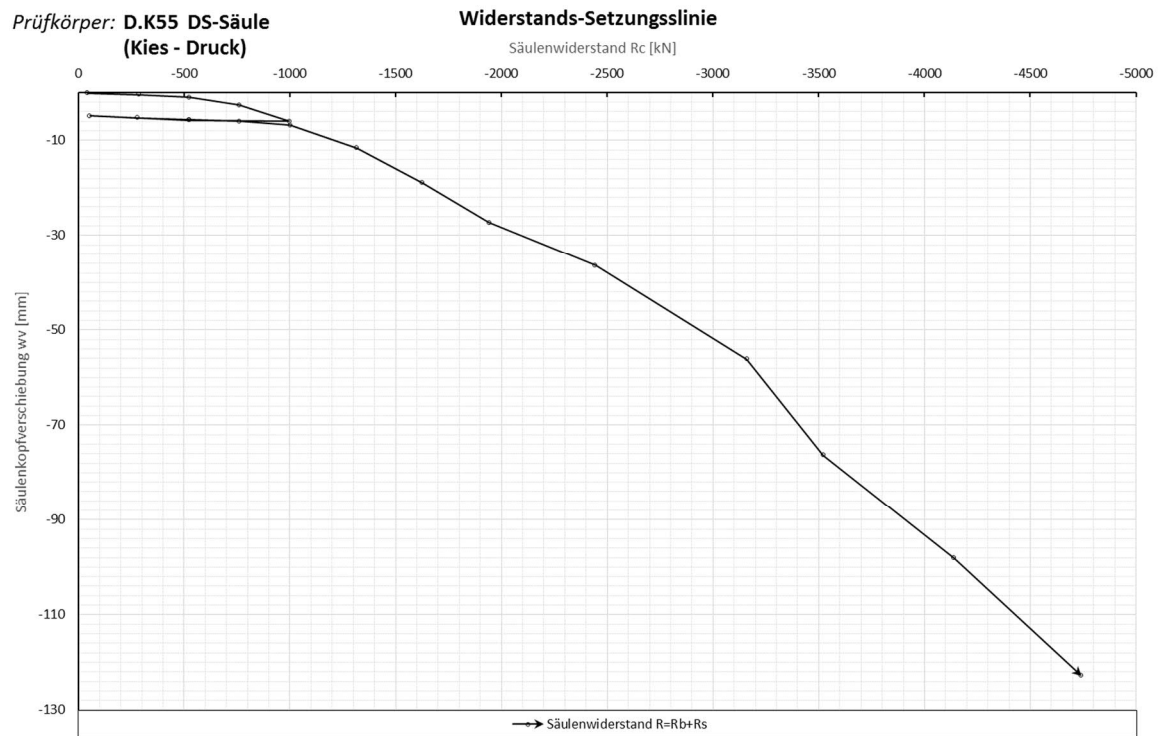


Abb. 10.12: Widerstands-Setzungslinie bei der Düsenstrahlsäule D.K55

10.2.6.5 Zeit-Verformungsverhalten

Das Zeit-Verformungsverhalten setzt die Säulenkopfsetzung mit dem Logarithmus der Beobachtungszeit jeder Laststufe in Verbindung. Dabei ist im Diagramm in Abb. 9.18 die absolute Zeitverformung für die einzelnen Belastungsstufen dargestellt. Diese Darstellung ist jedoch aufgrund der Skalierung weniger aussagekräftig. Die Absolutwerte sowie die Laststufen und die zugehörigen Prüfkraft sind in Tab. 10.2 ersichtlich.

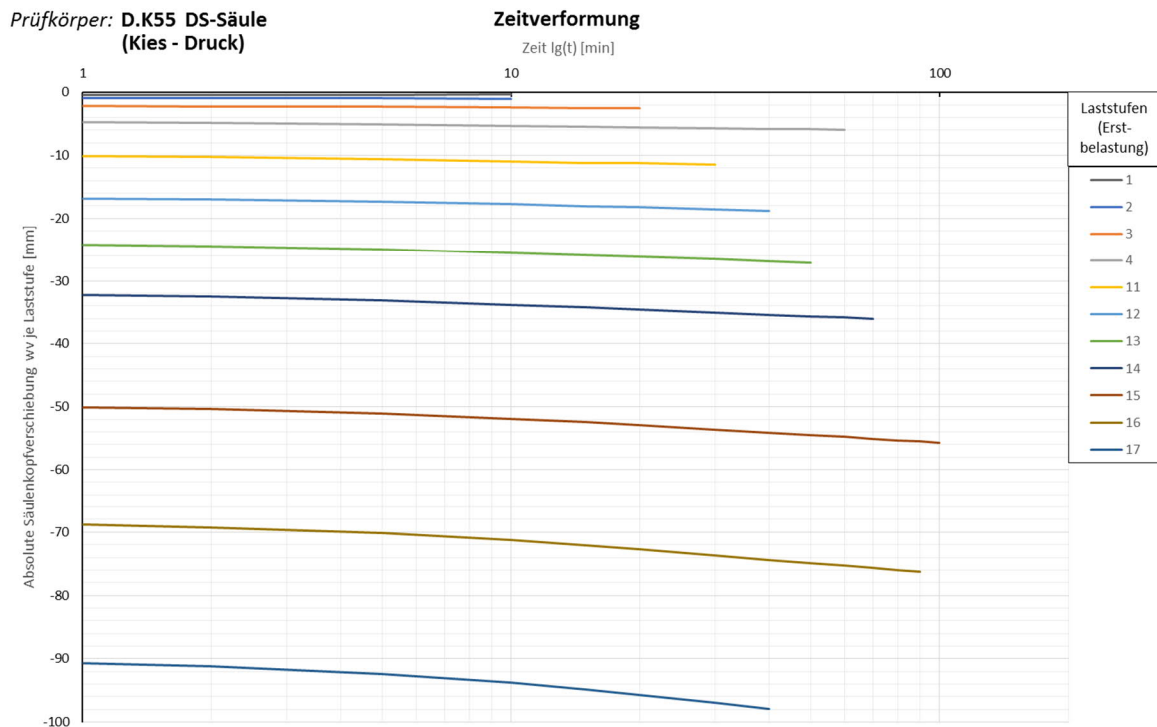


Abb. 10.13: Absolute Zeitverformung bei der Düsenstrahlsäule D.K55

In Abb. 10.14 ist die relative Zeitverformung dargestellt. Hierbei sind grundsätzlich dieselben Werte aufgetragen, jedoch wurde zu Beginn jeder Laststufe der Wert der Verschiebung normiert. Das bedeutet, dass der Ursprung der jeweiligen Verschiebung, durch Abziehen der Säulenkopftverschiebung am Beginn der Laststufe, in den Nullpunkt verschoben wird. Dieses Diagramm bietet einen besseren Überblick über die Relation der Verschiebungen der Laststufen zueinander.

Ein Berechnungsbeispiel für die Laststufe 4 zum Zeitpunkt $\Delta t = 60$ min lautet wie folgt:

$$w_{v,m1-3,rel} = w_{v,m,60min} - w_{v,m,0min} = (-5,91) - (-4,79) = -1,12 \text{ mm} \quad (9.1)$$

Außerdem eignet sich dieses Diagramm sehr gut, um eine passende Steigungsgerade zu wählen. Mit dieser wird das Kriechmaß bestimmt. Das Kriechmaß entspricht der Steigung der Tangente an die Zeitverformungslinie [AS]. Die rot strichlierte Linie im Diagramm symbolisiert diese Steigungsgerade.

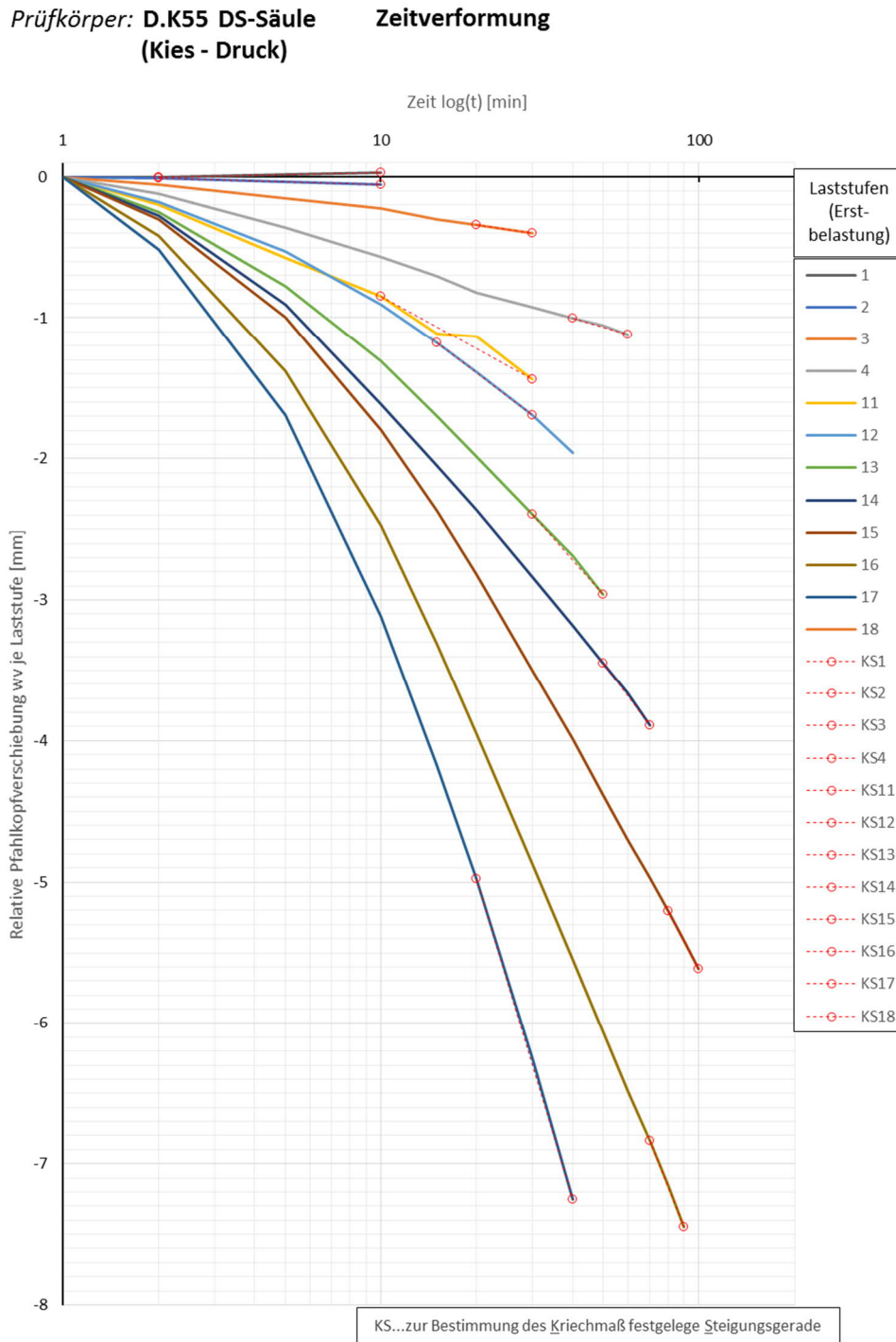


Abb. 10.14: Relative Zeitverformung bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die in Abb. 10.14 dargestellten Messwerte sowie die Laststufen und die zugehörige Prüfkraft sind Tab. 10.2 zu entnehmen.

10.2.6.6 Widerstands-Kriechmaßlinie

Das Diagramm in Abb. 10.15 zeigt den Verlauf der Widerstands-Kriechmaßlinien für die Erstbelastungs- und Wiederbelastungsphase der D.K55. Das Kriechmaß definiert die zeitabhängige Verschiebung des Düsenstrahlsäulenkopfes unter konstanter Belastung. [23]

Die Berechnung des Kriechmaßes erfolgt nach Gleichung (9.7) und der Definition in Kapitel 9.2.6.7.

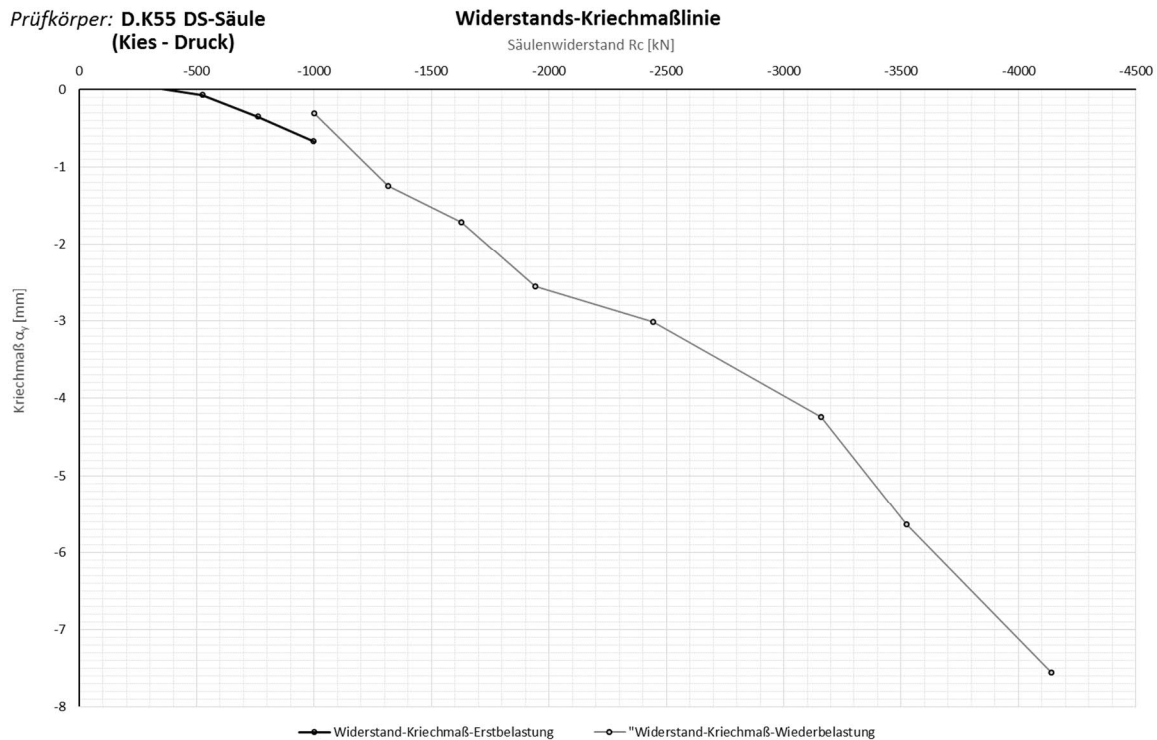


Abb. 10.15: Widerstands-Kriechmaßlinie bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die Laststufen mit der zugehörigen Prüfkraft sowie die berechneten Kriechmaße sind in Tab. 10.2 angeführt.

Gemäß EA-Pfähle [23] liegt das Kriechmaß für die Bestimmung der Säulenwiderstände im Grenzzustand der Tragfähigkeit normgemäß im Bereich von 2 mm. Beim vorliegenden Versuch kann daher bei einem Kriechmaß von 2 mm auf eine Traglast von 1735 kN geschlossen werden. Die Widerstände aller Säulen sind

Tab. 10.6 zu entnehmen.

10.2.6.7 Axiale Längenänderung

Das folgende Diagramm zeigt den Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe über die gesamte Länge der Säule. Die farbigen Punkte symbolisieren die absolute Höhenlage der Abschnitte des Kettenextensometers. Die strichlierten Linien stellen den Verlauf der Längenänderung der Bewehrungssensoren je Laststufe dar. Die Messwerte des Kettenextensometers sind der Tab. 10.3 zu entnehmen.

Das Kettenextensometer zeichnet die Stauchungen über eine gewisse Abschnittslänge auf, weswegen diese im Diagramm abschnittsweise konstant dargestellt sind.

Die Verläufe der axialen Längenänderung lassen mit steigender Last eine Zunahme der Verzerrungen in jedem Messhorizont bzw. Abschnitt (grau markierte Bereiche) erkennen. Der oberste, mantelreibungsfreie Abschnitt der Düsenstrahlsäule wurde durch Ausbetonieren des Mantelrohres hergestellt, wodurch sich auch die geringeren Stauchungen im obersten Messabschnitt der Säule abzeichnen.

Das Fehlen der Werte der unteren Laststufen im dritten Messabschnitt ergibt sich aufgrund der Eliminierung der unplausiblen Messwerte des KEX 3 (siehe Abb. 10.11).

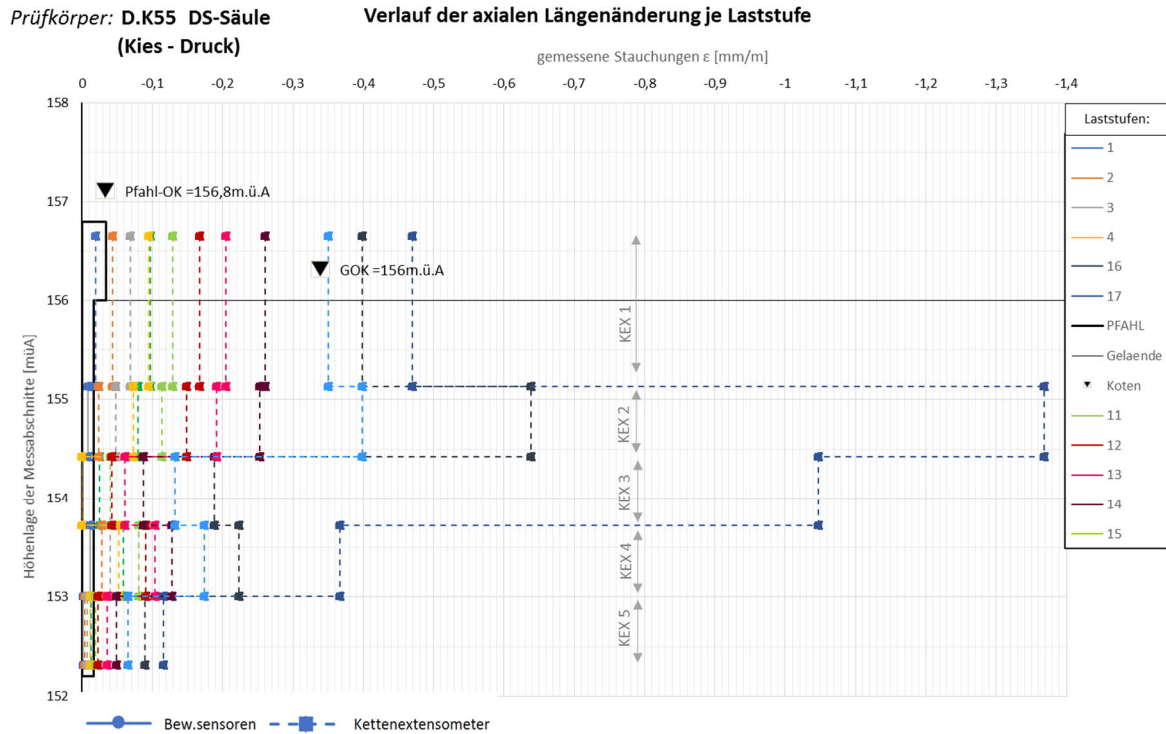


Abb. 10.16: Verlauf der axialen Längenänderung bei der Düsenstrahlsäule D.K55

Die in Abb. 10.16 dargestellten Messwerte der axialen Längenänderungen sind der Tab. 10.3 zu entnehmen.

10.3 Vergleich ausgewählter Kennwerte

Nachfolgend werden ausgewählte Kennwerte der durchgeführten Herausziehversuche zusammengefasst und miteinander verglichen. In den folgenden Diagrammen werden die Säulenkopfverschiebung und das Kriechmaß auf Gebrauchslast dargestellt, sowie die maximale Säulenkopfverschiebung und die maximale Prüfkraft der Düsenstrahlsäulen.

Weiters werden Kriterien ausgewählt, um die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit der Säulen vergleichen zu können. Dazu wird einerseits der Säulenwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm ausgewertet. Dieses Kriechmaß wird häufig als Grenzwert für die Tragfähigkeit herangezogen. Des Weiteren wird der Säulenwiderstand bei einer Säulenkopfverschiebung von $w_v = 2$ cm als Grenzwert für die Gebrauchstauglichkeit und der Säulenwiderstand bei einem Verhältnis von Grenzsetzung s_g zu Säulendurchmesser $s_g/D = 0,1$ (siehe Gleichung (3.4)) als Grenzwert für die Tragfähigkeit betrachtet.

In den folgenden Diagrammen werden jeweils die Messwerte aller Säulen in Form von Säulendiagrammen aufgezeigt. Es sind die minimalen Werte, die Mediane, die maximalen Werte und die Mittelwerte inklusive Standardabweichung der Kennwerte dargestellt. Daraus folgt die Bildung des Mittelwerts der einzelnen Versuchsreihen sowie aller erfolgten Düsenstrahlsäulenversuche. Die Standardabweichung der Kennwerte ist auf die Mittelwerte der Versuchsreihen bezogen.

Bei den unter Punkt 10.3.1 bis 10.3.4 dargestellten Diagrammen ist folgendes zu beachten: Die Säulendiagramme zeigen jeweils Minimum, Median und Maximum des angegebenen Kennwertes in Blautönen. Der Mittelwert des Kennwertes der einzelnen Versuchsreihen ist strichliert in Rot dargestellt. Von diesem wird jeweils die Standardabweichung der Kennwerte gezeigt.

Die Vergleiche der Widerstands-Verschiebungslinien und der Widerstands-Kriechmaßlinien der Düsenstrahlsäulen sind in Punkt 10.3.6 und 10.3.7 ersichtlich.

Tab. 10.4: Ausgewählte Kennwerte der Düsenstrahlversuche

Serie	Prüfkörper	Prüfung Nr.	Gebrauchslast SOLL	max. Prüflast SOLL	Gebrauchslast IST	vertikale Pfahlkopfverschiebung bei Gebrauchslast	Kriechmaß bei Gebrauchslast	max. Prüflast IST	max. vertikale Pfahlkopfverschiebung	Ende Prüfablauf	
			kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm		
Düsenstrahlsäulen	D.K5*	D.K51	36	1000	6000	1001	1,7	0,14	4760	85,3	Versagen
		D.K52	38	1000	6000	1008	1,2	0,10	5912	95,4	Versagen
		D.K53	35	1000	6000	994	1,7	0,14	6001	140,8	Versagen, kippt seitlich weg
		D.K54	37	1000	6000	1000	2,5	0,77	5860	135,0	Versagen, kippt seitlich weg
		D.K55	34	1000	6000	997	6,0	0,67	4745	147,0	Versagen
				1000	6000	1000	2,6	0,36	5456	120,7	
Serie	Prüfkörper	Prüfung Nr.	Pfahlwiderstand bei Kriechmaß=2	Pfahlwiderstand bei $w_v=2\text{cm}$	Pfahlwiderstand bei $s_y/D=0,1$						
			kN	kN	kN						
Düsenstrahlsäulen	D.K5*	D.K51	36	3554	3114	4744					
		D.K52	38	3516	3476	5372					
		D.K53	35	3420	2903	6000					
		D.K54	37	1942	2127	5002					
		D.K55	34	1735	1668	3910					
				2833	2658	5006					

10.3.1 Vertikale Säulenkopfverschiebung bei Gebrauchslast

Im Diagramm der Abb. 10.17 sind die vertikalen Säulenkopfverschiebungen bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000 \text{ kN}$ aufgezeigt. Die Düsenstrahlsäulen im Kies weisen eine mittlere Säulenkopfverschiebungen von 2,6 mm auf.

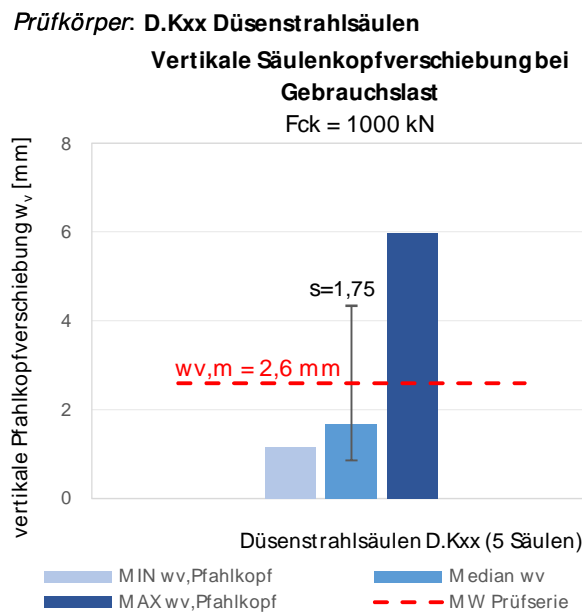


Abb. 10.17: Vertikale Säulenkopfverschiebung w_v bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000 \text{ kN}$

10.3.2 Kriechmaß bei Gebrauchslast

Im nachfolgenden Diagramm ist das Kriechmaß der Düsenstrahlsäulen bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000$ kN dargestellt. Die Säulen weisen ein mittleres Kriechmaß von $\alpha_y = 0,4$ mm auf.

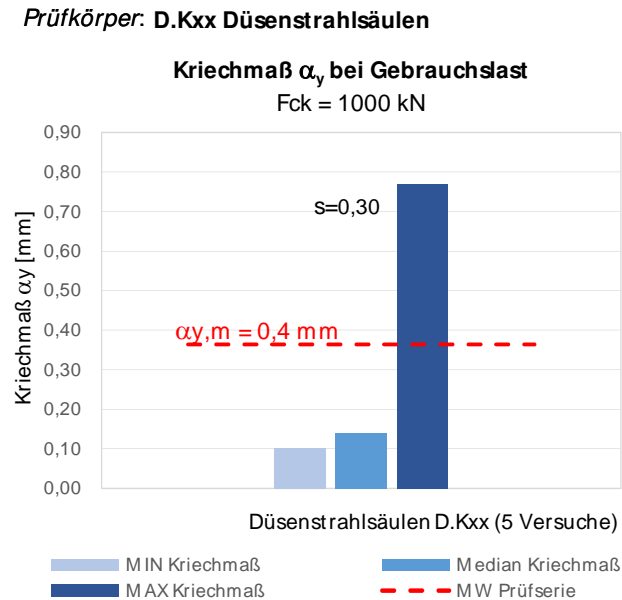


Abb. 10.18: Kriechmaß $\alpha_{y,m}$ der Düsenstrahlsäulen bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000$ kN

10.3.3 Maximale Vertikalverschiebung

Die maximalen Säulenkopfverschiebungen der Düsenstrahlsäulen sind im unten angeführten Diagramm ersichtlich. Sie weisen im Mittel 121 mm auf.

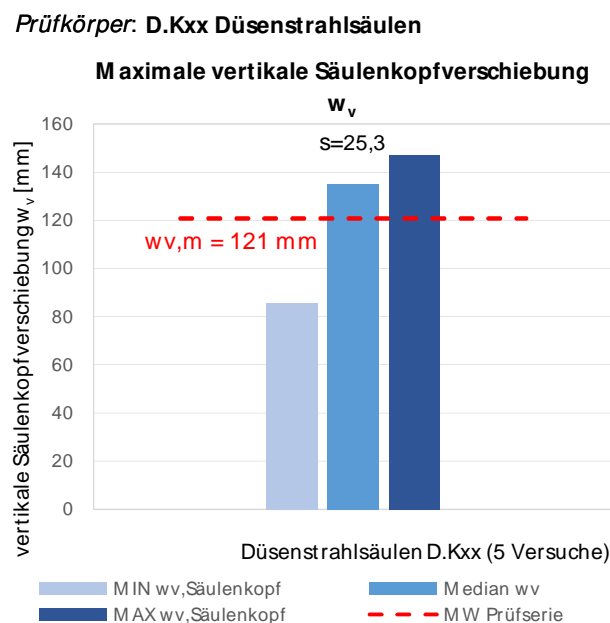


Abb. 10.19: Mittelwert der maximalen vertikalen Säulenkopfverschiebung w_v der Düsenstrahlsäulen

10.3.4 Maximale Prüfkraft

Das nachfolgend angeführte Diagramm zeigt die maximal aufgebrachte Prüfkraft der Düsenstrahlsäulen. Der Mittelwert der aufgebrachten Prüfkraft beträgt 5456 kN.

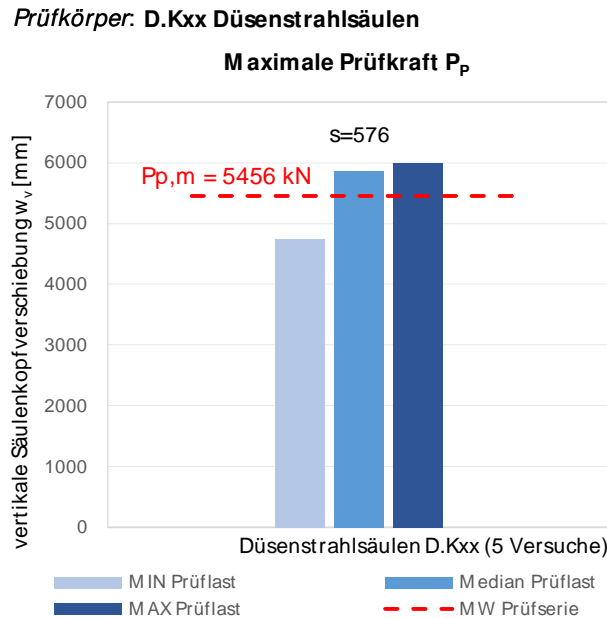


Abb. 10.20: Mittelwert der maximalen Prüfkraft $P_{p,m}$ der Düsenstrahlsäulen

10.3.5 Relevante Säulenwiderstände

Das Diagramm in Abb. 10.21 zeigt den Säulenwiderstand der Düsenstrahlsäulen bei einer Säulenkopfverschiebung von $w_v = 2,0$ cm. Diese dient häufig als Grenze für die Gebrauchstauglichkeit. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird nicht das Verhältnis $s/D = 0,02$ (Setzung s zu Säulendurchmesser D) herangezogen, da dieses auch bei den Großbohrpfählen herangezogen wurde.

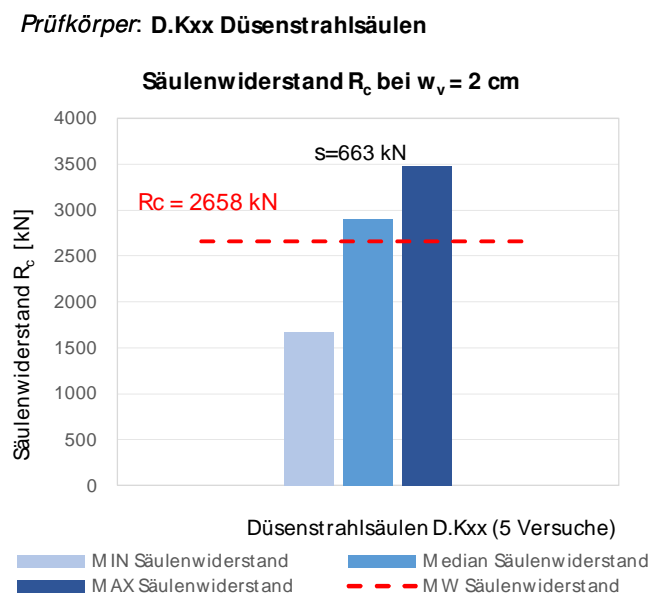


Abb. 10.21: Mittlerer Säulenwiderstand R_c bei einer Säulenkopfverschiebung von $w_v = 2,0$ cm der Düsenstrahlsäulen

Das Diagramm in Abb. 10.22 stellt den Säulenwiderstand bei einem Verhältnis von Grenzsetzung s_g zu Säulendurchmesser D ($s_g/D = 0,1$) (siehe Gleichung (3.4)) [30] als übliche Grenze für die Tragfähigkeit dar. Es zu erwähnen, dass bei der Ermittlung ein Säulendurchmesser von $D = 90$ cm und somit eine Verschiebung von 9 cm ausgewählt wurde, obwohl der tatsächliche Durchmesser der Säulen größer ist. Dies erfolgte aus Gründen der Vergleichbarkeit. Der mittlere Säulenwiderstand bei $s_g/D = 0,1$ beträgt $R_{c,m} = 5006$ kN.

Prüfkörper: D.Kxx

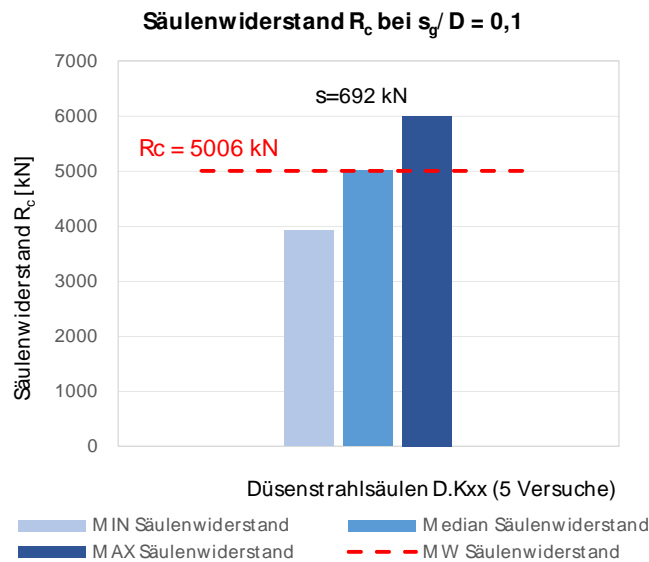


Abb. 10.22: Mittlerer Säulenwiderstand R_c bei einer Säulenkopfverschiebung von $s_g/D = 0,1$ der Düsenstrahlsäulen

In Abb. 10.23 ist der Säulenwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm dargestellt. Dieses Kriechmaß wird häufig zur Bestimmung des Säulenwiderstands im Grenzzustand der Tragfähigkeit herangezogen [23]. Der mittlere Säulenwiderstand bei einem Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm beträgt 2833 kN.

Prüfkörper: D.Kxx Düsenstrahlsäulen

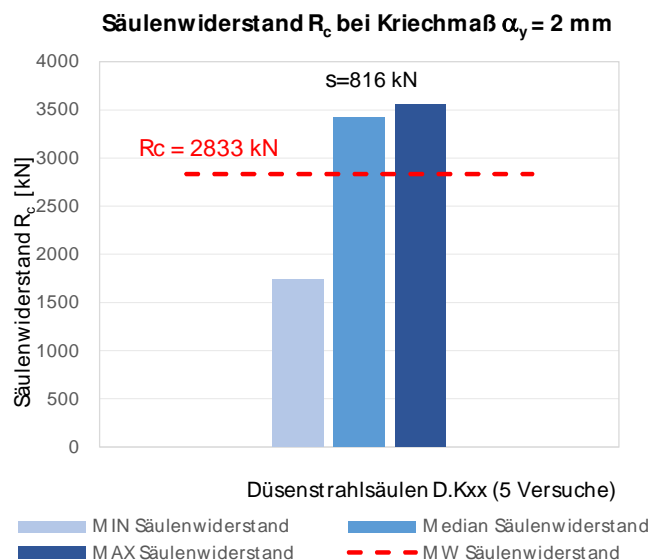


Abb. 10.23: mittlerer Säulenwiderstand R_c der Düsenstrahlsäulen bei Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm

10.3.6 Widerstands-Verschiebungslinien

In diesem Kapitel werden die Widerstands-Verschiebungslinien der Düsenstrahlsäulen gegenübergestellt.

Beim Diagramm in Abb. 10.24 ist Folgendes zu beachten: Bei den Widerstands-Verschiebungslinien sind aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils nur die Belastungsstufen (1. LS und 2. LS) dargestellt. Die vollständige Auflistung der Widerstände und Verschiebungen zum Ende jeder Laststufe ist in

Tab. 10.6 zu finden. Die Verschiebungslinie der 1. Lastschleife bis zu Gebrauchslast ist strichliert, die der 2. Laststufe bis zur maximalen Prüflast ist durchgezogen dargestellt.

Weiters sind die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) in Rot eingzeichnet. Diese Werte sind der statischen Bemessung [96] entnommen und mit den Teilsicherheiten beaufschlagt.

Tab. 10.5: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit der Düsenstrahlsäulen

Versuchsreihe	Bodenart im Lastabtragungsbereich	Art der Beanspruchung	charakteristischer Säulenwiderstand SLS [kN]	Bemessungswert der Tragfähigkeit ULS [kN]
D.Kxx	Kies	Axial Druck	1000	3050

Tab. 10.6: Versuchsdaten zu den Widerstands-Verschiebungslinien der Düsenstrahlsäulen

Pfahl Nr.	D.K51			D.K52			D.K53			D.K54			D.K55			
	Laststufe Nr	P _{Plast} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plast} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plast} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plast} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]	P _{Plast} [kN]	w _v [mm]	α _y [mm]
0		-43	0,3		-48	0,1		-47	0,1		-49	0,1		-44	-0,1	
1		-289	0,3	0,10	-294	-0,1	-0,03	-285	-0,2	-0,09	-286	0,0	0,06	-287	-0,4	0,0
2					-525	-0,3	0,00	-526	-0,5	0,00	-524	-0,6	-0,09	-524	-1,0	-0,1
3		-761	-0,9	-0,12	-764	-1,2	-0,67	-763	-0,9	0,00	-763	-2,5	-0,53	-761	-2,6	-0,3
4		-1001	-1,7	-0,14	-1008	-1,4	-0,10	-993	-1,7	-0,14	-1000	-4,8	-0,77	-997	-6,0	-0,7
5		-527	-1,4		-525	-1,2		-525	-1,4		-533	-4,4		-523	-5,7	
6		-53	-0,6		-54	-0,7		-52	-0,8		-53	-3,6		-55	-4,8	
7		-286	-0,8	0,00	-287	-0,8	0,01	-285	-0,9	0,00	-286	-3,8	0,11	-280	-5,3	0,0
8		-525	-1,2	0,01	-525	-1,0	0,02	-523	-1,2	0,01	-525	-4,0	0,02	-524	-5,7	0,0
9		-763	-1,5	0,00	-764	-1,1	0,00	-762	-1,5	0,00	-763	-4,4	-0,03	-763	-6,0	0,0
10		-1001	-1,8	-0,02	-1002	-1,4	0,01	-1000	-1,8	-0,03	-1001	-5,0	-0,19	-1001	-6,8	-0,3
11		-1314	-2,9	-0,22	-1312	-2,0	-0,02	-1314	-3,1	-0,20	-1317	-7,7	-0,60	-1316	-11,6	-1,2
12		-1627	-4,7	-0,32	-1627	-3,2	-0,17	-1625	-5,1	-0,24	-1633	-12,1	-1,56	-1627	-18,9	-1,7
13		-1940	-7,1	-0,55	-1939	-4,8	-0,26	-1940	-7,9	-0,66	-1941	-16,4	-1,99	-1943	-27,3	-2,6
14		-2253	-10,0	-0,80	-2254	-6,8	-0,53	-2253	-11,2	-0,79	-2249	-22,4	-1,48	-2444	-36,4	-3,0
15		-2877	-17,0	-1,17	-2877	-12,4	-1,00	-2889	-19,8	-1,72	-2876	-33,7	-2,22	-3160	-56,2	-4,2
16		-3506	-25,0	-1,93	-3503	-20,3	-1,95	-3507	-29,5	-2,05	-3504	-46,7	-2,85	-3522	-76,3	-5,6
17		-4128	-35,2	-2,85	-4125	-33,4	-4,59	-4128	-40,8	-3,06	-4125	-62,1	-3,95	-4140	-98,1	-7,6
18		-4744	-57,3	-6,37	-4755	-55,0	-5,88	-4751	-53,5	-3,65	-4752	-79,1	-4,83	-4742	-122,8	
19					-5369	-90,0	-13,18	-5377	-70,4	-6,25	-5374	-106,2	-13,33			
20					-5911	-93,8		-6008	-76,7		-5877	-116,1				
21		-3513	-85,0		-3506	-94,3		-3472	-140,8		-3529	-135,0		-3500	-146,5	
22		-1055	-81,3		-1066	-90,4		-1060	-136,9		-1041	-131,3		-1029	-143,0	
23		-570	-79,2		-549	-88,3		-583	-134,8		-551	-129,3		-555	-141,4	
24		-91	-74,6		-67	-84,1		-100	-129,2		-88	-125,5		-78	-136,8	

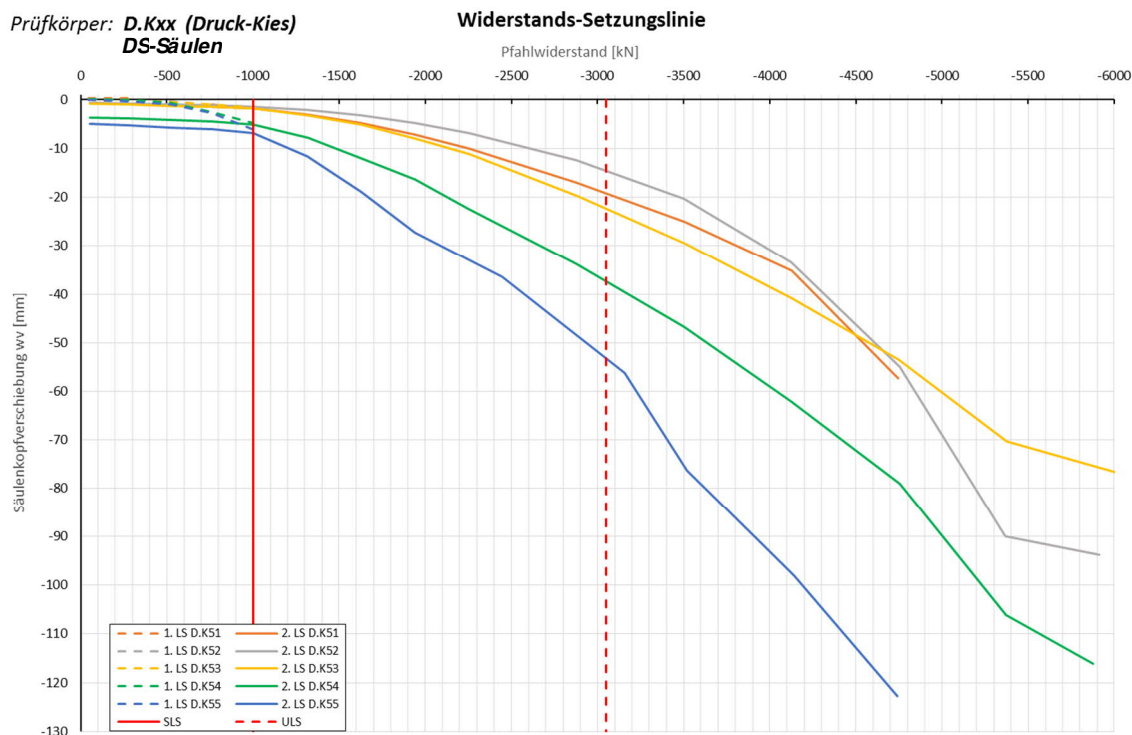


Abb. 10.24: Widerstands-Setzungslinien der jeweiligen Lastschleife (LS) der Düsenstrahlsäulen D.Kxx

Die zum Diagramm in Abb. 10.24 gehörigen Messwerte sind Tab. 10.6 zu entnehmen.

10.3.7 Widerstands-Kriechmaßlinie

Die nachfolgenden Widerstands-Kriechmaßlinien der Düsenstrahlsäulen werden in diesem Kapitel gegenübergestellt.

Bei untenstehendem Diagramm ist folgendes zu beachten: Bei den Widerstands-Kriechmaßlinien sind jeweils die Belastungsschleifen (1. LS und 2. LS) dargestellt. Die vollständige Auflistung der Widerstände und Verschiebungen zum Ende jeder Laststufe ist in

Tab. 10.6 zu finden. Die Verschiebungslinie der 1. Lastschleife bis zu Gebrauchslast ist strichliert, die der 2. Laststufe bis zur maximalen Prüflast ist durchgezogen dargestellt.

Weiters sind die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) in Rot eingezeichnet. Diese Werte sind der Tab. 10.5 entnommen.

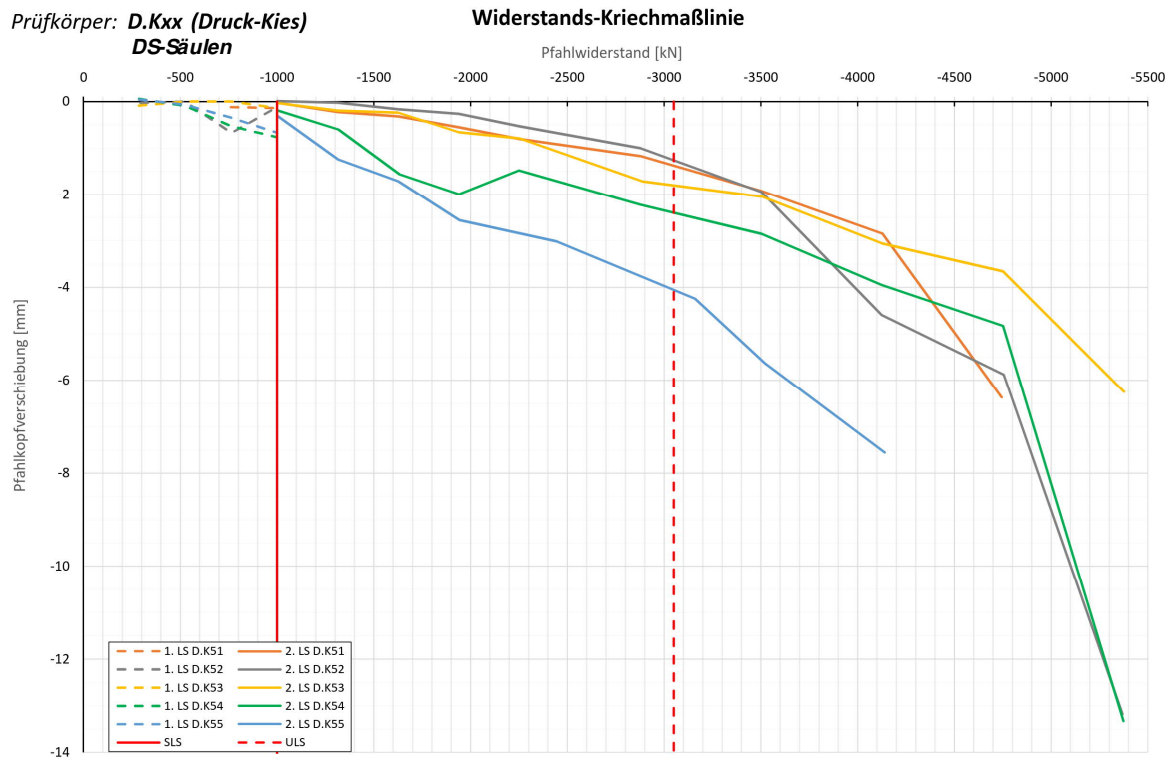


Abb. 10.25: Widerstands-Kriechmaßlinien der Düsenstrahlsäulen D.Kxx

Die zum Diagramm in Abb. 10.25 gehörigen Messwerte sind Tab. 10.6 zu entnehmen.

KAPITEL 11

Auswertung und Ergebnisse der Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen in Düsenstrahldichtsohlen (FPUH)

11.1 Allgemeines

Im vorliegenden Kapitel wird die generelle Vorgehensweise der Auswertungen der Herausziehversuche von Mikropfählen aus einer Düsenstrahlsohle erläutert. Die Auswertung sowie die Darstellung der Diagramme erfolgten im Sinne der EA-Pfähle [23].

Der Ablauf der Herausziehversuche wird anhand eines repräsentativen Mikropfahls exemplarisch dargestellt. In ANHANG D sind die gesamten Auswertungen der Herausziehversuchen angeführt.

Die Auswertungsmethodik entspricht grundsätzlich jener der Großbohrpfahlversuche. Die Auswertefiles, welche im Rahmen des Forschungsprojekts für Großbohrpfahlversuche entwickelt wurden, werden auch für die Auswertung der Herausziehversuche herangezogen. Für Zugversuche von Mikropfählen wurden diese Auswertung bereits im Rahmen der Diplomarbeit von Johannes Meusburger [JM] adaptiert.

Die generelle Auswertungsmethodik ist in Kapitel 9.1.1 genauer erläutert. Die Vorgehensweise bei den Auswertungen für voll-instrumentierte Versuche ist in Kapitel 9.2 bereits erläutert. Nachfolgend werden jedoch nochmals die Vorgehensweise und Änderungen zu den unter Kapitel 9.2 beschriebenen Auswertungen beschrieben.

11.2 Auswertung Herausziehversuch M.v58

11.2.1 Allgemeines

Im Folgenden wird die Auswertung eines repräsentativen Herausziehversuchs von Mikropfahlverankerungen aus einer Düsenstrahldichtsohle erläutert. Im Speziellen handelt es sich hierbei um den Mikropfahl M.v58. Dieser wurde mit einem Ankerstück am Pfahlfuß in der Düsenstrahldichtsohle verankert (siehe Kapitel 8.2 und Abb. 8.4).

Zunächst werden die Versuchsdaten aus den Feldprotokollen in die Exceltabelle übertragen. Die Laststufen und das zugehörige „Prüflast Soll“ sind in den Prüfabläufen in Kapitel 8.6.2 ersichtlich. Die Angabe der Zeitpunkte ist in weiterer Folge für die Abfrage von charakteristischen Versuchswerten erforderlich.

	K	L	M	N	O	P	Q
9	Daten aus Feldprotokoll und Prüfablauf						
10	Allgemeine Daten:			Laststufe	Beginn	Ende	Prüflast Soll
11	Prüfkörper:	M.v58			[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]
12	Versuch:	Ausziehversuch DS-Schirm		0	12:25	12:30	30
13	Prüffeld:	2		1	12:32	12:38	200
14	Bodenschicht/Krafteinleitungsstrecke	DSV-Schirm		2	14:40	12:45	30
15	Pfahlinstrumentierung (MWES II):			3	12:47	12:54	200
16	Kettenextensometer	nein		4	12:58	13:08	400
17	Bewehrungssensoren	nein		5	13:13	13:20	600
18	Sohldruckmessdose	nein		6	13:23	13:30	662
19	Versuchsdaten:			7	13:33	13:39	724
20	Prüfung Nr.:	86		8	13:42	13:48	786
21	Prüfdatum:	29.03.2018		9	13:51	13:57	848
22	Versuchsbeginn:	12:25		10	14:00	14:06	910
23	Versuchsende:	15:14		11	14:08	14:56	972
24	Wetterbedingungen:	12:00h 12°C bewölkt		12	14:57	15:02	600
25	besondere Versuchsbedingungen:	13:00h Sprung aufgrund Versagen des 2.Pfahls		13	15:03	15:08	200
26				14	15:09	15:14	30
27	Status:	Endfassung					
28							

Abb. 11.1: Allgemeine Versuchsdaten des Mikropfahls M.v58

11.2.2 Pfahlgeometrie und Materialkennwerte

Im Tabellenblatt „P3_GeometrieMaterial“ werden die Geometrie des Mikropfahls sowie die Materialkennwerte eingetragen. Die Höhenangaben von Messniveau und Pfahlober- und Unterkante sind durch Vermessung bzw. aus Planangaben bestimmt und können der Tab. 8.2 entnommen werden.

Geometrie Prüfkörper	
Bohrdurchmesser	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges}	32.365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau Großbohrpfahl, DSV)	müA
Messniveau (Mikropfahl)	157,23 müA
OK Pfahl bzw. GOK	156,50 müA
OK Krafteinleitungsstrecke	144,90 müA
UK Pfahl	143,60 müA
Freispielstrecke	12,33 m
Krafteinleitungsstrecke	1,30 m
Pfahllänge	12,90 m
Materialkennwerte:	
Betongüte:	
Zement:	CEM II/B-M (S-L) 32,5R
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50
E-Modul Beton / Zementstein E_C =	10,30 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS550
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} =	1960,00 mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} =	205,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} =	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} =	kN/mm ²

Abb. 11.2: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Pfahlgeometrie und Materialkennwerte des Mikropfahls M.v58

Die in Abb. 11.2 angeführten Materialkennwerte für das Zugglied sind der Zulassung des verwendeten Mikropfahls ANP SAS 550 d50 [19] entnommen. Der angeführte E-Modul der Zementsuspension, welche bei der Herstellung der Mikropfähle zur Anwendung kam, ist dem zugehörigen Laborbericht der MA 39 [88] entnommen.

11.2.3 Messdaten

Im Tabellenblatt „Daten1 MWES1“ werden die Rohdaten des Messwerterfassungssystems 1 (MWES I) eingefügt und entsprechend für die weitere Berechnung aufbereitet. Genauere Angaben zur Umrechnung der Rohdaten von Digits in die gewünschten Einheiten ist in der Arbeit von [MS] zu finden.

11.2.4 Basisdaten

Das Tabellenblatt „Basis1 MWES1“ dient der Berechnung von absoluter und relativer Pfahlkopfschiebung sowie der Ermittlung des Kriechmaßes.

11.2.5 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

11.2.5.1 Deckblatt

Das Deckblatt in Abb. 11.3 bietet eine Übersicht über die Rahmenbedingungen des Versuchs. Es enthält Angaben zur Versuchsdurchführung und Instrumentierung, zur Geometrie des Versuchskörpers und zu den verwendeten Materialien.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"		
AUSWERTUNG		
der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle		
Status: Endfassung		Stand: 21.10.2018
Allgemeine Angaben:		
Prüfkörper:	M.v58 (V-Typ1)	
Prüffeld:	2	
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm	
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm	
Pfahlinstrumentierung (MWES II):		
Kettenextensometer: nein		
Bewehrungssensoren: nein		
Sohldruckmessdose: nein		
Versuchsdaten:		
Prüfung Nr.:	86	
Prüfdatum:	29.03.2018	
Versuchsbeginn:	12:25 Uhr	
Versuchsende:	15:14 Uhr	
Wetterbedingungen:	12:00h 12°C bewölkt	
besondere Versuchsbedingungen:	13:00h Sprung aufgrund Versagen des parallel geprüften Pfahls	
Geometrie Prüfkörper:		
Bohrdurchmesser:	203,00 mm	
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²	
OK Pfahlkopf ^(Messniveau GBP, DSV) :	- müA	
Messniveau (Mikropfahl):	157,23 müA	
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA	
OK Haftstrecke:	144,90 müA	
UK Pfahl:	143,60 müA	
Länge Freispielstrecke:	12,33 m	
Länge Haftstrecke:	1,30 m	
Pfahllänge:	12,90 m	
Materialkennwerte:		
Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30 kN/mm ²	
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, S45 550	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{S5} :	1960,00 mm ²	
E-Modul Stabstahl E_{S5} :	205,00 kN/mm ²	
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{B5} :	0,00 mm ²	
E-Modul Bewehrungsstahl E_{B5} :	0,00 kN/mm ²	
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00 mm ²	
E-Modul Baustahl E_S :	0,00 kN/mm ²	

Abb. 11.3: Deckblatt Versuchsauswertung des Mikropfahls M.v58

11.2.5.2 Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

In Tab. 11.1 sind die Daten des MWES I für die Darstellung der nachfolgenden Diagramme angeführt. Es sind jeweils die Laststufen mit den dazugehörigen Beginn- und Endzeitpunkten angegeben. Ebenso sind die aufgebrauchte Prüfkraft und die mittlere Pfahlkopfverschiebung, welche aus dem Mittelwert der zwei vertikalen Wegaufnehmer gebildet wird, am Ende jeder Laststufe ersichtlich.

Weiters sind hier die Absolutverschiebungen und die Berechnung der Kriechmaße aufgelistet. Diese Werte werden für die Darstellung der Widerstands-Kriechmaßlinie und des Zeit-Verformungsverhaltens benötigt. Diese sind in Kapitel 11.2.5.4 und 11.2.5.5 näher erläutert.

Tab. 11.1: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen sowie Berechnung des Kriechmaßes des Mikropfahls M.v58

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																							
Laststufen		Prüflast und Verschiebung				Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]										Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung) [mm]	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	12:25	12:30	30	32	0,10	1,00	0,89	0,00															
1	12:32	12:38	200	202	7,28	6,21		1,96	7,16	7,17	7,27								1	5	7,16	7,27	0,16
2	14:40	12:45	30	24	0,91	0,73		1,07															
3	12:47	12:54	200	199	7,45	6,10		2,24	7,29	7,36	7,45								1	5	7,29	7,45	0,22
4	12:58	13:08	400	407	15,51	12,48		3,92	15,20	15,37	15,53								1	5	15,20	15,53	0,48
5	13:13	13:20	600	601	23,39	18,44		5,85	23,33	23,36	23,37								1	5	23,33	23,37	0,07
6	13:23	13:30	662	663	26,23	20,34		6,79	26,10	26,14	26,20								1	5	26,10	26,20	0,14
7	13:33	13:39	724	724	29,10	22,22		7,78	28,96	28,99	29,11								1	5	28,96	29,11	0,22
8	13:42	13:48	786	787	32,32	24,14		9,07	32,19	32,22	32,30								1	5	32,19	32,30	0,16
9	13:51	13:57	848	848	36,40	26,02		11,28	36,26	36,35	36,46								1	5	36,26	36,46	0,29
10	14:00	14:06	910	910	42,29	27,92		15,27	41,80	42,00	42,26								1	5	41,80	42,26	0,66
11	14:08	14:56	972	972	50,99	29,82		22,06	48,90	49,26	49,72	50,11	50,30	50,50	50,74	50,90			20	40	50,50	50,90	1,34
12	14:57	15:02	600	599	37,15	18,38		19,66	37,18	37,17													
13	15:03	15:08	200	206	20,67	6,33		15,24	20,68	20,67													
14	15:09	15:14	30	33	12,74	1,01		12,63	12,75	12,75													

Das Diagramm in Abb. 11.4 zeigt die Verläufe der Belastungsstufen und der Pfahlkopfverschiebungen des Mikropfahls M.v58. Es bildet den Zusammenhang zwischen Aufbringen der Prüfkraft und mittlerer Pfahlkopfverschiebung über die gesamte Versuchsdauer ab. Die zugehörigen Messwerte sind in Tab. 11.1 zu finden.

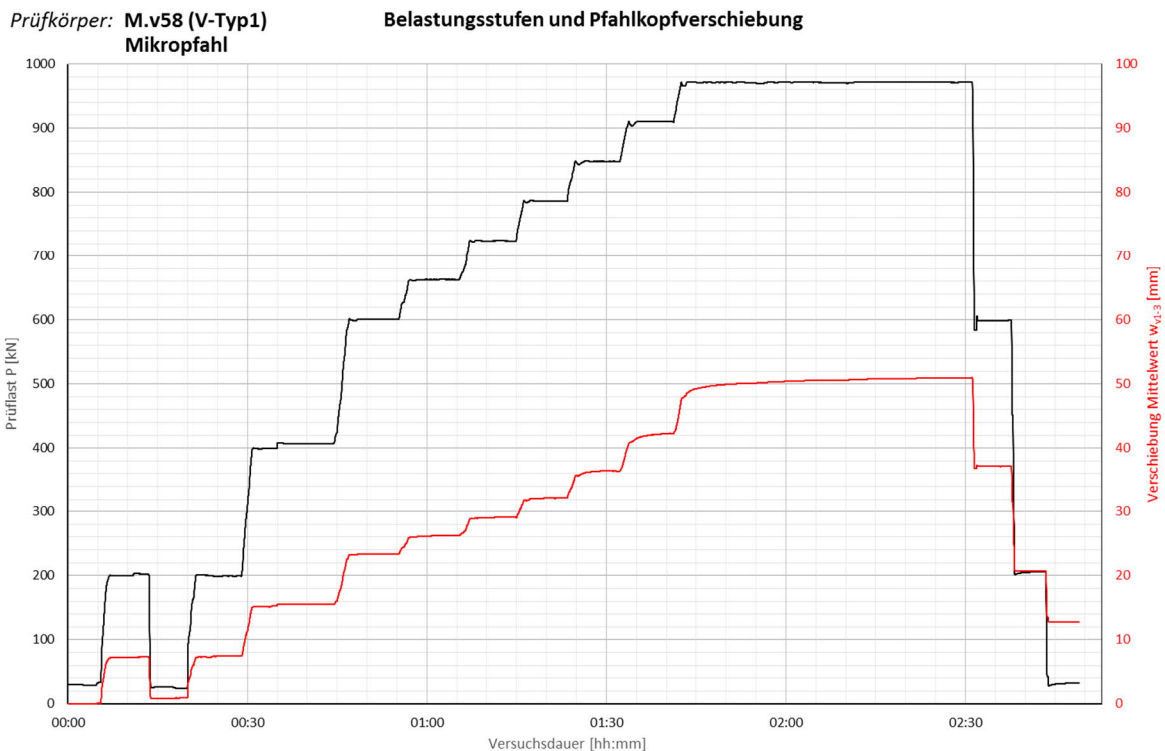


Abb. 11.4: Belastungsstufen und mittlere Pfahlkopfverschiebung w_{v,0.3} beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v58

Das Diagramm in Abb. 11.14 dient in erster Linie zur Übersicht und Kontrolle der Belastungsstufen. Es ist erkennbar, dass die Pfahlverschiebungen mit der aufgetragenen Belastung korrelieren. Sollte dies nicht der Fall sein, so wurde meistens das Umsetzen der vertikalen Wegaufnehmer nicht im Feldprotokoll vermerkt. Nach Korrektur in den Rohdaten, wie in Kapitel 9.1.1.2 beschrieben, stimmten jedoch bei allen Mikropfählen die Belastung und die Verschiebungen sehr gut überein.

Im vorliegenden Fall des Mikropfahls M.v58 ist erkennbar, dass der Mikropfahl im Zuge der Erstbelastung bis zur Gebrauchslast (LS 1) eine Vertikalverschiebung am Pfahlkopf von 7,2 mm aufwies. Auf der Stufe der Prüflast trat er eine Verschiebung von 50,9 mm auf. Weiters ist zu erkennen, dass der Pfahl auf dieser Laststufe eine länger andauernde Kriechverformung erfuhr. Deshalb wurde die Beobachtungszeit der LS 11 verlängert, bis die Kriechverformungen auf ein akzeptables Maß abgeklungen waren.

Das Diagramm in Abb. 11.5 zeigt die Einzelwerte der zwei vertikalen Wegaufnehmer sowie den daraus errechneten Mittelwert der Pfahlkopfverschiebungen. Dieses Diagramm dient ebenso der Kontrolle und zeigt, dass eine Mittelwertbildung der Verschiebungen als plausibel angenommen werden kann.

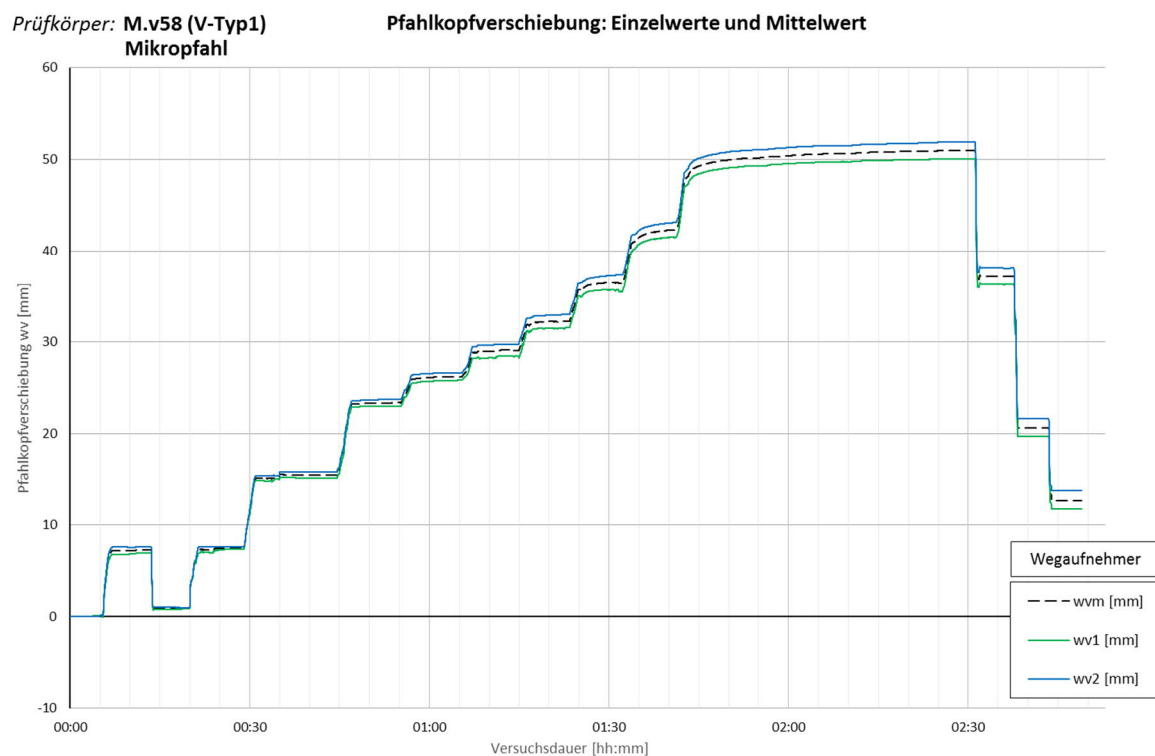


Abb. 11.5: Gemessene Pfahlkopfverschiebungen w_{v1} , w_{v2} , w_{v3} und Mittelwert $w_{v,m}$ beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56

11.2.5.3 Widerstands-Verschiebungslinie

Die Widerstands-Verschiebungslinie aus Abb. 11.6 zeigt einerseits die gesamten gemessenen Pfahlkopfverschiebungen in Abhängigkeit des Pfahlwiderstands R_c . Der Pfahlwiderstand entspricht hierbei der aufgetragenen Prüfkraft. Andererseits werden die rechnerisch ermittelten Pfahlverschiebungen ab Oberkante der Krafeinleitungsstrecke in Relation zum Pfahlwiderstand dargestellt.

Die beiden Lastschleifen zeigen die zwei Belastungszyklen des Versuchs. Dabei werden die Messwerte zum Ende jeder Laststufe zur Darstellung des Diagramms herangezogen. Sie sind in Tab. 11.1 angeführt. Diese Darstellung beinhaltet keine zeitabhängigen Setzungsanteile.

Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)
Mikropfahl

Widerstands-Verschiebungslinie

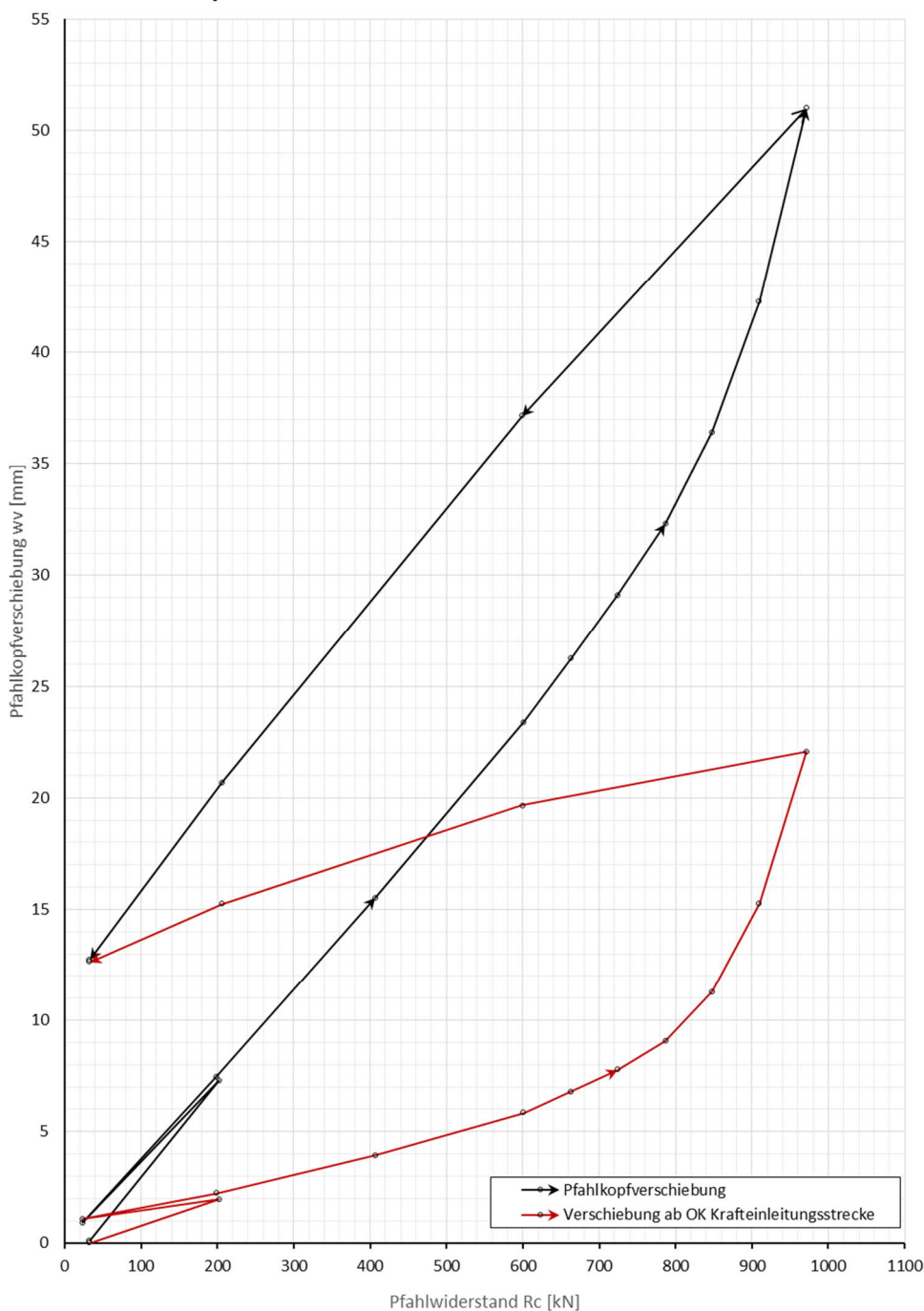


Abb. 11.6: Widerstands-Verschiebungslinie beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56

Für die Ermittlung der Widerstands-Verschiebungslinie ab Oberkante der Kraefteinleitungsstrecke müssen die elastischen Stahldehnungen des Zugglieds in der Freispielstrecke ermittelt werden. Diese werden von der Gesamtverschiebung des Pfahlkopf abgezogen.

Die elastische Stahldehnung Δl errechnet sich folgendermaßen: [JM]

$$\Delta l = \frac{P \cdot l_{FS}}{A_{SS} \cdot E_{SS}} \quad (11.1)$$

Dabei sind:

- P Prüfkraft IST [kN]
 l_{FS} Länge der Freispielstrecke [m]
 A_{ss} Nennquerschnitt Stabstahl [mm²]
 E_{ss} E-Modul Stabstahl [kN/mm²]

Sämtliche Materialkennwerte sind dem Deckblatt in Abb. 11.3 entnehmen.

Zur Berechnung der Verschiebung an der Oberkante der Krafteinleitungsstrecke wird ein Korrekturfaktor eingeführt, welcher die Verschiebungen der Vorbelastung und die Nullung der Wegaufnahme berücksichtigt [JM]. Der Korrekturwert wird aus der Differenz der Pfahlkopfverschiebungen auf der Laststufe 0 und der elastischen Längenänderung des Stahlzugglieds folgendermaßen berechnet:

$$\text{Korrekturwert} = \Delta l_{FS} - w_{vm,LS0} \quad (11.2)$$

- $w_{vm,LS0}$ mittlere Pfahlverschiebung auf Laststufe 0 [mm]
 Δl_{FS} elastische Längenänderung des Stahlzugglieds auf Laststufe 0 [mm]

Die Verschiebung an der Oberkante der Krafteinleitungsstrecke $w_{v,Krafteinleitungsstrecke}$ wird folgendermaßen berechnet:

$$w_{v,Krafteinleitungsstrecke} = w_{vm,1-2} - \Delta l + \text{Korrekturwert} \quad (11.3)$$

- $w_{v,Krafteinleitungsstrecke}$. Pfahlverschiebung an der Oberkante der Krafteinleitungsstrecke der jeweiligen Laststufe
 $w_{vm,1-2}$ mittlere Pfahlverschiebung der jeweiligen Laststufe
 Δl elastische Längenänderung des Stahlzugglieds [mm] der jeweiligen Laststufe

Berechnungsbeispiel der elastischen Stahldehnung für die Laststufe 1 (Gebrauchslast):

$$\Delta l = \frac{202,43 \cdot 12,33}{1960 \cdot 205} = 6,21 \text{ mm} \quad (11.4)$$

$$\text{Korrekturwert} = 1,00 - (0,103) = 0,89 \quad (11.5)$$

$$w_{v,Krafteinleitungsstrecke} = 7,28 - 6,21 + 0,89 = 1,96 \text{ mm} \quad (11.6)$$

11.2.5.4 Zeit-Verformungs-Verhalten

Das Zeit-Verformungsverhalten stellt die Pfahlkopfsetzung mit dem Logarithmus der Beobachtungszeit jeder Laststufe in Verbindung. Dabei ist im Diagramm in Abb. 11.7 die absolute Zeitverformung für die einzelnen Belastungsstufen dargestellt. Diese Darstellung ist jedoch aufgrund der Skalierung weniger aussagekräftig. Die Absolutwerte sowie Laststufen und die zugehörigen Prüfkraften sind in Tab. 11.1 ersichtlich.

Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)
Mikropfahl

Zeitverformung

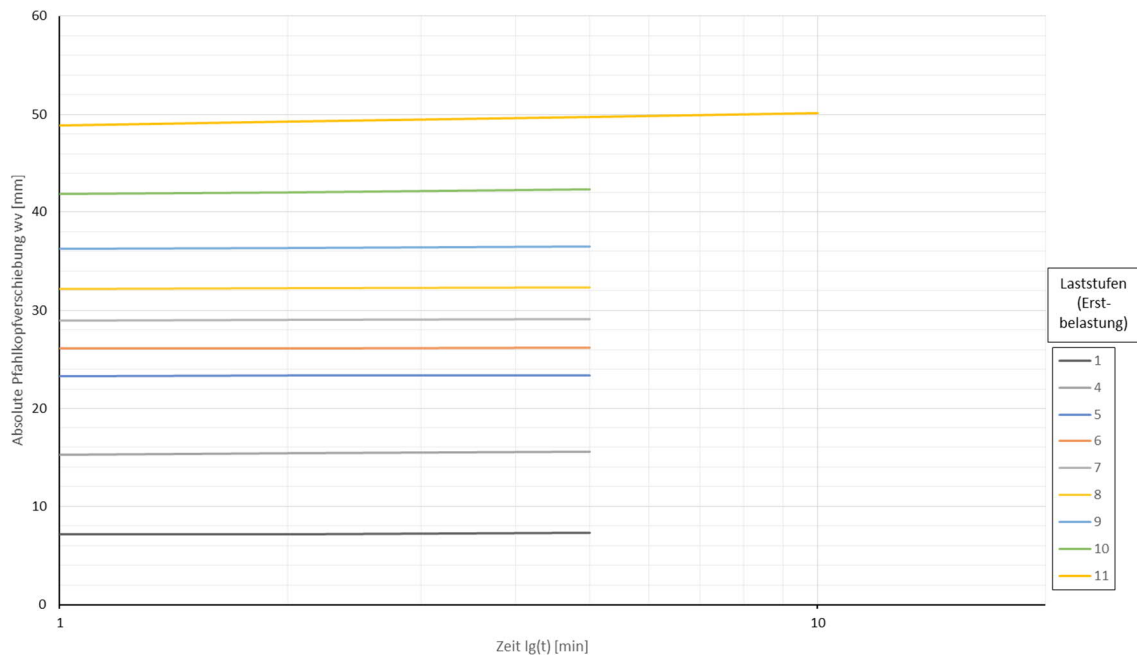


Abb. 11.7: Absolute Zeitverformung beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56

In Abb. 11.8 ist die relative Zeitverformung dargestellt. Hierbei sind grundsätzlich dieselben Werte aufgetragen, jedoch wurde zu Beginn jeder Laststufe der Wert der Verschiebung normiert. Das bedeutet, dass der Ursprung der jeweiligen Verschiebung, durch Abziehen der Pfahlkopfverschiebung am Beginn der Laststufe, in den Nullpunkt verschoben wird. Dieses Diagramm bietet einen besseren Überblick über die Relation der Verschiebungen der Laststufen zueinander.

Ein Berechnungsbeispiel für die Laststufe 11 zum Zeitpunkt $\Delta t = 40$ min lautet wie folgt:

$$w_{v,m1-3,rel} = w_{v,m,40min} - w_{v,m,1min} = 50,90 - 48,90 = 2,0 \text{ mm} \quad (11.1)$$

Außerdem eignet sich das Diagramm in Abb. 11.8 gut, um eine passende Steigungsgerade zu wählen. Mit dieser wird das Kriechmaß bestimmt. Das Kriechmaß entspricht der Steigung der Tangente an die Zeitverformungslinie [AS]. Die rot strichlierte Linie im Diagramm in Abb. 11.8 symbolisiert diese Steigungsgerade.

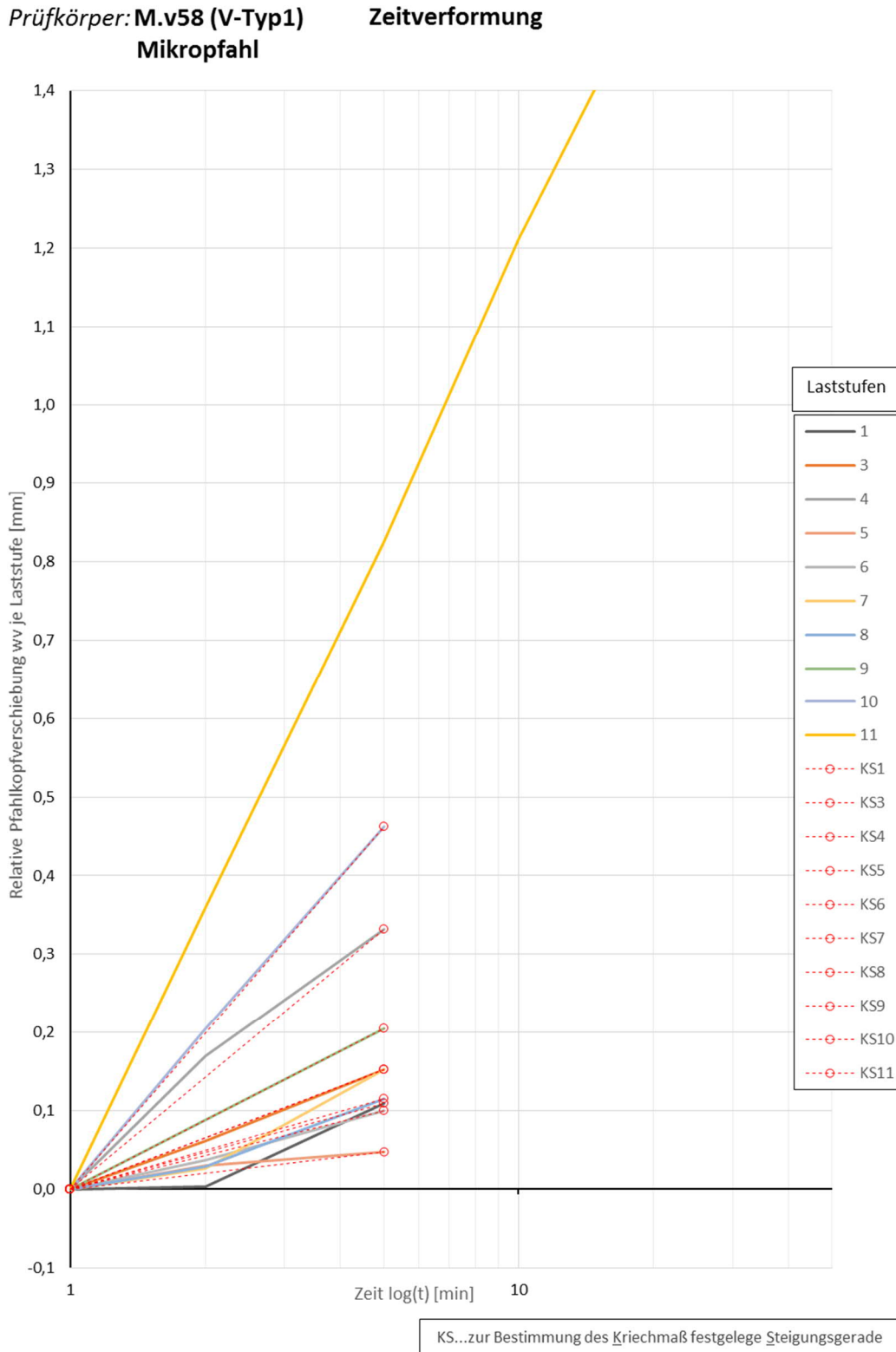


Abb. 11.8: Relative Zeitverformung beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56

Die in Abb. 11.18 dargestellten Messwerte sowie die Laststufen und die zugehörige Prüfkraft sind Tab. 11.1 zu entnehmen.

11.2.5.5 Widerstands-Kriechmaßlinie

Das Diagramm in Abb. 11.9 zeigt den Verlauf der Widerstands-Kriechmaßlinie der Erst- und Wiederbelastungsstufen des Mikropfahls M.v56. Das Kriechmaß definiert die zeitanhängige Verschiebung des Pfahlkopfes unter konstanter Belastung. [23]

Die Berechnung des Kriechmaßes α_y erfolgte gemäß der Definition in Kapitel 9.2.6.7 und Gleichung (9.7). Die entsprechenden Ergebnisse der Berechnung des Kriechmaßes sind in Tab. 11.1 ersichtlich.

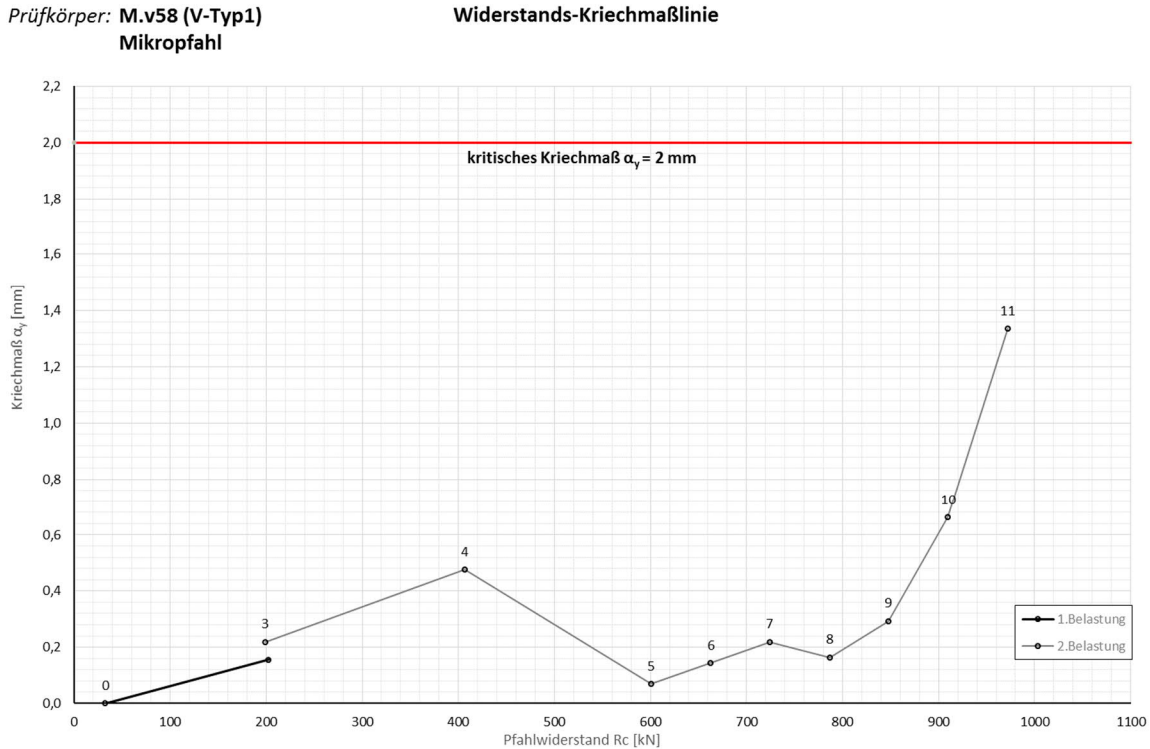


Abb. 11.9: Widerstands-Kriechmaßlinie beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56

11.3 Vergleich ausgewählter Kennwerte der Herausziehversuche

In diesem Kapitel werden ausgewählte Kennwerte der durchgeführten Herausziehversuche zusammengefasst und verglichen. In den folgenden Diagrammen werden die Pfahlkopfverschiebung und das Kriechmaß auf Gebrauchslast dargestellt, sowie die maximale Pfahlkopfverschiebung und die maximale Prüfkraft der Mikropfähle.

Es werden jeweils die Messwerte aller Mikropfähle in Form von Säulendiagrammen aufgezeigt. Diese Werte werden nach Verankerungstyp in Gruppen geordnet. Es sind die minimalen Werte, die Mediane, die maximalen Werte und die Mittelwerte inklusive Standardabweichung der Kennwerte dargestellt. Daraus folgt die Bildung des Mittelwerts der einzelnen Versuchsreihen sowie aller erfolgten Herausziehversuche. Die Standardabweichung der Kennwerte ist auf die Mittelwerte der Versuchsreihen bezogen.

Die Mikropfahlerien unterscheiden sich hinsichtlich des Verankerungstyps (V-Typs). Es kamen vier verschiedene Verankerungstypen zu Ausführung, welche in Abb. 8.4 dargestellt sind. Eine Ausführung des Mikropfahls ohne Ankerstück und Mutter entspricht dabei Verankerungstyp 0. Verankerungstyp 1 wurde mit einem Ankerstück und Kontermutter hergestellt, Verankerungstyp 2 mit zwei Ankerstücken und einer Kontermutter und Verankerungstyp 3 mit drei Ankerstücken und einer Kontermutter hergestellt.

Verankerungstyp	Serie	Prüfkörper	Prüfung Nr.	Datum	Gebrauchlast SOLL		max. Prüflast SOLL	Gebrauchlast IST	vertikale Pfahlkopferschiebung bei Gebrauchlast		Kriechmaß bei Gebrauchlast	Prahwiderstand bei Kriechmaß=2	max. Prüflast IST	max. vertikale Pfahlkopferschiebung	Ende Prüfablauf
					kn	mm			mm	mm					
Herausziehversuche	M.v.**	Typ 0	M.v55	85	29.03.2018	200	972	199	6,8	0,01	x	459	19,4	Versagen, schlagartiger Bruch	
			M.v56	89	04.04.2018	200	972	195	19,5	0,02	x	971	56,2	kein Versagen	
			M.v60	82	27.03.2018	200	972	201	6,4	0,01	x	971	43,7	kein Versagen, Prüfung nach altem Prüfablauf	
		Typ 1	Mittelwerte Typ 0				200	972	198	10,9	0,01		800	39,8	
			M.v52	88	03.04.2018	200	972	199	17,2	0,25	x	969	61,4	kein Versagen	
			M.v57	81	27.03.2018	200	972	203	8,2	0,08	x	974	42,9	kein Versagen, Prüfung nach altem Prüfablauf	
		Typ 2	Mittelwerte Typ 1				200	972	200	7,2	0,16		972	51,0	kein Versagen
			M.v54	91	05.04.2018	200	972	198,5	13,2	0,04	x	954	57,5	Versagen, Bruch	
			M.v59	90	04.04.2018	200	972	203	8,1	0,26	911	962	80,3	Versagen, Kriechen	
		Typ 3	Mittelwerte Typ 2				200	972	198	15,2	0,02		970	53,7	kein Versagen
			M.v62	83	28.03.2018	200	972	200	12,2	0,11		962	63,8		
			M.v51	92	06.04.2018	200	972	200	5,6	0,01	x	970	42,3	kein Versagen	
	Mittelwerte Typ 3				200	972	202	11,5	0,30		973	51,8	kein Versagen		
	M.v61	84	28.03.2018	200	972	202	6,9	0,09	x	970	60,3	kein Versagen			
		Mittelwerte Typ 3			200	972	201	8,0	0,13		971	51,5			
		Mittelwerte			200	972	200	10,5	0,10		926	51,7			

Abb. 11.10: Übersicht der Ergebnisse der Herausziehversuche

Bei den unter Punkt 11.3.1 bis 11.3.4 dargestellten Diagrammen ist Folgendes zu beachten: Die Säulendiagramme zeigen jeweils Minimum, Median und Maximum des angegebenen Kennwertes in Blautönen. Der Mittelwert des Kennwertes der einzelnen Versuchsreihen ist strichliert in Rot dargestellt. Von diesem wird jeweils die Standardabweichung jeder Serie gezeigt. Der absolute Mittelwert aller Versuchsreihen ist mittels einer roten durchgezogenen Linie abgebildet. Weiters sind teilweise die Längen der Prüfstrecken strichliert in Grün, mit Bezug zur Sekundärachse, dargestellt.

Die Vergleiche der Widerstands-Verschiebungslinien der Herausziehversuche sind in Punkt 11.3.5 ersichtlich. Die Verbundspannungen werden in Punkt 11.3.6 ermittelt.

11.3.1 Vertikale Pfahlkopfverschiebung bei Gebrauchslast

Im folgenden Diagramm in Abb. 11.11 sind die vertikalen Pfahlkopfverschiebungen bei einer Gebrauchslast von $F_{ck} = 200$ kN aufgezeigt. Die Mikropfähle weisen eine mittlere Pfahlkopfverschiebungen von 10,5 mm auf. Die maximalen Verschiebungen sind beim Verankerungstyp 0, also bei Pfählen ohne Ankerstück aufgetreten, jedoch liegt der Mittelwert nur knapp über dem Mittelwert der gesamten Serie.

Betrachtet man nun den Mittelwert und den Median der Versuchsreihe, so zeigt sich, dass die Mikropfähle des Verankerungstyps 2 (mit 2 Ankerstücken) etwas größere Verschiebungen als Verankerungstyp 0 und 1 aufweisen. Verankerungstyp 3 weist die geringsten Verschiebungen auf.

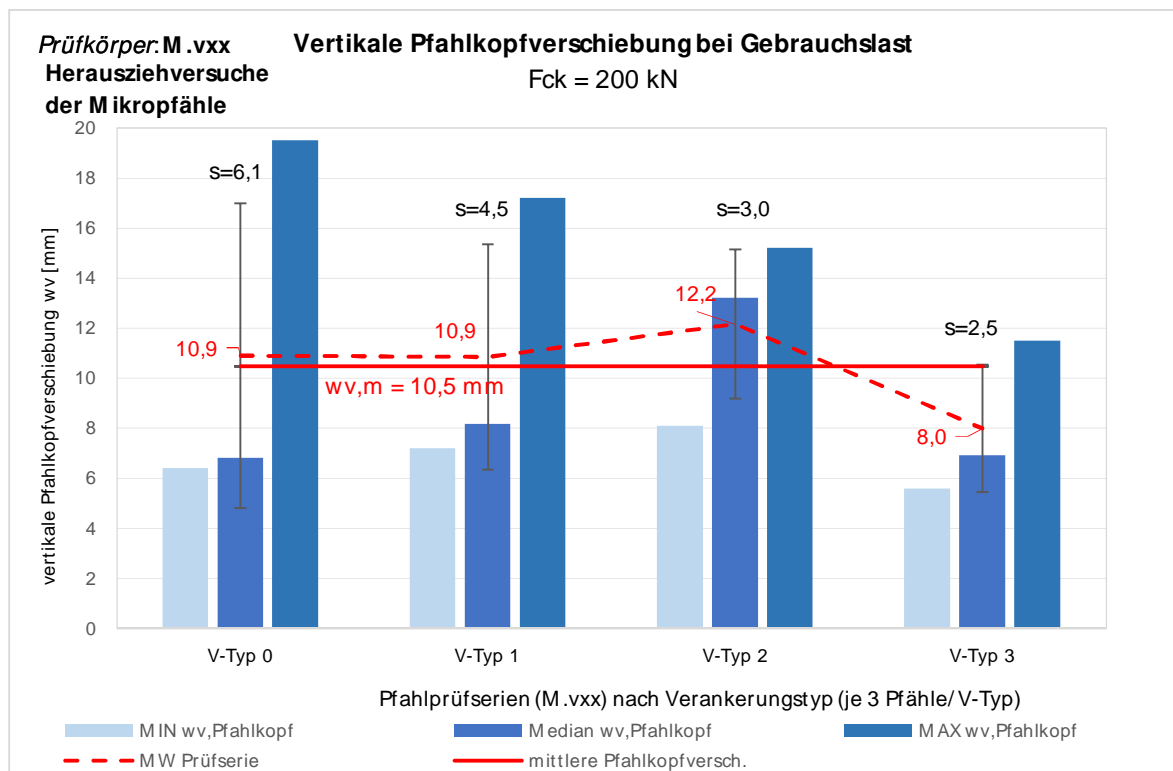


Abb. 11.11: Mittelwerte der vertikalen Pfahlkopfverschiebung w_v bei Gebrauchslast $F_{ck} = 200$ kN, Herausziehversuche der Mikropfähle

11.3.2 Kriechmaß bei Gebrauchslast

Das Diagramm in Abb. 11.12 zeigt das Kriechmaß der Mikropfahlverankerungen bei einer Gebrauchslast von $F_{ck} = 200$ kN. Die Mikropfähle weisen ein geringes mittleres Kriechmaß von $\alpha_y = 0,1$ mm auf.

Hierbei fallen die sehr geringen Kriechverformungen der Mikropfähle ohne Ankerstück auf. Die Mikropfähle der Verankerungstypen 1 bis 3 weisen im Wesentlichen ähnliche Kriechmaße auf.

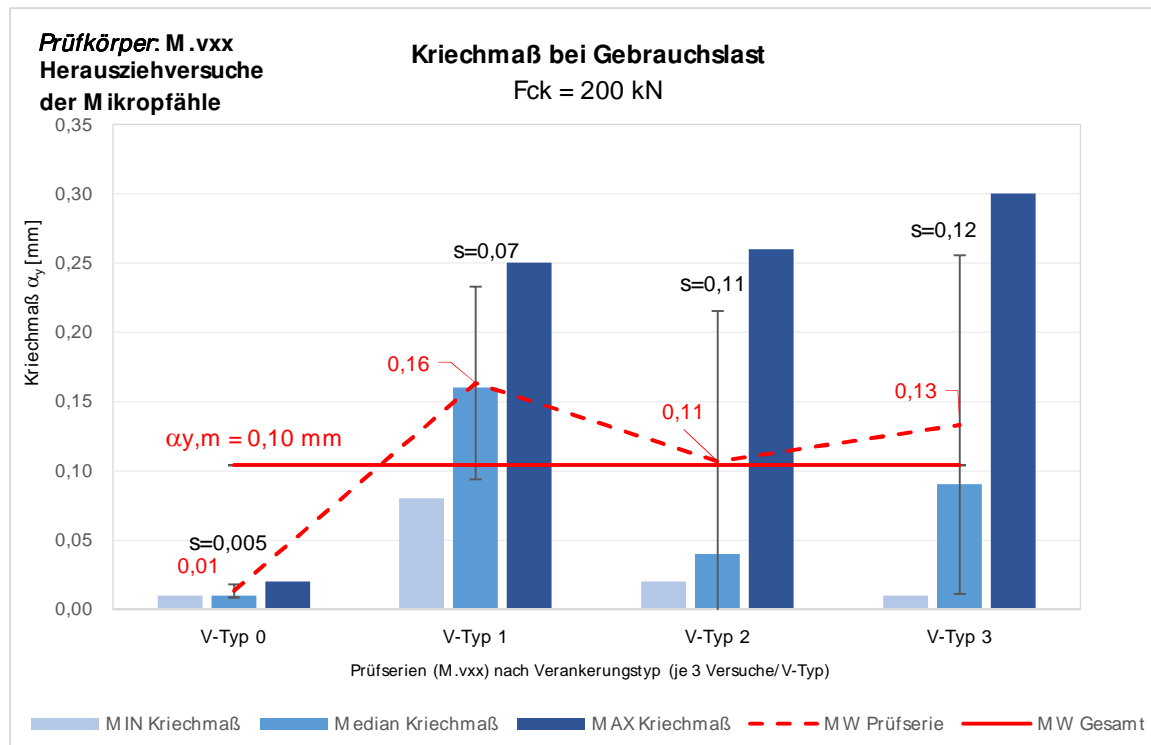


Abb. 11.12: Mittelwerte des Kriechmaßes α_y bei Gebrauchslast $F_{ck} = 200$ kN, Herausziehversuche der Mikropfähle

11.3.3 Maximale vertikale Pfahlkopfverschiebung

Das Diagramm in Abb. 11.13 zeigt die maximalen vertikalen Pfahlkopfverschiebungen, die im Zuge des Versuchs aufgetreten sind. Sie weisen im Mittel 52 mm auf.

Bei der Probelastung des Mikropfahls M.v55 konnte nur eine Prüfkraft von 459 kN (siehe Abb. 11.14) aufgebracht werden, eher dieser schlagartig versagte. Ein möglicher Grund dafür ist die planmäßige Lage der Mikropfahlverankerung im Schnittpunkt von drei Düsenstrahlsäulen (siehe Abb. 8.2). Durch Bohrabweichungen während der Herstellung könnte es zur Bildung von Lücken und somit unzureichendem Verbund zwischen Düsenstrahlkörper und Stahlzugglied gekommen sein. Solche Lücken können zum Beispiel durch nicht mehr vom Düsenstrahl erreichten Boden oder durch Verschattung von bereits hergestellten und erhärteten Säulen entstehen. Der Mikropfahl M.v55 wurde ohne Ankerstück (V-Typ 0) ausgeführt. Dies dürfte ein weiterer Grund für das frühe Versagen gewesen sein.

Es ist zu erkennen, dass bei den Mikropfählen des Verankerungstyps 2, die größten vertikalen Pfahlkopfverschiebungen auftreten. Dabei ist zu erwähnen, dass 2 Mikropfähle des Verankerungstyps 2 während der Probelastung auf der letzten Laststufe zum Versagen gebracht wurden. Der Mikropfahl M.v54 versagte durch Bruch. Der Mikropfahl M.v59 wies sehr große Kriechverformungen auf. Diese konnten jedoch bei einem Abfallen der Prüfkraft auf 962 kN wieder auf das vorgegebene Maß abklingen. Betrachtet man nun ebenfalls die Lage der Mikropfähle in der Düsenstrahlsohle (siehe Abb. 8.2), so befindet sich Mikropfahl M.v59 ebenfalls in einem Schnittpunkt von drei Säulen. Der Mikropfahl M.v54 liegt planmäßig im Überschneidungsbereich zweier Säulen.

Um eine definitive Aussage treffen zu können, müssten die tatsächlichen Abmessungen der Sohle und die Lage der Mikropfähle darin herangezogen werden.

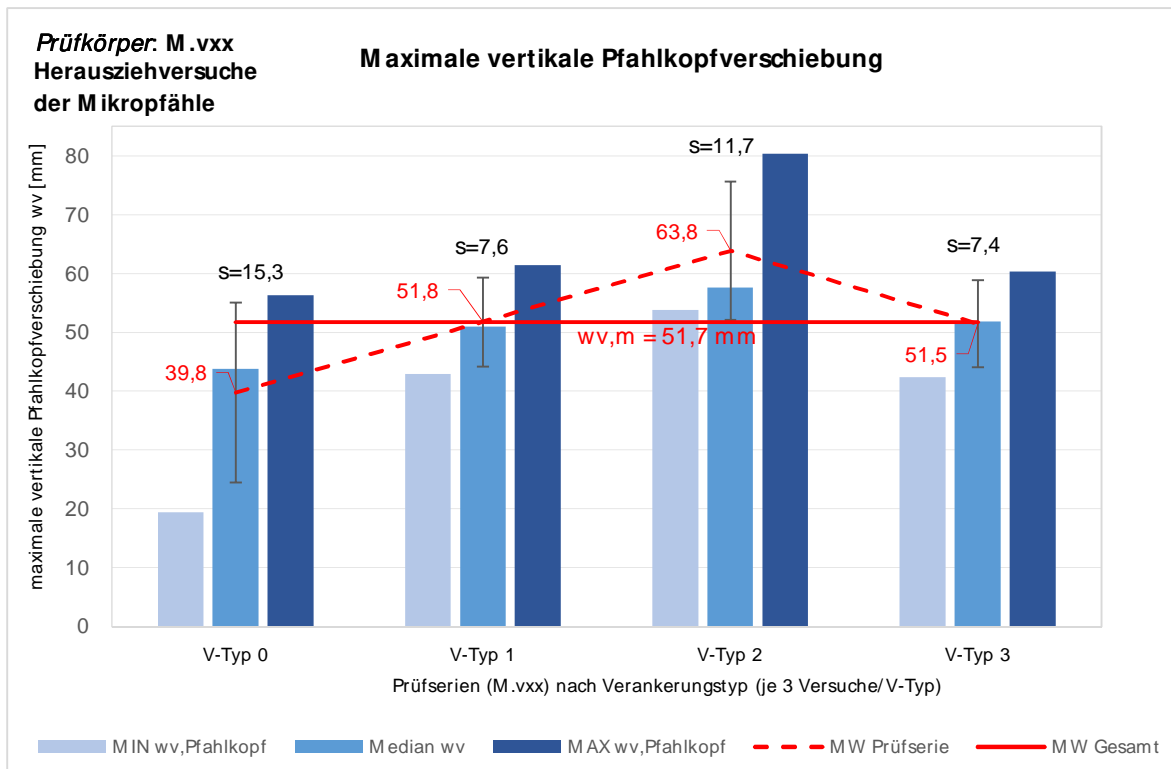


Abb. 11.13: Maximale vertikale Pfahlkopfverschiebung der Herausziehversuche der Mikropfähle

11.3.4 Maximale Prüfkraft

Das folgende Diagramm der maximalen Prüfkraft soll als Überblick über die maximal erreichten Prüflasten dienen. Generell ist zu erwähnen, dass bei fast allen Mikropfahlverankerungen die maximal zulässige Prüflast von $P_p = 972 \text{ kN}$, welche in der Zulassung des Stahlzugglieds definiert ist, erreicht werden konnte. Bei zwei Mikropfählen war ein schlagartiges Versagen zu beobachten.

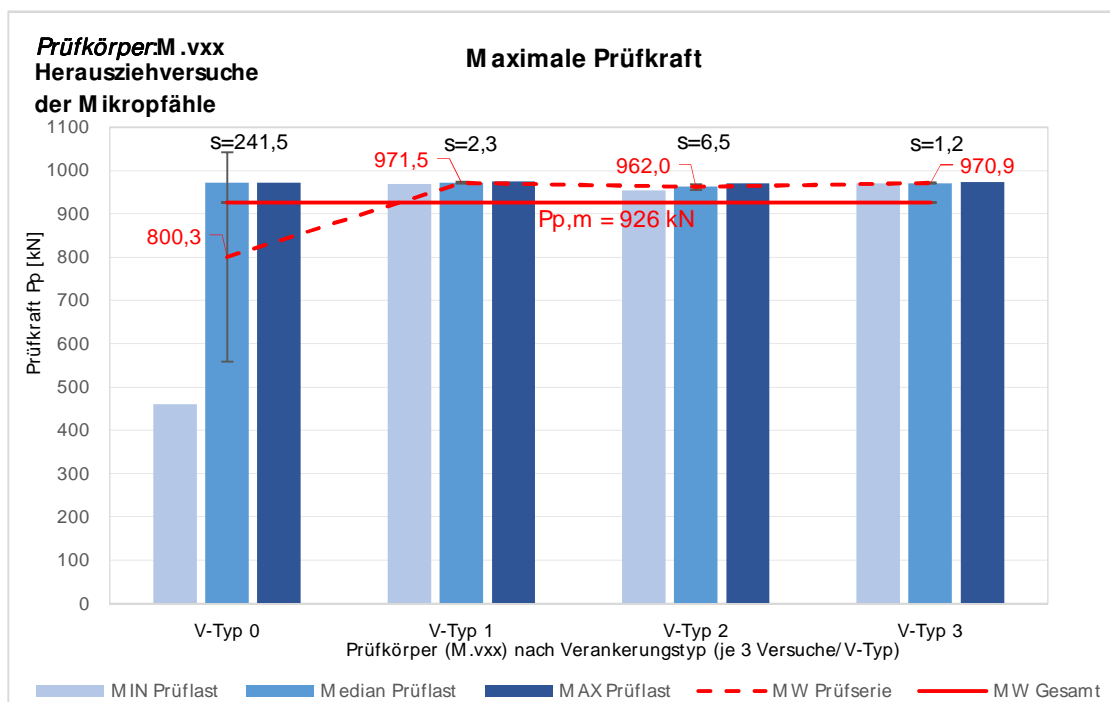


Abb. 11.14: Maximale Prüflast P_p der Herausziehversuche der Mikropfähle

11.3.5 Widerstands-Verschiebungslinien der einzelnen Mikropfähle

Es werden die Widerstands-Verschiebungslinien der einzelnen Versuchspfähle der Herausziehversuche dargestellt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden jedoch nur die Belastungsphasen der Mikropfähle dargestellt. Dabei wird die erste Belastungsphase bis zur charakteristischen Gebrauchslast der Mikropfähle strichliert und die zweite Belastungsphase bis zum Erreichen der Prüfkraft mit durchgezogenen Linien dargestellt. Weiters werden jeweils nur die Verschiebungen in der Krafteinleitungsstrecke, ohne elastische Stahldehnungen der Zugglieder im Bereich der Freispielstrecke, betrachtet. Nähere Angaben zur Darstellung der Widerstands-Verschiebungslinien sind in Kapitel 11.2.5.3 zu finden.

Weiters sind die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) in Rot eingezeichnet. Diese Werte sind der statischen Bemessung [96] entnommen und mit den Teilsicherheiten beaufschlagt.

Tab. 10.2: Herausziehversuche - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit

Mikropfahl Nr.	Lastabtragungsbereich	Art der Beanspruchung	charakteristischer Pfahlwiderstand SLS [kN]	Bemessungswert der Tragfähigkeit ULS [kN]
M.vxx	DS-Schirm	Axial Zug	200	300

Vergleicht man die Widerstands-Verschiebungslinien der Mikropfahlverankerungen, so weisen diese größtenteils ein ähnliches Verhalten auf.

11.3.5.1 Versuchsreihe Verankerungstyp 0

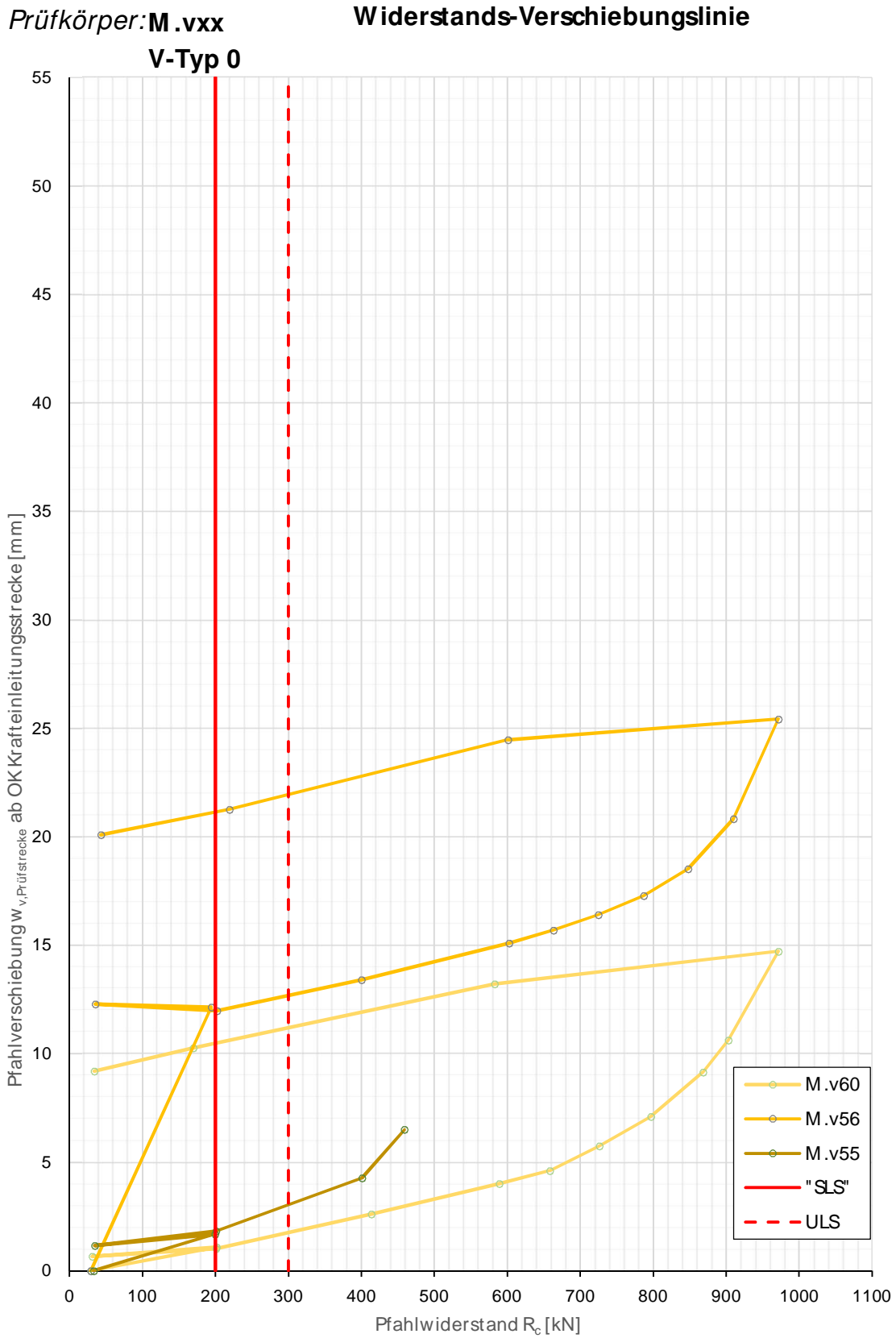


Abb. 11.15: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 0 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

Tab. 11.3: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 0 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

V-Typ 1	M.v55			M.v56			M.v60			LS-Prüfablauf,alt Nr
	Laststufe Nr	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	
0	33	-0,1	0,0	29	2,36	0,00	29	1,9	0,0	0
1	199	6,6	1,7	194	19,49	12,14	201	8,3	1,1	4
2	34	1,1	1,2	35	14,84	12,30	31	2,6	0,7	6
3	201	6,8	1,8	202	19,55	11,98	201	8,2	1,0	10
4	401	15,4	4,3	400	26,95	13,40	414	16,3	2,6	16
5	459	19,4	6,5	602	34,75	15,09	589	23,1	4,0	21
6				663	37,19	15,69	658	25,8	4,6	23
7				724	39,76	16,42	726	29,1	5,8	25
8				787	42,51	17,28	797	32,6	7,1	27
9				847	45,58	18,52	868	36,8	9,1	29
10				910	49,77	20,83	903	39,4	10,6	30
11				971	56,24	25,43	971	45,6	14,7	32
12				601	44,09	24,48	582	32,1	13,2	34
13				219	29,36	21,26	170	16,5	10,3	35
14				43	22,85	20,09	34	11,2	9,2	37

11.3.5.2 Versuchsreihe Verankerungstyp 1**Tab. 11.4:** Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 1 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

V-Typ 1	M.v52			M.v57			M.v58			LS-Prüfablauf,alt Nr
	Laststufe Nr	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P1st} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	
0	28	0,2	0,0	40	1,5	0,0	32	0,1	0,0	0
1	199	17,2	11,9	203	8,2	1,6	202	7,3	2,0	4
2	37	11,8	11,4	31	2,4	1,1	24	0,9	1,1	6
3	199	17,4	12,1	202	8,4	1,8	199	7,5	2,2	10
4	403	26,4	14,9	413	16,2	3,2	407	15,5	3,9	16
5	600	34,4	17,0	586	22,8	4,4	601	23,4	5,8	21
6	662	37,2	17,9	656	25,5	4,9	663	26,2	6,8	23
7	725	40,0	18,9	728	28,6	5,8	724	29,1	7,8	25
8	786	43,3	20,3	797	31,7	6,8	787	32,3	9,1	27
9	848	47,7	22,8	869	35,5	8,3	848	36,4	11,3	29
10	909	53,1	26,4	905	37,5	9,3	910	42,3	15,3	30
11	969	61,4	32,8	973	42,9	12,5	972	51,0	22,1	32
12	609	48,4	30,7	584	29,7	11,4	599	37,1	19,7	34
13	216	32,9	27,0	202	16,8	10,2	206	20,7	15,2	35
14	41	25,8	25,2	30	10,3	9,1	33	12,7	12,6	37

Prüfkörper: M.vxx
V-Typ 1

Widerstands-Verschiebungslinie

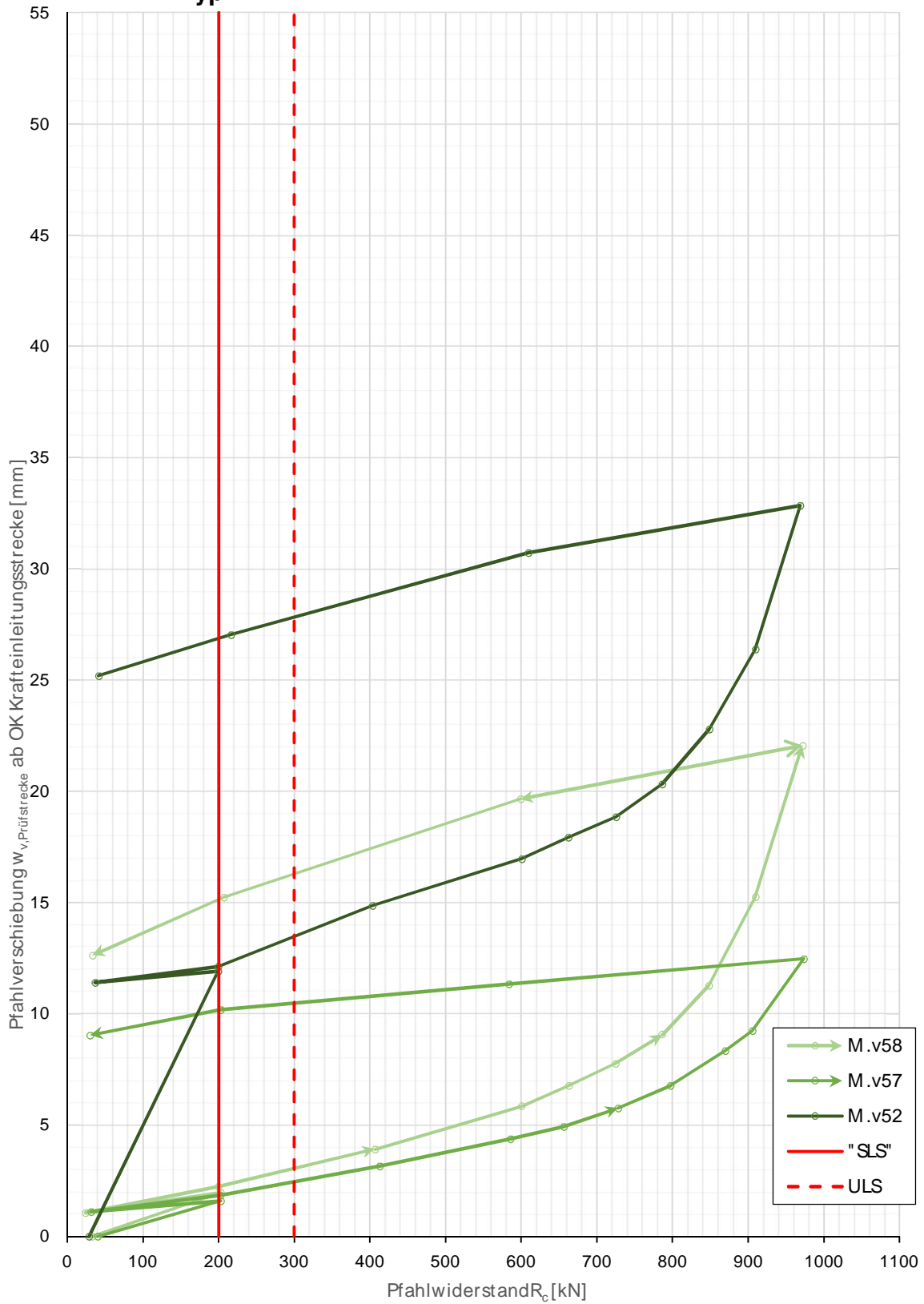


Abb. 11.16: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 1 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

11.3.5.3 Versuchsreihe Verankerungstyp 2

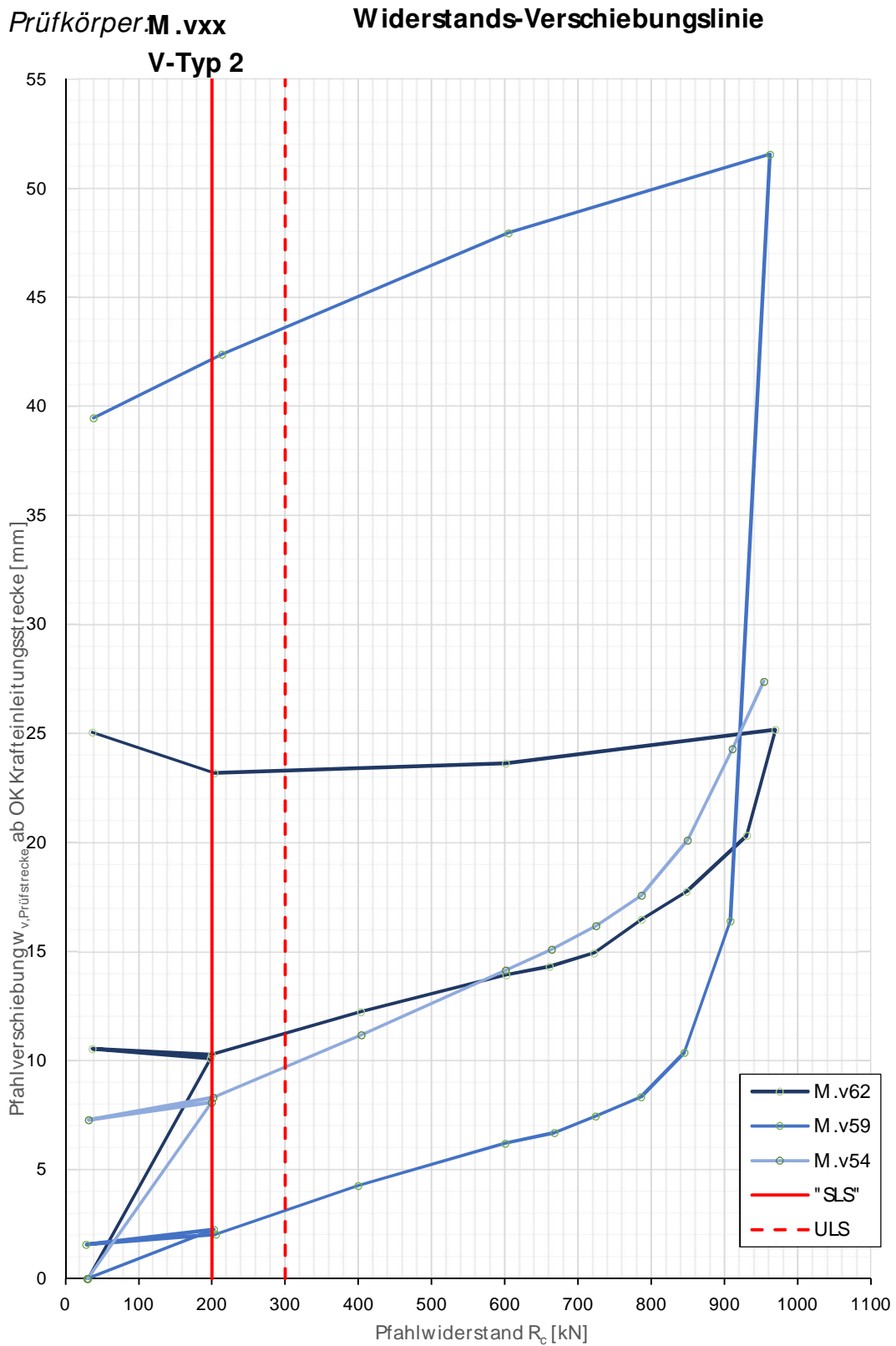


Abb. 11.17: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 2 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

Tab. 11.5: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 2 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

V-Typ 2	M.v54			M.v59			M.v62		
	Laststufe Nr	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Pfahlkopf} [mm]
0	30	2,3	0,0	30	0,6	0,0	31	0,1	0,0
1	200	15,5	8,1	203	8,1	2,3	198	15,2	10,1
2	31	9,6	7,3	28	2,2	1,6	37	10,8	10,5
3	202	15,8	8,3	206	8,0	2,0	200	15,5	10,3
4	404	24,8	11,2	400	16,1	4,3	404	23,6	12,2
5	601	33,7	14,1	600	24,0	6,2	602	31,3	13,9
6	664	36,5	15,1	668	26,6	6,7	661	33,5	14,3
7	725	39,4	16,2	724	29,0	7,5	722	36,0	14,9
8	787	42,7	17,6	786	31,8	8,3	787	39,5	16,5
9	849	47,1	20,1	845	35,6	10,4	848	42,6	17,8
10	911	53,1	24,3	908	43,5	16,4	931	47,7	20,3
11	954	57,5	27,4	962	80,3	51,6	970	53,7	25,2
12				605	65,9	48,0	601	41,0	23,6
13				213	48,6	42,4	203	28,5	23,2
14				39	40,4	39,5	37	25,3	25,1

11.3.5.4 Versuchsreihe Verankerungstyp 3

Tab. 11.6: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 3 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

V-Typ 3	M.v51			M.v53			M.v61		
	Laststufe Nr	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Prüfstr.} [mm]	P _{P Ist} [kN]	W _{v, Prüfstr.} [mm]
0	32	0,5	0,0	30	1,4	0,0	25	0,0	0,0
1	200	5,6	0,1	202	11,5	4,9	202	6,9	1,5
2	34	0,8	0,3	131	9,8	5,4	29	1,0	0,9
3	210	6,0	0,2	201	12,2	5,6	200	7,1	1,8
4	400	12,8	1,4	401	19,9	7,3	398	15,2	3,9
5	601	20,3	2,9	601	28,2	9,6	602	24,0	6,5
6	661	22,5	3,3	662	30,6	10,2	664	26,8	7,4
7	725	25,1	4,0	725	33,4	11,1	735	30,5	8,9
8	787	28,0	5,0	787	36,4	12,1	786	34,1	11,0
9	849	31,4	6,6	849	39,8	13,7	847	38,7	13,8
10	910	36,4	9,8	911	44,4	16,4	906	45,4	18,7
11	970	42,8	14,4	973	51,8	21,9	970	60,3	31,6
12	600	31,0	13,6	618	40,8	21,6	601	47,5	30,0
13	204	15,9	10,3	214	25,7	18,7	201	30,6	25,3
14	5	8,4	8,7	36	18,9	17,4	34	22,1	21,9

Prüfkörper: M.vxx
V-Typ 3

Widerstands-Verschiebungslinie

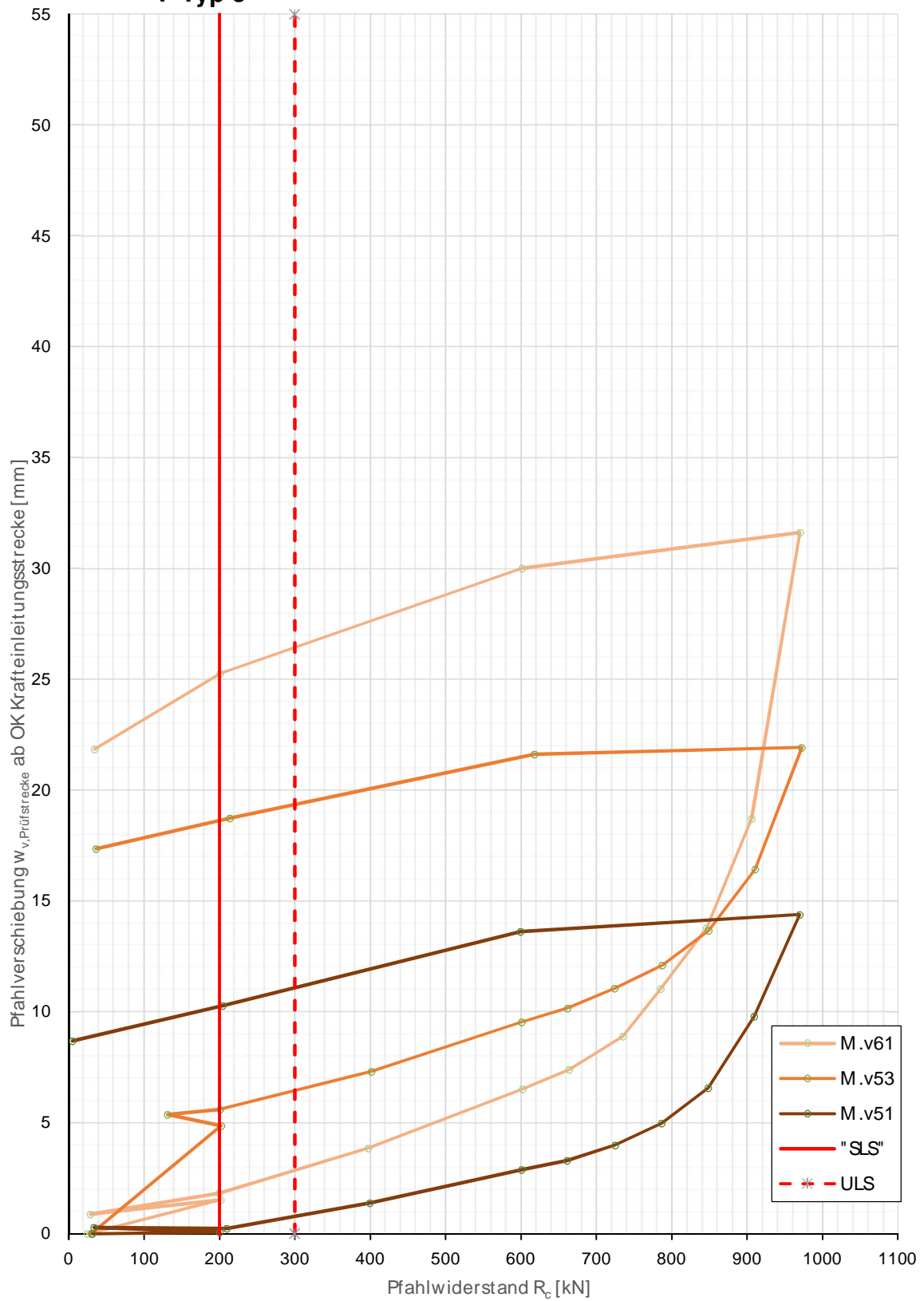


Abb. 11.18: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 3 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle

11.3.6 Verbundspannung zwischen Stahlzugglied und Düsenstrahlschirm

Zur Bestimmung der Verbundfestigkeit im Rahmen von Herausziehversuchen der Mikropfähle des Typs ANP SAS 550 $d=50$ aus einer Düsenstrahlsohle wurde die Mantelreibung der Zugglieder oberhalb des Düsenstrahlkörpers mittels eines Hüllrohrs ausgeschaltet. Dadurch ist es möglich, direkt aus der aufgetragenen Prüflast die mittleren Verbundspannungen in den Kräfteinleitungsbereichen zu bestimmen.

Es kamen die vier verschiedenen Verankerungstypen (V-Typen) der Mikropfähle zur Ausführung. Die Komponenten der Verankerungen werden in Kapitel 8.4 genauer erläutert. Die Einbindetiefe der Zugglieder im Düsenstrahlkörper beträgt 1,30 m. Die Höhenlage und Dicke des Düsenstahlschirms bezieht sich dabei auf die Planmaße aus [81].

Zur Ermittlung der Verbundspannung zwischen dem Stahlzugglied und dem Düsenstrahlkörper wurde hinsichtlich der Mantelfläche zwischen den Verbundtypen unterschieden. Als vereinfachte Annahme bei der Ermittlung der Mantelfläche wurde bei den Mikropfählen mit Ankerstück und Kontermutter eine Umhüllende mit dem Außendurchmesser des Ankerstücks von 150 mm herangezogen. Dies ist für die verschiedenen Verankerungstypen in Abb. 11.19 dargestellt. Die Annahme einer Umhüllenden im Bereich der Ankerstücke lässt sich durch die Aktivierung der Tragwirkung der Flächen oberhalb der Ankerplatte rechtfertigen.

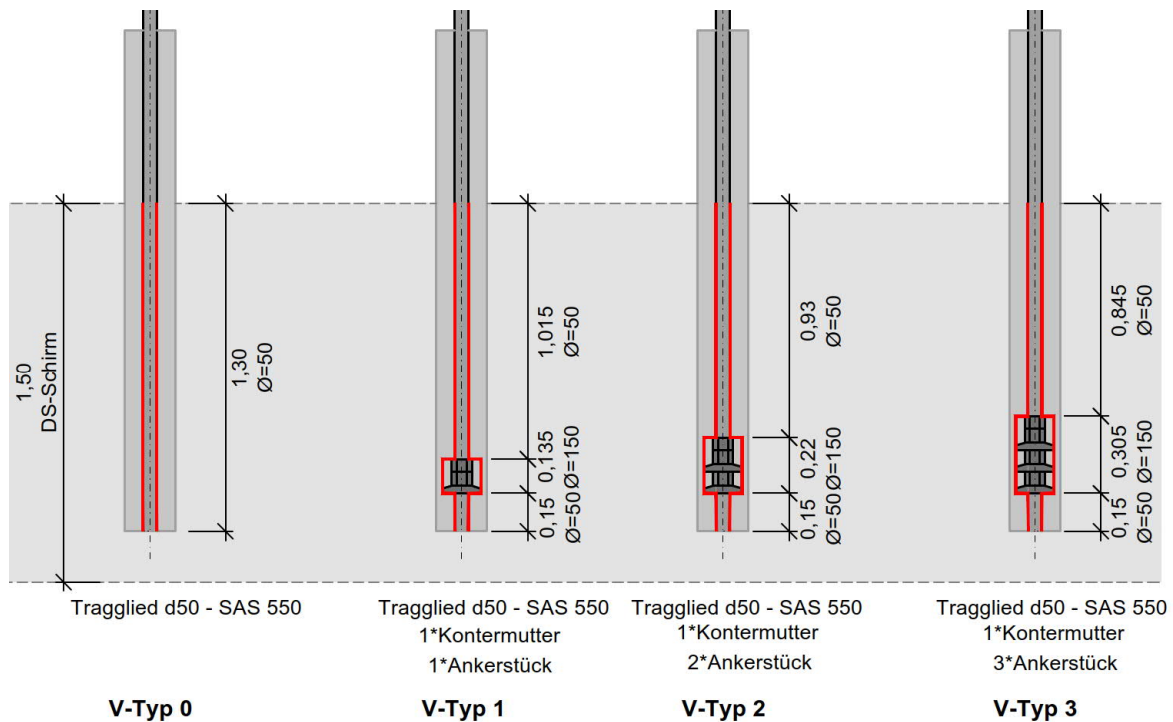


Abb. 11.19: Mantelfläche der Stahlzugglieder und Verankerungen aus [81], Herausziehversuche der Mikropfähle

Die Verbundspannung $f_{b,k}$ [N/mm²] zwischen Stahlzugglied und Zementsuspension, unter der Annahme einer konstanten Lasteinleitung des Zugglieds, ist folgendermaßen bestimmbar:

$$f_{b,k} = \frac{P}{A_m} \quad (11.2)$$

$$A_m = d_{\text{Zugglied}} \cdot \pi \cdot L_{K,\text{Zugglied}} + d_{\text{Anker}} \cdot \pi \cdot L_{K,\text{Anker}} \quad (11.3)$$

- A_mMantelfläche [mm²]
- PPrüfkraft [N]
- $d_{Zugglied}$Durchmesser des Zugglieds [mm]
- d_{Anker}Außendurchmesser des Ankerstücks [mm]
- $L_{k,Zugglied}$Einbindelänge des Zugglieds abzüglich der Länge der Ankerumhüllenden [mm]
- $L_{k,Anker}$Länge der Ankerumhüllenden [mm]

Es ist jedoch auch denkbar, dass die Verankerung in der Düsenstrahlsohle am Übergang von Zementstein und Düsenstrahlkörper versagt. Deshalb erfolgt die Berechnung einer rechnerisch ermittelte freien Stahllänge anhand der Entlastungsstufen. Dieser Wert bestimmt einen fiktiven Verankerungspunkt in der Verankerungslänge des Zugglieds [2]. Wird dieser Punkt mit der freien Länge des Stahlzugglieds, zwischen dem freien Ende der Stahllänge und dem Beginn der Verankerungslänge verglichen [2], können möglicherweise Aussagen über ein Versagen zwischen Stahlzugglied und Zementstein bzw. ein Versagen zwischen Zementsuspension und Düsenstrahlkörper getroffen werden.

Die aus den Verschiebungen rechnerisch ermittelte freie Stahllänge L_{rSt} ist folgendermaßen bestimmbar:

$$L_{rSt} = \frac{E_{SS} \cdot A_{SS} \cdot \Delta s}{\Delta P} \tag{11.4}$$

- E_{SS}E-Modul Stahlzugglied [kN/mm²]
- A_{SS}Querschnittsfläche des Stahlzugglieds [mm²]
- Δselastische Dehnung des Stahlzugglieds bei Entlastung [mm]
- ΔPDifferenz der Prüfkraft bei Entlastung [kN]

In Tab. 11.7 sind die Typen der Herausziehversuche mit den Mantelflächen, welche nach Gleichung (11.3) berechnet wurden, aufgelistet. Die Pfahlwiderstände und Verschiebungen an der Oberkannte der Kräfteinleitungsstrecke sind für Gebrauchslast und Maximallast des Versuchs zusammengefasst. Daraus erfolgt die Berechnung der Verbundspannung sowie der rechnerisch freien Stahllänge für diese beiden Belastungsstufen.

Tab. 11.7: Verbundspannungen zwischen Stahlzugglied und Düsenstrahlkörper, Herausziehversuche der Mikropfähle

Serie	Verankerungstyp	Prüfkörper												
			Mantelfläche Am	planmäßige Stahlänge	Länge M esse-niveau bis UK	Gebrauchslast IST	Verschiebung bei Gebrauchslast an OK Kräfteinleitungsstrecke	Verbundspannung bei Gebrauchslast	max. Prüflast IST	Verschiebung bei max. Prüflast an OK Kräfteinleitungs-strecke	Verbundspannung bei max. Prüflast	rechnerische freie Stahlänge Entlastung nach 1.LS	rechnerische freie Stahlänge für erste Entlastungsstufe nach Vollast	
			mm ²	m	m	kN	mm	N/mm ²	kN	mm	N/mm ²	m	m	
Herausziehversuche M.vxx	Typ 0	M.v55	204204	12,28	13,58	199	1,7	0,97	459	6,5	2,25	13,52	-	
		M.v56	204204	12,13	13,43	195	12,1	0,95	971	25,4	4,76	11,73	13,16	
		M.v60	204204	12,37	13,67	201	1,1	0,98	971	14,7	4,76	13,37	13,93	
	Mittelwerte Typ 0						198	5,0	0,97	800	15,5	3,92	12,87	13,55
	Typ 1	M.v52	246615	12,11	13,41	199	11,9	0,81	969	32,8	3,93	13,38	14,47	
		M.v57	246615	12,41	13,71	203	1,6	0,82	974	12,5	3,95	13,54	13,87	
		M.v58	246615	12,33	13,63	200	2,0	0,81	972	22,1	3,94	14,32	14,92	
	Mittelwerte Typ 1						201	5,2	0,81	972	22,5	3,94	13,75	14,42
	Typ 2	M.v54	273319	12,10	13,40	199,5	8,1	0,73	954	27,4	3,49	14,03	-	
		M.v59	273319	12,11	13,41	203	2,3	0,74	962	51,6	3,52	13,67	16,16	
		M.v62	273319	12,19	13,49	198	10,1	0,72	970	25,2	3,55	11,07	13,88	
	Mittelwerte Typ 2						200	6,8	0,73	962	34,7	3,52	12,92	15,02
	Typ 3	M.v51	300493	11,97	13,27	200	0,1	0,67	970	14,4	3,23	11,46	12,81	
		M.v53	300493	12,13	13,43	202	4,9	0,67	973	21,9	3,24	-	12,47	
		M.v61	300493	12,19	13,49	202	1,5	0,67	970	31,6	3,23	13,67	13,95	
Mittelwerte Typ 3						201	2,2	0,67	971	22,6	3,23	12,57	13,08	
Mittelwerte						200	4,8	0,80	926	23,8	3,65	13,07	13,96	

Bei den ermittelten Werten der Verbundspannung zwischen Stahlzugglied und Zementsuspension handelt es sich um fiktive Werte, da die tatsächliche Einbindelänge der Zugglieder nicht überprüft werden kann und die Berechnung auf den Angaben des Ausführungsplans basieren.

Vergleicht man nun die planmäßig freien Stahllängen der Zugglieder mit den rechnerisch ermittelten freien Stahllängen aus Tab. 11.7, so fällt auf, dass bei fast allen Pfahlverankerungen bereits auf Gebrauchslastniveau die rechnerische freie Stahllänge im Bereich der Krafterleitungsstrecken zu liegen kommt. Dies würde darauf hindeuten, dass hier bereits der Verbund bis zur berechneten freien Stahllänge gerissen ist.

Betrachtet man nun weiter die rechnerisch ermittelten freien Stahllängen, welche sich für die erste Entlastungsstufe nach Aufbringen der Vollast ergeben, so ist zu erkennen, dass diese ermittelten freien Stahllängen größer sind, als die Länge des Pfahls zwischen Messniveau und Pfahlunterkante. Die betreffenden unplausiblen Werte in Tab. 11.7 wurden rot markiert.

Eine Zuordnung des Versagens am Übergang von Stahl zu erhärteter Zementsuspension oder des Versagens zwischen Zementsuspension und Düsenstrahlkörper ist auf Grundlage der vorliegenden Messwerte nicht möglich.

KAPITEL 12

Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des von der Stadt Wien initiierten Forschungsprojekts „Unteres Hausfeld“ wurden verschiedene Spezialtiefbaulemente statischen Probelastungen unterzogen. Ziel war die Ermittlung von Bodenwiderständen für einen repräsentativen Wiener Baugrund in den am häufigsten vorkommenden Bodenarten, den quartären Sedimenten (sandige Kiese, „Donauschotter“) und den miozänen Sedimenten (Schluffe, Tone, Sande).

Die vorliegende Arbeit beinhaltet die Auswertungen der statischen Probelastungen an 24 Großbohrpfählen und 5 Düsenstrahlsäulen sowie von 12 Herausziehversuchen an Mikropfahlverankerungen aus einer Düsenstrahlsohle.

Großbohrpfahlversuche

Es wurden statische axiale Probelastungen an insgesamt 24 Großbohrpfählen (exklusive Energiepfähle und Großbohrpfähle für die Horizontalverschiebeversuche) durchgeführt. Davon wurden 10 Großbohrpfähle mit Krafteinleitung im Miozän und 14 Großbohrpfähle mit Krafteinleitung im Kies untersucht. Um bei den Versuchen die jeweilige Bodenschicht ansprechen zu können, wurde die Mantelreibung in den übrigen Bodenschichten durch Doppelmantelrohre weitgehend unterbunden. Die Herstellung der Bohrpfähle erfolgte einerseits mittels verrohrter Bohrung und andererseits im Schneckenendlosortbetonbohrpfahlverfahren (SOB), um auch einen möglichen Einfluss der Herstellungsweise zu erfassen.

Der Versuchsaufbau der statischen axialen Probelastungen der Großbohrpfähle auf Druck umfasste eine Belastungseinrichtung mit hydraulischer Presse und Kraftmessdose. Das Widerlager für die Belastungseinrichtung bildete ein Prüfträger, welcher auf zwei Reaktionspfählen aufgelagert wurde. Der Versuchsablauf der statischen Probelastungen bestand aus jeweils zwei Lastzyklen, wobei im ersten Lastzyklus bis zur Gebrauchslast von 800 kN und im zweiten Lastzyklus planmäßig bis zu einer maximalen Prüfkraft von 6000 kN belastet wurde.

Die Instrumentierung aller Versuchspfähle umfasste eine kontinuierliche Verschiebungsmessung am Pfahlkopf mittels vertikaler und horizontaler Wegaufnehmer und eines Präzisionsnivelements, sowie die Aufzeichnung der aufgetragenen Prüfkraft. Bei den Versuchsreihen der Großbohrpfähle wurden die Pfähle zusätzlich mit einer Instrumentierung im Pfahlinneren versehen. Diese umfasste die Erfassung des Pfahlmantelwiderstands mithilfe von Dehnungsaufnehmern an der Bewehrung (Bewehrungssensoren - nicht bei allen Pfählen) und Kettenextensometern (bei allen Pfählen), sowie die Erfassung des Pfahlfußwiderstands mithilfe einer Sohlendruckmessdose (nicht bei allen Pfählen). Sohlendruckmessdosen konnten nur bei verrohrter Herstellung der Großbohrpfähle verwendet werden, da beim SOB-Verfahren der Bewehrungskorb nachträglich in den Pfahl eingebracht wird und somit die Installation einer Sohlendruckmessdose nicht möglich ist.

Das wesentliche Versuchsziel der Großbohrpfahlversuche war die versuchstechnische Ermittlung von charakteristischen Pfahlwiderständen anhand statischer Probelastungen im Kies und im Miozän. Ebenso wurde das Last-Verformungsverhalten von verrohrt hergestellten und im SOB-

Verfahren hergestellten Großbohrpfählen in beiden Bodenschichten untersucht. Es kamen jeweils 5 gleichartigen Großbohrpfähle je Versuchsserie zur Ausführung. Die Auswertung der erfassten Pfahlwiderstände und der Verschiebungen am Pfahlkopf, zeigte, dass die in der Bemessung angenommenen Pfahlwiderstände, welche auf Erfahrungs- oder Tabellenwerten basieren, erreicht und zum Teil überschritten wurden. Weiters konnten für die Bemessung von Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit relevante Pfahlwiderstände der Versuchspfähle bei einer definierten Pfahlkopfverschiebung angegeben werden. Der Einfluss der Herstellungsweise zeichnete sich bei den Ergebnissen teilweise stark ab. Die Großbohrpfähle, welche mittels verrohrter Bohrung hergestellt wurden, wiesen in der Regel größere Pfahlkopfverschiebungen und geringere Pfahlwiderstände, sowohl im Kies als auch im Miozän, auf, als jene Großbohrpfähle, die mittels SOB-Verfahren hergestellt wurden.

Es zeigte sich im Zuge der Auswertung der Großbohrpfähle, dass die Bestimmung des tatsächlichen E-Moduls des Pfahlbetons für die Rückrechnung der, von Bewehrungssensoren und Kettenextensometer gemessenen Verschiebungen auf die Längskraftverläufe bzw. in weiterer Folge auf die Pfahlmantel- und Pfahlfußwiderstände von essenzieller Bedeutung ist. Die Auswertung mit dem im Labor bestimmten E-Modul führt zwar zu qualitativ richtigen Ergebnissen für Längskraftverlauf und Mantelwiderstand, jedoch werden diese teilweise über- bzw. unterschätzt. Diese Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit nicht ausgegeben. Die Detailauswertung der E-Moduln erfolgt im Rahmen des Forschungsberichts. Erst dann können quantitativ richtige Pfahlmantel- und Pfahlsohlwiderstände angegeben werden.

Düsenstrahlsäulenversuche

Es wurden an insgesamt fünf gleichartigen Düsenstrahlsäulen statische Probelastungen im Sinne pfahlähnlicher Tragelemente durchgeführt, um das Last-Verformungsverhalten zu ermitteln. Die Düsenstrahlsäulen weisen eine Länge von 3 m auf und binden in den quartären Kies ein.

Der Versuchsaufbau für die Probelastungen erfolgte analog zu jenem der Großbohrpfahlversuche. Der Versuchsablauf der statischen Probelastungen bestand aus jeweils zwei Lastzyklen, wobei im ersten Lastzyklus bis zur Gebrauchslast von 1000 kN und im zweiten planmäßig bis zu einer maximalen Prüfkraft von 6000 kN belastet wurde. Die Instrumentierung der Säulen umfasste eine kontinuierliche Verschiebungsmessung am Pfahlkopf mittels vertikaler und horizontaler Wegaufnehmer und mittels eines Präzisionsnivelements, sowie die Aufzeichnung der aufgetragenen Prüfkraft. Zusätzlich wurden die Stauchungen im Säuleninneren mithilfe eines Kettenextensometers gemessen.

Das wesentliche Versuchsziel der Probelastung der Düsenstrahlsäulen im Kies war die Ermittlung des Last-Verformungsverhaltens anhand statischer Probelastungen. Die Auswertung der erfassten Säulenwiderstände und Verschiebungen am Säulenkopf zeigte, dass die bei der Bemessung angenommenen Säulenwiderstände erreicht und zum Teil weit überschritten wurden. Relevante Säulenwiderstände der Versuchssäulen bei einer definierten Säulenkopfverschiebung konnten ebenfalls angegeben werden. Finden diese Widerstände Eingang in die Bemessung hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit, so ist unbedingt darauf zu achten, dass die zu den Probelastungen herangezogenen Düsenstrahlsäulen einen teilweise beachtlich größeren Umfang aufgewiesen, als ursprünglich geplant. Die Bestimmung der erzielten Durchmesser der Versuchssäulen fand jedoch im Zuge des Forschungsprojekts nicht statt. Eine Auswertung der Längskraftverläufe und Säulenmantelwiderstände auf Basis der geplanten Säulendurchmesser wird als nicht sinnvoll erachtet.

Herausziehversuche an Mikropfahlverankerungen aus einer Düsenstrahldichtsohle

Im Zuge des Forschungsprojekts wurden die Herausziehkräfte von Mikropfahlverankerungen aus Düsenstrahldichtsohlen ermittelt. Dazu wurden Mikropfähle mit vier verschiedenen Ankerkopfausbildungen in eine Düsenstrahldichtsohle eingebunden und statischen Probelastungen unterzogen. Die

ser Versuch simuliert die Verankerung mittels Mikropfählen von hochliegenden Düsenstrahlsohlen in einer wasserdichten Baugrube. Dabei wurde im Zuge der Probelastungen ausschließlich das Tragverhalten der Einbindung der Mikropfähle in der Dichtsohle betrachtet. Die Mantelreibung zwischen dem anstehenden Boden und dem Stahlzugglied wurde mit einem Mantelrohr unterbunden. Die betrachteten Mikropfähle binden etwa 1,30 m in die im Miozän liegende Düsenstrahlsohle ein. Es wurden vier verschiedene Verankerungstypen untersucht, welche von einer Ausführung gänzlich ohne Ankerstück bis zu einer Ausführung mit drei Ankerstücken reichte.

Der Versuchsaufbau für die statischen axialen Probelastungen der Mikropfahlverankerungen auf Zug umfasste eine Belastungseinrichtung mit hydraulischer Presse. Das Widerlager für die Belastungseinrichtung bildete ein Prüfträger, welcher auf zwei Reaktionspfählen aufgelagert wurde. Im Unterschied zu den Probelastungen der Großbohrpfähle konnten jeweils zwei Mikropfähle gleichzeitig belastet werden. Der Versuchsablauf der statischen Probelastungen bestand ebenfalls aus jeweils zwei Lastzyklen, wobei im ersten Lastzyklus bis zur Gebrauchslast von 200 kN und im zweiten Lastzyklus planmäßig bis zu einer maximale zulässigen Prüfkraft von 972 kN belastet wurde.

Die Instrumentierung der Mikropfähle umfasste eine kontinuierliche Verschiebungsmessung am Pfahlkopf mittels vertikaler und horizontaler Wegaufnehmer sowie die Aufzeichnung der aufgetragenen Prüfkraft. Den Messhorizont bildete ein geschweißter Stahlrahmen, der durch Muffenverbindungen am Zugglied befestigt wurde.

Die durchgeführten Herausziehversuche zeigten, dass durchwegs hohe Herausziehkräfte erreicht werden konnten. Bei lediglich 3 der 12 Mikropfahlverankerungen konnte im Zuge der vorgesehenen Versuchsdurchführung ein Versagen herbeigeführt werden. Die Angabe von tatsächlichen Verbundspannungen der Verankerung zwischen Stahlzugglied und Düsenstrahlsohle ist nicht eindeutig möglich, da nicht genau bestimmt werden konnte, ob ein Versagen des Verbunds zwischen Stahlzugglied und erhärteter Zementsuspension oder am Übergang von der Zementsuspension zum Düsenstrahlkörper auftrat.

Ausblick

Wie bereits erwähnt, ist eine Bestimmung des tatsächlichen E-Moduls des Pfahlbetons für die genaue Berechnung der Pfahlmantel- und Pfahlfußwiderstände der Großbohrpfähle aus den Verformungsmessungen entlang des Pfahlschafts erforderlich. Die Auswertung mit dem im Labor bestimmten E-Modul führt zwar zu qualitativ richtigen Ergebnissen für Längskraftverlauf und Pfahlmantelwiderstand, jedoch werden diese teilweise über- bzw. unterschätzt. Ein weiterer entscheidender Faktor für eine quantitative Aussage der Pfahlwiderstände ist die Querschnittsgeometrie der Versuchspfähle. Daher ist auch die Zuordnung der Bewehrungsflächen zu den jeweiligen Messquerschnitten der Dehnungsaufnehmer der Bewehrung (Bewehrungssensoren) sowie zu den Messabschnitten des Kettenextensometers ebenso essentiell. Besonders in Bereichen mit Querschnittsänderungen der Bewehrung ist die Zuordnung geeignet anzunehmen um plausible Berechnungsergebnisse zu bekommen. Die Detailauswertung und Interpretation der Probelastungen erfolgen im Rahmen des Forschungsberichts. Erst dann können quantitativ richtige Pfahlmantel- und Pfahlfußwiderstände angegeben werden.

Weiters könnte bei Großbohrpfählen, welche mit Bewehrungssensoren und Kettenextensometer ausgestattet wurden, eine genauere Auswertung beider Messsysteme angedacht werden, um Vergleiche der Ergebnisse vorzunehmen und unplausible Sensoren verifizieren zu können. Bisher wurden bei redundanter Instrumentierung der Großbohrpfähle hauptsächlich die Stauchungen der Bewehrungssensoren herangezogen. Nur bei Ausfall einzelner Sensoren bzw. unplausibler Werte wurde auf die Messwerte des Kettenextensometers zurückgegriffen.

Für die Durchführung von Probelastungen bei Düsenstrahlsäulen, sollte eine Bestimmung der erzielten Säulendurchmesser angedacht werden, um eventuell weitere Auswertungen der Versuchsergebnisse hinsichtlich Mantelwiderstände und Längskraftverläufe vornehmen zu können.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

QUELLENVERZEICHNIS

Literatur

- [1] ADAM, D. (2016): Grundbau und Bodenmechanik: Studienunterlagen zur Vorlesung. Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik. Institut für Geotechnik. Technische Universität Wien
- [2] ADAM, D. (2016): Fels- und Tunnelbau: Studienunterlagen zur Vorlesung. Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik. Institut für Geotechnik. Technische Universität Wien
- [3] ADAM, D. & PIGISCH, N. (2003): Gründungen auf nicht ausreichend tragfähigem Untergrund: Großer Entwurf. Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik. Institut für Geotechnik. Technische Universität Wien
- [4] BOLEY, C. (2012): Handbuch Geotechnik: Grundlagen, Anwendungen, Praxiserfahrungen. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg & Teubner
- [5] BREIT, K. (2016): Spezialtiefbau: Vortragsfolien zur Vorlesung. Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik. Institut für Geotechnik. Technische Universität Wien
- [6] GEORGI, S. (2017): Experimentelle Untersuchungen zur Verformungsakkumulation und Tragfähigkeitsreduktion von zyklisch belasteten Pfählen [Dissertation], Fakultät VI, Planen Bauen Umwelt, Technische Universität Berlin
- [7] HAYES, J., SIMMONDS, T.: Interpreting Strain Measurements from Load Tests in Bored Piles, Loadtest Inc., Geokon Inc., USA
- [8] KINZLER, S., MORGEN, K. (2014): Rückverankerte Betonsohlen – Nachweise in den Grenzzuständen UPL, GEO-2 und STR, Bautechnik 91, Berlin, Ernst & Sohn
- [9] KNITSCH, H., TSIOLAKIS, A., GeTec Ingenieurgesellschaft (2006): Messtechnische Überwachung von Düsenstrahlarbeiten, Fachaufsatz GT06-10D, Aachen
- [10] KRENTZ, M. (2015): Zur guten fachlichen Praxis des Düsenstrahlverfahrens, In: Geotechnik 38, 2015, Heft 1, Berlin: Ernst & Sohn
- [11] MEINHARD, K. (2012): Tempjet: Laufende Qualitätskontrolle und -sicherung – Software für thermische Durchmesserbestimmung von Düsenstrahlsohlen, In: World of PORR 160/2012
- [12] MEINHARD, K., DRUCKER, P. (2012): Qualitätssicherung Bodenvermörtelung – ein neues österreichisches Merkblatt, Porr Bau GmbH, Infrastruktur/Abteilung Grundbau & TU Wien, Institut für Geotechnik, Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik, Wien
- [13] MÖLLER, G. (2012): Geotechnik: Grundbau. 2. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn
- [14] SCHÄDLICH, B., KIRSCH, F. & RICHTER, T. (2015): Zur lateralen Bettungssteifigkeit von Pfählen mit großen Durchmessern bei kleinen Verformungen. In: Geotechnik 38, 2015, Heft 3. Berlin: Ernst & Sohn. S. 230-234

- [15] WITT, K.-J. (Hrsg.) (2008): Grundbau-Taschenbuch Teil 1: Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage, Berlin: Ernst & Sohn
- [16] WITT, K.-J. (Hrsg.) (2009): Grundbau-Taschenbuch Teil 2: Geotechnische Verfahren, 7. Auflage, Berlin: Ernst & Sohn
- [17] WITT, K.-J. (Hrsg.) (2009): Grundbau-Taschenbuch Teil 3: Gründungen und geotechnische Bauwerke, 7. Auflage. Berlin: Ernst & Sohn
- [18] ZILCH, K., ZEHETMAIER, G. (2010): Bemessung im konstruktiven Betonbau: Nach DIN 1045-1 und EN 1992-1-1, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin

Zulassungen, Broschüren und Webseiten von Firmen

- [19] ANP-SYSTEMS GmbH (2016): Zulassung ANP-Mikropfahl SAS 550, BMVIT-327.120/0003-IV/IVVS2/2016, Wien
- [20] FRANKI Grundbau GmbH & CoKG (2017): Bohrfahl: Erschütterungsfrei, Hohe Lastabtragung, Ausführung unter beschränkter Höhe möglich. PDF-Broschüre.
- [21] KELLER Grundbau GmbH: Das Soilcrete-Verfahren, PDF-Broschüre 67-03D
- [22] KELLER Grundbau GmbH: Acoustic Column Inspector – ACI, Reichweitenbestimmung für Soilcrete-Produkte, PDF-Broschüre 67-04D/E

Normen und Richtlinien

- [23] EA-Pfähle, Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 2. Auflage, 2012
- [24] EAB, Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 5. Auflage, 2012
- [25] Empfehlungen für statische und dynamische Pfahlprüfungen, Arbeitskreis 2.1 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Eigenverlag des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik, Technische Universität Braunschweig, 1998
- [26] DIN 4093 2015 11: Bemessung von verfestigten Bodenkörpern – Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren, Deutsches Institut für Normung, Berlin
- [27] ÖBV (2012) Merkblatt: Qualitätssicherung für Bodenvermörtelung und Bodeninjektion im Spezialtiefbau, Österreichische Bautechnik Vereinigung, Wien
- [28] ÖBV-RiLi-BP (2013): Bohrfähle, Österreichische Bautechnik Vereinigung, Ausgabe November 2013
- [29] ÖNORM B 1997-1-1 2013 09 01: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1997-1 und nationale Ergänzungen, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [30] ÖNORM B 1997-1-3: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1-3: Pfahlgründungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [31] ÖNORM B 4415 2010 01 01: Geotechnik – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit unter Einbeziehung der VORNORM ÖNORM CEN ISO/TS 17892-7, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [32] ÖNORM B 4434 1993 01 01: Erd- und Grundbau: Erddruckberechnung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

- [33] ÖNORM B 4440 2001 09 01: Erd- und Grundbau: Großbohrpfähle, Tragfähigkeit. Österreichisches Normungsinstitut, 1020 Wien
- [34] ÖNORM EN 1992-1-1 2011 01: Eurocode 2 – Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbeton- und Stahlbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Österreichisches Normungsinstitut, 1020 Wien
- [35] ÖNORM EN 1997-1 2014 11 15: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [36] ÖNORM EN 1997-2: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [37] ÖNORM EN 197-1 2011: Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement, Österreichisches Normungsinstitut
- [38] ÖNORM EN 1536 2015 12 01: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle. Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [39] ÖNORM EN 1537 2015 10 15: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verpressanker, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [40] ÖNORM EN 12390-2 2009: Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [41] ÖNORM EN 12390-3 2009: Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [42] ÖNORM EN 12504-1 2009: Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [43] ÖNORM EN 12699 2015: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verdrängungspfähle, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [44] ÖNORM EN 12716 2001 12: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Düsenstrahlverfahren, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [45] ÖNORM prEN 12716 2017 04: Entwurf: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Düsenstrahlverfahren, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [46] ÖNORM EN 14199 2016 10 15: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [47] ÖNORM EN ISO 22477-5 2016 11 01 (Normenentwurf): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen; Teil 5: Prüfung von Verpressankern, Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [48] ÖNORM CEN ISO 17892-7 2018 06 15: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 7: Einaxialer Druckversuch (ISO 17892-7:2017), Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- [49] Richtlinie „Erdwärmenutzung mit Massivabsorbern“. Anhang A2.1 Energiepfahl: Belegungsschema bei geteiltem Bewehrungskorb mit Anschlussstelle im Kopfbereich. Letzter Aufruf: 08.03.2017

Projektunterlagen

- [50] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Absteckung und Übersicht. Prüffeld 1+2. Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-4-0401-G. vom 15.02.2017.
- [51] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle – Miozän (verrohrt), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0503-A vom 09.02.2017
- [52] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle – Miozän (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0603-B vom 13.02.2017
- [53] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle – Miozän (SOB), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0504-A vom 06.02.2017
- [54] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle – Miozän (SOB), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-604-B vom 20.03.2017, Wien
- [55] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (verrohrt), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0511-A vom 7.03.2017, Wien
- [56] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0611-B vom 13.02.2017, Wien
- [57] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (SOB), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0512-A vom 7.03.2017, Wien
- [58] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (SOB), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0612-A vom 7.03.2017, Wien
- [59] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (verrohrt), Schalung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt. Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0561-A vom 7.03.2017, Wien
- [60] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0661-A vom 18.03.2017, Wien
- [61] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (SOB), Schalung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0562-A vom 18.03.2017, Wien
- [62] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d60 Bohrpfähle –Kies (SOB), Bewehrung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0662-A vom 18.03.2017, Wien
- [63] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (verrohrt), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0501-A vom 06.02.2017, Wien

- [64] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0601-B vom 09.02.2017, Wien
- [65] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (SOB), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0502-A vom 01.02.2017, Wien
- [66] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (SOB), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0602-A vom 15.02.2017, Wien
- [67] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (verrohrt), Schalung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0551-A vom 17.03.2017, Wien
- [68] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0651-A vom 18.03.2017, Wien
- [69] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (SOB), Schalung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0552-A vom 18.03.2017, Wien
- [70] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Reaktionspfähle (SOB), Bewehrung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0652-A vom 18.03.2017, Wien
- [71] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Füllpfähle (verrohrt), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0505-A vom 06.02.2017, Wien
- [72] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Füllpfähle (verrohrt), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0605-A vom 09.02.2017, Wien
- [73] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Füllpfähle (SOB), Schalung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0506-A vom 06.02.2017, Wien
- [74] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ d90 Bohrpfähle –Füllpfähle (SOB), Bewehrung, Prüffeld 1, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-6-0606-A vom 15.02.2017, Wien
- [75] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Druckmessdose, Pfahlfuß, Montageübersicht, Prüffeld 1+2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-4-0431-A vom 06.02.2017, Wien
- [76] ARGE FPUH (2017): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Technischer Bericht – Statische Probelastung, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-8-0845-A vom 10.05.2017, Wien
- [77] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Prüffeld 1 - Ankerrost, Anker und Schachtdecke, Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0541-B. vom 6.12.2017. 1130 Wien.
- [78] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ DS-Prüfsäulen, Schalung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0571-A vom 28.04.2017, Wien

- [79] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Roste - DS-Prüfsäulen, Bewehrung, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-5-0671-0 vom 21.03.2017, Wien
- [80] ARGE FPUH (2017): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Technischer Ausführungsbericht – Kleinbohrpfähle, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-KP-A-8-0843-2 vom 26.04.2017. 1100 Wien
- [81] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Kleinbohrpfähle, Prüffeld 2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-4-0421-C vom 12.12.2017, Wien
- [82] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ DSV-Sohlen und DSV-Zwickelverfüllung, Prüffeld 1+2, Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-4-0441-C vom 9.12.2017, Wien
- [83] AKPSA Mayer/Ö+P/LIS: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Zusammenfassung Durchmesserkontrolle DSV, Ausführungsprojekt, vom 7.6.2018, Wien
- [84] ARGE FPUH (2017): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Technischer Ausführungsbericht – Bohrpfähle (SOB), Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-8-0842-A vom 13.01.2017. 1100 Wien
- [85] ARGE FPUH (2017): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Technischer Ausführungsbericht – Bohrpfähle (verrohrt), Ausführungsprojekt, Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-A-8-0841-A vom 13.01.2017. 1100 Wien
- [86] ARGE FPUH (2016): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“: Technischer Bericht. Ausführungsprojekt. AKPSA Mayer/Ö+P/LIS. Plan-Nr.: S2203-00-16-MA-E-2-0005-0. vom 15.09.2016, Wien.
- [87] Geotechnik Adam ZT GmbH: Versuchskonzept Energiepfahlprüfungen, Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Brunn am Gebirge, 12.2017
- [88] MA 39 Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien (2018): Laborbericht über statischen E-Modul an Zementsuspensionen für das Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ in 1220 Wien – Nr.: MA 39-VFA-2017-0983.01-03 vom 16.01.2018, Wien.
- [89] MA 39, Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien, Labor für Bautechnik: Prüfbericht über Betonprüfung (Betonart C25/30/BS TB1/PB/F59/GK22 mit CEM II/A-LL 42,5 R), VFA 2017-0040.01. 12.05.2017, 1110 Wien.
- [90] MA 29 Brückenbau und Grundbau, Fachbereich Grundbau (2016): Geotechnisches Gutachten für das Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ in 1220 Wien – Version 1. Nr.: MA 29-G-BER-208460/2016 vom 01.09.2016, Wien.
- [91] Prüfkonzept Horizontalverschiebeversuche – Geotechnische Begleitung. Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“, Institut für Geotechnik. Forschungsbereich Grundbau, Boden- und Felsmechanik. Technische Universität Wien. Rev.02 vom 01.02.2018. 1040 Wien
- [92] Technische Universität Wien – Institut für Geotechnik: Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“: Skizze Instrumentierung Pfahlkopf, Stand: 02.05.2017
- [93] Technische Universität Wien – Institut für Geotechnik (2016): Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ Geotechnische Begleitung – Prüfkonzept, Wien 7.10.2016
- [94] Übersichts- und Systemplan – Teil 3: Stahlgerüst für Pfahlprüfung. Prüffeld 1. Ausführungsprojekt. Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“. Dipl.-Ing. Christian Aue. Plan-Nr.: 003-3 vom 10.04.2017. 1140 Wien

- [95] Übersichts- und Systemplan – Teil 2: Stahlgerüst für Pfahlprüfung Energiepfahl. Ausführungsprojekt. Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“. Plan-Nr.: S2203-00-16-AU-A-7-0728-0 vom 15.05.2017, Wien
- [96] ZT Mayer GmbH, Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ – Statische Nachweisführung, Wien

Produktdatenblätter

- [97] Geokon Model 1300 (Model A9) – Retrievable Extensometer. Instruction Manual. Doc. Rev. H. 11/10/16. Geokon Inc., Lebanon, USA
- [98] Geokon Inc.: Geokon Models 4911A/4911 – Vibrating Wire Rebar Strain Meters, Installation Manual, Doc. Rev. Q 4/27/18, Lebanon, USA
- [99] Geokon Inc.: Geokon Rebar Strainmeters and „Sister Bars“, Data Sheet. Doc. Rev. F4 06/15, Lebanon, USA
- [100] Geokon Inc.: Geokon Model 4855 – Pile Tip Pressure Cell, Installation Manual, Doc. Rev. Q D 6/13, Lebanon, USA
- [101] Geokon Log View – Users Guide. Doc. Rev. F 12/6/16. Geokon Inc., Lebanon, USA.
- [102] Geokon Model LC-2x16 – 16 Channel VW Datalogger. Doc. Rev. U 11/30/2016
- [103] Geokon Model GK 404 – Vibrating Wire Readout. Spec Sheet. Doc. Rev. D.1. 05/15. Geokon Inc., Lebanon, USA.
- [104] Glötzl Kettenneigungsmessgeräte für vertikale oder horizontale Deformationsmessungen – Typ SNMGD. Produktdatenblatt. Stand: 05.05.2008/SP/P075.50.00.00.001R03.doc. Glötzl Baumesstechnik GmbH, Rheinstetten, Deutschland.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1.1: Wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen der Probebelastungen (PB) des FPUH	16
Tab. 2.1: Modellfaktoren gemäß Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 aus [30] (adaptiert)	19
Tab. 2.2: Charakteristische Wichte- und Scherparameter aus [90] (adaptiert).....	25
Tab. 2.3: Anzahl hergestellter Bohrpfähle im Prüffeld 1 aus [50].....	27
Tab. 2.4: Anzahl hergestellter Bohrpfähle im Prüffeld 2 aus [50].....	27
Tab. 2.5: Versuchsvariationen Mikropfähle nach [93].....	29
Tab. 2.6: Probepfahltypen der Horizontalverschiebeversuche	39
Tab. 2.7: Messwerterfassungssysteme (MWES) für die Horizontalverschiebeversuche	40
Tab. 3.1: Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen (γ_E) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29].....	56
Tab. 3.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29] ...	57
Tab. 3.3: Teilsicherheitsbeiwerte für die Widerstände bei Verdrängungspfählen, Bohrpfählen und Schneckenbohrpfählen (γ_R) für alle Bemessungssituationen gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]	57
Tab. 3.4: Modellfaktoren gemäß Anhang A der ÖNORM B 1997-1-3 aus [30] (adaptiert)	57
Tab. 3.5: Streuungsfaktoren ξ zur Ableitung charakteristischer Werte aus statischen Pfahlprobebelastungen für alle Bemessungssituationen gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29]	58
Tab. 3.6: Instrumentierung am Pfahlkopf und auf der Messbrücke nach EA-Pfähle [23]	70
Tab. 5.1: Relevante Normen und Richtlinien für Düsenstrahlkörper:.....	86
Tab. 5.1: Relevante Normen und Richtlinien für Dichtsohlen und deren Verankerung	93
Tab. 5.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29].....	95
Tab. 5.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) gemäß ÖNORM B 1997-1-1 [29] ...	96
Tab. 6.1: Großbohrpfähle - hergestellte Pfahlversuchsreihen	108
Tab. 6.2: Großbohrpfähle - hergestellte Füll- und Reaktionspfahlserien	108
Tab. 6.3: Großbohrpfähle - verwendete Zementsorten gemäß [93].....	108
Tab. 6.4: Großbohrpfähle - Abmessungen und Höhenlage Versuchspfähle	109
Tab. 6.5: Großbohrpfähle - Abmessungen der Doppelwandrohre.....	116
Tab. 6.6: Großbohrpfähle - hergestellte Füll- und Reaktionspfahlserien, Planzuordnung	116
Tab. 6.7: Großbohrpfähle - Instrumentierung der Versuchspfähle	129
Tab. 7.1: Hergestellte Düsenstrahlsäulen	135
Tab. 7.2: Düsenstrahlsäulen - Abmessungen und Höhenlage	136
Tab. 7.3: Düsenstrahlsäulen - verwendete Zementsorten gemäß [93]	136
Tab. 7.4: Durchgeführte Prüfverfahren je Düsenstrahlsäule	139

Tab. 7.5: Düsenstrahlsäulen - Instrumentierung der Versuchssäulen	140
Tab. 8.1: Herausziehversuche - hergestellte Mikropfahlverankerungen in der Düsenstrahlrichtsohle	144
Tab. 8.2: Herausziehversuche - Abmessungen und Höhenlage der Mikropfähle	144
Tab. 8.3: Herausziehversuche - Abmessungen der Pfahlfußverankerungen gemäß Zulassung ANP [19]	146
Tab. 8.4: Bemessungswerte der Materialwiderstände gemäß Zulassung ANP [19]	151
Tab. 9.1: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen sowie Berechnung des Kriechmaßes des Großbohrpfahls B.M5	165
Tab. 9.2: Messwerte und Rechenwerte der BS und DMD je Belastungsstufe des Großbohrpfahls B.M5	167
Tab. 9.3: Messwerte des Kettenextensometers beim B.M5:	169
Tab. 9.4: Relativverformungen je Laststufe beim Großbohrpfahl B.M5:	171
Tab. 9.5: Berechnung des E-Moduls und des axialen Längskraftverlaufs des Großbohrpfahls B.M5	176
Tab. 9.6: Berechnung der Mantelreibung und Pfahlwiderstände des Großbohrpfahls B.M5:	177
Tab. 9.7: Großbohrpfahlversuche - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit	187
Tab. 9.8: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfahl Miozän verrohrt ...	187
Tab. 9.9: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfahl Miozän SOB	187
Tab. 9.10: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Bohrpfähle B.K1 bis B.K12 Kies verrohrt/SOB	189
Tab. 9.11: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies verrohrt	190
Tab. 9.12: Pfahlverschiebung und Kriechmaß Versuchsreihen Großbohrpfähle Kies SOB	190
Tab. 10.1: Ergebnisse der Durchmesserkontrollen für die Düsenstrahlsäulen [83]	198
Tab. 10.2: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen und Berechnung des Kriechmaßes der Düsenstrahlsäule D.K55	203
Tab. 10.3: Messwerte des Kettenextensometers der Düsenstrahlsäule D.K55	205
Tab. 10.4: Ausgewählte Kennwerte der Düsenstrahlversuche	212
Tab. 10.5: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit der Düsenstrahlsäulen	216
Tab. 10.6: Versuchsdaten zu den Widerstands-Verschiebungslinien der Düsenstrahlsäulen	216
Tab. 11.1: Versuchsdaten zu Belastungsstufen und Vertikalverformungen sowie Berechnung des Kriechmaßes des Mikropfahls M.v58	222
Tab. 10.2: Herausziehversuche - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit	233
Tab. 11.3: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 0 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle	235
Tab. 11.4: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 1 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle	235

Tab. 11.5: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 2 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle	238
Tab. 11.6: Versuchsdaten zur Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyps 3 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle	238
Tab. 11.7: Verbundspannungen zwischen Stahzzugglied und Düsenstrahlkörper, Herausziehversuche der Mikropfähle	241



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2.1: Lage der Aufschlusstellen im Gebiet des Forschungsprojektes aus [90] (adaptiert).....	21
Abb. 2.2: Kernbohrung KB-37 aus [90].....	22
Abb. 2.3: Kernbohrung KB-13 aus [90].....	23
Abb. 2.4: Korngrößenverteilungen des Donauschotters aus der weiteren Projektumgebung aus [90]	24
Abb. 2.5: Korngrößenverteilungen miozäner Wechsellagerungen aus der weiteren Projektumgebung aus [90]	24
Abb. 2.6: Lageplan von Prüffeld 1 und 2 des Forschungsprojektes „Unteres Hausfeld“ aus [50] (adaptiert).....	26
Abb. 2.7: Widerstands-Setzungslinien Diagramm aus [23].....	28
Abb. 2.8: Belastungsstufen aus [23].....	28
Abb. 2.9: Übersichtsplan aller Mikropfähle in Prüffeld 1 und 2 aus [50] (adaptiert)	30
Abb. 2.10: Belastungsstufen Mikropfahlversuche aus [23]	31
Abb. 2.11: Definition von Verankerungen nach ÖNORM B 1997-1-1 aus [29]	33
• Abb. 2.12: Übersichtsplan aller Verpressanker in Prüffeld 1 aus [77] (adaptiert).....	34
Abb. 2.13: Variation der Pfahlkopfausbildungen aus [86]	36
Abb. 2.14: Querschnitt Pfahl mit Absorberleitungen aus [49].....	37
Abb. 2.15: Probelastung mit Totlast [49].....	37
Abb. 2.16: Lage der Probepfähle der Horizontalverschiebeversuche (HVV), Planausschnitt aus [50]	38
Abb. 2.17: Lage der Probepfähle und zugehöriger Reaktionspfähle, Planausschnitt aus [50]	39
Abb. 2.18: Baugrundsituation & Prinzip der Versuchsanordnung, Planausschnitt aus [84].....	40
Abb. 3.1: Stehender Pfahl (a) und schwimmender Pfahl (b) nach [1].....	45
Abb. 3.2: Widerstand-Setzungslinien je nach Anteil Fuß- und Mantelwiderstand aus [4]: a) dimensionslose WSL, b) Mantelwiderstandspfahl, c) Fußwiderstandspfahl	45
Abb. 3.3: „Falltüreffekt“ aus [13]	46
Abb. 3.4: Tragmodell bei einem Druckpfahl aus [13].....	47
Abb. 3.5: Tiefenabhängigkeit des Pfahlfußwiderstands q_b aus [4] (adaptiert).....	47
Abb. 3.6: Negative Mantelreibung zufolge nachträglicher Schüttungen aus [1] (adaptiert)	49
Abb. 3.7: a) Charakteristische Widerstands-Setzung-Linie für Bohrpfähle, b) Definition des maßgebenden Pfahldurchmessers D ohne und mit Pfahlfußaufweitung, nach EA-Pfähle [23]aus [1] (adaptiert)	51
Abb. 3.8: Einzelpfahlbezeichnung nach der Position in der Gruppe aus [13]	52

Abb. 3.9: a) Definition des Kriechmaßes α_y , b) Definition des Kriechwiderstands R_y teils nach EA-Pfähle teils nach ÖNORM B 1997-1-3 [30].....	66
Abb. 3.10: Mögliche Belastungseinrichtungen und geometrische Vorgaben nach EA-Pfähle aus [13]	68
Abb. 3.11: Belastungseinrichtung Druck- und Zugbelastungen [13]	68
Abb. 3.12: Aufbau und Belastungsablauf beim a) Single-Level Test und b) Multi-Level Test aus [13]	69
Abb. 3.13: Anordnung der Messbrücke und Pfahlkopfinstrumentierung aus [23].....	70
Abb. 3.14: Druckmesskissen im Pfahlfußbereich aus [23].....	71
Abb. 3.15: Möglichkeiten zur Erfassung des Pfahlfußwiderstands aus [23]	72
Abb. 3.16: Möglichkeiten zur Erfassung des Pfahlfußwiderstands nach [23] aus [13].....	73
Abb. 4.1: Arbeitsabläufe beim Düsenstrahlverfahren aus [21]	76
Abb. 4.2: Schema Einphasenverfahren aus [21]	77
Abb. 4.3: Schema Zweiphasenverfahren: a) Kombination Suspension und Luft aus [21] b) Kombination Suspension und Wasser aus [1].....	77
Abb. 4.4: Schema Dreiphasenverfahren aus [21].....	78
Abb. 4.5: a) Grundformen des Düsenstrahlverfahrens und zusammengesetzte Düsenstrahlkörper als b) Lamellenwand mit Dichtsohle oder c) Unterfangungskörper [21].....	79
Abb. 4.6: Anwendungsgrenzen Baugrundverfestigungsverfahren aus [21]	79
Abb. 4.7: Druckfestigkeit in Abhängigkeit der Bodenart aus [21].....	80
Abb. 4.8: Daten-Monitoring Herstellungsparameter aus [21].....	81
Abb. 4.9: Messschirm - Druckwaage aus [9].....	82
Abb. 4.10: Numerische Parameterstudie zum Temperaturverlauf bei Änderung von a) Zementgehalt und b) Säulendurchmesser aus [11].....	83
Abb. 4.11: Versuchsaufbau und Monitoring zur Durchmesserbestimmung mittels ACI (Acoustic Column Inspector) aus [22].....	84
Abb. 4.12: Erläuterung der Spannungszustände aus [26].....	89
Abb. 5.1: Tiefliegende Düsenstrahlsohle mit Ansatz einer Gewölbewirkung nach [17].....	92
Abb. 5.2: Systemskizze Auftrieb auf undurchlässige Baugrubensohle für a) effektive Spannungsermittlung b) totale Spannungsermittlung [1]	95
Abb. 5.3: Gegenüberstellung von totaler und effektiver Sicherheit gegen Auftrieb [1].....	95
Abb. 5.4: Einwirkungen und Widerstände für den Auftriebsnachweis von a) tiefliegenden Dichtsohlen, b) verankerten mittelhochliegenden Dichtsohlen aus [24]	97
Abb. 5.5: Geometrie des angehängten Bodenkörpers nach ÖNORM B 1997-1-3 [30]	100
Abb. 5.6: Zugpfahlgruppe mit Pfahlachsabständen nach ÖNORM B 1997-1-3 [30]	100
Abb. 5.7: Tragmodell zur Gewölbeausbildung für den Lastabtrag rückverankerter Betonsohlen [8]	101
Abb. 5.8: Berechnungsmodell für den Spannungszustand in punktförmigen Auflagern [8]	102
Abb. 5.9: Empfohlene Belastungsstufen für das System A nach [23].....	105

Abb. 6.1: Absteckung und Übersicht Prüffeld 1 [50].....	110
Abb. 6.2: Legende Absteckung und Übersicht aus [50].....	110
Abb. 6.3: Absteckung und Übersicht Prüffeld 2 [50].....	111
Abb. 6.4: Bodenprofil und Abmessungen der Großbohrpfähle im Miozän bei verrohrter Herstellung aus [51] bzw. im SOB-Verfahren aus [53].....	112
Abb. 6.5: Bodenprofil und Abmessungen der Großbohrpfähle im Kies bei verrohrter Herstellung aus [59] bzw. im SOB-Verfahren aus [61].....	113
Abb. 6.6: Detailplan des Doppelwandrohrs bei verrohrter Bohrung im Bereich der Freispielstrecke bei Großbohrpfählen im Miozän bzw. im Kies, Planausschnitte aus [51] & [59].....	114
Abb. 6.7: Detailplan des Doppelwandrohrs bei SOB-Pfählen im Bereich der Freispielstrecke für Großbohrpfähle im Miozän und im Kies, Planausschnitte aus [53] & [61].....	115
Abb. 6.8: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.M1-5 (verrohrt), Planausschnitt aus [52] (adaptiert)	117
Abb. 6.9: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.M11-15 (SOB), Planausschnitt aus [53] (adaptiert)	118
Abb. 6.10: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.K51-55 (verrohrt), Planausschnitt aus [59] (adaptiert)	119
Abb. 6.11: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.M61-65 (SOB), Planausschnitt aus [61] (adaptiert)	120
Abb. 6.12: Skizze Versuchsaufbau Großbohrpfähle, Planausschnitt aus [93], Bild [FPUH]	121
Abb. 6.13: Versuchsaufbau Großbohrpfahl, Belastungseinrichtungen orange, Messeinrichtungen blau, Bild [JW]	122
Abb. 6.14: a) Wegaufnehmer, b) mechanische Messuhr, c) Anordnung Wegaufnehmer und Messbrücke [JW].....	123
Abb. 6.15: Instrumentierung Pfahlkopf Großbohrpfähle Ansicht, Planausschnitt aus [92].....	123
Abb. 6.16: Instrumentierung Pfahlkopf Großbohrpfähle Grundriss, Planausschnitt aus [92]	124
Abb. 6.17: Instrumentierung Pfahlkopf Großbohrpfähle Legende, Planausschnitt aus [92]	124
Abb. 6.18: Montage Druckmessdose - Pfahlfuß, Planausschnitt aus [75].....	125
Abb. 6.19: Montagevorbereitungen Sohldruckmessdose [76]	126
Abb. 6.20: Aufbau der Bewehrungssensoren Modell 4911 „Sister Bar“ und Modell 4911A „Rebar Strainmeter“ [99].....	127
Abb. 6.21: Anordnung der Bewehrungssensoren „Sister Bars“ aus [76] [98].....	127
Abb. 6.22: Aufbau Kettenextensometer Geokon 1300-A9 [97]	128
Abb. 6.23: Empfohlene Belastungsstufen gemäß [23]	130
Abb. 6.24: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 90 cm Miozän (B.M), Teil 1	131
Abb. 6.25: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 90 cm Miozän (B.M), Teil 2	132
Abb. 6.26: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 60 cm Kies (B.K), Teil 1.....	133
Abb. 6.27: Prüfablauf Großbohrpfahl d = 60 cm Kies (B.K), Teil 2.....	134
Abb. 7.1: Hergestellte Düsenstrahlsäulen aus [78]	137

Abb. 7.2: Säulenverlängerung und Säulenkopf der Düsenstrahlsäulen, Planausschnitt aus [79]...	138
Abb. 7.3: Prüfablauf Düsenstrahlsäule, Teil 1	141
Abb. 7.4: Prüfablauf Düsenstrahlsäule, Teil 2	142
Abb. 8.1: Absteckung und Übersicht Prüffeld 2 – hervorgehoben sind die zur Verankerung hergestellten Mikropfähle [50].....	145
Abb. 8.2: Säulenausteilung in der Düsenstrahlsole gemäß Ausführungsplan [82]	146
Abb. 8.3: a) Ankerstück b) Kontermutter und c) Muffenverbindung, aus ANP Mikropfähle SAS 550 [19]	146
Abb. 8.4: Verankerungstypen der Mikropfähle für die Herausziehversuche, Planausschnitt aus [81]	147
Abb. 8.5: Versuchsaufbau Herausziehversuche a) Belastungseinrichtung und Messbrücke, b) Instrumentierung am Pfahlkopf.....	149
Abb. 8.6: Instrumentierung Pfahlkopf Herausziehversuche Ansicht, Planausschnitt (adaptiert) aus [92]	150
Abb. 8.7: Instrumentierung Pfahlkopf Herausziehversuche Grundriss, Planausschnitt (adaptiert) aus [92]	150
Abb. 8.8: Empfohlene Belastungsstufen gemäß [23]	151
Abb. 8.9: Prüfablauf Herausziehversuche, Teil 1.....	152
Abb. 8.10: Prüfablauf Herausziehversuche, Teil 2.....	153
Abb. 9.1: Feldprotokoll Probelastung	155
Abb. 9.2: Tabellenblatt P1_Versuchsdaten Großbohrpfahl B.M5	157
Abb. 9.3: Instrumentierungsprotokoll Bewehrungssensoren und Sohldruckmessdose beim Großbohrpfahl B.M5	157
Abb. 9.4: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – BS und DMD – Seriennummern, Gage-Faktoren und Absoluthöhen beim Großbohrpfahl B.M5	158
Abb. 9.5: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – BS und DMD – Höhenlage lt. Instrumentierungsprotokoll beim Großbohrpfahl B.M5	158
Abb. 9.6: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – KEX – Seriennummer, Gage-Faktoren und Absoluthöhen beim Großbohrpfahl B.M5	159
Abb. 9.7: Tabellenblatt P2_Instrumentierung – KEX – gemessene Abschnittslängen und Einbauwerte beim Großbohrpfahl B.M5	159
Abb. 9.8: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Pfahlgeometrie und Materialkennwerte beim Großbohrpfahl B.M5	159
Abb. 9.9: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Rechenquerschnitte	160
Abb. 9.10: Parabel-Rechteck Diagramm für Beton unter Druck gemäß EC2 [34] (adaptiert)	161
Abb. 9.11: Bewehrungsplan, BS und KEX-Konfiguration der Großbohrpfähle B.M1-5 [52] (adaptiert).....	162
Abb. 9.12: Deckblatt Versuchsauswertung des Großbohrpfahls B.M5.....	164
Abb. 9.13: Belastungsstufen und mittlere Pfahlkopfverschiebung $w_{v,m}$ beim Großbohrpfahl B.M5	166

Abb. 9.14: Gemessene Pfahlkopfverschiebungen $w_{v,1}$, $w_{v,2}$ und $w_{v,3}$ und Mittelwert $w_{v,m}$ beim Großbohrpfahl B.M5	166
Abb. 9.15: Bewehrungssensoren-Stauchungen ε beim Großbohrpfahl B.M5	168
Abb. 9.16: Kettenextensometer-Stauchungen ε beim Großbohrpfahl B.M5	169
Abb. 9.17: Widerstand-Setzungslinie beim Versuch Großbohrpfahl B.M5	170
Abb. 9.18: Absolute Zeitverformung beim Großbohrpfahl B.M5	171
Abb. 9.19: Relative Zeitverformung beim Versuch Großbohrpfahl B.M5.....	172
Abb. 9.20: Widerstands-Kriechmaßlinie beim Versuch Großbohrpfahl B.M5.....	174
Abb. 9.21: Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe beim Großbohrpfahl B.M5.....	178
Abb. 9.22: Längskraftverlauf je Laststufe beim Versuch Großbohrpfahl B.M5.....	179
Abb. 9.23: Verlauf der Mantelreibung je Laststufe beim Versuch Großbohrpfahl B.M5	180
Abb. 9.24: Ausgewählte Kennwerte der Versuchsreihen der Großbohrpfähle	181
Abb. 9.25: Vertikalverschiebungen der Großbohrpfahlversuchsreihen bei einer Gebrauchslast von $F_{ck} = 800$ kN.....	182
Abb. 9.26: Kriechmaße der Großbohrpfahlversuchsreihen bei Gebrauchslast.....	183
Abb. 9.27: Maximale Pfahlkopfverschiebungen der Großbohrpfahlversuchsreihen	183
Abb. 9.28: maximale Prüfkraft P_P der Großbohrpfahlversuchsreihen	184
Abb. 9.29: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei einer Pfahlkopfverschiebung $w_v = 2$ cm der Großbohrpfahlversuchsreihen	185
Abb. 9.30: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei einer Pfahlkopfverschiebung $s_g/D = 0,1$ der Großbohrpfahlversuchsreihen	185
Abb. 9.31: Pfahlwiderstand $R_{c,m}$ bei Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm der Großbohrpfahl-Versuchsreihen.	186
Abb. 9.32: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt Miozän B.M1-B.M5	188
Abb. 9.33: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle SOB Miozän B.M11-B.M15	188
Abb. 9.34: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt/SOB Kies B.K1-B.K12 ...	189
Abb. 9.35: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle verrohrt Kies B.K51-B.K55.....	191
Abb. 9.36: Widerstands-Verschiebungslinie Großbohrpfähle SOB Kies B.K61-B.K65	191
Abb. 9.37: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt Miozän B.M1-B.M5	192
Abb. 9.38: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle SOB Miozän B.M11-B.M15	193
Abb. 9.39: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt/ SOB Kies B.K1-B.K12.....	194
Abb. 9.40: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle verrohrt Kies B.K51-B.K55	194
Abb. 9.41: Widerstands-Kriechmaßlinie Großbohrpfähle SOB Kies B.61-B.K65.....	195
Abb. 10.1: Ausgewählte Kennwerte der Düsenstrahlsäule D.K55.....	199
Abb. 10.2: Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ – KEX Seriennummern, Gage-Faktoren und Absoluthöhen bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	199
Abb. 10.3: Tabellenblatt „P2_Instrumentierung“ – KEX gemessene Abschnittslängen und Einbauwerte bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	199

Abb. 10.4: Kettenextensometerkonfiguration (Abschnittslängen blau dargestellt) der Düsenstrahlsäulen.....	200
Abb. 10.5: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Säulengeometrie und Materialkennwerte bei der Düsenstrahlsäule D.K55	201
Abb. 10.6: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Rechenquerschnitte bei der Düsenstrahlsäule D.K55	201
Abb. 10.7: Deckblatt Versuchsauswertung Düsenstrahlsäulen D.K55.....	202
Abb. 10.8: Belastungsstufen und Säulenkopfverschiebung w_v bei der Düsenstrahlsäule D.K55..	204
Abb. 10.9: Gemessene Säulenkopfverschiebungen w_{v1} , w_{v2} , w_{v3} und Mittelwert w_{vm} bei der Düsenstrahlsäule D.K55	204
Abb. 10.10: Kettenextensometer-Stauchungen bei der Düsenstrahlsäule D.K55	206
Abb. 10.11: Kettenextensometer-Stauchungen detailliert bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	206
Abb. 10.12: Widerstands-Setzungslinie bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	207
Abb. 10.13: Absolute Zeitverformung bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	208
Abb. 10.14: Relative Zeitverformung bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	209
Abb. 10.15: Widerstands-Kriechmaßlinie bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	210
Abb. 10.16: Verlauf der axialen Längenänderung bei der Düsenstrahlsäule D.K55.....	211
Abb. 10.17: Vertikale Säulenkopfverschiebung w_v bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000$ kN.....	212
Abb. 10.18: Kriechmaß $\alpha_{y,m}$ der Düsenstrahlsäulen bei Gebrauchslast $F_{ck} = 1000$ kN.....	213
Abb. 10.19: Mittelwert der maximalen vertikalen Säulenkopfverschiebung w_v der Düsenstrahlsäulen	213
Abb. 10.20: Mittelwert der maximalen Prüfkraft $P_{p,m}$ der Düsenstrahlsäulen	214
Abb. 10.21: Mittlerer Säulenwiderstand R_c bei einer Säulenkopfverschiebung von $w_v = 2,0$ cm der Düsenstrahlsäulen.....	214
Abb. 10.22: Mittlerer Säulenwiderstand R_c bei einer Säulenkopfverschiebung von $s_g/D = 0,1$ der Düsenstrahlsäulen.....	215
Abb. 10.23: mittlerer Säulenwiderstand R_c der Düsenstrahlsäulen bei Kriechmaß $\alpha_y = 2$ mm	215
Abb. 10.24: Widerstands-Setzungslinien der jeweiligen Lastschleife (LS) der Düsenstrahlsäulen D.Kxx	217
Abb. 10.25: Widerstands-Kriechmaßlinien der Düsenstrahlsäulen D.Kxx	218
Abb. 11.1: Allgemeine Versuchsdaten des Mikropfahls M.v58	220
Abb. 11.2: Tabellenblatt P3_GeometrieMaterial – Pfahlgeometrie und Materialkennwerte des Mikropfahls M.v58.....	220
Abb. 11.3: Deckblatt Versuchsauswertung des Mikropfahls M.v58.....	221
Abb. 11.4: Belastungsstufen und mittlere Pfahlkopfverschiebung w_v beim Herausziehversuch des Mikro-pfahls M.v56.....	222
Abb. 11.5: Gemessene Pfahlkopfverschiebungen w_{v1} , w_{v2} , w_{v3} und Mittelwert $w_{v,m}$ beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56.....	223
Abb. 11.6: Widerstands-Verschiebungslinie beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56 ...	224

Abb. 11.7: Absolute Zeitverformung beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56	226
Abb. 11.8: Relative Zeitverformung beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56	227
Abb. 11.9: Widerstands-Kriechmaßlinie beim Herausziehversuch des Mikropfahls M.v56.....	228
Abb. 11.10: Übersicht der Ergebnisse der Herausziehversuche.....	229
Abb. 11.11: Mittelwerte der vertikalen Pfahlkopfverschiebung w_v bei Gebrauchslast $F_{ck} = 200$ kN, Herausziehversuche der Mikropfähle	230
Abb. 11.12: Mittelwerte des Kriechmaßes α_y bei Gebrauchslast $F_{ck} = 200$ kN, Herausziehversuche der Mikropfähle.....	231
Abb. 11.13: Maximale vertikale Pfahlkopfverschiebung der Herausziehversuche der Mikropfähle	232
Abb. 11.14: Maximale Prüflast P_p der Herausziehversuche der Mikropfähle	232
Abb. 11.15: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 0 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle.....	234
Abb. 11.16: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 1 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle.....	236
Abb. 11.17: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 2 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle.....	237
Abb. 11.18: Widerstands-Verschiebungslinie des Verankerungstyp 3 bei den Herausziehversuchen der Mikropfähle.....	239
Abb. 11.19: Mantelfläche der Stahlzugglieder und Verankerungen aus [81], Herausziehversuche der Mikropfähle.....	240



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ANHANG A

Auswertung der Großbohrpfahlversuche: Pfähle Miozän B.M xx



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung** Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 1
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	22
Prüfdatum:	29.08.2017
Versuchsbeginn:	15:40 Uhr
Versuchsende:	07:58 Uhr
Wetterbedingungen:	14:00 Uhr 29°C
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,78 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,01 müA
OK Haftstrecke:	145,11 müA
UK Pfahl:	138,97 müA
Länge Freispielstrecke:	11,67 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,04 m

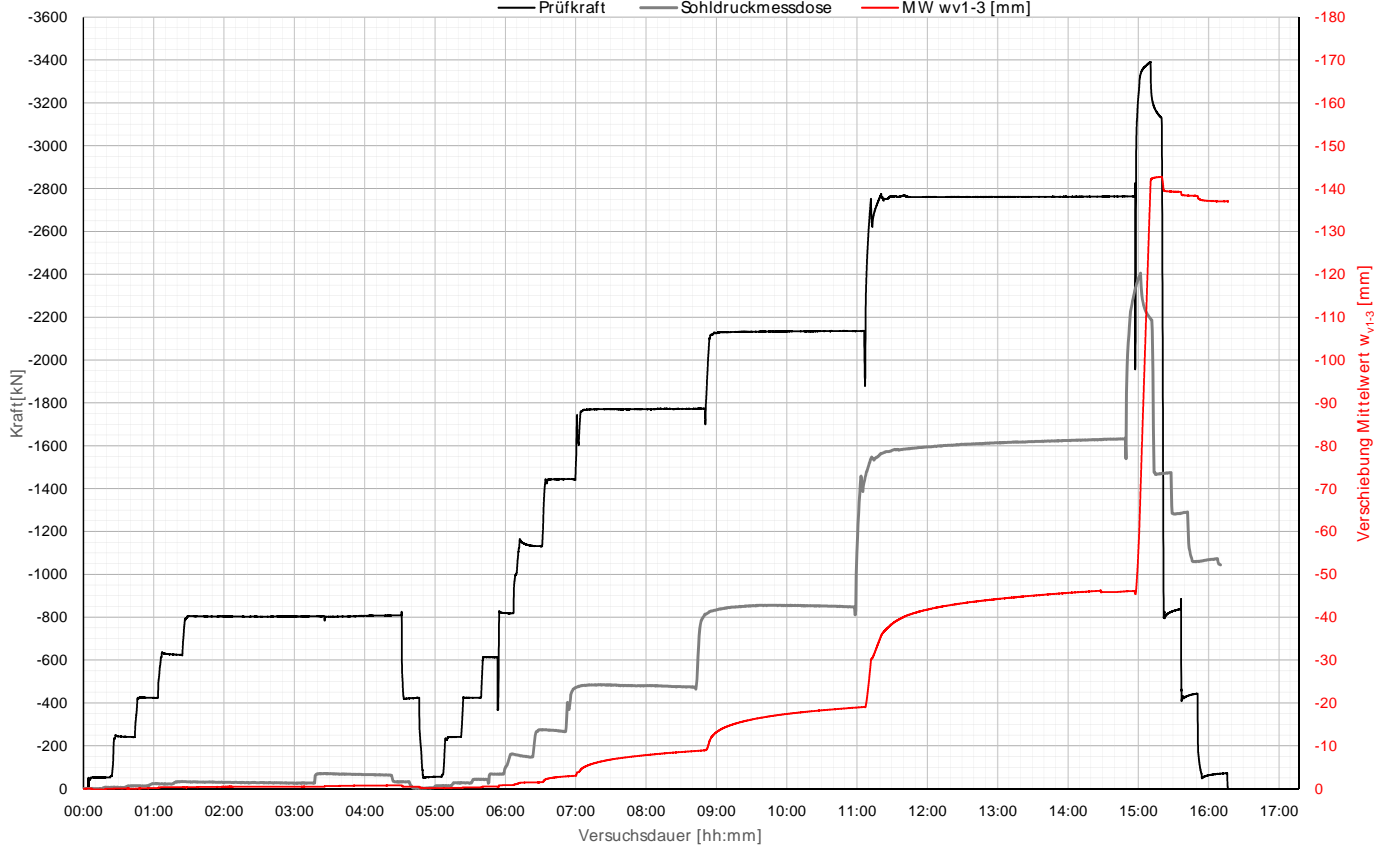
Materialeigenschaften:

Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	39,66	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{ss=}$	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{ss=}$	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS=}$	10141,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS=}$	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl $A_s=$	13947,50	mm ²
E-Modul Baustahl $E_s=$	200,00	kN/mm ²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

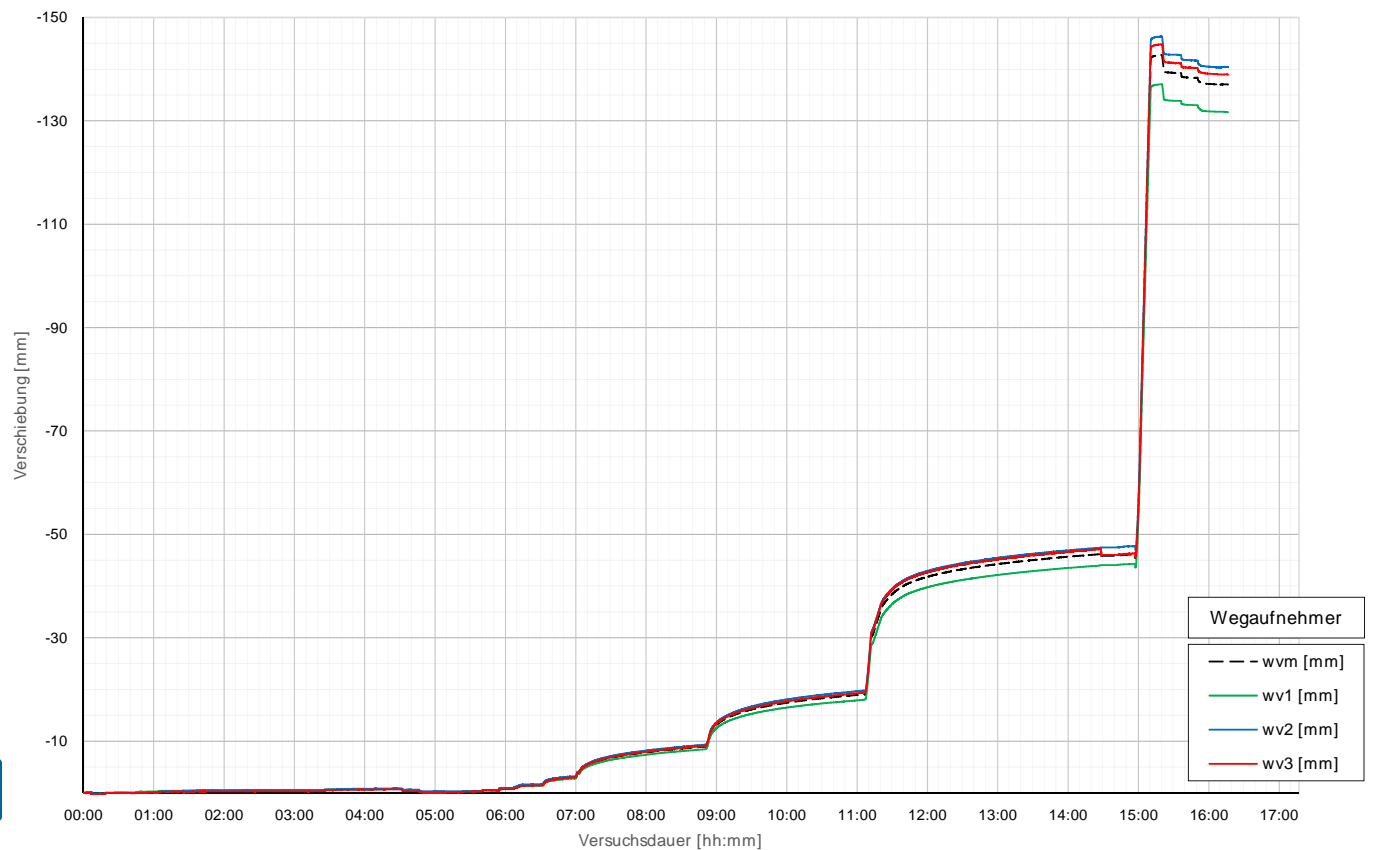
Prüfkörper: B.M 1 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M 1 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M1 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																												
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]															Berechnung Kriechmaß							
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Söll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 45 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 75 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 105 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 135 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 165 min [min]	Δt 180 min [min]	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechm aß [mm]	
0	15:40	16:02	-50	-52	0,00																							
1	16:08	16:23	-238	-241	0,01	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	0,01													2	5	-0,01	-0,02	-0,01	
2	16:28	16:43	-425	-423	-0,13	-0,06	-0,06	-0,09	-0,12	-0,13													5	15	-0,09	-0,13	-0,09	
3	16:48	17:03	-613	-624	-0,36	-0,35	-0,35	-0,35	-0,36														5	10	-0,35	-0,36	-0,03	
4	17:10	20:10	-800	-809	-0,76	-0,34	-0,35	-0,36	-0,38	-0,40	-0,42	-0,44	-0,46	-0,46	-0,45	-0,61	-0,69	-0,71	-0,74				120	170	-0,61	-0,74	-0,90	
5	20:16	20:26	-425	-424	-0,44	-0,45	-0,45	-0,45																				
6	20:30	20:45	-50	-56	-0,13	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12																			
7	20:50	21:00	-238	-241	-0,18	-0,15	-0,15	-0,16															2	5	-0,15	-0,16	-0,02	
8	21:06	21:17	-425	-424	-0,29	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29														5	10	-0,28	-0,29	-0,03	
9	21:21	21:31	-613	-614	-0,49	-0,49	-0,49	-0,49															1	5	-0,49	-0,49	0,00	
10	21:36	21:46	-800	-818	-0,80	-0,78	-0,80	-0,80															1	5	-0,78	-0,80	-0,03	
11	21:53	22:08	-1125	-1132	-1,48	-1,41	-1,42	-1,44	-1,46														5	10	-1,44	-1,46	-0,06	
12	22:16	22:37	-1450	-1444	-2,96	-2,39	-2,44	-2,58	-2,73	-2,85	-2,94												15	20	-2,85	-2,94	-0,77	
13	22:44	00:27	-1775	-1774	-8,88	-4,63	-4,83	-5,27	-5,79	-6,17	-6,48	-7,65	-7,93	-8,20									40	100	-7,34	-8,82	-3,71	
14	00:35	02:42	-2100	-2135	-18,97	-12,10	-12,43	-13,17	-14,01	-14,60	-15,08	-16,86	-17,26	-17,59	-18,61	-18,84							80	100	-17,88	-18,40	-5,27	
15	03:04	06:37	-2750	-2764	-46,12	-37,24	-37,50	-38,26	-39,22	-39,96	-40,55	-42,57	-43,01	-43,41	-44,63	-44,90	-45,56	-45,74	-45,94									
16	06:54	06:50	-3400	-3390	-138,66																							
22	07:05	07:15	-800	-837	-139,23	-139,34	-139,32	-139,29																				
23	07:18	07:28	-425	-442	-138,31	-138,42	-138,40	-138,36																				
24	07:34	07:49	-50	-69	-137,02	-137,25	-137,21	-137,14	-137,09																			

Prüfkörper: B.M1 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWESII - Bewehrungssensoren																	Pfahlwiderstand DM D				
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					Sohldruckmessdose SMD			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _{s,m} [kN/m ²]	
0	16:02	-52	155,53	144,73	144,73	144,73	143,03	143,03	141,33	141,33	139,68	139,68	155,53	144,73	143,03	141,33	139,68	139,10			
1	16:23	-241	-0,0079	-0,0078	-0,0079	-0,0077	-0,0053	-0,0045	-0,0029	-0,0029	-0,0016	-0,0016	-0,0079	-0,0045	-0,0029	-0,0015	-0,0005	-6,3	-234,6	-13,5	
2	16:43	-423	-0,0169	-0,0150	-0,0159	-0,0177	-0,0099	-0,0088	-0,0057	-0,0059	-0,0058	-0,0039	-0,0159	-0,0088	-0,0058	-0,0034	-0,0013	-12,3	-410,9	-23,7	
3	17:03	-624	-0,0270	-0,0233	-0,0252	-0,0127	-0,0147	-0,0137	-0,0089	-0,0093	-0,0091	-0,0059	-0,0252	-0,0137	-0,0091	-0,0052	-0,0020	-21,4	-603,1	-34,7	
4	20:10	-809	-0,0349	-0,0293	-0,0321	-0,0211	-0,0306	-0,0258	-0,0179	-0,0251	-0,0215	-0,0147	0,0000	-0,0258	-0,0215	-0,0132	-0,0049	-63,2	-745,4	-42,9	
5	20:26	-424	-0,0163	-0,0103	-0,0133	-0,0098	-0,0198	-0,0148	-0,0103	-0,0176	-0,0140	-0,0099	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-32,8	-391,2	-22,5	
6	20:45	-56	0,0023	0,0066	0,0045	0,0005	-0,0072	-0,0034	-0,0028	-0,0092	-0,0060	-0,0044	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-3,7	-52,0	-3,0	
7	21:00	-241	-0,0066	-0,0029	-0,0047	-0,0038	-0,0130	-0,0084	-0,0059	-0,0125	-0,0092	-0,0066	0,0000	-0,0084	-0,0092	-0,0058	-0,0017	-14,2	-227,1	-13,1	
8	21:17	-424	-0,0158	-0,0114	-0,0136	-0,0088	-0,0187	-0,0137	-0,0093	-0,0168	-0,0131	-0,0092	0,0000	-0,0137	-0,0131	-0,0081	-0,0027	-26,5	-397,8	-22,9	
9	21:31	-614	-0,0248	-0,0202	-0,0225	-0,0145	-0,0247	-0,0196	-0,0132	-0,0209	-0,0171	-0,0117	0,0000	-0,0196	-0,0171	-0,0106	-0,0040	-44,5	-569,1	-32,8	
10	21:46	-818	-0,0349	-0,0302	-0,0326	-0,0210	-0,0308	-0,0259	-0,0180	-0,0259	-0,0220	-0,0150	0,0000	-0,0259	-0,0220	-0,0136	-0,0050	-67,3	-750,7	-43,2	
11	22:08	-1132	-0,0515	-0,0463	-0,0489	-0,0315	-0,0420	-0,0367	-0,0269	-0,0365	-0,0317	-0,0223	0,0000	-0,0367	-0,0317	-0,0202	-0,0086	-148,5	-983,0	-56,6	
12	22:37	-1444	-0,0687	-0,0624	-0,0656	-0,0420	-0,0530	-0,0475	-0,0349	-0,0476	-0,0413	-0,0297	0,0000	-0,0475	-0,0413	-0,0272	-0,0126	-267,8	-1176,5	-67,8	
13	00:27	-1774	-0,0886	-0,0812	-0,0849	-0,0527	-0,0656	-0,0591	-0,0420	-0,0622	-0,0521	-0,0348	0,0000	-0,0591	-0,0521	-0,0354	-0,0180	-475,7	-1298,1	-74,8	
14	02:42	-2135	-0,1104	-0,1027	-0,1066	-0,0648	-0,0795	-0,0721	-0,0510	-0,0789	-0,0650	-0,0436	-0,1066	-0,0721	-0,0650	-0,0466	-0,0285	-848,7	-1286,1	-74,1	
15	06:37	-2764	-0,1502	-0,1419	-0,1460	-0,0889	-0,1035	-0,0962	-0,0733	-0,1051	-0,0892	-0,0688	-0,1460	-0,0962	-0,0892	-0,0688	-0,0530	-1637,0	-1127,4	-64,9	
16	06:50	-3390	-0,1850	-0,1740	-0,1795	-0,1141	-0,1240	-0,1190	-0,0876	-0,1392	-0,1134	-0,0847	-0,1795	-0,1190	-0,1134	-0,0882	-0,0743	-2406,0	-984,5	-56,7	
22	07:15	-837	-0,0587	-0,0426	-0,0506	-0,0299	-0,0441	-0,0370	-0,0251	-0,0699	-0,0475	-0,0380	-0,0506	-0,0370	-0,0475	-0,0440	-0,0425				
23	07:28	-442	-0,0376	-0,0234	-0,0305	-0,0150	-0,0309	-0,0229	-0,0134	-0,0570	-0,0352	-0,0282	-0,0305	-0,0229	-0,0352	-0,0348	-0,0358				
24	07:49	-69	-0,0168	-0,0063	-0,0116	-0,0030	-0,0159	-0,0094	-0,0024	-0,0423	-0,0223	-0,0184	-0,0116	-0,0094	-0,0223	-0,0249	-0,0280				

Prüfkörper: B.M1 (Miozän - Druck)

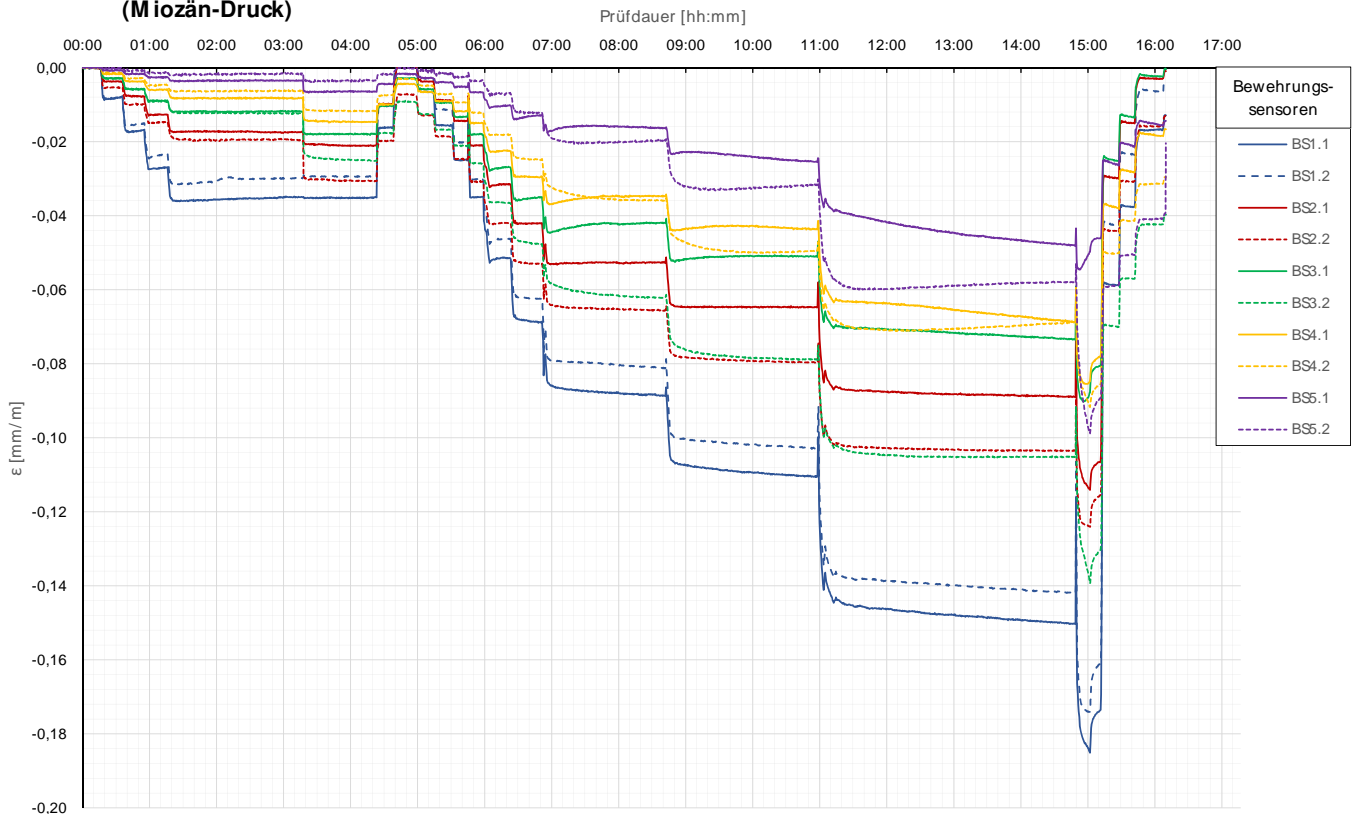
Auswertung MWESII - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normalkraft									
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		Normalkraft je Messquerschnitt der BS					Anteil der Normalkraft an der Prüfkraft				
LS	LSEnde	P list	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]	N(MQ1) [kN]	N(MQ2) [kN]	N(MQ3) [kN]	N(MQ4) [kN]	N(MQ5) [kN]	N(MQ1) [%]	N(MQ2) [%]	N(MQ3) [%]	N(MQ4) [%]	N(MQ5) [%]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	OSNr.: 3	OSNr.: 8	OSNr.: 3	OSNr.: 4	OSNr.: 5	OSNr.: 6	OSNr.: 7					
0	16:02	-52	156,56/11,50	145,06/1,42	143,64/1,43	142,21/1,42	140,79/1,43												
1	16:23	-241	-0,0072	0,0010	-0,0016	-0,0032	-0,0012	71	77	-147,4	-125,2	-81,8	-39,5	-12,3	61%	52%	34%	16%	5%
2	16:43	-423	-0,0161	-0,0034	-0,0011	-0,0059	-0,0029	60	57	-298,5	-246,4	-162,0	-88,0	-33,5	71%	58%	38%	21%	8%
3	17:03	-624	-0,0266	-0,0057	-0,0044	-0,0094	-0,0028	56	50	-471,2	-382,4	-254,7	-135,1	-51,5	75%	61%	41%	22%	8%
4	20:10	-809	-0,0375	-0,0204	-0,0162	-0,0196	-0,0073	57	45	-702,0	-722,0	-602,0	-342,9	-127,9	87%	89%	74%	42%	16%
5	20:26	-424	-0,0256	-0,0134	-0,0129	-0,0114	-0,0052								0%	0%	0%	0%	0%
6	20:45	-56	-0,0085	-0,0026	-0,0038	-0,0054	-0,0032								0%	0%	0%	0%	0%
7	21:00	-241	-0,0131	-0,0029	-0,0059	-0,0093	-0,0027	86	36	-244,6	-234,6	-256,5	-150,1	-44,8	101%	97%	106%	62%	19%
8	21:17	-424	-0,0211	-0,0108	-0,0078	-0,0127	-0,0051	73	41	-394,8	-383,3	-365,0	-211,0	-70,4	93%	90%	86%	50%	17%
9	21:31	-614	-0,0298	-0,0126	-0,0109	-0,0146	-0,0070	62	42	-557,2	-547,6	-477,4	-274,4	-102,5	91%	89%	78%	45%	17%
10	21:46	-818	-0,0394	-0,0208	-0,0161	-0,0198	-0,0076	57	43	-737,2	-724,1	-614,1	-353,0	-130,2	90%	89%	75%	43%	16%
11	22:08	-1132	-0,0549	-0,0333	-0,0266	-0,0272	-0,0111	51	42	-1027,7	-1027,2	-887,0	-524,7	-223,3	91%	91%	78%	46%	20%
12	22:37	-1444	-0,0700	-0,0439	-0,0369	-0,0354	-0,0170	48	42	-1310,8	-1328,3	-1154,5	-705,0	-326,8	91%	92%	80%	49%	23%
13	00:27	-1774	-0,0889	-0,0554	-0,0488	-0,0460	-0,0226	45	40	-1665,2	-1653,2	-1456,4	-916,3	-465,7	94%	93%	82%	52%	26%
14	02:42	-2135	-0,1099	-0,0672	-0,0640	-0,0600	-0,0344	43	39	-1996,1	-2017,4	-1816,1	-1207,2	-739,6	94%	95%	85%	57%	35%
15	06:37	-2764	-0,1458	-0,0913	-0,0882	-0,0837	-0,0617	40	38	-2734,9	-2690,5	-2494,1	-1782,6	-1372,8	99%	97%	90%	64%	50%
16	06:50	-3390	-0,1782	-0,1160	-0,1173	-0,1124	-0,0894	40	38	-3361,7	-3328,7	-3172,0	-2285,5	-1924,6	99%	98%	94%	67%	57%
22	07:15	-837	-0,0650	-0,0385	-0,0494	-0,0580	-0,0507												
23	07:28	-442	-0,0442	-0,0231	-0,0371	-0,0489	-0,0428												
24	07:49	-69	-0,0243	-0,0102	-0,0243	-0,0369	-0,0341												
								MW E-Modul											
								56	45										

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfahlwiderstände					
Laststufen			Differenz Längskraft				Mantelreibung			Widerstand errechnet		Widerstand mittels DM D			
LS	LSEnde	P list	ΔN(MQ1-2) [kN]	ΔN(MQ2-3) [kN]	ΔN(MQ3-4) [kN]	ΔN(MQ4-5) [kN]	qs(MQ1-2) [kN/m ²]	qs(MQ2-3) [kN/m ²]	qs(MQ3-4) [kN/m ²]	qs(MQ4-5) [kN/m ²]	Rb [kN]	Rs [kN]	Rb DM D [kN]	Rs DM D [kN]	diff DM D [kN/m ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	145,11	144,73	143,03	141,33									
0	16:02	-52	144,82	143,03	141,33	139,68									
1	16:23	-241	-22,2	-43,3	-42,3	-27,2	-20,7	-9,0	-8,8	-5,8	-94,0	-146,8	-6,3	-234,6	87,8
2	16:43	-423	-52,1	-84,4	-74,0	-54,5	-48,5	-17,6	-15,4	-11,7	-134,6	-288,5	-12,3	-410,9	122,4
3	17:03	-624	-88,8	-127,7	-119,7	-83,5	-82,6	-26,6	-24,9	-17,9	-168,9	-455,6	-21,4	-603,1	147,5
4	20:10	-809	20,0	-120,0	-259,1	-215,0	18,6	-25,0	-53,9	-46,1	-142,0	-666,6	-63,2	-745,4	78,8
5	20:26	-424													
6	20:45	-56													
7	21:00	-241	-10,0	21,9	-106,4	-105,4	-9,3	4,6	-22,1	-22,6	3,9	-245,2	-14,2	-227,1	-18,0
8	21:17	-424	-11,5	-18,2	-154,0	-140,6	-10,7	-3,8	-32,0	-30,1	-39,5	-384,9	-26,5	-397,8	13,0
9	21:31	-614	-9,6	-70,3	-202,9	-171,9	-8,9	-14,6	-42,2	-36,9	-85,0	-528,6	-44,5	-569,1	40,5
10	21:46	-818	-13,2	-110,0	-261,1	-222,7	-12,3	-22,9	-54,3	-47,7	-115,3	-702,8	-67,3	-750,7	47,9
11	22:08	-1132	-0,5	-140,2	-362,2	-301,4	-0,4	-29,2	-75,4	-64,6	-197,5	-934,1	-148,5	-983,0	48,9
12	22:37	-1444	17,4	-173,7	-449,5	-378,3	16,2	-36,1	-93,5	-81,1	-297,4	-1146,8	-267,8	-1176,5	29,7
13	00:27	-1774	-12,0	-196,9	-540,1	-450,6	-11,1	-41,0	-112,4	-96,6	-380,4	-1393,4	-475,7	-1298,1	-95,3
14	02:42	-2135	21,3	-201,2	-609,0	-467,6	19,8	-41,9	-126,7	-100,2	-677,1	-1457,7	-848,7	-1286,1	-171,6
15	06:37	-2764	-44,4	-196,4	-711,5	-409,9	-41,3	-40,9	-148,0	-87,9	-1225,9	-1538,5	-1637,0	-1127,4	-411,2
16	06:50	-3390	-33,0	-156,8	-886,4	-360,9	-30,7	-32,6	-184,4	-77,4	-1798,1	-1592,4	-2406,0	-984,5	-607,9
22	07:15	-837													
23	07:28	-442													
24	07:49	-69													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

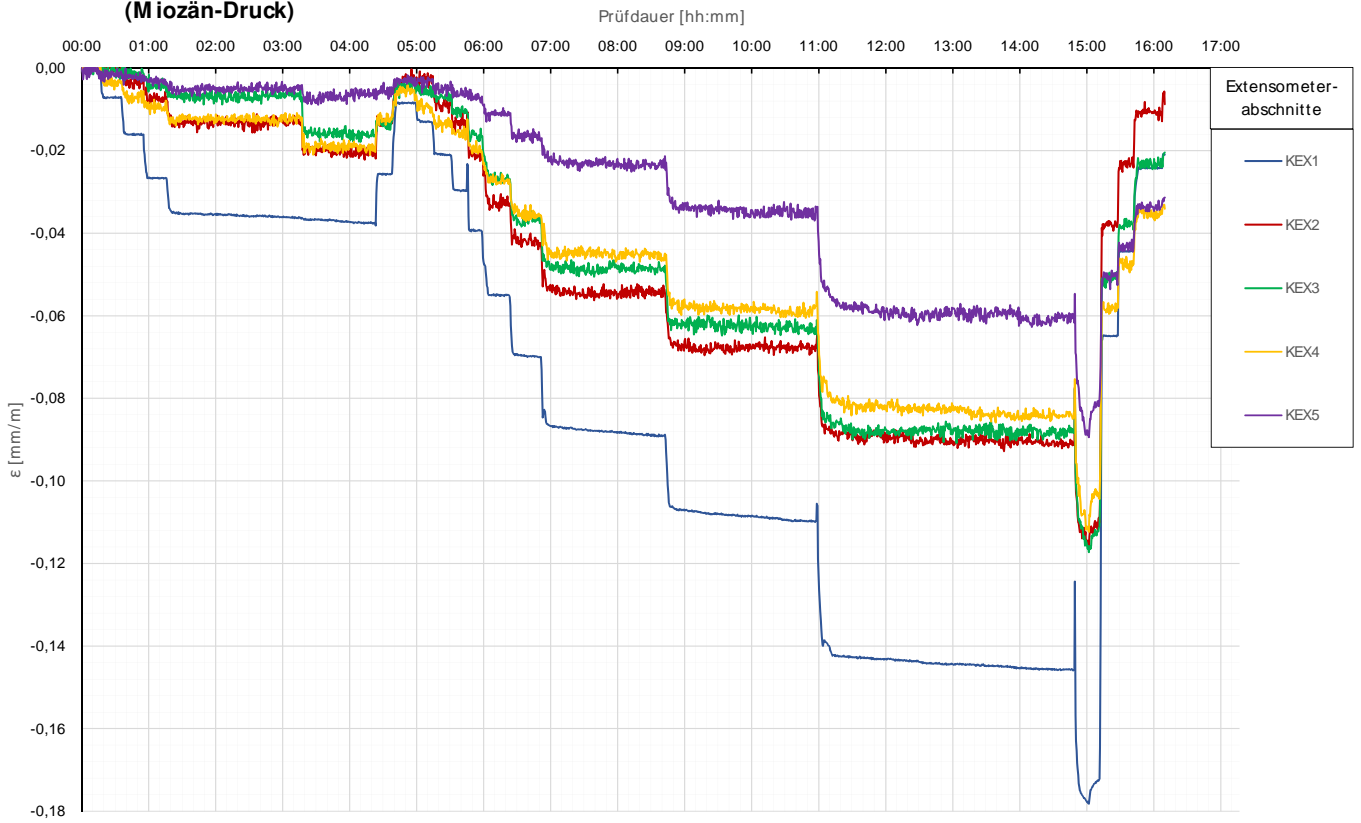
Prüfkörper: B.M1 (Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



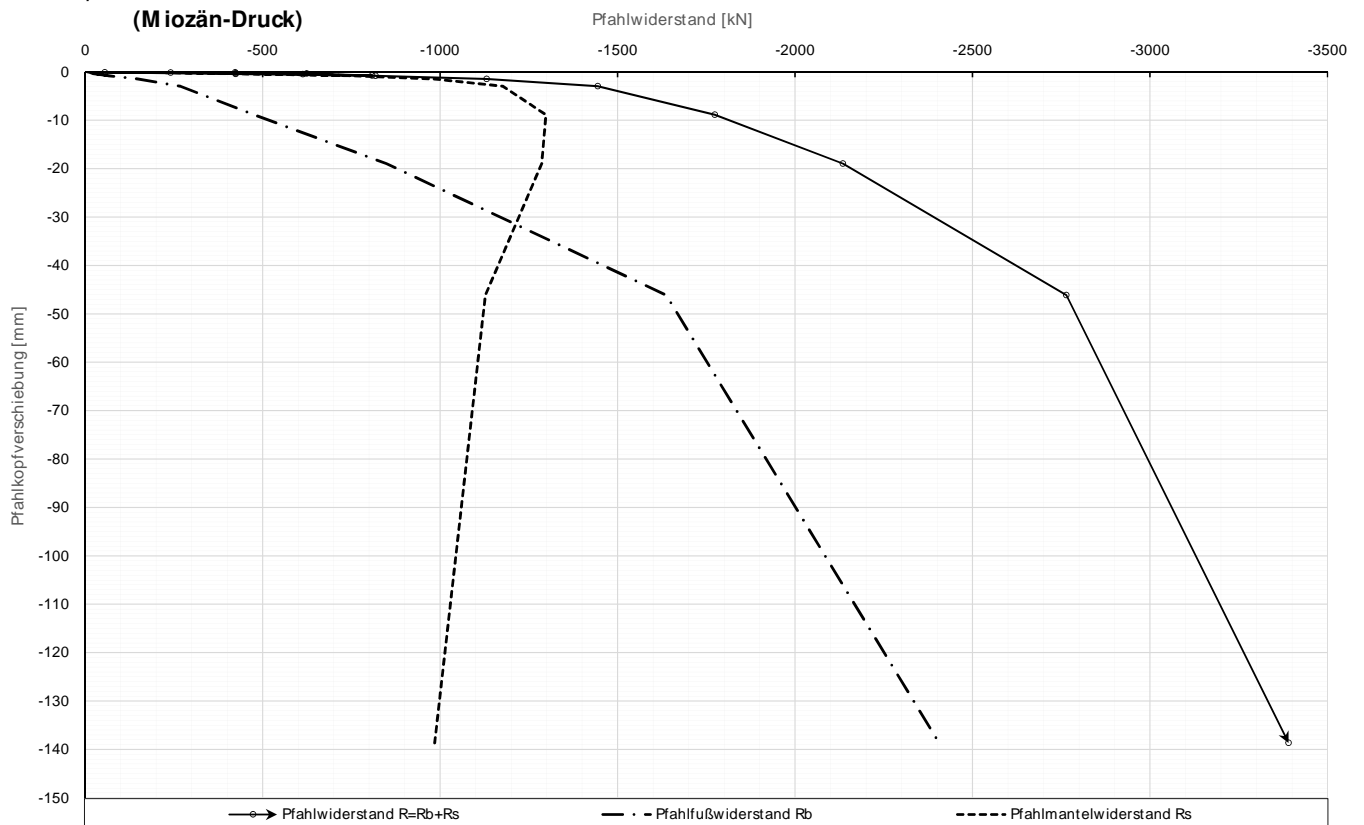
Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



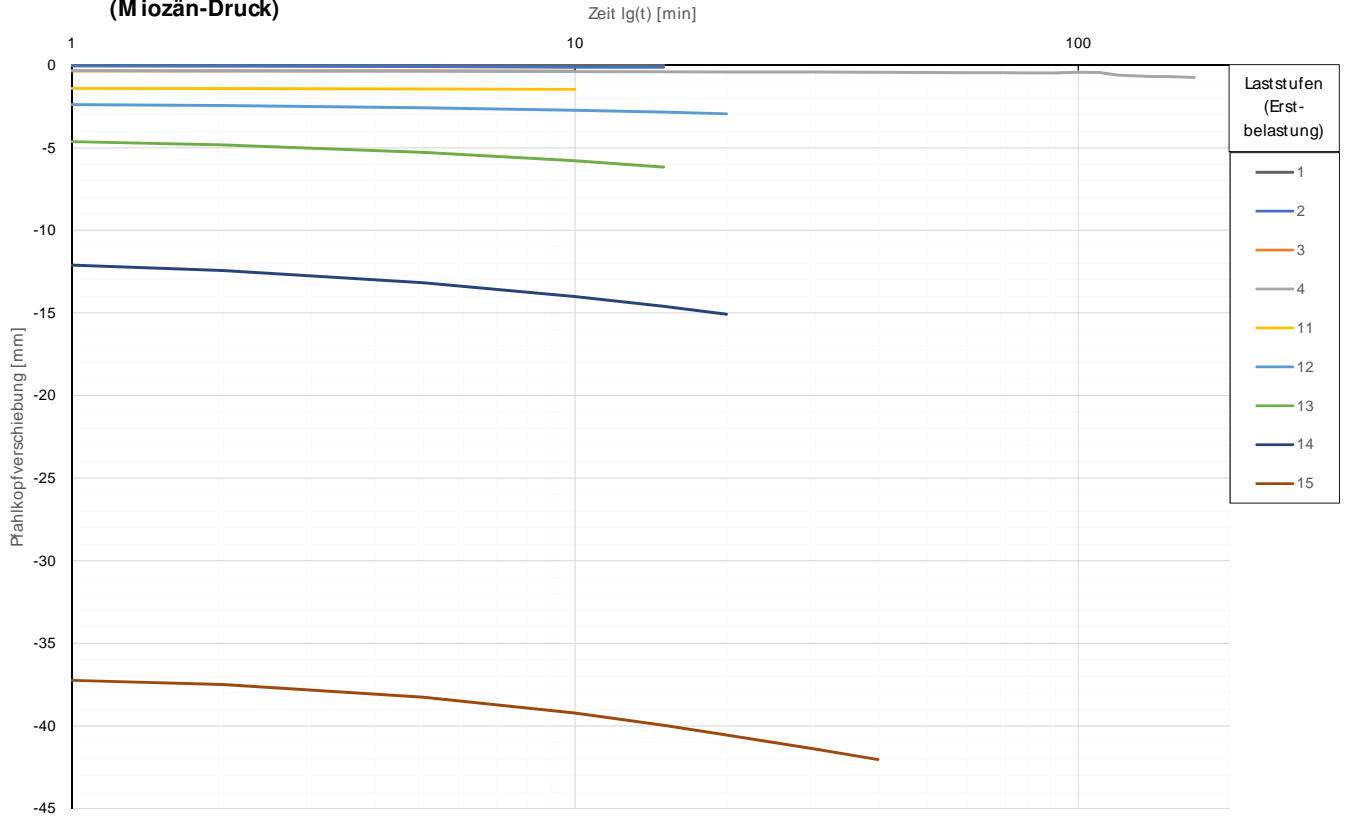
Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

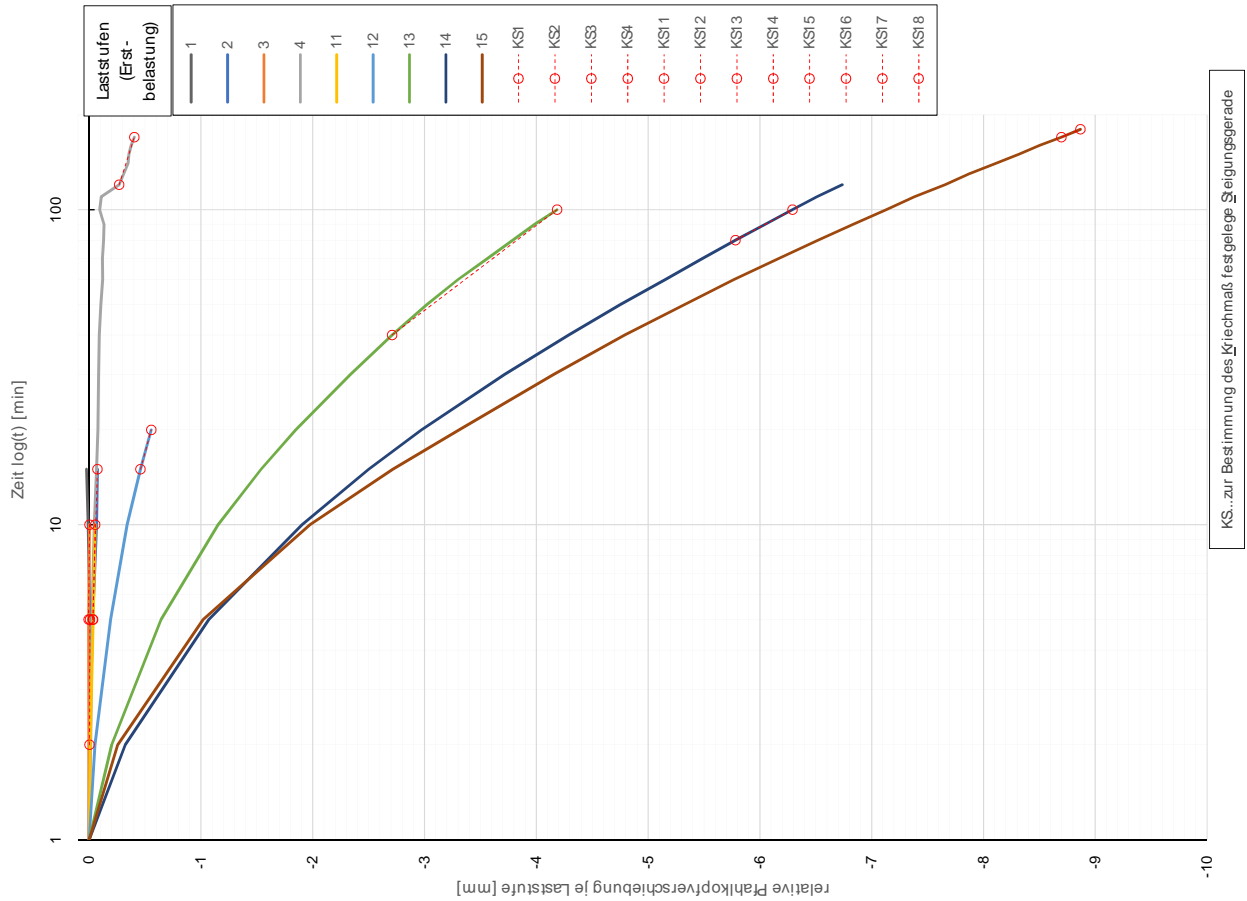
Zeitverformung



Forschungsbibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 TU WIEN Your knowledge hub The approved original version is in print at TU Wien Bibliothek.

