

Diploma Thesis

Quality assurance at construction sites

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

Qualitätssicherung auf Baustellen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer
Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Ursula Plessl, BSc

Matr.Nr.: 01225370

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.Ass.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ **Melanie Piskernik**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich für Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Juni 2020



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.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen, die mich beim Erstellen der vorliegenden Diplomarbeit unterstützt und mich im Laufe meines Studiums begleitet haben, bedanken.

Ein besonderer Dank gilt Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Goger, dem Vorstand des Instituts für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement und Leiter des Forschungsbereichs Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik, für die Möglichkeit meine Diplomarbeit an diesem Institut zu verfassen. Weiters bedanke ich mich bei Univ.Ass.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ Melanie Piskernik für die Betreuung und Unterstützung bei der Erstellung meiner Diplomarbeit.

Ein weiteres großes Dankeschön gebührt Bmstr. Ing. Marco Angel und Bmstr. Siegfried Schrenk, welche es mir ermöglicht haben meine Diplomarbeit praxisnah und in Zusammenarbeit mit der STRABAG AG zu erstellen. Ihre Unterstützung und die Zurverfügungstellung von Daten gaben mir die Möglichkeit, das Thema der Diplomarbeit umfangreich auszuarbeiten. Zudem bedanke ich mich bei all meinen Arbeitskollegen, welche mir bei der Erstellung meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Der größte Dank gilt jedoch meiner Familie. Insbesondere danke ich meinen Eltern, welche mich auf meinem Lebensweg begleiten und stets hinter mir stehen. Ohne ihren Rückhalt und ihre Unterstützung wäre mein Studium nicht möglich gewesen.

Weiters möchte ich mich besonders bei meinem Partner Philipp bedanken, welcher mich während des ganzen Studiums begleitet hat und mir immerzu unterstützend an der Seite steht.

Schließlich danke ich auch all meinen Freunden, Studienkollegen und Wegbegleitern, welche meine Studienzeit bereichert und zu einem besonderen Lebensabschnitt gemacht haben.



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

Schlagwörter: Qualitätssicherung, digitale Qualitätssicherungstools, Qualitätsmanagement, ISO 9001, Gewerke, Checklisten

Die Qualitätssicherung ist ein wesentlicher Teil des Qualitätsmanagements und achtet im operativen Geschäft darauf, dass geforderte Qualitätsstandards erfüllt werden. Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der begleitenden Qualitätssicherung auf Hochbaubaustellen während der Ausführung aus Sicht eines Generalunternehmers. Diese umfasst den Umgang mit Abweichungen vom Bau-Soll, Kontrollen einzelner Gewerke mit Hilfe von Checklisten sowie die allgemeine Ausführungsdokumentation. Die Motivation der Arbeit ist es, einen Überblick über die Bestandteile und die Auswirkungen der Qualitätssicherung auf Baustellen zu geben und verschiedene Qualitätssicherungstools zu evaluieren. Neben der Evaluierung dieser Tools umfasst die Aufgabenstellung eine Analyse von einigen ausgewählten, im Hochbau relevanten Gewerken hinsichtlich der Qualitätssicherung. Zudem ist zu untersuchen, welche Daten aus der Qualitätssicherung für ein effizientes Qualitätsmanagement von Bedeutung sind und welche wirtschaftlichen Auswirkungen eine umfangreiche Qualitätssicherung auf ein Bauunternehmen hat.

Um Zusammenhänge klar darzustellen und Schnittstellen verständlich zu erklären, wurde im ersten Schritt das Qualitätsmanagement unter besonderer Berücksichtigung der ISO 9001 betrachtet. Weiters wurde ein Überblick über die wichtigsten Begriffe im Bereich der Qualitätssicherung gegeben und die Gründe für eine Anwendung erläutert.

Den nächsten Schritt stellte die Analyse der Kontrollen hinsichtlich verschiedener Gewerke dar. Anhand von Daten aus der Fachliteratur wurden, unter Abstimmung mit einem Qualitätssicherungsexperten, Gewerke ausgewählt, welche einer näheren Betrachtung unterzogen wurden. Dabei wurden für diese Gewerke Checklisten, welche es einem Bauleitungsteam ermöglichen stichprobenartige Kontrollen einzelner, besonders anfälliger, Bestandteile durchzuführen, erläutert.

Der Hauptteil der Arbeit umfasst die Evaluierung verschiedener Qualitätssicherungstools. Dazu wurden Evaluierungskriterien in den Bereichen Dateninput, Datenoutput und Bedienbarkeit festgelegt. Die Bewertung der Tools erfolgt durch ein von der Autorin festgelegtes Punktesystem. Neben digitalen Tools berücksichtigte diese Evaluierung auch die klassische händische Erfassung.

Die durch die Qualitätssicherung erhaltenen Daten fließen in weiterer Folge in das Qualitätsmanagement mit ein. Digitale Tools vereinfachen das Auswerten von erfassten Daten und ermöglichen somit, zukünftig umfangreiche und aussagekräftige Kennzahlen zu erstellen.

Den Abschluss der vorliegenden Arbeit bildet eine Analyse der Qualitätssicherung hinsichtlich der wirtschaftlichen Auswirkungen auf ein Bauunternehmen. Die Analyse wurde in Form eines Vergleichs von Umsatz und Gewährleistungskosten durchgeführt. Dazu wurden Werte aus der Literatur mit aktuellen Daten eines Bauunternehmens verglichen.



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.

Abstract

Key words: quality assurance, digital quality assurance tools, quality management, ISO 9001, technical trades, checklists

Quality assurance is a key part of quality management and ensures that the required quality standards are met during project execution. This thesis concentrates on the accompanying quality assurance on building sites during execution, from the perspective of a prime contractor. It includes dealing with deviations from the construction target, checks on the various technical trades with the help of checklists, and the general documentation on execution. This work was performed to give an overview of the components as well as the effects of quality assurance on construction sites and to evaluate different quality assurance tools. It also includes an analysis regarding the quality assurance of some selected, relevant technical trades. In addition, it was necessary to examine which quality assurance data is important for efficient quality management and the economic effects of quality assurance on a construction company.

In order to highlight relationships and explain interfaces in a comprehensible manner, the first step was to look at quality management with special regard to ISO 9001. Furthermore, an overview of the most important terms in the quality assurance field was provided and the reasons for its application were explained.

The next step contained an analysis of supervision options regarding the various technical trades. Based on data from literature and in coordination with a quality assurance expert, a selection of these trades was made. They were then subjected to a closer examination. Checklists for these trades that enable a site management team to carry out random checks of individual, particularly sensitive elements, were explained.

The main part of this thesis involves the evaluation of different quality assurance tools. For this purpose, evaluation criteria were defined based on data input, data output and usability. The author devised a point system to evaluate the tools. In addition to the digital tools, manual recording was also taken into account for the evaluation process.

Data obtained through quality assurance is then used for quality management. Digital tools simplify the evaluation of recorded data and thus make it possible to create extensive and meaningful key figures in the future.

The thesis ends with an analysis of quality assurance with regard to the economic impact on a construction company. This examination was carried out as a comparison of sales and warranty costs. To that end, representative figures from relevant literature were compared with current data from a selected construction company.



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	1
1.1	Motivation	1
1.2	Forschungsfragen	2
1.3	Aufbau	2
1.4	Forschungsmethoden	2
1.5	Forschungsabgrenzung	3
2	Qualitätsmanagement	5
2.1	Geschichtliche Entwicklung	5
2.2	Definitionen	6
2.2.1	Qualität	7
2.2.2	Qualitätsmanagement	7
2.2.3	Qualitätsmanagementsystem	8
2.3	Qualitätsmanagement nach ISO 9001	9
2.3.1	PDCA-Modell	9
2.3.2	Risikobasiertes Denken	11
2.4	Zertifizierungsmethoden	12
2.5	Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems in einem ausführenden Bauunternehmen	15
3	Qualitätssicherung	17
3.1	Abweichungen vom Bau-Soll und deren rechtlichen Auswirkungen	18
3.2	Gründe für die Anwendung einer Qualitätssicherung	20
3.3	Qualitätssicherungsmethoden auf der Baustelle	22
3.3.1	Vorbeugende Qualitätssicherung	22
3.3.2	Begleitende Qualitätssicherung	23
4	Gewerke im Hochbau	25
4.1	Bauprojekt	25
4.2	Beteiligte Gewerke	25
4.2.1	Beton- und Stahlbetonarbeiten	27
4.2.2	Fenster und Fenstertüren	30
4.2.3	Wärmedämmverbundsystem	32
4.2.4	Schachtköpfe	36
4.2.5	Schwarzdecker	37
4.2.6	Spengler	39
4.2.7	Zusammenfassung	40
5	Evaluierung verschiedener Qualitätssicherungstools	43
5.1	Evaluierungskriterien	43
5.1.1	Dateninput	43
5.1.2	Datenoutput	45
5.1.3	Bedienbarkeit	46

5.2	Evaluierung	47
5.2.1	Händische Erfassung	50
5.2.2	docu tools	53
5.2.3	PlanRadar	58
5.2.4	Bau-Suite	63
5.2.5	Fieldwire	69
5.2.6	testify	74
5.2.7	edr software	74
5.2.8	123quality	81
5.3	Gegenüberstellung der Ergebnisse	85
5.3.1	Dateninput	85
5.3.2	Datenoutput	86
5.3.3	Bedienbarkeit	86
5.3.4	Gesamtergebnis	87
6	Übergang von der Qualitätssicherung zum Qualitätsmanagement	89
6.1	Datenerfassung	89
6.2	Datenaustausch	92
7	Wirtschaftliche Auswirkungen	95
7.1	Einflussfaktoren	95
7.2	Auswertung	96
7.2.1	Allgemein	96
7.2.2	Gewährleistung	96
7.3	Fazit	98
8	Forschungsergebnisse	99
8.1	Zusammenfassung	99
8.2	Beantwortung der Forschungsfragen	100
8.3	Ausblick	102
A	Gewerke	113
A.1	Leistungsbeschreibung Hochbau	113
B	Evaluierung	115
B.1	Befragung	115
B.2	Planunterlagen	117
B.3	Auswertung	119

Kapitel 1

Einleitung

Dieses Kapitel befasst sich mit der Motivation zur Wahl des Themas und den daraus folgenden Forschungsfragen. Weiters wird der Aufbau und die Struktur der Arbeit erläutert. Die Forschungsmethoden und die Forschungsabgrenzung runden das Übersichtskapitel ab.

1.1 Motivation

Für ein Bauunternehmen steht an erster Stelle die Beschaffung von genügend gewinnbringenden Aufträgen. Um in der heutigen Zeit als Bauunternehmer erfolgreich zu sein und trotz der knappen Kalkulationen Gewinn zu machen, müssen Kosten gespart werden. Um langfristig Kosten zu sparen und Aufträge zu generieren, ist die Sicherung der Produktionsqualität von großer Bedeutung. Durch das sofortige richtige Ausführen von Arbeiten können Zusatzkosten vermieden werden. Werden Fehler und Mängel frühzeitig entdeckt, können diese noch kostenschonend behoben werden. Eine rechtzeitige Behebung der Mängel vor der Übergabe und ein entsprechend hoher Erfüllungsgrad der Produktqualität tragen zur Kundenzufriedenheit bei. Eine hohe Kundenzufriedenheit erhöht wiederum die Chance zukünftig lukrative Aufträge zu erhalten. Ein weiterer Vorteil einer ausführlichen und frühzeitigen Dokumentation ist, dass aus erfassten Fehlern gelernt werden kann und diese bei zukünftigen Projekten vermieden werden können. [89]

Um die Vermeidung und Früherkennung von Mängeln gewährleisten zu können, ist eine möglichst ausführliche Qualitätssicherung auf der Baustelle wichtig. Der vermehrte Einsatz digitaler Qualitätssicherungstools auf Baustellen macht den Vergleich der jeweiligen Tools interessant und zum Gegenstand der vorliegenden Diplomarbeit.

Als Bautechnikerin auf einer Hochbaustelle in Wien erhielt die Autorin dieser Arbeit erste Einblicke in die Qualitätssicherung auf der Baustelle aus Sicht eines ausführenden Unternehmens. Im Zuge ihrer beruflichen Tätigkeit stieß sie immer wieder auf unterschiedliche Methoden und Tools zur Qualitätssicherung. Diese Diplomarbeit bot die Möglichkeit, verschiedene Qualitätssicherungstools zu evaluieren und deren Vor- und Nachteile aufzuweisen. Zusätzlich zu dieser Evaluierung war für die Autorin besonders der Umgang mit den verschiedenen Gewerken hinsichtlich der Qualitätssicherung während der Ausführung von Interesse. Neben der Anwendung der Qualitätssicherung auf der Baustelle stellte sich die Autorin der vorliegenden Diplomarbeit die Frage wie die erfassten Daten weiterverarbeitet werden und welchen Einfluss diese auf das Qualitätsmanagement eines Unternehmens haben.

Da das wirtschaftliche Handeln im Fokus eines jeden Unternehmens steht, ist auch die wirtschaftliche Auswirkung einer umfangreichen Qualitätssicherung von Bedeutung, um den Nutzen aus deren Einsatz zu bewerten.