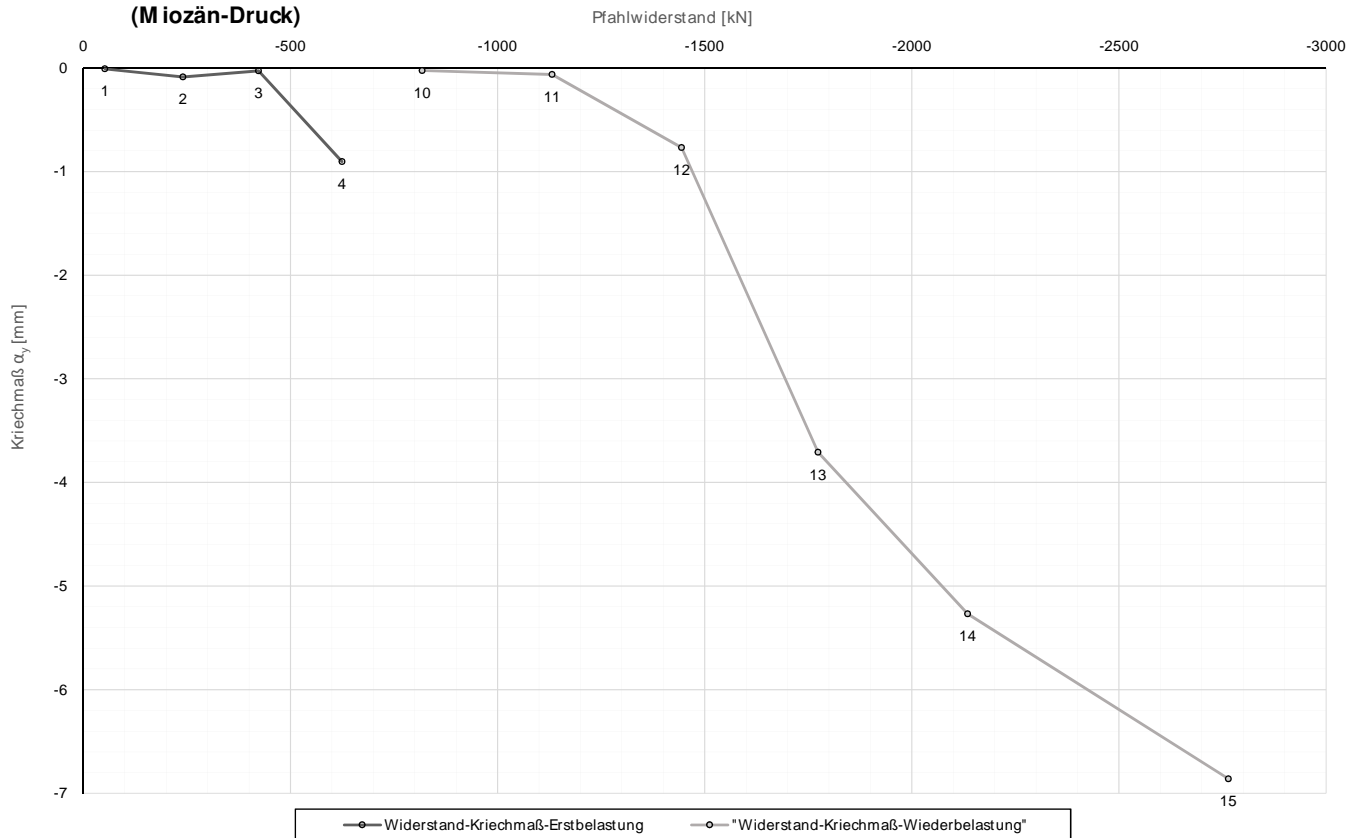
Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

Zeitverformung



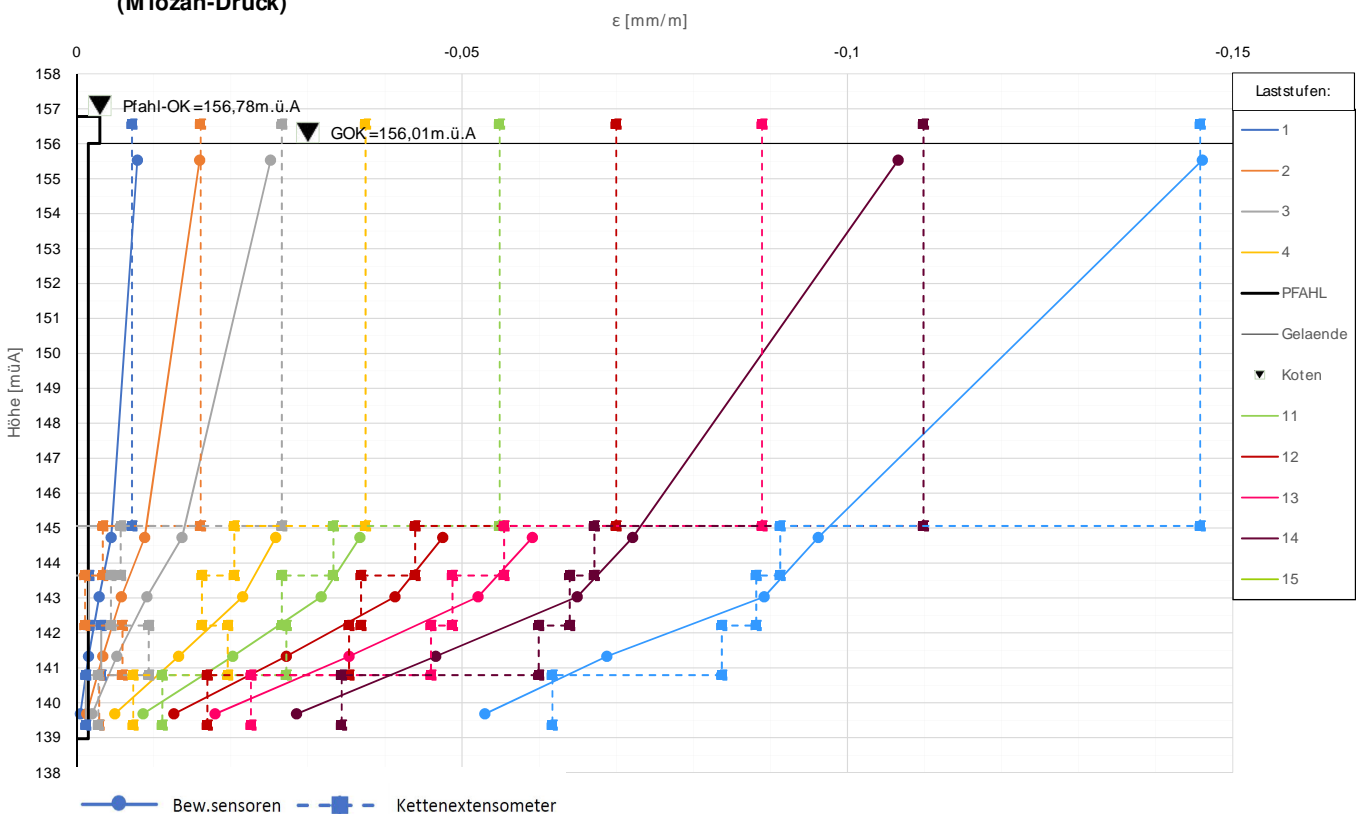
Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 1**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 28.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 2
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	18
Prüfdatum:	10.08.2017
Versuchsbeginn:	09:57 Uhr
Versuchsende:	00:50 Uhr
Wetterbedingungen:	7:30, heiter - ab 21:12 Unwetter
besondere Versuchsbedingungen:	Ssterbar 2.1 defekt, Ssterbar 5.1 händische Ablesung, Probleme mit Datenlogger (tw. Au

Geometrie Prüfkörper:

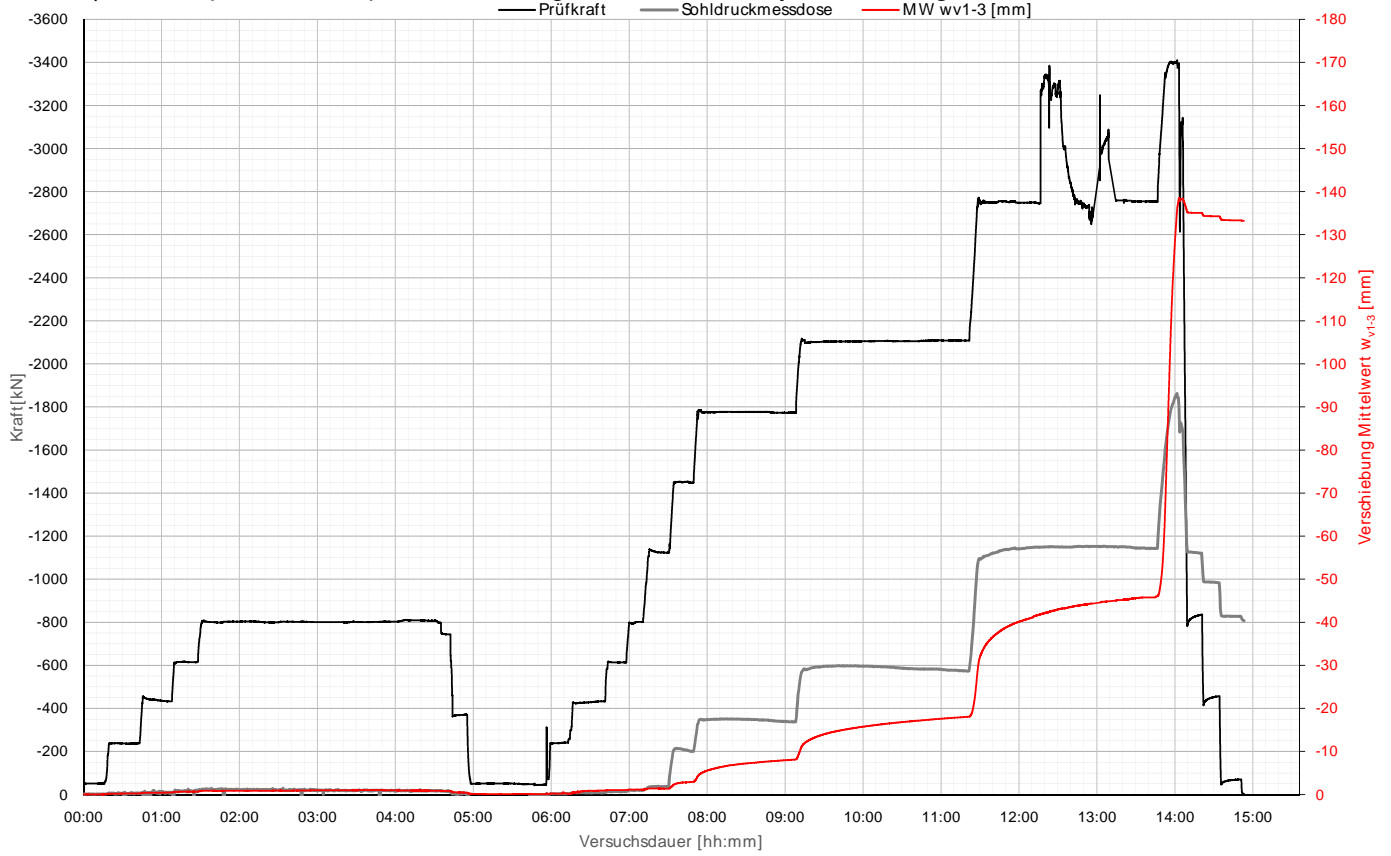
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,98 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,21 müA
OK Haftstrecke:	145,35 müA
UK Pfahl:	139,21 müA
Länge Freispielstrecke:	11,63 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	10141,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	13947,50	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

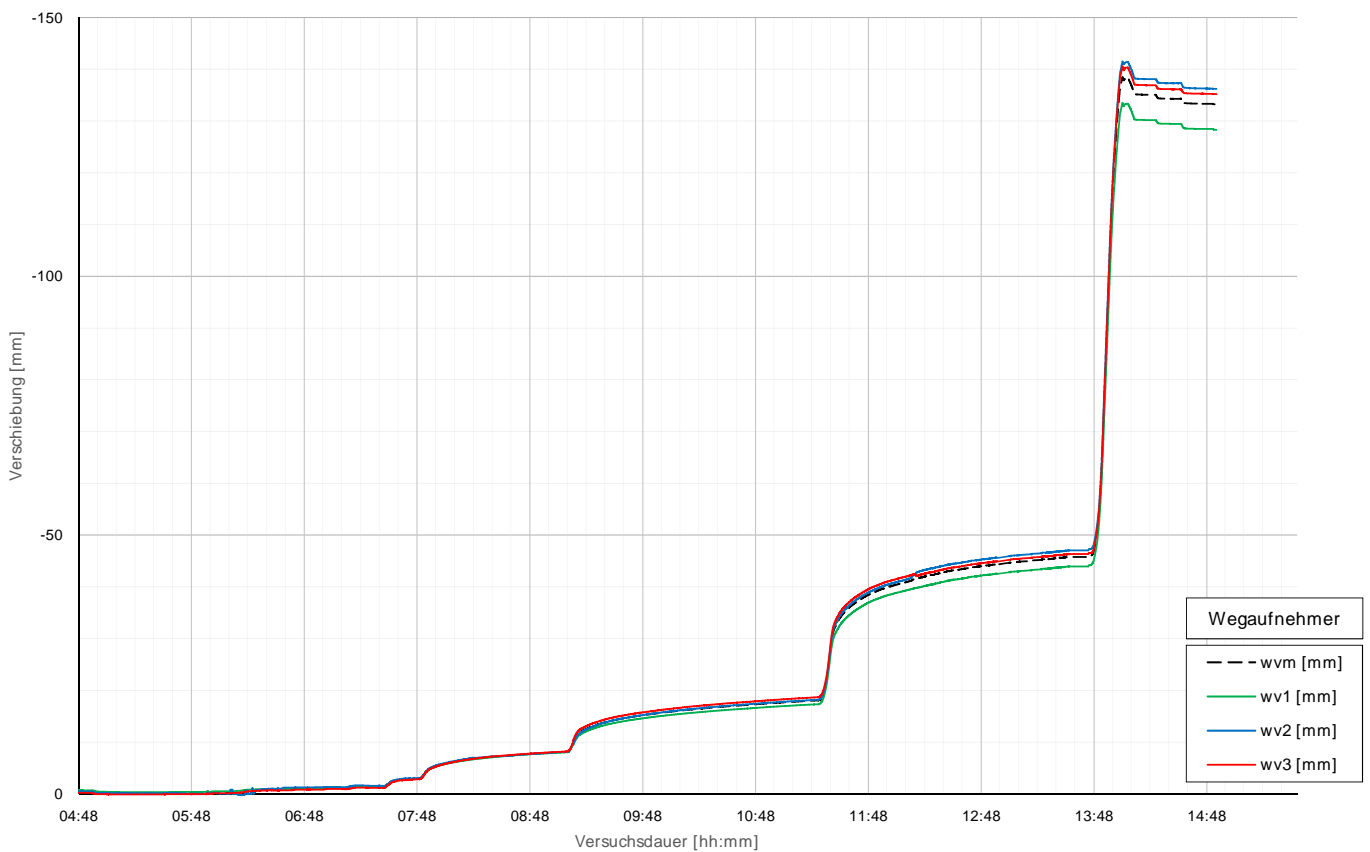
Prüfkörper: B.M 2 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M 2 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M2 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																												
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]																Berechnung Kriechmaß						
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Söll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 45 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 75 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 105 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 135 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 165 min [min]	Δt 180 min [min]	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechm aß [mm]	
0	09:57	10:12	50	-50	-0,06																							
1	10:17	10:36	238	-238	-0,24	-0,20	-0,20	-0,20	-0,22	-0,24														10	15	-0,22	-0,24	-0,11
2	10:44	11:04	425	-433	-0,45	-0,42	-0,42	-0,40	-0,40	-0,43														10	15	-0,40	-0,43	-0,18
3	11:08	11:24	613	-614	-0,69	-0,62	-0,63	-0,66	-0,68	-0,69														5	15	-0,66	-0,69	-0,05
4	11:31	14:31	800	-799	-0,89	-0,87	-0,87	-0,85	-0,84	-0,85	-0,87	-0,89	-0,90	-0,91	-0,98	-1,03	-0,94	-0,91	-0,89					40	120	-0,86	-1,03	-0,35
5	14:42	14:52	425	-372	-0,43	-0,50	-0,49	-0,48																				
6	14:55	15:27	50	-51	-0,11	-0,16	-0,16	-0,15	-0,11	-0,10	-0,11																	
7	15:57	16:07	238	-241	-0,23	-0,24	-0,23	-0,20																0	0			
8	16:14	16:28	425	-429	-0,87	-0,46	-0,45	-0,65	-0,84															5	10	-0,65	-0,84	-0,62
9	16:42	16:53	613	-614	-1,05	-1,03	-1,03	-1,03	-1,05															2	10	-1,03	-1,05	-0,03
10	16:58	17:08	800	-832	-1,12	-1,13	-1,13	-1,13																2	5	-1,13	-1,13	-0,01
11	17:15	17:27	1125	-1122	-1,35	-1,41	-1,41	-1,37	-1,37															2	10	-1,41	-1,37	0,05
12	17:32	17:46	1450	-1448	-2,94	-2,52	-2,61	-2,76	-2,86															2	10	-2,61	-2,86	-0,36
13	17:50	19:00	1775	-1774	-8,02	-4,66	-4,88	-5,33	-5,83	-6,22	-6,54	-7,58	-7,81											40	60	-7,29	-7,81	-2,94
14	19:10	21:17	2100	-2109	-18,04	-11,68	-12,00	-12,55	-13,27	-13,82	-14,26	-15,87	-16,27	-16,61	-17,67	-17,89								90	120	-17,17	-17,89	-5,79
15	21:31	23:42	2750	-2754	-45,97	-35,01	-35,40	-36,38	-37,63	-38,65	-39,41	-42,49	-43,21	-43,81	-45,34	-45,78												
16	23:52	23:58	3400	-3410	-135,34	-100,62	-109,67	-128,71																				
22	00:08	00:18	800	-738	-134,96	-135,11	-135,09	-135,06																				
23	00:20	00:30	425	-456	-134,30	-134,33	-134,32	-134,30																				
24	00:32	00:47	50	-70	-133,32	-133,47	-133,43	-133,38	-133,34																			

Prüfkörper: B.M2 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWESI - Bewehrungssensoren																			Pflahlwiderstand DM D		
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					Sohldruckmessdose SMD			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _{s,m} [kN/m ²]	
0	10:12	-50	155,73	144,88	144,88	144,88	143,23	143,23	141,53	141,53	139,88	139,88	155,73	144,88	143,23	141,53	139,88	139,30			
1	10:36	-238	-0,0105	-0,0140	-0,0123	-	-0,0052	-0,0026	-0,0029	-0,0084	-0,0057	-0,0080	-0,0123	-0,0052	-0,0057	-0,0110	-0,0056	-1,8	-236,0	-13,6	
2	11:04	-433	-0,0199	-0,0243	-0,0221	-	-0,0092	-0,0046	-0,0055	-0,0112	-0,0083	-0,0094	-0,0221	-0,0092	-0,0083	-0,0126	-0,0061	-6,4	-426,2	-24,5	
3	11:24	-614	-0,0297	-0,0330	-0,0313	-	-0,0128	-0,0064	-0,0079	-0,0140	-0,0110	-0,0115	-0,0313	-0,0128	-0,0110	-0,0145	-0,0065	-12,3	-601,9	-34,7	
4	14:31	-799	-0,0413	-0,0421	-0,0417	-	-0,0168	-0,0084	-0,0104	-0,0173	-0,0138	-0,0131	-0,0417	-0,0168	-0,0138	-0,0162	-0,0078	-17,3	-781,8	-45,0	
5	14:52	-372	-0,0198	-0,0209	-0,0203	-	-0,0078	-0,0039	-0,0053	-0,0116	-0,0085	-0,0096	-0,0203	-0,0078	-0,0085	-0,0128	-0,0062	-3,7	-368,1	-21,2	
6	15:27	-51	-0,0035	-0,0036	-0,0036	-	-0,0007	-0,0003	-0,0013	-0,0072	-0,0043	0,0206	-0,0036	-0,0007	-0,0072	0,0068	-0,0054	806,3	-857,4	-49,4	
7	16:07	-241	-0,0125	-0,0136	-0,0130	-	-0,0048	-0,0024	-0,0036	-0,0103	-0,0069	-0,0084	-0,0130	-0,0048	-0,0069	-0,0116	-0,0058	-4,3	-236,4	-13,6	
8	16:28	-429	-0,0211	-0,0237	-0,0224	-	-0,0089	-0,0044	-0,0060	-0,0125	-0,0092	-0,0102	-0,0224	-0,0089	-0,0092	-0,0134	-0,0061	-9,1	-419,8	-24,2	
9	16:53	-614	-0,0300	-0,0328	-0,0314	-	-0,0128	-0,0064	-0,0083	-0,0148	-0,0116	-0,0115	-0,0314	-0,0128	-0,0116	-0,0147	-0,0067	-14,1	-599,8	-34,5	
10	17:08	-832	-0,0408	-0,0435	-0,0422	-	-0,0177	-0,0089	-0,0107	-0,0178	-0,0143	-0,0134	-0,0422	-0,0177	-0,0143	-0,0165	-0,0079	-20,2	-811,6	-46,7	
11	17:27	-1122	-0,0564	-0,0586	-0,0575	-	-0,0239	-0,0119	-0,0142	-0,0225	-0,0184	-0,0158	-0,0575	-0,0239	-0,0184	-0,0194	-0,0087	-37,1	-1085,3	-62,5	
12	17:46	-1448	-0,0739	-0,0761	-0,0750	-	-0,0380	-0,0190	-0,0339	-0,0361	-0,0350	-0,0277	-0,0750	-0,0380	-0,0350	-0,0329	-0,0159	-199,9	-1248,4	-71,9	
13	19:00	-1774	-0,0925	-0,0937	-0,0931	-	-0,0495	-0,0248	-0,0449	-0,0437	-0,0443	-0,0370	-0,0931	-0,0495	-0,0443	-0,0424	-0,0270	-337,3	-1436,4	-82,7	
14	21:17	-2109	-0,1104	-0,1142	-0,1123	-	-0,0693	-0,0346	-0,0519	-0,0565	-0,0542	-0,0469	-0,1123	-0,0693	-0,0542	-0,0530	-0,0311	-573,5	-1535,0	-88,4	
15	23:42	-2754	-0,1453	-0,1507	-0,1480	-	-0,0939	-0,0470	-0,0696	-0,0792	-0,0744	-0,0680	-0,1480	-0,0939	-0,0744	-0,0736	-0,0496	-1142,8	-1611,5	-92,8	
16	23:58	-3410	-0,1821	-0,1841	-0,1831	-	-0,1182	-0,0591	-0,0886	-0,1044	-0,0965	-0,0961	-0,1831	-0,1182	-0,0965	-0,0947	-0,0639	-1863,2	-1547,3	-89,1	
22	00:18	-738	-0,0458	-0,0467	-0,0463	-	-0,0294	-0,0147	-0,0299	-0,0488	-0,0393	-0,0461	-0,0463	-0,0294	-0,0393	-0,0502	-0,0358	-1074,5	336,6	19,4	
23	00:30	-456	-0,0316	-0,0312	-0,0314	-	-0,0195	-0,0098	-0,0235	-0,0425	-0,0330	-0,0399	-0,0314	-0,0195	-0,0330	-0,0448	-0,0325	-983,7	527,5	30,4	
24	00:47	-70	-0,0122	-0,0093	-0,0107	-	-0,0066	-0,0033	-0,0132	-0,0335	-0,0233	-0,0300	-0,0107	-0,0066	-0,0233	-0,0361	-0,0266	-827,2	757,1	43,6	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M2 (Miozän - Druck)

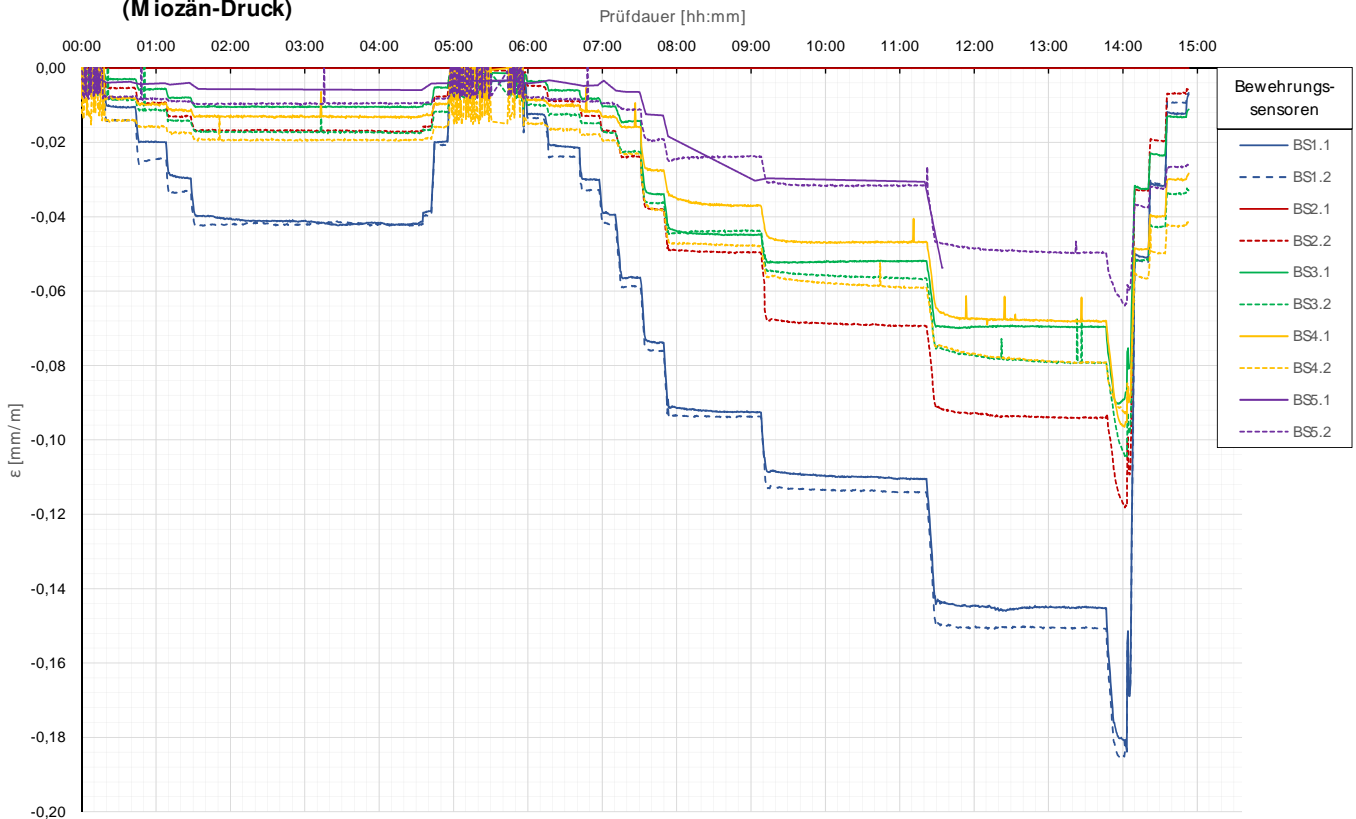
Auswertung M WES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normalkraft											
Laststufen		Kettenextensometer - Verzerrungen								E-Modul		Normalkraft je Messquerschnitt der BS					Anteil der Normalkraft an der Prüfkraft				
LS	LSEnde	P list	KEX1	KEX2	KEX3	KEX4	KEX5	Ec / M Q1	Ec / KEX1	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)		
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	OSNr.: 3	OSNr.: 8	OSNr.: 3	OSNr.: 4	OSNr.: 5	OSNr.: 6	OSNr.: 7	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		
0	10:12	-50	156,80/11,50	145,30/1,43	143,87/1,42	142,45/1,43	141,02/1,42														
1	10:36	-238	-0,0113	-0,0049	-0,0011	-0,0003	-0,0013	41	44	-237,8	-137,7	-149,2	-265,5	-136,7	100%	58%	63%	112%	57%		
2	11:04	-433	-0,0213	-0,0074	-0,0014	-0,0043	-0,0022	42	41	-432,6	-242,2	-219,2	-305,1	-147,7	100%	56%	51%	71%	34%		
3	11:24	-614	-0,0297	-0,0105	-0,0010	-0,0066	-0,0032	42	42	-614,2	-338,0	-288,8	-350,8	-157,1	100%	55%	47%	57%	26%		
4	14:31	-799	-0,0395	-0,0148	-0,0066	-0,0088	-0,0050	41	41	-799,1	-440,9	-364,3	-392,5	-187,9	100%	55%	46%	49%	24%		
5	14:52	-372	-0,0228	-0,0064	-0,0053	-0,0058	-0,0022								0%	0%	0%	0%	0%		
6	15:27	-51	-0,0069	0,0011	-0,0002	0,0000	0,0001								0%	0%	0%	0%	0%		
7	16:07	-241	-0,0137	-0,0039	-0,0011	-0,0021	-0,0018	39	34	-240,8	-126,0	-182,1	-281,0	-140,3	100%	52%	76%	117%	58%		
8	16:28	-429	-0,0223	-0,0088	-0,0014	-0,0032	-0,0018	40	38	-428,9	-233,9	-242,9	-323,7	-148,9	100%	55%	57%	75%	35%		
9	16:53	-614	-0,0312	-0,0113	-0,0039	-0,0073	-0,0044	42	40	-613,9	-337,9	-304,4	-356,4	-162,8	100%	55%	50%	58%	27%		
10	17:08	-832	-0,0404	-0,0144	-0,0067	-0,0092	-0,0042	42	42	-831,8	-466,0	-375,8	-401,0	-191,3	100%	56%	45%	48%	23%		
11	17:27	-1122	-0,0551	-0,0224	-0,0148	-0,0139	-0,0061	42	41	-1122,5	-628,9	-483,6	-470,5	-211,0	100%	56%	43%	42%	19%		
12	17:46	-1448	-0,0715	-0,0393	-0,0274	-0,0275	-0,0167	41	41	-1448,3	-999,3	-921,3	-797,4	-385,1	100%	69%	64%	55%	27%		
13	19:00	-1774	-0,0897	-0,0491	-0,0345	-0,0354	-0,0226	40	40	-1773,6	-1303,7	-1165,6	-1028,0	-653,9	100%	74%	66%	58%	37%		
14	21:17	-2109	-0,1091	-0,0613	-0,0443	-0,0474	-0,0305	40	39	-2108,6	-1822,6	-1426,1	-1284,8	-753,7	100%	86%	68%	61%	36%		
15	23:42	-2754	-0,1453	-0,0855	-0,0683	-0,0699	-0,0540	39	38	-2754,3	-2471,7	-1957,6	-1784,4	-1201,4	100%	90%	71%	65%	44%		
16	23:58	-3410	-0,1790	-0,1081	-0,0946	-0,0924	-0,0776	39	38	-3410,5	-3109,4	-2539,2	-2294,8	-1548,7	100%	91%	74%	67%	45%		
22	00:18	-738	-0,0524	-0,0294	-0,0389	-0,0425	-0,0437														
23	00:30	-456	-0,0387	-0,0212	-0,0304	-0,0363	-0,0411														
24	00:47	-70	-0,0181	-0,0121	-0,0205	-0,0252	-0,0342														

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfahlwiderstände					
Laststufen		Differenz Längskraft				Mantelreibung			Widerstand errechnet		Widerstand mittels DMD				
LS	LSEnde	P list	ΔN(MQ1-2)	ΔN(MQ2-3)	ΔN(MQ3-4)	ΔN(MQ4-5)	qs(MQ1-2)	qs(MQ2-3)	qs(MQ3-4)	qs(MQ4-5)	Rb	Rs	Rb DMD	Rs DMD	q DMD
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]
0	10:12	-50	145,35	144,88	143,23	141,53									
1	10:36	-238	144,82	143,23	141,53	139,88									
2	11:04	-433	-100,1	11,5	116,3	-128,9	-75,4	2,5	24,2	-27,6	-84,3	-153,5	-1,8	-236,0	-13,6
3	11:24	-614	-190,3	-23,0	85,9	-157,5	-143,2	-4,9	17,9	-33,8	-83,7	-348,9	-6,4	-426,2	-24,5
4	14:31	-799	-276,2	-49,1	61,9	-193,6	-207,8	-10,5	12,9	-41,5	-78,5	-535,7	-12,3	-601,9	-34,7
5	14:52	-372	-358,3	-76,6	28,2	-204,6	-269,6	-16,4	5,9	-43,9	-104,8	-694,3	-17,3	-781,8	-45,0
6	15:27	-51													
7	16:07	-241	-114,8	56,1	99,0	-140,8	-86,4	12,0	20,6	-30,2	-83,1	-157,7	-4,3	-236,4	-13,6
8	16:28	-429	-195,0	9,0	80,9	-174,9	-146,8	1,9	16,8	-37,5	-77,9	-351,0	-9,1	-419,8	-24,2
9	16:53	-614	-276,1	-33,5	52,0	-193,6	-207,7	-7,2	10,8	-41,5	-84,1	-529,8	-14,1	-599,8	-34,5
10	17:08	-832	-365,8	-90,2	25,2	-209,7	-275,3	-19,3	5,2	-45,0	-106,1	-725,7	-20,2	-811,6	-46,7
11	17:27	-1122	-493,6	-145,3	-13,1	-259,5	-371,5	-31,1	-2,7	-55,6	-105,6	-1016,9	-37,1	-1085,3	-62,5
12	17:46	-1448	-448,9	-78,1	-123,8	-412,3	-337,8	-16,7	-25,8	-88,4	-217,7	-1230,6	-199,9	-1248,4	-71,9
13	19:00	-1774	-469,9	-138,1	-137,7	-374,1	-353,6	-29,6	-28,6	-80,2	-502,0	-1271,7	-337,3	-1436,4	-82,7
14	21:17	-2109	-286,0	-396,5	-141,3	-531,1	-215,2	-85,0	-29,4	-113,8	-538,1	-1570,5	-573,5	-1535,0	-88,4
15	23:42	-2754	-282,6	-514,1	-173,1	-583,0	-212,6	-110,2	-36,0	-125,0	-964,6	-1789,6	-1142,8	-1611,5	-92,8
16	23:58	-3410	-301,1	-570,1	-244,4	-746,1	-226,6	-122,2	-50,8	-159,9	-1245,8	-2164,7	-1863,2	-1547,3	-89,1
22	00:18	-738													
23	00:30	-456													
24	00:47	-70													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

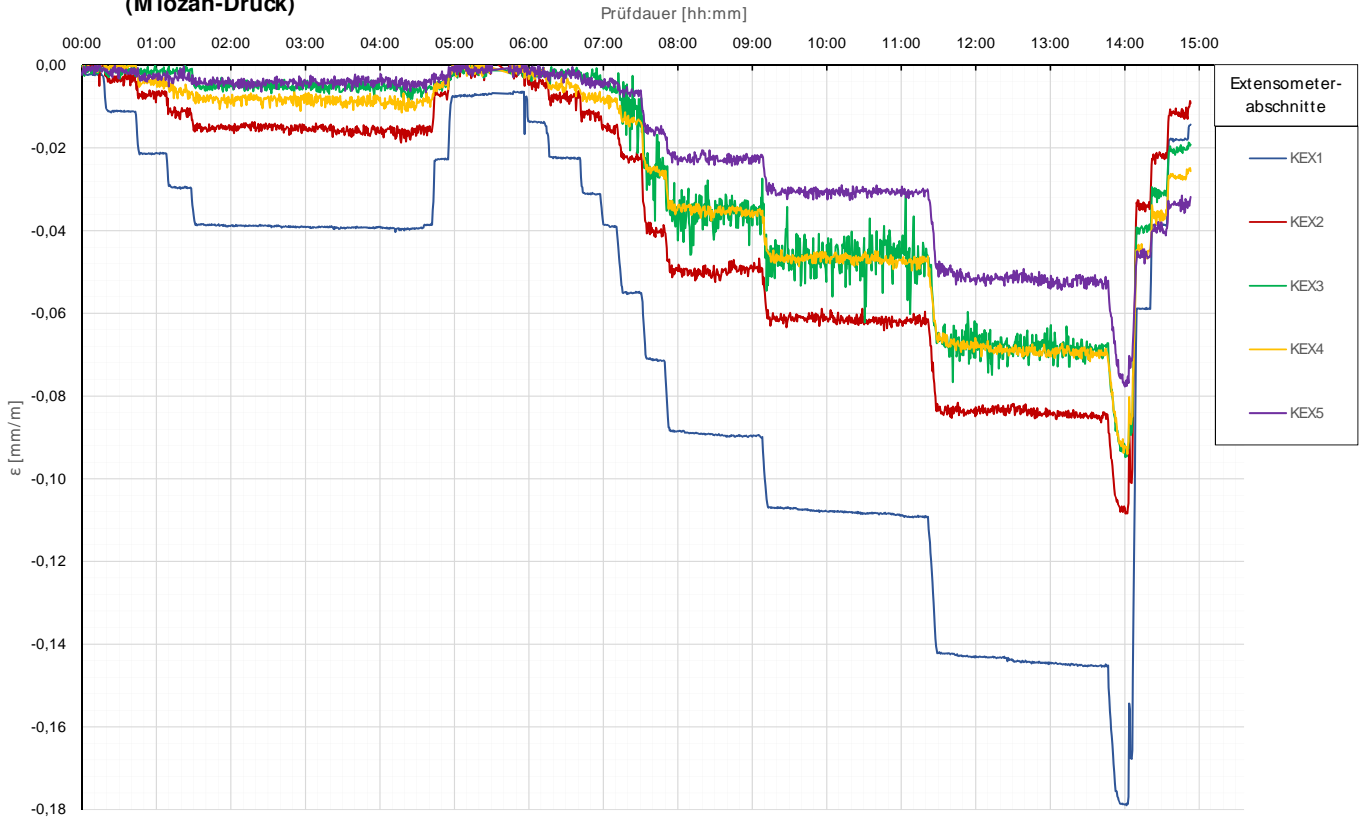
Prüfkörper: B.M2 (Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



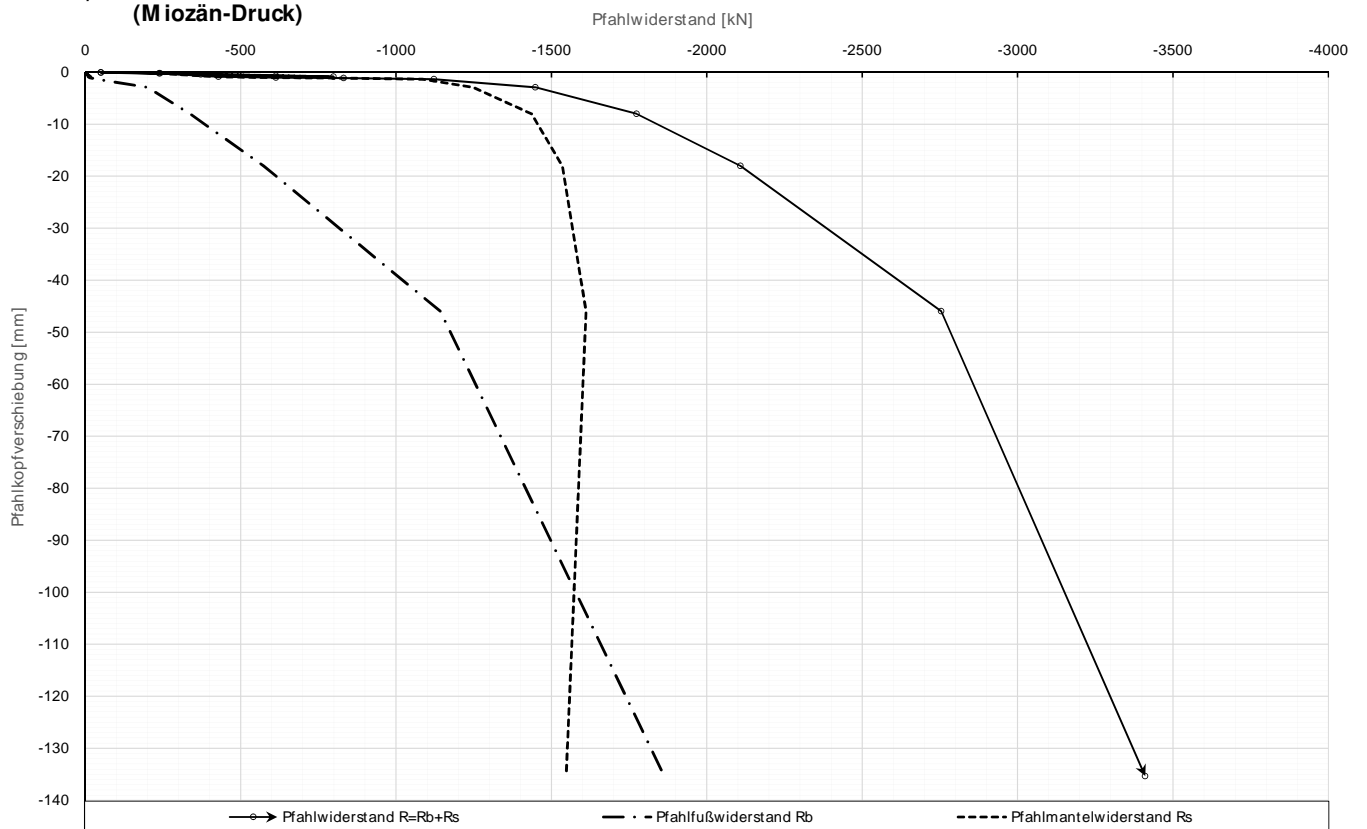
Prüfkörper: **B.M 2**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



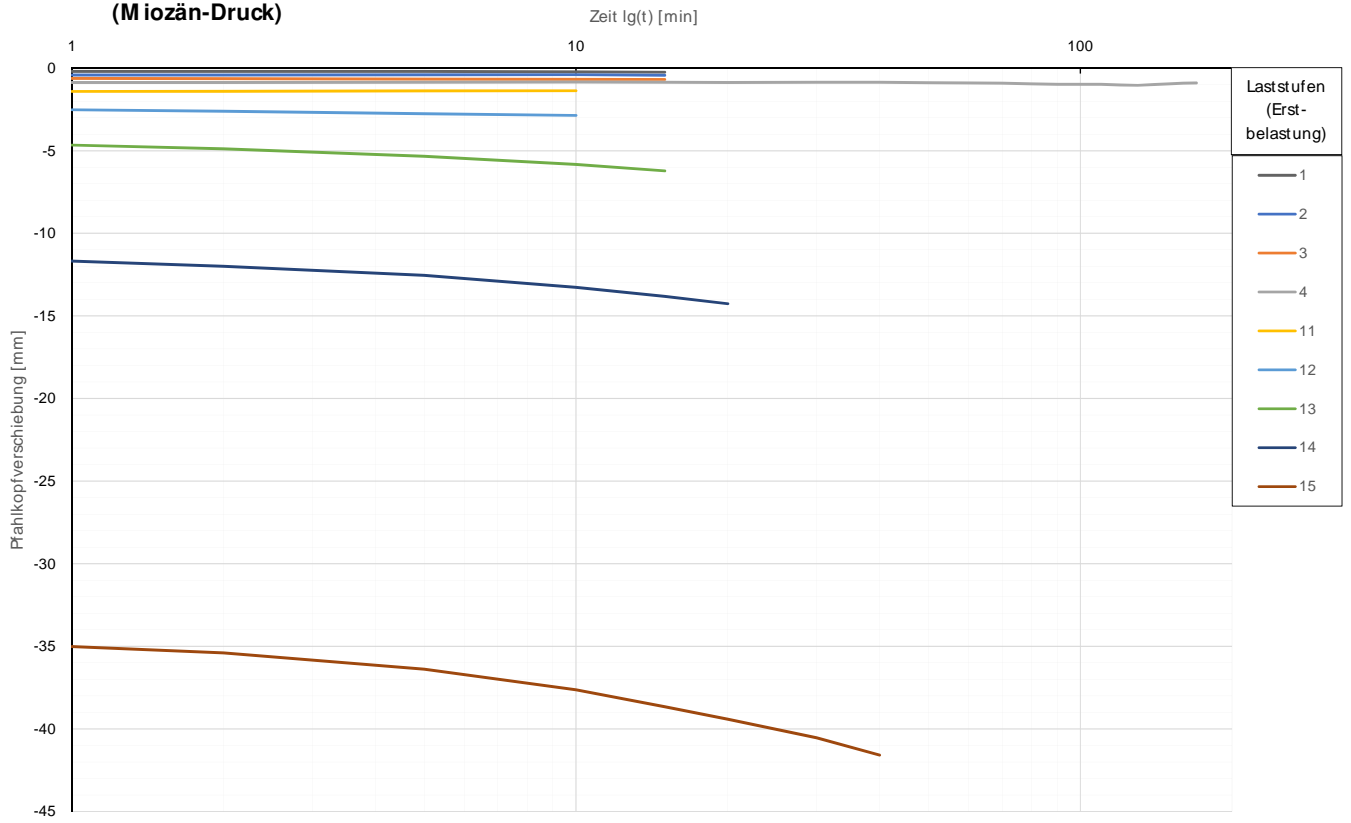
Prüfkörper: **B.M 2**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.M 2
(Miozän-Druck)

Zeitverformung

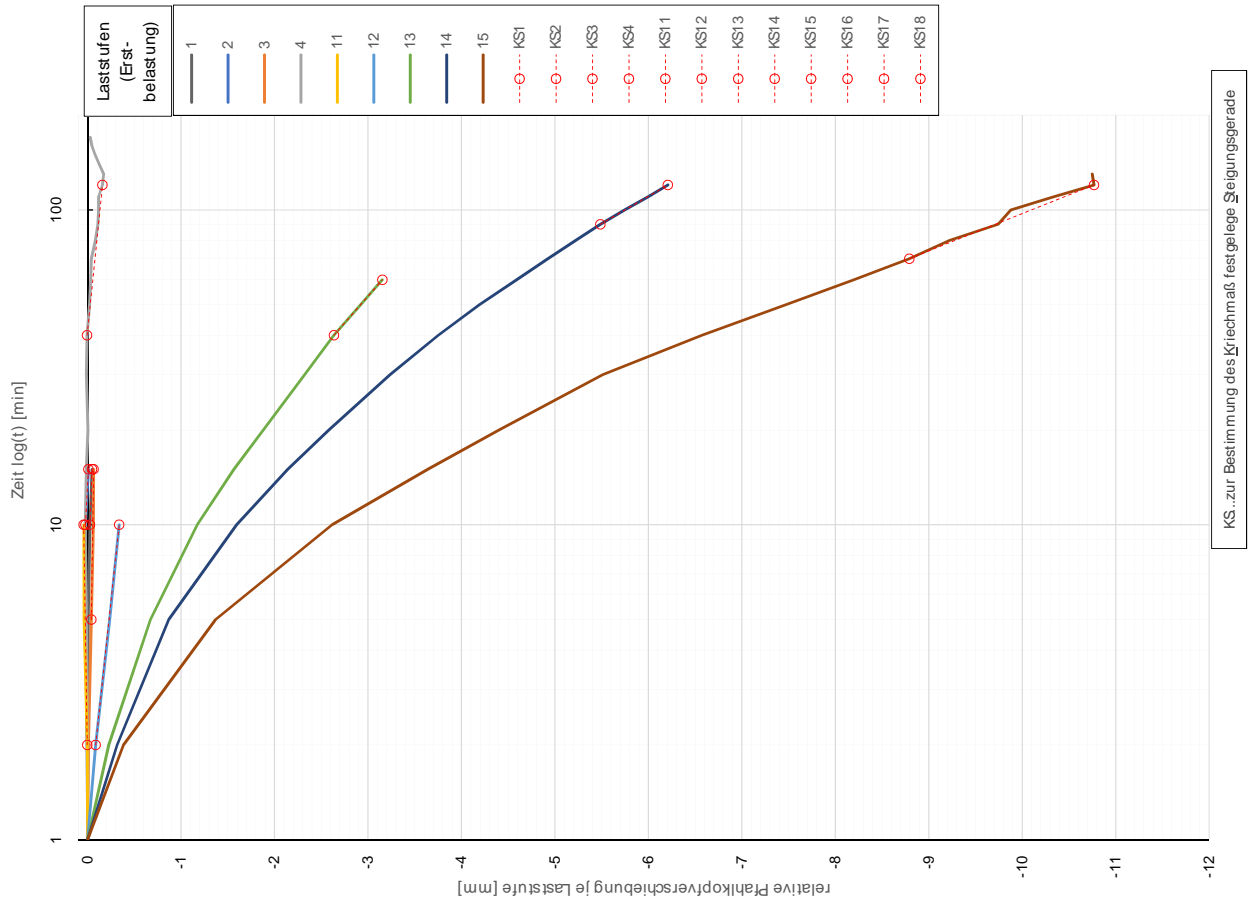


Forschungsinstitut für Bibliothekstechnik
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at the TU Wien Library.



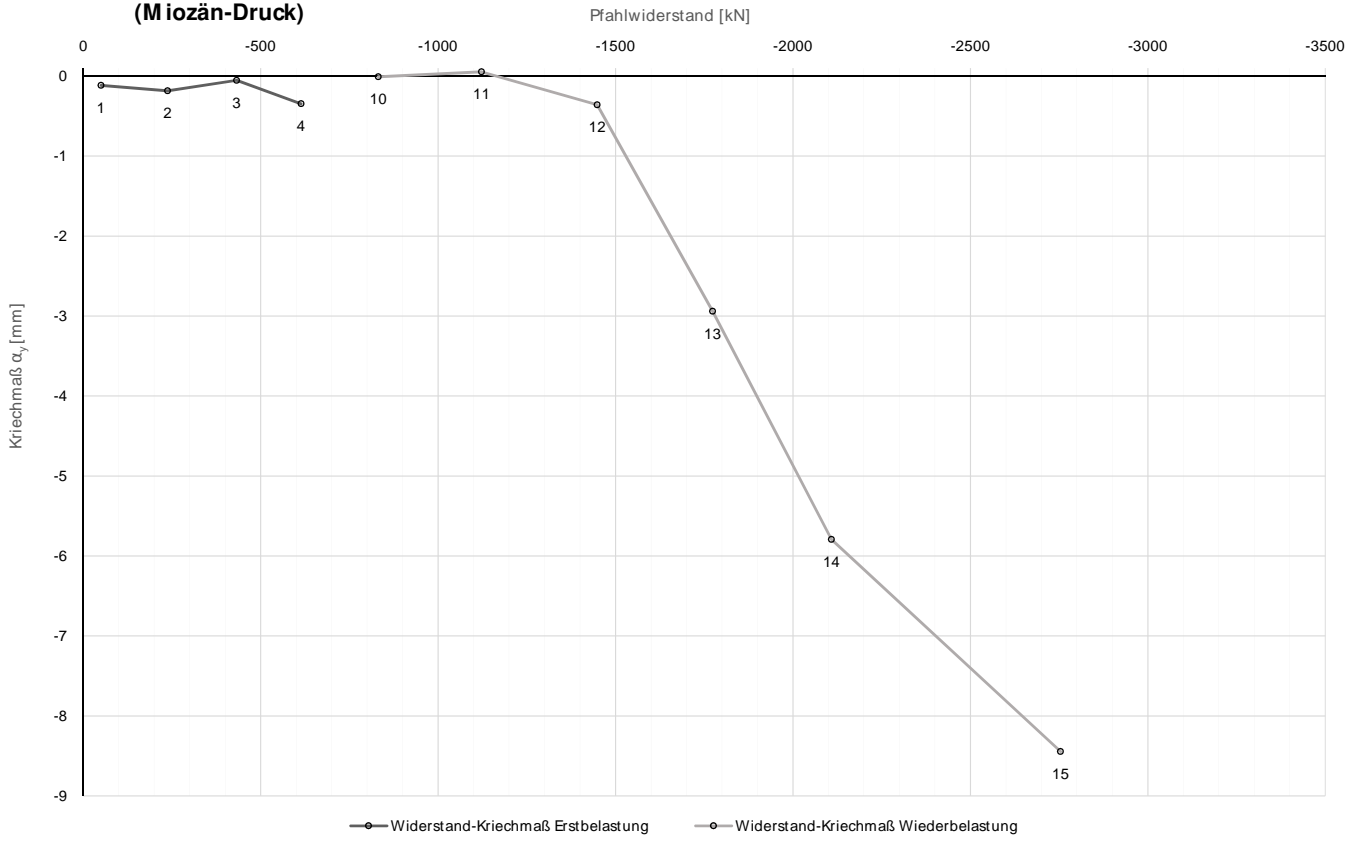
Prüfkörper: B.M 2
(Miozän-Druck)

Zeitverformung



Prüfkörper: **B.M2**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

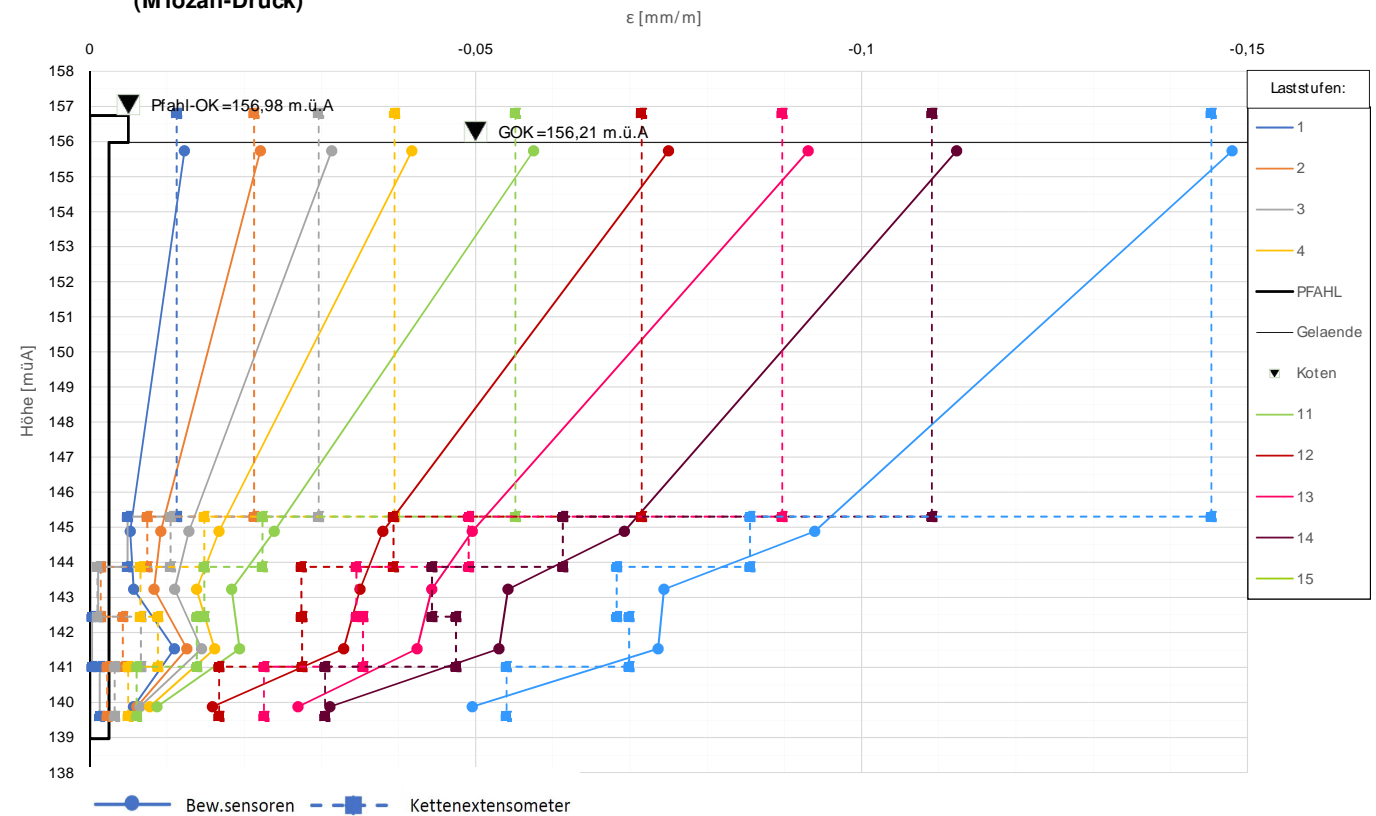


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: **B.M2**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 3
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	19
Prüfdatum:	18.08.2017
Versuchsbeginn:	07:32 Uhr
Versuchsende:	23:08 Uhr
Wetterbedingungen:	20°C heiter
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

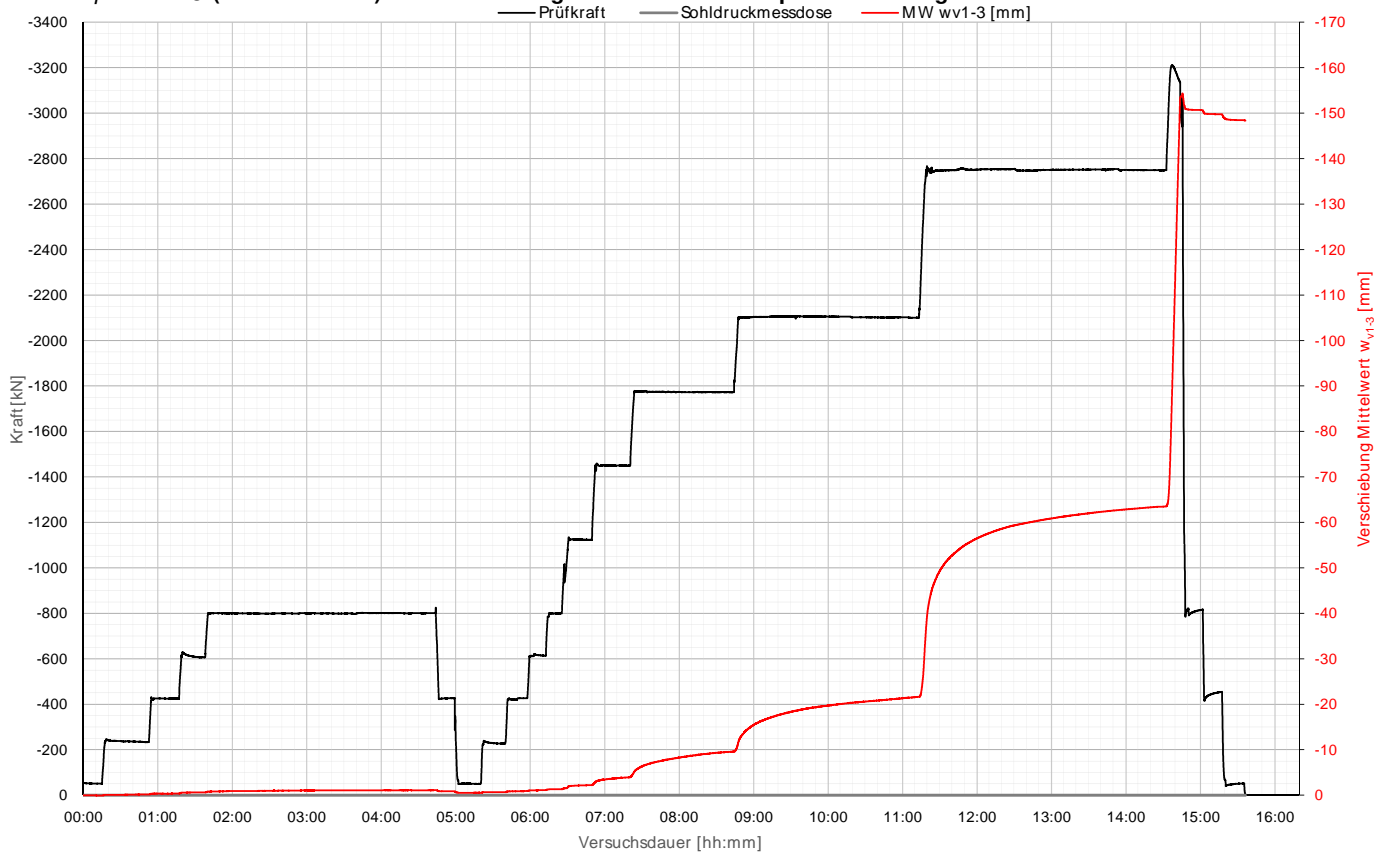
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,35 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,58 müA
OK Haftstrecke:	144,72 müA
UK Pfahl:	138,58 müA
Länge Freispielstrecke:	11,63 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	10141,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	13947,50	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

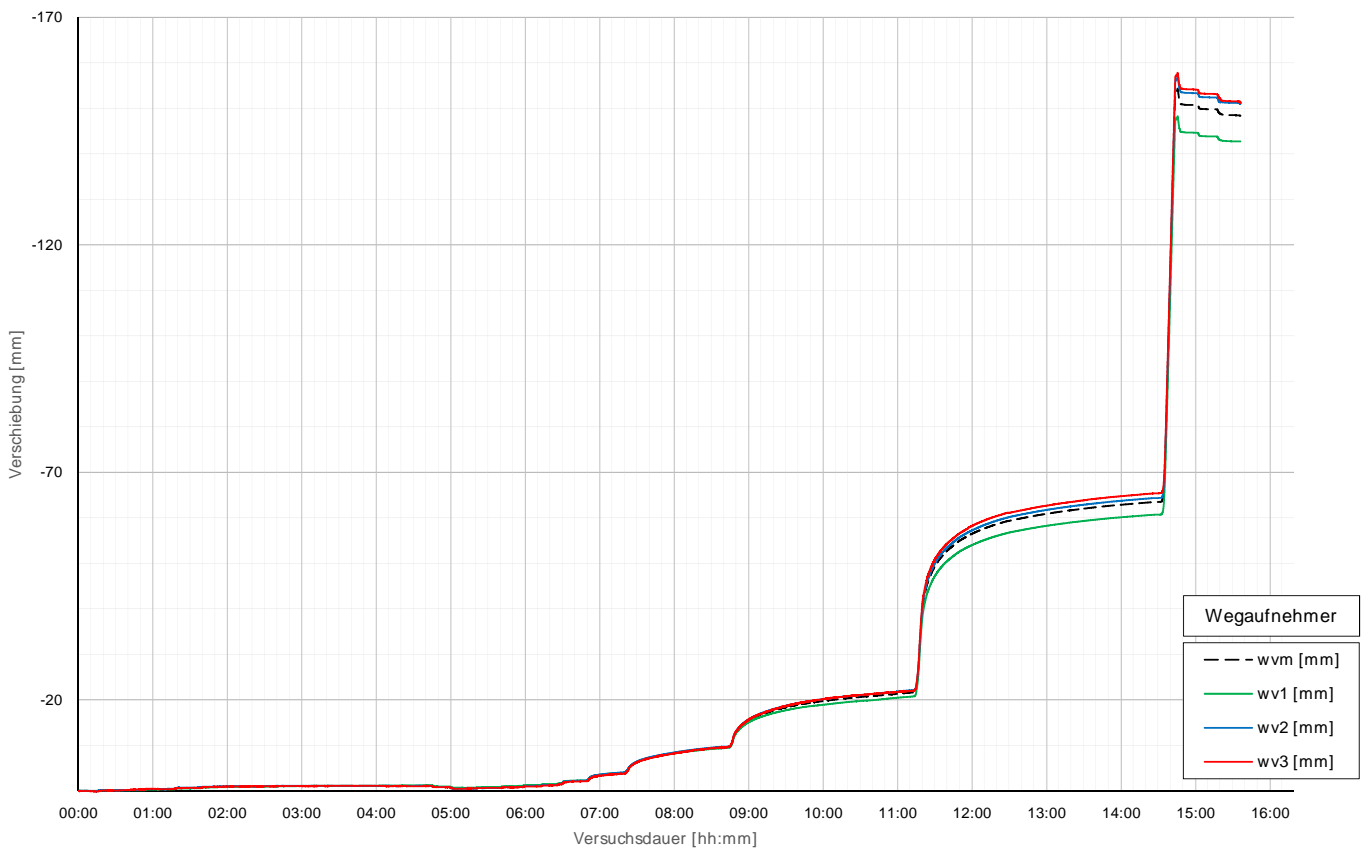
Prüfkörper: B.M3 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M3 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M3 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen		Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]														Berechnung Kriechmaß						
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 50 min	Δt 70 min	Δt 80 min	Δt 100 min	Δt 140 min	Δt 180 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß		
						[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	07:32	07:47	50	-53	0,09																				
1	07:51	08:24	238	-234	-0,18	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09	-0,12	-0,18								10	20	-0,08	-0,12	-0,13
2	08:28	08:48	425	-425	-0,35	-0,34	-0,35	-0,35	-0,34	-0,34											5	15	-0,35	-0,34	0,02
3	08:54	09:10	613	-607	-0,62	-0,56	-0,58	-0,60	-0,61	-0,62											5	15	-0,60	-0,62	-0,04
4	09:13	12:14	800	-801	-1,09	-0,80	-0,80	-0,81	-0,85	-0,89	-0,91	-0,93	-0,99	-1,03	-1,02	-1,05	-1,08	-1,11		100	180	-1,05	-1,11	-0,23	
5	12:19	12:29	425	-427	-0,85	-0,86	-0,86	-0,85																	
6	12:35	12:50	50	-49	-0,54	-0,51	-0,51	-0,50	-0,50																
7	12:55	13:08	238	-227	-0,68	-0,65	-0,65	-0,67	-0,69												2	10	-0,65	-0,69	-0,05
8	13:16	13:29	425	-427	-0,92	-0,87	-0,86	-0,84	-0,88												2	10	-0,86	-0,88	-0,03
9	13:33	13:43	613	-614	-1,10	-1,08	-1,08	-1,09													2	5	-1,08	-1,09	-0,01
10	13:48	13:58	800	-870	-1,38	-1,30	-1,30	-1,31													2	5	-1,30	-1,31	-0,02
11	14:04	14:20	1125	-1123	-2,20	-2,04	-2,06	-2,11	-2,16	-2,19											5	15	-2,11	-2,19	-0,17
12	14:25	14:50	1450	-1449	-3,90	-3,17	-3,24	-3,37	-3,55	-3,72	-3,83										10	20	-3,55	-3,83	-0,94
13	14:55	16:15	1775	-1773	-9,60	-5,25	-5,52	-6,07	-6,68	-7,09	-7,41	-7,95	-8,79	-9,39							50	70	-8,79	-9,39	-4,15
14	16:23	18:44	2100	-2100	-21,60	-13,72	-14,01	-14,73	-15,62	-16,33	-16,83	-17,71	-18,95	-19,75	-20,09	-20,63	-21,57				100	140	-20,63	-21,57	-6,48
15	18:55	21:58	2750	-2749	-63,44	-45,68	-46,43	-48,41	-50,67	-52,29	-53,53	-55,48	-57,98	-59,52	-60,06	-61,00	-62,41	-63,38							
16	22:04	22:09	3400	-3210	-88,63	-63,82	-65,20																		
22	22:20	22:32	800	-815	-150,70	-150,85	-150,83	-150,74	-150,71																
23	22:35	22:48	425	-454	-149,77	-149,87	-149,85	-149,81	-149,78																
24	22:52	23:07	50	-52	-148,45	-148,64	-148,60	-148,53	-148,48																

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

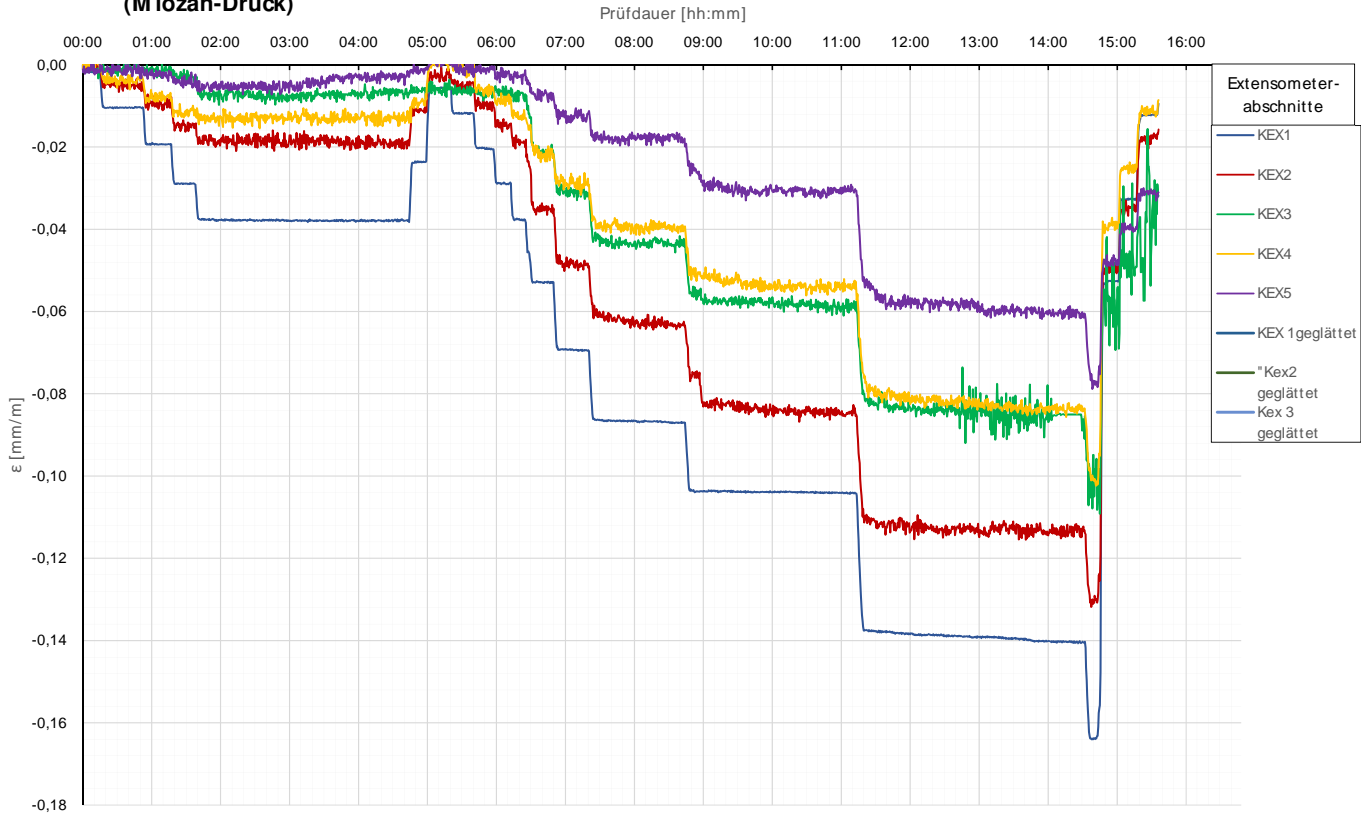


Prüfkörper: B.M3 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	07:47	-53	156,01/11,50	144,51/1,43	143,08/1,42	141,66/1,43	140,23/1,42	3	8		
1	08:24	-234	-0,0104	-0,0056	-0,0016	-0,0031	-0,0021		47		
2	08:48	-425	-0,0193	-0,0105	-0,0022	-0,0072	-0,0047		46		
3	09:10	-607	-0,0292	-0,0151	-0,0085	-0,0118	-0,0061		43		
4	12:14	-801	-0,0378	-0,0204	-0,0068	-0,0126	-0,0017		44		
5	12:29	-427	-0,0236	-0,0116	-0,0062	-0,0098	-0,0001				
6	12:50	-49	-0,0056	-0,0021	-0,0053	-0,0014	0,0004				
7	13:08	-227	-0,0120	-0,0053	-0,0070	-0,0027	-0,0017		38		
8	13:29	-427	-0,0206	-0,0094	-0,0067	-0,0056	-0,0025		42		
9	13:43	-614	-0,0289	-0,0145	-0,0089	-0,0095	-0,0027		44		
10	13:58	-870	-0,0413	-0,0224	-0,0193	-0,0134	-0,0070		43		
11	14:20	-1123	-0,0529	-0,0357	-0,0314	-0,0214	-0,0110		44		
12	14:50	-1449	-0,0694	-0,0488	-0,0420	-0,0289	-0,0159		43		
13	16:15	-1773	-0,1036	-0,0625	-0,0554	-0,0398	-0,0245		33		
14	18:44	-2100	-0,1288	-0,0844	-0,0768	-0,0545	-0,0474		31		
15	21:58	-2749	-0,1407	-0,1126	-0,0909	-0,0827	-0,0615		39		
16	22:09	-3210	-0,1637	-0,1303	-0,1082	-0,1003	-0,0775				
22	22:32	-815	-0,0526	-0,0492	-0,0548	-0,0398	-0,0391				
23	22:48	-454	-0,0326	-0,0357	-0,0494	-0,0243	-0,0302				
24	23:07	-52	-0,0121	-0,0167	-0,0291	-0,0120	0,0000		41		

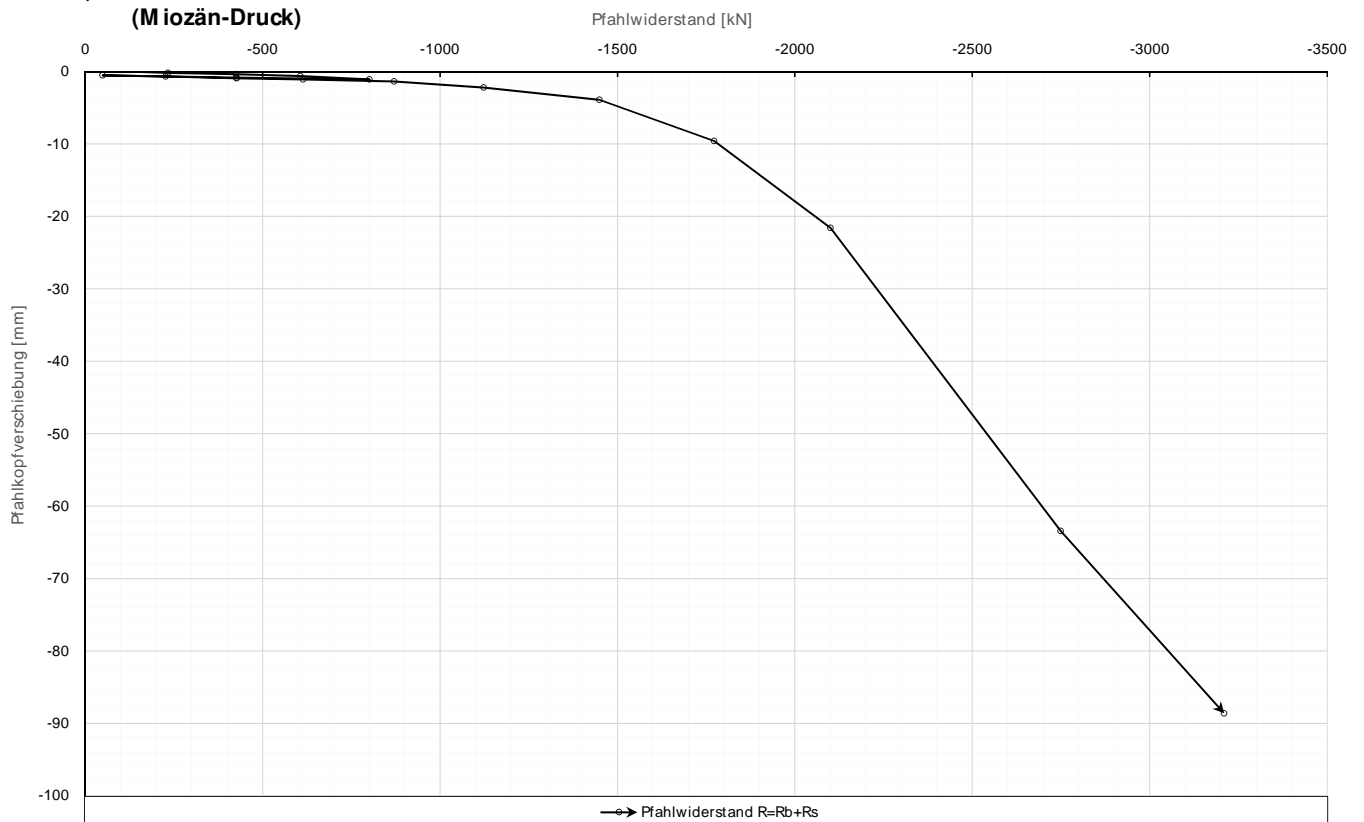
Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



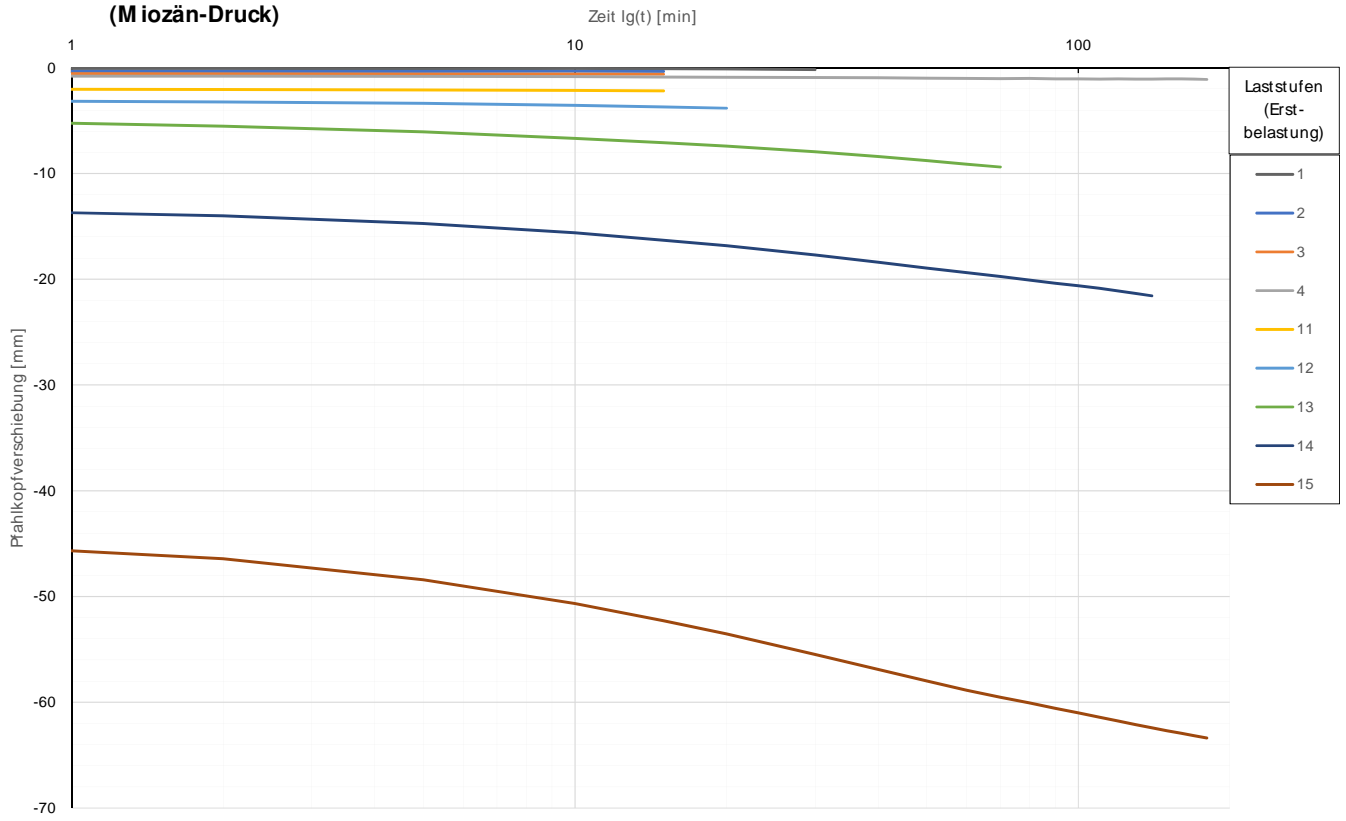
Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie

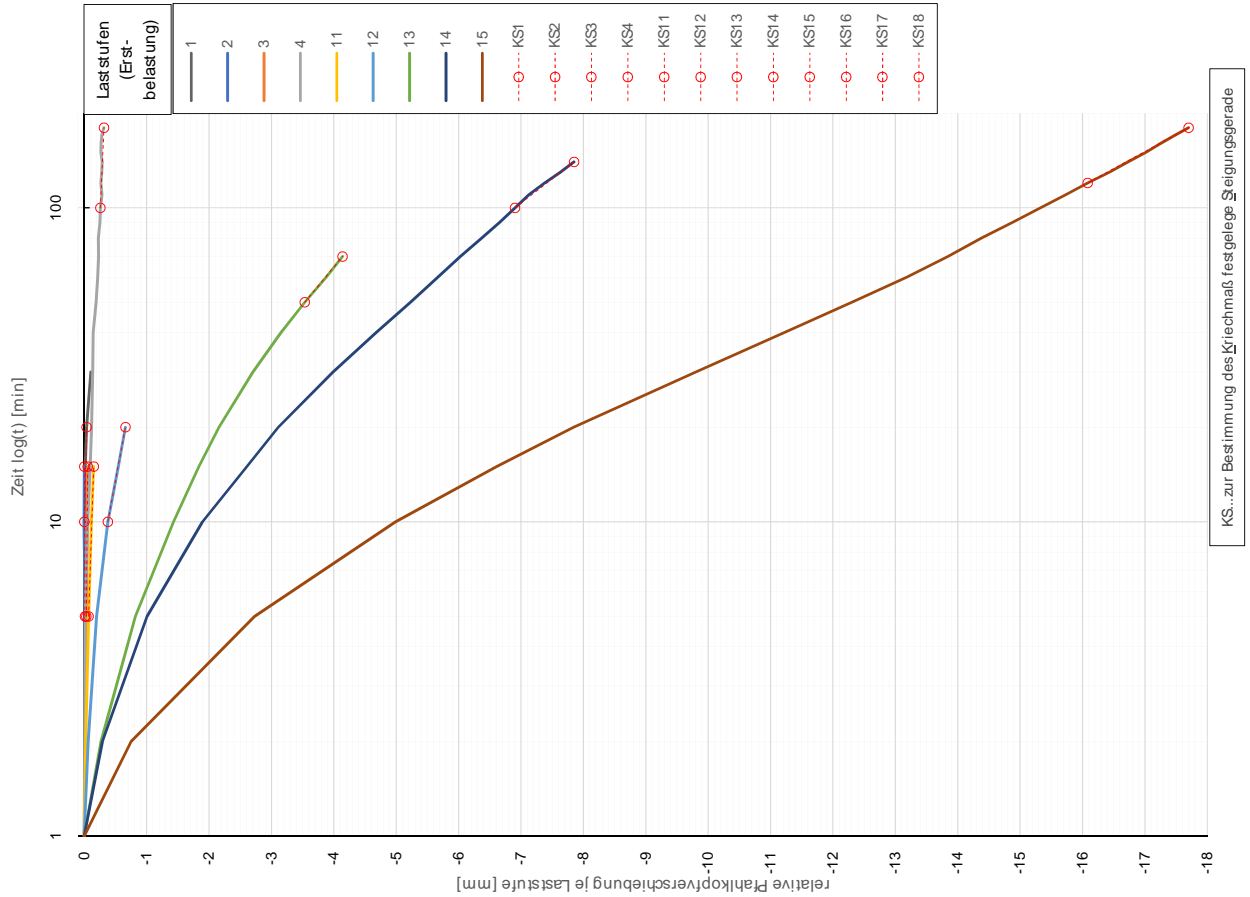


Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)

Zeitverformung

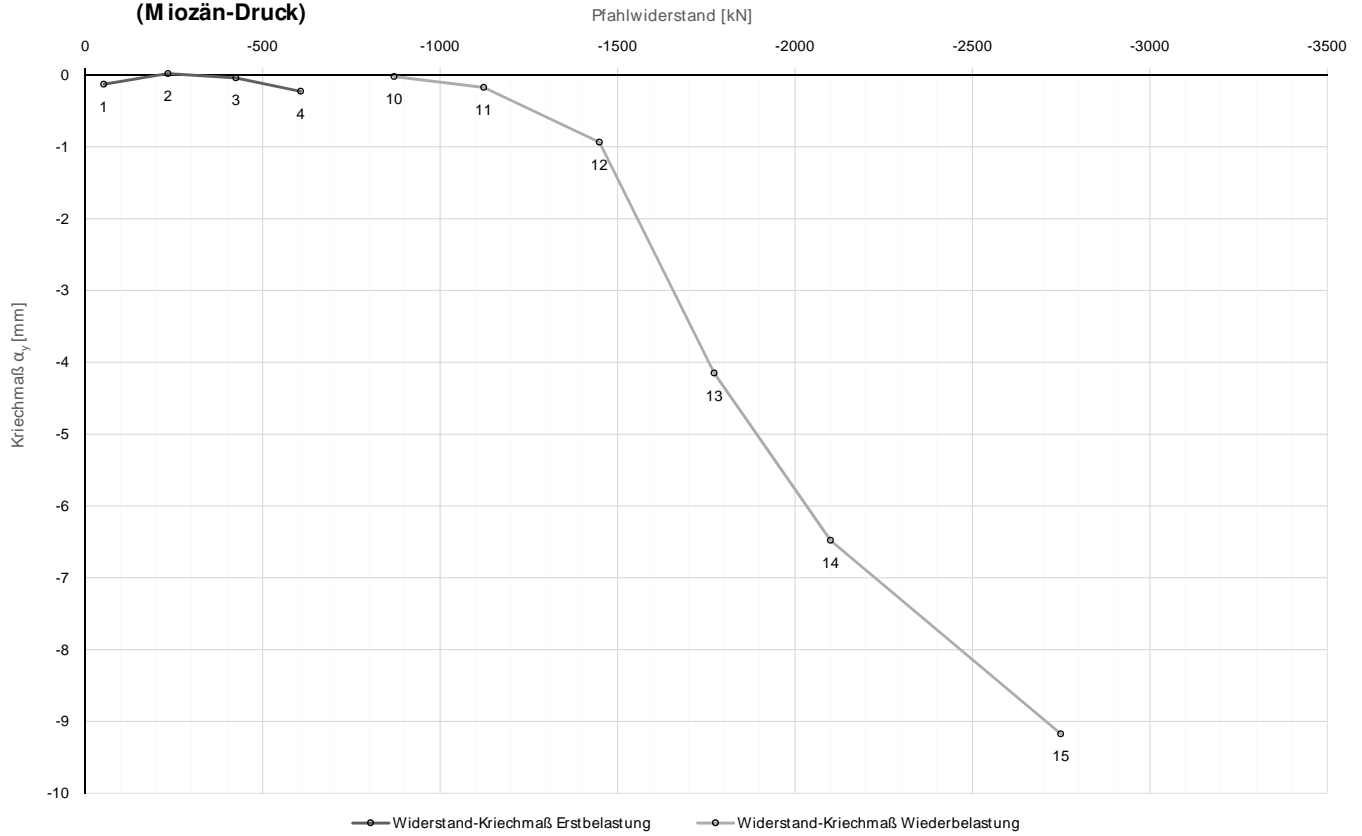


Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)



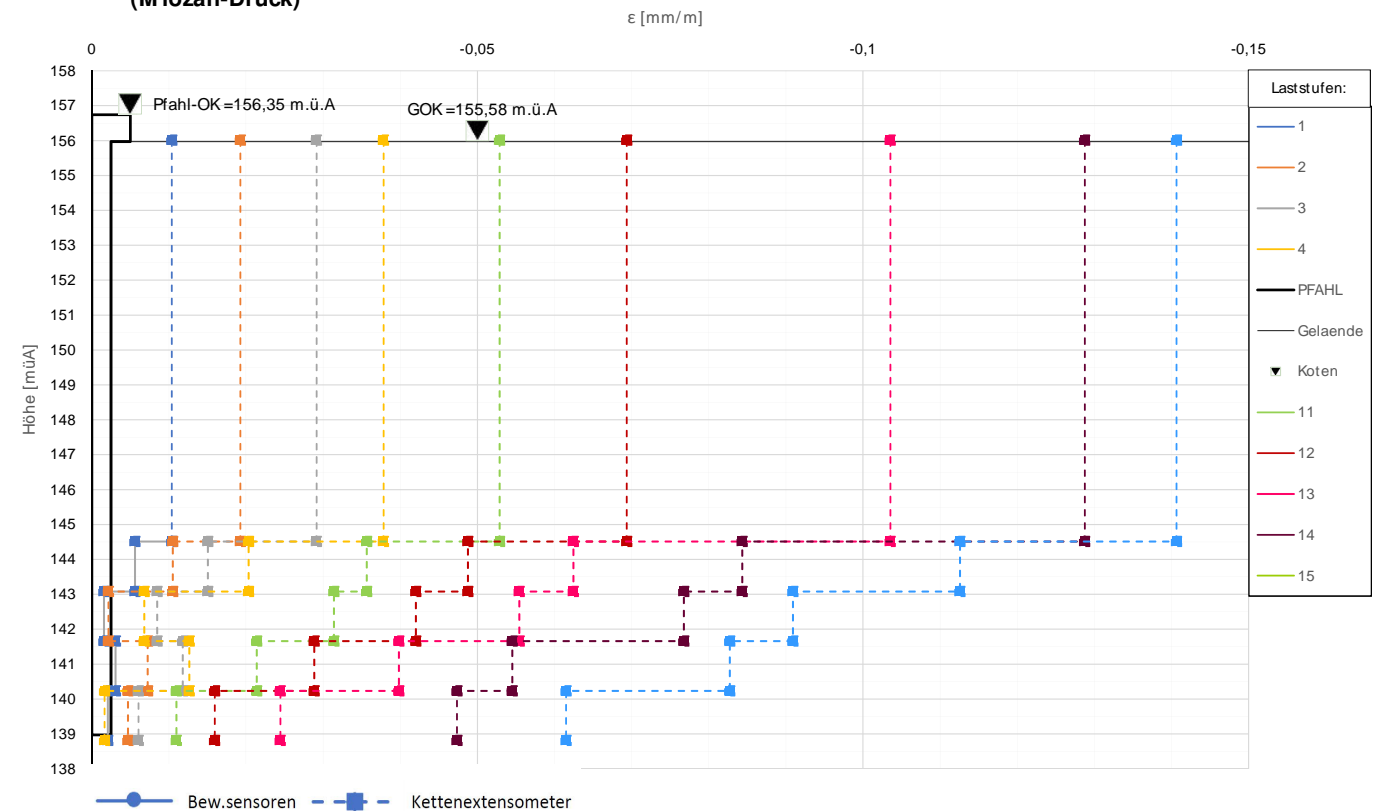
Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M3**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 4
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	15
Prüfdatum:	01.08.2017
Versuchsbeginn:	08:35 Uhr
Versuchsende:	23:40 Uhr
Wetterbedingungen:	8:00 26°C heiß und sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

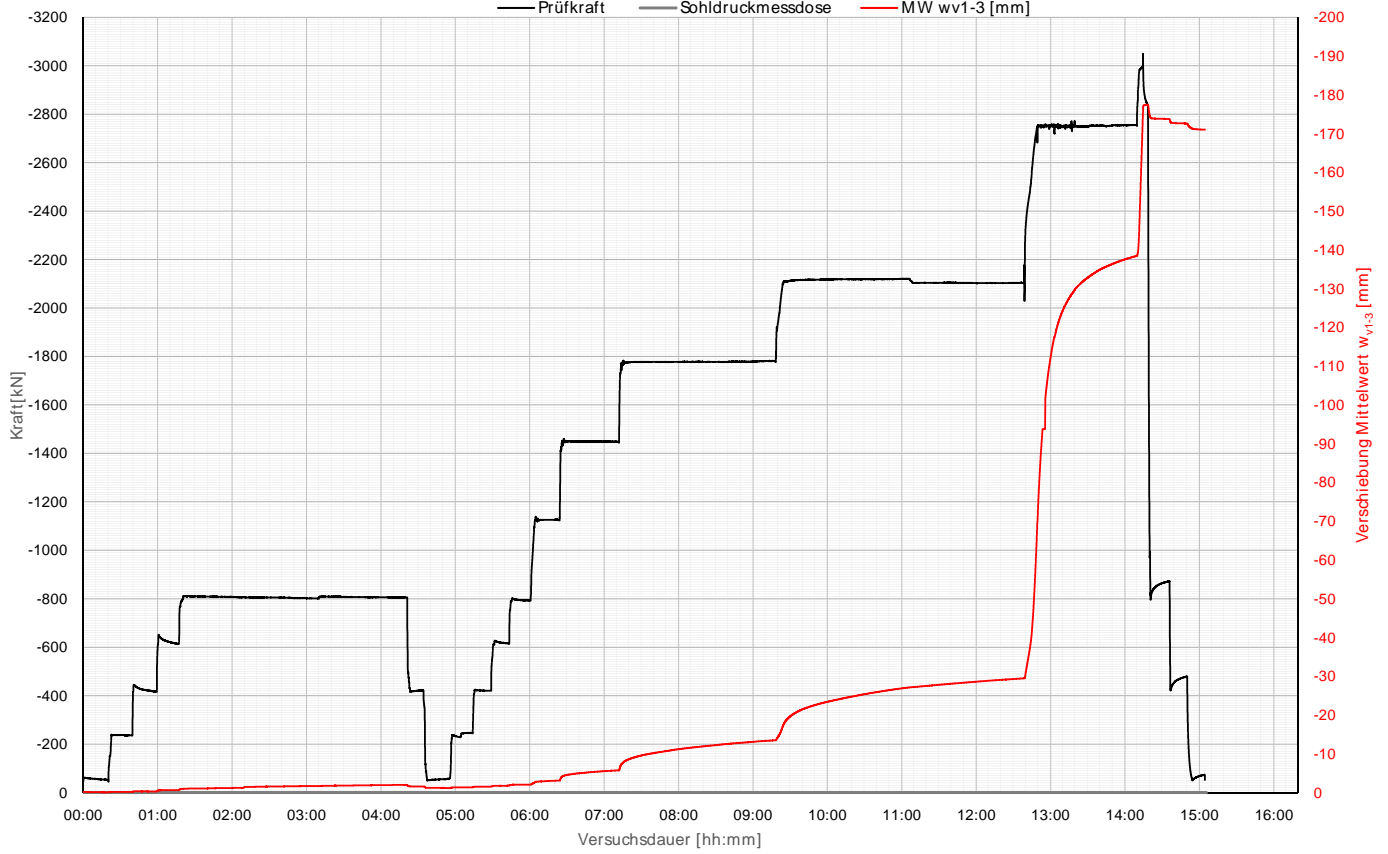
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,84 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,07 müA
OK Haftstrecke:	145,21 müA
UK Pfahl:	139,07 müA
Länge Freispielstrecke:	11,63 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	10141,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	13947,50	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

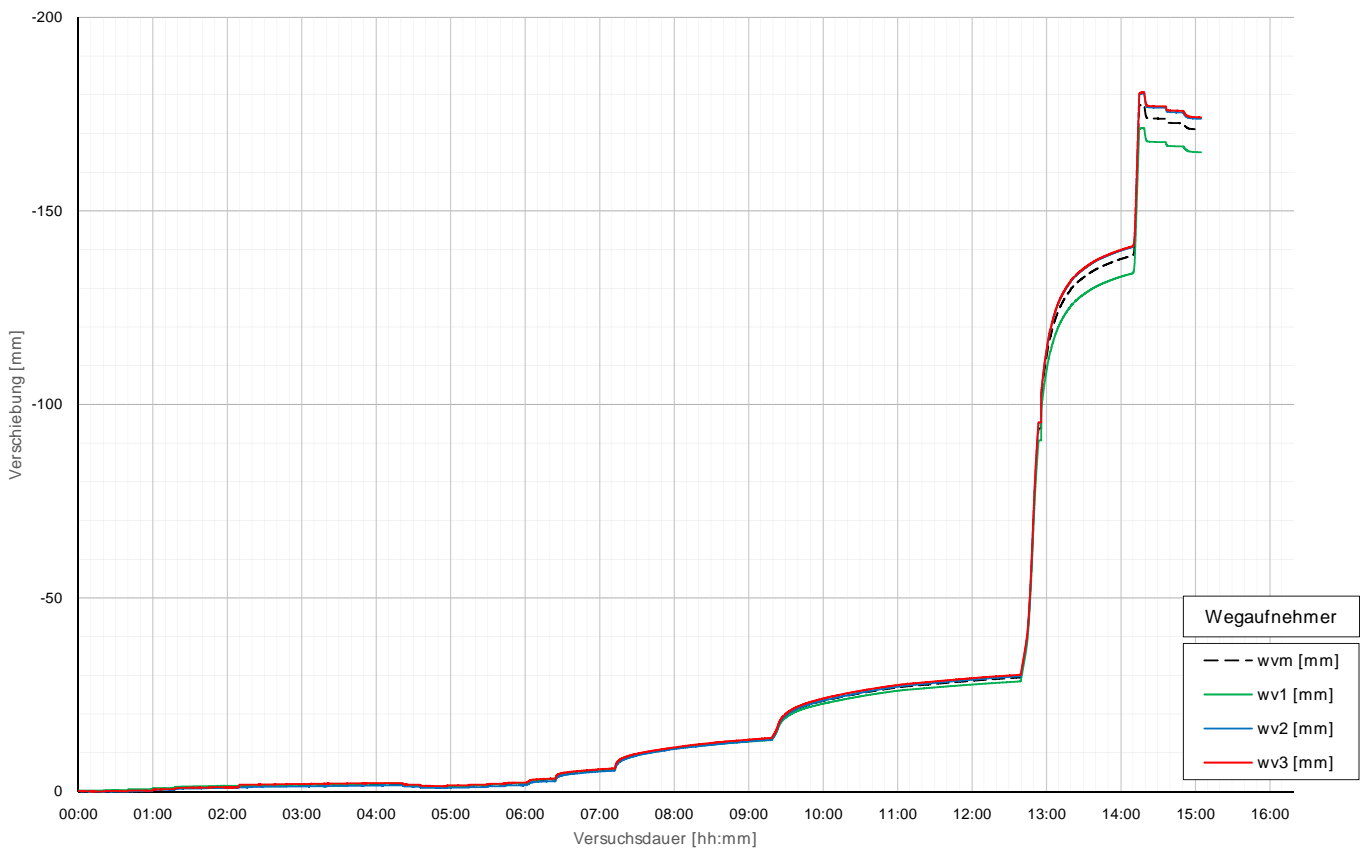
Prüfkörper: B.M 4 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M 4 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M4 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung				Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]													Berechnung Kriechmaß					
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 180 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	08:35	08:54	50	-53	-0,06																				
1	08:58	09:14	238	-236	-0,14	-0,16	-0,16	-0,16	-0,15	-0,14										5	15	-0,16	-0,14	0,05	
2	09:17	09:33	425	-417	-0,28	-0,32	-0,31	-0,30	-0,30	-0,28										5	15	-0,30	-0,28	0,04	
3	09:36	09:51	613	-614	-0,64	-0,60	-0,61	-0,62	-0,63											2	10	-0,61	-0,63	-0,03	
4	09:55	12:55	800	-806	-1,94	-0,96	-0,97	-1,01	-1,02	-1,03	-1,06	-1,14	-1,43	-1,54	-1,58	-1,65	-1,94			120	170	-1,74	-1,94	-1,30	
5	12:59	13:08	425	-422	-1,56	-1,57	-1,57	-1,57																	
6	13:13	13:28	50	-56	-1,17	-1,19	-1,19	-1,19	-1,18																
7	13:33	13:47	238	-246	-1,33	-1,31	-1,31	-1,33	-1,34																
8	13:52	14:02	425	-420	-1,51	-1,51	-1,50	-1,50													1	5	-1,31	-1,33	-0,03
9	14:07	14:17	613	-617	-1,76	-1,75	-1,74	-1,76													1	5	-1,51	-1,50	0,00
10	14:21	14:34	800	-793	-2,03	-2,00	-2,00	-2,00	-2,02												2	10	-2,00	-2,02	-0,03
11	14:42	14:58	1125	-1126	-3,07	-2,85	-2,86	-2,92	-3,01	-3,06											5	15	-2,92	-3,06	-0,29
12	15:03	15:46	1450	-1449	-5,72	-4,47	-4,54	-4,70	-4,91	-5,05	-5,22	-5,47									20	40	-5,22	-5,65	-1,44
13	15:51	17:53	1775	-1779	-13,49	-8,16	-8,33	-8,72	-9,23	-9,64	-9,95	-10,49	-11,44	-12,11	-12,44	-12,97					80	120	-12,44	-13,44	-5,71
14	18:00	21:13	2100	-2104	-29,45	-18,33	-18,74	-19,66	-20,72	-21,48	-22,08	-23,02	-24,45	-25,66	-26,18	-27,08	-28,96	-29,18			100	180	-27,08	-29,18	-8,20
15	21:30	22:42	2750	-2755	-138,25	-102,60	-105,48	-112,36	-119,90	-124,56	-127,62	-131,60	-135,73	-138,07											
16	22:48	22:49	3400	-2996	-176,92	-171,18																			
22	22:55	23:00	800	-851	-173,86	-173,97	-173,92																		
23	23:12	23:24	425	-478	-172,64	-172,77	-172,74	-172,69	-172,66																
24	23:20	23:39	50	-73	-171,03	-172,66	-172,66	-172,64	-171,23	-171,08															

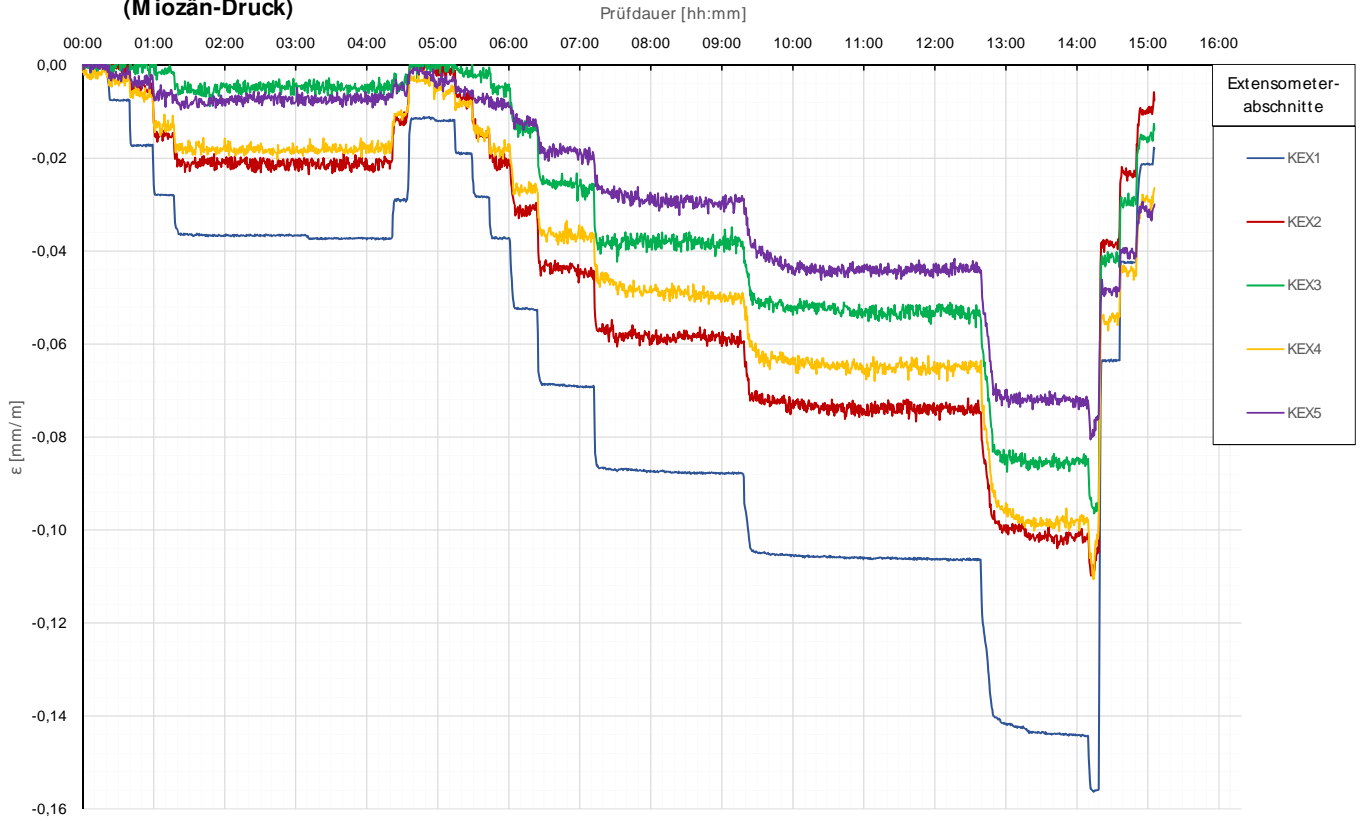
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M4 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer										Berechnung E-M odul und	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-M odul			
LS Nr.	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm²]	Ec / KEX1 [kN/mm²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	08:54	-53	156,42/11,47	144,95/1,42	143,53/1,42	142,11/1,41	140,70/1,42	3	8		
1	09:14	-236	-0,0076	-0,0001	0,0006	-0,0032	-0,0019		70		
2	09:33	-417	-0,0173	-0,0063	0,0004	-0,0065	-0,0030		51		
3	09:51	-614	-0,0279	-0,0146	-0,0015	-0,0109	-0,0081		46		
4	12:55	-806	-0,0373	-0,0210	-0,0053	-0,0168	-0,0066		45		
5	13:08	-422	-0,0294	-0,0124	-0,0019	-0,0105	-0,0064				
6	13:28	-56	-0,0112	0,0001	-0,0007	-0,0045	-0,0014				
7	13:47	-246	-0,0119	-0,0006	-0,0005	-0,0043	-0,0035		42		
8	14:02	-420	-0,0190	-0,0073	-0,0024	-0,0079	-0,0062		46		
9	14:17	-617	-0,0283	-0,0140	-0,0013	-0,0137	-0,0070		45		
10	14:34	-793	-0,0373	-0,0206	-0,0051	-0,0184	-0,0088		44		
11	14:58	-1126	-0,0528	-0,0296	-0,0140	-0,0261	-0,0130		44		
12	15:46	-1449	-0,0693	-0,0443	-0,0267	-0,0371	-0,0187		43		
13	17:53	-1779	-0,0880	-0,0597	-0,0396	-0,0497	-0,0291		41		
14	21:13	-2104	-0,1064	-0,0747	-0,0537	-0,0662	-0,0447		40		
15	22:42	-2755	-0,1444	-0,1025	-0,0862	-0,0985	-0,0732		38		
16	22:49	-2996	-0,1563	-0,1091	-0,0952	-0,1106	-0,0797		38		
22	23:00	-851	-0,0636	-0,0376	-0,0415	-0,0557	-0,0483				
23	23:24	-478	-0,0424	-0,0228	-0,0290	-0,0454	-0,0409				
24	23:39	-73	-0,0214	-0,0098	-0,0163	-0,0295	-0,0312				
										MW E-Moduln	
											45

Prüfkörper: **B.M 4**
(Miozän-Druck)

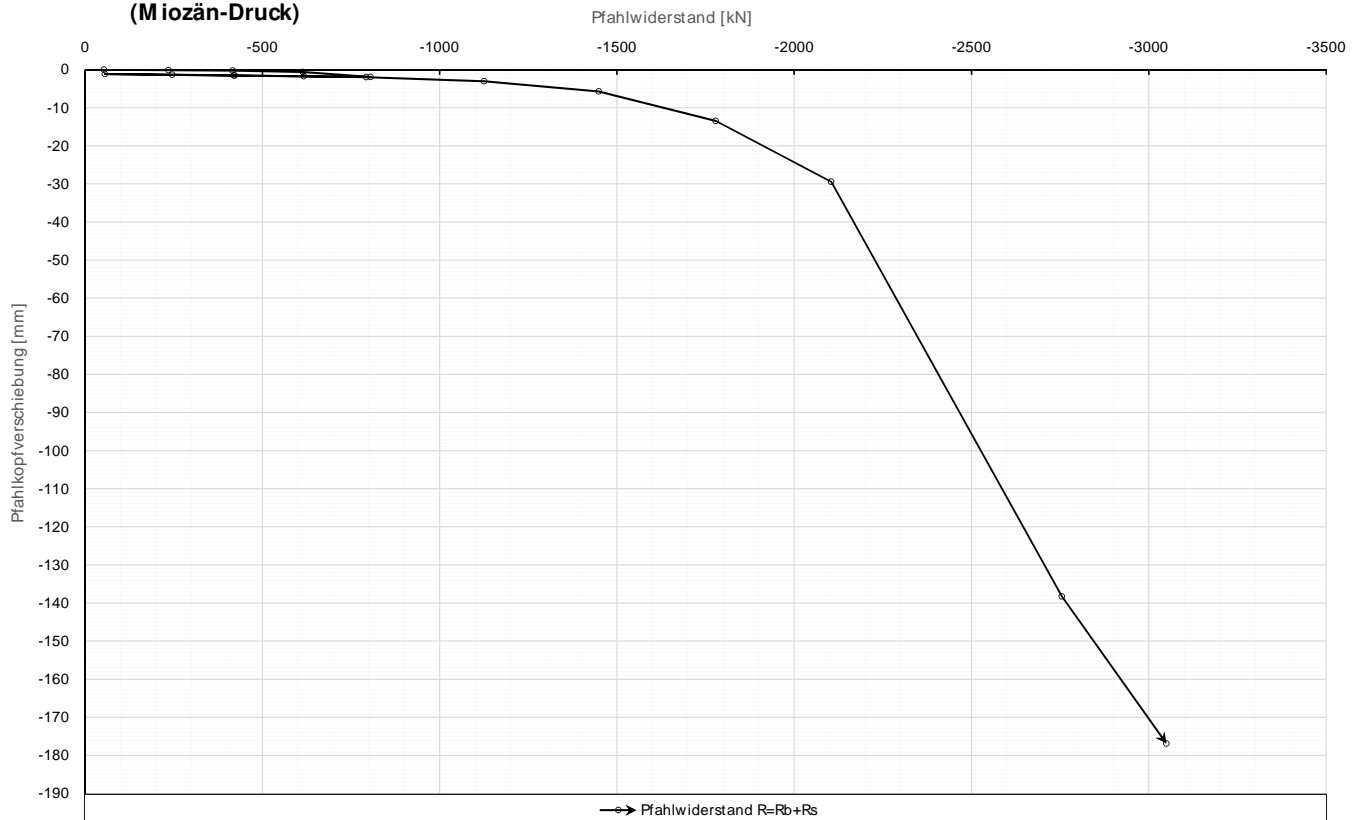
Kettenextensometer



6

Prüfkörper: **B.M 4**
(Miozän-Druck)

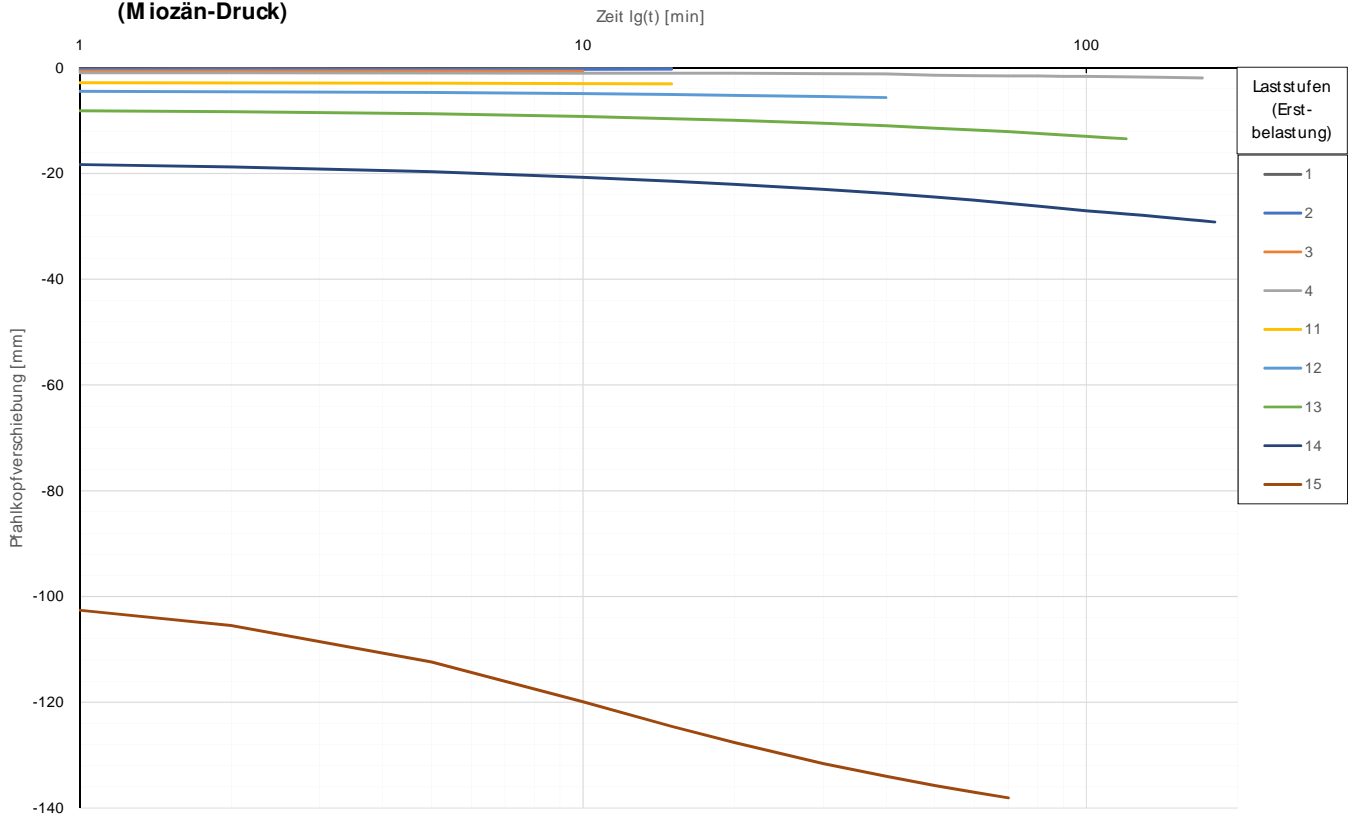
Widerstands-Setzungslinie



7

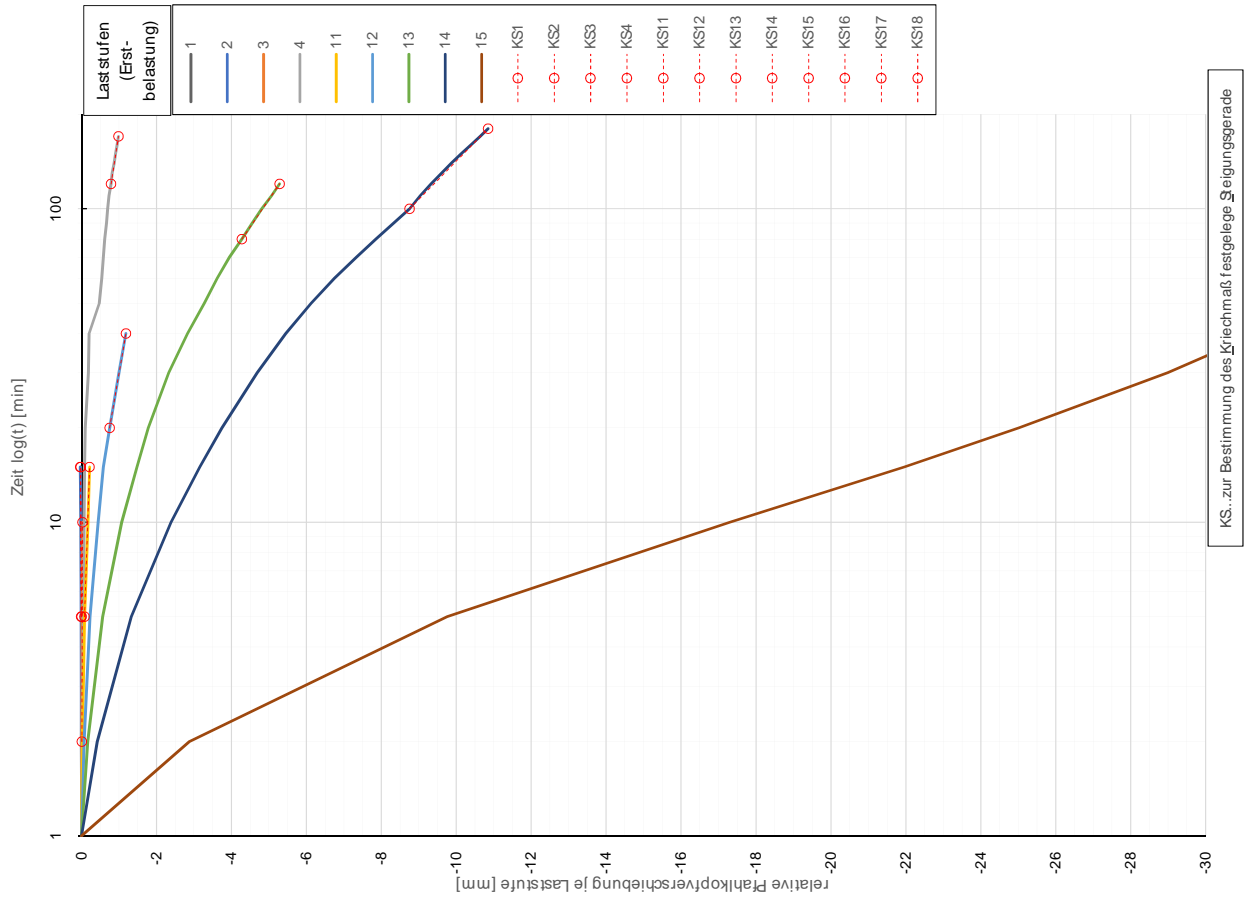
Prüfkörper: B.M 4
(Miozän-Druck)

Zeitverformung



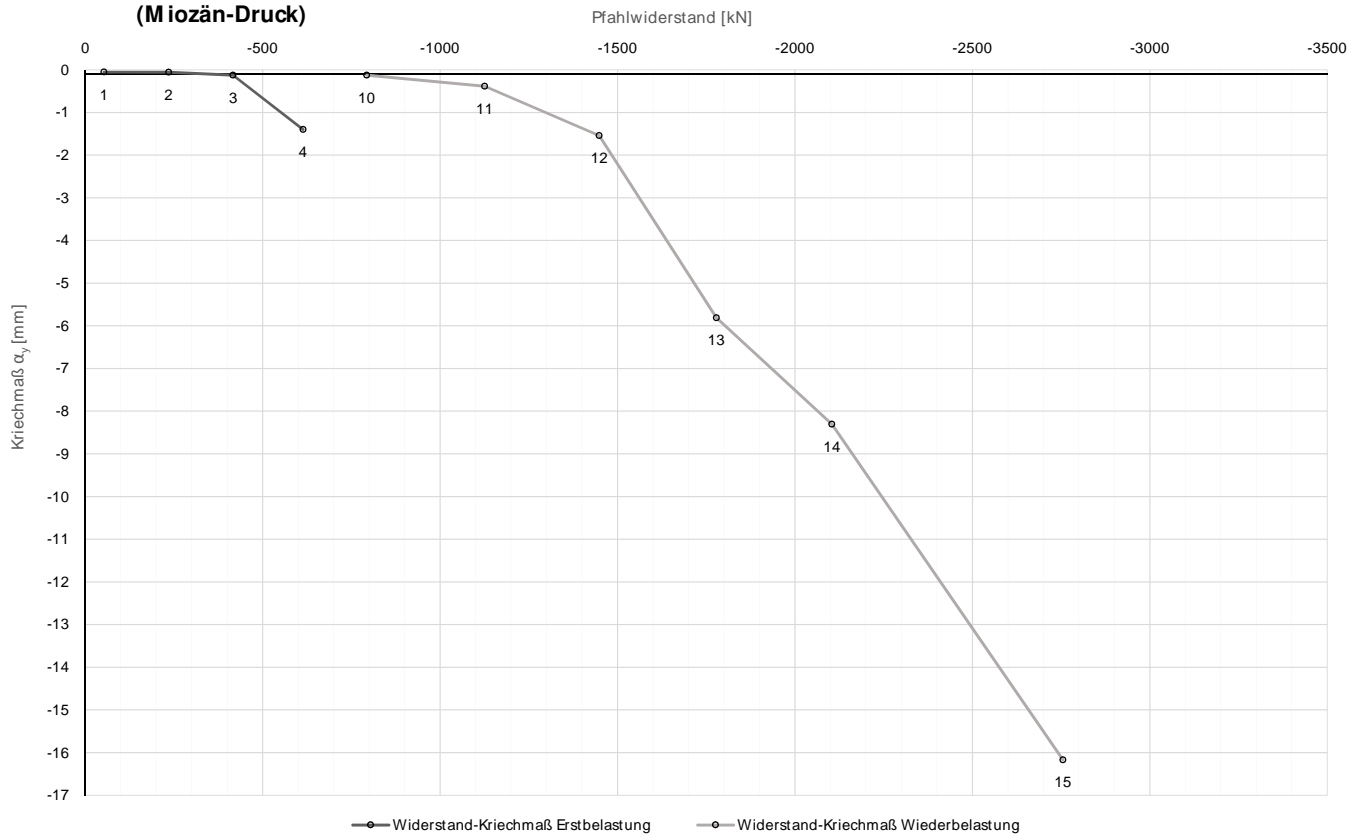
Forschungsinstitut für Bibliothekstechnik
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at the TU Wien Library.

Prüfkörper: B.M 4
(Miozän-Druck)



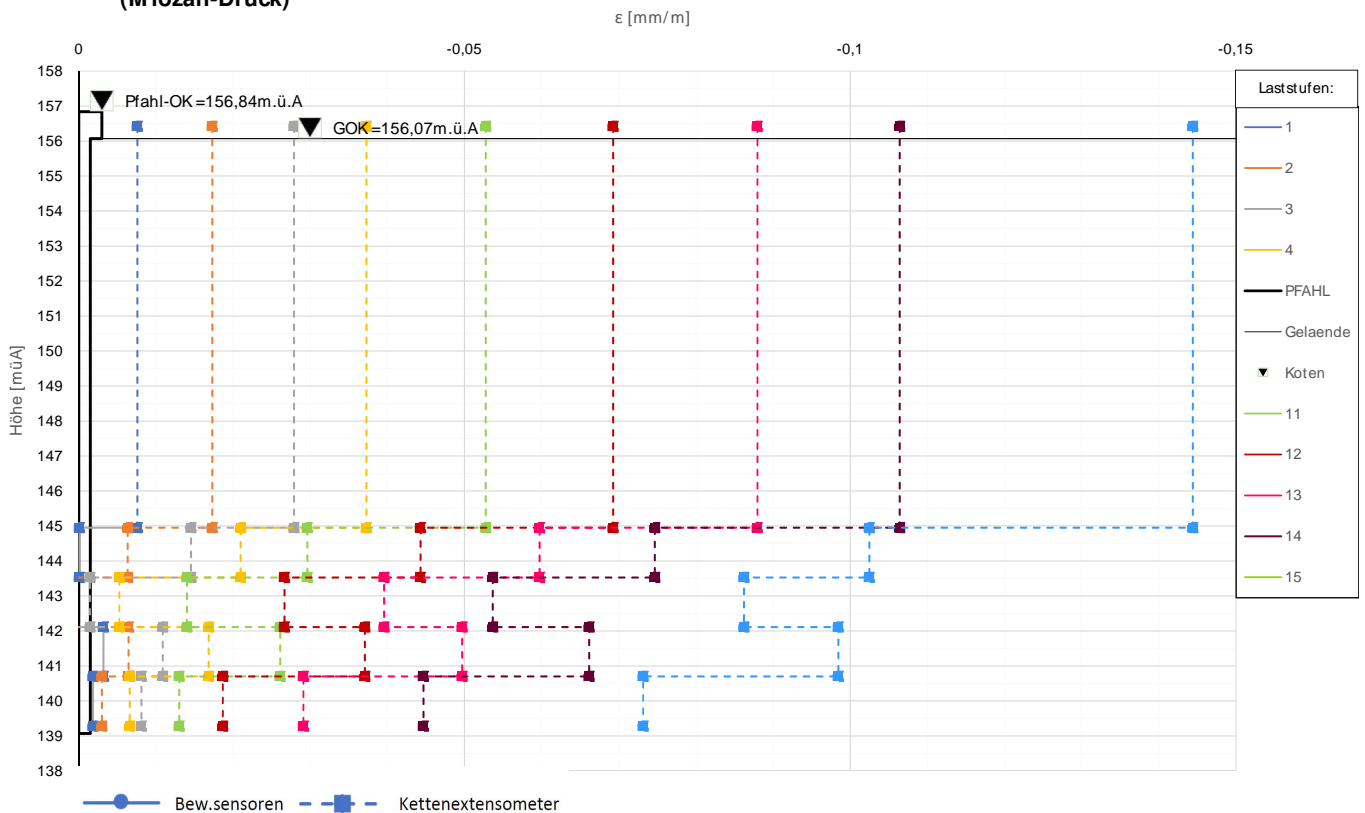
Prüfkörper: **B.M 4**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 4**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 5
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	1
Prüfdatum:	13.06.2017
Versuchsbeginn:	06:55 Uhr
Versuchsende:	23:55 Uhr
Wetterbedingungen:	6.00: heiter, 20.5°C
besondere Versuchsbedingungen:	Neue Nullung aufgrund Umsetzen der Wegaufnehmer bei 1. Entlastung-LS6

Geometrie Prüfkörper:

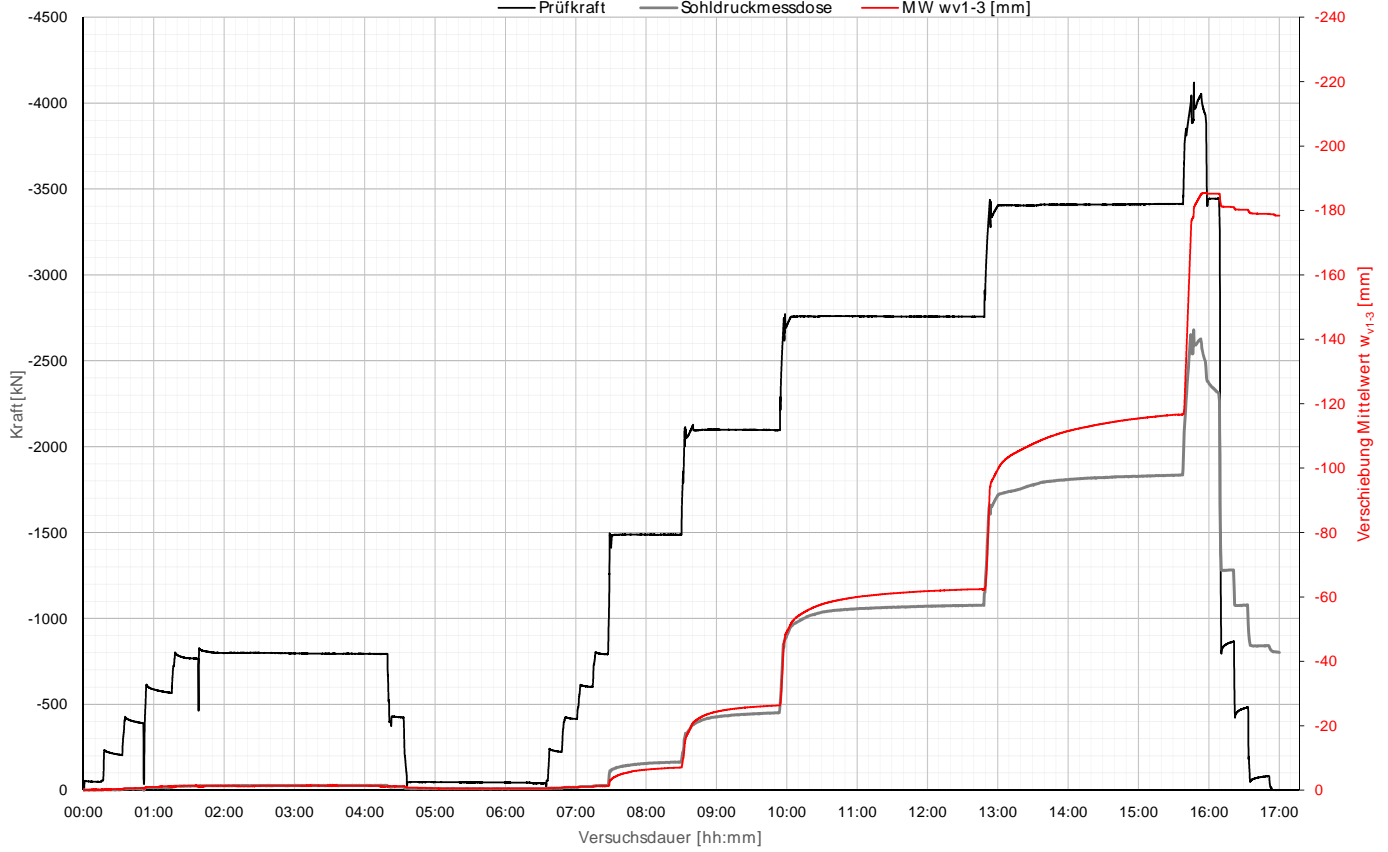
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,74 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,97 müA
OK Haftstrecke:	145,11 müA
UK Pfahl:	138,97 müA
Länge Freispielstrecke:	11,63 m
Länge Haftstrecke:	6,14 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	34,58	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	10141,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	13947,50	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.M 5 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

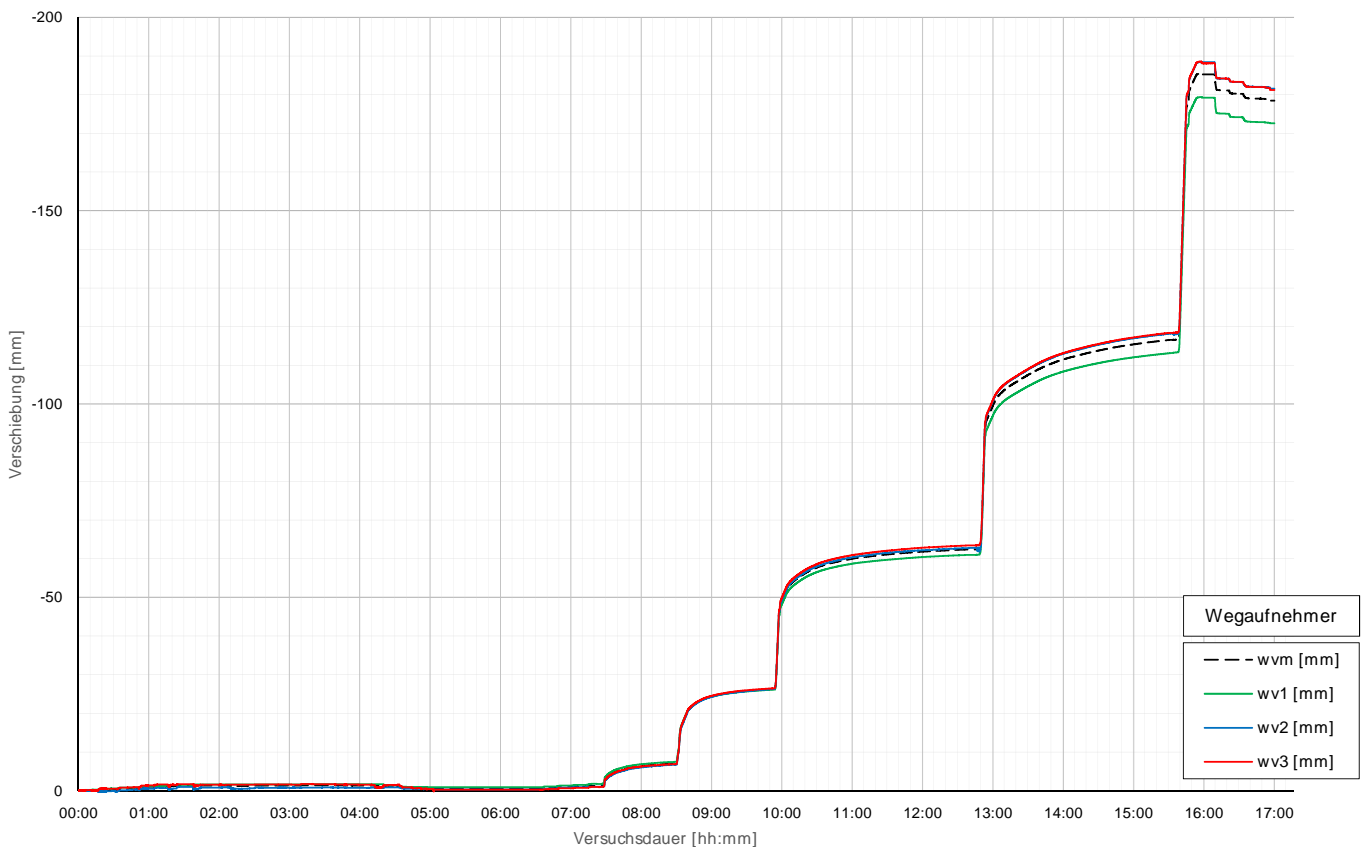


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.M 5 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M5 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																													
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]																	Berechnung Kriechmaß						
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Söll [kN]	P list [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 45 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 160 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechm aß [mm]		
0	06:55	07:10	-50	-48	-0,13																								
1	07:13	07:28	-238	-204	-0,29	-0,28	-0,28	-0,30	-0,31															5	10	-0,30	-0,31	-0,04	
2	07:31	07:46	-425	-390	-0,69	-0,58	-0,57	-0,59	-0,66															5	10	-0,59	-0,66	-0,26	
3	07:49	08:10	-613	-566	-1,18	-1,02	-1,02	-1,03	-1,04	-1,19	-1,19													10	20	-1,04	-1,19	-0,49	
4	08:13	11:13	-800	-793	-1,08	-1,18	-1,20	-1,21	-1,38	-1,39	-1,33	-1,35	-1,21	-1,26	-1,33	-1,40	-1,35	-1,34	-1,32					60	120	-1,21	-1,40	-0,65	
5	11:18	11:28	-425	-427	-1,29	-1,26	-1,26	-1,25																					
6	11:31	13:29	-50	-40	-0,51	-0,82	-0,82	-0,79	-0,69	-0,70	-0,67	-0,52	-0,52	-0,52															
7	13:33	13:43	-238	-223	-0,73	-0,68	-0,68	-0,70																2	5	-0,68	-0,70	-0,05	
8	13:46	13:56	-425	-415	-0,92	-0,92	-0,92	-0,92																2	5	-0,92	-0,92	0,00	
9	13:59	14:09	-613	-602	-1,08	-1,07	-1,07	-1,07																2	5	-1,07	-1,07	-0,01	
10	14:12	14:22	-800	-792	-1,26	-1,26	-1,26	-1,26																2	5	-1,26	-1,26	0,00	
11	14:25	15:25	-1450	-1488	-7,04	-3,60	-3,88	-4,45	-5,13	-5,55	-5,97	-6,90											20	50	-5,97	-6,90	-2,34		
12	15:28	16:48	-2100	-2097	-26,33	-16,49	-17,25	-19,47	-21,83	-22,93	-23,68	-25,61	-25,90	-26,13									30	70	-24,62	-26,13	-4,12		
13	16:58	19:43	-2750	-2756	-62,44	-52,00	-52,52	-53,62	-54,88	-55,91	-56,79	-59,60	-60,15	-60,52	-61,68	-61,87	-62,32	-62,40					60	160	-60,15	-62,40	-5,28		
14	19:55	22:32	-3400	-3414	-116,66	-100,35	-100,92	-102,23	-103,71	-104,79	-105,73	-110,46	-111,53	-112,37	-114,97	-115,43	-116,55						50	150	-110,46	-116,55	-12,76		
15	22:41	22:42	-4050	-4022	-180,74																								
19	22:53	23:03	-3400	-3443	-185,24	-185,24	-185,24	-185,23																					
20	23:06	23:16	-800	-865	-181,09	-181,19	-181,16	-181,13																					
21	23:18	23:28	-425	-482	-180,21	-180,28	-180,27	-180,24																					
22	23:28	23:45	-50	-81	-178,93	-179,70	-179,28	-179,04	-178,98	-178,94																			

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M5 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWESII - Bewehrungssensoren																	Pflahwiderstand DM D				
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt				Sohlendruckmessdose SMD				
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P list [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.M.W [mm/m]	BS2.M.W [mm/m]	BS3.M.W [mm/m]	BS4.M.W [mm/m]	BS5.M.W [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _{s,m} [kN/m ²]	
			Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Höhe: [mm]	Mantelreib. Diff Kraft-Rb		
0	07:10	-48	155,53	144,78	144,78	144,78	142,88	142,88	141,33	141,33	139,58	139,58	155,53	144,78	142,88	141,33	139,58	139,10			
1	07:28	-204	-0,0158	-0,0045	-0,0101	-0,0050	-0,0048	-0,0049	-0,0029	-0,0028	-0,0019	-0,0101	-0,0049	-0,0028	-0,0017	-0,0006		-3,4	-200,6	-11,6	
2	07:46	-390	-0,0275	-0,0127	-0,0201	-0,0099	-0,0102	-0,0100	-0,0060	-0,0061	-0,0060	-0,0040	-0,0201	-0,0100	-0,0060	-0,0039	-0,0015		-8,3	-381,3	-22,0
3	08:10	-566	-0,0383	-0,0219	-0,0301	-0,0151	-0,0160	-0,0156	-0,0098	-0,0104	-0,0101	-0,0073	-0,0301	-0,0156	-0,0101	-0,0070	-0,0027		-16,0	-550,2	-31,7
4	11:13	-793	-0,0512	-0,0372	-0,0442	-0,0230	-0,0230	-0,0230	-0,0148	-0,0164	-0,0156	-0,0118	-0,0442	-0,0230	-0,0156	-0,0113	-0,0048		-28,6	-764,9	-44,1
5	11:28	-427	-0,0291	-0,0207	-0,0249	-0,0141	-0,0134	-0,0137	-0,0096	-0,0107	-0,0102	-0,0081	-0,0249	-0,0137	-0,0102	-0,0078	-0,0033		-19,0	-407,6	-23,5
6	13:29	-40	-0,0044	-0,0030	-0,0037	-0,0041	-0,0021	-0,0031	-0,0034	-0,0043	-0,0038	-0,0039	-0,0037	-0,0031	-0,0038	-0,0036	-0,0015		-9,4	-31,0	-1,8
7	13:43	-223	-0,0141	-0,0122	-0,0131	-0,0086	-0,0073	-0,0080	-0,0061	-0,0070	-0,0066	-0,0055	-0,0131	-0,0080	-0,0066	-0,0053	-0,0022		-12,2	-210,5	-12,1
8	13:56	-415	-0,0244	-0,0225	-0,0234	-0,0133	-0,0131	-0,0132	-0,0091	-0,0103	-0,0097	-0,0075	-0,0234	-0,0132	-0,0097	-0,0072	-0,0031		-16,2	-398,3	-22,9
9	14:09	-602	-0,0347	-0,0317	-0,0332	-0,0178	-0,0182	-0,0180	-0,0118	-0,0130	-0,0124	-0,0096	-0,0332	-0,0180	-0,0124	-0,0093	-0,0038		-20,9	-581,0	-33,5
10	14:22	-792	-0,0461	-0,0408	-0,0435	-0,0223	-0,0235	-0,0229	-0,0146	-0,0167	-0,0157	-0,0119	-0,0435	-0,0229	-0,0157	-0,0115	-0,0048		-27,6	-764,2	-44,0
11	15:25	-1488	-0,0944	-0,0727	-0,0835	-0,0508	-0,0618	-0,0563	-0,0424	-0,0488	-0,0456	-0,0332	-0,0835	-0,0563	-0,0456	-0,0322	-0,0173		-163,8	-1324,7	-76,3
12	16:48	-2097	-0,1389	-0,1023	-0,1206	-0,0747	-0,0912	-0,0830	-0,0670	-0,0722	-0,0696	-0,0577	-0,1206	-0,0830	-0,0696	-0,0506	-0,0314		-451,3	-1645,4	-94,8
13	19:43	-2756	-0,1914	-0,1321	-0,1618	-0,1030	-0,1208	-0,1119	-0,0949	-0,1001	-0,0975	-0,0914	-0,1618	-0,1119	-0,0975	-0,0757	-0,0565		-1076,2	-1679,5	-96,7
14	22:32	-3414	-0,2432	-0,1629	-0,2030	-0,1320	-0,1510	-0,1415	-0,1215	-0,1300	-0,1257	-0,1192	-0,2030	-0,1415	-0,1257	-0,1016	-0,0836		-1835,1	-1578,4	-90,9
15	22:42	-4022	-0,2849	-0,1950	-0,2400	-0,1575	-0,1791	-0,1683	-0,1509	-0,1517	-0,1513	-0,1447	-0,2400	-0,1683	-0,1513	-0,1264	-0,1093		-2679,9	-1342,2	-77,3
19	23:03	-3443	-0,2481	-0,1673	-0,2077	-0,1386	-0,1563	-0,1475	-0,1354	-0,1344	-0,1349	-0,1301	-0,2077	-0,1475	-0,1349	-0,1121	-0,0969		-2314,1	-1129,1	-65,0
20	23:16	-865	-0,0815	-0,0483	-0,0649	-0,0522	-0,0519	-0,0521	-0,0628	-0,0573	-0,0600	-0,0689	-0,0649	-0,0521	-0,0600	-0,0542	-0,0519		-1282,5	417,2	24,0
21	23:28	-482	-0,0547	-0,0289	-0,0418	-0,0387	-0,0342	-0,0365	-0,0498	-0,0433	-0,0466	-0,0567	-0,0418	-0,0365	-0,0466	-0,0431	-0,0428		-1079,1	596,8	34,4
22	23:45	-81	-0,0267	-0,0077	-0,0172	-0,0233	-0,0152	-0,0192	-0,0355	-0,0277	-0,0316	-0,0431	-0,0172	-0,0192	-0,0316	-0,0306	-0,0317		-841,8	760,3	43,8

Prüfkörper: B.M5 (Miozän - Druck)

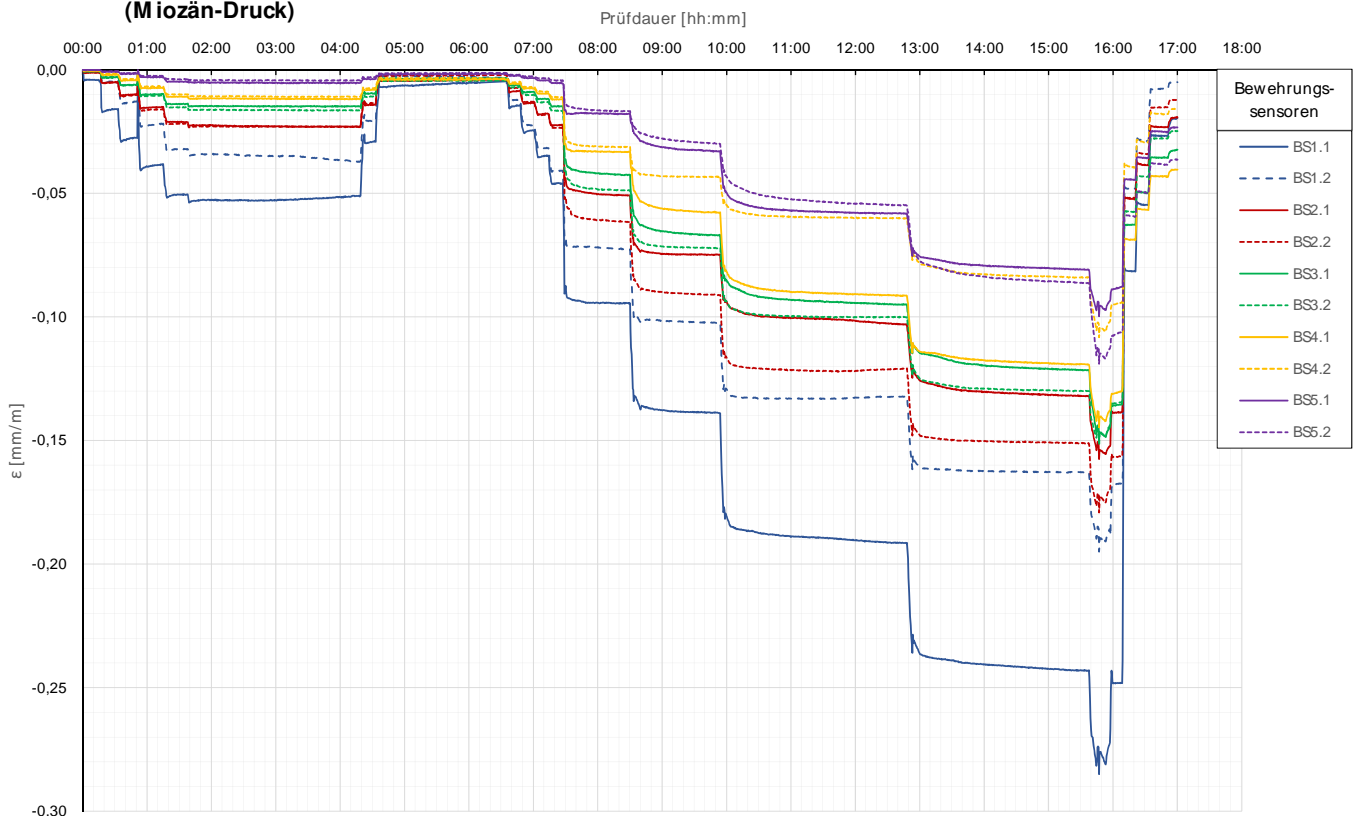
Auswertung MWESII - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normkraft										
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		Normkraft je Messquerschnitt der BS					Anteil der Normkraft an der Prüfkraft					
LS	LSEnde	P list	KEX1	KEX2	KEX3	KEX4	KEX5	Ec / M Q1	Ec / KEX1	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)	
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / [0 mm]	Höhe / [0 mm]	Höhe / [0 mm]	Höhe / [0 mm]	Höhe / [0 mm]	QS Nr.: 3	QS Nr.: 8	QS Nr.: 3	QS Nr.: 4	QS Nr.: 5	QS Nr.: 6	QS Nr.: 7	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
0	07:10	-48	156,51/11,48	145,03/1,42	143,61/1,42	142,19/1,42	140,77/1,42													
1	07:28	-204	-0,0089	-0,0053	0,0006	-0,0037	-0,0015	43	48	-170,8	-121,7	-69,6	-39,4	-13,9	84%	60%	34%	19%	7%	
2	07:46	-390	-0,0182	-0,0102	-0,0026	-0,0071	-0,0018	39	40	-339,3	-248,6	-150,0	-87,8	-33,4	87%	64%	38%	23%	9%	
3	08:10	-566	-0,0282	-0,0164	-0,0053	-0,0101	-0,0038	37	34	-508,2	-386,4	-250,1	-158,7	-62,4	90%	68%	44%	28%	11%	
4	11:13	-793	-0,0394	-0,0246	-0,0135	-0,0134	-0,0061	33	41	-746,5	-570,5	-387,6	-257,0	-109,9	94%	72%	49%	32%	14%	
5	11:28	-427	-0,0232	-0,0129	-0,0071	-0,0090	-0,0056													
6	13:29	-40	-0,0039	-0,0057	-0,0037	-0,0036	-0,0048													
7	13:43	-223	-0,0108	-0,0067	-0,0038	-0,0074	-0,0035	41	57	-222,0	-197,9	-162,9	-119,8	-50,5	100%	89%	73%	54%	23%	
8	13:56	-415	-0,0201	-0,0147	-0,0062	-0,0084	-0,0030	39	42	-395,7	-326,6	-239,5	-163,6	-70,7	95%	79%	58%	39%	17%	
9	14:09	-602	-0,0294	-0,0176	-0,0087	-0,0102	-0,0061	41	40	-560,7	-446,6	-308,1	-210,2	-86,3	93%	74%	51%	35%	14%	
10	14:22	-792	-0,0383	-0,0234	-0,0130	-0,0144	-0,0072	39	44	-733,9	-568,9	-389,2	-262,2	-109,7	93%	72%	49%	33%	14%	
11	15:25	-1488	-0,0767	-0,0604	-0,0430	-0,0379	-0,0226	36	35	-1410,8	-1397,0	-1131,7	-730,8	-392,2	95%	94%	76%	49%	26%	
12	16:48	-2097	-0,1115	-0,0855	-0,0670	-0,0587	-0,0369	33	33	-2036,2	-2058,9	-1727,1	-1148,3	-712,1	97%	98%	82%	55%	34%	
13	19:43	-2756	-0,1508	-0,1130	-0,0932	-0,0873	-0,0643	32	31	-2731,4	-2776,4	-2419,0	-1719,3	-1283,4	99%	101%	88%	62%	47%	
14	22:32	-3414	-0,1916	-0,1443	-0,1222	-0,1147	-0,0942	32	30	-3428,2	-3511,5	-3120,3	-2307,1	-1899,3	100%	103%	91%	68%	56%	
15	22:42	-4022	-0,2276	-0,1745	-0,1469	-0,1415	-0,1220	33	32	-4052,0	-4176,0	-3754,2	-2871,5	-2482,4	101%	104%	93%	71%	62%	
19	23:03	-3443	-0,1998	-0,1501	-0,1321	-0,1255	-0,1097													
20	23:16	-865	-0,0635	-0,0520	-0,0542	-0,0607	-0,0590													
21	23:28	-482	-0,0408	-0,0361	-0,0376	-0,0459	-0,0506													
22	23:45	-81	-0,0184	-0,0172	-0,0221	-0,0335	-0,0375													
								MW E-Modul												
								37	39											

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfahlwiderstände					
Laststufen			Differenz Längskraft				Mantelreibung			Widerstand errechnet		Widerstand mittels DM D			
LS	LSEnde	P list	ΔN(MQ1-2)	ΔN(MQ2-3)	ΔN(MQ3-4)	ΔN(MQ4-5)	qs(MQ1-2)	qs(MQ2-3)	qs(MQ3-4)	qs(MQ4-5)	Rb	Rs	Rb DMD	Rs DMD	diff DMD
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m2]
0	07:10	-48	145,11	144,78	142,88	141,33									
			144,78	142,88	141,33	139,58									
1	07:28	-204	-49,1	-52,1	-30,1	-25,6	-52,7	-9,7	-6,9	-5,2	-38,1	-165,9	-3,4	-200,6	34,7
2	07:46	-390	-90,7	-98,6	-62,2	-54,3	-97,2	-18,4	-14,2	-11,0	-64,8	-324,8	-8,3	-381,3	56,5
3	08:10	-566	-121,9	-136,3	-91,4	-96,2	-130,6	-25,4	-20,9	-19,4	-86,9	-479,3	-16,0	-550,2	70,9
4	11:13	-793	-176,0	-183,0	-130,6	-147,0	-188,6	-34,1	-29,8	-29,7	-105,6	-687,8	-28,6	-764,9	77,1
5	11:28	-427													
6	13:29	-40													
7	13:43	-223	-24,1	-35,0	-43,1	-69,3	-25,9	-6,5	-9,8	-14,0	-27,0	-195,7	-12,2	-210,5	14,9
8	13:56	-415	-69,1	-87,1	-75,9	-93,0	-74,1	-16,2	-17,3	-18,8	-57,1	-357,5	-16,2	-398,3	40,9
9	14:09	-602	-114,1	-138,6	-97,9	-123,9	-122,3	-25,8	-22,3	-25,0	-84,3	-517,6	-20,9	-581,0	63,4
10	14:22	-792	-165,0	-179,8	-127,0	-152,4	-176,8	-33,5	-29,0	-30,8	-114,5	-677,3	-27,6	-764,2	86,9
11	15:25	-1488	-13,8	-265,4	-400,8	-338,6	-14,8	-49,4	-91,5	-68,4	-351,8	-1136,7	-163,8	-1324,7	188,0
12	16:48	-2097	22,8	-331,8	-578,8	-436,2	24,4	-61,8	-132,1	-88,2	-620,6	-1476,1	-451,3	-1645,4	169,3
13	19:43	-2756	45,0	-357,4	-699,7	-435,9	48,2	-66,5	-159,7	-88,1	-1155,7	-1599,9	-1076,2	-1679,5	79,5
14	22:32	-3414	83,3	-391,2	-813,2	-407,8	89,3	-72,8	-185,6	-82,4	-1742,5	-1671,0	-1835,1	-1578,4	-92,6
15	22:42	-4022	124,0	-421,8	-882,7	-389,1	132,9	-78,5	-201,4	-78,6	-2316,8	-1705,3	-2679,9	-1342,2	-363,0
19	23:03	-3443													
20	23:16	-865													
21	23:28	-482													
22	23:45	-81													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

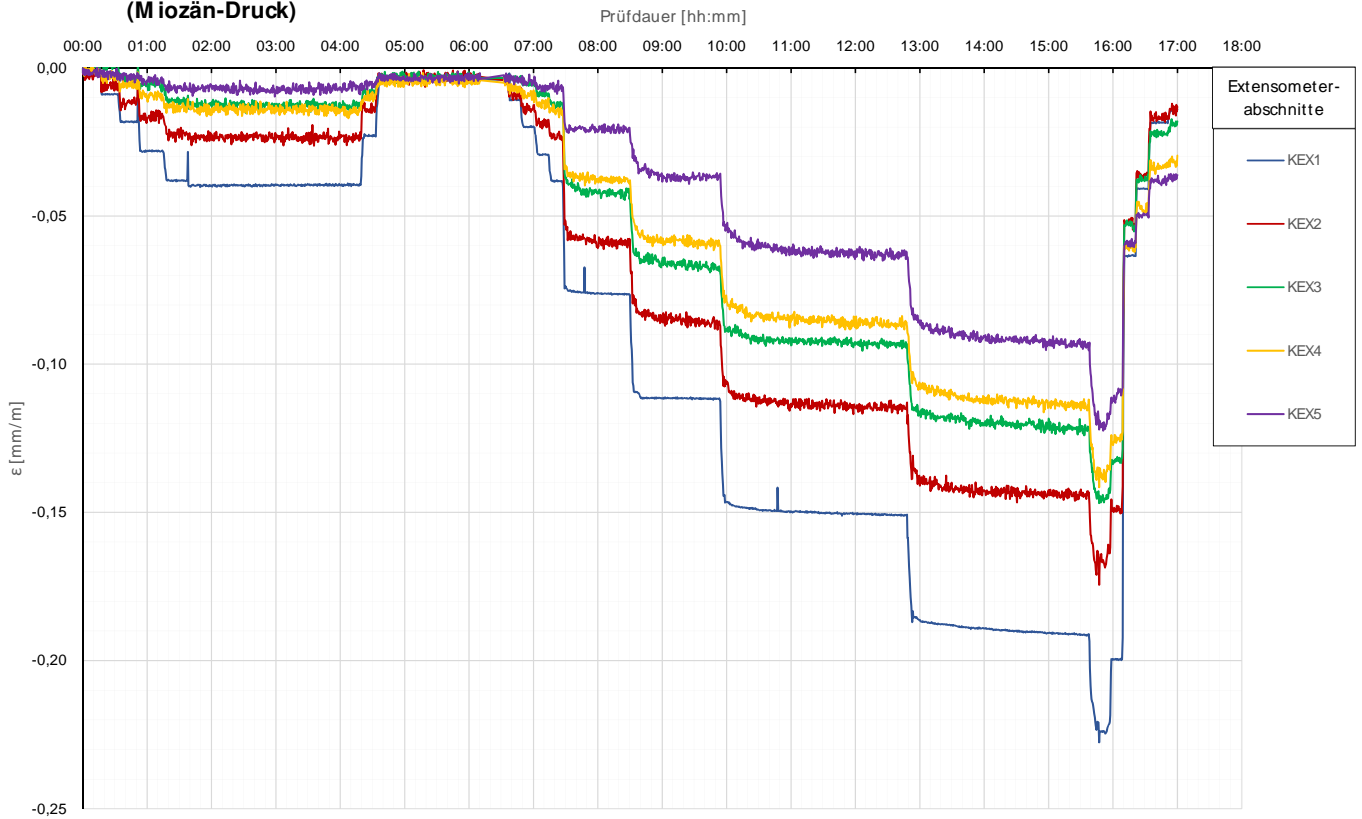
Prüfkörper: B.M5 (Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



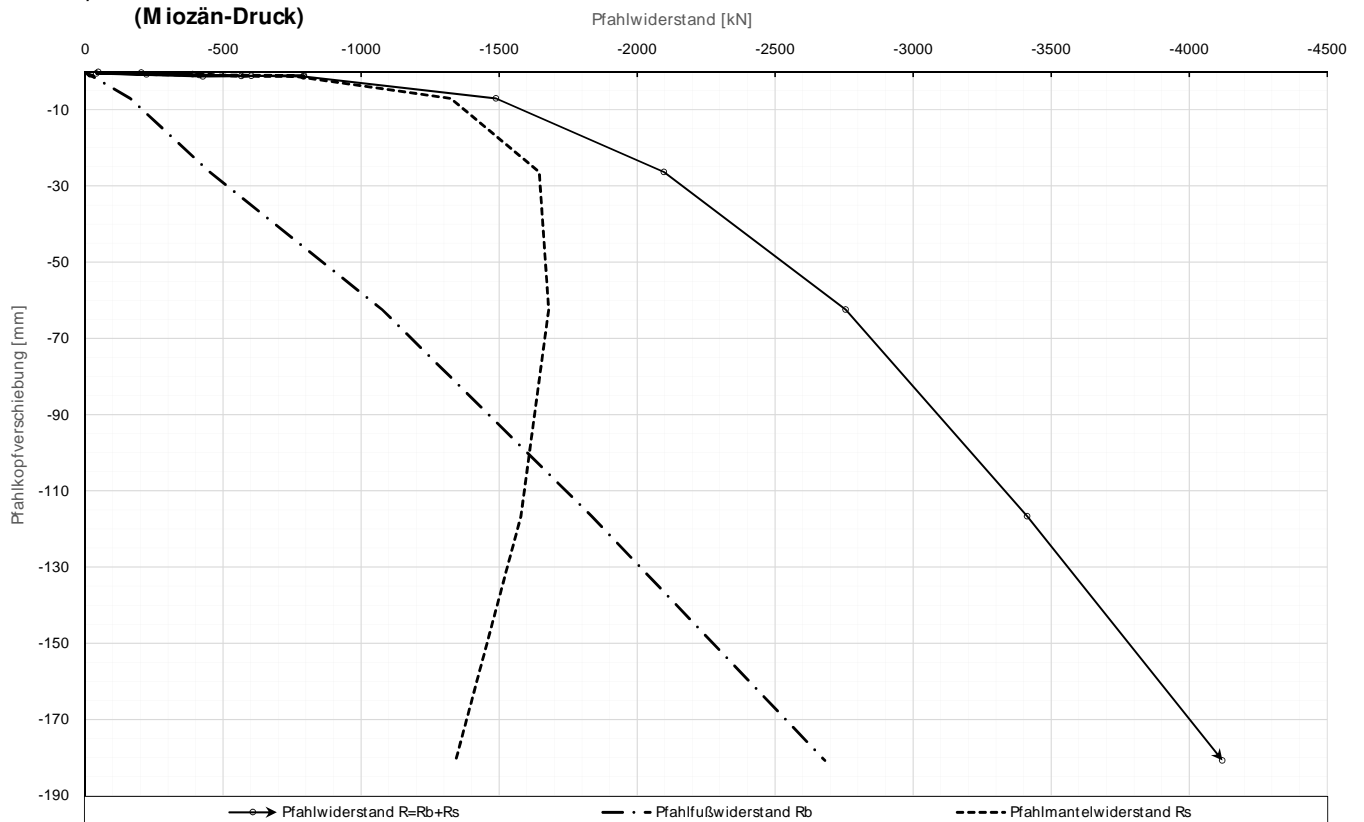
Prüfkörper: **B.M 5**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



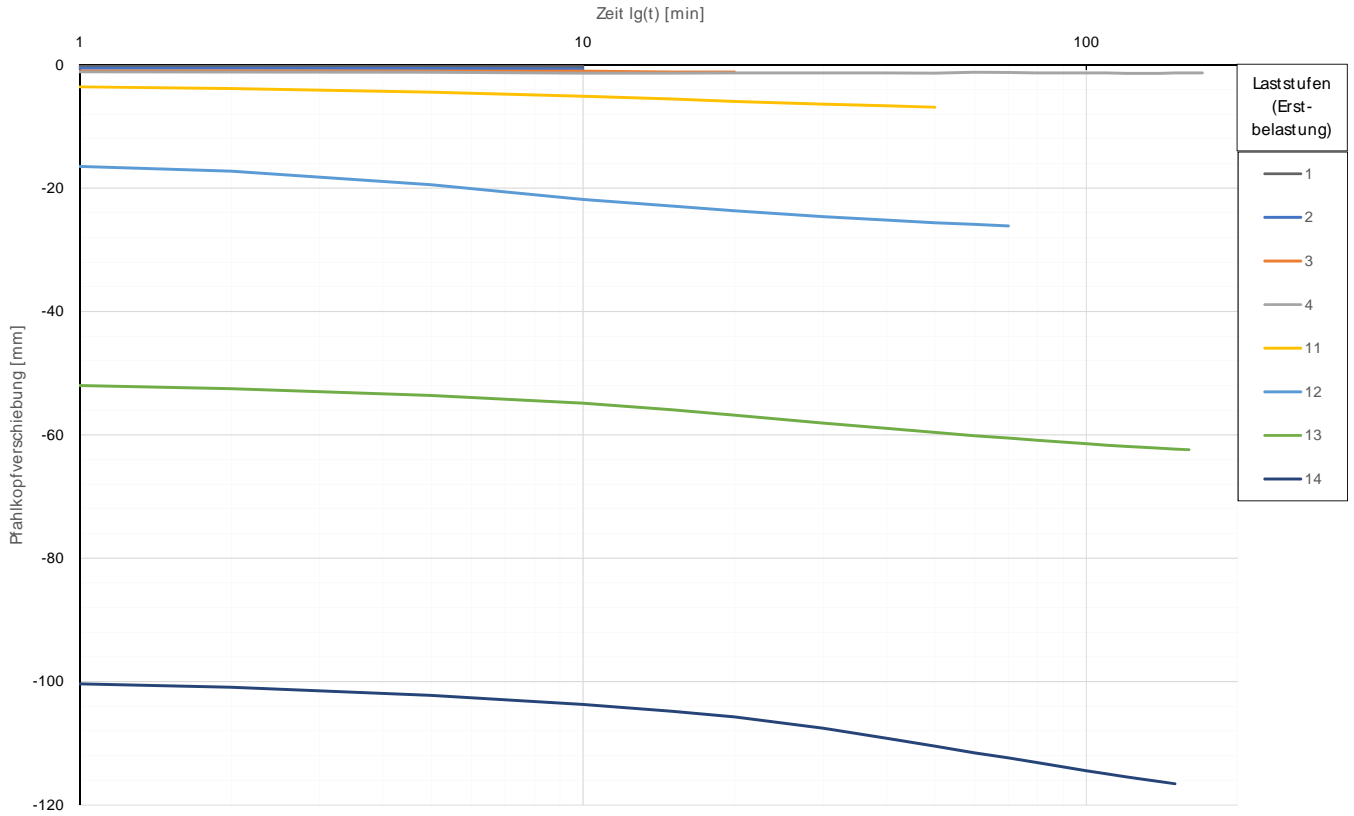
Prüfkörper: **B.M 5**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



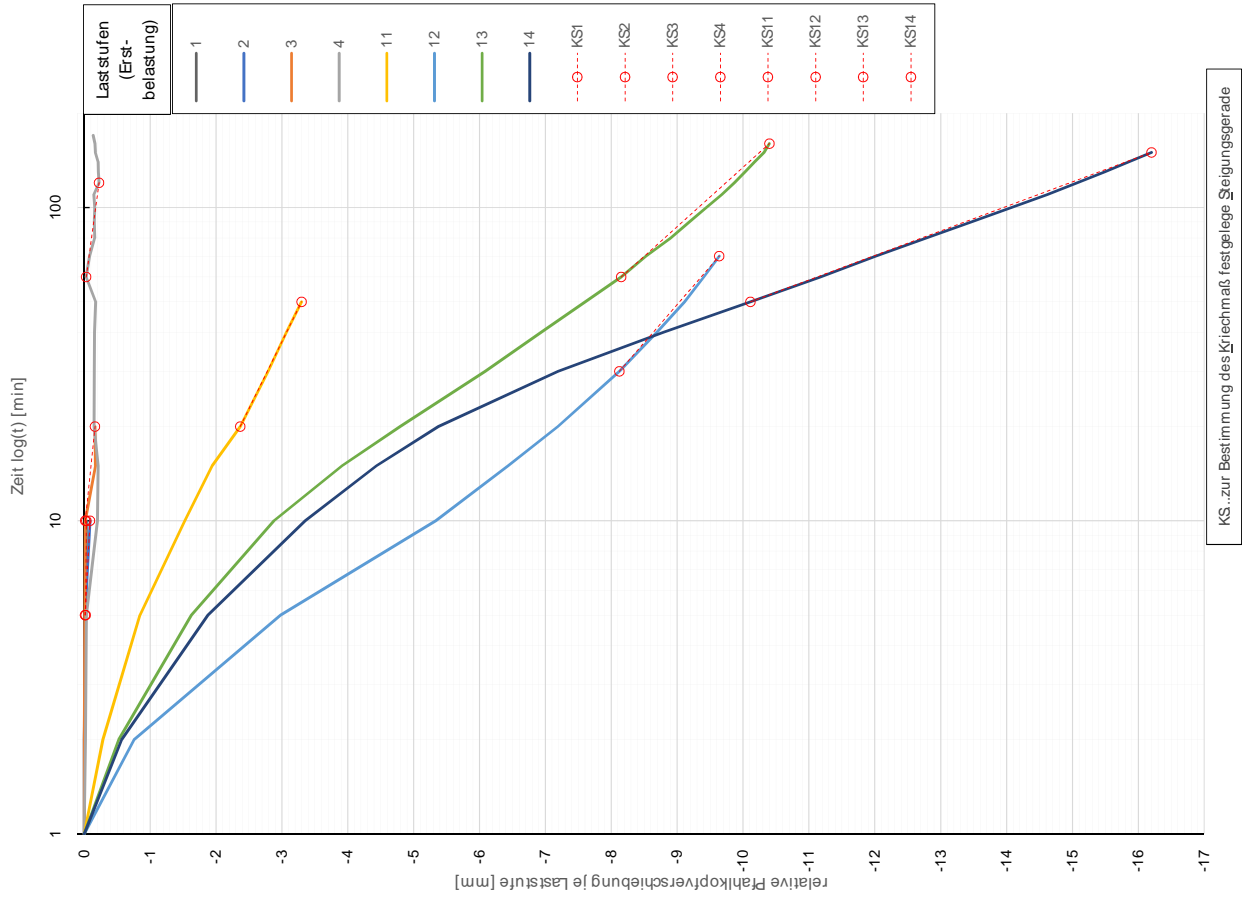
Prüfkörper: B.M 5 (Miozän-Druck)

Zeitverformung



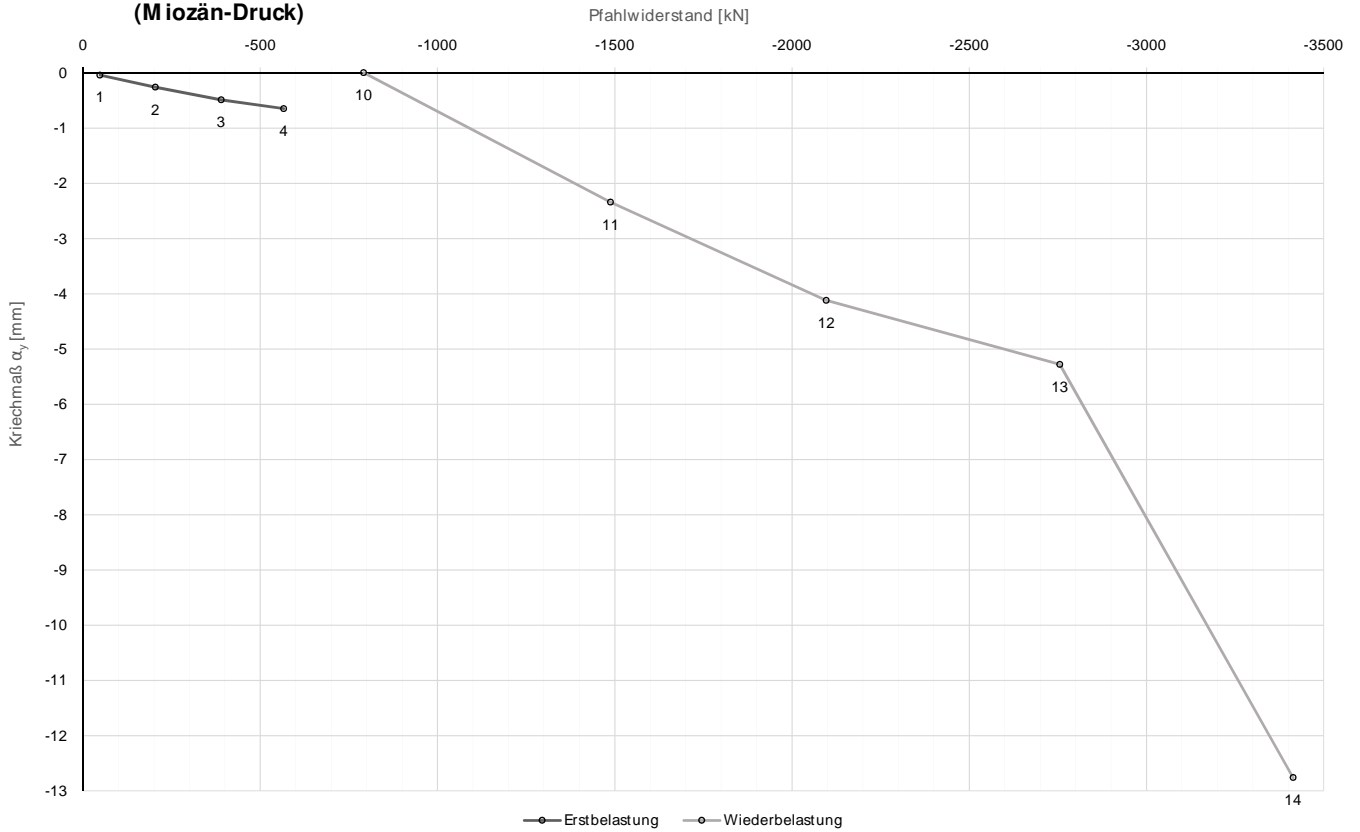
Prüfkörper: B.M 5 (Miozän-Druck)

Zeitverformung



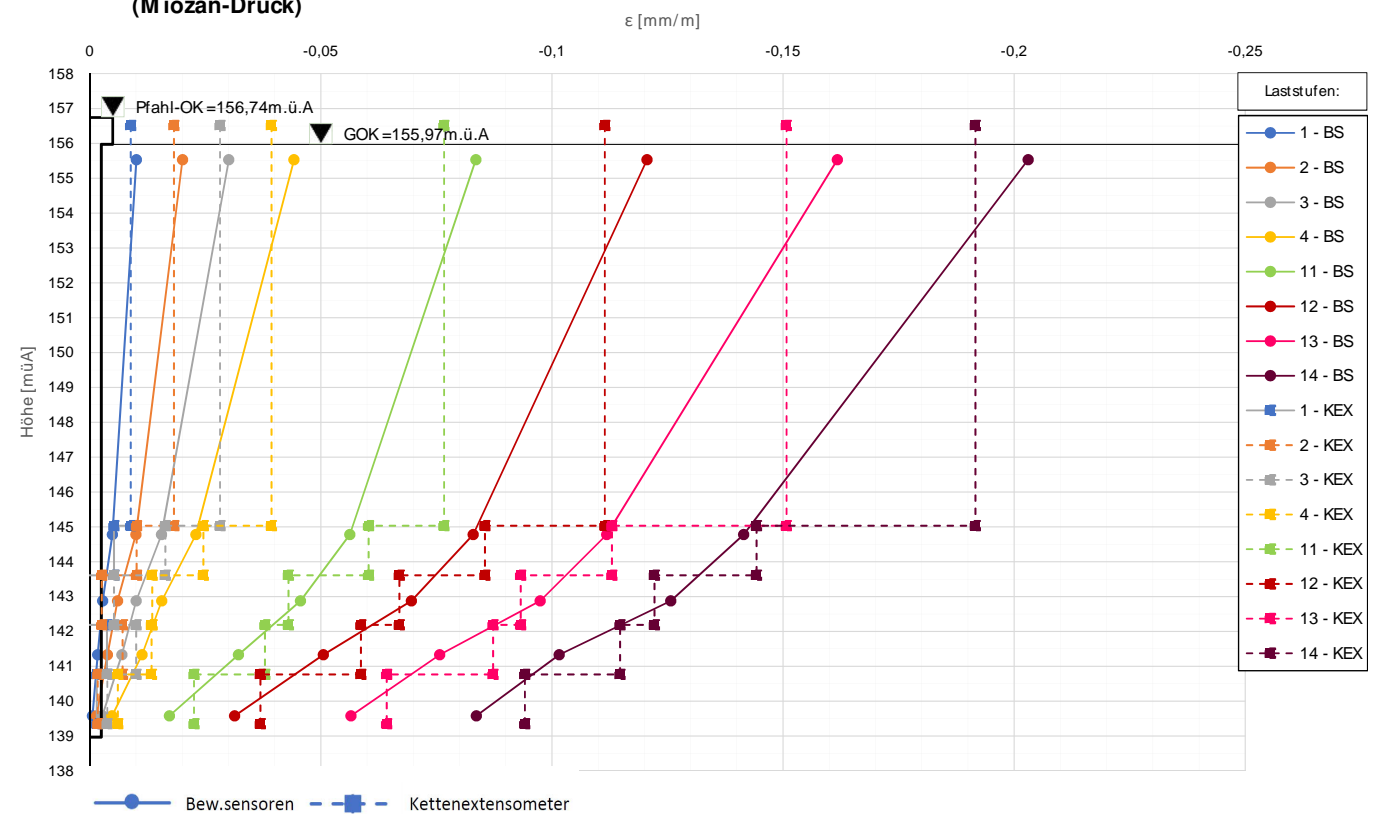
Prüfkörper: **B.M 5**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 5**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 11
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	23
Prüfdatum:	01.09.2017
Versuchsbeginn:	07:36 Uhr
Versuchsende:	22:54 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00 bewölkt, 22°C
besondere Versuchsbedingungen:	BS.3.1 Temp. nicht aufgezeichnet

Geometrie Prüfkörper:

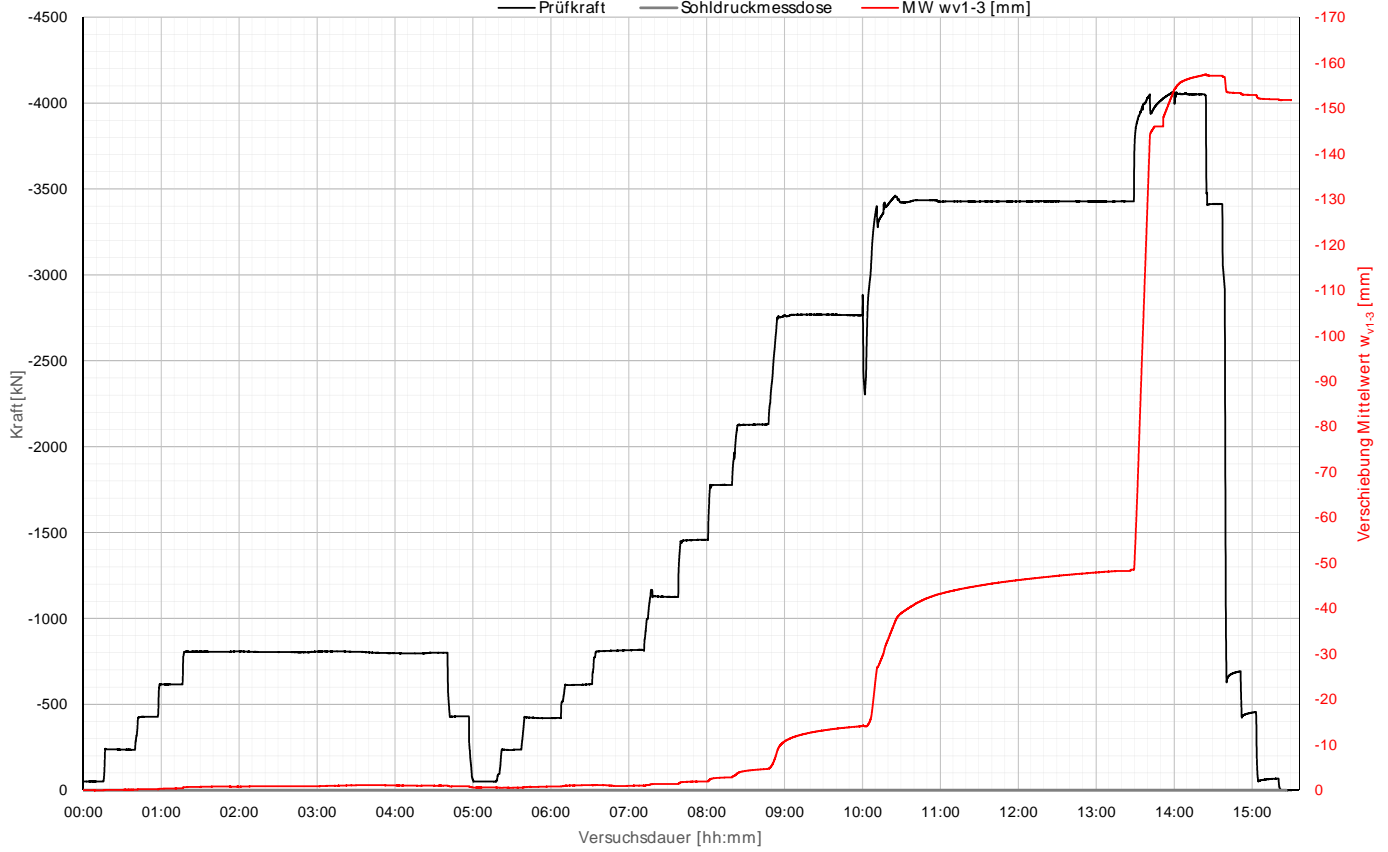
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,75 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,95 müA
OK Haftstrecke:	145,05 müA
UK Pfahl:	138,95 müA
Länge Freispielstrecke:	11,70 m
Länge Haftstrecke:	6,10 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	13372,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	23263,18	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.M 11 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

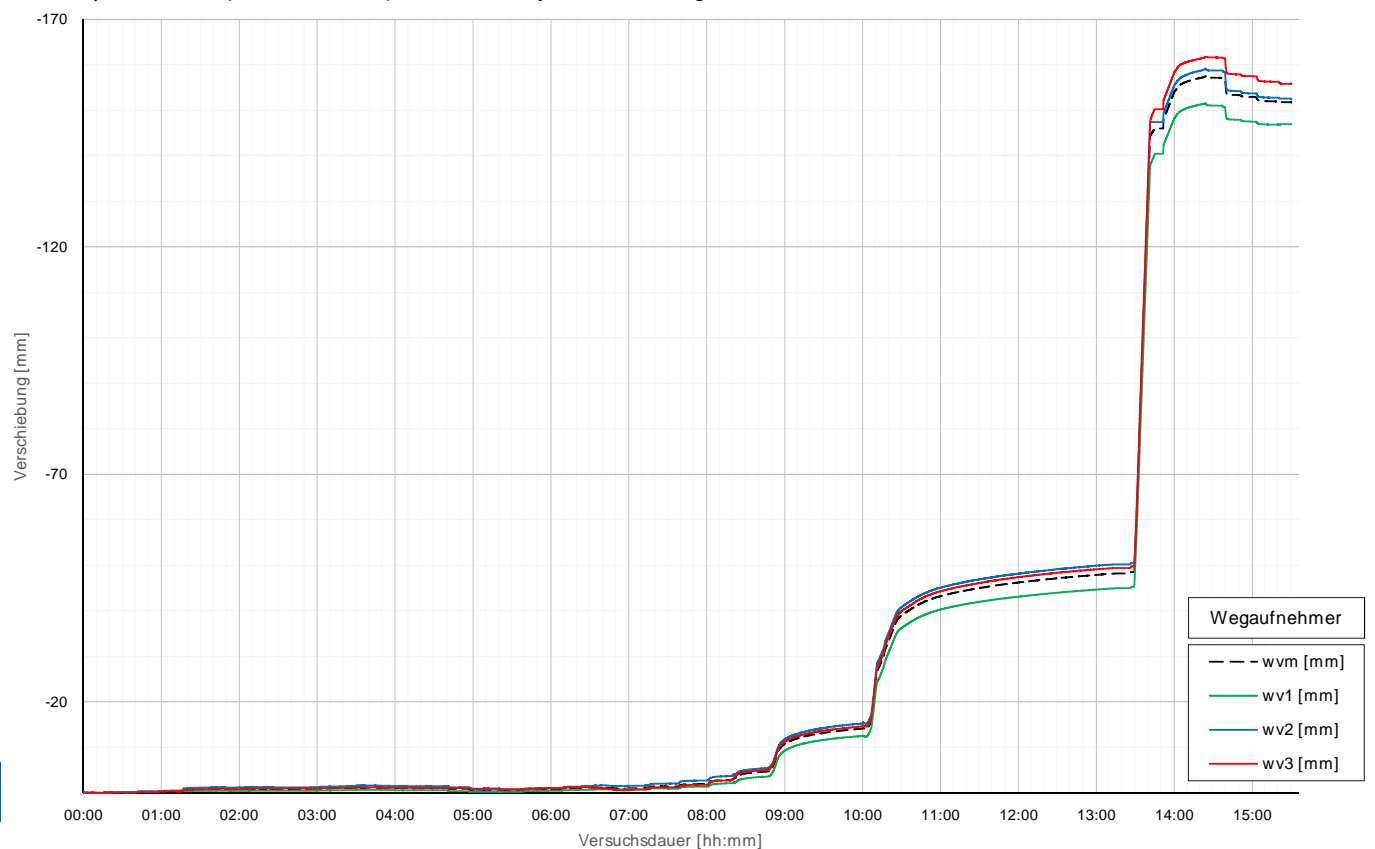


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.M 11 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M11 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	PSoll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 160 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	06:55	07:10	-50	-51	-0,13																				
1	07:13	07:28	-238	-235	-0,29	-0,28	-0,28	-0,30	-0,31												5	10	-0,30	-0,31	-0,04
2	07:31	07:46	-425	-427	-0,69	-0,58	-0,57	-0,59	-0,66												5	10	-0,59	-0,66	-0,26
3	07:49	08:10	-613	-616	-1,18	-1,02	-1,02	-1,03	-1,04	-1,19	-1,19										10	20	-1,04	-1,19	-0,49
4	08:13	11:13	-800	-800	-1,08	-1,18	-1,20	-1,21	-1,38	-1,39	-1,33	-1,33	-1,35	-1,21	-1,26	-1,33	-1,40				60	120	-1,21	-1,40	-0,65
5	11:18	11:28	-425	-430	-1,29	-1,26	-1,26	-1,25																	
6	11:31	13:29	-50	-50	-0,51	-0,82	-0,82	-0,79	-0,69	-0,70	-0,67	-0,52	-0,52	-0,52	-0,52										
7	13:33	13:43	-238	-236	-0,73	-0,68	-0,68	-0,70													2	5	-0,68	-0,70	-0,05
8	13:46	13:56	-425	-421	-0,92	-0,92	-0,92	-0,92													2	5	-0,92	-0,92	0,00
9	13:59	14:09	-613	-617	-1,08	-1,07	-1,07	-1,07													2	5	-1,07	-1,07	-0,01
10	14:12	14:22	-800	-815	-1,26	-1,26	-1,26														2	5	-1,26	-1,26	0,00
11	14:25	15:25	-1450	-1125	-7,04	-3,60	-3,88	-4,45	-5,13	-5,55	-5,97	-6,39	-6,90							20	50	-5,97	-6,90	-2,34	
12	15:28	16:48	-2100	-1458	-26,33	-16,49	-17,25	-19,47	-21,83	-22,93	-23,68	-24,62	-25,61	-25,90	-26,13					30	70	-24,62	-26,13	-4,12	
13	16:58	19:43	-2750	-1777	-62,44	-52,00	-52,52	-53,62	-54,88	-55,91	-56,79	-58,08	-59,60	-60,15	-60,52	-61,68	-61,87	-62,32	-62,40	60	160	-60,15	-62,40	-5,28	
14	19:55	22:32	-3400	-2130	-116,66	-100,35	-100,92	-102,23	-103,71	-104,79	-105,73	-107,55	-110,46	-111,53	-112,37	-114,97	-115,43	-116,55		50	150	-110,46	-116,55	-12,76	
15	22:41	22:42	-4050	-2766	-180,74																				
19	22:53	23:03	-3400	-3428	-185,24	-185,24	-185,24	-185,23																	
20	23:06	23:16	-800	-4045	-181,09	-181,19	-181,16	-181,13																	
21	23:18	23:28	-425	-3412	-180,21	-180,28	-180,27	-180,24																	
22	23:28	23:45	-50	-691	-178,93	-179,70	-179,28	-179,04	-178,98	-178,94															