1.2 Forschungsfragen

Um einen Überblick über die Bestandteile und Auswirkungen der Qualitätssicherung auf Baustellen zu geben, ist das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit die Beantwortung der folgenden Forschungsfragen:

Frage 1:

Wie unterscheidet sich die Qualitätssicherung hinsichtlich der verschiedenen im Hochbau relevanten Gewerke?

Frage 2:

Welche Methoden und Tools zur Qualitätssicherung auf Baustellen gibt es und was sind deren jeweiligen Vor- und Nachteile?

Frage 3:

Welche Daten aus der Qualitätssicherung sind für ein effizientes Qualitätsmanagement eines Bauunternehmens relevant?

Frage 4:

Welche wirtschaftlichen Auswirkungen hat die Qualitätssicherung auf Baustellen auf ein Unternehmen?

1.3 Aufbau

Nach der Einleitung in Kapitel 1 gibt Kapitel 2 einen Überblick über Qualitätsmanagement unter besonderer Berücksichtigung der ISO 9001 und den entsprechenden Zertifizierungsmethoden.

Kapitel 3 befasst sich mit den Grundlagen der Qualitätssicherung. Die Definition und die Beweggründe für eine ausführliche Qualitätssicherung auf Baustellen werden erläutert. Zudem werden verschiedene Qualitätssicherungsmethoden auf Baustellen vorgestellt.

Kapitel 4 stellt einige für die Qualitätssicherung relevanten Gewerke im Hochbau dar, die in dieser Diplomarbeit behandelt werden.

In Kapitel 5 werden verschiedene Tools zur Qualitätssicherung evaluiert und die daraus gewonnenen Ergebnisse gegenübergestellt. Neben einer allgemeinen Analyse wird auf die Anwendbarkeit in Hinsicht auf die verschiedenen Gewerke eingegangen.

Kapitel 6 erläutert den Übergang und die Weiterverarbeitung von Daten aus der Qualitätssicherung im Qualitätsmanagement.

In Kapitel 7 werden die wirtschaftlichen Auswirkungen des Qualitätsmanagements, mit besonderem Augenmerk auf die Qualitätssicherung, auf ein Unternehmen untersucht.

In Kapitel 8 werden die Forschungsergebnisse zusammengefasst und die Forschungsfragen beantwortet. Den Abschluss bildet ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen.

1.4 Forschungsmethoden

Das Kapitel 2 beruht auf einer ausführlichen Literaturrecherche. Für alle weiteren Kapitel wurden zudem Fachgespräche geführt und die Erkenntnisse daraus in die Recherche mit aufgenommen. Auf Basis dieser Recherche wurden verschiedene Qualitätssicherungstools evaluiert und deren jeweiligen Vor- und Nachteile gegenübergestellt. Diese Evaluierung erfolgt mit Hilfe eines zuvor festgelegten Punktesystems. Die abschließende Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen einer umfangreichen Qualitätssicherung auf ein Bauunternehmen wurde mit Hilfe von aktuellen Daten

eines Bauunternehmens erstellt. Die dadurch erhaltenen Werte wurden mit Werten aus der Literatur verglichen.

1.5 Forschungsabgrenzung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Qualitätssicherung im Hochbau auf Baustellen aus Sicht eines Generalunternehmers. Die Qualitätssicherung bei der Planerstellung, Angebotslegung und dem Vertragsabschluss ist nicht Teil dieser Diplomarbeit. Da die Qualitätssicherung Teil des Qualitätsmanagements ist, werden zum besseren Verständnis die Grundlagen des Qualitätsmanagements erklärt. Die Basis dafür bildet die Normenreihe ISO 9000ff mit besonderem Augenmerk auf die ISO 9001.

Das Kapitel Gewerke im Hochbau befasst sich nicht mit allen im Hochbau vorhandenen Gewerken, sondern gibt einen Überblick über einige für die Qualitätssicherung relevanten Gewerke.

Die Evaluierung umfasst Qualitätssicherungstools zur begleitenden Qualitätssicherung. Für diese Evaluierung wurde von der Autorin eine Auswahl an am Markt erhältlichen Software-Tools getroffen. Die Auswahl erfolgte auf Basis einer ausführlichen Internetrecherche, Gesprächen mit Fachexperten sowie der eigenen Erfahrungen der Autorin. Zudem wurden die Software-Tools mit der händischen Erfassung von Abweichungen vom Bau-Soll sowie der allgemeinen Dokumentation per Hand verglichen.



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 2

Qualitätsmanagement

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die Entwicklung des Qualitätsmanagements und den dazugehörigen Managementsystemen, sowie über die gängigen Normen und Zertifizierungsmethoden. Den Abschluss des Kapitels bildet der Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems in einem ausführenden Bauunternehmen.

2.1 Geschichtliche Entwicklung

Der Ursprung des Qualitätsmanagements reicht in der Geschichte weit zurück. Girmscheid [29] verweist dabei auf den Kodex Hammurabi, in dem bereits Aussagen zur Qualität und den Strafen bei deren Nichteinhalten zu finden sind:

„Wenn ein Baumeister für jemanden ein Haus baut und es nicht fest ausführt, so dass es einstürzt und den Eigentümer tötet, so soll jener Baumeister getötet werden.“¹

Diese Regel stammt aus der Zeit des Königs Hammurabi von Babylon (1728-1686 v. Chr.) und gilt als eine der ältesten Bauregeln.

Im 1. Jahrhundert v. Chr. schrieb der Architekt Marcus Vitruvius Pollio Anforderungen an die Ausführung und das zu verwendende Material in seinem zehnbändigen Werk „De Architectura Libri Decem“ nieder. Girmscheid [29] gibt dazu folgendes Beispiel:

„Man streiche die Ziegel im Frühjahr und Herbst, damit sie gleichmässig trocknen; denn diejenigen, die in der Sonnenwende gestrichen werden, haben den Fehler, dass sie von der heftigen Hitze äusserlich eine Kruste bekommen und trocken scheinen, obwohl sie innerlich noch feucht sind.“²

Im Mittelalter stellten die Zünfte Regeln bezüglich der Qualität auf und reglementierten durch Zugangsbeschränkungen die einzelnen Berufe. Die Zugehörigkeit drückten sie durch Symbole aus, wie zum Beispiel das Steinmetzzeichen, das zur Identifikation aller anerkannten Steinmetze diente. Außerdem verhängten sie Strafen bei der Herstellung von Produkten minderer Qualität. Ein Beispiel ist das Bäckerschupfen in Wien, bei dem Bäcker³ die minderwertiges Brot verkauften, zur Belustigung des Volkes unter Wasser getaucht wurden.

Mit der Einführung der Fließbandarbeit zu Beginn des 20. Jahrhunderts und dem vermehrten Einsatz ungelernter Arbeiter wurden zunehmend Qualitätskontrollen nötig. Diese Kontrollen wurden am Ende des Herstellungsprozesses von Inspektoren durchgeführt. Fehlerhafte Produkte wurden aussortiert und repariert. Im Laufe des Zweiten Weltkriegs wurden die Kontrollen

¹[29] Seite 941.

²[29] Seite 941.

³Genderhinweis: Die Autorin legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

erweitert, insbesondere bei der Produktion von Kriegsgeräten. Die Kontrollen fanden während der Produktion statt und die Entwicklung einer Qualitätsregelkarte ermöglichte die Kontrolle der Qualität eines Produktionsprozesses auf Grundlage statistischer Verfahren.

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs entwickelte sich das Qualitätsmanagement aufgrund der elektronischen Datenverarbeitung schnell weiter. Die Vorbeugung von Fehlern und die Sicherung von Qualität spielte angesichts der damit verbundenen Kosteneinsparungen zunehmend eine zentrale Rolle. Armand V. Feigenbaum fasste das Prinzip der Vorbeugung, der durchgängigen Qualitätskontrolle und Qualitätsregelung zum „Total Quality Control“, dem ersten umfassenden QM-Modell, zusammen. Die drei von Feigenbaum formulierten Grundsätze sind bis heute gültig: [9, 61]

- *„Qualität wird im Wesentlichen durch die Erwartung des Kunden bestimmt.*
- *Jeder Mitarbeiter ist für die Qualität verantwortlich.*
- *Qualität wird von allen Funktionen erzeugt.“⁴*

In Europa und Amerika eher unbeachtet, entwickelten sich die Qualitätsmanagementsysteme hauptsächlich in Japan weiter. Erst im Laufe der Achtzigerjahre wurde auf der restlichen Welt das Potential von Qualitätsmanagementsystemen erkannt. Joseph M. Juran entwickelte die Juran-Triologie, die auf den drei Säulen Qualitätsplanung, Qualitätsregelung und Qualitätsverbesserung beruht. Zur selben Zeit entwickelte William Edwards Deming den sogenannten Deming-Kreis, dem unter dem Namen PDCA-Zyklus (Plan-do-check-act) große Bedeutung im Qualitätsmanagement zuteil wird. Der Deming-Kreis geht davon aus, dass sich Prozesse stetig wiederholen und aus jeder dieser Wiederholung neue Erkenntnisse zur Verbesserung, sogenannte Lernprozesse, gewonnen werden können. [61]

Der PDCA-Zyklus ist Bestandteil der internationalen Normenreihe ISO 9000 ff, welche seit 1987 gültig ist und die Grundlage für heutige Qualitätsmanagementsysteme bildet. Der mögliche Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems entsprechend dieser Normenreihe wird in Abschnitt 2.3 beschrieben.

2.2 Definitionen

Die Basis für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement bildet in Europa die Normenreihe ISO 9000 ff. Diese Normen sind branchenunabhängig. Folgende Normen sind darin enthalten:

- ÖNORM EN ISO 9000:2015 – Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
- ÖNORM EN ISO 9001:2015 – Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
- ÖNORM EN ISO 9004:2018 – Qualitätsmanagement – Qualität einer Organisation – Anleitung zum Erreichen nachhaltigen Erfolgs

Neben den oben genannten Normen gibt es noch weitere internationale Normen, die eine Organisation bei der Umsetzung eines erfolgreichen Qualitätsmanagementsystems unterstützen können. Weitere Normen sind im Anhang B der ÖNORM EN ISO 9001:2015 [55] angeführt.

Nachstehend werden die wichtigsten Begriffe des Qualitätsmanagements gemäß ÖNORM EN ISO 9000:2015 [54] definiert.

⁴[61] Seite 147.

2.2.1 Qualität

„Qualität: Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale (...) eines Objekts (...) Anforderungen erfüllt.“⁵

Qualität umfasst einerseits die vorgesehenen Funktionen und Leistungen eines Produkts oder einer Dienstleistung, andererseits den vom Kunden wahrgenommenen Wert und Nutzen. Die Qualität eines Produktes wird durch die Fähigkeit den Kunden zufriedenzustellen sowie den Erfüllungsgrad der vereinbarten und zugesagten Anforderungen bestimmt. Somit entscheidet im Endeffekt der Kunde was Qualität bedeutet. [54]

2.2.2 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement ist das Management bezüglich der Qualität. Es umfasst die Festlegung der Qualitätspolitik und Qualitätsziele sowie der dafür notwendigen Prozesse. Zum Erreichen der Qualitätsziele benötigt es eine umfangreiche Qualitätsplanung sowie Qualitätssicherung, eine gezielte Qualitätssteuerung und ein stetiges Streben nach Qualitätsverbesserung. [54]

Die Grundsätze des Qualitätsmanagements sind laut ÖNORM EN ISO 9000:2015 [54]:

- Kundenorientierung
- Führung
- Engagement von Personen
- Prozessorientierter Ansatz
- Verbesserung
- Faktengestützte Entscheidungsfindung
- Beziehungsmanagement

Die genannten Punkte werden im folgenden, entsprechend ÖNORM EN ISO 9000:2015 [54], näher erklärt.

Kundenorientierung

Kundenorientierung zielt auf das Erfüllen oder Übertreffen der Kundenanforderungen ab. Der Schwerpunkt liegt dabei darauf, das Vertrauen von Kunden und anderen relevanten interessierten Parteien zu gewinnen und über einen langen Zeitraum hinweg zu bewahren. Der Erfolg eines Unternehmens ist vom Erkennen und Verstehen gegenwärtiger und zukünftiger Anforderungen und Wünsche der Kunden abhängig.

Führung

Beim Grundsatz der Führung schaffen Führungskräfte auf allen Ebenen die Übereinstimmung von Zweck und Ausrichtung des Qualitätsmanagements. Alle Personen werden in die Erreichung der Qualitätsziele eines Unternehmens miteinbezogen und erhalten klar kommunizierte Bedingungen dafür.

Engagement von Personen

Das Engagement von Personen spiegelt wider, dass in jeder Ebene des Unternehmens kompetente Mitarbeiter einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, dass Ziele festgelegt und erreicht werden. Anerkennung, Befähigung und Förderung der Mitarbeiter motiviert diese auf die festgelegten Ziele hinzuarbeiten.

⁵[54] Seite 27.

Prozessorientierter Ansatz

Beim prozessorientierten Ansatz werden Tätigkeiten als zusammenhängende Prozesse verstanden und gesteuert. Die Prozesse funktionieren als kohärente Systeme und ermöglichen so, dass Ziele wirksamer und effizienter erreicht werden. Das Verständnis der Abhängigkeiten und die dadurch erreichten Ergebnisse ermöglichen die Optimierung des Systems.