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 11 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWESI - Bewehrungssensoren																	
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt				
LS Nr.	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]
			Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:
0	07:10	-51	155,53	144,78	144,78	144,78	142,88	142,88	141,33	141,33	139,58	139,58	155,53	144,78	142,88	141,33	139,58
1	07:28	-235	-0,0158	-0,0045	-0,0101	-0,0050	-0,0048	-0,0049	-0,0029	-0,0028	-0,0028	-0,0019	-0,0101	-0,0049	-0,0028	-0,0017	-0,0006
2	07:46	-427	-0,0275	-0,0127	-0,0201	-0,0099	-0,0102	-0,0100	-0,0060	-0,0061	-0,0060	-0,0040	-0,0201	-0,0100	-0,0060	-0,0039	-0,0015
3	08:10	-616	-0,0383	-0,0219	-0,0301	-0,0151	-0,0160	-0,0156	-0,0098	-0,0104	-0,0101	-0,0073	-0,0301	-0,0156	-0,0101	-0,0070	-0,0027
4	11:13	-800	-0,0512	-0,0372	-0,0442	-0,0230	-0,0230	-0,0230	-0,0148	-0,0164	-0,0156	-0,0118	-0,0442	-0,0230	-0,0156	-0,0113	-0,0048
5	11:28	-430	-0,0291	-0,0207	-0,0249	-0,0141	-0,0134	-0,0137	-0,0096	-0,0107	-0,0102	-0,0081	-0,0249	-0,0137	-0,0102	-0,0078	-0,0033
6	13:29	-50	-0,0044	-0,0030	-0,0037	-0,0041	-0,0021	-0,0031	-0,0034	-0,0043	-0,0038	-0,0039	-0,0037	-0,0031	-0,0038	-0,0036	-0,0015
7	13:43	-236	-0,0141	-0,0122	-0,0131	-0,0086	-0,0073	-0,0080	-0,0061	-0,0070	-0,0066	-0,0055	-0,0131	-0,0080	-0,0066	-0,0053	-0,0022
8	13:56	-421	-0,0244	-0,0225	-0,0234	-0,0133	-0,0131	-0,0132	-0,0091	-0,0103	-0,0097	-0,0075	-0,0234	-0,0132	-0,0097	-0,0072	-0,0031
9	14:09	-617	-0,0347	-0,0317	-0,0332	-0,0178	-0,0182	-0,0180	-0,0118	-0,0130	-0,0124	-0,0096	-0,0332	-0,0180	-0,0124	-0,0093	-0,0038
10	14:22	-815	-0,0461	-0,0408	-0,0435	-0,0223	-0,0235	-0,0229	-0,0146	-0,0167	-0,0157	-0,0119	-0,0435	-0,0229	-0,0157	-0,0115	-0,0048
11	15:25	-1125	-0,0944	-0,0727	-0,0835	-0,0508	-0,0618	-0,0563	-0,0424	-0,0488	-0,0456	-0,0332	-0,0835	-0,0563	-0,0456	-0,0322	-0,0173
12	16:48	-1458	-0,1389	-0,1023	-0,1206	-0,0747	-0,0912	-0,0830	-0,0670	-0,0722	-0,0696	-0,0577	-0,1206	-0,0830	-0,0696	-0,0506	-0,0314
13	19:43	-1777	-0,1914	-0,1321	-0,1618	-0,1030	-0,1208	-0,1119	-0,0949	-0,1001	-0,0975	-0,0914	-0,1618	-0,1119	-0,0975	-0,0757	-0,0565
14	22:32	-2130	-0,2432	-0,1629	-0,2030	-0,1320	-0,1510	-0,1415	-0,1215	-0,1300	-0,1257	-0,1192	-0,2030	-0,1415	-0,1257	-0,1016	-0,0836
15	22:42	-2766	-0,2849	-0,1950	-0,2400	-0,1575	-0,1791	-0,1683	-0,1509	-0,1517	-0,1513	-0,1447	-0,2400	-0,1683	-0,1513	-0,1264	-0,1093
19	23:03	-3428	-0,2481	-0,1673	-0,2077	-0,1386	-0,1563	-0,1475	-0,1354	-0,1344	-0,1349	-0,1301	-0,2077	-0,1475	-0,1349	-0,1121	-0,0969
20	23:16	-4045	-0,0815	-0,0483	-0,0649	-0,0522	-0,0519	-0,0521	-0,0628	-0,0573	-0,0600	-0,0689	-0,0649	-0,0521	-0,0600	-0,0542	-0,0519
21	23:28	-3412	-0,0547	-0,0289	-0,0418	-0,0387	-0,0342	-0,0365	-0,0498	-0,0433	-0,0466	-0,0567	-0,0418	-0,0365	-0,0466	-0,0431	-0,0428
22	23:45	-691	-0,0267	-0,0077	-0,0172	-0,0233	-0,0152	-0,0192	-0,0355	-0,0277	-0,0316	-0,0431	-0,0172	-0,0192	-0,0316	-0,0306	-0,0317

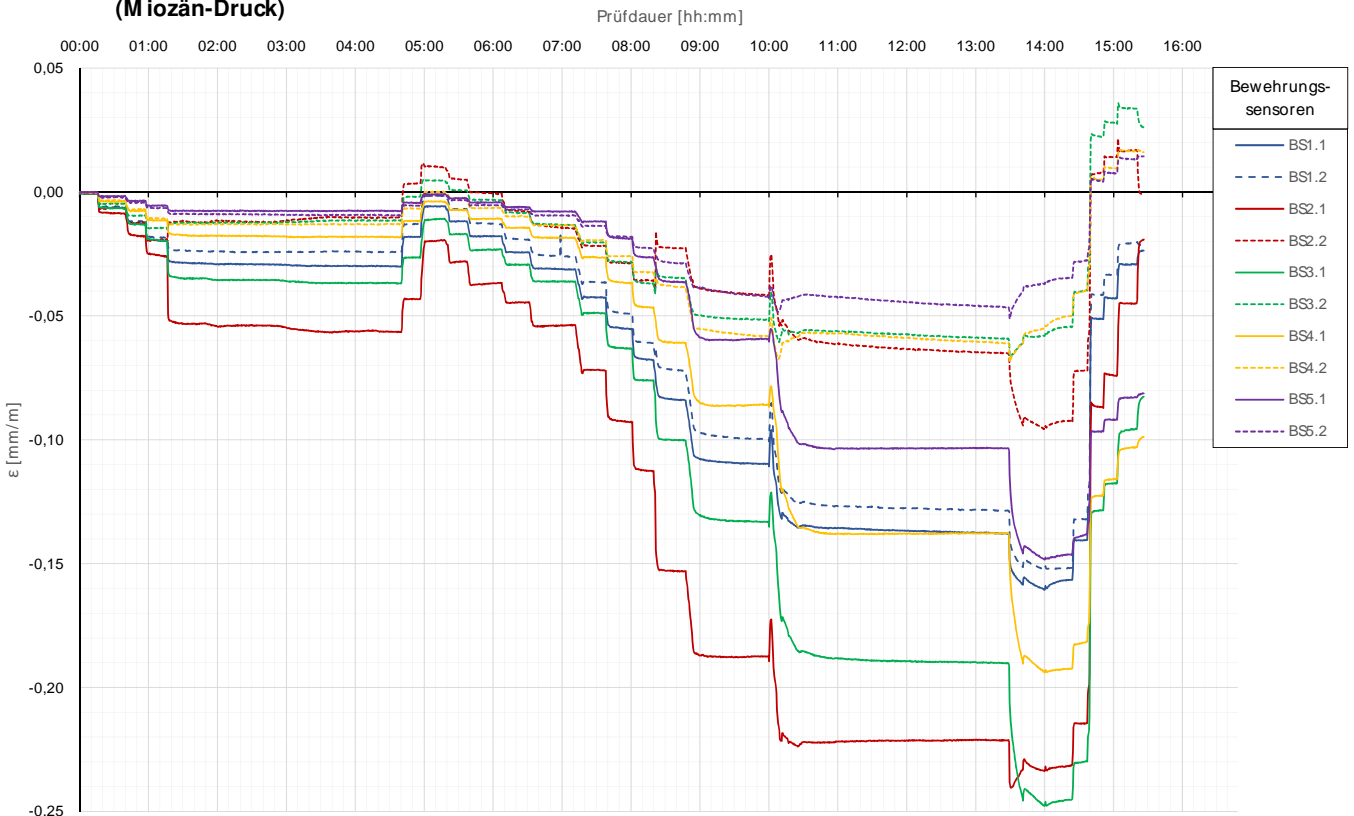
Prüfkörper: B.M 11 (Miozän - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	07:10	-51	156,57/11,48	144,92/1,42	143,72/1,42	142,53/1,42	141,35/1,42	3	8
1	07:28	-235	-0,0089	-0,0053	0,0006	-0,0037	-0,0015	43	48
2	07:46	-427	-0,0182	-0,0102	-0,0026	-0,0071	-0,0018	39	40
3	08:10	-616	-0,0282	-0,0164	-0,0053	-0,0101	-0,0038	37	34
4	11:13	-800	-0,0394	-0,0246	-0,0135	-0,0134	-0,0061	33	41
5	11:28	-430	-0,0232	-0,0129	-0,0071	-0,0090	-0,0056		
6	13:29	-50	-0,0039	-0,0057	-0,0037	-0,0036	-0,0048		
7	13:43	-236	-0,0108	-0,0067	-0,0038	-0,0074	-0,0035	41	57
8	13:56	-421	-0,0201	-0,0147	-0,0062	-0,0084	-0,0030	39	42
9	14:09	-617	-0,0294	-0,0176	-0,0087	-0,0102	-0,0061	41	40
10	14:22	-815	-0,0383	-0,0234	-0,0130	-0,0144	-0,0072	39	44
11	15:25	-1125	-0,0767	-0,0604	-0,0430	-0,0379	-0,0226	36	35
12	16:48	-1458	-0,1115	-0,0855	-0,0670	-0,0587	-0,0369	33	33
13	19:43	-1777	-0,1508	-0,1130	-0,0932	-0,0873	-0,0643	32	31
14	22:32	-2130	-0,1916	-0,1443	-0,1222	-0,1147	-0,0942	32	30
15	22:42	-2766	-0,2276	-0,1745	-0,1469	-0,1415	-0,1220	33	32
19	23:03	-3428	-0,1998	-0,1501	-0,1321	-0,1255	-0,1097		
20	23:16	-4045	-0,0635	-0,0520	-0,0542	-0,0607	-0,0590		
21	23:28	-3412	-0,0408	-0,0361	-0,0376	-0,0459	-0,0506		
22	23:45	-691	-0,0184	-0,0172	-0,0221	-0,0335	-0,0375	MW E-Moduln	
								37	39

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

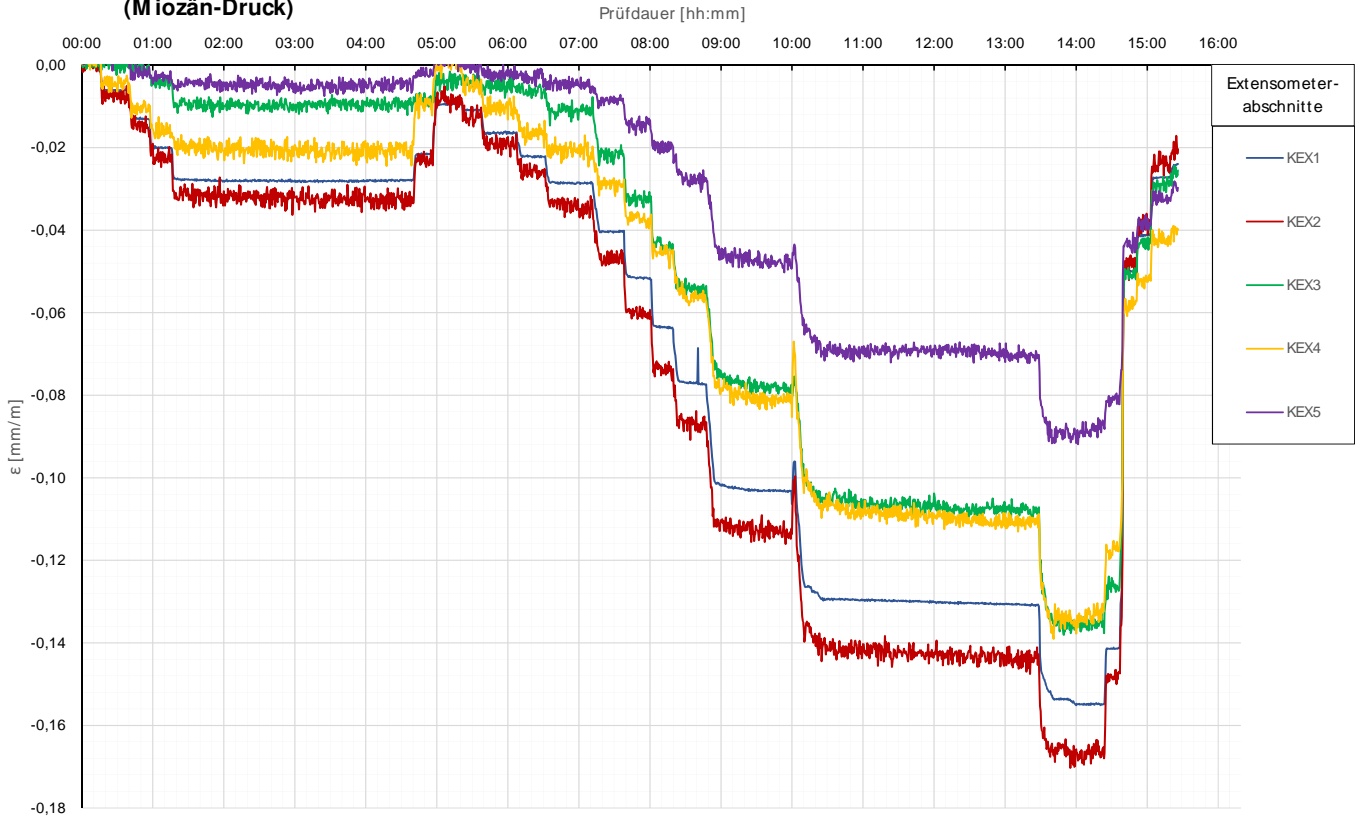
Prüfkörper: B.M 11
(Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



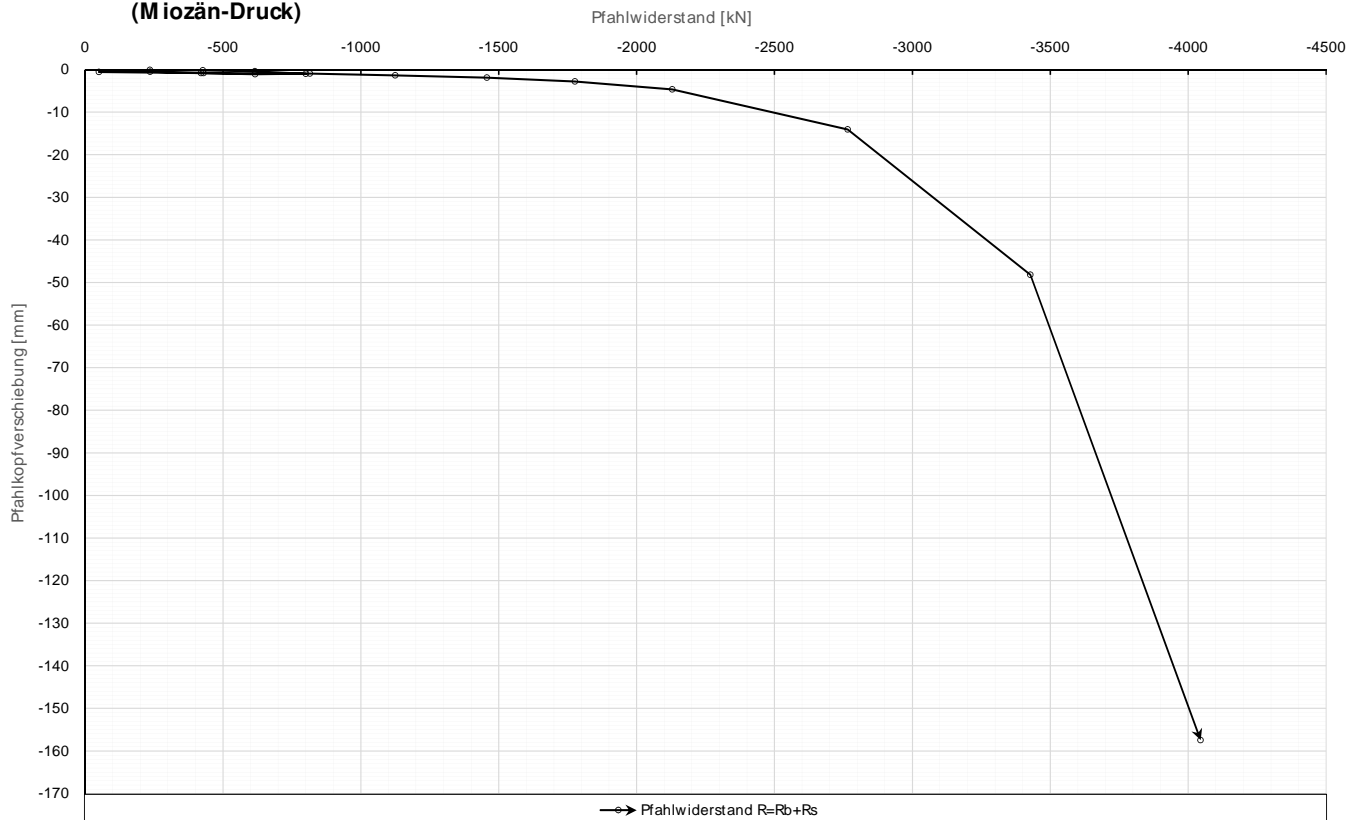
Prüfkörper: **B.M 11**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



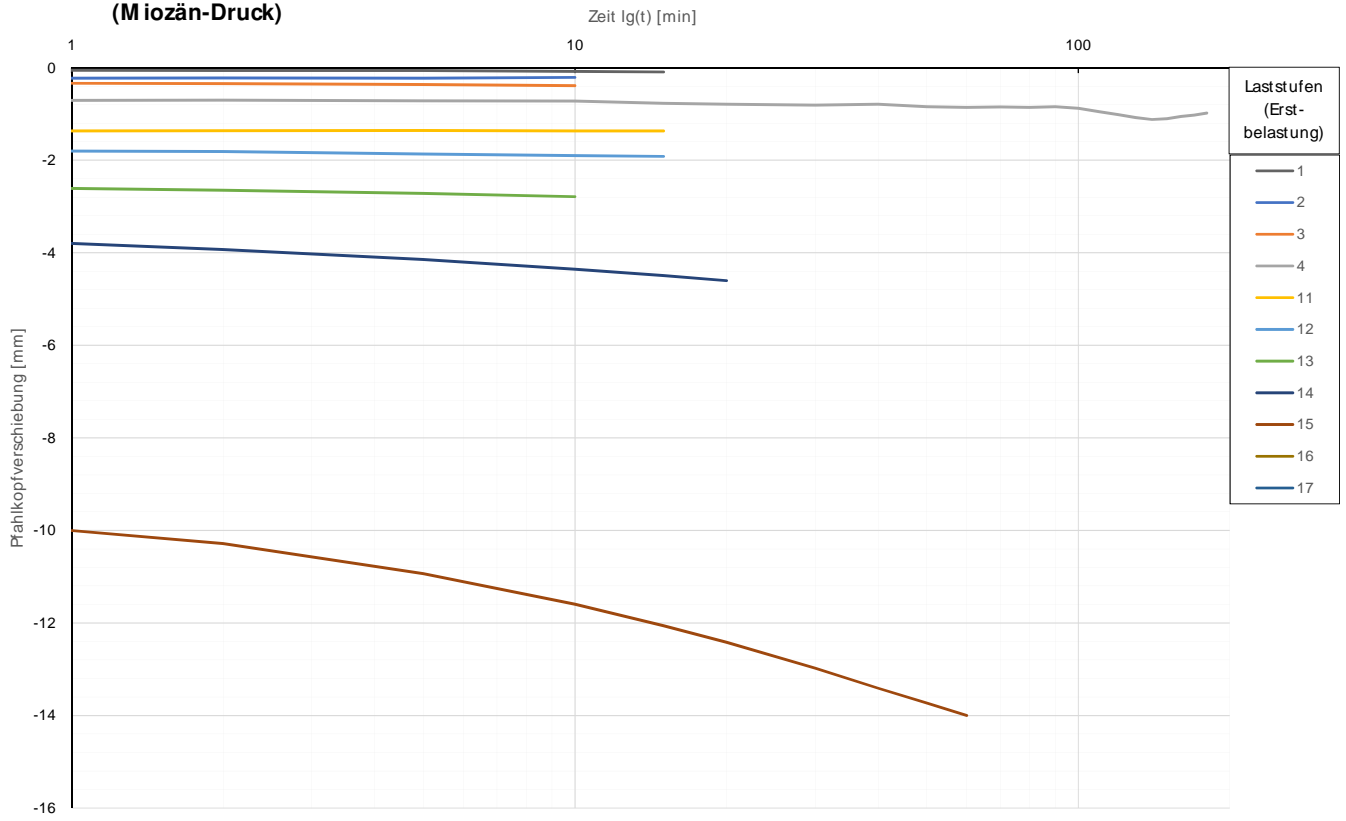
Prüfkörper: **B.M 11**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



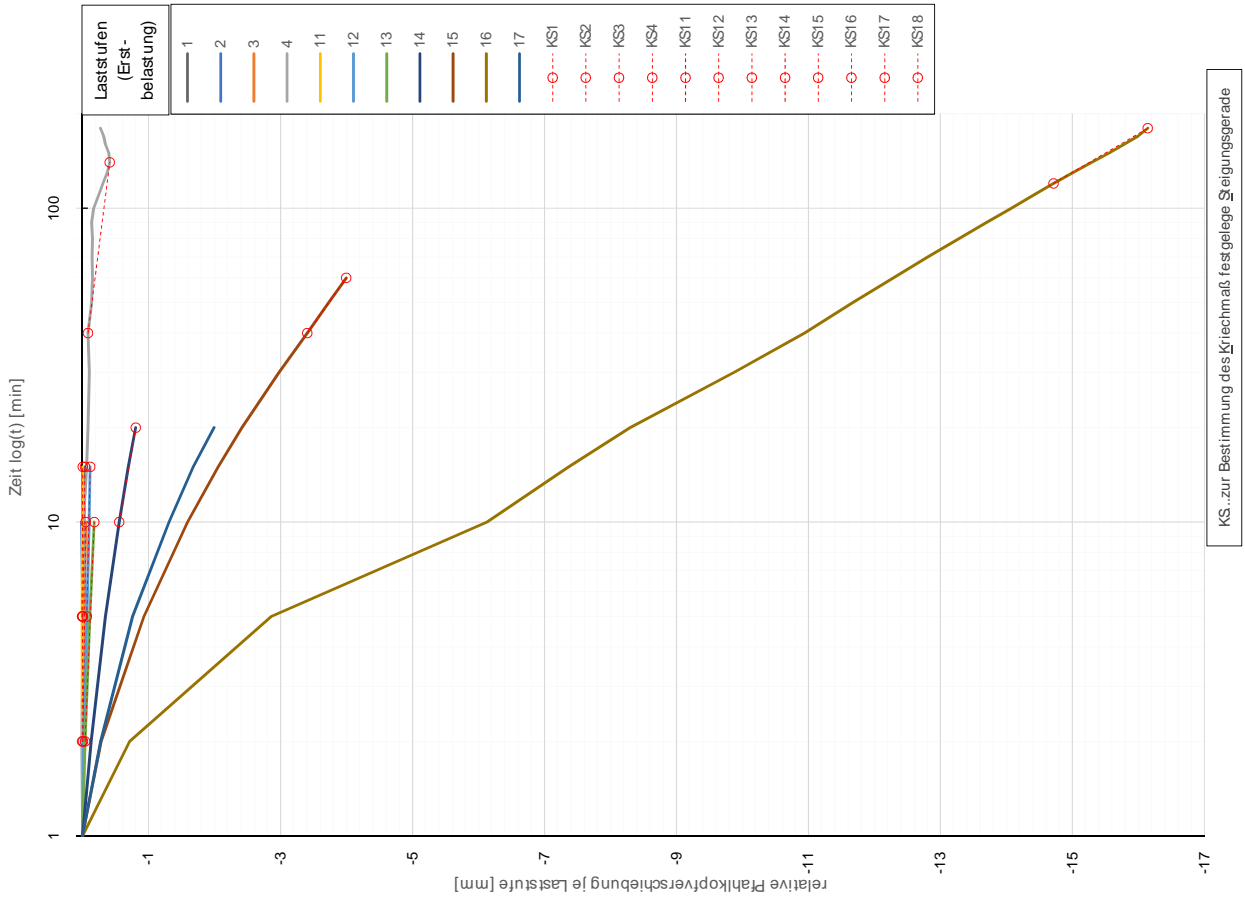
Prüfkörper: B.M 11
(Miozän-Druck)

Zeitverformung



10

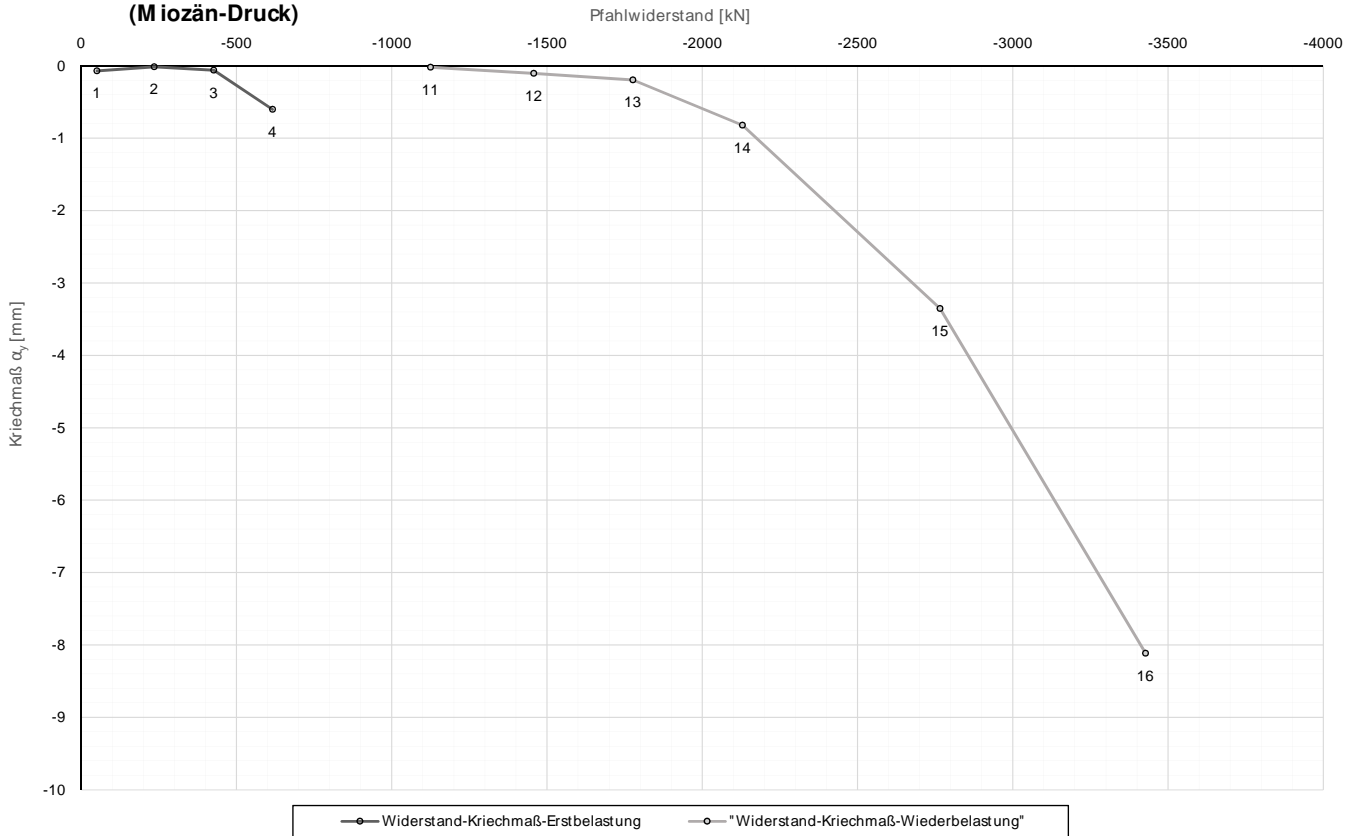
Prüfkörper: B.M 11
(Miozän-Druck)



11

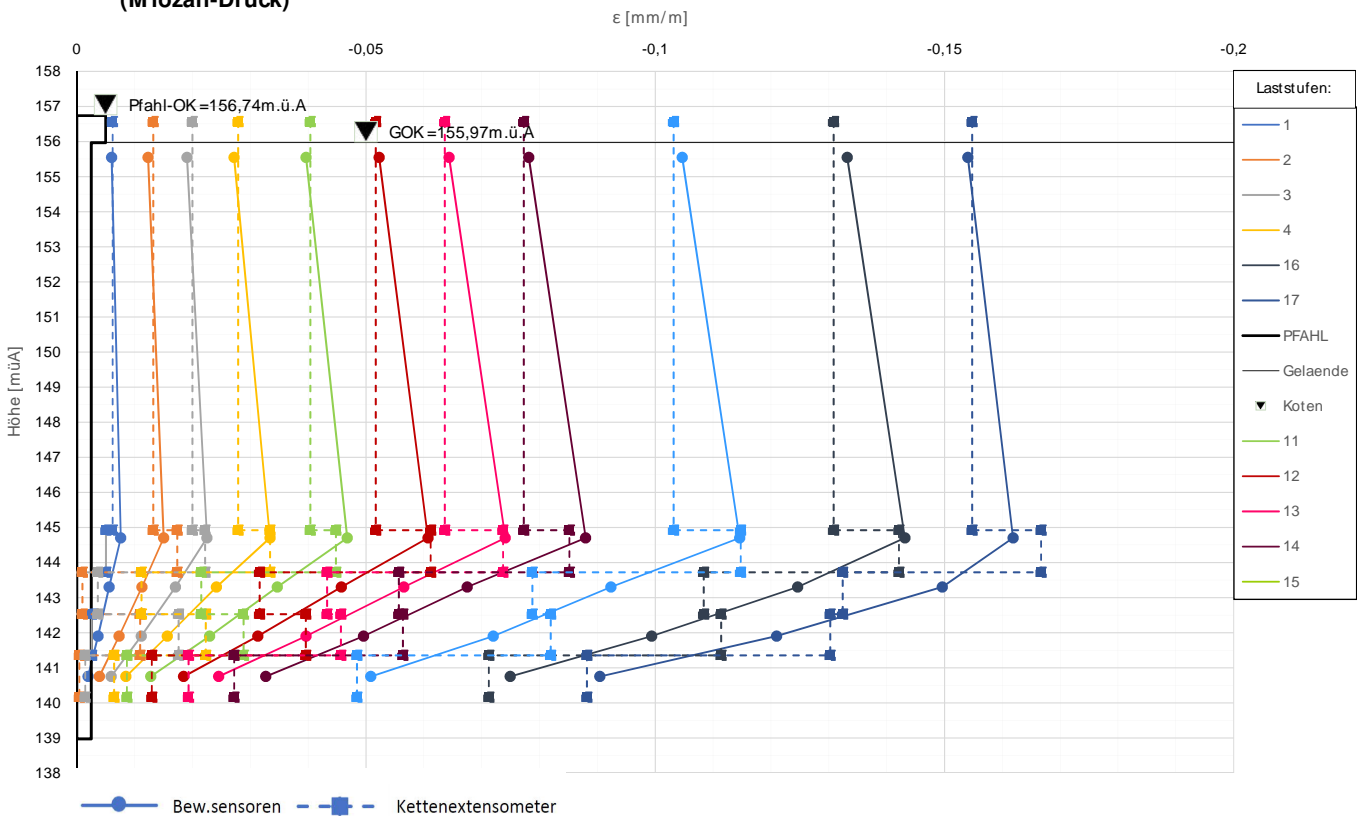
Prüfkörper: **B.M 11**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 11**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 12
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	21
Prüfdatum:	25.08.2017
Versuchsbeginn:	08:32 Uhr
Versuchsende:	00:11 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h heiter, 20°C
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

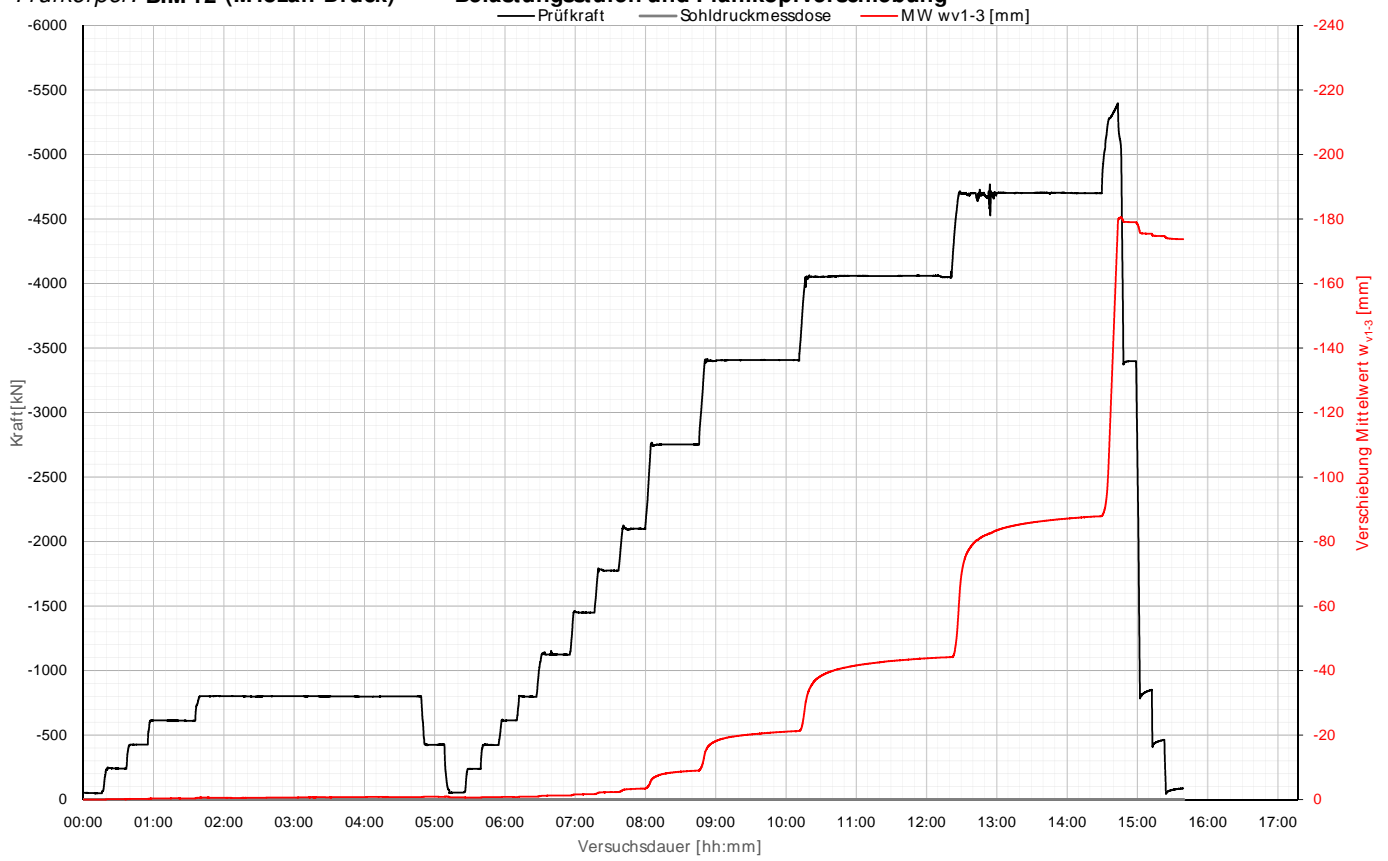
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,83 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,06 müA
OK Haftstrecke:	145,16 müA
UK Pfahl:	139,06 müA
Länge Freispielstrecke:	11,67 m
Länge Haftstrecke:	6,10 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	13372,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	23263,18	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

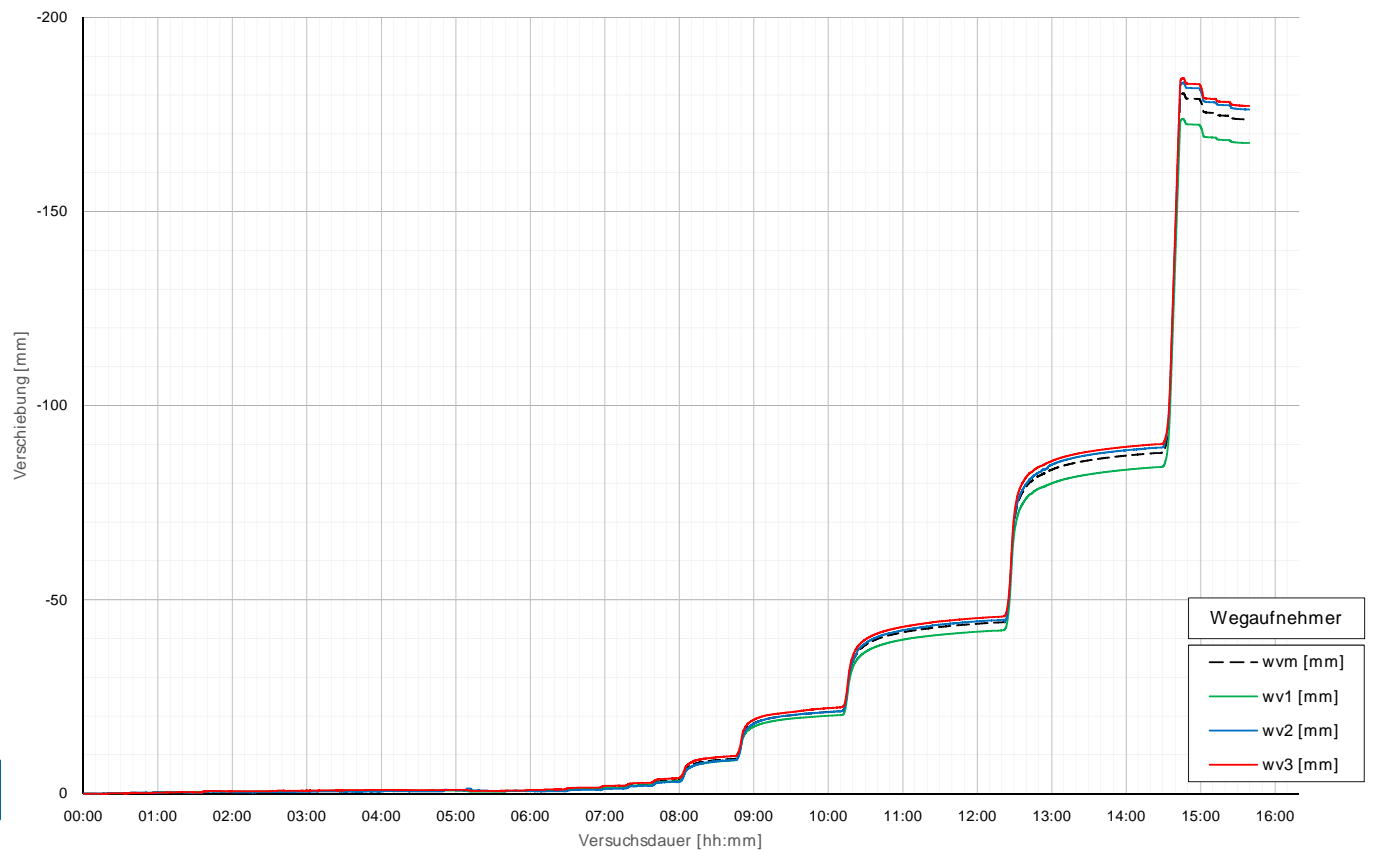
Prüfkörper: B.M 12 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M 12 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M 12 (Miozän - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																				Berechnung Kriechmaß							
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]																					
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	08:32	08:47	-50	-49	0,00																						
1	08:53	09:08	-238	-239	-0,10	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12													2	10	-0,12	-0,12	0,00	
2	09:12	09:27	-425	-426	-0,21	-0,24	-0,23	-0,22	-0,22													2	10	-0,23	-0,22	0,02	
3	09:30	10:06	-613	-611	-0,35	-0,33	-0,33	-0,33	-0,35	-0,38	-0,41	-0,35									10	20	-0,35	-0,41	-0,21		
4	10:11	13:15	-800	-800	-0,77	-0,59	-0,60	-0,60	-0,59	-0,57	-0,54	-0,51	-0,53	-0,56	-0,61	-0,61	-0,74	-0,73	-0,75	-0,82	120	150	-0,75	-0,82	-0,79		
5	13:25	13:35	-425	-425	-0,88	-0,92	-0,91	-0,90																			
6	13:45	13:55	-50	-55	-0,69	-0,69	-0,69	-0,69																			
7	14:01	14:11	-238	-238	-0,63	-0,64	-0,63	-0,64														2	5	-0,63	-0,64	0,00	
8	14:16	14:26	-425	-422	-0,75	-0,76	-0,76	-0,76														2	5	-0,76	-0,76	-0,01	
9	14:30	14:40	-613	-614	-0,80	-0,82	-0,82	-0,82														2	5	-0,82	-0,82	0,00	
10	14:45	14:55	-800	-797	-0,90	-0,89	-0,89	-0,88														2	5	-0,89	-0,88	0,02	
11	15:08	15:23	-1125	-1124	-1,26	-1,23	-1,24	-1,26	-1,26													2	5	-1,24	-1,26	-0,07	
12	15:32	15:47	-1450	-1450	-1,67	-1,61	-1,61	-1,63	-1,66													2	10	-1,61	-1,66	-0,07	
13	15:52	16:07	-1775	-1774	-2,35	-2,21	-2,24	-2,28	-2,33													2	10	-2,24	-2,33	-0,12	
14	16:15	16:30	-2100	-2098	-3,39	-3,19	-3,21	-3,28	-3,35													2	10	-3,21	-3,35	-0,20	
15	16:38	17:16	-2750	-2753	-8,99	-6,81	-7,03	-7,54	-8,02	-8,31	-8,53	-8,82									15	30	-8,31	-8,82	-1,69		
16	17:26	18:42	-3400	-3406	-21,26	-17,03	-17,33	-17,96	-18,68	-19,17	-19,50	-19,98	-20,34	-20,66	-20,92	-21,14					50	70	-20,66	-21,14	-3,27		
17	18:50	20:52	-4050	-4048	-44,17	-33,39	-34,34	-36,13	-37,92	-38,95	-39,70	-40,75	-41,47	-42,03	-42,48	-42,91	-43,75	-43,97	-44,14		100	120	-43,75	-44,14	-4,88		
18	21:10	23:00	-4700	-4700	-87,78	-79,02	-79,44	-80,41	-81,59	-82,47	-83,23	-84,40	-85,20	-85,81	-86,30	-86,70	-87,63										
19	23:14	23:15	-5350	-5390	-178,12	-175,94																					
21	23:20	23:30	-3400	-3397	-179,00	-179,09	-179,07	-179,03																			
22	23:34	23:44	-800	-850	-175,40	-175,60	-175,53	-175,46																			
23	23:45	23:55	-425	-464	-174,68	-174,80	-174,75	-174,71																			
24	00:00	00:11	-50	-87	-173,72	-173,86	-173,84	-173,78	-173,72																		

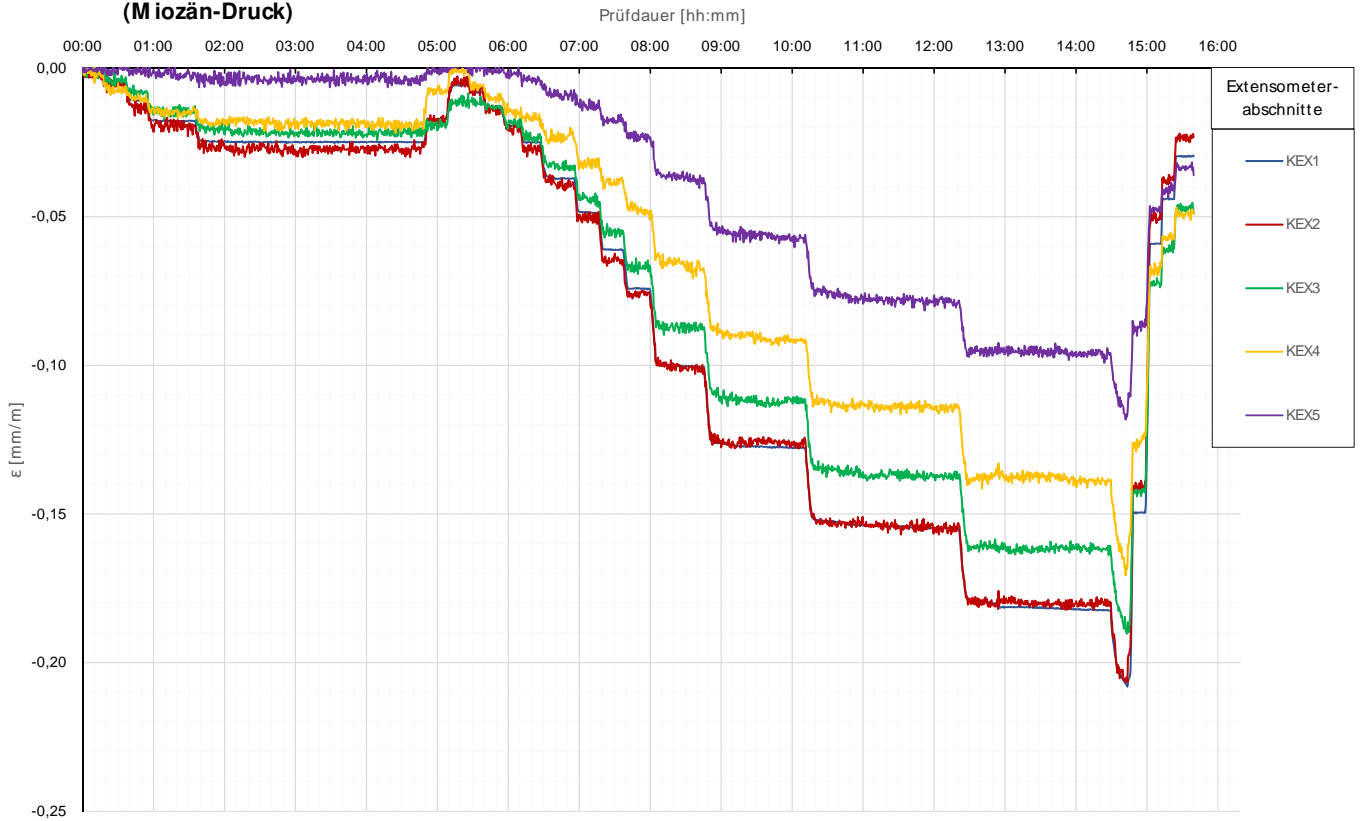
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 12 (Miozän - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul un	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	08:47	-49	156,63/11,65	144,98/1,19	143,79/1,19	142,60/1,19	141,41/1,19	3	8		
1	09:08	-239	-0,0047	-0,0068	-0,0049	-0,0061	0,0011		121		
2	09:27	-426	-0,0108	-0,0137	-0,0083	-0,0108	-0,0009		89		
3	10:06	-611	-0,0179	-0,0195	-0,0151	-0,0142	-0,0024		75		
4	13:15	-800	-0,0249	-0,0276	-0,0229	-0,0199	-0,0052		69		
5	13:35	-425	-0,0171	-0,0165	-0,0191	-0,0080	-0,0019				
6	13:55	-55	-0,0056	-0,0051	-0,0115	-0,0008	0,0016				
7	14:11	-238	-0,0081	-0,0099	-0,0123	-0,0062	0,0007		61		
8	14:26	-422	-0,0136	-0,0133	-0,0133	-0,0107	-0,0011		66		
9	14:40	-614	-0,0194	-0,0213	-0,0202	-0,0147	-0,0029		68		
10	14:55	-797	-0,0251	-0,0275	-0,0248	-0,0152	-0,0038		68		
11	15:23	-1124	-0,0373	-0,0373	-0,0342	-0,0224	-0,0092		63		
12	15:47	-1450	-0,0488	-0,0524	-0,0432	-0,0330	-0,0121		62		
13	16:07	-1774	-0,0609	-0,0651	-0,0545	-0,0374	-0,0156		60		
14	16:30	-2098	-0,0742	-0,0755	-0,0647	-0,0491	-0,0225		58		
15	17:16	-2753	-0,1005	-0,0999	-0,0878	-0,0680	-0,0389		56		
16	18:42	-3406	-0,1278	-0,1262	-0,1125	-0,0925	-0,0587		54		
17	20:52	-4048	-0,1549	-0,1533	-0,1381	-0,1134	-0,0788		52		
18	23:00	-4700	-0,1825	-0,1798	-0,1634	-0,1389	-0,0959		51		
19	23:15	-5390	-0,2079	-0,2051	-0,1903	-0,1687	-0,1173		52		
21	23:30	-3397	-0,1496	-0,1403	-0,1426	-0,1227	-0,0872				
22	23:44	-850	-0,0591	-0,0507	-0,0729	-0,0668	-0,0484				
23	23:55	-464	-0,0442	-0,0377	-0,0606	-0,0576	-0,0413				
24	00:11	-87	-0,0297	-0,0221	-0,0471	-0,0481	-0,0336	MW E-Modul	66		

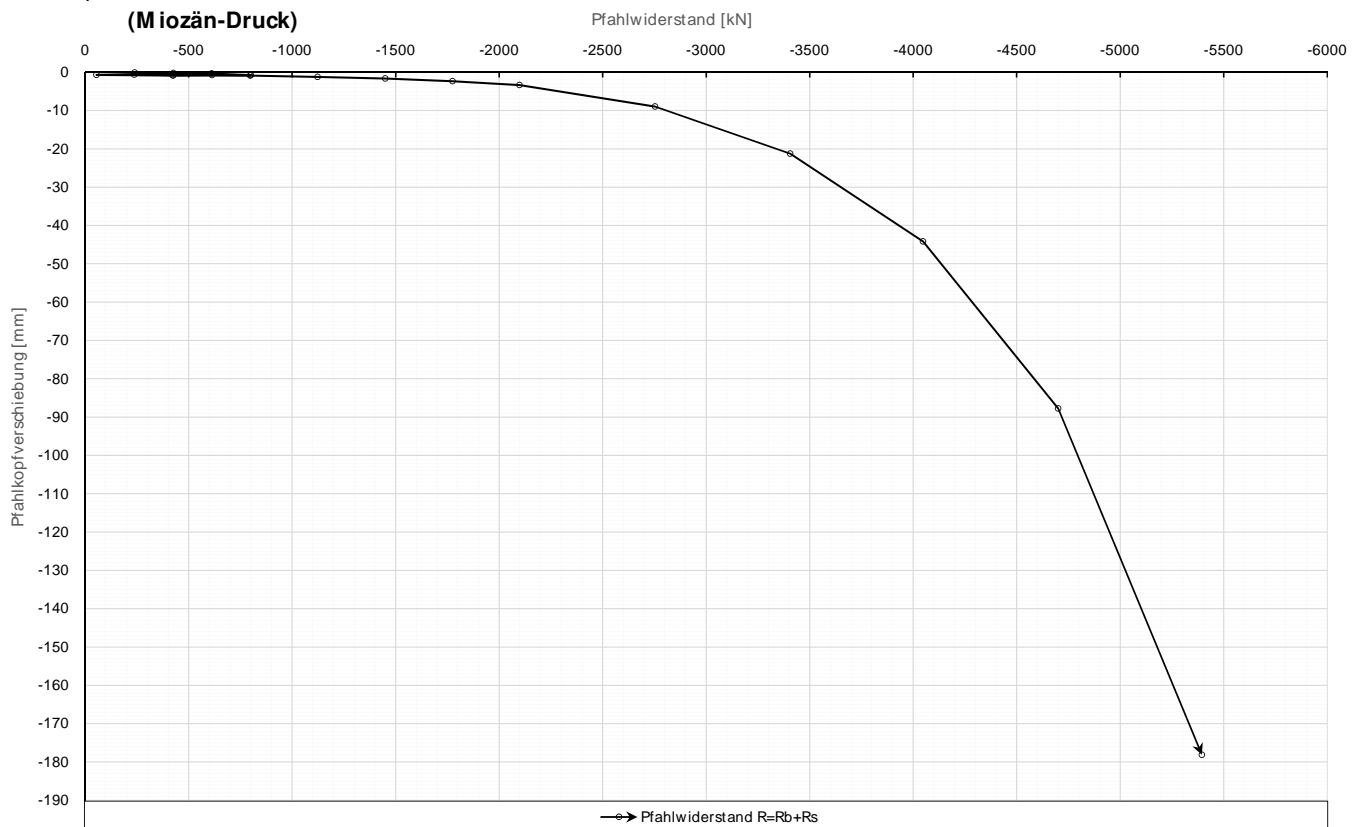
Prüfkörper: **B.M 12**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



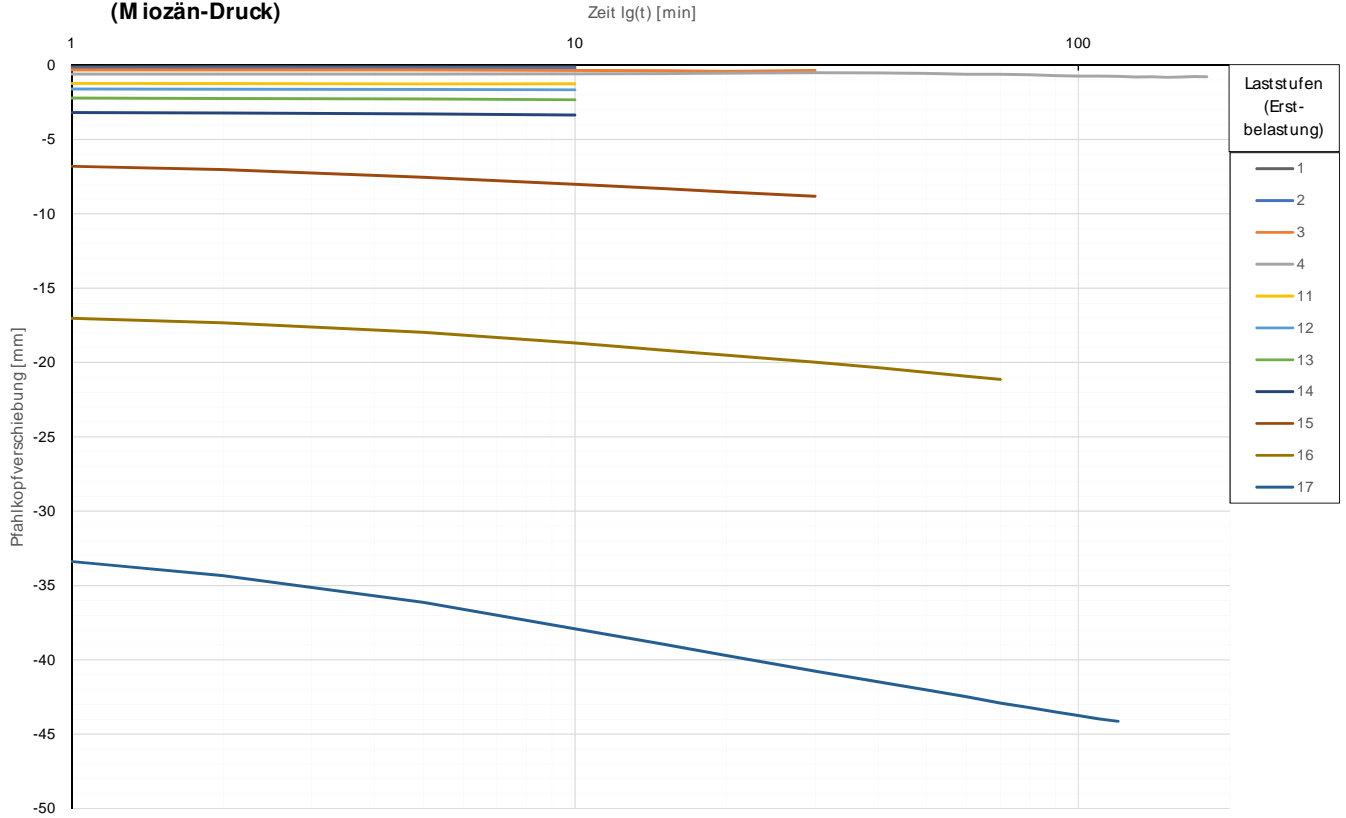
Prüfkörper: **B.M 12**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.M 12
(Miozän-Druck)

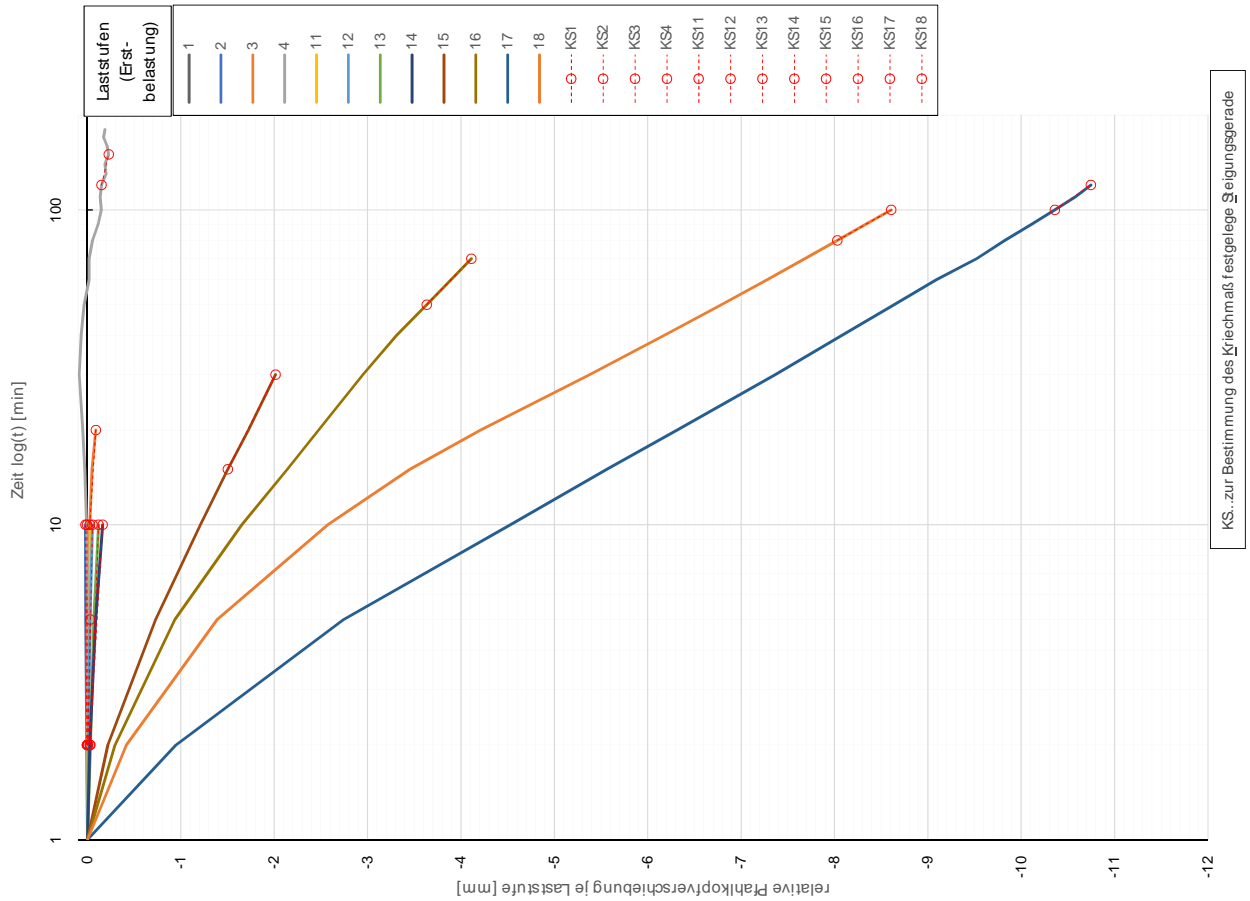
Zeitverformung



Forschungsbibliothek der TU Wien ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of **bi.geo** is in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 12
(Miozän-Druck)

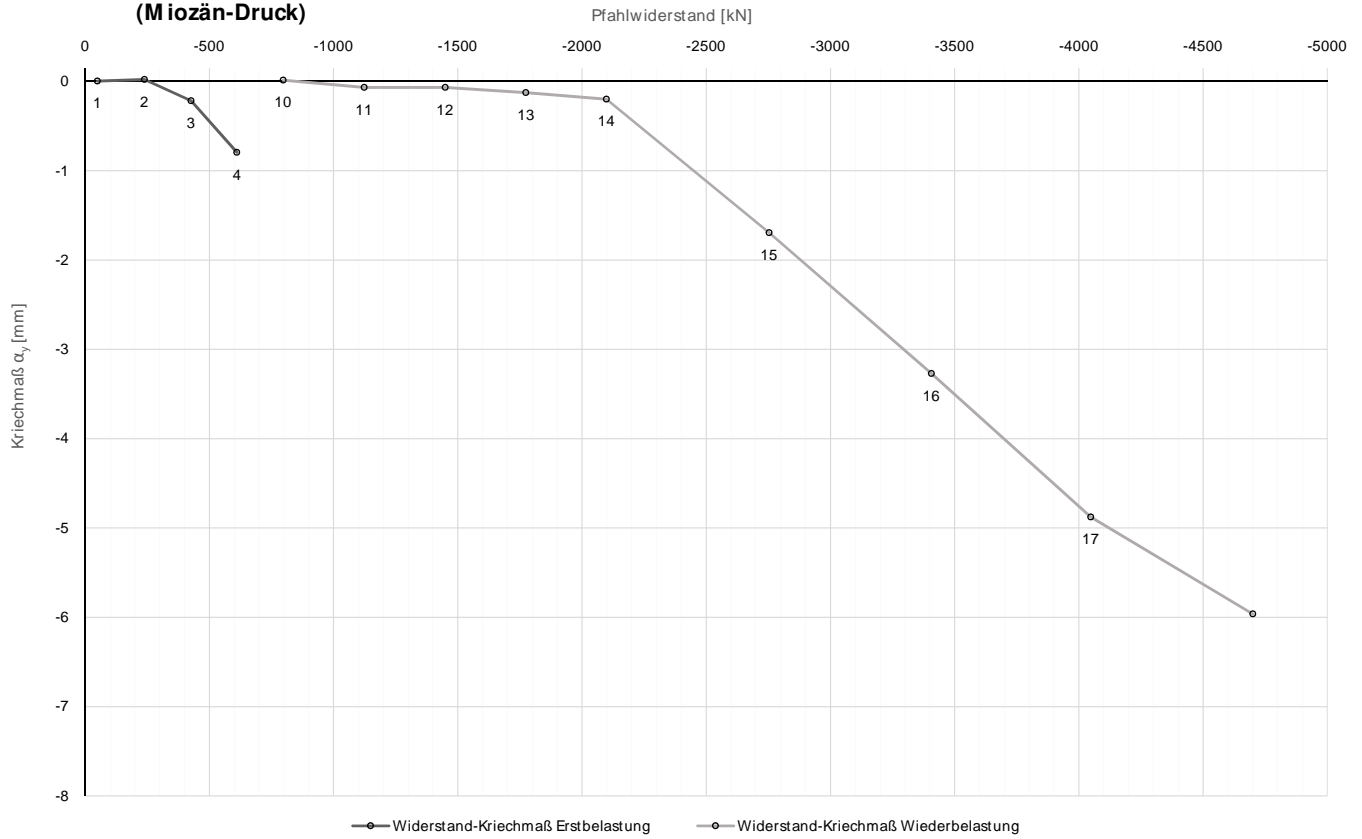
Zeitverformung



KS...zur Bestimmung des Kriechmaß festgelegte Steigunggerade

Prüfkörper: **B.M 12**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

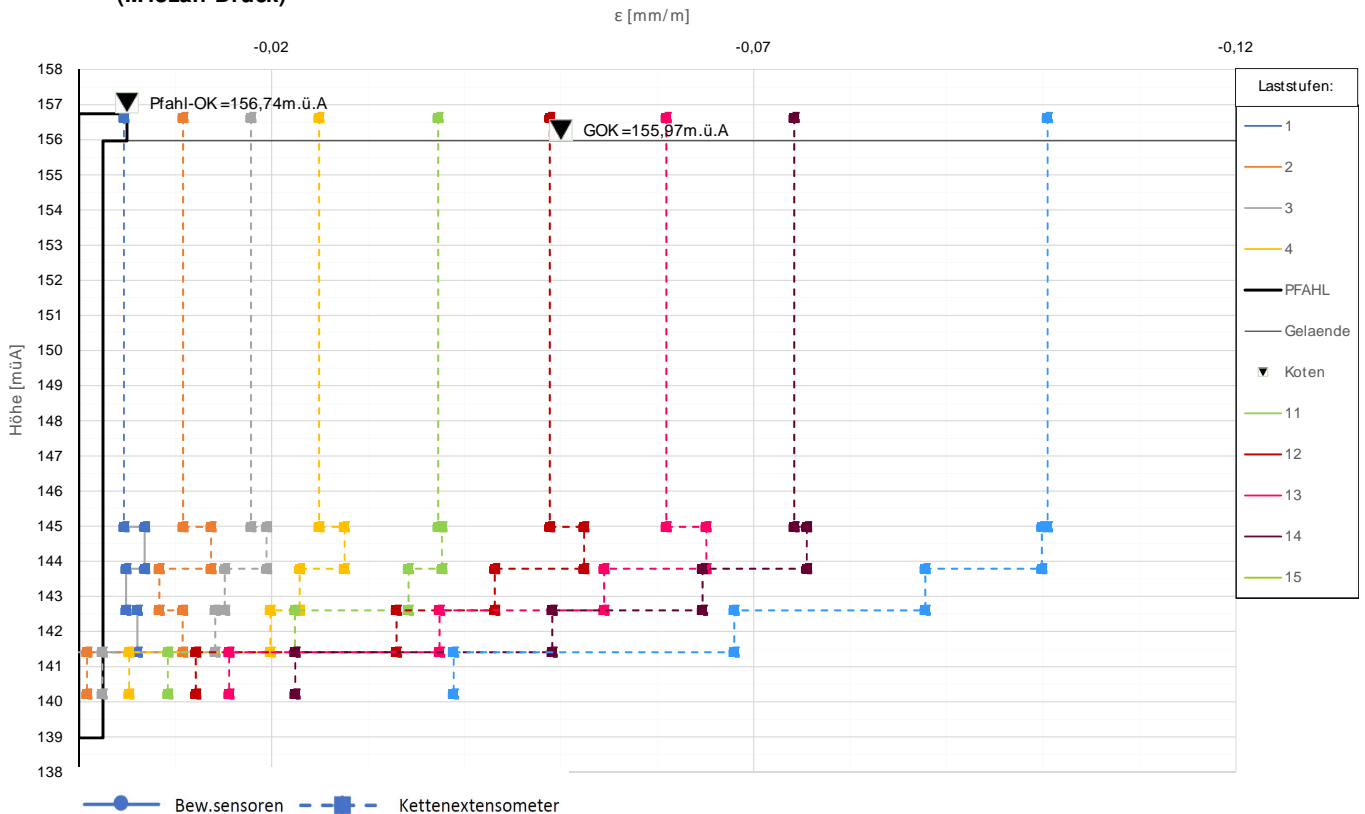


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: **B.M 12**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 13
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	17
Prüfdatum:	08.08.2017
Versuchsbeginn:	08:45 Uhr
Versuchsende:	00:03 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h bewölkt, 20°C
besondere Versuchsbedingungen:	Werte KEX 3 springen

Geometrie Prüfkörper:

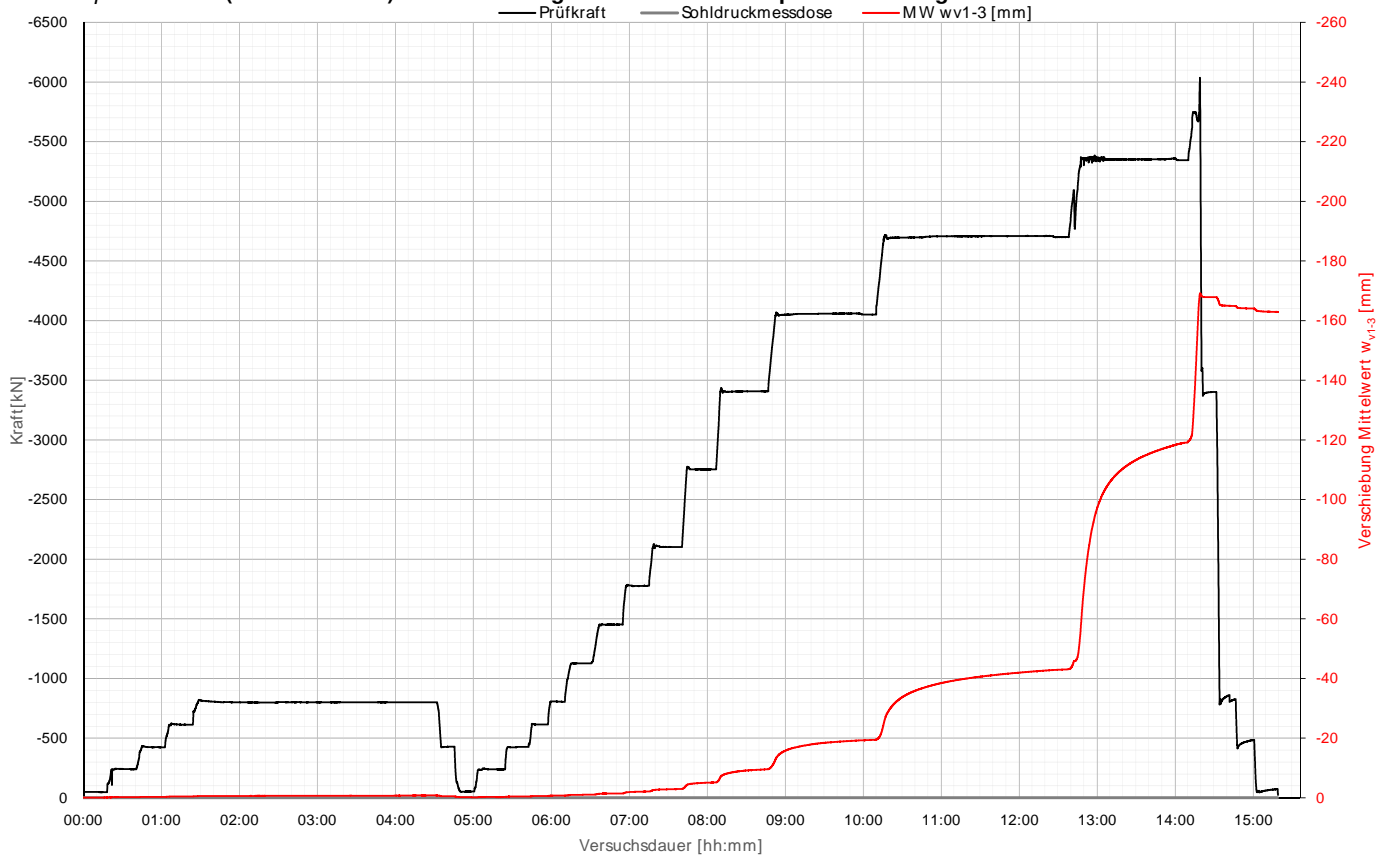
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,87 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,10 müA
OK Haftstrecke:	145,20 müA
UK Pfahl:	139,10 müA
Länge Freispielstrecke:	11,67 m
Länge Haftstrecke:	6,10 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	13372,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	23263,18	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.M 13 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

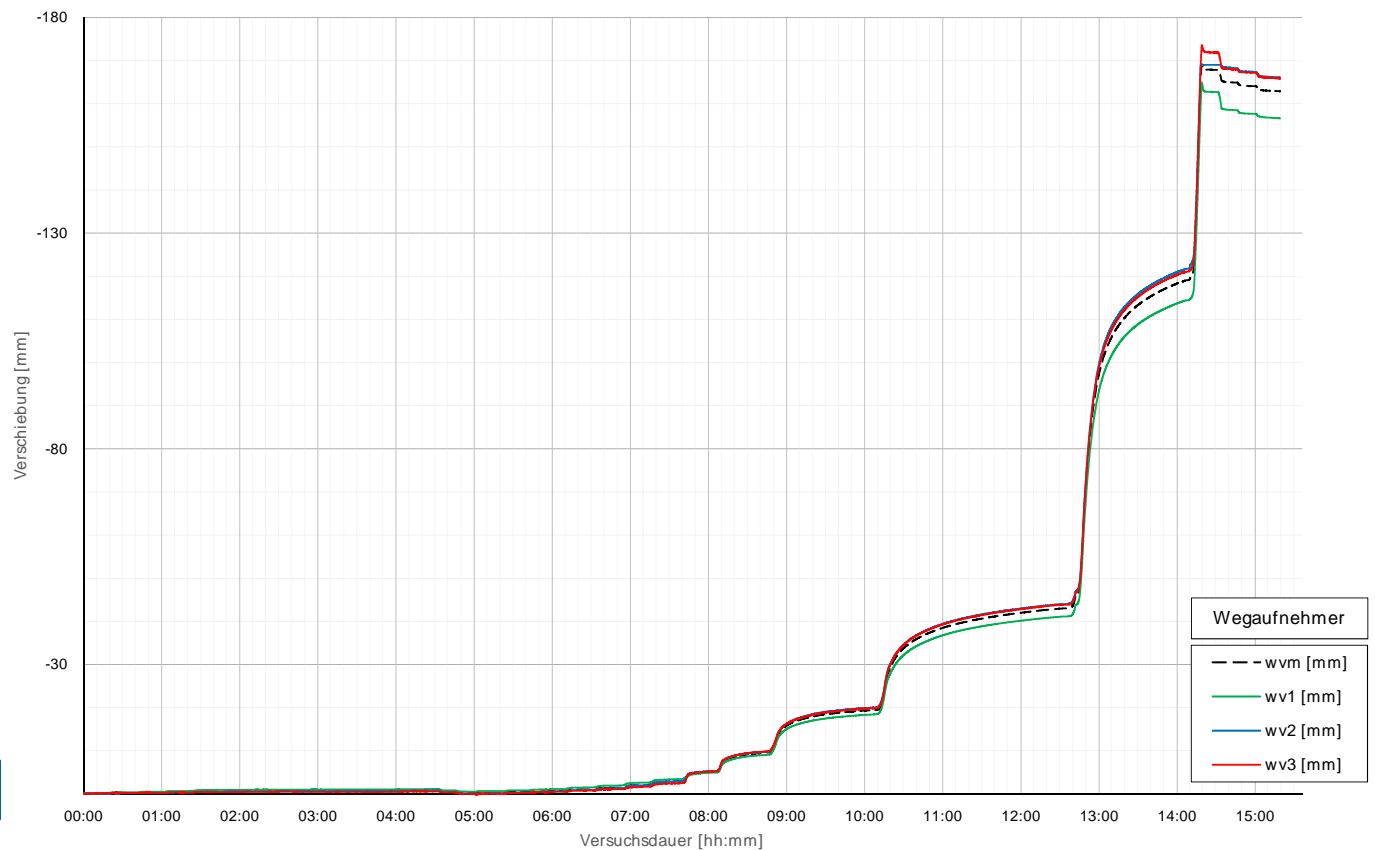


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.M 13 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M 13 (Miozän - Druck)

Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																											
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]																	Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Söll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 130 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	08:45	09:00	-50	-48	-0,10																						
1	09:10	09:25	-238	-239	-0,22	-0,25	-0,25	-0,24	-0,23														2	10	-0,25	-0,23	0,02
2	09:31	09:46	-425	-423	-0,30	-0,32	-0,32	-0,32	-0,31	-0,30													5	15	-0,32	-0,30	0,04
3	09:53	10:08	-613	-612	-0,43	-0,44	-0,44	-0,44	-0,43														2	10	-0,44	-0,43	0,02
4	10:15	13:15	-800	-801	-0,80	-0,60	-0,60	-0,59	-0,59	-0,60	-0,61	-0,62	-0,64	-0,65	-0,67	-0,68	-0,69	-0,70	-0,70	-0,67	-0,80	130	170	-0,67	-0,80	-1,10	
5	13:20	13:30	-425	-429	-0,52	-0,52	-0,53	-0,52																			
6	13:35	13:45	-50	-53	-0,16	-0,23	-0,22	-0,20																			
7	13:49	14:06	-238	-237	-0,26	-0,27	-0,26	-0,30	-0,28	-0,27													0	0			
8	14:12	14:26	-425	-426	-0,46	-0,42	-0,43	-0,43	-0,45														2	10	-0,43	-0,45	-0,03
9	14:31	14:42	-613	-614	-0,61	-0,60	-0,59	-0,62	-0,61														1	5	-0,60	-0,62	-0,03
10	14:45	14:55	-800	-804	-0,73	-0,73	-0,73	-0,74															1	5	-0,73	-0,74	-0,02
11	15:00	15:15	-1125	-1127	-1,04	-1,00	-1,01	-1,01	-1,04														2	10	-1,01	-1,04	-0,04
12	15:23	15:38	-1450	-1453	-1,44	-1,39	-1,41	-1,41	-1,43														2	10	-1,41	-1,43	-0,02
13	15:45	16:00	-1775	-1777	-2,10	-1,95	-1,98	-2,02	-2,08														2	10	-1,98	-2,08	-0,13
14	16:06	16:24	-2100	-2103	-2,95	-2,76	-2,77	-2,81	-2,87	-2,92													5	15	-2,81	-2,92	-0,23
15	16:32	16:51	-2750	-2754	-5,15	-4,73	-4,78	-4,89	-5,01	-5,10													5	15	-4,89	-5,10	-0,45
16	16:57	17:30	-3400	-3409	-9,55	-7,86	-8,03	-8,36	-8,75	-9,03	-9,23	-9,48											15	30	-9,03	-9,48	-1,49
17	17:39	18:53	-4050	-4050	-19,44	-14,48	-14,84	-15,63	-16,49	-17,04	-17,49	-18,16	-18,60	-18,92	-19,17	-19,36							50	70	-18,92	-19,36	-3,05
18	19:03	21:22	-4700	-4701	-43,13	-28,93	-29,61	-31,27	-33,21	-34,57	-35,60	-37,13	-38,29	-39,19	-39,91	-40,52	-41,91	-42,27	-42,62	-42,90			110	130	-42,27	-42,90	-8,63
19	21:55	22:54	-5350	-5345	-119,10	-106,72	-107,25	-108,62	-110,53	-112,09	-113,38	-115,42	-117,03	-118,37									30	50	-115,42	-118,37	-13,27
20	23:03	23:04	-6000	-5837	-169,10																						
21	23:05	23:15	-3400	-3402	-167,87	-168,00	-167,92	-167,89																			
22	23:19	23:29	-800	-819	-164,93	-165,18	-165,12	-165,02																			
23	23:33	23:43	-425	-480	-164,09	-164,23	-164,20	-164,14																			
24	23:48	00:03	-50	-73	-162,92	-163,21	-163,16	-163,05	-162,99																		

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 13 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen M WESI - Bewehrungssensoren																	
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt				
LS Nr.	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]
			Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:
0	09:00	-48	155,66	144,81	144,81	144,81	143,41	143,41	142,01	142,01	140,86	140,86	155,66	144,81	143,41	142,01	140,86
1	09:25	-239	-0,0075	-0,0056	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0050	-0,0045	-0,0047	-0,0028	-0,0066	-0,0066	-0,0047	-0,0026	-0,0019
2	09:46	-423	-0,0149	-0,0113	-0,0131	-0,0125	-0,0138	-0,0131	-0,0100	-0,0091	-0,0095	-0,0054	-0,0131	-0,0131	-0,0095	-0,0052	-0,0037
3	10:08	-612	-0,0227	-0,0175	-0,0201	-0,0190	-0,0215	-0,0202	-0,0157	-0,0142	-0,0150	-0,0086	-0,0201	-0,0202	-0,0150	-0,0084	-0,0058
4	13:15	-801	-0,0334	-0,0220	-0,0277	-0,0277	-0,0293	-0,0285	-0,0222	-0,0204	-0,0213	-0,0125	-0,0277	-0,0285	-0,0213	-0,0123	-0,0083
5	13:30	-429	-0,0190	-0,0115	-0,0153	-0,0145	-0,0174	-0,0159	-0,0128	-0,0127	-0,0127	-0,0074	-0,0153	-0,0159	-0,0127	-0,0074	-0,0049
6	13:45	-53	-0,0045	-0,0004	-0,0024	-0,0019	-0,0041	-0,0030	-0,0029	-0,0038	-0,0033	-0,0020	-0,0024	-0,0030	-0,0033	-0,0022	-0,0015
7	14:06	-237	-0,0116	-0,0056	-0,0086	-0,0076	-0,0103	-0,0090	-0,0072	-0,0079	-0,0076	-0,0044	-0,0086	-0,0090	-0,0076	-0,0046	-0,0031
8	14:26	-426	-0,0191	-0,0109	-0,0150	-0,0141	-0,0168	-0,0155	-0,0122	-0,0124	-0,0123	-0,0071	-0,0150	-0,0155	-0,0123	-0,0073	-0,0049
9	14:42	-614	-0,0264	-0,0161	-0,0213	-0,0199	-0,0240	-0,0220	-0,0169	-0,0166	-0,0168	-0,0099	-0,0213	-0,0220	-0,0168	-0,0098	-0,0067
10	14:55	-804	-0,0343	-0,0220	-0,0281	-0,0266	-0,0307	-0,0287	-0,0220	-0,0210	-0,0215	-0,0125	-0,0281	-0,0287	-0,0215	-0,0125	-0,0084
11	15:15	-1127	-0,0482	-0,0323	-0,0402	-0,0381	-0,0438	-0,0410	-0,0308	-0,0306	-0,0307	-0,0182	-0,0402	-0,0410	-0,0307	-0,0181	-0,0125
12	15:38	-1453	-0,0626	-0,0435	-0,0531	-0,0501	-0,0564	-0,0533	-0,0403	-0,0396	-0,0400	-0,0243	-0,0531	-0,0533	-0,0400	-0,0237	-0,0164
13	16:00	-1777	-0,0775	-0,0545	-0,0660	-0,0617	-0,0696	-0,0656	-0,0491	-0,0481	-0,0486	-0,0294	-0,0660	-0,0656	-0,0486	-0,0284	-0,0193
14	16:24	-2103	-0,0934	-0,0658	-0,0796	-0,0732	-0,0831	-0,0781	-0,0579	-0,0565	-0,0572	-0,0349	-0,0796	-0,0781	-0,0572	-0,0331	-0,0220
15	16:51	-2754	-0,1281	-0,0855	-0,1068	-0,1094	-0,0919	-0,1006	-0,0863	-0,0621	-0,0742	-0,0497	-0,1068	-0,1006	-0,0742	-0,0444	-0,0298
16	17:30	-3409	-0,1614	-0,1083	-0,1348	-0,1351	-0,1147	-0,1249	-0,1132	-0,0796	-0,0964	-0,0661	-0,1348	-0,1249	-0,0964	-0,0606	-0,0420
17	18:53	-4050	-0,1957	-0,1324	-0,1641	-0,1628	-0,1414	-0,1521	-0,1420	-0,1063	-0,1241	-0,0781	-0,1641	-0,1521	-0,1241	-0,0811	-0,0592
18	21:22	-4701	-0,2311	-0,1579	-0,1945	-0,1920	-0,1690	-0,1805	-0,1733	-0,1365	-0,1549	-0,0802	-0,1945	-0,1805	-0,1549	-0,1070	-0,0833
19	22:54	-5345	-0,2660	-0,1786	-0,2223	-0,2251	-0,1857	-0,2054	-0,2056	-0,1668	-0,1862	-0,0914	-0,2223	-0,2054	-0,1862	-0,1362	-0,1074
20	23:04	-5837	-0,2473	-0,2044	-0,2258	-0,2462	-0,1670	-0,2066	-0,2266	-0,1616	-0,1941	-0,0821	-0,2258	-0,2066	-0,1941	-0,1413	-0,1149
21	23:15	-3402	-0,1896	-0,1258	-0,1577	-0,1742	-0,1109	-0,1426	-0,1702	-0,1197	-0,1449	-0,0543	-0,1577	-0,1426	-0,1449	-0,1074	-0,0893
22	23:29	-819	-0,0768	-0,0487	-0,0628	-0,0843	-0,0097	-0,0470	-0,0999	-0,0409	-0,0704	-0,0134	-0,0628	-0,0470	-0,0704	-0,0539	-0,0497
23	23:43	-480	-0,0603	-0,0382	-0,0492	-0,0701	0,0033	-0,0334	-0,0894	-0,0293	-0,0593	-0,0078	-0,0492	-0,0334	-0,0593	-0,0459	-0,0443
24	00:03	-73	-0,0399	-0,0258	-0,0329	-0,0487	0,0144	-0,0172	-0,0734	-0,0172	-0,0453	-0,0003	-0,0329	-0,0172	-0,0453	-0,0357	-0,0370

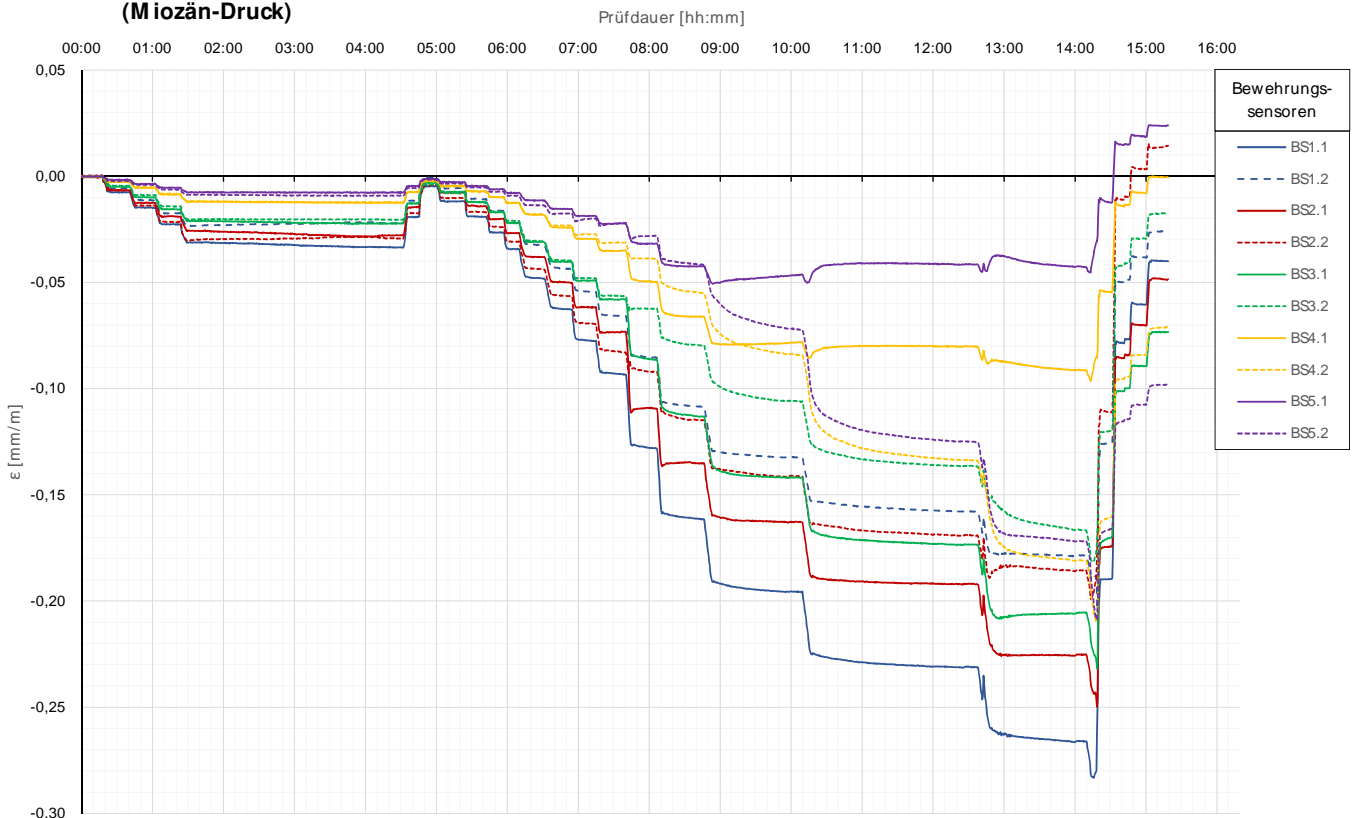
Prüfkörper: B.M 13 (Miozän - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	09:00	-48	156,70/11,65	145,05/1,19	143,86/1,19	142,67/1,19	141,48/1,19	3	8
1	09:25	-239	-0,0048	-0,0084	0,0000	-0,0026	0,0018	48	68
2	09:46	-423	-0,0115	-0,0155	0,0000	-0,0081	0,0002	41	47
3	10:08	-612	-0,0177	-0,0226	0,0000	-0,0170	-0,0036	39	44
4	13:15	-801	-0,0245	-0,0333	-0,0130	-0,0237	-0,0034	36	41
5	13:30	-429	-0,0172	-0,0221	-0,0121	-0,0156	-0,0052		
6	13:45	-53	-0,0066	-0,0070	-0,0111	-0,0040	0,0016		
7	14:06	-237	-0,0087	-0,0105	-0,0128	-0,0100	-0,0002	34	32
8	14:26	-426	-0,0136	-0,0178	-0,0123	-0,0124	-0,0045	35	39
9	14:42	-614	-0,0189	-0,0241	-0,0131	-0,0202	-0,0054	36	41
10	14:55	-804	-0,0246	-0,0332	-0,0124	-0,0232	-0,0064	36	41
11	15:15	-1127	-0,0344	-0,0454	-0,0127	-0,0350	-0,0090	35	41
12	15:38	-1453	-0,0458	-0,0598	-0,0167	-0,0410	-0,0117	34	39
13	16:00	-1777	-0,0573	-0,0705	-0,0231	-0,0494	-0,0158	33	38
14	16:24	-2103	-0,0693	-0,0786	-0,0319	-0,0546	-0,0200	32	37
15	16:51	-2754	-0,0941	-0,1046	-0,0480	-0,0634	-0,0257	31	35
16	17:30	-3409	-0,1198	-0,1270	-0,0688	-0,0800	-0,0375	30	34
17	18:53	-4050	-0,1456	-0,1514	-0,0960	-0,1001	-0,0568	29	33
18	21:22	-4701	-0,1722	-0,1800	-0,1293	-0,1332	-0,0822	29	32
19	22:54	-5345	-0,1967	-0,2054	-0,1610	-0,1649	-0,1094	28	32
20	23:04	-5837	-0,2012	-0,1992	-0,1749	-0,1650	-0,1193	31	
21	23:15	-3402	-0,1427	-0,1410	-0,1349	-0,1273	-0,0930		
22	23:29	-819	-0,0568	-0,0528	-0,0605	-0,0695	-0,0513		
23	23:43	-480	-0,0443	-0,0415	-0,0488	-0,0596	-0,0435	MW E-Modul	
24	00:03	-73	-0,0306	-0,0243	-0,0364	-0,0475	-0,0381	34	40

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

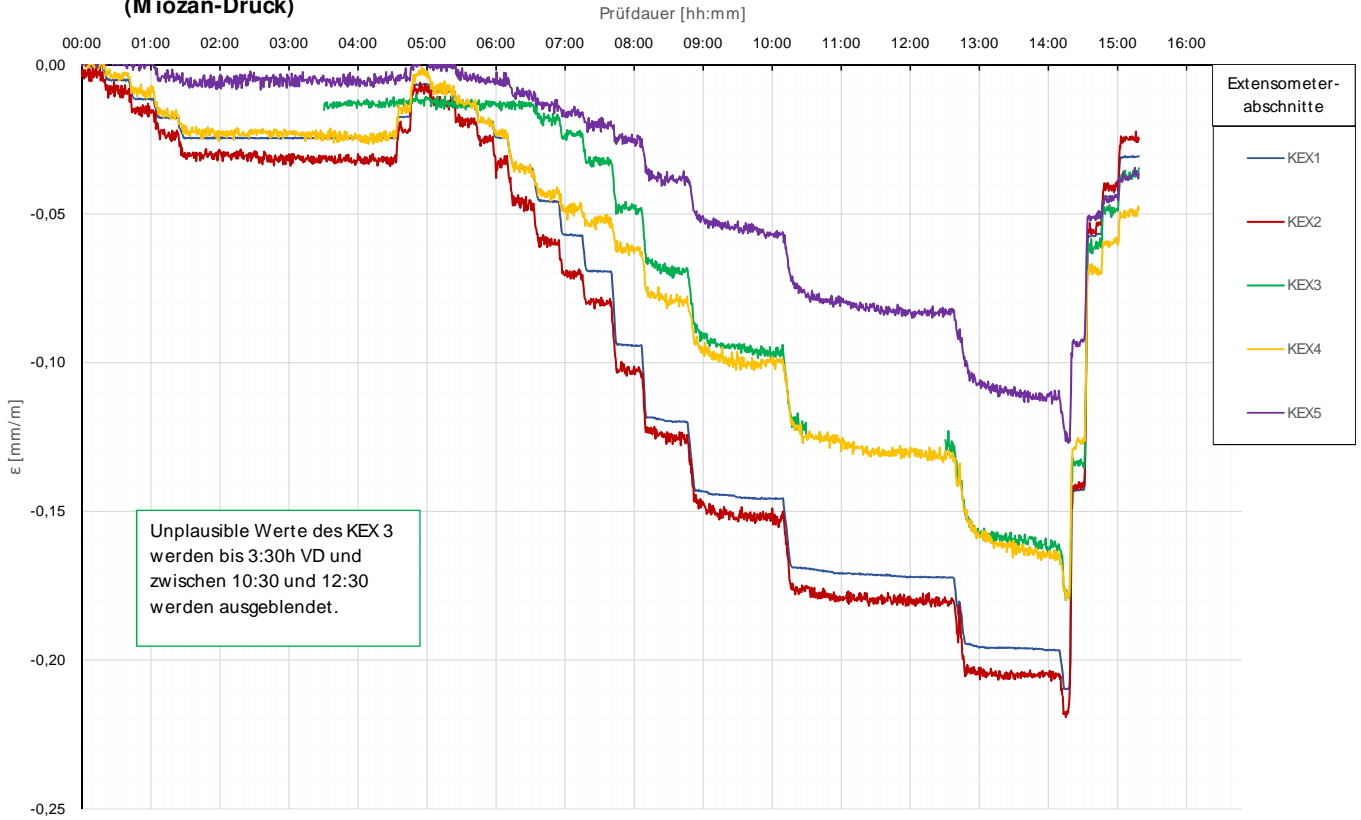
Prüfkörper: B.M 13
(Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



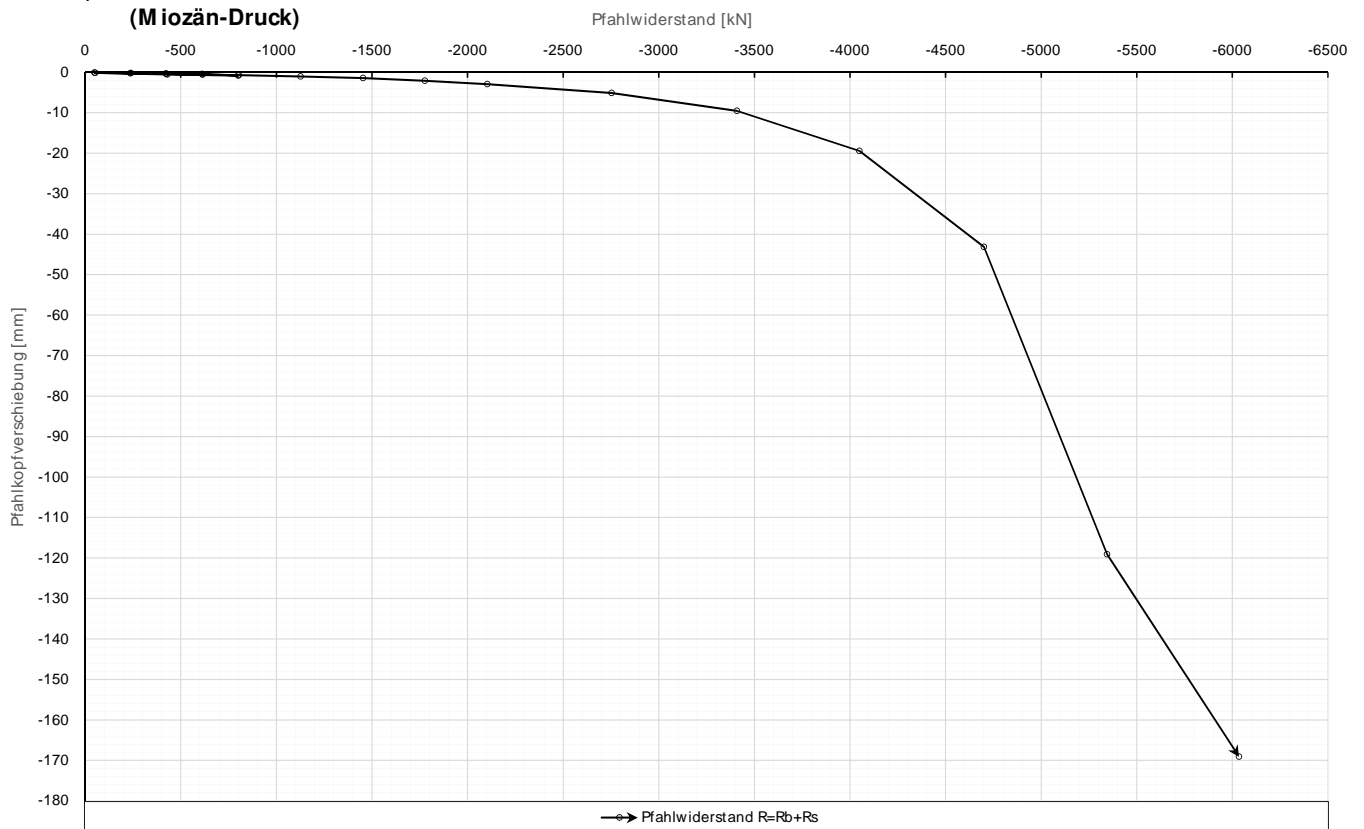
Prüfkörper: **B.M 13**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



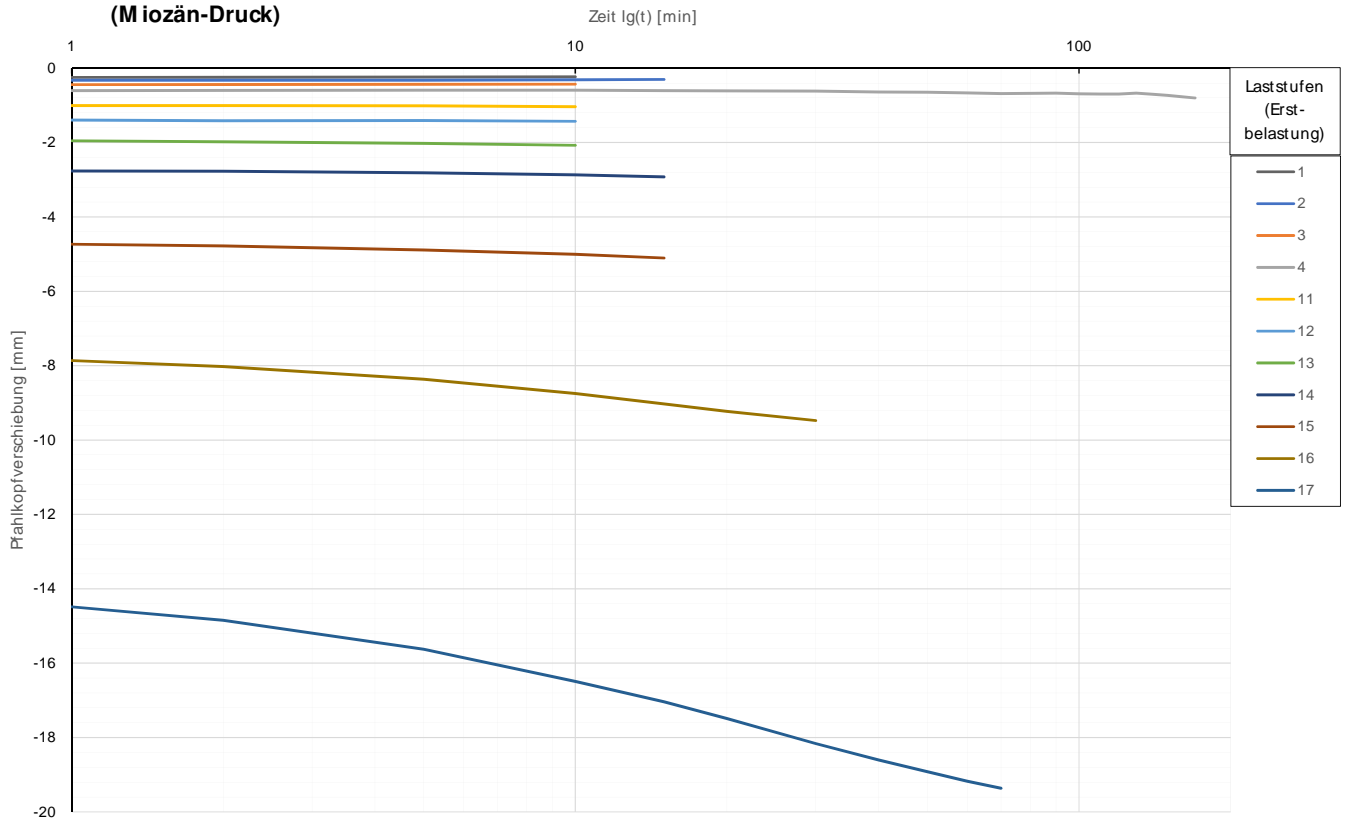
Prüfkörper: **B.M 13**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.M 13
(Miozän-Druck)

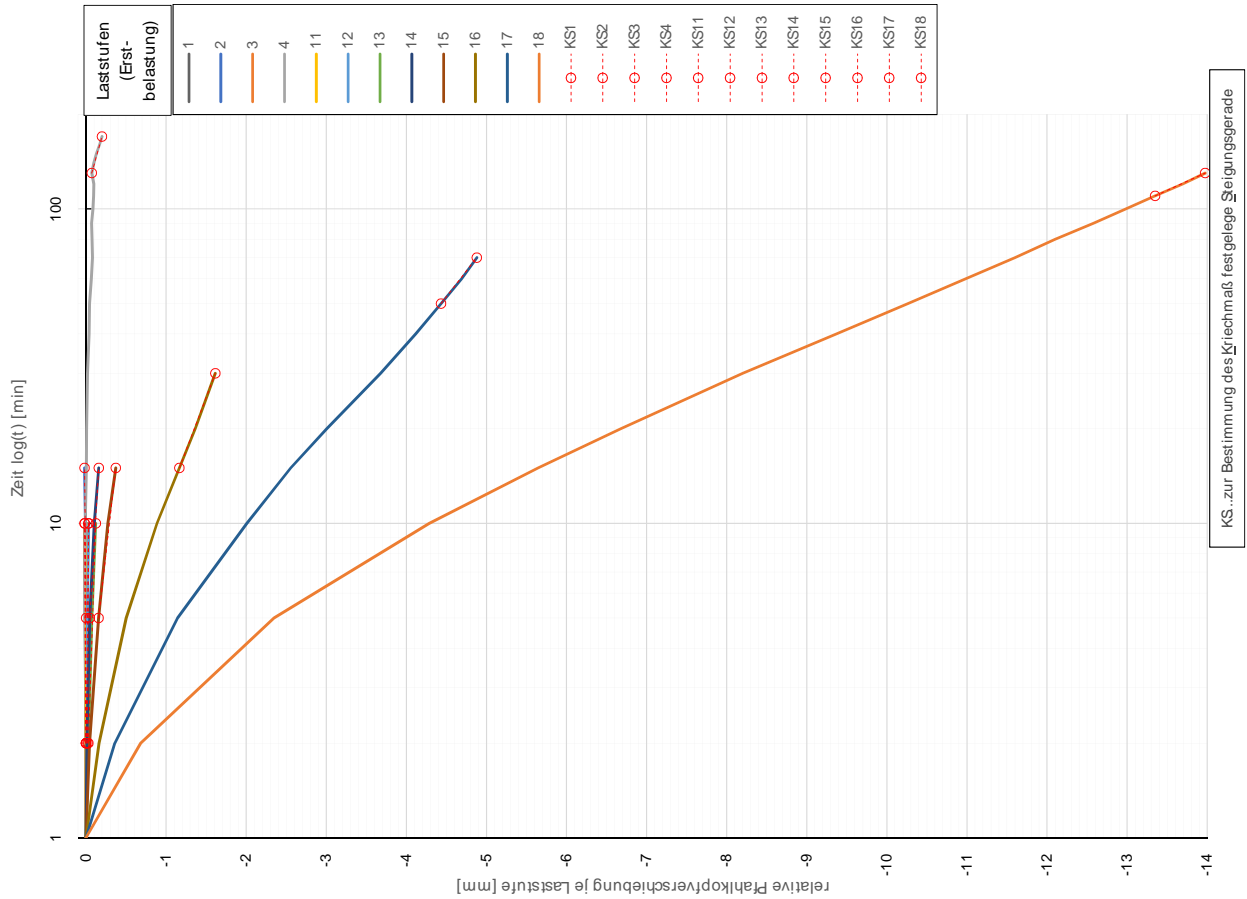
Zeitverformung



10

Forschungsbibliothek TU Wien **bi.geo** Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this document is available at the TU Wien Library.

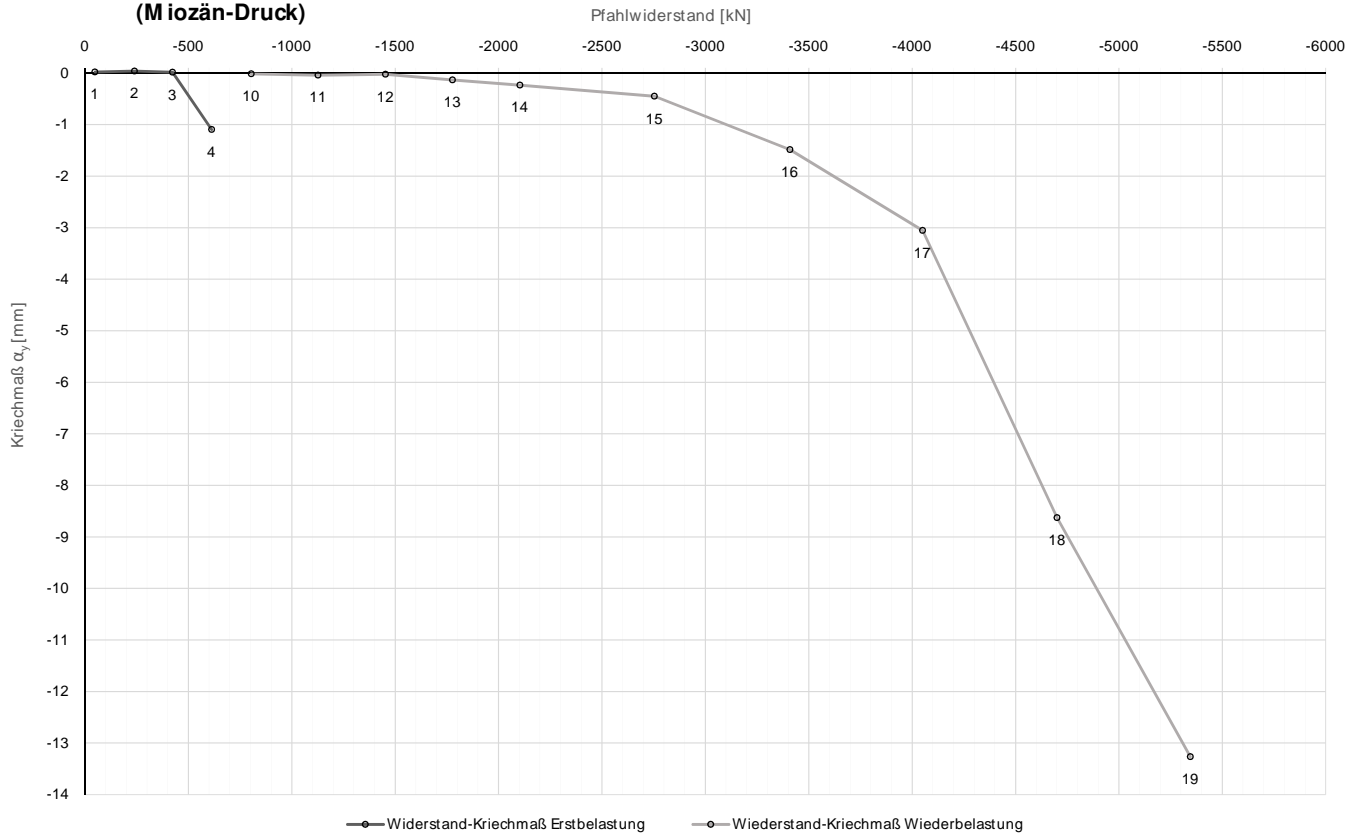
Prüfkörper: B.M 13
(Miozän-Druck)



11

Prüfkörper: B.M 13
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

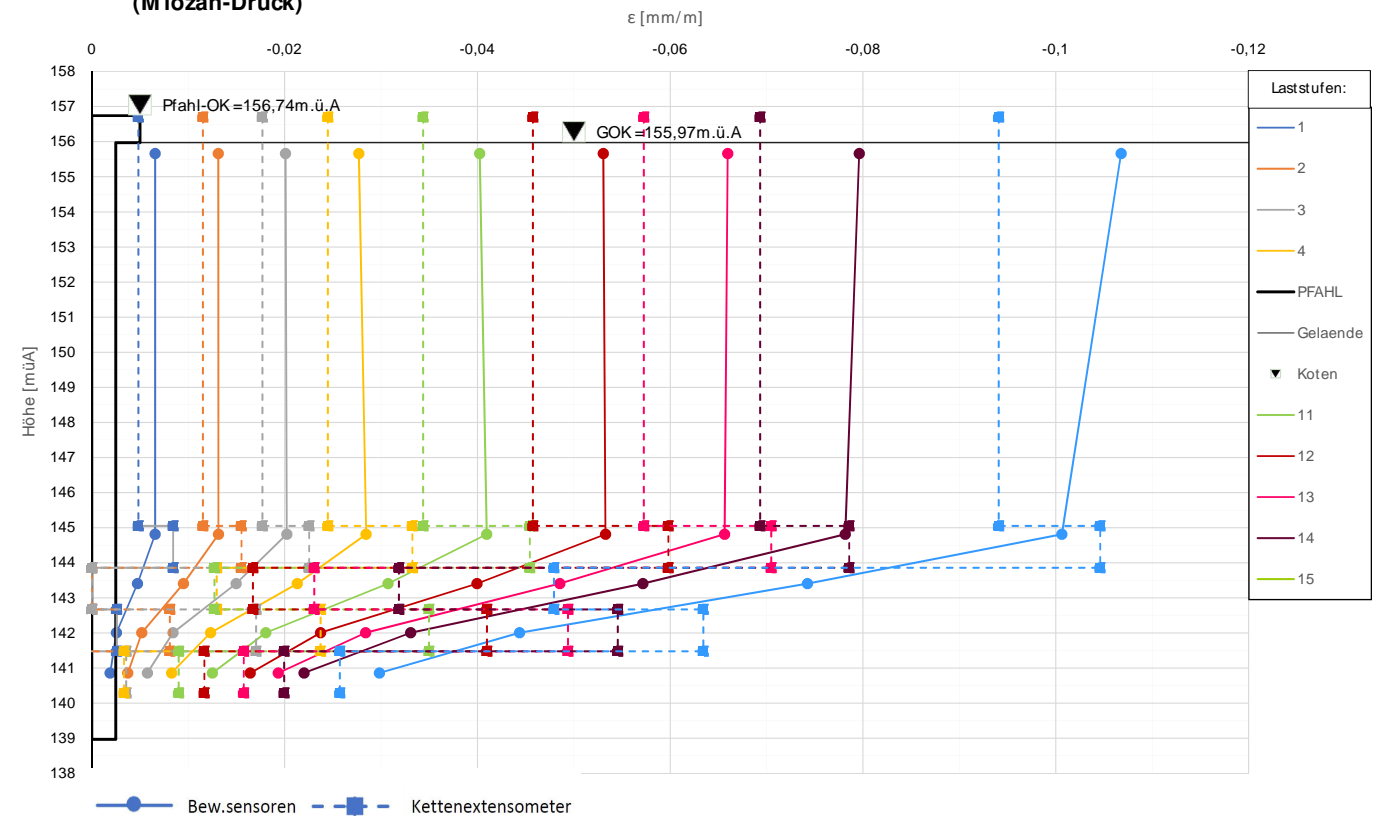


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.M 13
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 14
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	20
Prüfdatum:	22.08.2017
Versuchsbeginn:	07:41 Uhr
Versuchsende:	00:21 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00 15°C heiter
besondere Versuchsbedingungen:	BS3.1 und KEX3 Werte springen stark

Geometrie Prüfkörper:

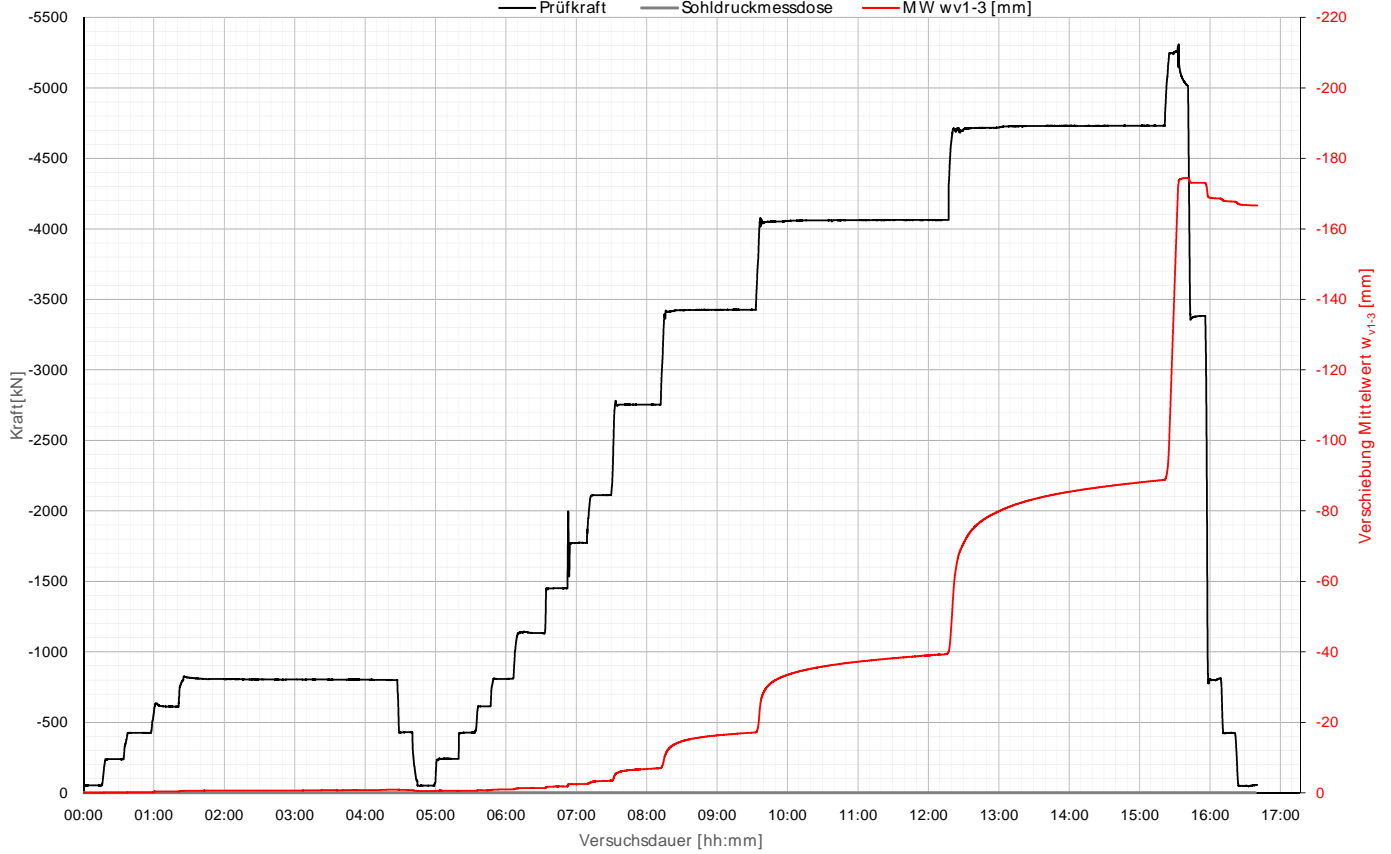
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,86 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,09 müA
OK Haftstrecke:	145,19 müA
UK Pfahl:	139,09 müA
Länge Freispielstrecke:	11,67 m
Länge Haftstrecke:	6,10 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/ 30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	13372,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	23263,18	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

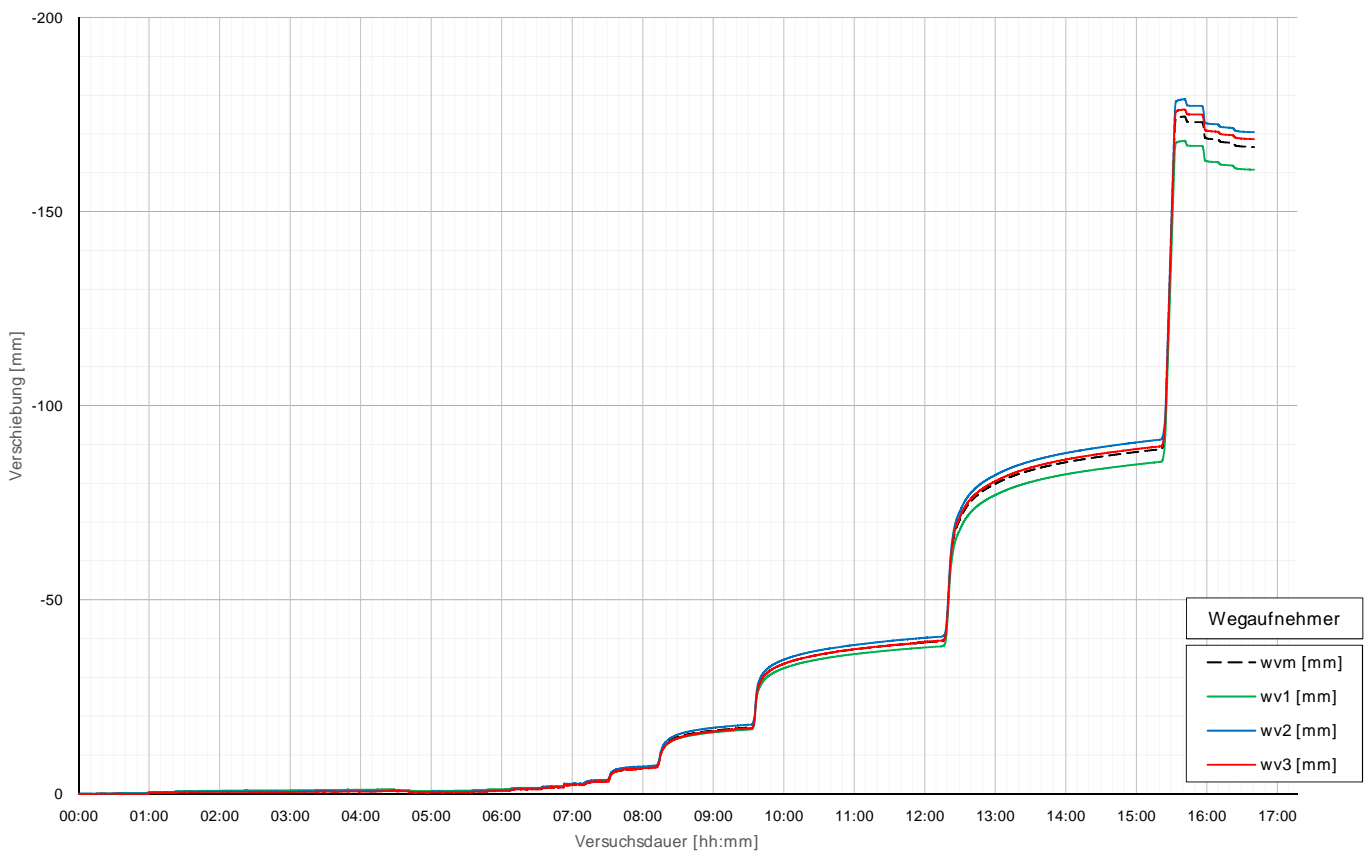


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M 14 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]														Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr.	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	MW wv1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 130 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 1 [mm]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:41	07:56	-50	-52	0,00																			
1	08:00	08:15	-238	-238	-0,05	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07									2	10	-0,07	-0,07	0,01		
2	08:20	08:36	-425	-425	-0,10	-0,11	-0,11	-0,11	-0,10	-0,11								10	15	-0,10	-0,11	-0,01		
3	08:46	09:01	-613	-611	-0,37	-0,38	-0,37	-0,37	-0,37									2	10	-0,37	-0,37	0,01		
4	09:08	12:08	-800	-800	-0,91	-0,56	-0,57	-0,57	-0,58	-0,60	-0,62	-0,62	-0,64	-0,65	-0,67	-0,73	-0,82	100	170	-0,67	-0,82	-0,65		
5	12:11	12:21	-425	-431	-0,79	-0,82	-0,86	-0,81																
6	12:25	12:40	-50	-50	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53															
7	12:44	12:59	-238	-241	-0,55	-0,61	-0,61	-0,59	-0,57									0	0					
8	13:04	13:14	-425	-428	-0,58	-0,59	-0,60	-0,59										2	5	-0,60	-0,59	0,01		
9	13:17	13:27	-613	-613	-0,73	-0,74	-0,74	-0,73										2	5	-0,74	-0,73	0,03		
10	13:30	13:46	-800	-809	-0,97	-0,90	-0,91	-0,94	-0,97	-0,97								5	15	-0,94	-0,97	-0,07		
11	13:57	14:12	-1125	-1133	-1,37	-1,37	-1,37	-1,38	-1,36									2	10	-1,37	-1,36	0,01		
12	14:17	14:32	-1450	-1451	-1,82	-1,71	-1,73	-1,81	-1,88									2	10	-1,73	-1,88	-0,20		
13	14:35	14:50	-1775	-1773	-2,49	-2,46	-2,43	-2,45	-2,53									2	10	-2,43	-2,53	-0,14		
14	14:54	15:09	-2100	-2112	-3,39	-3,15	-3,24	-3,27	-3,35									2	10	-3,24	-3,35	-0,15		
15	15:15	15:52	-2750	-2754	-7,03	-5,70	-5,84	-6,16	-6,44	-6,52	-6,64	-6,84						15	30	-6,52	-6,84	-1,07		
16	15:57	17:12	-3400	-3426	-17,09	-11,70	-12,23	-13,22	-14,16	-14,74	-15,17	-15,75	-16,48	-16,77				50	70	-16,48	-17,00	-3,51		
17	17:20	19:56	-4050	-4063	-39,40	-28,82	-29,40	-30,60	-31,88	-32,72	-33,37	-34,39	-35,78	-36,30	-37,86	-38,71		120	150	-38,44	-39,18	-7,63		
18	20:12	23:05	-4700	-5130	-92,70	-72,19	-72,76	-74,19	-75,98	-77,31	-78,38	-80,05	-82,53	-83,44	-86,00	-87,34	-88,80	130	170	-87,34	-88,80	-12,49		
19	23:13	23:14	-5350	-5309	-173,41	-172,58																		
21	23:24	23:36	-3400	-3383	-173,04	-173,11	-173,09	-173,06	-173,04															
22	23:40	23:50	-800	-814	-168,61	-168,84	-168,77	-168,68																
23	23:52	00:02	-425	-425	-167,73	-167,95	-167,89	-167,81																
24	00:06	00:21	-50	-56	-166,64	-166,88	-166,84	-166,76	-166,68															

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 14 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWESII - Bewehrungssensoren																		
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					
LS Nr.	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	
			Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	
0	07:56	-52	155,65	155,65	144,80	144,80	143,40	143,40	142,00	142,00	140,85	140,85	155,65	144,80	143,40	142,00	140,85	
1	08:15	-238	-0,0055	-0,0069	-0,0062	-0,0046	-0,0070	-0,0058	-	-	-0,0041	-0,0020	-0,0022	-0,0062	-0,0058	-0,0041	-0,0026	-0,0018
2	08:36	-425	-0,0117	-0,0135	-0,0126	-0,0099	-0,0140	-0,0120	-	-	-0,0083	-0,0041	-0,0052	-0,0126	-0,0120	-0,0083	-0,0055	-0,0039
3	09:01	-611	-0,0185	-0,0195	-0,0190	-0,0198	-0,0176	-0,0187	-	-	-0,0116	-0,0058	-0,0097	-0,0190	-0,0187	-0,0116	-0,0095	-0,0061
4	12:08	-800	-0,0265	-0,0249	-0,0257	-0,0227	-0,0291	-0,0259	-	-	-0,0178	-0,0089	-0,0139	-0,0257	-0,0259	-0,0178	-0,0135	-0,0085
5	12:21	-431	-0,0144	-0,0123	-0,0134	-0,0122	-0,0174	-0,0148	-	-	-0,0105	-0,0053	-0,0076	-0,0134	-0,0148	-0,0105	-0,0076	-0,0050
6	12:40	-50	-0,0020	0,0011	-0,0004	-0,0006	-0,0048	-0,0027	-	-	-0,0028	-0,0014	-0,0013	-0,0004	-0,0027	-0,0028	-0,0015	-0,0010
7	12:59	-241	-0,0082	-0,0051	-0,0066	-0,0061	-0,0101	-0,0081	-	-	-0,0061	-0,0031	-0,0036	-0,0066	-0,0081	-0,0061	-0,0039	-0,0029
8	13:14	-428	-0,0142	-0,0113	-0,0128	-0,0105	-0,0171	-0,0138	-	-	-0,0101	-0,0050	-0,0067	-0,0128	-0,0138	-0,0101	-0,0069	-0,0045
9	13:27	-613	-0,0206	-0,0175	-0,0190	-0,0166	-0,0227	-0,0197	-	-	-0,0136	-0,0068	-0,0104	-0,0190	-0,0197	-0,0136	-0,0102	-0,0064
10	13:46	-809	-0,0274	-0,0240	-0,0257	-0,0229	-0,0299	-0,0264	-	-	-0,0183	-0,0092	-0,0141	-0,0257	-0,0264	-0,0183	-0,0138	-0,0085
11	14:12	-1133	-0,0389	-0,0350	-0,0369	-0,0336	-0,0424	-0,0380	-	-	-0,0268	-0,0134	-0,0215	-0,0369	-0,0380	-0,0268	-0,0207	-0,0132
12	14:32	-1451	-0,0501	-0,0461	-0,0481	-0,0446	-0,0544	-0,0495	-	-	-0,0347	-0,0173	-0,0272	-0,0481	-0,0495	-0,0347	-0,0270	-0,0177
13	14:50	-1773	-0,0624	-0,0585	-0,0604	-0,0563	-0,0680	-0,0622	-	-	-0,0438	-0,0219	-0,0350	-0,0604	-0,0622	-0,0438	-0,0350	-0,0229
14	15:09	-2112	-0,0741	-0,0712	-0,0727	-0,0682	-0,0786	-0,0734	-	-	-0,0511	-0,0255	-0,0409	-0,0727	-0,0734	-0,0511	-0,0416	-0,0273
15	15:52	-2754	-0,0979	-0,0980	-0,0979	-0,0946	-0,1050	-0,0998	-	-	-0,0685	-0,0343	-0,0561	-0,0979	-0,0998	-0,0685	-0,0567	-0,0373
16	17:12	-3426	-0,1243	-0,1266	-0,1254	-0,1229	-0,1298	-0,1264	-0,0808	-0,0808	-0,0959	-0,0884	-0,0765	-0,1254	-0,1264	-0,0884	-0,0794	-0,0512
17	19:56	-4063	-0,1504	-0,1537	-0,1521	-0,1493	-0,1523	-0,1508	-0,0972	-0,1300	-0,1136	-0,0886	-0,1521	-0,1508	-0,1136	-0,1027	-0,0671	
18	23:05	-5130	-0,1880	-0,1938	-0,1909	-0,1851	-0,1891	-0,1871	-0,1223	-0,1787	-0,1505	-0,1083	-0,1909	-0,1871	-0,1505	-0,1385	-0,0903	
19	23:14	-5309	-0,1920	-0,2023	-0,1971	-0,1802	-0,1983	-0,1893	-0,1188	-0,1957	-0,1572	-0,1145	-0,1971	-0,1893	-0,1572	-0,1484	-0,0897	
21	23:36	-3383	-0,1330	-0,1386	-0,1358	-0,1289	-0,1349	-0,1319	-0,0769	-0,1492	-0,1131	-0,0802	-0,1358	-0,1319	-0,1131	-0,1130	-0,0686	
22	23:50	-814	-0,1243	-0,1266	-0,1254	-0,1229	-0,1298	-0,1264	-0,0808	-0,0959	-0,0884	-0,0765	-0,1254	-0,1264	-0,0884	-0,0794	-0,0512	
23	00:02	-425	-0,1880	-0,1938	-0,1909	-0,1851	-0,1891	-0,1871	-0,1223	-0,1787	-0,1505	-0,1083	-0,1909	-0,1871	-0,1505	-0,1385	-0,0903	
24	00:21	-56	-0,1920	-0,2023	-0,1971	-0,1802	-0,1983	-0,1893	-0,1188	-0,1957	-0,1572	-0,1145	-0,1971	-0,1893	-0,1572	-0,1484	-0,0897	

Prüfkörper: B.M 14 (Miozän - Druck)

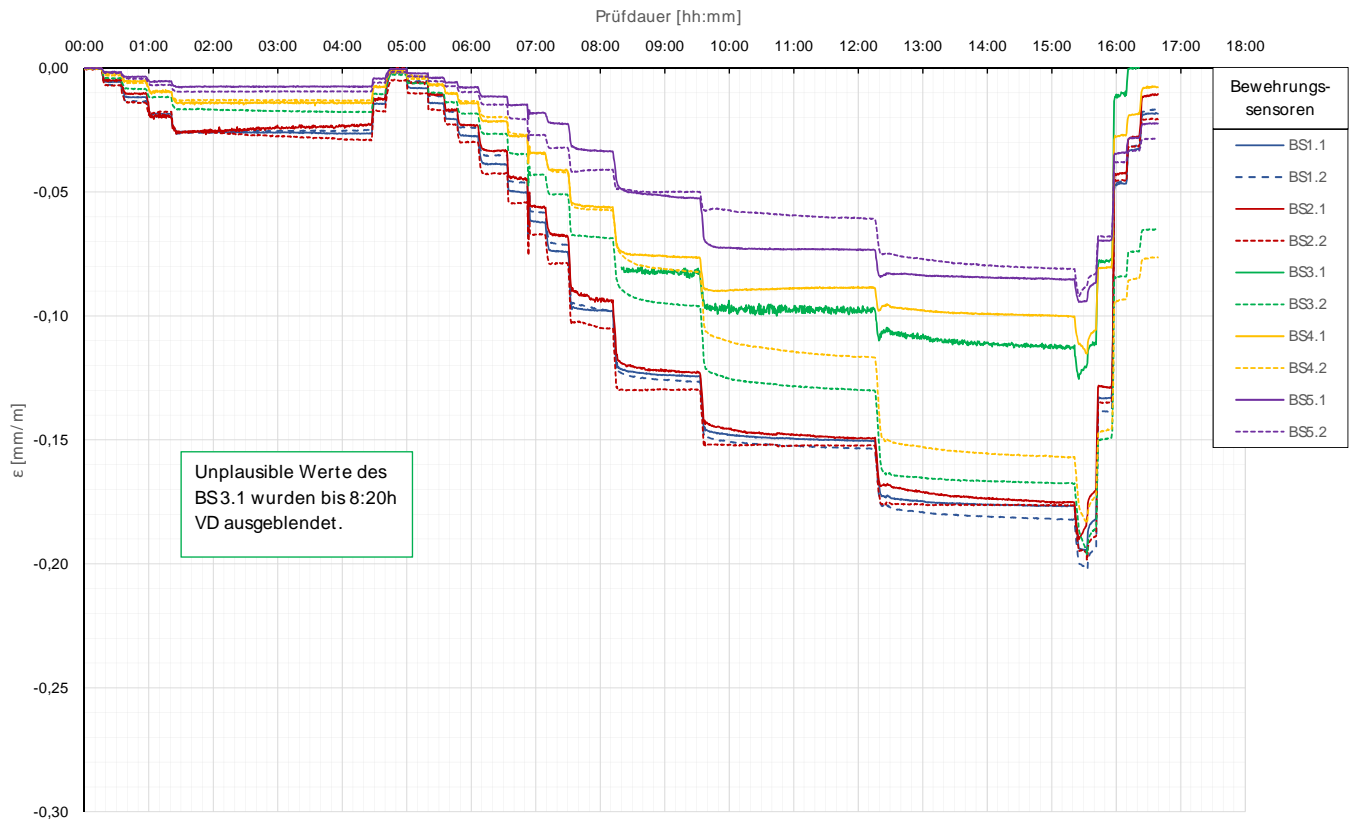
Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Pfehlwiderstand DM D			Berechnung E-M odul und Normkraft											
LS	LSEnde	P list	KEK1	KEK2	KEK3	KEK4	KEK5	Rb	Rs	Q _{lim}	Ec / MQ1	Ec / KEK1	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5		
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/mm ²]	[kN/mm ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
0	07:56	-52	11,67	1,19	1,19	1,19	1,19	0,00																
1	08:15	-238	-0,0063	-0,0043	-0,0042	-0,0042	-0,0042	0,0	-238,0	-13,8	52	49	-238,0	-148,5	-105,2	-64,6	-43,9	100%	62%	44%	27%	18%		
2	08:36	-425	-0,0121	-0,0126	-0,0123	-0,0119	-0,0064	0,0	-424,8	-24,6	44	45	-424,8	-308,5	-213,8	-139,5	-95,6	100%	73%	50%	33%	23%		
3	09:01	-611	-0,0191	-0,0216	-0,0201	-0,0187	-0,0059	0,0	-611,1	-35,4	41	40	-611,1	-482,8	-300,0	-240,0	-151,0	100%	79%	49%	39%	25%		
4	12:08	-800	-0,0248	-0,0263	-0,0262	-0,0261	-0,0062	0,0	-799,7	-46,4	40	40	-799,7	-668,4	-459,3	-340,3	-209,9	100%	84%	57%	43%	26%		
5	12:21	-431	-0,0184	-0,0185	-0,0174	-0,0164	-0,0036	0,0	-430,0	-25,0								0%	0%	0%	0%	0%		
6	12:40	-50	-0,0070	-0,0078	-0,0081	-0,0046	-0,0019	0,0	-50,0	-2,9								0%	0%	0%	0%	0%		
7	12:59	-241	-0,0084	-0,0105	-0,0094	-0,0084	-0,0019	0,0	-240,9	-14,0	48	34	-240,9	-208,8	-158,1	-98,8	-71,1	100%	87%	66%	41%	30%		
8	13:14	-428	-0,0135	-0,0140	-0,0146	-0,0151	-0,0051	0,0	-427,7	-24,8	44	40	-427,7	-355,5	-259,9	-174,2	-112,5	100%	83%	61%	41%	26%		
9	13:27	-613	-0,0192	-0,0191	-0,0207	-0,0223	-0,0061	0,0	-612,9	-35,5	41	40	-612,9	-508,1	-350,2	-258,4	-159,4	100%	83%	57%	42%	26%		
10	13:46	-809	-0,0249	-0,0279	-0,0279	-0,0280	-0,0074	0,0	-808,9	-46,9	40	41	-808,9	-680,9	-472,6	-348,1	-210,5	100%	84%	58%	43%	26%		
11	14:12	-1133	-0,0358	-0,0393	-0,0394	-0,0396	-0,0134	0,0	-1132,8	-65,7	39	39	-1132,8	-980,9	-690,6	-522,4	-326,4	100%	87%	61%	46%	29%		
12	14:32	-1451	-0,0465	-0,0497	-0,0475	-0,0453	-0,0174	0,0	-1451,0	-84,1	38	39	-1451,0	-1277,3	-894,9	-682,5	-437,4	100%	88%	62%	47%	30%		
13	14:50	-1773	-0,0616	-0,0623	-0,0583	-0,0543	-0,0202	0,0	-1773,3	-102,8	37	35	-1773,3	-1604,2	-1129,1	-885,3	-567,4	100%	90%	64%	50%	32%		
14	15:09	-2112	-0,0713	-0,0711	-0,0672	-0,0633	-0,0265	0,0	-2112,4	-122,5	36	36	-2112,4	-1894,0	-1317,3	-1050,8	-675,3	100%	90%	62%	50%	32%		
15	15:52	-2754	-0,0978	-0,0959	-0,0866	-0,0773	-0,0354	0,0	-2753,6	-159,7	35	34	-2753,6	-2575,1	-1768,4	-1432,5	-924,2	100%	94%	64%	52%	34%		
16	17:12	-3426	-0,1263	-0,1207	-0,1114	-0,1021	-0,0541	0,0	-3426,2	-198,7	34	32	-3426,2	-3260,6	-2280,2	-2006,7	-1268,7	100%	95%	67%	59%	37%		
17	19:56	-4063	-0,1533	-0,1445	-0,1387	-0,1258	-0,0694	0,0	-4062,9	-235,6	33	31	-4062,9	-3890,1	-2931,5	-2595,9	-1661,4	100%	96%	72%	64%	41%		
18	23:05	-5130	-0,1967	-0,1845	-0,1774	-0,1651	-0,0969	0,0	-5129,9	-297,4	33	30	-5129,9	-4828,1	-3882,5	-3500,7	-2236,6	100%	94%	76%	68%	44%		
19	23:14	-5309																						
21	23:36	-3383	-0,1482	-0,1321	-0,1514	-0,1251	-0,0720																	
22	23:50	-814	-0,0582	-0,0472	-0,0874	-0,0676	-0,0380																	
23	00:02	-425	-0,0441	-0,0353	-0,0942	-0,0576	-0,0330																	
24	00:21	-56	-0,0286	-0,0216	-0,0890	-0,0486	-0,0265																	
											MW E-Modul													
											40 38													

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfehlwiderstände					
LS	LSEnde	P list	Δ MQ1-2	Δ MQ2-3	Δ MQ3-4	Δ MQ4-5	q _{1(MQ1-2)}	q _{2(MQ2-3)}	q _{3(MQ3-4)}	q _{4(MQ4-5)}	Rs	Rb	Rb DMD	Rs DMD	q DMD
Nr.	00:00	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0	07:56	-52	145,19	144,80	143,40	142,00	140,88								
1	08:15	-238	89,5	-43,3	-40,5	-20,7	-81,2	-10,9	-10,2	-6,4	-225,8	-12,2	-238,0	-13,8	
2	08:36	-425	-116,4	-94,7	-74,3	-43,9	-105,5	-23,9	-18,8	-13,5	-386,5	-28,4	-424,8	-24,6	
3	09:01	-611	-128,3	-182,7	-80,0	-89,1	-116,4	-46,2	-15,2	-27,4	-596,4	-14,7	-611,1	-35,4	
4	12:08	-800	-131,3	-209,2	-118,9	-130,4	-119,1	-52,8	-30,0	-40,1	-789,4	-10,3	-799,7	-46,4	
5	12:21	-431													
6	12:40	-50													
7	12:59	-241	-32,2	-50,6	-58,3	-28,7	-29,2	-12,8	-14,7	-8,8	-213,8	-27,1	-240,9	-14,0	
8	13:14	-428	-72,1	-95,8	-85,5	-61,7	-65,4	-24,2	-21,6	-19,0	-409,6	-18,0	-427,7	-24,8	
9	13:27	-613	-104,8	-157,9	-91,8	-99,1	-95,1	-39,9	-23,2	-30,5	-605,2	-7,7	-612,9	-35,5	
10	13:46	-809	-128,0	-208,3	-124,5	-137,7	-116,0	-52,6	-31,4	-42,3	-809,1	0,2	-808,9	-46,9	
11	14:12	-1133	-151,8	-290,3	-168,2	-196,0	-137,7	-73,3	-42,5	-60,3	-1106,3	-26,4	-1132,8	-65,7	
12	14:32	-1451	-173,7	-382,4	-212,4	-245,0	-157,5	-96,6	-53,7	-75,4	-1388,6	-62,4	-1451,0	-84,1	
13	14:50	-1773	-169,1	-475,1	-243,8	-317,8	-153,3	-120,0	-61,6	-97,7	-1892,3	-81,0	-1773,3	-102,8	
14	15:09	-2112	-218,4	-576,7	-266,5	-375,5	-198,1	-145,7	-67,3	-115,5	-2011,7	-100,7	-2112,4	-122,5	
15	15:52	-2754	-178,5	-806,7	-335,9	-508,3	-161,9	-203,8	-84,8	-156,3	-2607,2	-146,4	-2753,6	-159,7	
16	17:12	-3426	-165,6	-980,4	-273,6	-737,9	-150,2	-247,7	-69,1	-226,9	-3286,8	-139,4	-3426,2	-198,7	
17	19:56	-4063	-172,8	-958,6	-335,6	-934,5	-156,7	-242,2	-84,8	-287,4	-3831,6	-231,2	-4062,9	-235,6	
18	23:05	-5130	-301,8	-945,6	-381,8	-1264,0	-273,7	-238,9	-95,5	-388,8	-4827,8	-302,1	-5129,9	-297,4	
19	23:14	-5309													
21	23:36	-3383													
22	23:50	-814													
23	00:02	-425													
24	00:21	-56													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

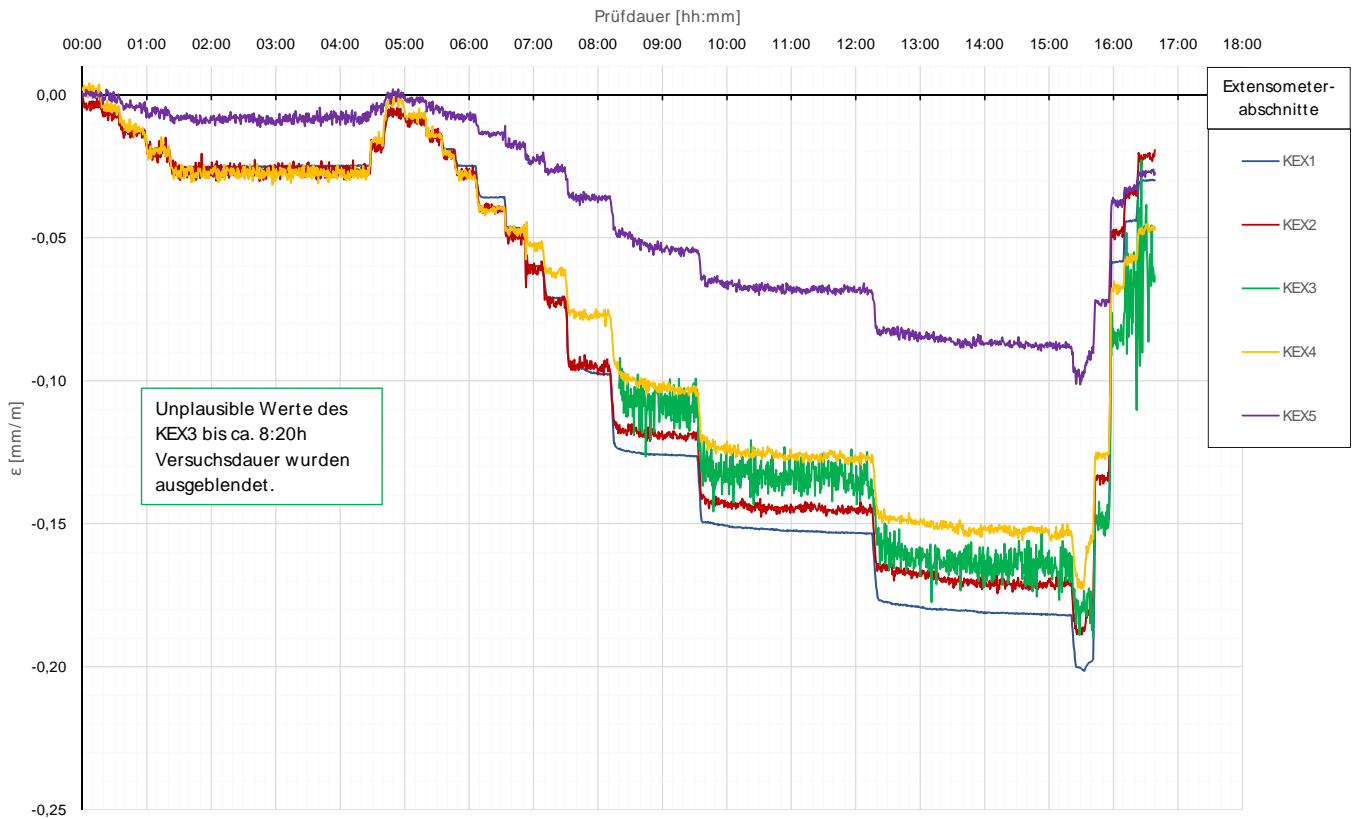
Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Bewehrungssensoren



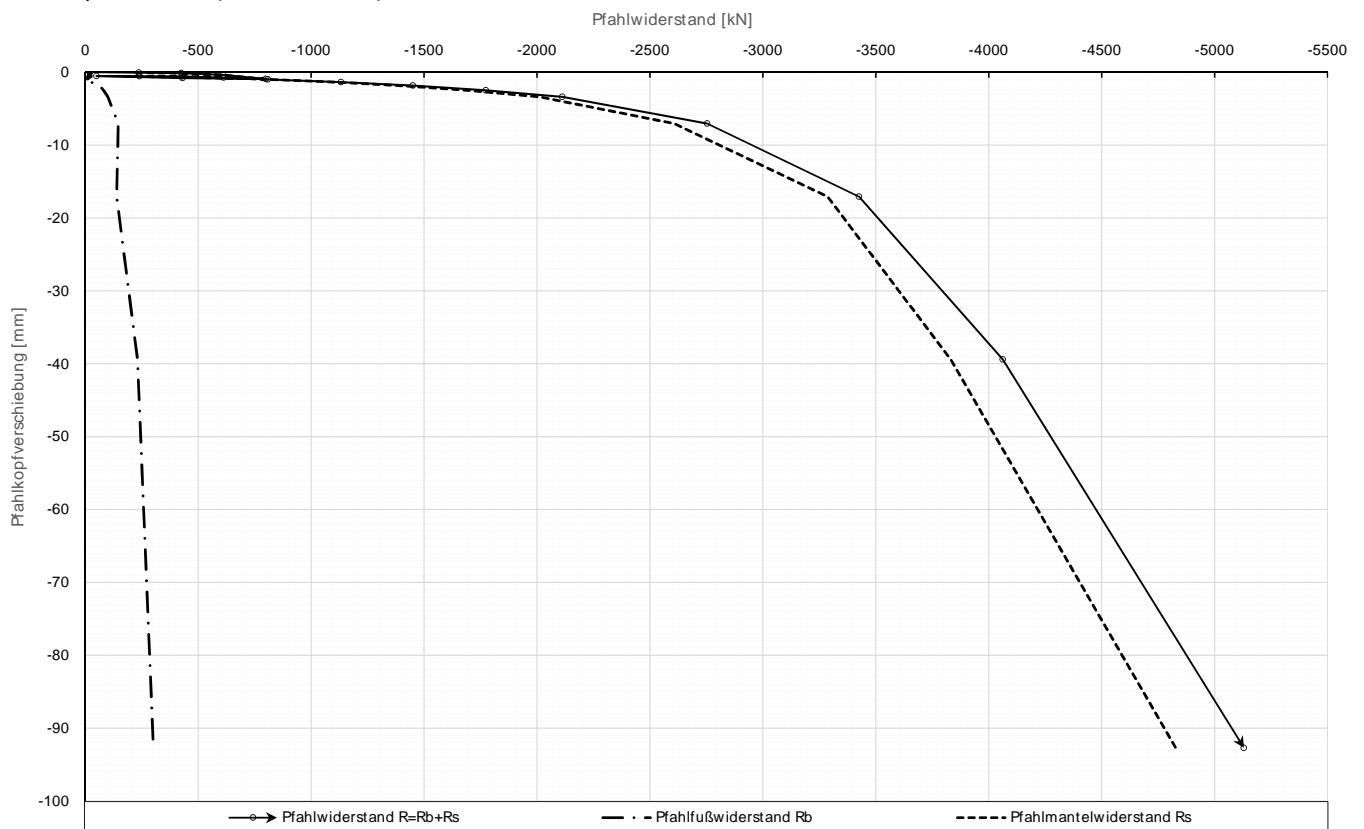
Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Kettenextensometer



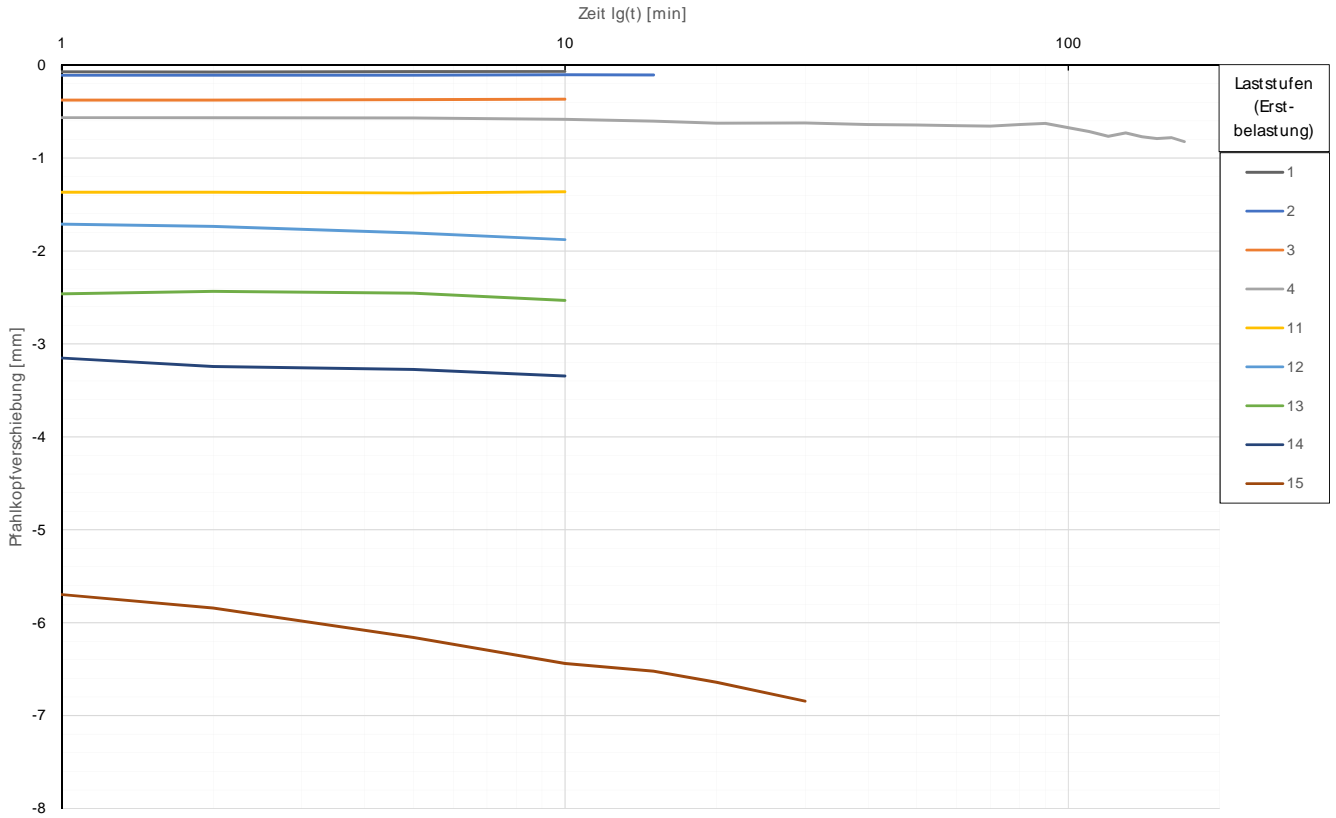
Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Zeitverformung

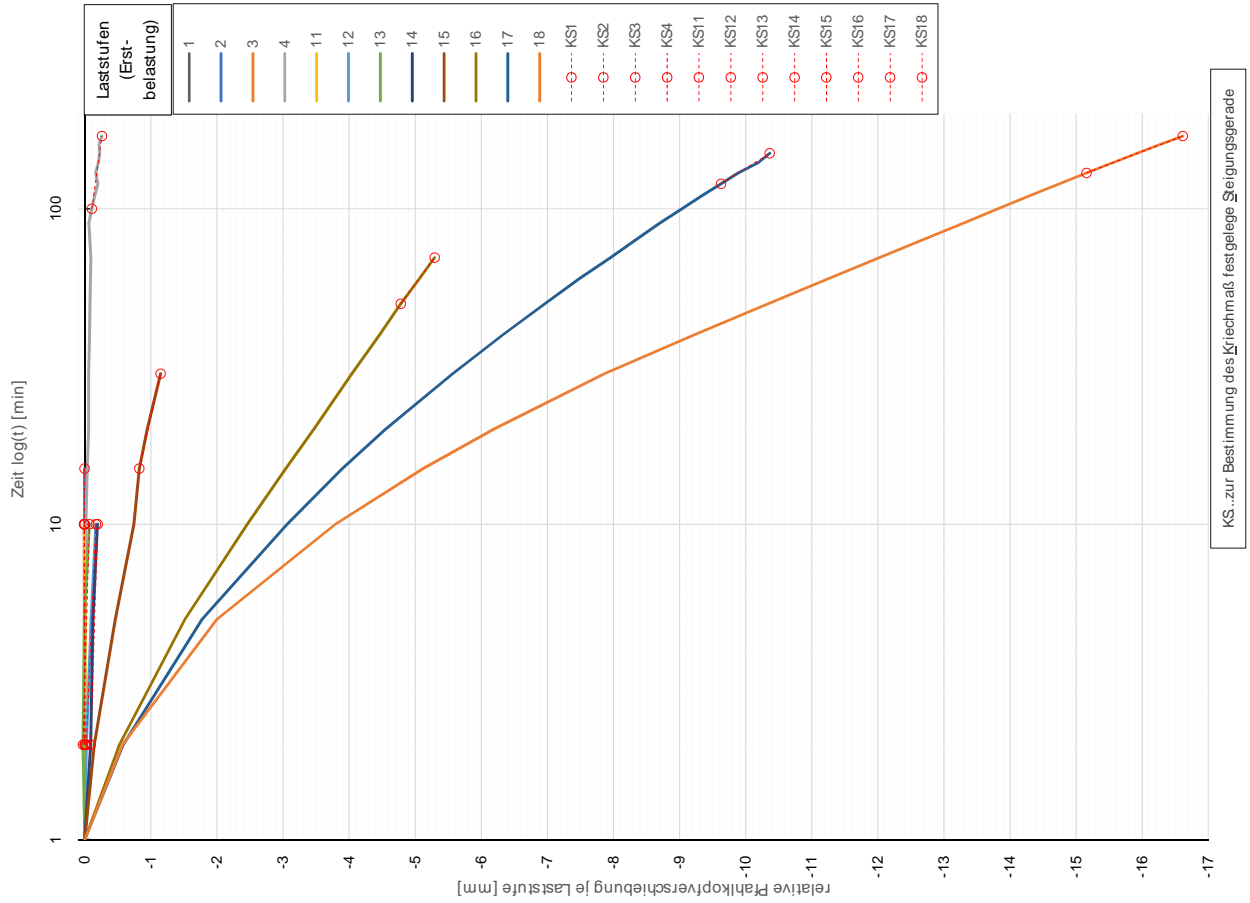


Forschungsinstitut für Geotechnik
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at TU Wien Bibliothek.



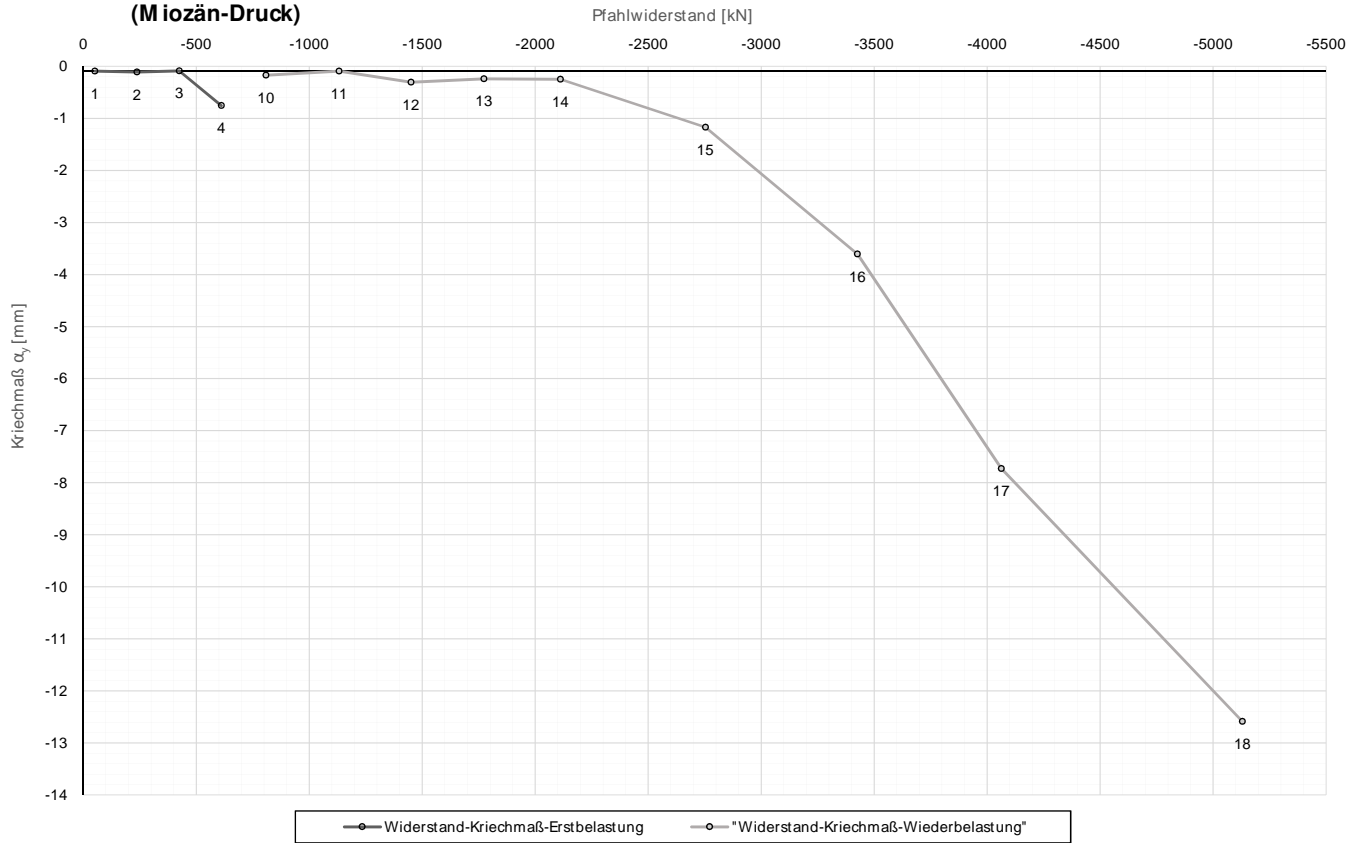
Prüfkörper: B.M 14 (Miozän-Druck)

Zeitverformung



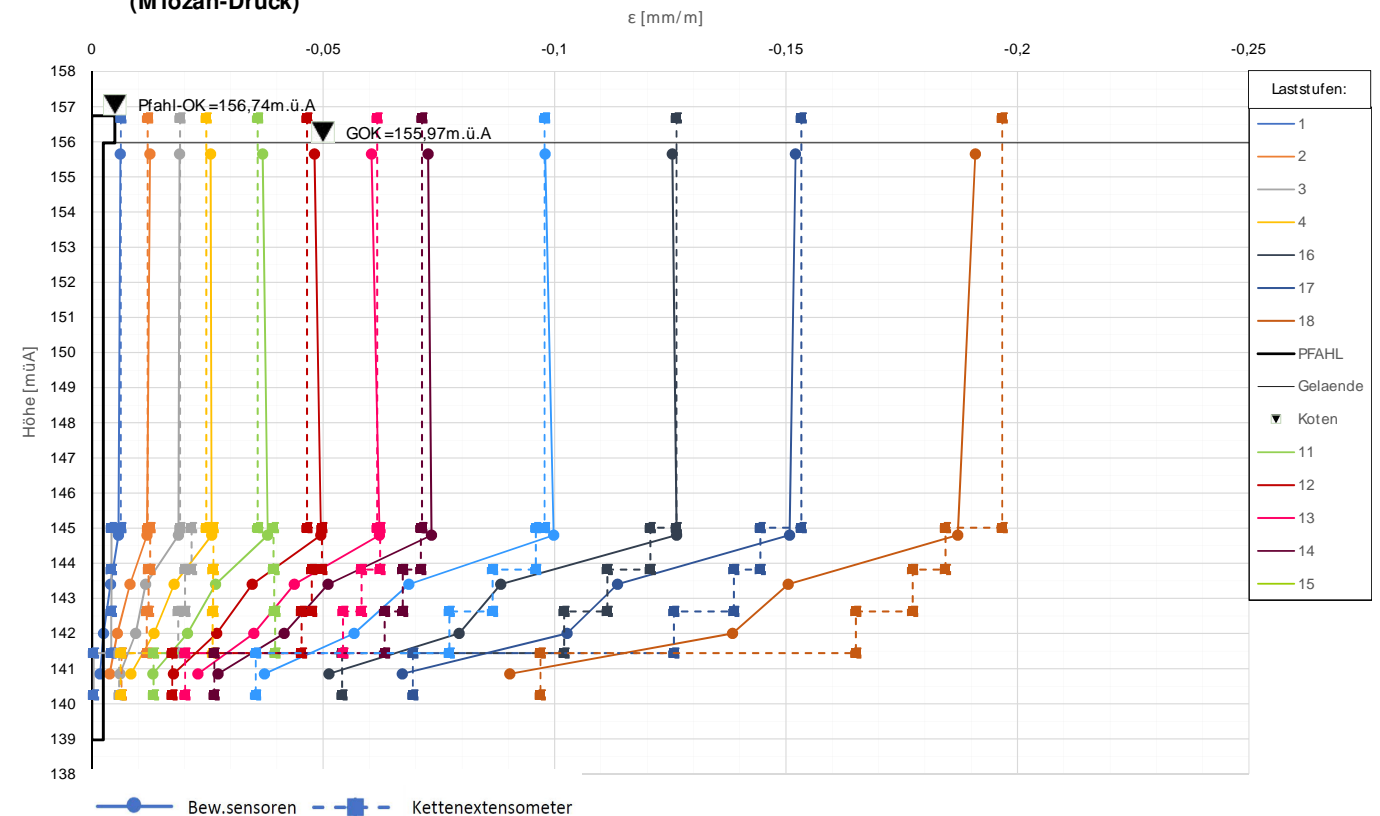
Prüfkörper: **B.M 14**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 14**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 28.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.M 15
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Miozän

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	16
Prüfdatum:	03.08.2017
Versuchsbeginn:	07:43 Uhr
Versuchsende:	22:25 Uhr
Wetterbedingungen:	sonnig heiß
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

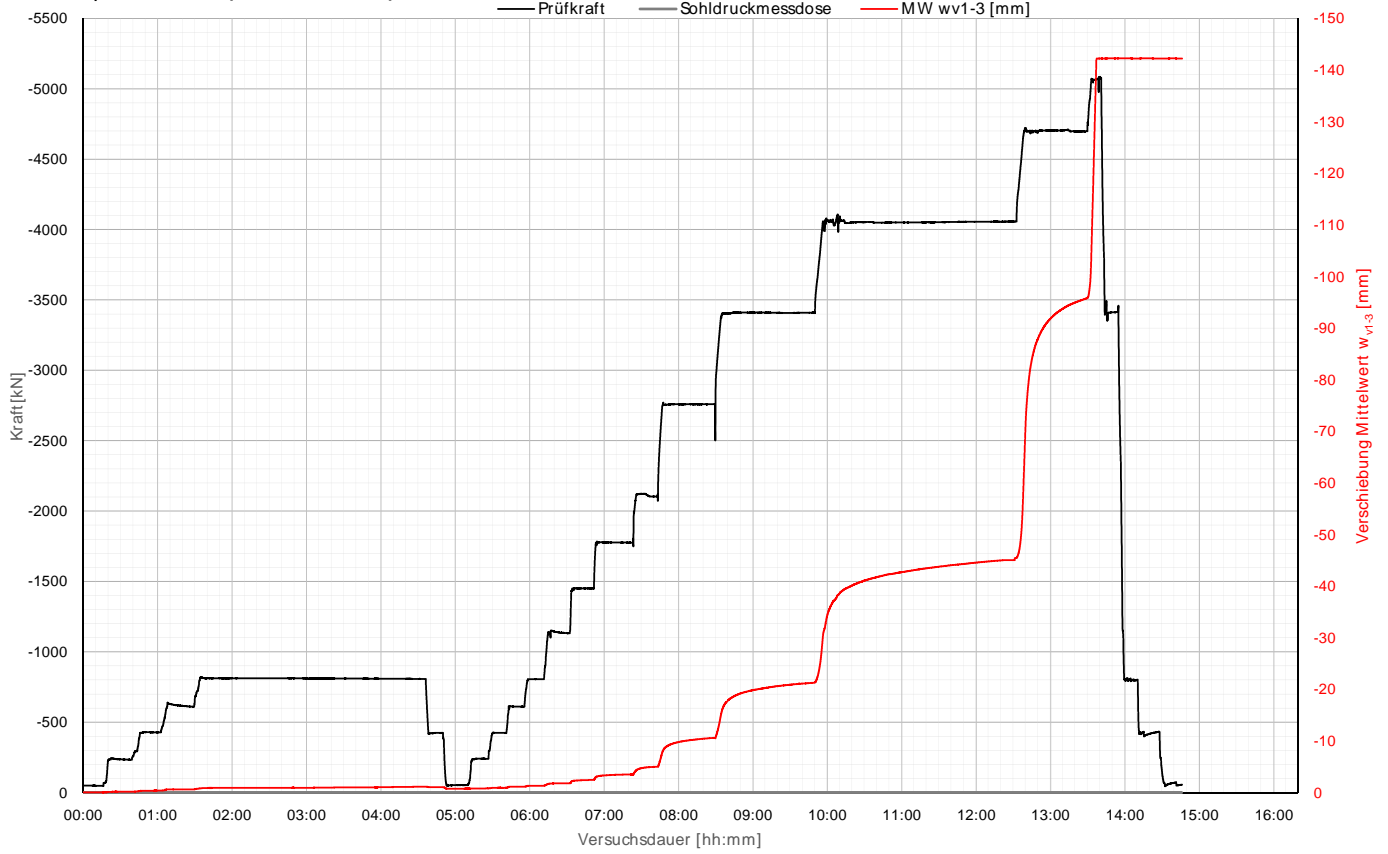
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	157,2 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,43 müA
OK Haftstrecke:	145,53 müA
UK Pfahl:	139,43 müA
Länge Freispielstrecke:	11,67 m
Länge Haftstrecke:	6,10 m
Pfahllänge:	17,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	13372,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	23263,18	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

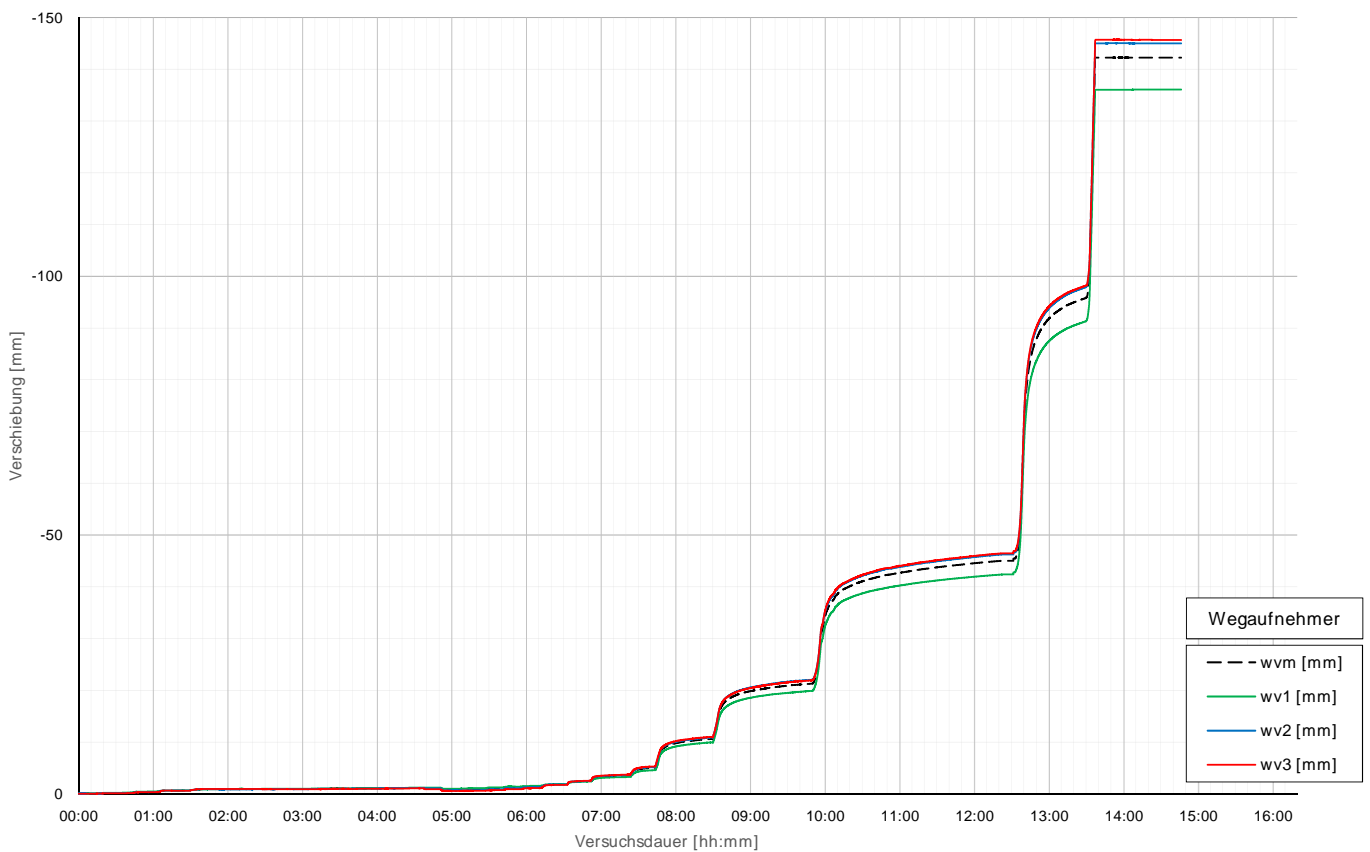
Prüfkörper: B.M 15 (Miozän-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.M 15 (Miozän-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.M 15 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																			Berechnung Kriechmaß					
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]																		
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m} ±3 [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 60 min	Δt 100 min	Δt 130 min	Δt 170 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
0	07:43	07:58	-50	-48	-0,06																			
1	08:06	08:21	-238	-234	-0,16	-0,15	-0,15	-0,16	-0,16											2	10	-0,15	-0,16	-0,01
2	08:30	08:45	-425	-428	-0,38	-0,34	-0,35	-0,36	-0,37											2	10	-0,35	-0,37	-0,04
3	08:55	09:11	-613	-611	-0,62	-0,63	-0,63	-0,63	-0,62	-0,62										10	15	-0,62	-0,62	-0,01
4	09:18	12:18	-800	-807	-1,13	-0,86	-0,87	-0,89	-0,91	-0,91	-0,90	-0,91	-0,92	-0,92	-0,93	-0,97	-1,03	-1,10		100	170	-0,97	-1,10	-0,56
5	12:22	12:32	-425	-424	-1,05	-1,06	-1,05	-1,05																
6	12:37	12:52	-50	-54	-0,77	-0,76	-0,76	-0,75	-0,75															
7	12:58	13:08	-238	-240	-0,81	-0,79	-0,79	-0,80												1	5	-0,79	-0,80	-0,01
8	13:14	13:24	-425	-424	-0,94	-0,93	-0,94	-0,94												2	5	-0,94	-0,94	0,00
9	13:28	13:38	-613	-610	-1,13	-1,14	-1,14	-1,14												2	5	-1,14	-1,14	0,00
10	13:42	13:52	-800	-806	-1,32	-1,30	-1,30	-1,31												2	5	-1,30	-1,31	-0,03
11	14:00	14:15	-1125	-1132	-1,80	-1,77	-1,78	-1,79	-1,81											2	10	-1,78	-1,81	-0,04
12	14:19	14:34	-1450	-1450	-2,47	-2,33	-2,34	-2,38	-2,43											2	10	-2,34	-2,43	-0,12
13	14:38	15:05	-1775	-1776	-3,53	-3,22	-3,26	-3,34	-3,40	-3,45	-3,49									10	20	-3,40	-3,49	-0,28
14	15:10	15:25	-2100	-2104	-4,99	-4,60	-4,67	-4,82	-4,95											2	10	-4,67	-4,95	-0,39
15	15:31	16:12	-2750	-2760	-10,61	-8,67	-8,87	-9,29	-9,69	-9,94	-10,12	-10,39	-10,59							20	40	-10,12	-10,59	-1,57
16	16:18	17:27	-3400	-3409	-21,19	-16,60	-17,06	-17,92	-18,71	-19,23	-19,57	-20,08	-20,46	-20,78	-21,01					40	60	-20,46	-21,01	-3,10
17	17:47	20:05	-4050	-4056	-45,03	-37,14	-37,36	-38,39	-39,45	-40,03	-40,56	-41,38	-42,00	-42,45	-42,87	-44,16	-44,87			110	130	-44,41	-44,87	-6,46
18	20:34	21:12	-4700	-4699	-95,77	-89,17	-89,62	-90,74	-92,14	-93,15	-93,94	-95,08												
19	21:20	21:23	-5350	-5078	-142,24	-142,24	-142,24																	
21	21:30	21:36	-3400	-3413	-142,26	-142,25	-142,25																	
22	21:43	21:53	-800	-802	-142,24	-142,26	-142,26	-142,25																
23	21:56	22:10	-425	-431	-142,23	-142,25	-142,25	-142,26	-142,24															
24	22:15	22:25	-50	-51	-142,24	-142,24	-142,24																	

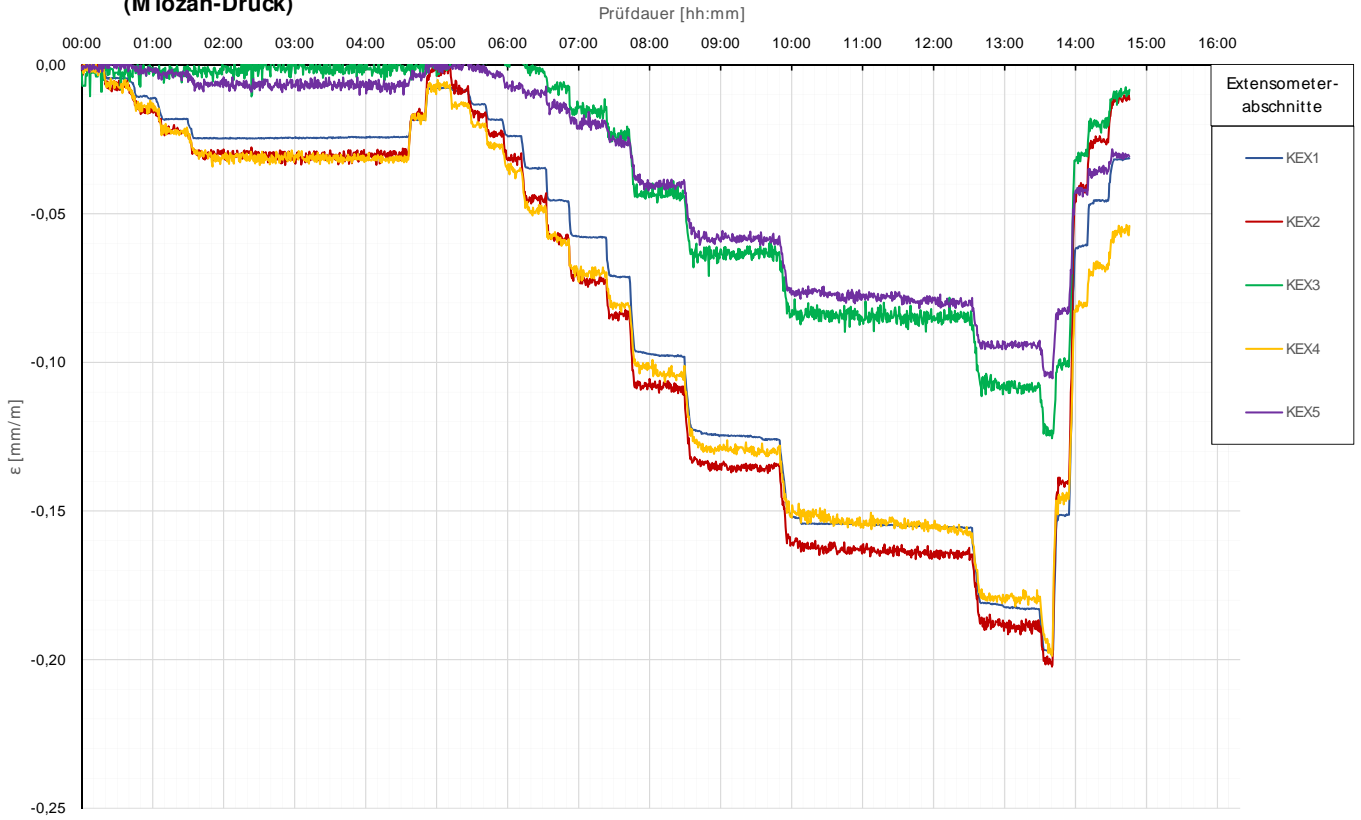
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.M 15 (Miozän - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer									Berechnung E-Modul un	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm²]	Ec / KEX1 [kN/mm²]	
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:	
0	07:58	-48	157,03/11,62	145,41/1,18	144,23/1,19	143,04/1,19	141,85/1,19	3	8	
1	08:21	-234	-0,0045	-0,0065	-0,0015	-0,0067	0,0000		75	
2	08:45	-428	-0,0110	-0,0157	-0,0010	-0,0139	-0,0017		53	
3	09:11	-611	-0,0182	-0,0215	-0,0007	-0,0240	-0,0024		45	
4	12:18	-807	-0,0243	-0,0310	-0,0019	-0,0308	-0,0070		44	
5	12:32	-424	-0,0184	-0,0167	0,0014	-0,0179	-0,0032			
6	12:52	-54	-0,0076	-0,0009	-0,0016	-0,0074	0,0001			
7	13:08	-240	-0,0087	-0,0085	0,0045	-0,0137	0,0008		35	
8	13:24	-424	-0,0133	-0,0159	0,0072	-0,0196	-0,0027		42	
9	13:38	-610	-0,0182	-0,0241	0,0045	-0,0266	-0,0029		45	
10	13:52	-806	-0,0239	-0,0308	0,0040	-0,0356	-0,0081		45	
11	14:15	-1132	-0,0349	-0,0443	-0,0038	-0,0477	-0,0099		43	
12	14:34	-1450	-0,0458	-0,0579	-0,0069	-0,0601	-0,0158		42	
13	15:05	-1776	-0,0580	-0,0727	-0,0115	-0,0697	-0,0187		40	
14	15:25	-2104	-0,0714	-0,0835	-0,0215	-0,0808	-0,0243		38	
15	16:12	-2760	-0,0981	-0,1105	-0,0441	-0,1050	-0,0387		36	
16	17:27	-3409	-0,1259	-0,1358	-0,0655	-0,1297	-0,0572		34	
17	20:05	-4056	-0,1554	-0,1641	-0,0841	-0,1561	-0,0795		33	
18	21:12	-4699	-0,1829	-0,1885	-0,1083	-0,1797	-0,0944		32	
19	21:23	-5078	-0,1985	-0,2024	-0,1255	-0,1988	-0,1042			
21	21:36	-3413	-0,1514	-0,1400	-0,0995	-0,1446	-0,0837			
22	21:53	-802	-0,0606	-0,0422	-0,0307	-0,0795	-0,0437			
23	22:10	-431	-0,0455	-0,0249	-0,0177	-0,0688	-0,0360			
24	22:25	-51	-0,0316	-0,0114	-0,0082	-0,0552	-0,0298	MW E-Modul	43	

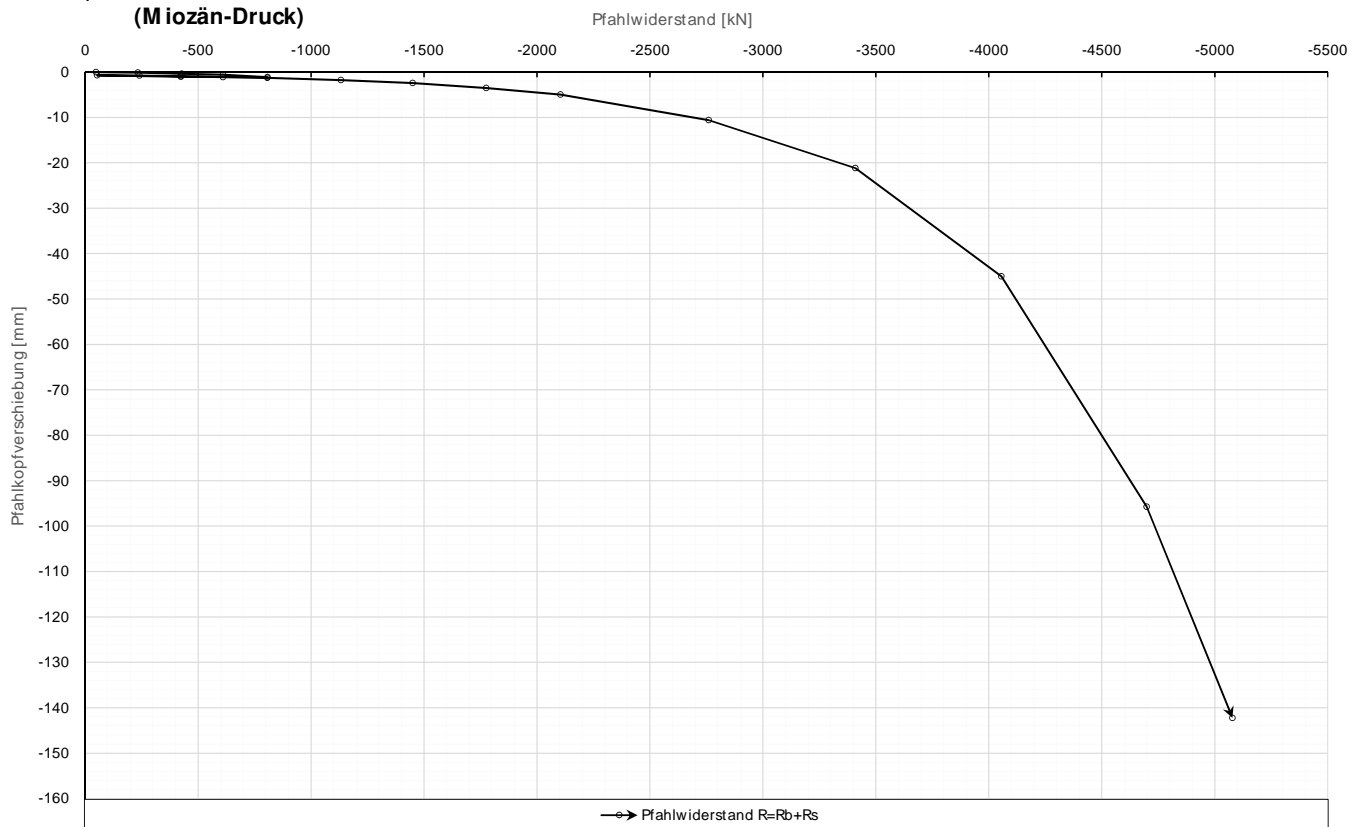
Prüfkörper: **B.M 15**
(Miozän-Druck)

Kettenextensometer



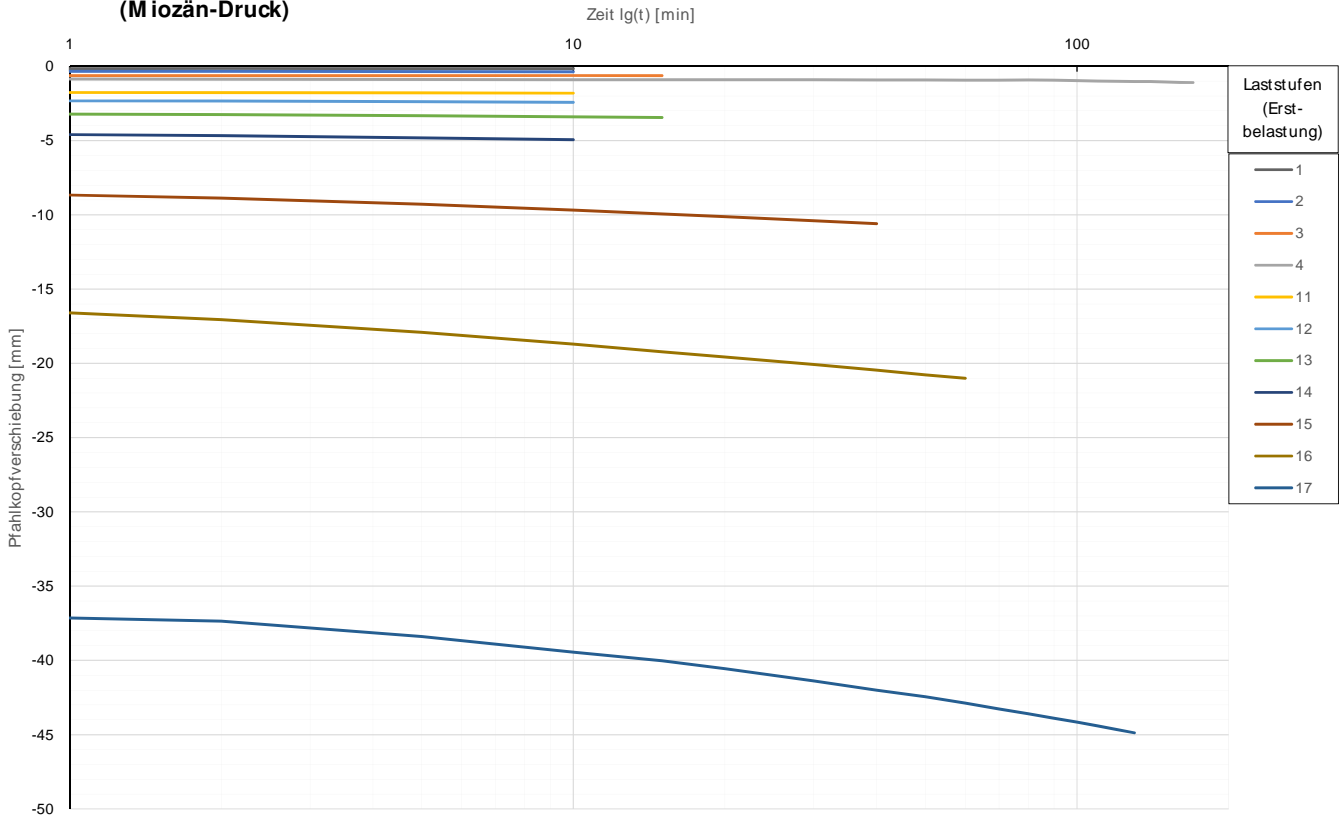
Prüfkörper: **B.M 15**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.M 15
(Miozän-Druck)

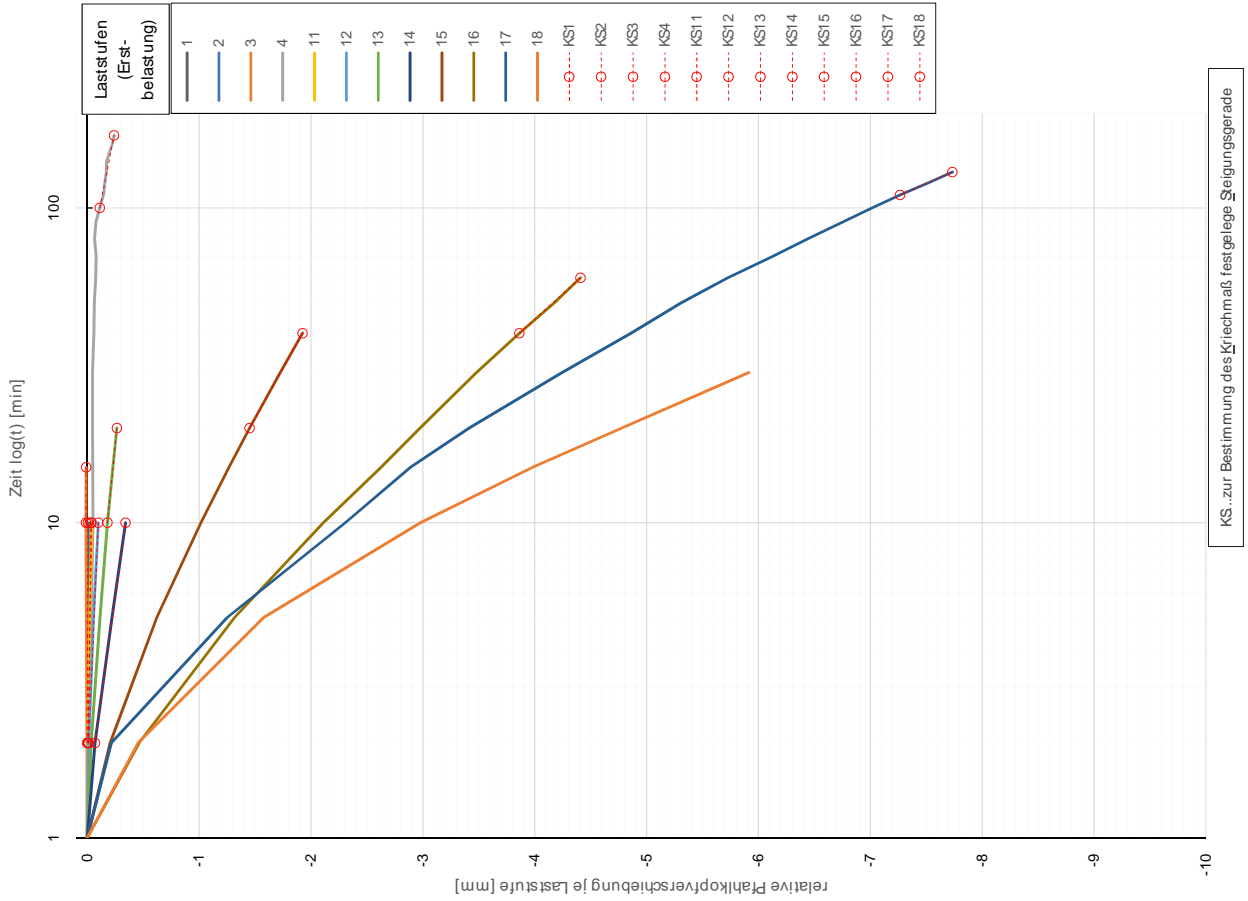
Zeitverformung



Forschungsbibliothek TU Wien **b1.geo** Die approbierte gedruckte Originalbibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

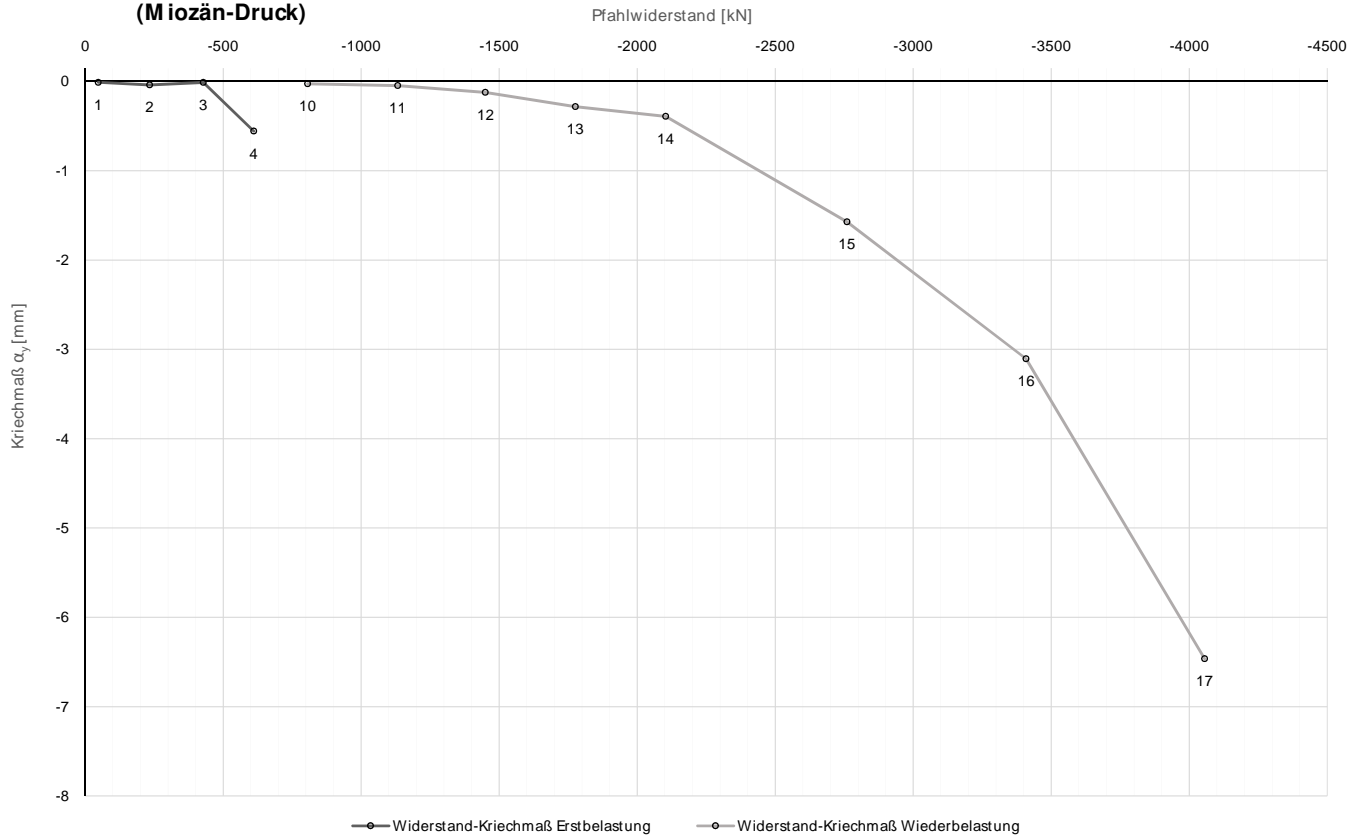
Prüfkörper: B.M 15
(Miozän-Druck)

Zeitverformung



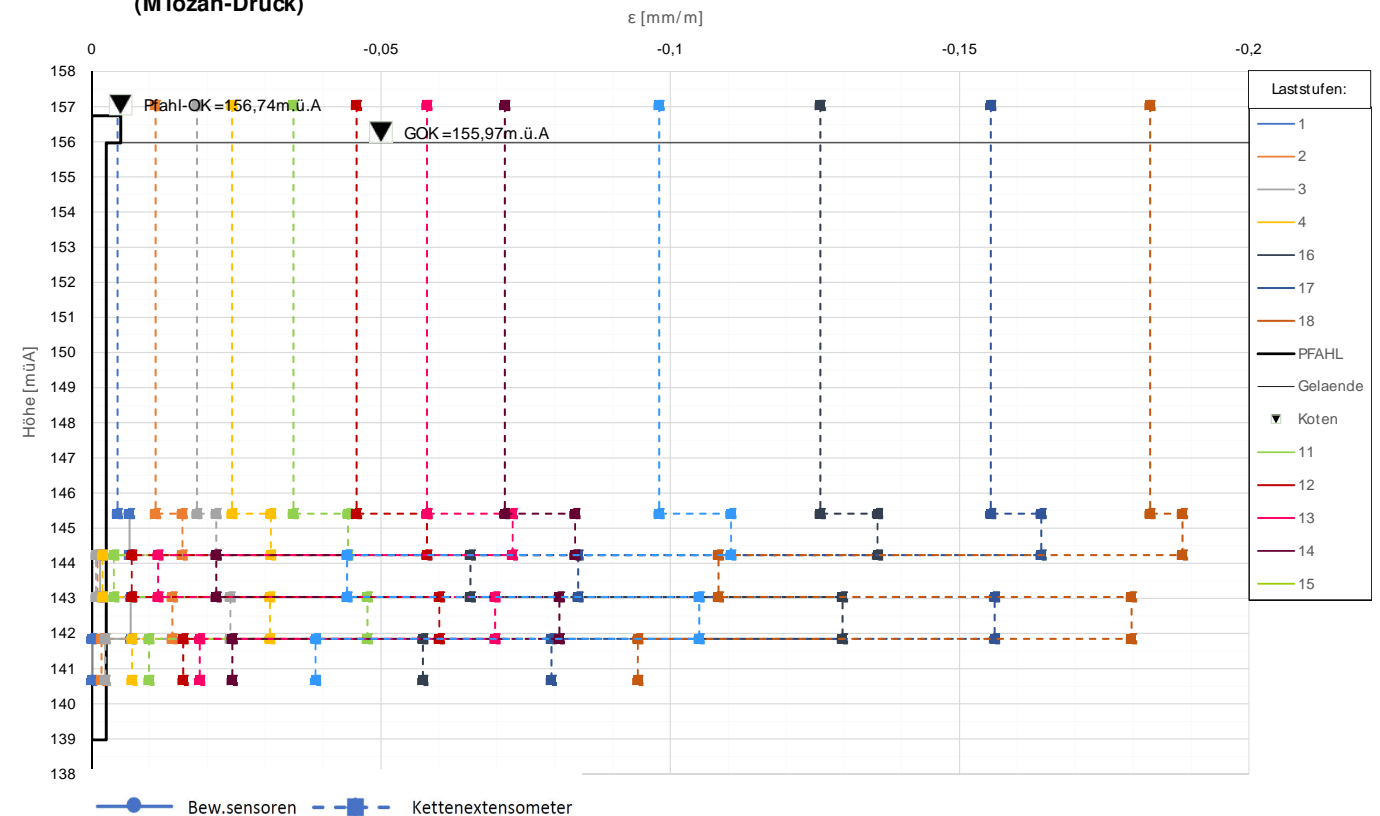
Prüfkörper: **B.M 15**
(Miozän-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.M 15**
(Miozän-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



ANHANG B

Auswertung der Großbohrpfahlversuche: Pfähle Kies B.Kxx



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K1
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	3
Prüfdatum:	22.06.2017
Versuchsbeginn:	07:04 Uhr
Versuchsende:	18:16 Uhr
Wetterbedingungen:	sonnig heiß
besondere Versuchsbedingungen:	unplausible Messwerte KEX3

Geometrie Prüfkörper:

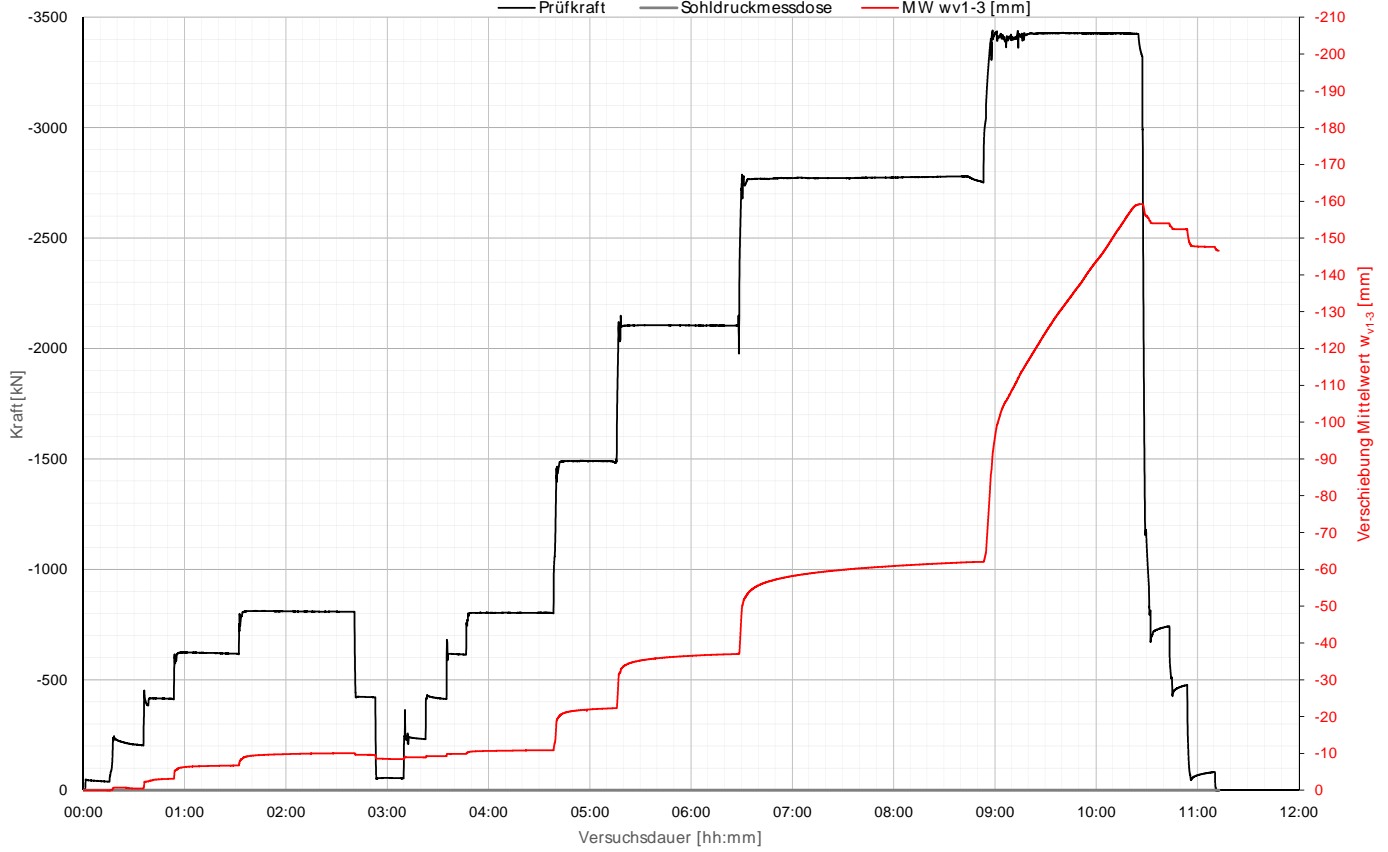
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,83 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,03 müA
OK Haftstrecke:	154,17 müA
UK Pfahl:	150,03 müA
Länge Freispielstrecke:	2,66 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

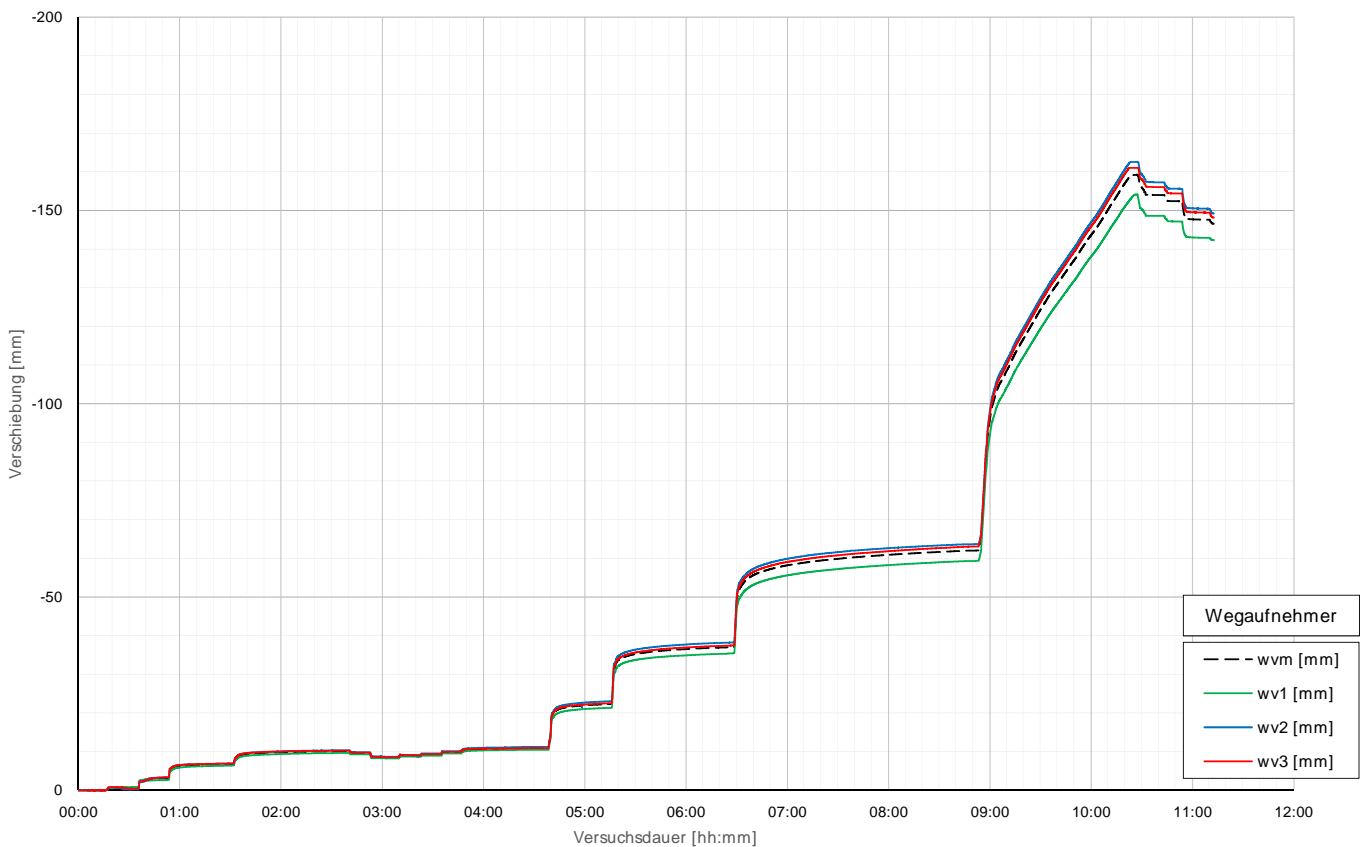
Prüfkörper: B.K1 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K1 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K1 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]													Berechnung Kriechmaß					
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 130 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:04	07:19	-50	-39	0,08																			
1	07:22	07:35	-238	-207	-0,46	-0,71	-0,71	-0,69	-0,50									2	10	-0,71	-0,50	0,31		
2	07:41	07:56	-425	-414	-3,09	-2,37	-2,52	-2,84	-3,01									2	10	-2,52	-3,01	-0,71		
3	07:59	08:34	-613	-618	-6,71	-5,86	-6,05	-6,29	-6,46	-6,53	-6,59	-6,68						15	30	-6,53	-6,68	-0,51		
4	08:38	09:38	-800	-808	-10,04	-8,90	-9,07	-9,33	-9,52	-9,64	-9,72	-9,86	-9,95	-9,99				30	50	-9,86	-9,99	-0,58		
5	09:45	09:55	-425	-421	-9,59	-9,63	-9,62	-9,62																
6	09:58	10:13	-50	-54	-8,46	-8,57	-8,56	-8,53	-8,46															
7	10:16	10:26	-238	-231	-8,90	-8,93	-8,93	-8,93										1	5	-8,93	-8,93	-0,01		
8	10:28	10:38	-425	-414	-9,24	-9,25	-9,25	-9,24										1	5	-9,25	-9,24	0,01		
9	10:40	10:50	-613	-614	-9,85	-9,83	-9,83	-9,84										1	5	-9,83	-9,84	-0,01		
10	10:53	11:23	-800	-803	-10,79	-10,50	-10,54	-10,60	-10,66	-10,69	-10,72							10	20	-10,66	-10,72	-0,22		
11	11:45	12:16	-1450	-1490	-22,23	-20,16	-20,60	-21,16	-21,58	-21,80	-21,98	-22,21						15	30	-21,80	-22,21	-1,34		
12	12:23	13:30	-2100	-2104	-36,99	-33,66	-33,97	-34,57	-35,15	-35,51	-35,80	-36,20	-36,48	-36,72	-36,89			40	60	-36,48	-36,89	-2,32		
13	13:37	15:54	-2750	-2759	-61,99	-53,68	-54,16	-55,18	-56,26	-56,97	-57,55	-58,40	-59,06	-59,57	-60,00	-61,25	-61,92	100	130	-61,25	-61,92	-5,83		
14	16:25	17:25	-3400	-3426	-157,76	-118,43	-119,18	-121,42	-125,14	-128,61	-131,70	-137,85	-144,27	-151,00				0	0					
20	17:37	17:45	-800	-739	-153,99	-154,03	-154,03	-153,98																
21	17:47	17:57	-425	-475	-152,38	-153,21	-152,67	-152,41																
22	18:00	18:14	-50	-82	-147,59	-147,81	-147,76	-147,68	-147,62															

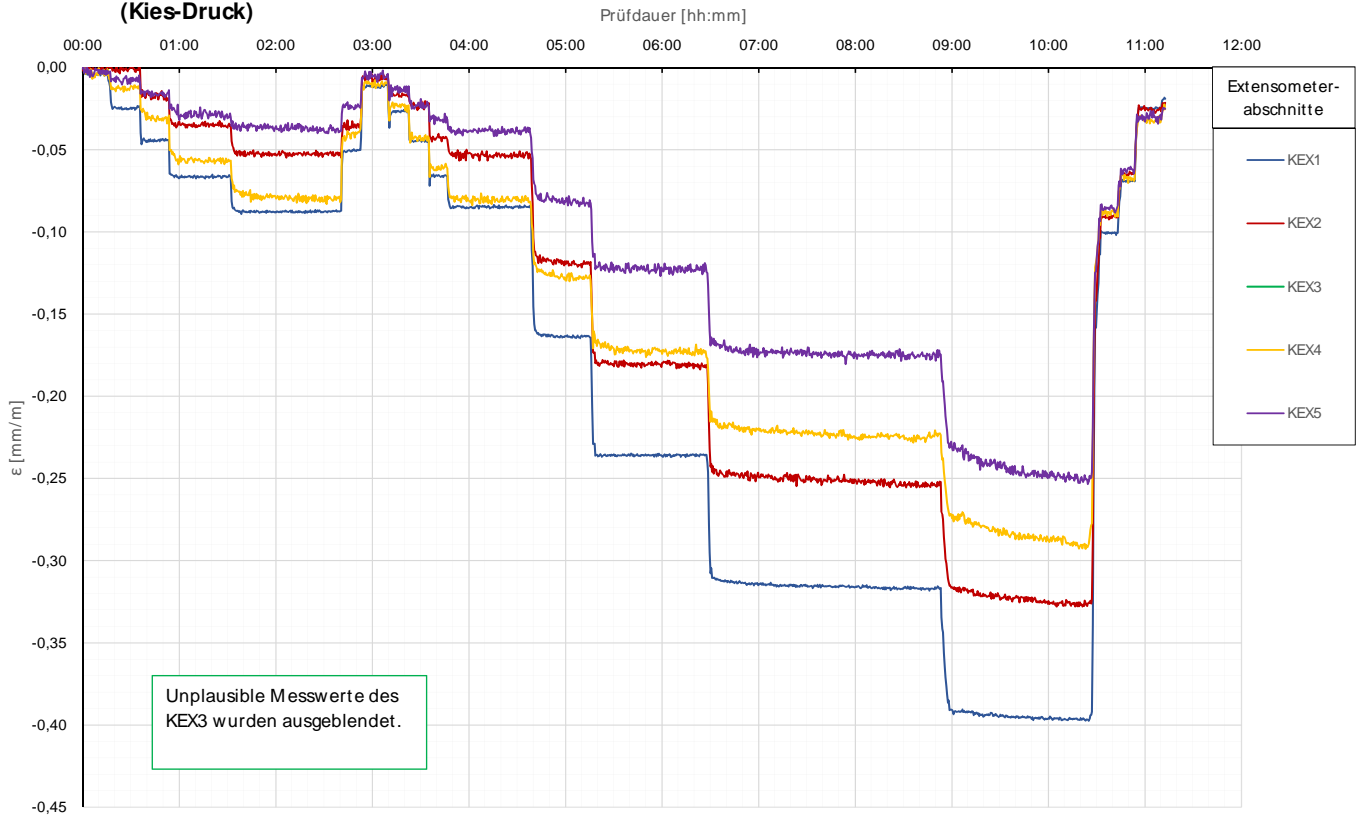
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K1 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	07:19	-39	156,76/2,53	154,23/1,04	153,19/1,03	152,16/1,02	151,14/0,77	3	8		
1	07:35	-207	-0,0245	0,0004	0,0000	-0,0117	-0,0062		35		
2	07:56	-414	-0,0442	-0,0202	0,0000	-0,0302	-0,0169		41		
3	08:34	-618	-0,0664	-0,0367	0,0000	-0,0574	-0,0309		40		
4	09:38	-808	-0,0879	-0,0512	0,0000	-0,0796	-0,0350		40		
5	09:55	-421	-0,0500	-0,0343	0,0000	-0,0393	-0,0223				
6	10:13	-54	-0,0106	-0,0056	0,0000	-0,0089	-0,0045				
7	10:26	-231	-0,0265	-0,0176	0,0000	-0,0232	-0,0164		37		
8	10:38	-414	-0,0452	-0,0223	0,0000	-0,0444	-0,0208		39		
9	10:50	-614	-0,0659	-0,0424	0,0000	-0,0603	-0,0298		40		
10	11:23	-803	-0,0857	-0,0532	0,0000	-0,0818	-0,0388		41		
11	12:16	-1490	-0,1631	-0,1194	0,0000	-0,1279	-0,0841		39		
12	13:30	-2104	-0,2356	-0,1820	0,0000	-0,1735	-0,1240		38		
13	15:54	-2759	-0,3171	-0,2543	0,0000	-0,2232	-0,1784		36		
14	17:25	-3426	-0,3966	-0,3279	0,0000	-0,2925	-0,2509		36		
20	17:45	-739	-0,1003	-0,0902	0,0000	-0,0885	-0,0878				
21	17:57	-475	-0,0684	-0,0647	0,0000	-0,0690	-0,0646				
22	18:14	-82	-0,0248	-0,0267	0,0000	-0,0317	-0,0317				
								MW E-Modul		38	

Prüfkörper: **B.K1**
(Kies-Druck)

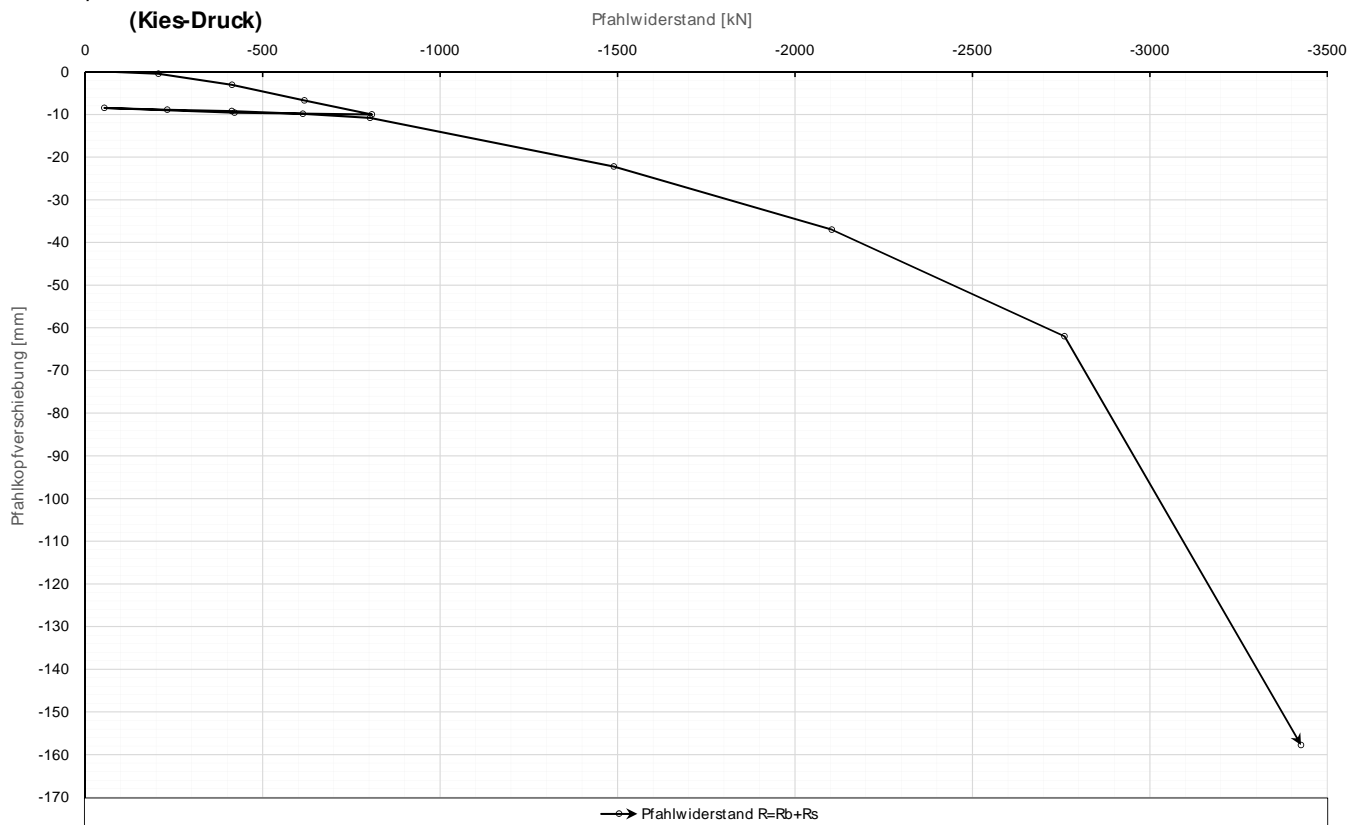
Kettenextensometer



6

Prüfkörper: **B.K1**
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie

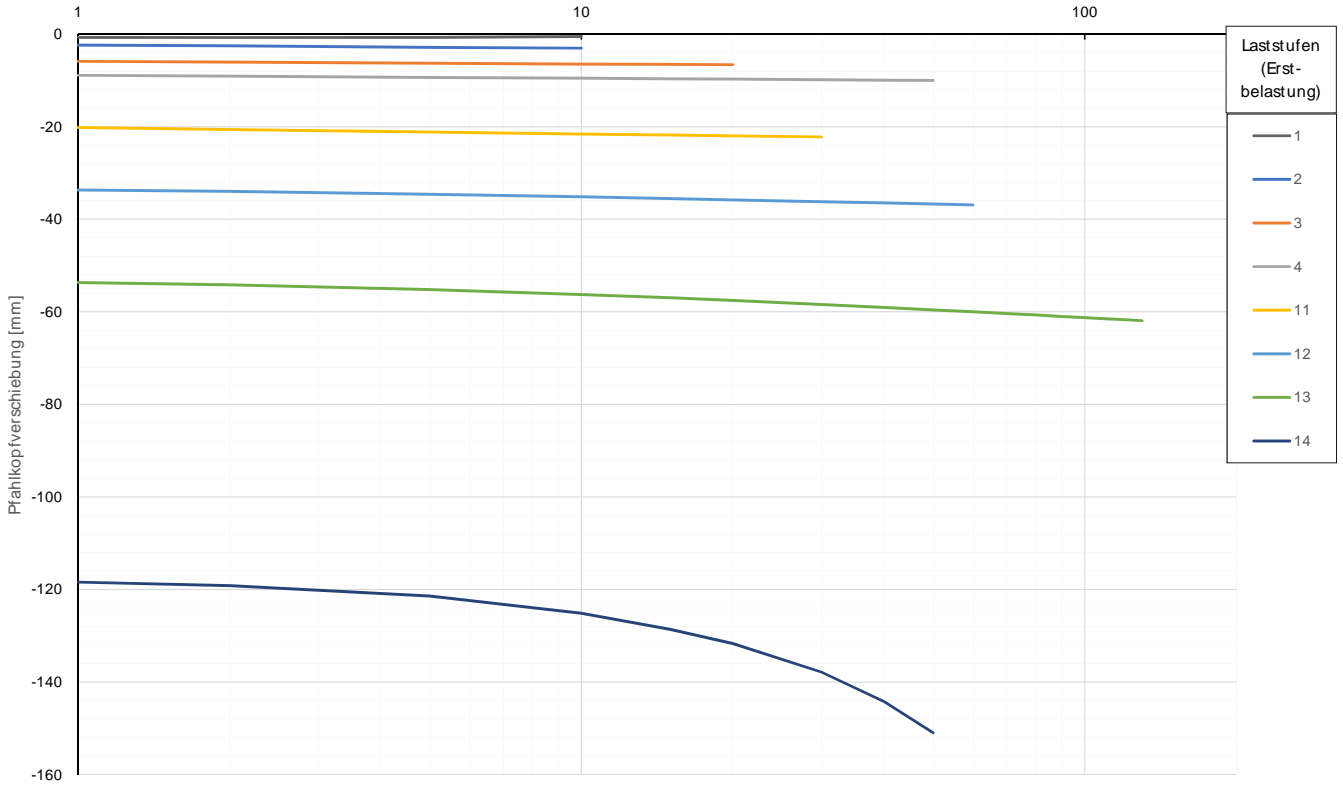


7

Prüfkörper: B.K1
(Kies-Druck)

Zeitverformung

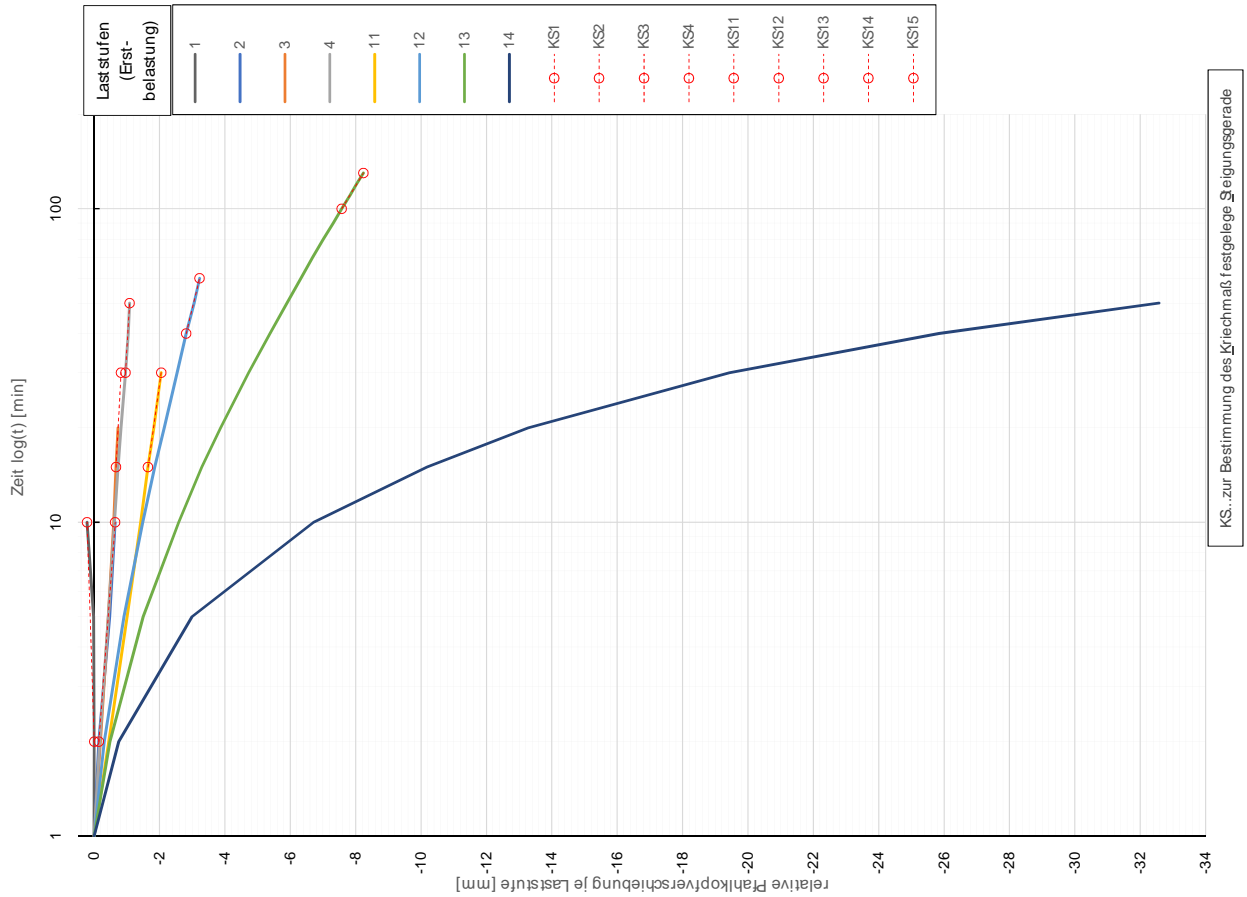
Zeit lg(t) [min]



Forschungsbibliothek TU Wien Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at TU Wien Bibliothek.