Verbesserung

Der Grundsatz der Verbesserung ist ein wesentlicher Punkt für jede erfolgreiche Organisation. Durch das Streben nach ständiger Verbesserung kann das Leistungsniveau aufrechterhalten bleiben und auf interne und externe Veränderungen reagiert werden. Außerdem bietet es die Chance sich weiterzuentwickeln und neue Wege zu gehen.

Faktengestützte Entscheidungsfindung

Bei der faktengestützten Entscheidungsfindung werden Entscheidungen auf Grundlage von Analysen und Auswertungen von Daten getroffen. Objektivität und Vertrauen stehen im Vordergrund. Die Zusammenhänge zwischen Ursache, Wirkung und möglichen unbeabsichtigten Folgen oder Risiken müssen verstanden und analysiert werden.

Beziehungsmanagement

Beim Beziehungsmanagement geht es um die Pflege und Steuerung von Beziehungen mit relevanten interessierten Parteien. In diesen Beziehungen steckt oft großes Optimierungspotential für die eigenen Leistungen. Zu diesen relevanten interessierten Parteien zählen neben Anbietern, Partnern, Kunden und Investoren auch Angestellte und Arbeiter sowie die gesamte Gesellschaft.

2.2.3 Qualitätsmanagementsystem

Für die von einer Organisation festgelegten Ziele hinsichtlich der Qualität der produzierten Produkte oder Dienstleistungen werden Prozesse und Ressourcen ermittelt, welche für das Erreichen der Ziele nötig sind. Die Ermittlung sowie die Steuerung dieser Prozesse und Ressourcen erfolgt mit Hilfe des Qualitätsmanagementsystems. Durch diese Art des Managements wird die oberste Leitung bei der Optimierung des Ressourceneinsatzes unterstützt. Ein Qualitätsmanagementsystem ermöglicht die Behandlung von beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen, die sich aus der Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen ergeben. Die Umsetzung des in Abschnitt 2.2.2 erklärten Qualitätsmanagements erfolgt im Qualitätsmanagementsystem. Ziel eines Qualitätsmanagementsystems ist es, den Kunden zufriedenzustellen und die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zu stärken, was sich durch Vermeidung von Mängeln und Kostenüberschreitungen sowie Termineinhaltungen sicherstellen lässt. [42, 54]

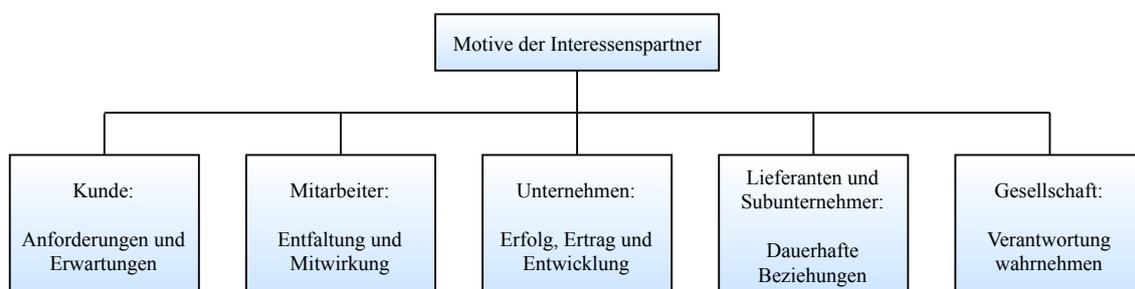


Abb. 2.1: Motive für die Einführung eines QM-Systems [42]

Wie Abbildung 2.1 zeigt, gibt es verschiedene Interessen für die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems. Das Motiv der Kunden ist die Erfüllung ihrer Anforderungen und Erwartungen,

wohingegen das Motiv des Unternehmens gesteigerter Erfolg, Ertrag und Weiterentwicklung ist. Lieferanten und Subunternehmer⁶ erhoffen sich durch ein Qualitätsmanagementsystem dauerhafte und stabile Beziehungen. Mitarbeiter können bei einem erfolgreichen Qualitätsmanagementsystem mitwirken und sich entfalten. Schließlich ist jedes Mitglied einer Organisation ein Stück für den Erfolg des Qualitätsmanagementsystems verantwortlich.

2.3 Qualitätsmanagement nach ISO 9001

Die ISO 9001:2015 „Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen“, welche der in Abschnitt 2.2 genannten ÖNORM EN ISO 9001:2015 entspricht, ist eine internationale und branchenunabhängige Norm. Bei der aktuellen Ausgabe handelt es sich um die fünfte Auflage, welche 2015 erschienen ist. Die Norm basiert auf dem prozessorientierten Ansatz, der besonderes Augenmerk auf das PDCA-Modell sowie risikobasiertes Denken legt. Durch diesen Ansatz können Organisationen ihre Prozesse und deren Wechselwirkungen nachvollziehen und planen, wodurch die Gesamtleistung des Unternehmens positiv beeinflusst wird. Das PDCA-Modell zielt darauf ab, angemessene Ressourcen für die Prozesse zur Verfügung zu stellen und diese zu steuern. Darüber hinaus bietet es Chancen zur Verbesserung der Prozesse. Durch das risikobasierte Denken können diejenigen Faktoren bestimmt werden, die Abweichungen in den geplanten Ergebnissen bewirken können. Um die negativen Auswirkungen zu minimieren werden so frühzeitig Gegenmaßnahmen umgesetzt. [55]

Als Vorteile eines Qualitätsmanagementsystems basierend auf der internationalen Normenreihe lassen sich laut ISO 9001:2015 [55] folgende Punkte nennen:

- Herstellung von Produkten und Dienstleistungen entsprechend der Kundenanforderungen sowie der gesetzlichen und behördlichen Anforderungen
- Verbesserung der Kundenzufriedenheit
- Systematische Behandlung der auftretenden Risiken und Chancen
- Einsatz eines normkonformen Qualitätsmanagementsystems

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001 einer Organisation die Möglichkeit bietet, die Kundenzufriedenheit stetig zu erhöhen und Vorgaben zu erfüllen. Die Erhöhung der Zufriedenheit der Kunden erfolgt durch die Erfüllung oder das Übertreffen ihrer Anforderungen. Chancen und Risiken können erkannt und genutzt werden. Zudem ist es einem Unternehmen möglich, ein Zertifikat für ein ISO 9001 basierendes Qualitätsmanagement zu erhalten. Ein solches nachweislich zertifiziertes Qualitätsmanagement erhöht das Vertrauen der Kunden und bietet somit einen Wettbewerbsvorteil. Die Zertifizierungsmethoden und weitere daraus gewonnene Vorteile werden in Abschnitt 2.4 beschrieben.

2.3.1 PDCA-Modell

Das PDCA-Modell ist ein wesentlicher Bestandteil des prozessorientierten Ansatzes der ISO 9001.

Abbildung 2.2 stellt den PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55] dar, welcher sich wie folgt beschreiben lässt: [55]

⁶Subunternehmer: Bei einem Subunternehmer handelt es sich laut ÖNORM B 2110 [46] um einen Unternehmer, der Teile der an den Auftragnehmer übertragenen Leistungen übernimmt. Der Subunternehmer ist vertraglich an den Auftragnehmer gebunden. Die reine Lieferung von Waren stellt keine Subunternehmerleistung dar.

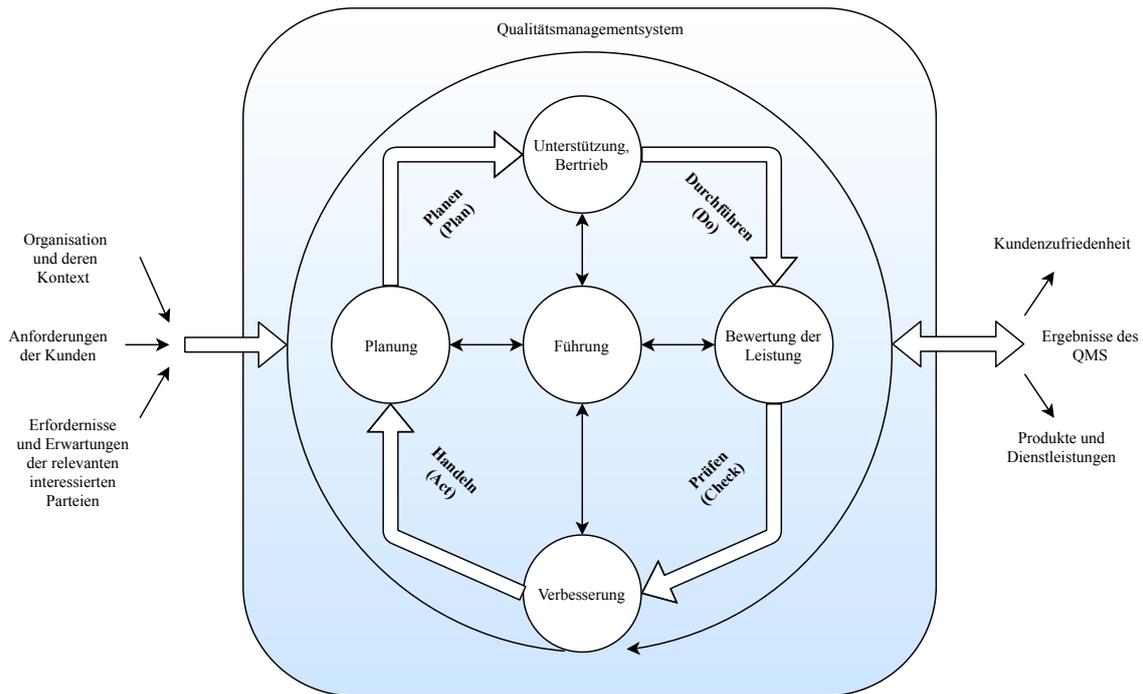


Abb. 2.2: PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55]

- **Planen:** Das Planen umfasst das Festlegen von Zielen und den dafür benötigten Ressourcen, sowie das Befassen mit Risiken und Chancen.
- **Durchführen:** Die Durchführung erfolgt durch die Umsetzung der Planung.
- **Prüfen:** Das Prüfen erfolgt durch die Überwachung und Analyse von Prozessen sowie entstehenden Produkten und Dienstleistungen.
- **Handeln:** Handeln beschreibt das Setzen von Maßnahmen zur Optimierung der Leistungen.
- **Organisation und deren Kontext:** Von der Organisation werden externe und interne Themen, bei denen es sich sowohl um positive als auch negative Faktoren oder Bedingungen handeln kann, festgelegt. Im Weiteren wird bestimmt, welche davon für das Erreichen der im Qualitätsmanagementsystem beabsichtigten Ergebnisse ausschlaggebend sind. In Folge werden Informationen über externe sowie interne Themen überwacht und geprüft.
- **Erfordernisse und Erwartungen der relevanten interessierten Parteien:** Von der Organisation müssen die relevanten interessierten Parteien und deren Anforderungen, die für das Qualitätsmanagement von Bedeutung sind, bestimmt werden. Diese Informationen müssen von der Organisation im Weiteren überwacht und geprüft werden. Interessierte Parteien haben eine Auswirkung auf die Beständigkeit einer Organisation, hinsichtlich der Bereitstellung von anforderungsgerechten Produkten und Dienstleistungen. Eine Gruppe dieser interessierten Parteien stellen die Kunden dar, deren Anforderungen einen großen Einfluss auf den Zyklus des PDCA-Modells haben.
- **Qualitätsmanagementsystem:** Das Unternehmen muss die Grenzen ihres Qualitätsmanagementsystems klar abstecken und den Anwendungsbereich, der als dokumentierte Information verfügbar sein muss, festlegen. Von der Organisation muss entsprechend der

Norm ein Qualitätsmanagementsystem entwickelt werden, das sämtliche benötigten Prozesse und deren Wechselwirkungen umfasst.

- **Führung:** Die oberste Leitung der Organisation ist für die Umsetzung und Überwachung des Qualitätsmanagementsystems verantwortlich. Von ihr muss eine Qualitätspolitik festgelegt und bekannt gemacht werden. Für die Umsetzung dieser muss die oberste Leitung dafür Sorge tragen, dass Verantwortlichkeiten und Befugnisse für relevante Rollen innerhalb des Unternehmens zugewiesen, veröffentlicht und verstanden werden.
- **Planung:** Die Organisation muss Qualitätsziele festlegen und eine Planung zu deren Erreichung sowie für den Umgang mit Risiken und Chancen erstellen. Bei der Planung müssen die Maßnahmen, die Verantwortlichen, die benötigten Ressourcen, der Abschlusstermin, und die Bewertungsart der Ergebnisse bestimmt werden.
- **Unterstützung:** Die Organisation muss die erforderlichen Ressourcen zur Erhaltung eines Qualitätsmanagementsystems bestimmen und zur Verfügung stellen. Dazu zählen Personen, Infrastruktur, Prozessumgebung, Ressourcen zur Überwachung und Messung der Konformität von Produkten und Dienstleistungen sowie Wissen. Mitarbeitende Personen müssen für ihre Aufgaben geeignet und geschult sein. Sämtlichen an der Organisation mitwirkenden Personen müssen die Qualitätsziele und die Qualitätspolitik bekannt sein. Die Organisation muss zudem die Regeln für die Kommunikation aufstellen und die Angaben zu dokumentierten Informationen laut Norm befolgen.
- **Betrieb:** Im Betrieb werden die Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen, deren Entwicklung, Steuerung von extern bereitgestellten Prozessen, Produkten und Dienstleistungen sowie Produktion und Dienstleistungserbringung behandelt. Im Weiteren gehört dazu die Freigabe von Produkten und Dienstleistungen sowie die Steuerung nichtkonformer Ergebnisse. Dies lässt sich durch betriebliche Planung und Steuerung bewältigen.
- **Bewertung der Leistung:** Die Bewertung der Leistung umfasst die Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung der Leistung und Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems. Die Kundenzufriedenheit muss in die Bewertung miteinfließen. Die Bewertung wird mit Hilfe von internen Audits und Managementbewertungen durchgeführt.
- **Verbesserung:** Die Organisation hat fortlaufend Chancen zur Verbesserung des Qualitätsmanagementsystems zu ergreifen und diese umzusetzen. Der Umgang mit Nichtkonformität und Korrekturmaßnahmen müssen festgelegt sein.