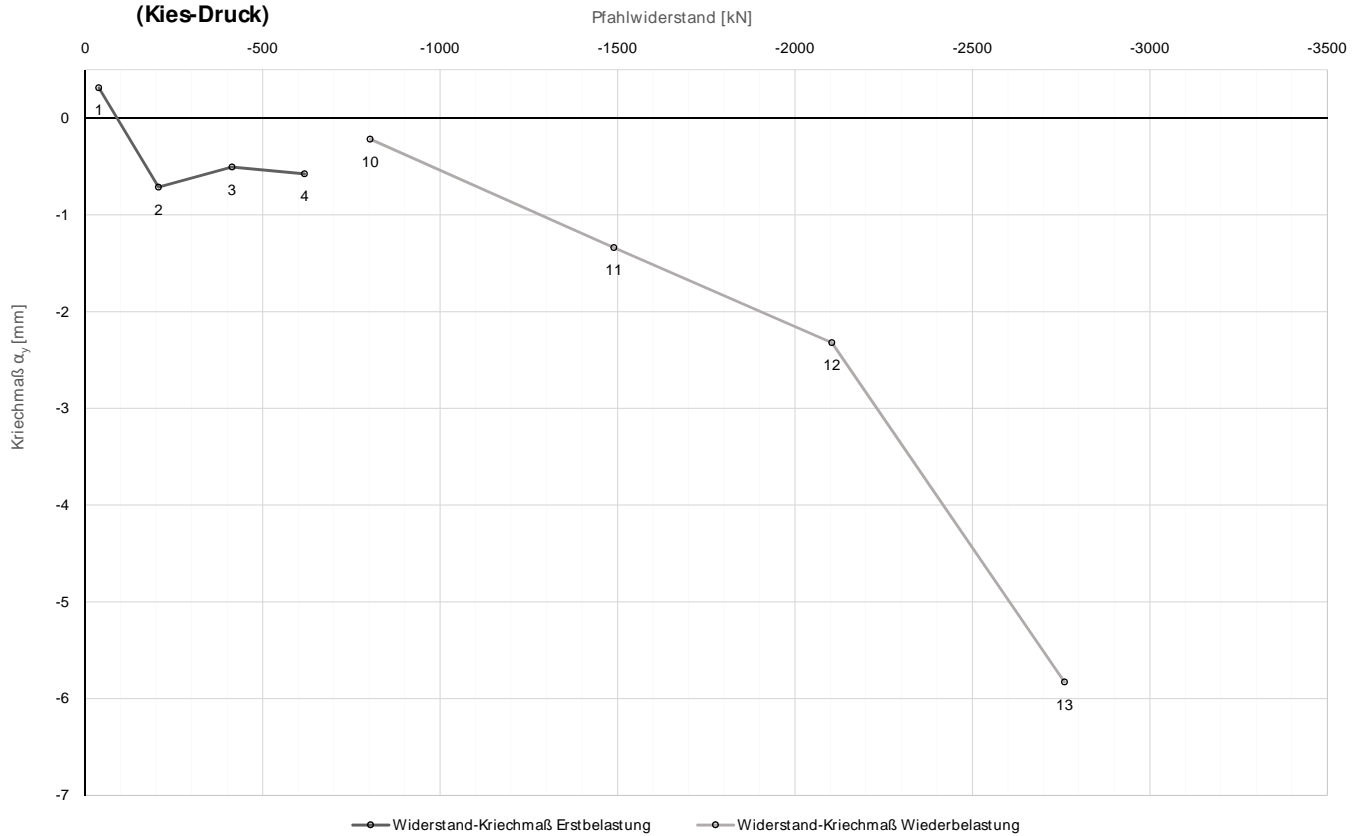
Zeitverformung

Prüfkörper: B.K1
(Kies-Druck)



Prüfkörper: B.K1
(Kies-Druck)

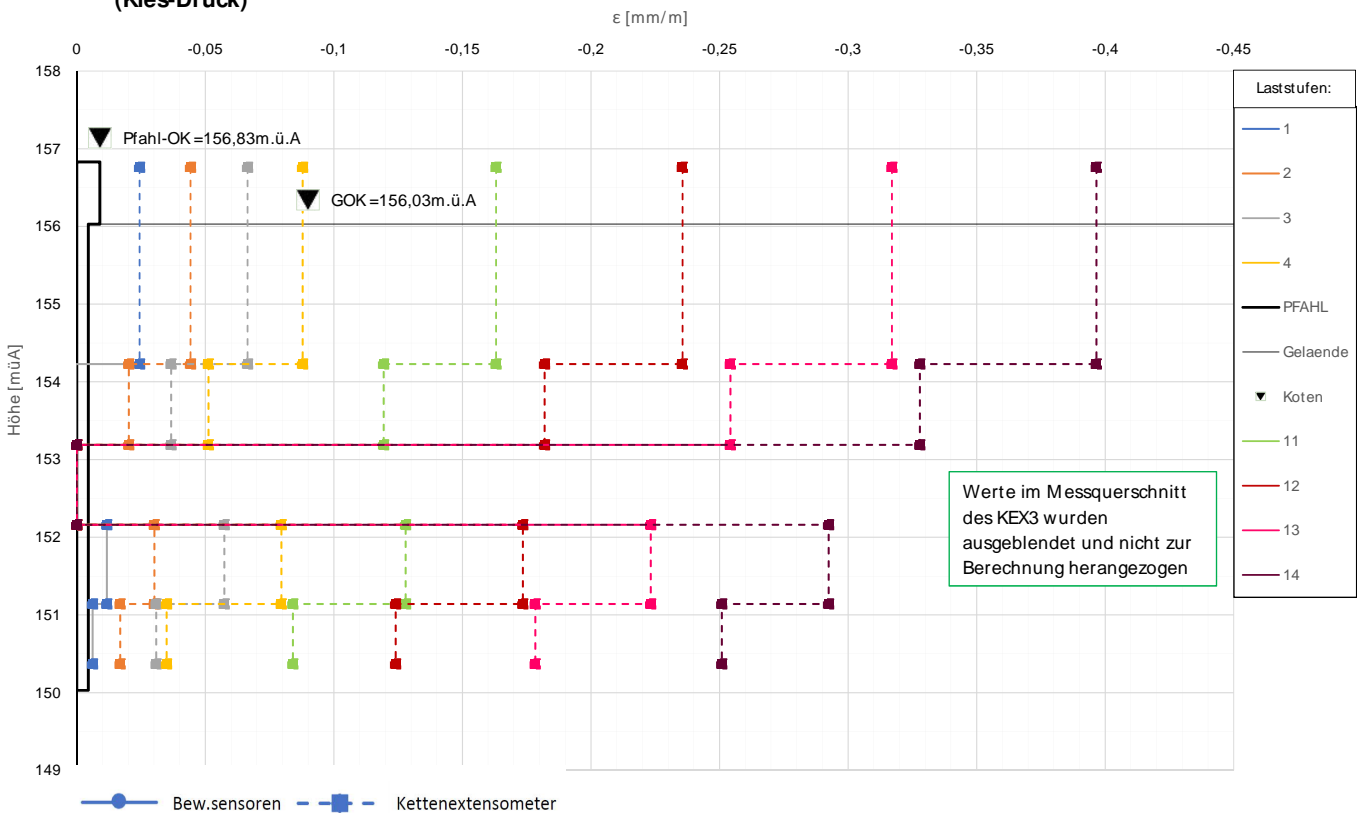
Widerstands-Kriechmaßlinie



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K1
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K2
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	2
Prüfdatum:	19.06.2017
Versuchsbeginn:	08:12 Uhr
Versuchsende:	20:03 Uhr
Wetterbedingungen:	8:45h 23°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	unplausible Messwerte KEX 3

Geometrie Prüfkörper:

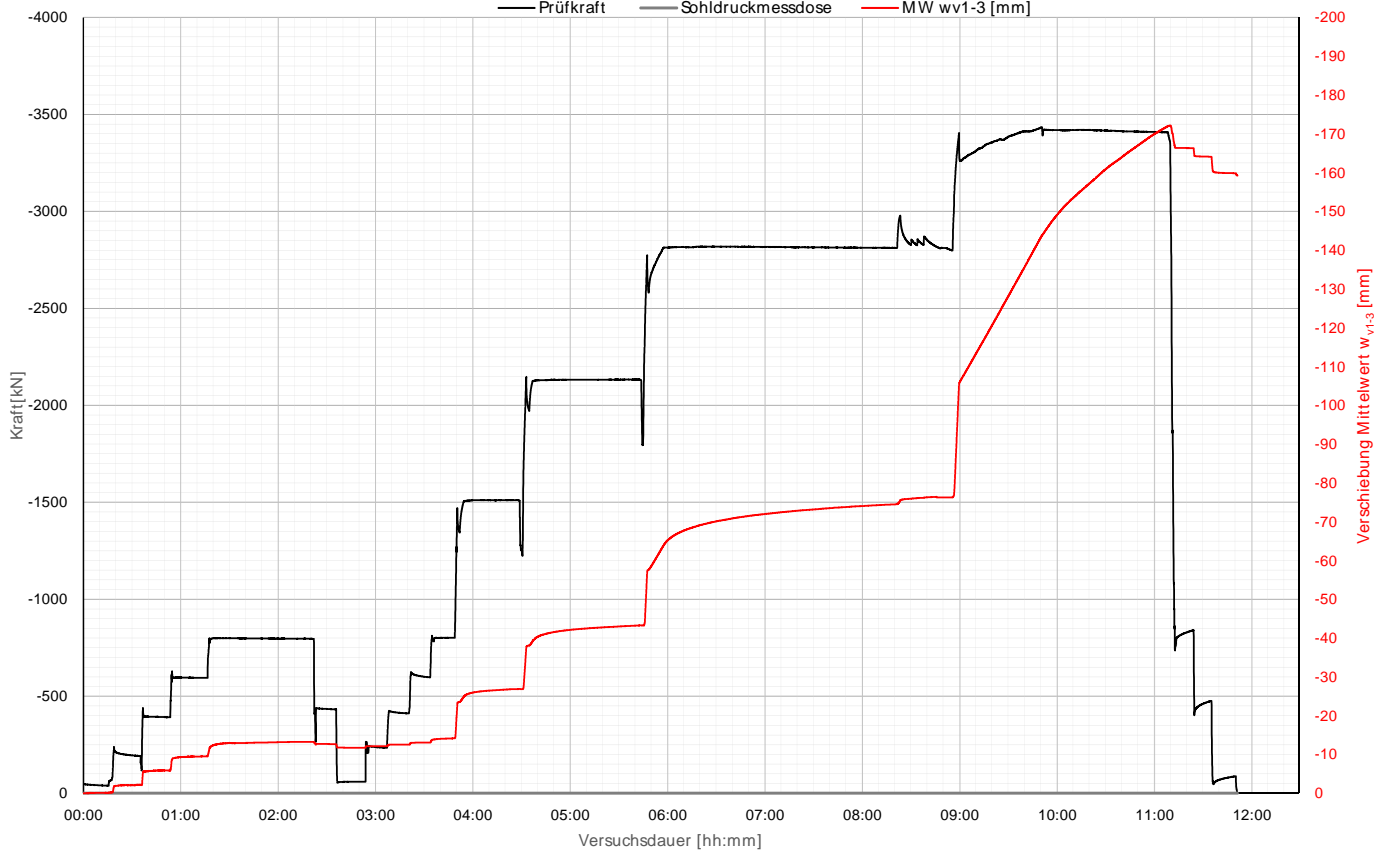
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,78 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,98 müA
OK Haftstrecke:	154,12 müA
UK Pfahl:	149,98 müA
Länge Freispielstrecke:	2,66 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

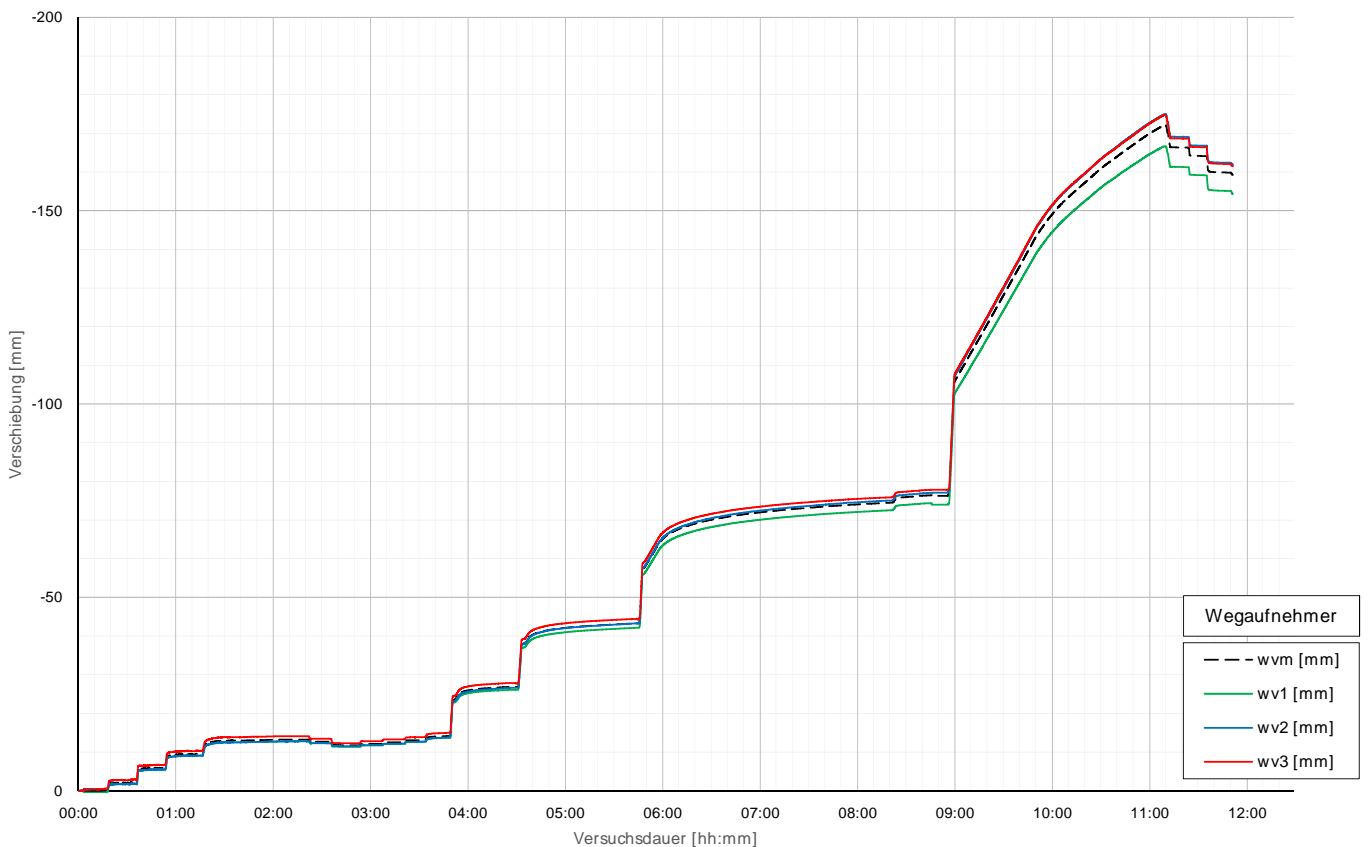
Prüfkörper: B.K2 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K2 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K2 (Kies- Druck)

Auswertung MW ESI - Belastungsstufen und Verformungen																										
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]														Berechnung Kriechmaß						
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 60 min	Δt 100 min	Δt 110 min	Δt 120 min	Δt 130 min	Δt 140 min	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	08:12	08:29	-50	-67	-0,20																					
1	08:32	08:45	-238	-193	-2,21	-1,92	-2,01	-2,07	-2,06													2	10	-2,01	-2,06	-0,07
2	08:49	09:04	-425	-392	-5,88	-5,67	-5,66	-5,72	-5,88													2	10	-5,66	-5,88	-0,31
3	09:07	09:27	-613	-595	-9,49	-9,10	-9,17	-9,35	-9,43	-9,44												5	15	-9,35	-9,44	-0,19
4	09:30	10:29	-800	-797	-13,23	-12,17	-12,35	-12,66	-12,88	-12,91	-12,96	-13,06	-13,13	-13,21								30	50	-13,06	-13,21	-0,68
5	10:37	10:47	-425	-432	-12,66	-12,68	-12,68	-12,68	-12,68																	
6	10:49	11:04	-50	-59	-11,73	-11,78	-11,79	-11,72	-11,72																	
7	11:08	11:18	-238	-235	-12,11	-12,11	-12,11	-12,10														1	5	-12,11	-12,10	0,02
8	11:22	11:32	-425	-412	-12,52	-12,52	-12,52	-12,52														1	5	-12,52	-12,52	0,00
9	11:35	11:45	-613	-598	-13,07	-13,03	-13,04	-13,04														1	5	-13,03	-13,04	-0,02
10	11:50	12:00	-800	-802	-14,14	-14,00	-14,02	-14,07														1	5	-14,00	-14,07	-0,11
11	12:05	12:40	-1450	-1511	-26,86	-24,68	-25,16	-25,75	-26,16	-26,39	-26,54	-26,79									15	30	-26,39	-26,79	-1,34	
12	12:47	13:52	-2100	-2133	-43,20	-38,69	-39,34	-40,36	-41,10	-41,56	-41,87	-42,32	-42,63	-42,87	-43,10						40	60	-42,63	-43,10	-2,67	
13	14:02	16:51	-2750	-2860	-76,26	-59,31	-60,01	-62,15	-65,22	-66,72	-67,73	-69,11	-70,09	-70,86	-71,49	-73,16	-73,49	-73,78	-74,04	-74,27	100	140	-73,16	-74,27	-7,63	
14	17:12	19:06	-3400	-3411	-168,29	-106,82	-107,54	-109,71	-113,40	-117,04	-120,77	-128,25	-135,76	-143,39	-149,17	-164,06	-167,10					0	0			
20	19:20	19:35	-800	-838	-166,31	-172,08	-171,96	-166,38	-166,34																	
21	19:37	19:47	-425	-476	-164,18	-164,20	-164,18	-164,14																		
22	19:48	20:02	-50	-87	-159,83	-160,07	-160,02	-159,93	-159,87																	

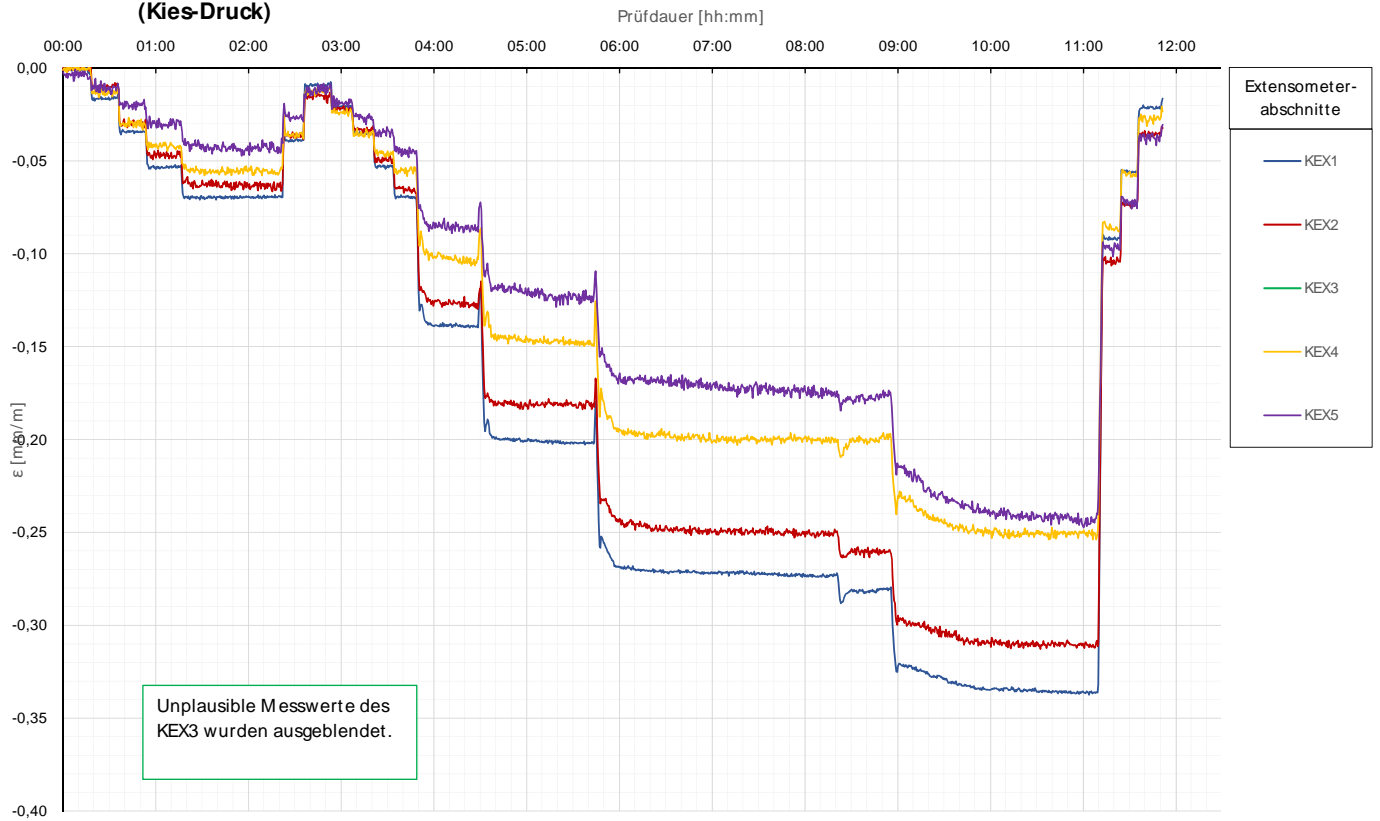
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K2 (Kies- Druck)

Auswertung MW ESI - Kettenextensometer									Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]	
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:	
0	08:29	-67	156,71/2,53	154,18/1,04	153,14/1,03	152,11/1,03	151,08/0,76	3	8	
1	08:45	-193	-0,0157	-0,0095	0,0000	-0,0123	-0,0102		61	
2	09:04	-392	-0,0339	-0,0307	0,0000	-0,0295	-0,0184		56	
3	09:27	-595	-0,0532	-0,0449	0,0000	-0,0434	-0,0288		53	
4	10:29	-797	-0,0697	-0,0656	0,0000	-0,0562	-0,0447		55	
5	10:47	-432	-0,0387	-0,0366	0,0000	-0,0365	-0,0269			
6	11:04	-59	-0,0087	-0,0156	0,0000	-0,0110	-0,0106			
7	11:18	-235	-0,0204	-0,0216	0,0000	-0,0221	-0,0169		55	
8	11:32	-412	-0,0350	-0,0335	0,0000	-0,0342	-0,0280		57	
9	11:45	-598	-0,0532	-0,0493	0,0000	-0,0455	-0,0340		53	
10	12:00	-802	-0,0697	-0,0672	0,0000	-0,0536	-0,0448		55	
11	12:40	-1511	-0,1386	-0,1297	0,0000	-0,1016	-0,0856		51	
12	13:52	-2133	-0,2020	-0,1801	0,0000	-0,1489	-0,1247		49	
13	16:51	-2860	-0,2825	-0,2596	0,0000	-0,1997	-0,1783		46	
14	19:06	-3411	-0,3363	-0,3107	0,0000	-0,2499	-0,2423		46	
20	19:35	-838	-0,0917	-0,1042	0,0000	-0,0881	-0,0979			
21	19:47	-476	-0,0542	-0,0705	0,0000	-0,0517	-0,0633			
22	20:02	-87	-0,0215	-0,0357	0,0000	-0,0262	-0,0366			
								MW E-Modul		
								53		

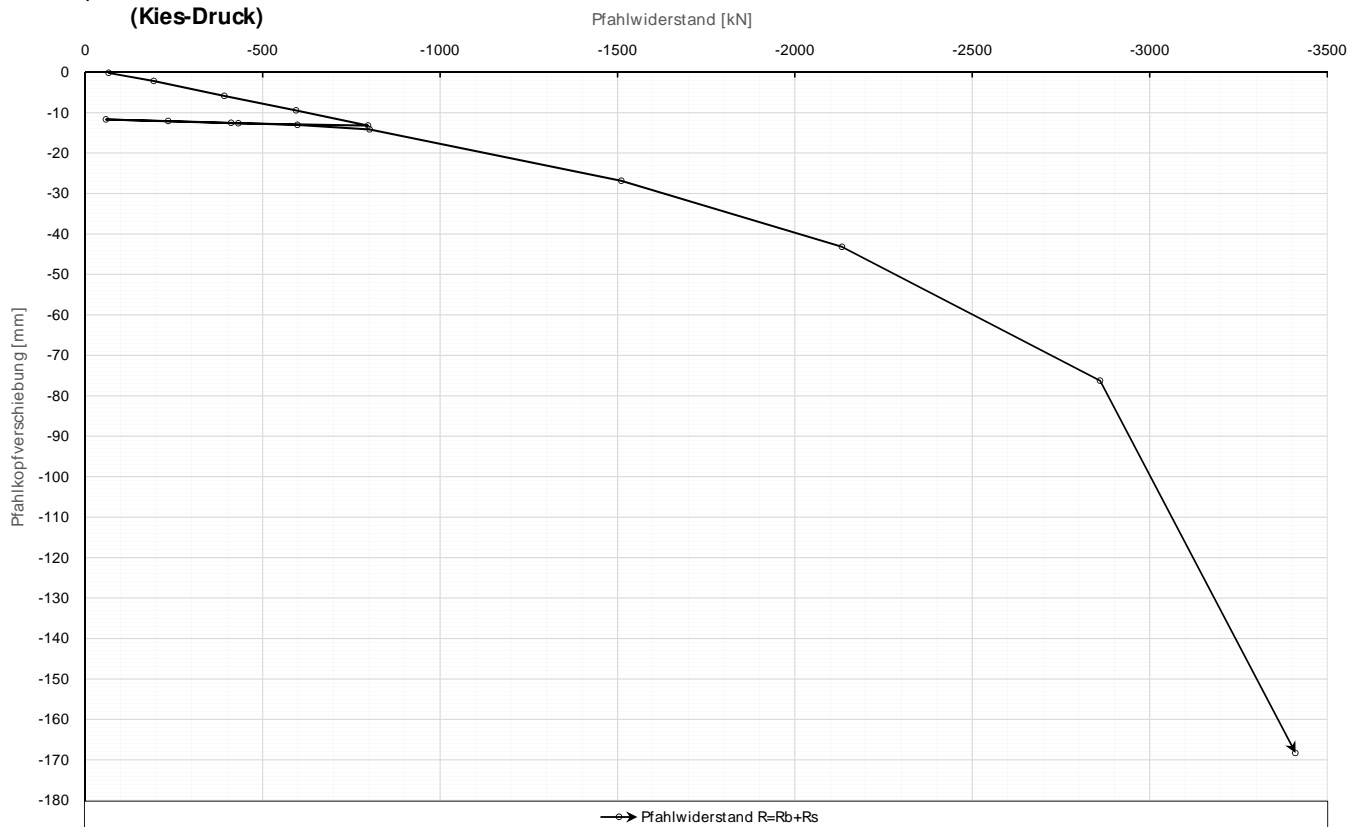
Prüfkörper: **B.K2**
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



Prüfkörper: **B.K2**
(Kies-Druck)

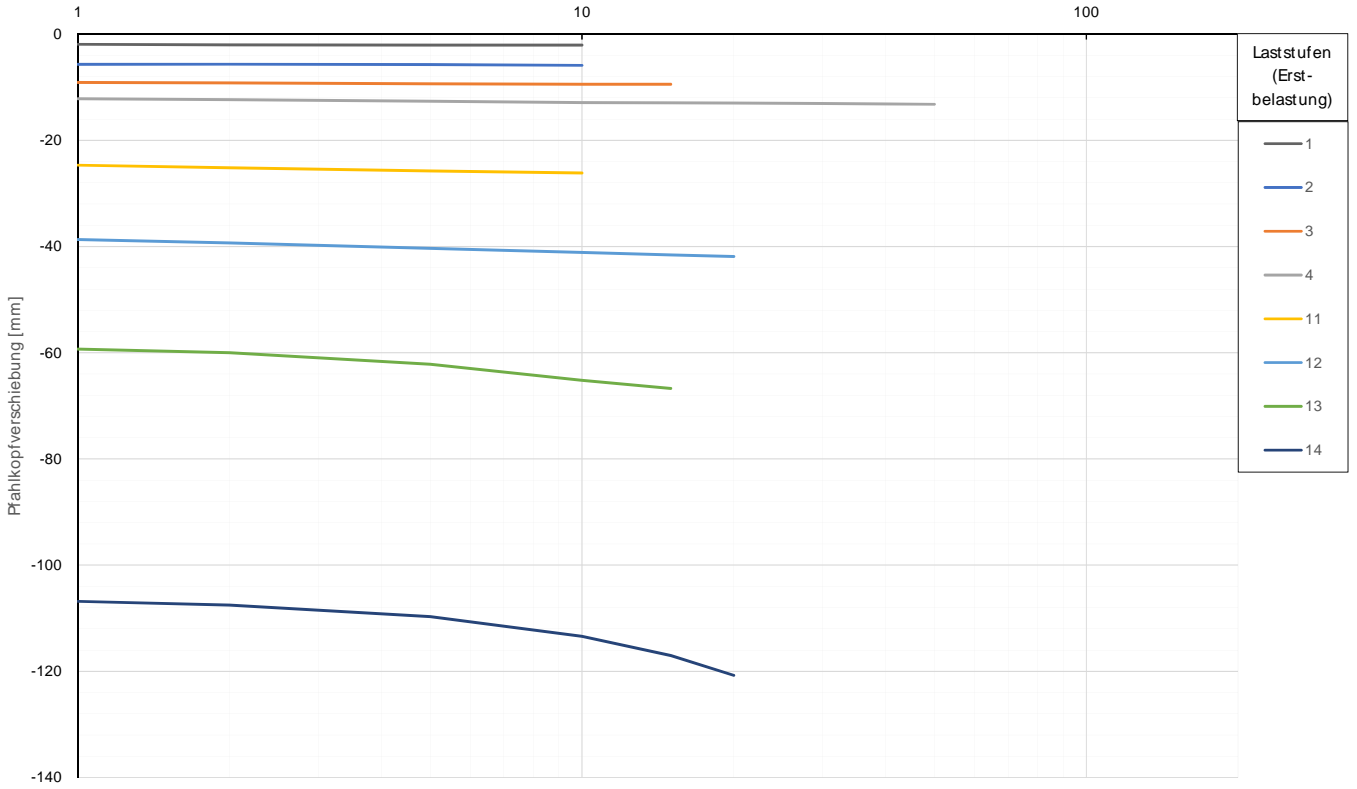
Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.K2
(Kies-Druck)

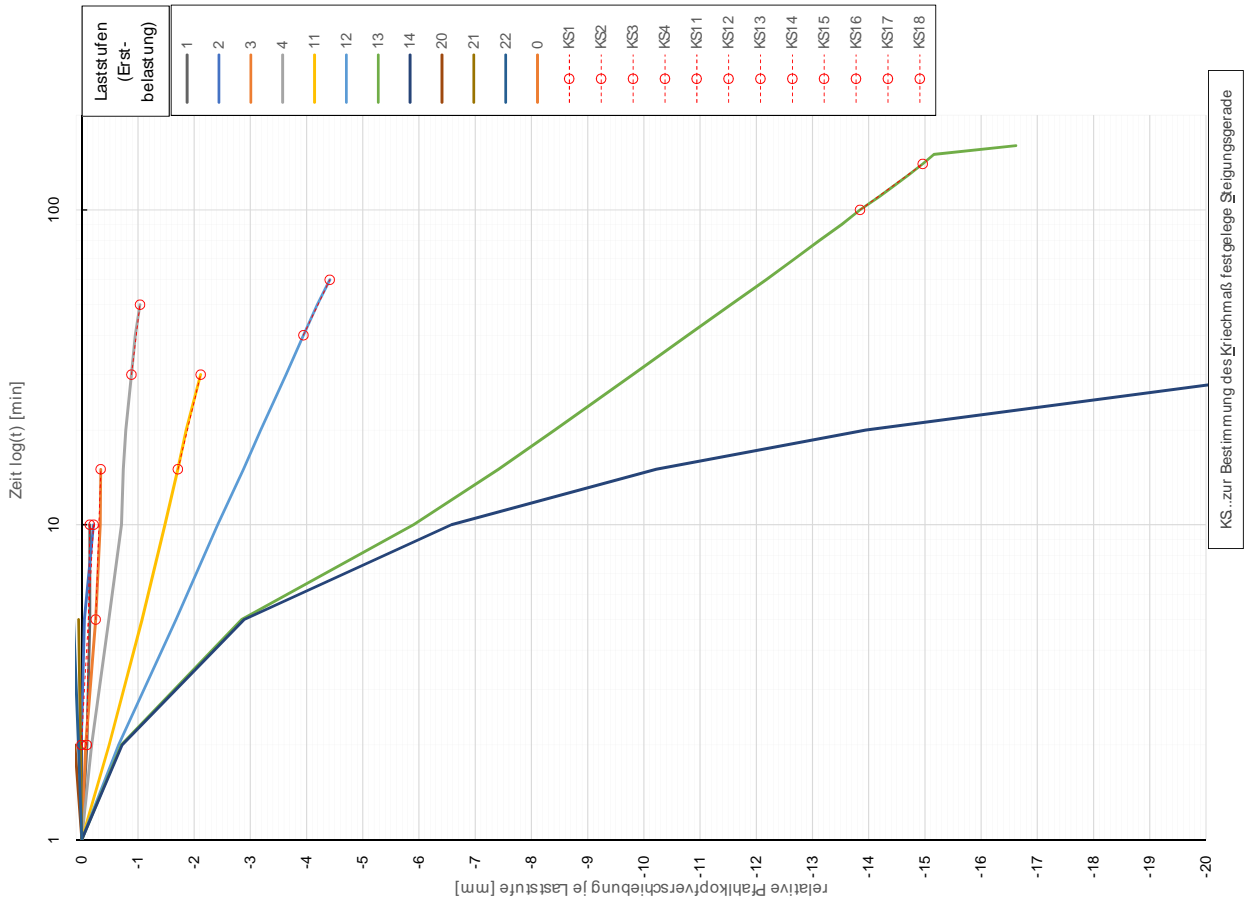
Zeitverformung

Zeit lg(t) [min]



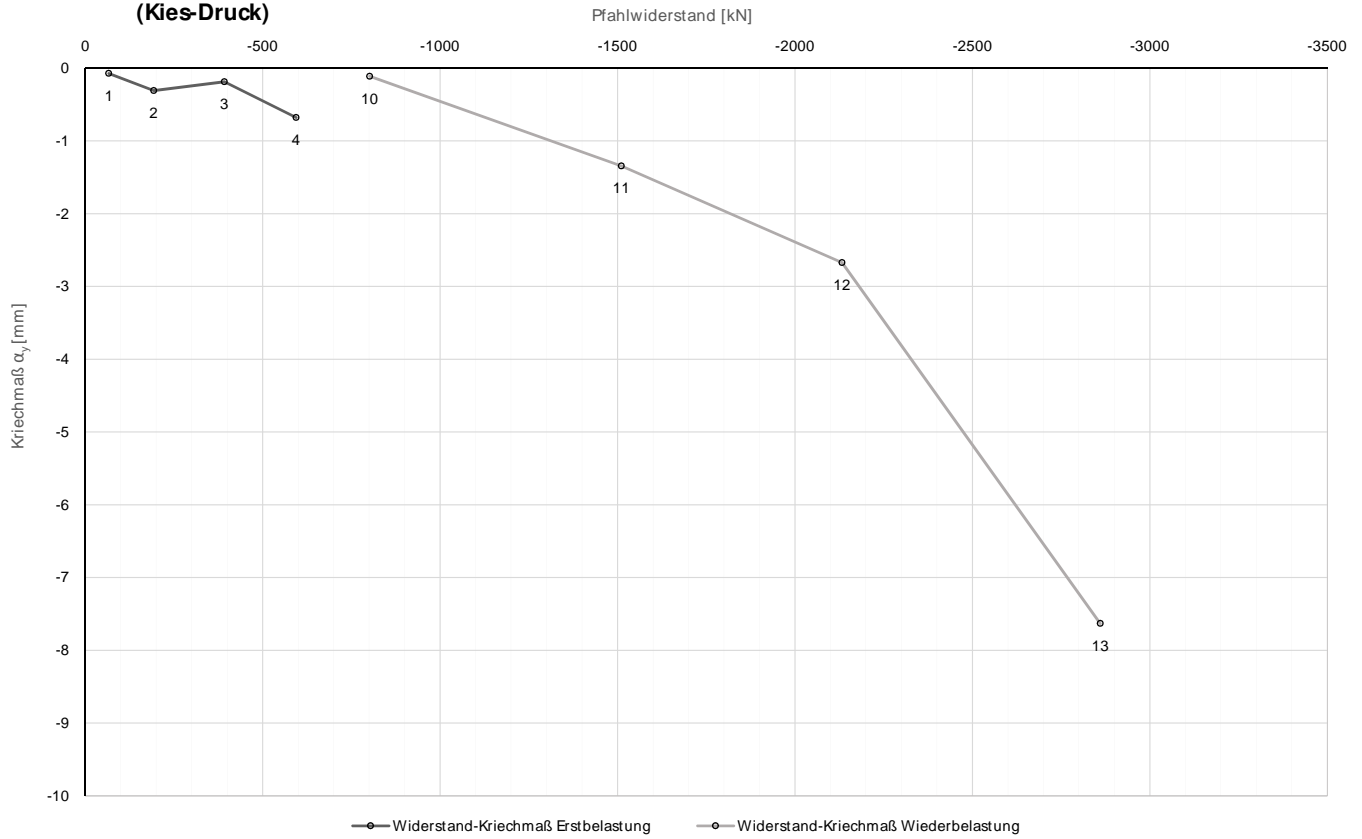
Zeitverformung

Prüfkörper: B.K2
(Kies-Druck)



Prüfkörper: **B.K2**
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

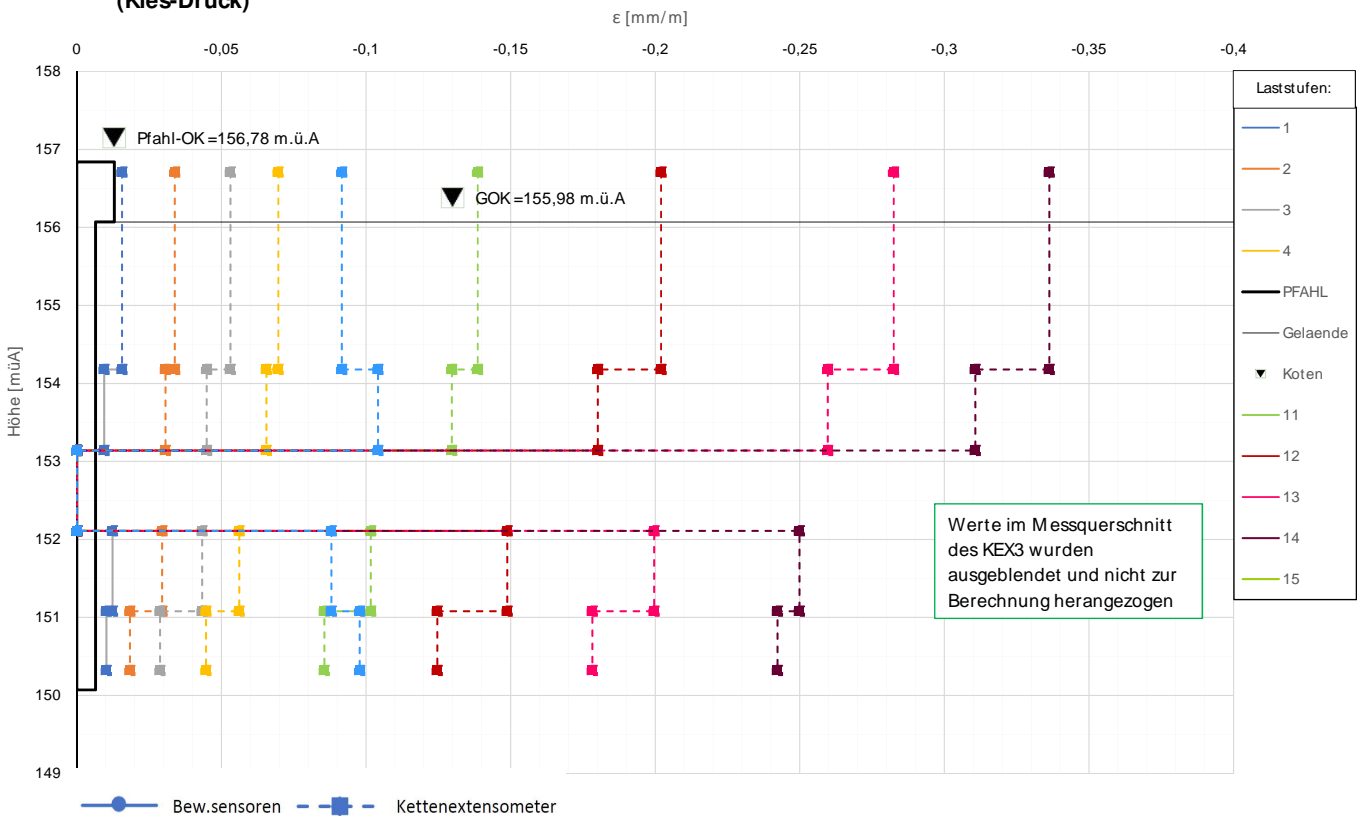


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: **B.K2**
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K11
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	4
Prüfdatum:	26.06.2017
Versuchsbeginn:	07:17 Uhr
Versuchsende:	19:26 Uhr
Wetterbedingungen:	sonnig heiß
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

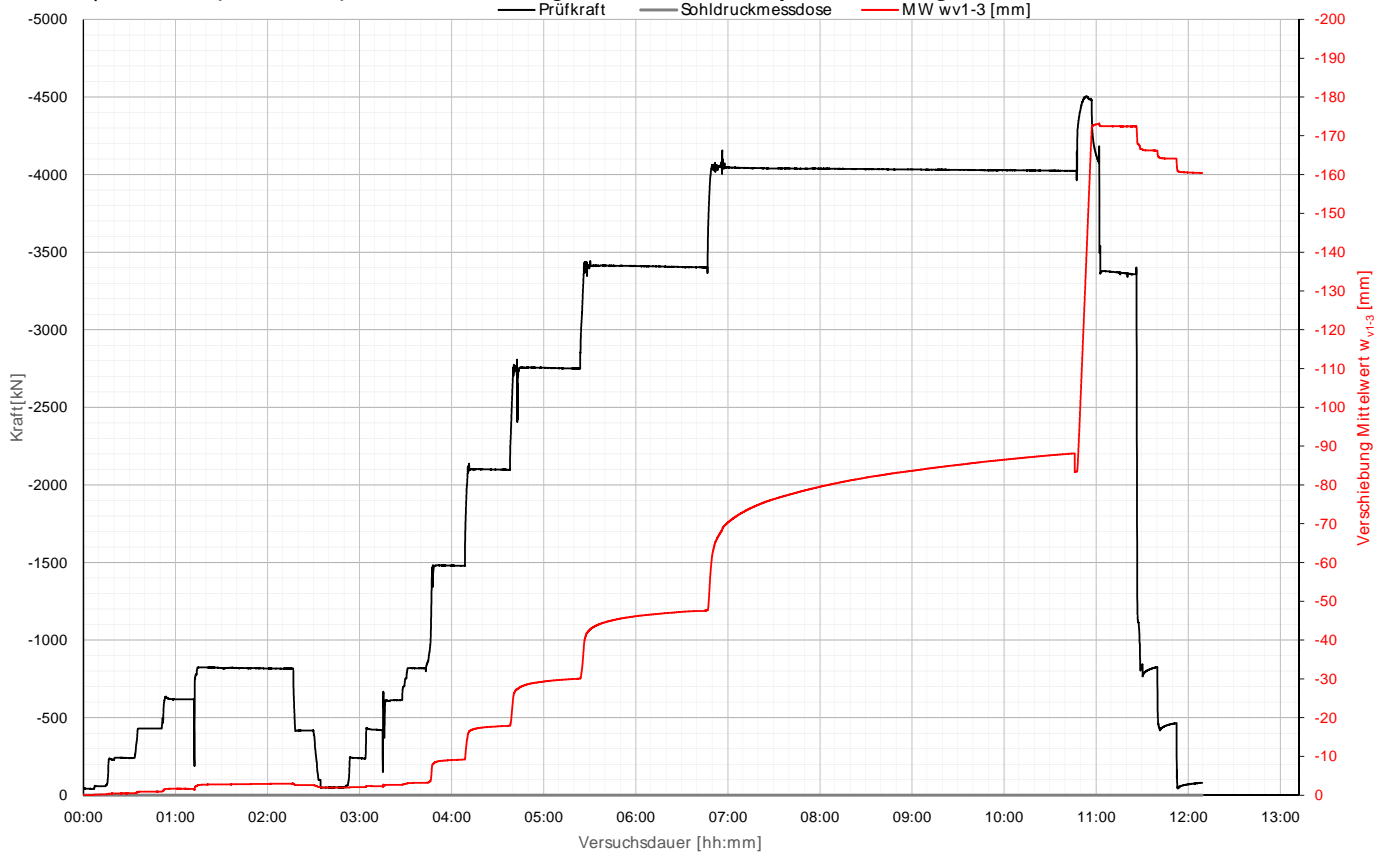
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,81 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,01 müA
OK Haftstrecke:	154,11 müA
UK Pfahl:	150,01 müA
Länge Freispielstrecke:	2,70 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

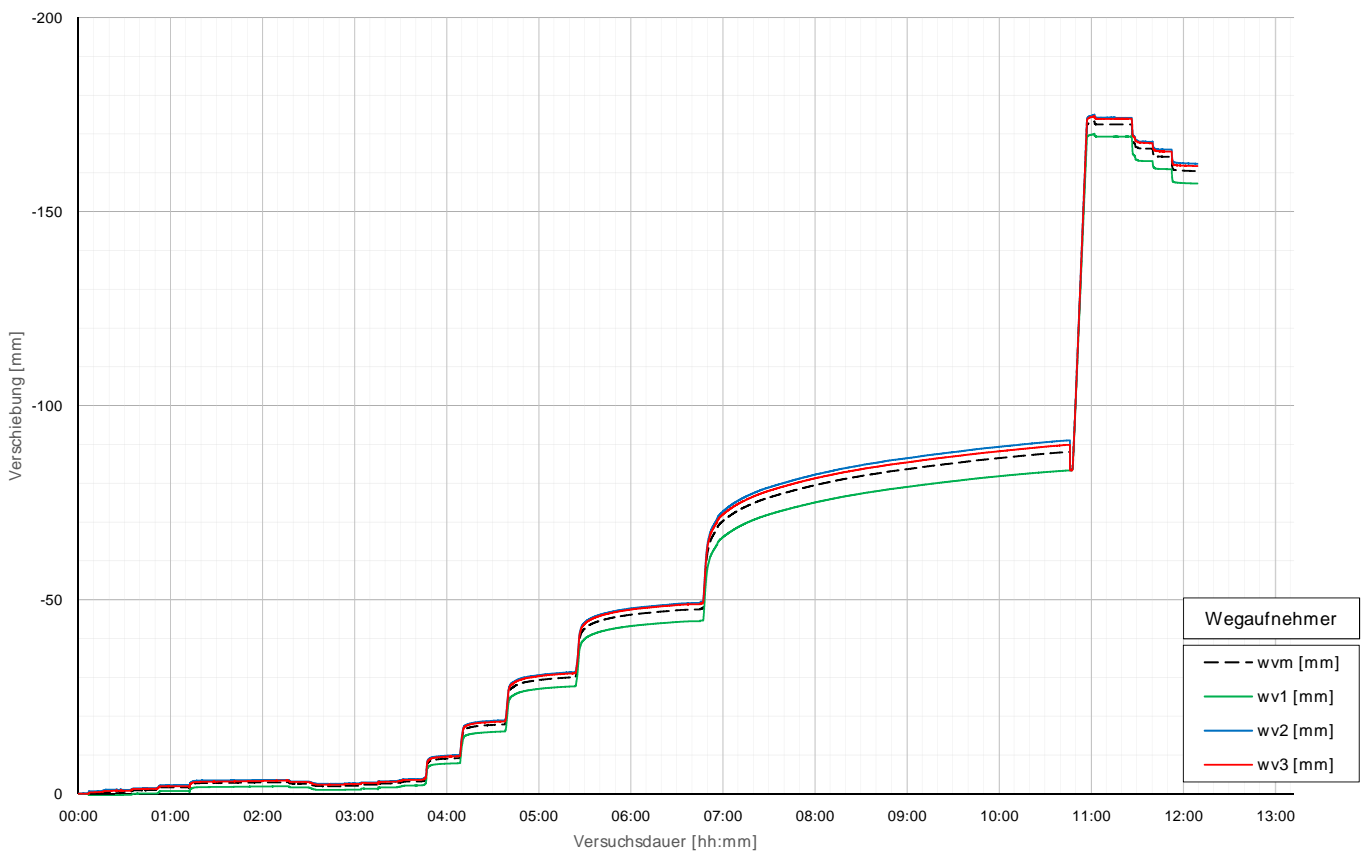
Prüfkörper: B.K11 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K11 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K11 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]												Berechnung Kriechmaß						
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 200 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:17	07:30	-50	-58	-0,21																			
1	07:35	07:48	-238	-240	-0,50	-0,43	-0,43	-0,45	-0,51										2	10	-0,43	-0,51	-0,11	
2	07:53	08:07	-425	-430	-0,94	-0,90	-0,91	-0,93	-0,94										2	10	-0,91	-0,94	-0,04	
3	08:11	08:26	-613	-618	-1,64	-1,65	-1,65	-1,66	-1,65										2	10	-1,65	-1,65	0,00	
4	08:31	09:31	-800	-816	-2,98	-2,62	-2,67	-2,74	-2,78	-2,80	-2,81	-2,85	-2,91	-2,94					30	50	-2,85	-2,94	-0,40	
5	09:35	09:45	-425	-417	-2,61	-2,62	-2,62	-2,62																
6	09:51	10:06	-50	-50	-1,97	-2,00	-1,99	-1,98	-1,97															
7	10:10	10:20	-238	-237	-2,08	-2,09	-2,09	-2,09											1	5	-2,09	-2,09	0,01	
8	10:22	10:32	-425	-418	-2,33	-2,36	-2,36	-2,34											1	5	-2,36	-2,34	0,03	
9	10:36	10:45	-613	-676	-2,77	-2,67	-2,67	-2,68											1	5	-2,67	-2,68	-0,02	
10	10:48	10:58	-800	-818	-3,18	-3,13	-3,15	-3,17											1	5	-3,13	-3,17	-0,06	
11	11:05	11:23	-1450	-1478	-9,17	-8,46	-8,63	-8,85	-9,02	-9,11									5	15	-8,85	-9,11	-0,55	
12	11:29	11:44	-2100	-2099	-17,67	-16,86	-17,00	-17,28	-17,54										12	10	-17,54	-17,54	0,00	
13	12:01	12:40	-2750	-2750	-30,02	-27,95	-28,15	-28,55	-28,97	-29,25	-29,50	-29,83							15	30	-29,25	-29,83	-1,90	
14	12:48	14:03	-3400	-3402	-47,65	-43,28	-43,51	-44,06	-44,73	-45,21	-45,62	-46,21	-46,62	-46,99	-47,50				50	70	-46,99	-47,50	-3,46	
15	14:15	18:03	-4050	-4024	-88,07	-69,98	-70,33	-71,25	-72,58	-73,66	-74,58	-76,10	-77,28	-78,37	-80,22	-85,07	-87,19		150	200	-85,07	-87,19	-17,00	
16	18:09	18:10	-4700	-4506	-138,15	-133,00																		
19	18:20	18:43	-3400	-3357	-172,45	-172,46	-172,46	-172,46	-172,46	-172,44	-172,45													
20	18:46	18:56	-800	-825	-166,20	-166,54	-166,30	-166,24																
21	18:59	19:09	-425	-465	-164,12	-164,21	-164,17	-164,13																
22	19:11	19:24	-50	-79	-160,43	-160,68	-160,64	-160,56	-160,47															

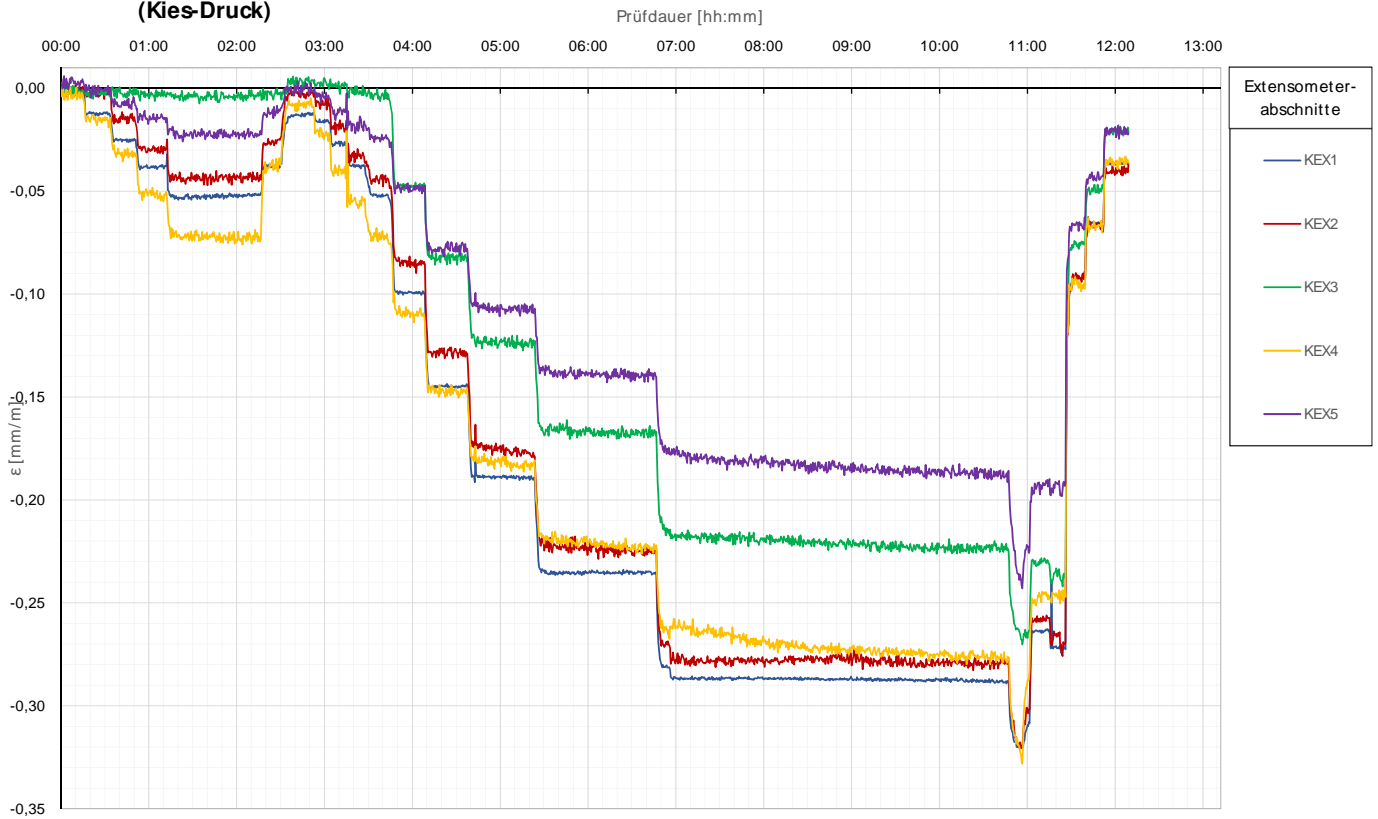
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K11 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	07:30	-58	156,58/2,53	154,05/0,86	153,19/0,86	152,33/0,85	151,48/0,86	3	8
1	07:48	-240	-0,0117	-0,0031	-0,0022	-0,0143	-0,0012		61
2	08:07	-430	-0,0245	-0,0140	-0,0015	-0,0324	-0,0057		49
3	08:26	-618	-0,0372	-0,0308	-0,0009	-0,0524	-0,0133		46
4	09:31	-816	-0,0517	-0,0410	-0,0028	-0,0701	-0,0224		43
5	09:45	-417	-0,0377	-0,0250	-0,0030	-0,0406	-0,0120		
6	10:06	-50	-0,0118	-0,0037	0,0055	-0,0064	-0,0011		
7	10:20	-237	-0,0168	-0,0086	-0,0003	-0,0216	-0,0047		37
8	10:32	-418	-0,0257	-0,0154	0,0021	-0,0208	-0,0024		45
9	10:45	-676	-0,0420	-0,0364	-0,0022	-0,0622	-0,0181		44
10	10:58	-818	-0,0522	-0,0438	-0,0024	-0,0716	-0,0242		43
11	11:23	-1478	-0,1003	-0,0857	-0,0475	-0,1094	-0,0477		39
12	11:44	-2099	-0,1450	-0,1300	-0,0809	-0,1449	-0,0752		38
13	12:40	-2750	-0,1890	-0,1792	-0,1250	-0,1815	-0,1082		38
14	14:03	-3402	-0,2353	-0,2239	-0,1686	-0,2228	-0,1399		38
15	18:03	-4024	-0,2881	-0,2796	-0,2243	-0,2791	-0,1870		36
16	18:10	-4506	-0,3195	-0,3183	-0,2628	-0,3187	-0,2359		
19	18:43	-3357	-0,2725	-0,2691	-0,2354	-0,2471	-0,1917		
20	18:56	-825	-0,0925	-0,0891	-0,0755	-0,0974	-0,0628		
21	19:09	-465	-0,0653	-0,0666	-0,0488	-0,0659	-0,0405		
22	19:24	-79	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	MW E-Moduln	43

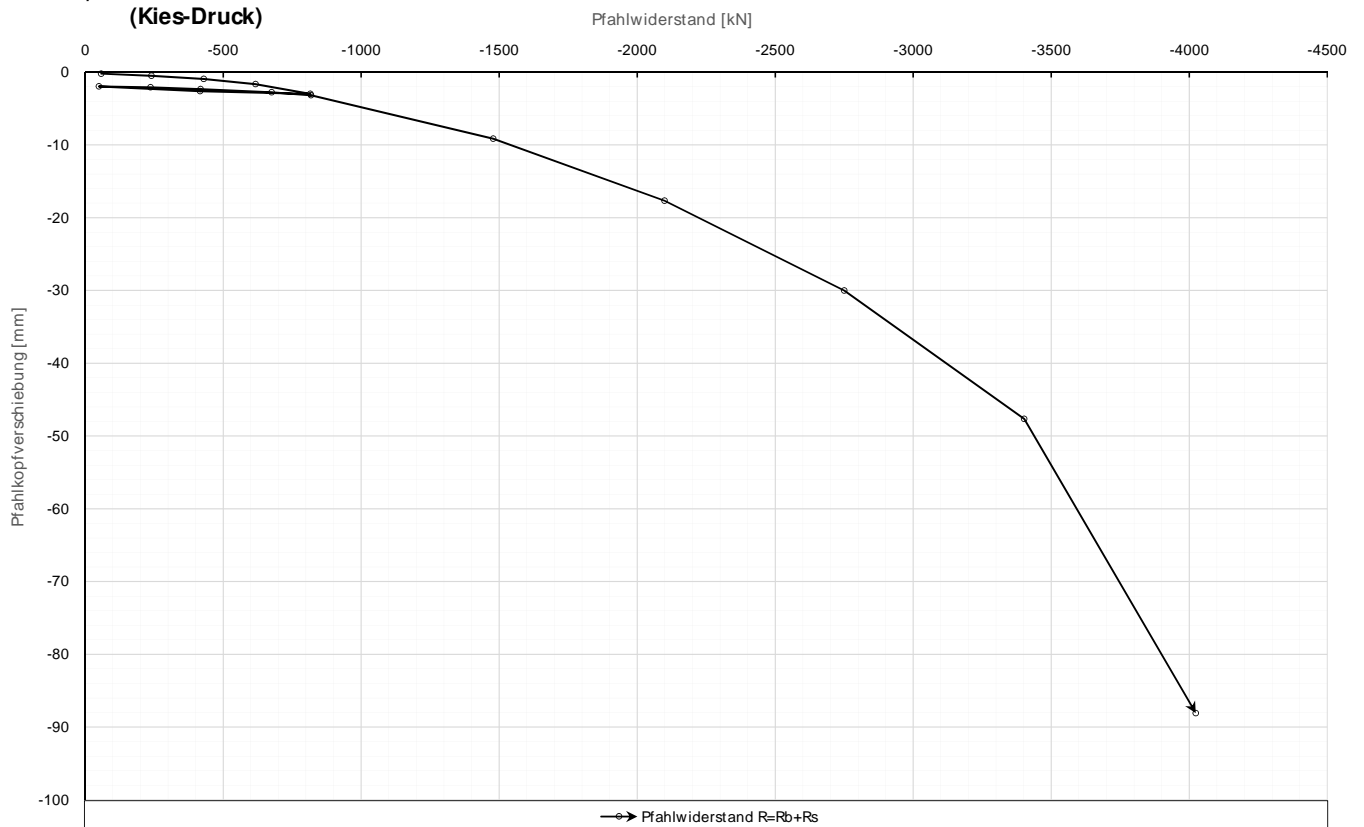
Prüfkörper: **B.K11**
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



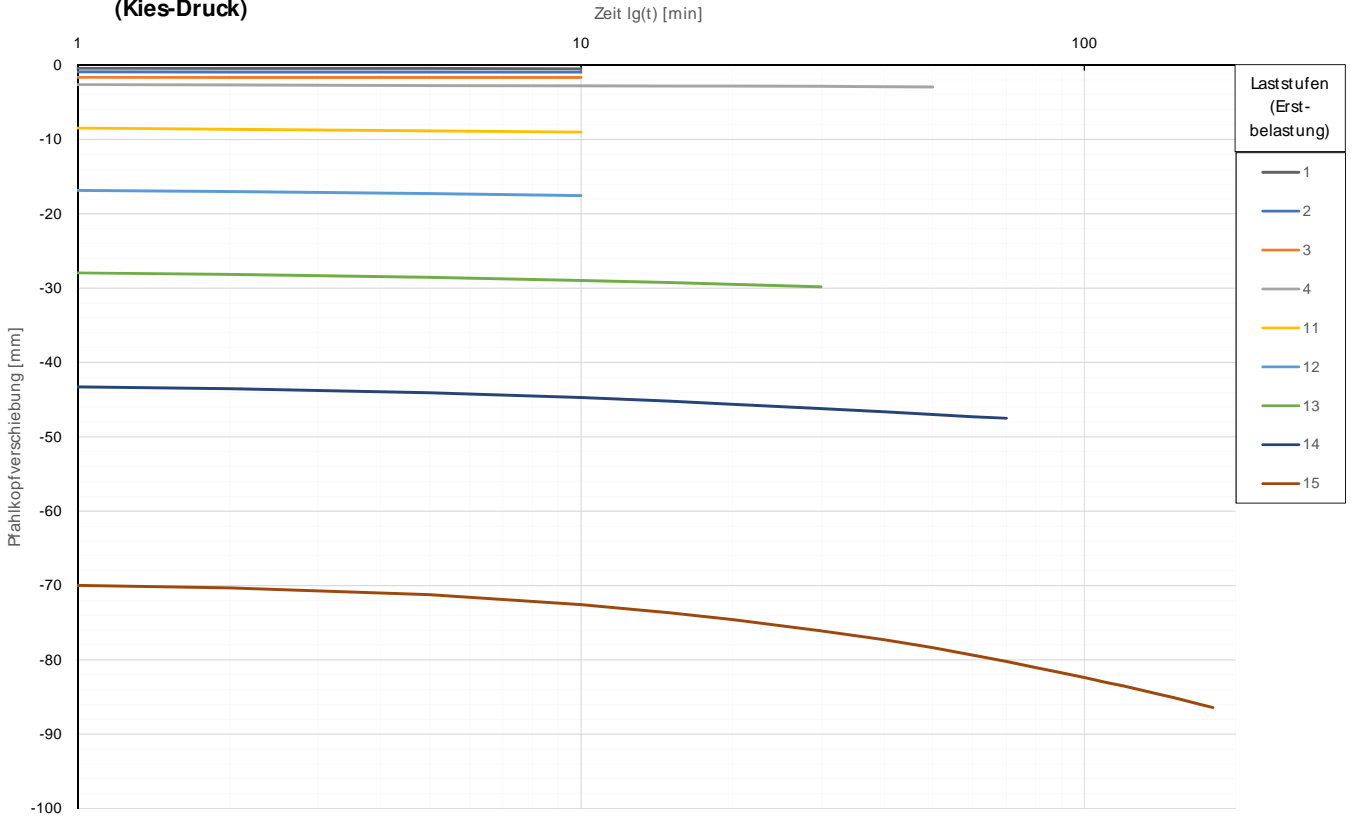
Prüfkörper: **B.K11**
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



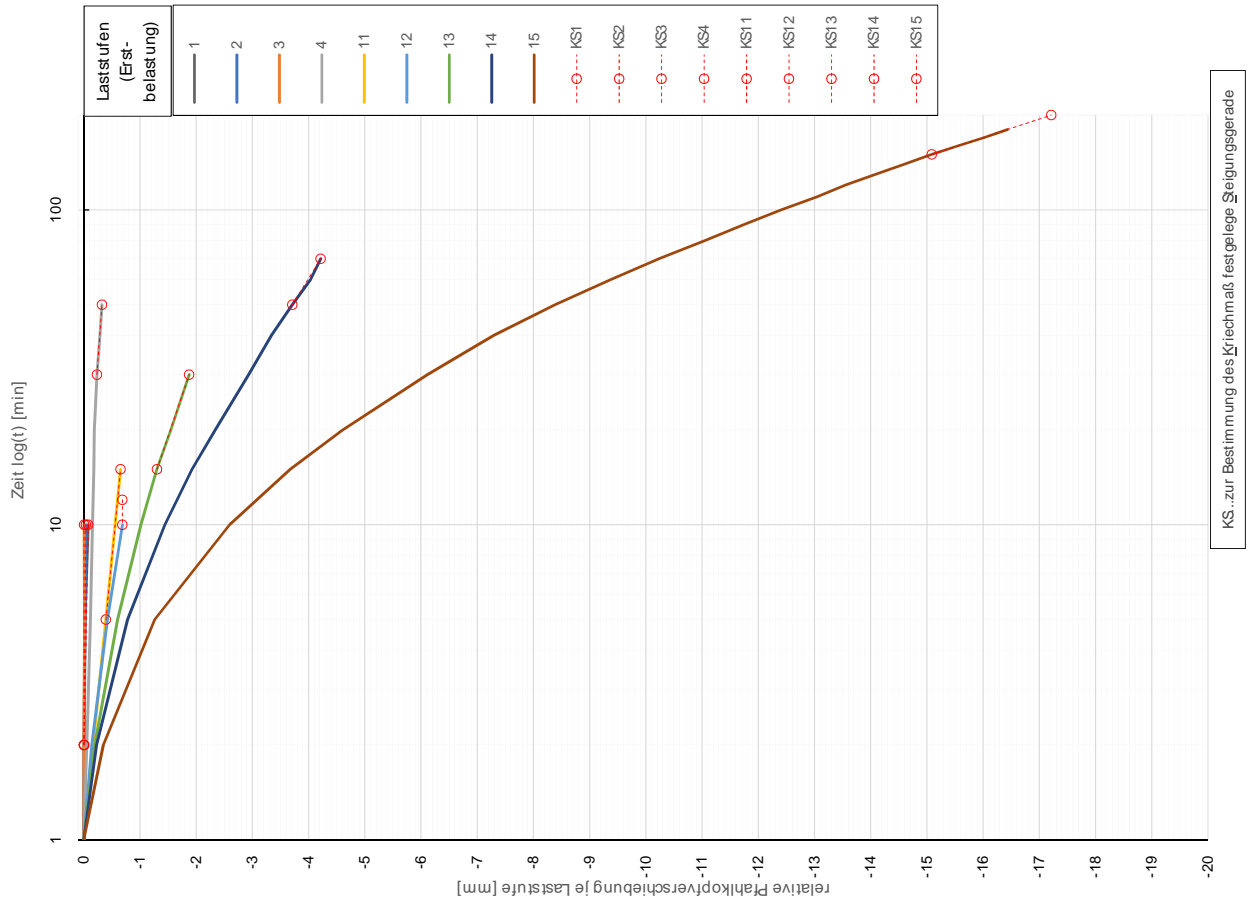
Prüfkörper: B.K11
(Kies-Druck)

Zeitverformung



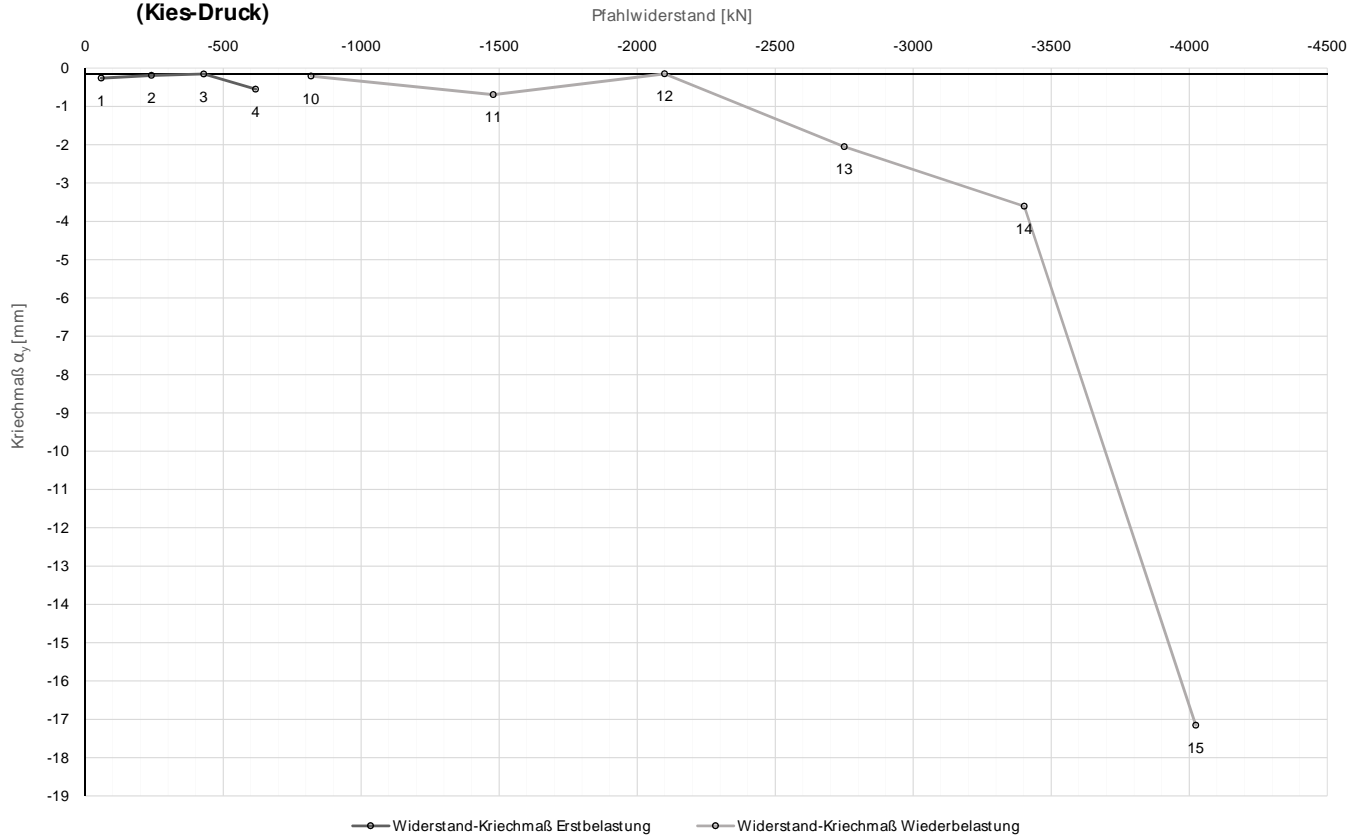
Zeitverformung

Prüfkörper: B.K11
(Kies-Druck)



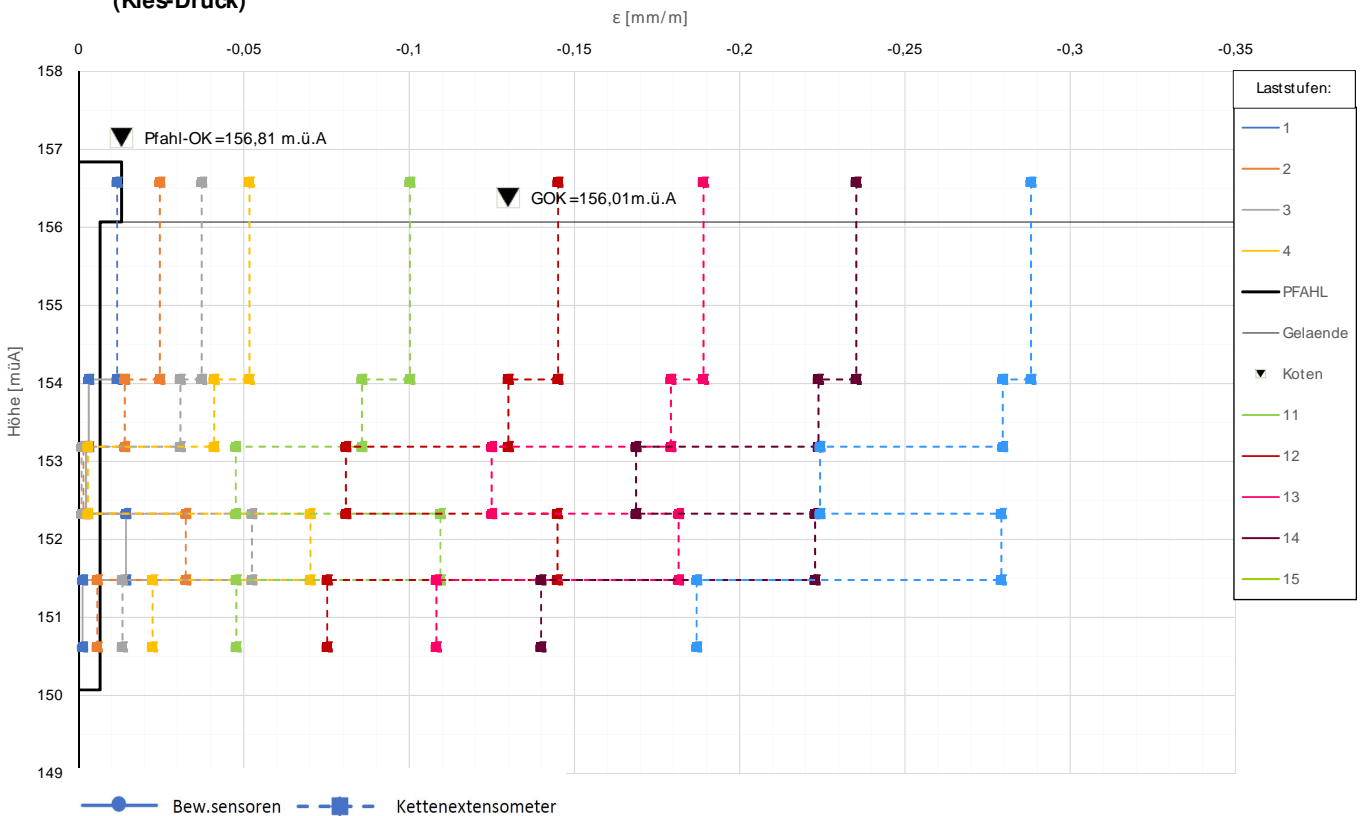
Prüfkörper: B.K11
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: B.K11
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 31.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K12
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	14
Prüfdatum:	28.07.2017
Versuchsbeginn:	07:42 Uhr
Versuchsende:	18:24 Uhr
Wetterbedingungen:	sonnig heiter windig
besondere Versuchsbedingungen:	unplausible Werte Kex 3

Geometrie Prüfkörper:

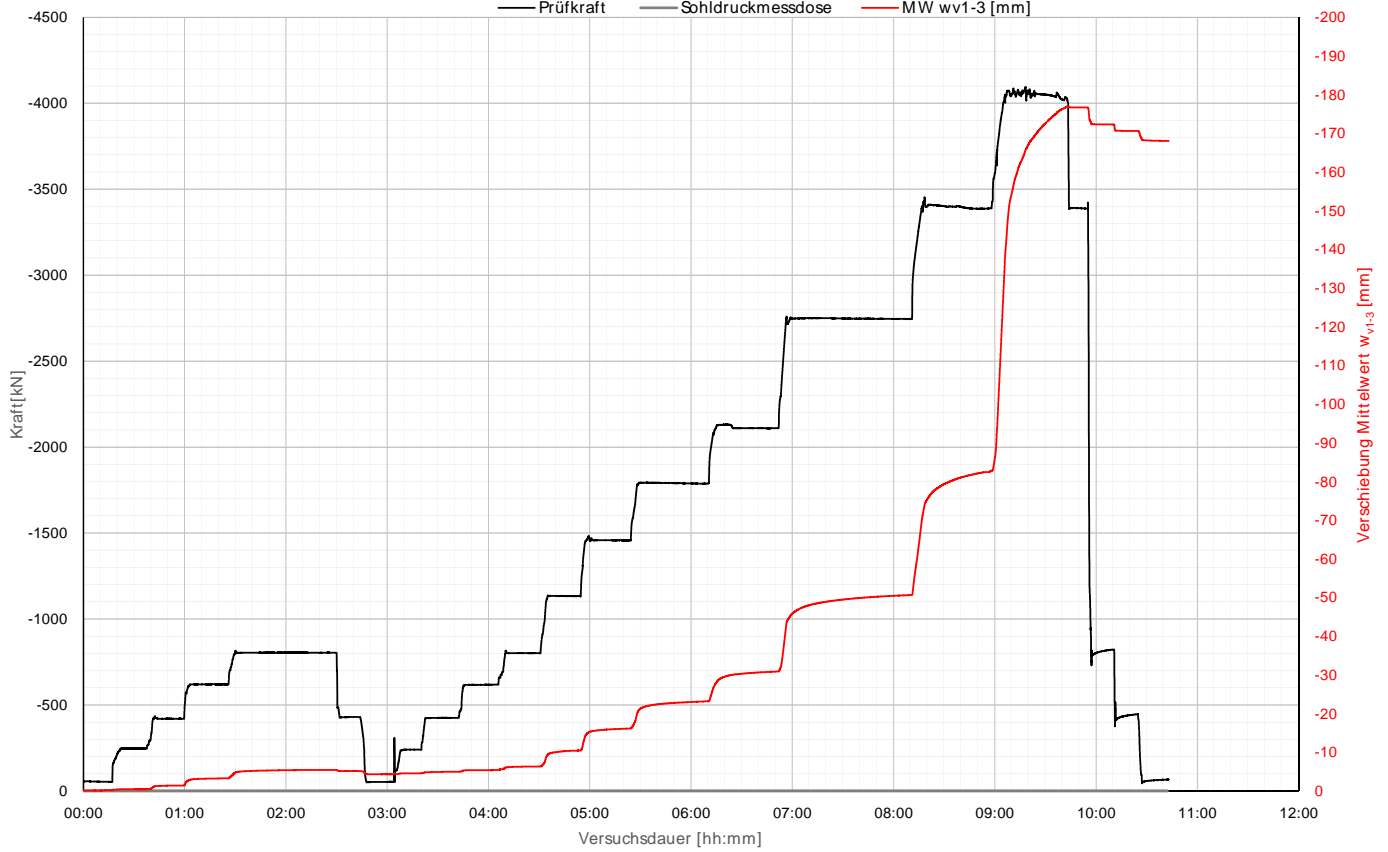
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,75 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,95 müA
OK Haftstrecke:	154,05 müA
UK Pfahl:	149,95 müA
Länge Freispielstrecke:	2,70 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

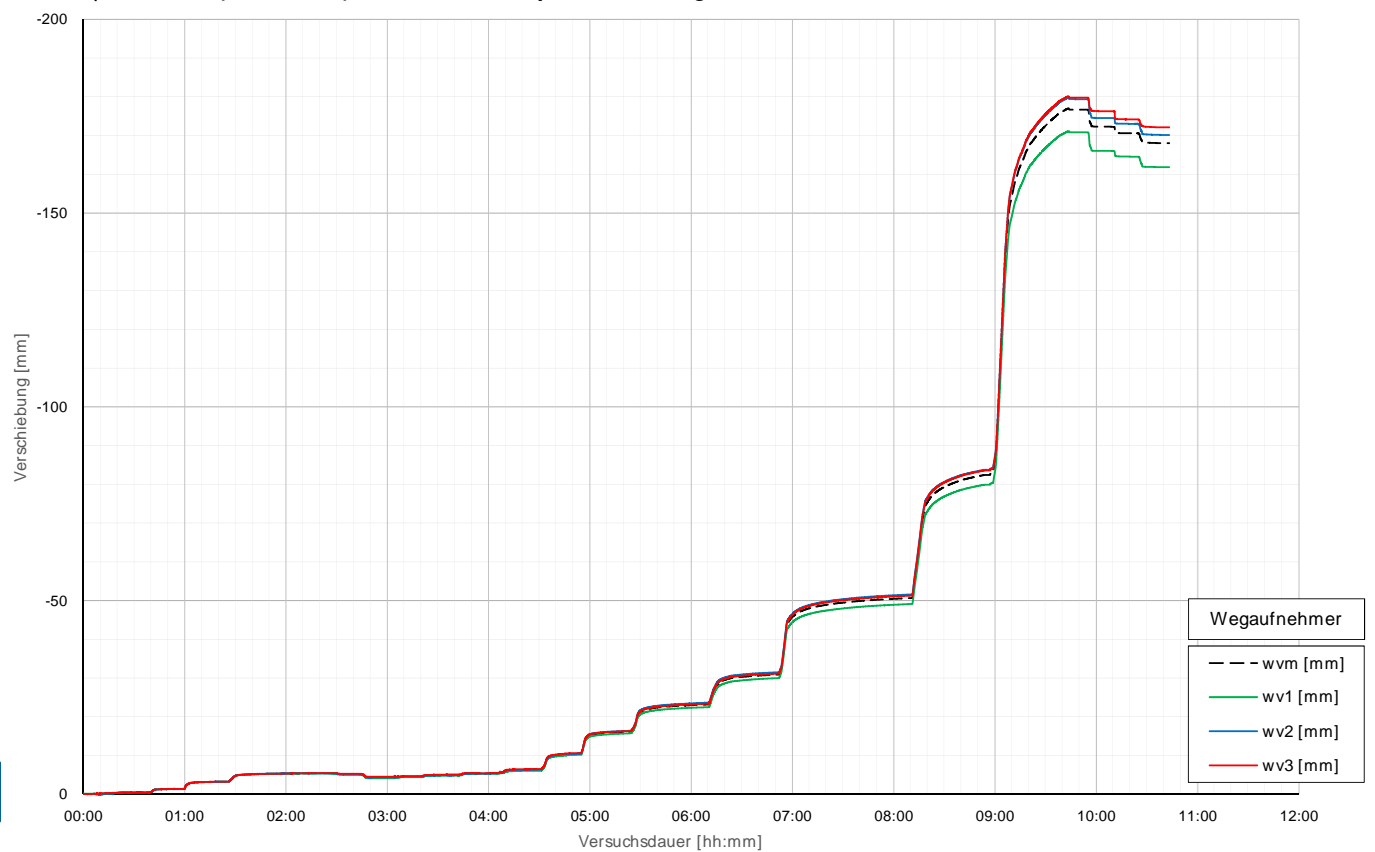
Prüfkörper: B.K12 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K12 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K12 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																						
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]												Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 60 min	Δt 70 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
0	07:42	07:53	-50	-54	-0,13																	
1	08:04	08:19	-238	-246	-0,48	-0,45	-0,45	-0,45	-0,48								2	10	-0,45	-0,48	-0,04	
2	08:25	08:40	-425	-420	-1,36	-1,27	-1,29	-1,32	-1,37								2	10	-1,29	-1,37	-0,11	
3	08:45	09:07	-613	-620	-3,24	-2,96	-3,02	-3,11	-3,18	-3,22	-3,23						10	20	-3,18	-3,23	-0,18	
4	09:12	10:12	-800	-803	-5,43	-4,90	-4,97	-5,07	-5,18	-5,24	-5,29	-5,37	-5,40	-5,42			30	50	-5,37	-5,42	-0,23	
5	10:15	10:25	-425	-430	-5,15	-5,16	-5,16	-5,16														
6	10:30	10:45	-50	-53	-4,33	-4,32	-4,32	-4,33	-4,34													
7	10:51	11:01	-238	-241	-4,55	-4,54	-4,54	-4,55									1	5	-4,54	-4,55	-0,01	
8	11:05	11:23	-425	-425	-4,96	-4,85	-4,85	-4,89	-4,93	-4,96							5	15	-4,89	-4,96	-0,15	
9	11:27	11:47	-613	-618	-5,40	-5,31	-5,34	-5,37	-5,36	-5,37							5	15	-5,37	-5,37	0,00	
10	11:52	12:12	-800	-801	-6,30	-6,14	-6,16	-6,23	-6,27	-6,29							5	15	-6,23	-6,29	-0,14	
11	12:16	12:35	-1125	-1134	-10,42	-9,37	-9,68	-9,98	-10,26	-10,38							5	15	-9,98	-10,38	-0,83	
12	12:43	13:04	-1450	-1458	-16,11	-15,50	-15,57	-15,71	-15,90	-16,01	-16,09						10	20	-15,90	-16,09	-0,66	
13	13:11	13:49	-1775	-1787	-23,12	-21,28	-21,53	-21,96	-22,33	-22,57	-22,74	-22,97					15	30	-22,57	-22,97	-1,33	
14	13:57	14:31	-2100	-2110	-30,83	-28,63	-28,97	-29,55	-30,06	-30,30	-30,49	-30,75					15	30	-30,30	-30,75	-1,50	
15	14:41	15:50	-2750	-2745	-50,61	-45,85	-46,22	-47,05	-47,89	-48,44	-48,84	-49,42	-49,86	-50,18	-50,43		40	60	-49,86	-50,43	-3,23	
16	16:02	16:40	-3400	-3389	-82,76	-76,18	-76,75	-78,00	-79,35	-80,30	-81,07	-82,11					15	30	-80,30	-82,11	-5,99	
17	16:48	17:20	-4050	-4041	-175,81	-144,18	-149,64	-156,73	-163,24	-168,02	-170,76	-175,02					15	30	-168,02	-175,02	-23,25	
21	17:26	17:36	-3400	-3387	-176,69	-176,70	-176,70	-176,69														
22	17:39	17:51	-800	-821	-172,29	-172,35	-172,33	-172,31	-172,30													
23	17:54	18:05	-425	-445	-170,60	-170,65	-170,65	-170,62	-170,59													
24	18:09	18:24	-50	-66	-168,04	-168,22	-168,18	-168,13	-168,07													

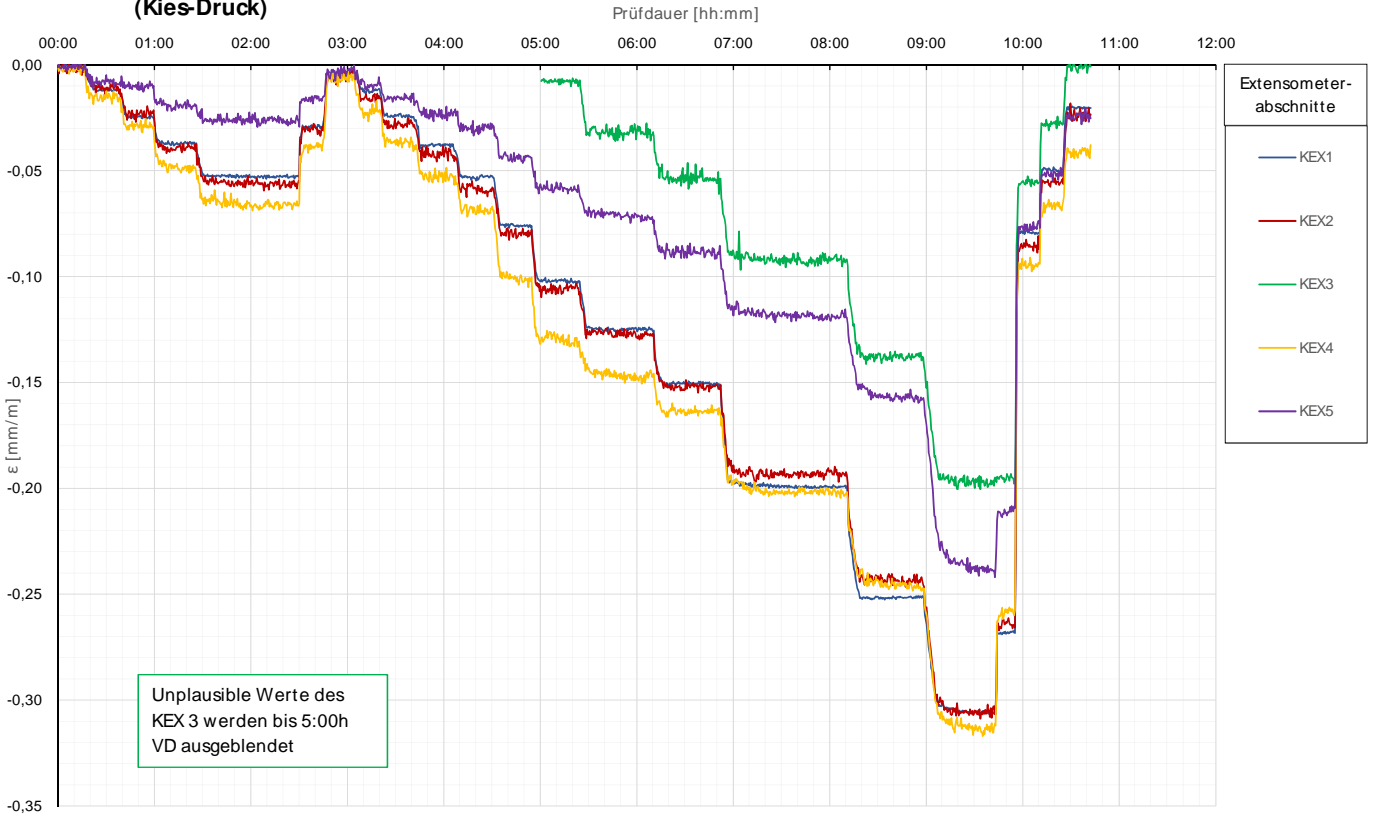
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K12 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul			
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	07:53	-54	156,60/2,50	154,10/0,85	153,25/0,86	152,39/0,86	151,53/0,86	3	8		
1	08:19	-246	-0,0119	-0,0104	0,0000	-0,0170	-0,0093		61		
2	08:40	-420	-0,0242	-0,0231	0,0000	-0,0285	-0,0095		49		
3	09:07	-620	-0,0373	-0,0375	0,0000	-0,0484	-0,0186		46		
4	10:12	-803	-0,0524	-0,0554	0,0000	-0,0654	-0,0292		41		
5	10:25	-430	-0,0299	-0,0335	0,0000	-0,0383	-0,0165				
6	10:45	-53	-0,0028	-0,0029	0,0000	-0,0074	-0,0023				
7	11:01	-241	-0,0117	-0,0160	0,0000	-0,0222	-0,0081		61		
8	11:23	-425	-0,0246	-0,0292	0,0000	-0,0408	-0,0136		48		
9	11:47	-618	-0,0382	-0,0426	0,0000	-0,0524	-0,0235		44		
10	12:12	-801	-0,0526	-0,0579	0,0000	-0,0670	-0,0280		41		
11	12:35	-1134	-0,0759	-0,0808	0,0000	-0,1006	-0,0432		40		
12	13:04	-1458	-0,1030	-0,1032	-0,0068	-0,1297	-0,0589		37		
13	13:49	-1787	-0,1250	-0,1272	-0,0302	-0,1478	-0,0720		37		
14	14:31	-2110	-0,1509	-0,1511	-0,0542	-0,1630	-0,0899		36		
15	15:50	-2745	-0,1991	-0,1926	-0,0936	-0,2016	-0,1174		36		
16	16:40	-3389	-0,2513	-0,2459	-0,1386	-0,2481	-0,1573		34		
17	17:20	-4041	-0,3057	-0,3021	-0,1994	-0,3141	-0,2365		33		
21	17:36	-3387	-0,2673	-0,2644	-0,1954	-0,2589	-0,2109				
22	17:51	-821	-0,0798	-0,0887	-0,0559	-0,0953	-0,0750				
23	18:05	-445	-0,0508	-0,0559	-0,0267	-0,0678	-0,0523				
24	18:24	-66	-0,0204	-0,0234	-0,0009	-0,0379	-0,0252	MW E-Moduln	43		

Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

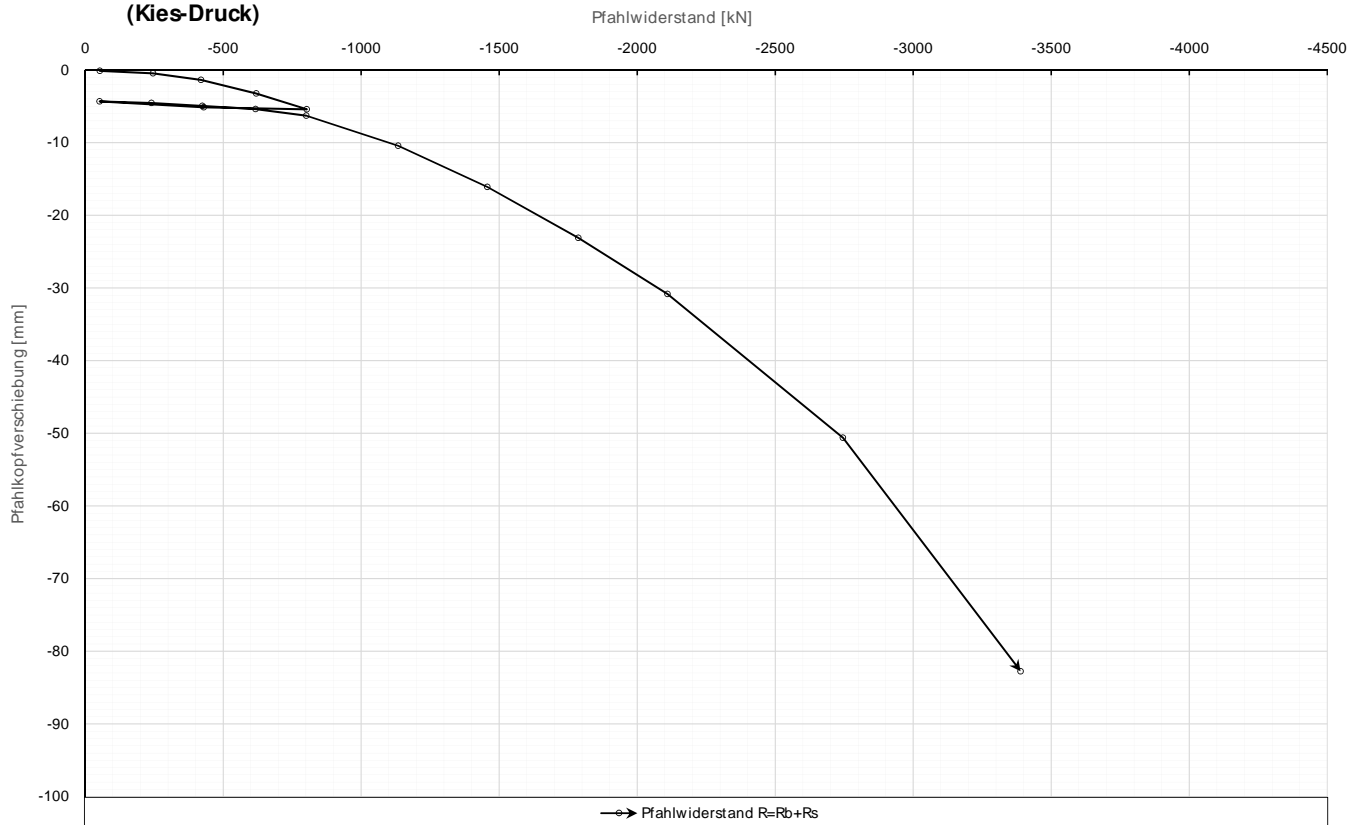
Kettenextensometer



6

Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

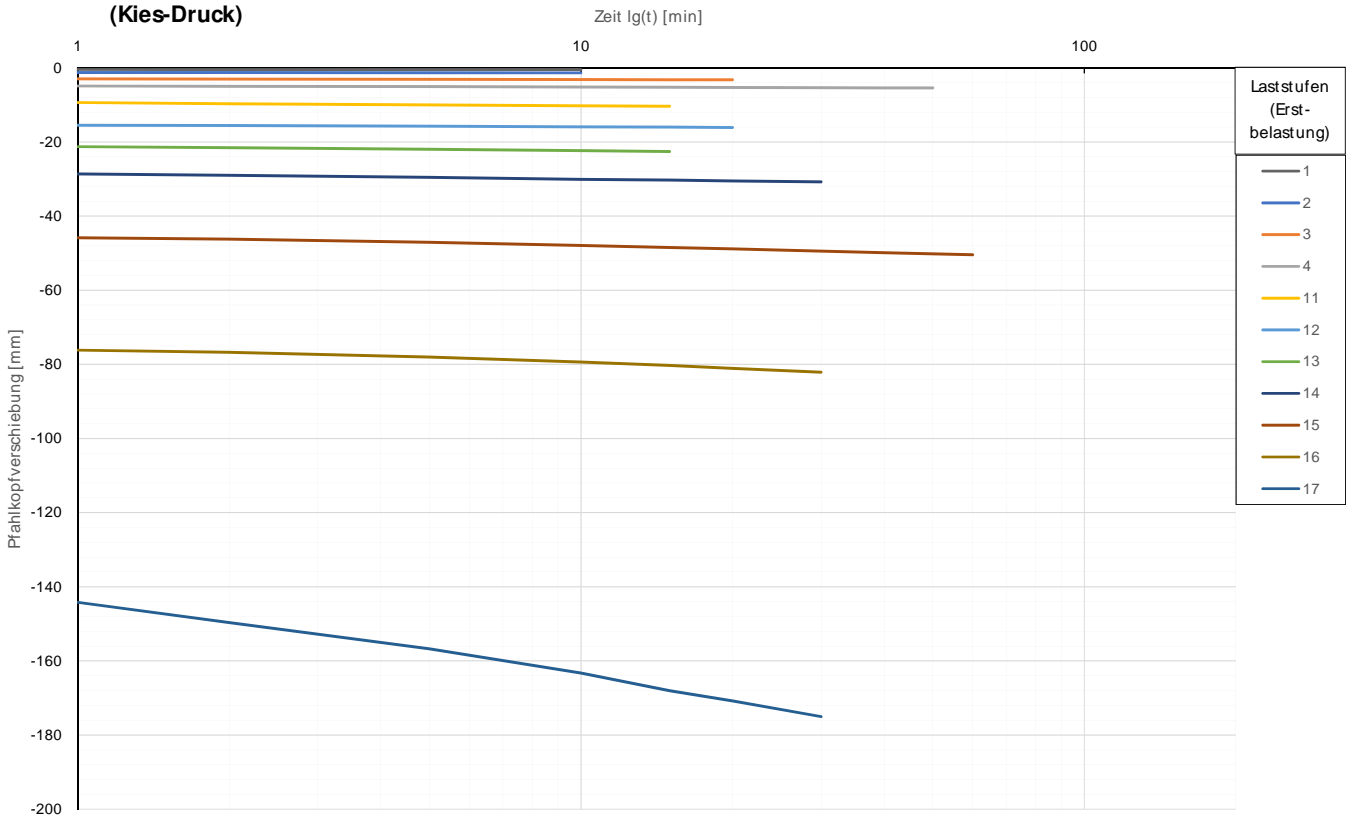
Widerstands-Setzungslinie



7

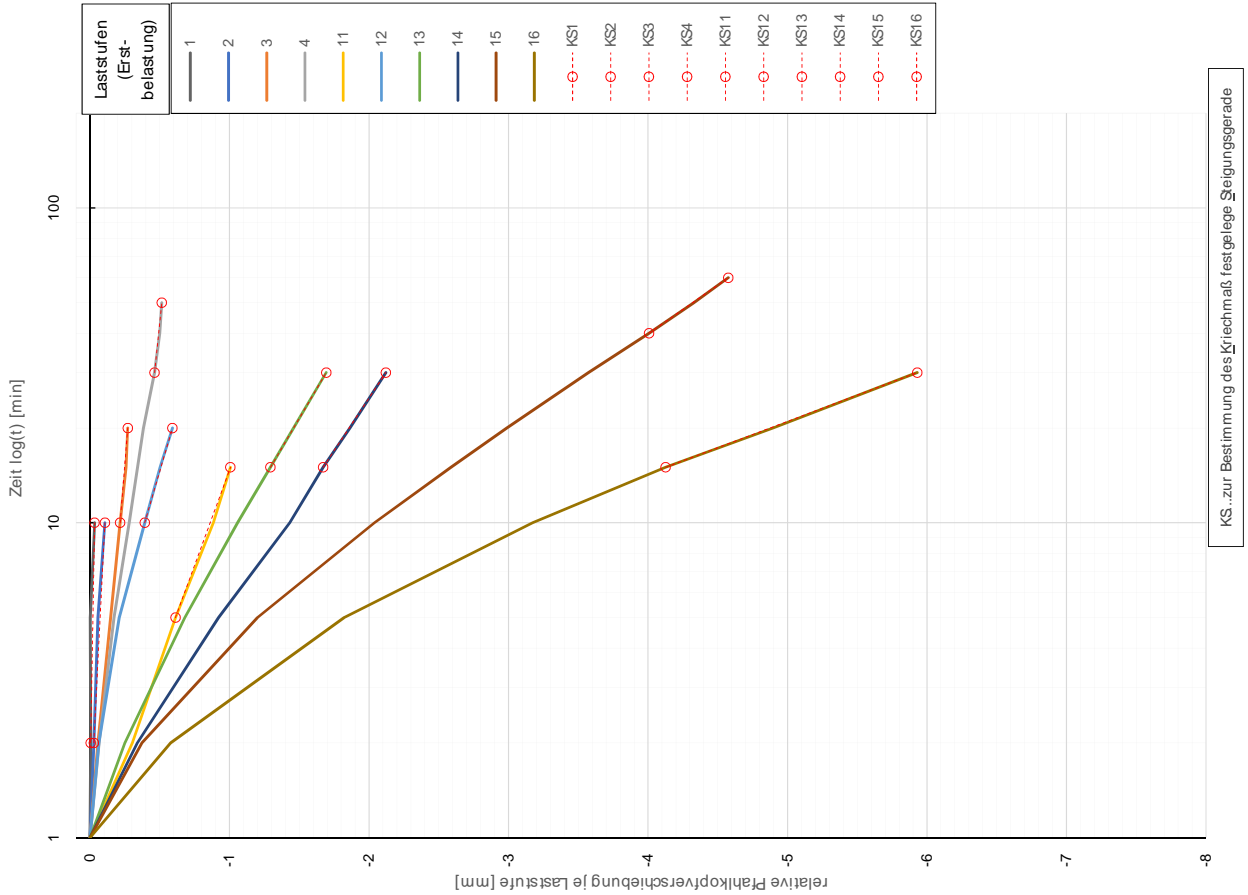
Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

Zeitverformung



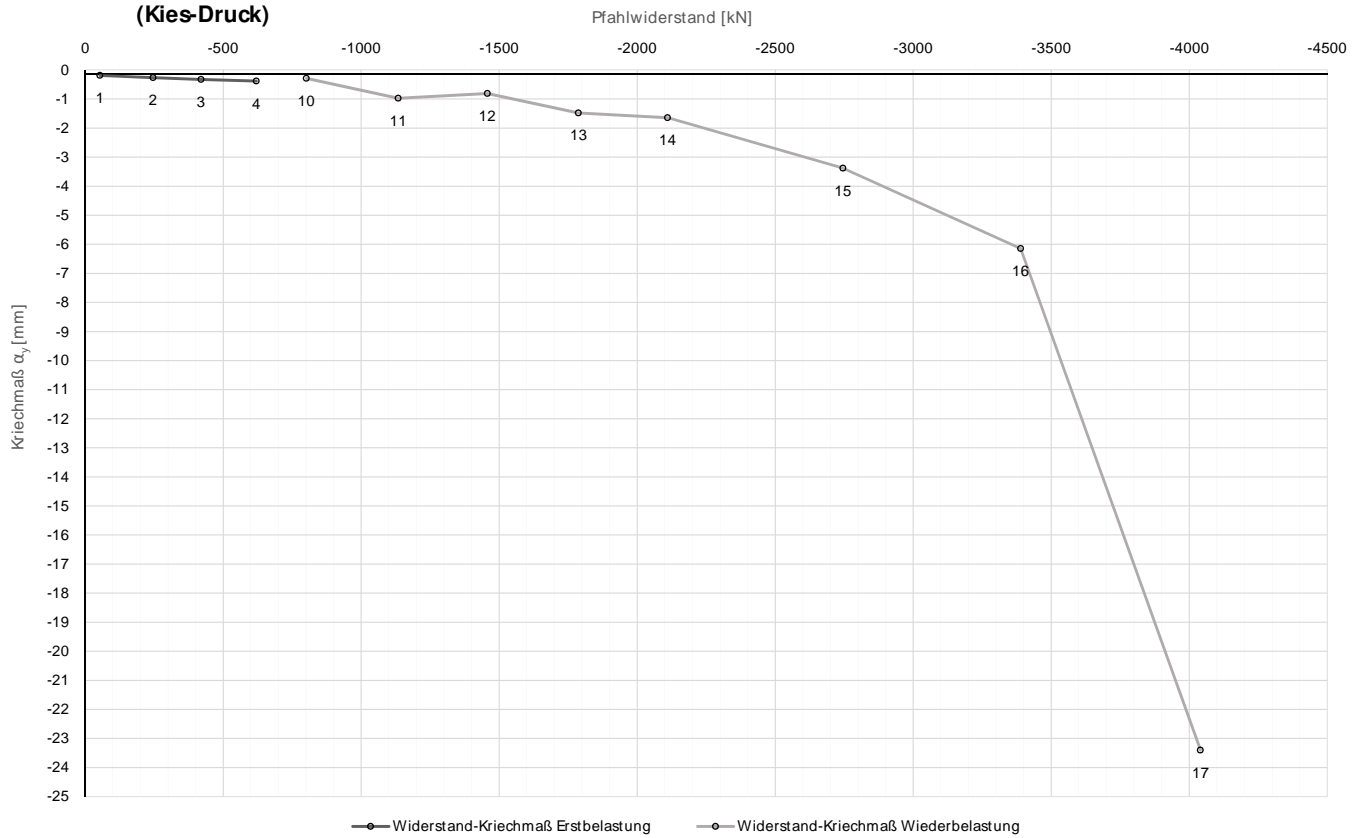
Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

Zeitverformung



Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

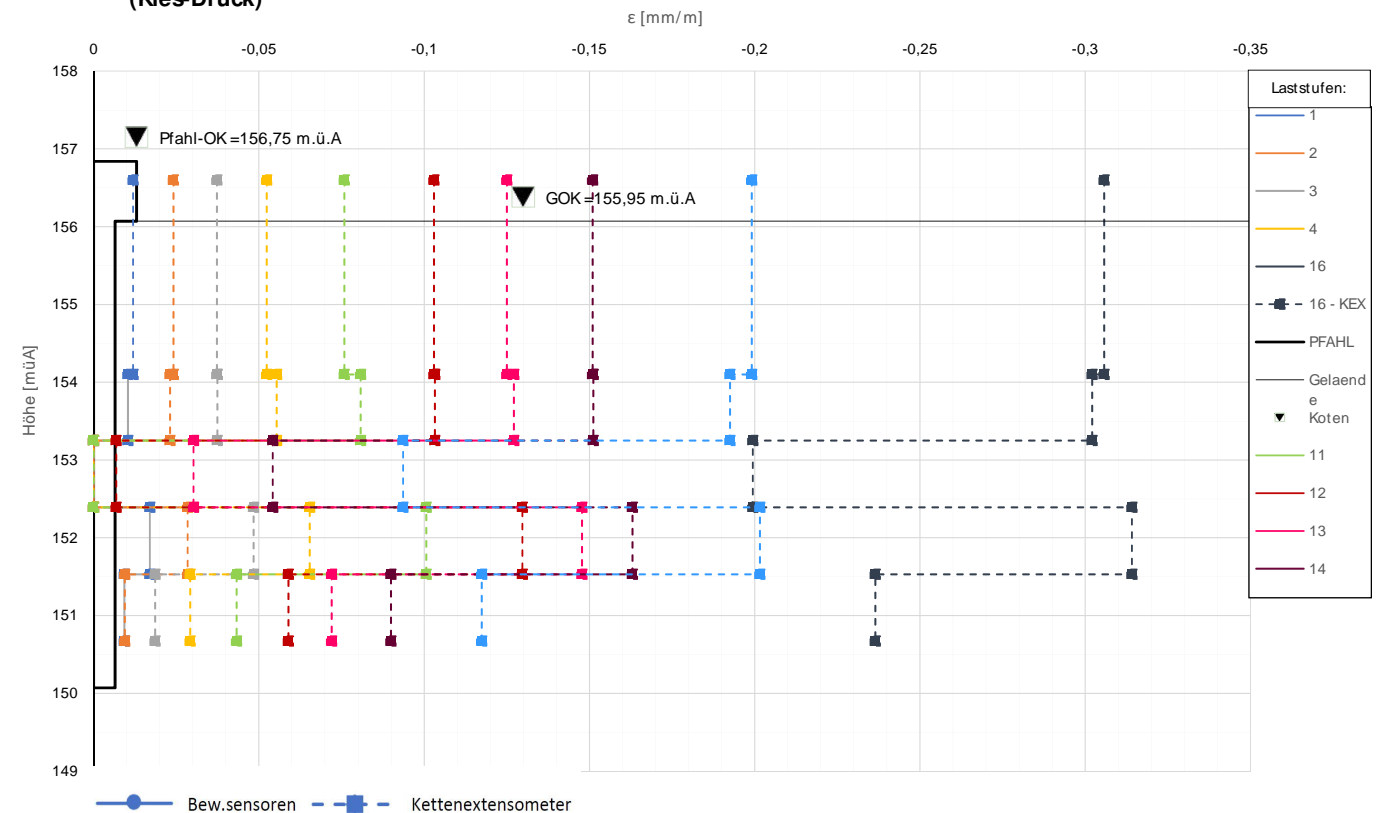
Widerstands-Kriechmaßlinie



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K12
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

AUSWERTUNG

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 29.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K51
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (MWES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	28
Prüfdatum:	13.09.2017
Versuchsbeginn:	08:21 Uhr
Versuchsende:	19:57 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h sonnig 18h
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

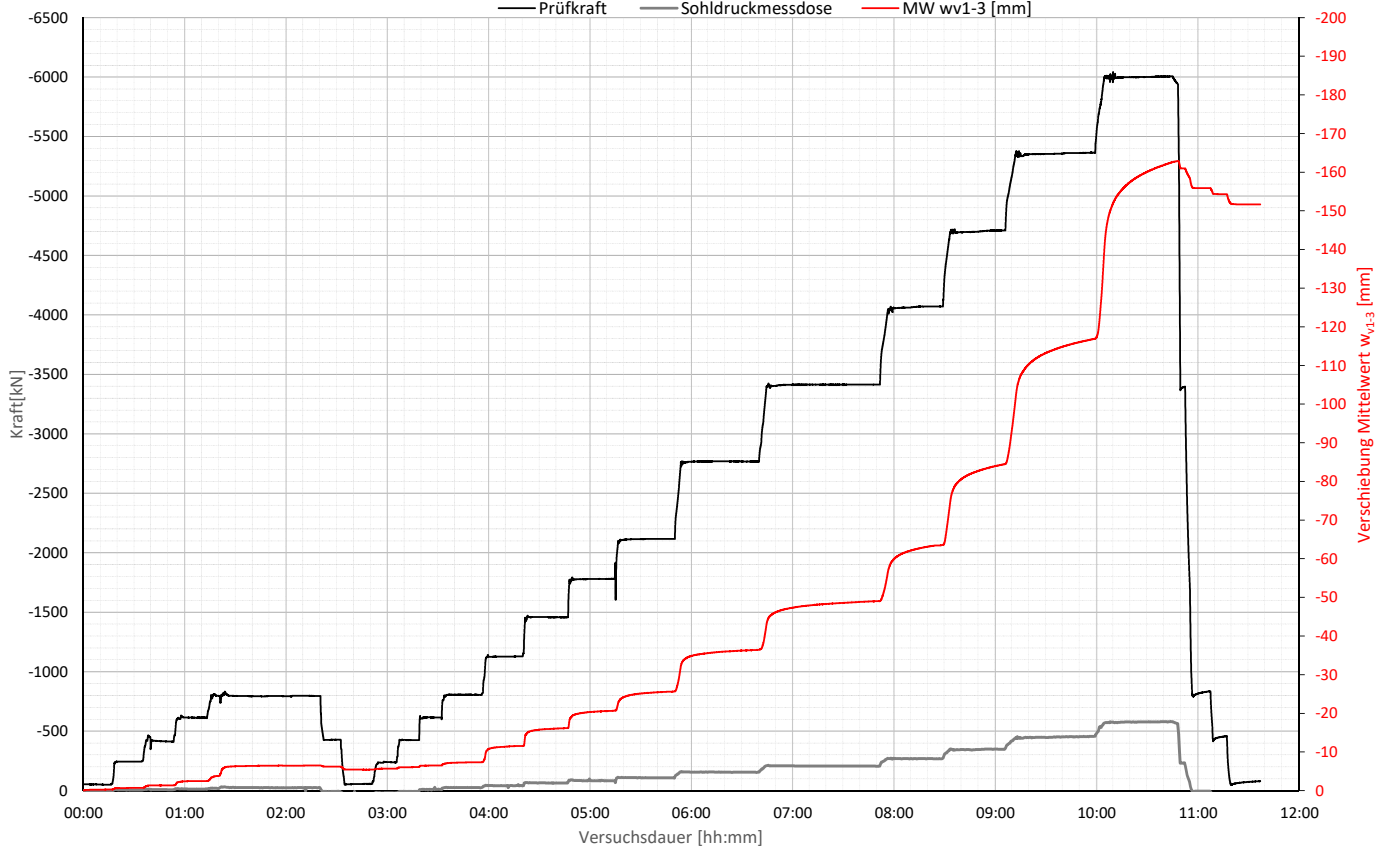
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,81 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,04 müA
OK Haftstrecke:	154,18 müA
UK Pfahl:	150,04 müA
Länge Freispielstrecke:	2,63 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

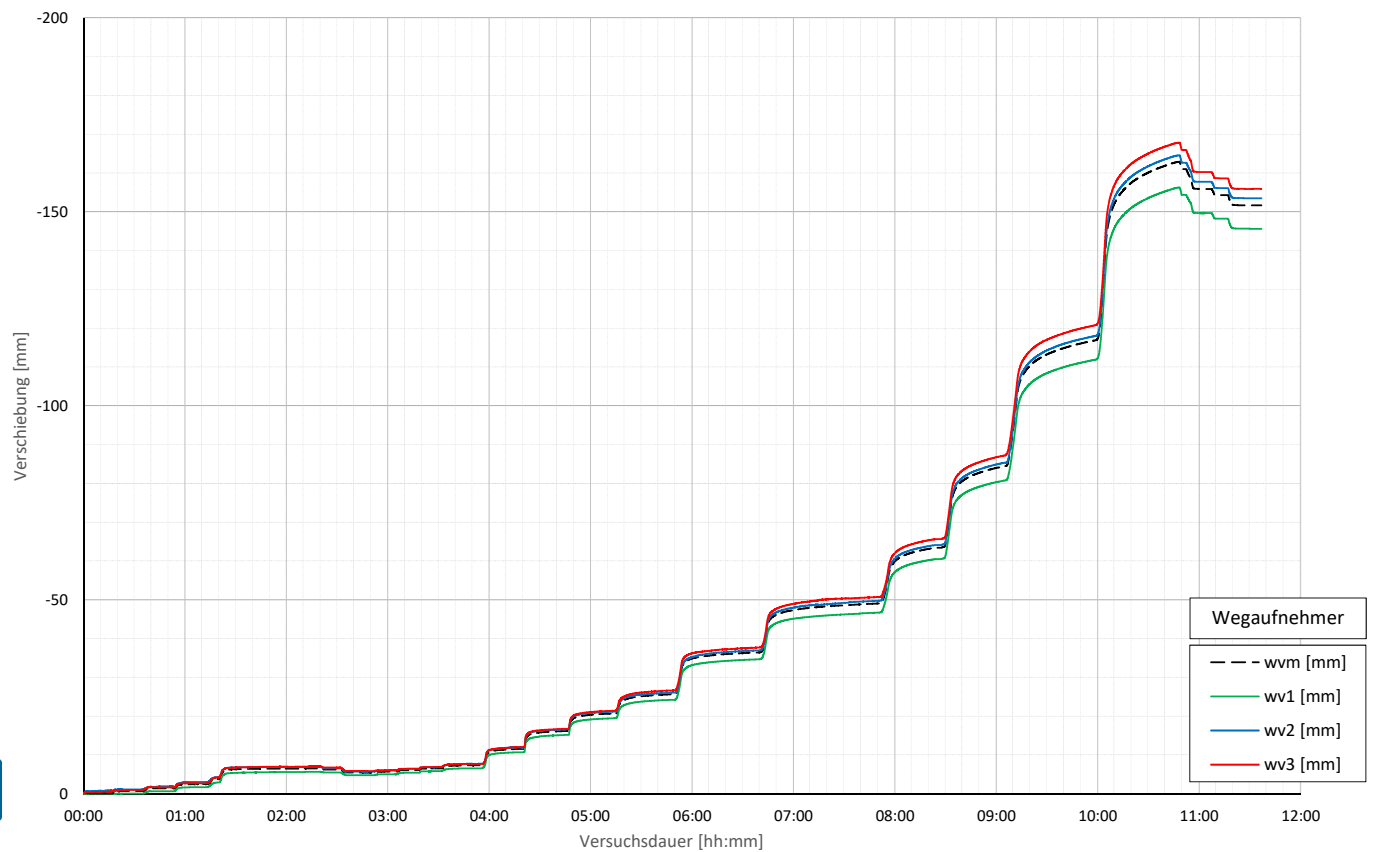
Prüfkörper: B.K51 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K51 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K51 (Kies - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LS Beginn [hh:mm]	LS Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	08:21	08:37	-50	-50	-0,32																				
1	08:40	08:56	-238	-249	-0,70	-0,65	-0,64	-0,66	-0,69	-0,70											5	15	-0,66	-0,70	-0,07
2	08:59	09:14	-425	-412	-1,36	-1,36	-1,37	-1,36	-1,37												2	10	-1,37	-1,37	-0,01
3	09:19	09:34	-613	-614	-2,44	-2,39	-2,40	-2,45	-2,45												2	10	-2,40	-2,45	-0,07
4	09:38	10:41	-800	-795	-6,53	-3,72	-3,76	-5,42	-6,23	-6,33	-6,36	-6,44	-6,48	-6,46	-6,51						20	60	-6,36	-6,51	-0,31
5	10:43	10:53	-425	-428	-6,22	-6,23	-6,23	-6,22																	
6	10:56	11:11	-50	-56	-5,43	-5,45	-5,46	-5,45	-5,43																
7	11:15	11:26	-238	-237	-5,69	-5,65	-5,65	-5,68	-5,70												2	10	-5,65	-5,70	-0,06
8	11:29	11:39	-425	-424	-6,08	-6,05	-6,05	-6,06													1	5	-6,05	-6,06	-0,02
9	11:42	11:52	-613	-615	-6,51	-6,46	-6,47	-6,48													1	5	-6,46	-6,48	-0,03
10	11:55	12:15	-800	-806	-7,32	-7,07	-7,14	-7,20	-7,27	-7,30											5	15	-7,20	-7,30	-0,22
11	12:20	12:40	-1125	-1129	-11,54	-10,81	-10,94	-11,17	-11,33	-11,49											5	15	-11,17	-11,49	-0,67
12	12:45	13:06	-1450	-1459	-16,14	-15,42	-15,52	-15,70	-15,92	-16,03	-16,13										10	20	-15,92	-16,13	-0,70
13	13:10	13:35	-1775	-1781	-20,66	-19,48	-19,67	-20,00	-20,30	-20,45	-20,56										10	20	-20,30	-20,56	-0,87
14	13:40	14:11	-2100	-2117	-25,64	-24,20	-24,37	-24,73	-25,07	-25,27	-25,43	-25,63									15	30	-25,27	-25,63	-1,19
15	14:16	15:00	-2750	-2768	-36,40	-33,98	-34,32	-34,84	-35,30	-35,58	-35,81	-36,10	-36,33								20	40	-35,81	-36,33	-1,73
16	15:08	16:11	-3400	-3415	-49,02	-45,67	-45,94	-46,50	-47,09	-47,47	-47,77	-48,20	-48,50	-48,74	-48,96						40	60	-48,50	-48,96	-2,61
17	16:21	16:50	-4050	-4071	-63,57	-60,32	-60,64	-61,36	-62,13	-62,68	-63,11										10	20	-62,13	-63,11	-3,27
18	16:57	17:25	-4700	-4709	-84,33	-79,39	-79,87	-80,94	-82,08	-82,88	-83,53										10	20	-82,08	-83,53	-4,80
19	17:37	18:18	-5350	-5364	-116,73	-108,83	-109,44	-110,80	-112,35	-113,44	-114,29	-115,63	-116,64								20	40	-114,29	-116,64	-7,79
20	18:34	19:05	-6000	-6006	-162,48	-154,97	-155,48	-156,79	-158,45	-159,69	-160,73	-162,33									0	0			
21	19:11	19:13	-3400	-3395	-160,97	-160,98															0	0			
22	19:18	19:27	-800	-833	-155,86	-155,90	-155,89	-155,87													0	0			
23	19:28	19:39	-425	-186	-153,00	-155,43	-154,41	-154,31	-154,30												0	0			
24	19:41	19:57	-50	-79	-151,66	-151,73	-151,71	-151,68	-151,67	-151,66											0	0			

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K51 (Kies - Druck)

Auswertung Verformungen MWES II - Bewehrungssensoren																	Pfahlwiderstand DMD				
Laststufen		Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					Schludruckmessdose SMD				
LS Nr	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _{3,m} [kN/m2]	
0	08:37	-50	155,39	153,49	153,49	153,49	152,54	152,54	151,49	151,49	150,44	150,44	155,39	153,49	152,54	151,49	150,44	149,87			
1	08:56	-249	-0,0157	-0,0265	-0,0211	-0,0053	-0,0121	-0,0087	-0,0078	-0,0052	-0,0065	-0,0043	-0,0211	-0,0087	-0,0065	-0,0048	-0,0032	-6,1	-242,7	-31,1	
2	09:14	-412	-0,0311	-0,0467	-0,0389	-0,0081	-0,0220	-0,0151	-0,0137	-0,0074	-0,0106	-0,0063	-0,0389	-0,0151	-0,0106	-0,0076	-0,0049	-8,0	-404,2	-51,8	
3	09:34	-614	-0,0517	-0,0695	-0,0606	-0,0136	-0,0323	-0,0230	-0,0207	-0,0122	-0,0165	-0,0099	-0,0606	-0,0230	-0,0165	-0,0121	-0,0080	-12,1	-601,5	-77,1	
4	10:41	-795	-0,0840	-0,0744	-0,0792	-0,0374	-0,0431	-0,0403	-0,0325	-0,0291	-0,0308	-0,0214	-0,0792	-0,0403	-0,0308	-0,0243	-0,0171	-25,5	-769,8	-98,6	
5	10:53	-428	-0,0511	-0,0322	-0,0416	-0,0219	-0,0212	-0,0216	-0,0155	-0,0151	-0,0153	-0,0101	-0,0416	-0,0216	-0,0153	-0,0119	-0,0077	6,5	-434,8	-55,7	
6	11:11	-56	-0,0155	-0,0099	-0,0028	-0,0065	-0,0026	-0,0020	-0,0026	-0,0023	-0,0002	-0,0001	-0,0028	-0,0020	-0,0002	-0,0002	-0,0010	28,1	-84,4	-10,8	
7	11:26	-237	-0,0331	-0,0095	-0,0213	-0,0144	-0,0066	-0,0105	-0,0044	-0,0085	-0,0064	-0,0048	-0,0213	-0,0105	-0,0064	-0,0048	-0,0027	18,3	-255,2	-32,7	
8	11:39	-424	-0,0523	-0,0298	-0,0410	-0,0225	-0,0177	-0,0201	-0,0127	-0,0158	-0,0143	-0,0102	-0,0410	-0,0201	-0,0143	-0,0107	-0,0069	6,0	-430,2	-55,1	
9	11:52	-615	-0,0725	-0,0500	-0,0612	-0,0325	-0,0291	-0,0308	-0,0216	-0,0240	-0,0228	-0,0167	-0,0612	-0,0308	-0,0228	-0,0177	-0,0124	-10,9	-604,3	-77,4	
10	12:15	-806	-0,0990	-0,0637	-0,0813	-0,0460	-0,0382	-0,0421	-0,0296	-0,0348	-0,0322	-0,0243	-0,0813	-0,0421	-0,0322	-0,0253	-0,0178	-25,1	-780,5	-100,0	
11	12:40	-1129	-0,1403	-0,0904	-0,1153	-0,0679	-0,0558	-0,0618	-0,0458	-0,0525	-0,0491	-0,0383	-0,1153	-0,0618	-0,0491	-0,0396	-0,0284	-43,7	-1085,0	-139,0	
12	13:06	-1459	-0,1881	-0,1149	-0,1515	-0,0936	-0,0726	-0,0831	-0,0622	-0,0727	-0,0674	-0,0543	-0,1515	-0,0831	-0,0674	-0,0555	-0,0404	-64,2	-1394,6	-178,7	
13	13:35	-1781	-0,2285	-0,1450	-0,1868	-0,1155	-0,0929	-0,1042	-0,0809	-0,0911	-0,0860	-0,0693	-0,1868	-0,1042	-0,0860	-0,0717	-0,0525	-83,5	-1697,3	-217,5	
14	14:11	-2117	-0,2687	-0,1803	-0,2245	-0,1384	-0,1166	-0,1275	-0,1021	-0,1107	-0,1064	-0,0859	-0,2245	-0,1275	-0,1064	-0,0893	-0,0664	-106,4	-2010,2	-257,6	
15	15:00	-2768	-0,3550	-0,2425	-0,2987	-0,1867	-0,1623	-0,1745	-0,1457	-0,1498	-0,1477	-0,1191	-0,2987	-0,1745	-0,1477	-0,1250	-0,0944	-154,8	-2613,4	-334,9	
16	16:11	-3415	-0,4347	-0,3143	-0,3745	-0,2305	-0,2151	-0,2228	-0,1939	-0,1884	-0,1911	-0,1516	-0,3745	-0,2228	-0,1911	-0,1616	-0,1239	-205,5	-3209,1	-411,2	
17	16:50	-4071	-0,5183	-0,3830	-0,4506	-0,2795	-0,2652	-0,2724	-0,2421	-0,2317	-0,2369	-0,1871	-0,4506	-0,2724	-0,2369	-0,1993	-0,1559	-269,4	-3801,8	-487,2	
18	17:25	-4709	-0,6034	-0,4538	-0,5286	-0,3363	-0,3182	-0,3273	-0,2917	-0,2833	-0,2875	-0,2292	-0,5286	-0,3273	-0,2875	-0,2429	-0,1958	-347,2	-4362,2	-559,0	
19	18:18	-5364	-0,6898	-0,5357	-0,6128	-0,3991	-0,3749	-0,3870	-0,3387	-0,3515	-0,3451	-0,2896	-0,6128	-0,3870	-0,3451	-0,2979	-0,2483	-456,5	-4907,5	-628,9	
20	19:05	-6006	-0,7778	-0,6150	-0,6964	-0,4561	-0,4363	-0,4462	-0,3991	-0,4052	-0,4021	-0,3318	-0,6964	-0,4462	-0,4021	-0,3565	-0,3039	-580,6	-5425,3	-695,2	
21	19:13	-3395	-0,4882	-0,3606	-0,4244	-0,2957	-0,2688	-0,2823	-0,2552	-0,2588	-0,2570	-0,2168	-0,4244	-0,2823	-0,2570	-0,2374	-0,2103	-233,0	-3162,1	-405,2	
22	19:27	-833	-0,1756	-0,0813	-0,1284	-0,1107	-0,0734	-0,0921	-0,0792	-0,0885	-0,0839	-0,0746	-0,1284	-0,0921	-0,0839	-0,0836	-0,0803	3,9	-837,2	-107,3	
23	19:39	-186	-0,0997	-0,0062	-0,0530	-0,0617	-0,0213	-0,0415	-0,0294	-0,0430	-0,0362	-0,0357	-0,0530	-0,0415	-0,0362	-0,0390	-0,0393	57,1	-243,1	-31,2	
24	19:57	-79	-0,0749	0,0037	-0,0356	-0,0453	-0,0147	-0,0300	-0,0216	-0,0296	-0,0256	-0,0257	-0,0356	-0,0300	-0,0256	-0,0291	-0,0303	64,0	-143,0	-18,3	

Prüfkörper: B.K51 (Kies - Druck)

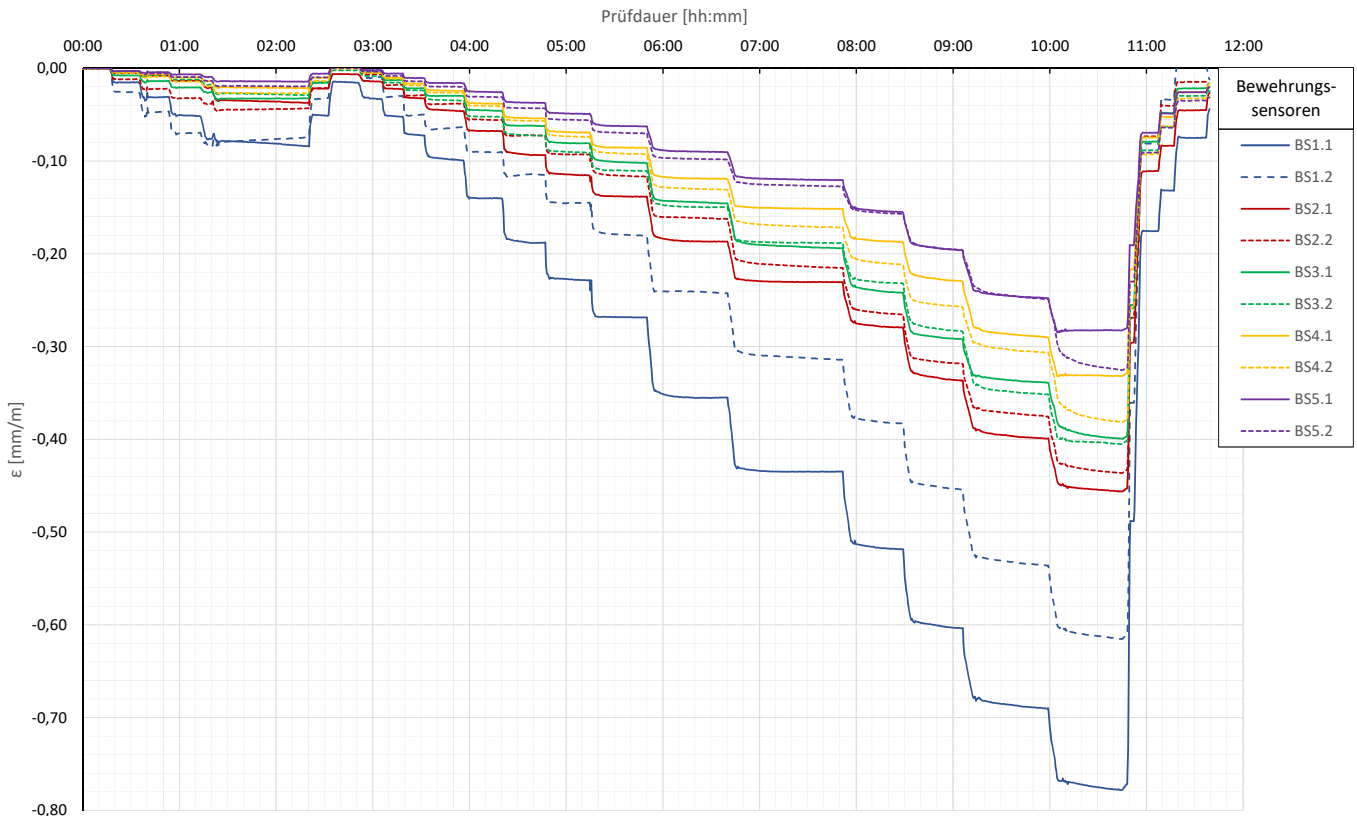
Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normalkraft											
Laststufen		Kettenextensometer - Verzerrungen								E-Modul		Normalkraft je Messquerschnitt der BS						Anteil der Normalkraft an der Prüfkraft			
LS	LS Ende	KEK1	KEK2	KEK3	KEK4	KEK5	Ec / MQ1	Ec / KEK1	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)			
Nr.	[h:mm]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	[kN/mm ²]	[kN/mm ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]			
0	08:37	-50	156,64/2,50	154,14/0,94	153,20/0,95	152,25/0,94	151,31/0,94	8	3	4	5	6	7	100%	42%	31%	22%	15%			
1	08:56	-249	-0,0228	-0,0113	-0,0197	-0,0054	-0,0037	57	51	-248,9	-103,9	-77,6	-55,3	-36,8	100%	43%	30%	21%	14%		
2	09:14	-412	-0,0408	-0,0054	-0,0363	-0,0051	-0,0022	48	46	-412,2	-179,3	-125,6	-88,6	-56,5	100%	45%	32%	23%	15%		
3	09:34	-614	-0,0614	-0,0052	-0,0529	-0,0132	-0,0065	45	45	-613,6	-273,2	-195,9	-140,4	-93,1	100%	45%	32%	23%	15%		
4	10:41	-795	-0,0776	-0,0073	-0,0811	-0,0284	-0,0162	45	47	-795,2	-479,0	-366,0	-281,1	-197,8	100%	60%	46%	35%	25%		
5	10:53	-428	-0,0411	0,0384	0,0774	-0,0047	-0,0087								0%	0%	0%	0%	0%		
6	11:11	-56	-0,0029	0,0415	-0,0621	0,0161	-0,0014								0%	0%	0%	0%	0%		
7	11:26	-237	-0,0201	0,0394	-0,0618	-0,0011	-0,0027	52	57	-236,9	-125,1	-76,5	-55,8	-31,3	100%	53%	32%	24%	13%		
8	11:39	-424	-0,0388	0,0408	-0,0762	-0,0102	-0,0058	47	51	-424,3	-239,1	-169,7	-124,4	-80,5	100%	56%	40%	29%	19%		
9	11:52	-615	-0,0610	0,0333	-0,0997	-0,0236	-0,0198	45	46	-615,2	-365,9	-271,0	-204,5	-143,4	100%	59%	44%	33%	23%		
10	12:15	-806	-0,0791	0,0354	-0,1164	-0,0310	-0,0244	44	46	-805,6	-500,5	-382,8	-293,7	-206,8	100%	62%	48%	36%	26%		
11	12:40	-1129	-0,1122	0,0210	-0,1448	-0,0429	-0,0371	43	45	-1128,7	-735,4	-584,1	-458,3	-329,1	100%	65%	52%	41%	29%		
12	13:06	-1459	-0,1490	0,0113	-0,1733	-0,0617	-0,0455	42	44	-1458,7	-988,4	-801,8	-643,0	-467,8	100%	68%	55%	44%	32%		
13	13:35	-1781	-0,1812	-0,0045	-0,1998	-0,0795	-0,0605	41	44	-1780,8	-1239,0	-1023,0	-830,3	-608,8	100%	70%	57%	47%	34%		
14	14:11	-2117	-0,2181	-0,0170	-0,2310	-0,1040	-0,0726	40	43	-2116,6	-1516,2	-1265,8	-1034,3	-769,4	100%	72%	60%	49%	36%		
15	15:00	-2768	-0,2907	-0,0514	-0,2911	-0,1457	-0,0973	39	42	-2768,2	-2075,6	-1757,0	-1448,3	-1093,7	100%	75%	63%	52%	40%		
16	16:11	-3415	-0,3644	-0,0950	-0,3426	-0,1884	-0,1294	38	41	-3414,7	-2649,8	-2272,8	-1872,4	-1455,4	100%	78%	67%	55%	42%		
17	16:50	-4071	-0,4428	-0,1533	-0,3921	-0,2388	-0,1603	38	40	-4071,2	-3238,9	-2817,1	-2309,0	-1806,4	100%	80%	69%	57%	44%		
18	17:25	-4709	-0,5176	-0,2074	-0,4442	-0,2841	-0,1983	37	39	-4705,5	-3891,8	-3419,1	-2814,1	-2268,3	100%	83%	73%	60%	48%		
19	18:18	-5364	-0,6018	-0,2690	-0,5048	-0,3499	-0,2563	36	38	-5364,0	-4602,2	-4104,2	-3451,1	-2876,8	100%	86%	77%	64%	54%		
20	19:05	-6006	-0,6892	-0,3352	-0,5661	-0,4168	-0,3088	35	36	-6005,9	-5306,3	-4782,2	-4130,6	-3521,4	100%	88%	80%	69%	59%		
21	19:13	-3395	-0,4304	-0,1584	-0,4185	-0,2713	-0,2103														
22	19:27	-833	-0,1430	0,0497	-0,2409	-0,0875	-0,0783														
23	19:39	-186	-0,0656	0,1073	-0,1858	-0,0323	-0,0365	MW E-Modul													
24	19:57	-79	-0,0485	0,1155	-0,1811	-0,0226	-0,0323	43	44												

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfahlwiderstände					
Laststufen		Differenz Längskraft				Mantelreibung				Widerstand errechnet		Widerstand mittels DMD			
LS	LS Ende	ΔN(MQ1-2)	ΔN(MQ2-3)	ΔN(MQ3-4)	ΔN(MQ4-5)	q _l (MQ1-2)	q _l (MQ2-3)	q _l (MQ3-4)	q _l (MQ4-5)	Rb	Rs	Rb DMD	Rs DMD	q DMD	
Nr.	[h:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	
0	08:37	-50	154,18	153,49	152,54	151,49	150,44								
1	08:56	-249	-144,9	-26,2	-22,3	-18,5	-11,4	-14,7	-11,3	-9,3	-29,8	-219,0	-6,1	-242,7	
2	09:14	-412	-322,9	-53,6	-37,1	-32,1	-17,9	-29,9	-18,7	-16,2	-44,2	-367,9	-8,0	-404,2	
3	09:34	-614	-340,4	-77,3	-55,5	-47,3	-26,7	-43,2	-28,1	-23,9	-75,1	-538,5	-12,1	-601,5	
4	10:41	-795	-316,2	-113,0	-85,0	-83,2	-243,1	-63,1	-42,9	-42,0	-166,1	-629,1	-25,5	-769,8	
5	10:53	-428													
6	11:11	-56													
7	11:26	-237	-111,8	-48,7	-20,6	-24,5	-86,0	-27,2	-10,4	-12,4	-22,0	-214,9	18,3	-255,2	
8	11:39	-424	-185,1	-69,5	-45,3	-43,9	-142,3	-38,8	-22,9	-22,2	-63,8	-360,5	6,0	-430,2	
9	11:52	-615	-249,2	-94,9	-66,5	-61,2	-191,6	-53,0	-33,6	-30,9	-120,1	-495,1	-10,9	-604,3	
10	12:15	-806	-305,1	-117,7	-89,1	-86,9	-234,6	-65,7	-45,0	-43,9	-173,7	-631,9	-25,1	-780,5	
11	12:40	-1129	-393,3	-151,3	-125,8	-129,2	-302,4	-84,5	-63,6	-65,3	-279,9	-848,8	-43,7	-1085,0	
12	13:06	-1459	-470,4	-186,5	-158,9	-175,1	-361,7	-104,2	-80,3	-88,5	-401,1	-1057,6	-64,2	-1394,6	
13	13:35	-1781	-541,7	-216,1	-192,6	-221,6	-416,5	-120,7	-97,3	-111,9	-524,4	-1256,4	-83,5	-1697,3	
14	14:11	-2117	-600,3	-250,4	-231,5	-264,9	-461,6	-139,8	-117,0	-133,8	-668,5	-1448,1	-106,4	-2010,2	
15	15:00	-2768	-692,6	-318,6	-308,7	-354,6	-532,5	-177,9	-156,0	-179,2	-958,6	-1809,6	-154,8	-2613,4	
16	16:11	-3415	-764,8	-377,0	-400,4	-437,0	-588,1	-210,5	-202,3	-220,8	-1268,9	-2145,8	-205,5	-3209,1	
17	16:50	-4071	-832,2	-421,8	-508,1	-502,6	-639,9	-235,6	-256,7	-254,0	-1614,9	-2456,3	-269,4	-3801,8	
18	17:25	-4709	-817,7	-472,7	-605,0	-545,9	-628,7	-264,0	-305,7	-275,8	-2060,3	-2649,2	-347,2	-4362,2	
19	18:18	-5364	-761,8	-498,0	-653,1	-574,3	-585,7	-278,1	-330,0	-290,2	-2658,0	-2706,0	-456,5	-4907,5	
20	19:05	-6006	-699,6	-524,1	-651,5	-609,3	-573,9	-292,7	-329,2	-307,8	-3289,3	-2716,7	-580,6	-5425,3	
21	19:13	-3395													
22	19:27	-833													
23	19:39	-186													
24	19:57	-79													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

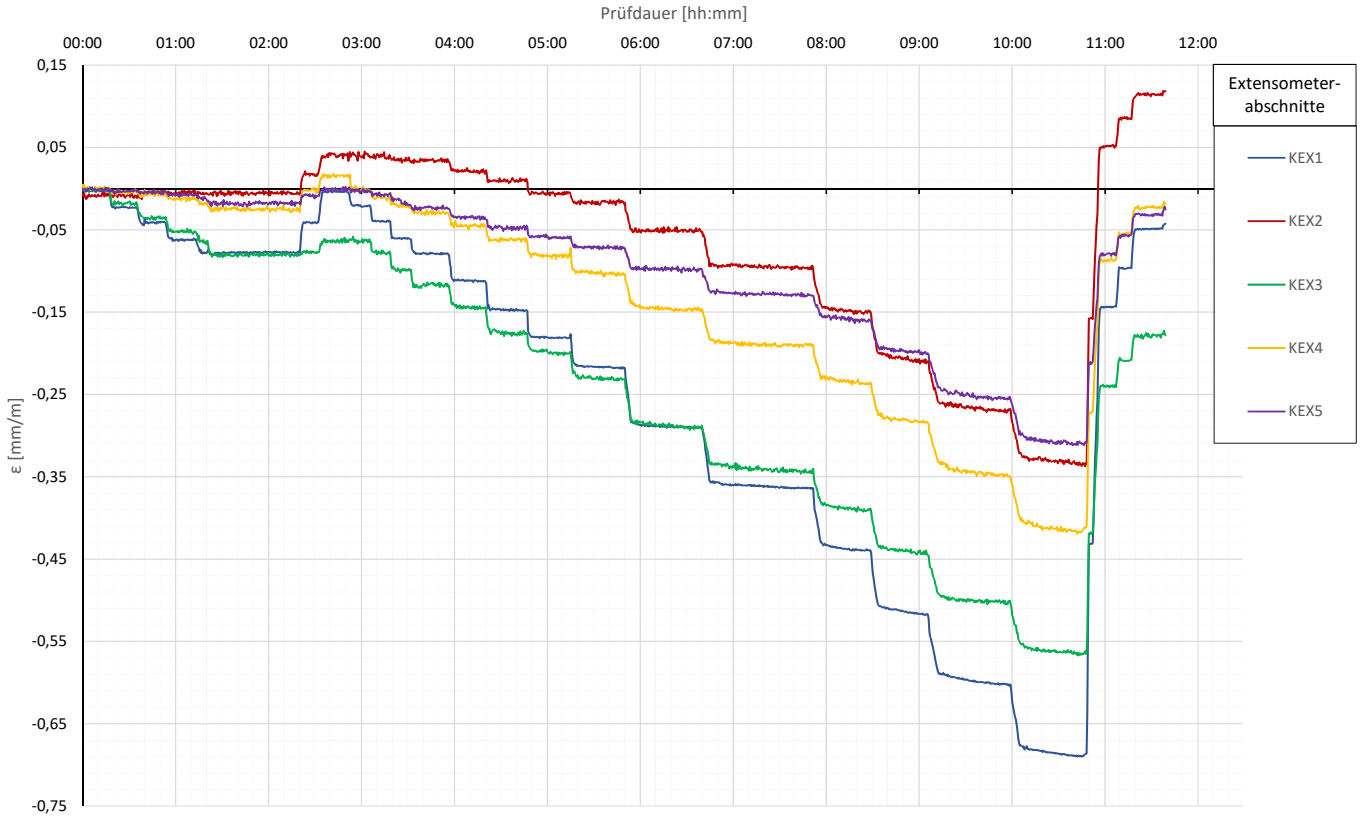
Prüfkörper: B.K51 (Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



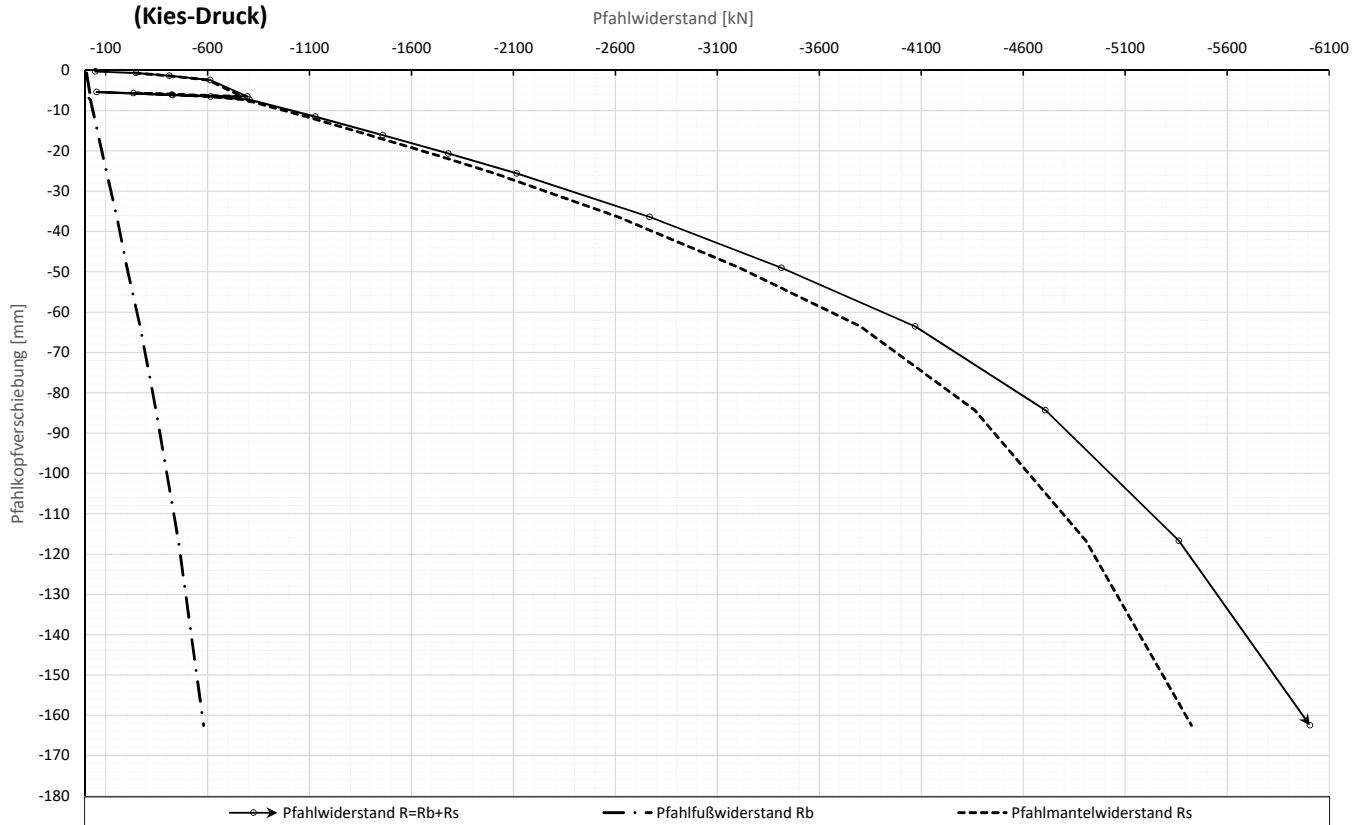
Prüfkörper: B.K51 (Kies-Druck)

Kettenextensometer



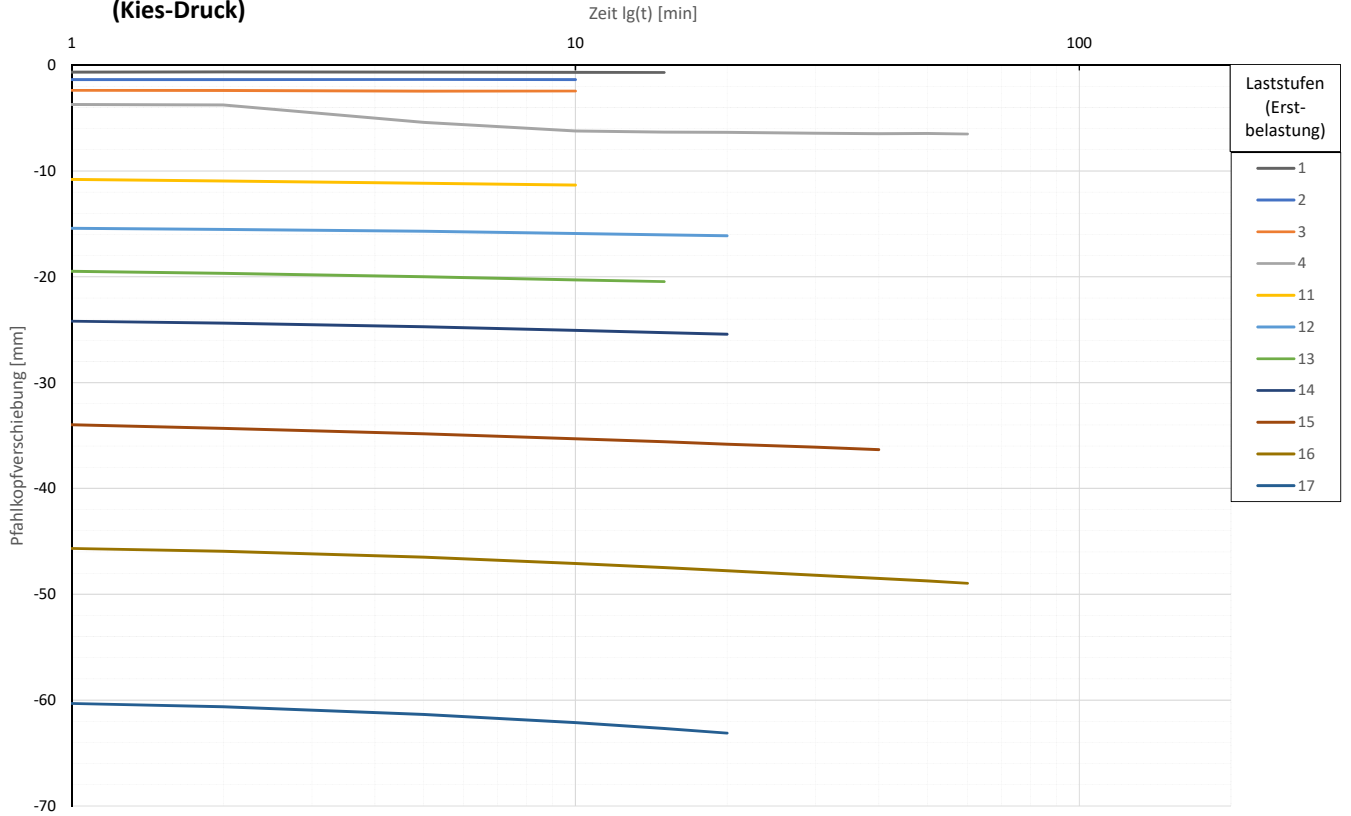
Prüfkörper: B.K51 (Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



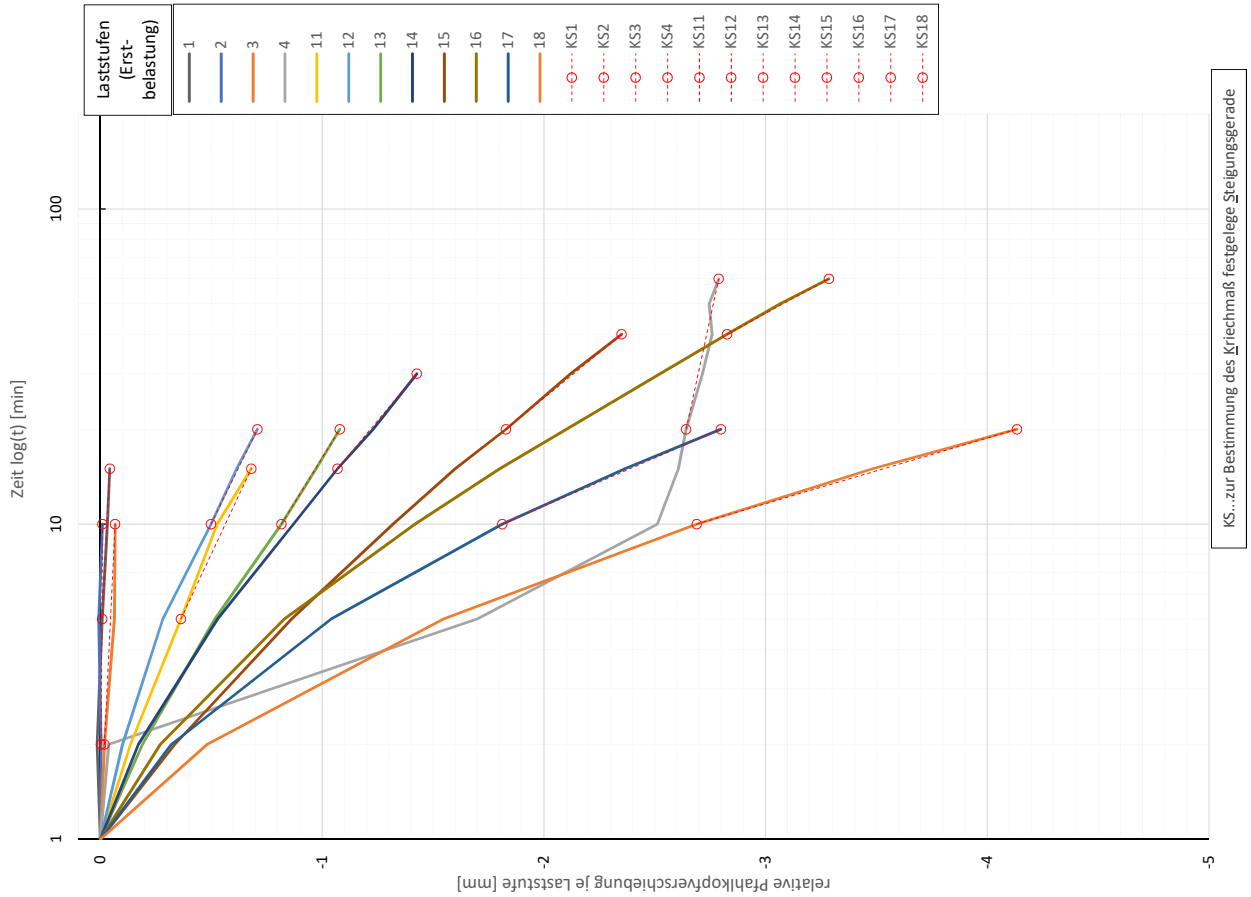
Prüfkörper: **B.K51**
(Kies-Druck)

Zeitverformung



10

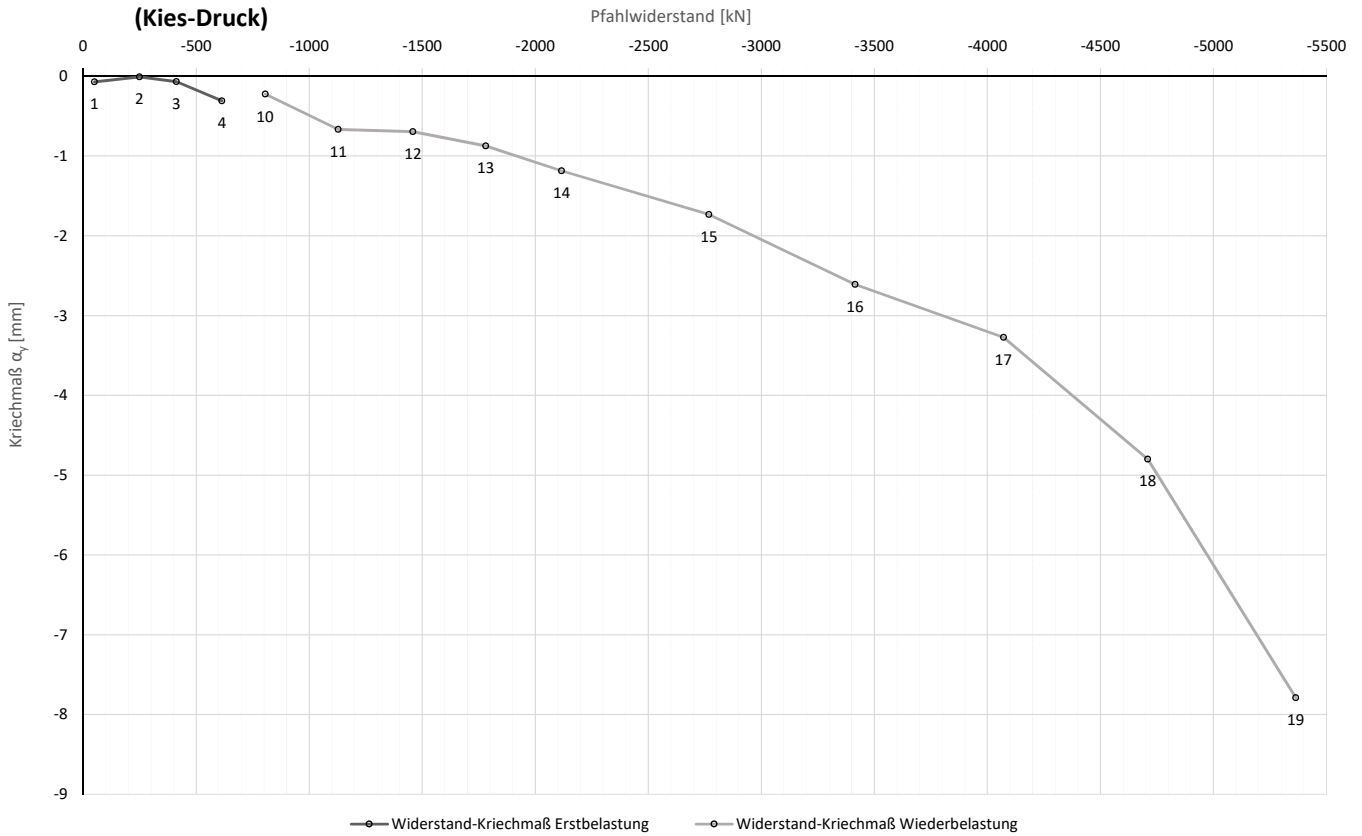
Prüfkörper: **B.K51**
(Kies-Druck)



11

Prüfkörper: B.K51

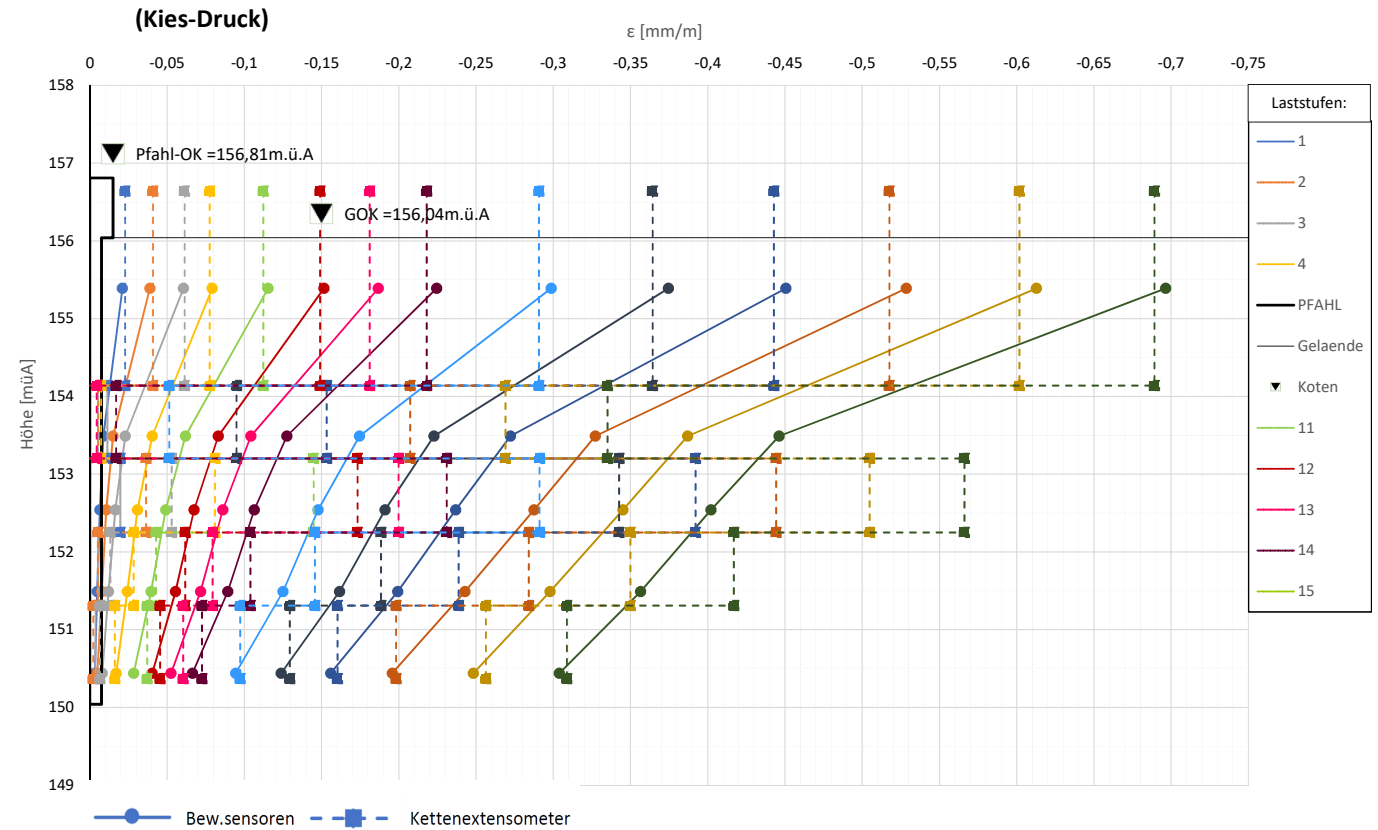
Widerstands-Kriechmaßlinie



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K51

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

AUSWERTUNG

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K52
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (MWES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	31
Prüfdatum:	19.09.2017
Versuchsbeginn:	09:52 Uhr
Versuchsende:	23.17
Wetterbedingungen:	7:00h sonnig 18h
besondere Versuchsbedingungen:	BS1.1 Werte fehlen, KEX3 Werte streuen stark

Geometrie Prüfkörper:

Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,83 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,06 müA
OK Haftstrecke:	154,20 müA
UK Pfahl:	150,06 müA
Länge Freispielstrecke:	2,63 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

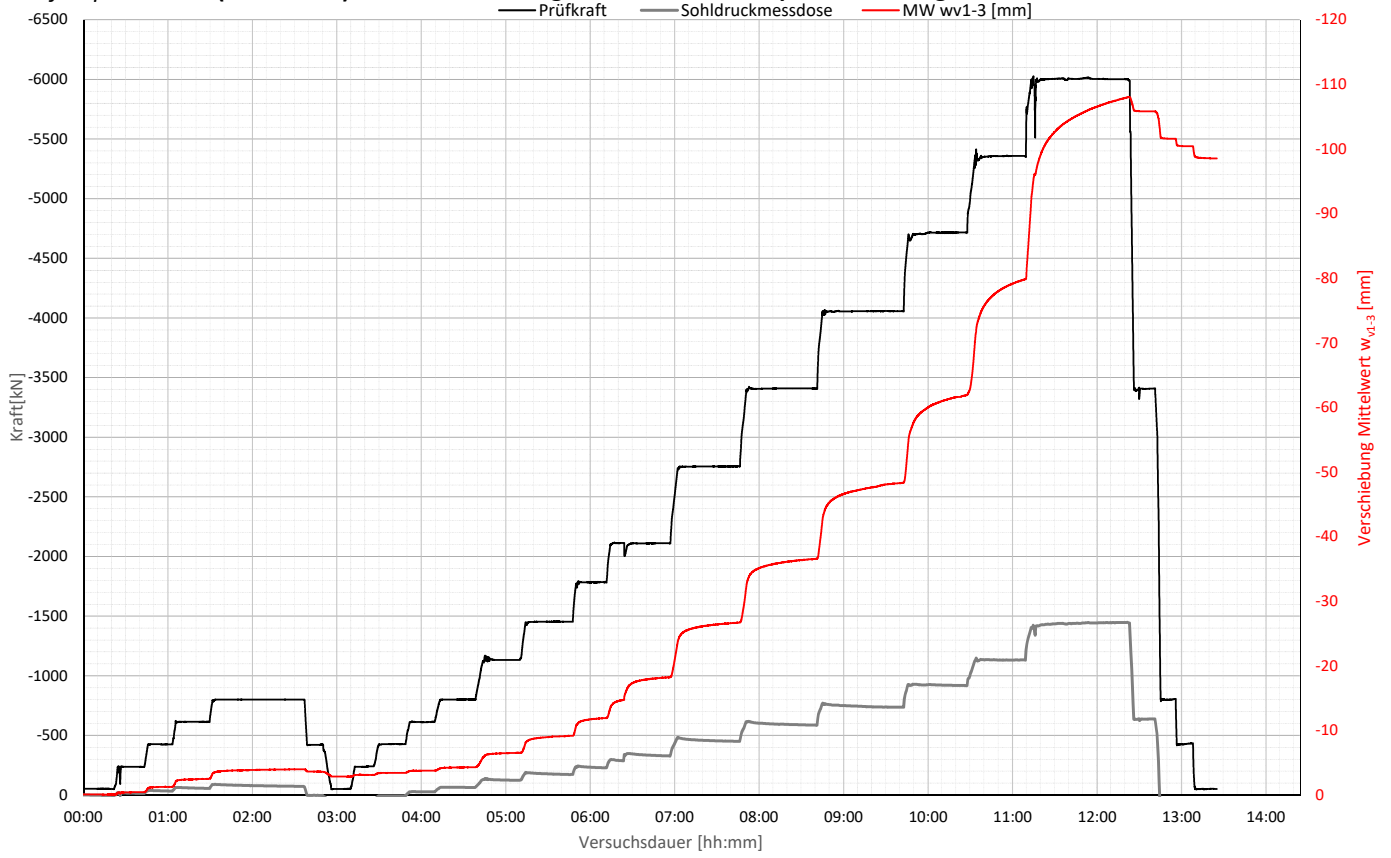
Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



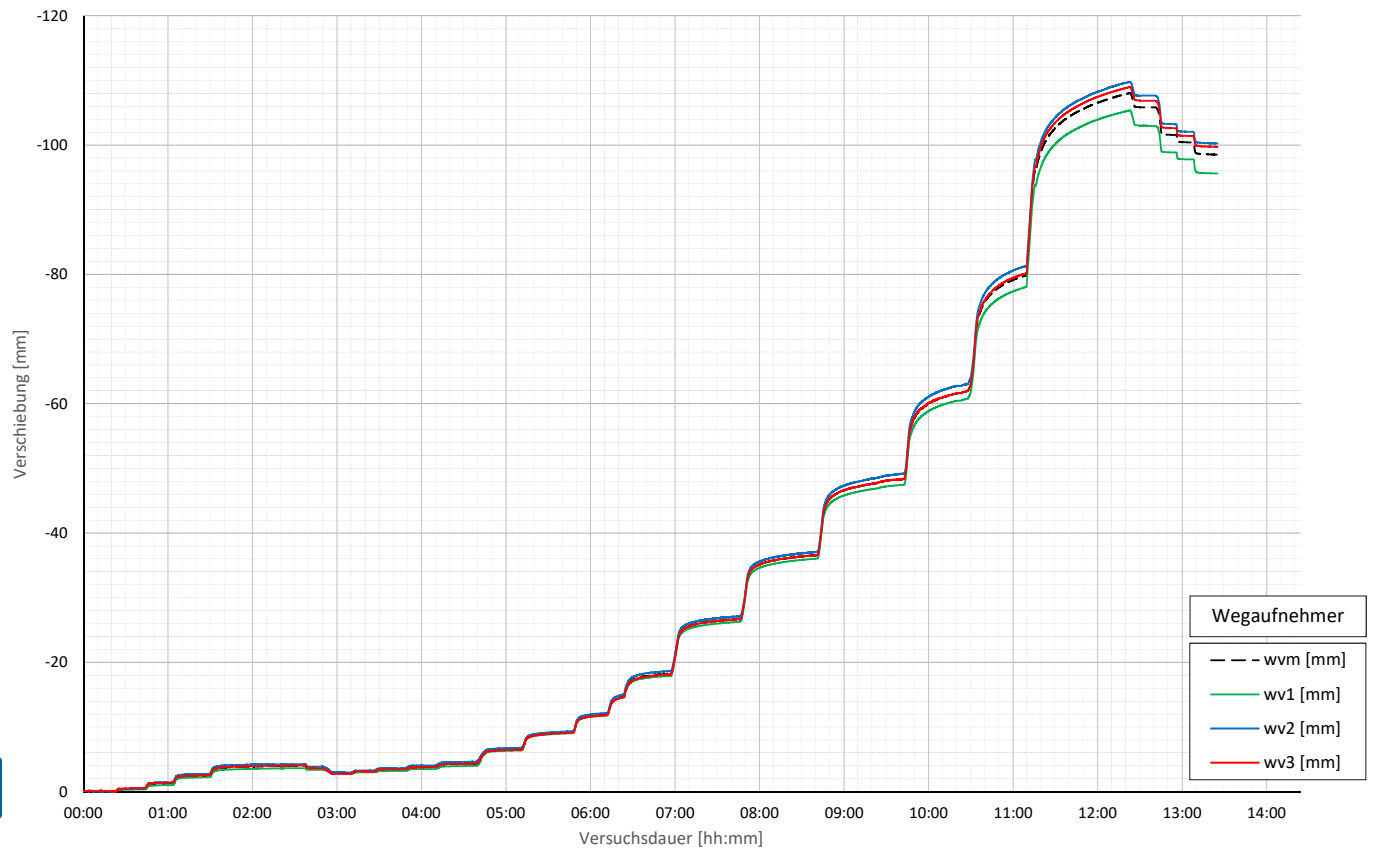
Prüfkörper: B.K52 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K52 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K52 (Kies - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]														Berechnung Kriechmaß					
LS Nr	LS Beginn [hh:mm]	LS Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	09:52	10:12	-50	-52	-0,08																				
1	10:20	10:35	-238	-236	-0,44	-0,40	-0,42	-0,43	-0,45	-0,44											5	15	-0,43	-0,44	-0,03
2	10:39	10:54	-425	-425	-1,27	-1,18	-1,20	-1,24	-1,26												2	10	-1,20	-1,26	-0,08
3	10:58	11:18	-613	-613	-2,49	-2,28	-2,31	-2,39	-2,42	-2,46	-2,49										10	20	-2,42	-2,49	-0,23
4	11:25	12:25	-800	-801	-3,98	-3,56	-3,63	-3,69	-3,77	-3,81	-3,84	-3,91	-3,95	-3,97							20	50	-3,84	-3,97	-0,32
5	12:31	12:41	-425	-422	-3,62	-3,63	-3,63	-3,63																	
6	12:48	12:58	-50	-52	-2,86	-2,88	-2,87	-2,86																	
7	13:05	13:15	-238	-240	-3,13	-3,12	-3,13	-3,13													1	5	-3,12	-3,13	-0,02
8	13:24	13:40	-425	-427	-3,42	-3,43	-3,43	-3,44	-3,43	-3,42											5	15	-3,44	-3,42	0,04
9	13:45	14:00	-613	-614	-3,78	-3,76	-3,77	-3,76	-3,78												2	10	-3,77	-3,78	-0,02
10	14:07	14:30	-800	-801	-4,31	-4,21	-4,22	-4,25	-4,27	-4,28	-4,30										10	20	-4,27	-4,30	-0,10
11	14:41	15:00	-1125	-1132	-6,53	-6,38	-6,40	-6,44	-6,48	-6,52											5	15	-6,44	-6,52	-0,17
12	15:08	15:38	-1450	-1454	-9,16	-8,57	-8,64	-8,78	-8,91	-8,99	-9,06										5	20	-8,78	-9,06	-0,47
13	15:45	16:02	-1775	-1784	-11,91	-11,47	-11,53	-11,65	-11,79	-11,88											10	15	-11,79	-11,88	-0,52
14	16:08	16:48	-2100	-2112	-18,24	-14,30	-14,41	-14,62	-16,37	-17,43	-17,76	-18,05									20	30	-17,76	-18,05	-1,68
15	16:56	17:36	-2750	-2756	-26,67	-25,02	-25,20	-25,55	-25,87	-26,11	-26,26	-26,51									20	30	-26,26	-26,51	-1,38
16	17:47	18:32	-3400	-3408	-36,56	-34,68	-34,81	-35,13	-35,50	-35,76	-35,95	-36,25	-36,48								20	40	-35,95	-36,48	-1,78
17	18:40	19:32	-4050	-4057	-48,29	-45,10	-45,34	-45,87	-46,47	-46,82	-47,09	-47,54	-48,01	-48,25							40	50	-48,01	-48,25	-2,49
18	19:50	20:19	-4700	-4716	-61,90	-59,88	-60,02	-60,41	-60,83	-61,19	-61,51										15	20	-61,19	-61,51	-2,53
19	20:31	20:58	-5350	-5358	-79,64	-75,82	-76,14	-76,93	-77,88	-78,55	-79,07										10	20	-77,88	-79,07	-3,98
20	21:13	22:13	-6000	-6002	-107,96	-100,25	-100,65	-101,67	-102,90	-103,87	-104,59	-105,74	-106,64	-107,36							30	50	-105,74	-107,36	-7,2738
21	22:23	22:33	-3400	-3409	-105,82	-105,83	-105,83	-105,83													0	0			
22	22:37	22:47	-800	-805	-101,57	-101,68	-101,65	-101,60													0	0			
23	22:49	23:00	-425	-435	-100,42	-100,50	-100,47	-100,44	-100,42												0	0			
24	23:02	23:17	-50	-51	-98,53	-98,68	-98,65	-98,60	-98,56												0	0			

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: B.K52 (Miozän - Druck)

Auswertung Verformungen MWES II - Bewehrungssensoren																	Pfwahlwiderstand DMD				
Laststufen		Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					Sohldruckmessdose SMD				
LS Nr	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _{3,m} [kN/m ²]	
0	10:12	-52	155,48	153,58	153,58	153,58	152,63	152,63	151,58	151,58	150,53	150,53	155,48	153,58	152,63	151,58	150,53	149,96			
1	10:35	-236		-0,0124	-0,0062	-0,0109	-0,0054	-0,0082	-0,0100	-0,0061	-0,0080	-0,0070	-0,0124	-0,0082	-0,0080	-0,0064	-0,0042	-13,4	-222,4	-28,5	
2	10:54	-425		-0,0233	-0,0117	-0,0146	-0,0111	-0,0129	-0,0215	-0,0114	-0,0164	-0,0152	-0,0233	-0,0129	-0,0164	-0,0128	-0,0087	-33,6	-391,4	-50,2	
3	11:18	-613		-0,0362	-0,0181	-0,0278	-0,0175	-0,0226	-0,0324	-0,0172	-0,0248	-0,0240	-0,0362	-0,0226	-0,0248	-0,0200	-0,0143	-56,5	-556,9	-71,4	
4	12:25	-801		-0,0534	-0,0267	-0,0417	-0,0259	-0,0338	-0,0438	-0,0243	-0,0340	-0,0338	-0,0534	-0,0338	-0,0340	-0,0282	-0,0206	-73,6	-727,5	-93,2	
5	12:41	-422		-0,0240	-0,0120	-0,0177	-0,0103	-0,0140	-0,0249	-0,0098	-0,0173	-0,0190	-0,0240	-0,0140	-0,0173	-0,0139	-0,0101	2,5	-424,3	-54,4	
6	12:58	-52		-0,0013	-0,0006	0,0101	0,0026	0,0063	-0,0025	0,0037	0,0006	-0,0012	-0,0013	0,0063	0,0006	0,0015	0,0012	72,9	-124,8	-16,0	
7	13:15	-240		-0,0145	-0,0073	-0,0042	-0,0042	-0,0042	-0,0128	-0,0035	-0,0081	-0,0090	-0,0145	-0,0042	-0,0081	-0,0057	-0,0042	40,3	-280,4	-35,9	
8	13:40	-427		-0,0243	-0,0121	-0,0159	-0,0104	-0,0131	-0,0236	-0,0100	-0,0168	-0,0179	-0,0243	-0,0131	-0,0168	-0,0134	-0,0096	7,1	-434,3	-55,7	
9	14:00	-614		-0,0377	-0,0189	-0,0265	-0,0178	-0,0222	-0,0335	-0,0171	-0,0253	-0,0254	-0,0377	-0,0222	-0,0253	-0,0203	-0,0150	-27,9	-585,8	-75,1	
10	14:30	-801		-0,0547	-0,0273	-0,0386	-0,0262	-0,0324	-0,0432	-0,0244	-0,0338	-0,0336	-0,0547	-0,0324	-0,0338	-0,0279	-0,0206	-63,6	-737,7	-94,5	
11	15:00	-1132		-0,1094	-0,0547	-0,0508	-0,0514	-0,0511	-0,0571	-0,0432	-0,0501	-0,0481	-0,1094	-0,0511	-0,0501	-0,0428	-0,0323	-123,5	-1008,6	-129,2	
12	15:38	-1454		-0,1489	-0,0745	-0,0672	-0,0711	-0,0691	-0,0756	-0,0591	-0,0674	-0,0647	-0,1489	-0,0691	-0,0674	-0,0584	-0,0447	-172,9	-1280,6	-164,1	
13	16:02	-1784		-0,1903	-0,0951	-0,0881	-0,0918	-0,0899	-0,0946	-0,0760	-0,0853	-0,0825	-0,1903	-0,0899	-0,0853	-0,0748	-0,0576	-228,8	-1555,5	-199,3	
14	16:48	-2112		-0,2363	-0,1181	-0,1278	-0,1331	-0,1304	-0,1341	-0,1117	-0,1229	-0,1168	-0,2363	-0,1304	-0,1229	-0,1081	-0,0846	-328,5	-1783,2	-228,5	
15	17:36	-2756		-0,3243	-0,1621	-0,1704	-0,1847	-0,1776	-0,1772	-0,1539	-0,1656	-0,1551	-0,3243	-0,1776	-0,1656	-0,1461	-0,1161	-451,0	-2304,9	-295,4	
16	18:32	-3408		-0,4072	-0,2036	-0,2192	-0,2398	-0,2295	-0,2221	-0,1960	-0,2091	-0,1931	-0,4072	-0,2295	-0,2091	-0,1837	-0,1477	-586,7	-2821,8	-361,6	
17	19:32	-4057		-0,4897	-0,2448	-0,2739	-0,2926	-0,2832	-0,2678	-0,2358	-0,2518	-0,2308	-0,4897	-0,2832	-0,2518	-0,2198	-0,1793	-736,6	-3320,5	-425,5	
18	20:19	-4716		-0,5775	-0,2887	-0,3285	-0,3469	-0,3377	-0,3126	-0,2750	-0,2938	-0,2675	-0,5775	-0,3377	-0,2938	-0,2542	-0,2126	-918,1	-3798,3	-486,7	
19	20:58	-5358		-0,6660	-0,3330	-0,3792	-0,3992	-0,3892	-0,3533	-0,3126	-0,3329	-0,3021	-0,6660	-0,3892	-0,3329	-0,2880	-0,2523	-1132,9	-4225,6	-541,5	
20	22:13	-6002		-0,7664	-0,3832	-0,4322	-0,4563	-0,4442	-0,3928	-0,3557	-0,3743	-0,3377	-0,7664	-0,4442	-0,3743	-0,3287	-0,3106	-1447,9	-4554,5	-583,6	
21	22:33	-3409		-0,4746	-0,2373	-0,2656	-0,2928	-0,2792	-0,2527	-0,2232	-0,2380	-0,2219	-0,4746	-0,2792	-0,2380	-0,2129	-0,2122				
22	22:47	-805		-0,1625	-0,0813	-0,0601	-0,1042	-0,0822	-0,0762	-0,0680	-0,0721	-0,0709	-0,1625	-0,0822	-0,0721	-0,0657	-0,0720				
23	23:00	-435		-0,1161	-0,0580	-0,0386	-0,0755	-0,0571	-0,0469	-0,0447	-0,0458	-0,0454	-0,1161	-0,0571	-0,0458	-0,0419	-0,0479				
24	23:17	-51		-0,0571	-0,0285	-0,0108	-0,0412	-0,0260	-0,0197	-0,0183	-0,0190	-0,0194	-0,0571	-0,0260	-0,0190	-0,0173	-0,0226				

Prüfkörper: B.K52 (Miozän - Druck)

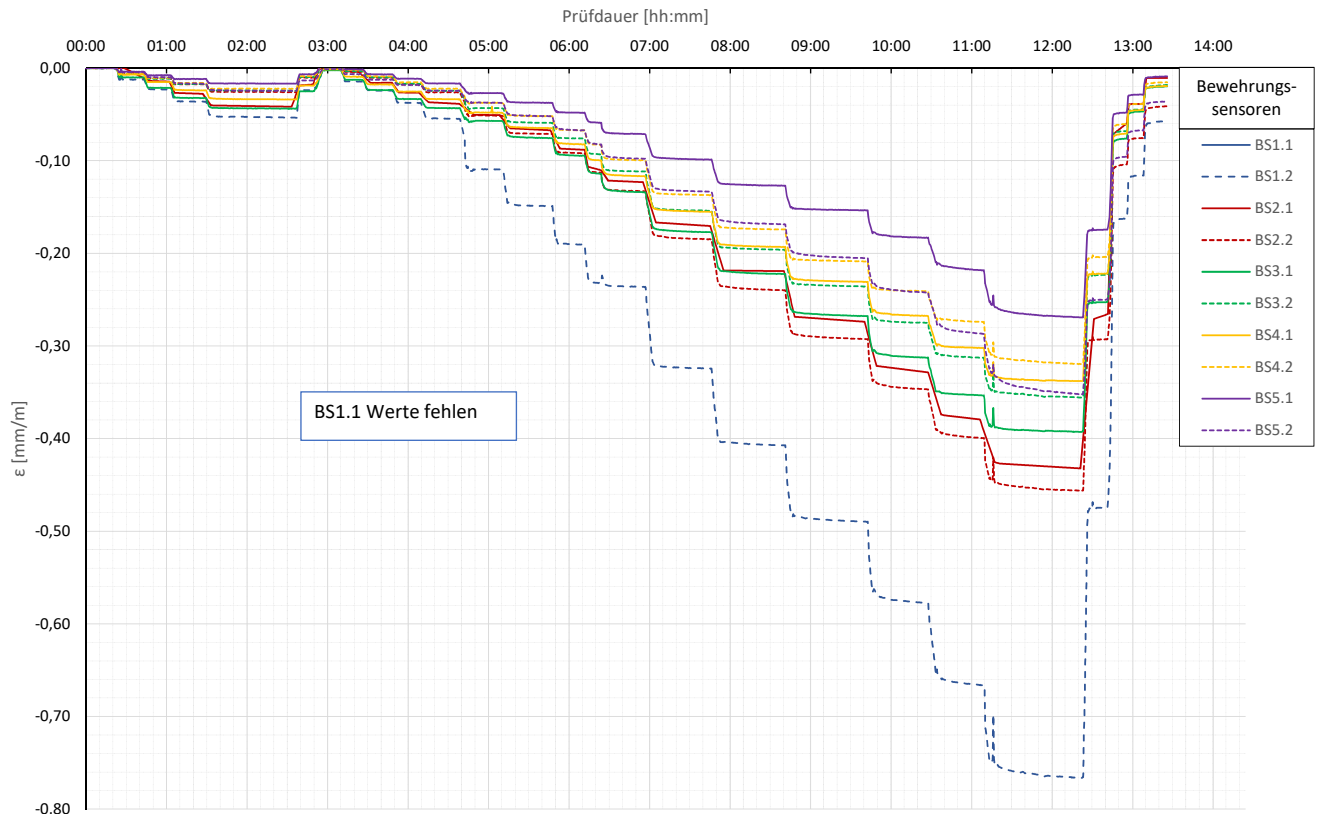
Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normalkraft									
Laststufen		Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		Normalkraft je Messquerschnitt der BS					Anteil der Normalkraft an der Prüfkraft					
LS	LS Ende	P list	KEK1	KEK2	KEK3	KEK4	KEK5	E _c / MQ1	E _c / KEK1	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)	N(MQ1)	N(MQ2)	N(MQ3)	N(MQ4)	N(MQ5)
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	Höhe / 10 [m]	[kN/mm ²]	[kN/mm ²]	OS-Nr.: 3	OS-Nr.: 4	OS-Nr.: 5	OS-Nr.: 6	OS-Nr.: 7	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
0	10:12	-52	156,68/2,50	154,18/0,94	153,24/0,94	152,30/0,95	151,35/0,94	106	65	-235,8	-97,2	-95,7	-73,7	-49,0	100%	41%	41%	31%	21%
1	10:35	-236	-0,0182	-0,0036	-0,0165	-0,0073	-0,0068	106	65	-235,8	-97,2	-95,7	-73,7	-49,0	100%	41%	41%	31%	21%
2	10:54	-425	-0,0372	-0,0118	-0,0251	-0,0147	-0,1113	100	55	-425,0	-152,9	-195,4	-148,4	-100,8	100%	36%	46%	35%	24%
3	11:18	-613	-0,0548	-0,0225	-0,0393	-0,0236	-0,0179	92	53	-613,5	-269,3	-295,0	-231,9	-166,2	100%	44%	48%	38%	27%
4	12:25	-801	-0,0739	-0,0278	0,0000	-0,0331	-0,0220	78	51	-801,1	-402,3	-404,6	-326,1	-238,5	100%	50%	51%	41%	30%
5	12:41	-422	-0,0388	-0,0041	0,0000	-0,0337	-0,0332								0%	0%	0%	0%	0%
6	12:58	-52	-0,0019	0,0299	0,0000	0,0051	-0,0016								0%	0%	0%	0%	0%
7	13:15	-240	-0,0194	0,0151	0,0000	-0,0051	-0,0044	89	61	-240,1	-49,7	-96,8	-65,6	-48,2	100%	21%	40%	27%	20%
8	13:40	-427	-0,0369	-0,0009	0,0000	-0,0171	-0,0087	96	56	-427,3	-156,3	-200,1	-155,0	-111,8	100%	37%	47%	36%	26%
9	14:00	-614	-0,0554	-0,0073	0,0000	-0,0269	-0,0165	87	52	-613,7	-263,7	-300,9	-235,0	-173,9	100%	43%	49%	38%	28%
10	14:30	-801	-0,0724	-0,0218	-0,0660	-0,0319	-0,0223	76	52	-801,3	-385,5	-402,0	-323,7	-238,1	100%	48%	50%	40%	30%
11	15:00	-1132	-0,1063	-0,0425	-0,0814	-0,0493	-0,0354	47	49	-1132,1	-607,6	-596,4	-496,3	-374,0	100%	54%	53%	44%	33%
12	15:38	-1454	-0,1389	-0,0625	-0,1031	-0,0633	-0,0484	43	48	-1453,6	-822,2	-801,2	-676,1	-517,5	100%	57%	55%	47%	36%
13	16:02	-1784	-0,1731	-0,0823	-0,1187	-0,0838	-0,0620	40	47	-1784,3	-1069,7	-1014,4	-867,0	-667,8	100%	60%	57%	49%	37%
14	16:48	-2112	-0,2080	-0,1204	-0,1552	-0,1213	-0,0905	37	46	-2111,7	-1551,3	-1461,4	-1252,0	-980,2	100%	73%	69%	59%	46%
15	17:36	-2756	-0,2758	-0,1668	-0,2047	-0,1644	-0,1185	34	45	-2755,9	-2111,8	-1968,9	-1692,5	-1345,3	100%	77%	71%	61%	49%
16	18:32	-3408	-0,3426	-0,2210	-0,2519	-0,2023	-0,1522	33	45	-3408,4	-2729,7	-2486,2	-2127,9	-1711,2	100%	80%	73%	62%	50%
17	19:32	-4057	-0,4121	-0,2790	-0,3000	-0,2401	-0,1811	33	44	-4057,1	-3368,3	-2994,0	-2546,7	-2077,3	100%	83%	74%	63%	51%
18	20:19	-4716	-0,4829	-0,3321	-0,3421	-0,2795	-0,2130	32	43	-4716,5	-4015,8	-3494,0	-2945,3	-2463,6	100%	85%	74%	62%	52%
19	20:58	-5358	-0,5522	-0,3828	-0,3855	-0,3151	-0,2441	31	43	-5358,5	-4628,8	-3959,6	-3336,5	-2923,3	100%	86%	74%	62%	55%
20	22:13	-6002	-0,6256	-0,4379	-0,4324	-0,3614	-0,2917	30	42	-6002,3	-5283,1	-4451,0	-3807,6	-3598,7	100%	88%	74%	63%	60%
21	22:33	-3409	-0,3762	-0,2537	-0,2982	-0,2267	-0,1959												
22	22:47	-805	-0,1007	-0,0448	-0,1259	-0,0666	-0,0618												
23	23:00	-435	-0,0576	-0,0114	-0,0933	-0,0429	-0,0398												
24	23:17	-51	-0,0155	0,0228	-0,0639	-0,0148	-0,0154												

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messquerschnitten										Pfahlwiderstände					
Laststufen		Differenz Längskraft				Mantelreibung				Widerstand errechnet					
LS	LS Ende	P list	ΔN(MQ1-2)	ΔN(MQ2-3)	ΔN(MQ3-4)	ΔN(MQ4-5)	q _l (MQ1-2)	q _l (MQ2-3)	q _l (MQ3-4)	q _l (MQ4-5)	Rb	Rs	Rb DMD	Rs DMD	q DMD
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]
0	10:12	-52	154,20	153,58	152,63	151,58									
1	10:35	-236	153,58	152,63	151,58	150,53									
2	10:54	-425	-138,5	-1,6	-23,0	-24,7	-118,5	-9,9	-11,1	-12,5	-38,0	-197,8	-13,4	-222,4	-28,5
3	11:18	-613	-344,2	25,7	-63,1	-65,6	-232,9	23,8	-23,7	-24,1	-79,5	-345,5	-33,6	-391,4	-50,2
4	12:25	-801	-398,8	2,3	-78,4	-87,6	-341,2	1,3	-39,6	-44,3	-199,3	-601,8	-73,6	-727,5	-93,2
5	12:41	-422													
6	12:58	-52													
7	13:15	-240	-190,4	47,1	-31,2	-17,4	-163,0	26,3	-15,7	-8,8	-40,4	-199,7	40,3	-280,4	-35,9
8	13:40	-427	-271,0	43,8	-45,0	-43,2	-231,9	24,4	-22,8	-21,8	-92,4	-334,8	7,1	-434,3	-55,7
9	14:00	-614	-350,0	37,2	-65,9	-61,1	-299,5	20,8	-33,3	-30,9	-146,5	-467,2	-27,9	-585,8	-75,1
10	14:30	-801	-415,8	16,5	-78,3	-85,6	-355,8	9,2	-39,5	-43,2	-199,8	-601,5	-63,6	-737,7	-94,5
11	15:00	-1132	-524,4	-11,3	-100,1	-122,2	-448,8	-6,3	-50,6	-61,8	-319,3	-812,8	-123,5	-1008,6	-129,2
12	15:38	-1454	-631,3	-21,0	-125,1	-158,6	-540,2	-11,7	-63,2	-80,2	-446,5	-1007,1	-172,9	-1280,6	-164,1
13	16:02	-1784	-714,7	-55,3	-147,4	-199,3	-611,5	-30,9	-74,5	-100,7	-578,6	-1205,8	-228,8	-1555,5	-199,3
14	16:48	-2112	-860,4	-89,9	-209,5	-271,8	-729,5	-50,2	-105,8	-137,3	-858,5	-1252,2	-328,5	-1782,2	-228,5
15	17:36	-2756	-1044,1	-142,9	-276,4	-347,2	-881,2	-79,8	-139,6	-175,4	-1189,9	-1566,1	-451,0	-2304,9	-295,4
16	18:32	-3408	-1243,6	-243,6	-358,3	-416,7	-1046,8	-136,0	-181,0	-210,5	-1524,7	-1883,7	-586,7	-2821,8	-361,6
17	19:32	-4057	-1468,7	-374,3	-447,3	-469,4	-1209,0	-226,0	-237,2	-267,2	-2189,9	-2736,6	-736,6	-3320,5	-425,5
18	20:19	-4716	-1700,6	-521,8	-548,8	-481,7	-1599,5	-291,4	-277,3	-243,4	-2468,4	-3181,1	-918,1	-3798,3	-486,7
19	20:58	-5358	-1957,9	-669,2	-623,1	-413,2	-2044,4	-373,7	-314,8	-208,8	-2738,4	-3620,1	-1132,9	-4425,6	-541,5
20	22:13	-6002	-2219,2	-832,1	-643,4	-208,9	-2615,4	-464,7	-325,1	-249,2	-3505,2	-4497,2	-1447,9	-4554,5	-583,6
21	22:33	-3409													
22	22:47	-805													
23	23:00	-435													
24	23:17	-51													

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

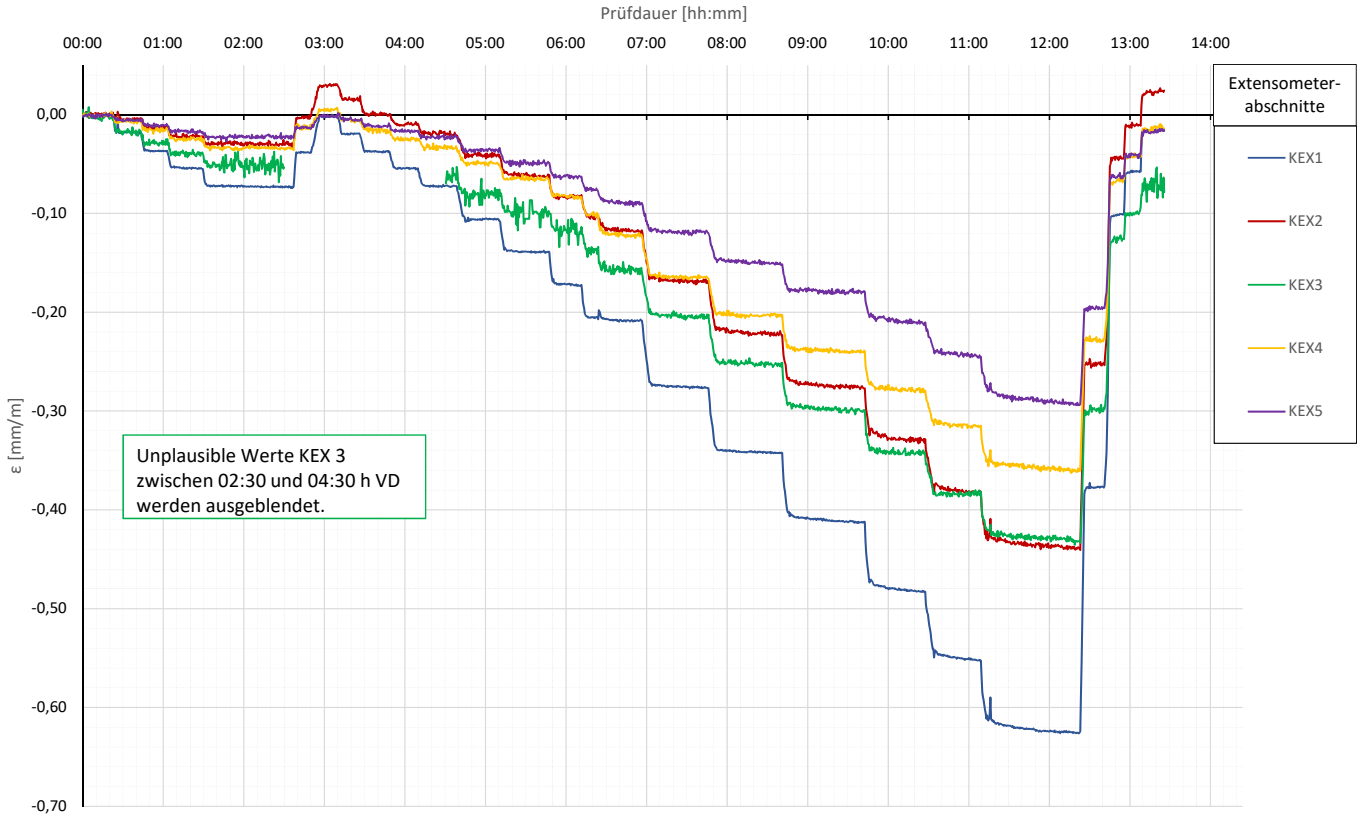
Prüfkörper: B.K52 (Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



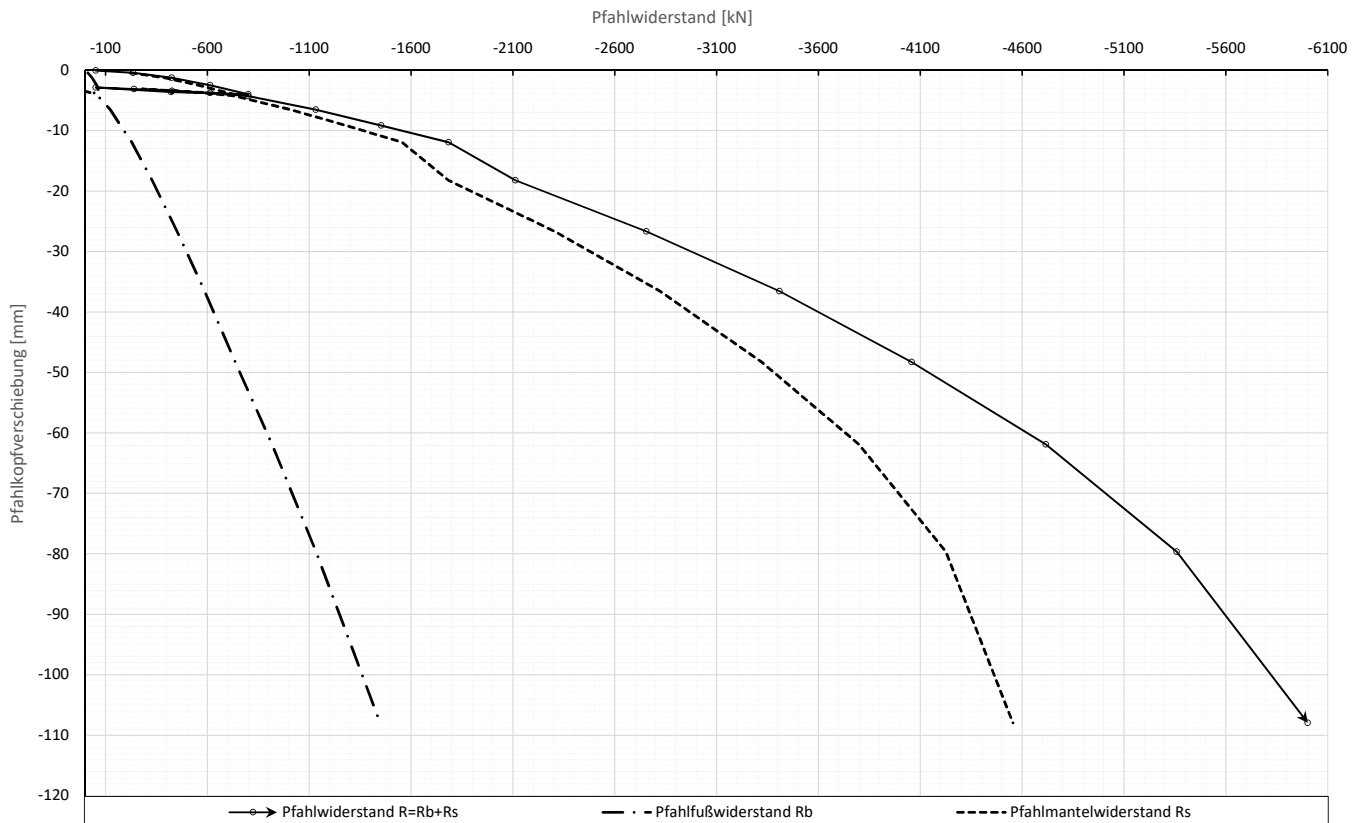
Prüfkörper: B.K52 (Kies-Druck)

Kettenextensometer



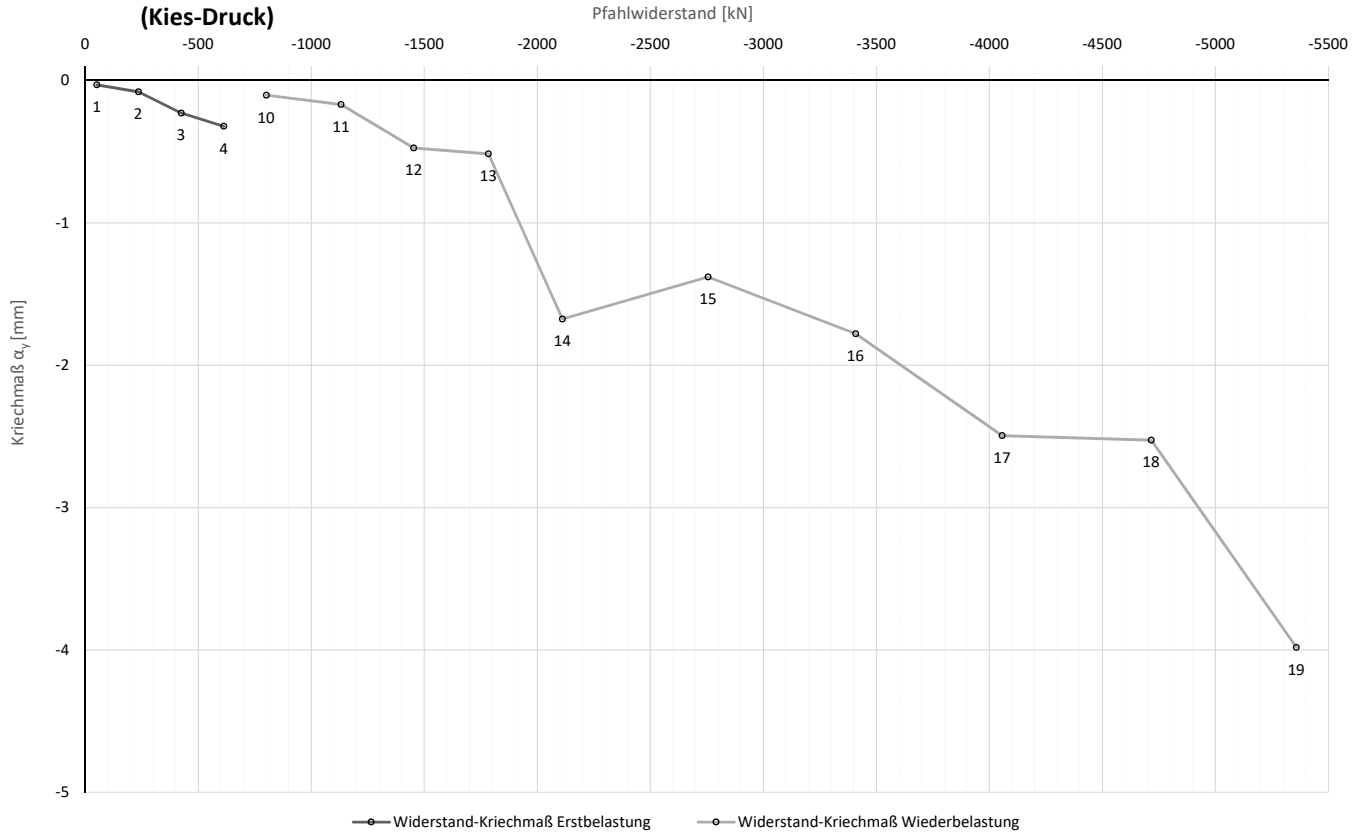
Prüfkörper: B.K52 (Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: **B.K52**
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

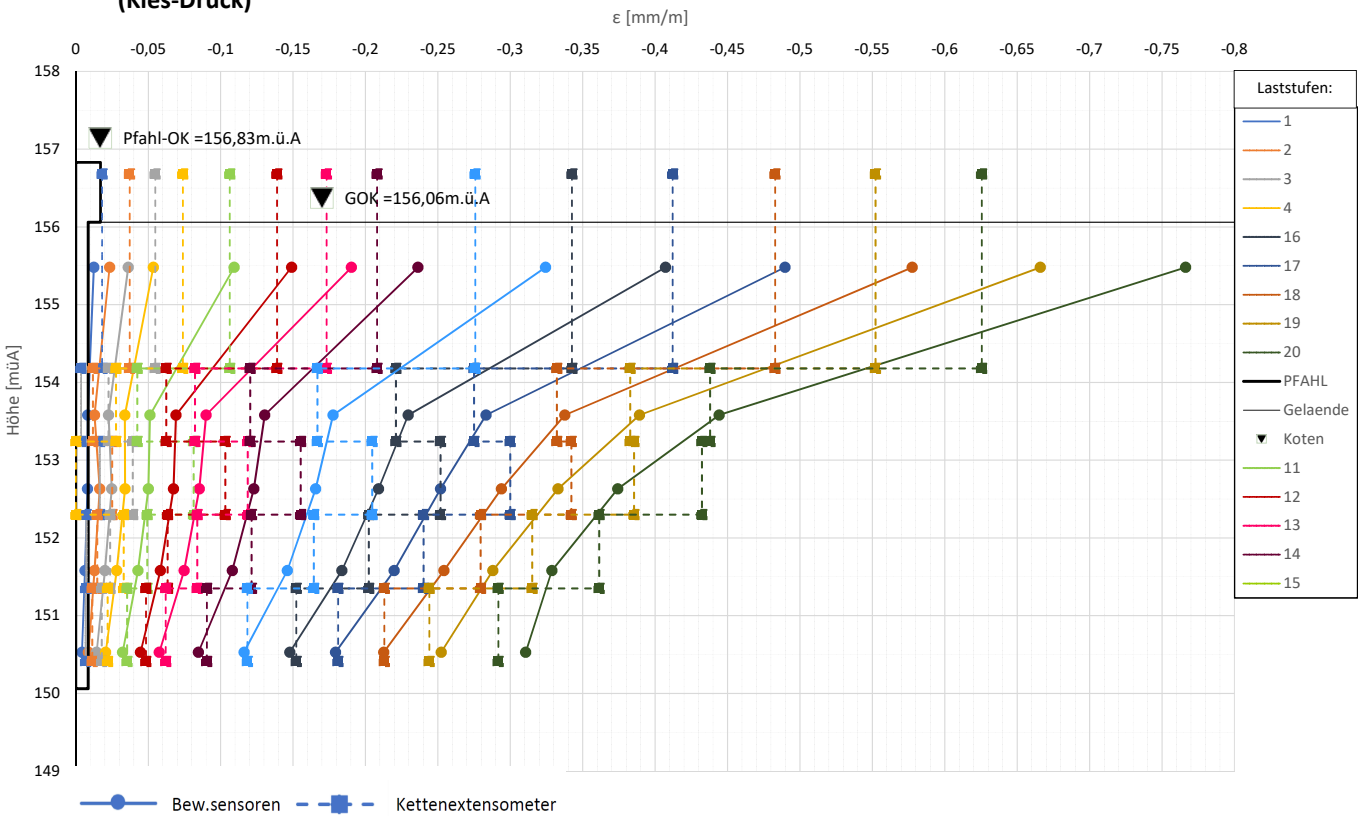


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: **B.K52**
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K53
Prüffeld:	1
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	ja

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	25
Prüfdatum:	07.09.2017
Versuchsbeginn:	08:28 Uhr
Versuchsende:	21:41 Uhr
Wetterbedingungen:	17°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

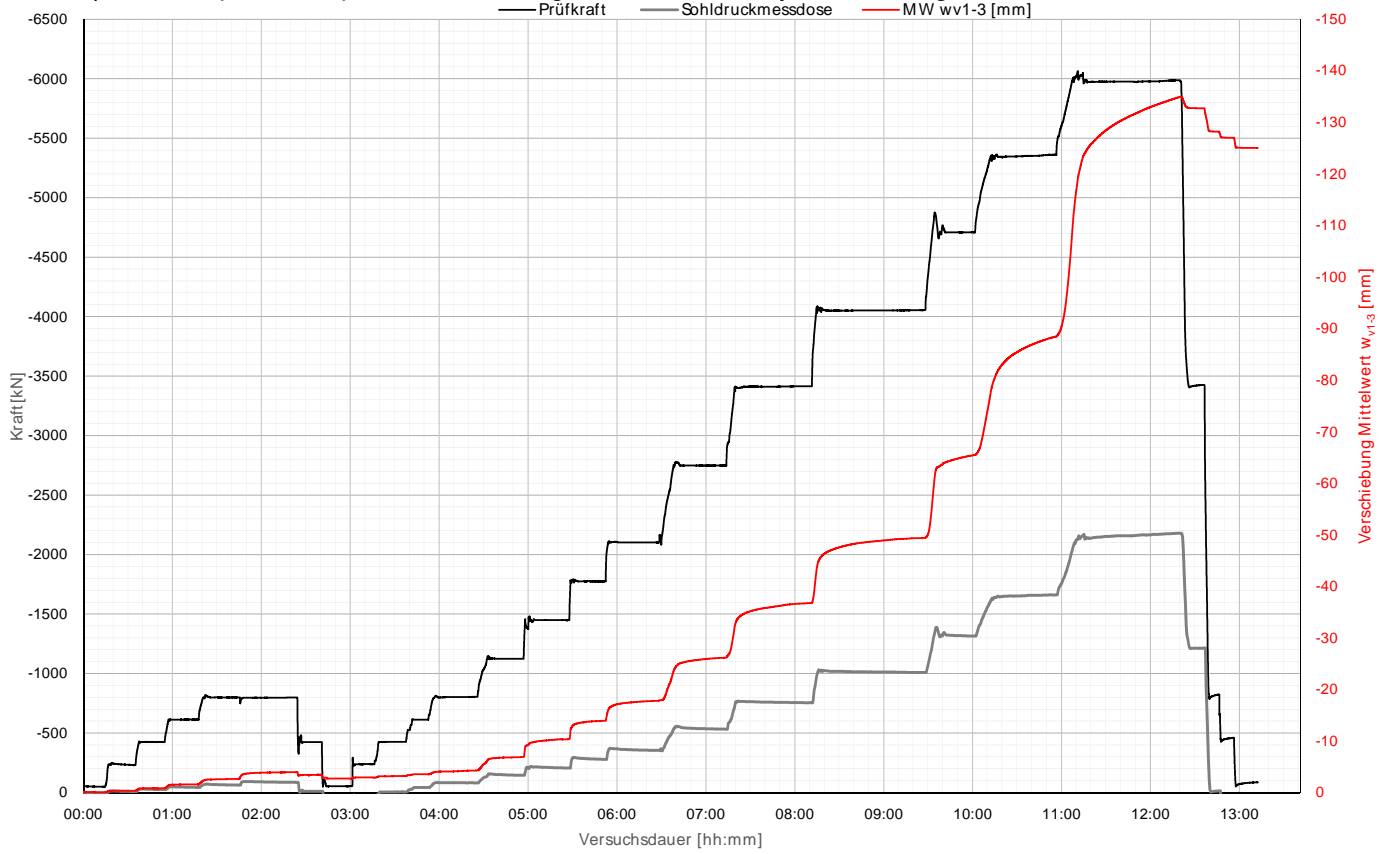
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,82 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,05 müA
OK Haftstrecke:	154,19 müA
UK Pfahl:	150,05 müA
Länge Freispielstrecke:	2,63 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

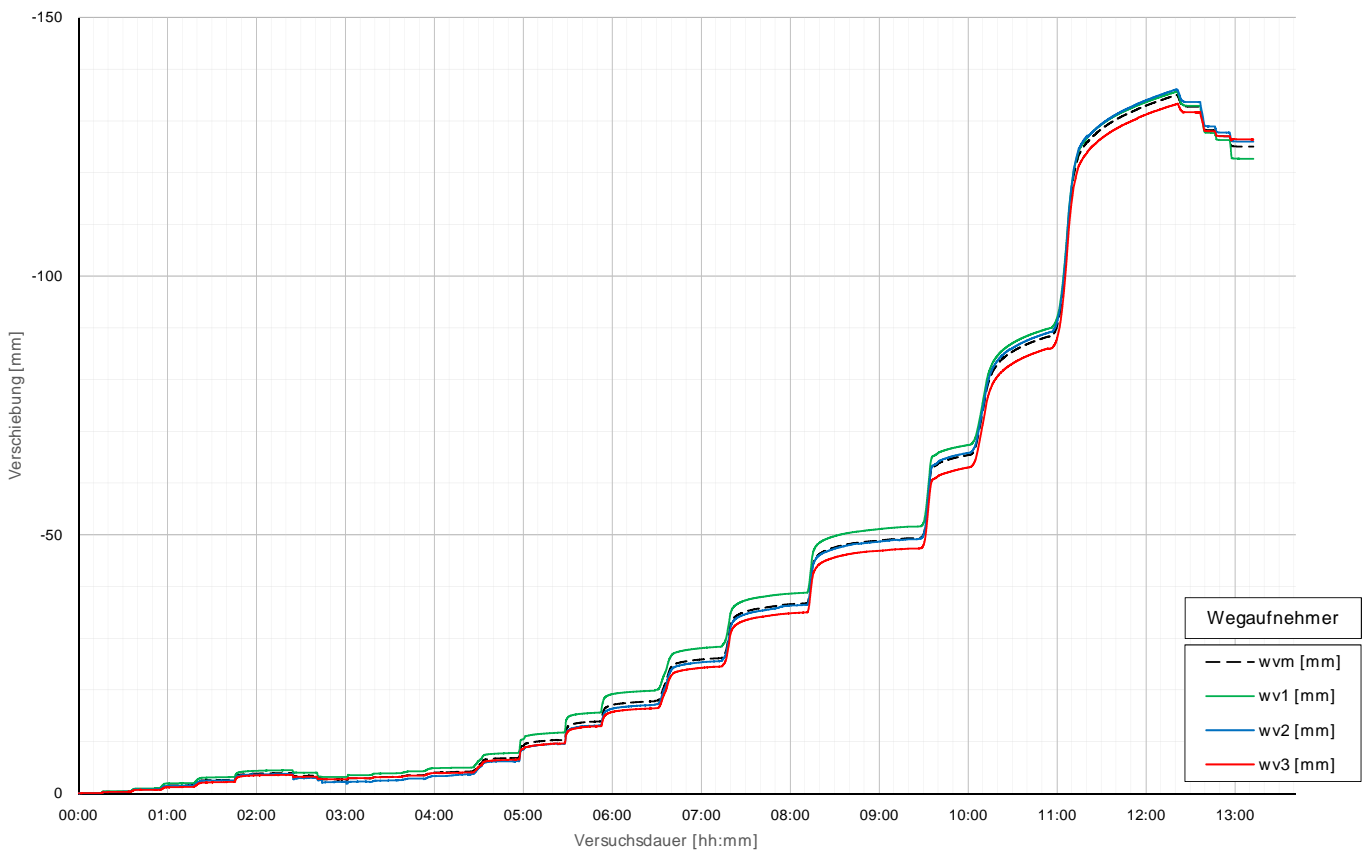
Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K53 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Spül [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechm aß [mm]	
0	08:28	08:43	-50	-48	-0,05																				
1	08:48	09:03	-238	-231	-0,35	-0,33	-0,33	-0,34	-0,34												2	10	-0,33	-0,34	-0,01
2	09:08	09:23	-425	-425	-0,82	-0,80	-0,80	-0,81	-0,80												2	10	-0,80	-0,80	0,00
3	09:28	09:45	-613	-613	-1,58	-1,51	-1,49	-1,54	-1,56	-1,58											5	15	-1,54	-1,58	-0,07
4	09:52	10:52	-800	-799	-3,96	-2,52	-2,53	-2,55	-2,59	-2,61	-2,64	-3,75	-3,87	-3,92							30	50	-3,75	-3,92	-0,77
5	10:58	11:08	-425	-424	-3,44	-3,40	-3,41	-3,41																	
6	11:13	11:28	-50	-54	-2,71	-2,69	-2,70	-2,69	-2,71																
7	11:33	11:43	-238	-238	-2,91	-2,91	-2,92	-2,93													1	5	-2,91	-2,93	-0,02
8	11:50	12:05	-425	-426	-3,22	-3,15	-3,16	-3,17	-3,19												5	10	-3,17	-3,19	-0,09
9	12:10	12:20	-613	-613	-3,53	-3,52	-3,53	-3,53													1	5	-3,52	-3,53	-0,02
10	12:29	12:53	-800	-804	-4,24	-4,05	-4,06	-4,07	-4,10	-4,17	-4,24									10	20	-4,10	-4,24	-0,45	
11	13:04	13:24	-1125	-1124	-6,86	-6,63	-6,67	-6,73	-6,79	-6,83										5	15	-6,73	-6,83	-0,21	
12	13:33	13:55	-1450	-1449	-10,32	-9,86	-9,91	-10,02	-10,15	-10,28	-10,30									10	20	-10,15	-10,30	-0,49	
13	13:58	14:20	-1775	-1776	-13,91	-12,98	-13,19	-13,46	-13,70	-13,82	-13,88									10	20	-13,70	-13,88	-0,61	
14	14:23	14:58	-2100	-2143	-17,91	-16,50	-16,70	-17,05	-17,32	-17,48	-17,59	-17,75								15	30	-17,48	-17,75	-0,91	
15	15:06	15:41	-2750	-2748	-26,14	-23,54	-24,14	-25,01	-25,41	-25,64	-25,82	-26,06								15	30	-25,64	-26,06	-1,39	
16	15:50	16:37	-3400	-3415	-36,71	-33,97	-34,22	-34,74	-35,27	-35,61	-35,84	-36,27	-36,61							20	40	-35,84	-36,61	-2,55	
17	16:53	17:49	-4050	-4054	-49,34	-47,09	-47,20	-47,49	-47,88	-48,19	-48,43	-48,74	-49,01	-49,21						30	50	-48,74	-49,21	-2,12	
18	18:12	18:40	-4700	-5305	-75,93	-64,30	-64,39	-64,66	-65,01	-65,30	-65,91									10	20	-65,01	-65,91	-2,98	
19	18:46	19:21	-5350	-5360	-88,16	-82,35	-82,76	-83,76	-84,95	-85,80	-86,53	-87,68								15	30	-85,80	-87,68	-6,22	
20	19:46	20:46	-6000	-5987	-134,70	-125,17	-125,55	-126,47	-127,83	-128,93	-129,87	-131,37	-132,65	-133,73						30	50	-131,37	-133,73	-10,67	
21	20:54	21:04	-3400	-3426	-132,73	-132,77	-132,76	-132,75																	
22	21:09	21:14	-800	-821	-128,20	-128,23	-128,23																		
23	21:16	21:24	-425	-459	-127,02	-127,08	-127,05	-127,03																	
24	21:33	21:41	-50	-86	-125,02	-125,04	-125,05	-125,03																	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K53 (Kies - Druck)

Auswertung Verformungen MWESI - Bewehrungssensoren																	Pflahlwiderstand DM D			
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messerschnitt					Sohldruckmessdose SMD		
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	Rb [kN]	Rs [kN]	q _m [kN/m ²]
0	08:43	-48	155,45	153,55	153,55	153,55	152,60	152,60	151,55	151,55	150,50	150,50	155,45	153,55	152,60	151,55	150,50	149,93		
1	09:03	-231	-0,0289	-0,0127	-0,0208	-0,0110	-0,0077	-0,0094	-0,0084	-0,0073	-0,0078	-0,0053	-0,0208	-0,0094	-0,0078	-0,0051	-0,0026	-7,7	-222,9	-28,6
2	09:23	-425	-0,0570	-0,0292	-0,0431	-0,0221	-0,0167	-0,0194	-0,0170	-0,0146	-0,0158	-0,0109	-0,0431	-0,0194	-0,0158	-0,0106	-0,0055	-24,8	-399,9	-51,2
3	09:45	-613	-0,0829	-0,0498	-0,0664	-0,0321	-0,0267	-0,0294	-0,0248	-0,0228	-0,0238	-0,0167	-0,0664	-0,0294	-0,0238	-0,0162	-0,0084	-42,9	-570,4	-73,1
4	10:52	-799	-0,1066	-0,0714	-0,0890	-0,0546	-0,0445	-0,0496	-0,0452	-0,0381	-0,0416	-0,0295	-0,0890	-0,0496	-0,0416	-0,0301	-0,0166	-85,3	-713,6	-91,4
5	11:08	-424	-0,0601	-0,0372	-0,0487	-0,0332	-0,0226	-0,0279	-0,0272	-0,0184	-0,0228	-0,0141	-0,0487	-0,0279	-0,0228	-0,0155	-0,0080	-9,7	-414,3	-53,1
6	11:28	-54	-0,0070	-0,0075	-0,0073	-0,0074	-0,0023	-0,0049	-0,0061	0,0004	-0,0029	0,0010	-0,0073	-0,0049	-0,0029	-0,0008	0,0000	52,7	-106,3	-13,6
7	11:43	-238	-0,0327	-0,0215	-0,0271	-0,0198	-0,0118	-0,0158	-0,0164	-0,0085	-0,0125	-0,0061	-0,0271	-0,0158	-0,0125	-0,0077	-0,0036	25,6	-264,1	-33,8
8	12:05	-426	-0,0577	-0,0379	-0,0478	-0,0318	-0,0228	-0,0273	-0,0261	-0,0185	-0,0223	-0,0139	-0,0478	-0,0273	-0,0223	-0,0152	-0,0076	-5,0	-421,0	-53,9
9	12:20	-613	-0,0831	-0,0542	-0,0686	-0,0436	-0,0332	-0,0384	-0,0360	-0,0281	-0,0320	-0,0216	-0,0686	-0,0384	-0,0320	-0,0228	-0,0120	-41,6	-571,1	-73,2
10	12:53	-804	-0,1097	-0,0712	-0,0905	-0,0566	-0,0446	-0,0506	-0,0471	-0,0382	-0,0426	-0,0297	-0,0905	-0,0506	-0,0426	-0,0308	-0,0171	-81,0	-722,7	-92,6
11	13:24	-1124	-0,1550	-0,1025	-0,1288	-0,0797	-0,0656	-0,0726	-0,0674	-0,0567	-0,0621	-0,0457	-0,1288	-0,0726	-0,0621	-0,0465	-0,0264	-144,8	-979,4	-125,5
12	13:55	-1449	-0,2097	-0,1286	-0,1692	-0,1116	-0,0856	-0,0986	-0,0947	-0,0738	-0,0843	-0,0610	-0,1692	-0,0986	-0,0843	-0,0641	-0,0377	-205,3	-1243,3	-159,3
13	14:20	-1776	-0,2620	-0,1576	-0,2098	-0,1406	-0,1068	-0,1237	-0,1205	-0,0921	-0,1063	-0,0769	-0,2098	-0,1237	-0,1063	-0,0824	-0,0499	-278,3	-1497,7	-191,9
14	14:58	-2143	-0,3287	-0,1878	-0,2583	-0,1792	-0,1294	-0,1543	-0,1523	-0,1116	-0,1319	-0,0945	-0,2583	-0,1543	-0,1319	-0,1035	-0,0641	-358,7	-1784,3	-228,6
15	15:41	-2748	-0,4162	-0,2501	-0,3332	-0,2293	-0,1740	-0,2017	-0,1974	-0,1512	-0,1743	-0,1269	-0,3332	-0,2017	-0,1743	-0,1389	-0,0910	-532,5	-2215,3	-283,9
16	16:37	-3415	-0,5182	-0,3158	-0,4170	-0,2861	-0,2244	-0,2552	-0,2468	-0,1941	-0,2205	-0,1609	-0,4170	-0,2552	-0,2205	-0,1764	-0,1233	-754,8	-2660,1	-340,9
17	17:49	-4054	-0,6265	-0,3798	-0,5031	-0,3447	-0,2724	-0,3085	-0,2934	-0,2342	-0,2638	-0,1923	-0,5031	-0,3085	-0,2638	-0,2099	-0,1570	-1009,6	-3044,6	-390,1
18	18:40	-5305	-0,8403	-0,4924	-0,6664	-0,4465	-0,3580	-0,4023	-0,3733	-0,3064	-0,3399	-0,2506	-0,6664	-0,4023	-0,3399	-0,2732	-0,2218	-1611,5	-3693,1	-473,3
19	19:21	-5360	-0,8654	-0,5032	-0,6843	-0,4576	-0,3676	-0,4126	-0,3831	-0,3144	-0,3488	-0,2576	-0,6843	-0,4126	-0,3488	-0,2840	-0,2350	-1661,1	-3699,3	-474,0
20	20:46	-5987	-1,0063	-0,5631	-0,7847	-0,5240	-0,4226	-0,4733	-0,4597	-0,3594	-0,4096	-0,2899	-0,7847	-0,4733	-0,4096	-0,3413	-0,2935	-2178,4	-3808,4	-488,0
21	21:04	-3426	-0,6471	-0,3320	-0,4895	-0,3600	-0,2583	-0,3091	-0,3228	-0,2168	-0,2698	-0,1776	-0,4895	-0,3091	-0,2698	-0,2314	-0,2072			
22	21:14	-821	-0,2434	-0,0731	-0,1582	-0,1571	-0,0636	-0,1104	-0,1444	-0,0439	-0,0942	-0,0343	-0,1582	-0,1104	-0,0942	-0,0855	-0,0834			
23	21:24	-459	-0,1812	-0,0343	-0,1078	-0,1228	-0,0347	-0,0788	-0,1133	-0,0189	-0,0661	-0,0130	-0,1078	-0,0788	-0,0661	-0,0610	-0,0615			
24	21:41	-86	-0,0802	-0,0137	-0,0469	-0,0656	-0,0166	-0,0411	-0,0623	-0,0036	-0,0329	0,0023	-0,0469	-0,0411	-0,0329	-0,0328	-0,0369			

Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

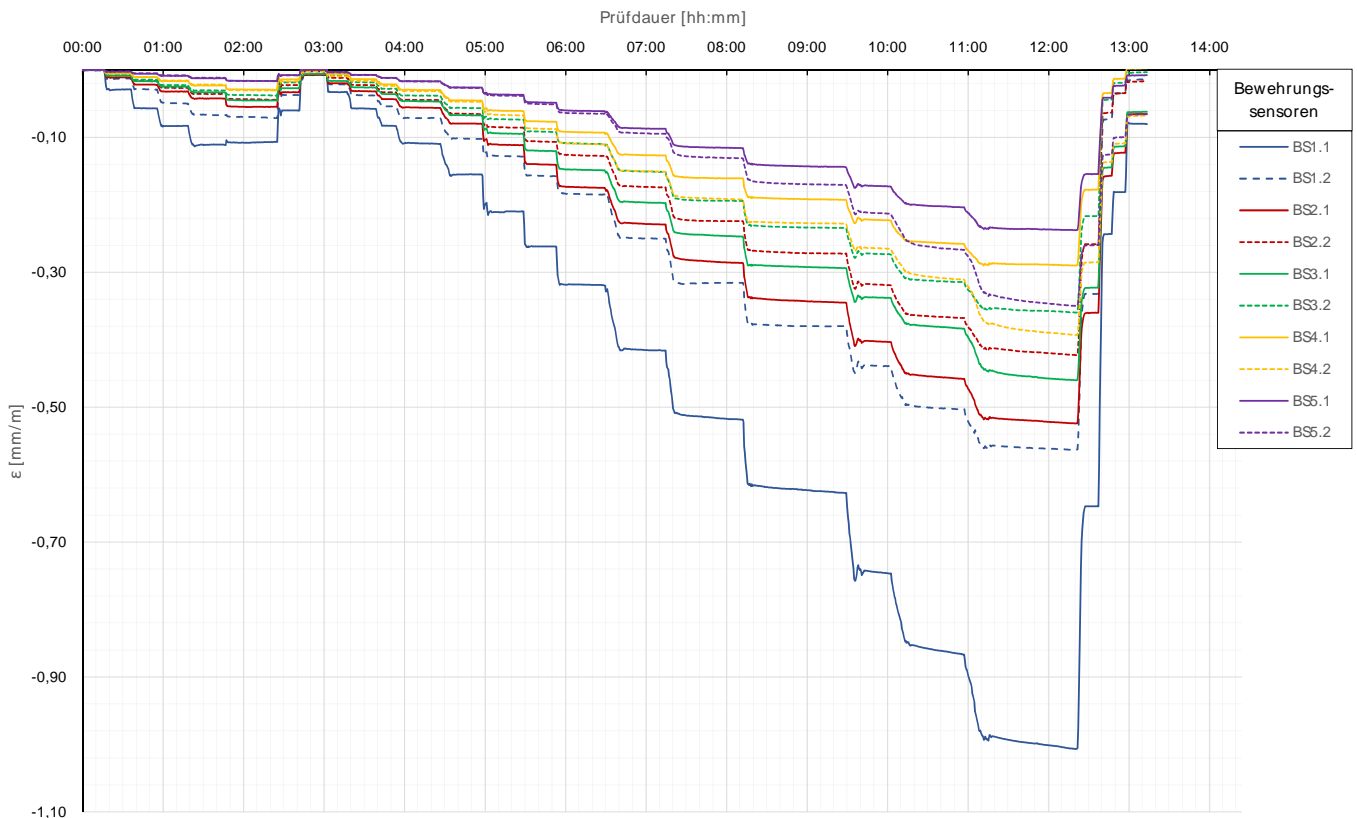
Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul und Normkraft										
Laststufen		Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		Normkraft je Messerschnitt der BS					Anteil der Normkraft an der Prüfkraft						
LS	LSEnde	P list	KEX1	KEX2	KEX3	KEX4	KEX5	Ec / M Q1	Ec / KEX1	NM(01)	NM(02)	NM(03)	NM(04)	NM(05)	NM(01)	NM(02)	NM(03)	NM(04)	NM(05)	
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / 10 [mm]	Höhe / 10 [mm]	Höhe / 10 [mm]	Höhe / 10 [mm]	Höhe / 10 [mm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
0	08:43	-48	156.69/2.47	154.22/0.95	153.27/0.94	152.33/0.94	151.39/0.95													
1	09:03	-231	-0.0220	0.0005	-0.0272	-0.0056	-0.0033	52	48	-230.6	-111.3	-93.2	-58.9	-29.6	100%	48%	40%	26%	13%	
2	09:23	-425	-0.0428	-0.0008	-0.0473	-0.0107	-0.0066	43	45	-424.6	-231.1	-187.6	-122.9	-63.5	100%	54%	44%	29%	15%	
3	09:45	-613	-0.0682	-0.0001	-0.0733	-0.0205	-0.0105	39	38	-613.2	-350.1	-283.1	-187.7	-97.4	100%	57%	46%	31%	16%	
4	10:52	-799	-0.0910	-0.0020	-0.1183	-0.0346	-0.0183	37	37	-798.9	-589.4	-495.1	-348.5	-192.7	100%	74%	62%	44%	24%	
5	11:08	-424	-0.0549	0.0352	-0.1094	-0.0182	-0.0086								0%	0%	0%	0%	0%	
6	11:28	-54	-0.0133	0.0672	-0.0934	0.0043	0.0005								0%	0%	0%	0%	0%	
7	11:43	-238	-0.0317	0.0627	-0.1114	-0.0058	-0.0051	36	28	-238.5	-188.3	-148.2	-89.5	-41.8	100%	78%	62%	38%	18%	
8	12:05	-426	-0.0476	0.0620	-0.1272	-0.0152	-0.0086	37	38	-426.0	-324.8	-265.3	-176.2	-88.4	100%	78%	62%	41%	21%	
9	12:20	-613	-0.0694	0.0613	-0.1552	-0.0211	-0.0151	37	37	-612.7	-456.2	-381.1	-263.9	-138.4	100%	74%	62%	43%	23%	
10	12:53	-804	-0.0926	0.0521	-0.1693	-0.0334	-0.0224	37	36	-803.7	-601.5	-506.8	-356.7	-198.3	100%	75%	63%	44%	25%	
11	13:24	-1124	-0.1318	0.0257	-0.1947	-0.0493	-0.0298	36	35	-1124.2	-863.9	-738.3	-538.5	-305.9	100%	77%	66%	48%	27%	
12	13:55	-1449	-0.1797	0.0006	-0.2225	-0.0736	-0.0439	35	32	-1448.6	-1172.6	-1002.1	-743.2	-437.2	100%	81%	69%	51%	30%	
13	14:20	-1776	-0.2187	-0.0300	-0.2541	-0.0947	-0.0629	34	32	-1776.0	-1471.5	-1264.1	-954.1	-578.2	100%	83%	71%	54%	33%	
14	14:58	-2143	-0.2723	-0.0681	-0.2862	-0.1137	-0.0771	33	31	-2143.0	-1835.0	-1568.9	-1198.6	-743.0	100%	86%	73%	56%	35%	
15	15:41	-2748	-0.3472	-0.1150	-0.3332	-0.1587	-0.1079	32	31	-2747.9	-2398.1	-2072.8	-1609.3	-1054.6	100%	87%	75%	59%	38%	
16	16:37	-3415	-0.4323	-0.1766	-0.3850	-0.1982	-0.1418	32	31	-3414.9	-3035.2	-2622.0	-2044.2	-1428.7	100%	89%	77%	60%	42%	
17	17:49	-4054	-0.5185	-0.2372	-0.4354	-0.2344	-0.1774	31	30	-4054.2	-3669.1	-3137.4	-2432.3	-1819.3	100%	91%	77%	60%	45%	
18	18:40	-5305	-0.6545	-0.3443	-0.5174	-0.3075	-0.2430	30	32	-5304.7	-4783.9	-4042.1	-3164.8	-2569.6	100%	90%	76%	60%	48%	
19	19:21	-5860	-0.6698	-0.3542	-0.5254	-0.3188	-0.2577	30	32	-5860.4	-4806.6	-4147.6	-3290.5	-2722.2	100%	92%	77%	61%	51%	
20	20:46	-5987	-0.7537	-0.4247	-0.5914	-0.3754	-0.3155	28	31	-5986.8	-5628.3	-4870.6	-3954.1	-3400.8	100%	94%	81%	68%	57%	
21	21:04	-3426	-0.4825	-0.2415	-0.4515	-0.2505	-0.2191													
22	21:14	-821	-0.1683	-0.0185	-0.2653	-0.0889	-0.0892													
23	21:24	-459	-0.1142	0.0182	-0.2373	-0.0619	-0.0653													
24	21:41	-86	-0.0402	0.0719	-0.1817	-0.0260	-0.0403													
								MW E-Modul												
									36	35										

Berechnung der Mantelreibung zwischen den Messerschnitten										Pfahlwiderstände									
Laststufen		Differenz Längskraft				Mantelreibung				Widerstand errechnet				Widerstand mittels DM D					
LS	LSEnde	P list	ΔN(M(01-2))	ΔN(M(02-3))	ΔN(M(03-4))	ΔN(M(04-5))	q ₁ (M(01-2))	q ₂ (M(02-3))	q ₃ (M(03-4))	q ₄ (M(04-5))	R _b	R _s	R _b DM D	R _s DM D	q DM D				
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]				
0	08:43	-48	154.19	153.55	152.60	151.55													
1	09:03	-231	-119.3	-18.1	-34.3	-29.3	-98.9	-10.1	-17.3	-14.8	-17.0	-213.6	-7.7	-222.9	-28.6				
2	09:23	-425	-193.5	-43.5	-64.7	-59.4	-160.4	-24.3	-32.7	-30.0	-38.1	-386.6	-24.8	-399.9	-51.2				
3	09:45	-613	-263.2	-67.0	-95.4	-90.3	-218.2	-37.4	-48.2	-45.6	-58.7	-554.5	-42.9	-570.4	-73.1				
4	10:52	-799	-209.5	-94.3	-146.7	-155.8	-173.7	-52.7	-74.1	-78.7	-125.9	-673.0	-85.3	-713.6	-91.4				
5	11:08	-424																	
6	11:28	-54																	
7	11:43	-238	-50.2	-40.1	-58.6	-47.7	-41.6	-22.4	-29.6	-24.1	-21.4	-217.1	25.6	-264.1	-33.8				
8	12:05	-426	-101.2	-59.5	-89.0	-87.8	-83.9	-33.2	-45.0	-44.4	-50.8	-375.3	-5.0	-421.0	-53.9				
9	12:20	-613	-156.5	-75.1	-117.2	-125.4	-129.7	-41.9	-59.2	-63.4	-84.7	-528.0	-41.6	-571.1	-73.2				
10	12:53	-804	-202.2	-94.7	-150.2	-158.3	-167.6	-52.9	-75.9	-80.0	-130.5	-673.3	-81.0	-722.7	-92.6				
11	13:24	-1124	-260.3	-125.6	-199.7	-232.6	-215.8	-70.1	-100.9	-117.5	-206.2	-918.0	-144.8	-979.4	-125.5				
12	13:55	-1449	-276.0	-170.6	-258.9	-306.0	-228.8	-95.2	-130.8	-154.6	-306.0	-1142.6	-205.3	-1243.3	-159.3				
13	14:20	-1776	-304.5	-207.4	-310.0	-375.9	-252.4	-115.8	-156.7	-189.9	-417.1	-1358.9	-278.3	-1497.7	-191.9				
14	14:58	-2143	-308.0	-266.1	-370.3	-455.5	-255.3	-148.6	-187.1	-230.2	-547.8	-1595.2	-358.7	-1784.3	-228.6				
15	15:41	-2748	-349.8	-325.3	-463.4	-554.8	-289.9	-181.7	-234.2	-280.3	-816.8	-1931.1	-532.5	-2215.3	-283.9				
16	16:37	-3415	-379.8	-413.3	-577.8	-615.5	-314.7	-230.8	-291.9	-311.0	-1164.9	-2250.0	-754.8	-2660.1	-340.9				
17	17:49	-4054	-385.1	-531.7	-705.1	-813.0	-319.2	-286.9	-356.2	-309.7	-1556.5	-2497.6	-1009.6	-3044.6	-390.1				
18	18:40	-5305	-520.7	-741.8	-877.4	-995.2	-431.6	-414.2	-443.3	-300.7	-2314.5	-2990.1	-1611.5	-3693.1	-473.3				
19	19:21	-5860	-453.8	-759.0	-857.1	-968.3	-376.2	-423.8	-433.1	-287.1	-2478.6	-2881.8	-1661.1	-3699.3	-474.0				
20	20:46	-5987	-358.5	-757.6	-916.5	-953.4	-297.2	-423.1	-463.1	-279.6	-3163.6	-2823.2	-2178.4	-3808.4	-488.0				
21	21:04	-3426																	
22	21:14	-821																	
23	21:24	-459																	
24	21:41	-86																	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

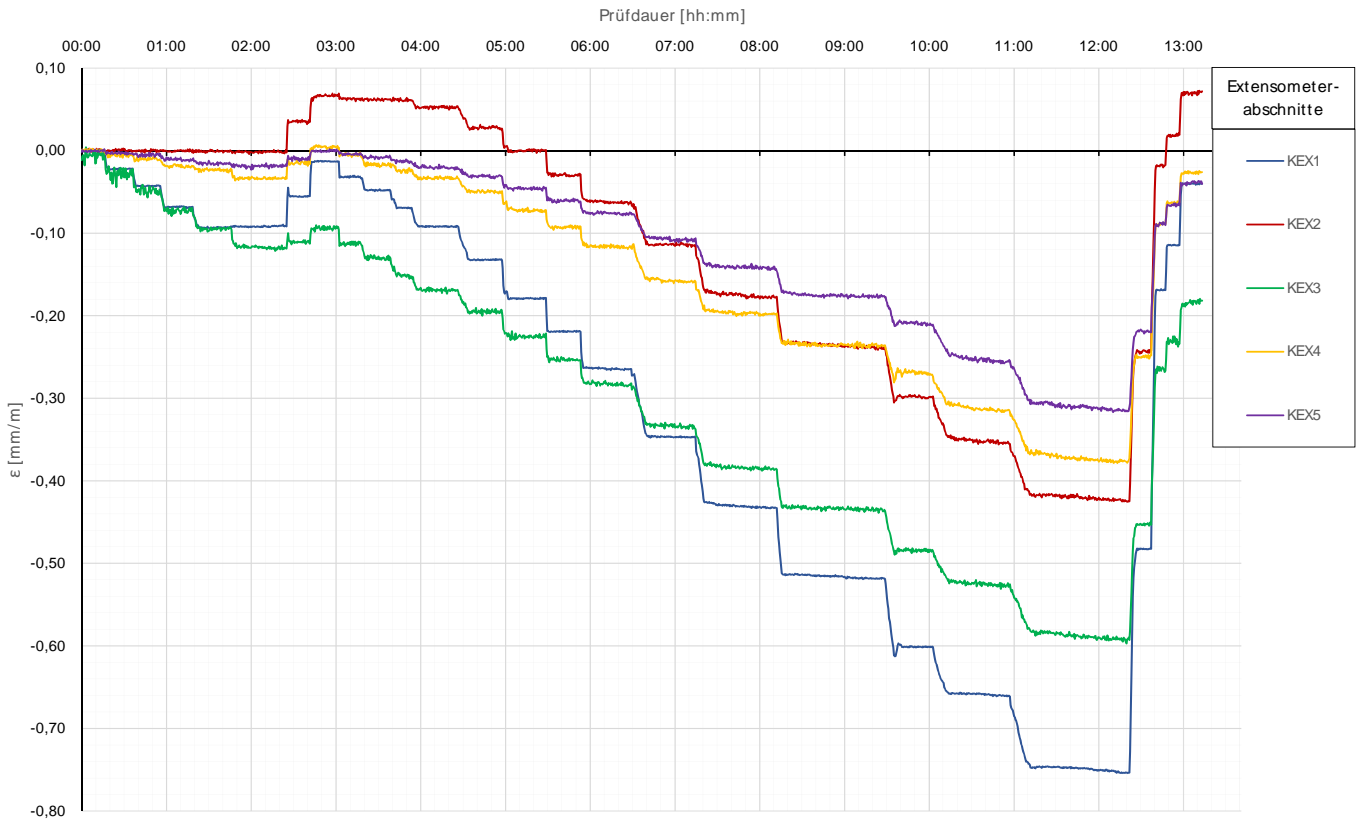
Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



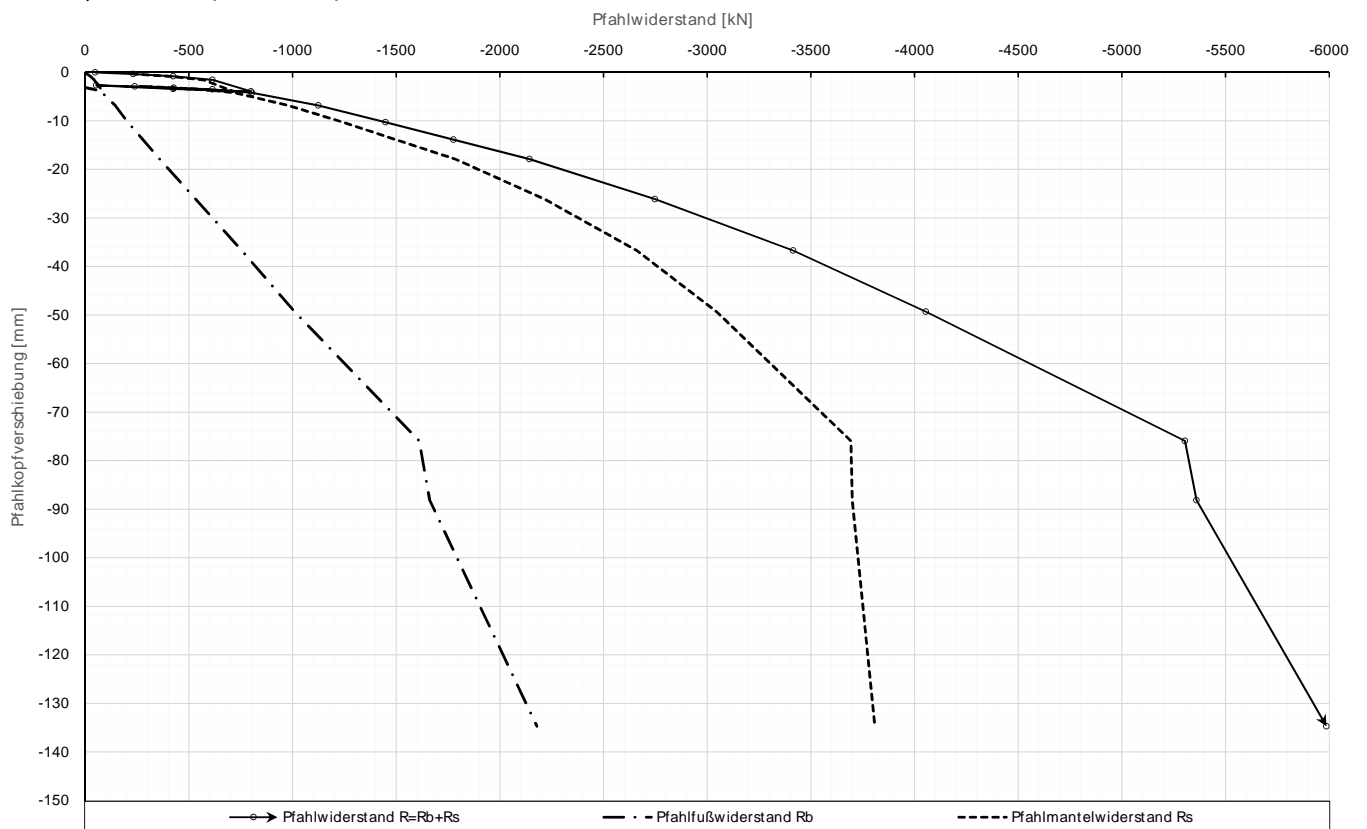
Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

Kettenextensometer



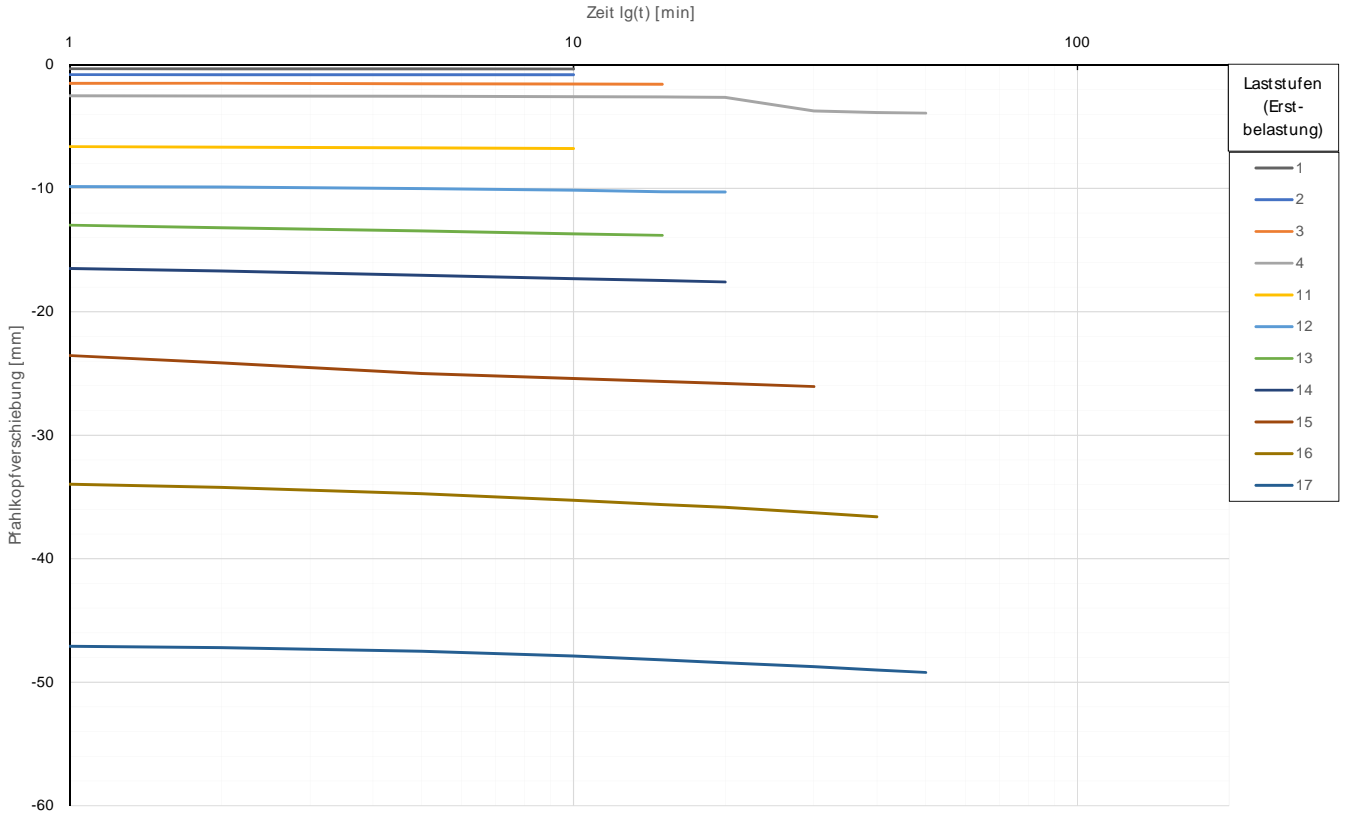
Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie

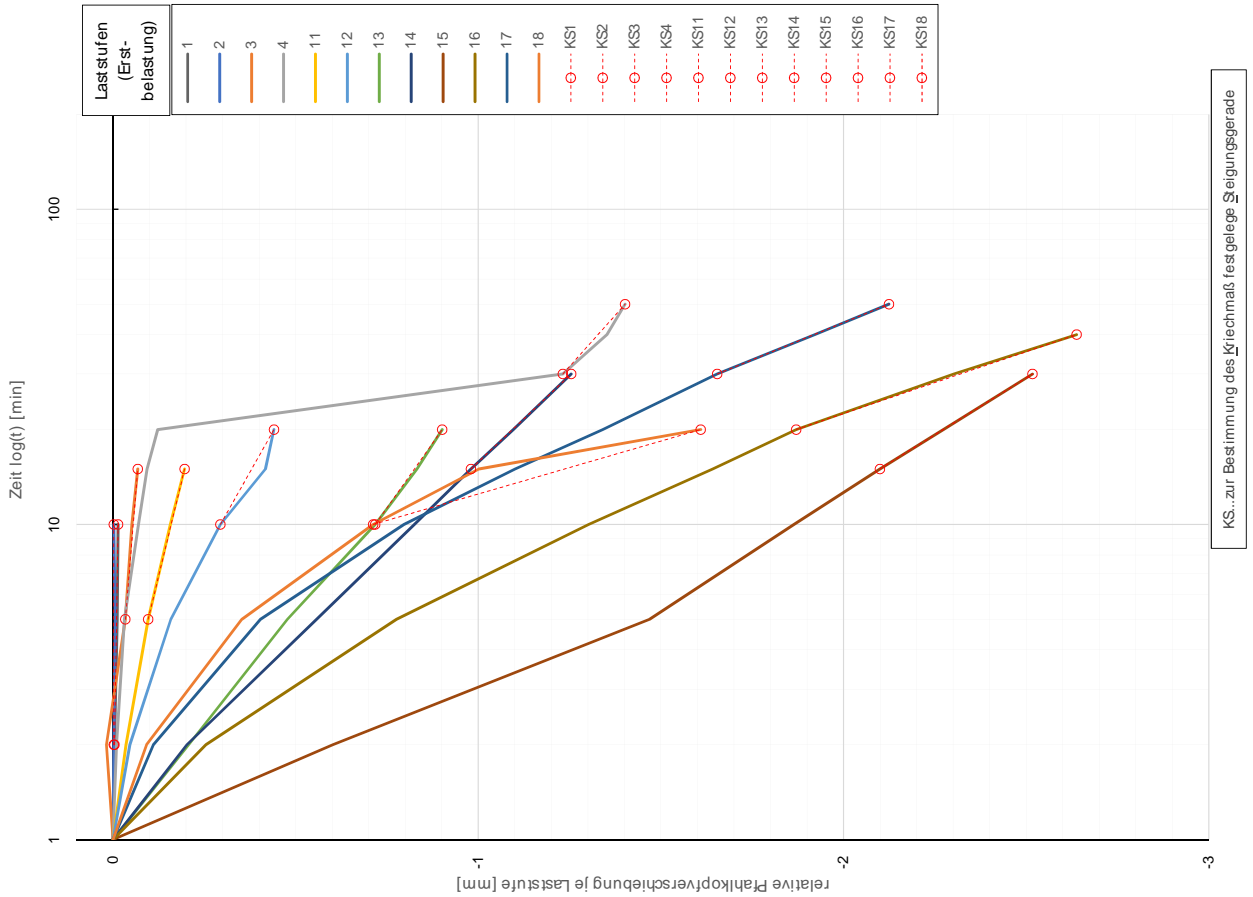


Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

Zeitverformung



Prüfkörper: B.K53 (Kies-Druck)

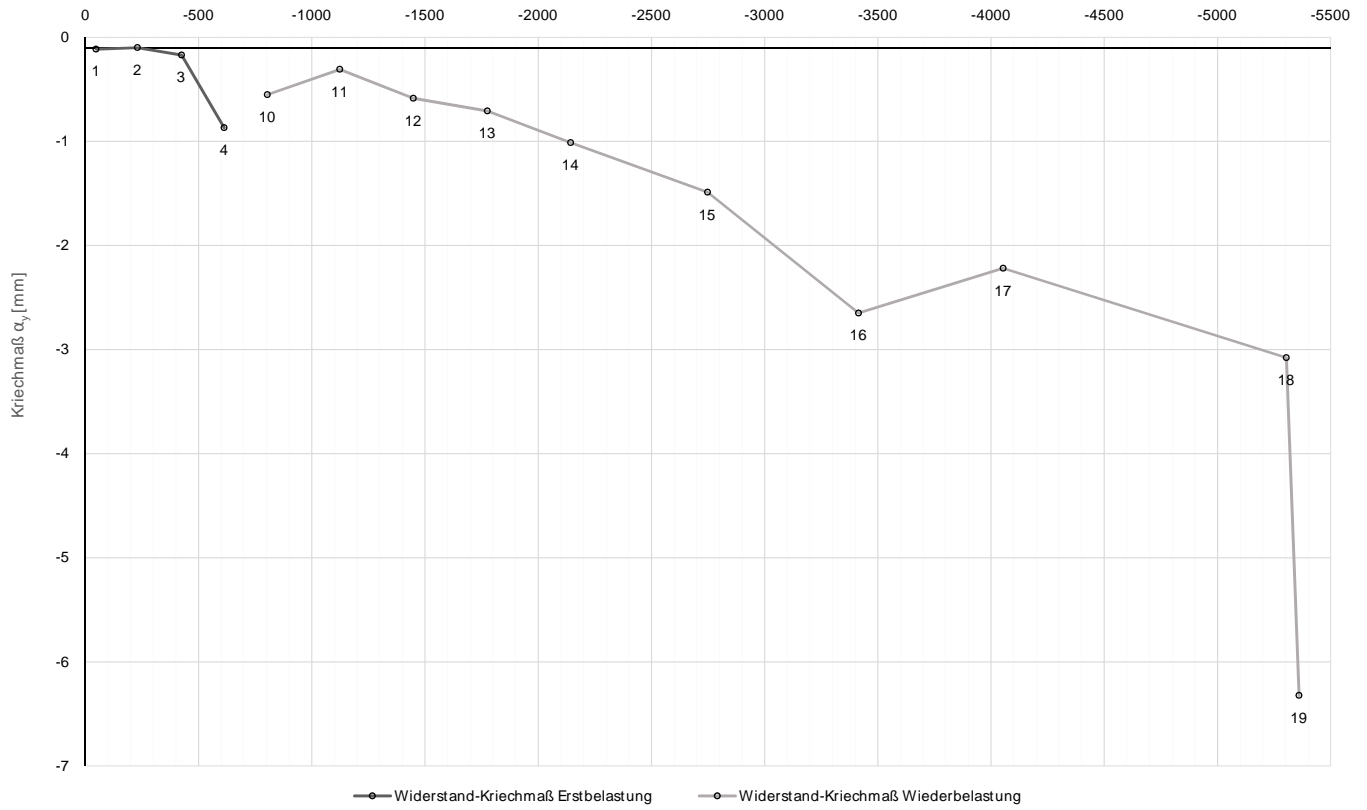


Prüfkörper: B.K53

Widerstands-Kriechmaßlinie

(Kies-Druck)

Pfahlwiderstand [kN]



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

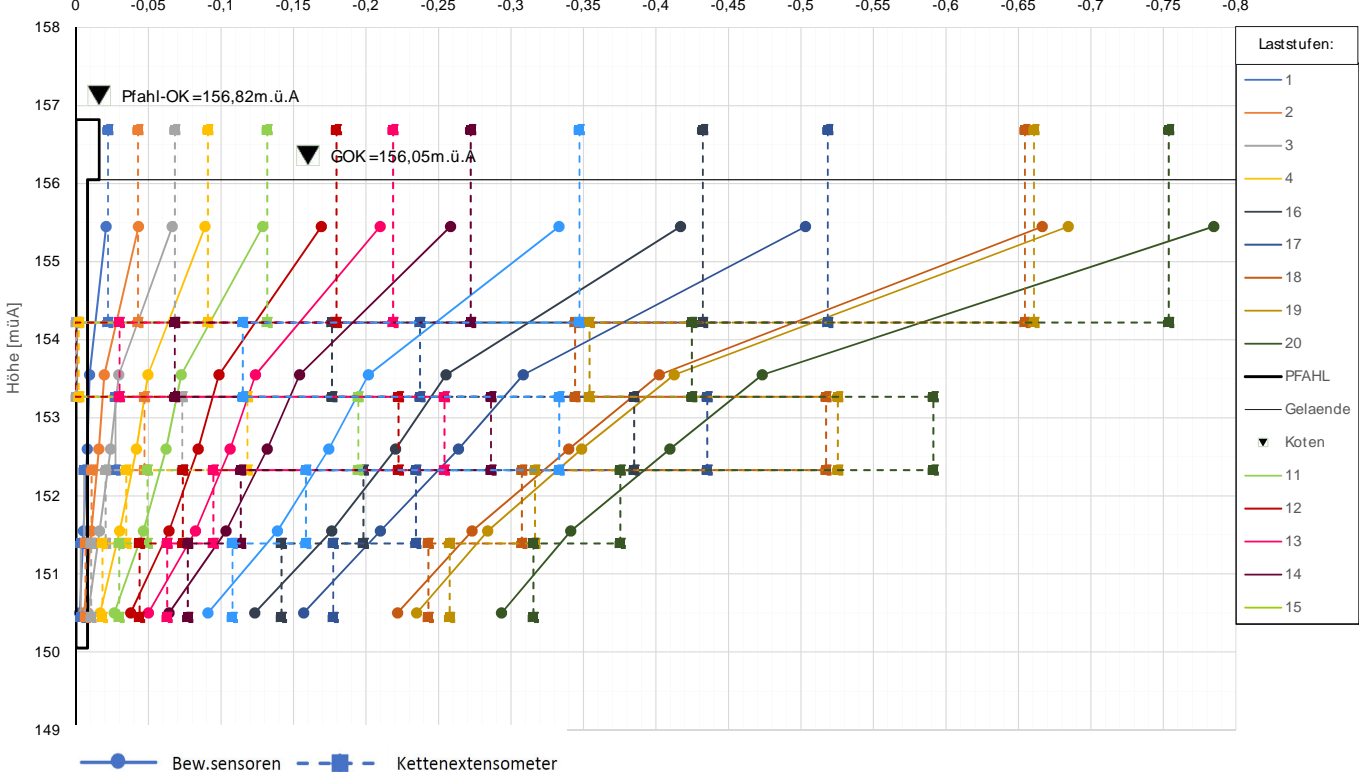


Prüfkörper: B.K53

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe

(Kies-Druck)

ϵ [mm/m]



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

AUSWERTUNG

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K54
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (MWES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	7
Prüfdatum:	05.07.2017
Versuchsbeginn:	07:44 Uhr
Versuchsende:	18:46 Uhr
Wetterbedingungen:	30°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	Unterbrechung aufgrund Ausfall MWES1, alter Prüfablauf

Geometrie Prüfkörper:

Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} =	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,9 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,13 müA
OK Haftstrecke:	154,27 müA
UK Pfahl:	150,13 müA
Länge Freispielstrecke:	2,63 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

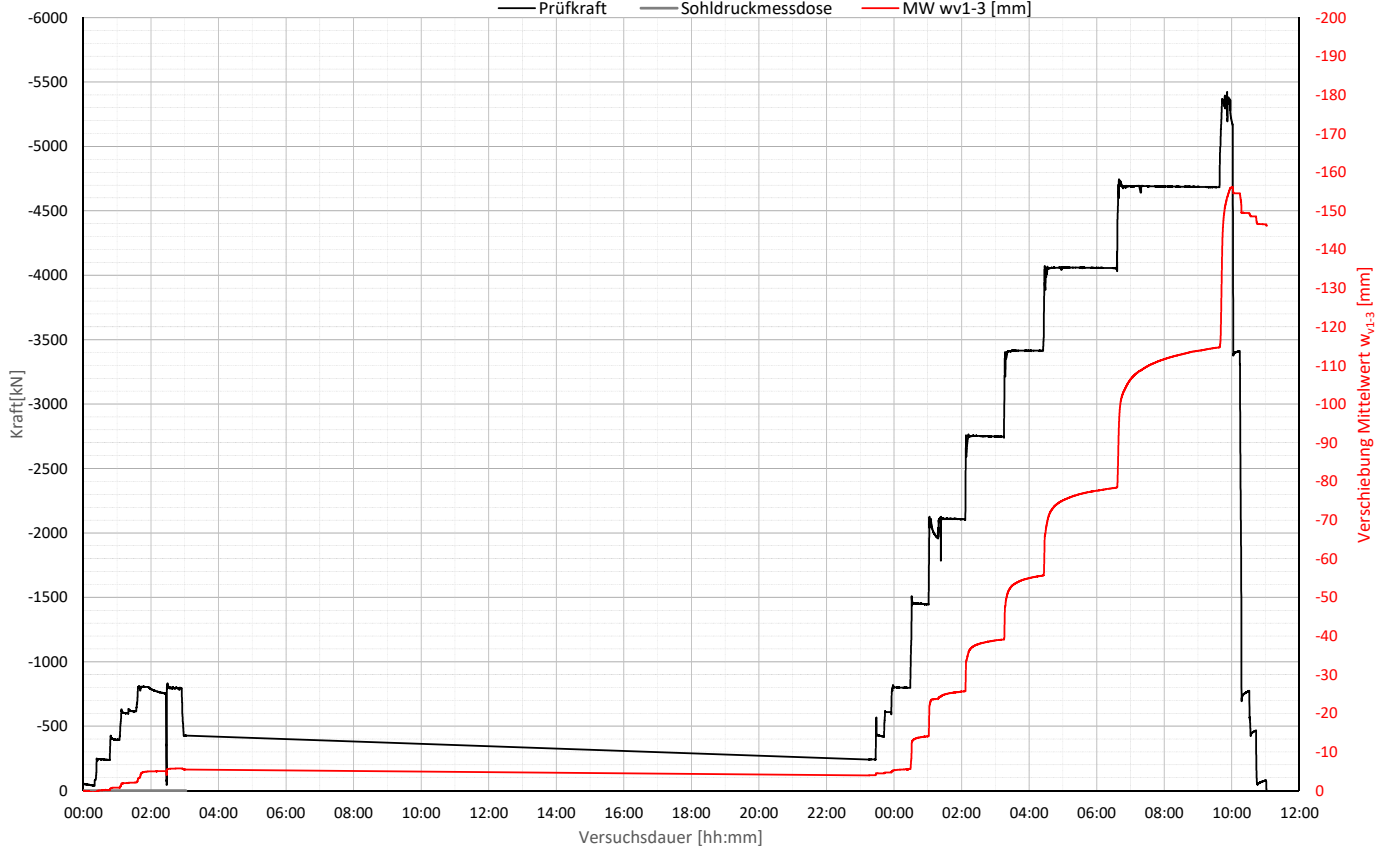
Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c =	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} =	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} =	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} =	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} =	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S =	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S =	200,00	kN/mm ²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



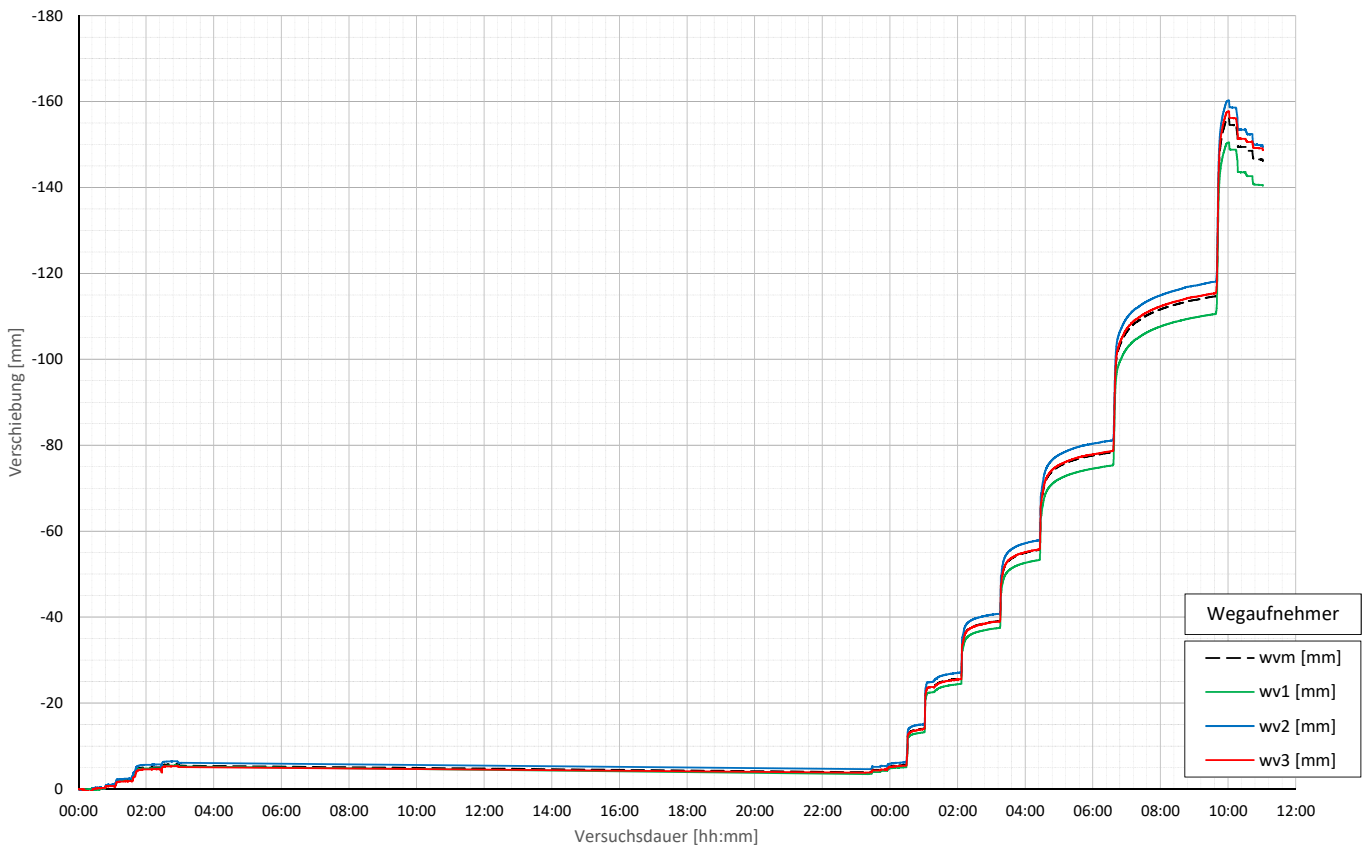
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K54 (Kies - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																				Berechnung Kriechmaß							
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]																					
LS Nr	LS Beginn [hh:mm]	LS Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{em,1-3} [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 60 min	Δt 70 min	Δt 100 min	Δt 110 min	Δt 120 min	Δt 140 min	Δt 170 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
0	07:44	08:03	-50	-39	0,44																						
1	08:08	08:30	-238	-239	-0,16	0,16	0,02	-0,05	-0,11	-0,16													5	15	-0,05	-0,16	-0,23
2	08:33	08:48	-425	-394	-0,78	-0,73	-0,73	-0,75	-0,78														2	10	-0,73	-0,78	-0,08
3	08:53	09:16	-613	-615	-2,09	-1,91	-1,91	-1,92	-1,97	-2,05	-2,07												10	20	-1,97	-2,07	-0,33
4	09:21	10:36	-800	-798	-5,75	-3,19	-3,29	-4,28	-4,80	-4,92	-4,99	-5,00	-5,03	-4,68	-5,69	-5,73							10	70	-4,80	-5,73	-1,11
5	10:43	10:46	-425	-427	-5,47	-5,48	-5,47																				
7	07:00	07:12	-238	-468	-4,37	-3,97	-3,97	-3,97	-4,00														2	10	-3,97	-4,00	-0,04
8	07:15	07:25	-425	-421	-4,47	-4,47	-4,47	-4,47															1	5	-4,47	-4,47	0,00
9	07:28	07:38	-613	-610	-4,69	-4,69	-4,69	-4,69															1	5	-4,69	-4,69	-0,01
10	07:44	08:11	-800	-798	-5,55	-5,28	-5,30	-5,36	-5,42	-5,46	-5,51												10	20	-5,42	-5,51	-0,28
11	08:16	08:45	-1450	-1446	-14,06	-12,96	-13,12	-13,40	-13,66	-13,80	-13,92												10	20	-13,66	-13,92	-0,89
12	08:49	09:40	-2100	-2108	-25,54	-23,49	-23,56	-23,64	-23,72	-24,11	-24,58	-25,08	-25,35	-25,52									30	50	-25,08	-25,52	-1,99
13	09:52	10:58	-2750	-2748	-39,05	-33,86	-34,45	-36,05	-37,02	-37,50	-37,83	-38,25	-38,56	-38,83	-38,99								40	60	-38,56	-38,99	-2,45
14	11:05	12:06	-3400	-3415	-55,58	-51,19	-51,57	-52,36	-53,17	-53,66	-54,05	-54,63	-55,01	-55,32	-55,55								40	60	-55,01	-55,55	-3,10
15	12:17	14:18	-4050	-4056	-78,33	-70,73	-71,18	-72,18	-73,23	-73,97	-74,52	-75,31	-75,91	-76,41	-76,82	-77,16	-77,89	-78,14	-78,33				100	120	-77,89	-78,33	-5,54
16	14:28	17:21	-4700	-4683	-114,63	-102,13	-102,55	-103,60	-105,02	-106,19	-107,05	-108,36	-109,26	-110,09	-110,75	-111,34	-112,64	-112,99	-113,36	-113,87	-114,61		140	170	-113,87	-114,61	-8,76
17	17:34	17:35	-5350	-5350	-153,61																						
19	17:47	17:57	-3400	-3411	-154,51	-154,55	-154,54	-154,53																			
20	18:01	18:13	-800	-771	-149,44	-149,50	-149,48	-149,46	-149,44																		
21	18:17	18:27	-425	-466	-148,55	-148,56	-148,54	-148,54																			
22	18:30	18:44	-50	-79	-146,51	-146,61	-146,59	-146,58	-146,52																		

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

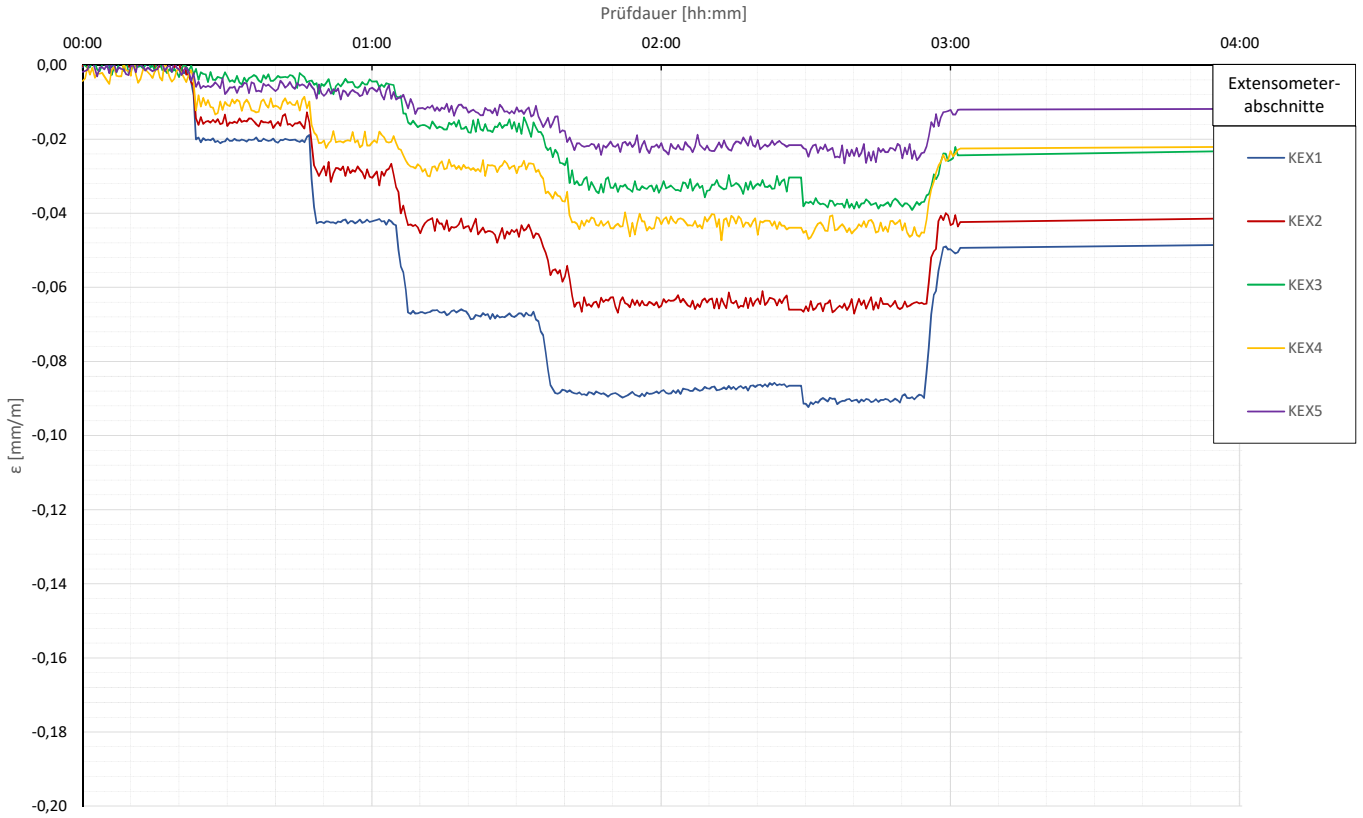


Prüfkörper: B.K54 (Kies - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer										Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul			
LS Nr	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]		
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:		
0	08:03	-39	156,72/2,49	154,23/0,95	153,28/0,94	152,34/0,94	151,40/0,95	3	8		
1	08:30	-239	-0,0208	-0,0171	-0,0032	-0,0085	-0,0055				55
2	08:48	-394	-0,0422	-0,0266	-0,0052	-0,0207	-0,0091				41
3	09:16	-615	-0,0668	-0,0442	-0,0155	-0,0282	-0,0121				40
4	10:36	-798	-0,0896	-0,0644	-0,0391	-0,0459	-0,0253				38
5	10:46	-427	-0,0494	-0,0424	-0,0244	-0,0225	-0,0120				
7	07:12	-468	-0,0596	-0,0379	-0,0136	-0,0282	-0,0129				
8	07:25	-421	-0,0574	-0,0376	-0,0206	-0,0233	-0,0123				27
9	07:38	-610	-0,0755	-0,0470	-0,0209	-0,0349	-0,0176				32
10	08:11	-798	-0,0978	-0,0648	-0,0345	-0,0400	-0,0233				33
11	08:45	-1446	-0,1785	-0,1257	-0,0858	-0,0853	-0,0532				32
12	09:40	-2108	-0,2640	-0,1849	-0,1423	-0,1313	-0,0833				31
13	10:58	-2748	-0,3514	-0,2557	-0,1956	-0,1762	-0,1165				30
14	12:06	-3415	-0,4424	-0,3248	-0,2476	-0,2193	-0,1520				30
15	14:18	-4056	-0,5397	-0,4018	-0,3100	-0,2714	-0,1911				28
16	17:21	-4683	-0,6395	-0,4791	-0,3772	-0,3344	-0,2528				27
17	17:35	-5350	-0,7314	-0,5499	-0,4448	-0,3942	-0,3190				27
19	17:57	-3411	-0,5048	-0,3890	-0,3187	-0,2791	-0,2326				
20	18:13	-771	-0,1528	-0,1289	-0,0918	-0,0894	-0,0778				
21	18:27	-466	-0,1063	-0,0939	-0,0642	-0,0633	-0,0575				
22	18:44	-79	-0,0495	-0,0519	-0,0313	-0,0327	-0,0313			MW E-Moduln	34

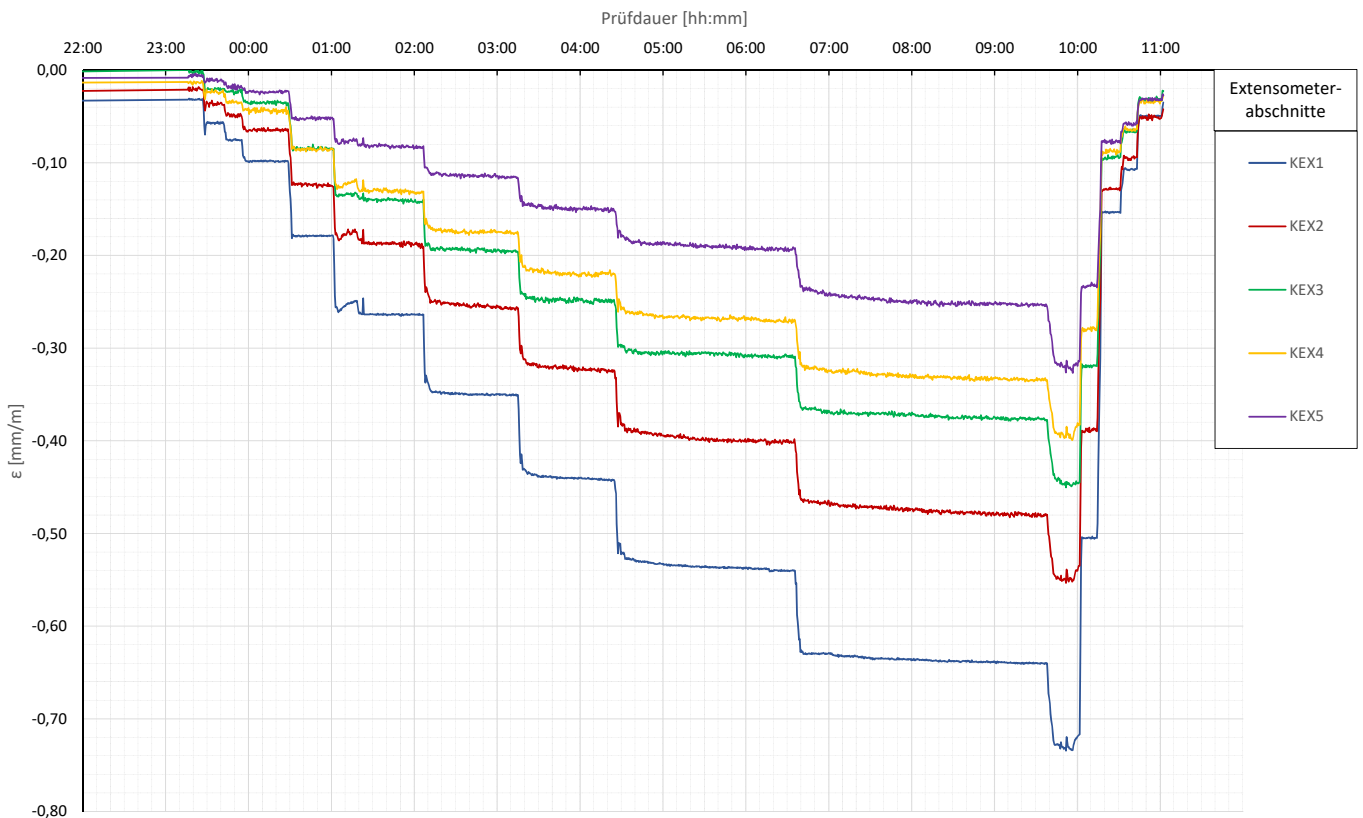
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Kettenextensometer



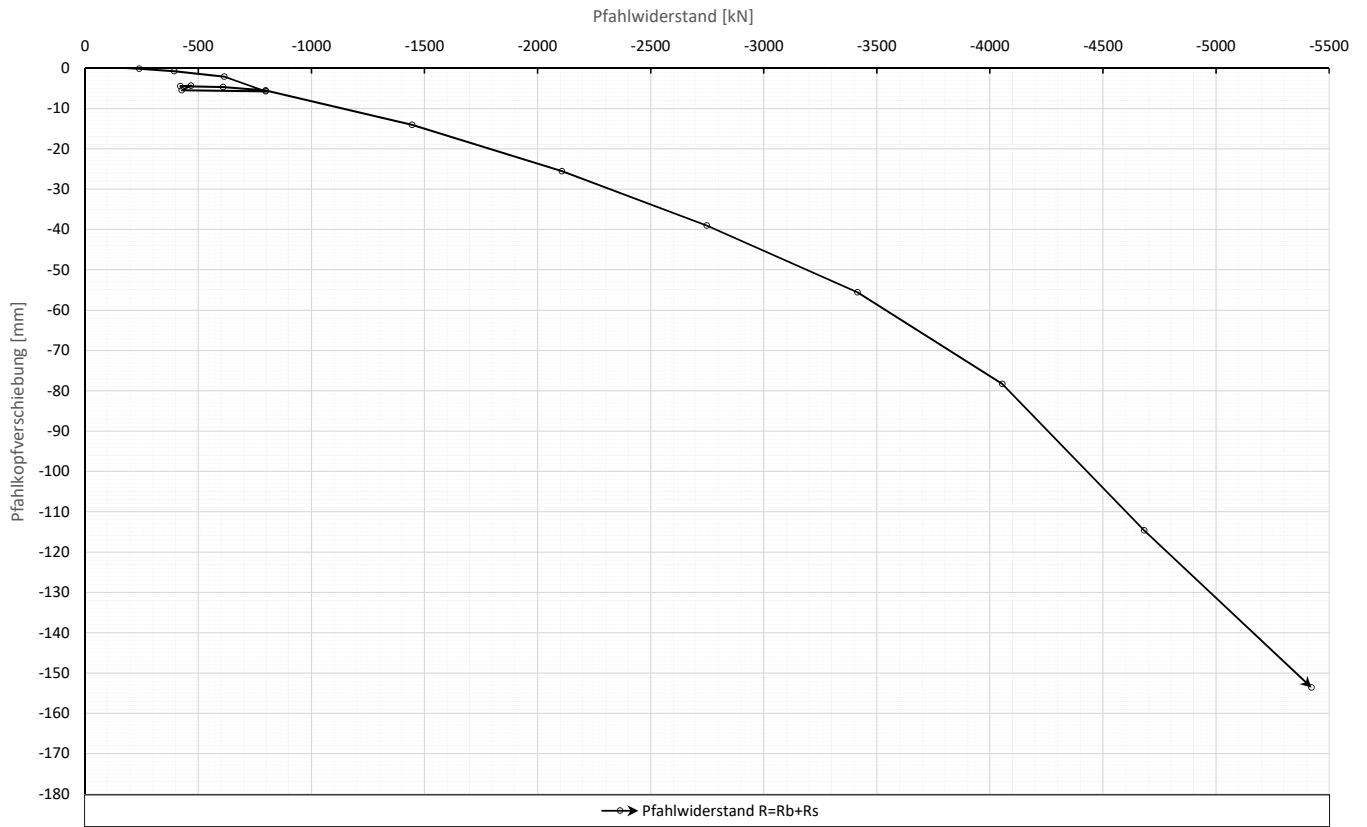
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Kettenextensometer



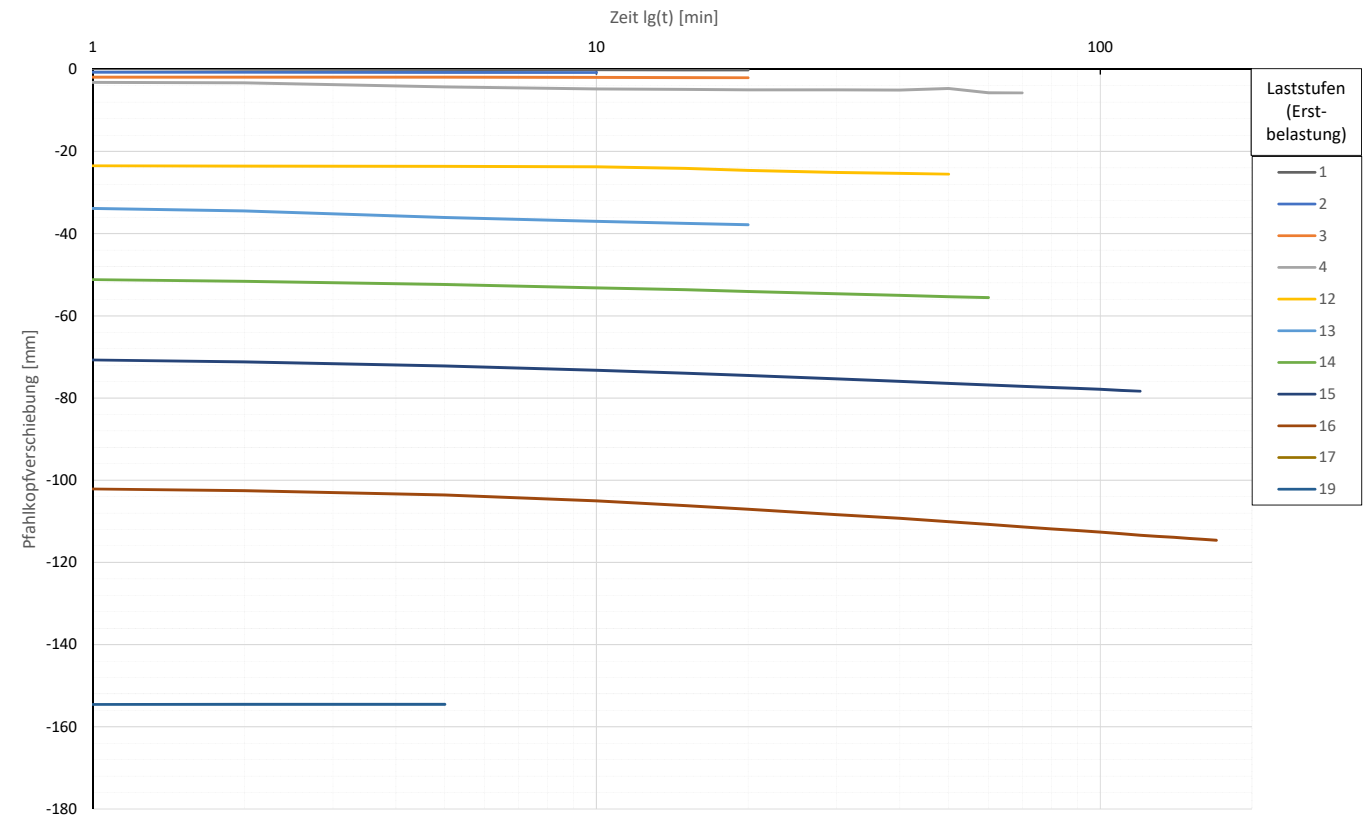
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie

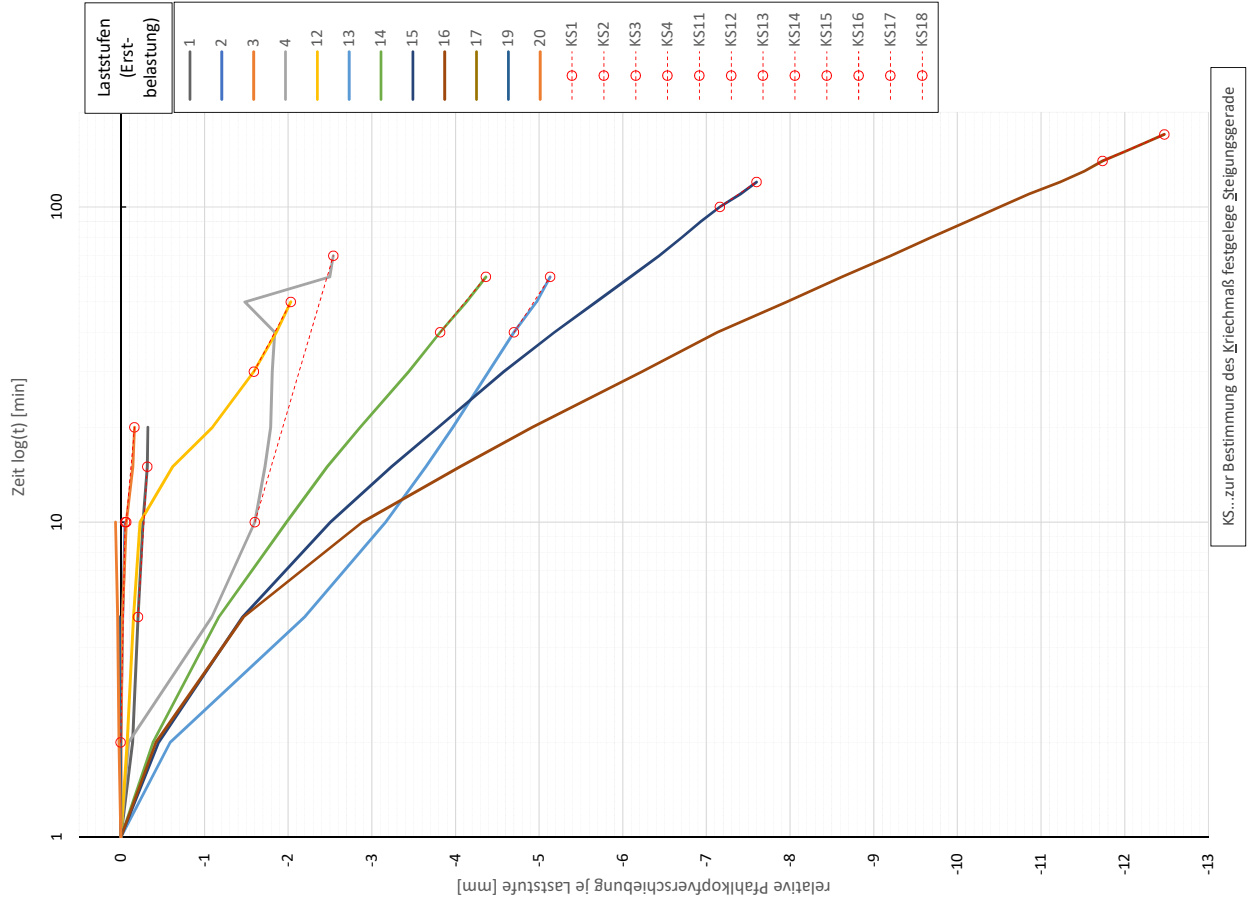


Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Zeitverformung



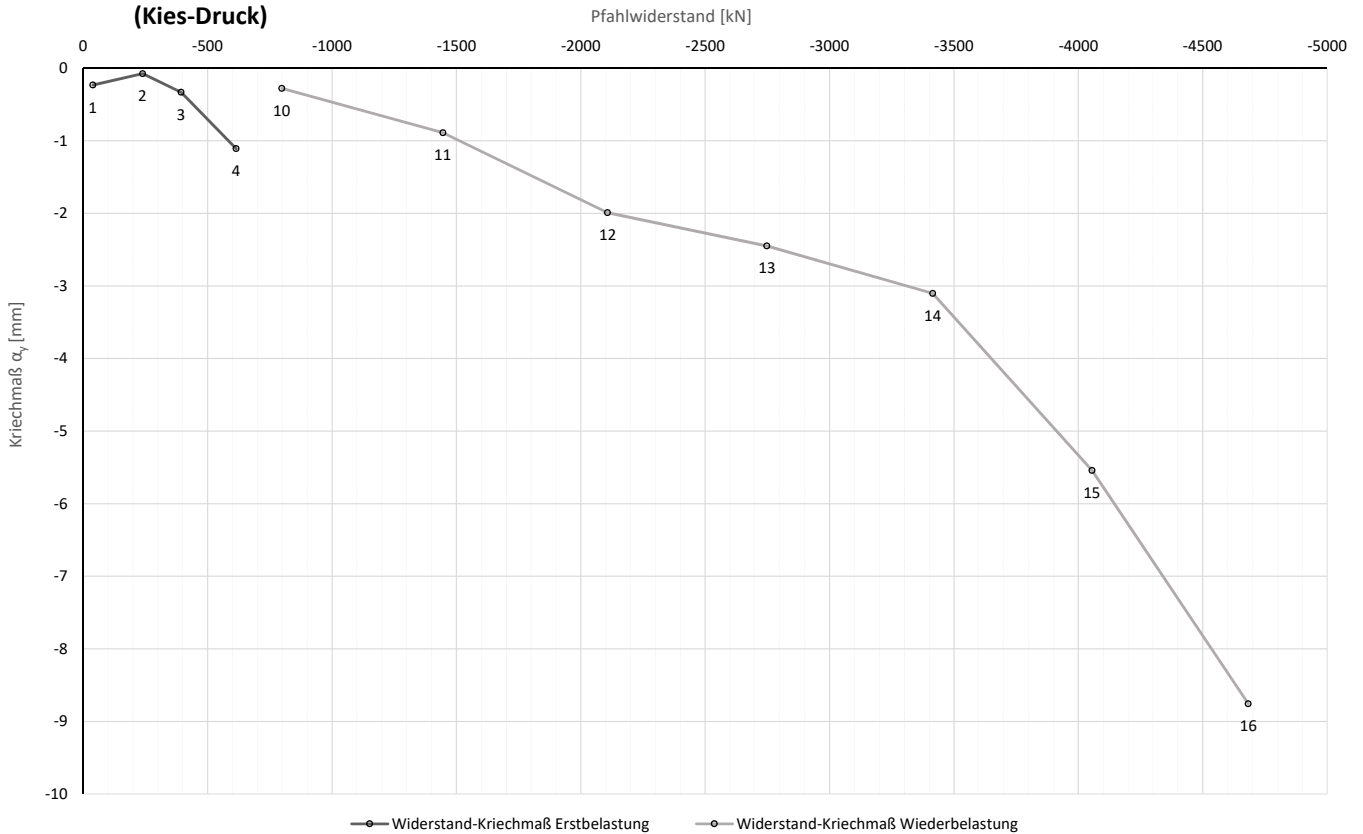
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)
Zeitverformung



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

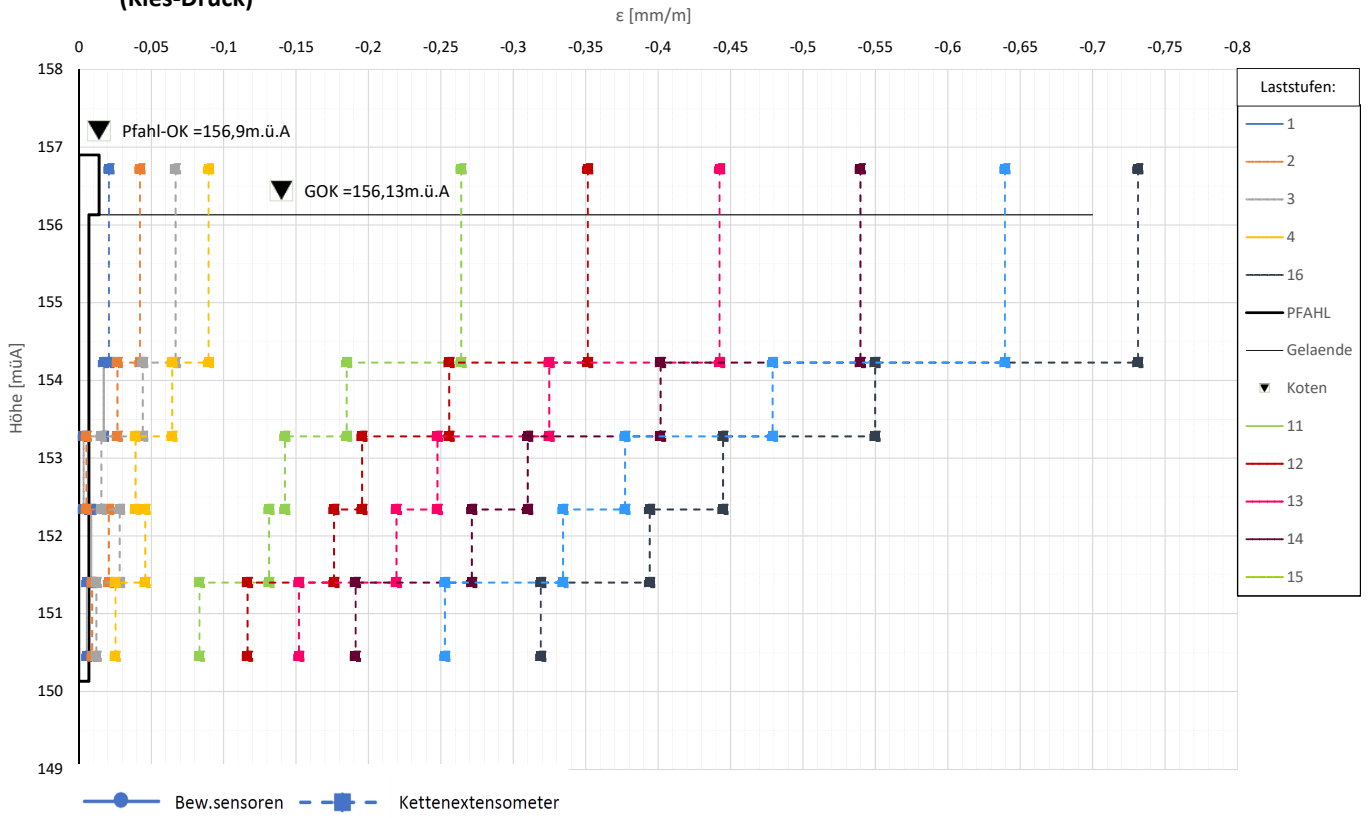
Prüfkörper: B.K54 (Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: **B.K54**
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K55
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	7
Prüfdatum:	12.07.2017
Versuchsbeginn:	07:49 Uhr
Versuchsende:	23:03 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h 24°C heiter
besondere Versuchsbedingungen:	

Geometrie Prüfkörper:

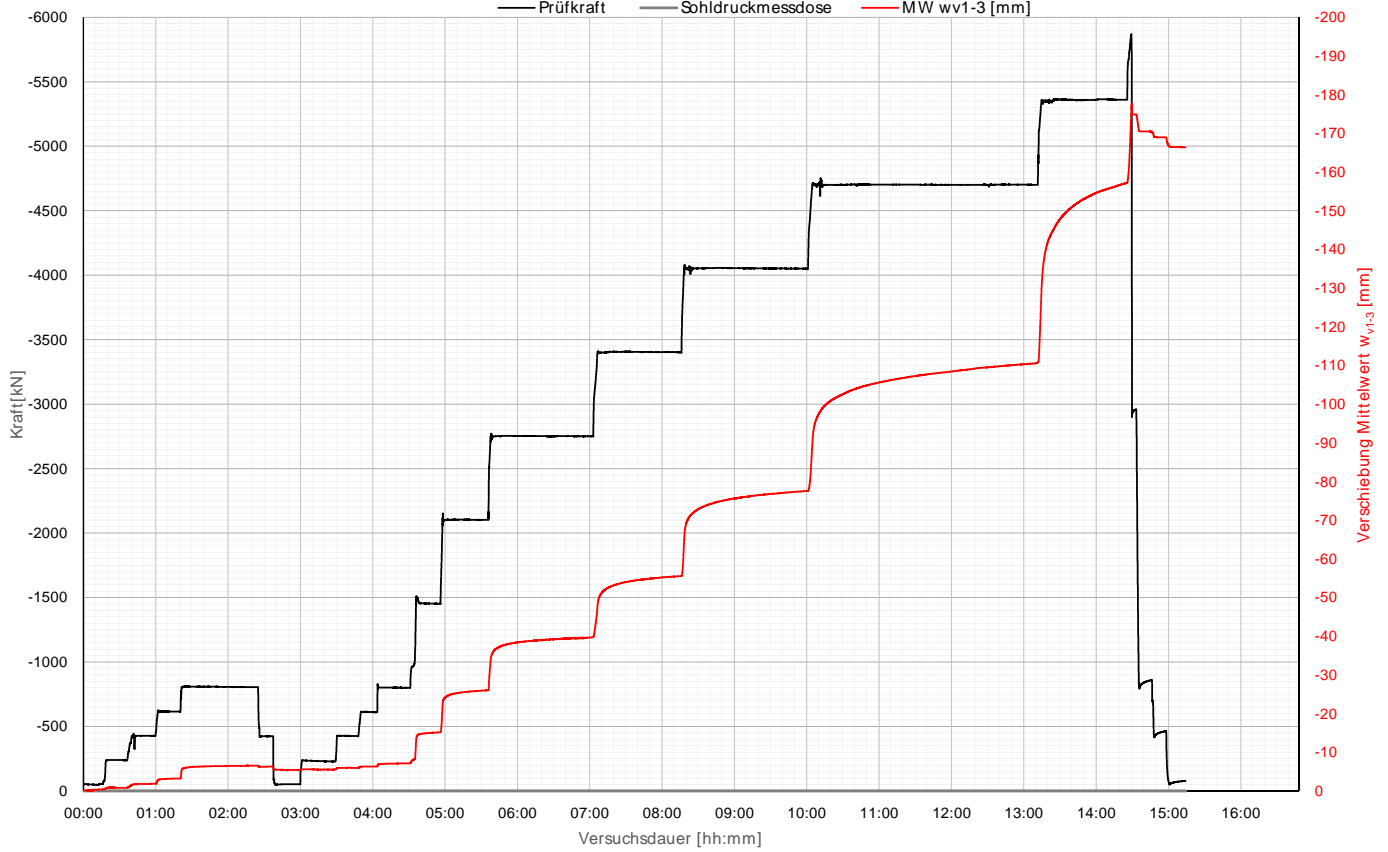
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,84 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,07 müA
OK Haftstrecke:	154,21 müA
UK Pfahl:	150,07 müA
Länge Freispielstrecke:	2,63 m
Länge Haftstrecke:	4,14 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	8712,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

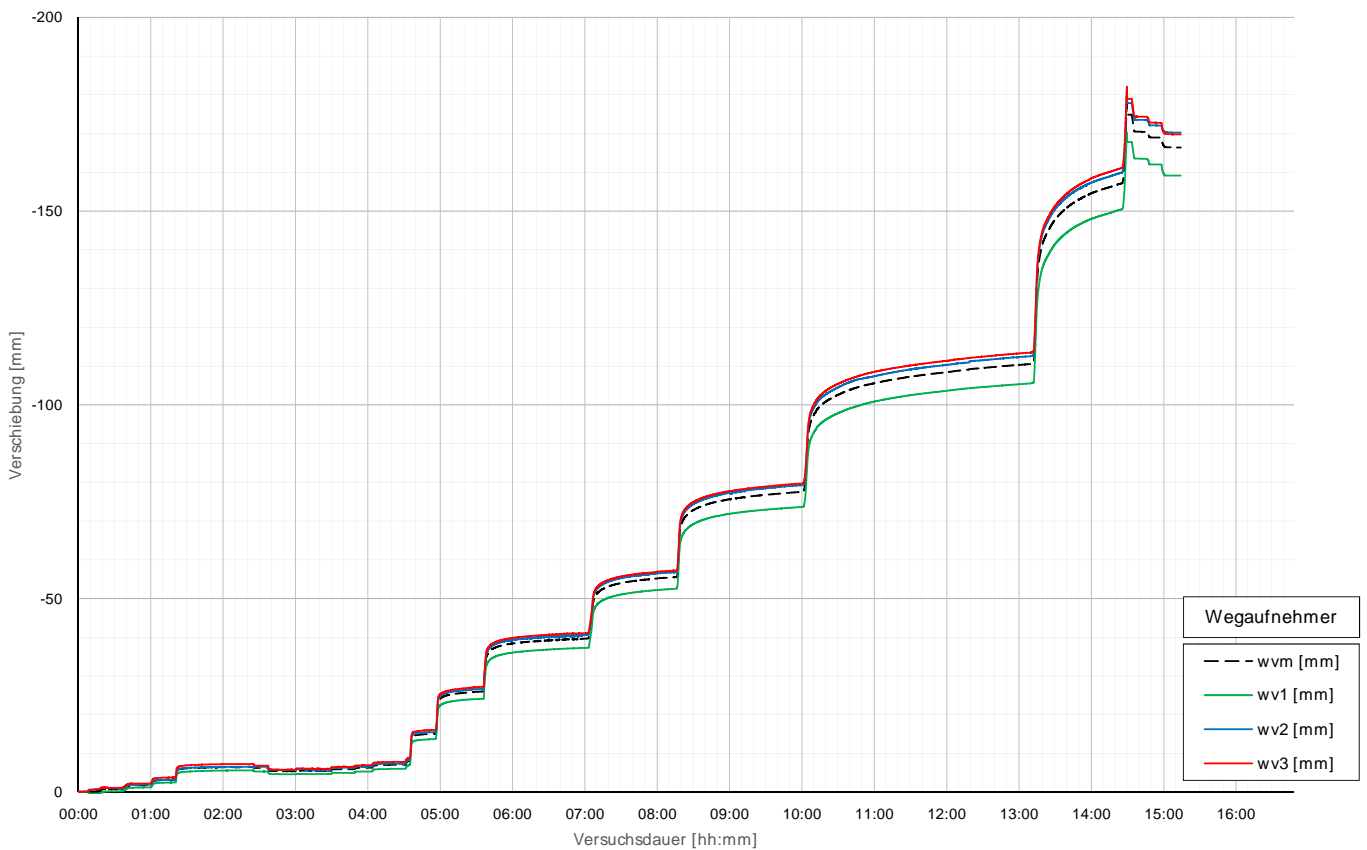
Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																													
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]													Berechnung Kriechmaß										
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m+1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 45 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 75 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 105 min [min]	Δt 120 min [min]	Δt 135 min [min]	Δt 150 min [min]	Δt 165 min [min]	Δt 180 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:49	08:05	-50	-53	-0,41																								
1	08:09	08:24	-238	-239	-0,81	-0,83	-0,83	-0,83	-0,82															2	10	-0,83	-0,82	0,02	
2	08:32	08:47	-425	-427	-1,83	-1,77	-1,77	-1,79	-1,81															2	10	-1,77	-1,81	-0,06	
3	08:51	09:07	-613	-615	-3,19	-2,97	-3,02	-3,09	-3,16	-3,18														5	15	-3,09	-3,18	-0,19	
4	09:11	10:12	-800	-805	-6,51	-5,86	-5,95	-6,10	-6,23	-6,29	-6,35	-6,49	-6,52											40	60	-6,48	-6,52	-0,21	
5	10:15	10:25	-425	-425	-6,28	-6,27	-6,26	-6,26																					
6	10:29	10:44	-50	-52	-5,44	-5,48	-5,47	-5,45	-5,39																				
7	10:50	11:15	-238	-229	-5,50	-5,62	-5,62	-5,60	-5,57	-5,48	-5,54													10	20	-5,57	-5,54	0,09	
8	11:19	11:35	-425	-426	-5,95	-5,94	-5,94	-5,95	-5,99	-5,95															5	15	-5,95	-5,95	0,01
9	11:39	11:51	-613	-611	-6,32	-6,31	-6,31	-6,32	-6,32																2	10	-6,31	-6,32	-0,01
10	11:53	12:18	-800	-800	-7,12	-6,90	-6,93	-6,99	-7,05	-7,08	-7,11														10	20	-7,05	-7,11	-0,18
11	12:27	12:43	-1450	-1451	-15,12	-14,69	-14,75	-14,87	-15,00	-15,10															5	15	-14,87	-15,10	-0,47
12	12:47	13:23	-2100	-2102	-25,99	-23,78	-24,17	-24,75	-25,19	-25,44	-25,62														15	30	-25,44	-25,88	-1,46
13	13:28	14:50	-2750	-2751	-39,63	-36,07	-36,44	-37,11	-37,72	-38,10	-38,34	-39,21	-39,36	-39,45											60	80	-39,36	-39,63	-2,17
14	14:57	16:04	-3400	-3403	-55,52	-50,86	-51,29	-52,13	-52,93	-53,49	-53,88	-55,13	-55,39												40	60	-54,82	-55,39	-3,22
15	16:14	17:49	-4050	-4050	-77,53	-71,99	-72,24	-72,87	-73,62	-74,19	-74,66	-76,28	-76,63	-76,91											70	90	-76,91	-77,43	-4,82
16	18:02	20:56	-4700	-4701	-110,47	-99,35	-99,67	-100,46	-101,51	-102,30	-103,04	-105,79	-106,40	-106,93	-108,54	-108,91	-109,88	-110,15	-110,38						140	170	-109,59	-110,38	-9,29
17	21:12	22:12	-5350	-5361	-156,99	-144,82	-145,43	-147,01	-148,97	-150,47	-151,71	-156,00													30	50	-153,57	-156,00	-10,93
18	22:15	22:18	-6000	-5863	-175,35	-160,67	-166,89																						
20	22:25	22:35	-800	-860	-170,46	-170,50	-170,49																						
21	22:37	22:45	-425	-461	-168,97677	-169,02	-169	-168,99																					
22	22:47	23:03	-50	-78	-166,41194	-167,48	-166,85	-166,47	-166,43	-166,42																			

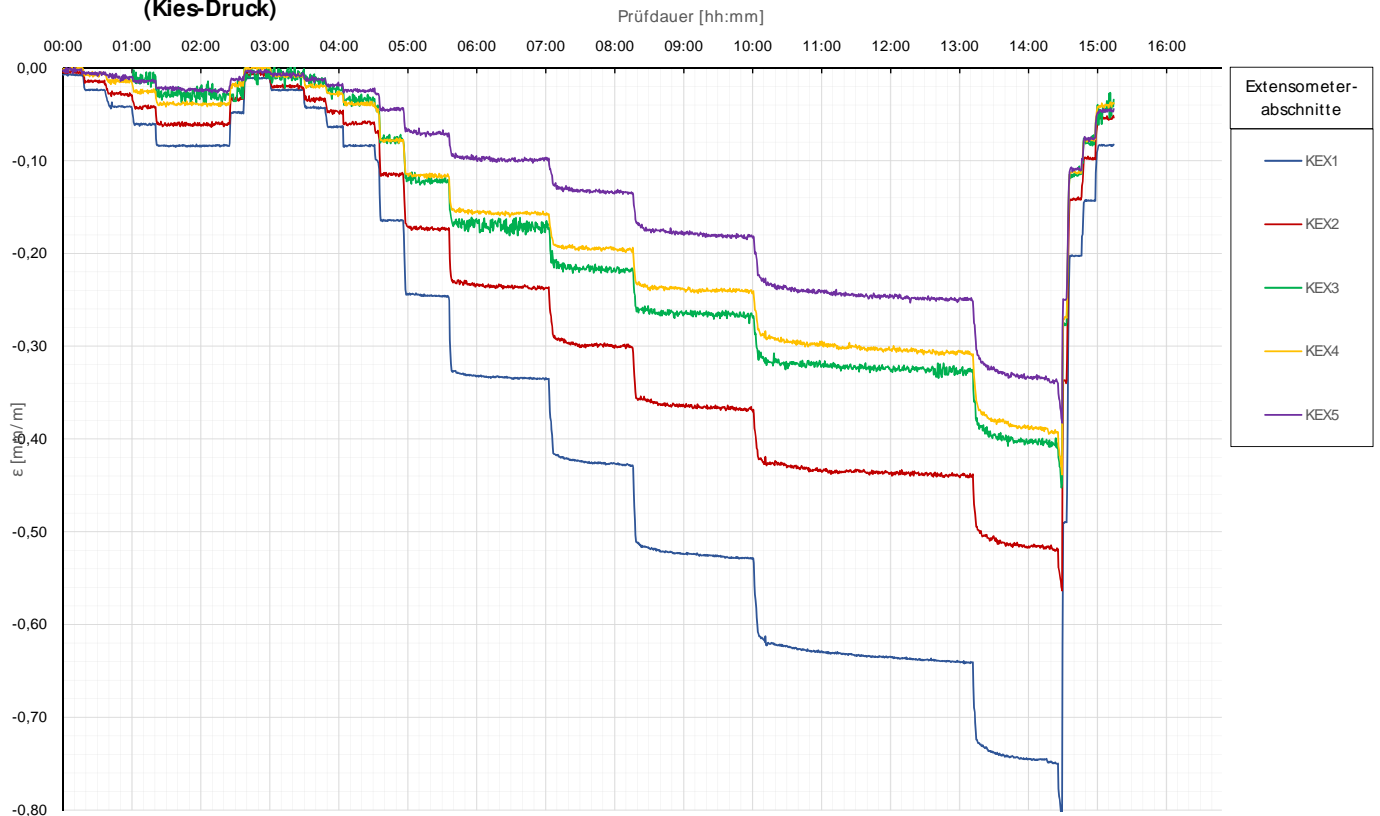
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer								
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	
0	08:05	-53	156,68/2,50	154,18/0,94	153,24/0,95	152,29/0,94	151,35/0,94	
1	08:24	-239	-0,0238	-0,0156	0,0000	-0,0056	-0,0044	
2	08:47	-427	-0,0413	-0,0271	0,0000	-0,0120	-0,0095	
3	09:07	-615	-0,0599	-0,0413	-0,0143	-0,0259	-0,0128	
4	10:12	-805	-0,0840	-0,0616	-0,0266	-0,0395	-0,0246	
5	10:25	-425	-0,0477	-0,0331	-0,0330	-0,0183	-0,0116	
6	10:44	-52	-0,0111	-0,0066	0,0274	0,0019	-0,0044	
7	11:15	-229	-0,0241	-0,0206	-0,0103	-0,0076	-0,0088	
8	11:35	-426	-0,0435	-0,0342	-0,0128	-0,0204	-0,0142	
9	11:51	-611	-0,0643	-0,0475	-0,0245	-0,0269	-0,0192	
10	12:18	-800	-0,0836	-0,0588	-0,0387	-0,0403	-0,0239	
11	12:43	-1451	-0,1644	-0,1141	-0,0772	-0,0787	-0,0436	
12	13:23	-2102	-0,2469	-0,1738	-0,1233	-0,1169	-0,0719	
13	14:50	-2751	-0,3353	-0,2372	-0,1716	-0,1576	-0,0970	
14	16:04	-3403	-0,4285	-0,3011	-0,2160	-0,1985	-0,1356	
15	17:49	-4050	-0,5283	-0,3704	-0,2694	-0,2408	-0,1831	
16	20:56	-4701	-0,6411	-0,4415	-0,3253	-0,3053	-0,2496	
17	22:12	-5361	-0,7487	-0,5208	-0,4063	-0,3902	-0,3375	
18	22:18	-5863	-0,8117	-0,5635	-0,4476	-0,4381	-0,3825	
20	22:35	-860	-0,2023	-0,1390	-0,1143	-0,1095	-0,1099	
21	22:45	-461	-0,1433	-0,0988	-0,0779	-0,0764	-0,0769	
22	23:03	-78	-0,0829	-0,0535	-0,0341	-0,0382	-0,0443	

Prüfkörper: **B.K55**
(Kies-Druck)

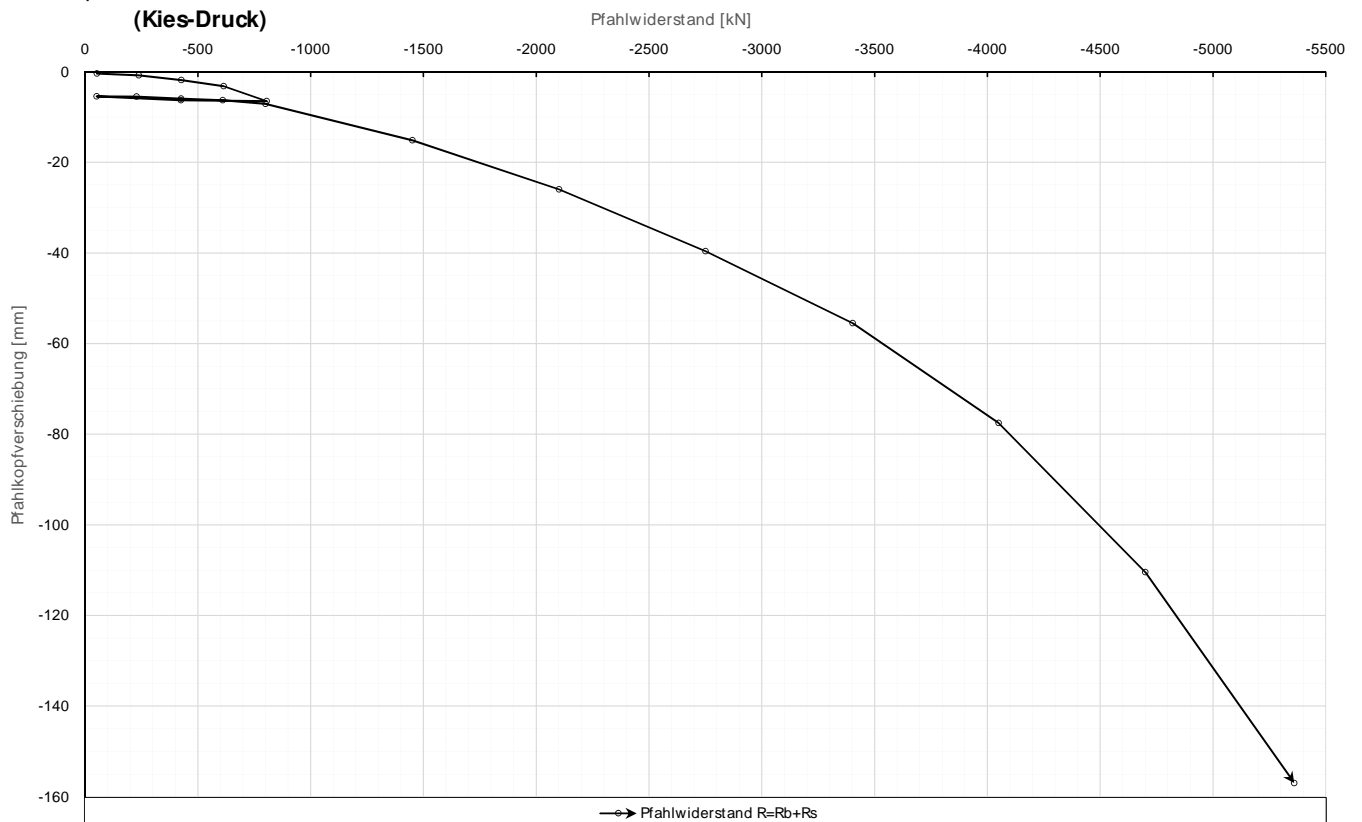
Kettenextensometer



6

Prüfkörper: **B.K55**
(Kies-Druck)

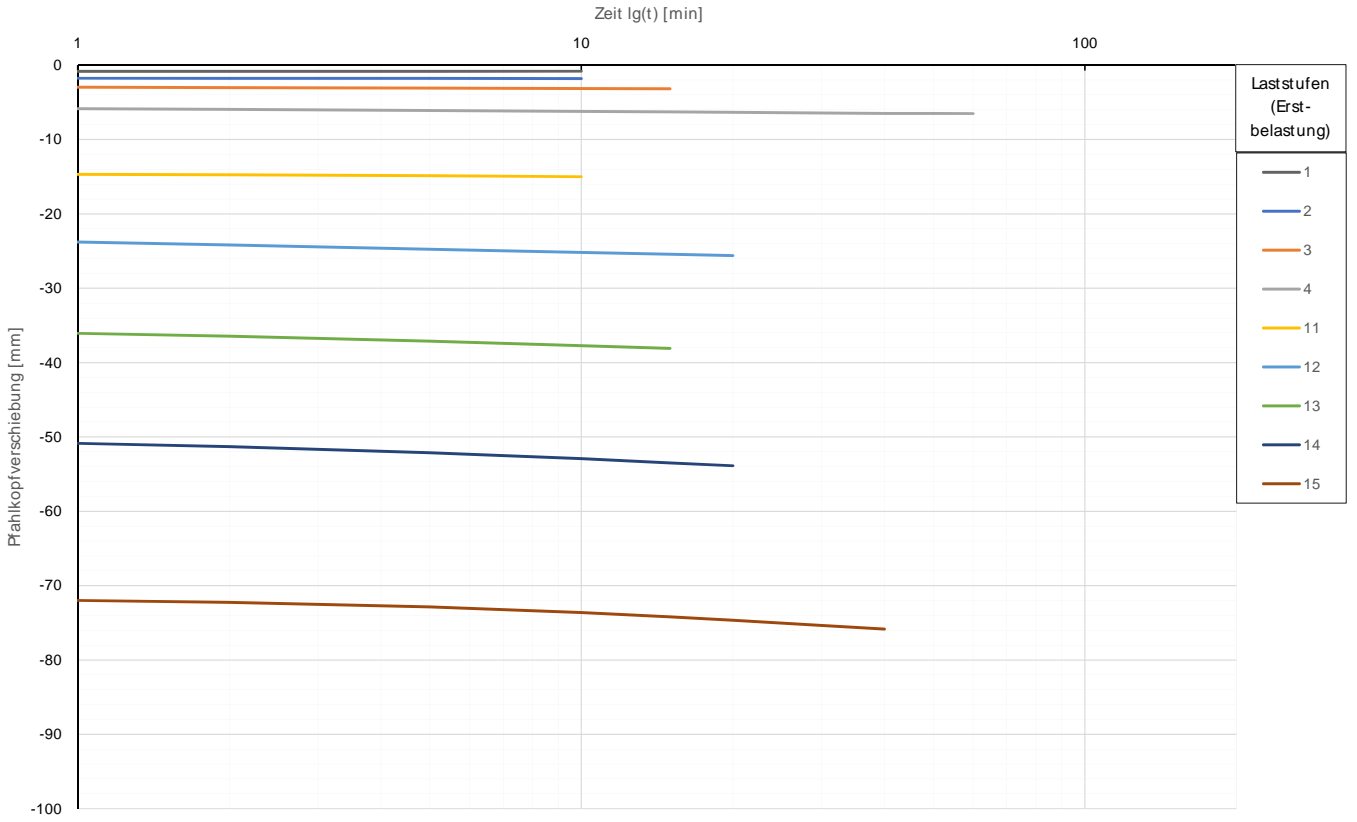
Widerstands-Setzungslinie



7

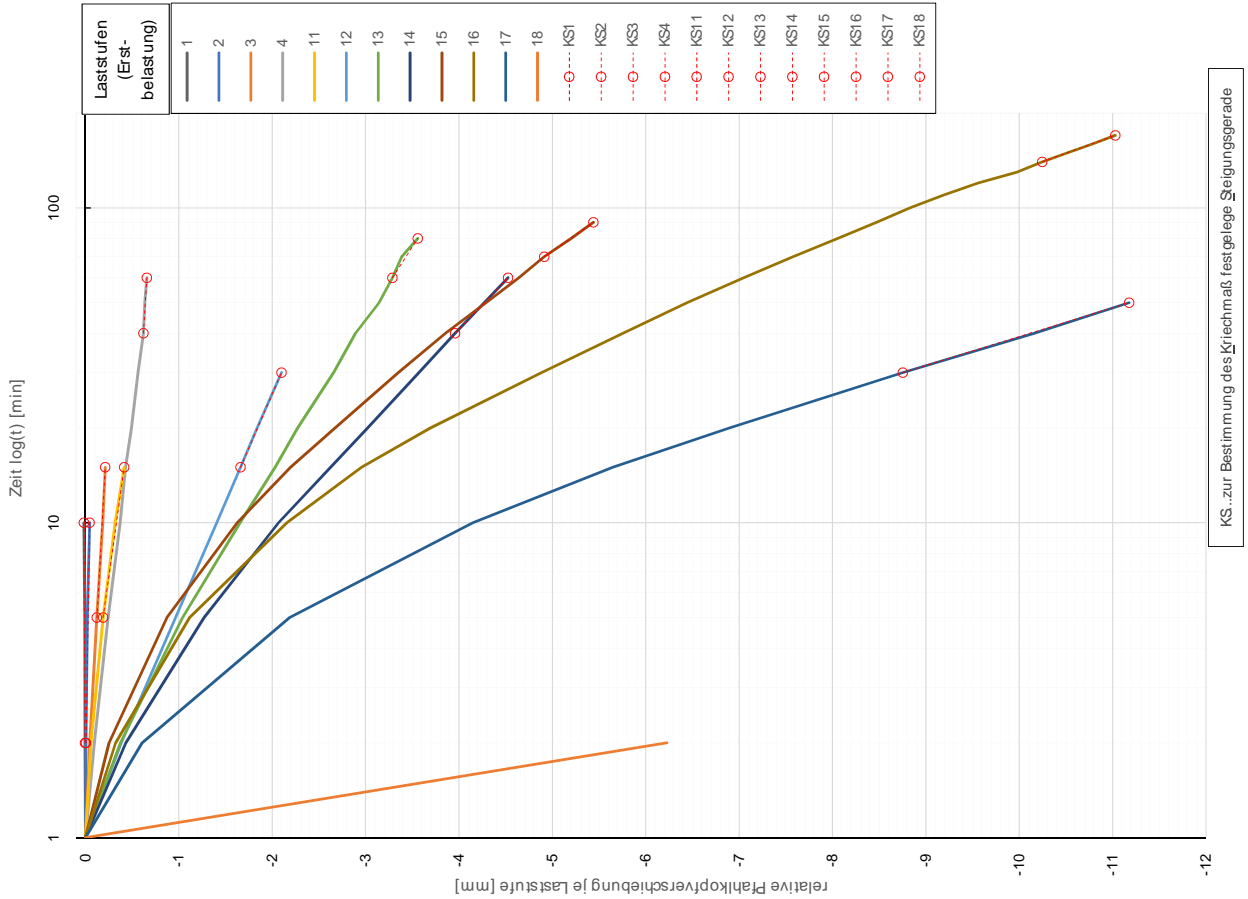
Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)

Zeitverformung



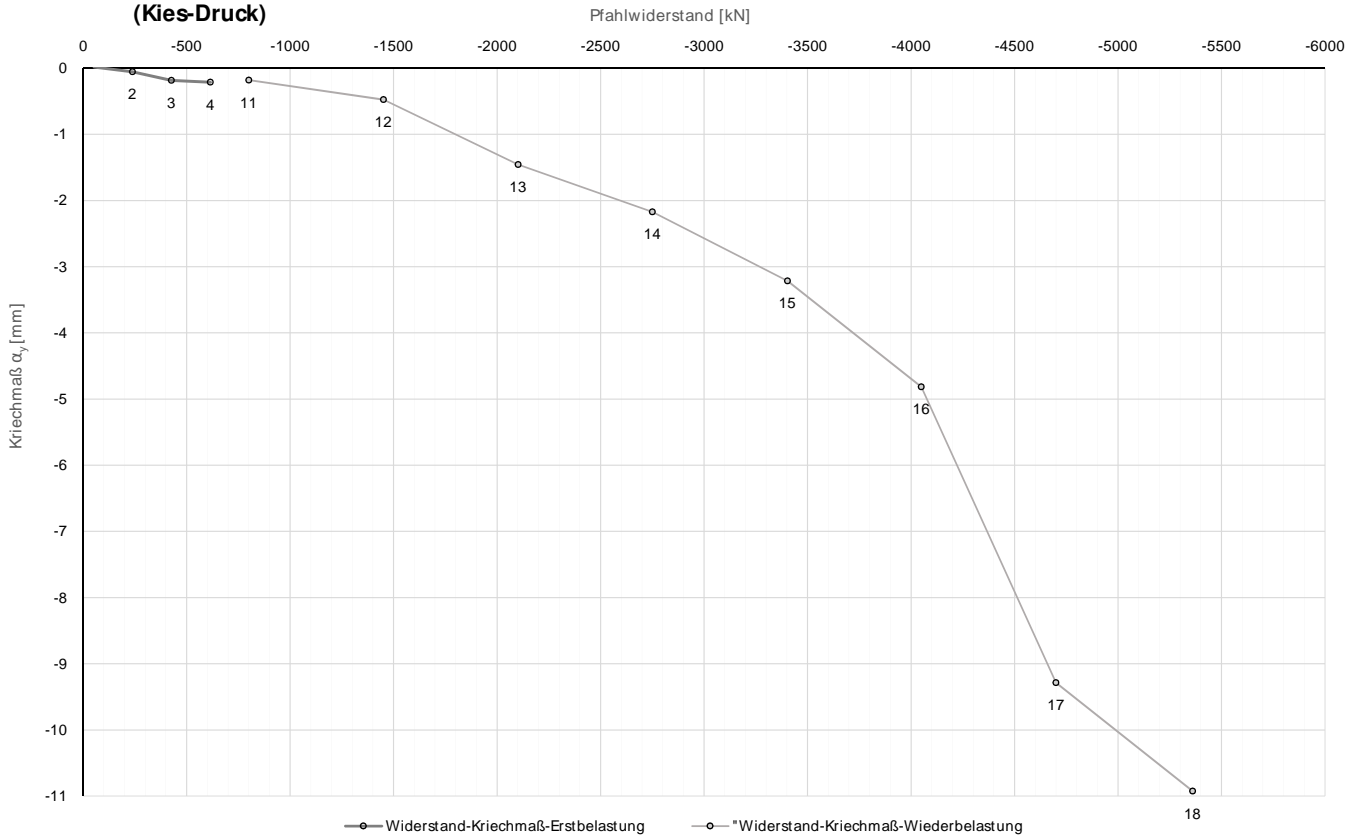
Forschungsbibliothek TU WIEN **b1.geo** Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K55 (Kies-Druck)



Prüfkörper: **B.K55**
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

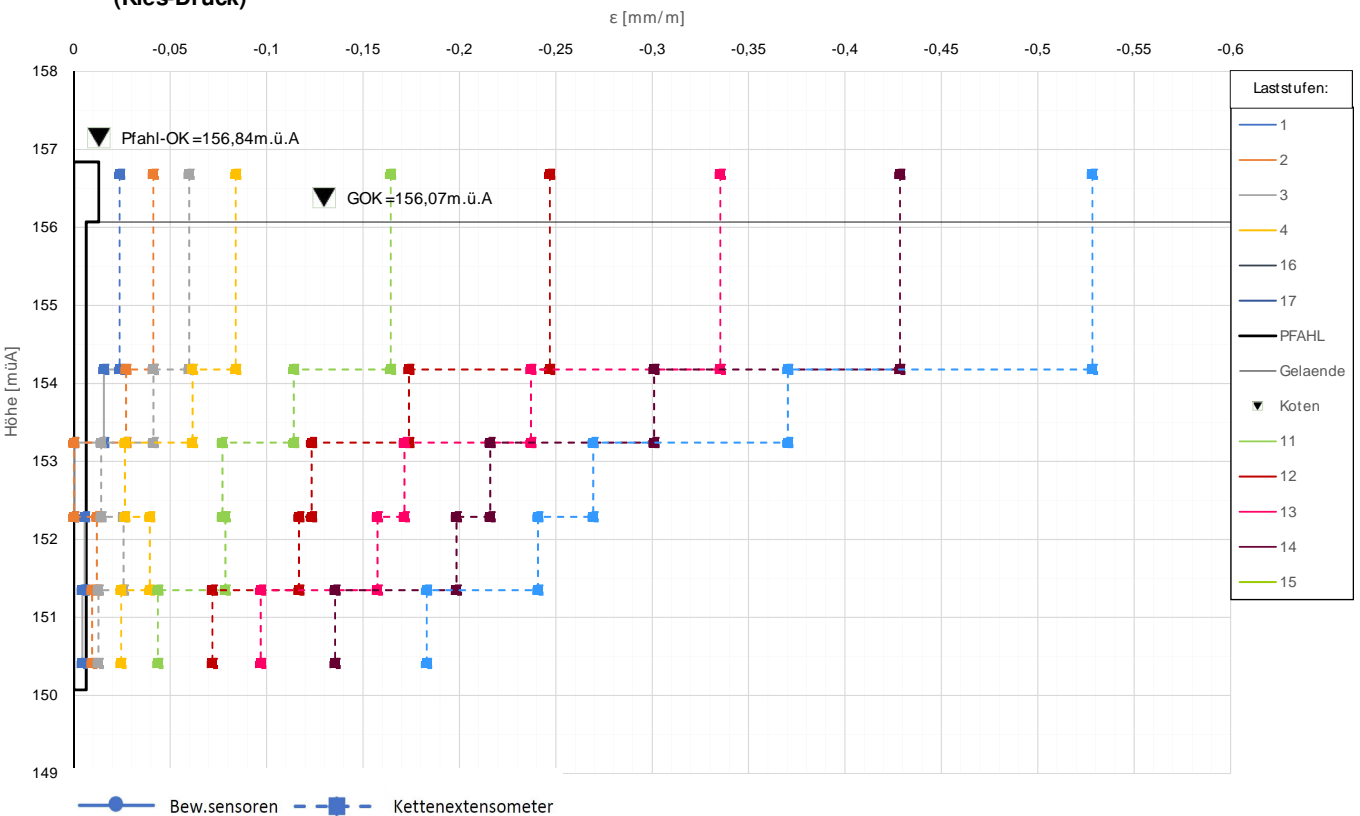


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: **B.K55**
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K61
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	49
Prüfdatum:	08.11.2017
Versuchsbeginn:	07:57 Uhr
Versuchsende:	20:15 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h 8°C leichter Regen
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

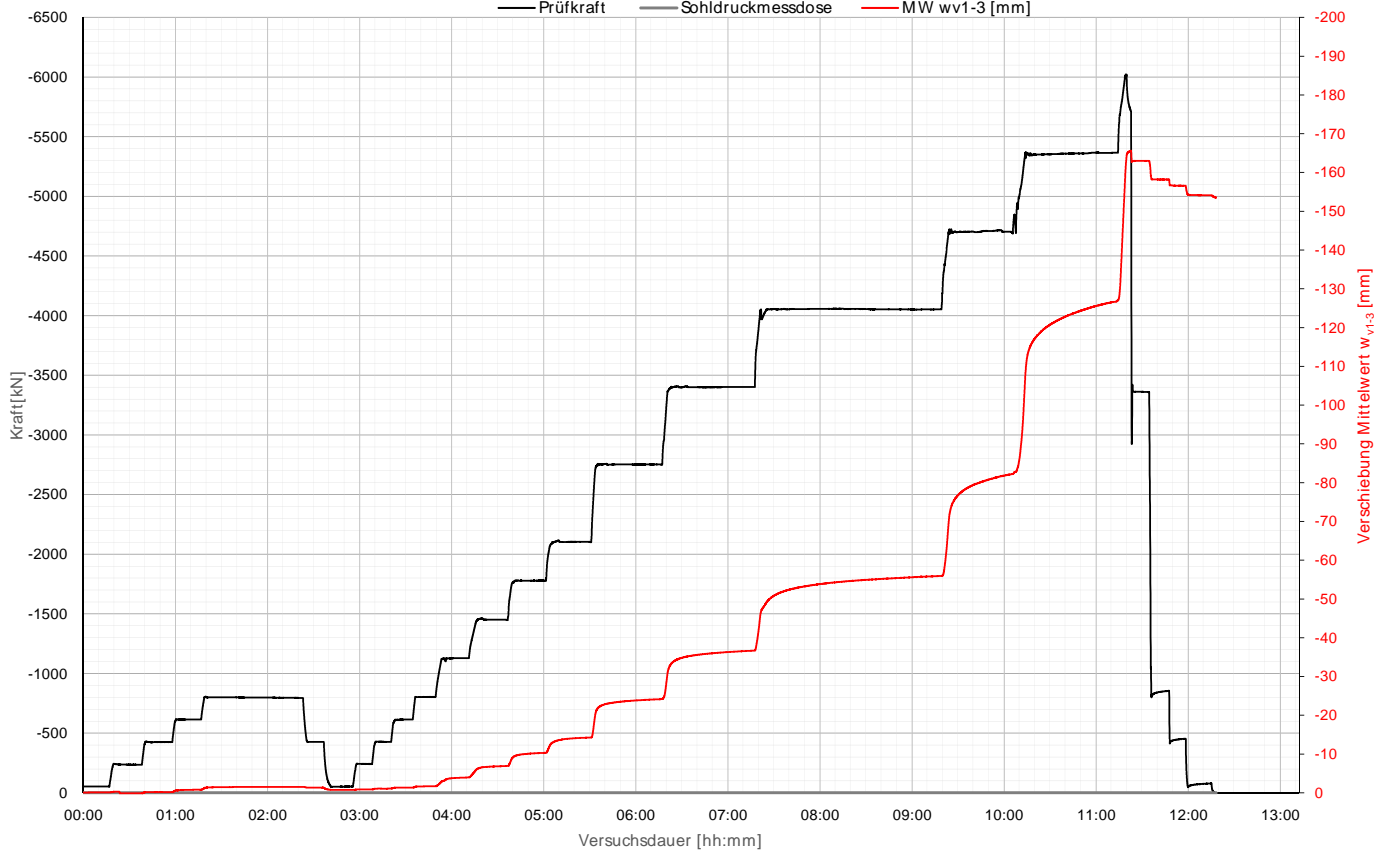
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,78 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,01 müA
OK Haftstrecke:	154,11 müA
UK Pfahl:	150,01 müA
Länge Freispielstrecke:	2,67 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

Prüfkörper: B.K61 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

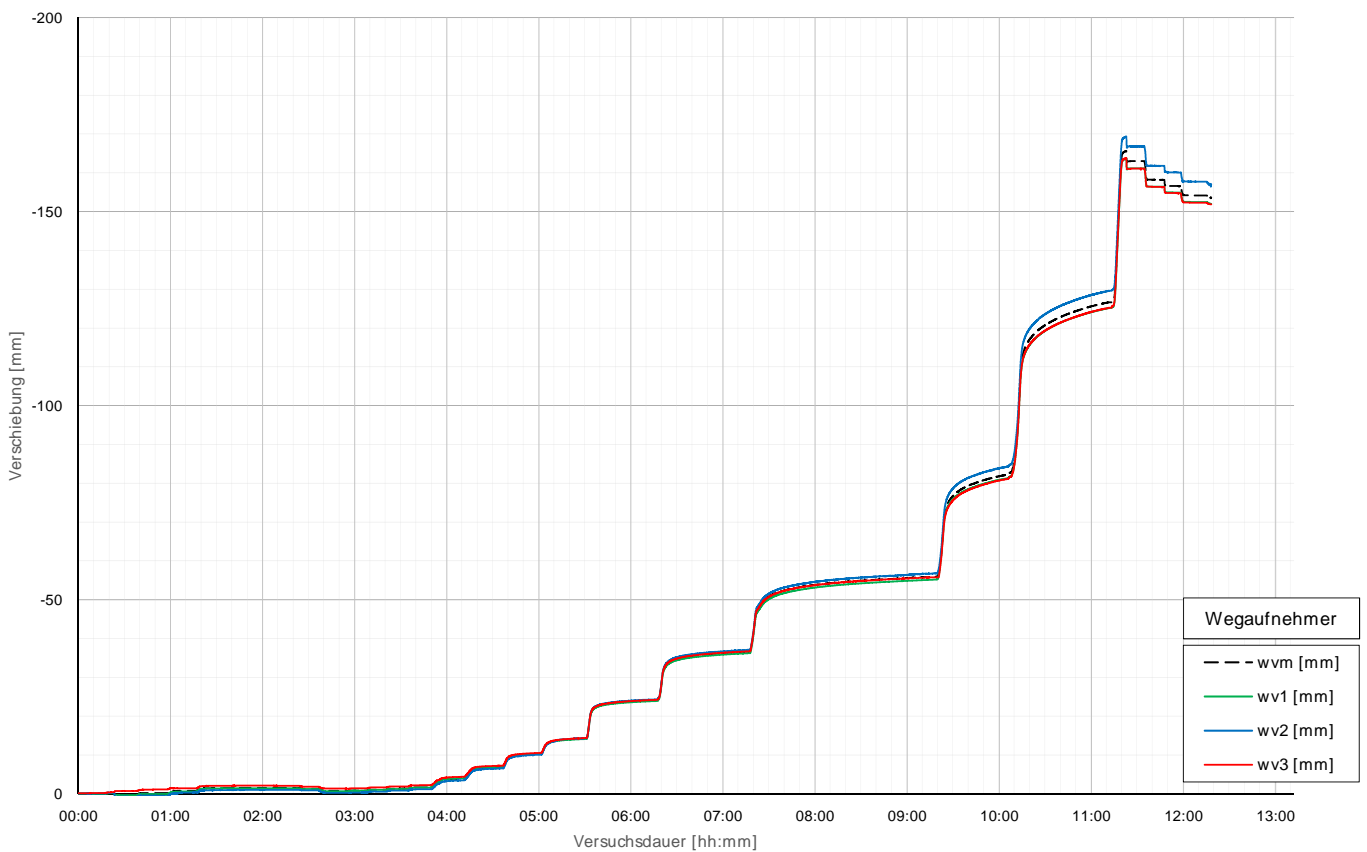


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.K61 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K61 (Kies - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]														Berechnung Kriechmaß				
LS	LSBeginn	LSEnde	P Soll	P Ist	w _{v,m-1-3}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	90 min	100 min	110 min	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
						[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
0	07:57	08:13	-50	-53	-0,10																			
1	08:19	08:34	-238	-236	0,11	-0,27	0,10	0,10	0,10											2	10	0,10	0,10	0,01
2	08:38	08:53	-425	-426	-0,19	-0,19	-0,20	-0,20	-0,19											2	10	-0,20	-0,19	0,00
3	08:57	09:13	-613	-615	-0,80	-0,66	-0,68	-0,71	-0,78	-0,80										5	15	-0,71	-0,80	-0,18
4	09:17	10:18	-800	-796	-1,51	-1,40	-1,40	-1,44	-1,47	-1,49	-1,49	-1,52	-1,51	-1,52						15	60	-1,49	-1,52	-0,05
5	10:23	10:33	-425	-427	-1,31	-1,33	-1,32	-1,32	-1,31															
6	10:39	10:49	-50	-52	-0,75	-0,76	-0,76	-0,76																
7	10:55	11:05	-238	-242	-0,86	-0,85	-0,86	-0,85												1	5	-0,85	-0,85	0,00
8	11:07	11:17	-425	-427	-1,09	-1,06	-1,09	-1,08												1	5	-1,06	-1,08	-0,02
9	11:21	11:31	-613	-615	-1,34	-1,33	-1,33	-1,34												1	5	-1,33	-1,34	-0,01
10	11:34	11:45	-800	-804	-1,68	-1,62	-1,63	-1,66	-1,67											2	10	-1,63	-1,67	-0,06
11	11:52	12:07	-1125	-1129	-3,95	-3,38	-3,57	-3,77	-3,88											2	10	-3,57	-3,88	-0,44
12	12:14	12:30	-1450	-1452	-6,88	-6,41	-6,52	-6,67	-6,80	-6,86										5	15	-6,67	-6,86	-0,39
13	12:38	12:55	-1775	-1779	-10,27	-10,27	-9,62	-9,73	-9,93	-10,12	-10,23									5	15	-9,93	-10,23	-0,62
14	13:04	13:25	-2100	-2104	-14,24	-13,39	-13,51	-13,79	-13,99	-14,12	-14,20									10	20	-13,99	-14,20	-0,71
15	13:33	14:12	-2750	-2753	-24,13	-22,42	-22,60	-22,97	-23,31	-23,54	-23,72	-23,97								15	30	-23,54	-23,97	-1,41
16	14:20	15:13	-3400	-3403	-36,66	-33,71	-34,00	-34,59	-35,14	-35,47	-35,73	-36,11	-36,38	-36,60						30	50	-36,11	-36,60	-2,25
17	15:22	17:14	-4050	-4053	-55,90	-49,58	-49,98	-50,87	-51,79	-52,41	-52,88	-53,56	-54,07	-54,48	-54,80	-55,50	-55,71	-55,86		90	110	-55,50	-55,86	-4,18
18	17:24	18:00	-4700	-4703	-82,05	-75,87	-76,39	-77,57	-78,88	-79,76	-80,45	-81,58								15	30	-79,76	-81,58	-6,07
19	18:16	19:11	-5350	-5367	-126,99	-117,26	-117,75	-118,98	-120,53	-121,72	-122,70	-124,24	-125,50	-126,44						30	50	-124,24	-126,44	-9,92
20	19:16	19:16	-6000	-6005	-164,37																			
21	19:20	19:30	-3400	-3360	-163,01	-162,97	-162,97	-163,01																
22	19:33	19:43	-800	-854	-158,19	-158,22	-158,21	-158,20																
23	19:45	19:55	-425	-454	-156,56	-156,67	-156,63	-156,59																
24	19:57	20:12	-50	-79	-154,14	-154,20	-154,19	-154,17	-154,15															

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.K61 (Kies - Druck)

Auswertung Verformungen MWES II - Bewehrungssensoren																	
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt				
LS	LSEnde	P Ist	BS1.1	BS1.2	BS2.1	BS2.2	BS3.1	BS3.2	BS4.1	BS4.2	BS5.1	BS5.2	BS1.MW	BS2.MW	BS3.MW	BS4.MW	BS5.MW
Nr.	[hh:mm]	[kN]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m]
			Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:	Höhe:
0	08:13	-53	155,09	153,59	153,59	153,59	152,69	152,69	151,79	151,79	150,89	150,89	155,09	153,59	152,69	151,79	150,89
1	08:34	-236	-0,0070	-0,0160	-0,0115	-0,0022	-0,0168	-0,0095	-0,0043	-0,0105	-0,0074	-0,0039	-0,0115	-0,0095	-0,0074	-0,0054	-0,0046
2	08:53	-426	-0,0175	-0,0311	-0,0243	-0,0093	-0,0315	-0,0204	-0,0094	-0,0203	-0,0148	-0,0074	-0,0243	-0,0204	-0,0148	-0,0103	-0,0091
3	09:13	-615	-0,0296	-0,0453	-0,0374	-0,0185	-0,0453	-0,0319	-0,0151	-0,0294	-0,0223	-0,0114	-0,0374	-0,0319	-0,0223	-0,0157	-0,0138
4	10:18	-796	-0,0418	-0,0628	-0,0523	-0,0275	-0,0645	-0,0460	-0,0199	-0,0422	-0,0311	-0,0157	-0,0523	-0,0460	-0,0311	-0,0227	-0,0193
5	10:33	-427	-0,0157	-0,0385	-0,0271	-0,0048	-0,0430	-0,0239	-0,0047	-0,0253	-0,0150	-0,0042	-0,0271	-0,0239	-0,0150	-0,0101	-0,0086
6	10:49	-52	-0,0005	-0,0046	-0,0026	0,0021	-0,0067	-0,0023	0,0059	0,0004	0,0031	0,0050	-0,0026	-0,0023	0,0031	0,0034	0,0026
7	11:05	-242	-0,0057	-0,0226	-0,0142	0,0023	-0,0265	-0,0121	0,0021	-0,0124	-0,0051	0,0013	-0,0142	-0,0121	-0,0051	-0,0026	-0,0024
8	11:17	-427	-0,0159	-0,0376	-0,0267	-0,0046	-0,0419	-0,0232	-0,0042	-0,0235	-0,0139	-0,0039	-0,0267	-0,0232	-0,0139	-0,0094	-0,0080
9	11:31	-615	-0,0285	-0,0504	-0,0395	-0,0161	-0,0532	-0,0346	-0,0120	-0,0332	-0,0226	-0,0098	-0,0395	-0,0346	-0,0226	-0,0161	-0,0137
10	11:45	-804	-0,0420	-0,0638	-0,0529	-0,0277	-0,0656	-0,0466	-0,0198	-0,0429	-0,0314	-0,0161	-0,0529	-0,0466	-0,0314	-0,0231	-0,0197
11	12:07	-1129	-0,0657	-0,0905	-0,0781	-0,0479	-0,0960	-0,0720	-0,0330	-0,0706	-0,0518	-0,0272	-0,0781	-0,0720	-0,0518	-0,0396	-0,0334
12	12:30	-1452	-0,0900	-0,1150	-0,1025	-0,0695	-0,1220	-0,0958	-0,0497	-0,0926	-0,0711	-0,0403	-0,1025	-0,0958	-0,0711	-0,0547	-0,0463
13	12:55	-1779	-0,1148	-0,1416	-0,1282	-0,0913	-0,1485	-0,1199	-0,0670	-0,1145	-0,0907	-0,0545	-0,1282	-0,1199	-0,0907	-0,0707	-0,0595
14	13:25	-2104	-0,1392	-0,1686	-0,1539	-0,1135	-0,1753	-0,1444	-0,0851	-0,1365	-0,1108	-0,0694	-0,1539	-0,1444	-0,1108	-0,0871	-0,0728
15	14:12	-2753	-0,1903	-0,2231	-0,2067	-0,1603	-0,2292	-0,1948	-0,1238	-0,1812	-0,1525	-0,1024	-0,2067	-0,1948	-0,1525	-0,1214	-0,1008
16	15:13	-3403	-0,2458	-0,2772	-0,2615	-0,2126	-0,2787	-0,2456	-0,1665	-0,2227	-0,1946	-0,1384	-0,2615	-0,2456	-0,1946	-0,1562	-0,1309
17	17:14	-4053	-0,3045	-0,3328	-0,3186	-0,2762	-0,3226	-0,2994	-0,2188	-0,2615	-0,2401	-0,1813	-0,3186	-0,2994	-0,2401	-0,1945	-0,1691
18	18:00	-4703	-0,3603	-0,3840	-0,3721	-0,3355	-0,3652	-0,3503	-0,2744	-0,2965	-0,2855	-0,2316	-0,3721	-0,3503	-0,2855	-0,2348	-0,2140
19	19:11	-5367	-0,4200	-0,4413	-0,4307	-0,3881	-0,4226	-0,4053	-0,3289	-0,3456	-0,3372	-0,2903	-0,4307	-0,4053	-0,3372	-0,2827	-0,2706
20	19:16	-6005	-0,4689	-0,4910	-0,4799	-0,4259	-0,4731	-0,4495	-0,3701	-0,3913	-0,3807	-0,3336	-0,4799	-0,4495	-0,3807	-0,3214	-0,3163
21	19:30	-3360	-0,2684	-0,3053	-0,2869	-0,2378	-0,3099	-0,2739	-0,2111	-0,2549	-0,2330	-0,1989	-0,2869	-0,2739	-0,2330	-0,1972	-0,1960
22	19:43	-854	-0,0654	-0,1144	-0,0899	-0,0469	-0,1233	-0,0851	-0,0522	-0,0952	-0,0737	-0,0582	-0,0899	-0,0851	-0,0737	-0,0597	-0,0613
23	19:55	-454	-0,0339	-0,0813	-0,0576	-0,0187	-0,0894	-0,0541	-0,0270	-0,0659	-0,0465	-0,0351	-0,0576	-0,0541	-0,0465	-0,0367	-0,0379
24	20:12	-79	-0,0200	-0,0362	-0,0281	-0,0147	-0,0362	-0,0254	-0,0151	-0,0236	-0,0194	-0,0207	-0,0281	-0,0254	-0,0194	-0,0150	-0,0156

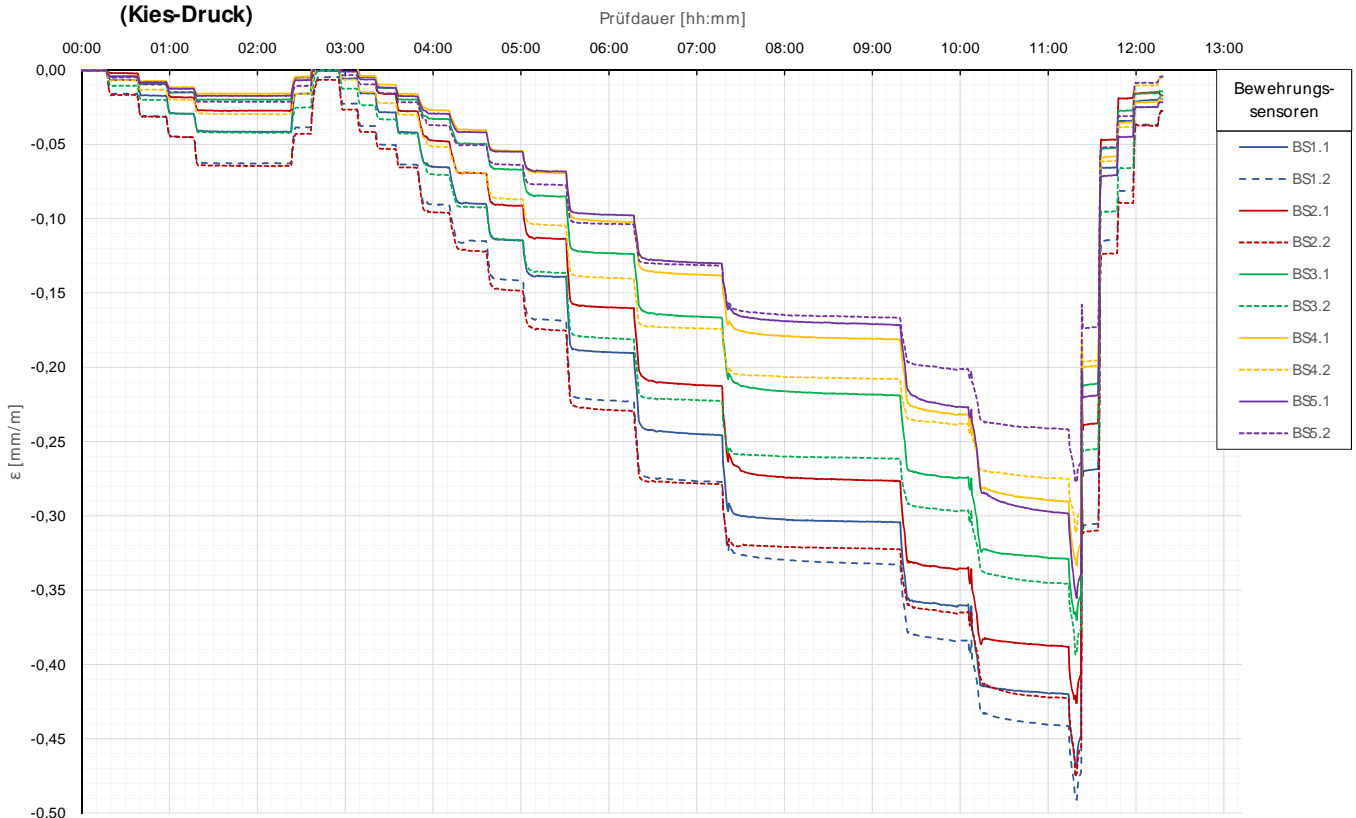
Prüfkörper: B.K61 (Kies - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul un	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / M Q1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	08:13	-53	156,62/2,53	154,09/0,86	153,23/0,86	152,37/0,86	151,51/0,86	3	8
1	08:34	-236	-0,0147	-0,0090	-0,0063	-0,0024	-0,0027	61	44
2	08:53	-426	-0,0275	-0,0185	-0,0172	-0,0071	-0,0066	50	42
3	09:13	-615	-0,0419	-0,0305	-0,0241	-0,0135	-0,0125	46	39
4	10:18	-796	-0,0551	-0,0427	-0,0331	-0,0239	-0,0164	41	38
5	10:33	-427	-0,0292	-0,0379	-0,0149	-0,0106	-0,0077		
6	10:49	-52	-0,0012	-0,0321	0,0117	0,0084	0,0045		
7	11:05	-242	-0,0143	-0,0336	0,0012	-0,0015	-0,0024	48	47
8	11:17	-427	-0,0280	-0,0348	-0,0093	-0,0072	-0,0060	44	41
9	11:31	-615	-0,0415	-0,0401	-0,0212	-0,0142	-0,0131	43	39
10	11:45	-804	-0,0542	-0,0482	-0,0330	-0,0226	-0,0166	41	39
11	12:07	-1129	-0,0779	-0,0759	-0,0510	-0,0376	-0,0331	39	38
12	12:30	-1452	-0,1022	-0,0941	-0,0726	-0,0555	-0,0422	38	37
13	12:55	-1779	-0,1280	-0,1177	-0,0902	-0,0734	-0,0568	37	36
14	13:25	-2104	-0,1528	-0,1390	-0,1114	-0,0879	-0,0684	36	36
15	14:12	-2753	-0,2017	-0,1851	-0,1579	-0,1232	-0,0954	34	35
16	15:13	-3403	-0,2522	-0,2316	-0,2008	-0,1562	-0,1263	33	35
17	17:14	-4053	-0,3044	-0,2742	-0,2459	-0,1991	-0,1660	32	34
18	18:00	-4703	-0,3545	-0,3249	-0,2902	-0,2386	-0,2132	32	34
19	19:11	-5367	-0,4088	-0,3775	-0,3503	-0,2987	-0,2631	31	33
20	19:16	-6005	-0,4557	-0,4218	-0,3938	-0,3453	-0,3130	32	33
21	19:30	-3360	-0,2780	-0,2737	-0,2394	-0,2135	-0,1991		
22	19:43	-854	-0,0898	-0,1174	-0,0743	-0,0678	-0,0601		
23	19:55	-454	-0,0564	-0,0843	-0,0439	-0,0402	-0,0387	MW E-Moduln	
24	20:12	-79	-0,0221	-0,0515	-0,0073	-0,0129	-0,0092	40	38

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

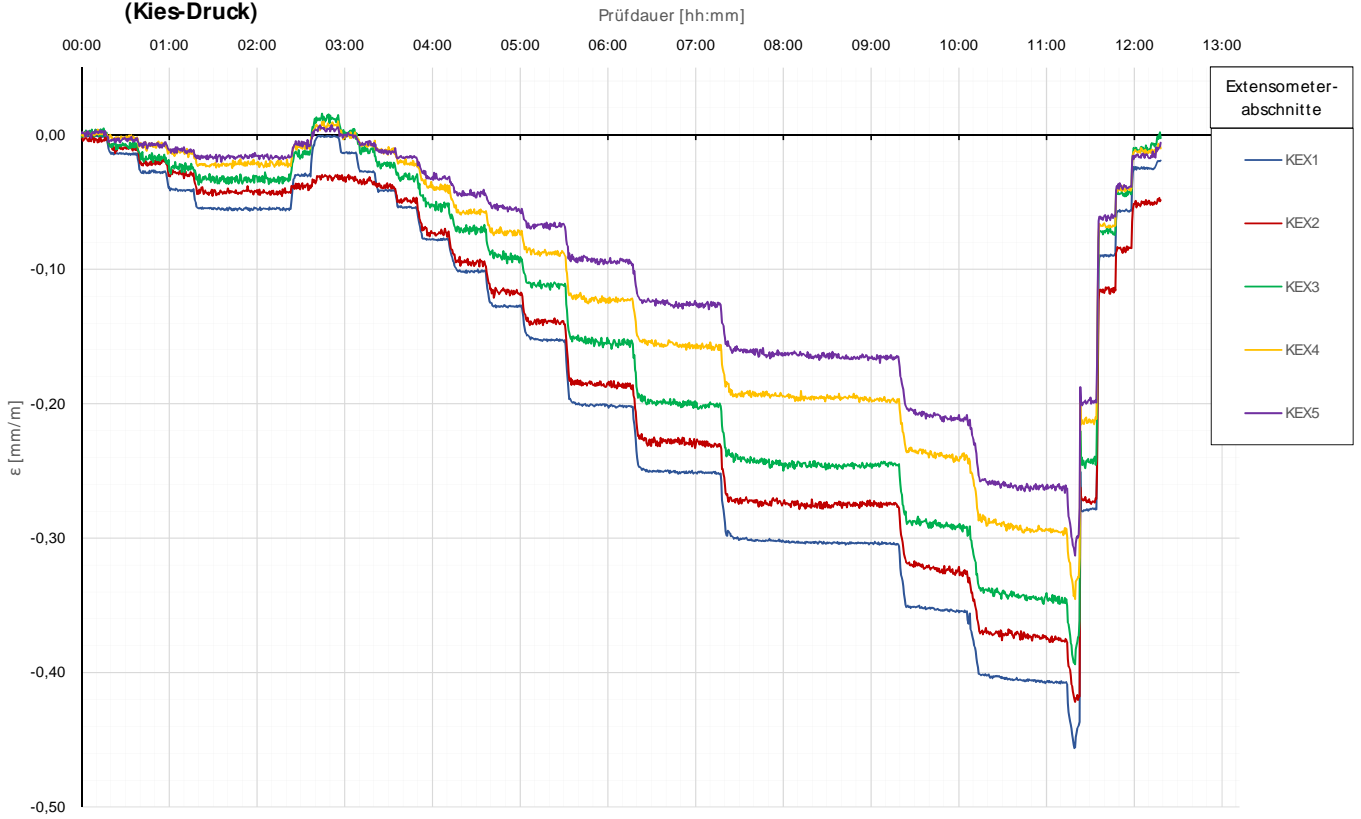
Prüfkörper: B.K61
(Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



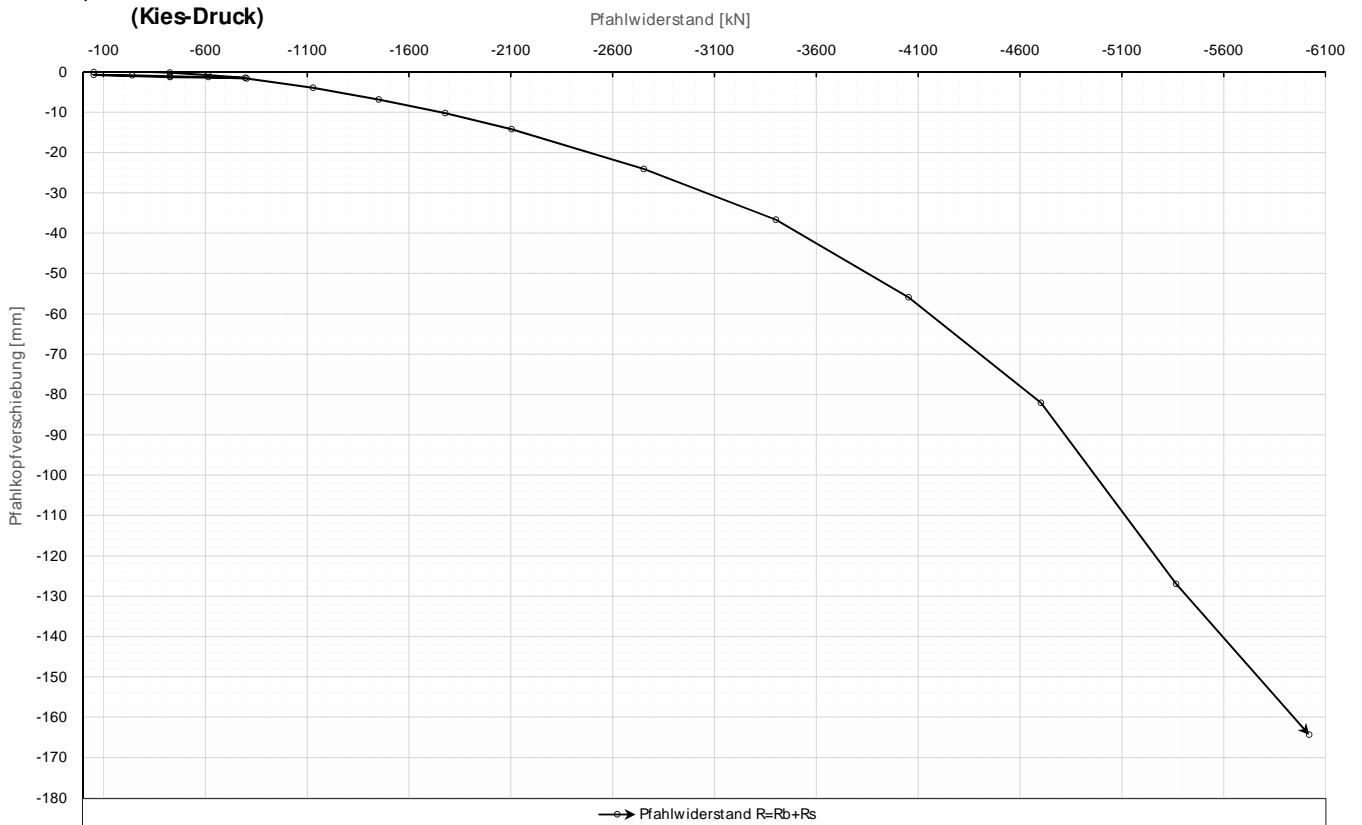
Prüfkörper: **B.K61**
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



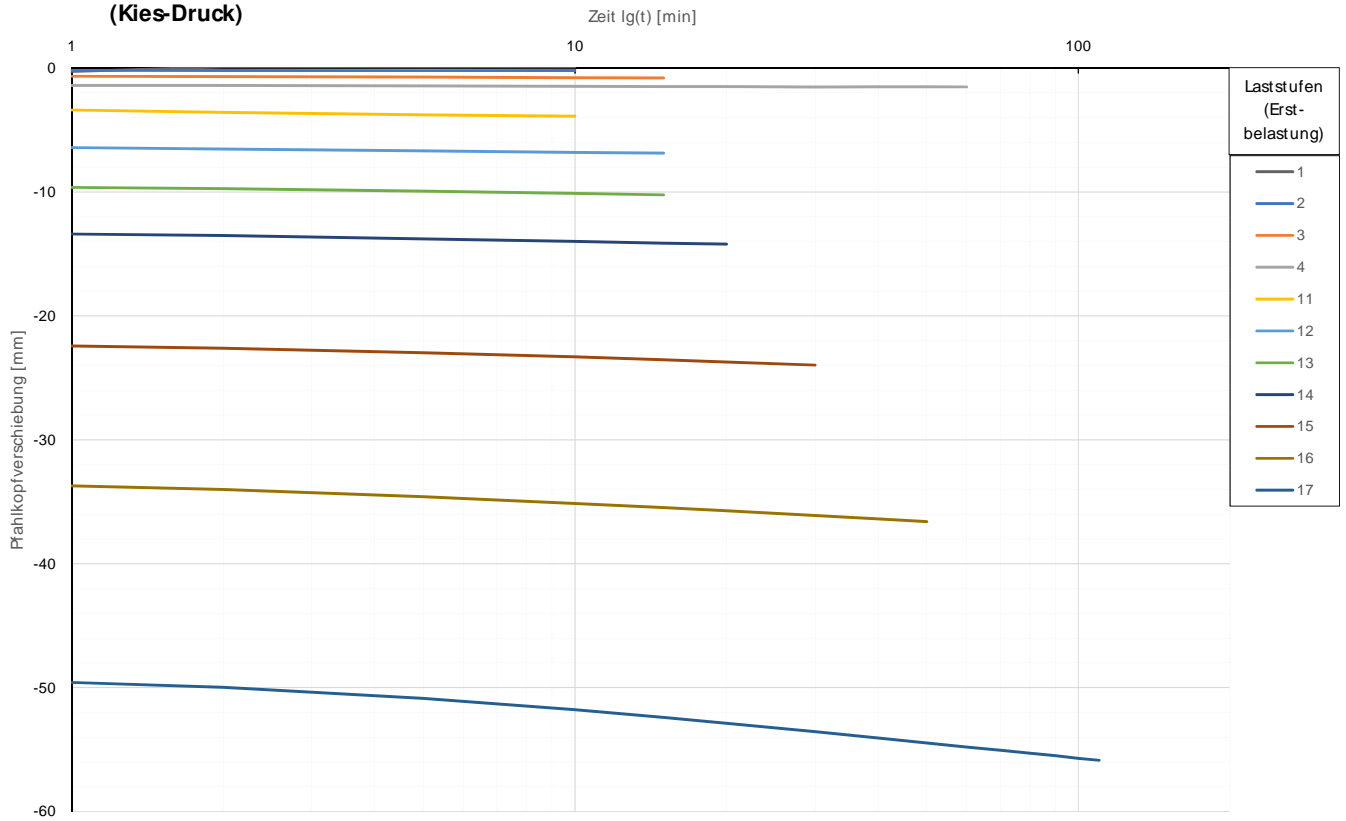
Prüfkörper: **B.K61**
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



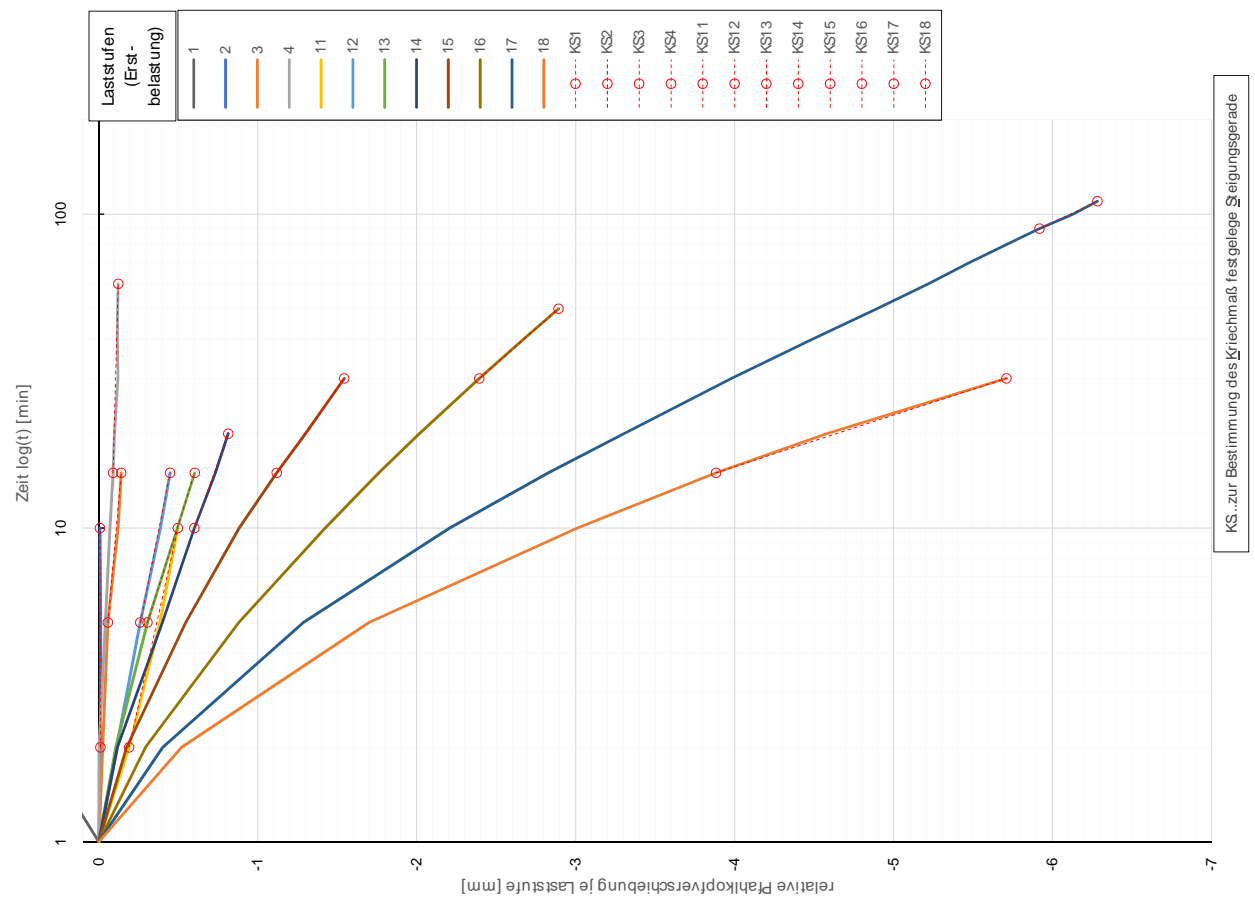
Prüfkörper: B.K61
(Kies-Druck)

Zeitverformung



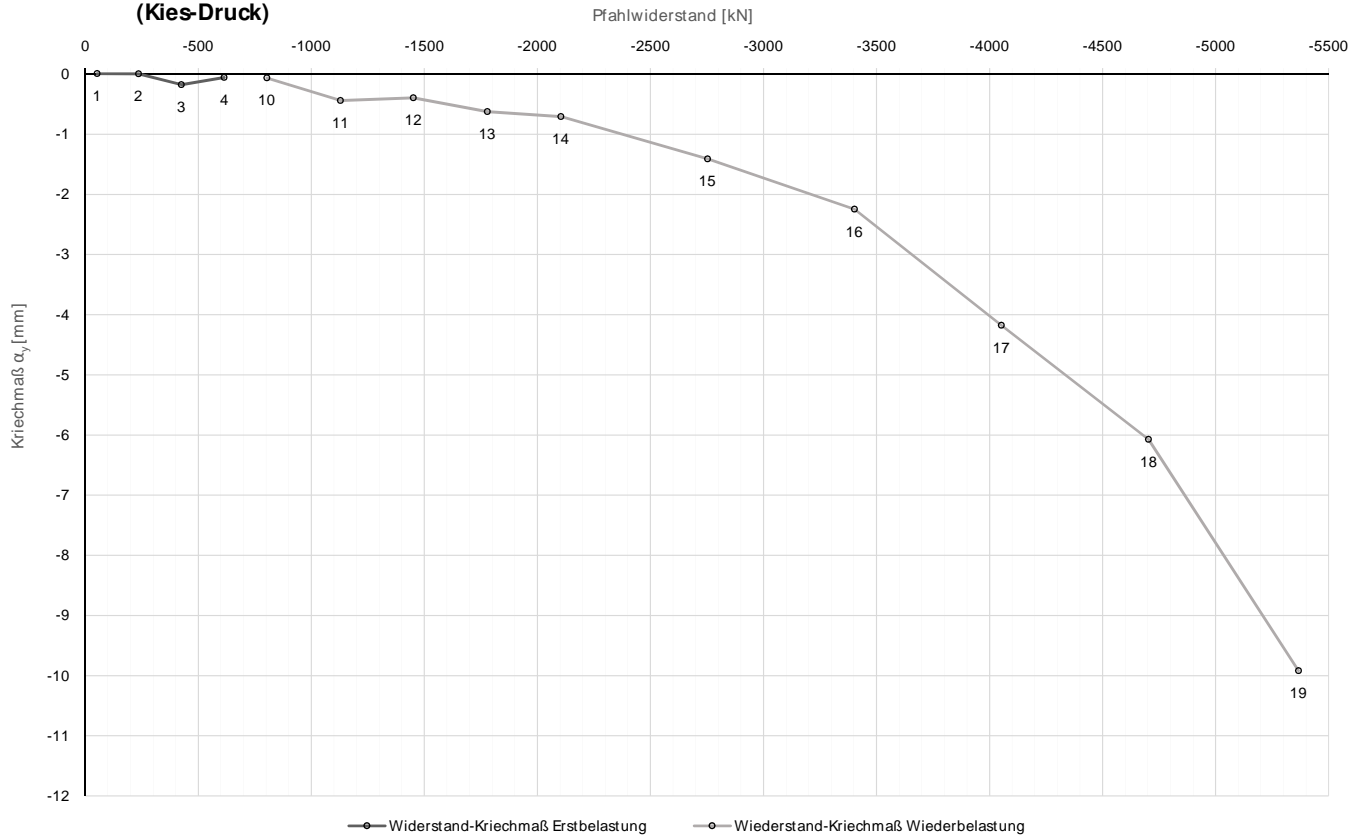
Forschungsbibliothek TU Wien **b1.geo** Die approbierte gedruckte Originalbibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K61
(Kies-Druck)



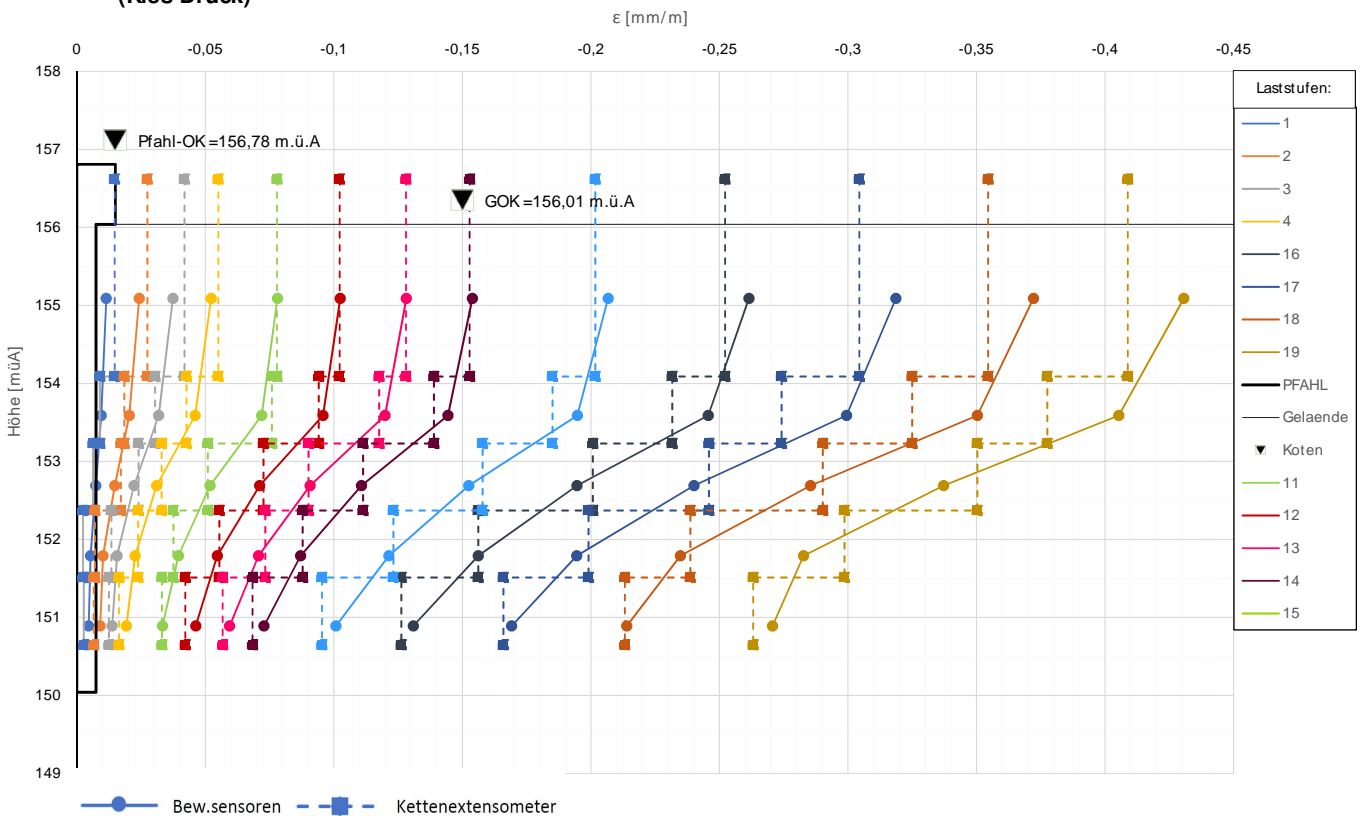
Prüfkörper: B.K61
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: B.K61
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K62
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	42
Prüfdatum:	18.10.2017
Versuchsbeginn:	07:33 Uhr
Versuchsende:	21:16 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h 12°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	teilweise unplausible Messwerte KEX 3

Geometrie Prüfkörper:

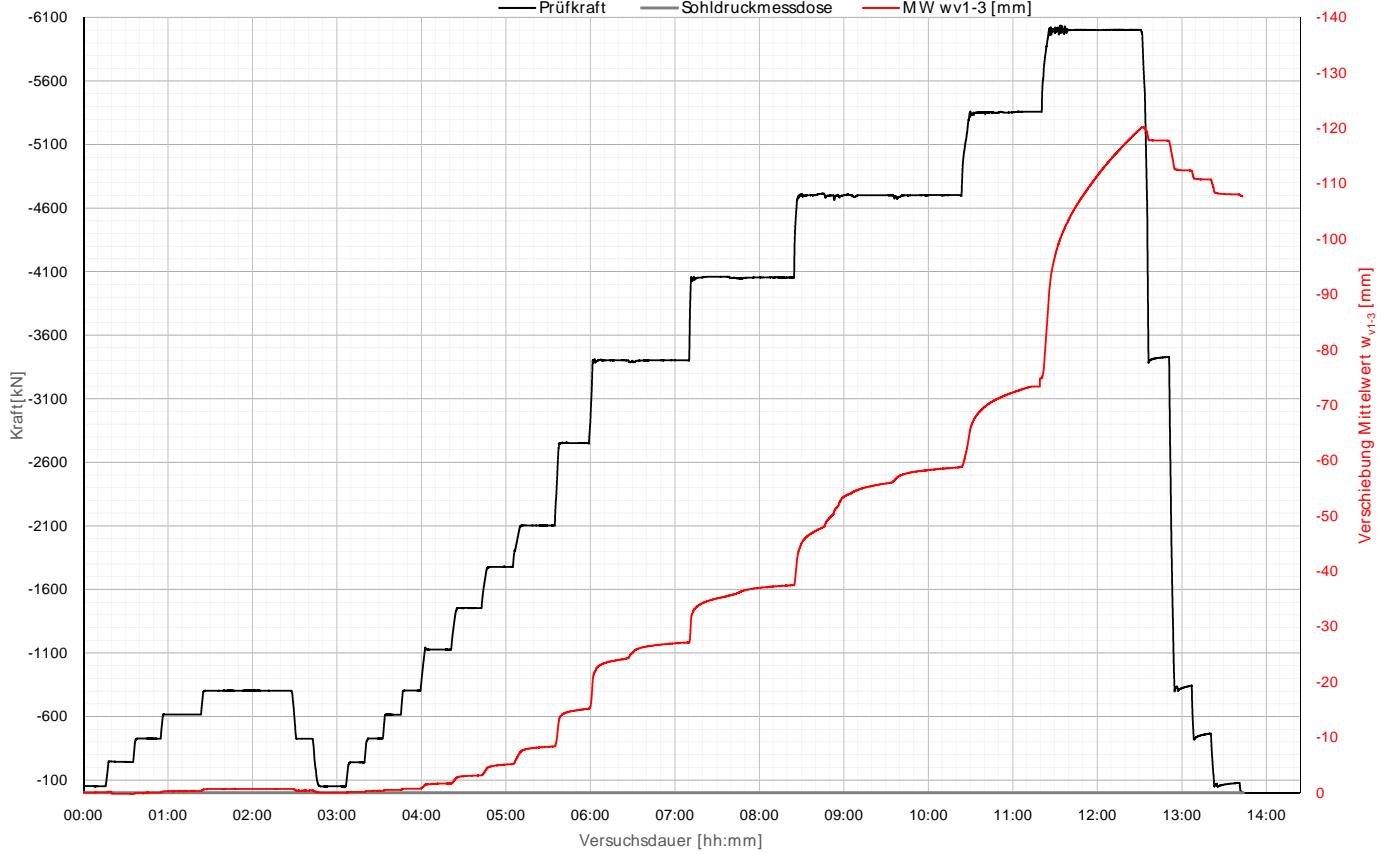
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,03 müA
OK Haftstrecke:	154,13 müA
UK Pfahl:	150,03 müA
Länge Freispielstrecke:	2,67 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

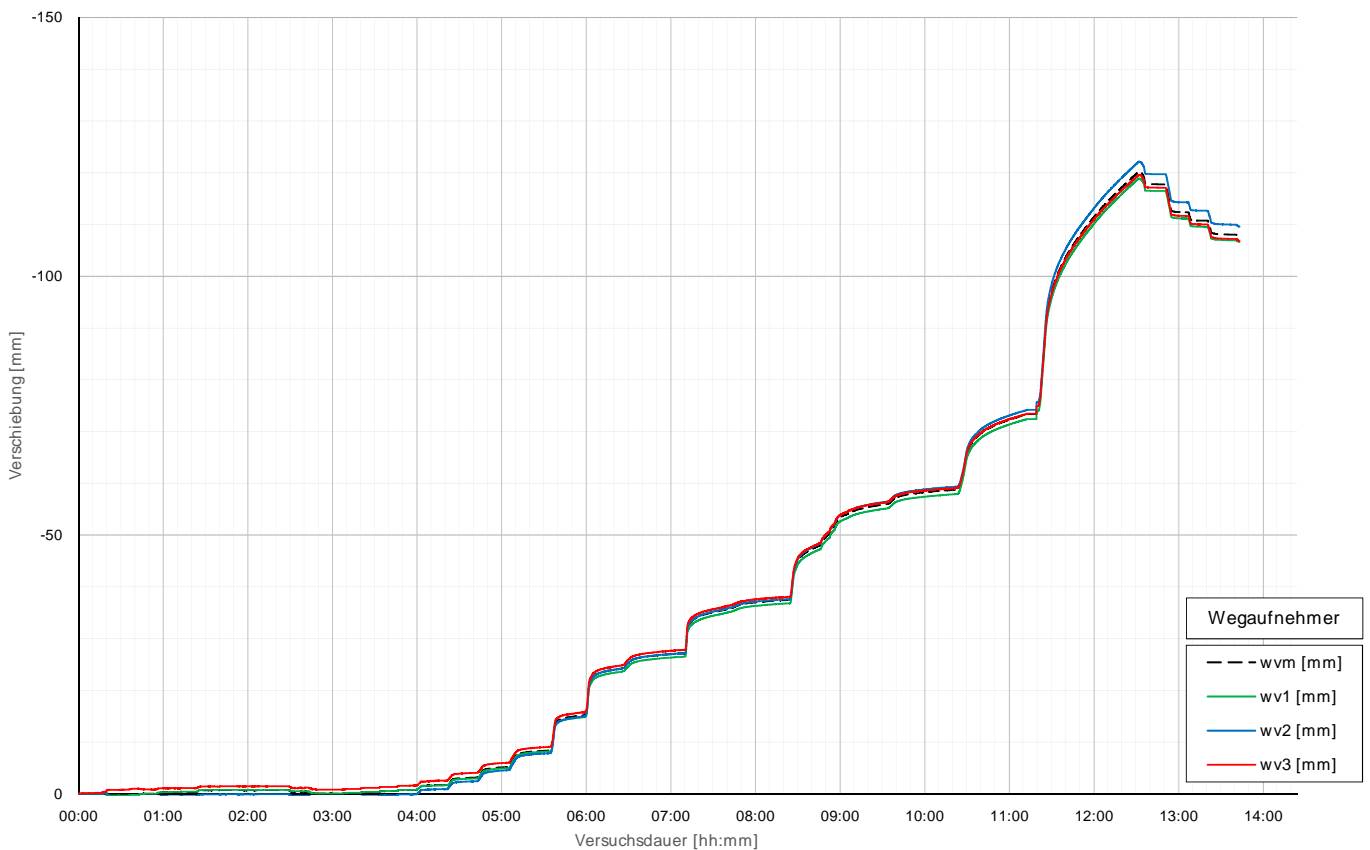
Prüfkörper: B.K62 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K62 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K62 (Kies - Druck)

Auswertung M WES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung				Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]														Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	w _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:33	07:48	-50	-52	-0,07																				
1	07:52	08:07	-238	-243	0,19	0,15	0,16	0,16	0,17												2	10	0,16	0,17	0,01
2	08:12	08:27	-425	-426	-0,03	0,05	0,05	0,02	-0,03												2	10	0,05	-0,03	-0,12
3	08:31	08:55	-613	-616	-0,34	-0,29	-0,30	-0,30	-0,32	-0,35	-0,35										10	20	-0,32	-0,35	-0,10
4	09:00	10:00	-800	-803	-0,70	-0,68	-0,68	-0,69	-0,69	-0,71	-0,72	-0,70	-0,70	-0,71							30	50	-0,70	-0,71	-0,07
5	10:05	10:15	-425	-425	-0,43	-0,38	-0,38	-0,41																	
6	10:23	10:38	-50	-51	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04																
7	10:42	10:52	-238	-240	-0,17	-0,16	-0,16	-0,16													1	5	-0,16	-0,16	-0,01
8	10:55	11:05	-425	-428	-0,35	-0,34	-0,34	-0,35													1	5	-0,34	-0,35	-0,01
9	11:08	11:18	-613	-614	-0,53	-0,52	-0,52	-0,53													1	5	-0,52	-0,53	0,00
10	11:21	11:31	-800	-804	-0,74	-0,73	-0,73	-0,74													1	5	-0,73	-0,74	-0,02
11	11:38	11:53	-1125	-1126	-1,69	-1,56	-1,57	-1,64	-1,68												2	10	-1,57	-1,68	-0,15
12	11:59	12:14	-1450	-1453	-3,14	-2,92	-2,95	-3,02	-3,08												2	10	-2,95	-3,08	-0,19
13	12:22	12:37	-1775	-1778	-5,17	-4,82	-4,86	-4,97	-5,09												2	10	-4,86	-5,09	-0,33
14	12:45	13:05	-2100	-2103	-8,33	-7,79	-7,87	-8,02	-8,16	-8,26											5	15	-8,02	-8,26	-0,52
15	13:14	13:30	-2750	-2752	-15,13	-14,42	-14,52	-14,72	-14,92	-15,10											5	15	-14,72	-15,10	-0,80
16	13:38	14:41	-3400	-3403	-27,14	-22,92	-23,09	-23,42	-23,78	-24,01	-24,19	-26,13	-26,61	-26,90	-27,11						50	60	-26,90	-27,11	-2,65
17	14:50	15:55	-4050	-4054	-37,47	-34,04	-34,18	-34,52	-34,92	-35,22	-35,53	-36,34	-36,93	-37,20	-37,38						30	60	-36,34	-37,38	-3,45
18	16:08	17:47	-4700	-4702	-58,63	-46,72	-46,86	-47,31	-47,94	-49,72	-51,55	-54,09	-55,13	-55,65	-56,21	-57,69	-58,13	-58,39			80	90	-58,13	-58,39	-5,16
19	18:06	18:53	-5350	-5358	-74,84	-68,11	-68,44	-69,24	-70,29	-71,01	-71,61	-72,55	-73,34								30	40	-72,55	-73,34	-6,35
20	19:02	20:03	-6000	-6002	-119,82	-97,06	-98,03	-100,29	-103,20	-105,54	-107,56	-111,10	-114,26	-117,03	-119,55						30	50	-111,10	-117,03	-26,71
21	20:09	20:20	-3400	-3426	-117,76	-117,82	-117,81	-117,78	-117,77																
22	20:27	20:37	-800	-837	-112,37	-112,59	-112,54	-112,41																	
23	20:41	20:51	-425	-463	-110,74	-110,86	-110,82	-110,77																	
24	20:56	21:14	-50	-79	-108,03	-108,33	-108,25	-108,14	-108,08	-108,05															

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K62 (Kies - Druck)

Auswertung Verformungen M WES II - Bewehrungssensoren																		
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt					
LS Nr.	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]	
			Höhe: 155,10	Höhe: 153,55	Höhe: 153,55	Höhe: 153,55	Höhe: 152,65	Höhe: 152,65	Höhe: 151,75	Höhe: 151,75	Höhe: 150,85	Höhe: 150,85	Höhe: 155,10	Höhe: 153,55	Höhe: 152,65	Höhe: 151,75	Höhe: 150,85	
0	07:48	-52																
1	08:07	-243	-0,0183	-0,0085	-0,0134	-0,0180	-0,0062	-0,0121	-0,0086	-0,0062	-0,0074	-0,0070	-0,0134	-0,0121	-0,0074	-0,0067	-0,0054	
2	08:27	-426	-0,0338	-0,0192	-0,0265	-0,0152	-0,0241	-0,0167	-0,0130	-0,0148	-0,0136	-0,0265	-0,0241	-0,0148	-0,0134	-0,0106		
3	08:55	-616	-0,0516	-0,0308	-0,0412	-0,0513	-0,0259	-0,0386	-0,0273	-0,0196	-0,0234	-0,0220	-0,0412	-0,0386	-0,0234	-0,0210	-0,0167	
4	10:00	-803	-0,0695	-0,0423	-0,0559	-0,0691	-0,0356	-0,0523	-0,0383	-0,0268	-0,0326	-0,0309	-0,0559	-0,0523	-0,0326	-0,0290	-0,0229	
5	10:15	-425	-0,0405	-0,0191	-0,0298	-0,0422	-0,0143	-0,0282	-0,0218	-0,0130	-0,0174	-0,0176	-0,0298	-0,0282	-0,0174	-0,0156	-0,0124	
6	10:38	-51	-0,0041	-0,0010	-0,0026	-0,0043	-0,0004	-0,0024	-0,0015	-0,0006	-0,0010	-0,0021	-0,0026	PRÜFEN	-0,0010	PRÜFEN	-0,0006	
7	10:52	-240	-0,0242	-0,0080	-0,0161	-0,0252	-0,0037	-0,0144	-0,0117	-0,0051	-0,0084	-0,0096	-0,0161	-0,0144	-0,0084	-0,0074	-0,0058	
8	11:05	-428	-0,0402	-0,0183	-0,0293	-0,0414	-0,0127	-0,0271	-0,0211	-0,0120	-0,0165	-0,0169	-0,0293	-0,0271	-0,0165	-0,0148	-0,0115	
9	11:18	-614	-0,0554	-0,0294	-0,0424	-0,0562	-0,0228	-0,0395	-0,0303	-0,0193	-0,0248	-0,0239	-0,0424	-0,0395	-0,0248	-0,0219	-0,0173	
10	11:31	-804	-0,0705	-0,0415	-0,0560	-0,0705	-0,0339	-0,0522	-0,0393	-0,0266	-0,0329	-0,0315	-0,0560	-0,0522	-0,0329	-0,0293	-0,0232	
11	11:53	-1126	-0,0924	-0,0651	-0,0788	-0,0890	-0,0576	-0,0733	-0,0545	-0,0413	-0,0479	-0,0446	-0,0788	-0,0733	-0,0479	-0,0428	-0,0344	
12	12:14	-1453	-0,1171	-0,0895	-0,1033	-0,1104	-0,0813	-0,0959	-0,0715	-0,0566	-0,0640	-0,0598	-0,1033	-0,0959	-0,0640	-0,0575	-0,0468	
13	12:37	-1778	-0,1423	-0,1156	-0,1290	-0,1354	-0,1073	-0,1213	-0,0944	-0,0690	-0,0817	-0,0795	-0,1290	-0,1213	-0,0817	-0,0736	-0,0601	
14	13:05	-2103	-0,1719	-0,1390	-0,1554	-0,1627	-0,1302	-0,1464	-0,1165	-0,0897	-0,1031	-0,0996	-0,1554	-0,1464	-0,1031	-0,0929	-0,0763	
15	13:30	-2752	-0,2301	-0,1857	-0,2079	-0,2154	-0,1737	-0,1946	-0,1577	-0,1209	-0,1393	-0,1356	-0,2079	-0,1946	-0,1393	-0,1255	-0,1031	
16	14:41	-3403	-0,2950	-0,2333	-0,2641	-0,2791	-0,2170	-0,2481	-0,2064	-0,1516	-0,1790	-0,1768	-0,2641	-0,2481	-0,1790	-0,1602	-0,1306	
17	15:55	-4054	-0,3568	-0,2844	-0,3206	-0,3405	-0,2642	-0,3024	-0,2530	-0,1871	-0,2200	-0,2146	-0,3206	-0,3024	-0,2200	-0,1962	-0,1589	
18	17:47	-4702	-0,4316	-0,3280	-0,3798	-0,4176	-0,3022	-0,3599	-0,3075	-0,2255	-0,2665	-0,2566	-0,3798	-0,3599	-0,2665	-0,2362	-0,1918	
19	18:53	-5358	-0,4936	-0,3803	-0,4370	-0,4760	-0,3516	-0,4138	-0,3509	-0,2690	-0,3099	-0,2893	-0,4370	-0,4138	-0,3099	-0,2754	-0,2259	
20	20:03	-6002	-0,5557	-0,4396	-0,4976	-0,5244	-0,4100	-0,4672	-0,3837	-0,3330	-0,3584	-0,3295	-0,4976	-0,4672	-0,3584	-0,3337	-0,2889	
21	20:20	-3426	-0,3615	-0,2608	-0,3111	-0,3413	-0,2432	-0,2922	-0,2495	-0,2081	-0,2288	-0,2146	-0,3111	-0,2922	-0,2288	-0,2169	-0,1925	
22	20:37	-837	-0,1336	-0,0706	-0,1021	-0,1253	-0,0609	-0,0931	-0,0837	-0,0650	-0,0743	-0,0695	-0,1021	-0,0931	-0,0743	-0,0727	-0,0675	
23	20:51	-463	-0,0978	-0,0412	-0,0695	-0,0934	-0,0309	-0,0622	-0,0587	-0,0413	-0,0500	-0,0469	-0,0695	-0,0622	-0,0500	-0,0492	-0,0460	
24	21:14	-79	-0,0495	-0,0208	-0,0351	-0,0428	-0,0160	-0,0294	-0,0233	-0,0246	-0,0240	-0,0170	-0,0351	-0,0294	-0,0240	-0,0245	-0,0228	

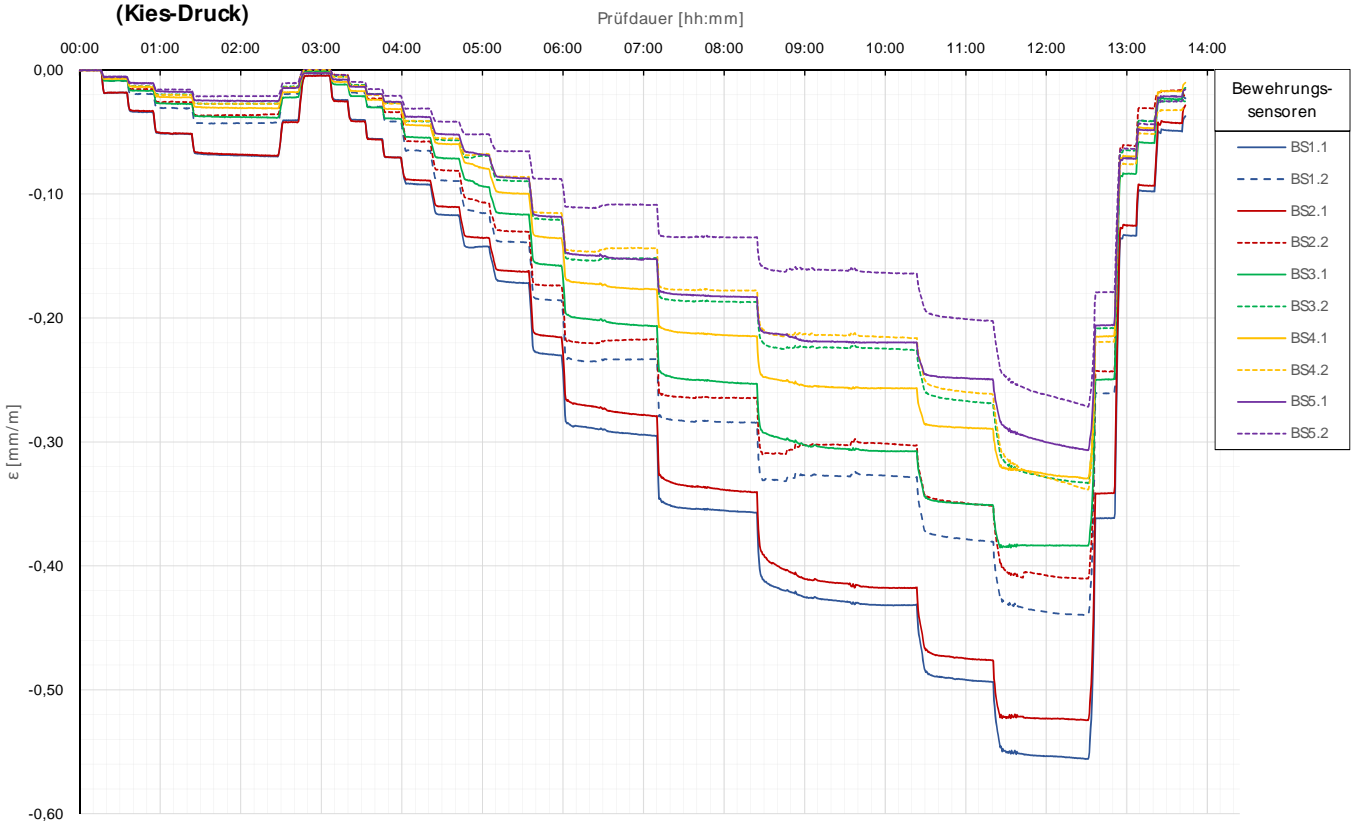
Prüfkörper: B.K62 (Kies - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul un	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / M Q1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	07:48	-52	156,66/2,53	154,13/0,86	153,27/0,86	152,41/0,86	151,55/0,86	3	8
1	08:07	-243	-0,0130	-0,0063		-0,0114	-0,0063	52	53
2	08:27	-426	-0,0256	-0,0148		-0,0140	-0,0115	45	46
3	08:55	-616	-0,0392	-0,0253		-0,0235	-0,0165	40	43
4	10:00	-803	-0,0528	-0,0379		-0,0344	-0,0194	38	41
5	10:15	-425	-0,0255	-0,0216		-0,0105	-0,0119		
6	10:38	-51	-0,0013	-0,0001		0,0025	-0,0017		
7	10:52	-240	-0,0156	-0,0070		-0,0058	-0,0078	40	41
8	11:05	-428	-0,0269	-0,0157		-0,0165	-0,0113	39	44
9	11:18	-614	-0,0378	-0,0269		-0,0257	-0,0143	39	45
10	11:31	-804	-0,0533	-0,0359		-0,0338	-0,0186	38	40
11	11:53	-1126	-0,0735	-0,0551		-0,0476	-0,0334	38	41
12	12:14	-1453	-0,1004	-0,0759	-0,0595	-0,0616	-0,0447	37	38
13	12:37	-1778	-0,1191	-0,0944	-0,0773	-0,0804	-0,0577	36	40
14	13:05	-2103	-0,1516	-0,1145	-0,0985	-0,0976	-0,0683	35	36
15	13:30	-2752	-0,1942	-0,1555	-0,1369	-0,1305	-0,0954	34	37
16	14:41	-3403	-0,2466	-0,2047	-0,1759	-0,1671	-0,1190	33	36
17	15:55	-4054	-0,2962	-0,2467	-0,2171	-0,1996	-0,1430	32	35
18	17:47	-4702	-0,3517	-0,2981	-0,2612	-0,2357	-0,1702	31	34
19	18:53	-5358	-0,4008	-0,3429	-0,3048	-0,2743	-0,2027	31	34
20	20:03	-6002	-0,4541	-0,3919	-0,3582	-0,3369	-0,2625	30	33
21	20:20	-3426	-0,2845	-0,2435	-0,2460	-0,2151	-0,1713		
22	20:37	-837	-0,0881	-0,0734	-0,0789	-0,0672	-0,0570		
23	20:51	-463	-0,0578	-0,0451	-0,0485	-0,0459	-0,0330	MW E-Moduln	
24	21:14	-79	-0,0238	-0,0167	-0,0257	-0,0177	-0,0091	37	40

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

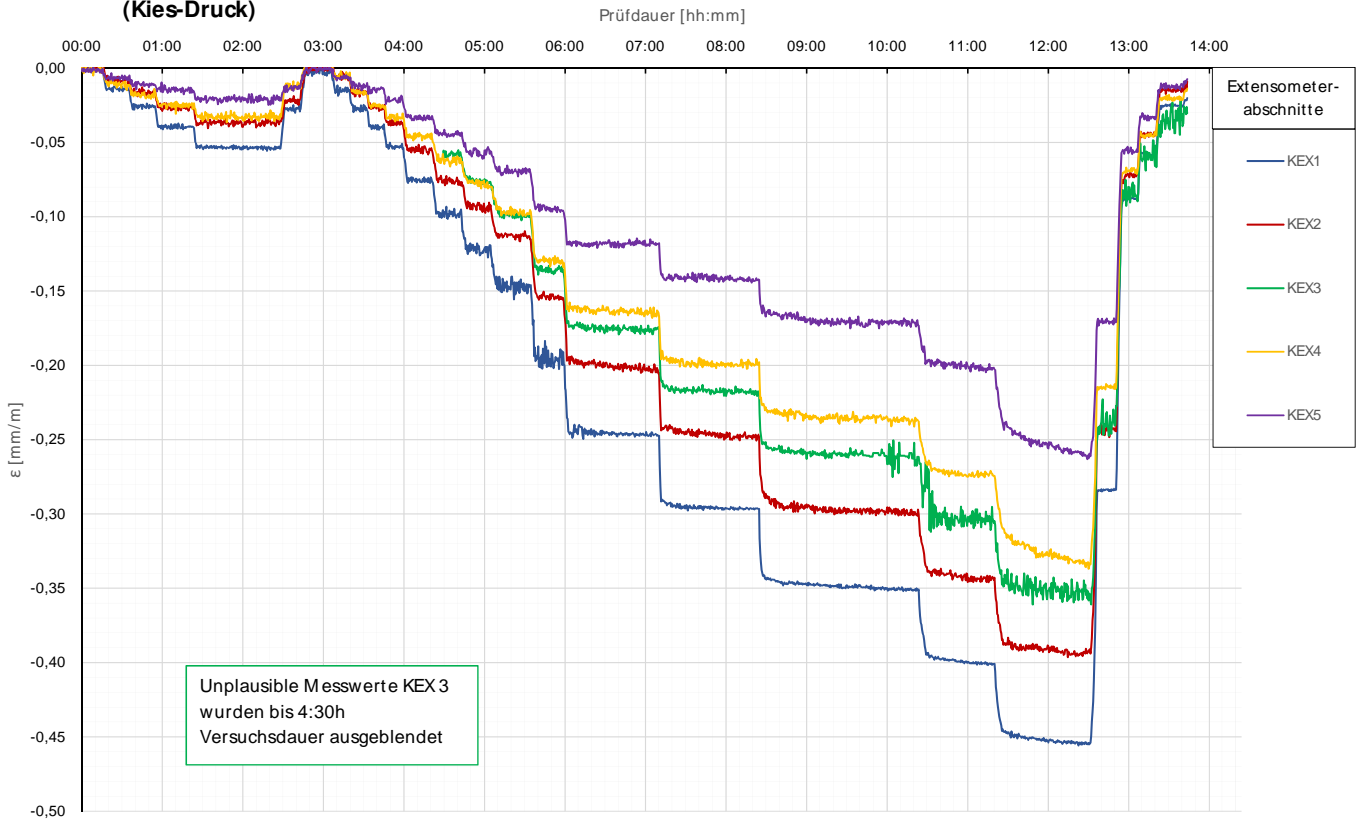
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