2.3.2 Risikobasiertes Denken

Neben dem PDCA-Modell bildet das risikobasierte Denken die Basis des in der ISO 9001 beschriebenen prozessorientierten Ansatzes.

Die ISO 9001 schreibt zum Erfüllen der Anforderung dieser Norm die Planung, Einführung und Umsetzung von Maßnahmen, welche sich mit den Risiken und Chancen eines Unternehmens beziehungsweise einzelner Prozesse befassen, vor. Risikobasiertes Denken zielt darauf ab, Risiken frühest möglich zu erkennen und zu bewerten. Im Gegensatz zum klassischen Risikomanagement werden den Risiken auch Chancen gegenüber gestellt. Das Ziel ist nicht erst auf unerwünschte Auswirkungen nach deren Eintritt zu reagieren, sondern diese frühzeitig zu verhindern oder zu lenken. Durch risikobasiertes Denken können Maßnahmen vorbeugend gesetzt werden, was zu einer stetigen Verbesserung führt. Chancen stellen dabei immer eine Möglichkeit für eine positive Entwicklung dar. Risiko ist hingegen die Auswirkung von ungewissen Ereignissen und

die daraus entstehenden Abweichungen. Diese Ungewissheiten können sowohl positive als auch negative Folgen haben. Positive Abweichungen können wiederum Chancen bieten. Die Erhöhung der Wirksamkeit eines Qualitätsmanagementsystems, die Verbesserung von Ergebnissen und die Vermeidung von Rückschlägen können nur durch das Miteinbeziehen von Chancen und Risiken erreicht werden. [55]

2.4 Zertifizierungsmethoden

Eine Zertifizierung ihres Qualitätsmanagements nach ISO 9001 gibt einer Organisation die Möglichkeit nachzuweisen, dass diese im Stande ist, Produkte und Dienstleistungen von entsprechender Qualität anzubieten. Weltweit erhielten bereits über 1,1 Millionen Organisationen eine solche Zertifizierung. [7]

Die Erstellung eines solchen Zertifikats muss durch eine akkreditierte Zertifizierungsstelle erfolgen. In Österreich gibt es zufolge des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort [12] folgende akkreditierte Zertifizierungsstellen für Managementsysteme:

- Quality Austria – Trainings, Zertifizierungs und Begutachtungs GmbH
- Bureau Veritas Austria GmbH
- TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH
- Technische Universität Graz, Europaprüfstelle für Medizinprodukte am Institut für Health Care Engineering
- CIS – Certification & Information Security Service GmbH
- SystemCERT Zertifizierungsgesellschaft m.b.H.
- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Sicherheitstechnische Prüfstelle (STP)
- TÜV AUSTRIA CERT GMBH
- Österreichische Computer Gesellschaft

Abbildung 2.3 stellt den Ablauf eines Zertifizierungsverfahrens dar. Das Verfahren besteht dabei aus vier Phasen. Audits spielen dabei eine zentrale Rolle. Die ISO 9000 beschreibt ein Audit als Prozess zum Erlangen von objektiven Nachweisen und Auswertungen dieser Ergebnisse. Der Ablauf eines Audits erfolgt systematisch und durch eine unabhängige Stelle. Sämtliche Vorgänge und Ergebnisse werden dabei dokumentiert. Die Auswertungen und Nachweise werden zur Bestimmung des Auditkriterienerfüllungsgrads genutzt. Der TÜV SÜD [87] beschreibt den Ablauf eines solchen Zertifizierungsverfahrens wie folgt:

- **Phase 1:** In der ersten Phase werden Vorbereitungen für die Zertifizierung getroffen.
- **Phase 2:** Die Begutachtung des Managementsystems findet in der zweiten Phase statt. Audit Stufe 1 ist Teil dieser Phase. In dieser Audit Stufe erfolgt die Prüfung der Zertifizierungsreife, die Bereitschaftsbewertung und die Bewertung der Managementunterlagen. Als Unterlagen dazu dienen die Managementunterlagen des Unternehmens, die mit Hilfe einer Auditfrageliste auf die Erfüllung der Normforderungen geprüft werden. Die übrigen Überprüfungen erfolgen vor Ort anhand eines Auditplanes, der im Vorhinein mit dem Unternehmen abgestimmt wird. Sollten Mängel festgestellt werden, werden diese der Organisation vor dem zweiten Audit mitgeteilt.

- **Phase 3:** Zwei Wochen bis sechs Monate später folgt die dritte Phase. Phase 3 beinhaltet die Audit Stufe 2. Diese umfasst das Zertifizierungsaudit in der Organisation. Für die Durchführung dieses Audits muss das Managementsystem funktionsfähig sein und sämtliche in Phase 2 festgestellten Mängel behoben sein. Das System gilt als funktionsfähig, wenn alle wesentlichen Systemdokumente in der Erstrevision vor dem Audit umgesetzt wurden und Nachweise über die Funktionsfähigkeit des Managementsystems vorgelegt werden können. Meist sind zwei Auditoren sowie entsprechende Fachexperten am Audit beteiligt. Die Auditoren überprüfen die Konformität des Managementsystems mit der Norm sowie die Eignung des gewählten Systems. Die Kontrolle der Einhaltung landesspezifischer rechtlicher Bestimmungen, wie zum Beispiel das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz, ist nicht Teil des Audits. Am Ende des Audits erfolgt ein Abschlussgespräch, in dem die Organisation über das Ergebnis unterrichtet wird. Sollten nicht alle Punkte erfüllt werden, kann ein Nachaudit erforderlich sein. Bei besonders schweren Verstößen kann es zum Abbruch des Zertifizierungsverfahrens kommen. Den Abschluss der dritten Phase stellt der Auditbericht dar.
- **Phase 4:** In der vierten Phase erfolgt auf Vorschlag der Auditoren die Zertifikatserteilung. Das Zertifikat ist, bei der Abhaltung von jährlichen Überwachungsaudits, drei Jahre gültig. Ein Wiederholungsaudit, vor Ablauf der drei Jahre, ermöglicht die Verlängerung des Zertifikats.