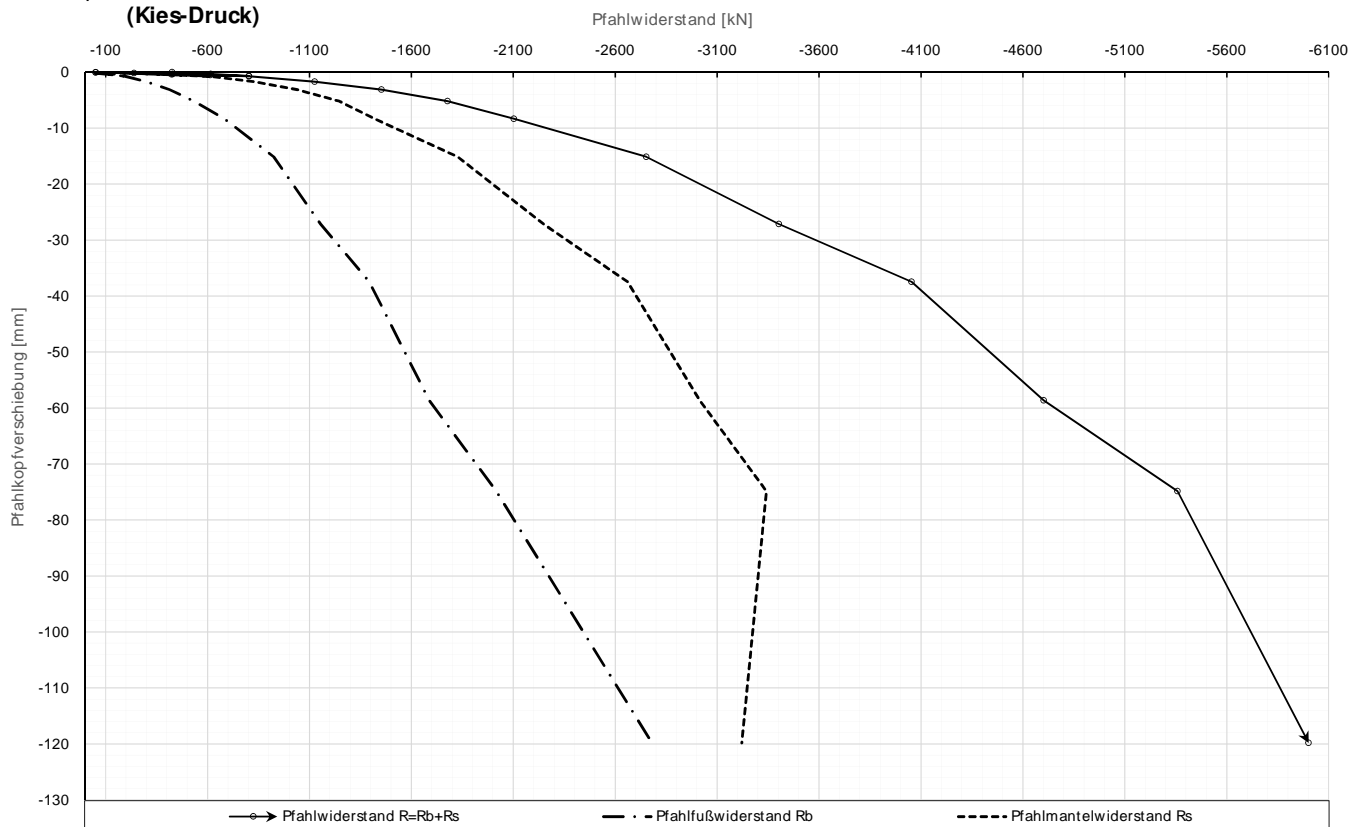
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



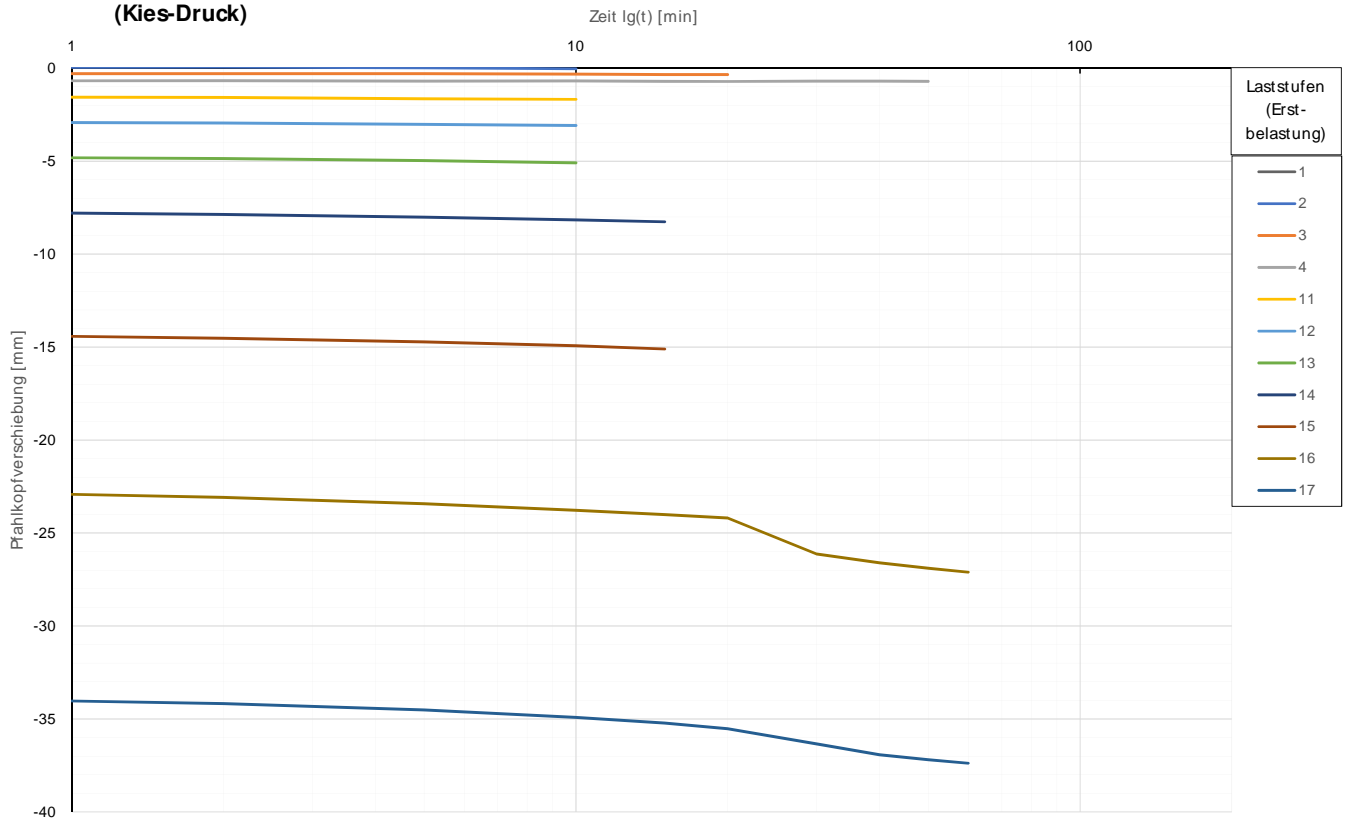
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



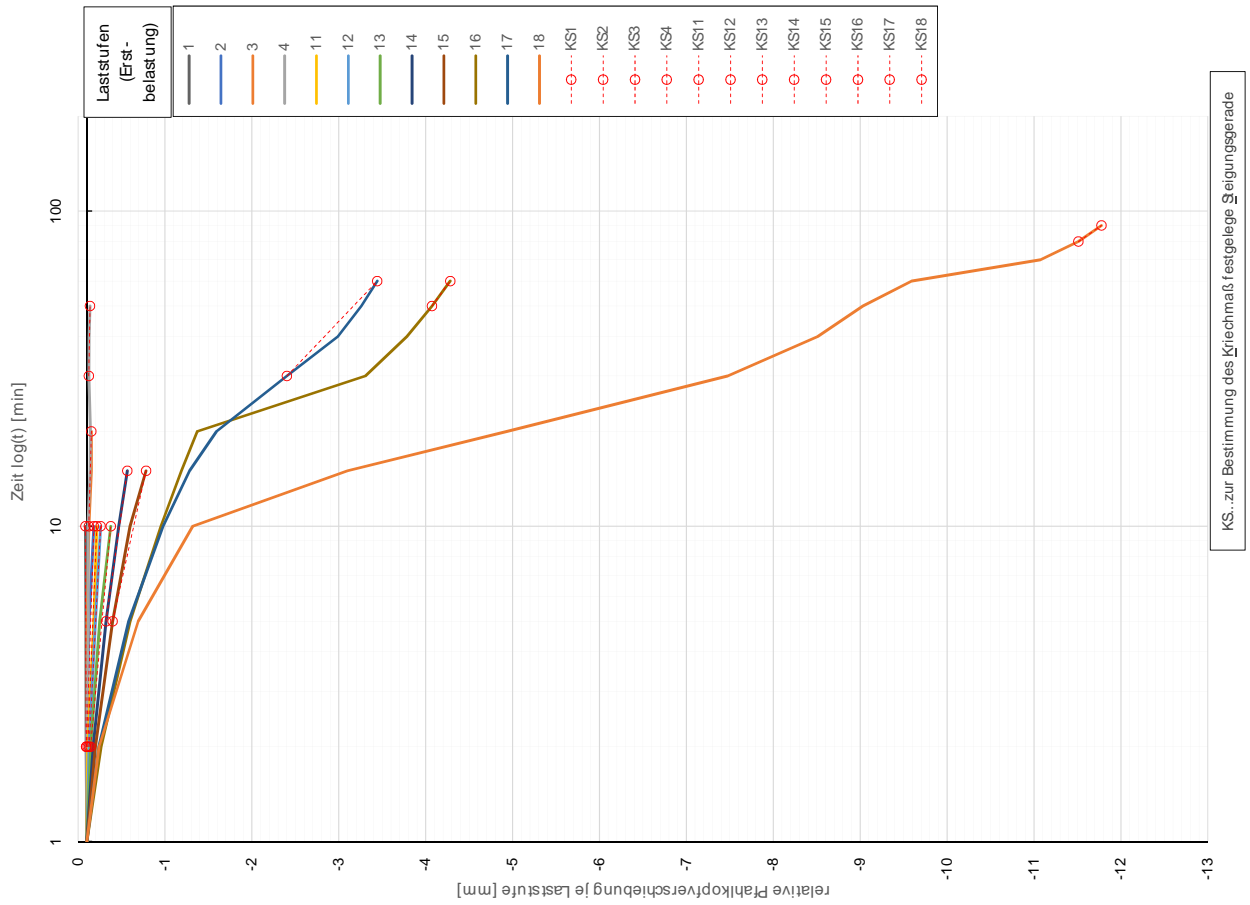
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Zeitverformung



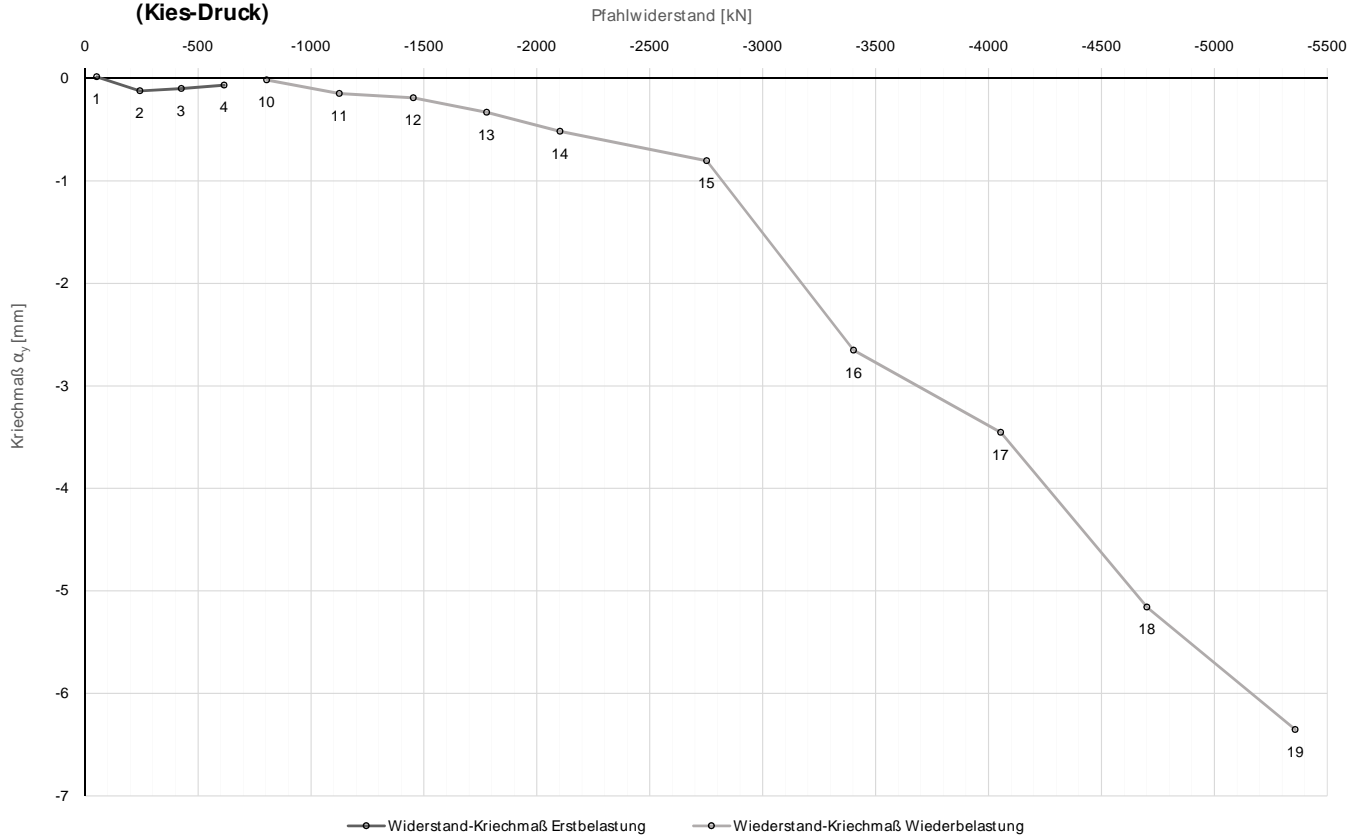
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Zeitverformung



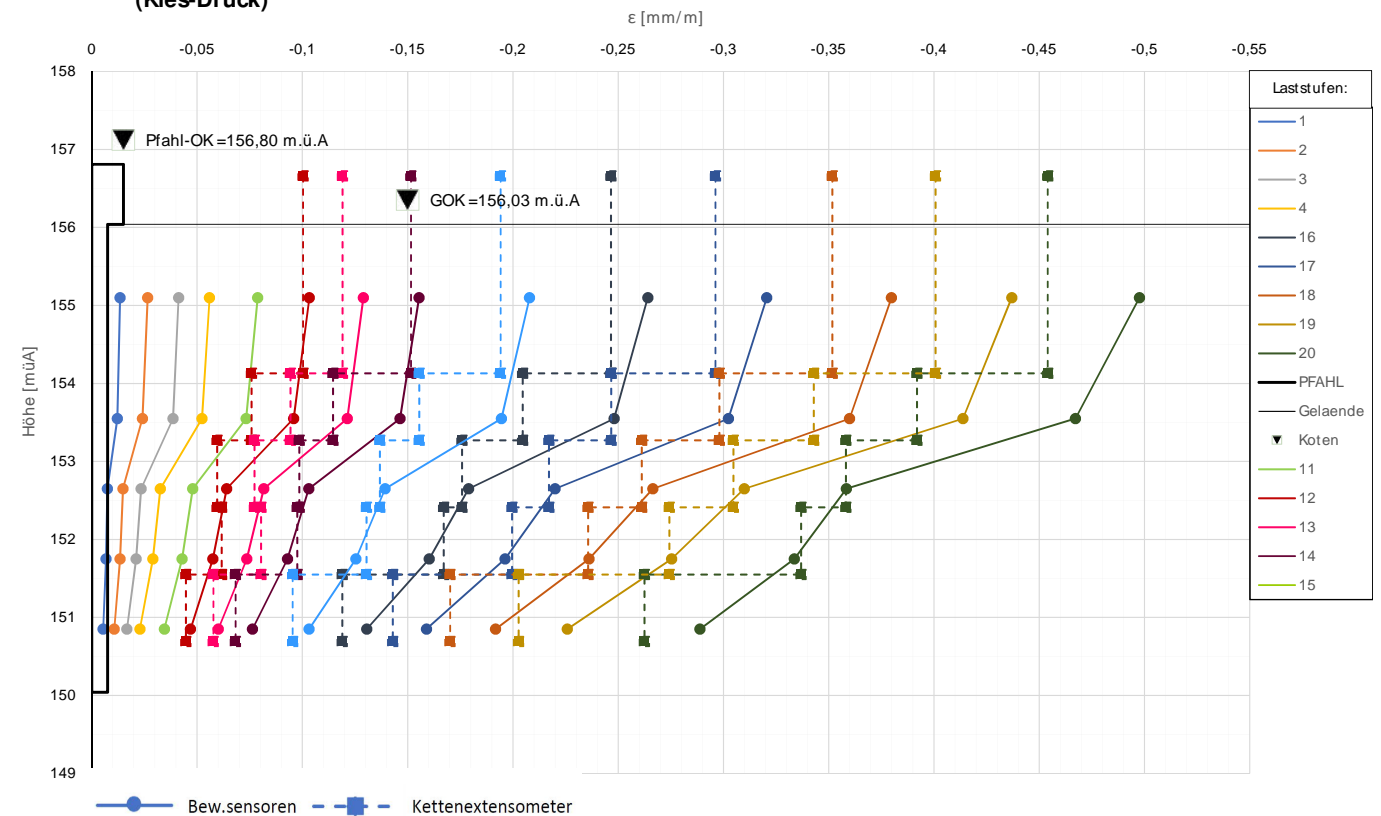
Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: B.K62
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K63
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	ja
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	39
Prüfdatum:	12.10.2017
Versuchsbeginn:	07:50 Uhr
Versuchsende:	20:33 Uhr
Wetterbedingungen:	7:45h 10°C wolkenlos
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

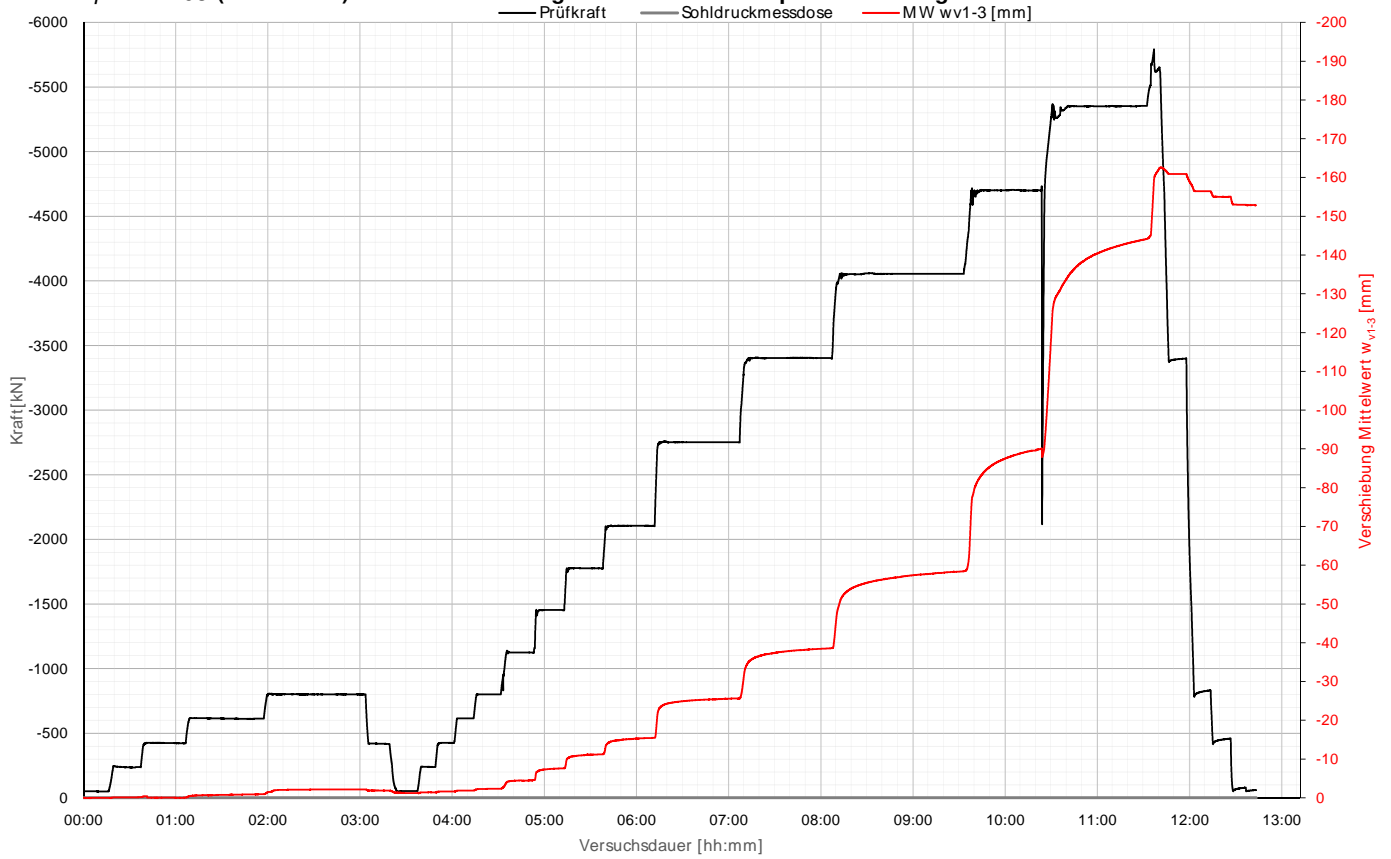
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,78 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,01 müA
OK Haftstrecke:	154,11 müA
UK Pfahl:	150,01 müA
Länge Freispielstrecke:	2,67 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	200,00	kN/mm ²

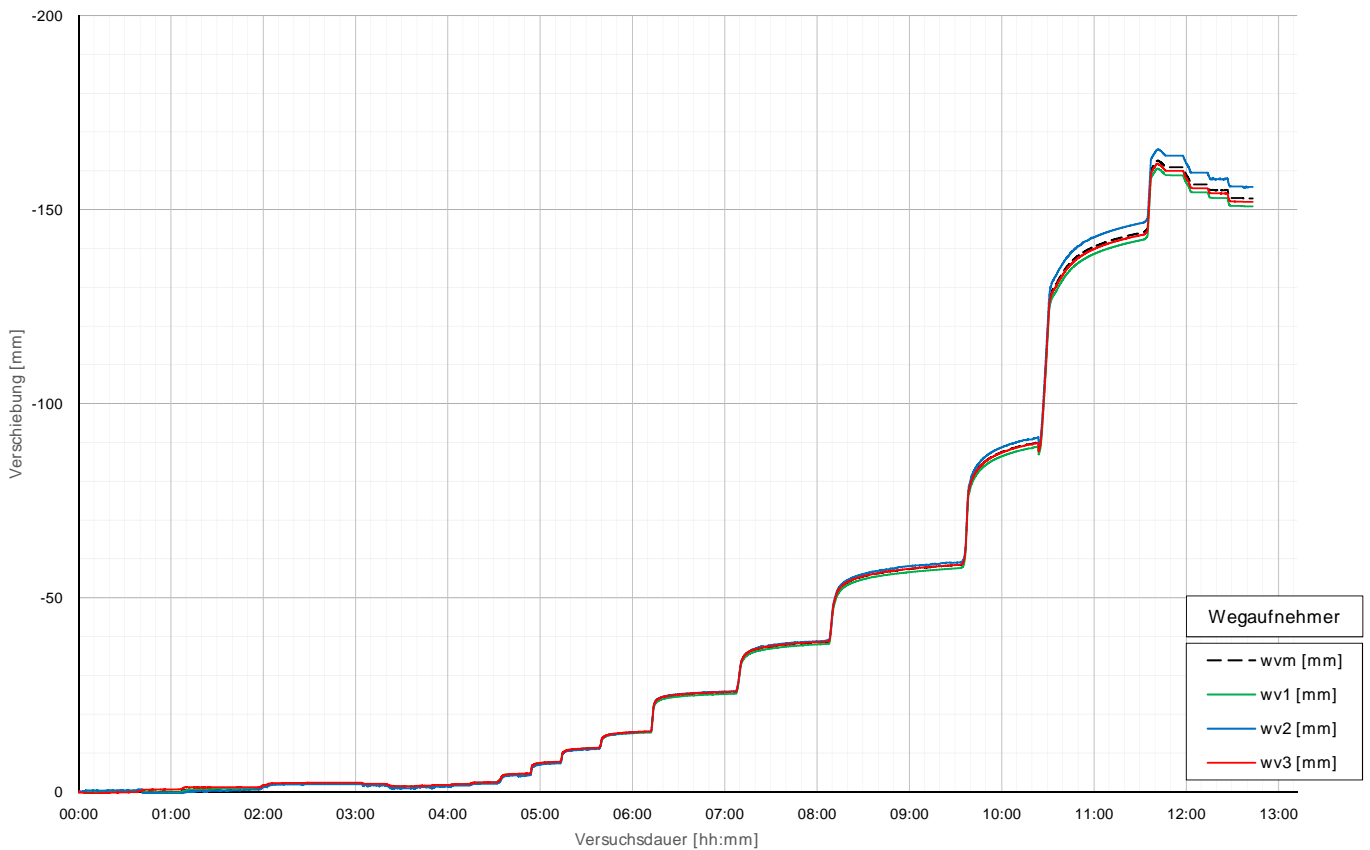
Prüfkörper: B.K63 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K63 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K63 (Kies- Druck)

Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																					
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß					
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]
0	07:50	08:05	-50	-49	0,02																
1	08:11	08:26	-238	-238	-0,15	-0,12	-0,12	-0,13	-0,13								2	10	-0,12	-0,13	-0,01
2	08:31	08:56	-425	-423	-0,04	-0,05	-0,05	0,02	-0,05	-0,05	-0,02						10	20	-0,05	-0,02	0,10
3	09:00	09:46	-613	-613	-0,92	-0,55	-0,59	-0,66	-0,70	-0,72	-0,75	-0,83	-0,90				20	40	-0,75	-0,90	-0,49
4	09:51	10:52	-800	-801	-2,16	-1,57	-1,73	-2,00	-2,06	-2,10	-2,11	-2,15	-2,16	-2,17	-2,16		30	50	-2,15	-2,17	-0,10
5	10:56	11:07	-425	-418	-1,87	-1,90	-1,81	-1,90	-1,88												
6	11:14	11:26	-50	-53	-1,21	-1,22	-1,31	-1,25	-1,23												
7	11:29	11:39	-238	-238	-1,41	-1,41	-1,42	-1,43									1	5	-1,41	-1,43	-0,03
8	11:41	11:51	-425	-424	-1,63	-1,61	-1,61	-1,62									1	5	-1,61	-1,62	-0,02
9	11:53	12:03	-613	-614	-1,89	-1,85	-1,87	-1,88									1	5	-1,85	-1,88	-0,04
10	12:07	12:20	-800	-800	-2,33	-2,27	-2,28	-2,30	-2,32								2	10	-2,28	-2,32	-0,06
11	12:27	12:42	-1125	-1125	-4,52	-4,32	-4,36	-4,44	-4,43								2	10	-4,36	-4,43	-0,09
12	12:47	13:02	-1450	-1452	-7,60	-7,18	-7,25	-7,39	-7,51								2	10	-7,25	-7,51	-0,37
13	13:07	13:26	-1775	-1776	-11,19	-10,70	-10,79	-10,89	-11,05	-11,14							5	15	-10,89	-11,14	-0,52
14	13:33	14:00	-2100	-2104	-15,44	-14,61	-14,70	-14,89	-15,09	-15,24	-15,34						10	20	-15,09	-15,34	-0,83
15	14:07	14:56	-2750	-2752	-25,58	-24,05	-24,19	-24,48	-24,78	-25,00	-25,15	-25,37	-25,55				20	40	-25,15	-25,55	-1,32
16	15:05	15:55	-3400	-3403	-38,54	-35,96	-36,14	-36,64	-37,06	-37,40	-37,67	-38,08	-38,33				20	40	-37,67	-38,33	-2,20
17	16:07	17:22	-4050	-4055	-58,39	-53,55	-53,81	-54,42	-55,13	-55,67	-56,10	-56,72	-57,28	-57,64	-57,96	-58,31	50	70	-57,64	-58,31	-4,61
18	17:33	18:12	-4700	-4700	-89,90	-82,97	-83,49	-84,77	-86,20	-87,20	-87,98	-89,17					15	30	-87,20	-89,17	-6,56
19	18:31	19:21	-5350	-5355	-144,06	-135,12	-135,62	-136,91	-138,45	-139,66	-140,60	-142,06	-143,16				20	40	-140,60	-143,16	-8,51
20	19:26	19:27	-6000	-5689	-159,58																
21	19:36	19:46	-3400	-3398	-160,89	-160,92	-160,91	-160,89													
22	19:53	20:03	-800	-831	-156,47	-156,48	-156,48	-156,47													
23	20:05	20:15	-425	-456	-155,03	-155,03	-155,00	-154,99													
24	20:18	20:32	-50	-59	-152,88	-153,02	-152,99	-152,98	-152,84												

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.K63 (Kies- Druck)

Auswertung Verformungen M WESI - Bewehrungssensoren																			
Laststufen			Messwerte je Laststufe und Höhenlage der BS										Rechenwerte je Messquerschnitt						
LS Nr.	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	BS1.1 [mm/m]	BS1.2 [mm/m]	BS2.1 [mm/m]	BS2.2 [mm/m]	BS3.1 [mm/m]	BS3.2 [mm/m]	BS4.1 [mm/m]	BS4.2 [mm/m]	BS5.1 [mm/m]	BS5.2 [mm/m]	BS1.MW [mm/m]	BS2.MW [mm/m]	BS3.MW [mm/m]	BS4.MW [mm/m]	BS5.MW [mm/m]		
			Höhe: 155,10	Höhe: 153,55	Höhe: 153,55	Höhe: 153,55	Höhe: 152,65	Höhe: 152,65	Höhe: 151,75	Höhe: 151,75	Höhe: 150,85	Höhe: 150,85	Höhe: 155,10	Höhe: 153,55	Höhe: 152,65	Höhe: 151,75	Höhe: 150,85		
0	08:05	-53																	
1	08:26	-236	-0,0127	-0,0129	-0,0128	-0,0106	-0,0106	-0,0106	-0,0067	-0,0078	-0,0073	-	-0,0067	-0,0078	-0,0073	-0,0056	-0,0037		
2	08:56	-426	-0,0277	-0,0244	-0,0261	-0,0243	-0,0198	-0,0220	-0,0143	-0,0151	-0,0147	-	-0,0143	-0,0151	-0,0147	-0,0106	-0,0074		
3	09:46	-615	-0,0430	-0,0388	-0,0409	-0,0385	-0,0332	-0,0358	-0,0228	-0,0248	-0,0238	-	-0,0228	-0,0248	-0,0238	-0,0173	-0,0124		
4	10:52	-796	-0,0551	-0,0558	-0,0554	-0,0497	-0,0500	-0,0498	-0,0393	-0,0355	-0,0374	-	-0,0393	-0,0355	-0,0374	-0,0265	-0,0206		
5	11:07	-427	-0,0267	-0,0319	-0,0293	-0,0238	-0,0304	-0,0271	-0,0192	-0,0195	-0,0194	-	-0,0192	-0,0195	-0,0194	-0,0136	-0,0101		
6	11:26	-52	-0,0021	-0,0054	-0,0037	-0,0027	-0,0051	-0,0039	-0,0013	-0,0002	-0,0008	-	-0,0013	-0,0002	-0,0008	0,0011	0,0005		
7	11:39	-242	-0,0137	-0,0173	-0,0155	-0,0130	-0,0156	-0,0143	-0,0097	-0,0083	-0,0090	-	-0,0097	-0,0083	-0,0090	-0,0052	-0,0039		
8	11:51	-427	-0,0273	-0,0295	-0,0284	-0,0253	-0,0256	-0,0254	-0,0196	-0,0167	-0,0182	-	-0,0196	-0,0167	-0,0182	-0,0117	-0,0092		
9	12:03	-615	-0,0421	-0,0415	-0,0418	-0,0393	-0,0349	-0,0371	-0,0308	-0,0248	-0,0278	-	-0,0308	-0,0248	-0,0278	-0,0185	-0,0149		
10	12:20	-804	-0,0560	-0,0551	-0,0556	-0,0517	-0,0472	-0,0495	-0,0409	-0,0345	-0,0377	-	-0,0409	-0,0345	-0,0377	-0,0258	-0,0209		
11	12:42	-1129	-0,0820	-0,0793	-0,0806	-0,0768	-0,0682	-0,0725	-0,0616	-0,0515	-0,0566	-	-0,0616	-0,0515	-0,0566	-0,0400	-0,0325		
12	13:02	-1452	-0,1061	-0,1076	-0,1068	-0,0999	-0,0941	-0,0970	-0,0811	-0,0720	-0,0765	-	-0,0811	-0,0720	-0,0765	-0,0567	-0,0449		
13	13:26	-1779	-0,1290	-0,1357	-0,1324	-0,1212	-0,1219	-0,1216	-0,0998	-0,0938	-0,0968	-	-0,0998	-0,0938	-0,0968	-0,0743	-0,0578		
14	14:00	-2104	-0,1537	-0,1654	-0,1596	-0,1445	-0,1500	-0,1473	-0,1199	-0,1163	-0,1181	-	-0,1199	-0,1163	-0,1181	-0,0934	-0,0716		
15	14:56	-2752	-0,2046	-0,2243	-0,2144	-0,1899	-0,2046	-0,1973	-0,1607	-0,1620	-0,1614	-	-0,1607	-0,1620	-0,1614	-0,1316	-0,0991		
16	15:55	-3403	-0,2573	-0,2821	-0,2697	-0,2367	-0,2576	-0,2472	-0,2030	-0,2098	-0,2064	-	-0,2030	-0,2098	-0,2064	-0,1718	-0,1283		
17	17:22	-4055	-0,3114	-0,3442	-0,3278	-0,2829	-0,3144	-0,2987	-0,2479	-0,2588	-0,2533	-	-0,2479	-0,2588	-0,2533	-0,2110	-0,1621		
18	18:12	-4700	-0,3678	-0,3987	-0,3832	-0,3352	-0,3606	-0,3479	-0,3053	-0,2959	-0,3006	-	-0,3053	-0,2959	-0,3006	-0,2384	-0,2071		
19	19:21	-5355	-0,4338	-0,4496	-0,4417	-0,3977	-0,3984	-0,3980	-0,3748	-0,3254	-0,3501	-	-0,3748	-0,3254	-0,3501	-0,2611	-0,2695		
20	19:27	-5689	-0,4617	-0,4744	-0,4680	-0,4250	-0,4154	-0,4202	-0,4043	-0,3370	-0,3707	-	-0,4043	-0,3370	-0,3707	-0,2702	-0,2933		
21	19:46	-3398	-0,2955	-0,3092	-0,3023	-0,2825	-0,2734	-0,2779	-0,2758	-0,2161	-0,2460	-	-0,2758	-0,2161	-0,2460	-0,1722	-0,2041		
22	20:03	-831	-0,0865	-0,1067	-0,0966	-0,0894	-0,0947	-0,0921	-0,0959	-0,0616	-0,0788	-	-0,0959	-0,0616	-0,0788	-0,0442	-0,0731		
23	20:15	-456	-0,0544	-0,0773	-0,0658	-0,0588	-0,0707	-0,0648	-0,0662	-0,0400	-0,0531	-	-0,0662	-0,0400	-0,0531	-0,0267	-0,0514		
24	20:32	-59	-0,0222	-0,0390	-0,0306	-0,0294	-0,0353	-0,0324	-0,0356	-0,0132	-0,0244	-	-0,0356	-0,0132	-0,0244	-0,0065	-0,0274		

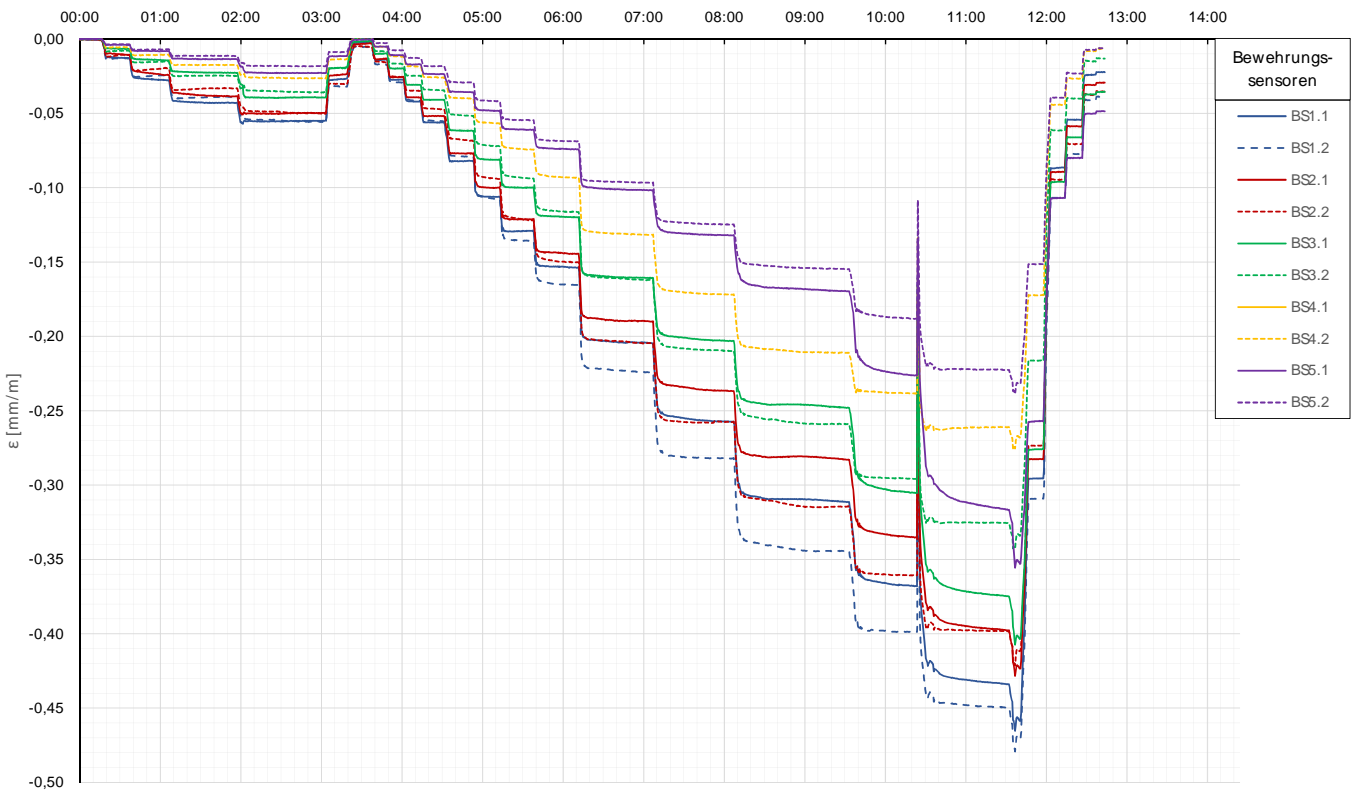
Prüfkörper: B.K63 (Kies - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul un	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS	LSEnde	P Ist	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / M Q1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
Nr.	[hh:mm]	[kN]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	08:05	-49	156,61/2,52	154,09/0,86	153,23/0,86	152,37/0,86	151,51/0,86	3	8
1	08:26	-238	-0,0284	-0,0165	0,0005	-0,0042	-0,0058	54	16
2	08:56	-423	-0,0336	-0,0293	0,0019	-0,0125	-0,0100	45	31
3	09:46	-613	-0,0500	-0,0441	0,0009	-0,0189	-0,0154	41	30
4	10:52	-801	-0,0616	-0,0582	-0,0133	-0,0356	-0,0194	39	33
5	11:07	-418	-0,0425	-0,0318	-0,0098	-0,0161	-0,0119		
6	11:26	-53	-0,0150	-0,0010	-0,0064	0,0010	-0,0024		
7	11:39	-238	-0,0193	-0,0135	-0,0084	-0,0069	-0,0046	42	30
8	11:51	-424	-0,0306	-0,0223	-0,0095	-0,0125	-0,0099	40	36
9	12:03	-614	-0,0504	-0,0413	-0,0103	-0,0251	-0,0148	40	30
10	12:20	-800	-0,0589	-0,0564	-0,0146	-0,0322	-0,0217	38	35
11	12:42	-1125	-0,0811	-0,0727	-0,0383	-0,0461	-0,0308	37	36
12	13:02	-1452	-0,1050	-0,0936	-0,0601	-0,0627	-0,0418	35	36
13	13:26	-1776	-0,1267	-0,1146	-0,0796	-0,0779	-0,0562	35	36
14	14:00	-2104	-0,1492	-0,1389	-0,0988	-0,0973	-0,0676	34	37
15	14:56	-2752	-0,1989	-0,1804	-0,1375	-0,1367	-0,0943	33	36
16	15:55	-3403	-0,2445	-0,2241	-0,1755	-0,1745	-0,1229	32	36
17	17:22	-4055	-0,2988	-0,2749	-0,2248	-0,2120	-0,1566	31	35
18	18:12	-4700	-0,3468	-0,3187	-0,2745	-0,2582	-0,2054	31	35
19	19:21	-5355	-0,4000	-0,3702	-0,3253	-0,3243	-0,2670	30	34
20	19:27	-5689	-0,4247	-0,3893	-0,3555	-0,3457	-0,2958	30	34
21	19:46	-3398	-0,2749	-0,2495	-0,2472	-0,2403	-0,2064		
22	20:03	-831	-0,0838	-0,0769	-0,0864	-0,0781	-0,0691		
23	20:15	-456	-0,0530	-0,0528	-0,0625	-0,0526	-0,0475	MW E-Moduln	
24	20:32	-59	-0,0224	-0,0224	-0,0294	-0,0289	-0,0228	37	33

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

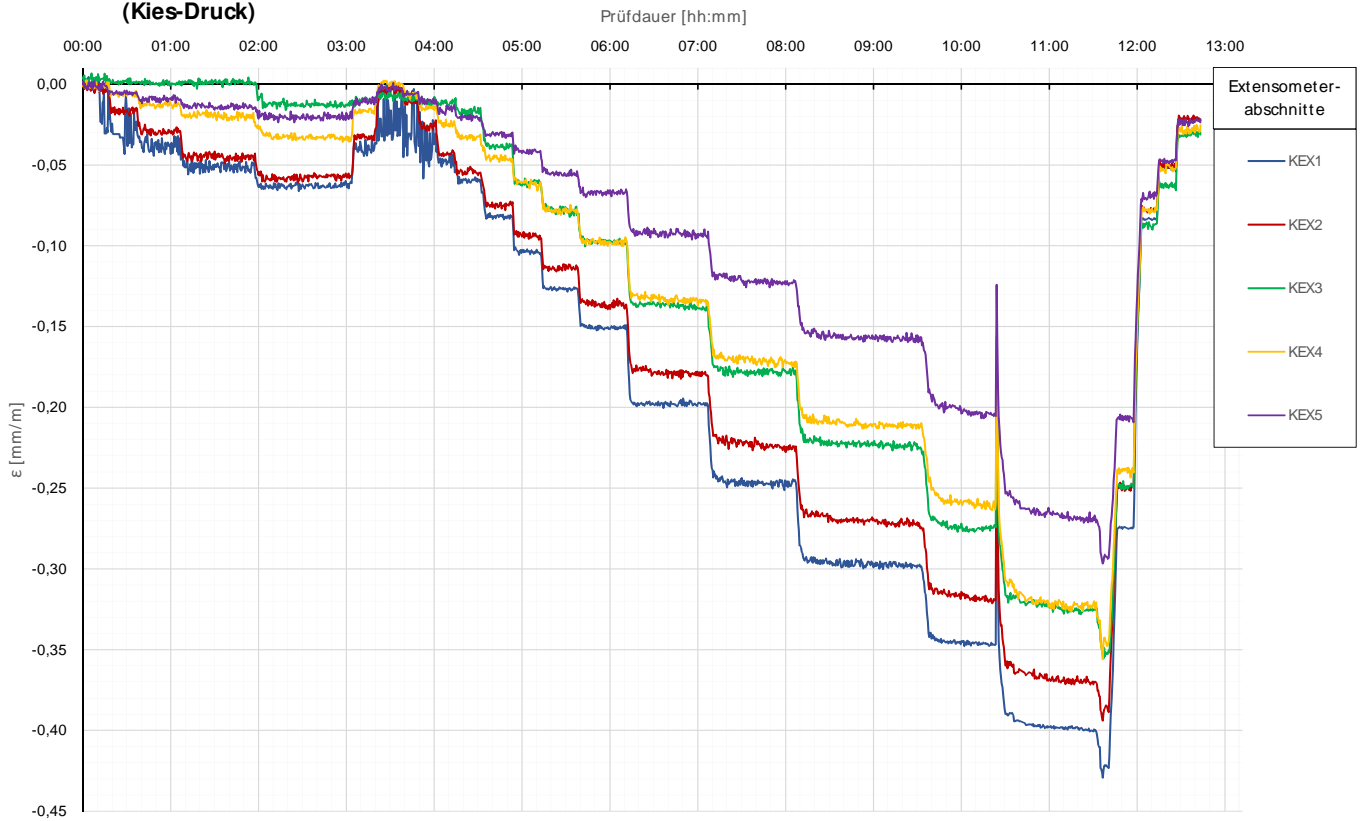
Prüfkörper: B.K63
(Kies-Druck)

Bewehrungssensoren



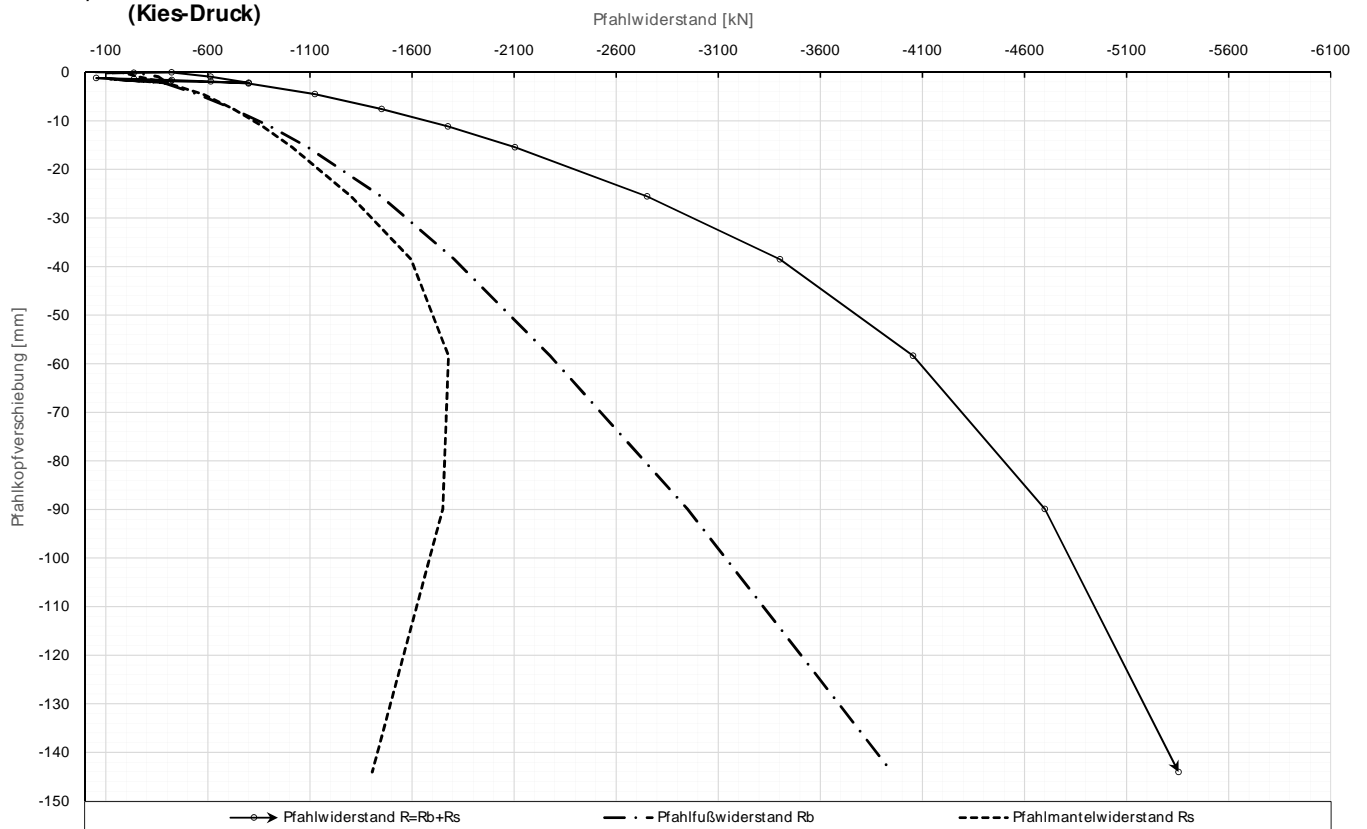
Prüfkörper: **B.K63**
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



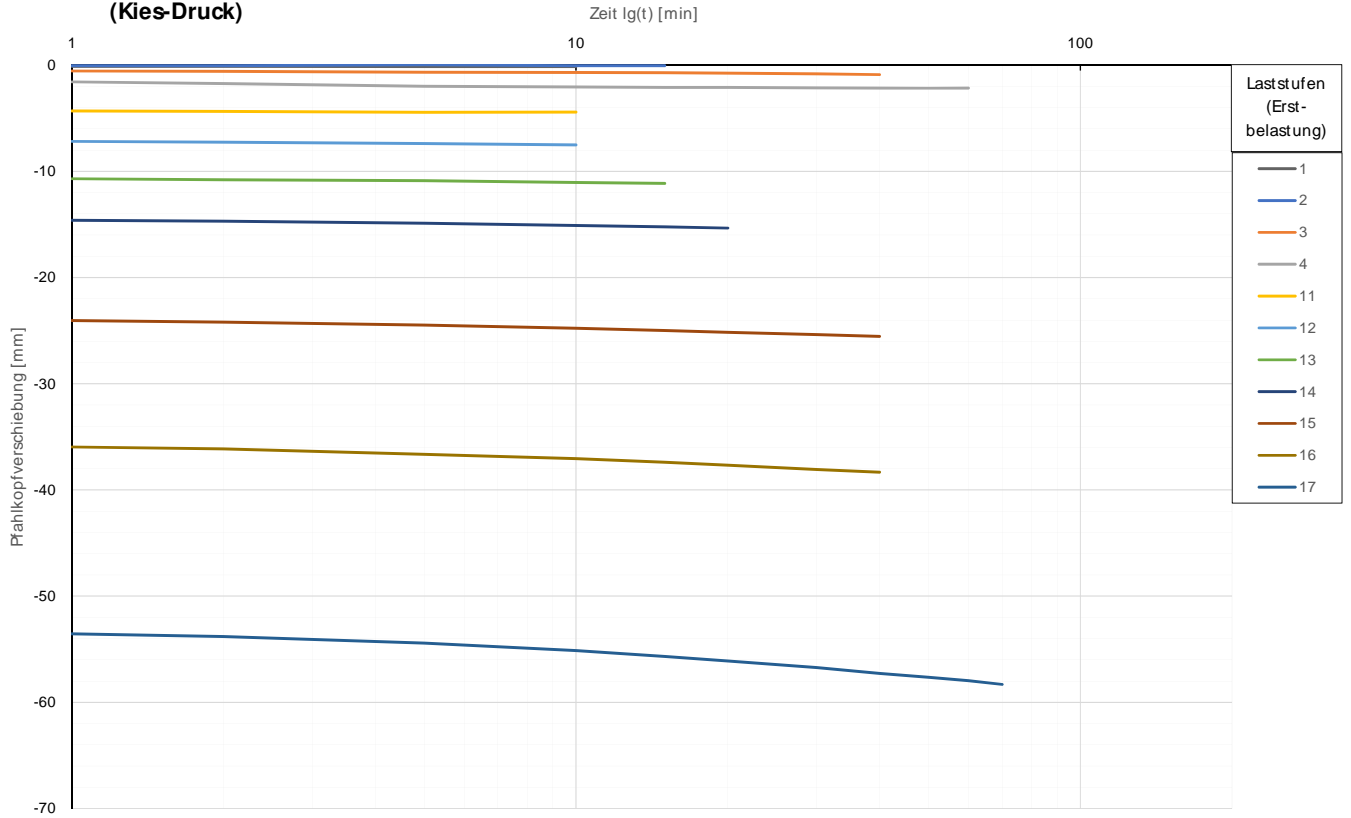
Prüfkörper: **B.K63**
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



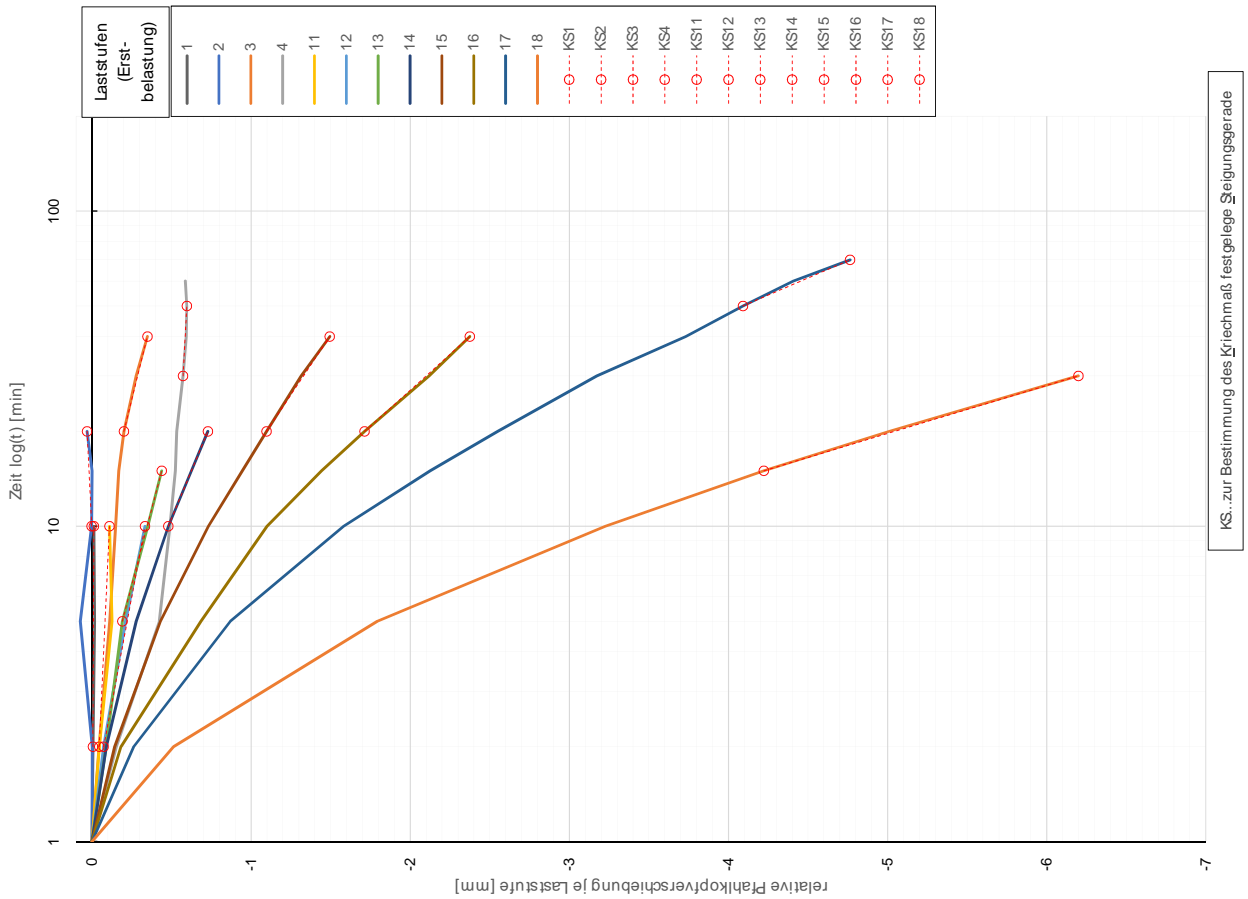
Prüfkörper: B.K63
(Kies-Druck)

Zeitverformung



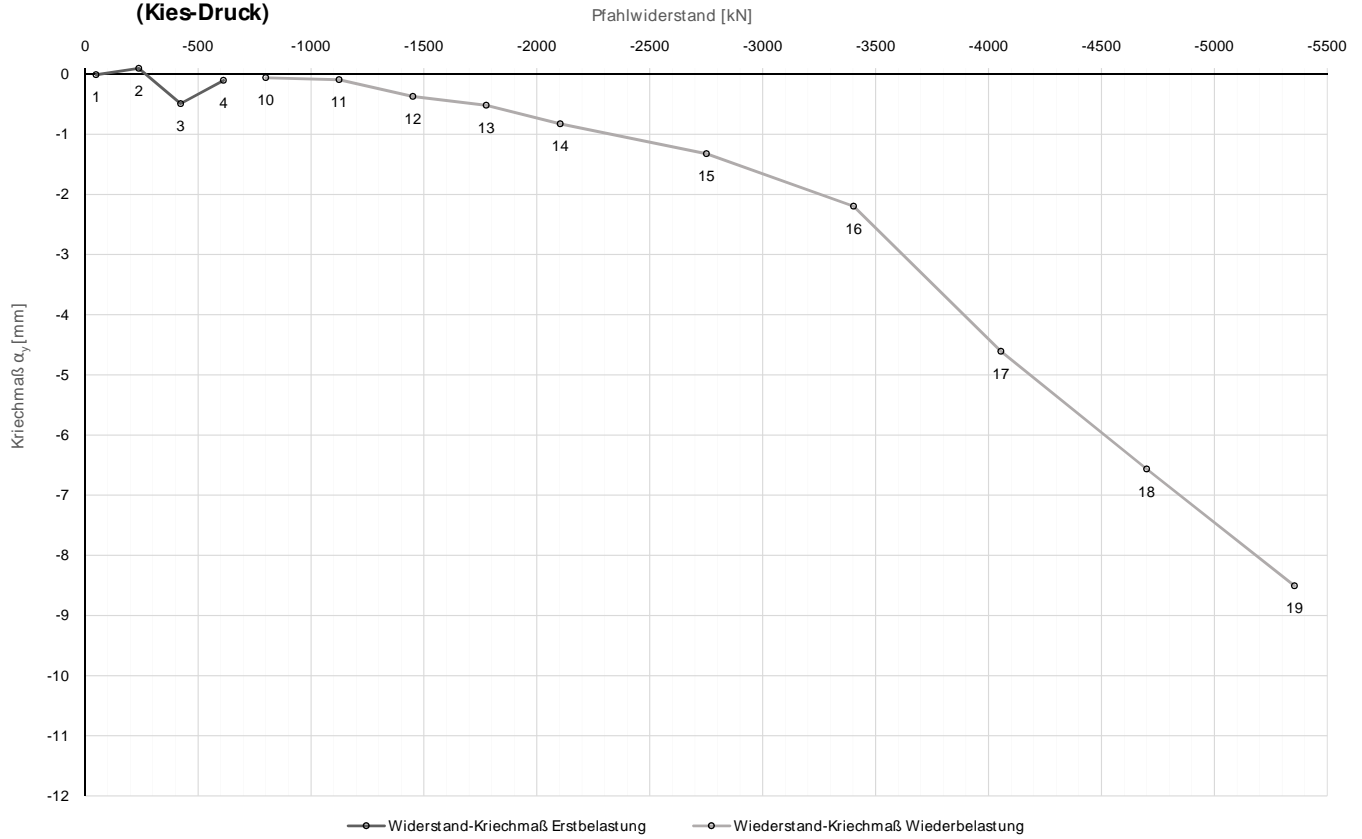
Forschungsbibliothek TU Wien **b1.geo** Die approbierte gedruckte Originalbibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K63
(Kies-Druck)



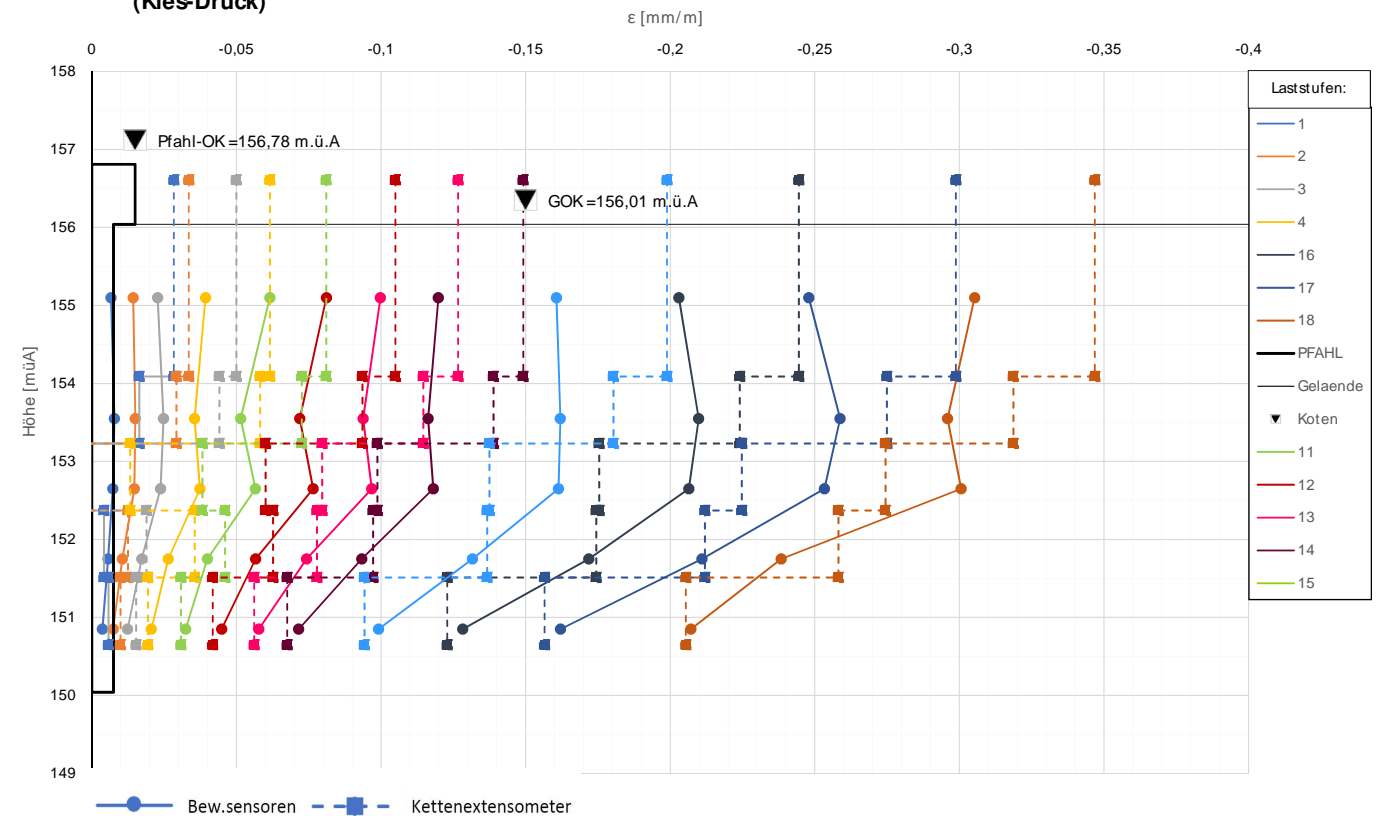
Prüfkörper: B.K63
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: B.K63
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K64
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	45
Prüfdatum:	24.10.2017
Versuchsbeginn:	09:11 Uhr
Versuchsende:	19:56 Uhr
Wetterbedingungen:	8:00h 11°C bewölkt leicht windig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

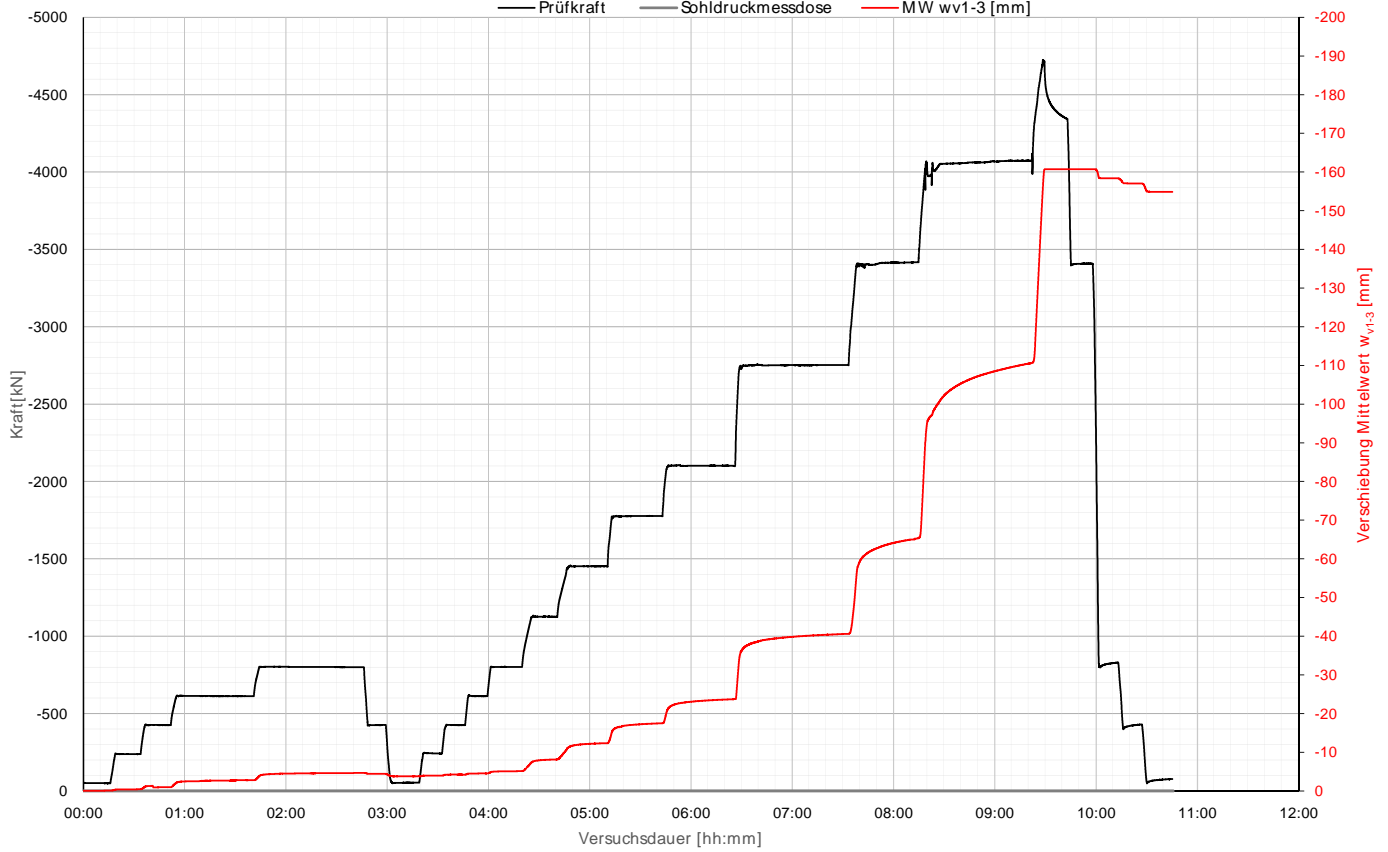
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,75 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	155,98 müA
OK Haftstrecke:	154,08 müA
UK Pfahl:	149,98 müA
Länge Freispielstrecke:	2,67 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

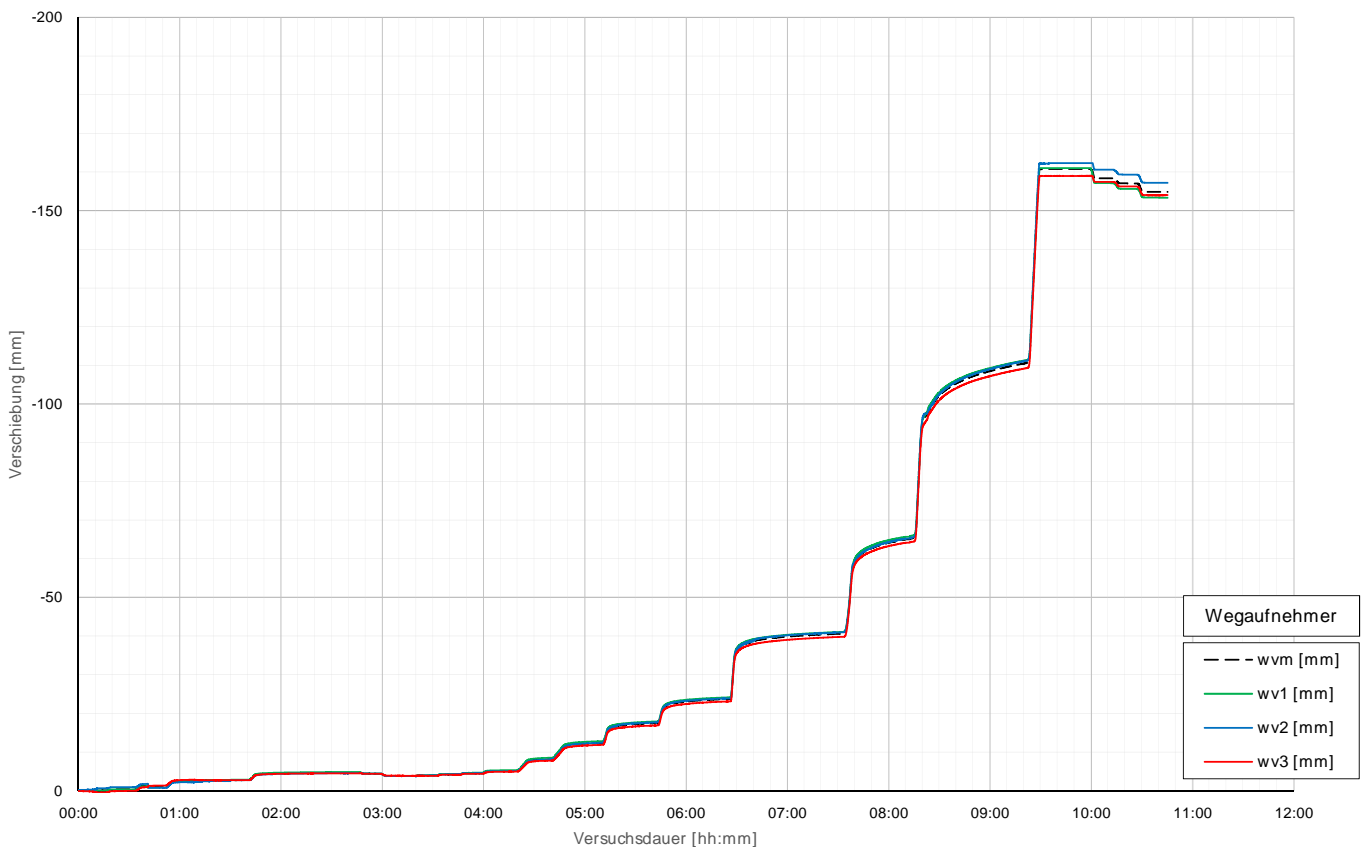
Prüfkörper: B.K64 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K64 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K64 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																					
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]											Berechnung Kriechmaß				
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m 1-3} [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]
0	09:11	09:26	-50	-50	-0,08																
1	09:30	09:45	-238	-240	-0,43	-0,38	-0,39	-0,40	-0,41								2	10	-0,39	-0,41	-0,02
2	09:48	10:03	-425	-444	-0,98	-1,24	-1,26	-0,94	-0,97								2	10	-1,26	-0,97	0,42
3	10:07	10:51	-613	-612	-2,77	-2,37	-2,41	-2,47	-2,51	-2,59	-2,66	-2,68	-2,76				20	40	-2,66	-2,76	-0,35
4	10:57	11:57	-800	-800	-4,64	-4,24	-4,28	-4,37	-4,44	-4,48	-4,53	-4,57	-4,60	-4,62			30	50	-4,57	-4,62	-0,23
5	12:00	12:10	-425	-426	-4,40	-4,41	-4,41	-4,40													
6	12:15	12:30	-50	-59	-3,81	-3,81	-3,81	-3,81	-3,81												
7	12:33	12:43	-238	-242	-3,95	-3,95	-3,95	-3,95									1	5	-3,95	-3,95	0,00
8	12:46	12:56	-425	-426	-4,22	-4,22	-4,22	-4,22									1	5	-4,22	-4,22	0,00
9	13:00	13:10	-613	-613	-4,52	-4,50	-4,50	-4,52									1	5	-4,50	-4,52	-0,02
10	13:13	13:30	-800	-801	-5,11	-4,99	-5,02	-5,06	-5,08	-5,10							5	15	-5,06	-5,10	-0,08
11	13:37	13:52	-1125	-1159	-8,17	-7,72	-7,80	-7,96	-8,07								2	10	-7,80	-8,07	-0,38
12	13:58	14:20	-1450	-1452	-12,34	-11,43	-11,60	-11,89	-12,10	-12,22	-12,32						10	20	-12,10	-12,32	-0,72
13	14:26	14:52	-1775	-1777	-17,46	-16,40	-16,53	-16,83	-17,08	-17,24	-17,35						10	20	-17,08	-17,35	-0,92
14	14:58	15:35	-2100	-2102	-23,69	-21,93	-22,15	-22,57	-22,92	-23,15	-23,32	-23,56					15	30	-23,15	-23,56	-1,35
15	15:44	16:43	-2750	-2753	-40,60	-37,78	-38,05	-38,40	-39,00	-39,32	-39,56	-39,94	-40,22	-40,44			30	50	-39,94	-40,44	-2,21
16	16:51	17:24	-3400	-3417	-65,21	-60,09	-60,58	-61,66	-62,73	-63,54	-64,13	-64,99					15	30	-63,54	-64,99	-4,81
17	17:39	18:32	-4050	-4073	-110,55	-101,79	-102,26	-103,43	-104,89	-105,99	-106,92	-108,28	-109,38	-110,31			30	50	-108,28	-110,31	-9,19
18	18:38	18:39	-4700	-4693	-157,80												0	0			
21	18:56	19:08	-3400	-3407	-160,74	-160,74	-160,74	-160,74	-160,74								0	0			
22	19:13	19:23	-800	-829	-158,38	-158,39	-158,39	-158,38									0	0			
23	19:27	19:37	-425	-429	-157,05	-157,08	-157,08	-157,05									0	0			
24	19:41	19:56	-50	-77	-154,86	-154,90	-154,87	-154,86	-154,86								0	0			

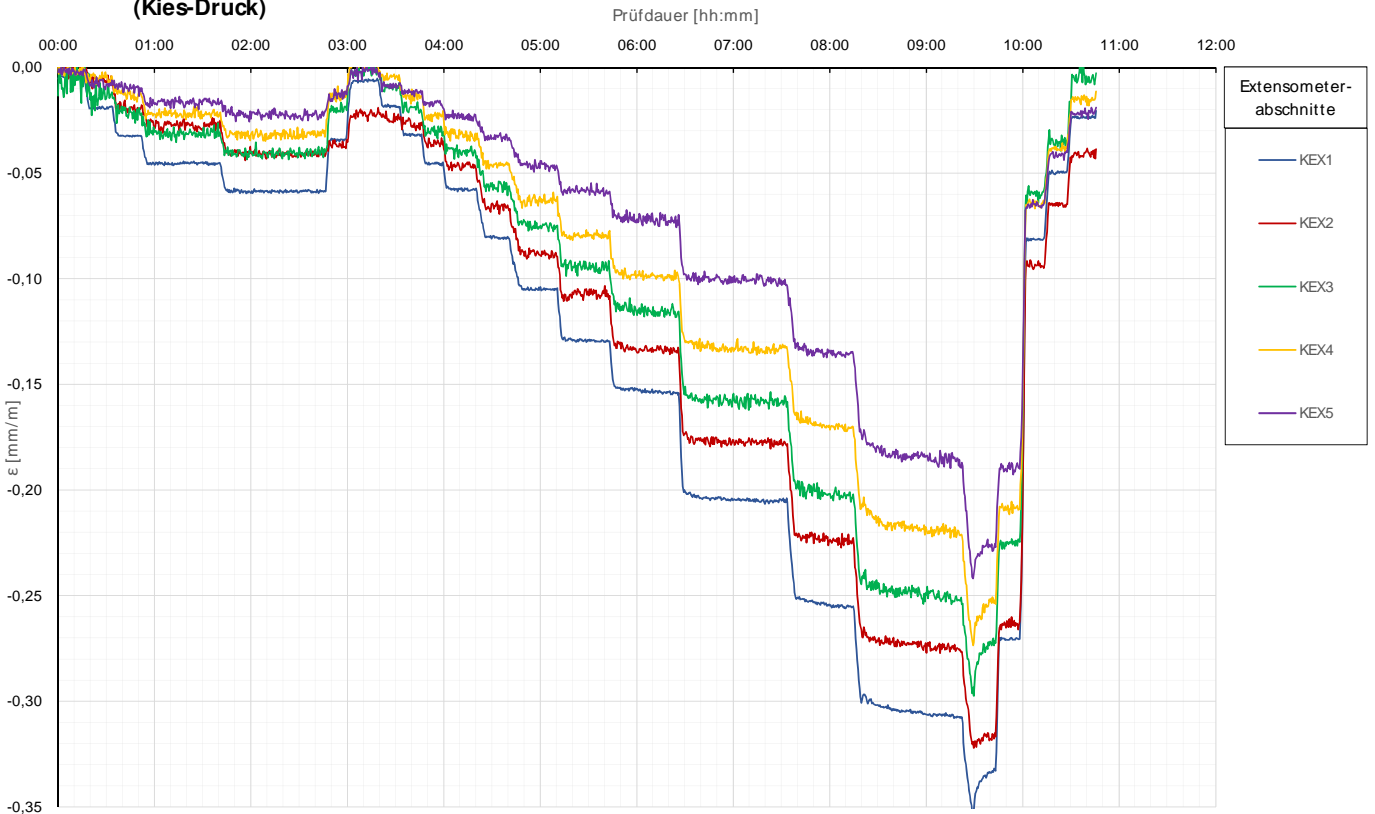
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K64 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer								Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul	
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:
0	09:26	-50	156,70/2,53	154,17/0,86	153,31/0,86	152,45/0,86	151,59/0,86	3	8
1	09:45	-240	-0,0187	-0,0061	-0,0144	-0,0067	-0,0076		32
2	10:03	-444	-0,0328	-0,0177	-0,0216	-0,0137	-0,0097		35
3	10:51	-612	-0,0453	-0,0288	-0,0324	-0,0229	-0,0175		35
4	11:57	-800	-0,0584	-0,0420	-0,0399	-0,0328	-0,0208		35
5	12:10	-426	-0,0340	-0,0382	-0,0186	-0,0138	-0,0121		
6	12:30	-59	-0,0061	-0,0191	-0,0021	0,0008	-0,0031		
7	12:43	-242	-0,0189	-0,0239	-0,0074	-0,0035	-0,0078		32
8	12:56	-426	-0,0323	-0,0294	-0,0210	-0,0146	-0,0117		33
9	13:10	-613	-0,0451	-0,0364	-0,0323	-0,0220	-0,0185		35
10	13:30	-801	-0,0579	-0,0462	-0,0391	-0,0348	-0,0222		36
11	13:52	-1159	-0,0823	-0,0669	-0,0584	-0,0487	-0,0344		37
12	14:20	-1452	-0,1047	-0,0884	-0,0764	-0,0629	-0,0486		36
13	14:52	-1777	-0,1296	-0,1054	-0,0944	-0,0797	-0,0582		35
14	15:35	-2102	-0,1542	-0,1345	-0,1182	-0,1000	-0,0705		35
15	16:43	-2753	-0,2047	-0,1773	-0,1554	-0,1316	-0,1004		34
16	17:24	-3417	-0,2705	-0,2660	-0,2232	-0,2093	-0,1891		
17	18:32	-4073	-0,0816	-0,0941	-0,0592	-0,0646	-0,0651		
18	18:39	-4693	-0,0498	-0,0652	-0,0332	-0,0398	-0,0403		
21	19:08	-3407	-0,0239	-0,0431	-0,0051	-0,0144	-0,0201		
22	19:23	-829							
23	19:37	-429	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	MW E-Modul	
24	19:56	-77	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		34

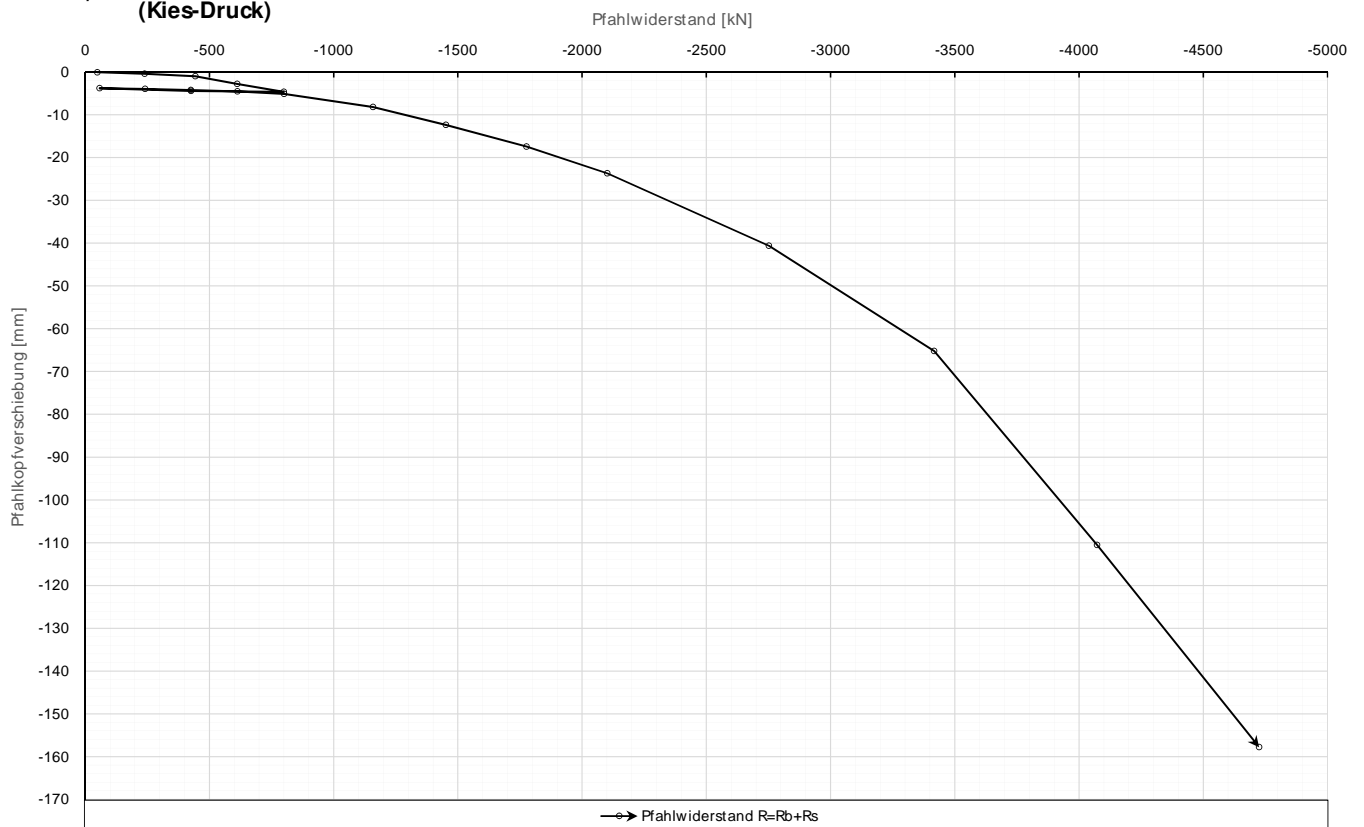
Prüfkörper: **B.K64**
(Kies-Druck)

Kettenextensometer



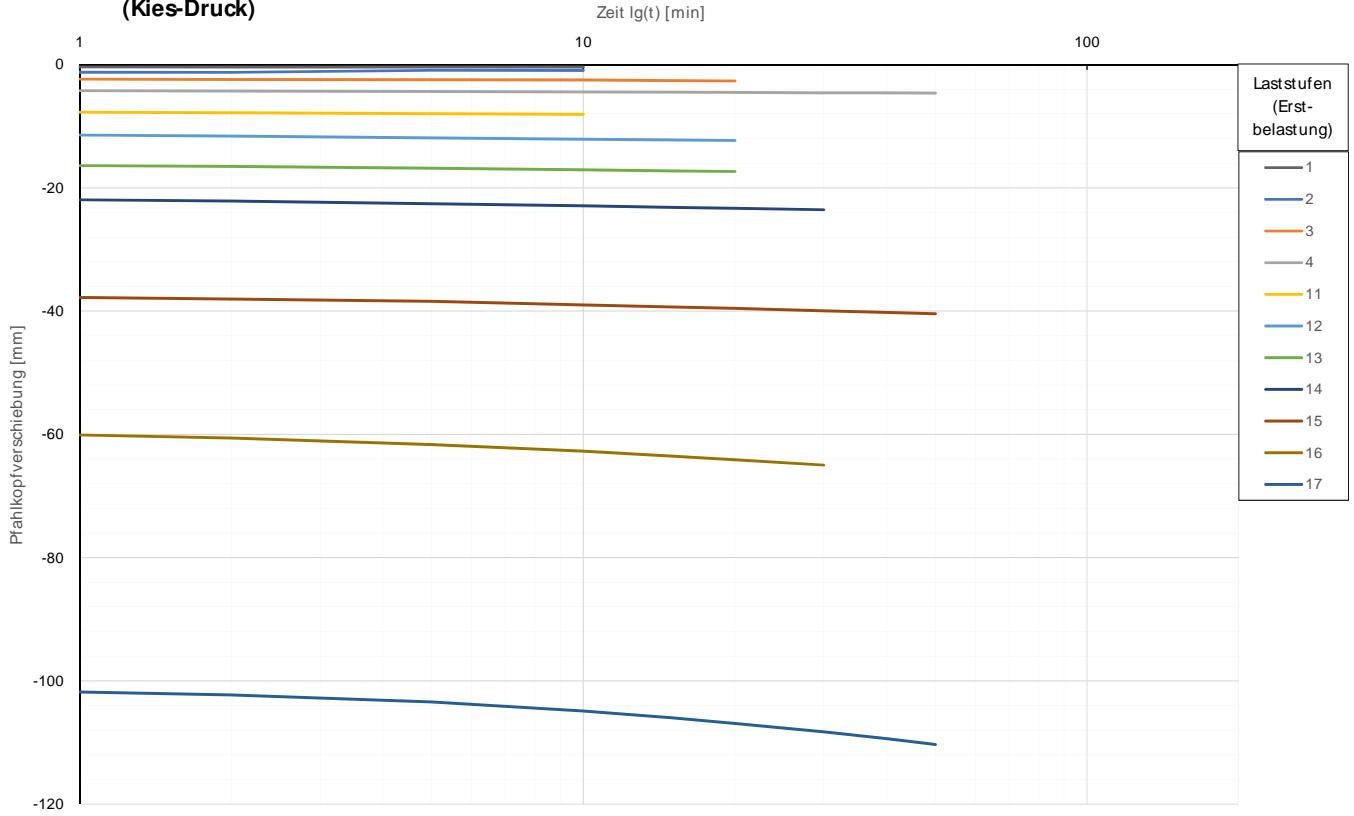
Prüfkörper: **B.K64**
(Kies-Druck)

Widerstands-Setzungslinie



Prüfkörper: B.K64
(Kies-Druck)

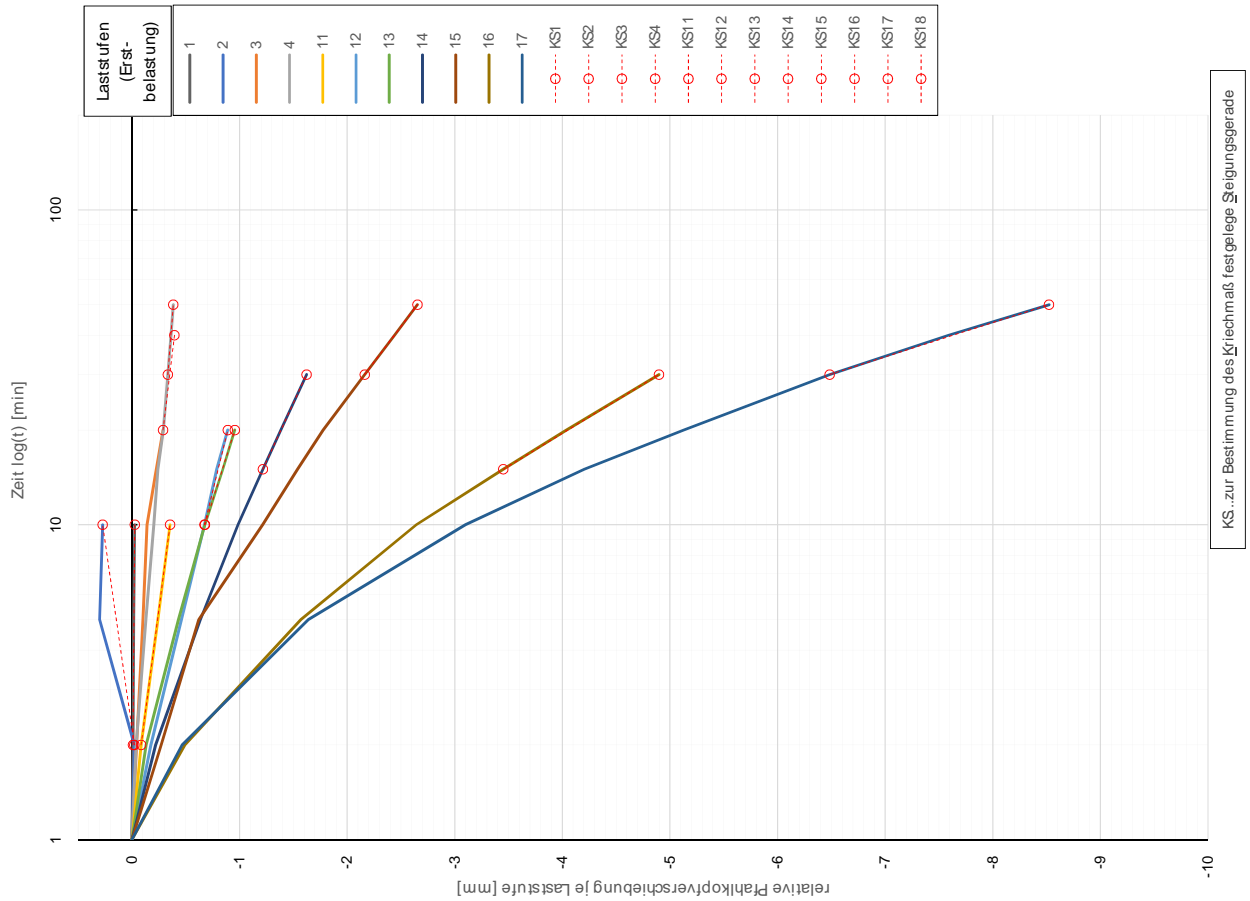
Zeitverformung



Forschungsbibliothek TU Wien **b1.geo** Die approbierte gedruckte Originalarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the work is available in print at TU Wien Bibliothek.

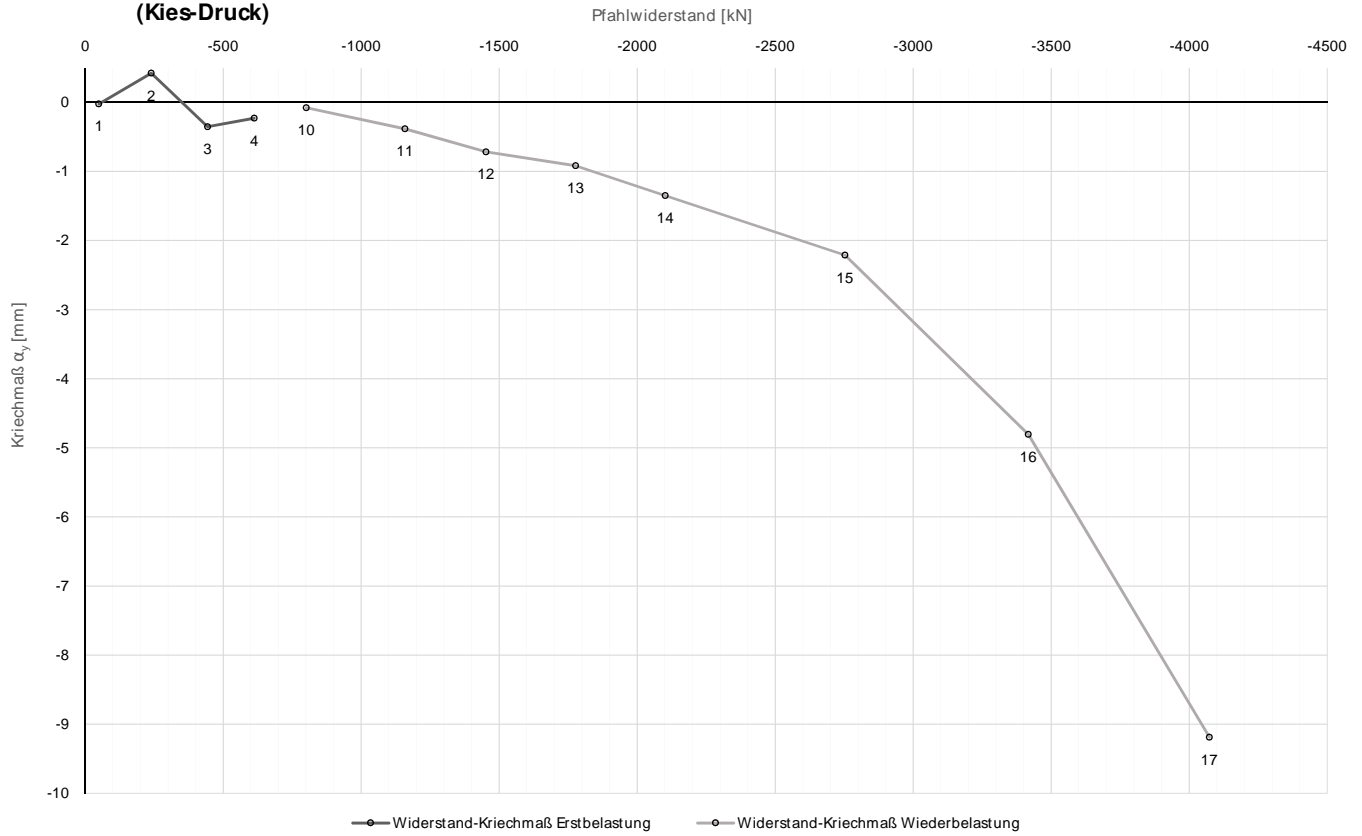
Zeitverformung

Prüfkörper: B.K64
(Kies-Druck)



Prüfkörper: **B.K64**
(Kies-Druck)

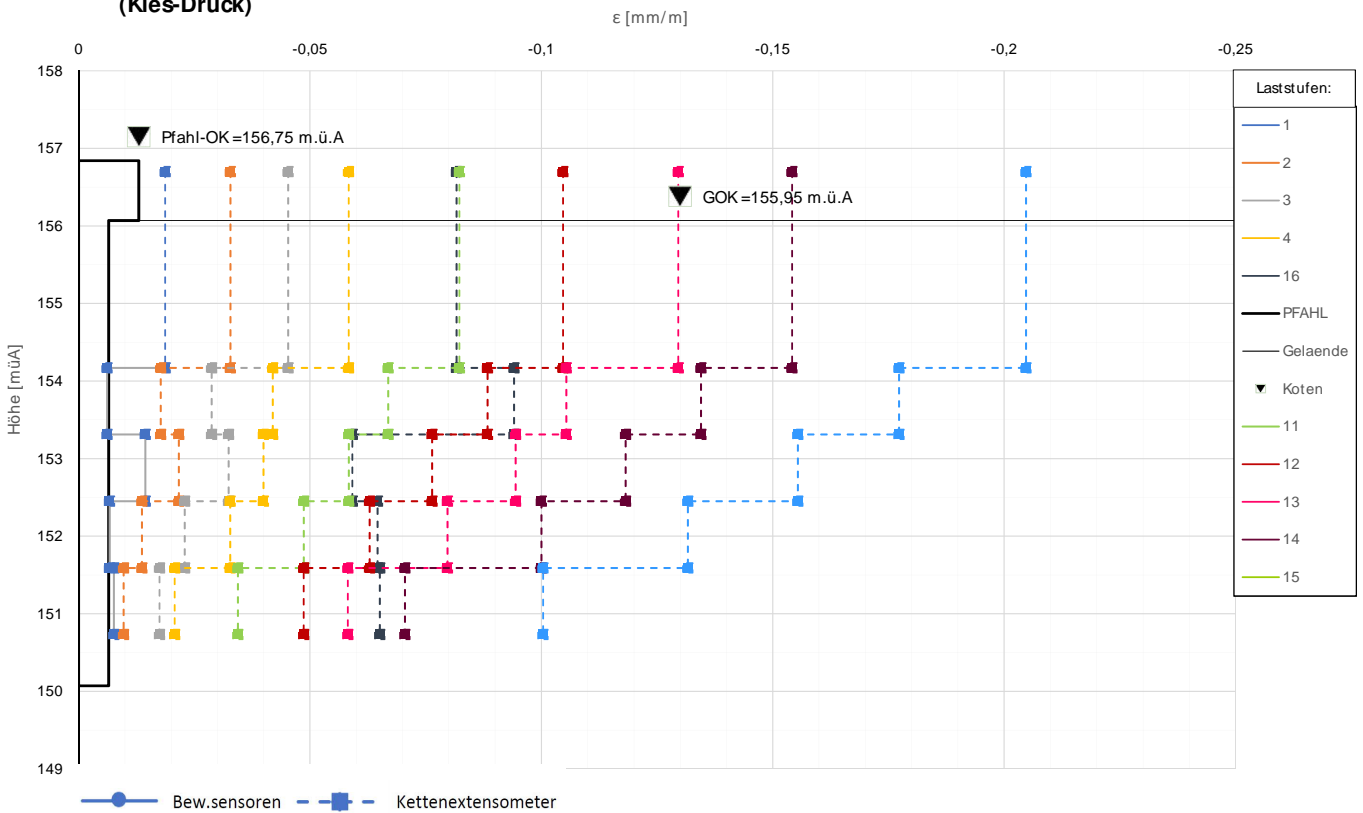
Widerstands-Kriechmaßlinie



10

Prüfkörper: **B.K64**
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



11

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: in Bearbeitung

Stand: 30.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	B.K65
Prüffeld:	2
Versuch:	Großbohrpfahl Druck
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M WES II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	47
Prüfdatum:	02.11.2017
Versuchsbeginn:	07:36 Uhr
Versuchsende:	20:10 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h 8°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

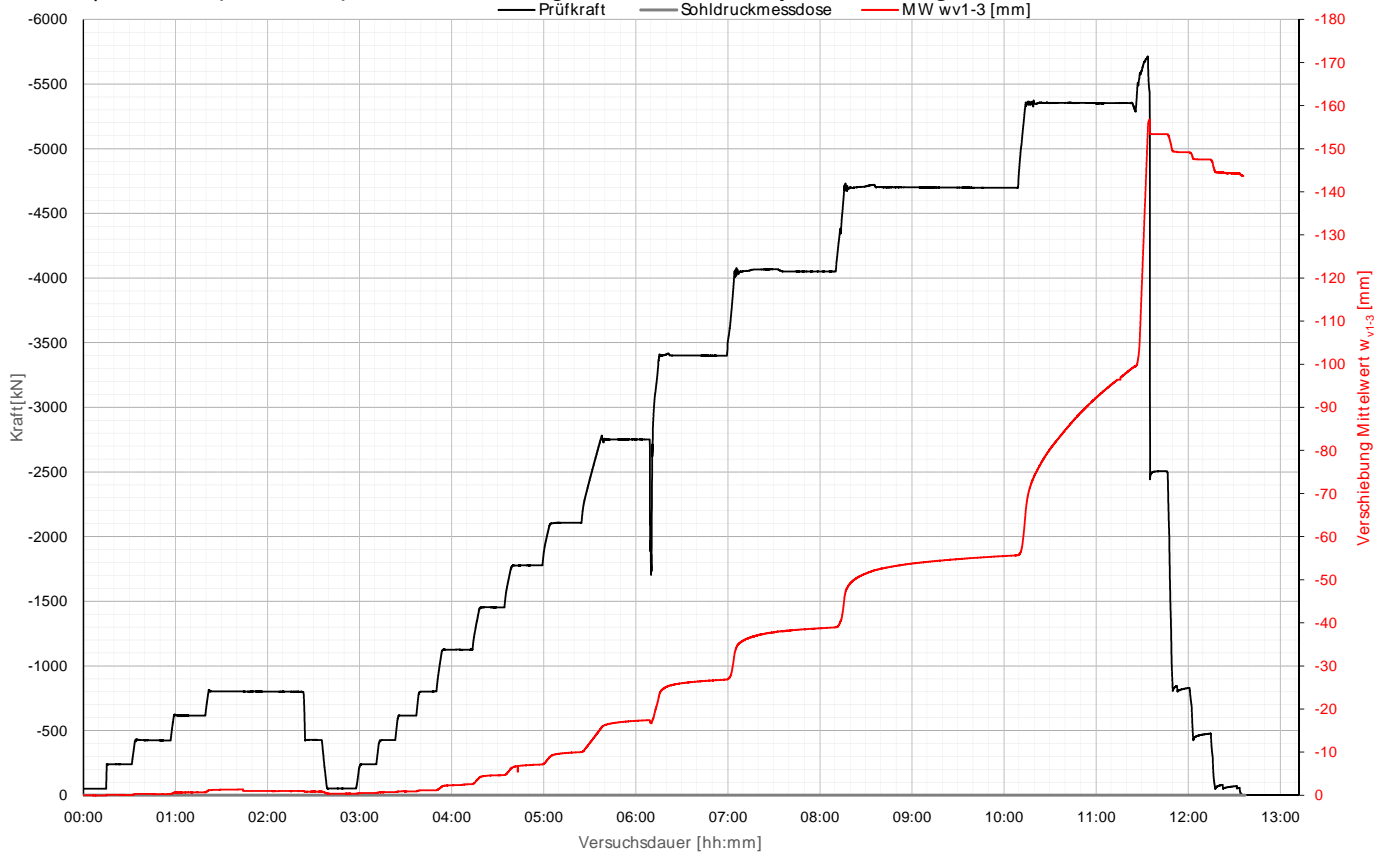
Bohrdurchmesser:	600,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	282743,34 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	0,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,03 müA
OK Haftstrecke:	154,13 müA
UK Pfahl:	150,03 müA
Länge Freispielstrecke:	2,67 m
Länge Haftstrecke:	4,10 m
Pfahllänge:	6,00 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	C25/30 / BS-TB1	
Zement:	-	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_C :	37,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	B 550B	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	8256,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	200,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	12441,33	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	200,00	kN/mm ²

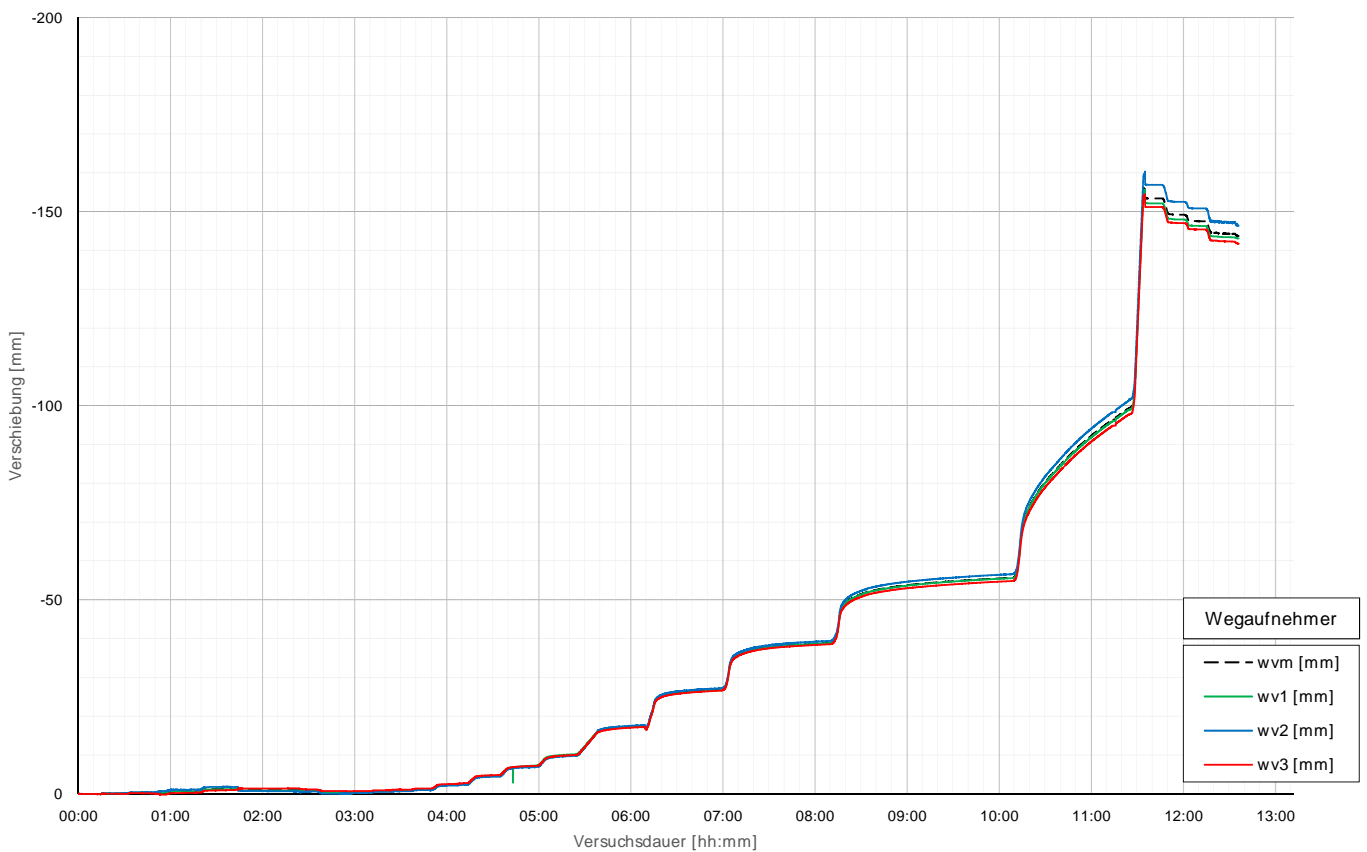
Prüfkörper: B.K65 (Kies-Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: B.K65 (Kies-Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: B.K65 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																	Berechnung Kriechmaß								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt [min]																			
LS Nr	LSBeginn [hh:mm]	LSEnde [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{v,m} 1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	07:36	07:51	-50	-50	0,06																				
1	07:53	08:08	-238	-239	-0,05	-0,09	-0,09	-0,08	-0,07												2	10	-0,09	-0,07	0,03
2	08:12	08:32	-425	-423	-0,28	-0,30	-0,30	-0,29	-0,28	-0,27											5	15	-0,29	-0,27	0,05
3	08:38	08:56	-613	-615	-0,70	-0,64	-0,64	-0,63	-0,64	-0,68											5	15	-0,63	-0,68	-0,12
4	09:00	10:00	-800	-800	-0,96	-1,22	-1,24	-1,26	-1,29	-1,31	-1,35	-0,97	-0,96	-0,96							10	20	-1,29	-1,35	-0,19
5	10:02	10:12	-425	-427	-0,85	-0,80	-0,82	-0,82																	
6	10:16	10:31	-50	-53	-0,38	-0,38	-0,38	-0,37	-0,37																
7	10:38	10:48	-238	-239	-0,51	-0,51	-0,51	-0,51													1	5	-0,51	-0,51	0,00
8	10:50	11:00	-425	-426	-0,71	-0,70	-0,70	-0,70													1	5	-0,70	-0,70	-0,01
9	11:03	11:13	-613	-616	-0,89	-0,88	-0,91	-0,90													1	5	-0,88	-0,90	-0,03
10	11:17	11:27	-800	-803	-1,15	-1,15	-1,15	-1,16													1	5	-1,15	-1,16	-0,02
11	11:32	11:50	-1125	-1126	-2,56	-2,23	-2,26	-2,32	-2,36	-2,52											5	15	-2,32	-2,52	-0,44
12	11:56	12:11	-1450	-1453	-4,65	-4,38	-4,44	-4,55	-4,62												2	10	-4,44	-4,62	-0,25
13	12:18	12:35	-1775	-1778	-7,12	-6,71	-6,77	-6,88	-6,99	-7,09											5	15	-6,88	-7,09	-0,42
14	12:41	13:01	-2100	-2107	-9,99	-9,15	-9,31	-9,57	-9,77	-9,90											5	15	-9,57	-9,90	-0,69
15	13:17	13:45	-2750	-2752	-17,41	-16,40	-16,50	-16,71	-16,96	-17,13	-17,25										10	20	-16,96	-17,25	-0,96
16	13:53	14:35	-3400	-3399	-26,80	-24,35	-24,68	-25,29	-25,76	-26,03	-26,25	-26,55	-26,77								20	40	-26,25	-26,77	-1,74
17	14:45	15:46	-4050	-4051	-38,91	-35,64	-35,85	-36,35	-37,00	-37,39	-37,71	-38,16	-38,46	-38,69	-38,89						40	60	-38,46	-38,89	-2,43
18	15:55	17:45	-4700	-4699	-55,63	-48,77	-49,21	-50,13	-51,12	-51,86	-52,39	-53,12	-53,64	-54,08	-54,42	-54,73	-55,00	-55,23	-55,45		80	100	-55,00	-55,45	-4,66
19	17:57	19:01	-5350	-5346	-99,19	-74,94	-75,60	-77,55	-80,28	-82,55	-84,74	-88,75	-92,20	-95,27	-98,07						40	60	-92,20	-98,07	-33,36
20	19:10	19:11	-6000	-5652	-154,60																				
21	19:12	19:22	-3400	-2506	-153,39	-153,41	-153,39	-153,38																	
22	19:27	19:37	-800	-829	-149,17	-149,33	-149,31	-149,19																	
23	19:40	19:50	-425	-475	-147,51	-147,59	-147,56	-147,52																	
24	19:54	20:10	-50	-56	-144,27	-144,55	-144,58	-144,53	-144,37	-144,20															

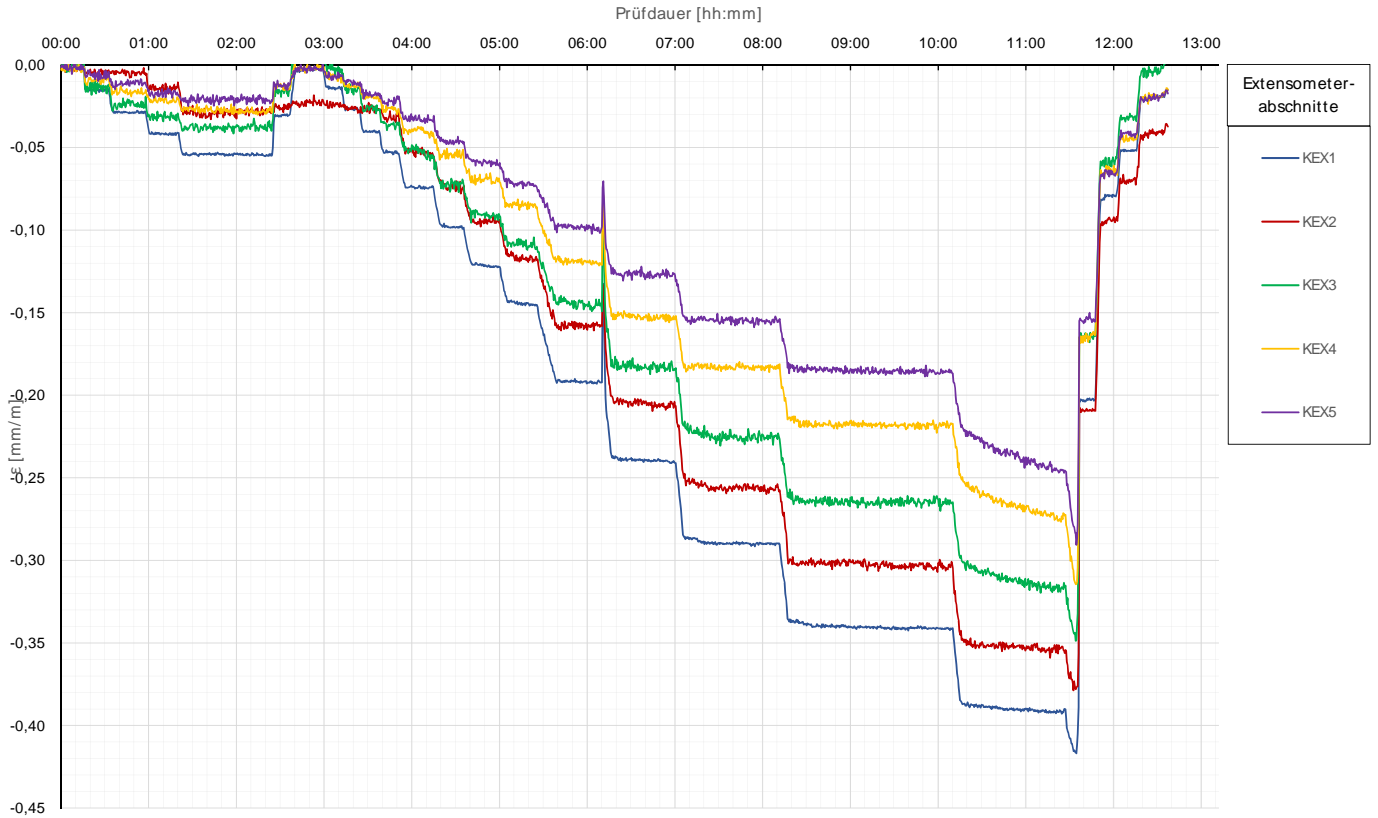
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K65 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer									Berechnung E-Modul	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					E-Modul		
LS Nr	LSEnde [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Ec / MQ1 [kN/mm ²]	Ec / KEX1 [kN/mm ²]	
			Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	Höhe / l0 [m]	QS-Nr.:	QS-Nr.:	
0	07:51	-50	156,67/2,53	154,14/0,86	153,28/0,86	152,42/0,86	151,56/0,86	3	8	
1	08:08	-239	-0,0155	-0,0041	-0,0123	-0,0073	-0,0073		42	
2	08:32	-423	-0,0283	-0,0045	-0,0225	-0,0178	-0,0117		40	
3	08:56	-615	-0,0413	-0,0105	-0,0293	-0,0201	-0,0178		40	
4	10:00	-800	-0,0549	-0,0285	-0,0398	-0,0286	-0,0212		38	
5	10:12	-427	-0,0304	-0,0233	-0,0158	-0,0144	-0,0122			
6	10:31	-53	-0,0023	-0,0239	0,0090	-0,0004	-0,0022			
7	10:48	-239	-0,0134	-0,0252	-0,0025	-0,0075	-0,0065		50	
8	11:00	-426	-0,0274	-0,0283	-0,0141	-0,0121	-0,0125		42	
9	11:13	-616	-0,0408	-0,0270	-0,0271	-0,0202	-0,0170		40	
10	11:27	-803	-0,0537	-0,0287	-0,0348	-0,0267	-0,0190		40	
11	11:50	-1126	-0,0733	-0,0532	-0,0545	-0,0431	-0,0338		41	
12	12:11	-1453	-0,0987	-0,0751	-0,0703	-0,0513	-0,0475		39	
13	12:35	-1778	-0,1219	-0,0937	-0,0939	-0,0705	-0,0605		39	
14	13:01	-2107	-0,1455	-0,1161	-0,1115	-0,0867	-0,0733		38	
15	13:45	-2752	-0,1922	-0,1576	-0,1444	-0,1201	-0,1010		38	
16	14:35	-3399	-0,2399	-0,2076	-0,1848	-0,1521	-0,1267		37	
17	15:46	-4051	-0,2898	-0,2538	-0,2265	-0,1819	-0,1557		36	
18	17:45	-4699	-0,3416	-0,3008	-0,2655	-0,2171	-0,1857		35	
19	19:01	-5346	-0,3916	-0,3522	-0,3170	-0,2750	-0,2454		35	
20	19:11	-5652	-0,4118	-0,3764	-0,3391	-0,3127	-0,2869		35	
21	19:22	-2506	-0,2021	-0,2091	-0,1659	-0,1616	-0,1539			
22	19:37	-829	-0,0792	-0,0952	-0,0581	-0,0629	-0,0671			
23	19:50	-475	-0,0519	-0,0688	-0,0314	-0,0447	-0,0417			
24	20:10	-56	-0,0187	-0,0398	-0,0013	-0,0191	-0,0188			
									MW E-Modul	39

Prüfkörper: B.K65 (Kies-Druck)

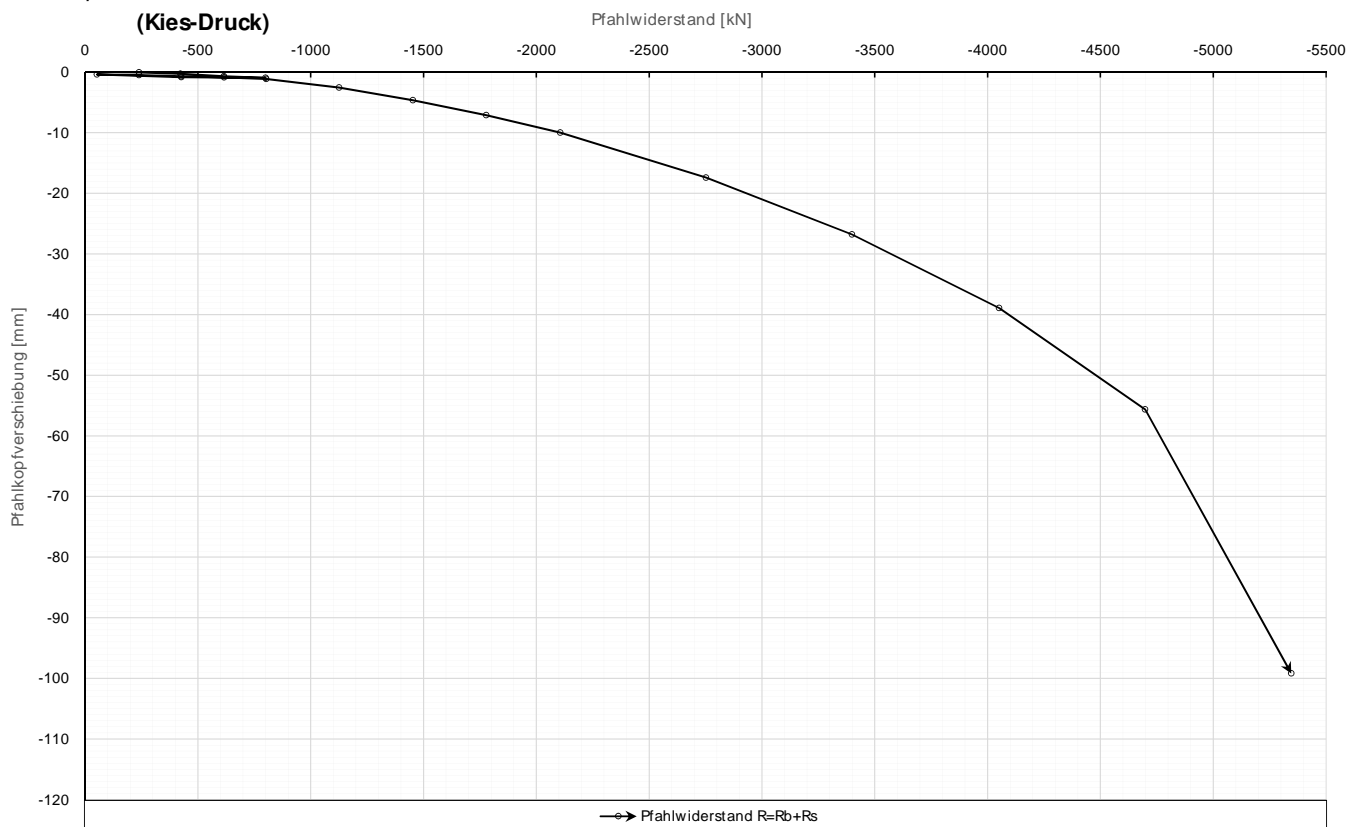
Kettenextensometer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Prüfkörper: B.K65
(Kies-Druck)

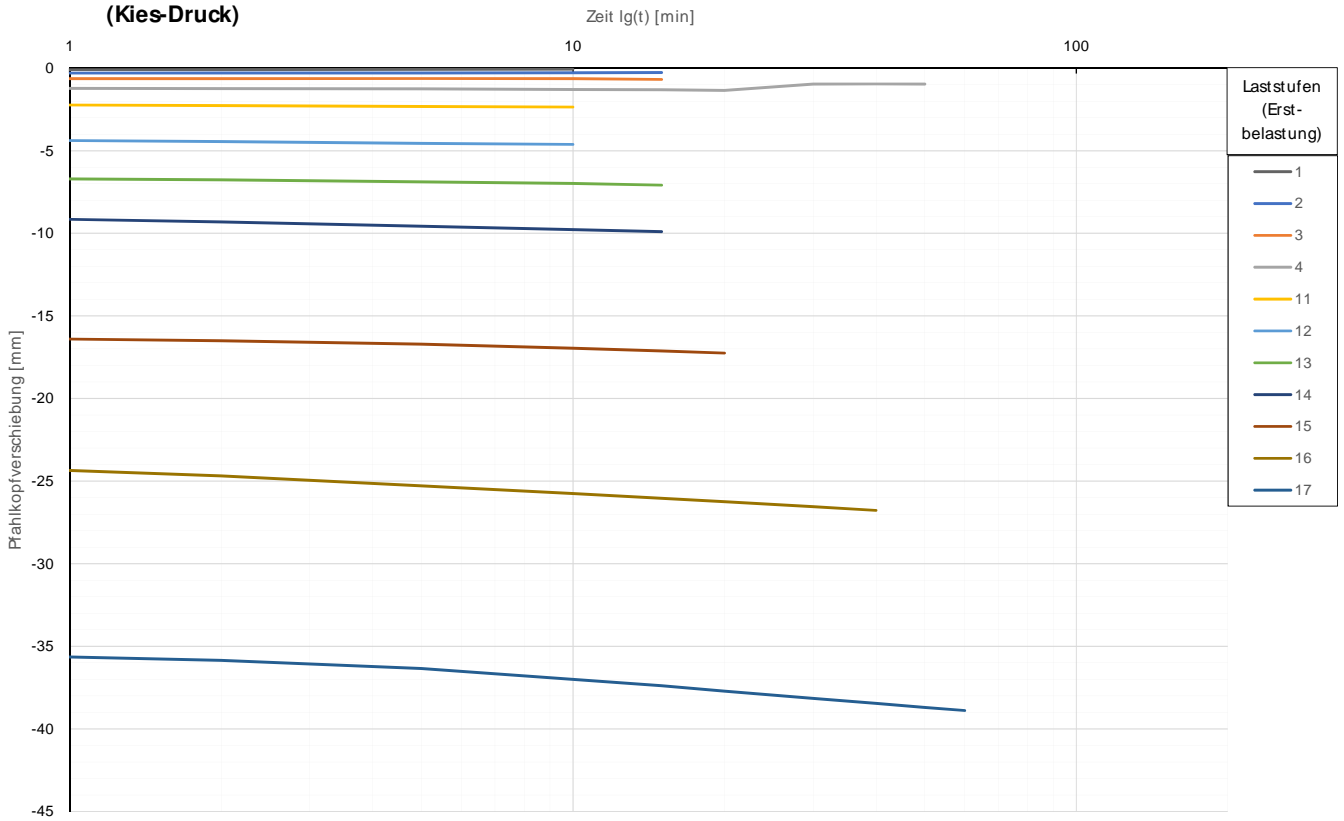
Widerstands-Setzungslinie



TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

Prüfkörper: B.K65
(Kies-Druck)

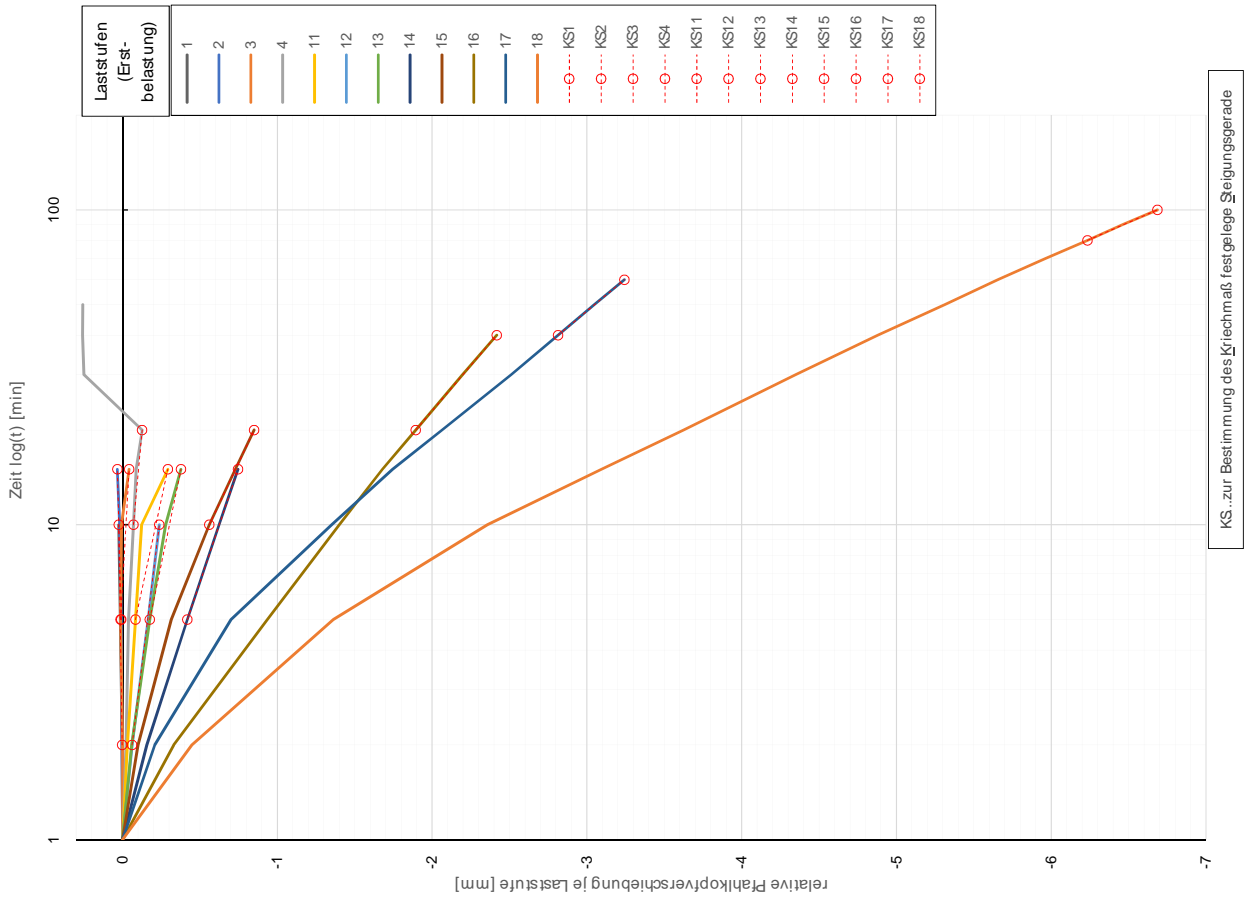
Zeitverformung



Forschungsinstitut für Geotechnik
 TU WIEN Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is in print at TU Wien Bibliothek.

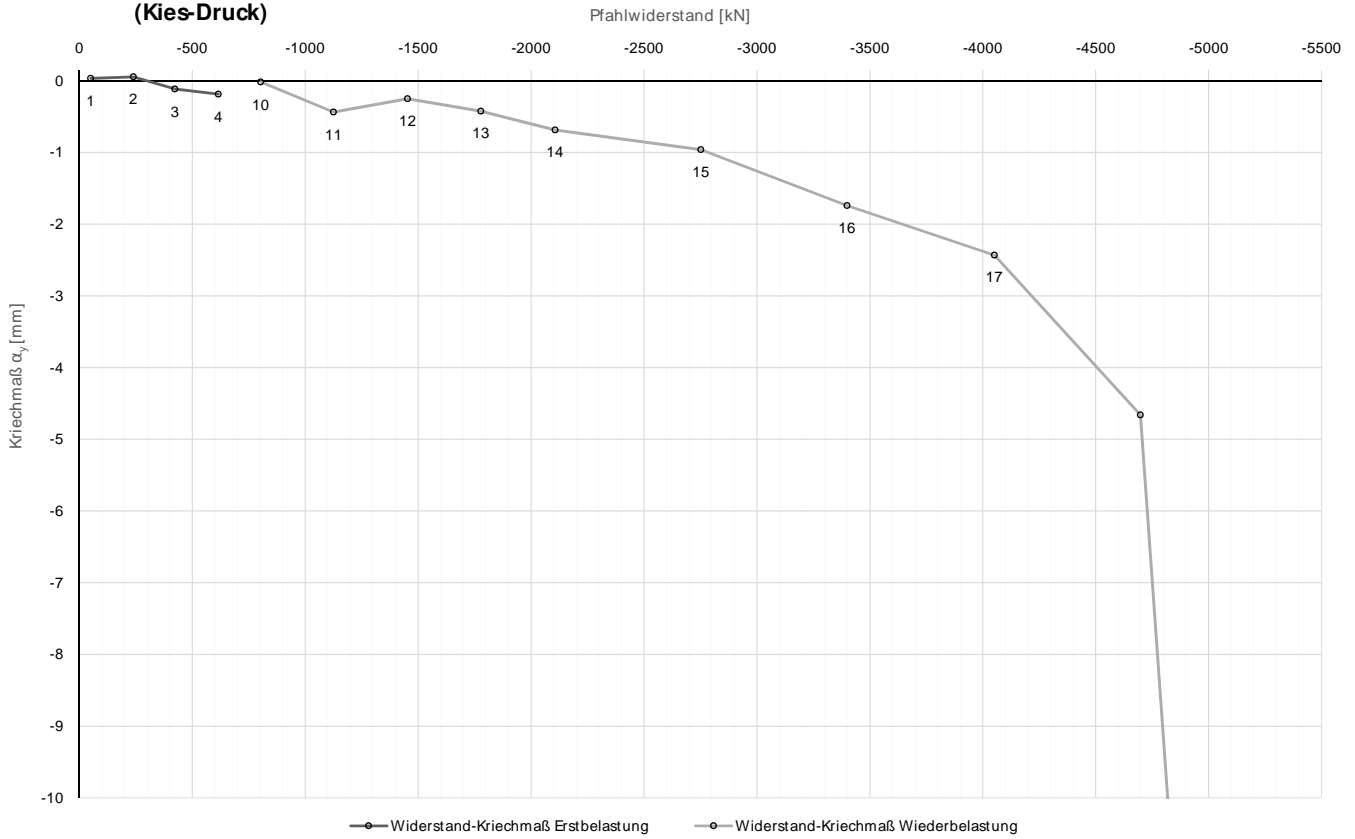
Zeitverformung

Prüfkörper: B.K65
(Kies-Druck)



Prüfkörper: B.K65
(Kies-Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie

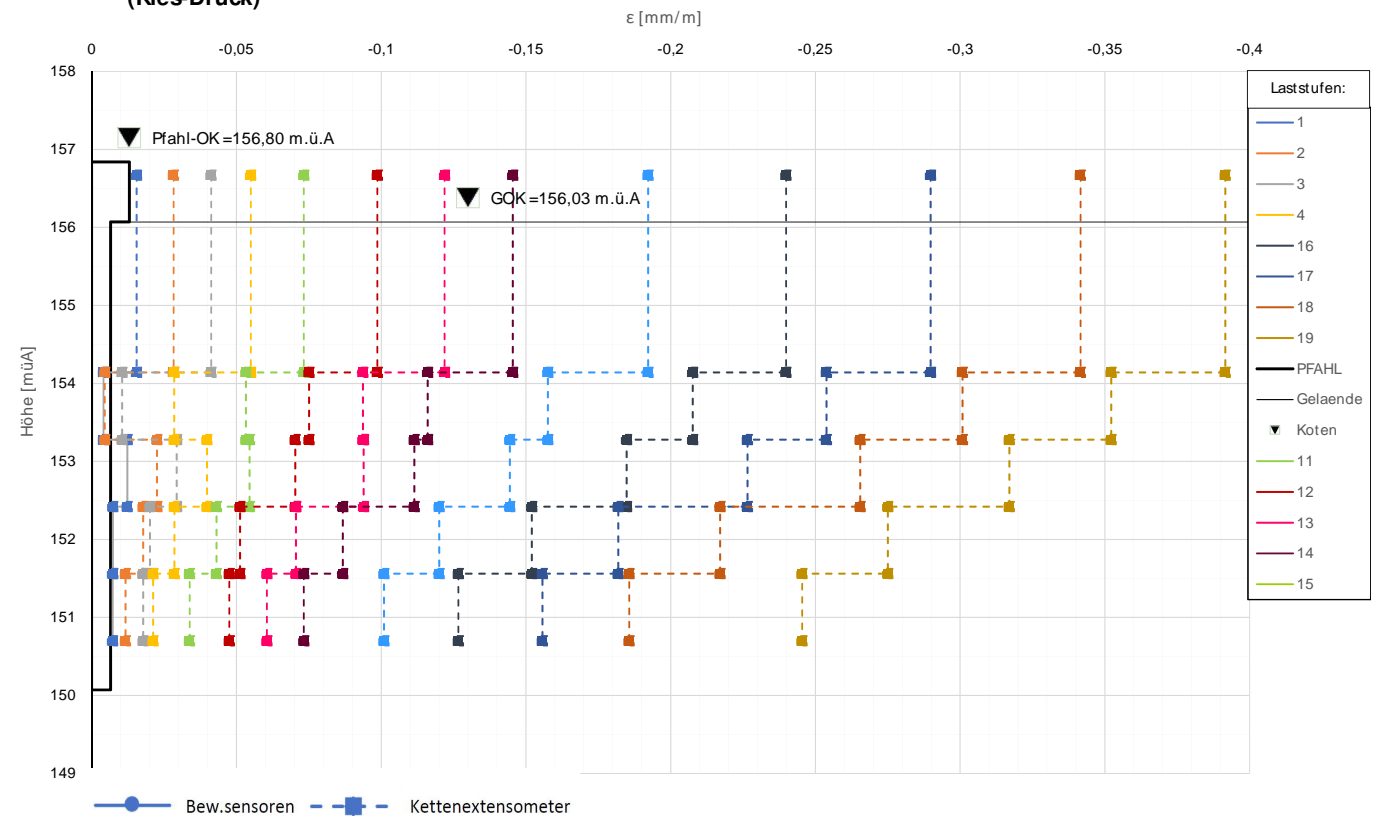


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: B.K65
(Kies-Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



ANHANG C

Auswertung der Düsenstrahlsäulenversuche D.Kxx



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	D.K51
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	36
Prüfdatum:	02.10.2017
Versuchsbeginn:	08:01 Uhr
Versuchsende:	21:26 Uhr
Wetterbedingungen:	7:30 7°C wolkenlos
besondere Versuchsbedingungen:	2.LS irrtümlich ausgelassen, KEX3 starkes Rauschen

Geometrie Prüfkörper:

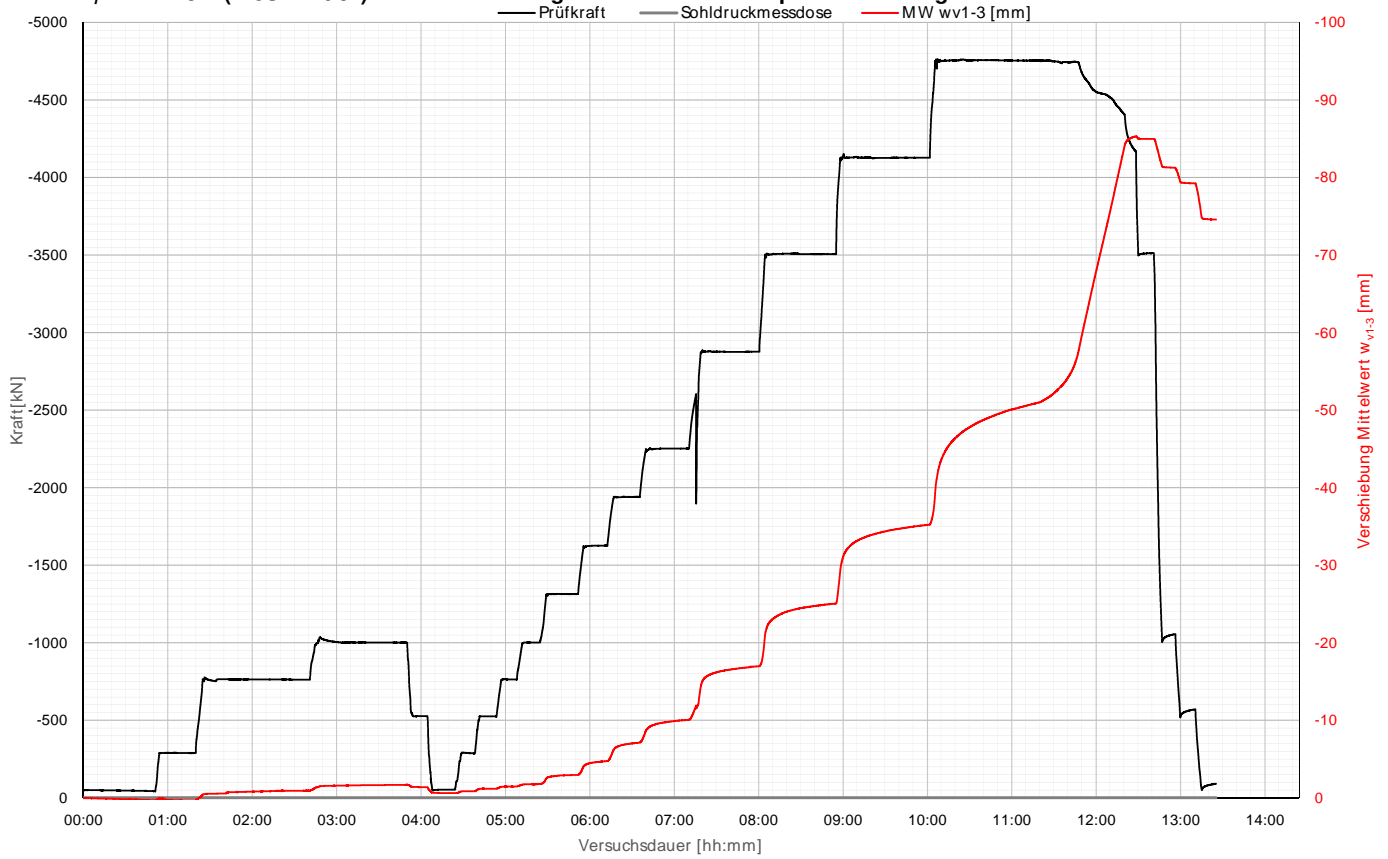
geplanter Säulendurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,84 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,04 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,64 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,84 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM I	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	0,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

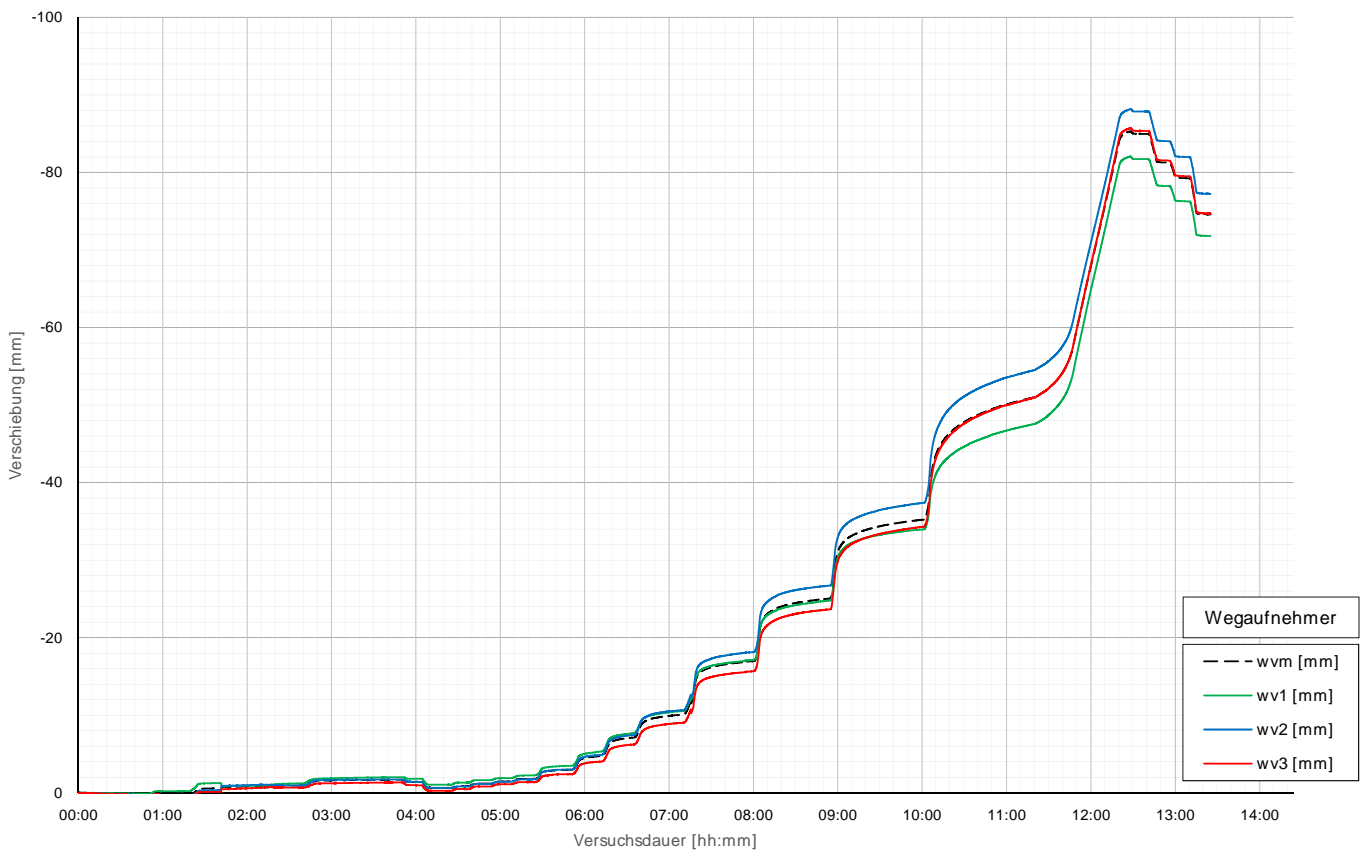
Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Auswertung M WES I - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß			
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	MW wv1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	08:01	08:50	-50	-43	0,30																			
1	08:55	09:19	-288	-289	0,32	0,07	0,06	0,24	0,28	0,31	0,32									10	20	0,28	0,32	0,12
3	09:29	10:41	-763	-761	-0,92	-0,52	-0,52	-0,53	-0,55	-0,72	-0,74	-0,79	-0,84	-0,90	-0,90	-0,92				50	70	-0,90	-0,92	-0,12
4	10:50	11:50	-1000	-1001	-1,68	-1,52	-1,53	-1,55	-1,57	-1,58	-1,59	-1,63	-1,64	-1,66						30	50	-1,63	-1,66	-0,14
5	11:55	12:05	-525	-527	-1,37	-1,39	-1,39	-1,38												0	0			
6	12:09	12:24	-50	-53	-0,61	-0,63	-0,63	-0,63	-0,62											0	0			
7	12:29	12:39	-288	-286	-0,84	-0,85	-0,85	-0,85												1	5	-0,85	-0,85	0,00
8	12:44	12:54	-525	-525	-1,17	-1,18	-1,18	-1,17												1	5	-1,18	-1,17	0,01
9	12:59	13:09	-763	-763	-1,46	-1,44	-1,45	-1,45												1	5	-1,44	-1,45	0,00
10	13:14	13:24	-1000	-1001	-1,78	-1,74	-1,75	-1,76												1	5	-1,74	-1,76	-0,02
11	13:32	13:51	-1313	-1314	-2,95	-2,74	-2,77	-2,82	-2,90	-2,93										5	15	-2,82	-2,93	-0,22
12	13:58	14:13	-1625	-1627	-4,73	-4,36	-4,42	-4,54	-4,64											2	10	-4,42	-4,64	-0,32
13	14:19	14:35	-1938	-1940	-7,10	-6,55	-6,64	-6,81	-6,97	-7,07										5	15	-6,81	-7,07	-0,55
14	14:43	15:10	-2250	-2253	-10,04	-9,22	-9,31	-9,51	-9,70	-9,83	-9,94									10	20	-9,70	-9,94	-0,80
15	15:23	16:00	-2875	-2877	-16,95	-15,66	-15,77	-16,01	-16,29	-16,46	-16,60	-16,81								15	30	-16,46	-16,81	-1,17
16	16:07	16:55	-3500	-3506	-25,03	-22,46	-22,71	-23,20	-23,71	-24,07	-24,31	-24,64	-24,89							20	40	-24,31	-24,89	-1,93
17	17:00	18:02	-4125	-4128	-35,22	-31,06	-31,54	-32,33	-33,06	-33,50	-33,84	-34,33	-34,68	-34,96	-35,18					40	60	-34,678	-35,179	-2,8473
18	18:10	19:48	-4750	-4744	-57,34	-43,70	-44,14	-45,14	-46,26	-47,07	-47,70	-48,67	-49,43	-50,04	-50,51	-50,98	-52,05	-53,97		40	70	-49,427	-50,975	-6,3691
21	20:31	20:41	-3500	-3513	-84,98	-84,99	-84,98	-84,98																
22	20:47	20:57	-1000	-1055	-81,27	-81,38	-81,34	-81,29																
23	21:01	21:11	-525	-570	-79,25	-79,33	-79,31	-79,28																
24	21:16	21:26	-50	-91	-74,57	-74,68	-74,65	-74,61																

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

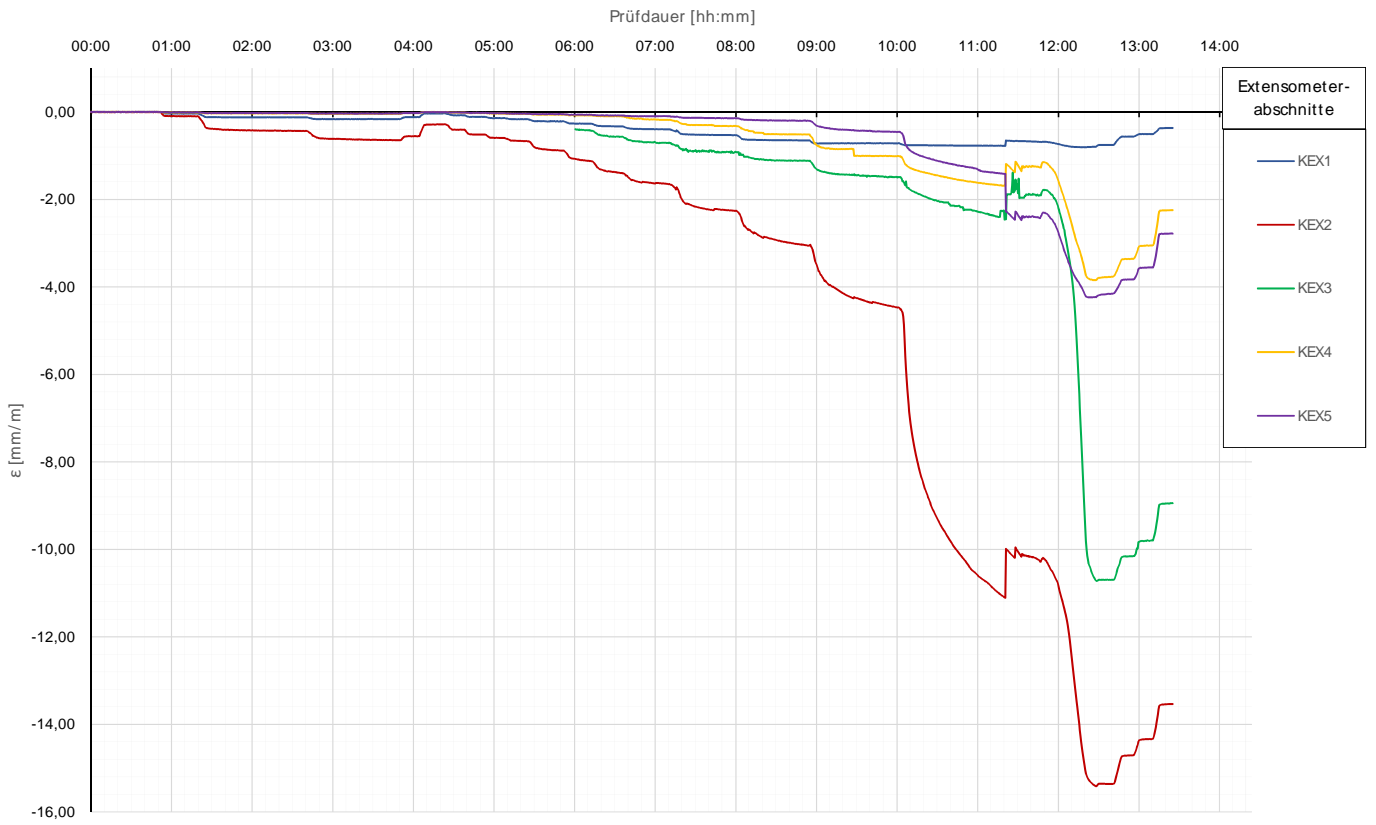
Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Auswertung M WES II - Kettenextensometer										Pfahlwiderstand
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KM D		
LS Nr.	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]		
			l0 [m]:	l0 [m]:	l0 [m]:	l0 [m]:	l0 [m]:			
0	08:50	-43	1,53	0,64	0,64	0,64	0,64			
1	09:19	-289	-0,0372	-0,1014	0,0000	-0,0143	-0,0092	-288,7		
3	10:41	-761	-0,1227	-0,4356	0,0000	-0,0305	-0,0267	-761,4		
4	11:50	-1001	-0,1624	-0,6456	0,0000	-0,0439	-0,0390	-1000,6		
5	12:05	-527	-0,1196	-0,5544	0,0000	-0,0258	-0,0253	-526,9		
6	12:24	-53	-0,0318	-0,2806	0,0000	-0,0030	-0,0026	-52,7		
7	12:39	-286	-0,0768	-0,4043	0,0000	-0,0164	-0,0145	-286,5		
8	12:54	-525	-0,1154	-0,5165	0,0000	-0,0264	-0,0233	-525,2		
9	13:09	-763	-0,1390	-0,5930	0,0000	-0,0389	-0,0314	-762,6		
10	13:24	-1001	-0,1671	-0,6667	0,0000	-0,0435	-0,0398	-1001,2		
11	13:51	-1314	-0,2227	-0,8853	0,0000	-0,0600	-0,0519	-1314,1		
12	14:13	-1627	-0,2700	-1,1212	-0,4263	-0,0802	-0,0652	-1626,6		
13	14:35	-1940	-0,3305	-1,3965	-0,5677	-0,0980	-0,0808	-1940,2		
14	15:10	-2253	-0,3970	-1,6445	-0,7064	-0,1800	-0,0979	-2252,7		
15	16:00	-2877	-0,5293	-2,2587	-0,9189	-0,3225	-0,1396	-2876,8		
16	16:55	-3506	-0,6529	-3,0555	-1,1161	-0,5144	-0,2027	-3506,4		
17	18:02	-4128	-0,7138	-4,4720	-1,4903	-1,0105	-0,4573	-4127,9		
18	19:48	-4744	-0,6883	-10,2838	-1,9071	-1,2726	-2,3873	-4744,4		
21	20:41	-3513	-0,7548	-15,3637	-10,6981	-3,7681	-4,1549	-3512,9		
22	20:57	-1055	-0,5653	-14,7067	-10,1520	-3,3580	-3,8306	-1055,4		
23	21:11	-570	-0,5054	-14,3357	-9,7949	-3,0547	-3,5547	-570,5		
24	21:26	-91	-0,3675	-13,5350	-8,9462	-2,2480	-2,7842	-90,7		

Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

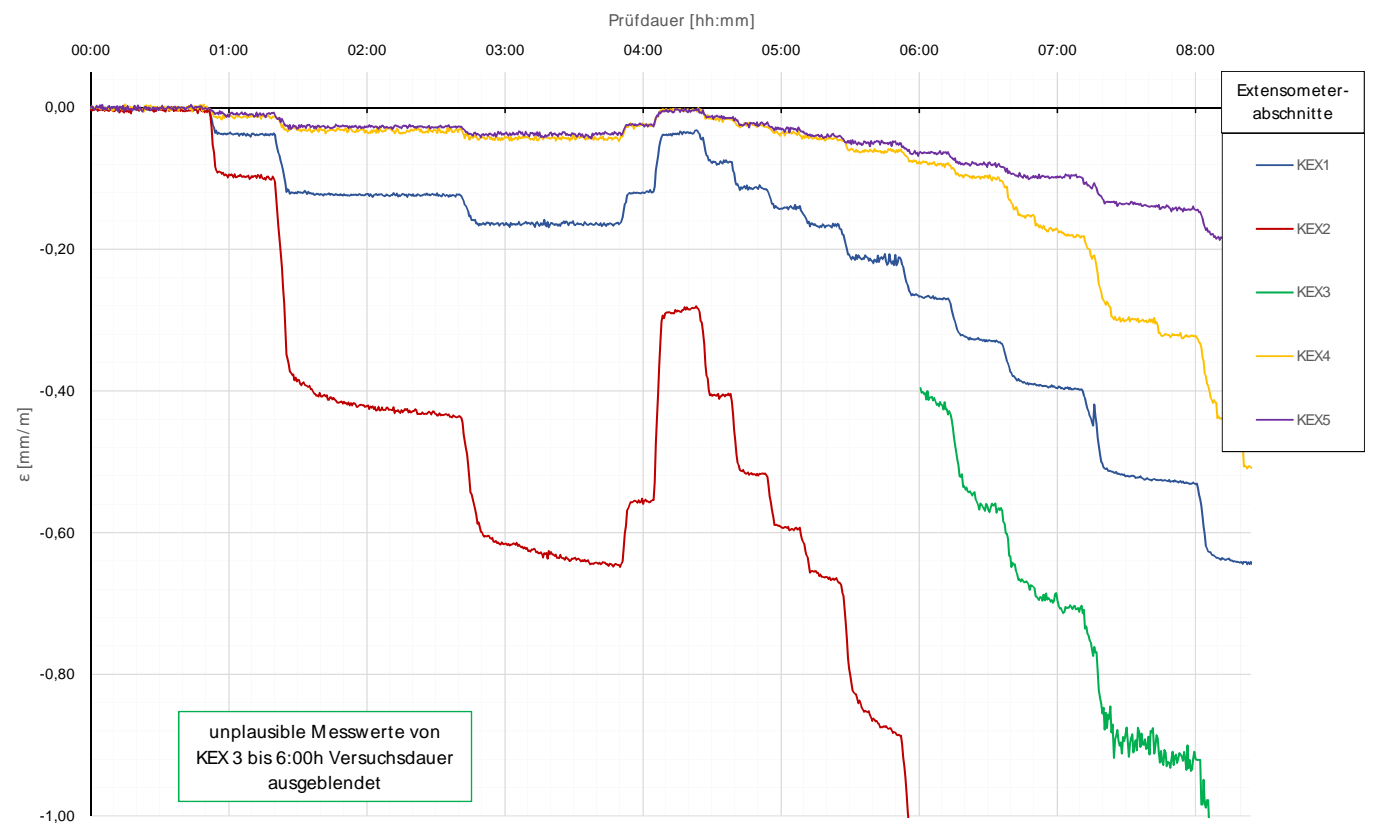
Kettenextensometer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

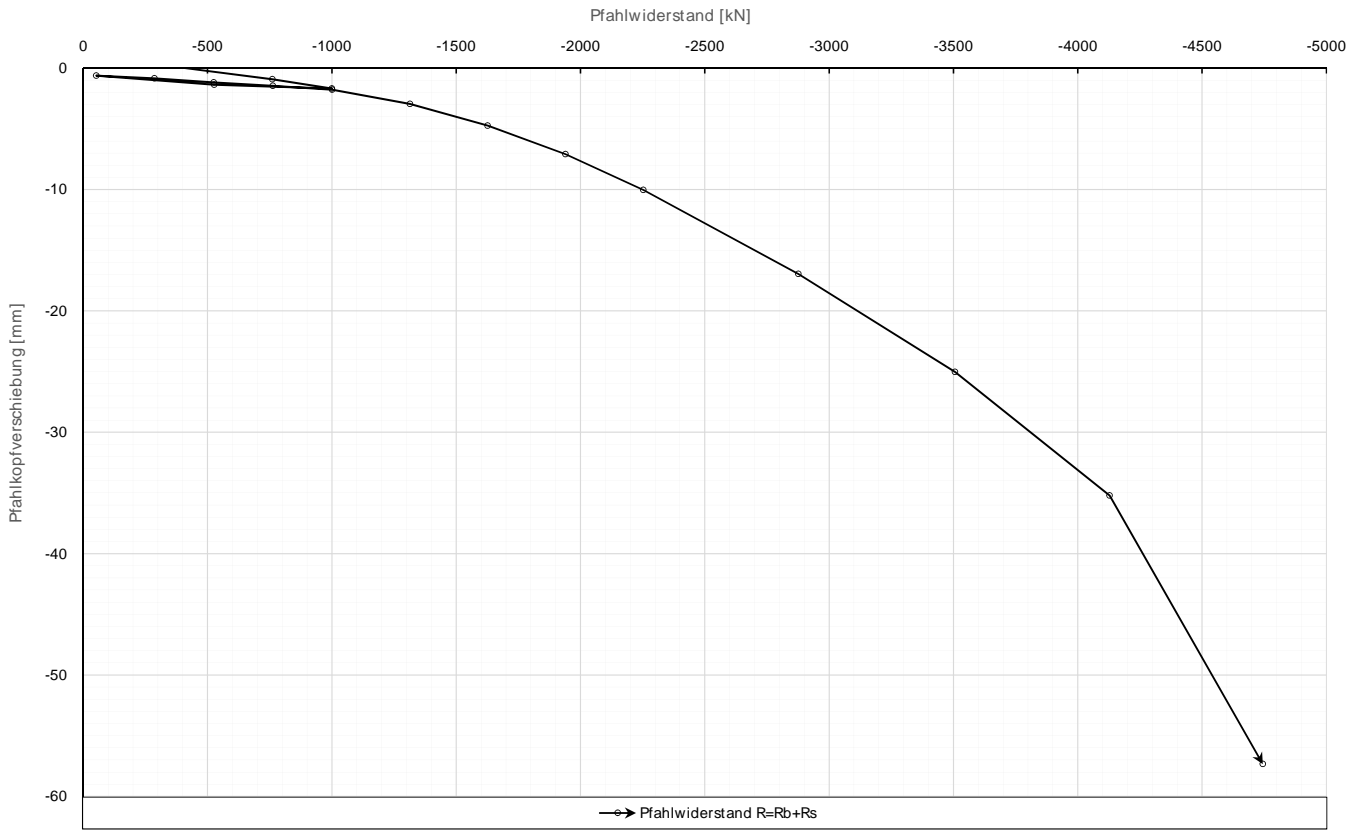
Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Kettenextensometer



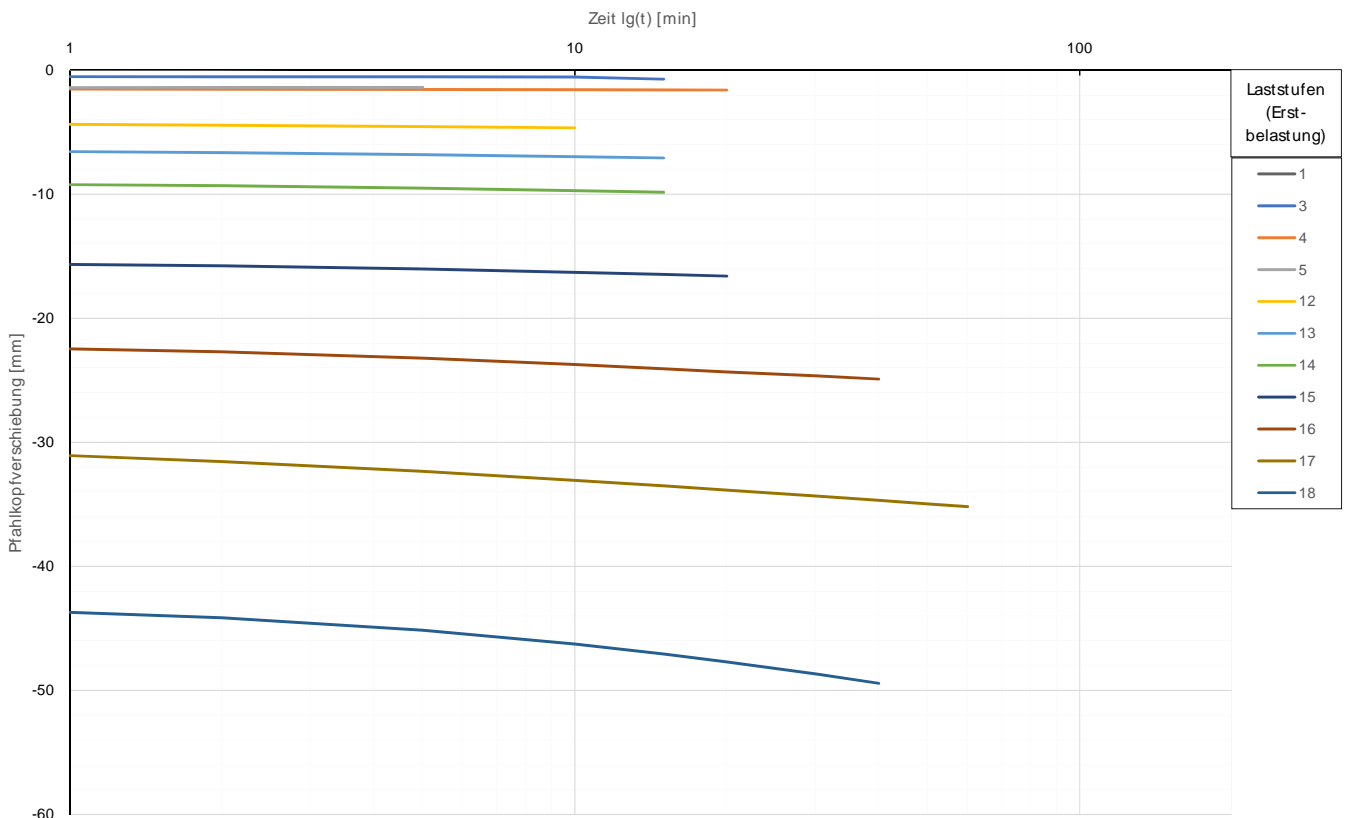
Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Widerstands-Setzungslinie

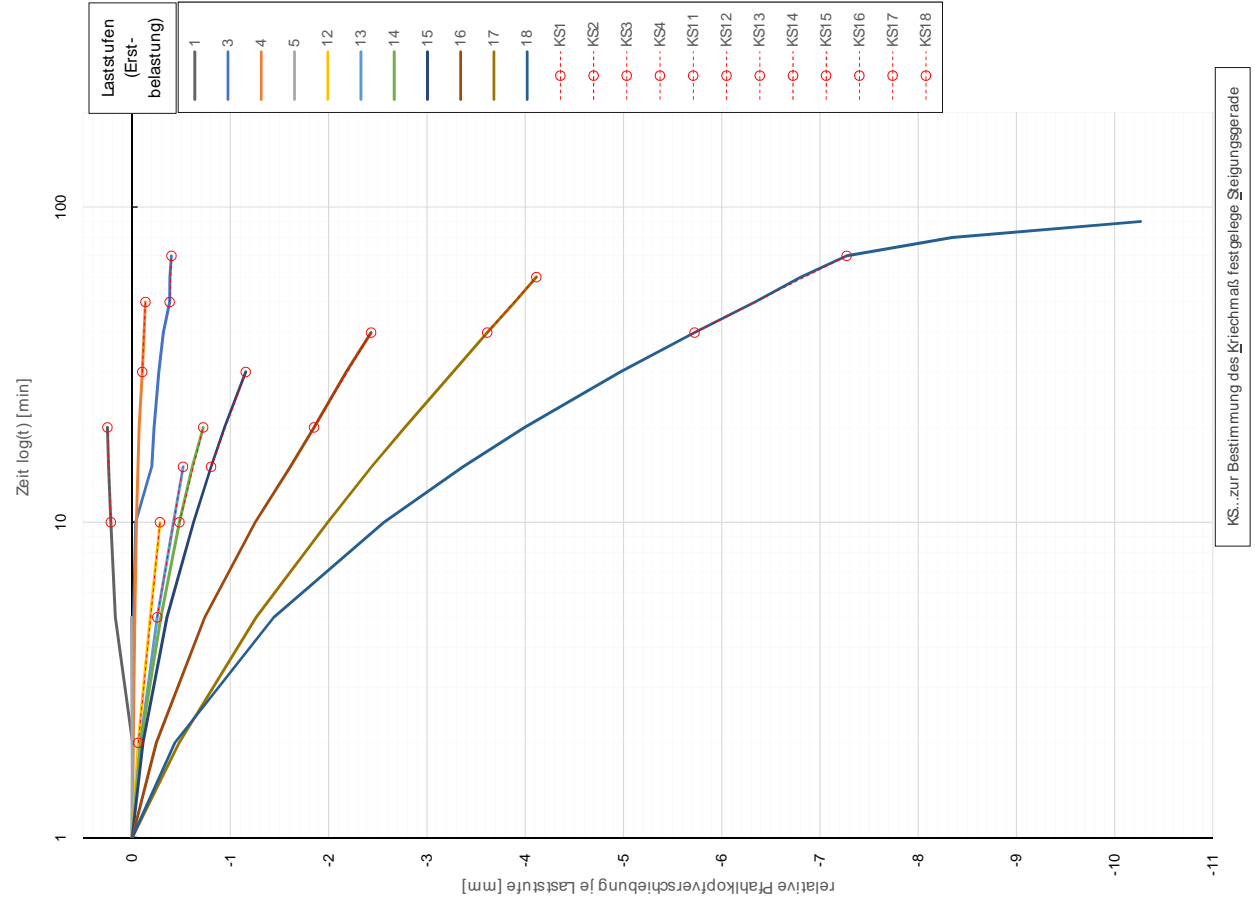


Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Zeitverformung



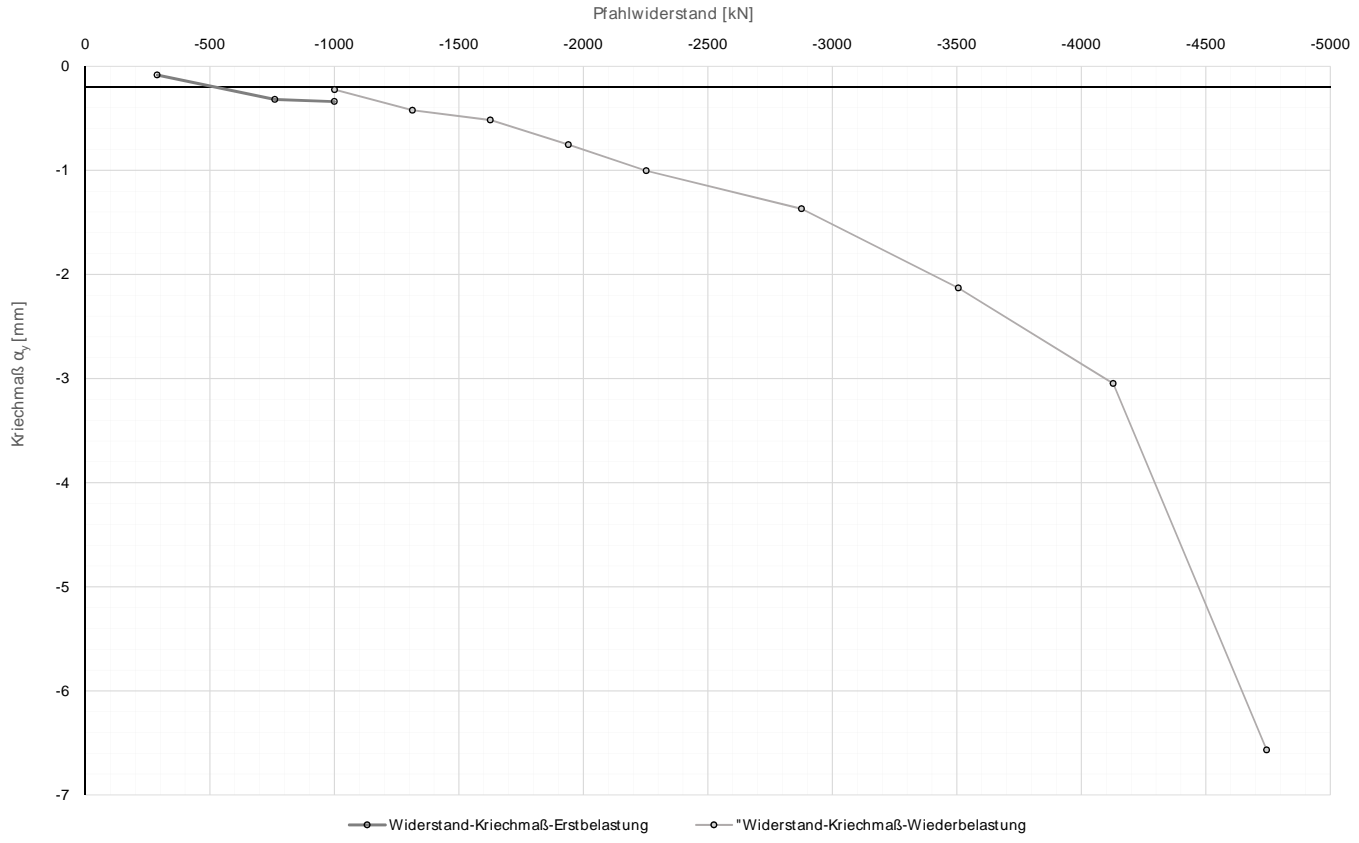
Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)



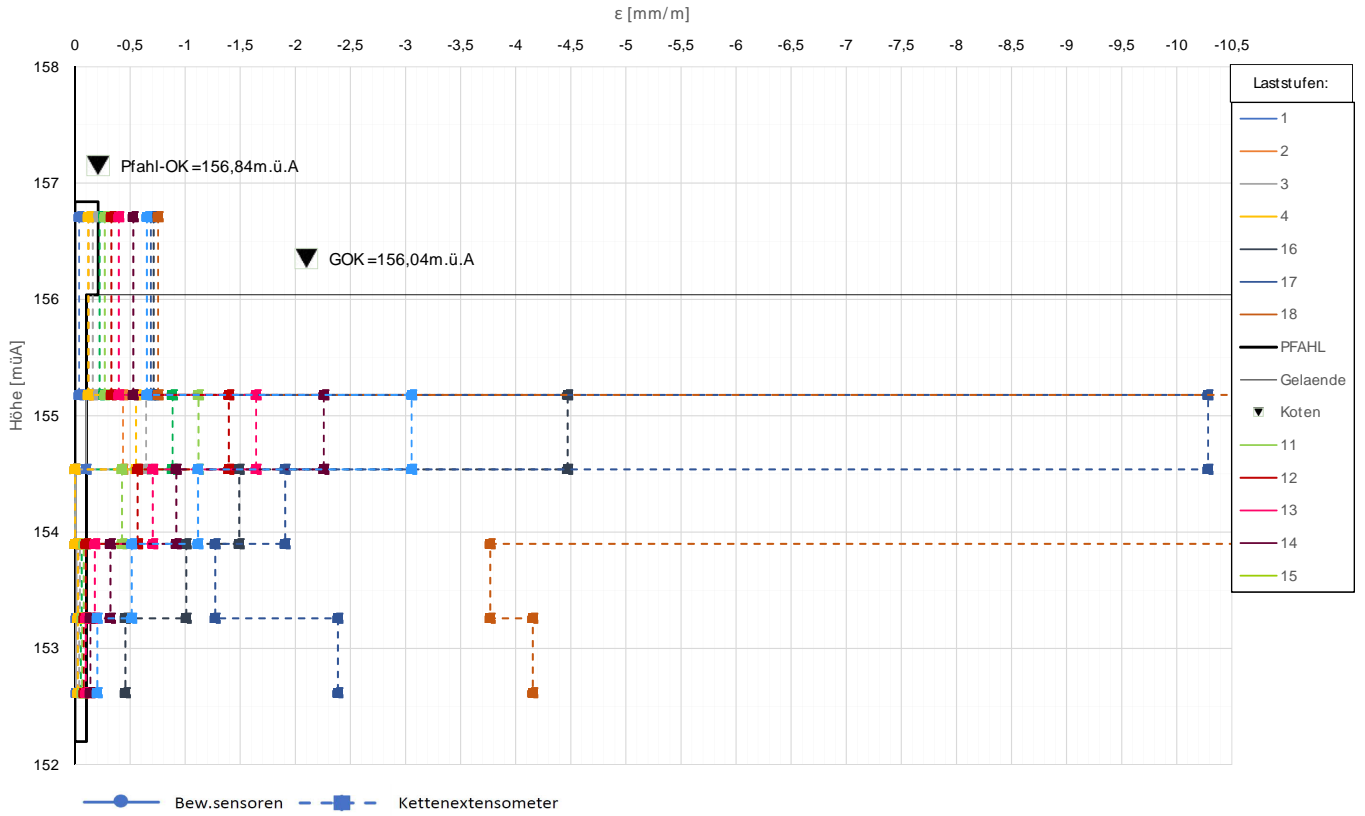
Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: D.K51 (Kies - Druck) Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	D.K52
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	38
Prüfdatum:	09.10.2017
Versuchsbeginn:	07:44 Uhr
Versuchsende:	00:29 Uhr
Wetterbedingungen:	7:30 9°C wolkenlos
besondere Versuchsbedingungen:	Versagen, KEX 3-Werte streuen stark

Geometrie Prüfkörper:

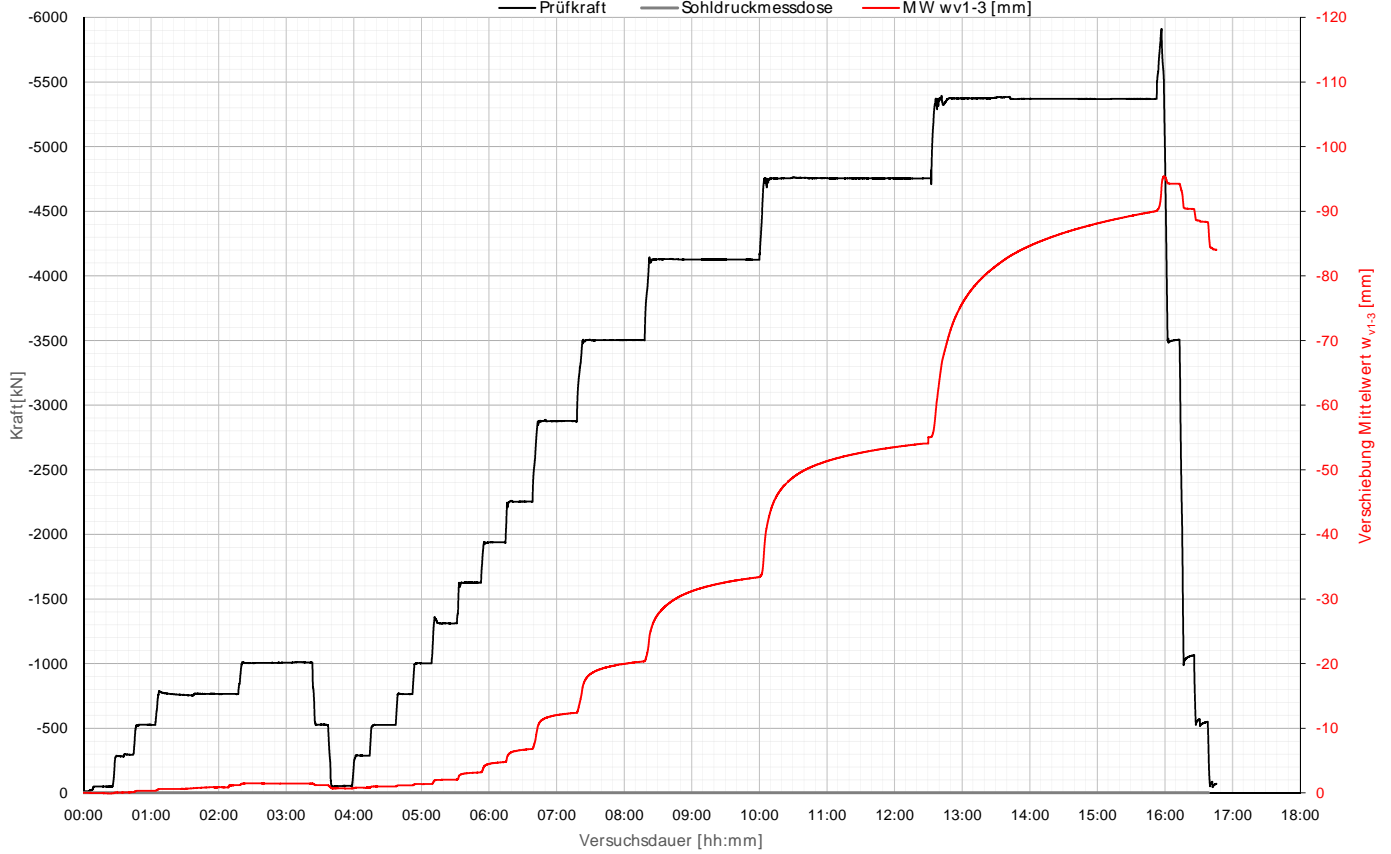
Bohrdurchmesser:	1200,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	1130973,36 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,83 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,03 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,63 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,83 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ A-LL	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	0,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

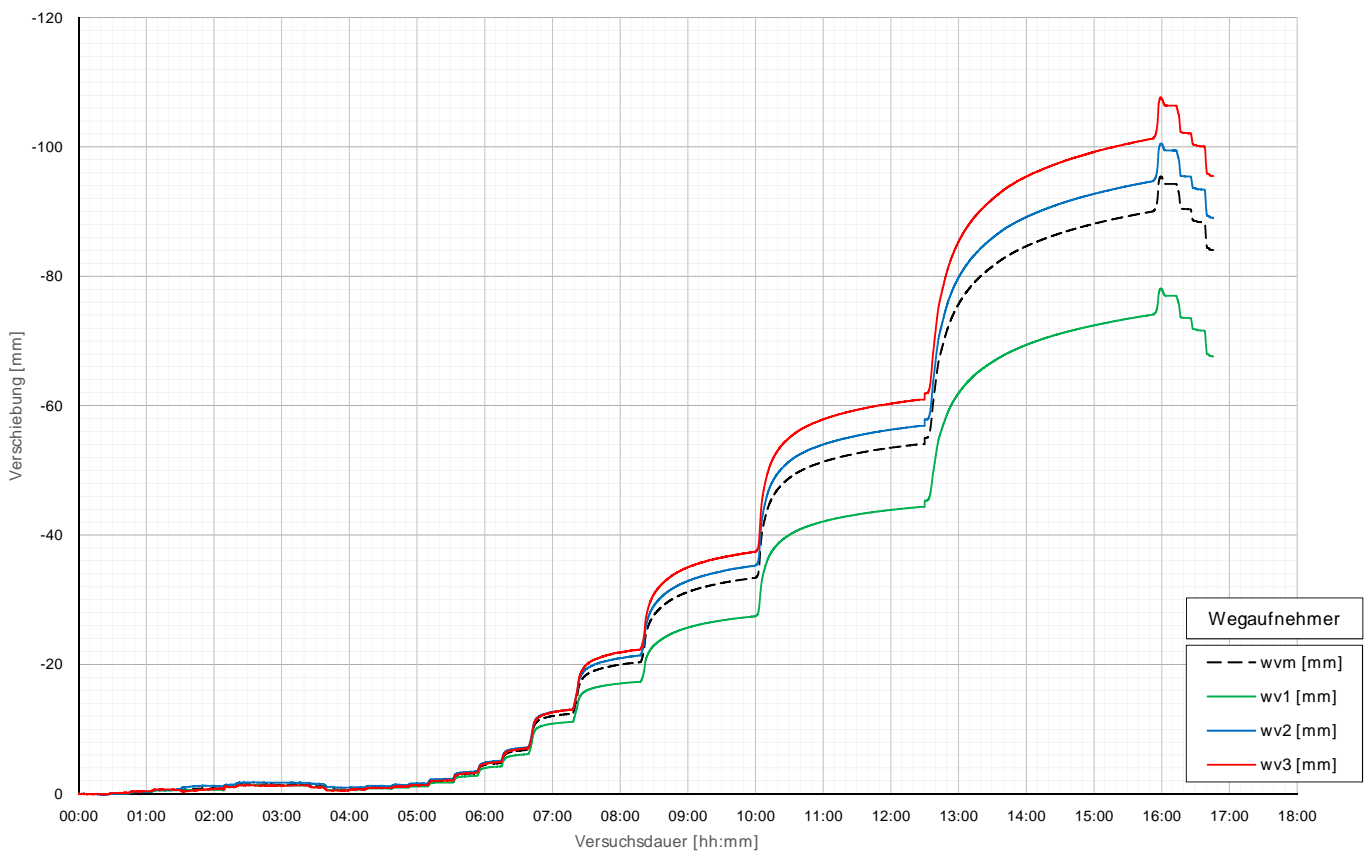


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Auswertung M WES I - Belastungsstufen und Verformungen																											
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]																	Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Söll [kN]	P Ist [kN]	MW vv1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 110 min [min]	Δt 140 min [min]	Δt 170 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	07:54	08:09	-50	-48	0,11																						
1	08:13	08:28	-288	-294	-0,09	-0,06	-0,05	-0,05	-0,07														2	10	-0,05	-0,07	-0,03
2	08:32	08:47	-525	-525	-0,32	-0,31	-0,32	-0,31	-0,33														2	10	-0,32	-0,33	0,00
3	08:52	10:00	-763	-764	-1,18	-0,59	-0,59	-0,60	-0,59	-0,60	-0,61	-0,71	-0,82	-0,85									30	50	-0,71	-0,85	-0,67
4	10:06	11:06	-1000	-1008	-1,42	-1,45	-1,46	-1,48	-1,48	-1,47	-1,45	-1,43	-1,42	-1,43									40	50	-1,42	-1,43	-0,10
5	11:11	11:21	-525	-525	-1,18	-1,19	-1,18	-1,19																			
6	11:26	11:41	-50	-54	-0,68	-0,71	-0,72	-0,71	-0,69																		
7	11:46	11:57	-288	-287	-0,79	-0,79	-0,79	-0,79	-0,79														2	10	-0,79	-0,79	0,01
8	12:02	12:21	-525	-525	-0,97	-0,99	-1,00	-0,99	-0,98	-0,98													5	15	-0,99	-0,98	0,02
9	12:25	12:35	-763	-764	-1,15	-1,16	-1,16	-1,16															1	5	-1,16	-1,16	0,00
10	12:39	12:52	-1000	-1002	-1,35	-1,36	-1,37	-1,36	-1,36														2	10	-1,37	-1,36	0,01
11	13:00	13:15	-1313	-1312	-2,05	-2,01	-2,01	-2,02	-2,03														2	10	-2,01	-2,03	-0,02
12	13:21	13:36	-1625	-1627	-3,15	-2,97	-3,00	-3,05	-3,11														2	10	-3,00	-3,11	-0,17
13	13:43	13:58	-1938	-1939	-4,76	-4,46	-4,50	-4,60	-4,69														2	10	-4,50	-4,69	-0,26
14	14:03	14:21	-2250	-2254	-6,77	-6,27	-6,36	-6,47	-6,63	-6,72													5	15	-6,47	-6,72	-0,53
15	14:30	15:01	-2875	-2877	-12,37	-11,22	-11,34	-11,61	-11,87	-12,05	-12,17	-12,35											15	30	-12,05	-12,35	-1,00
16	15:12	16:02	-3500	-3503	-20,34	-18,19	-18,35	-18,67	-19,08	-19,35	-19,57	-19,91	-20,16										20	40	-19,57	-20,16	-1,9458
17	16:12	17:44	-4125	-4125	-33,38	-27,29	-27,55	-28,20	-29,05	-29,71	-30,24	-31,05	-31,64	-32,11	-32,83	-33,10	-33,33						70	90	-32,83	-33,33	-4,5935
18	17:54	20:15	-4750	-4755	-55,03	-44,06	-44,56	-45,72	-47,08	-48,04	-48,79	-49,90	-50,69	-51,31	-52,25	-52,62	-52,95	-53,24	-53,49	-54,04			80	140	-52,62	-54,04	-5,8774
19	20:32	23:35	-5375	-5369	-89,98	-71,08	-71,63	-73,08	-74,98	-76,48	-77,72	-79,70	-81,22	-82,52	-84,47	-85,23	-85,91	-86,52	-87,06	-88,45	-89,56		100	170	-86,52	-89,56	-13,182
20	23:39	23:41	-6000	-5911	-93,80	-91,29	-92,98																				
21	23:47	23:57	-3500	-3506	-94,26	-94,28	-94,27	-94,26																			
22	00:00	00:10	-1000	-1066	-90,35	-90,52	-90,44	-90,39																			
23	00:12	00:22	-525	-549	-88,35	-88,58	-88,56	-88,40																			
24	00:24	00:29	-50	-67	-84,06	-84,38	-84,33																				

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

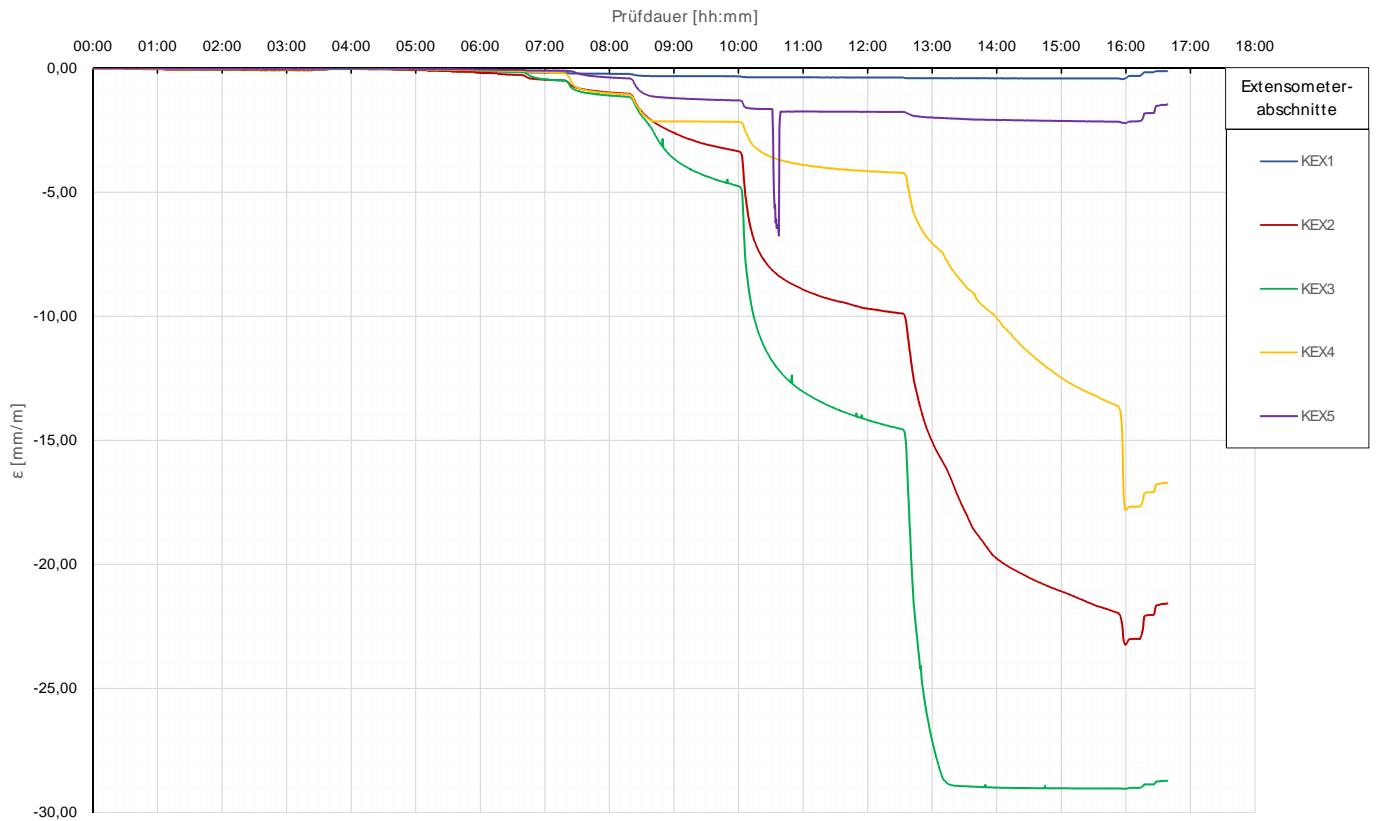
Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Auswertung M WES II - Kettenextensometer							Pfählwiderstand		
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KM D	
LS Nr.	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]	
			Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]		
0	08:09	-48	156,72/1,53	155,19/0,71	154,48/0,71	153,77/0,70	153,07/0,75		
1	08:28	-294	-0,0138	-0,0123	0,0000	-0,0122	-0,0033	-293,9	
2	08:47	-525	-0,0302	-0,0373	-0,0166	-0,0265	-0,0111	-525,2	
3	10:00	-764	-0,0407	-0,0566	-0,0291	-0,0366	-0,0157	-764,5	
4	11:06	-1008	-0,0544	-0,0768	-0,0407	-0,0448	-0,0208	-1008,0	
5	11:21	-525	-0,0314	-0,0510	-0,0326	-0,0186	-0,0131	-524,5	
6	11:41	-54	-0,0030	-0,0090	-0,0319	0,0076	-0,0092	-54,0	
7	11:57	-287	-0,0157	-0,0212	-0,0362	-0,0107	-0,0111	-286,9	
8	12:21	-525	-0,0308	-0,0393	-0,0353	-0,0179	-0,0135	-524,9	
9	12:35	-764	-0,0380	-0,0600	-0,0276	-0,0291	-0,0194	-764,3	
10	12:52	-1002	-0,0537	-0,0800	-0,0262	-0,0392	-0,0252	-1001,6	
11	13:15	-1312	-0,0720	-0,1069	-0,0493	-0,0477	-0,0292	-1312,3	
12	13:36	-1627	-0,0906	-0,1444	-0,0752	-0,0683	-0,0409	-1626,5	
13	13:58	-1939	-0,1092	-0,1959	-0,1010	-0,0859	-0,0493	-1939,0	
14	14:21	-2254	-0,1300	-0,2691	-0,1572	-0,1051	-0,0659	-2253,6	
15	15:01	-2877	-0,1730	-0,4871	-0,4976	-0,1968	-0,0956	-2876,7	
16	16:02	-3503	-0,2242	-1,0223	-1,1452	-1,0579	-0,4084	-3502,9	
17	17:44	-4125	-0,3223	-3,3431	-4,7561	-2,1584	-1,2937	-4124,6	
18	20:15	-4755	-0,3722	-9,8757	-14,5364	-4,2127	-1,7620	-4754,8	
19	23:35	-5369	-0,4123	-21,9250	-29,0329	-13,5911	-2,1517	-5368,9	
20	23:41	-5911	-0,4381	-22,6284	-29,0389	-15,4434	-2,2056	-5911,3	
21	23:57	-3506	-0,3107	-23,0046	-29,0076	-17,6672	-2,1348	-3506,1	
22	00:10	-1066	-0,1577	-22,0333	-28,8632	-17,0845	-1,8011	-1065,9	
23	00:22	-549	-0,1127	-21,5859	-28,7255	-16,7166	-1,4690	-549,4	
24	00:29	-67	-0,0287	-20,8147	-28,0280	-15,8528	-0,7459	-67,2	

Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

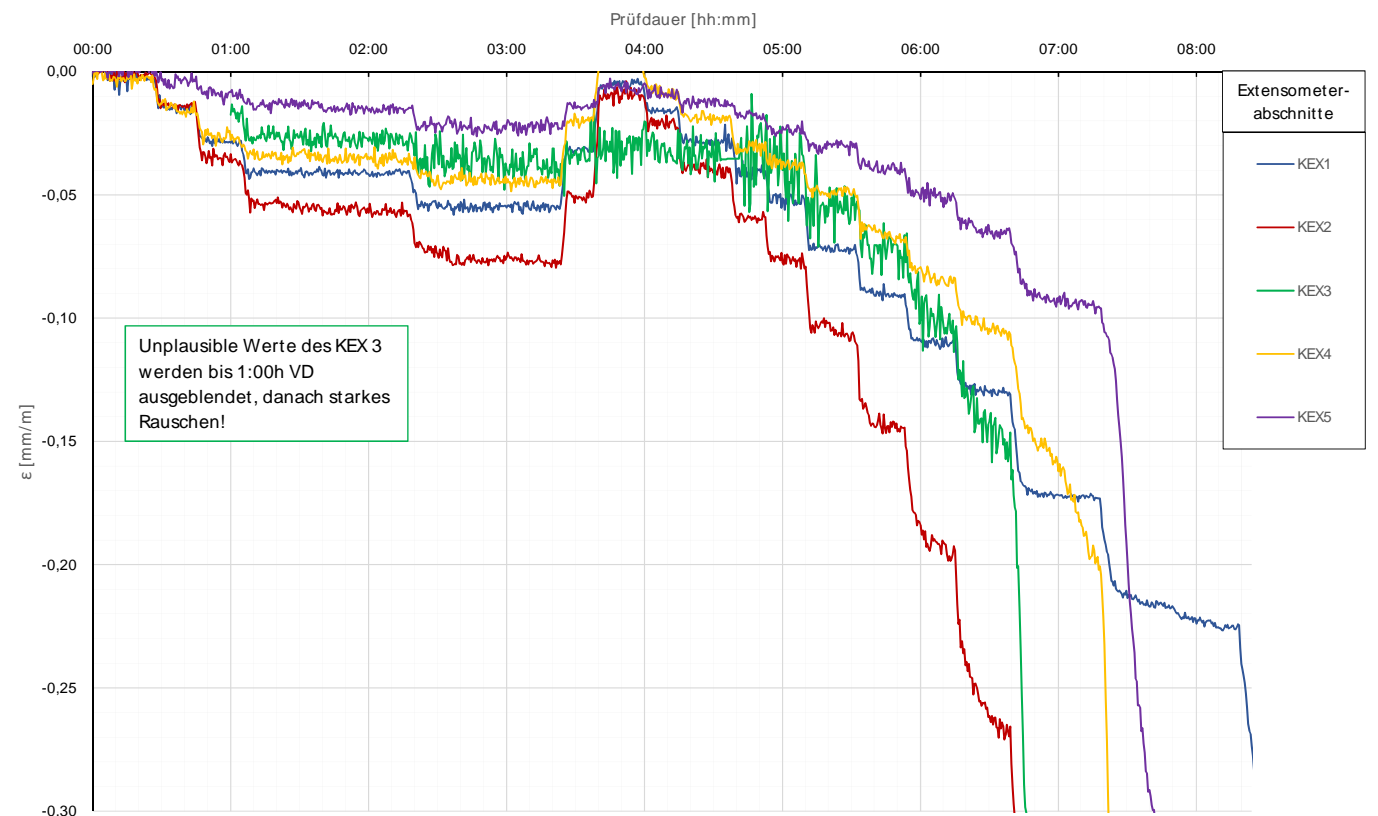
Kettenextensometer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

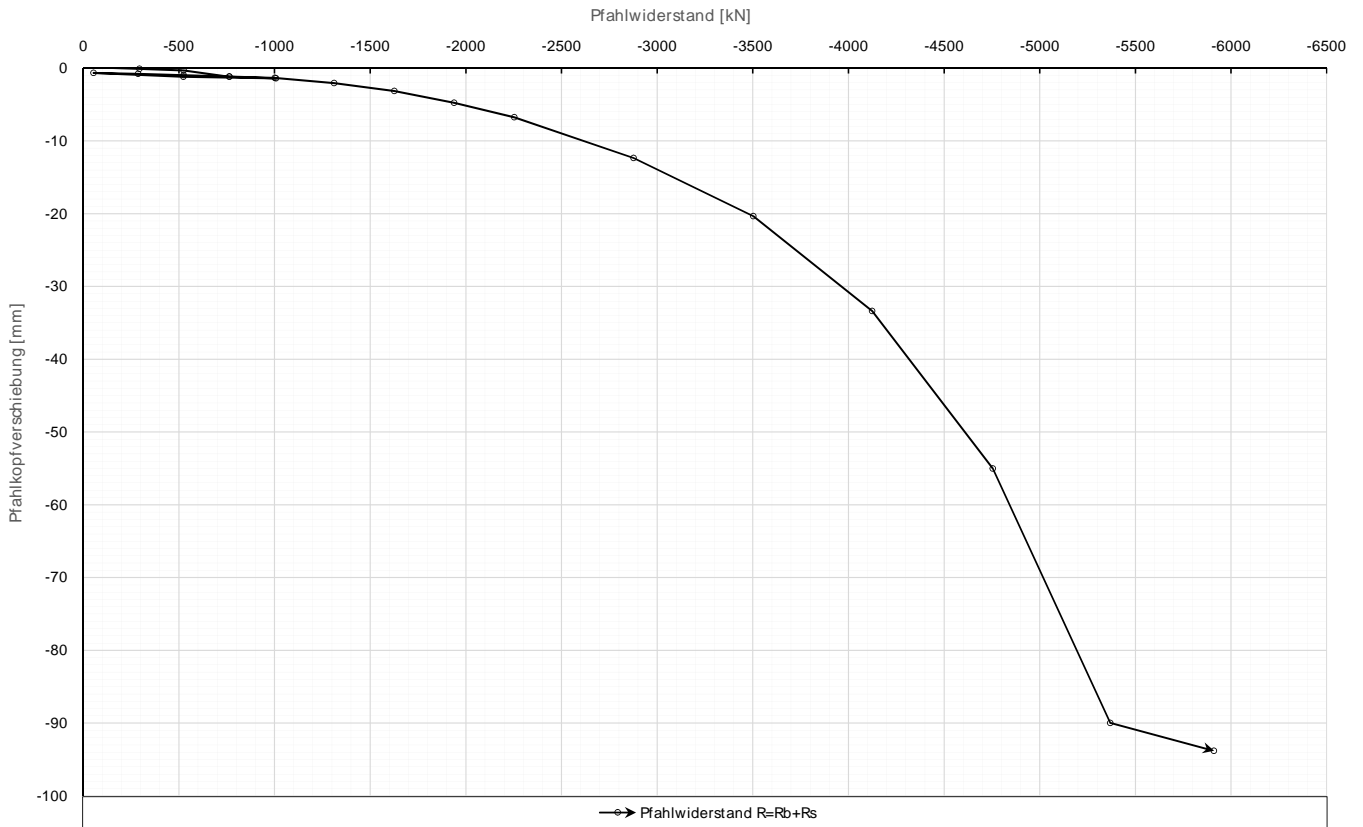
Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Kettenextensometer



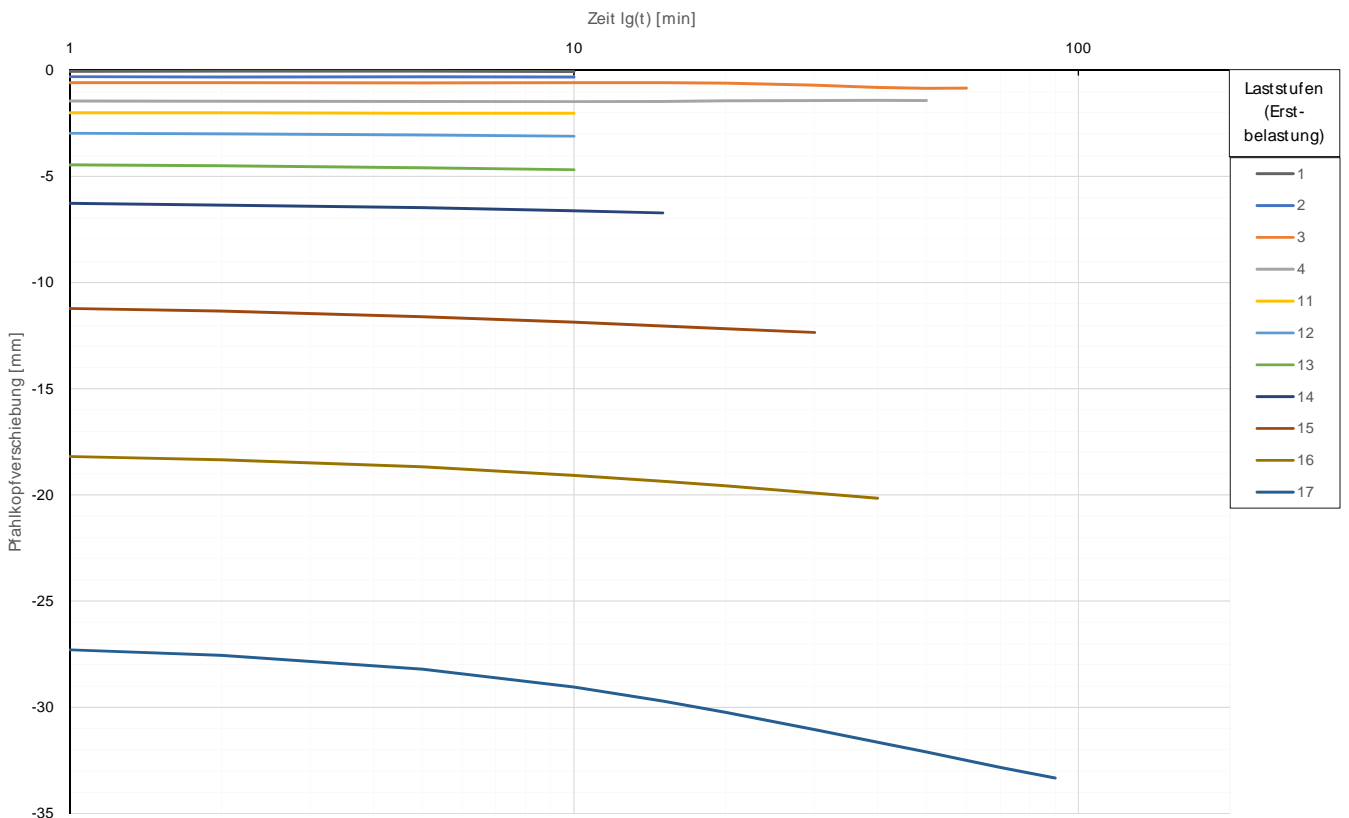
Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Widerstands-Setzungslinie



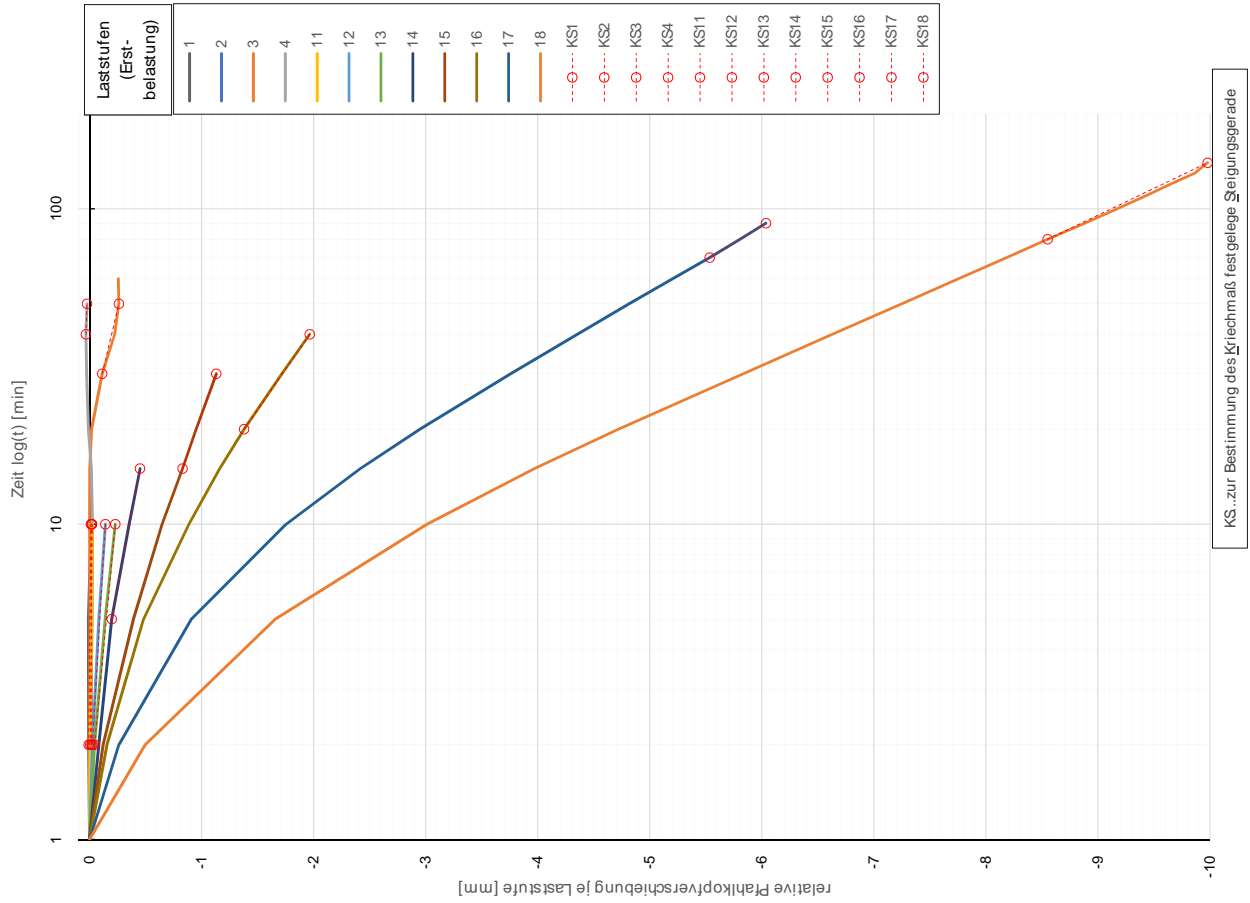
Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Zeitverformung



Zeitverformung

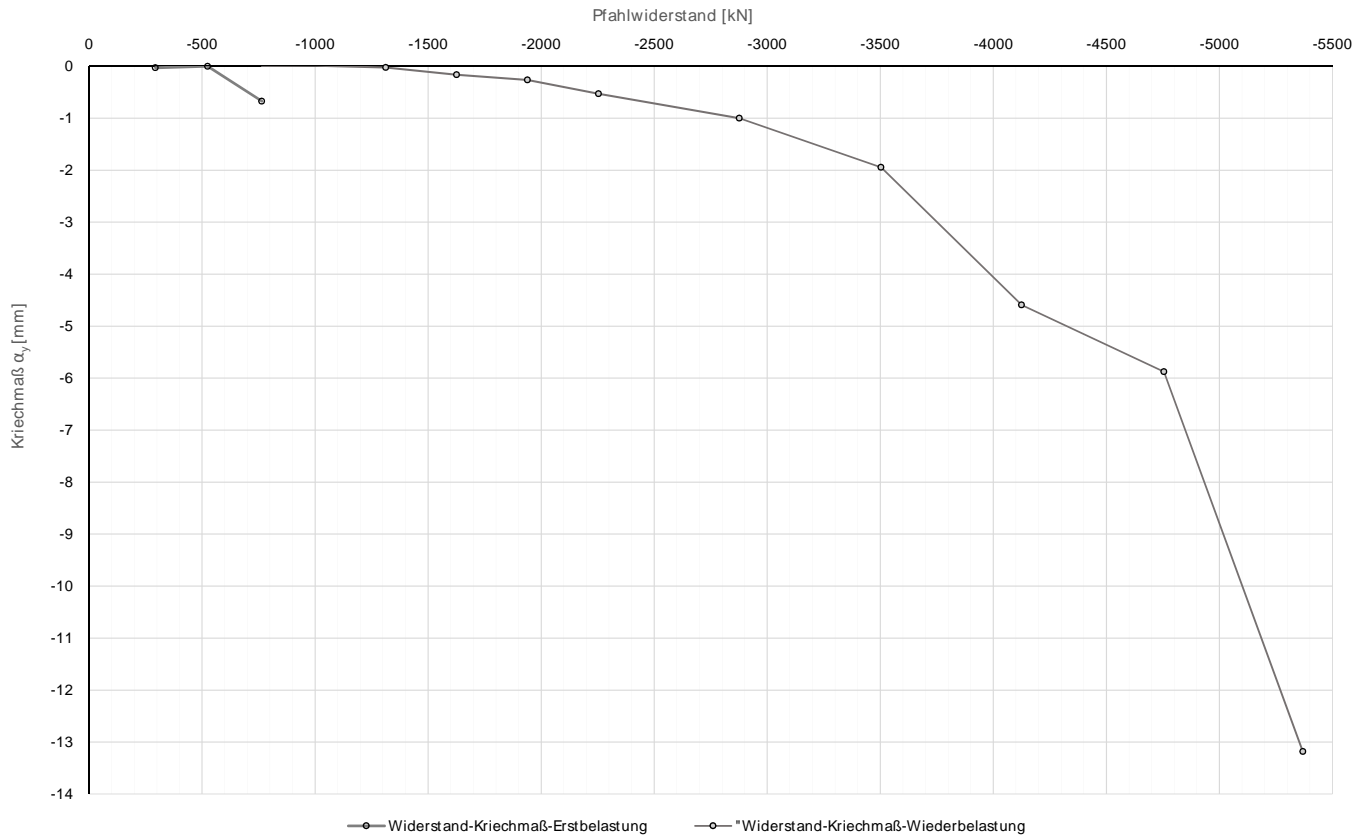
Prüfkörper: D.K52
(Kies - Druck)



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

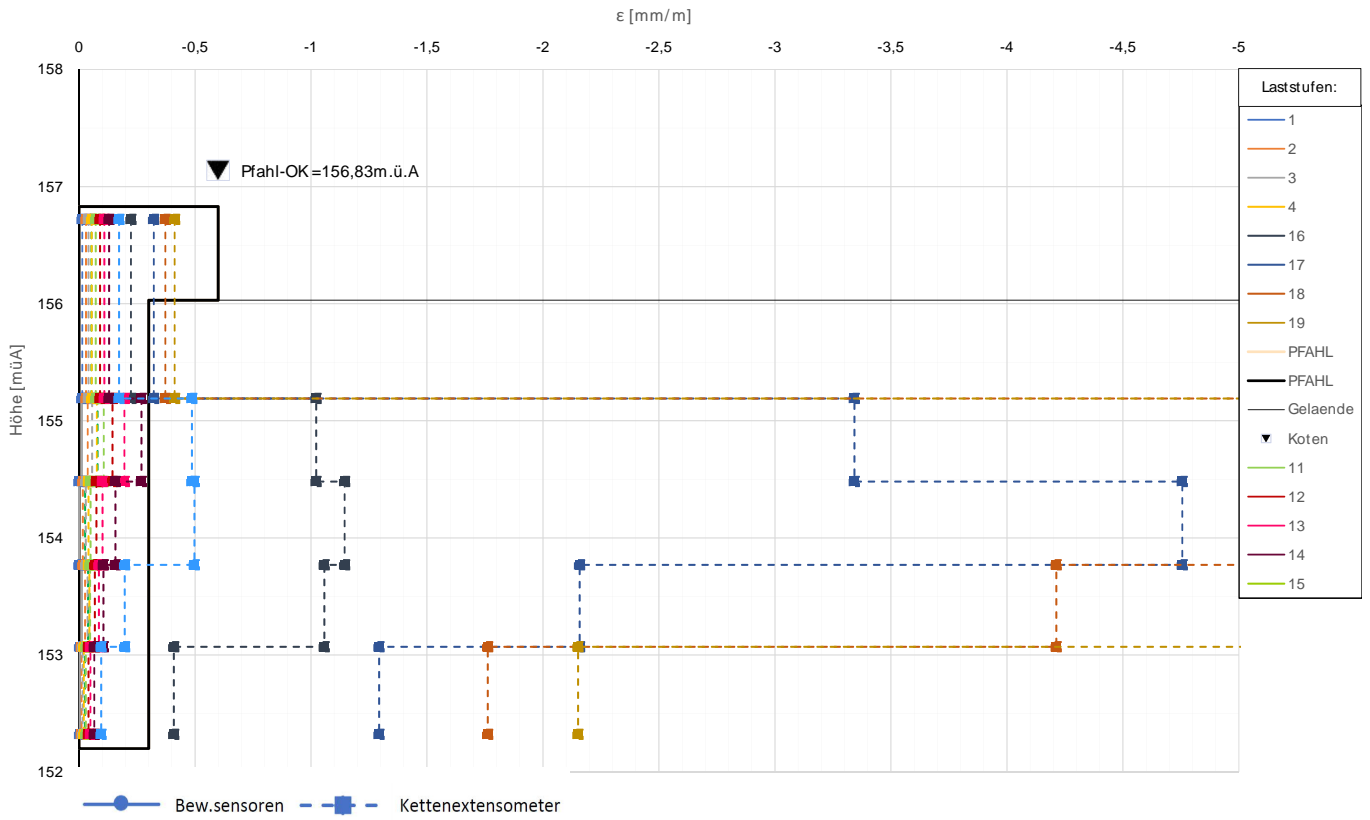
Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: D.K52 (Kies - Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	D.K53
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	35
Prüfdatum:	28.09.2017
Versuchsbeginn:	07:30 Uhr
Versuchsende:	21:09 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00 13°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	KEX 3 Werte springen stark, bis 6h VD gelöscht

Geometrie Prüfkörper:

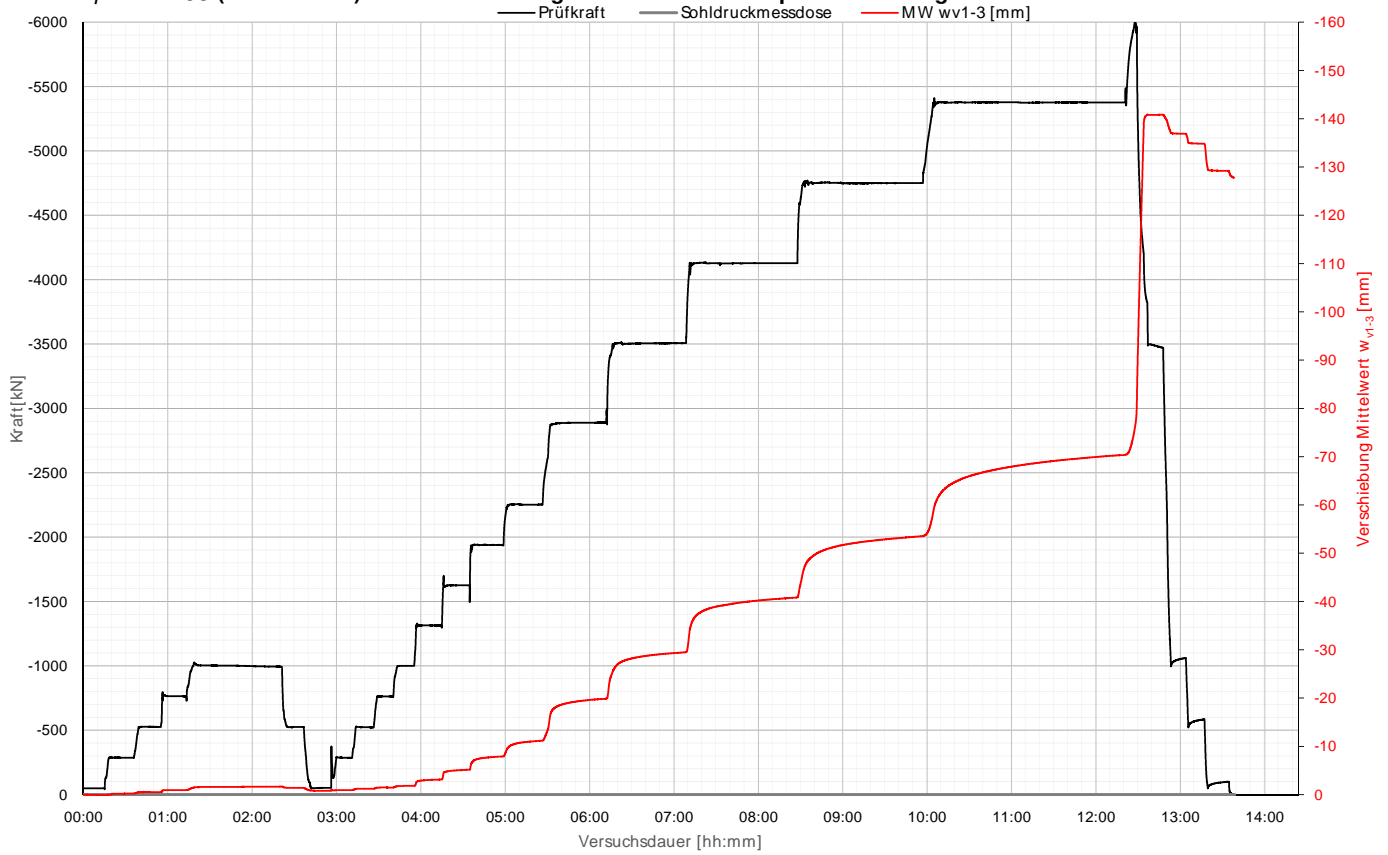
Bohrdurchmesser:	1200,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	1130973,36 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,00 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,60 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,80 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-
Zement:	CEM II/ B-M (S-L)
W/B-Wert Zementsuspension:	-
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	0,00 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{SS}=$	0,00 mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{SS}=$	0,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS}=$	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS}=$	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	-
Gesamtquerschnitt Stahl $A_S=$	0,00 mm ²
E-Modul Baustahl $E_S=$	0,00 kN/mm ²

Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

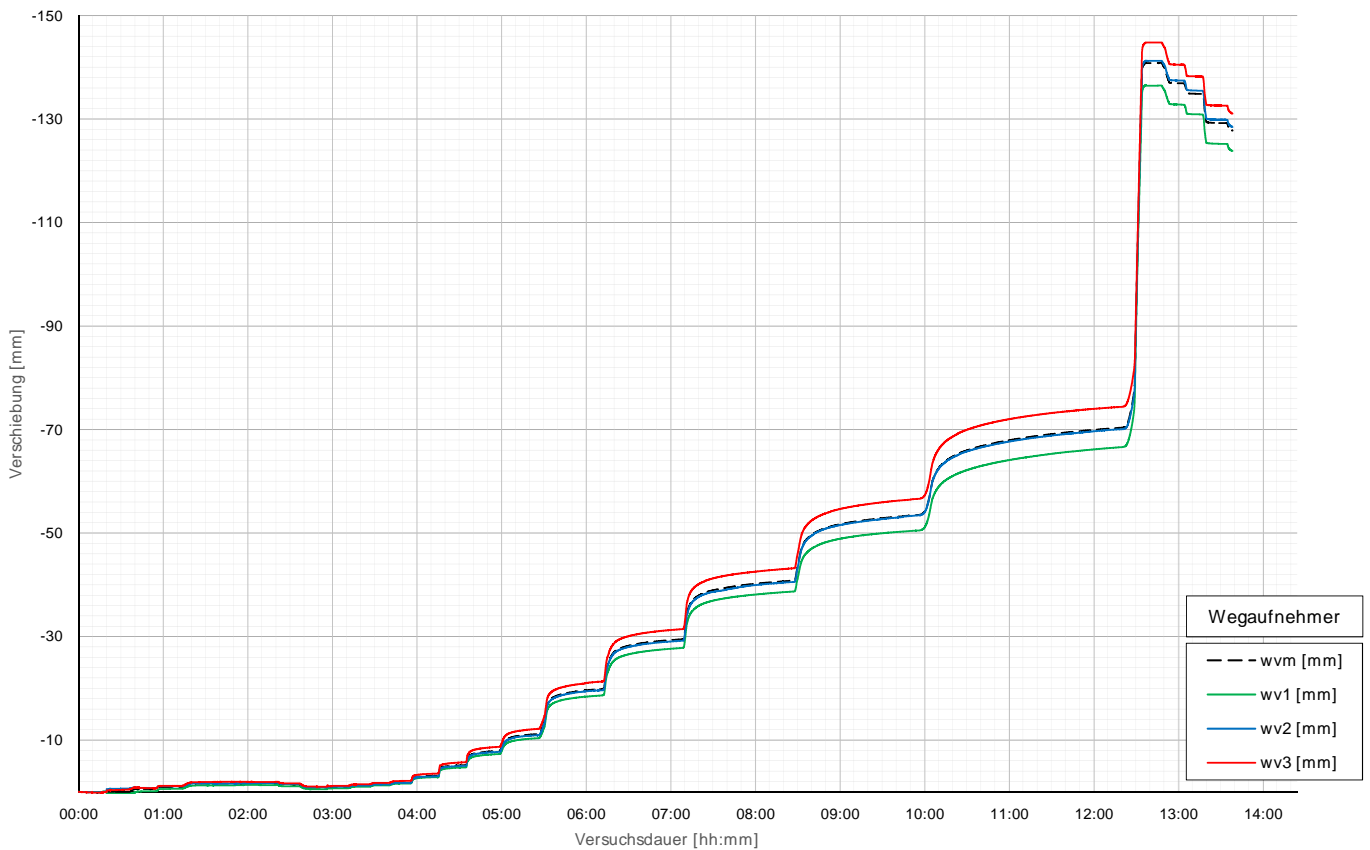


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]														Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	MW wv1-3 [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 60 min	Δt 70 min	Δt 100 min	Δt 130 min	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	07:35	07:50	-50	-47	0,10																			
1	07:54	08:10	-288	-285	-0,23	-0,16	-0,17	-0,18	-0,20	-0,22										5	15	-0,18	-0,22	-0,09
2	08:15	08:30	-525	-526	-0,51	-0,54	-0,54	-0,54	-0,52											1	5	-0,54	-0,54	0,00
3	08:33	08:48	-763	-763	-0,93	-0,93	-0,93	-0,93	-0,93											2	10	-0,93	-0,93	0,00
4	08:56	09:56	-1000	-993	-1,66	-1,56	-1,57	-1,60	-1,60	-1,60	-1,59	-1,60	-1,63	-1,63						30	50	-1,60	-1,63	-0,14
5	10:01	10:11	-525	-525	-1,40	-1,41	-1,41	-1,40																
6	10:16	10:31	-50	-52	-0,78	-0,82	-0,82	-0,81	-0,80															
7	10:36	10:46	-288	-285	-0,94	-0,94	-0,94	-0,94												1	5	-0,94	-0,94	0,00
8	10:50	11:01	-525	-523	-1,21	-1,20	-1,22	-1,22	-1,22											2	10	-1,22	-1,22	0,01
9	11:05	11:15	-763	-762	-1,46	-1,47	-1,48	-1,47												1	5	-1,47	-1,47	0,00
10	11:20	11:30	-1000	-1000	-1,82	-1,79	-1,79	-1,81												1	5	-1,79	-1,81	-0,03
11	11:34	11:49	-1313	-1314	-3,12	-2,91	-2,94	-3,01	-3,08											2	10	-2,94	-3,08	-0,20
12	11:54	12:09	-1625	-1625	-5,15	-4,88	-4,92	-5,00	-5,08											2	10	-4,92	-5,08	-0,24
13	12:12	12:31	-1938	-1940	-7,87	-7,15	-7,28	-7,49	-7,68	-7,80										5	15	-7,49	-7,80	-0,66
14	12:39	13:01	-2250	-2253	-11,16	-10,34	-10,44	-10,67	-10,89	-11,02	-11,12									10	20	-10,89	-11,12	-0,79
15	13:08	13:42	-2875	-2889	-19,78	-17,72	-17,97	-18,45	-18,89	-19,18	-19,39	-19,69								15	30	-19,18	-19,69	-1,72
16	13:53	14:42	-3500	-3507	-29,46	-26,77	-27,05	-27,59	-28,08	-28,41	-28,66	-29,02	-29,28							20	40	-28,663	-29,279	-2,0466
17	14:49	16:02	-4125	-4128	-40,82	-36,90	-37,19	-37,82	-38,48	-38,89	-39,17	-39,65	-40,03	-40,32	-40,56	-40,77				50	70	-40,32	-40,767	-3,0602
18	16:12	17:31	-4750	-4751	-53,52	-49,28	-49,51	-50,06	-50,70	-51,16	-51,53	-52,06	-52,46	-52,79	-53,07	-53,32				50	70	-52,788	-53,322	-3,6546
19	17:41	19:55	-5375	-5377	-70,37	-61,26	-61,80	-62,97	-64,16	-64,95	-65,60	-66,49	-67,18	-67,74	-68,22	-68,63	-69,58	-70,29		100	130	-69,582	-70,294	-6,2468
20	20:02	20:02	-6000	-6008	-76,68																			
21	20:12	20:22	-3500	-3472	-140,83	-140,81	-140,81	-140,81																
22	20:28	20:38	-1000	-1060	-136,89	-136,98	-136,96	-136,92																
23	20:41	20:51	-525	-583	-134,85	-134,93	-134,91	-134,88																

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

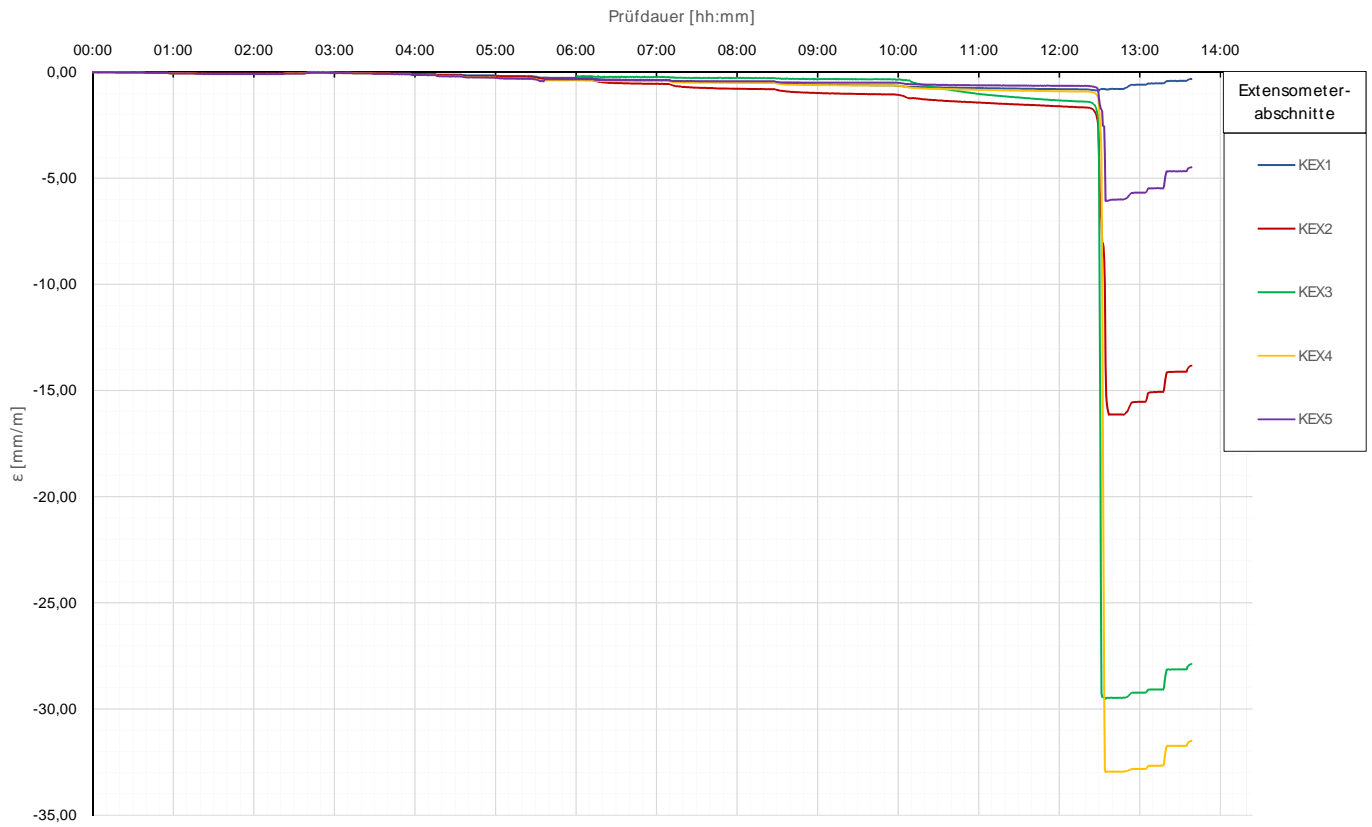


Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer						Pfahlwiderstand		
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KMD
LS Nr.	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]
			Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	
0	07:50	-47	156,66/1,54	155,12/0,70	154,42/0,71	153,71/0,70	153,01/0,71	
1	08:10	-285	-0,0197	-0,0135	0,0000	-0,0206	-0,0185	-285,5
2	08:30	-526	-0,0332	-0,0263	0,0000	-0,0430	-0,0365	-525,7
3	08:48	-763	-0,0519	-0,0456	0,0000	-0,0674	-0,0604	-763,4
4	09:56	-993	-0,0696	-0,0703	0,0000	-0,0933	-0,0942	-993,4
5	10:11	-525	-0,0397	-0,0477	0,0000	-0,0649	-0,0676	-524,6
6	10:31	-52	-0,0093	-0,0124	0,0000	-0,0173	-0,0294	-52,3
7	10:46	-285	-0,0259	-0,0247	0,0000	-0,0401	-0,0457	-284,8
8	11:01	-523	-0,0398	-0,0398	0,0000	-0,0567	-0,0636	-522,6
9	11:15	-762	-0,0567	-0,0599	0,0000	-0,0810	-0,0807	-761,9
10	11:30	-1000	-0,0689	-0,0730	0,0000	-0,0980	-0,0985	-1000,0
11	11:49	-1314	-0,0960	-0,1125	0,0000	-0,1371	-0,1449	-1314,1
12	12:09	-1625	-0,1245	-0,1529	0,0000	-0,1967	-0,2063	-1625,5
13	12:31	-1940	-0,1576	-0,1905	0,0000	-0,2453	-0,2587	-1939,6
14	13:01	-2253	-0,1925	-0,2394	0,0000	-0,2986	-0,3175	-2253,4
15	13:42	-2889	-0,2803	-0,3782	-0,1971	-0,3869	-0,3384	-2889,5
16	14:42	-3507	-0,3767	-0,5591	-0,2373	-0,4209	-0,3741	-3507,3
17	16:02	-4128	-0,4759	-0,8035	-0,2849	-0,5086	-0,4328	-4127,8
18	17:31	-4751	-0,6301	-1,0516	-0,3415	-0,6254	-0,4979	-4751,4
19	19:55	-5377	-0,8144	-1,6679	-1,3944	-0,9134	-0,6537	-5376,6
20	20:02	-5969	-0,8618	-2,0186	-1,7214	-1,0521	-0,7213	-5969,1
21	20:22	-3472	-0,7924	-16,1353	-29,4688	-32,9469	-6,0010	-3472,2
22	20:38	-1060	-0,5962	-15,5264	-29,2266	-32,8207	-5,6766	-1059,8
23	20:51	-583	-0,5320	-15,0595	-29,0837	-32,6660	-5,4704	-583,4

Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

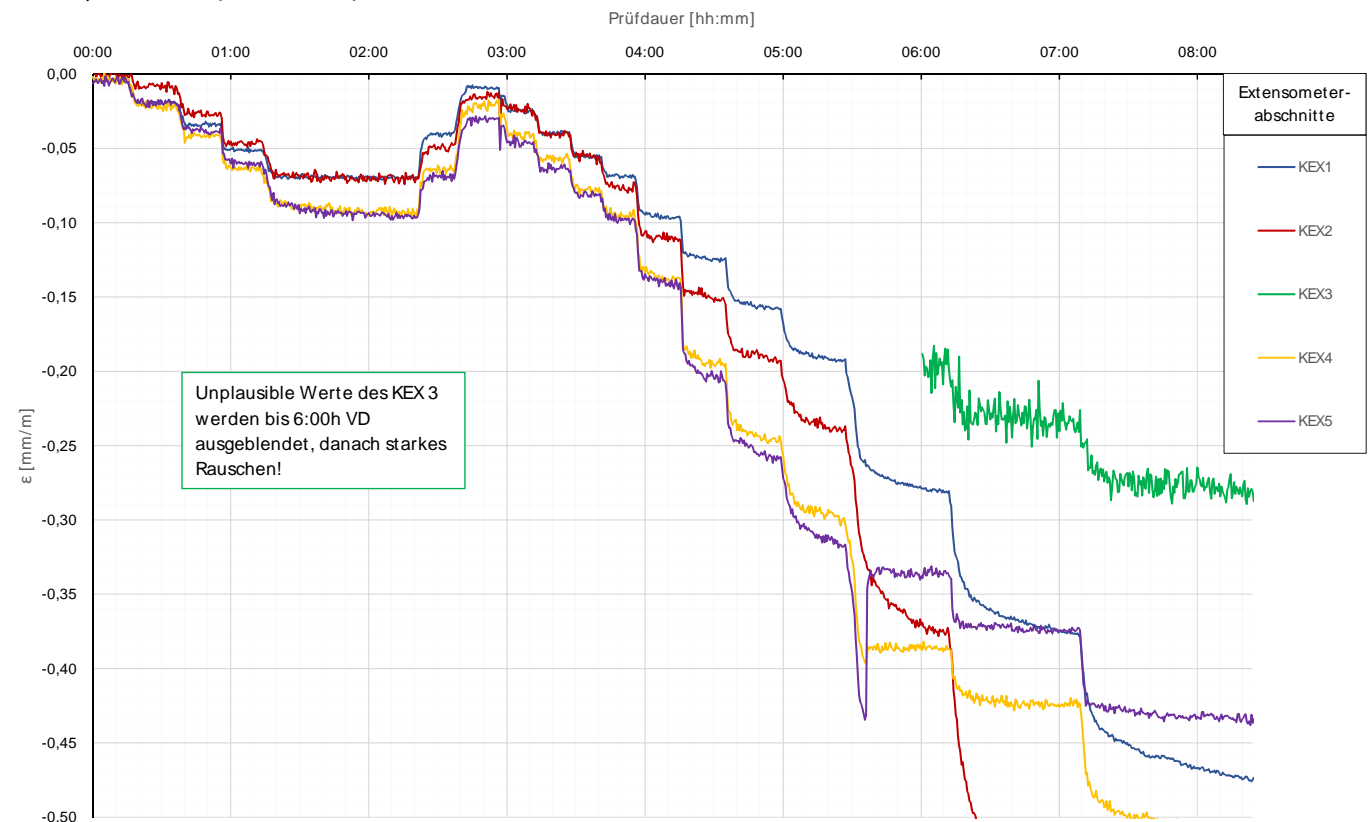
Kettenextensometer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

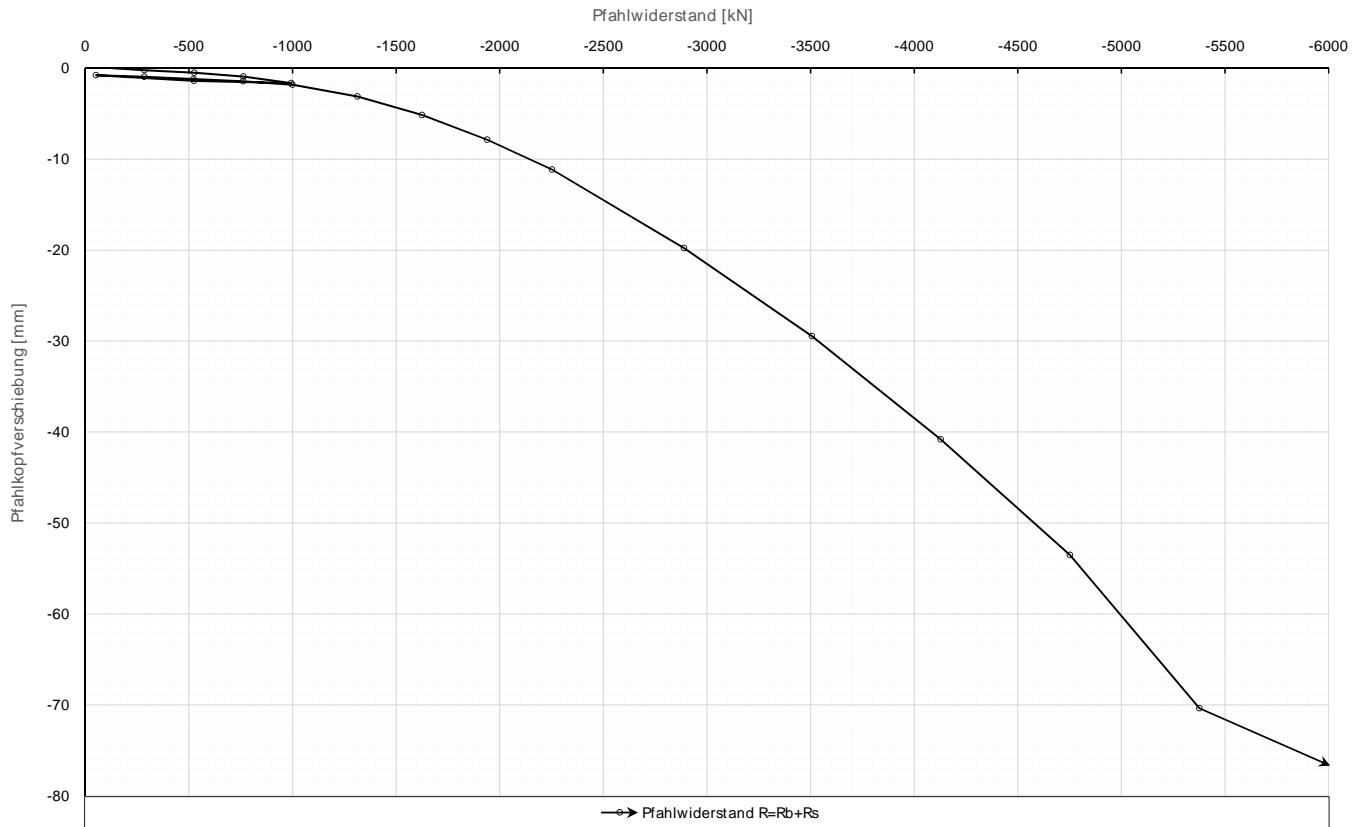
Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Kettenextensometer



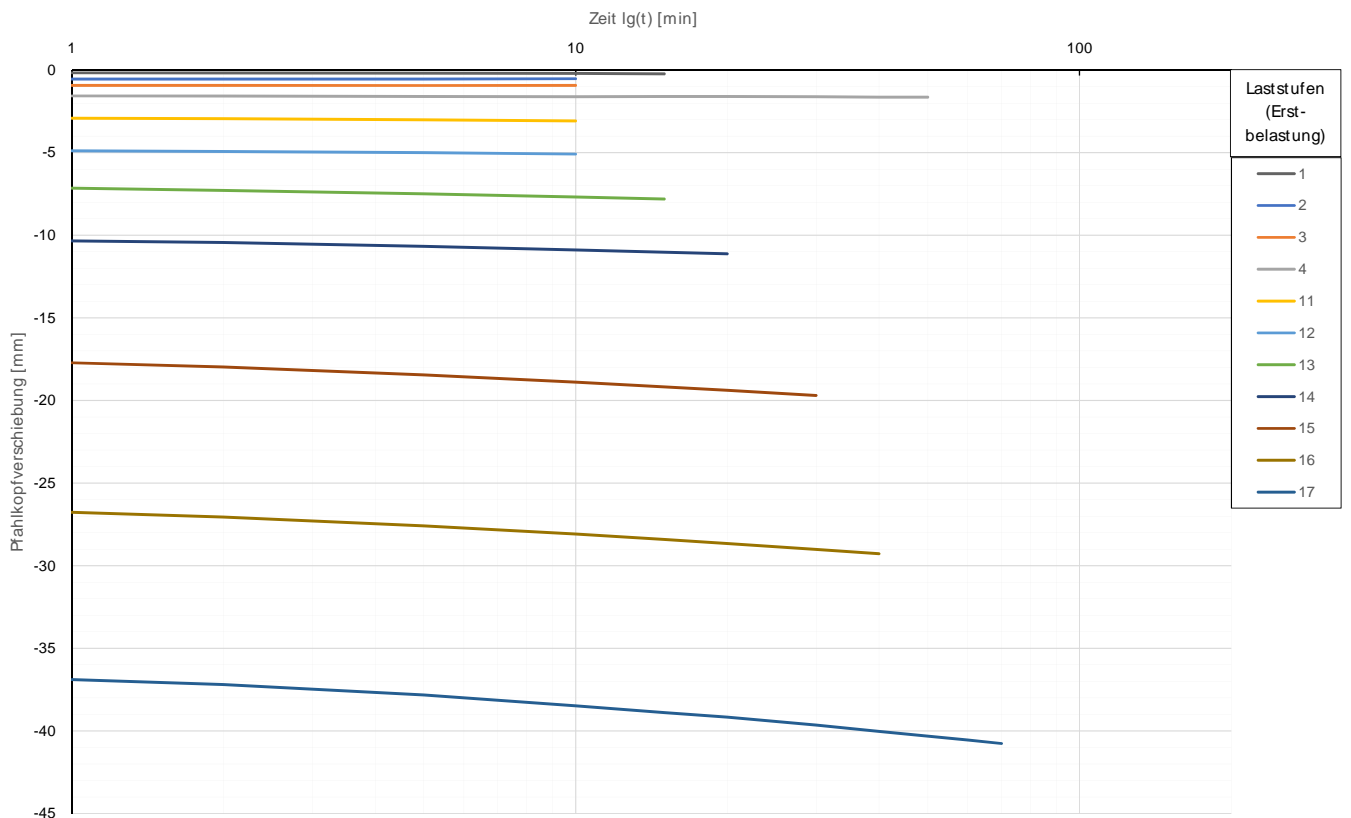
Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Widerstands-Setzungslinie

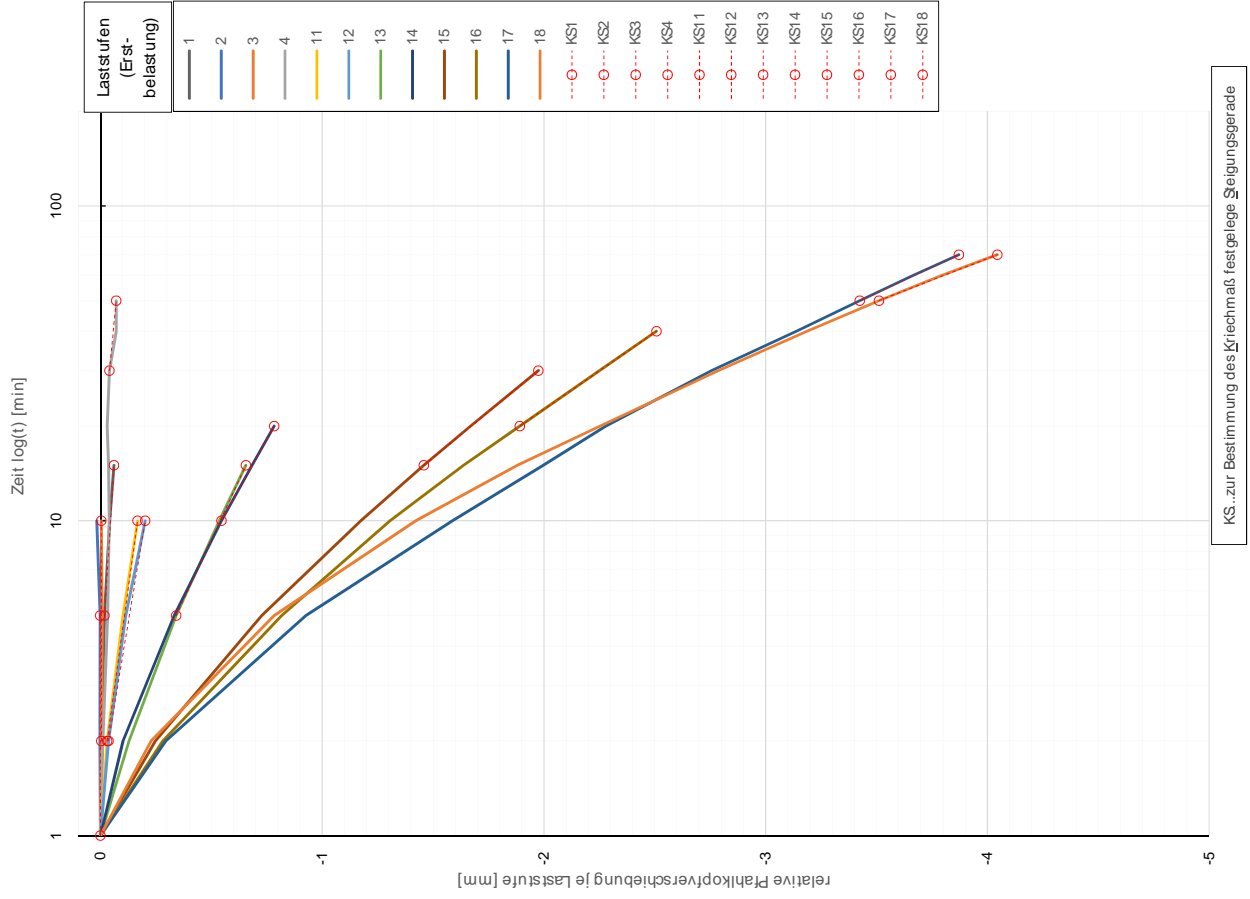


Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Zeitverformung



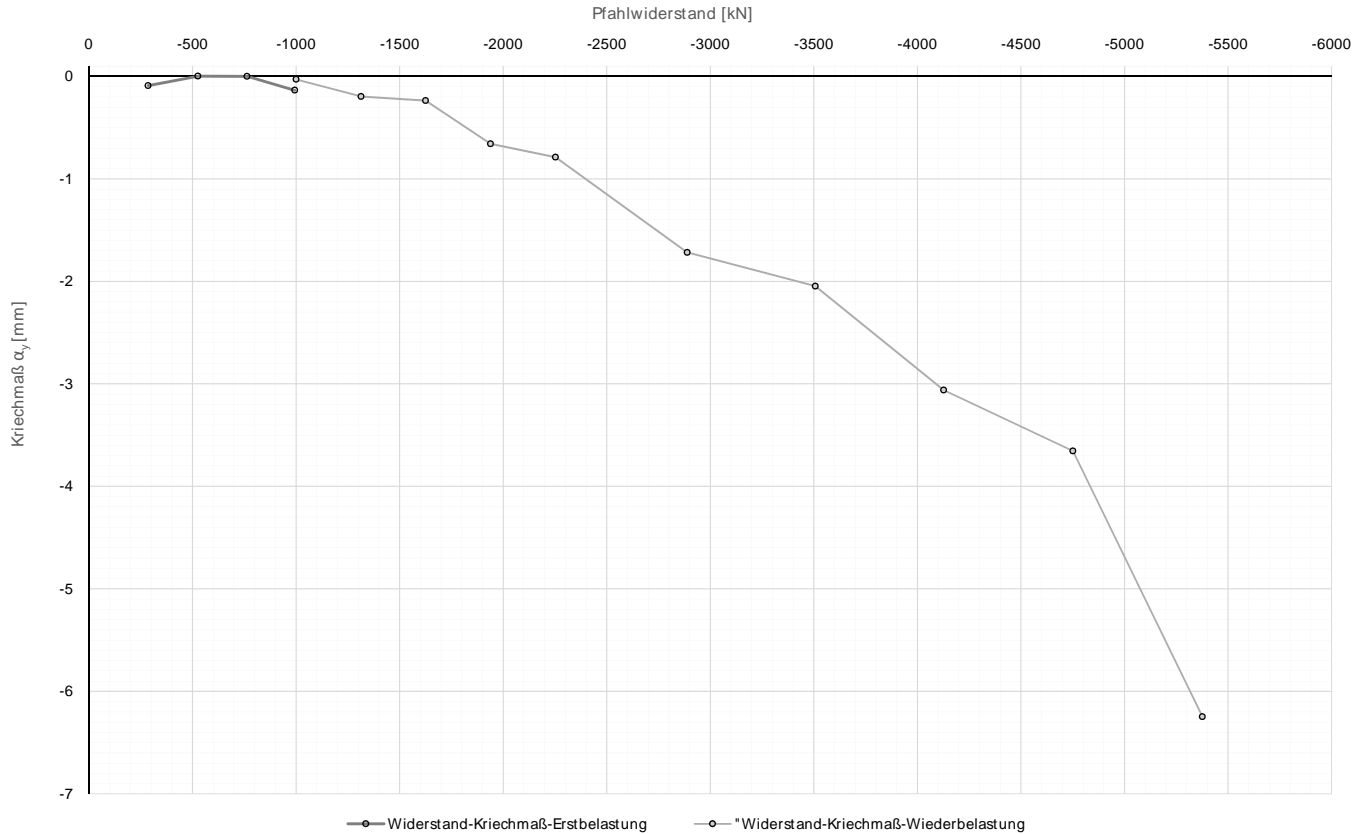
Zeitverformung
Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

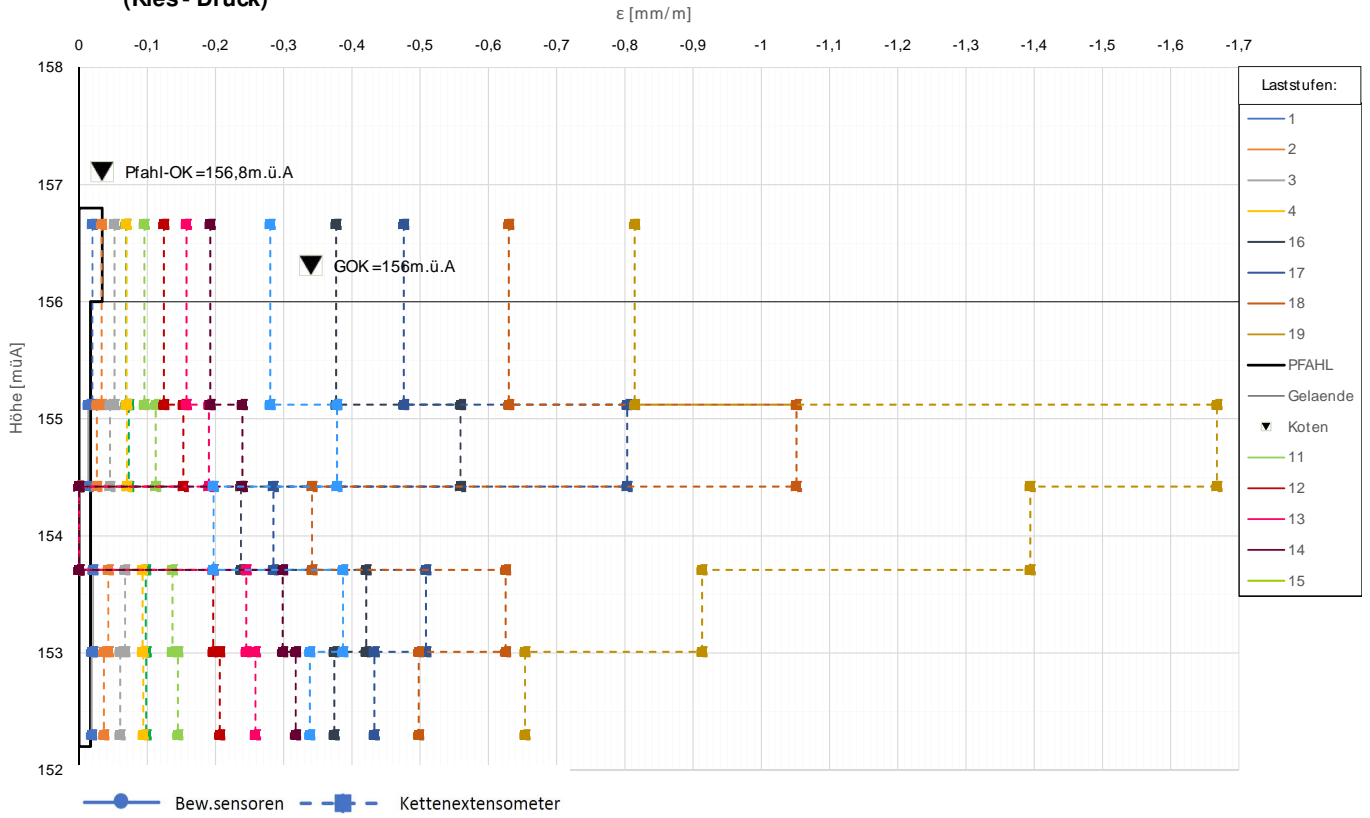
Prüfkörper: D.K53 (Kies - Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: D.K53
(Kies - Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 26.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	D.K54
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	37
Prüfdatum:	05.10.2017
Versuchsbeginn:	07:17 Uhr
Versuchsende:	00:07 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00 bedeckt, 14:00 23°C Regen/Wind
besondere Versuchsbedingungen:	Messbrücke nachjustiert, teilw. st. Rauschen wv1-3 & KEX 3 (Witterung), Versagen (kippt)

Geometrie Prüfkörper:

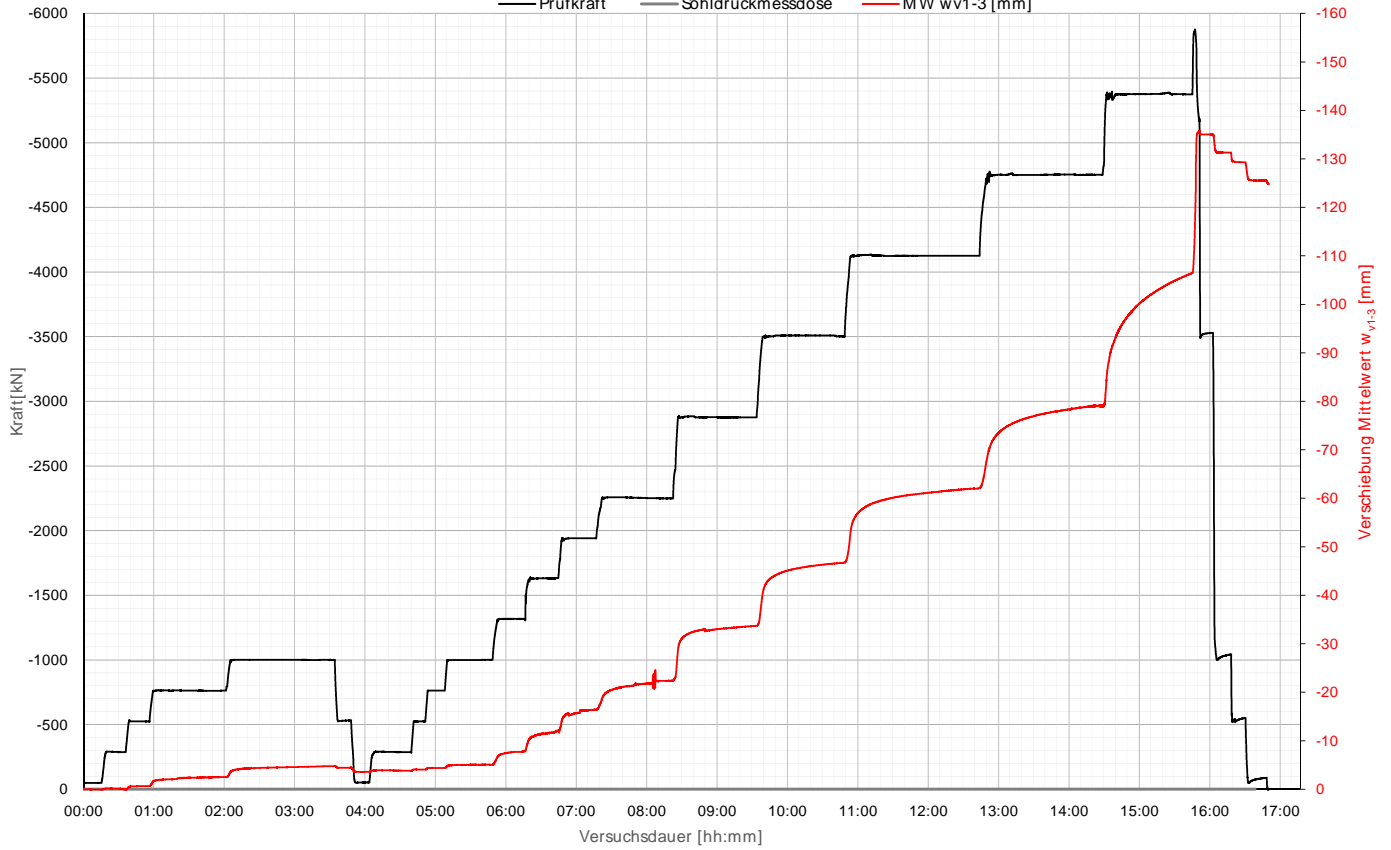
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,00 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,60 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,80 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-S	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	0,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	0,00	kN/mm ²

Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung

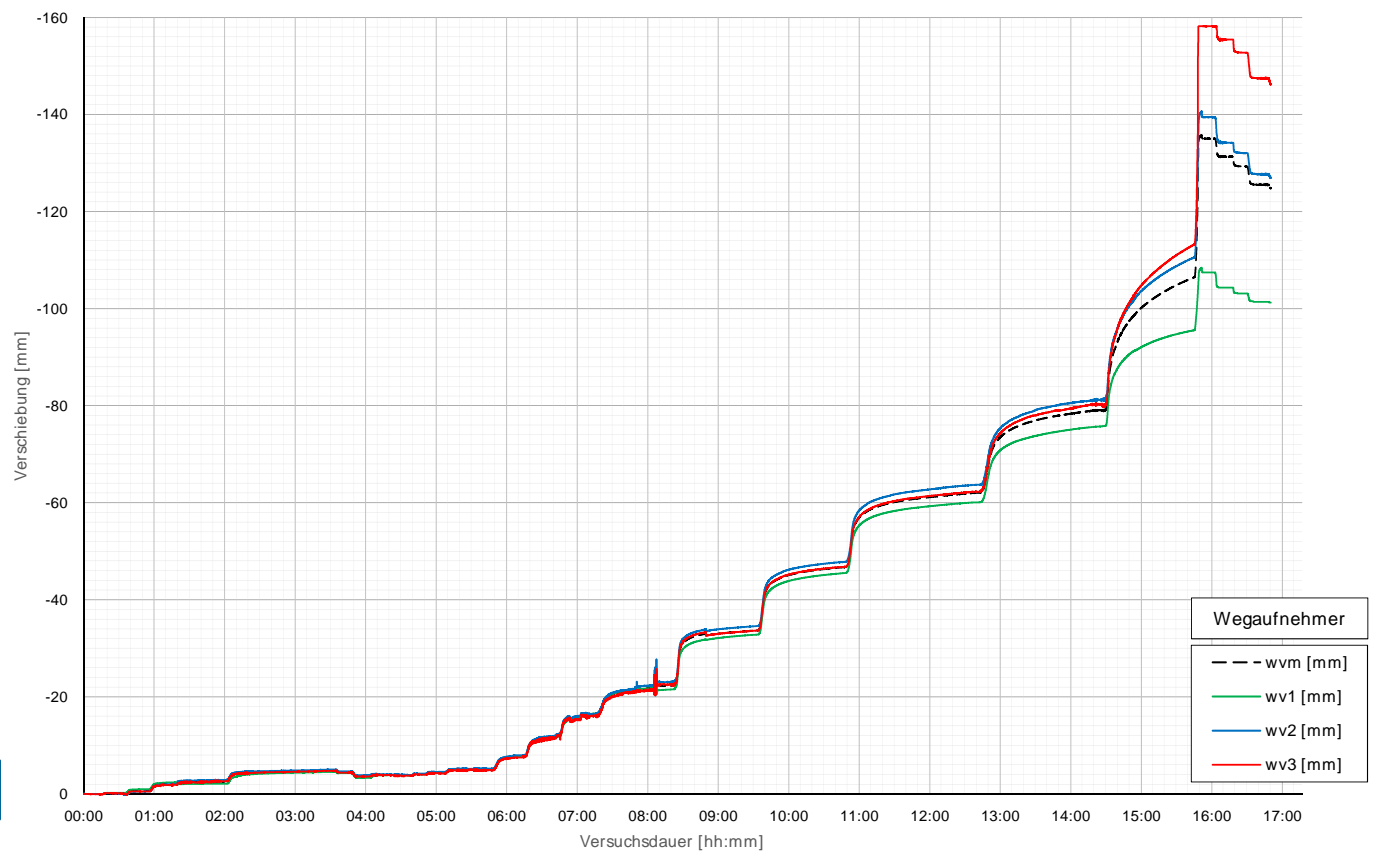


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: D.K54 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung				Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]														Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	MW wv1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	07:17	07:32	-50	-49	0,08																				
1	07:37	07:52	-288	-286	-0,03	-0,16	-0,16	-0,15	-0,12												2	10	-0,16	-0,12	0,06
2	07:53	08:12	-525	-524	-0,64	-0,03	-0,29	-0,59	-0,62	-0,63											5	15	-0,59	-0,63	-0,09
3	08:17	09:17	-763	-763	-2,52	-1,79	-1,85	-1,94	-2,02	-2,06	-2,29	-2,36	-2,44	-2,48							20	40	-2,29	-2,44	-0,53
4	09:25	10:49	-1000	-1000	-4,76	-4,00	-4,05	-4,15	-4,29	-4,32	-4,38	-4,45	-4,51	-4,57	-4,61	-4,68	-4,74				40	80	-4,51	-4,74	-0,77
5	10:54	11:04	-525	-533	-4,42	-4,43	-4,42	-4,42																	
6	11:10	11:20	-50	-53	-3,58	-3,58	-3,57	-3,55																	
7	11:25	11:55	-288	-286	-3,80	-3,94	-3,93	-3,92	-3,90	-3,89	-3,87										10	20	-3,90	-3,87	0,11
8	11:58	12:08	-525	-525	-4,05	-4,08	-4,07	-4,07													1	5	-4,08	-4,07	0,02
9	12:11	12:24	-763	-763	-4,37	-4,39	-4,38	-4,39	-4,40												2	10	-4,38	-4,40	-0,03
10	12:29	13:05	-1000	-1001	-5,04	-4,96	-4,98	-4,99	-5,04	-5,01	-5,02	-5,07									15	30	-5,01	-5,07	-0,19
11	13:11	13:30	-1313	-1317	-7,70	-7,11	-7,21	-7,42	-7,60	-7,71											5	15	-7,42	-7,71	-0,60
12	13:39	14:01	-1625	-1633	-12,07	-10,83	-10,93	-11,18	-11,40	-11,55	-11,87										10	20	-11,40	-11,87	-1,56
13	14:08	14:33	-1938	-1941	-16,35	-15,54	-15,59	-15,45	-15,73	-16,28	-16,33										10	20	-15,73	-16,33	-1,99
14	14:41	15:39	-2250	-2249	-22,39	-19,82	-20,00	-20,38	-20,79	-21,08	-21,26	-21,65	-21,83	-22,34							30	50	-21,65	-22,34	-3,14
15	15:45	16:50	-2875	-2876	-33,68	-30,73	-31,09	-31,73	-32,32	-32,68	-32,94	-32,94	-33,21	-33,42	-33,60						40	60	-33,21	-33,60	-2,22
16	17:00	18:04	-3500	-3504	-46,69	-43,15	-43,38	-43,88	-44,50	-44,95	-45,28	-45,76	-46,11	-46,39	-46,61						40	60	-46,109	-46,611	-2,8503
17	18:15	20:00	-4125	-4125	-62,09	-56,67	-56,97	-57,63	-58,44	-58,99	-59,40	-60,03	-60,48	-60,80	-61,08	-61,34	-61,60	-61,82	-61,99		80	100	-61,603	-61,986	-3,9508
18	20:12	21:44	-4750	-4752	-79,11	-72,35	-72,70	-73,52	-74,50	-75,22	-75,77	-76,62	-77,27	-77,77	-78,15	-78,54	-78,87	-79,06			70	90	-78,537	-79,064	-4,8262
19	21:58	22:59	-5375	-5374	-106,17	-94,52	-94,94	-96,23	-97,87	-99,25	-100,40	-102,23	-103,72	-104,99	-106,06						40	60	-103,72	-106,06	-13,331
20	23:03	23:04	-6000	-5877	-116,06																				
21	23:09	23:19	-3500	-3529	-135,04	-135,04	-135,04																		
22	23:24	23:34	-1000	-1041	-131,31	-131,29	-131,32	-131,32																	
23	23:37	23:47	-525	-551	-129,29	-129,43	-129,36	-129,32																	
24	23:50	00:05	-50	-88	-125,51	-125,65	-125,62	-125,54	-125,53																

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



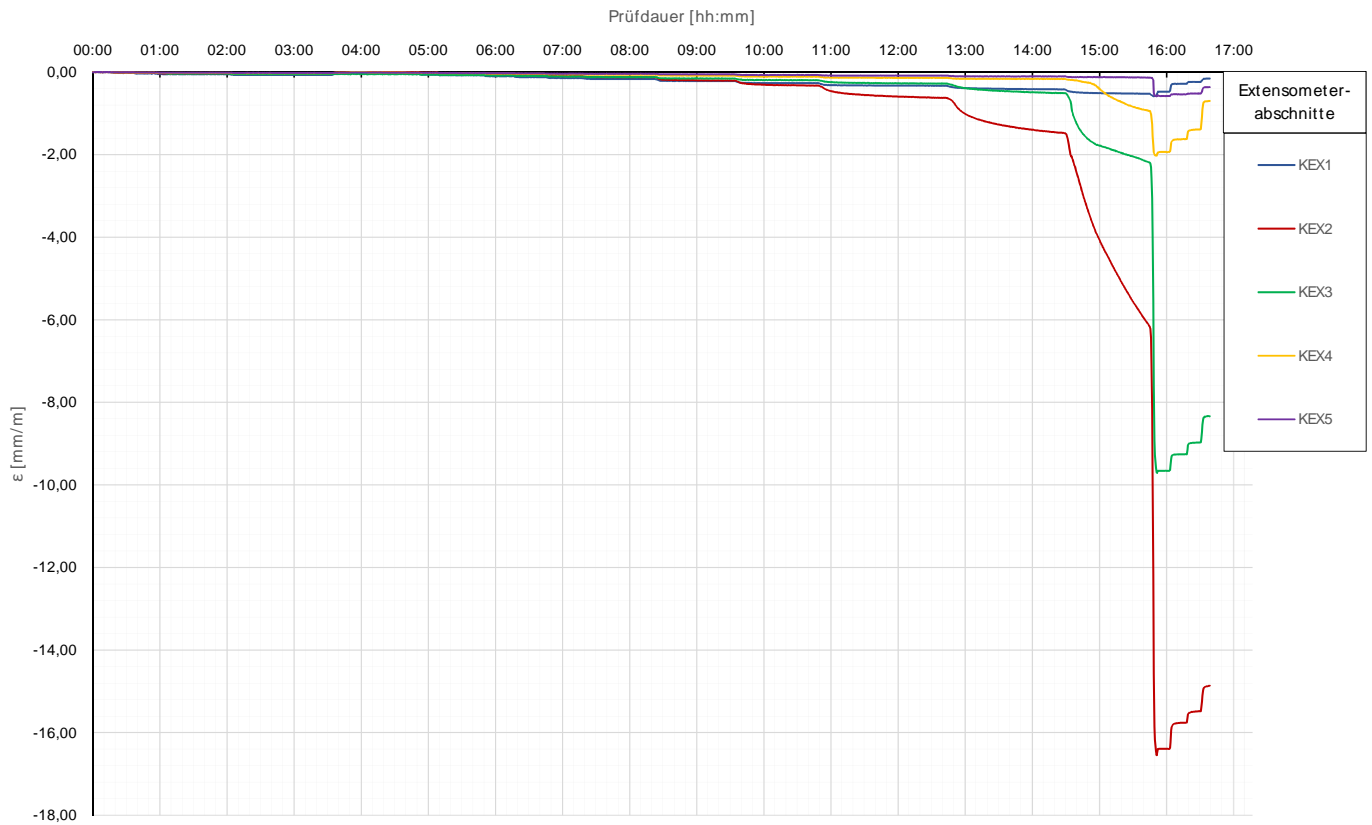
Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: D.K54 (Kies- Druck)

Auswertung MWESI - Kettenextensometer								Pfählwiderstand	
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KM D	
LS Nr.	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]	
			Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]		
0	07:32	-49	156,70/1,54	155,16/0,70	154,46/0,71	153,75/0,70	153,05/0,71		
1	07:52	-286	-0,0152	-0,0114	0,0000	-0,0109	-0,0050	-286,5	
2	08:12	-524	-0,0320	-0,0177	0,0000	-0,0109	-0,0120	-524,3	
3	09:17	-763	-0,0526	-0,0313	-0,0416	-0,0230	-0,0139	-762,8	
4	10:49	-1000	-0,0689	-0,0384	-0,0438	-0,0245	-0,0215	-999,8	
5	11:04	-533	-0,0380	-0,0107	-0,0424	-0,0114	-0,0134	-532,8	
6	11:20	-53	-0,0084	0,0300	-0,0509	0,0016	-0,0099	-52,7	
7	11:55	-286	-0,0281	0,0146	-0,0505	0,0075	-0,0125	-286,3	
8	12:08	-525	-0,0442	-0,0015	-0,0453	-0,0128	-0,0141	-525,5	
9	12:24	-763	-0,0610	-0,0083	-0,0601	-0,0168	-0,0175	-762,7	
10	13:05	-1001	-0,0788	-0,0237	-0,0630	-0,0250	-0,0249	-1000,8	
11	13:30	-1317	-0,1004	-0,0431	-0,0827	-0,0343	-0,0239	-1317,0	
12	14:01	-1633	-0,1247	-0,0728	-0,0957	-0,0463	-0,0320	-1632,9	
13	14:33	-1941	-0,1445	-0,0976	-0,1086	-0,0534	-0,0368	-1940,8	
14	15:39	-2249	-0,1678	-0,1237	-0,1197	-0,0658	-0,0415	-2249,4	
15	16:50	-2876	-0,2157	-0,2041	-0,1587	-0,0903	-0,0543	-2876,0	
16	18:04	-3504	-0,2678	-0,3258	-0,1970	-0,1113	-0,0702	-3503,5	
17	20:00	-4125	-0,3307	-0,6268	-0,2767	-0,1400	-0,0855	-4125,4	
18	21:44	-4752	-0,4177	-1,4712	-0,5098	-0,1667	-0,1043	-4752,4	
19	22:59	-5374	-0,5239	-6,0528	-2,1653	-0,9263	-0,1326	-5373,8	
20	23:04	-5861	-0,5630	-8,1767	-3,0592	-1,2633	-0,1417	-5860,7	
21	23:19	-3529	-0,4754	-16,3943	-9,6588	-1,9339	-0,5800	-3529,1	
22	23:34	-1041	-0,2843	-15,7596	-9,2533	-1,6223	-0,5394	-1040,8	
23	23:47	-551	-0,2375	-15,4825	-8,9705	-1,3932	-0,5223	-550,6	
24	00:05	-88	-0,1562	-14,8524	-8,3256	-0,6935	-0,3638	-87,7	

Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Kettenextensometer

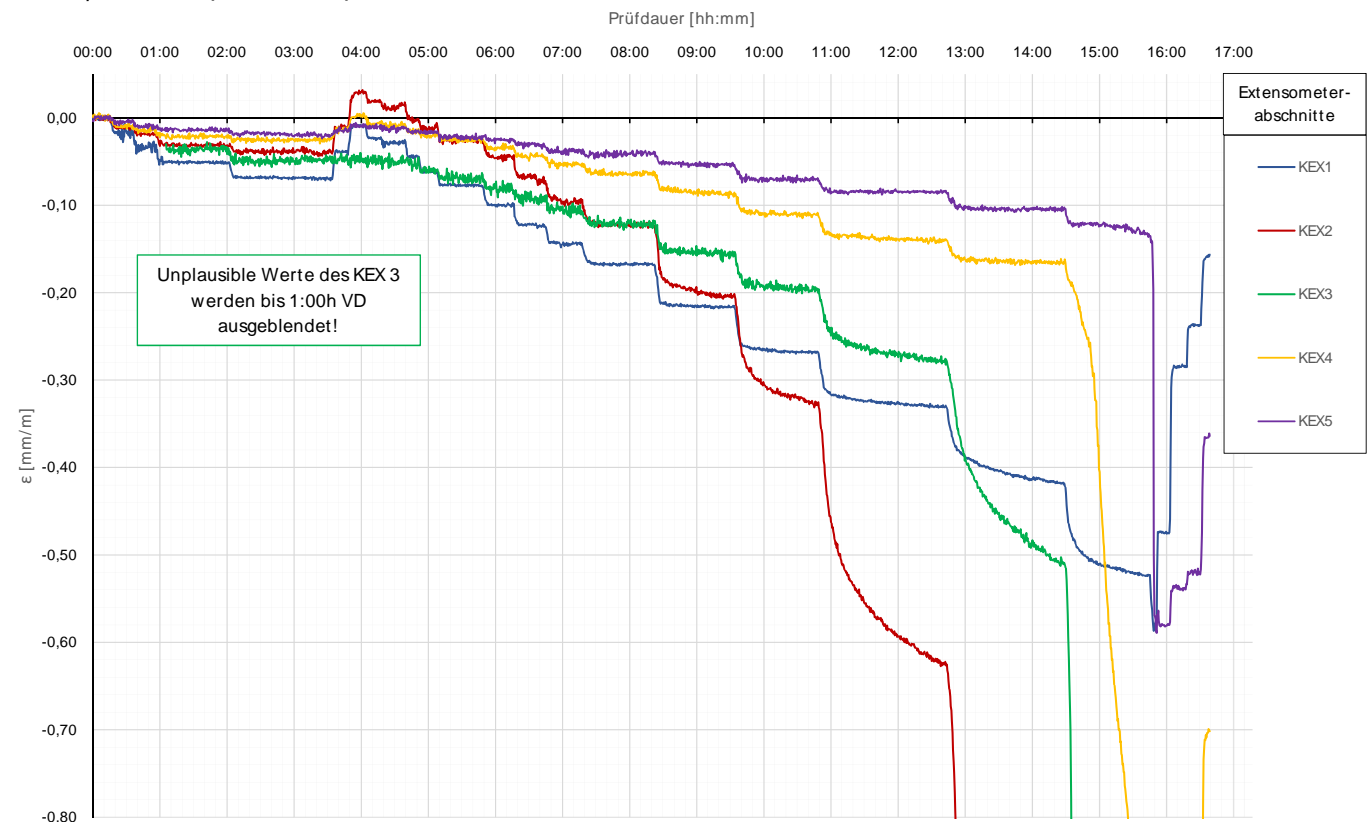


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



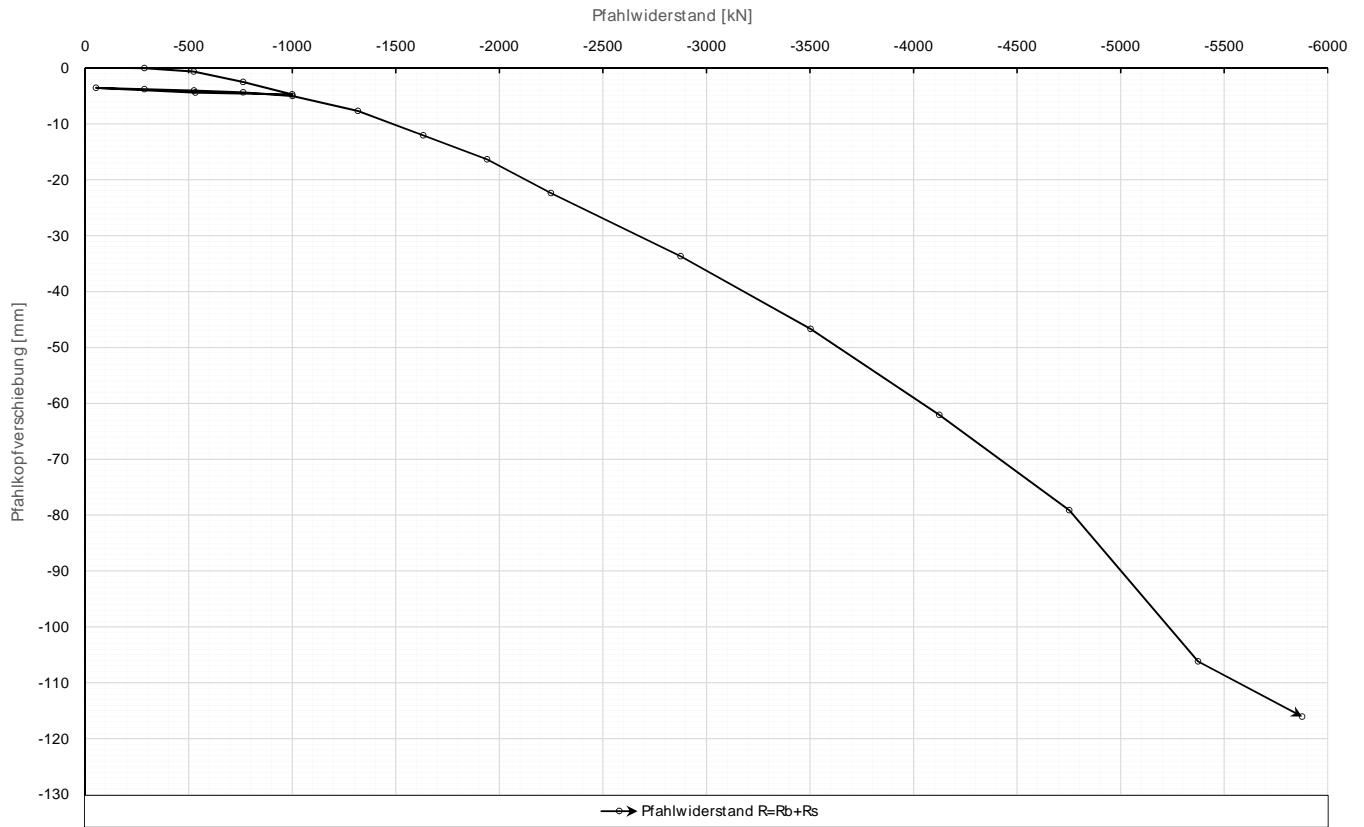
Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Kettenextensometer



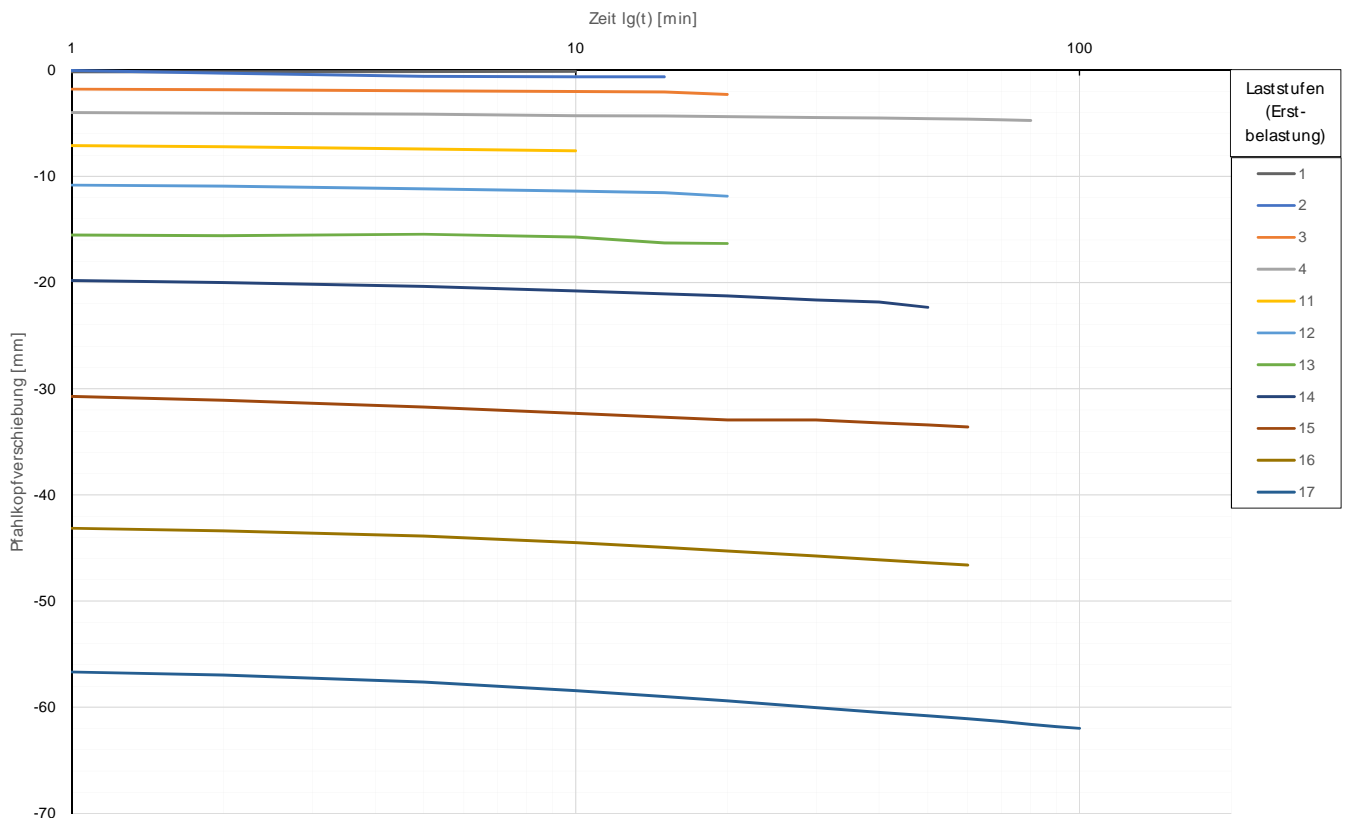
Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Widerstands-Setzungslinie



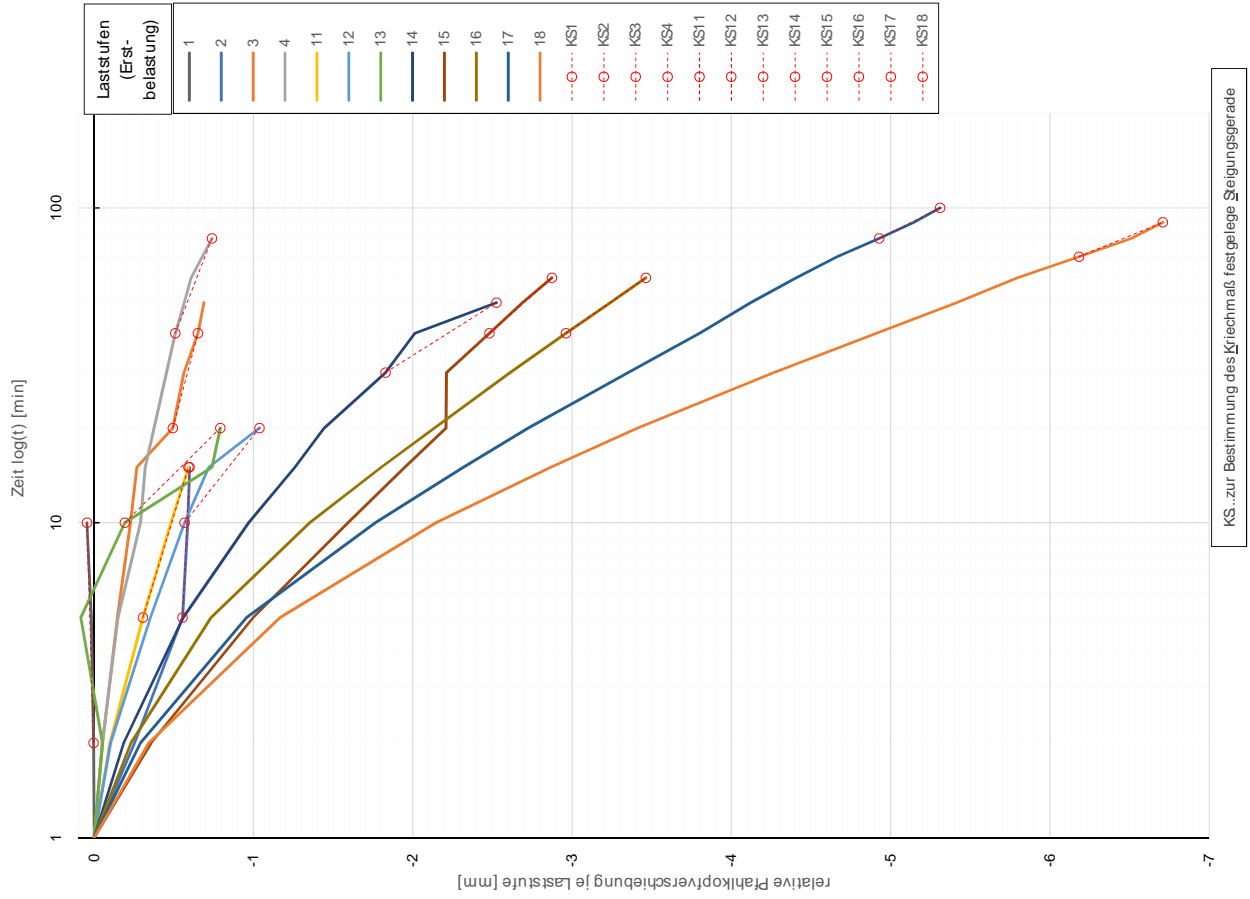
Prüfkörper: D.K54 (Kies - Druck)

Zeitverformung



Zeitverformung

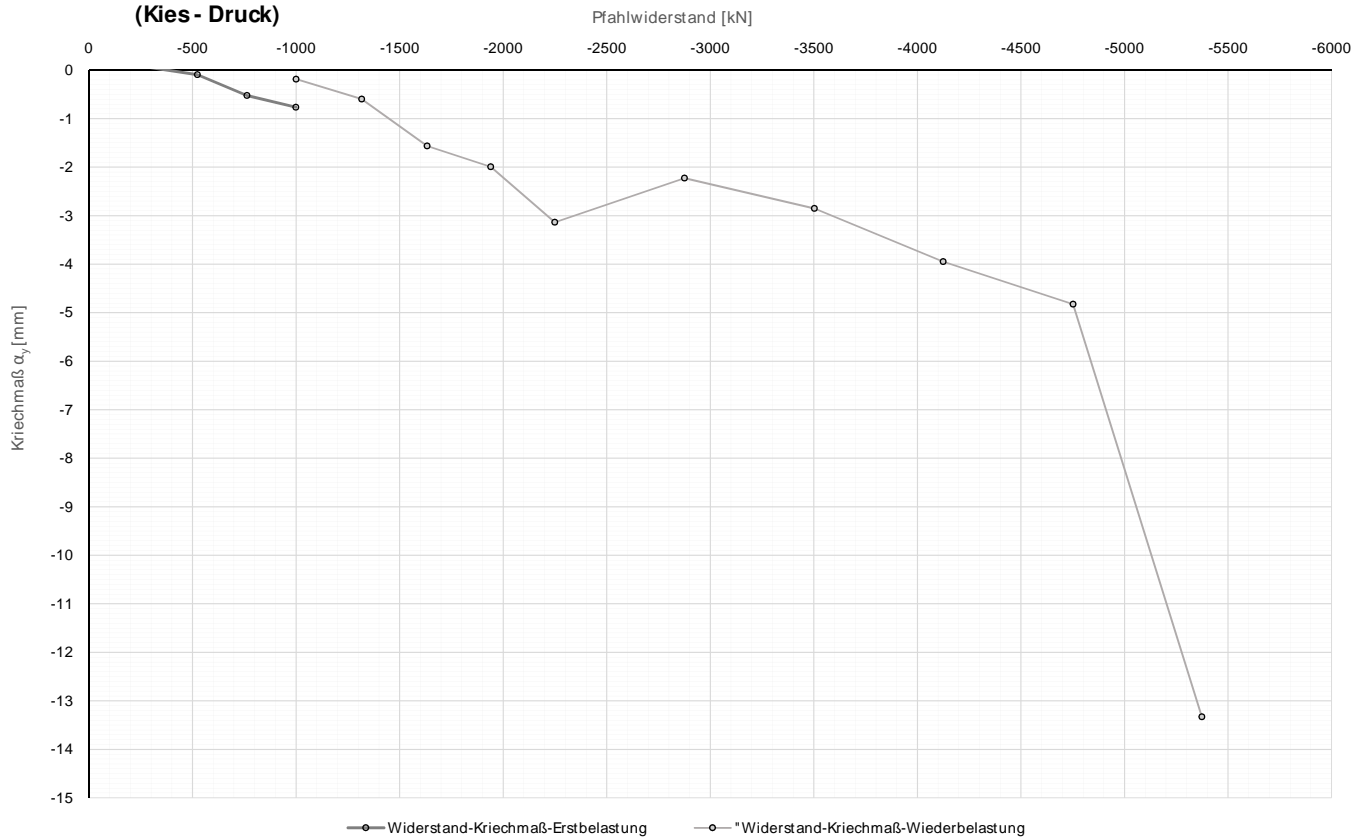
Prüfkörper: D.K54
(Kies - Druck)



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

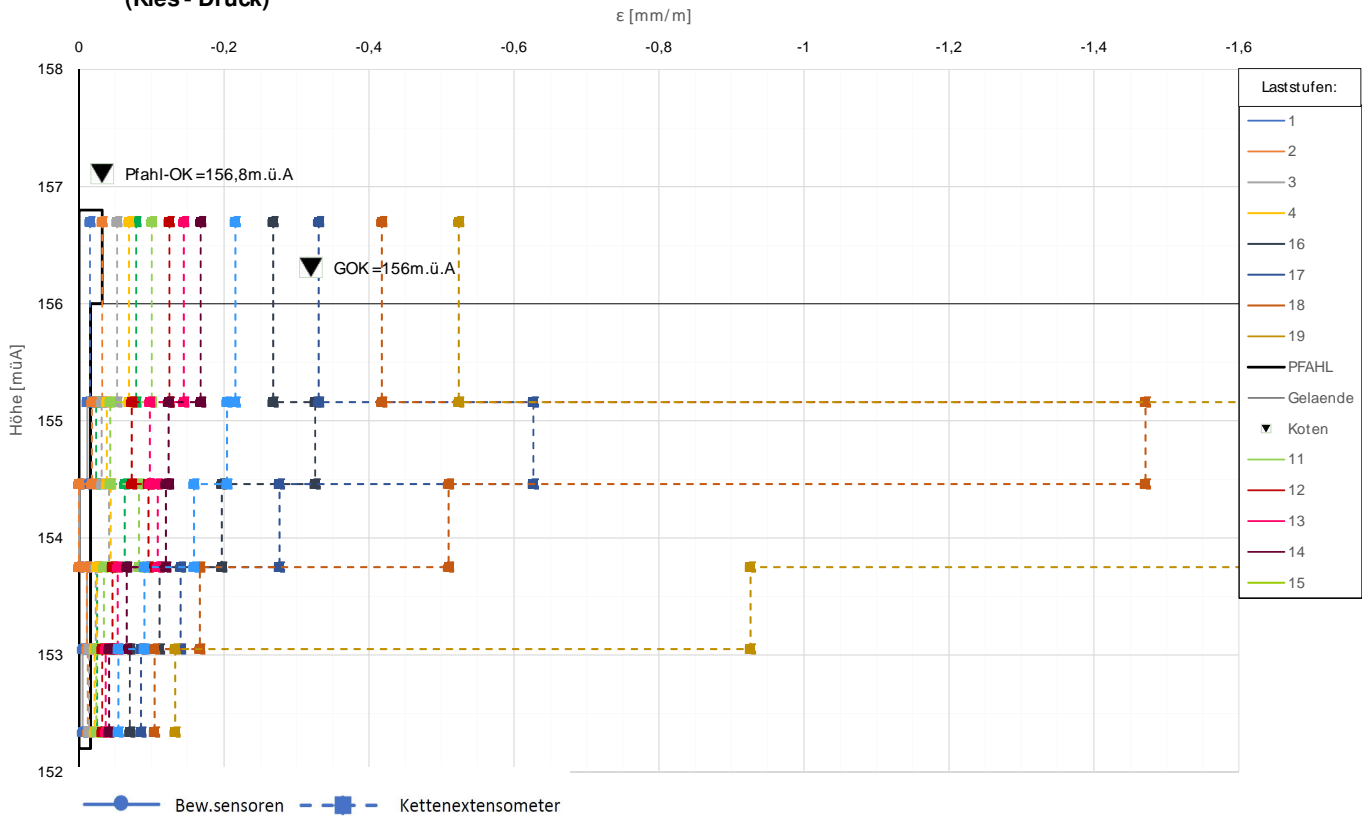
Prüfkörper: D.K54
(Kies - Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: D.K54
(Kies - Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **in Bearbeitung**

Stand: 25.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	D.K55
Prüffeld:	2
Versuch:	DS-Säule
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	Kies

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	ja
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	34
Prüfdatum:	26.09.2017
Versuchsbeginn:	08:16 Uhr
Versuchsende:	00:15 Uhr
Wetterbedingungen:	8:00 13°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	Messbrücke instabil - nachjustiert, KEX 3 Werte bis 5h VD streuen stark, Versagen

Geometrie Prüfkörper:

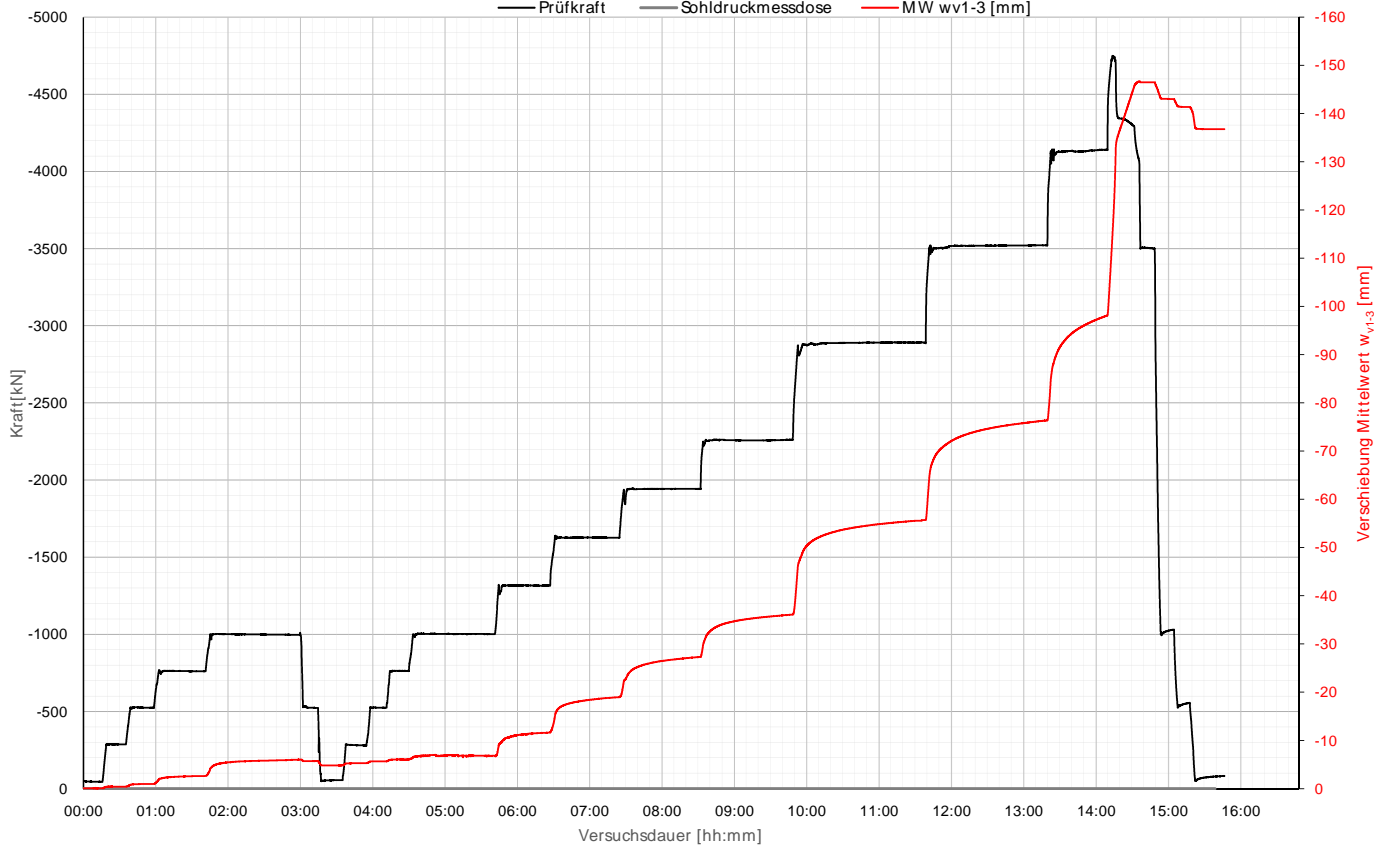
Bohrdurchmesser:	900,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	636172,51 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	156,8 müA
Messniveau (Mikropfahl):	- müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,00 müA
OK Haftstrecke:	155,20 müA
UK Pfahl:	152,20 müA
Länge Freispielstrecke:	1,60 m
Länge Haftstrecke:	3,00 m
Pfahllänge:	3,80 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM III/ A	
W/B-Wert Zementsuspension:	-	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	20,00	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	-	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	0,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	S235	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	492,88	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

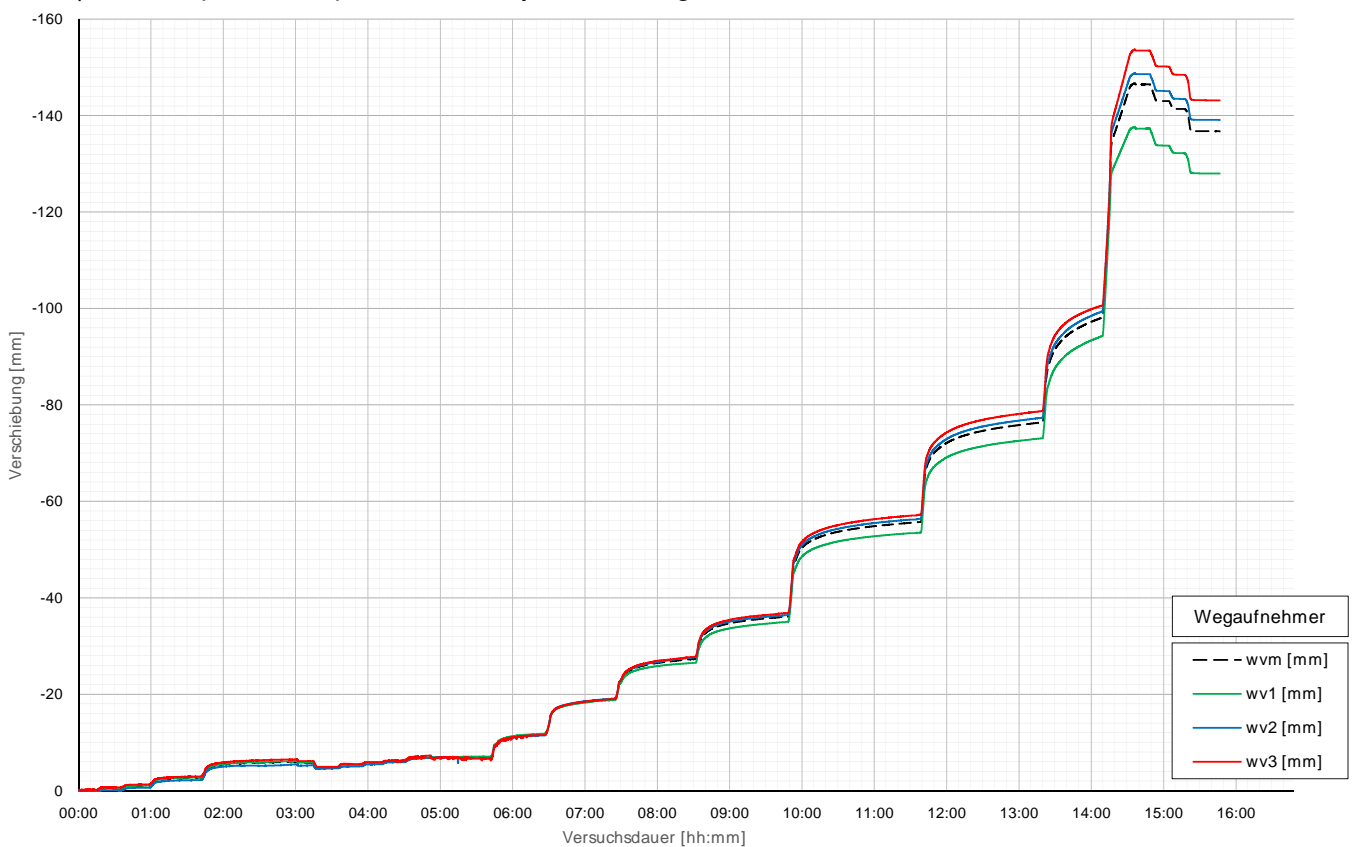
Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																									
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]															Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	MW wv1-3 [mm]	Δt 1 min [min]	Δt 2 min [min]	Δt 5 min [min]	Δt 10 min [min]	Δt 15 min [min]	Δt 20 min [min]	Δt 30 min [min]	Δt 40 min [min]	Δt 50 min [min]	Δt 60 min [min]	Δt 70 min [min]	Δt 80 min [min]	Δt 90 min [min]	Δt 100 min [min]	Δt 1 [min]	Δt 2 [mm]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]	
0	08:16	08:31	-50	-44	-0,08																				
1	08:36	08:51	-288	-287	-0,40	-0,42	-0,43	-0,41	-0,40												2	10	-0,43	-0,40	0,04
2	08:57	09:12	-525	-524	-0,98	-0,90	-0,91	-0,94	-0,96												2	10	-0,91	-0,96	-0,07
3	09:21	09:55	-763	-761	-2,62	-2,20	-2,26	-2,36	-2,42	-2,51	-2,54	-2,60									20	30	-2,54	-2,60	-0,35
4	10:03	11:10	-1000	-997	-5,97	-4,79	-4,91	-5,14	-5,36	-5,49	-5,61	-5,72	-5,79	-5,84	-5,91						40	60	-5,79	-5,91	-0,67
5	11:20	11:30	-525	-523	-5,73	-5,70	-5,70	-5,71																	
6	11:33	11:48	-50	-55	-4,84	-4,80	-4,80	-4,81	-4,81																
7	11:55	12:10	-288	-280	-5,29	-5,26	-5,26	-5,26	-5,27																
8	12:15	12:25	-525	-524	-5,67	-5,66	-5,67	-5,67	-5,67																
9	12:32	12:42	-763	-763	-6,01	-6,03	-6,03	-6,06																	
10	12:52	13:54	-1000	-1001	-6,80	-6,68	-6,78	-6,84	-6,91	-6,99	-6,84	-6,96	-6,83	-6,83	-6,82										
11	14:03	14:40	-1313	-1316	-11,60	-10,07	-10,27	-10,64	-10,92	-11,19	-11,21	-11,51													
12	14:50	15:36	-1625	-1627	-18,91	-16,83	-17,01	-17,36	-17,74	-18,01	-18,22	-18,53	-18,79												
13	15:48	16:47	-1938	-1943	-27,31	-24,16	-24,41	-24,93	-25,47	-25,86	-26,14	-26,55	-26,84	-27,12											
14	16:53	18:05	-2250	-2444	-36,42	-32,19	-32,47	-33,09	-33,80	-34,24	-34,55	-35,03	-35,37	-35,64	-35,85	-36,08									
15	18:14	19:55	-2875	-3160	-56,18	-50,10	-50,40	-51,09	-51,90	-52,47	-52,92	-53,60	-54,09	-54,48	-54,80	-55,07	-55,30	-55,51	-55,71						
16	20:01	21:34	-3500	-3522	-76,35	-68,82	-69,24	-70,20	-71,29	-72,13	-72,77	-73,69	-74,37	-74,88	-75,31	-75,65	-75,97	-76,27							
17	21:43	22:25	-4125	-4140	-98,10	-90,68	-91,20	-92,37	-93,80	-94,86	-95,66	-96,93	-97,94												
18	22:29	22:31	-4750	-4742	-122,83	-117,46																			
21	22:54	23:04	-3500	-3500	-146,47	-146,46	-146,46	-146,47																	
22	23:09	23:19	-1000	-1029	-143,00	-143,11	-143,06	-143,04																	
23	23:23	23:33	-525	-555	-141,37	-141,47	-141,42	-141,38																	
24	23:38	23:54	-50	-78	-136,75	-136,87	-136,83	-136,79	-136,77	-136,75															

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

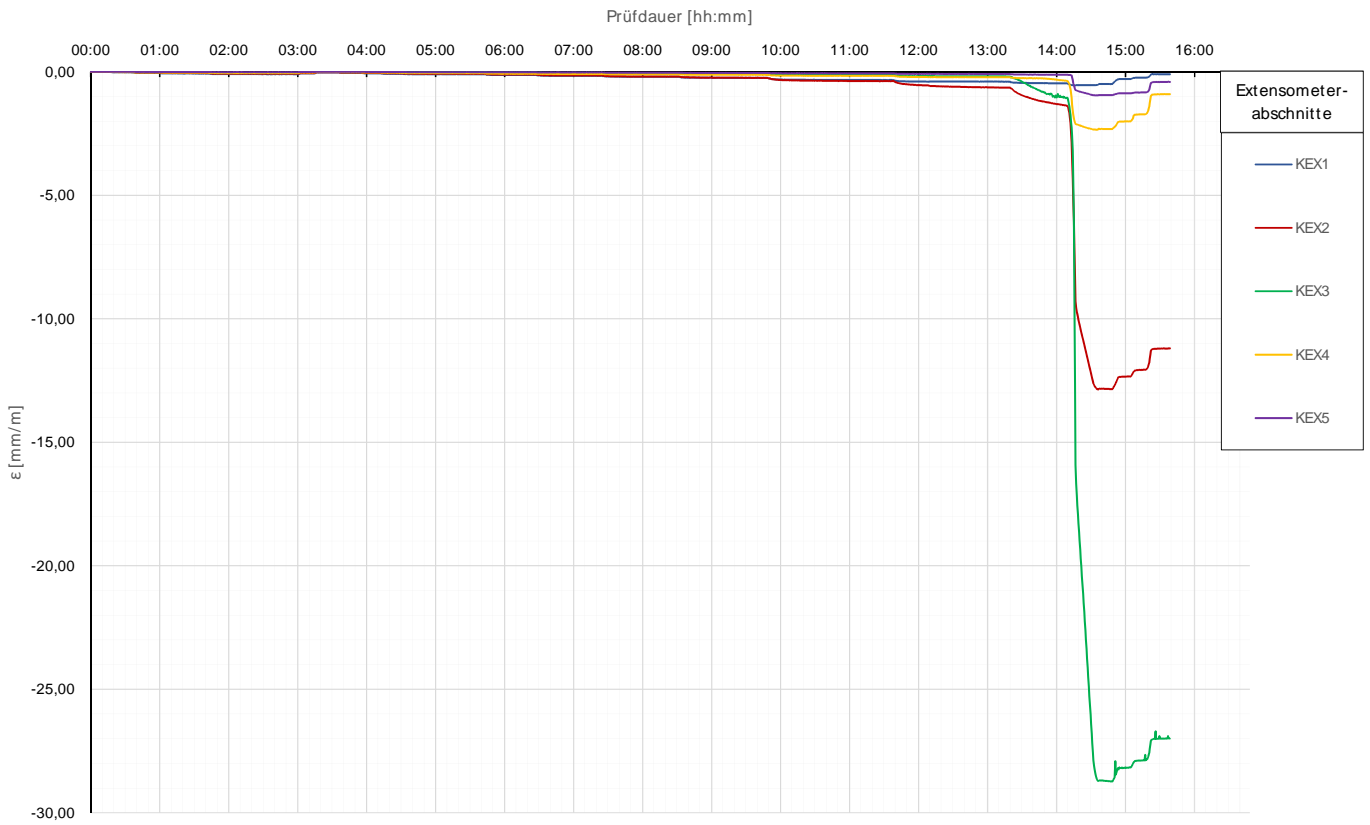
Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Auswertung MWES II - Kettenextensometer								Pfahlwiderstand
Laststufen			Kettenextensometer - Verzerrungen					KM D
LS Nr	LS Ende [hh:mm]	P Ist [kN]	KEX1 [mm/m]	KEX2 [mm/m]	KEX3 [mm/m]	KEX4 [mm/m]	KEX5 [mm/m]	Rb [kN]
			Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	Höhe / l ₀ [m]	
0	08:31	-44	156,66/1,53	155,13/0,71	154,42/0,70	153,72/0,71	153,01/0,70	
1	08:51	-287	-0,0199	-0,0083	0,0000	-0,0123	-0,0021	-287,2
2	09:12	-524	-0,0431	-0,0235	0,0000	-0,0284	-0,0043	-523,7
3	09:55	-761	-0,0683	-0,0476	0,0000	-0,0408	-0,0071	-760,6
4	11:10	-997	-0,0951	-0,0732	0,0000	-0,0523	-0,0121	-997,3
5	11:30	-523	-0,0632	-0,0575	0,0000	-0,0308	-0,0068	-523,2
6	11:48	-55	-0,0244	-0,0179	0,0000	-0,0057	0,0014	-55,0
7	12:10	-280	-0,0438	-0,0297	0,0000	-0,0189	-0,0044	-280,3
8	12:25	-524	-0,0623	-0,0461	0,0000	-0,0310	-0,0082	-523,8
9	12:42	-763	-0,0798	-0,0615	0,0000	-0,0415	-0,0070	-762,6
10	13:54	-1001	-0,0971	-0,0800	-0,0252	-0,0586	-0,0133	-1001,3
11	14:40	-1316	-0,1294	-0,1141	-0,0408	-0,0808	-0,0193	-1315,6
12	15:36	-1627	-0,1672	-0,1491	-0,0430	-0,0912	-0,0231	-1626,6
13	16:47	-1943	-0,2049	-0,1915	-0,0608	-0,1033	-0,0358	-1942,7
14	18:05	-2444	-0,2603	-0,2523	-0,0872	-0,1278	-0,0495	-2444,3
15	19:55	-3160	-0,3500	-0,3982	-0,1319	-0,1740	-0,0659	-3159,6
16	21:34	-3522	-0,3987	-0,6380	-0,1878	-0,2230	-0,0897	-3521,8
17	22:25	-4140	-0,4695	-1,3684	-1,0477	-0,3663	-0,1162	-4139,6
18	22:31	-4742	-0,5484	-6,0239	-6,0628	-1,8915	-0,5303	-4742,1
21	23:04	-3500	-0,4983	-12,8471	-28,7292	-2,3197	-0,9453	-3500,4
22	23:19	-1029	-0,2953	-12,3349	-28,1650	-2,0091	-0,8667	-1029,1
23	23:33	-555	-0,2408	-12,0652	-27,6614	-1,7195	-0,8349	-555,3
24	23:54	-78	-0,0994	-11,2020	-26,9870	-0,9025	-0,4117	-78,4

Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

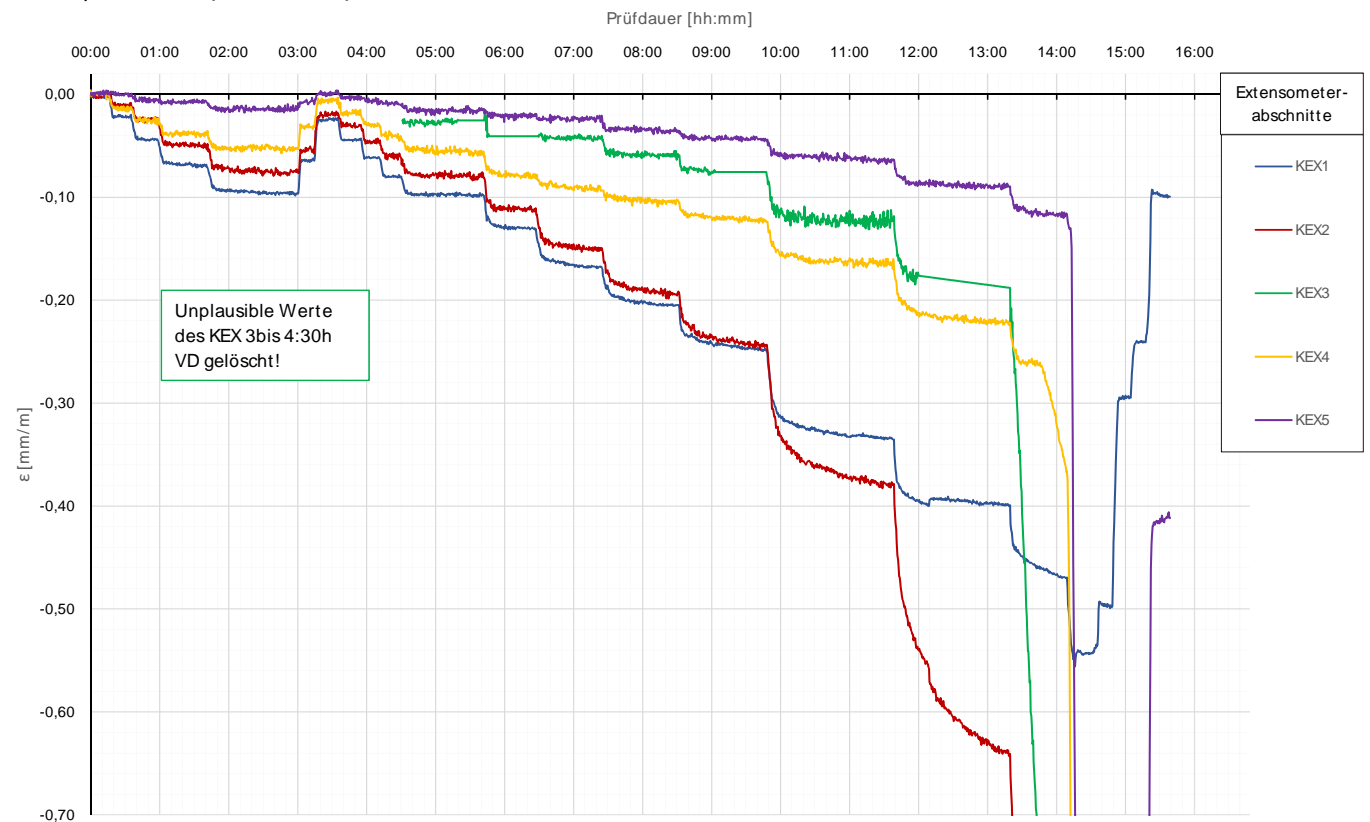
Kettenextensometer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

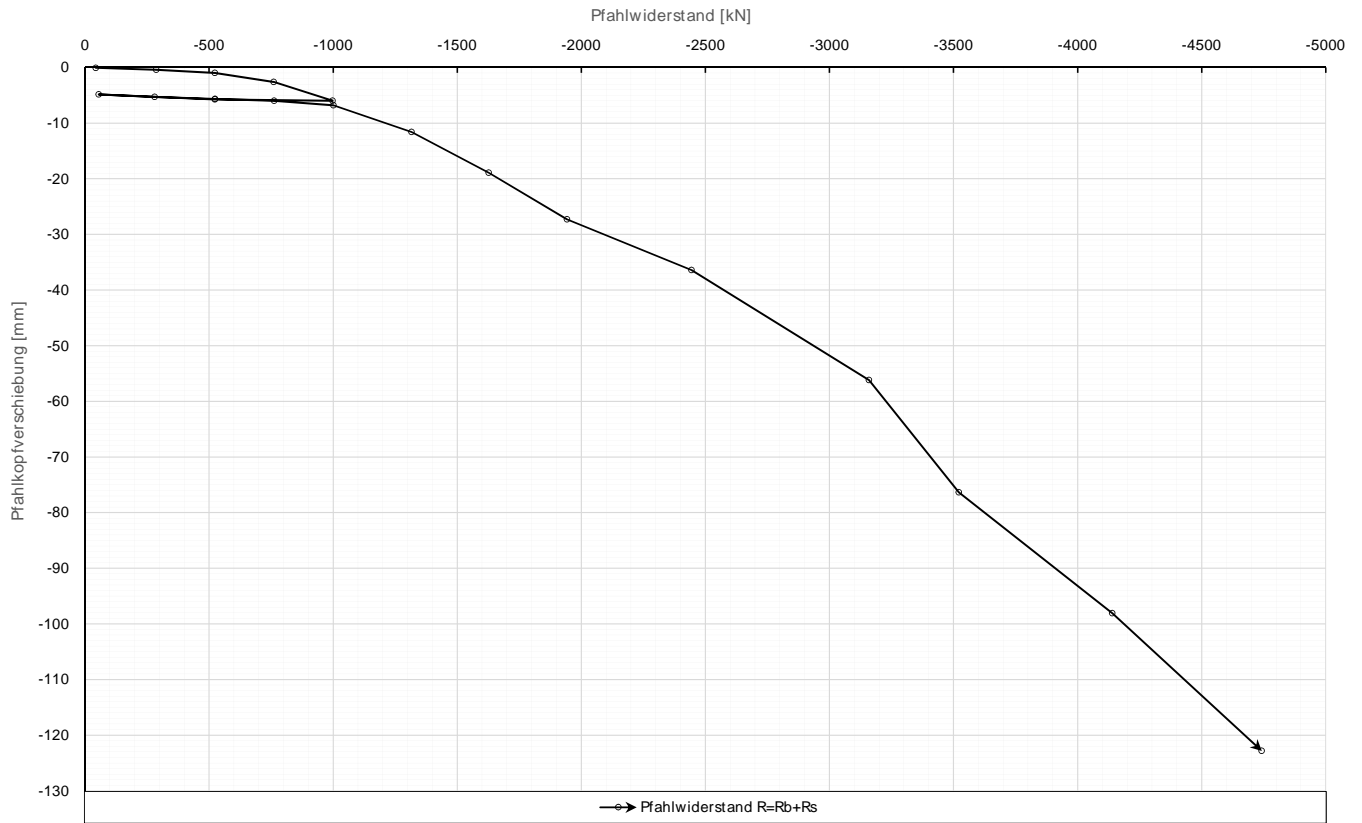
Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Kettenextensometer



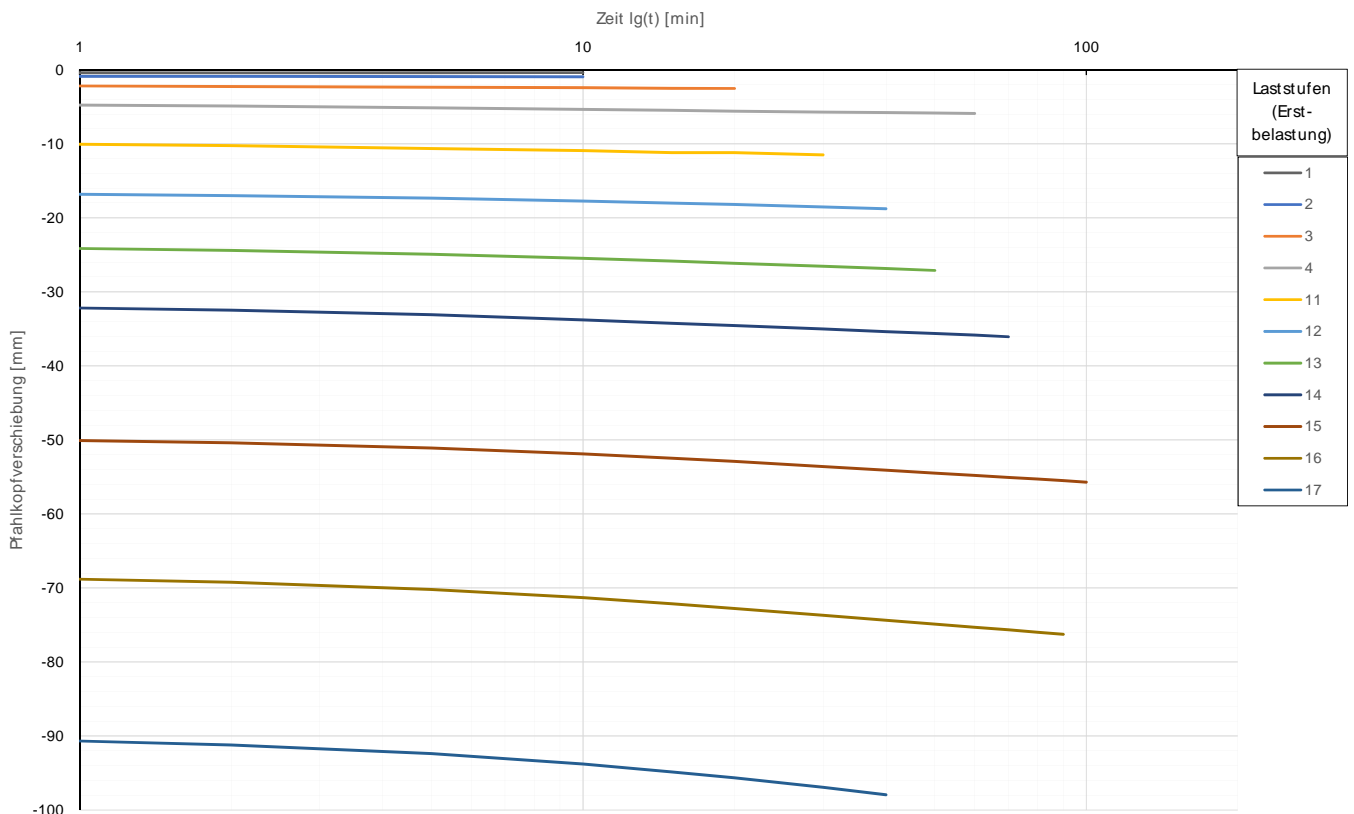
Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Widerstands-Setzungslinie



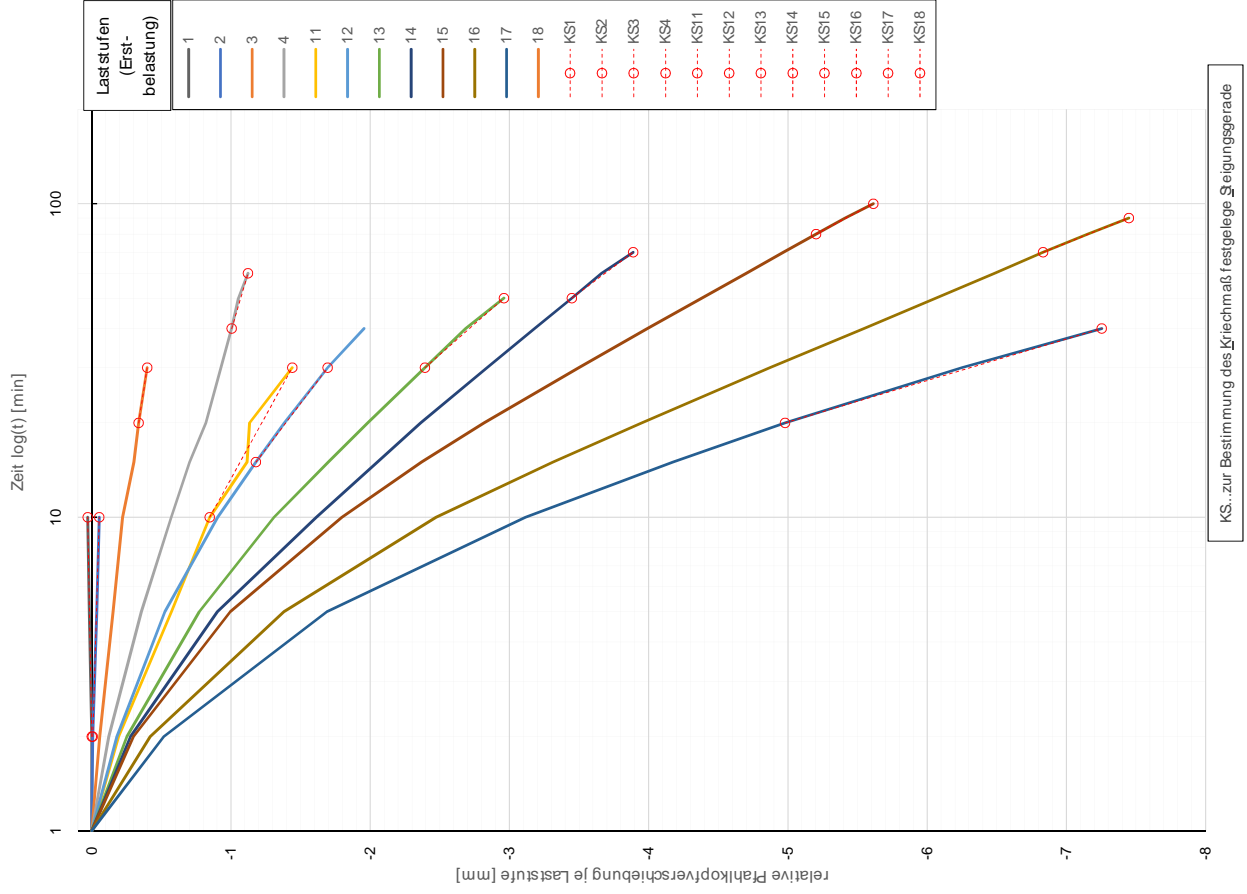
Prüfkörper: D.K55 (Kies - Druck)

Zeitverformung



Zeitverformung

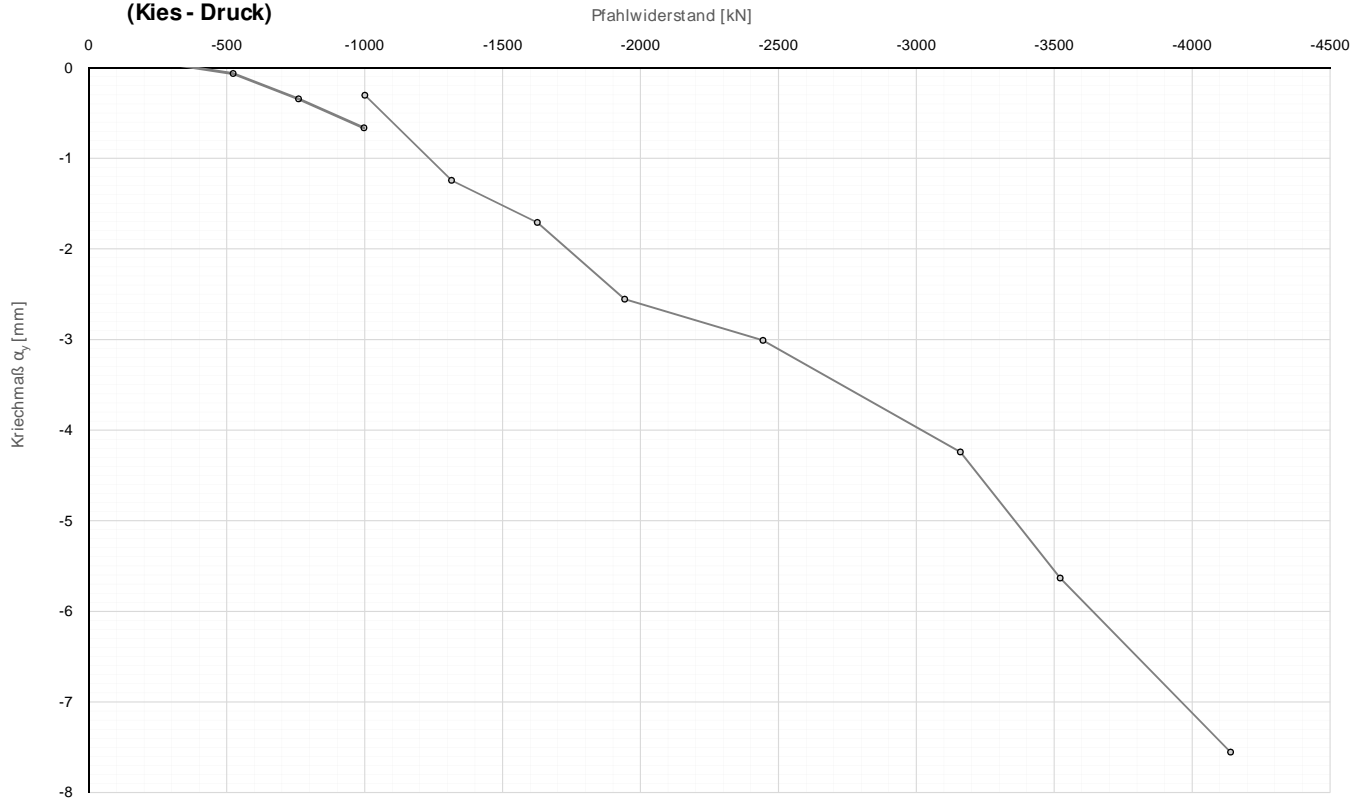
Prüfkörper: D.K55
(Kies - Druck)



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

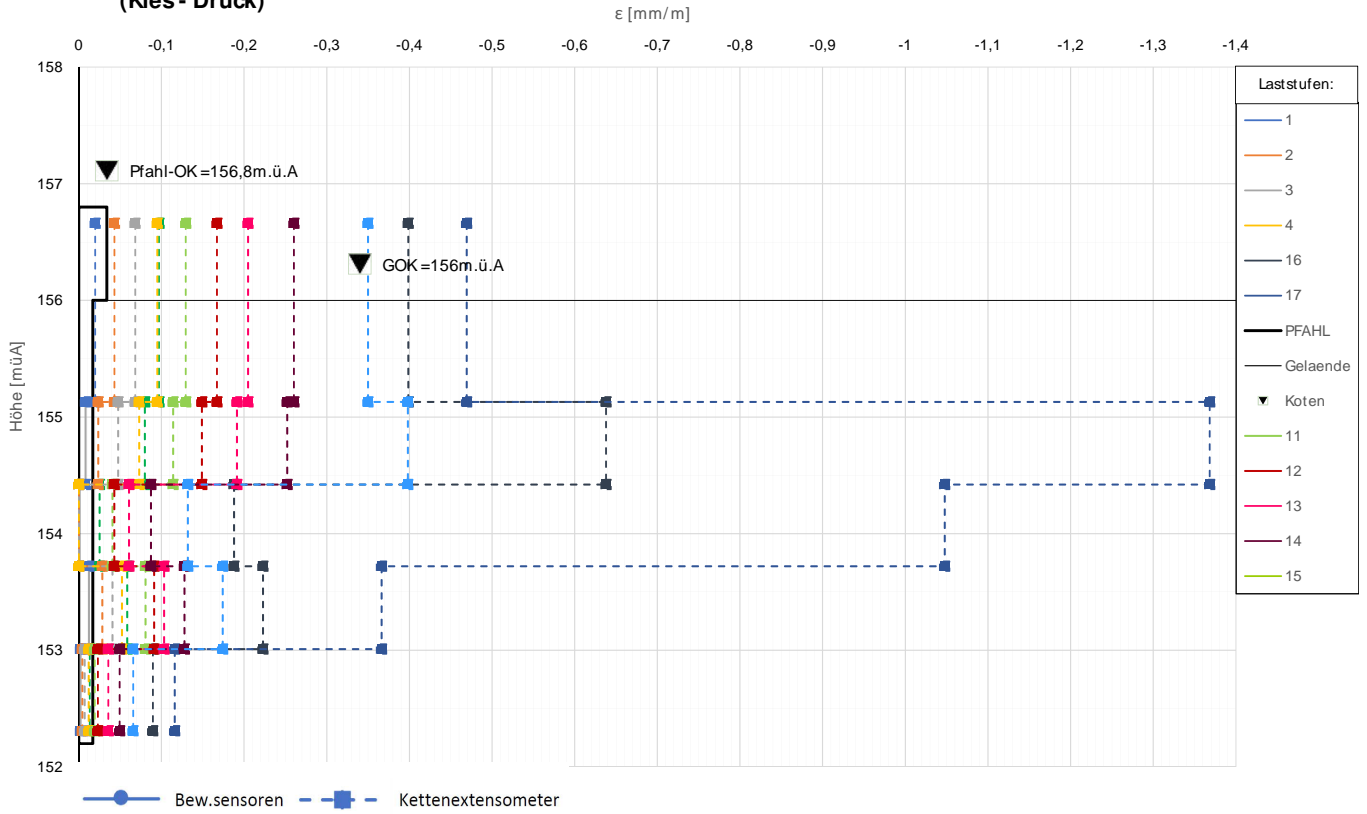
Prüfkörper: D.K55
(Kies - Druck)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Prüfkörper: D.K55
(Kies - Druck)

Verlauf der axialen Längenänderung je Laststufe



ANHANG D

Auswertung der Herausziehversuche von Mikropfahlverankerungen M.vxx aus einem Düsenstrahldichtschirm



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v51 (V-Typ 3)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	92
Prüfdatum:	06.04.2018
Versuchsbeginn:	07:40 Uhr
Versuchsende:	10:12 Uhr
Wetterbedingungen:	7:30 sonnig 8°C
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

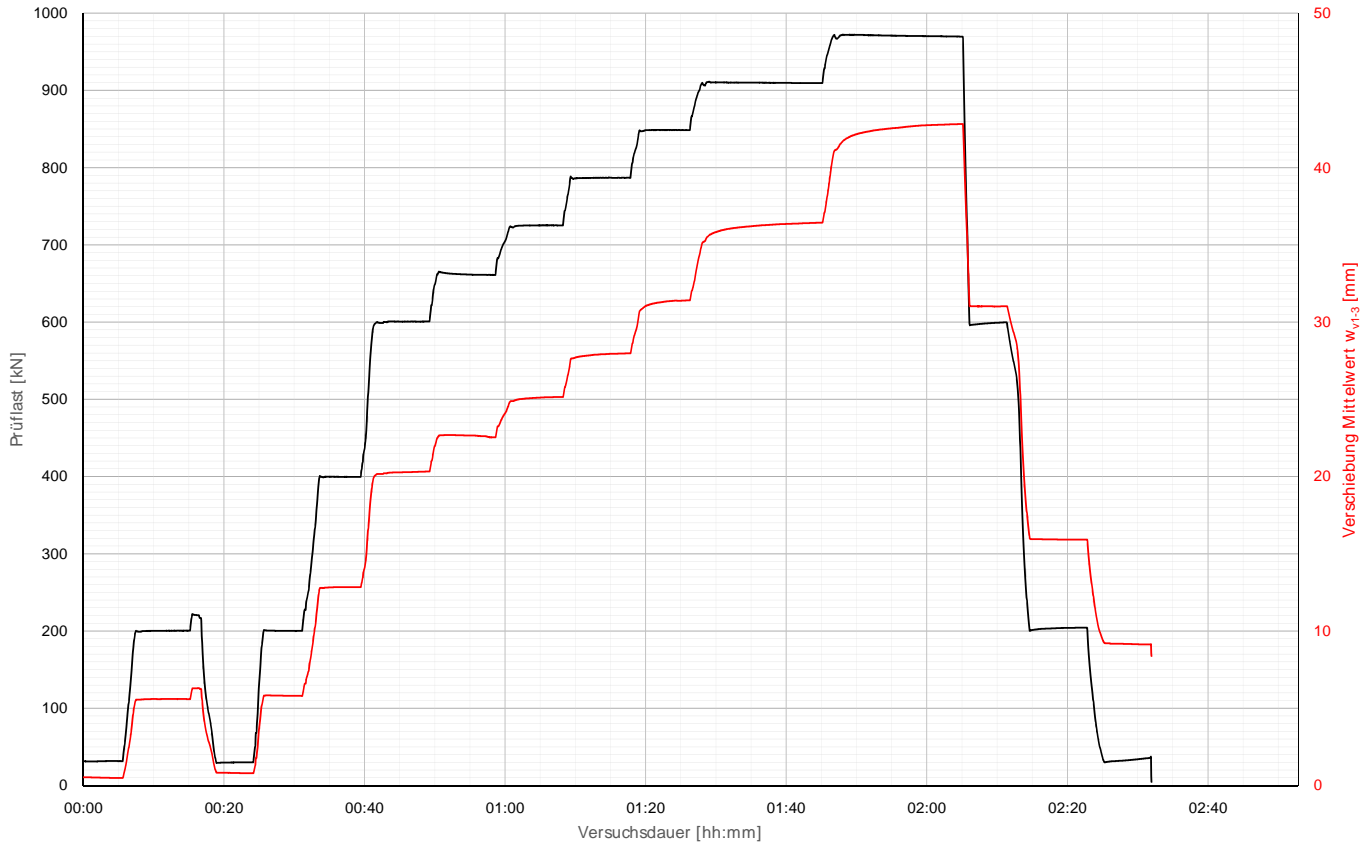
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	156,87 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	11,97 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

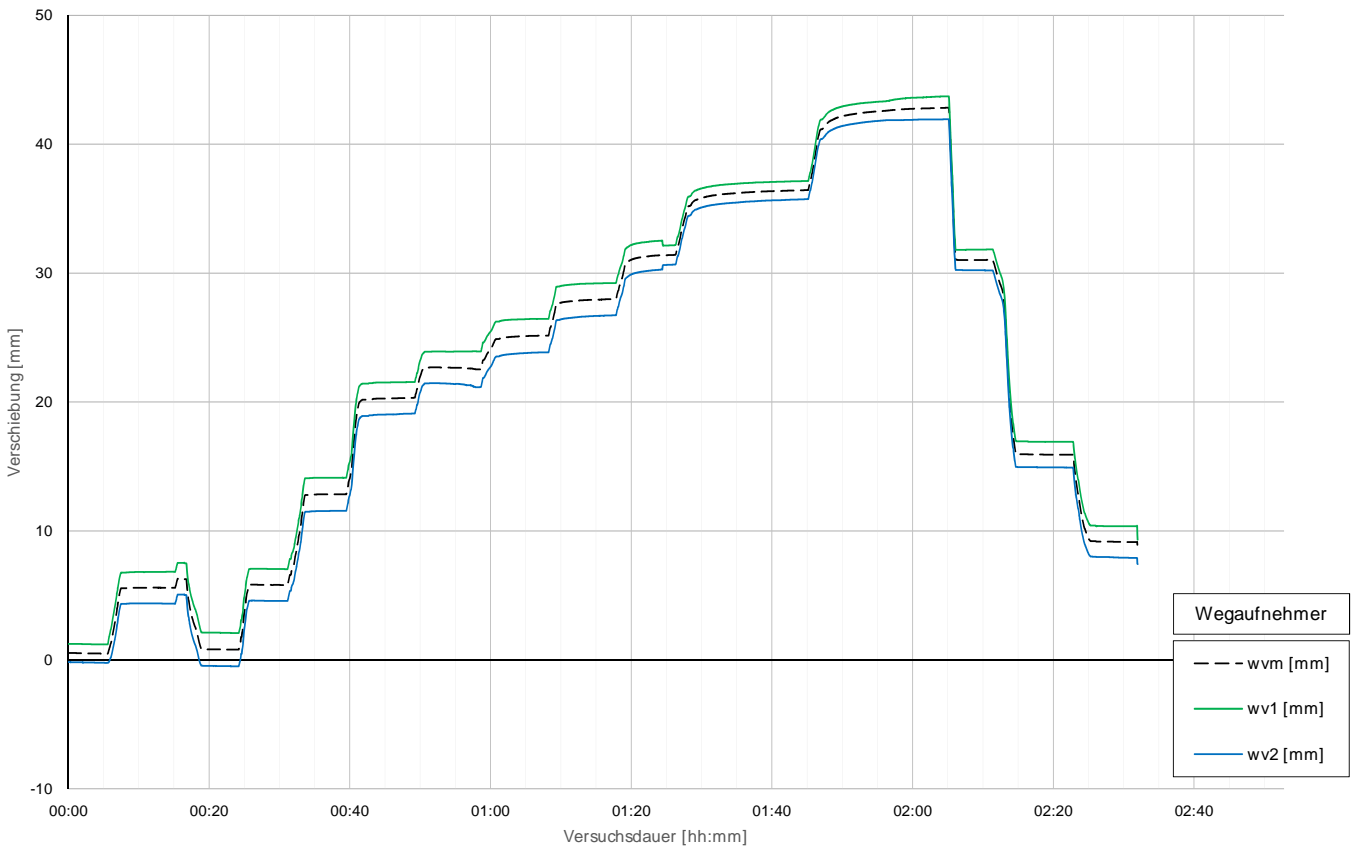
Prüfkörper: M.v51 (V-Typ 3)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v51 (V-Typ 3)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



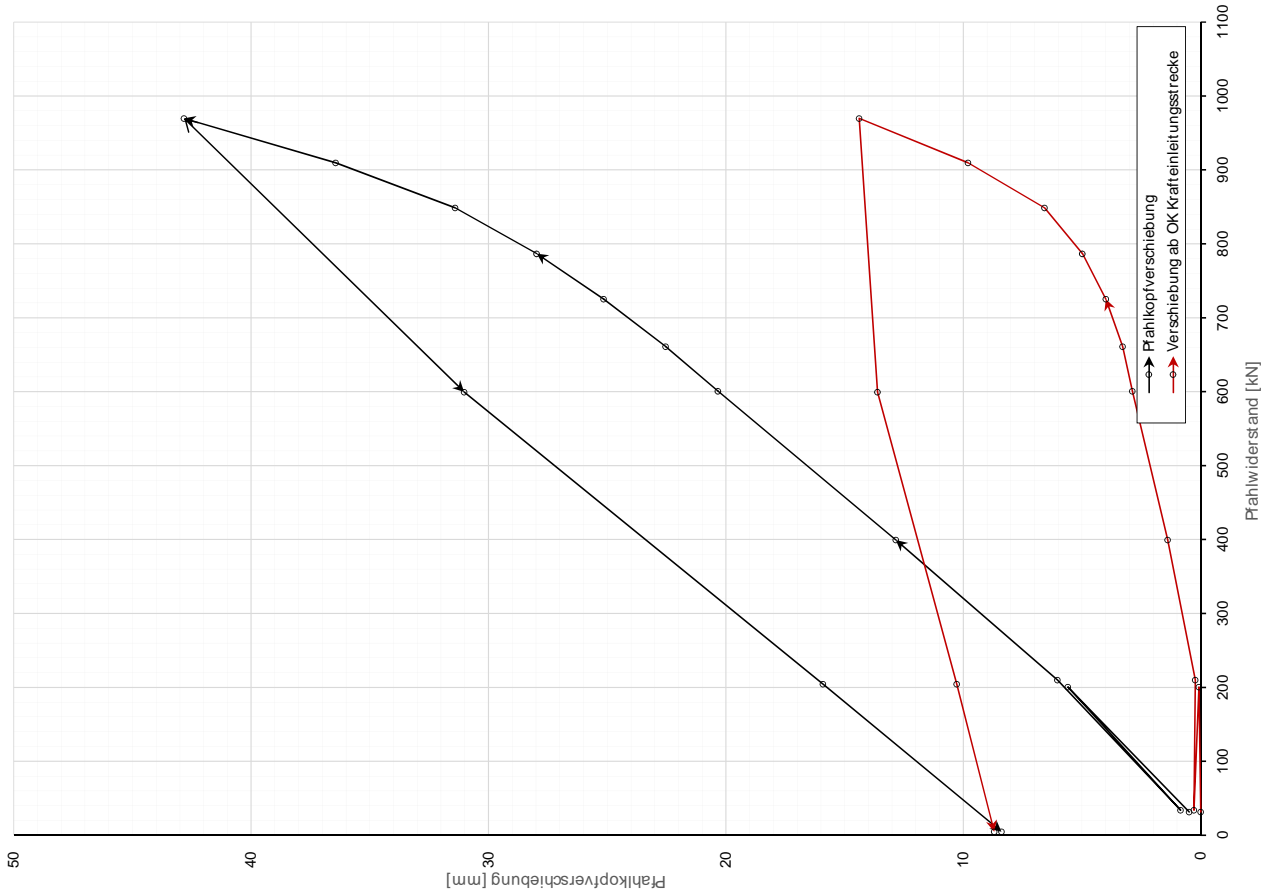
Prüfkörper: M.v51 (V-Typ 3)

Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß					
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	07:40	07:45	30	32	0,49	0,94	0,45	0,00																
1	07:48	07:54	200	200	5,60	5,97		0,08	5,59	5,59	5,60							1	5	5,59	5,60	0,01		
2	07:59	08:04	30	34	0,85	1,01		0,29	0,82	0,81	0,79													
3	08:06	08:11	200	210	6,03	6,26		0,23	5,82	5,82	5,80							1	5	5,82	5,80	-0,04		
4	08:14	08:19	400	400	12,84	11,90		1,39	12,82	12,83	12,84							1	5	12,82	12,84	0,03		
5	08:23	08:29	600	601	20,33	17,90		2,88	20,26	20,27	20,32							2	5	20,27	20,32	0,12		
6	08:32	08:38	662	661	22,54	19,69		3,29	22,68	22,67	22,61							1	5	22,68	22,61	-0,10		
7	08:42	08:48	724	725	25,15	21,60		4,00	25,06	25,09	25,14							2	5	25,09	25,14	0,14		
8	08:50	08:57	786	787	27,97	23,44		4,98	27,79	27,85	27,95							2	5	27,85	27,95	0,25		
9	09:00	09:06	848	849	31,41	25,28		6,58	31,19	31,27	31,38							2	5	31,27	31,38	0,28		
10	09:09	09:25	910	910	36,44	27,10		9,80	35,83	35,96	36,16	36,34	36,42					5	15	36,16	36,42	0,54		
11	09:28	09:45	972	970	42,82	28,89		14,39	41,99	42,17	42,44	42,68	42,80					5	15	42,44	42,80	0,75		
12	09:46	09:51	600	600	31,02	17,86		13,61	31,02	31,02														
13	09:55	10:02	200	204	15,92	6,09		10,28	15,95	15,93	15,92													
14	10:05	10:12	30	5	8,39	0,14		8,69	9,20	9,18	9,14													

Forschungsbibliothek TUWIEN Die approbierte gedruckte Originalbibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

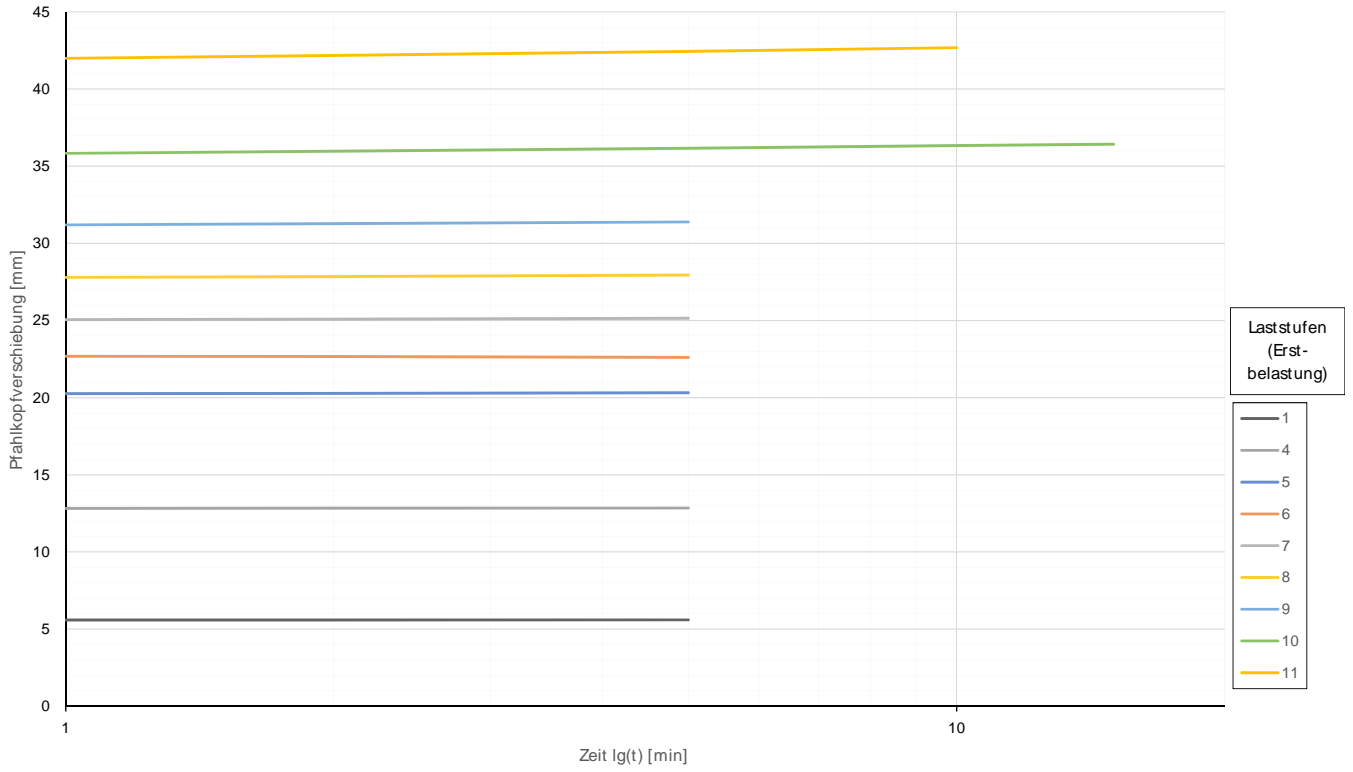
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v51 (V-Typ 3)



Prüfkörper: M.v51
(V-Typ 3)

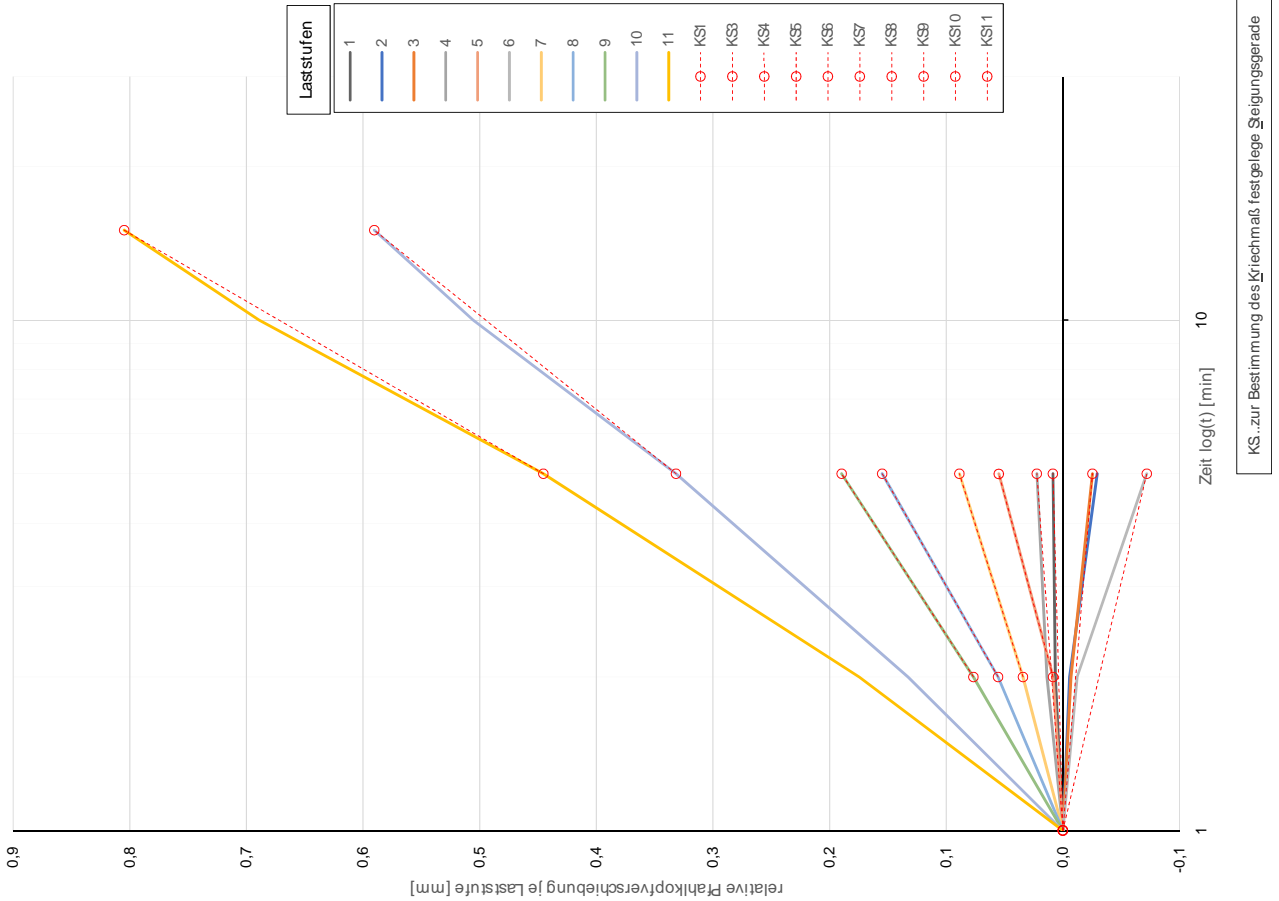
Zeitverformung



6

Zeitverformung

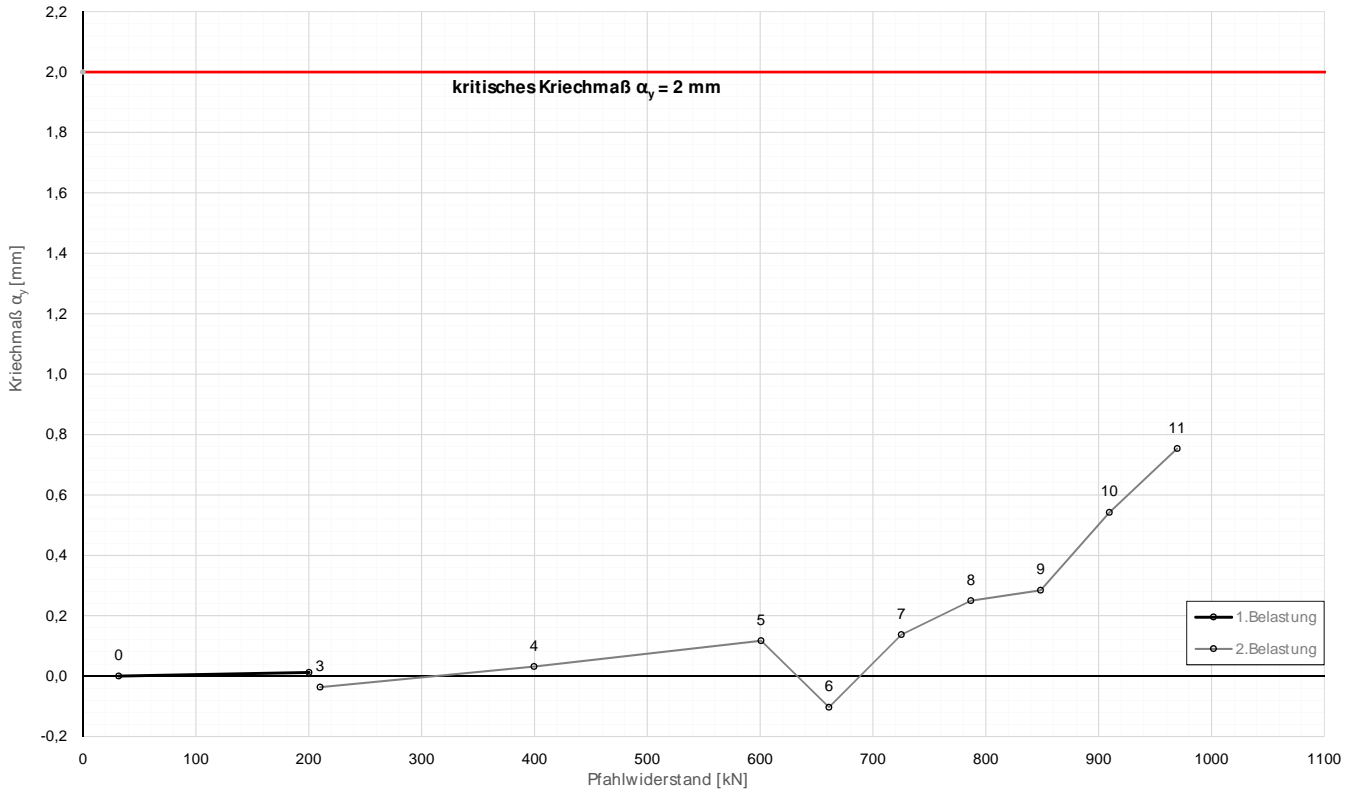
Prüfkörper: M.v51
(V-Typ 3)



7

Prüfkörper: M.v51
(V-Typ 3)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v52 (V-Typ 1)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	88
Prüfdatum:	02.04.2018
Versuchsbeginn:	13:45 Uhr
Versuchsende:	16:09 Uhr
Wetterbedingungen:	13:30h: 19°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

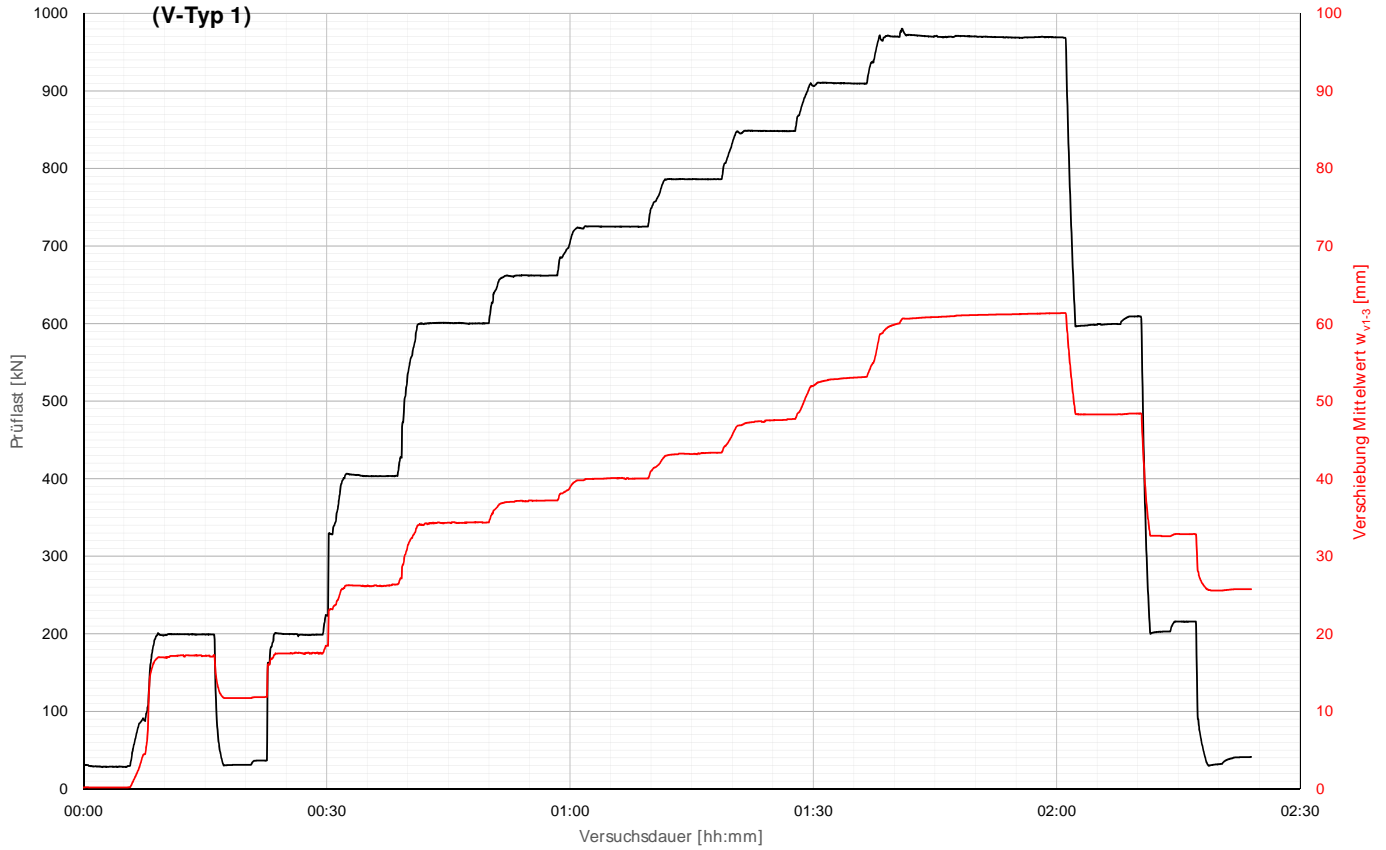
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,01 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,11 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	ANP d50, SAS 550
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{ss=}$	1960,00 mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{ss=}$	205,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS=}$	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS=}$	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	-
Gesamtquerschnitt Stahl $A_s=$	0,00 mm ²
E-Modul Baustahl $E_s=$	0,00 kN/mm ²

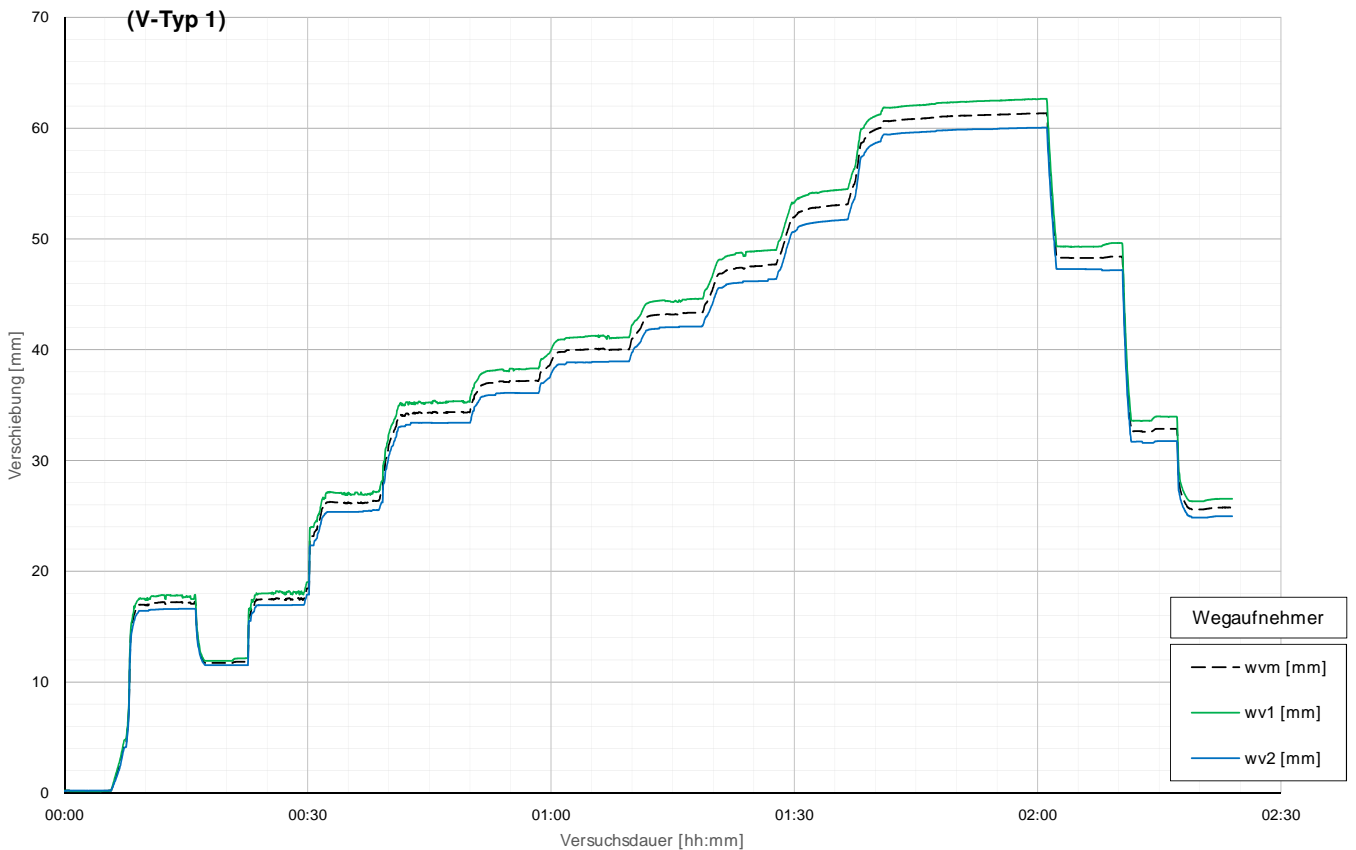
Prüfkörper: M.v52
(V-Typ 1)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v52
(V-Typ 1)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



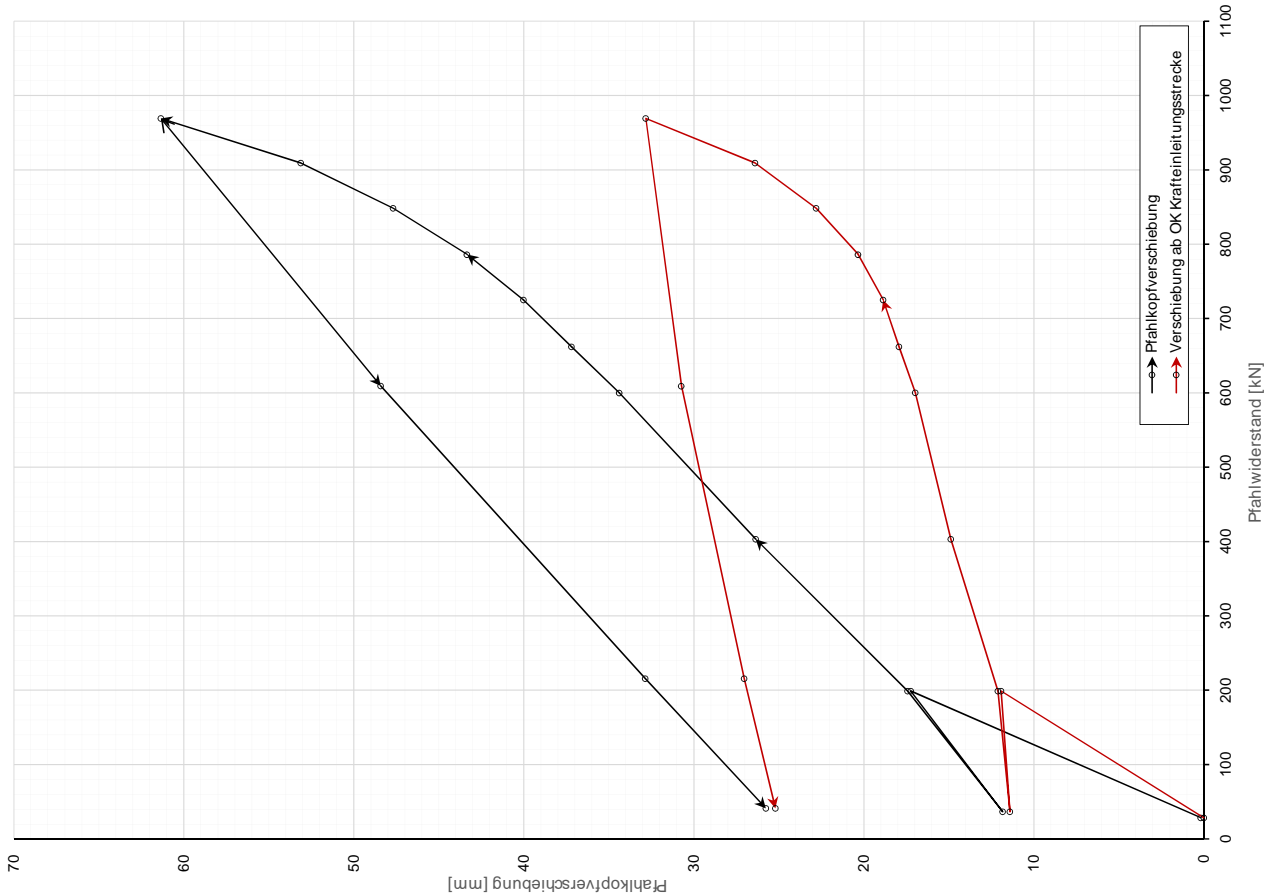
Prüfkörper: M.v52 (V-Typ 1)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																			
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn					Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	$w_{vm,1-2}$	ΔL	Korrekturwert	$w_{v,Prüfgr.}$	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	MW 1	MW 2	Kriechmaß
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	13:45	13:50	30	28	0,18	0,86	0,68	0,00											
1	13:55	14:01	200	199	17,24	6,00		11,93	17,14	17,22	17,15			1	2	17,14	17,22		0,25
2	14:02	14:07	30	37	11,83	1,10		11,41	11,72	11,72									
3	14:09	14:14	200	199	17,43	5,99		12,12	17,47	17,48				1	2	17,47	17,48		0,03
4	14:18	14:23	400	403	26,35	12,15		14,88	26,22	26,23	26,28			1	5	26,22	26,28		0,08
5	14:27	14:34	600	600	34,38	18,08		16,98	34,27	34,31	34,31			1	5	34,27	34,31		0,05
6	14:38	14:43	662	662	37,20	19,95		17,93	37,16	37,19	37,20			1	5	37,16	37,20		0,07
7	14:47	14:54	724	725	40,02	21,85		18,86	39,98	40,00	40,08			2	5	40,00	40,08		0,21
8	14:57	15:03	786	786	43,34	23,69		20,33	43,14	43,25	43,33			1	5	43,14	43,33		0,26
9	15:06	15:12	848	848	47,69	25,56		22,81	47,28	47,41	47,58			1	5	47,28	47,58		0,42
10	15:16	15:21	910	909	53,13	27,40		26,40	52,77	52,84	53,09			2	5	52,84	53,09		0,63
11	15:27	15:45	972	969	61,35	29,21		32,82	60,73	60,80	60,95	61,15	61,27	5	15	60,95	61,27		0,68
12	15:48	15:55	600	609	48,42	18,36		30,73	48,28	48,30	48,28								
13	15:57	16:02	200	216	32,86	6,50		27,04	32,59	32,59									
14	16:04	16:09	30	41	25,76	1,24		25,20	25,58	25,65									

Forschungsbibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the printed document is available at the TU Wien Library.

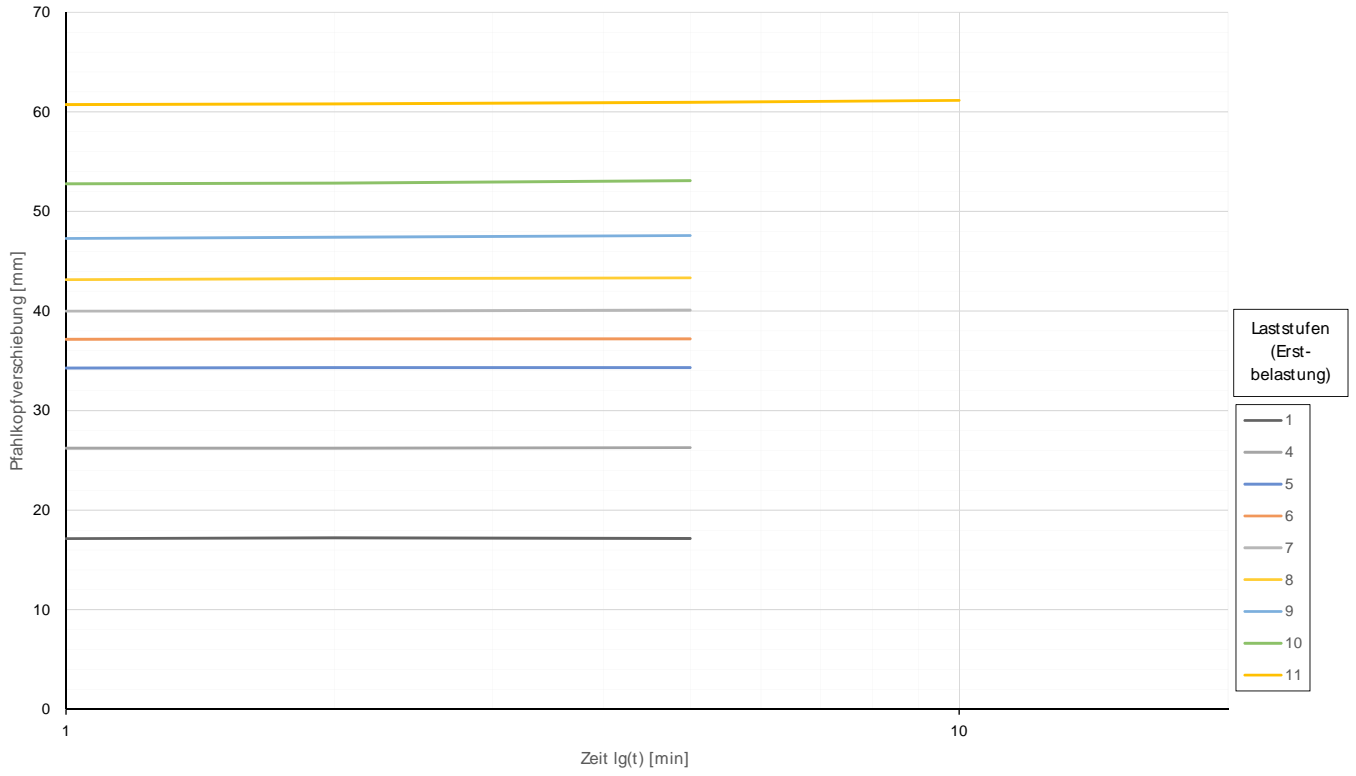
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v52 (V-Typ 1)



Prüfkörper: M.v52
(V-Typ 1)

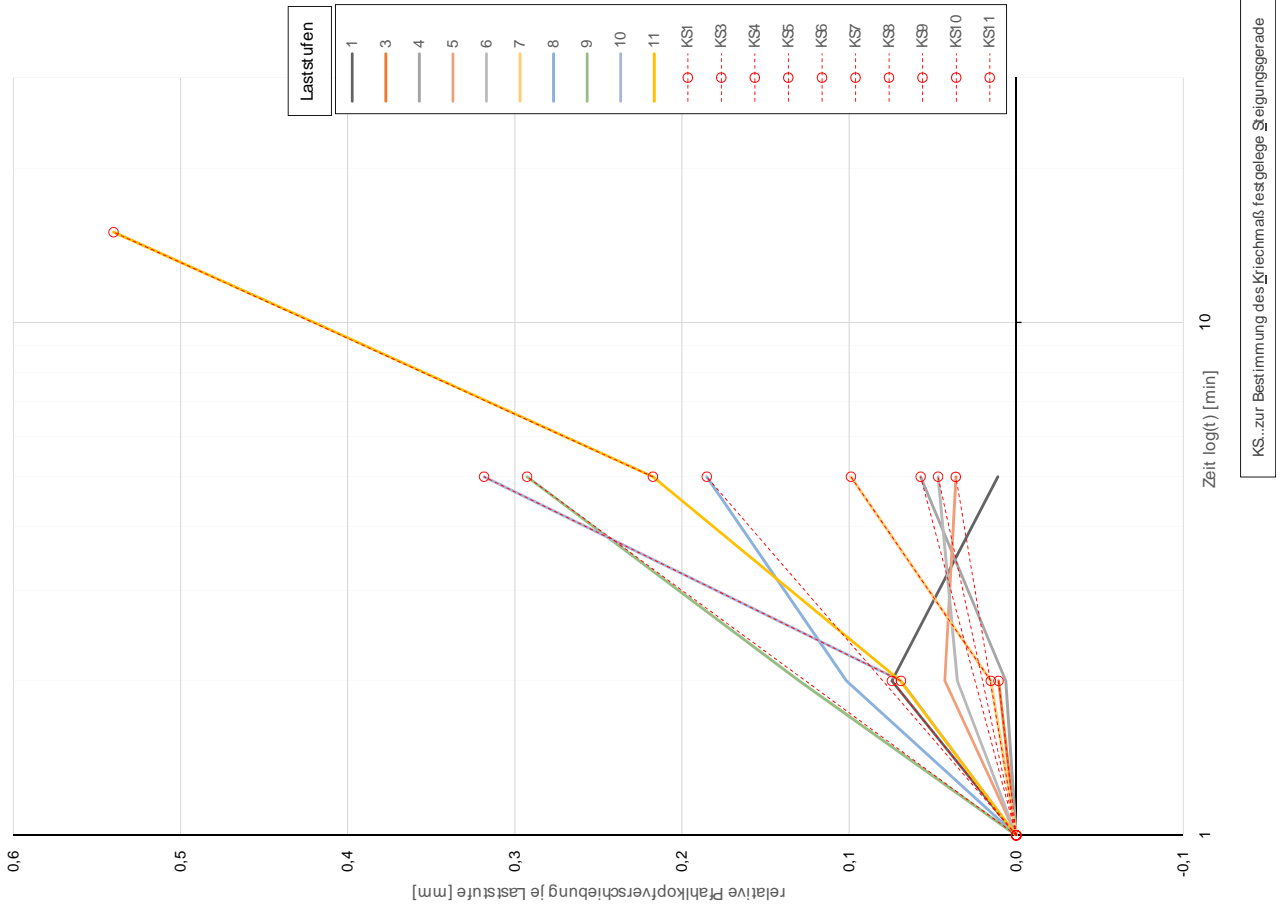
Zeitverformung



Forschungsinstitut TU Bibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 TU WIEN Your knowledge hub The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

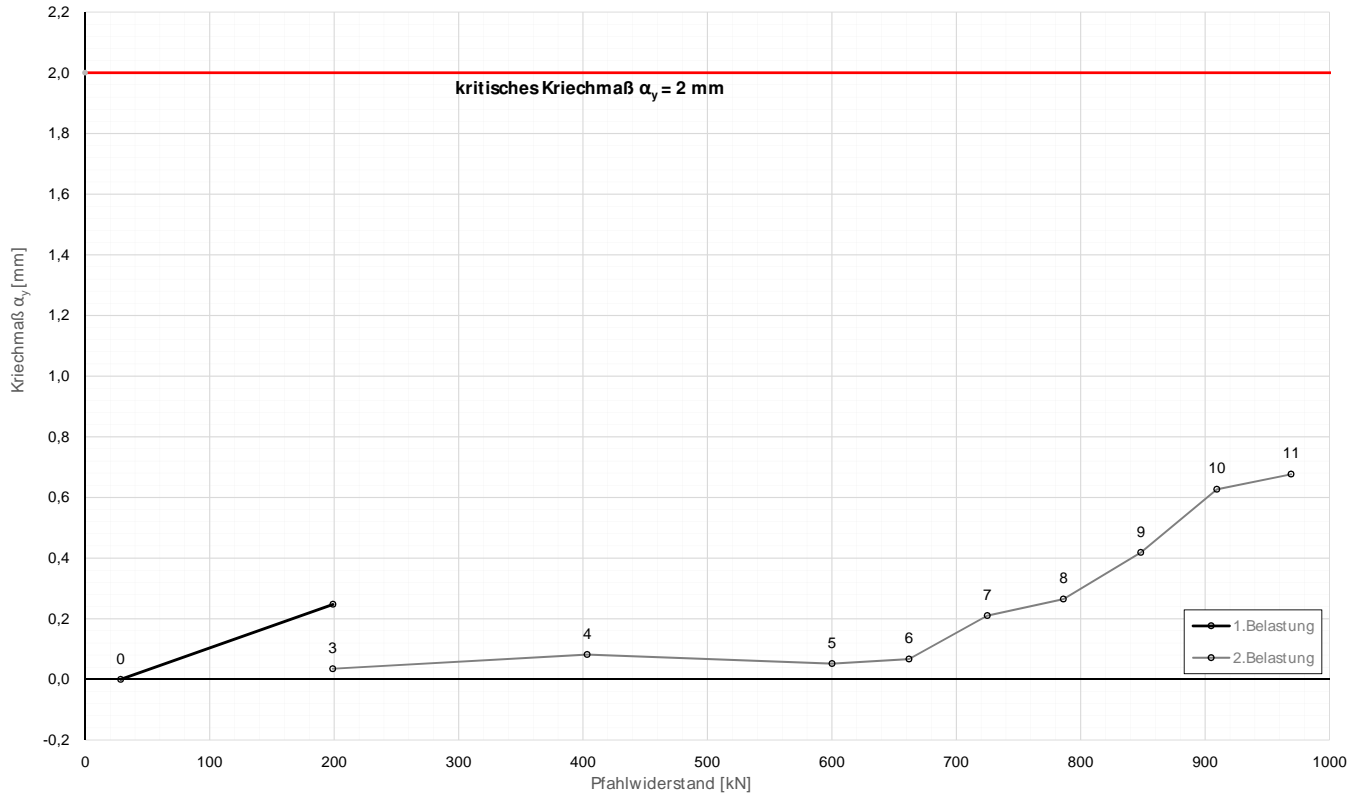
Prüfkörper: M.v52
(V-Typ 1)

Zeitverformung



Prüfkörper: M.v52
(V-Typ 1)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v53 (V-Typ 3)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	87
Prüfdatum:	02.04.2018
Versuchsbeginn:	13:46 Uhr
Versuchsende:	16:12 Uhr
Wetterbedingungen:	13:30h 19°C sonnig
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

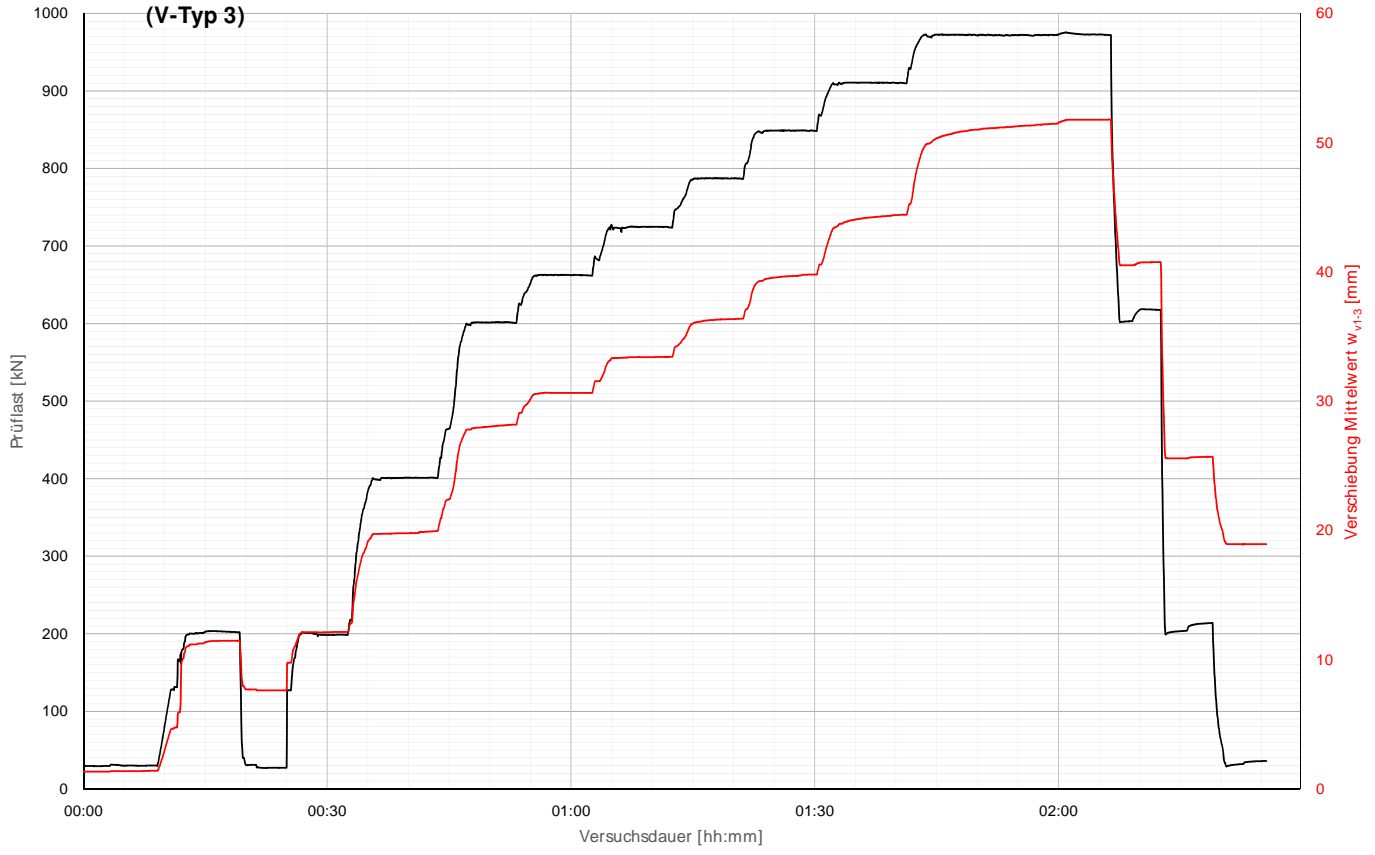
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,03 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,13 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{SS}=$	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{SS}=$	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS}=$	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS}=$	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl $A_S=$	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl $E_S=$	0,00	kN/mm ²

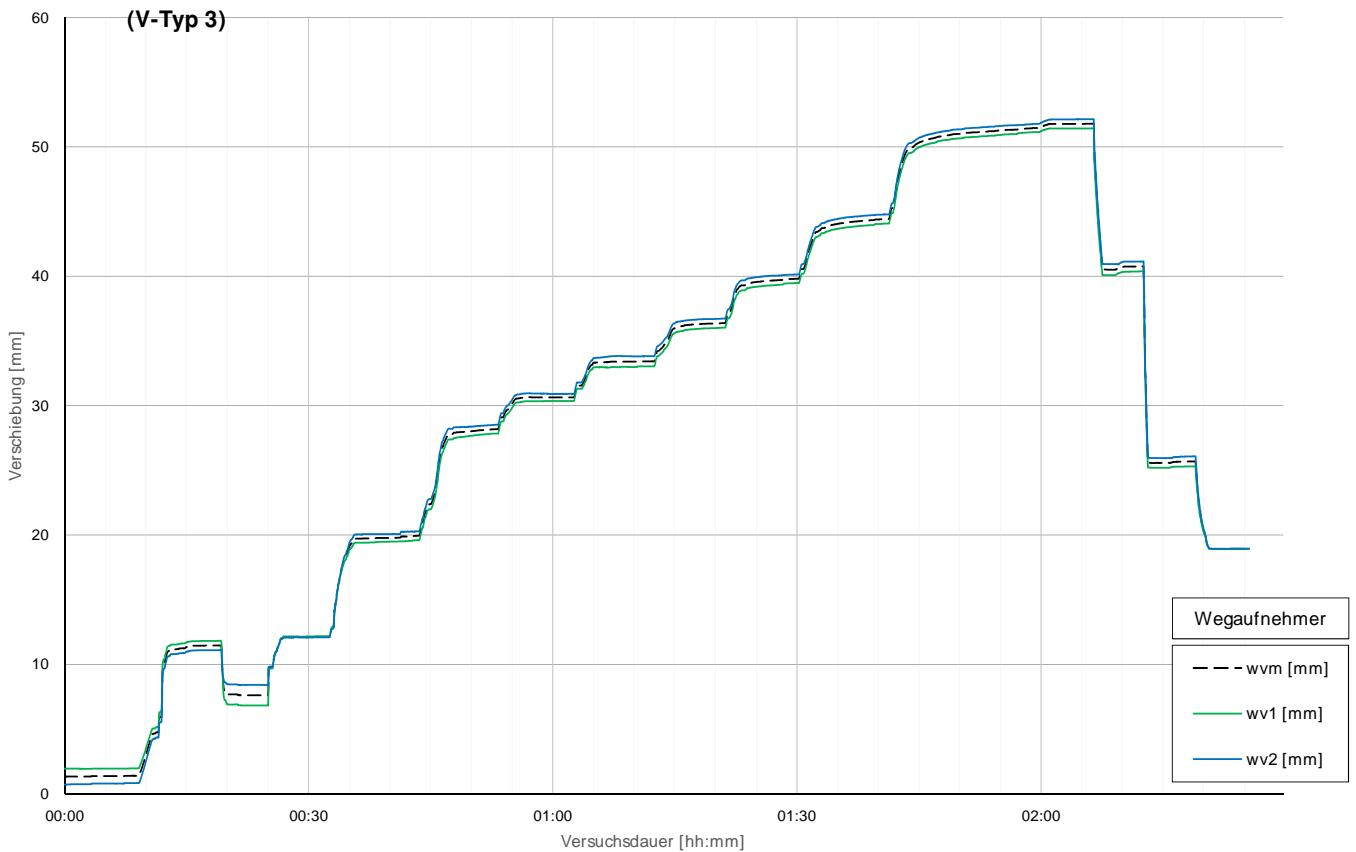
Prüfkörper: M.v53
(V-Typ 3)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v53
(V-Typ 3)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



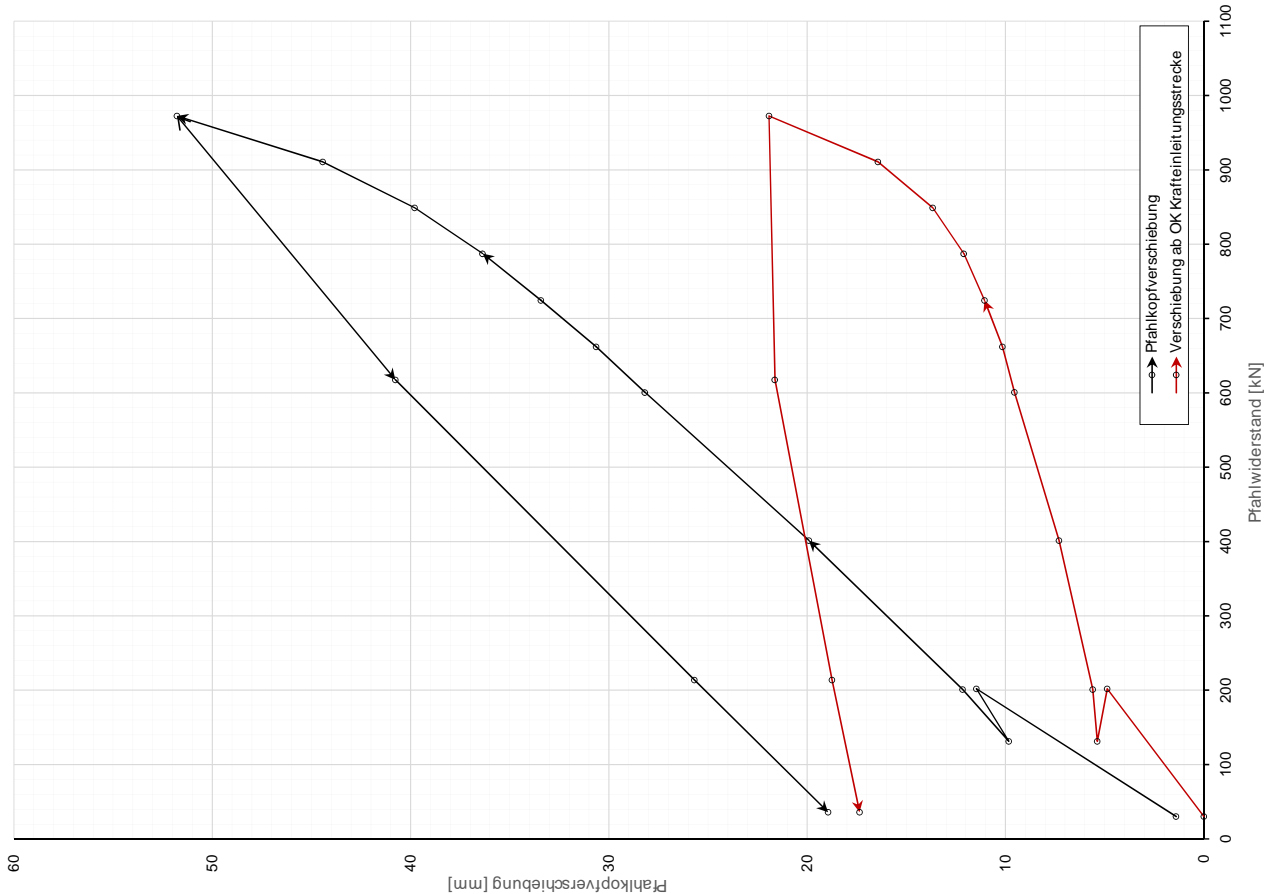
Prüfkörper: M.v53 (V-Typ 3)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]								Berechnung Kriechmaß							
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	W _{vm,1-2}	ΔL	Korrekturwert	W _{v,Prüfstr.}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	MW 1	MW 2	Kriechmaß		
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	[min]	[min]	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]		
0	13:46	13:55	30	30	1,40	0,91	-0,49	0,00																
1	14:00	14:05	200	202	11,46	6,10		4,87	11,25	11,43	11,46									1	5	11,25	11,46	0,30
2	14:07	14:12	30	131	9,83	3,97		5,37	7,63	7,62														
3	14:13	14:18	200	201	12,16	6,07		5,61	12,13	12,13	12,14									2	5	12,13	12,14	0,01
4	14:23	14:29	400	401	19,91	12,12		7,30	19,75	19,77	19,89									2	5	19,77	19,89	0,30
5	14:34	14:39	600	601	28,18	18,14		9,55	27,96	28,01	28,17									2	5	28,01	28,17	0,40
6	14:42	14:48	662	662	30,64	20,00		10,16	30,64	30,64	30,64									2	5	30,64	30,64	-0,01
7	14:53	14:58	724	725	33,43	21,88		11,06	33,40	33,41	33,43									2	5	33,41	33,43	0,04
8	15:01	15:07	786	787	36,37	23,78		12,10	36,12	36,23	36,34									2	5	36,23	36,34	0,26
9	15:10	15:16	848	849	39,80	25,64		13,67	39,53	39,60	39,77									2	5	39,60	39,77	0,44
10	15:20	15:27	910	911	44,42	27,50		16,43	44,00	44,11	44,31									2	5	44,11	44,31	0,49
11	15:31	15:52	972	973	51,78	29,37		21,93	50,48	50,65	51,00	51,24	51,46	51,78						10	20	51,24	51,78	1,77
12	15:54	15:59	600	618	40,76	18,65		21,63	40,51	40,61														
13	16:00	16:05	200	214	25,69	6,46		18,75	25,57	25,58														
14	16:07	16:11	30	36	18,94	1,09		17,36	18,93	18,93														

Forschungsbibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

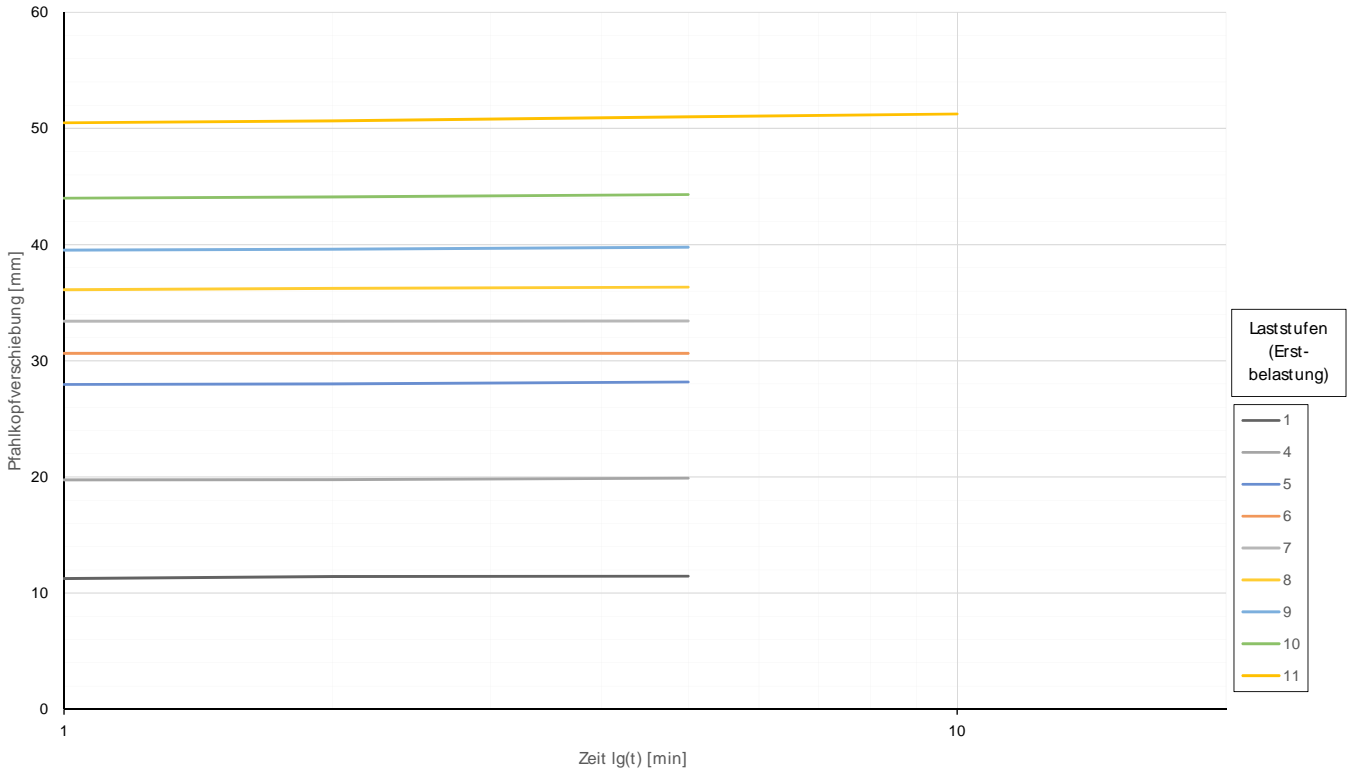
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v53 (V-Typ 3)



Prüfkörper: M.v53
(V-Typ 3)

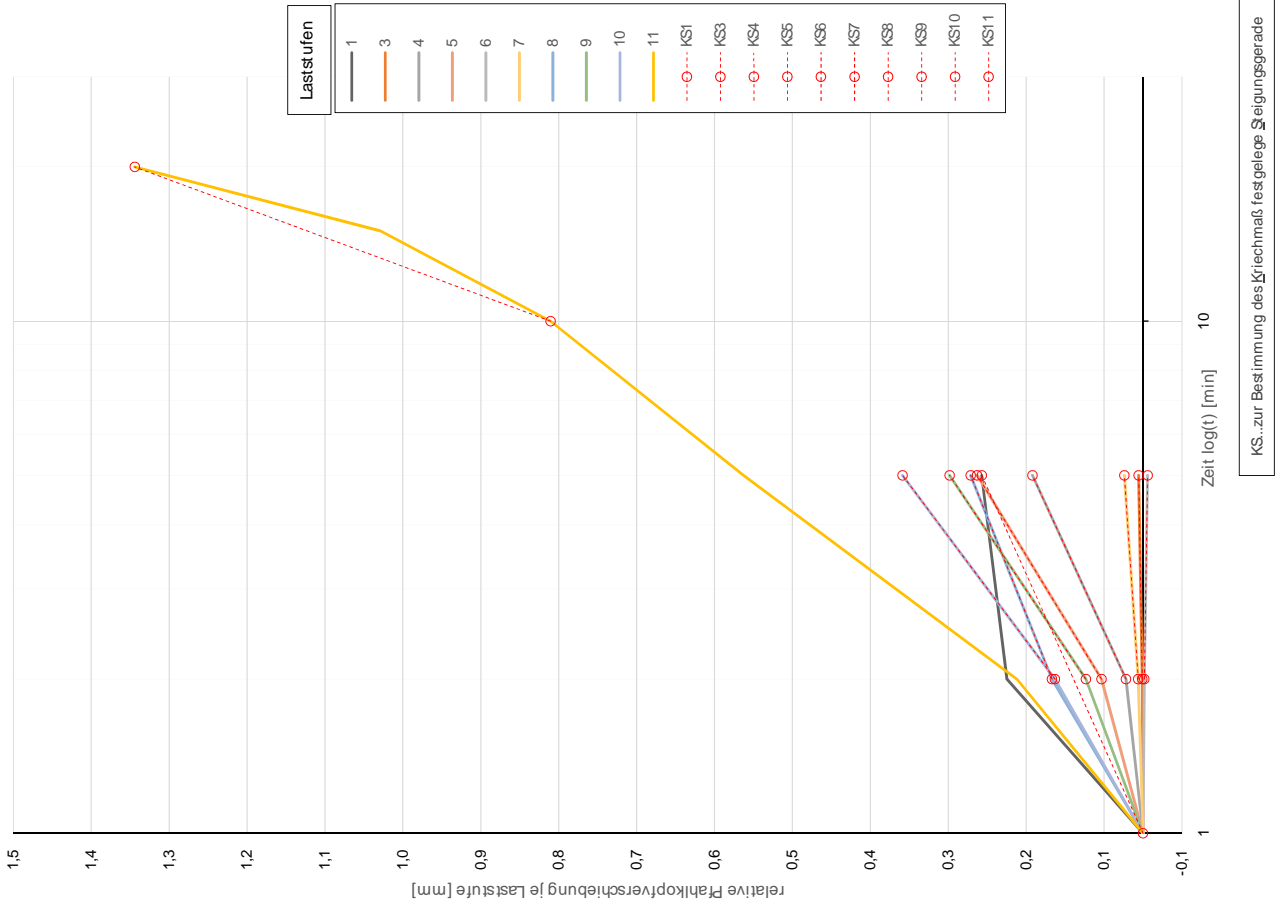
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is in print at TU Wien Bibliothek.

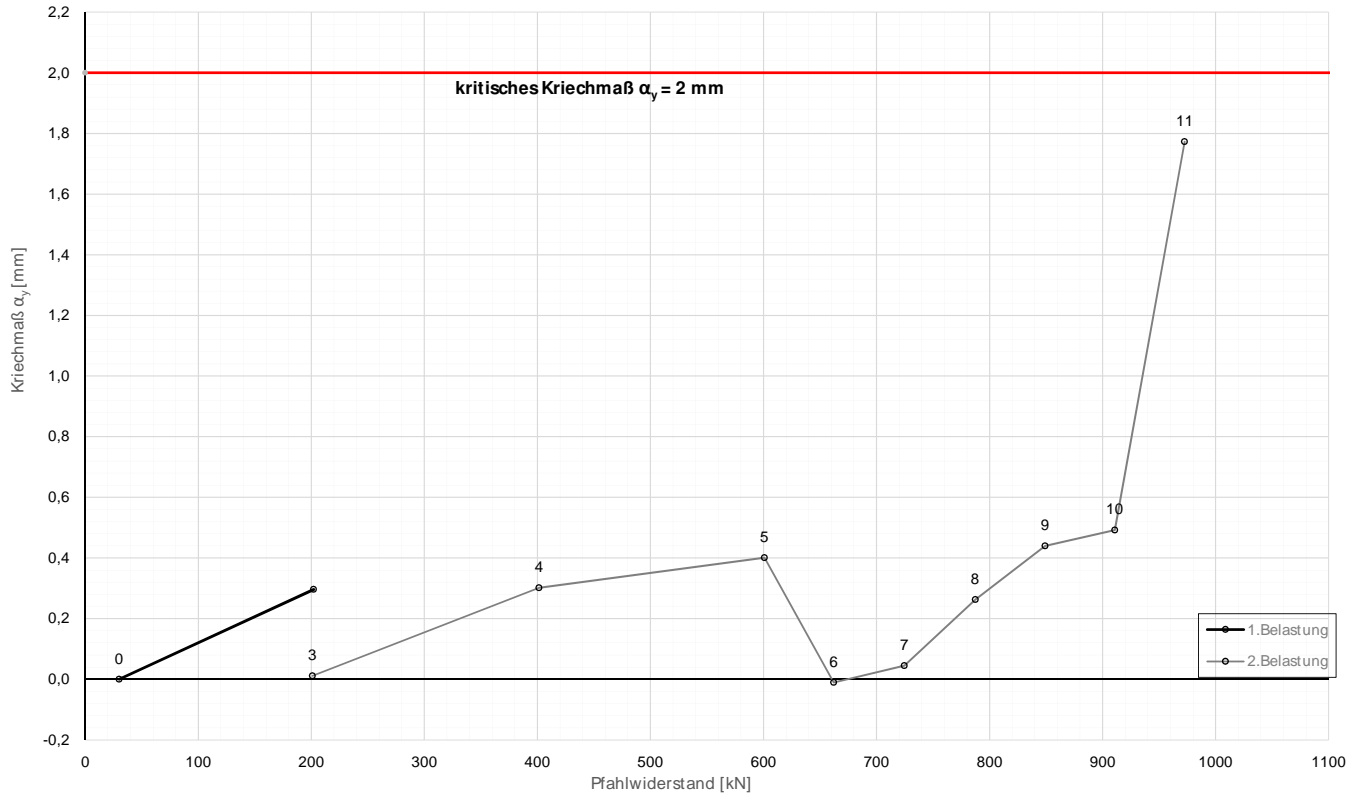
Zeitverformung

Prüfkörper M.v53
(V-Typ 3)



Prüfkörper: M.v53
(V-Typ 3)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v54 (V-Typ 2)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	91
Prüfdatum:	05.04.2018
Versuchsbeginn:	08:39 Uhr
Versuchsende:	10:30 Uhr
Wetterbedingungen:	8:00 wolkgig 14°C
besondere Versuchsbedingungen:	Versagen bei Hochfahren auf LS11

Geometrie Prüfkörper:

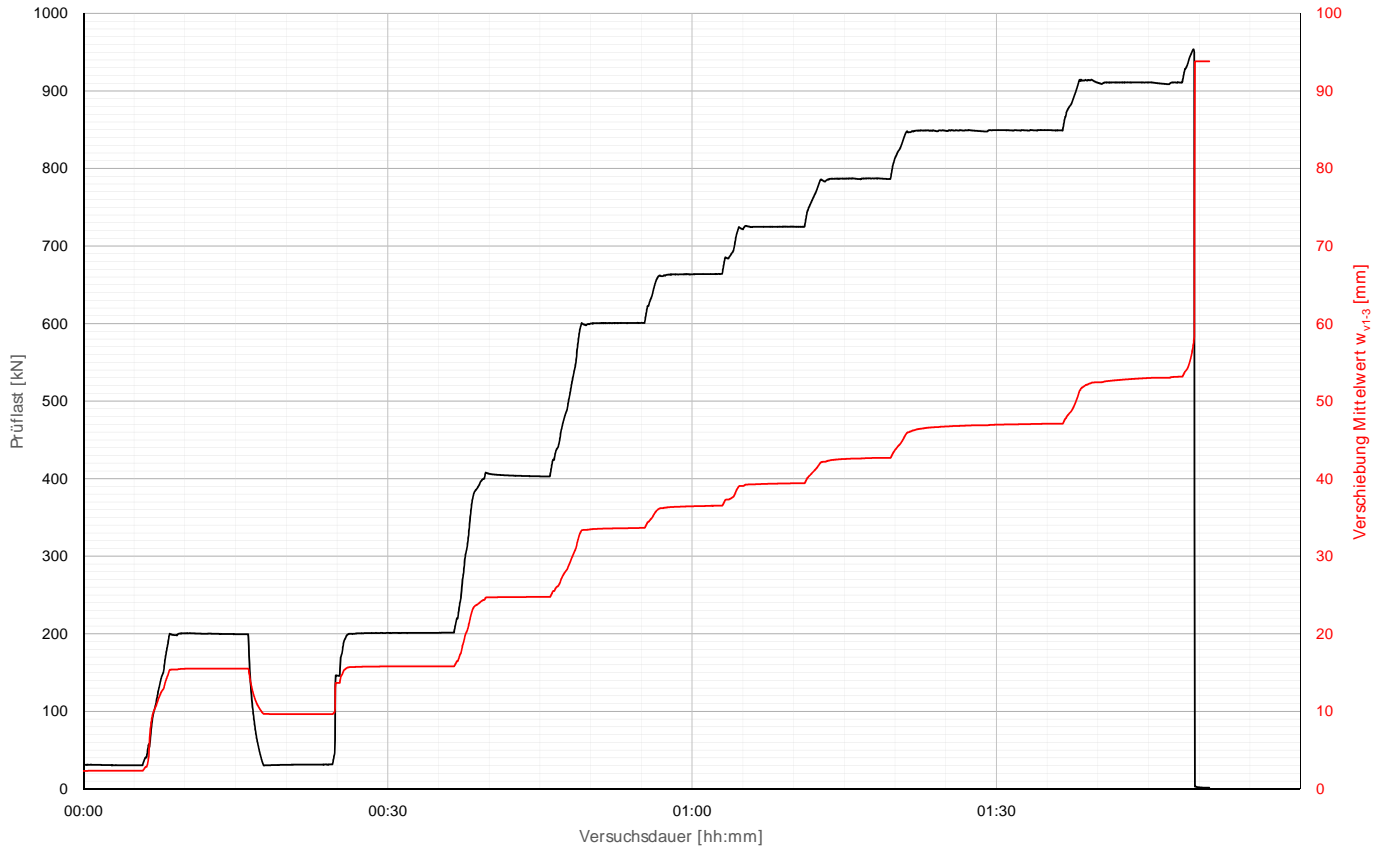
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,00 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,10 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{SS}=$	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{SS}=$	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS}=$	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS}=$	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl $A_S=$	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl $E_S=$	0,00	kN/mm ²

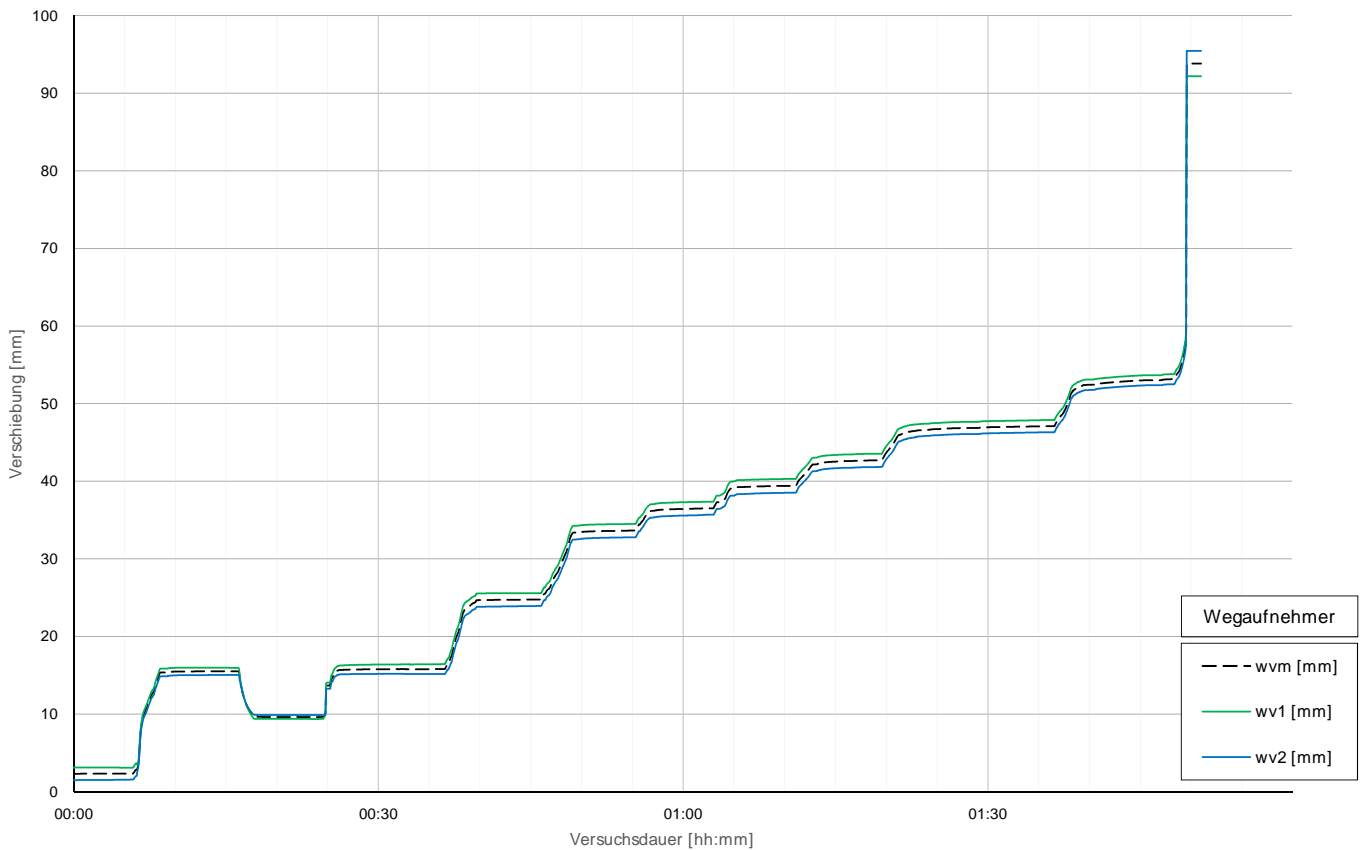
Prüfkörper: M.v54 (V-Typ 2)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v54 (V-Typ 2)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



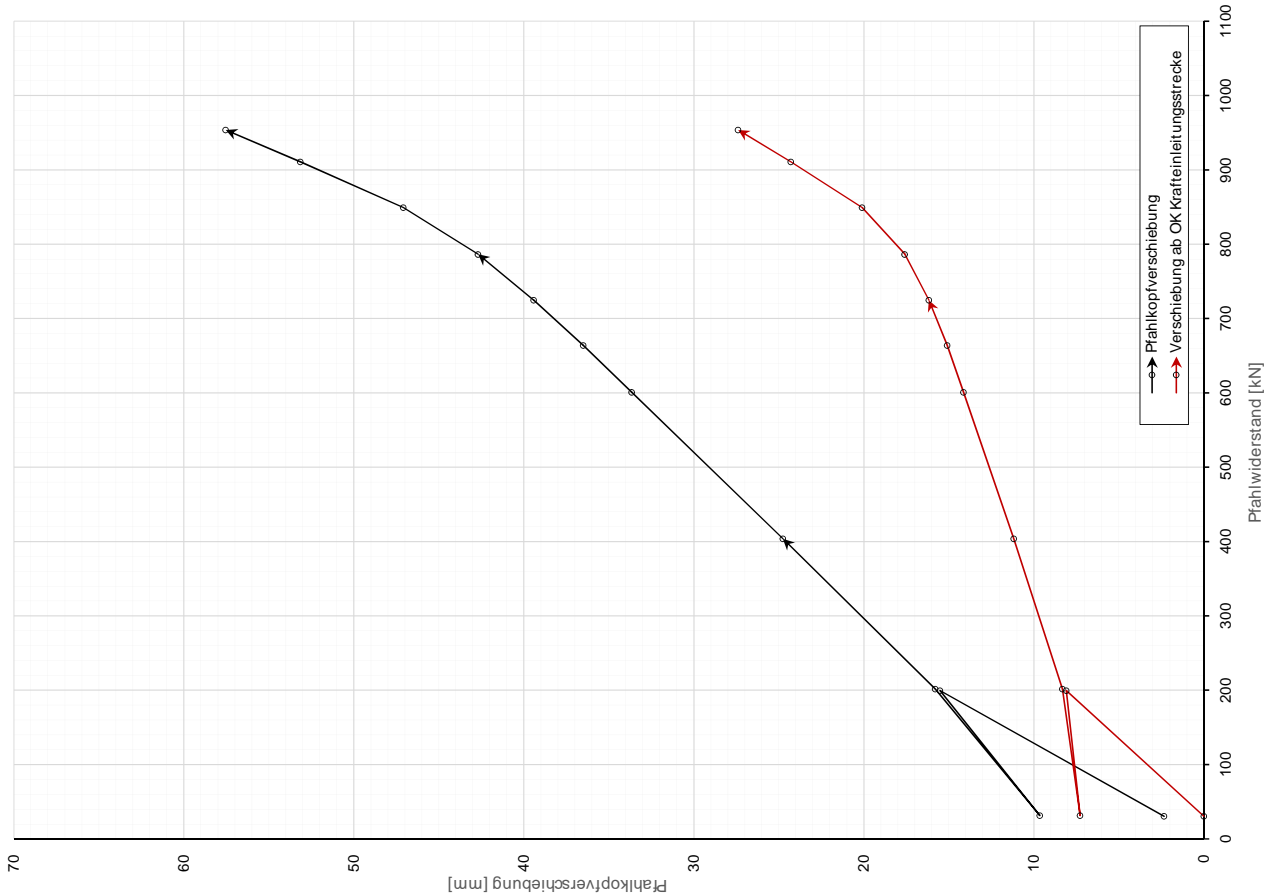
Prüfkörper: M.v54 (V-Typ 2)

Auswertung MWES I - Belastungsstufen und Verformungen																				
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δt						Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	W _{vm,1-2}	ΔL	Korrekturwert	W _{v,Prüfstr.}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	08:39	08:44	30	30	2,34	0,92	-1,42	0,00												
1	08:48	08:54	200	200	15,52	6,01		8,09	15,49	15,51	15,51					1	5	15,49	15,51	0,04
2	08:57	09:02	30	31	9,64	0,94		7,28	9,65	9,64										
3	09:05	09:15	200	202	15,80	6,07		8,32	15,75	15,77	15,80					1	5	15,75	15,80	0,07
4	09:18	09:25	400	404	24,77	12,17		11,18	24,71	24,72	24,75					1	5	24,71	24,75	0,07
5	09:29	09:34	600	601	33,65	18,10		14,14	33,55	33,58	33,65					1	5	33,55	33,65	0,14
6	09:36	09:41	662	664	36,51	19,99		15,10	36,35	36,40						1	2	36,35	36,40	0,17
7	09:45	09:50	724	725	39,42	21,83		16,17	39,32	39,36	39,42					1	5	39,32	39,42	0,15
8	09:53	09:58	786	787	42,69	23,69		17,59	42,53	42,60	42,69					1	5	42,53	42,69	0,23
9	10:01	10:15	848	849	47,09	25,58		20,10	46,53	46,64	46,84	47,01				2	10	46,64	47,01	0,54
10	10:19	10:27	910	911	53,15	27,43		24,29	52,59	52,72	52,98					1	5	52,59	52,98	0,55

Forschungsbibliothek TU Wien **bi.geotechnik** Die approbierte gedruckte Originalbibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the document is available in print at TU Wien Bibliothek.

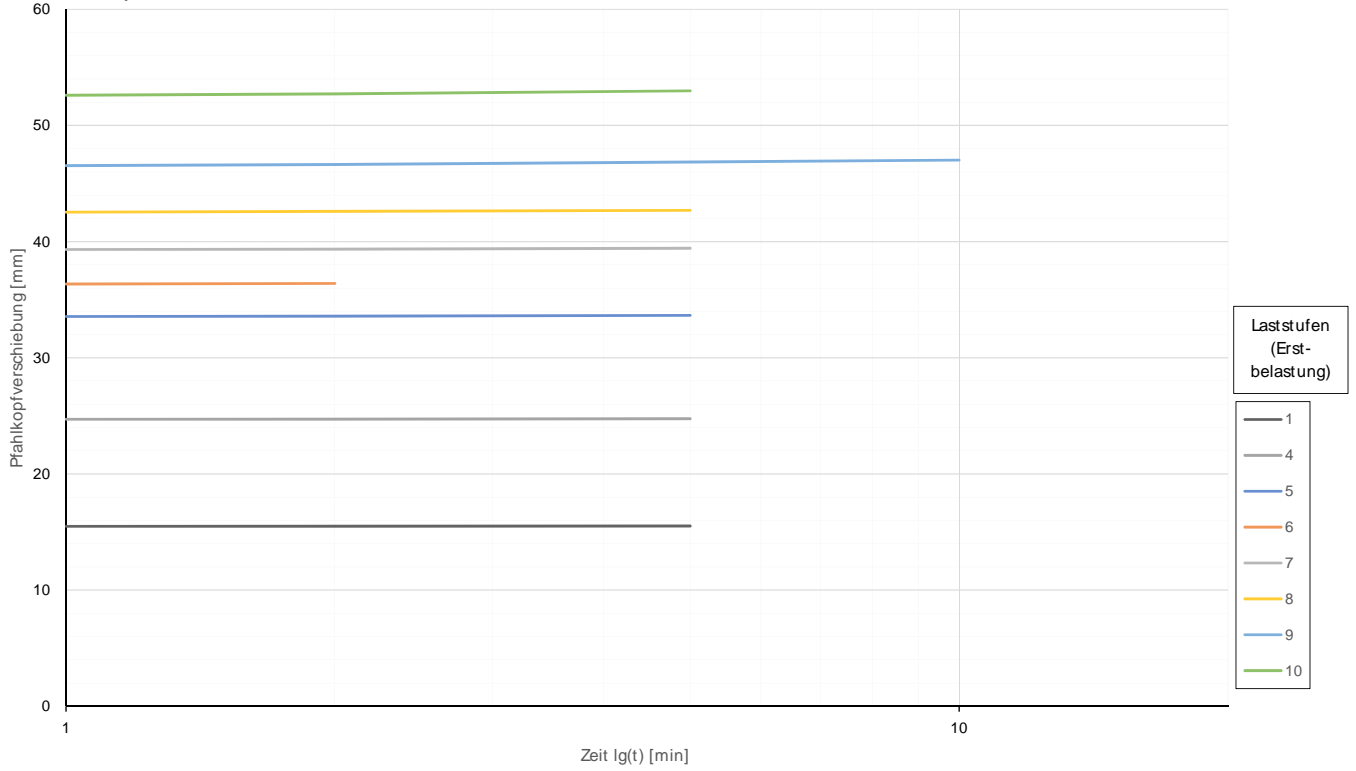
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v54 (V-Typ 2)



Prüfkörper: M.v54
(V-Typ
2)

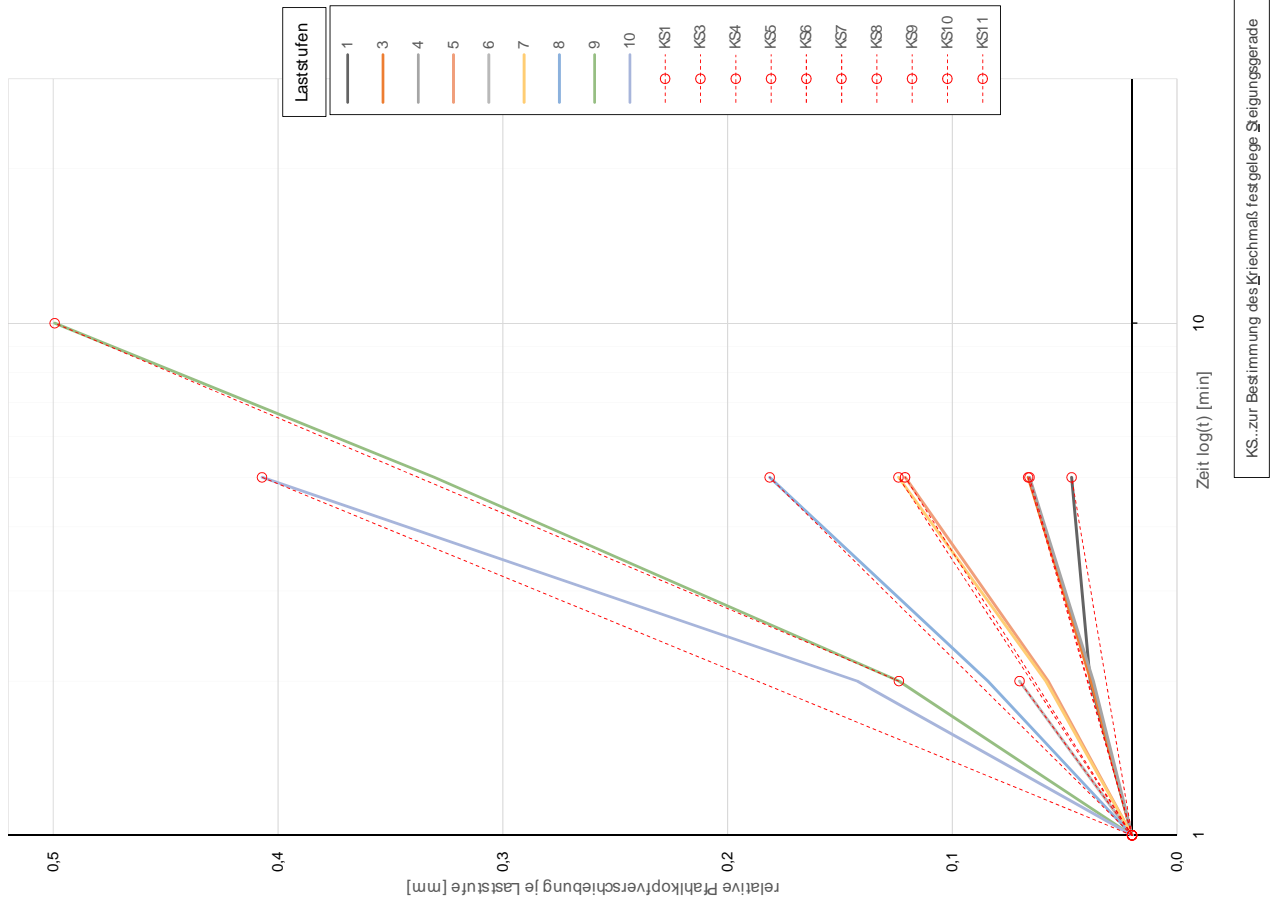
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 TU WIEN Your knowledge hub The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

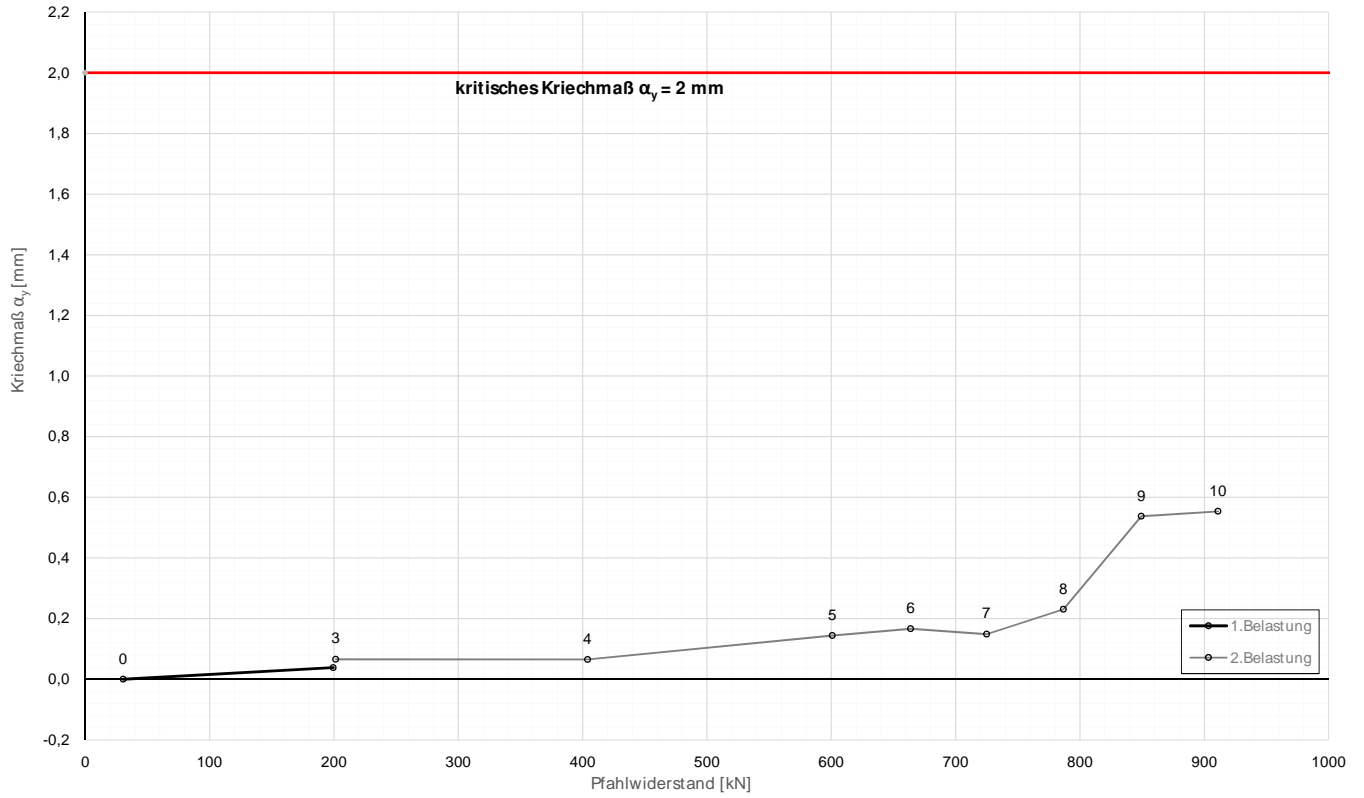
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v54
(V-Typ 2)



Prüfkörper: M.v54
(V-Typ 2)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v55 (V-Typ 0)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	85
Prüfdatum:	29.03.2018
Versuchsbeginn:	12:20 Uhr
Versuchsende:	13:07 Uhr
Wetterbedingungen:	12:00h 13°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	schlagartiges Versagen bei Hochfahren auf LS5

Geometrie Prüfkörper:

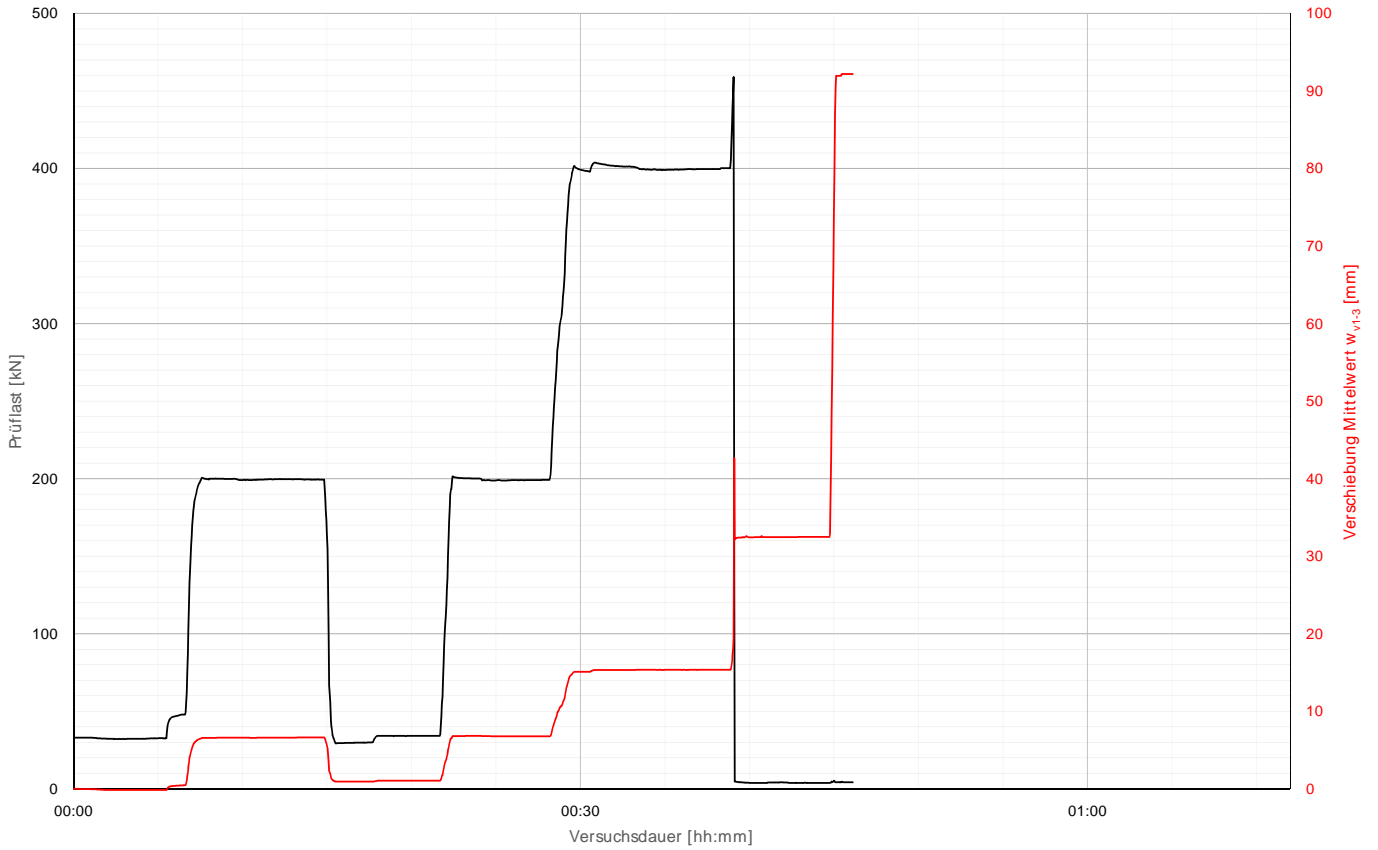
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,18 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,28 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550
Nennquerschnitt Stabstahl A_{ss} :	1960,00 mm ²
E-Modul Stabstahl E_{ss} :	205,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	-
Gesamtquerschnitt Stahl A_s :	0,00 mm ²
E-Modul Baustahl E_s :	0,00 kN/mm ²

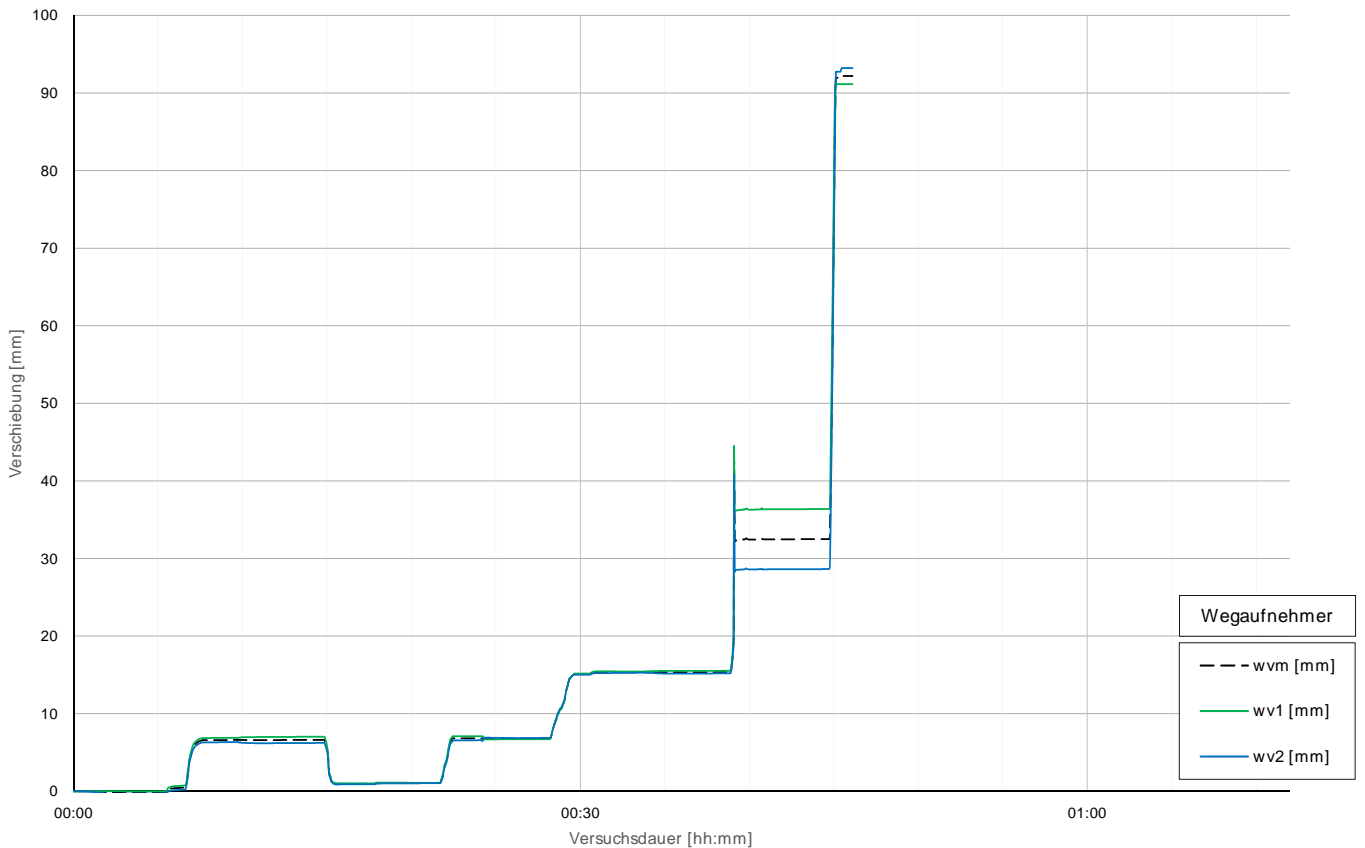
Prüfkörper: M.v55 (V-Typ 0)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v55 (V-Typ 0)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert

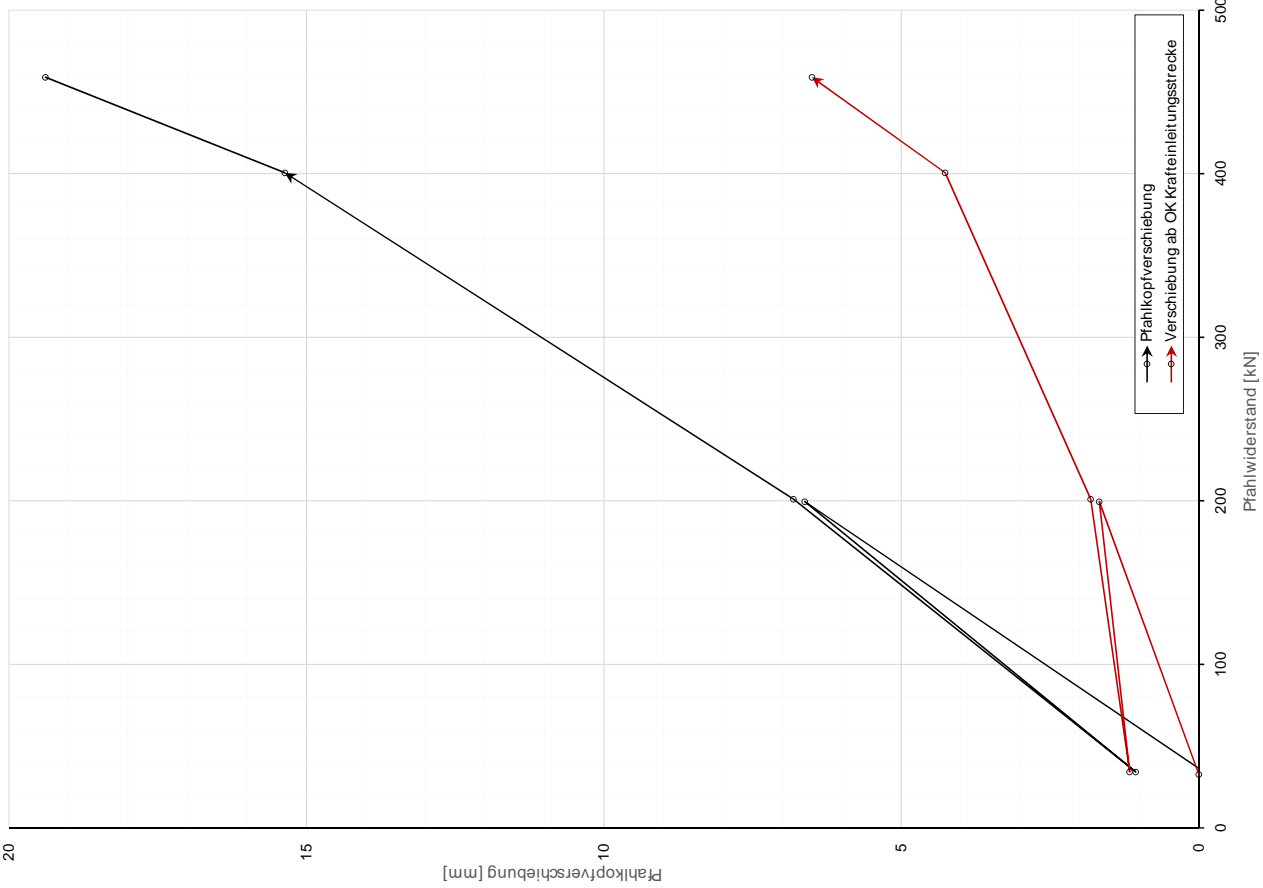


Prüfkörper: M.v55 (V-Typ 0)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																					
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt							Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	W _{vm,1-2}	ΔL	Korrekturwert	W _{v,Prüfstr.}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	MW 1	MW 2	Kriechmaß	
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]		
0	12:21	12:26	30	33	-0,15	1,00	1,15	0,00													
1	12:29	12:35	200	199	6,62	6,10		1,67	6,60	6,60	6,61						1	5	6,60	6,61	0,01
2	12:37	12:42	30	34	1,06	1,05		1,16	0,95	1,05											
3	12:44	12:49	200	201	6,81	6,14		1,82	6,78	6,78							1	2	6,78	6,78	0,02
4	12:54	12:59	400	401	15,36	12,24		4,27	15,35	15,35	15,36						1	5	15,35	15,36	0,01
5	12:59	12:59	600	459	19,38																
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		
0	00:00	00:00	0																		

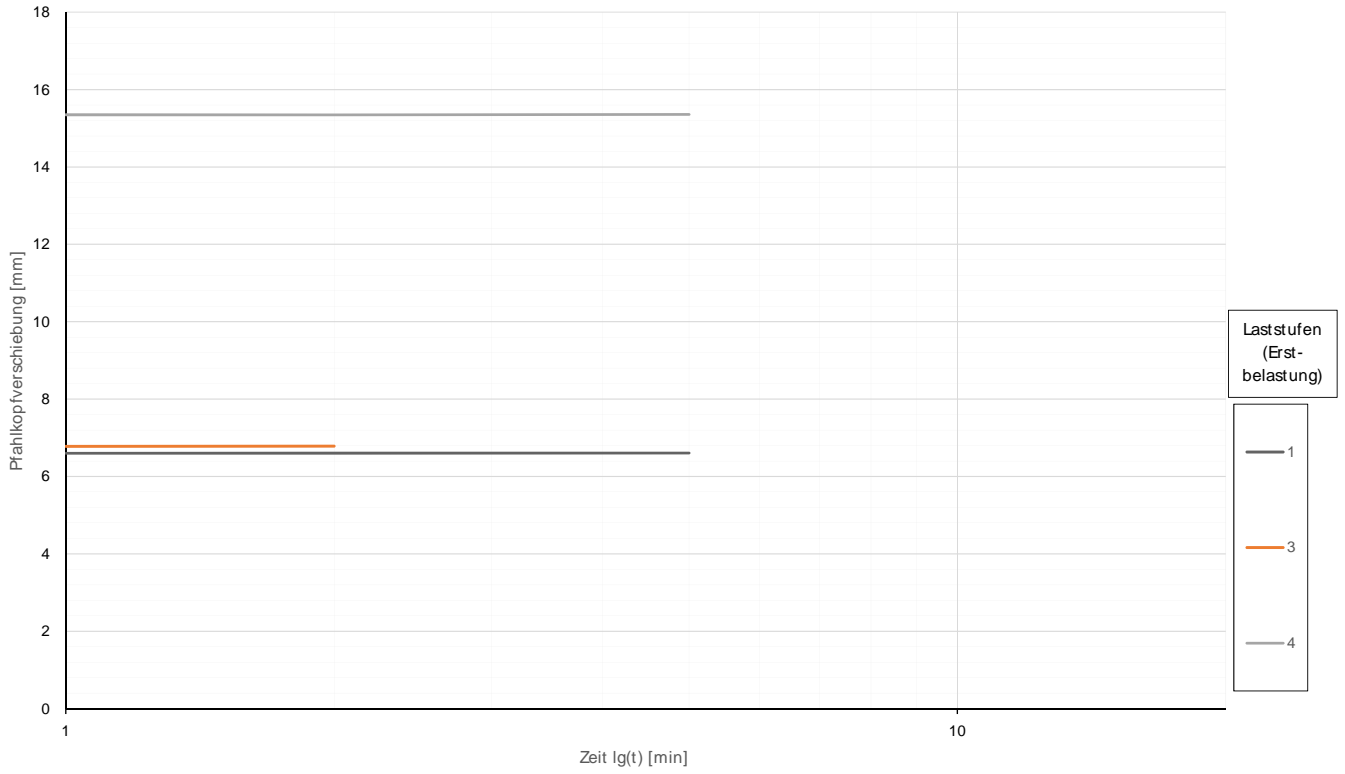
Forschungsbibliothek "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the printed document is available at the TU Wien Library.

Prüfkörper: M.v55 (V-Typ 0)
 Widerstands-Verschiebungslinie



Prüfkörper: M.v55
(V-Typ 0)

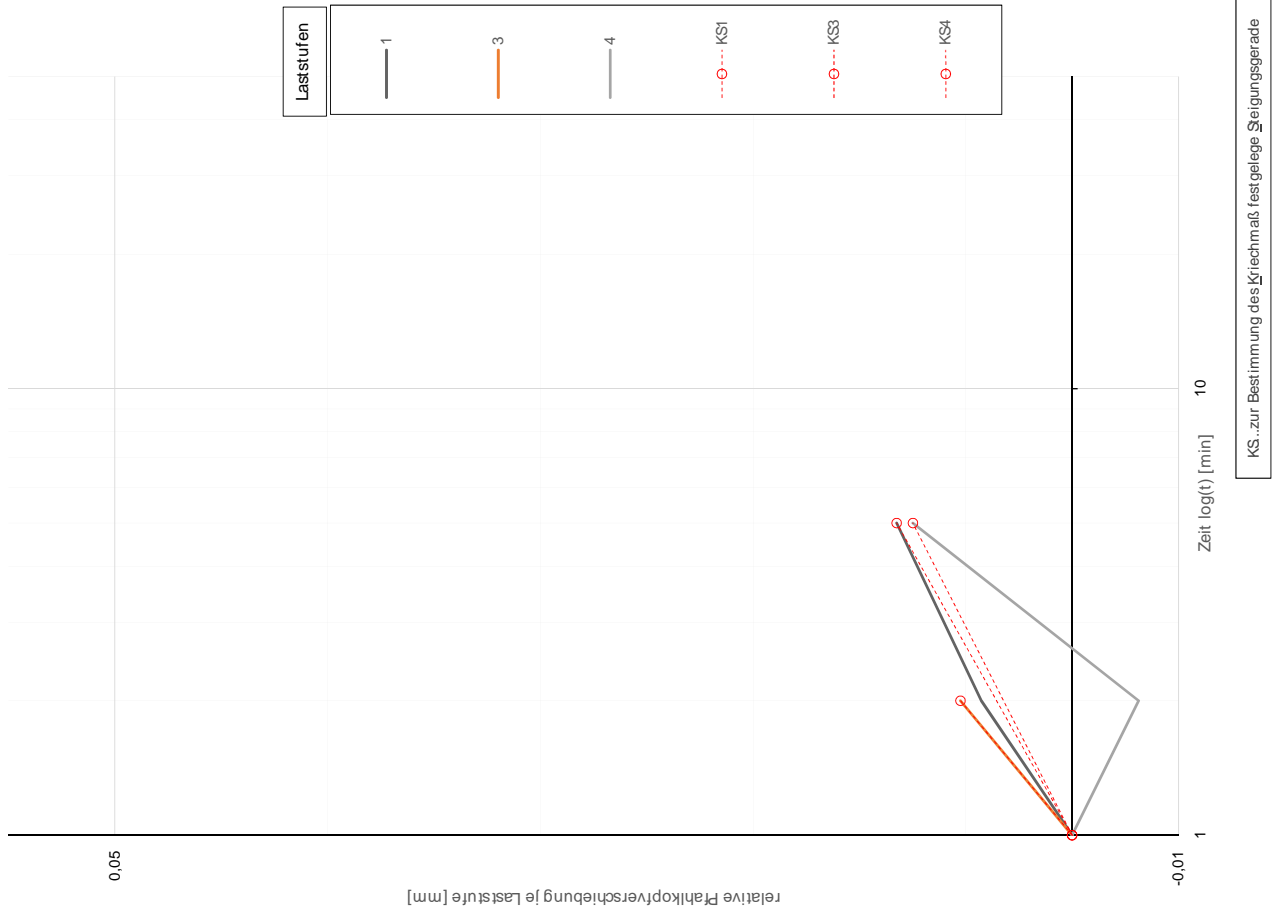
Zeitverformung



Forschungsinstitut für Geotechnik
 TU WIEN Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at TU Wien Bibliothek.

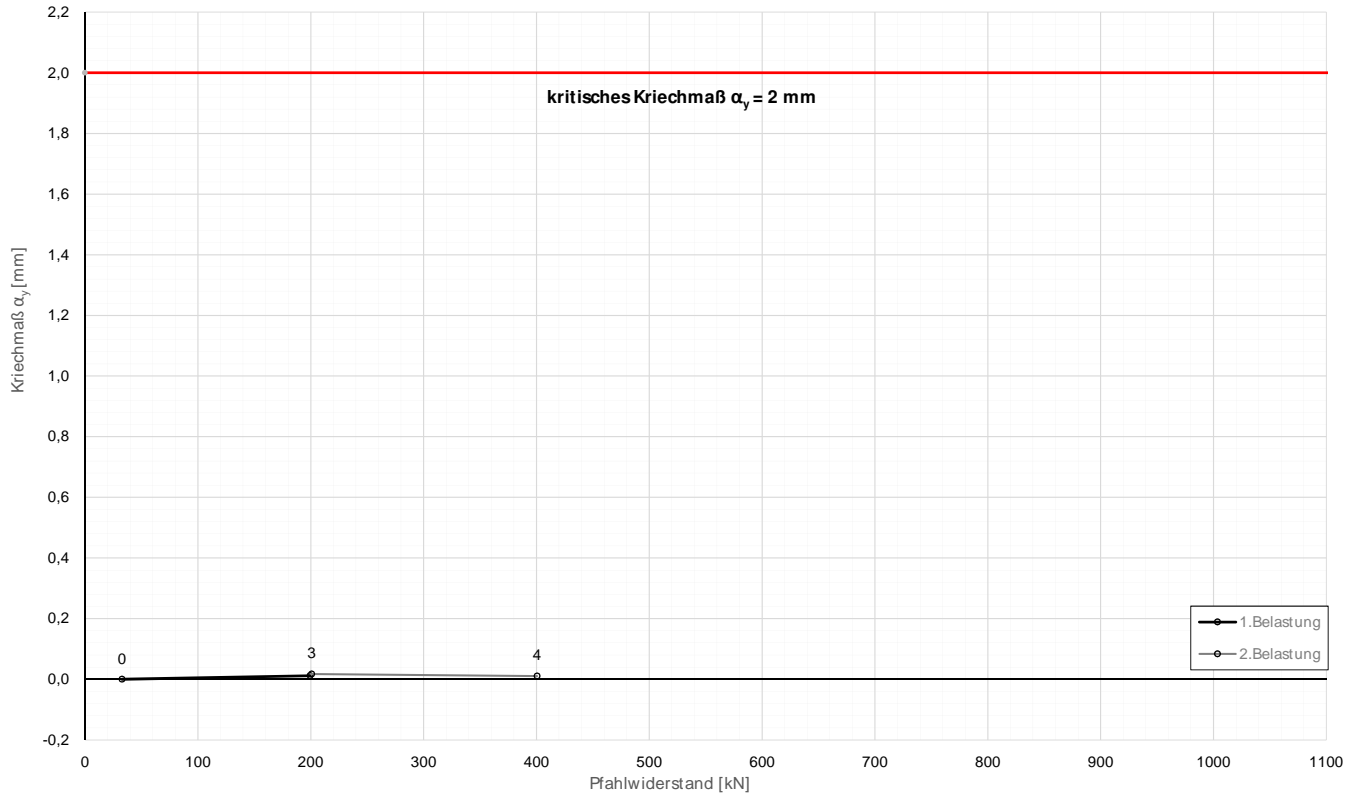
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v55
(V-Typ 0)



Prüfkörper: M.v55
(V-Typ 0)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v56 (V-Typ 0)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	89
Prüfdatum:	04.04.2018
Versuchsbeginn:	09:28 Uhr
Versuchsende:	12:54 Uhr
Wetterbedingungen:	9:00h 12°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

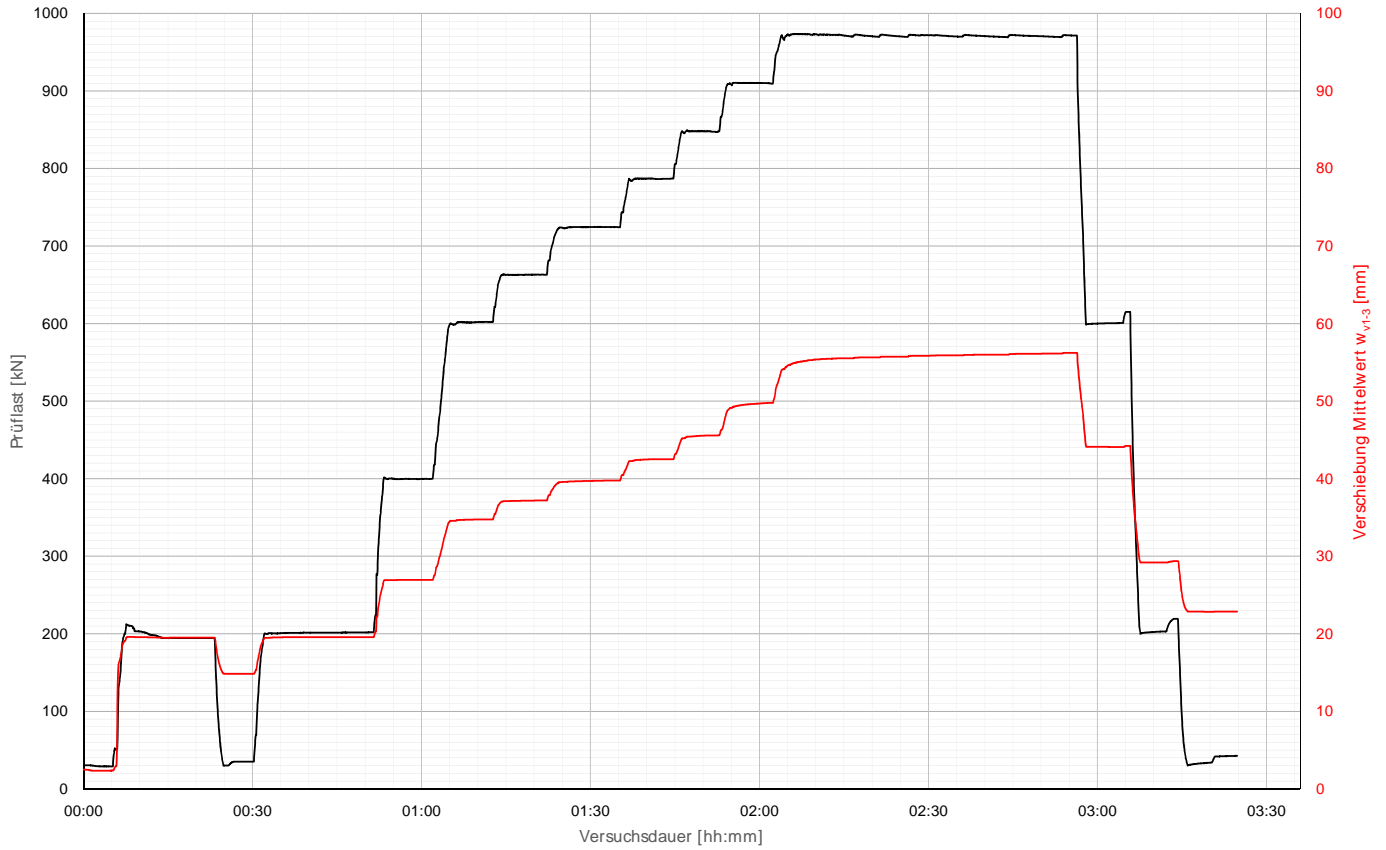
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,03 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,13 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

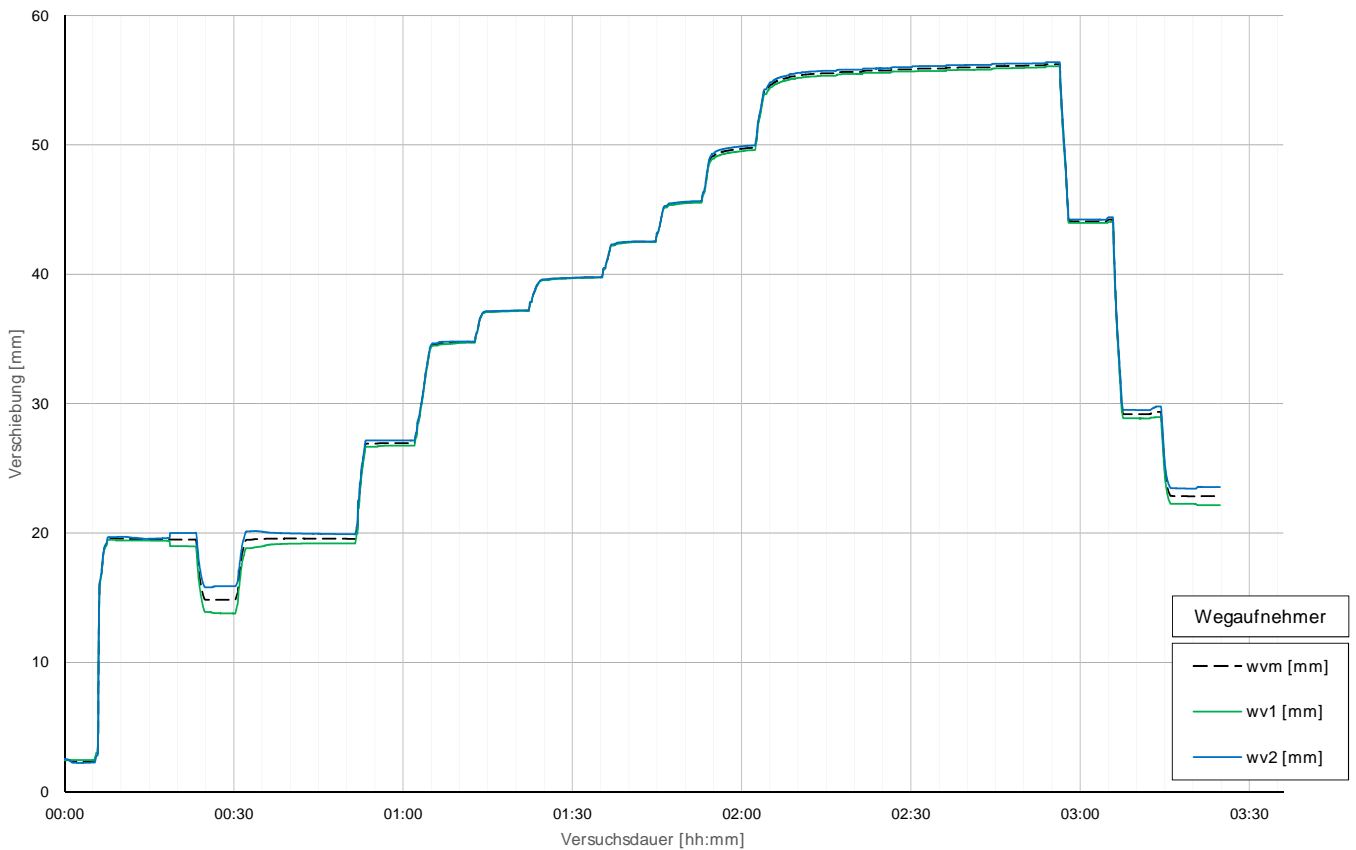
Prüfkörper: M.v56 (V-Typ 0)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v56 (V-Typ 0)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert

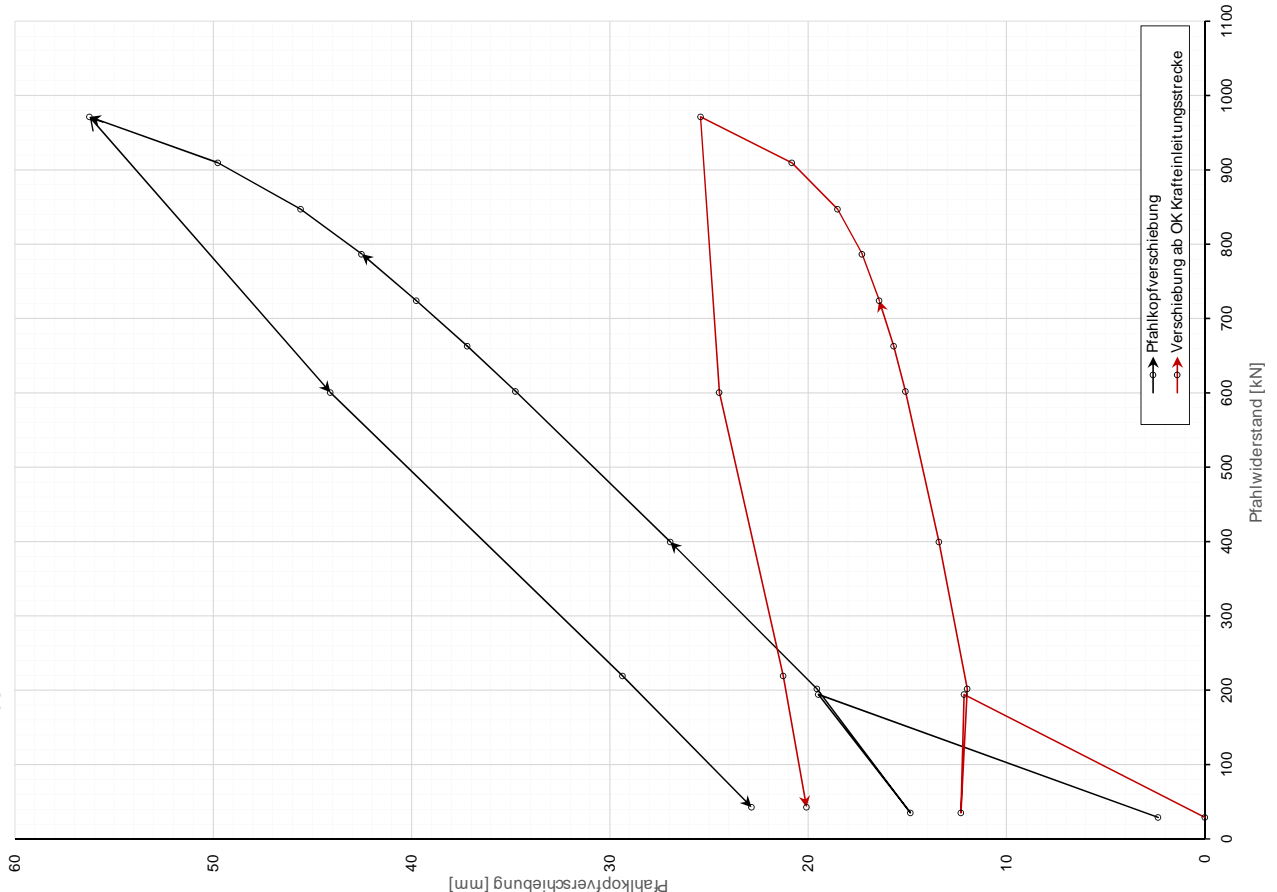


Prüfkörper: M.v56 (V-Typ 0)

Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß					
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	09:28	09:33	30	29	2,36	0,87	-1,48	0,00																
1	09:37	09:51	200	194	19,49	5,87		12,14	19,56	19,56	19,49	19,50						5	10	19,49	19,50	0,02		
2	09:53	09:58	30	35	14,84	1,06		12,30	14,83	14,85														
3	10:01	10:19	200	202	19,55	6,10		11,98	19,54	19,54	19,57	19,57	19,56					2	10	19,54	19,57	0,05		
4	10:22	10:29	400	400	26,95	12,07		13,40	26,91	26,95	26,95							1	5	26,91	26,95	0,06		
5	10:34	10:40	600	602	34,75	18,18		15,09	34,69	34,70	34,75							1	5	34,69	34,75	0,09		
6	10:43	10:50	662	663	37,19	20,01		15,69	37,12	37,14	37,18							1	5	37,12	37,18	0,08		
7	10:54	11:03	724	724	39,76	21,87		16,42	39,65	39,68	39,73							1	5	39,65	39,73	0,11		
8	11:06	11:12	786	787	42,51	23,75		17,28	42,45	42,48	42,52							1	5	42,45	42,52	0,09		
9	11:15	11:20	848	847	45,58	25,58		18,52	45,45	45,51								1	2	45,45	45,51	0,18		
10	11:23	11:30	910	910	49,77	27,46		20,83	49,39	49,52	49,70							1	5	49,39	49,70	0,44		
11	11:33	12:24	972	971	56,24	29,33		25,43	54,89	55,06	55,37	55,53	55,64	55,74	55,90	56,09	56,23	30	50	55,90	56,23	1,50		
12	12:26	12:32	600	601	44,09	18,13		24,48	44,10	44,10	44,09													
13	12:36	12:42	200	219	29,36	6,62		21,26	29,19	29,19	29,31													
14	12:44	12:54	30	43	22,85	1,29		20,09	22,86	22,85	22,86													

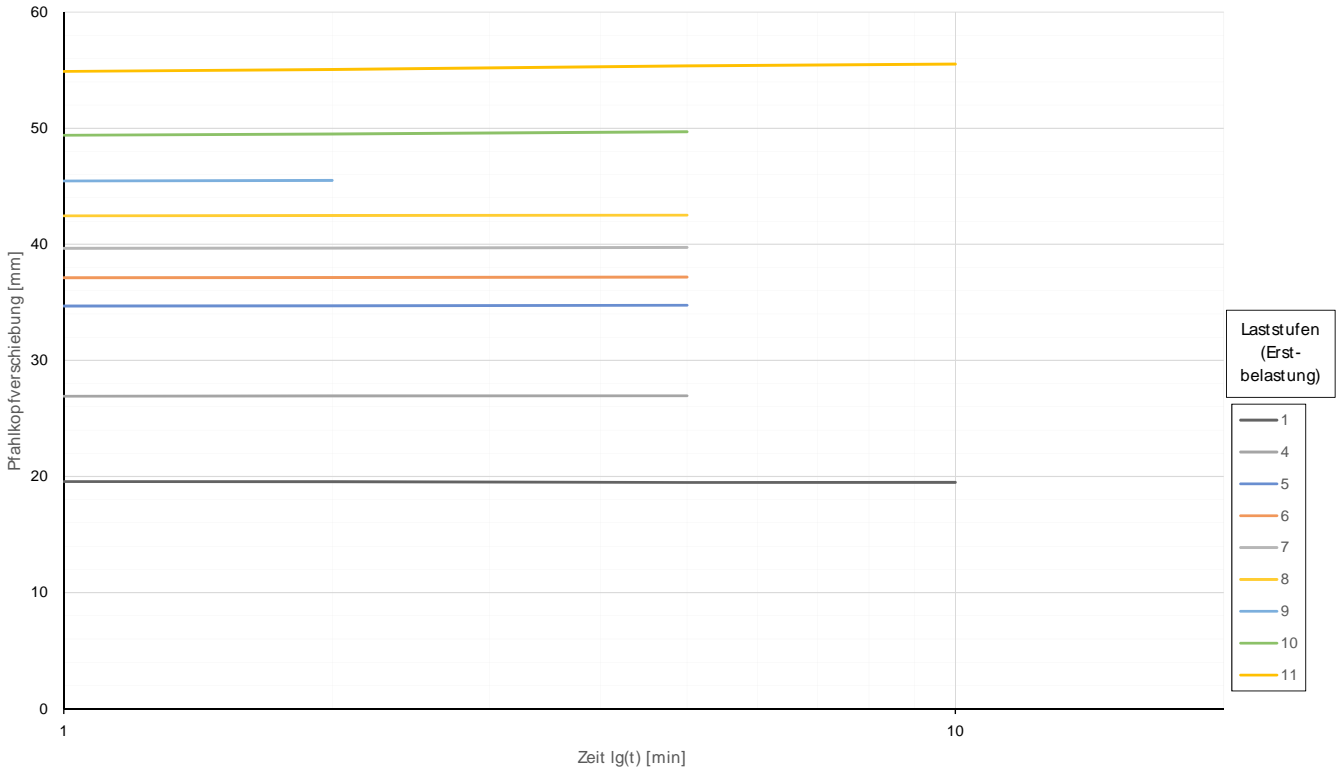
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v56 (V-Typ 0)



Prüfkörper: M.v56
(V-Typ 0)

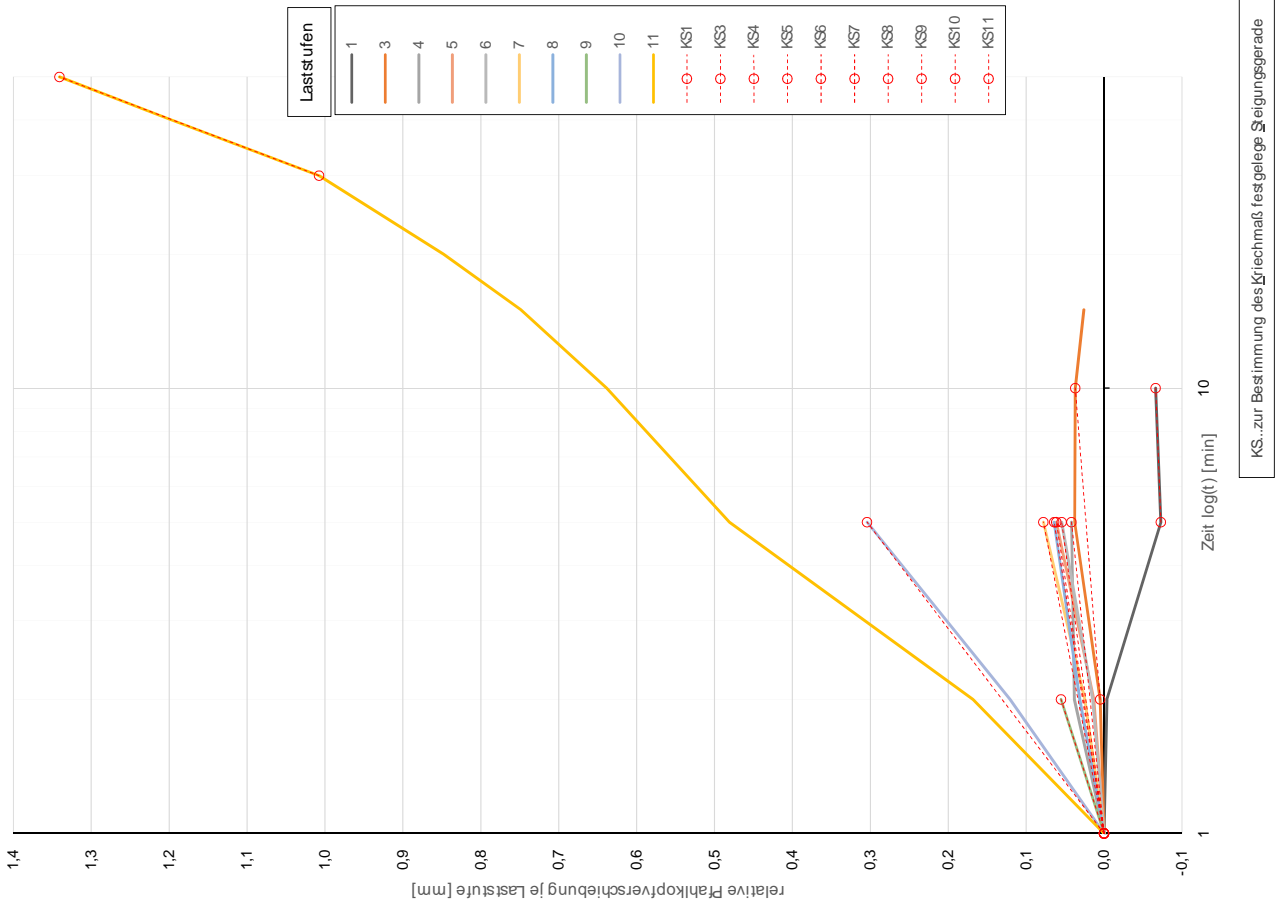
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

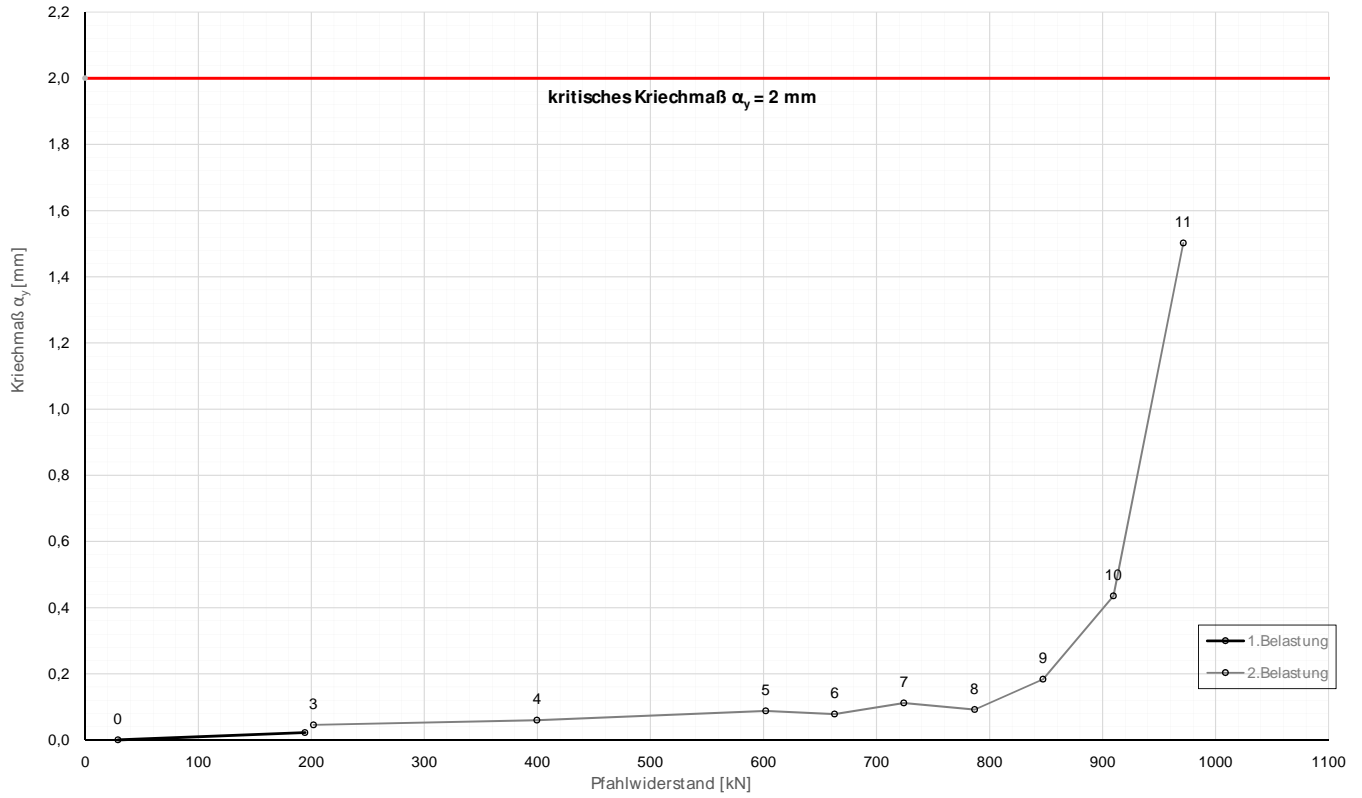
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v56
(V-Typ 0)



Prüfkörper: M.v56
(V-Typ 0)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v57 (V-Typ 1)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	81
Prüfdatum:	27.03.2018
Versuchsbeginn:	11:31 Uhr
Versuchsende:	16:36 Uhr
Wetterbedingungen:	7:00h 7°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	alter Prüfablauf, bei Steigerung irrtümlich auf LS7 und zurück auf LS6

Geometrie Prüfkörper:

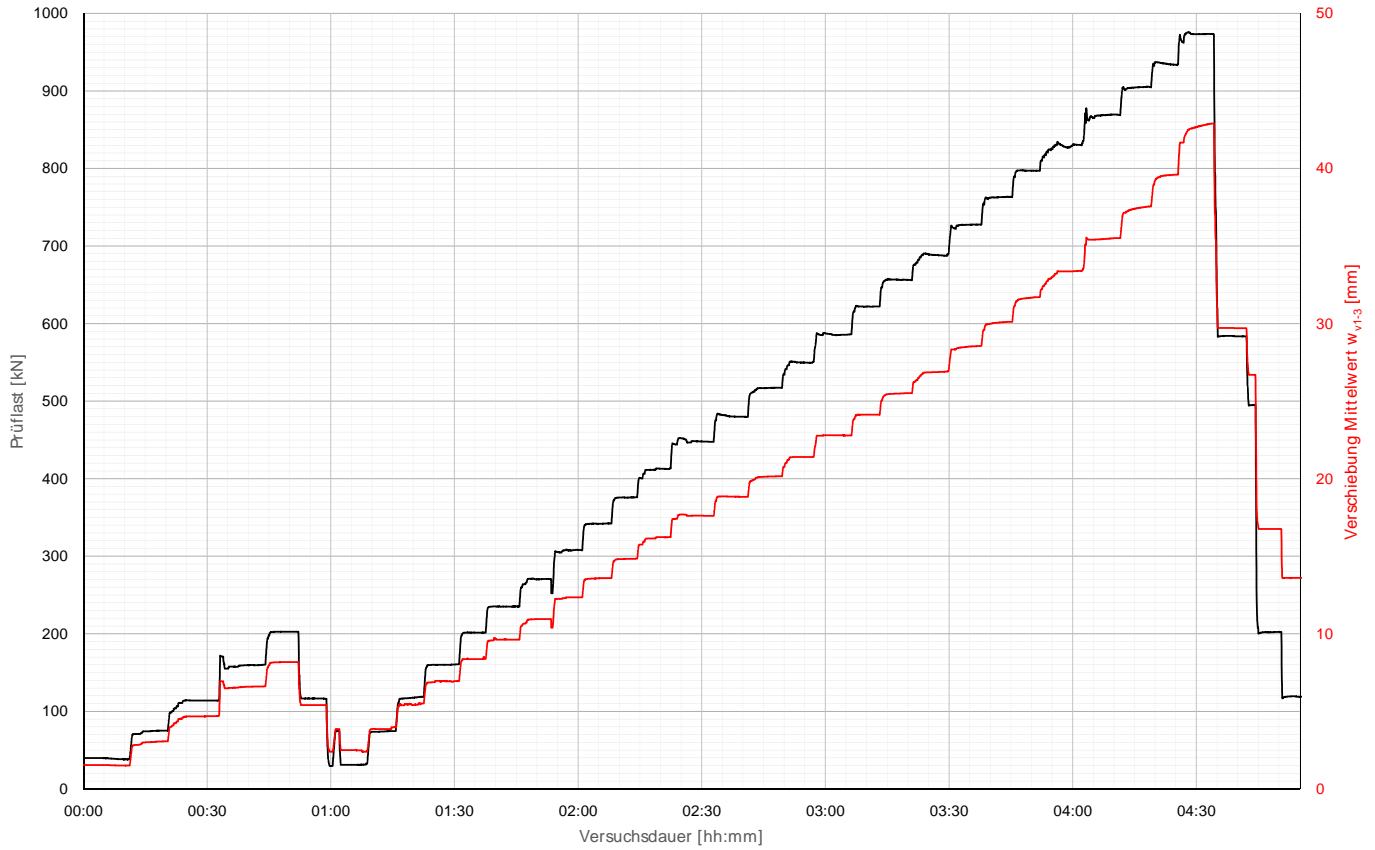
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,31 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,41 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	1960,00 mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	205,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	-
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00 mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00 kN/mm ²

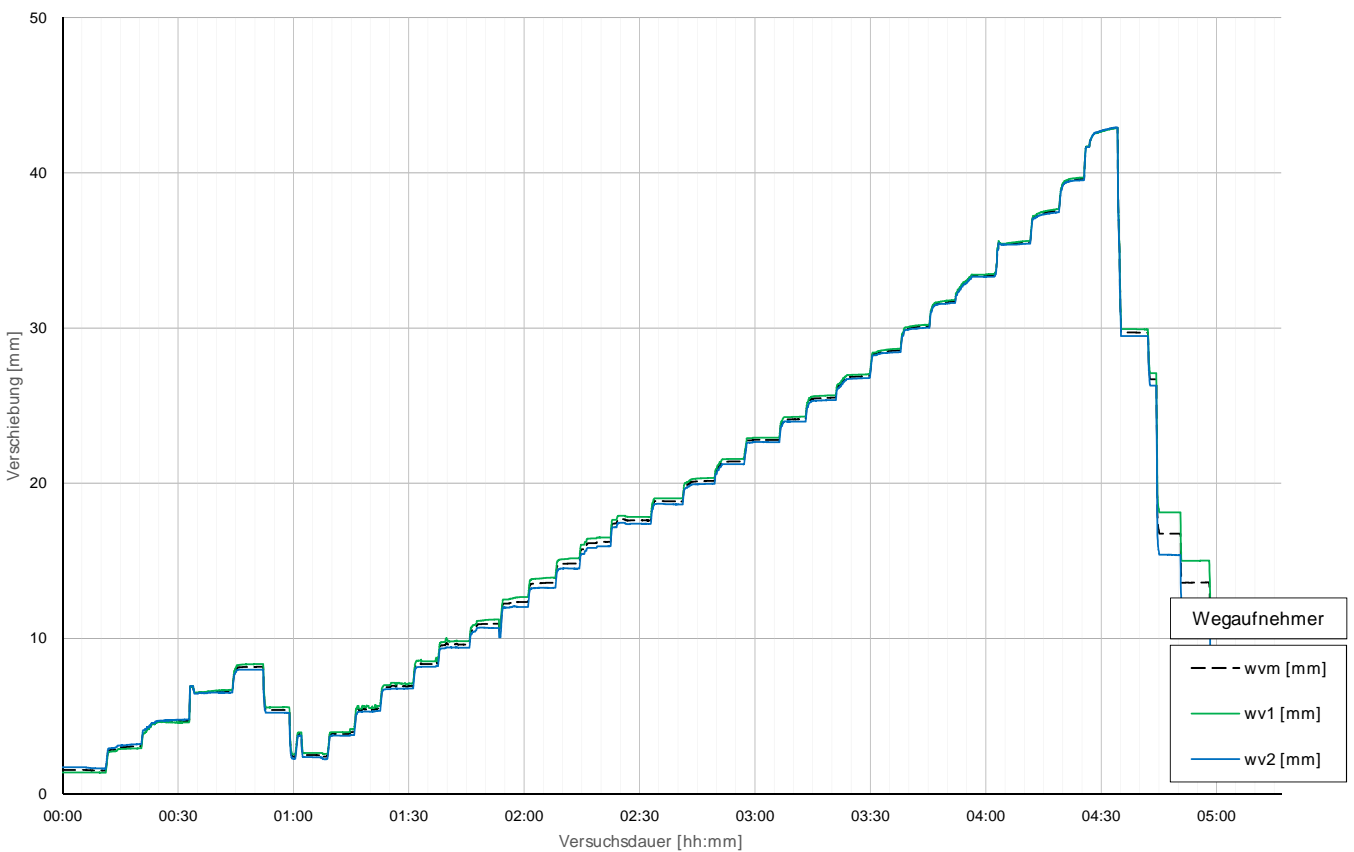
Prüfkörper: M.v57 (V-Typ 1)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v57 (V-Typ 1)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: M.v57 (V-Typ 1)

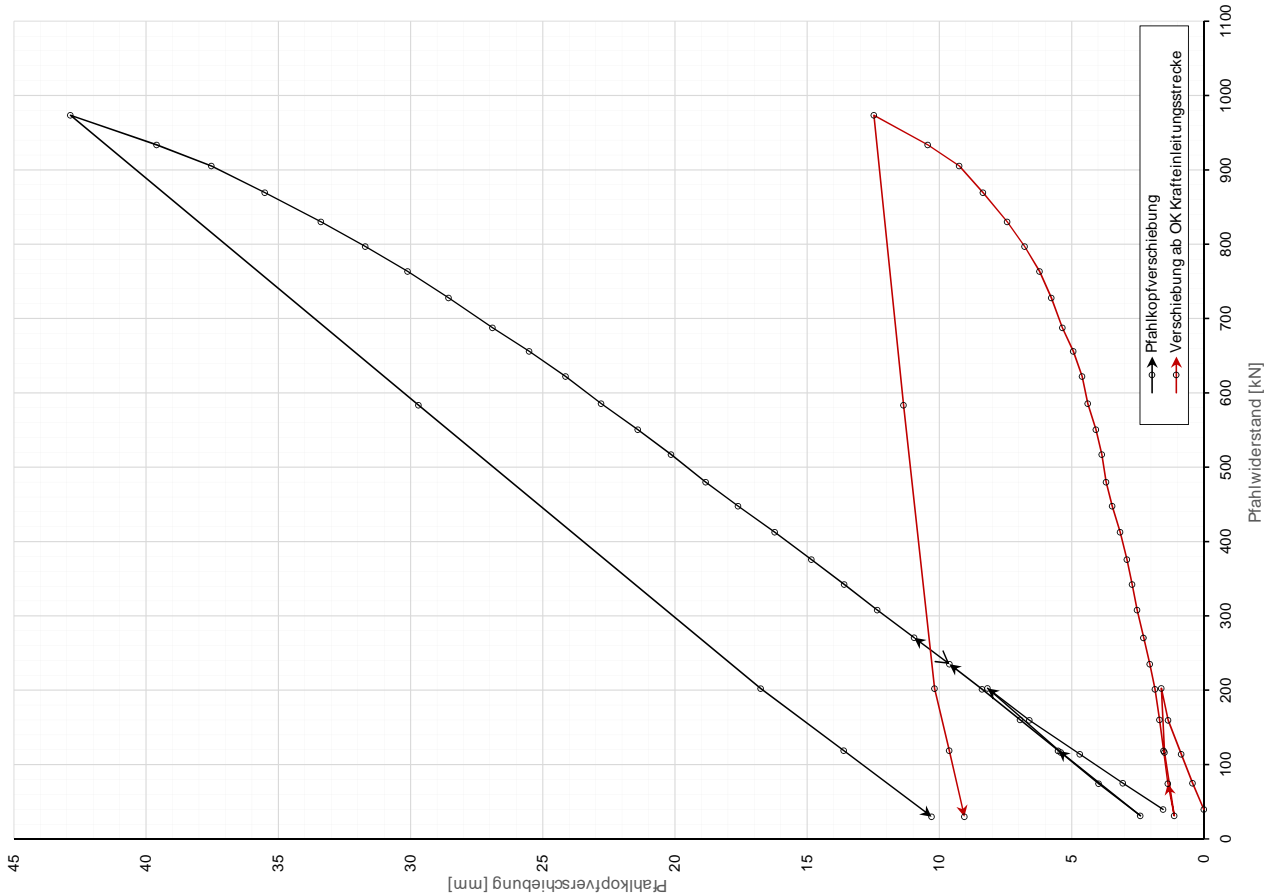
Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen

Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung		Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δ							Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	w _{vm,1-2}	ΔL	Korrekturwert	W _{v,Prüflast}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	11:31	11:36	30	40	1,54	1,23	-0,32	0,00												
1	11:45	11:51	73	75	3,07	2,32		0,43	3,01	3,02	3,06				1	5	3,01	3,06	0,08	
2	11:55	12:02	115	114	4,68	3,52		0,85	4,67	4,67	4,68							4,67	4,68	0,02
3	12:05	12:14	158	160	6,60	4,93		1,35	6,50	6,52	6,58				1	5	6,50	6,58	0,11	
4	12:16	12:22	200	203	8,18	6,26		1,60	8,15	8,16	8,18				1	5	8,15	8,18	0,04	
5	12:23	12:29	115	116	5,40	3,60		1,49	5,40	5,40	5,40									
6	12:33	12:39	30	31	2,40	0,96		1,12	2,50	2,50	2,49									
7	12:40	12:46	73	74	3,98	2,30		1,36	3,86	3,86	3,99				1	5	3,86	3,99	0,18	
8	12:47	12:53	115	119	5,50	3,67		1,52	5,38	5,46	5,50				1	5	5,38	5,50	0,17	
9	12:54	13:01	158	160	6,95	4,95		1,68	6,87	6,88	6,94				1	5	6,87	6,94	0,10	
10	13:03	13:08	200	202	8,39	6,22		1,85	8,38	8,36	8,48				1	5	8,38	8,48	0,14	
11	13:09	13:16	235	235	9,62	7,26		2,04	9,57	9,62	9,62				1	5	9,57	9,62	0,07	
12	13:18	13:24	270	271	10,95	8,36		2,28	10,92	10,93	10,95				1	5	10,92	10,95	0,05	
13	13:25	13:31	305	308	12,35	9,51		2,52	12,25	12,30	12,35				1	5	12,25	12,35	0,15	
14	13:33	13:39	340	342	13,59	10,57		2,71	13,55	13,57	13,59				1	5	13,55	13,59	0,06	
15	07:26	13:45	375	376	14,84	11,61		2,91	14,82	14,82	14,84				1	5	14,82	14,84	0,04	
16	13:47	13:52	411	413	16,22	12,75		3,16	16,14	16,15					1	2	16,14	16,15	0,01	
17	13:57	14:03	446	448	17,61	13,83		3,47	17,61	17,62	17,61				1	5	17,61	17,61	0,00	
18	14:05	14:11	481	480	18,84	14,82		3,70	18,85	18,85	18,84				1	5	18,85	18,84	-0,02	
19	14:13	14:19	516	517	20,15	15,98		3,86	20,10	20,12	20,15				1	5	20,10	20,15	0,06	
20	14:22	14:28	551	551	21,41	17,01		4,08	21,39	21,40	21,40				1	5	21,39	21,40	0,01	
21	14:29	14:36	586	586	22,79	18,09		4,38	22,80	22,80	22,79				1	5	22,80	22,79	-0,02	
22	14:39	14:44	621	622	24,13	19,21		4,60	24,12	24,13	24,13				1	5	24,12	24,13	0,02	
23	14:46	14:52	656	656	25,51	20,26		4,93	25,47	25,48	25,51				1	5	25,47	25,51	0,06	
24	14:54	15:00	691	688	26,90	21,24		5,34	26,85	26,87	26,89				1	5	26,85	26,89	0,06	
25	15:02	15:08	726	728	28,56	22,48		5,77	28,46	28,49	28,54				1	5	28,46	28,54	0,12	
26	15:10	15:16	761	763	30,11	23,58		6,21	29,99	30,03	30,10				1	5	29,99	30,10	0,16	
27	15:17	15:23	797	797	31,71	24,62		6,78	31,57	31,62	31,70				2	5	31,62	31,70	0,21	
28	15:25	15:33	832	830	33,39	25,64		7,43	32,98	33,23	33,36				2	5	33,23	33,36	0,33	
29	15:35	15:41	867	869	35,51	26,85		8,35	35,42	35,43	35,50				2	5	35,43	35,50	0,16	
30	15:43	15:49	902	905	37,53	27,97		9,25	37,32	37,39	37,53				2	5	37,39	37,53	0,34	
31	15:50	15:56	937	934	39,60	28,84		10,44	39,23	39,45	39,58				2	5	39,45	39,58	0,33	
32	15:58	16:04	972	973	42,86	30,07		12,48	42,47	42,59	42,81				2	5	42,59	42,81	0,54	
34	16:07	16:13	586	584	29,70	18,03		11,36	29,71	29,71	29,70									
35	16:15	16:21	200	202	16,75	6,25		10,19	17,00	16,76	16,76									
36	16:22	16:29	115	119	13,62	3,67		9,63	13,60	13,60	13,61									

Forschungsinstitut für Bautechnik
 TU WIEN bi.geo
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

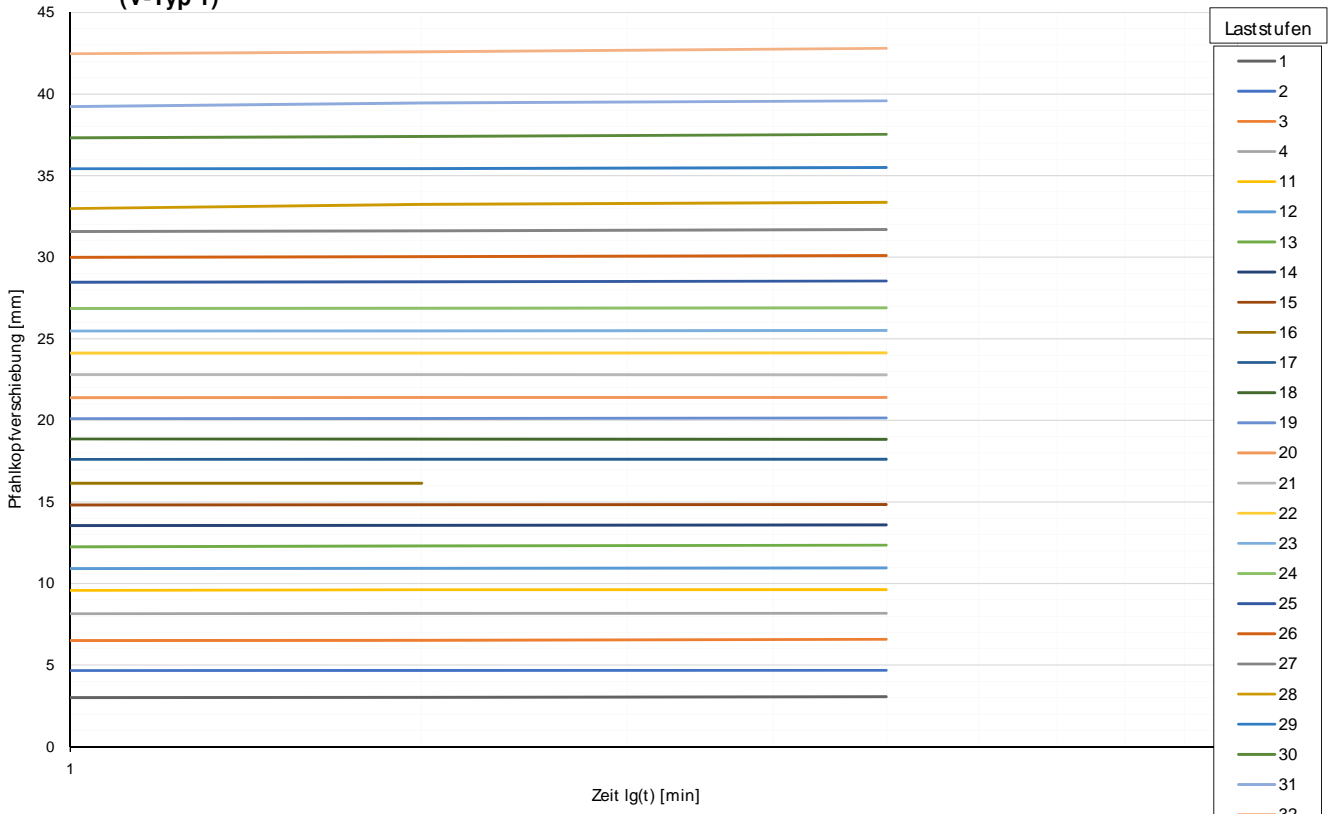
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v57 (V-Typ 1)



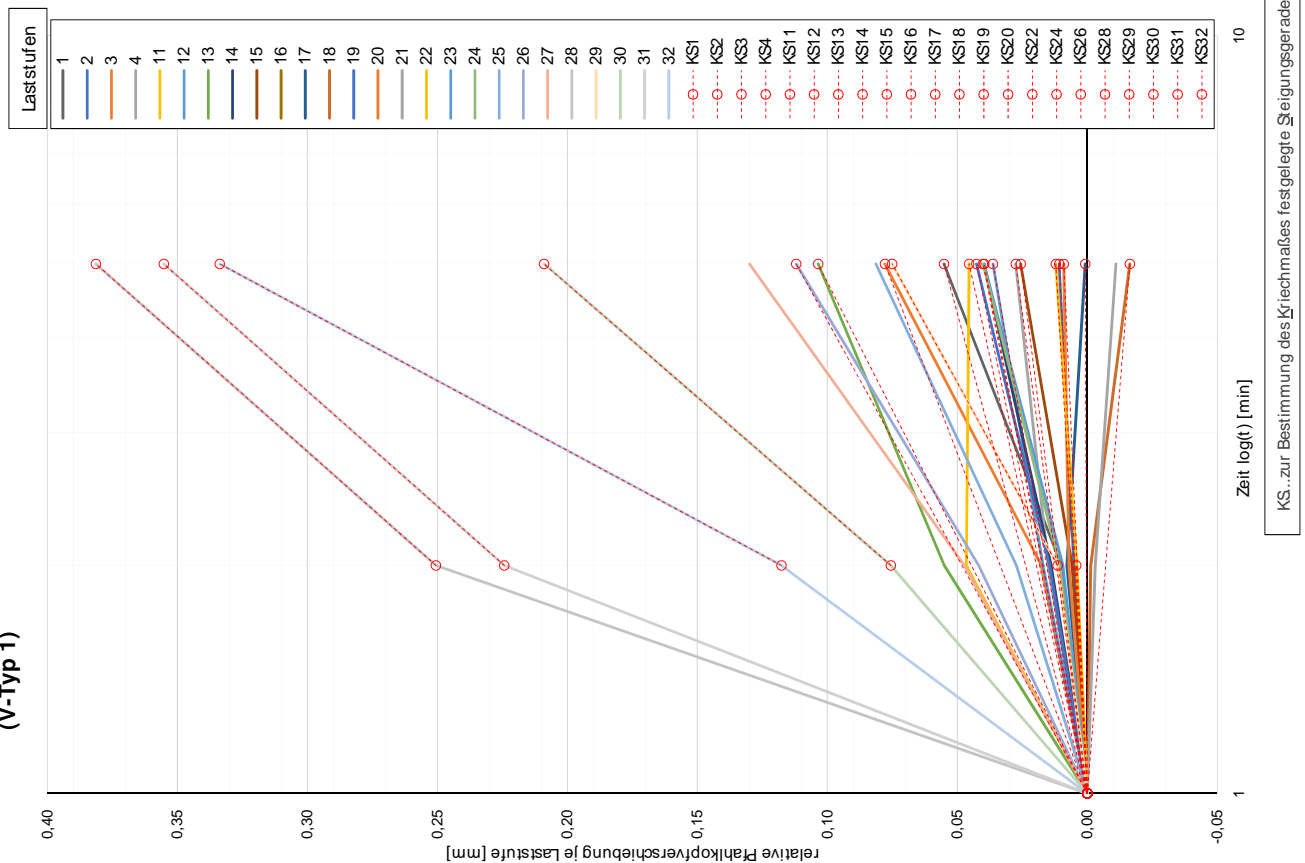
Prüfkörper: M.v57
(V-Typ 1)

Zeitverformung



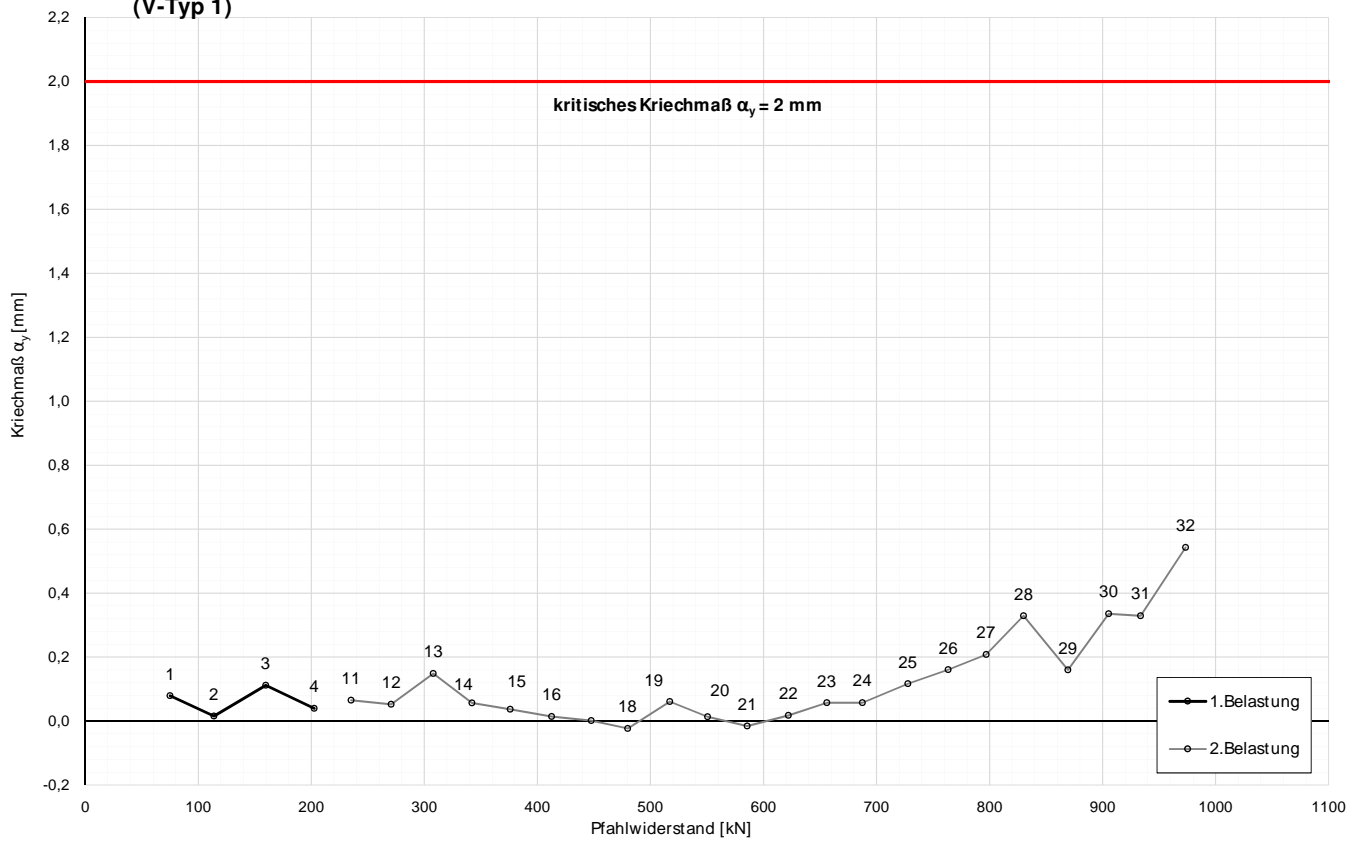
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v57
(V-Typ 1)



Prüfkörper: M.v57
(V-Typ 1)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v58 (V-Typ1)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	86
Prüfdatum:	29.03.2018
Versuchsbeginn:	12:25 Uhr
Versuchsende:	15:14 Uhr
Wetterbedingungen:	12:00h 12°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	13:00h Sprung aufgrund Versagen des parallel geprüften Pfahls

Geometrie Prüfkörper:

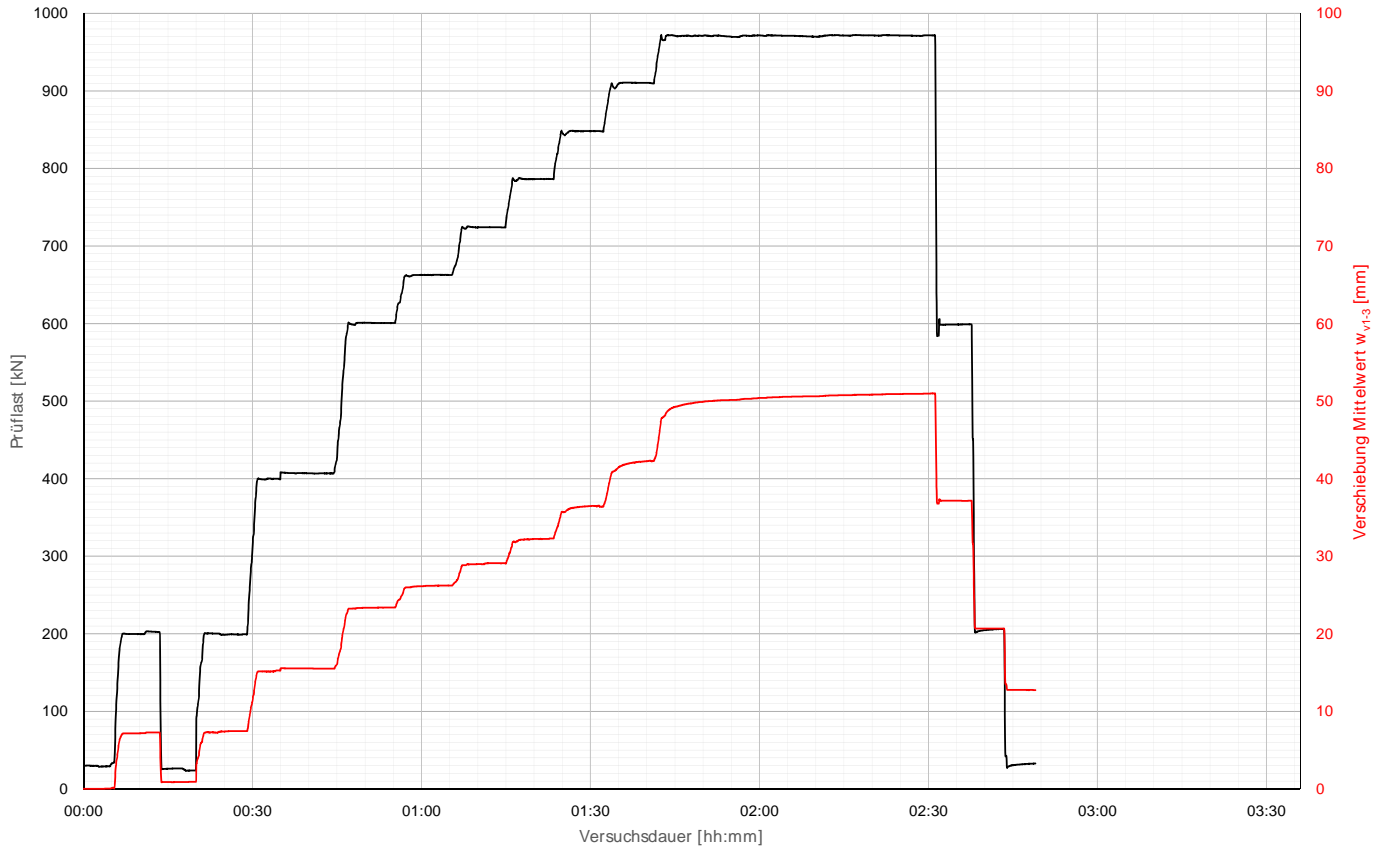
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,23 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,33 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

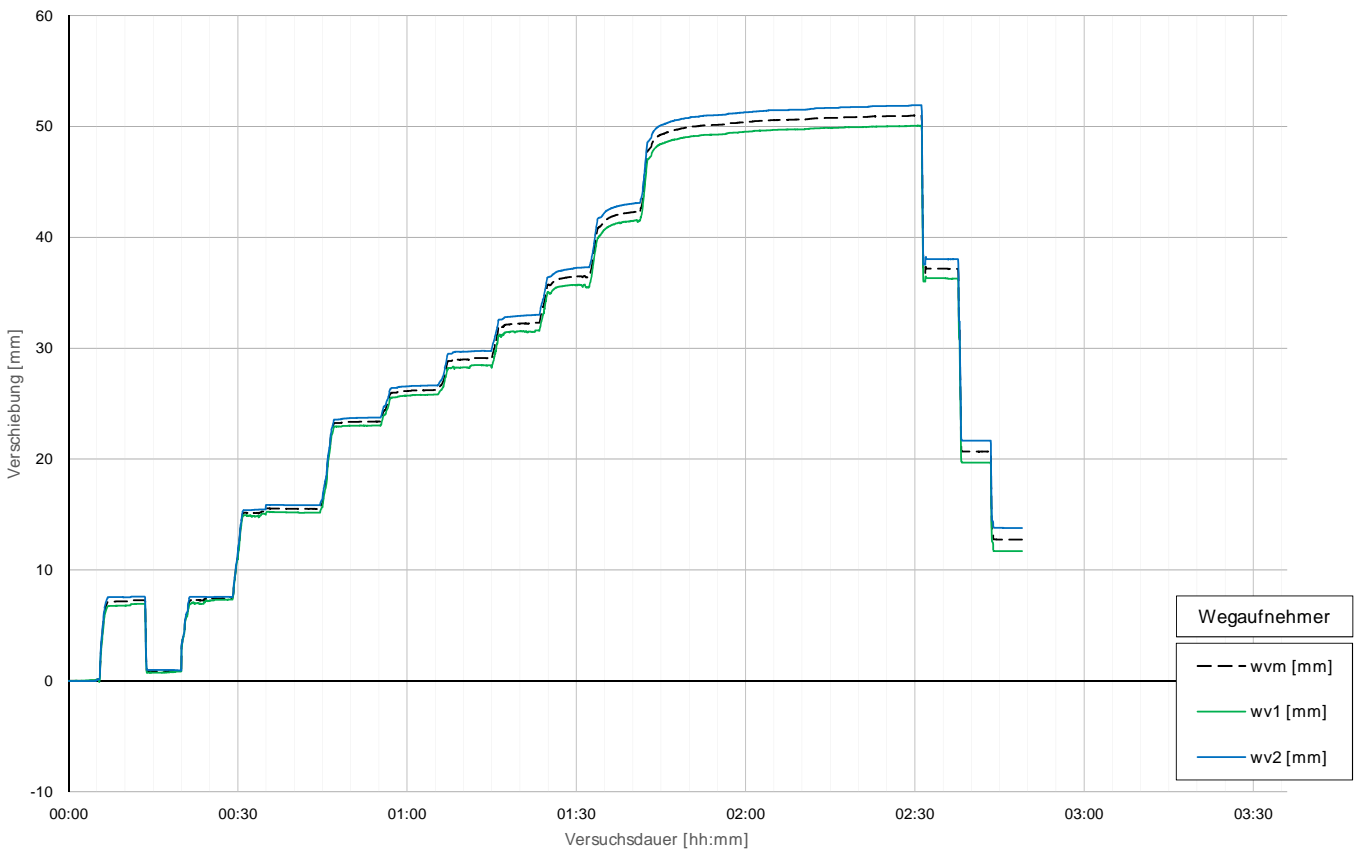
Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert

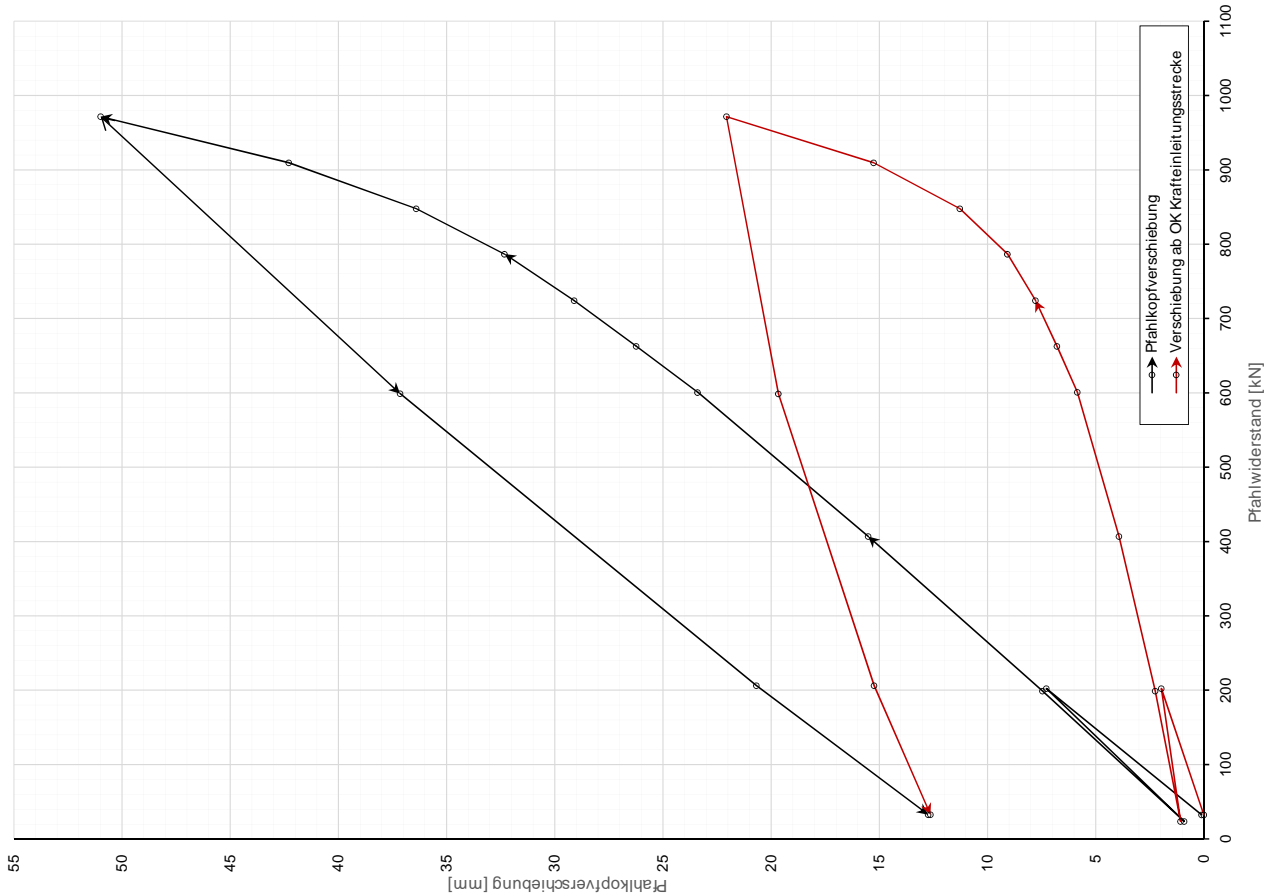


Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)

Auswertung M WES I - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß					
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	12:25	12:30	30	32	0,10	1,00	0,89	0,00																
1	12:32	12:38	200	202	7,28	6,21		1,96	7,16	7,17	7,27							1	5	7,16	7,27	0,16		
2	14:40	12:45	30	24	0,91	0,73		1,07																
3	12:47	12:54	200	199	7,45	6,10		2,24	7,29	7,36	7,45							1	5	7,29	7,45	0,22		
4	12:58	13:08	400	407	15,51	12,48		3,92	15,20	15,37	15,53							1	5	15,20	15,53	0,48		
5	13:13	13:20	600	601	23,39	18,44		5,85	23,33	23,36	23,37							1	5	23,33	23,37	0,07		
6	13:23	13:30	662	663	26,23	20,34		6,79	26,10	26,14	26,20							1	5	26,10	26,20	0,14		
7	13:33	13:39	724	724	29,10	22,22		7,78	28,96	28,99	29,11							1	5	28,96	29,11	0,22		
8	13:42	13:48	786	787	32,32	24,14		9,07	32,19	32,22	32,30							1	5	32,19	32,30	0,16		
9	13:51	13:57	848	848	36,40	26,02		11,28	36,26	36,35	36,46							1	5	36,26	36,46	0,29		
10	14:00	14:06	910	910	42,29	27,92		15,27	41,80	42,00	42,26							1	5	41,80	42,26	0,66		
11	14:08	14:56	972	972	50,99	29,82		22,06	48,90	49,26	49,72	50,11	50,30	50,50	50,74	50,90		20	40	50,50	50,90	1,34		
12	14:57	15:02	600	599	37,15	18,38		19,66	37,18	37,17														
13	15:03	15:08	200	206	20,67	6,33		15,24	20,68	20,67														
14	15:09	15:14	30	33	12,74	1,01		12,63	12,75	12,75														

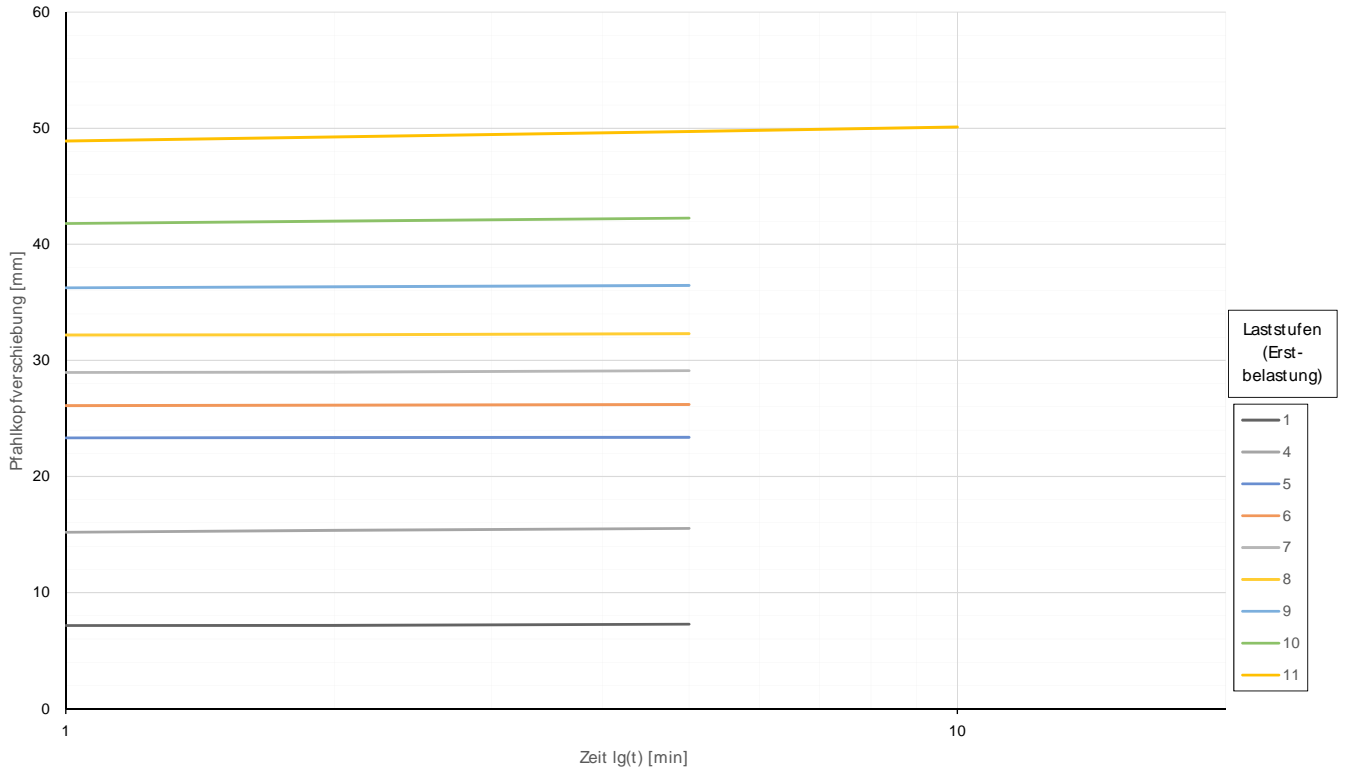
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v58 (V-Typ1)



Prüfkörper: M.v58
(V-Typ1)

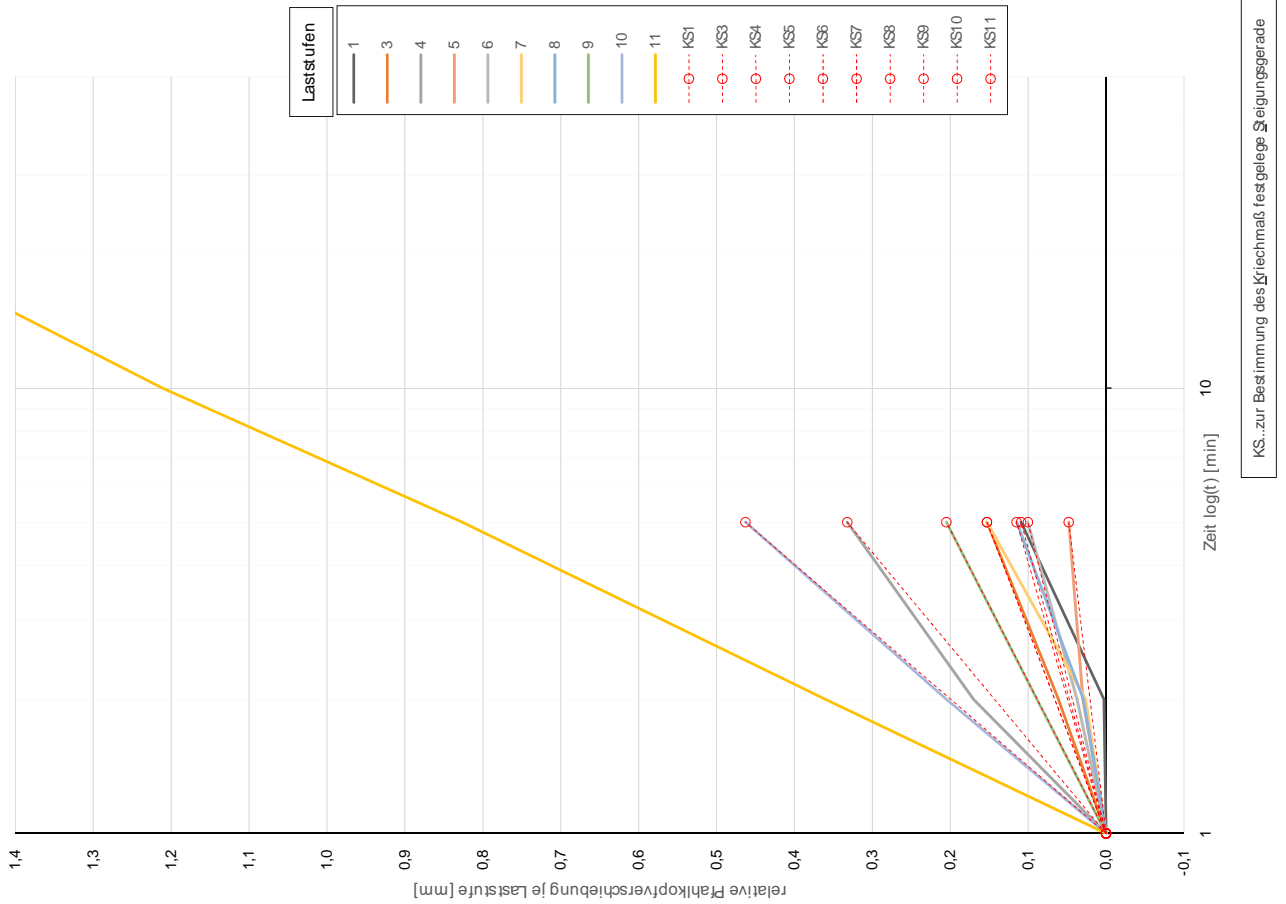
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available at TU Wien Bibliothek.

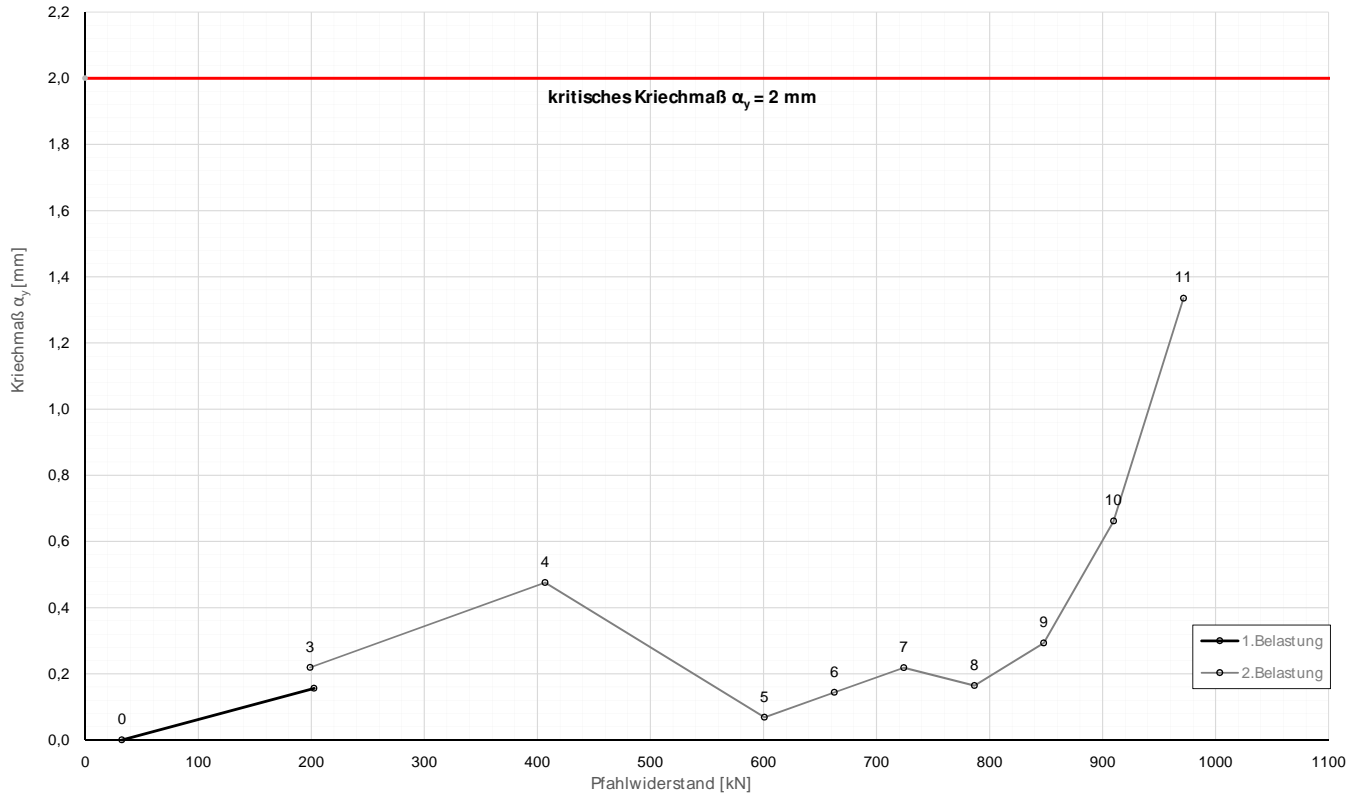
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v58
(V-Typ1)



Prüfkörper: M.v58
(V-Typ1)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v59 (V-Typ2)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	90
Prüfdatum:	04.04.2018
Versuchsbeginn:	09:31 Uhr
Versuchsende:	12:54 Uhr
Wetterbedingungen:	9:00h 12°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	starke Kriechverformung auf LS11

Geometrie Prüfkörper:

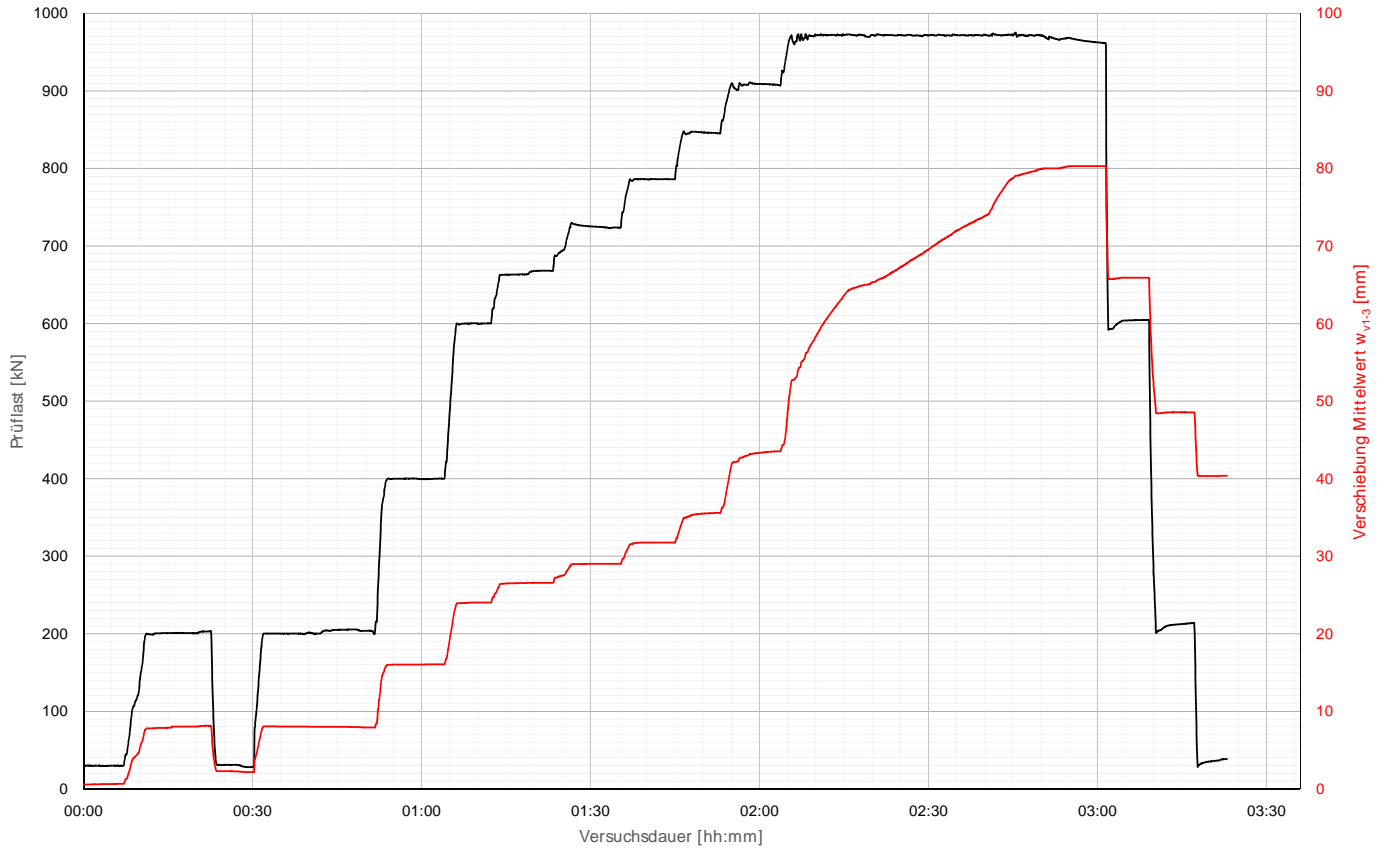
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche A_{ges} :	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,01 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,11 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein E_c :	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl A_{SS} :	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl E_{SS} :	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung A_{BS} :	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl E_{BS} :	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl A_S :	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl E_S :	0,00	kN/mm ²

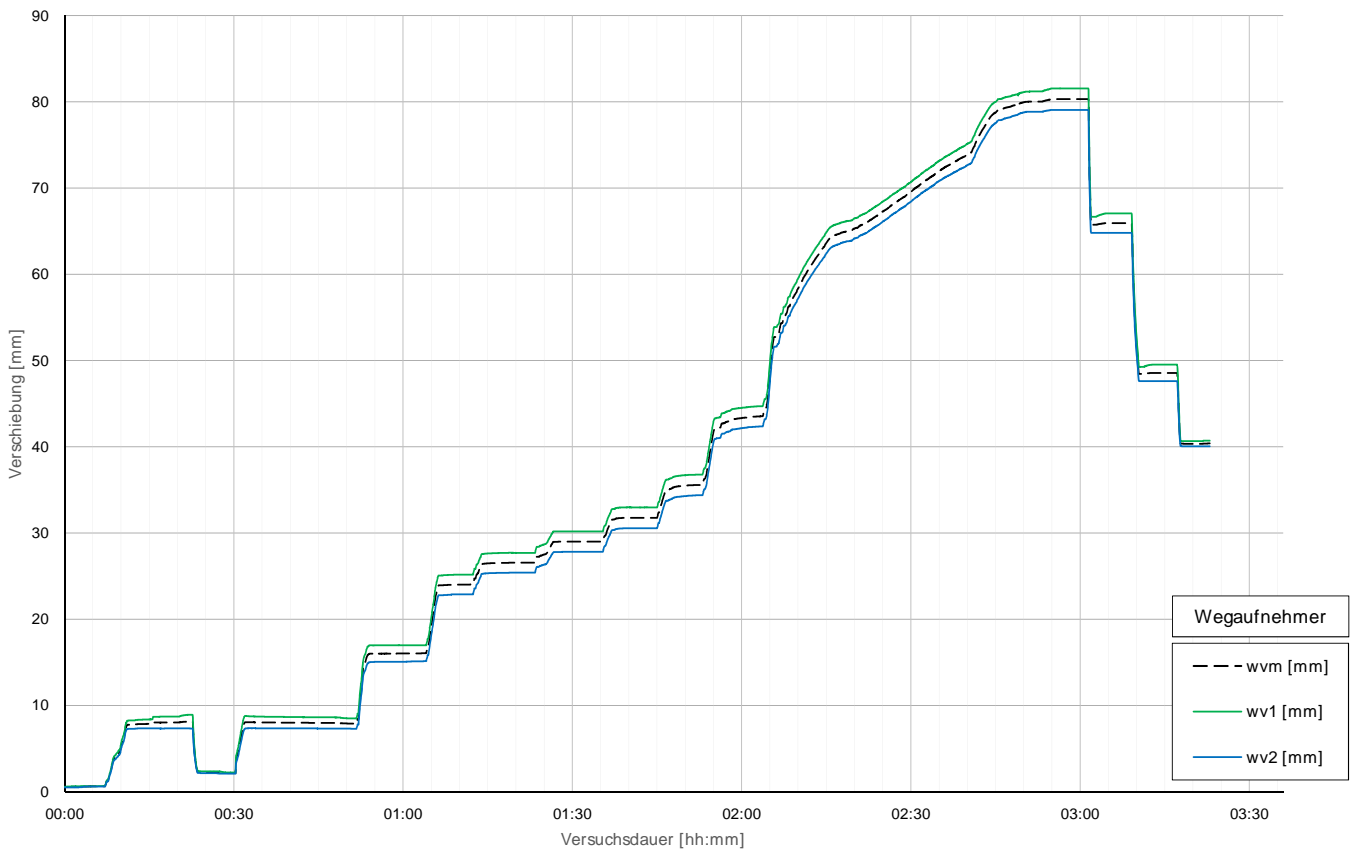
Prüfkörper: M.v59 (V-Typ2)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v59 (V-Typ2)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



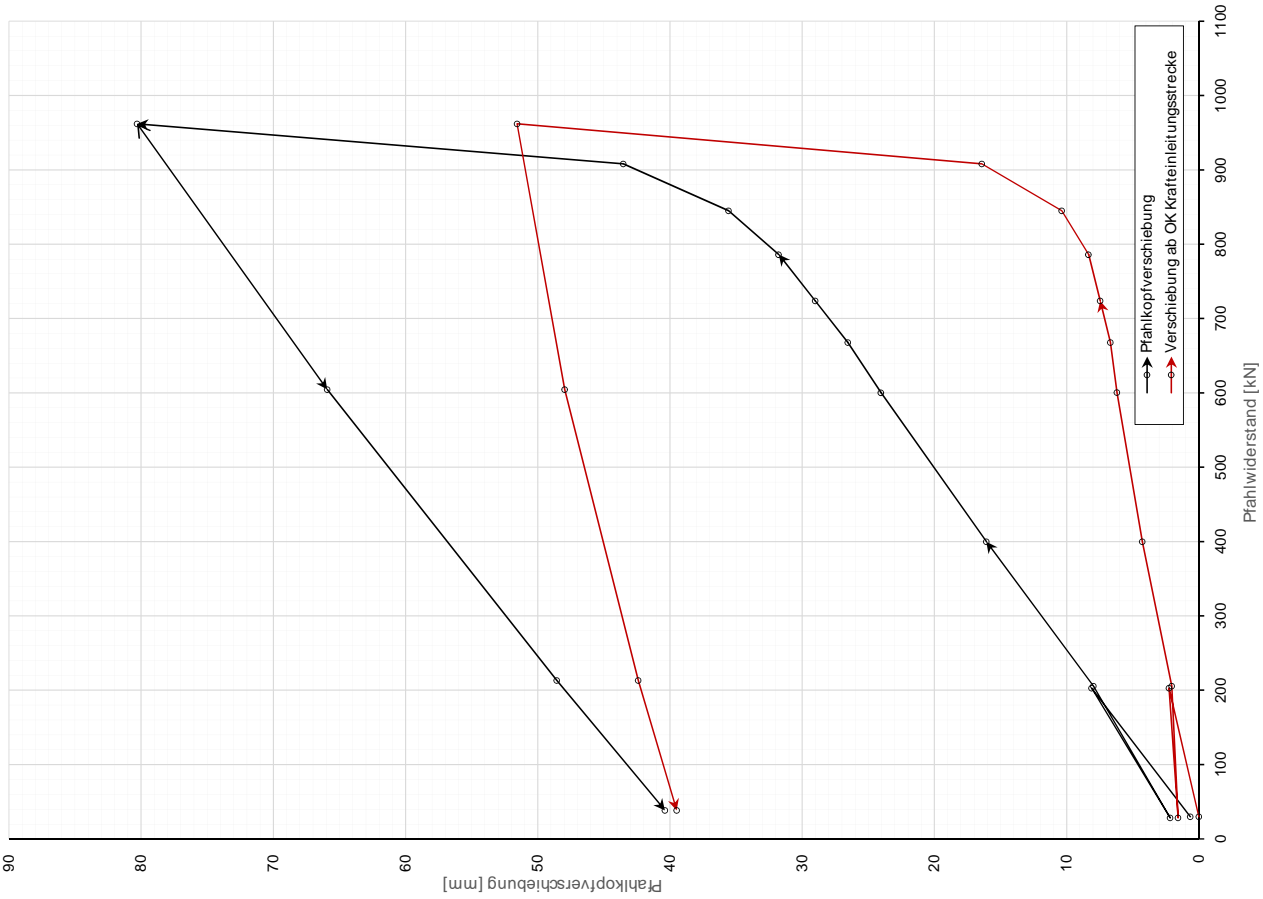
Prüfkörper: M.v59 (V-Typ2)

Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen																						
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß			
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{m,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüfkr.} [mm]	Δt 1 min	Δt 2 min	Δt 5 min	Δt 10 min	Δt 15 min	Δt 20 min	Δt 30 min	Δt 40 min	Δt 50 min	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]
0	09:31	09:38	30	30	0,64	0,90	0,26	0,00														
1	09:43	09:52	200	203	8,11	6,12		2,25	7,85	7,87	8,03							1	5	7,85	8,03	0,26
2	09:55	10:01	30	28	2,17	0,85		1,58	2,27	2,27	2,18											
3	10:03	10:19	200	206	7,98	6,20		2,04	8,06	8,05	8,03	8,01	7,99					5	15	8,03	7,99	-0,09
4	10:25	10:35	400	400	16,07	12,06		4,27	16,03	16,03	16,03							1	5	16,03	16,03	0,00
5	10:37	10:43	600	600	24,04	18,10		6,20	23,97	23,99	24,03							1	5	23,97	24,03	0,09
6	10:45	10:54	662	668	26,55	20,13		6,68	26,49	26,51	26,56							1	5	26,49	26,56	0,10
7	10:59	11:06	724	724	29,01	21,81		7,46	29,01	29,01	29,01							1	5	29,01	29,01	0,00
8	11:09	11:16	786	786	31,77	23,69		8,34	31,76	31,77	31,77							1	5	31,76	31,77	0,02
9	11:18	11:24	848	845	35,57	25,47		10,36	35,41	35,48	35,58							1	5	35,41	35,58	0,23
10	11:28	11:34	910	908	43,52	27,37		16,41	43,22	43,32	43,52							1	5	43,22	43,52	0,42
11	11:40	12:32	972	962	80,30	28,99		51,56	58,33	59,63	62,65	65,01	66,78	69,03	73,50	79,65	80,30	30	50	66,78	80,30	25,85
12	12:34	12:39	600	605	65,92	18,22		47,96	65,88	65,92												
13	12:42	12:47	200	213	48,56	6,43		42,39	48,52	48,56												
14	12:49	12:54	30	39	40,38	1,16		39,48	40,35	40,35												

Forschungsbibliothek TUWIEN **bi.geo** Die approbierte gedruckte Originalarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version of the work is available in print at TU Wien Bibliothek.

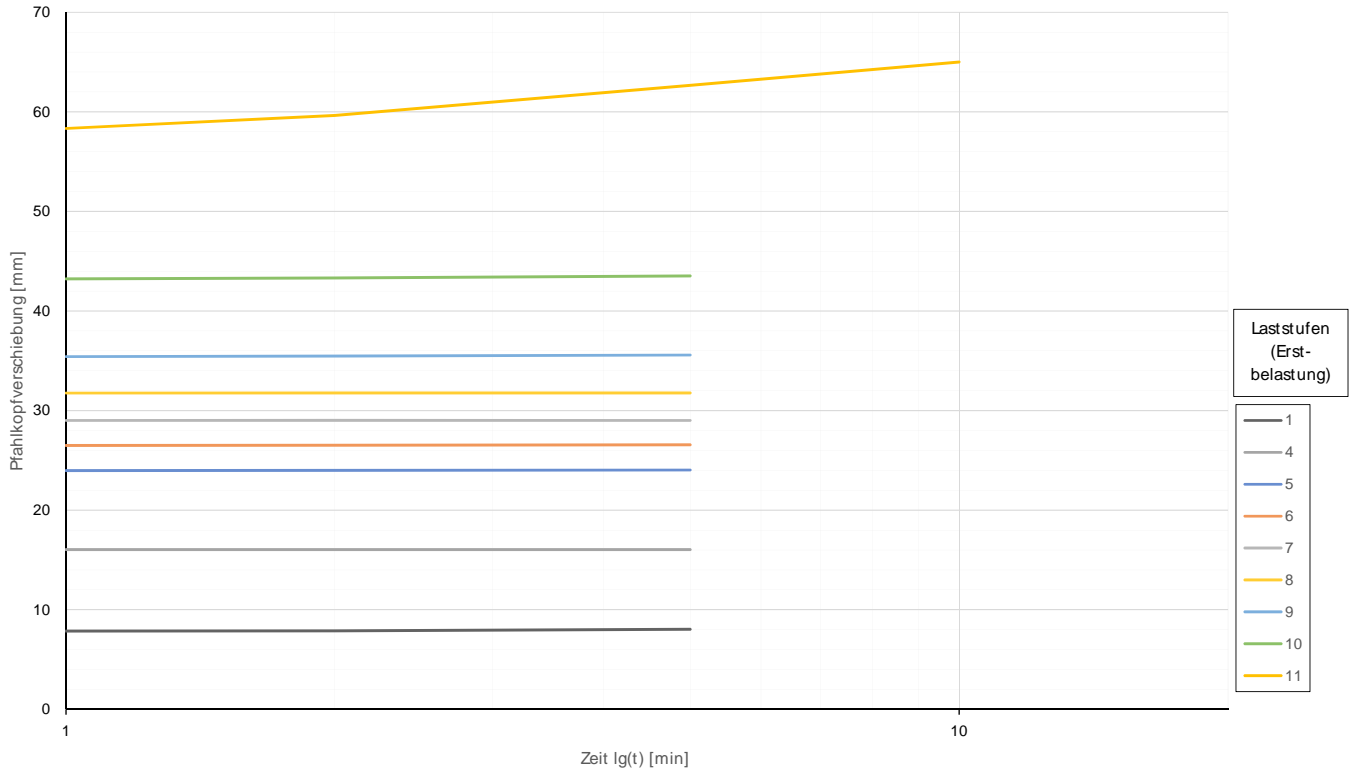
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v59 (V-Typ2)



Prüfkörper: M.v59
(V-Typ2)

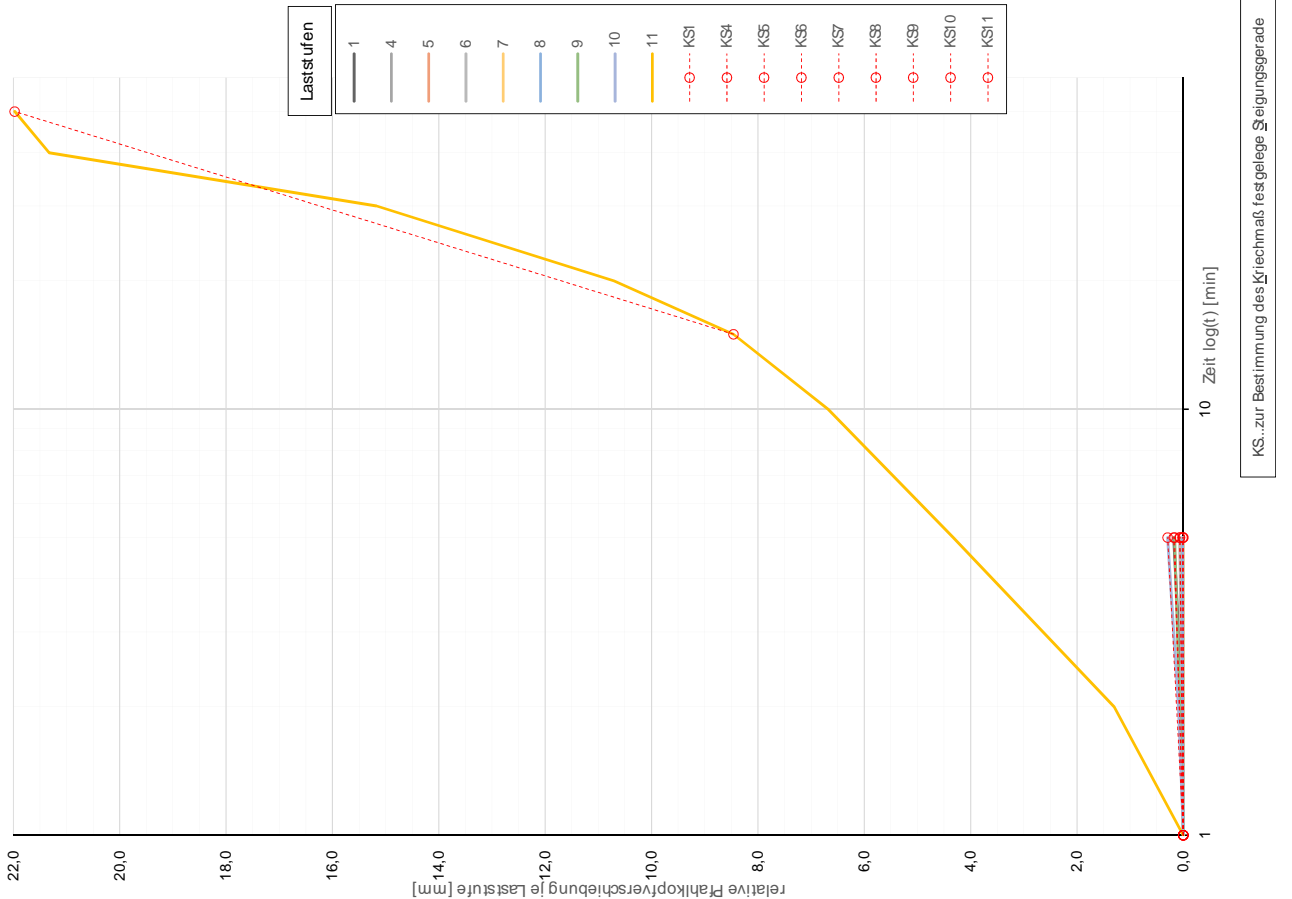
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 TU WIEN Your knowledge hub The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

Zeitverformung

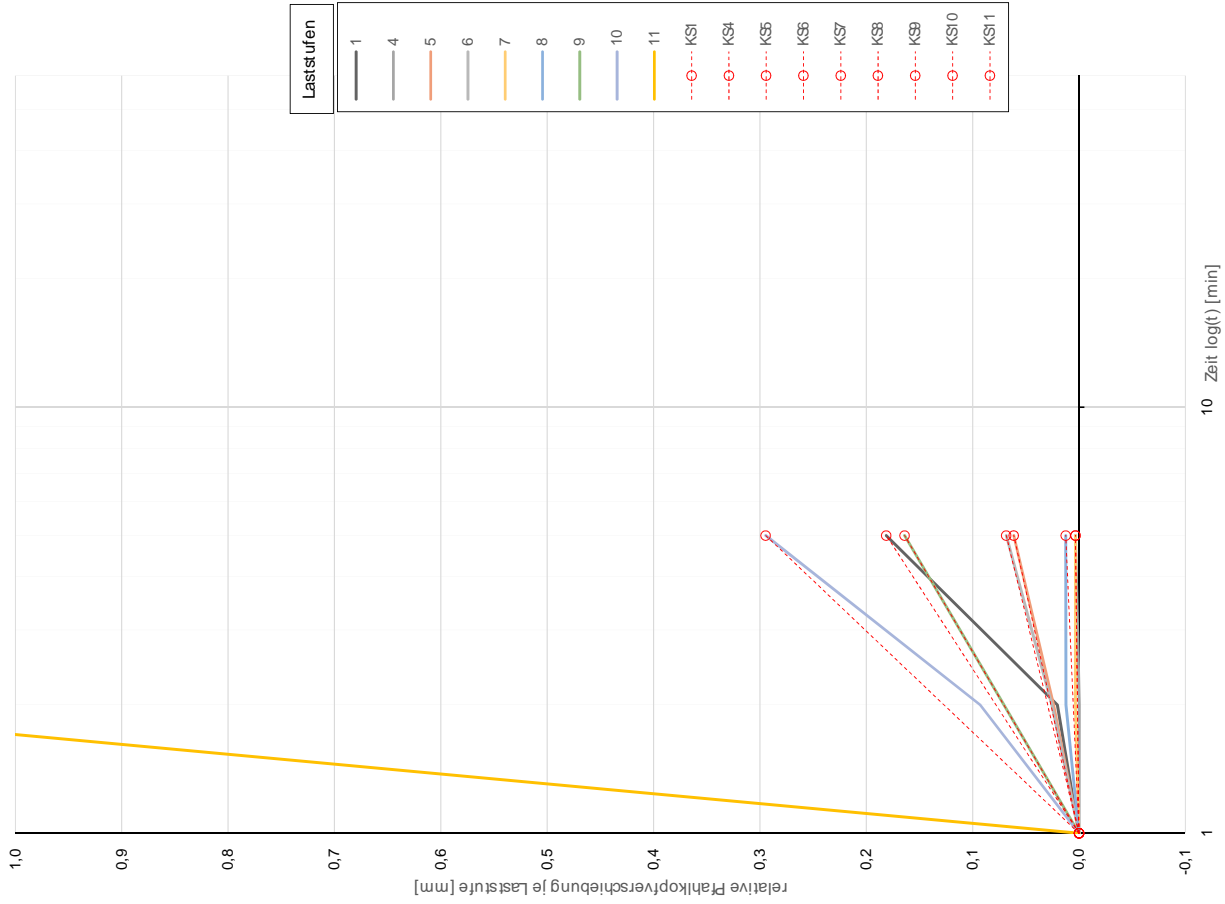
Prüfkörper: M.v59
(V-Typ2)



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

Zeitverformung

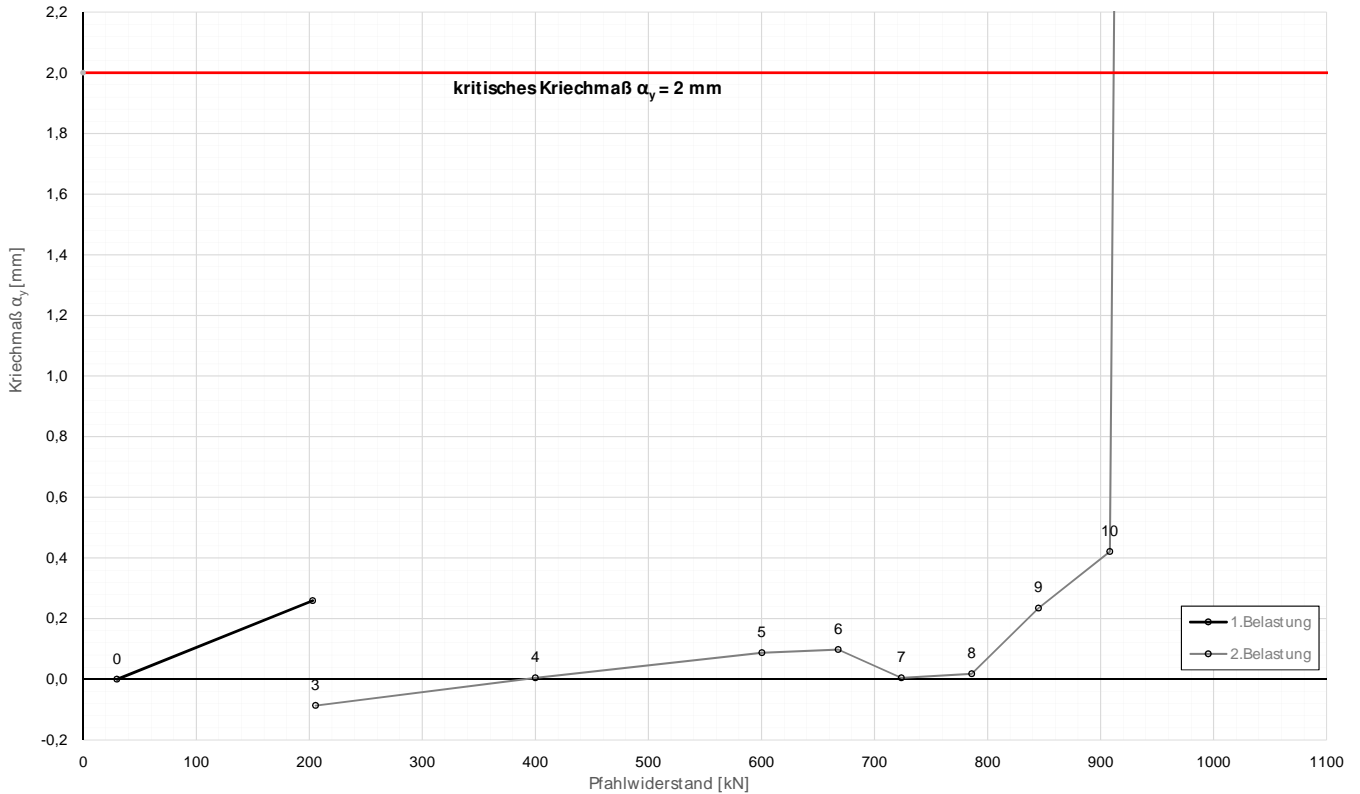
Prüfkörper: M.v59
(V-Typ2)



KS...zur Bestimmung des Kriechmaß festgelegte Steigunggerade

Prüfkörper: M.v59
(V-Typ2)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v60 (V-Typ 0)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	82
Prüfdatum:	27.03.2018
Versuchsbeginn:	13:13 Uhr
Versuchsende:	18:06 Uhr
Wetterbedingungen:	9:00h 12°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	Prüfung nach altem Prüfablauf

Geometrie Prüfkörper:

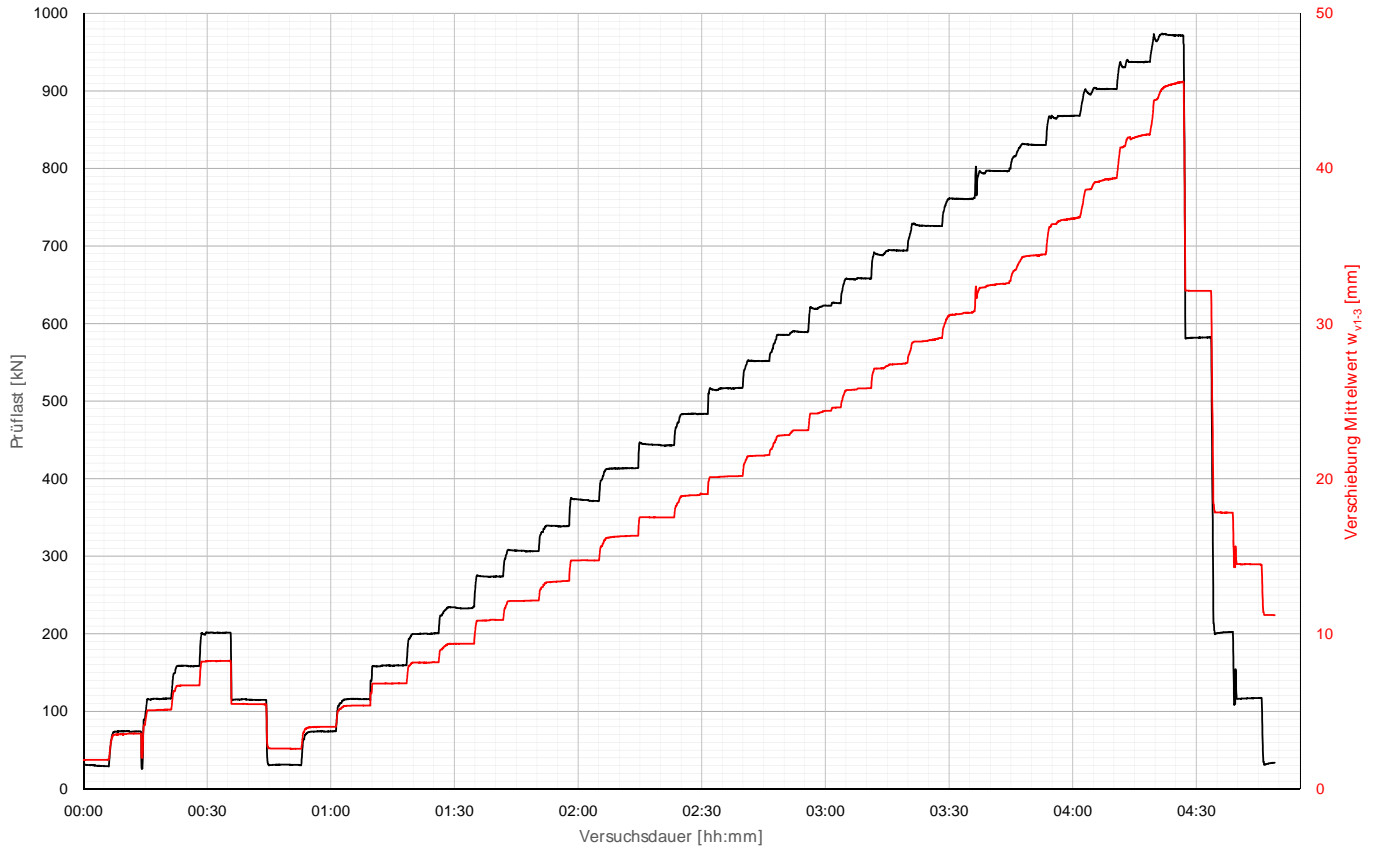
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,27 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,37 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{SS}=$	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{SS}=$	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS}=$	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS}=$	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl $A_S=$	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl $E_S=$	0,00	kN/mm ²

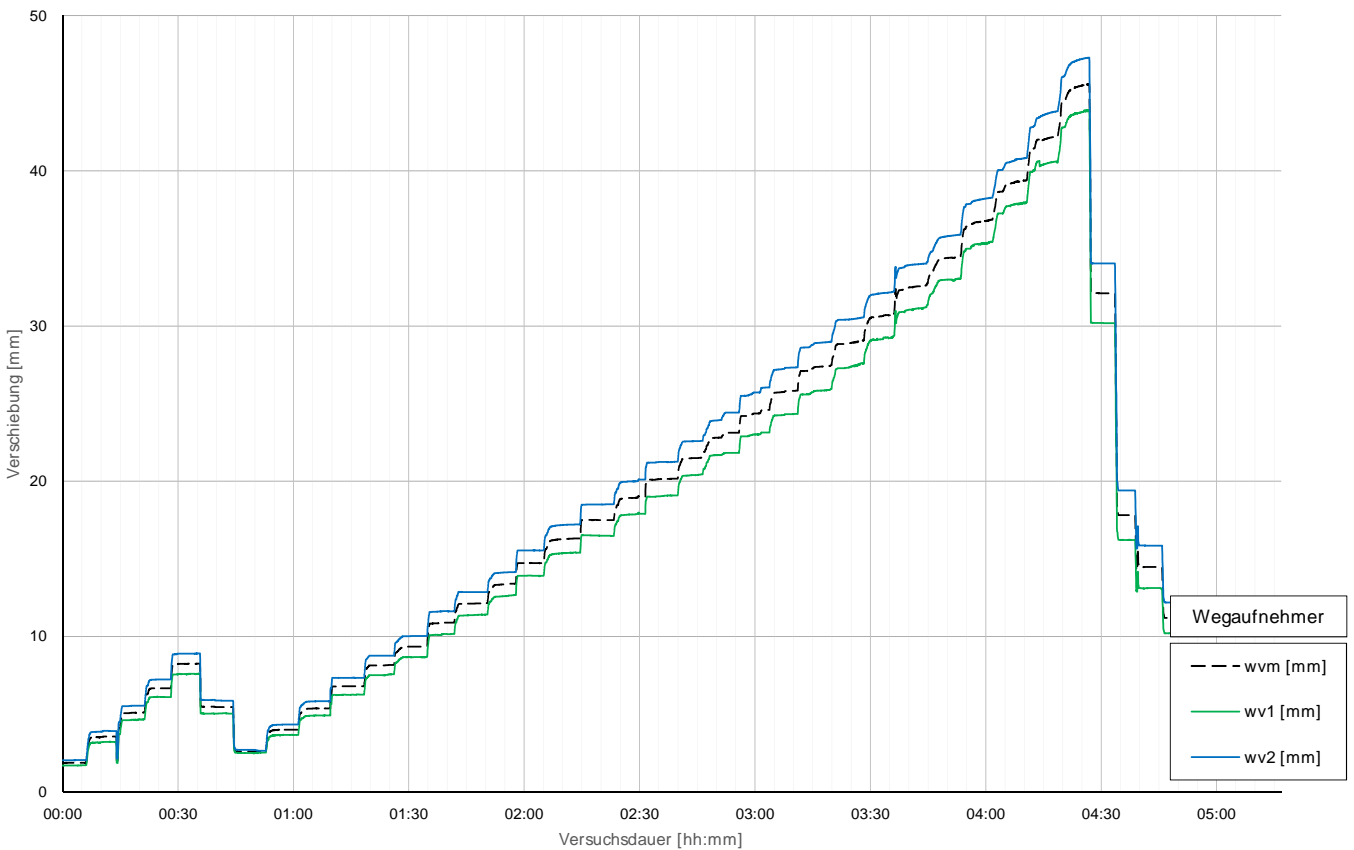
Prüfkörper: M.v60 (V-Typ 0)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v60 (V-Typ 0)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



Prüfkörper: M.v60 (V-Typ 0)

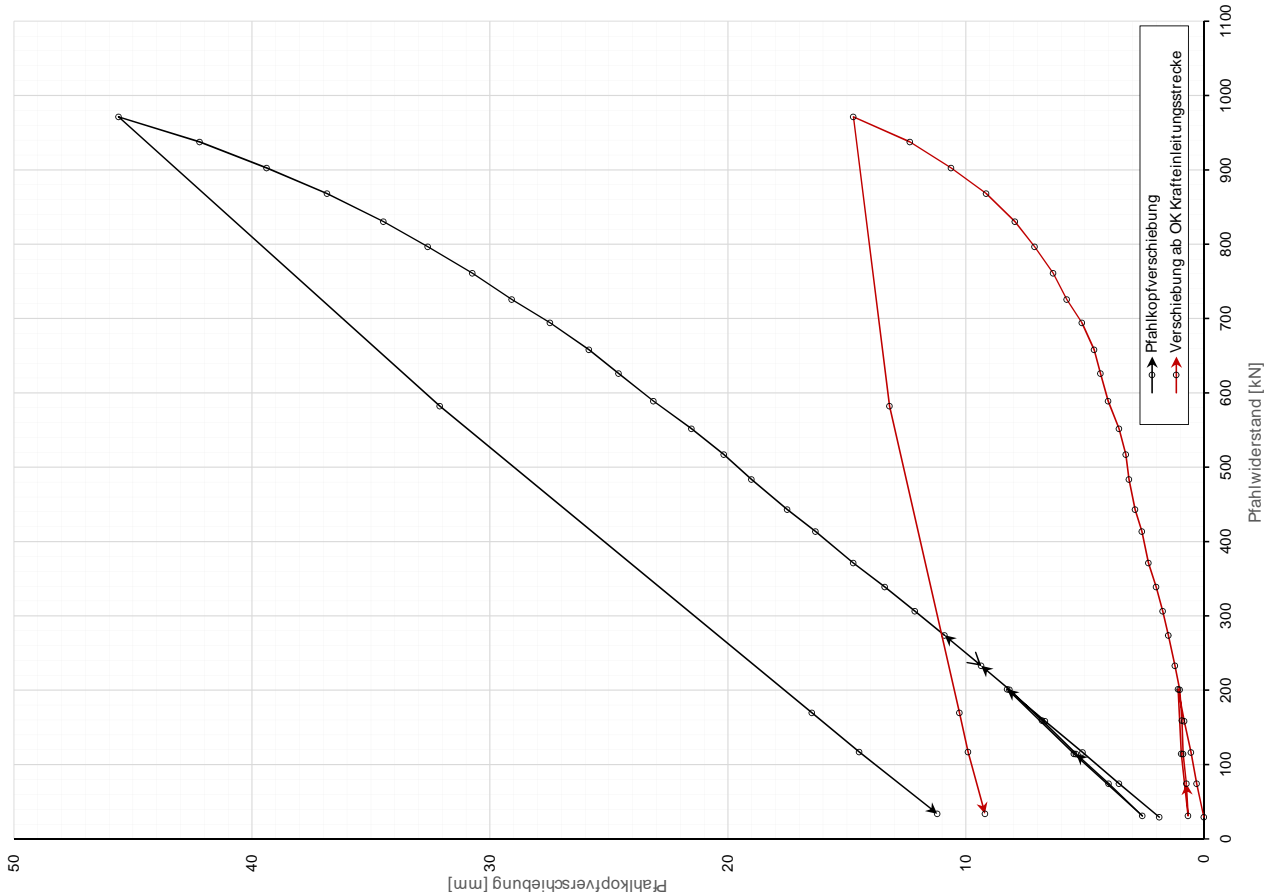
Auswertung MWESI - Belastungsstufen und Verformungen

Laststufen			Prüflast und Verschiebung				Elastische Stahlverformung		Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS+ Δ						Berechnung Kriechmaß					
Laststufe	Beginn	Ende	P Soll	P Ist	w _{vm,1-2}	ΔL	Korrekturwert	W _{v,Prüflast}	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt	Δt 1	Δt 2	MW 1	MW 2	Kriechmaß
Nr	[hh:mm]	[hh:mm]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	(Vorbelastung)	[mm]	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	13:13	13:19	30	29	1,87	0,90	-0,97	0,00												
1	13:21	13:27	73	74	3,56	2,29		0,30	3,51	3,53	3,57				1	5	3,51	3,57	0,08	
2	13:29	13:35	115	117	5,10	3,59		0,54	5,07	5,06	5,10						5,07	5,10	0,05	
3	13:36	13:42	158	158	6,67	4,87		0,82	6,66	6,68	6,67				1	5	6,66	6,67	0,01	
4	13:44	13:49	200	201	8,26	6,20		1,08	8,25	8,25	8,25				1	5	8,25	8,25	0,00	
5	13:51	13:58	115	115	5,45	3,53		0,95	5,48	5,48	5,46									
6	13:59	14:06	30	31	2,59	0,95		0,66	2,61	2,60	2,60									
7	14:08	14:15	73	74	4,00	2,29		0,73	3,98	3,99	4,00				1	5	3,98	4,00	0,03	
8	14:17	14:23	115	115	5,37	3,53		0,87	5,36	5,37	5,38				1	5	5,36	5,38	0,03	
9	14:25	14:32	158	159	6,80	4,91		0,92	6,79	6,80	6,80				1	5	6,79	6,80	0,01	
10	14:34	14:40	200	201	8,17	6,18		1,02	8,14	8,14	8,17				1	5	8,14	8,17	0,04	
11	14:42	14:48	235	233	9,36	7,17		1,21	9,35	9,35	9,35				1	5	9,35	9,35	0,00	
12	14:51	14:55	270	274	10,90	8,43		1,49	10,86	10,90					1	2	10,86	10,90	0,13	
13	14:57	15:04	305	307	12,14	9,44		1,73	12,11	12,12	12,14				1	5	12,11	12,14	0,03	
14	15:06	15:11	340	339	13,41	10,43		2,00	13,33	13,35	13,40				1	5	13,33	13,40	0,10	
15	06:28	15:19	375	371	14,73	11,43		2,33	14,73	14,74	14,71				1	2	14,73	14,74	0,01	
16	15:21	15:28	411	414	16,32	12,74		2,61	16,22	16,26	16,31				1	5	16,22	16,31	0,12	
17	15:30	15:37	446	443	17,50	13,64		2,89	17,51	17,51	17,50				1	5	17,51	17,50	-0,01	
18	15:39	15:45	481	484	19,00	14,89		3,14	18,90	18,92	19,01				1	5	18,90	19,01	0,16	
19	15:47	15:53	516	517	20,17	15,92		3,28	20,13	20,15	20,17				1	5	20,13	20,17	0,05	
20	15:55	16:00	551	552	21,52	16,99		3,56	21,46	21,48	21,52				1	5	21,46	21,52	0,08	
21	16:03	16:09	586	589	23,12	18,13		4,02	22,81	22,81	23,12				1	5	22,81	23,12	0,46	
22	16:12	16:17	621	626	24,59	19,28		4,34	24,28	24,37	24,59				1	5	24,28	24,59	0,44	
23	16:19	16:25	656	658	25,84	20,26		4,61	25,72	25,74	25,83				1	5	25,72	25,83	0,15	
24	16:29	16:33	691	694	27,47	21,38		5,12	27,36	27,38					1	2	27,36	27,38	0,05	
25	16:36	16:42	726	726	29,08	22,34		5,76	28,86	28,88	29,07				1	5	28,86	29,07	0,29	
26	16:44	16:49	761	761	30,74	23,43		6,33	30,56	30,61	30,69				1	5	30,56	30,69	0,19	
27	16:53	16:58	797	797	32,61	24,52		7,11	32,48	32,50	32,60				1	5	32,48	32,60	0,17	
28	17:03	17:07	832	830	34,47	25,56		7,94	34,39	34,41					1	2	34,39	34,41	0,07	
29	17:10	17:15	867	868	36,84	26,73		9,14	36,66	36,70	36,83				1	5	36,66	36,83	0,25	
30	17:19	17:24	902	903	39,38	27,79		10,62	39,20	39,30					1	2	39,20	39,30	0,31	
31	17:27	17:32	937	938	42,19	28,87		12,35	41,96	42,04	42,21				1	5	41,96	42,21	0,36	
32	17:35	17:40	972	971	45,60	29,91		14,72	45,22	45,33	45,55				1	5	45,22	45,55	0,48	
34	17:42	17:47	586	582	32,11	17,93		13,21	32,12	32,11										
35	17:48	17:53	200	170	16,47	5,23		10,27	17,82	17,82										
36	17:54	17:59	115	117	14,49	3,61		9,91	14,47	14,49										

Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld" Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. TU WIEN bi.geo The approved original version is in print at TU Wien Bibliothek.

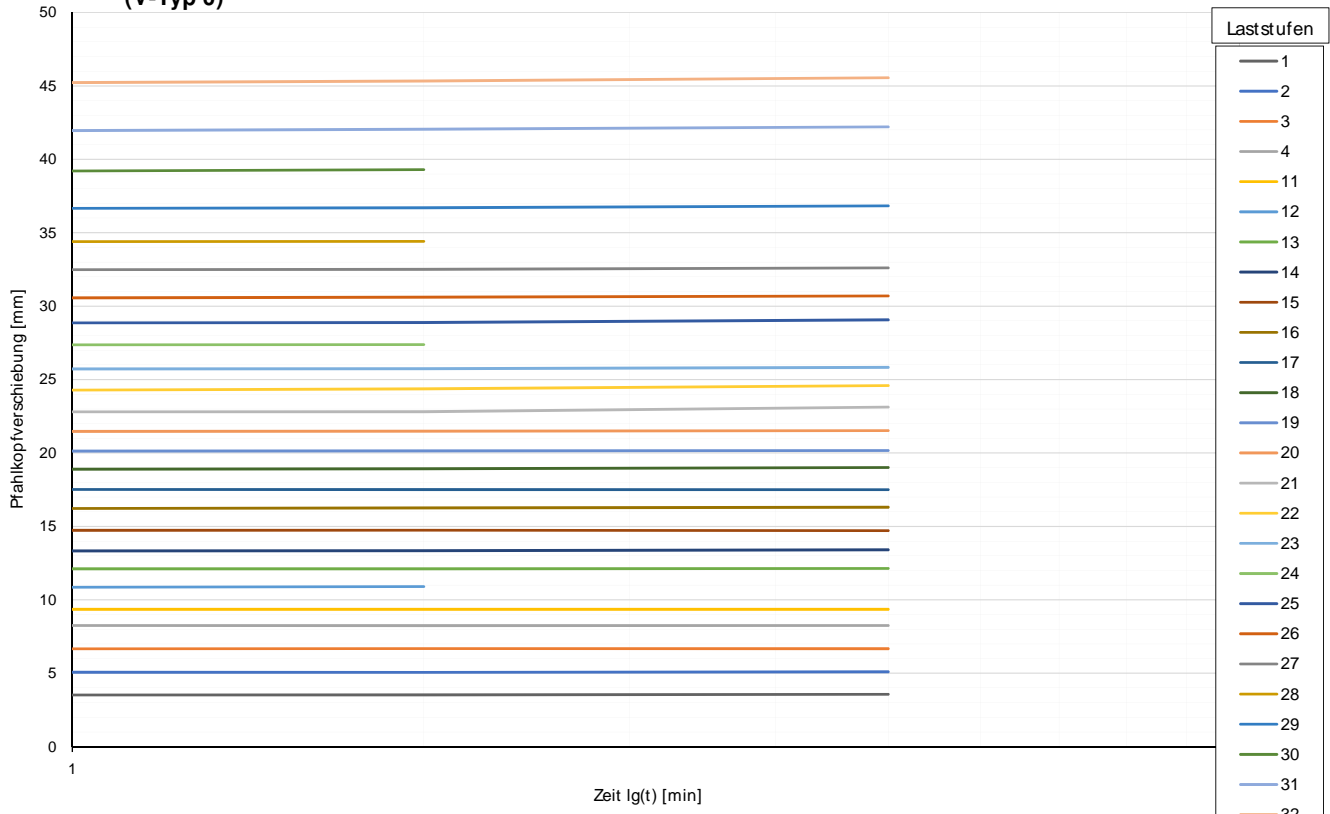
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v60 (V-Typ 0)



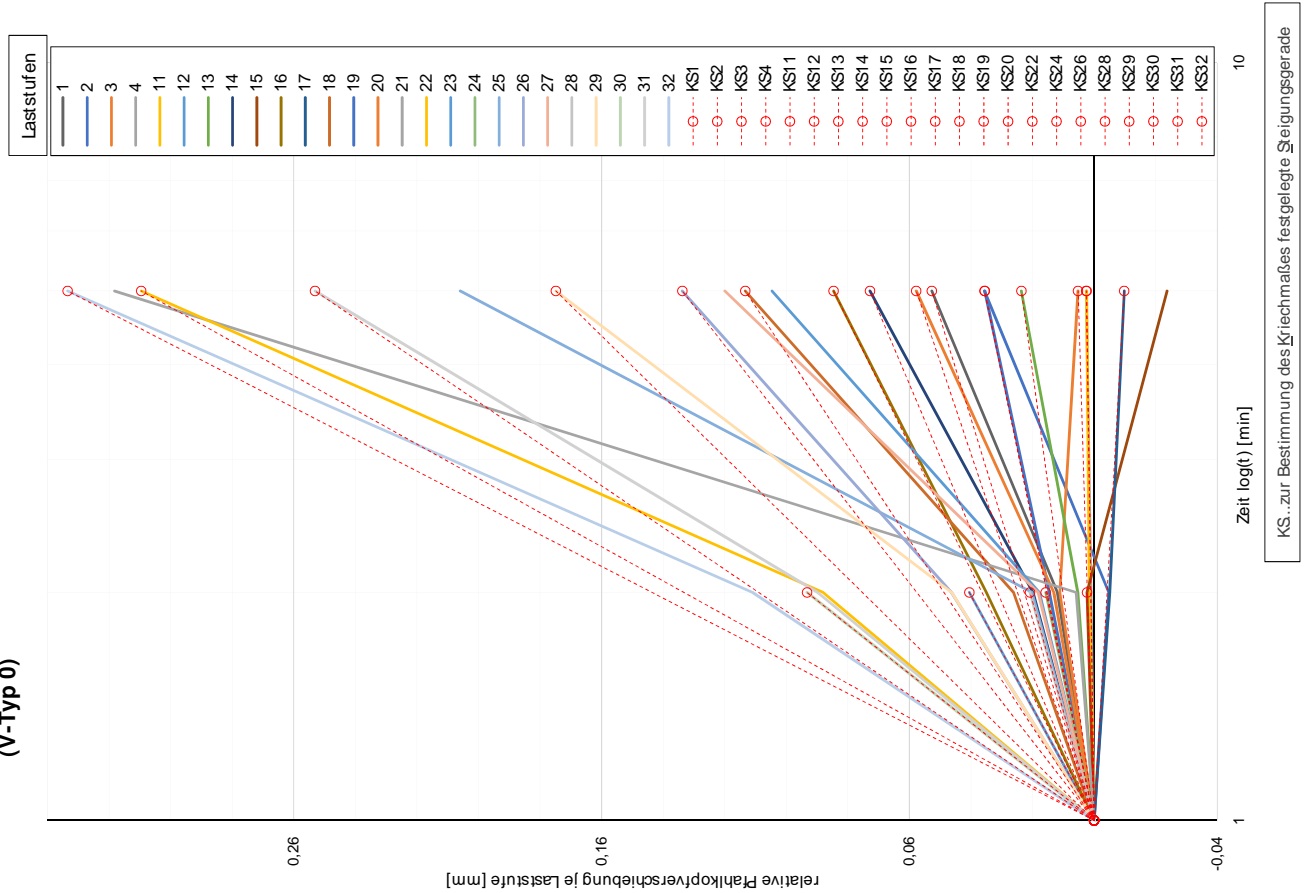
Prüfkörper: M.v60
(V-Typ 0)

Zeitverformung



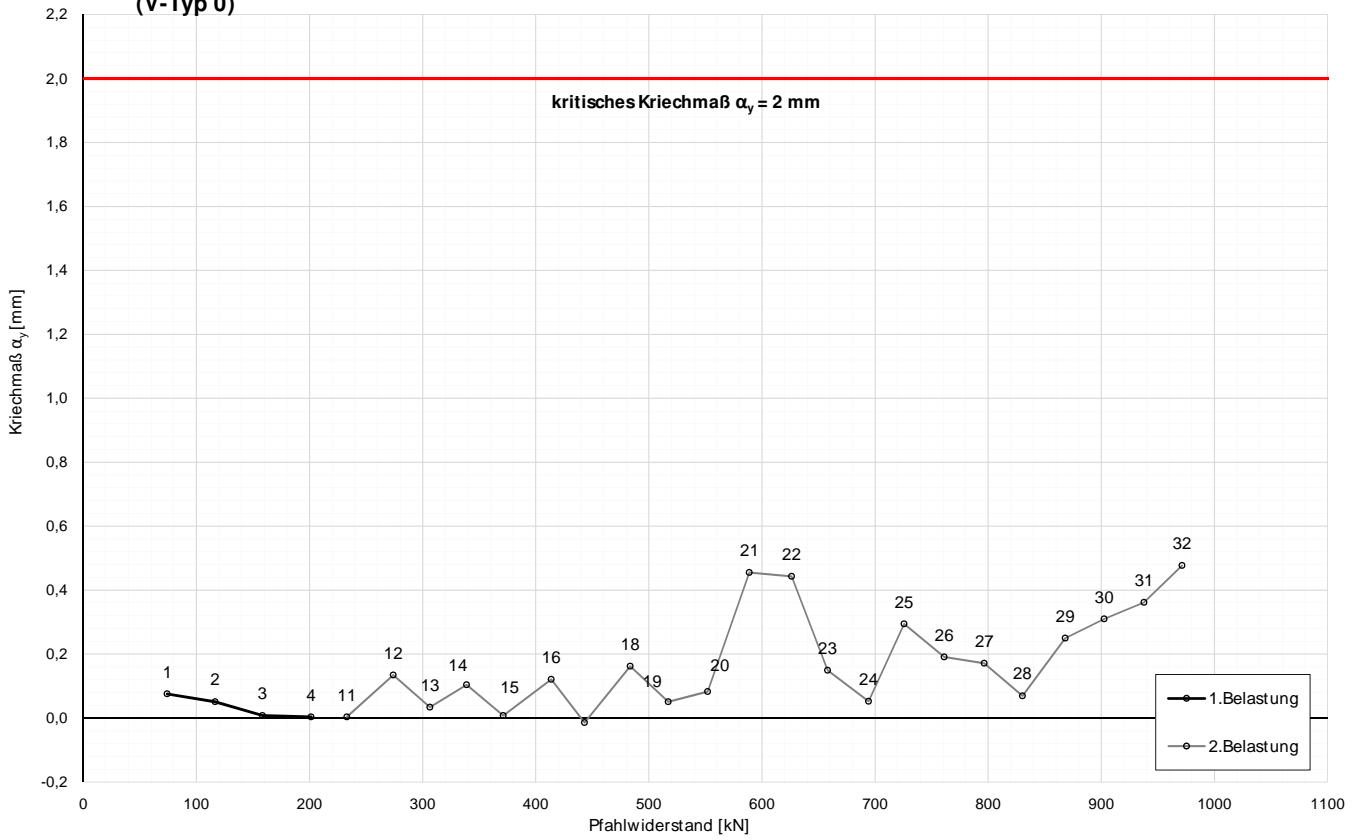
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v60
(V-Typ 0)



Prüfkörper: M.v60
(V-Typ 0)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v61 (V-Typ 3)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	84
Prüfdatum:	28.03.2018
Versuchsbeginn:	13:28 Uhr
Versuchsende:	16:19 Uhr
Wetterbedingungen:	12:30h 13°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	keine

Geometrie Prüfkörper:

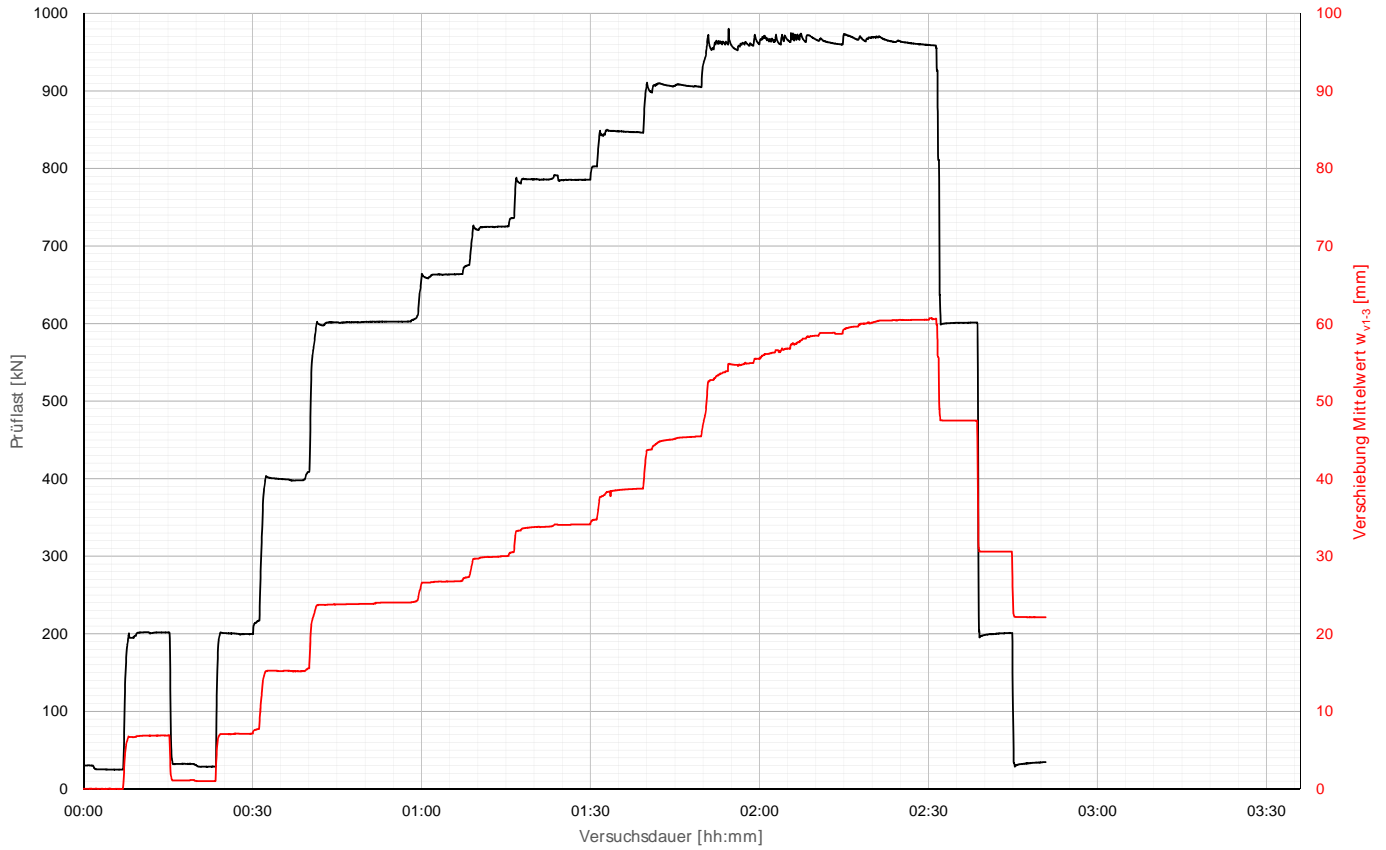
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,09 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,19 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-	
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R	
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50	
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30	kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (M ikropfahl):	ANP d50, SAS 550	
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{SS}=$	1960,00	mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{SS}=$	205,00	kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-	
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS}=$	0,00	mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS}=$	0,00	kN/mm ²
Güte Baustahl:	-	
Gesamtquerschnitt Stahl $A_S=$	0,00	mm ²
E-Modul Baustahl $E_S=$	0,00	kN/mm ²

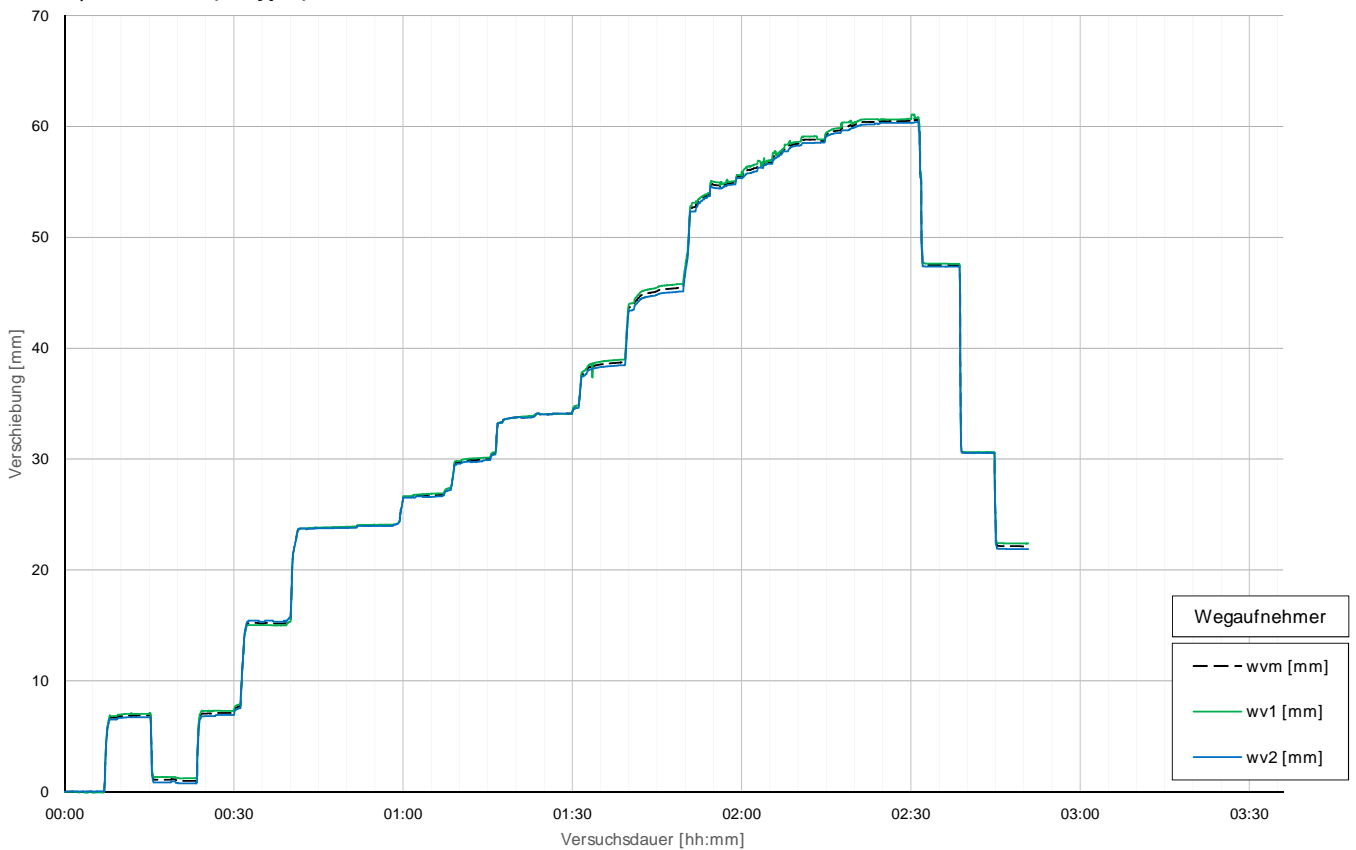
Prüfkörper: M.v61 (V-Typ 3)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



Prüfkörper: M.v61 (V-Typ 3)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert

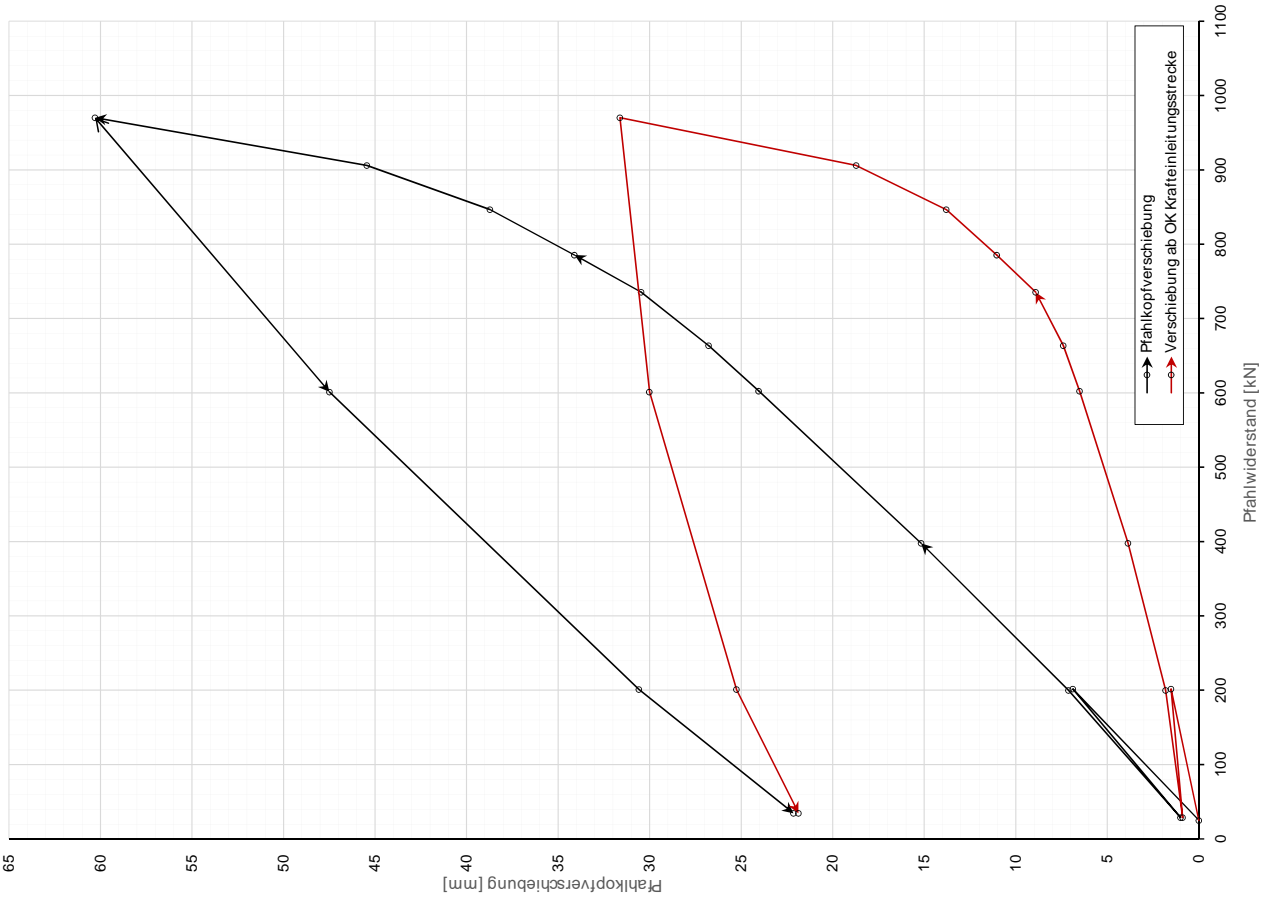


Prüfkörper: M.v61 (V-Typ 3)

Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung				Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß				
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	13:28	13:34	30	25	-0,01	0,75	0,76	0,00																
1	13:37	13:43	200	202	6,88	6,12		1,52	6,82	6,86	6,88													
2	13:45	13:51	30	29	1,00	0,87		0,89	1,09	1,09	1,00							1	5	6,82	6,88	0,09		
3	13:52	13:58	200	200	7,11	6,06		1,82	7,06	7,06	7,11							1	5	7,06	7,11	0,08		
4	14:01	14:07	400	398	15,17	12,07		3,86	15,23	15,18	15,17							2	5	15,18	15,17	-0,04		
5	14:11	14:25	600	602	24,03	18,28		6,52	23,76	23,79	23,82	24,01						2	10	23,79	24,01	0,32		
6	14:29	14:35	662	664	26,78	20,14		7,41	26,67	26,72	26,75							1	5	26,67	26,75	0,11		
7	14:38	14:44	724	735	30,46	22,31		8,91	29,86	29,92	30,02							1	5	29,86	30,02	0,23		
8	14:47	14:58	786	786	34,10	23,83		11,04	33,75	33,80	34,09	34,10						2	10	33,80	34,10	0,43		
9	15:01	15:07	848	847	38,72	25,68		13,80	38,42	38,52	38,68							1	5	38,42	38,68	0,38		
10	15:10	15:17	910	906	45,44	27,49		18,72	44,89	45,01	45,34							1	5	44,89	45,34	0,64		
11	15:36	15:49	972	970	60,29	29,43		31,62	58,30	58,43	58,80	59,82						2	10	58,43	59,82	1,99		
12	16:00	16:06	600	601	47,49	18,24		30,01	47,49	47,49	47,49													
13	16:08	16:13	200	201	30,59	6,10		25,25	30,59	30,59														
14	16:14	16:19	30	34	22,14	1,04		21,86	22,15	22,14														

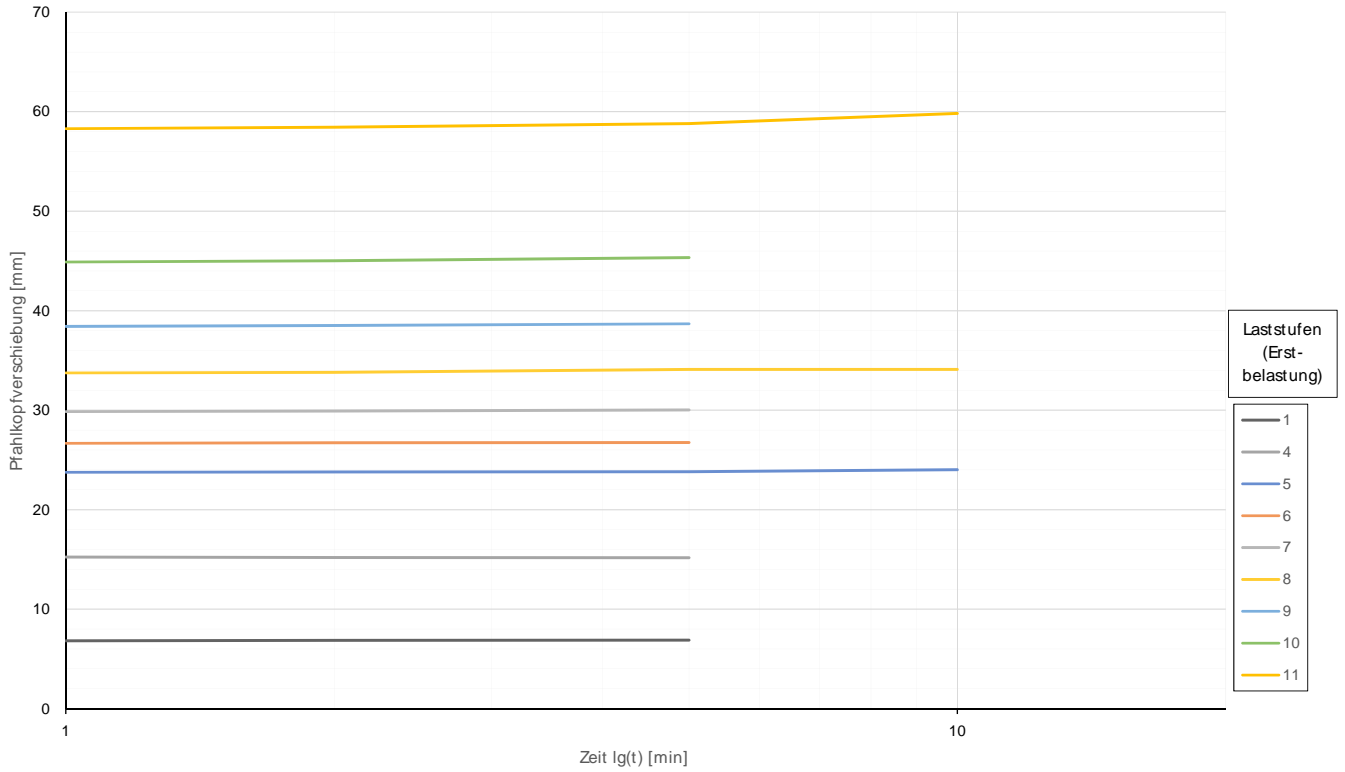
Widerstands-Verschiebungslinie

Prüfkörper: M.v61 (V-Typ 3)



Prüfkörper: M.v61
(V-Typ 3)

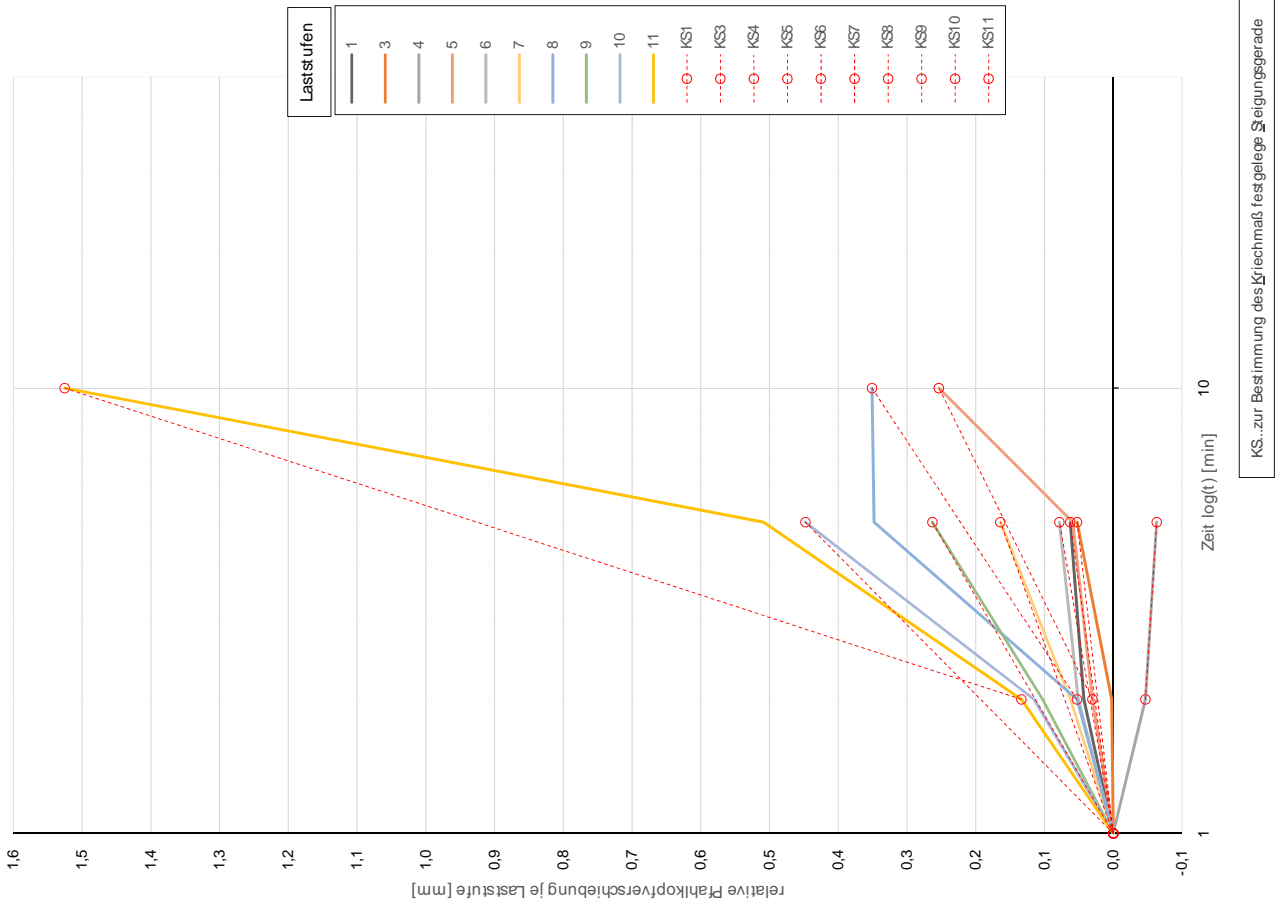
Zeitverformung



TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
 Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
 The approved original version is available in print at TU Wien Bibliothek.

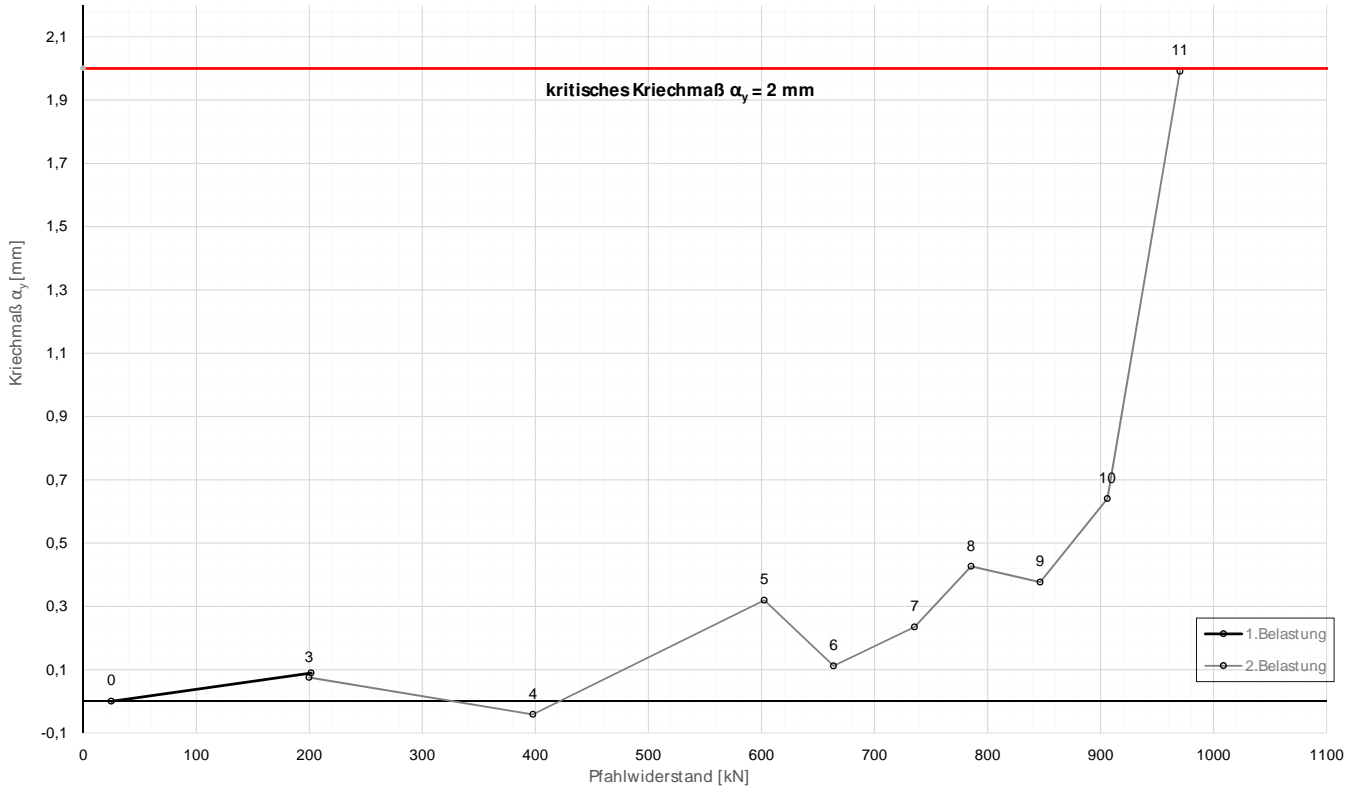
Zeitverformung

Prüfkörper: M.v61
(V-Typ 3)



Prüfkörper: M.v61
(V-Typ 3)

Widerstands-Kriechmaßlinie



Forschungsprojekt "Unteres Hausfeld"

A U S W E R T U N G

der statischen Pfahlprobebelastung gemäß EA-Pfähle

Status: **Endfassung**

Stand: 21.10.2018

Allgemeine Angaben:

Prüfkörper:	M.v62 (V-Typ 2)
Prüffeld:	2
Versuch:	Herausziehversuch DS-Schirm
Bodenschicht Krafteinleitungsstrecke:	DSV-Schirm

Pfahlinstrumentierung (M W E S II):

Kettenextensometer:	nein
Bewehrungssensoren:	nein
Sohldruckmessdose:	nein

Versuchsdaten:

Prüfung Nr.:	83
Prüfdatum:	28.03.2018
Versuchsbeginn:	12:42 Uhr
Versuchsende:	16:00 Uhr
Wetterbedingungen:	12:30h 13°C bewölkt
besondere Versuchsbedingungen:	Kraftabfall bei Hochfahren LS11

Geometrie Prüfkörper:

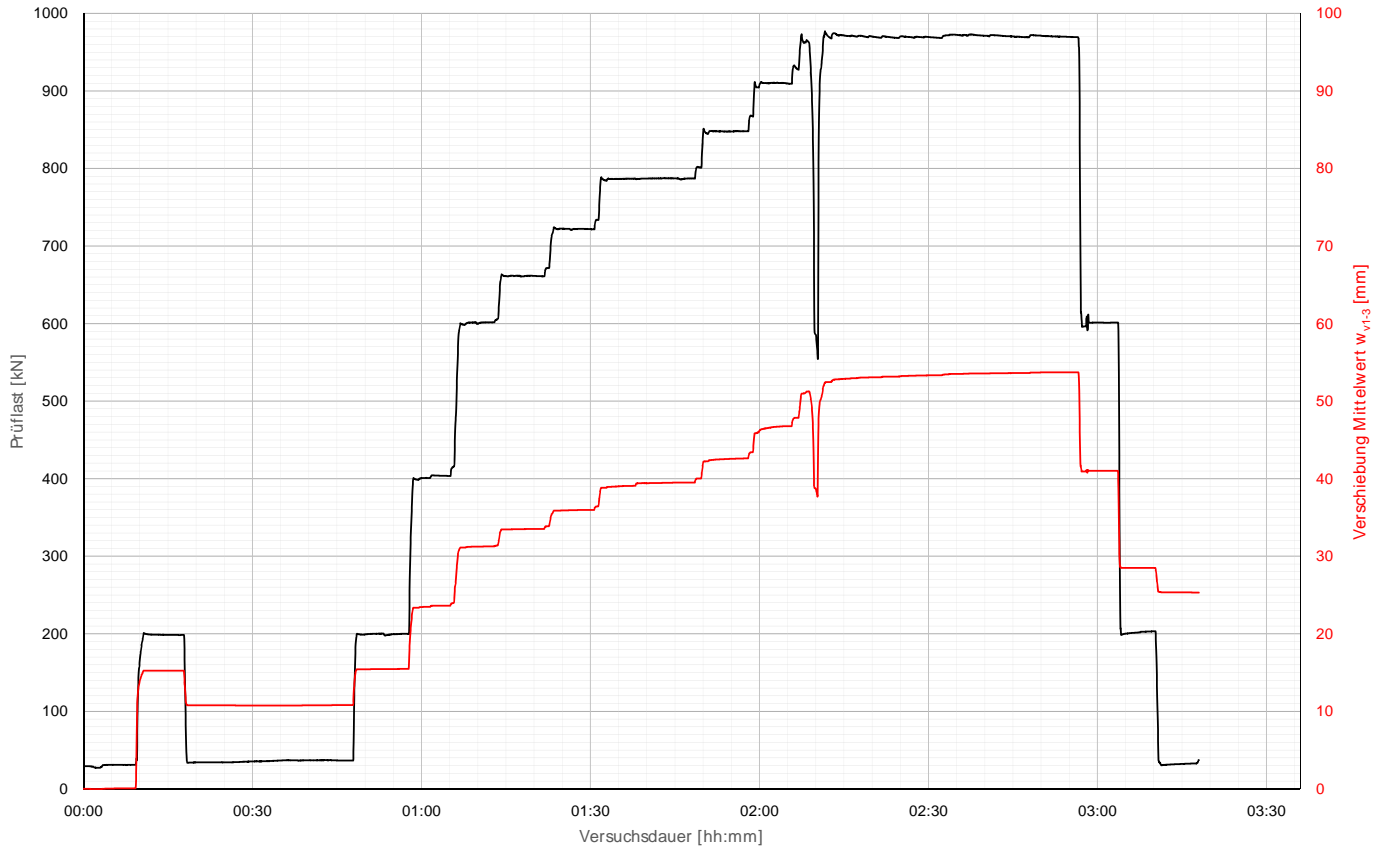
Bohrdurchmesser:	203,00 mm
Querschnittsfläche $A_{ges=}$	32365,47 mm ²
OK Pfahlkopf (Messniveau GBP, DSV):	- müA
Messniveau (Mikropfahl):	157,09 müA
OK Pfahl bzw. GOK:	156,50 müA
OK Haftstrecke:	144,90 müA
UK Pfahl:	143,60 müA
Länge Freispielstrecke:	12,19 m
Länge Haftstrecke:	1,30 m
Pfahllänge:	12,90 m

Materialkennwerte:

Betongüte:	-
Zement:	CEM II/ B-M (S-L) 32,5R
W/B-Wert Zementsuspension:	0,50
E-Modul Beton / Zementstein $E_c=$	10,30 kN/mm ²
Typ, Güte Stabstahl (Mikropfahl):	ANP d50, SAS 550
Nennquerschnitt Stabstahl $A_{ss=}$	1960,00 mm ²
E-Modul Stabstahl $E_{ss=}$	205,00 kN/mm ²
Güte Bewehrungsstahl:	-
Gesamtquerschnitt Bewehrung $A_{BS=}$	0,00 mm ²
E-Modul Bewehrungsstahl $E_{BS=}$	0,00 kN/mm ²
Güte Baustahl:	-
Gesamtquerschnitt Stahl $A_s=$	0,00 mm ²
E-Modul Baustahl $E_s=$	0,00 kN/mm ²

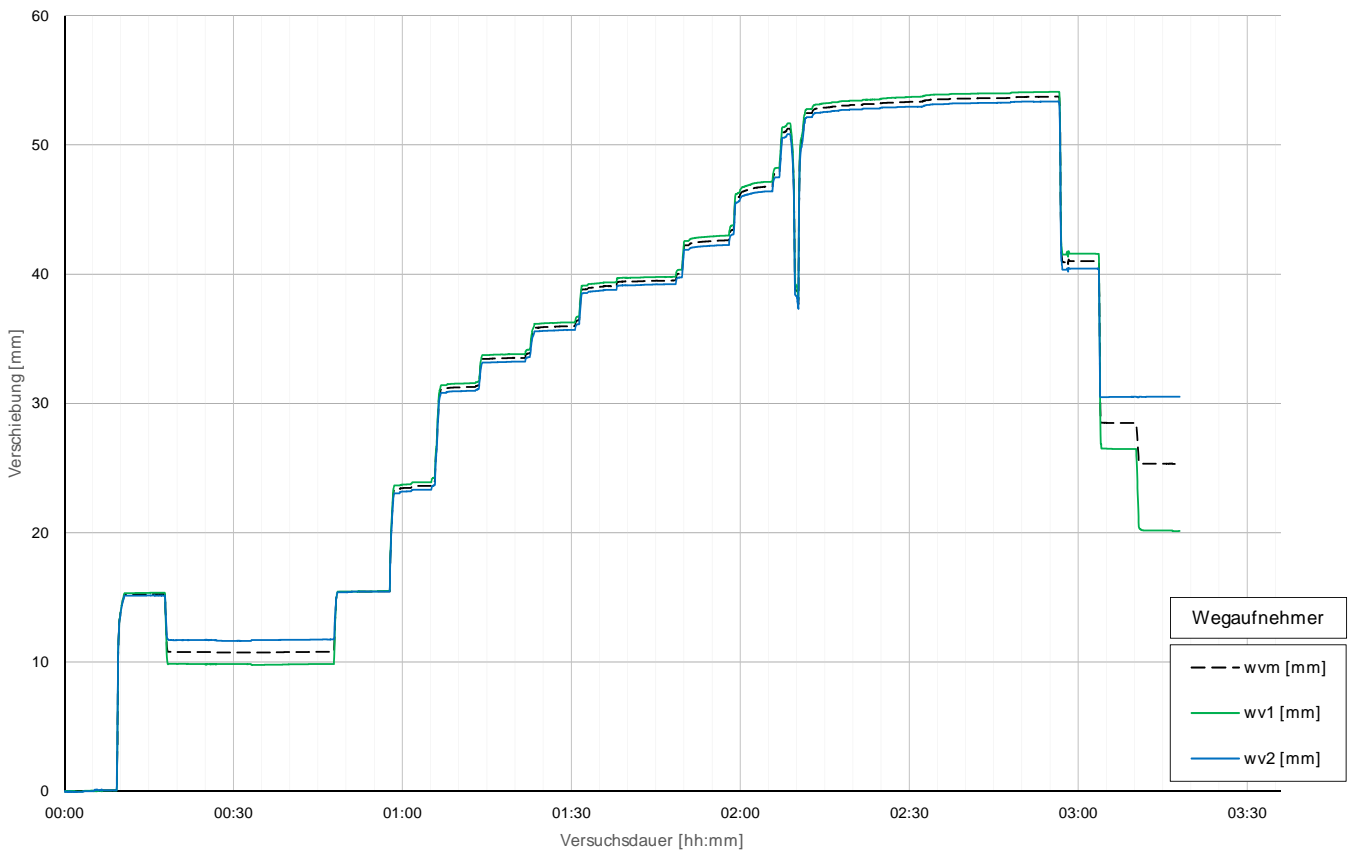
Prüfkörper: M.v62 (V-Typ 2)

Belastungsstufen und Pfahlkopfverschiebung



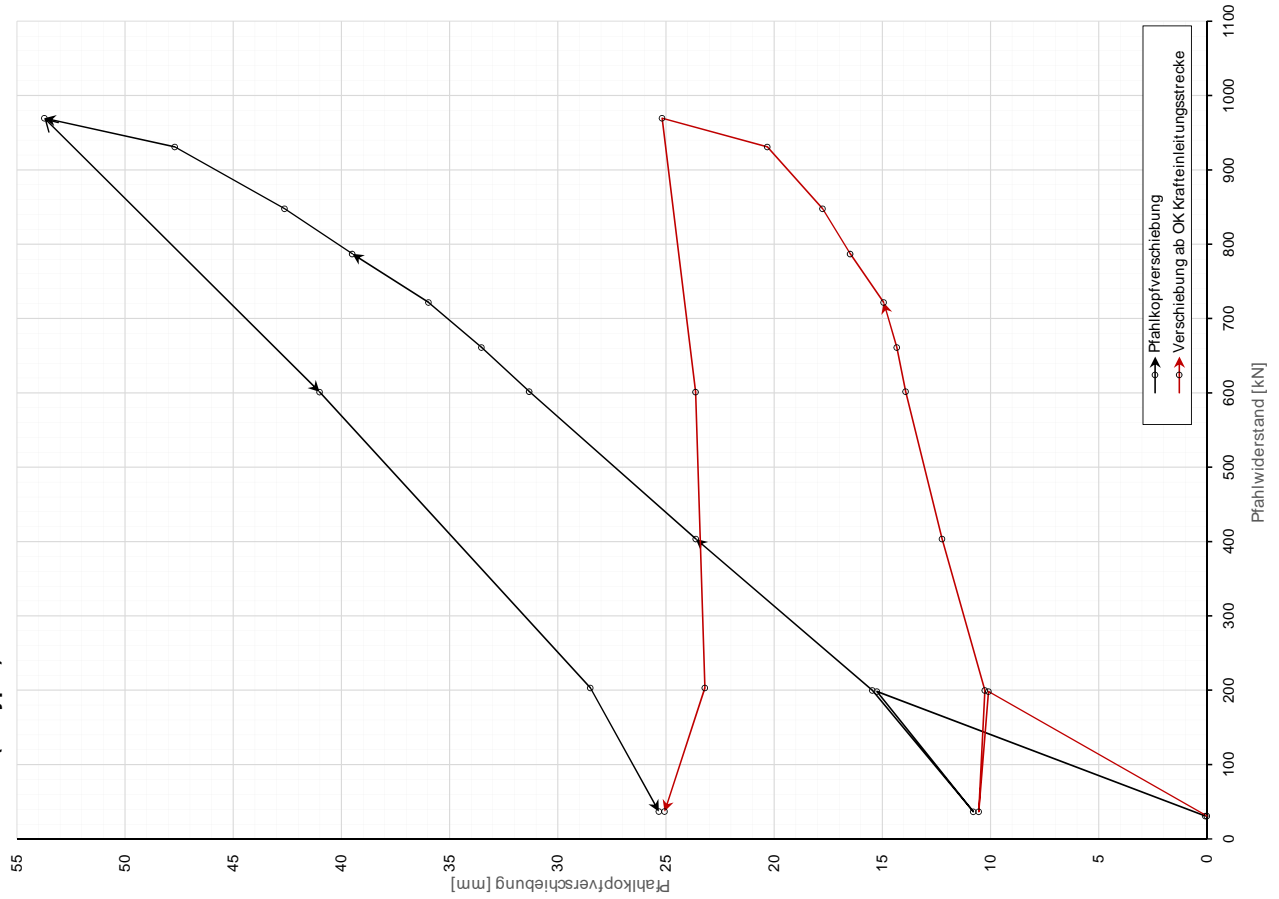
Prüfkörper: M.v62 (V-Typ 2)

Pfahlkopfverschiebung: Einzelwerte und Mittelwert



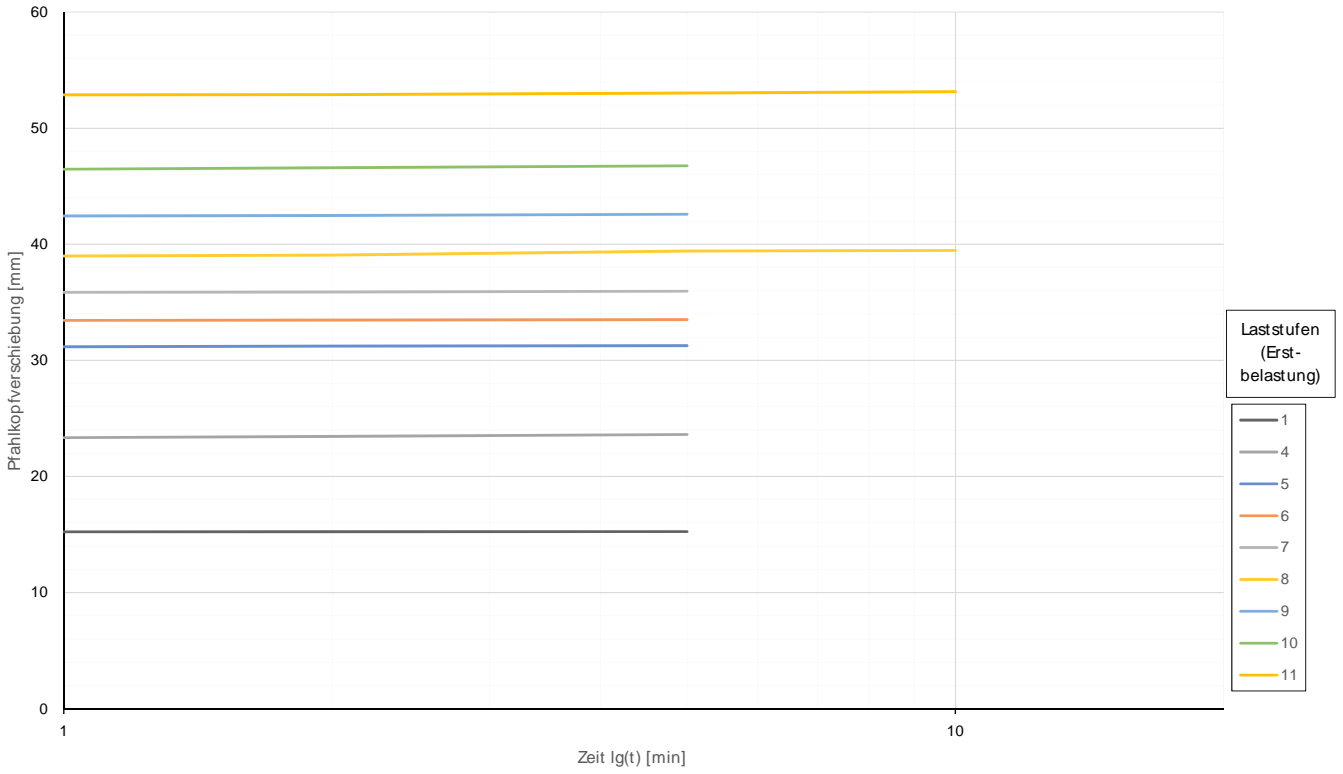
Auswertung M WESI - Belastungsstufen und Verformungen																								
Laststufen			Prüflast und Verschiebung			Elastische Stahlverformung			Mittelwert der Vertikalverformung ab Beginn LS + Δt [min]										Berechnung Kriechmaß					
Laststufe Nr	Beginn [hh:mm]	Ende [hh:mm]	P Soll [kN]	P Ist [kN]	W _{vm,1-2} [mm]	ΔL [mm]	Korrekturwert (Vorbelastung)	W _{v,Prüflast} [mm]	Δt 1 min [mm]	Δt 2 min [mm]	Δt 5 min [mm]	Δt 10 min [mm]	Δt 15 min [mm]	Δt 20 min [mm]	Δt 30 min [mm]	Δt 40 min [mm]	Δt 50 min [mm]	Δt 1 [min]	Δt 2 [min]	MW 1 [mm]	MW 2 [mm]	Kriechmaß [mm]		
0	12:42	12:51	30	31	0,07	0,94	0,86	0,00																
1	12:53	12:59	200	198	15,25	6,02		10,09	15,23	15,24	15,25							1	5	15,23	15,25	0,02		
2	13:01	13:29	30	37	10,79	1,11		10,55	10,78	10,78	10,77	10,74	10,74	10,77				1	5	23,35	23,62	0,38		
3	13:32	13:38	200	200	15,46	6,06		10,26	15,43	15,45	15,46							1	5	15,43	15,46	0,04		
4	13:40	13:46	400	404	23,62	12,25		12,23	23,35	23,45	23,62							1	5	33,57	33,51	0,09		
5	13:49	13:55	600	602	31,31	18,26		13,92	31,18	31,23	31,27							1	5	31,18	31,27	0,13		
6	13:56	14:03	662	661	33,52	20,06		14,32	33,45	33,47	33,51							1	5	33,45	33,51	0,09		
7	14:05	14:12	724	722	35,98	21,90		14,94	35,87	35,90	35,96							1	5	35,87	35,96	0,13		
8	14:16	14:29	786	787	39,50	23,88		16,48	39,00	39,07	39,42	39,48						1	10	39,00	39,48	0,48		
9	14:33	14:40	848	848	42,62	25,72		17,76	42,45	42,50	42,59							1	5	42,45	42,59	0,20		
10	14:42	14:48	910	931	47,70	28,24		20,32	46,47	46,61	46,76							1	5	46,47	46,76	0,42		
11	14:56	15:38	972	970	53,73	29,41		25,17	52,88	52,91	53,04	53,15	53,29	53,50	53,61	53,71		20	40	53,50	53,71	0,70		
12	15:40	15:45	600	601	41,01	18,24		23,63	41,01	41,01														
13	15:47	15:52	200	203	28,50	6,16		23,20	28,50	28,49														
14	15:54	16:00	30	37	25,33	1,12		25,06	25,35	25,35	25,32													

Prüfkörper: M.v62 (V-Typ 2)
Widerstands-Verschiebungslinie



Prüfkörper: M.v62
(V-Typ 2)

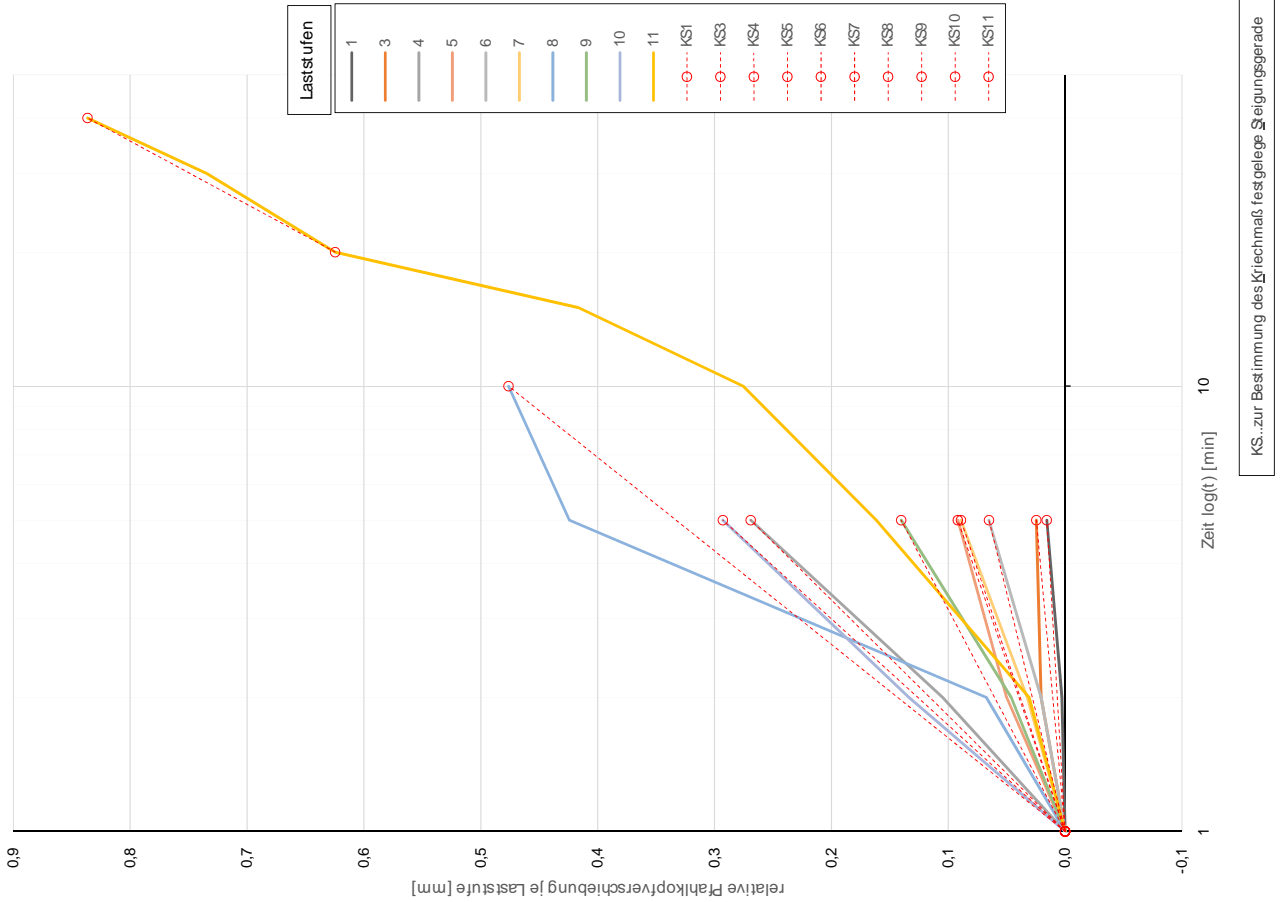
Zeitverformung



6

Zeitverformung

Prüfkörper: M.v62
(V-Typ 2)



7

Prüfkörper: M.v62
(V-Typ 2)

Widerstands-Kriechmaßlinie