Bei besonderen Vorkommnissen können die Zertifizierungsstellen auch außerplanmäßige Audits durchführen und ein vorübergehendes Aussetzen der Gültigkeit der Zertifizierung erwirken. [87]

Nutzen der Zertifizierung für ein Bauunternehmen

Zufolge von Austrian Standards [7] lassen sich unter anderem folgende Nutzen für eine Organisation nennen:

- Steigerung des Vertrauens der Kunden und der Bindung der Kunden an die Organisation
- Förderung des Ansehens der Organisation
- Wettbewerbsvorteil
- Förderung der Weiterentwicklung der Organisation
- Steigerung der Motivation sowie des Verantwortungsbewusstseins sämtlicher Mitarbeiter
- In einigen Branchen qualifiziert eine ISO 9001 Zertifizierung zur Listung als Zulieferer
- Absicherung der Organisation durch den Nachweis über die Beherrschung des Qualitätsmanagements entsprechend einem internationalen Regelwerk
- Basis für branchenspezifische Anforderungen oder allgemeine gesetzliche Anforderungen wie zum Beispiel Umwelt- oder Arbeitnehmerschutz
- Vermehrung des Wissens durch den weltweiten Austausch ISO 9001 zertifizierter Organisationen
- Steigerung des Wertes der Organisation

Die Steigerung des Vertrauens der Kunden und der damit verbundene Wettbewerbsvorteil ist für ein Bauunternehmen der größte Nutzen der Zertifizierung des Qualitätsmanagementsystems. Durch stetige Kontrollen wird einerseits die Weiterentwicklung und der Wissenszuwachs vorangetrieben und andererseits die Absicherung der Organisation verstärkt.

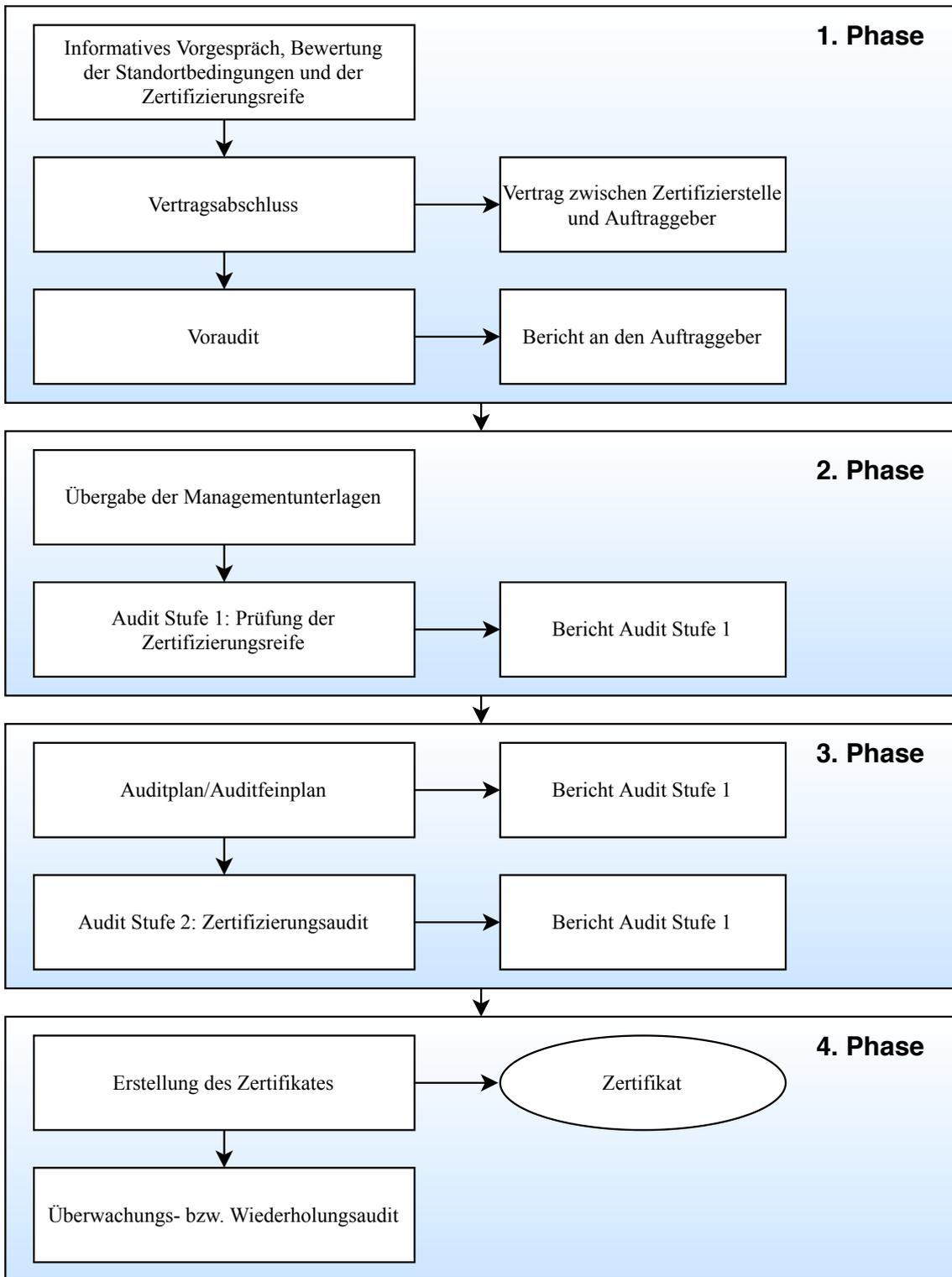


Abb. 2.3: Ablauf eines Zertifizierungsverfahrens [87]

2.5 Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems in einem ausführenden Bauunternehmen

Abbildung 2.4 zeigt, wie die Struktur eines Qualitätsmanagementsystems in einem Bauunternehmen aufgebaut sein kann. Diederichs [14] beschreibt den Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems wie folgt.

- **Qualitätsmanagement-Handbuch:** An oberste Stelle steht das Qualitätsmanagement-Handbuch. Das Qualitätsmanagement-Handbuch gibt einen groben Überblick über das Qualitätsmanagementsystem, die Unternehmenspolitik, die Regelung von Zuständigkeiten und die Ziele und Zwecke der Organisation. Es besteht die Möglichkeit zwischen einer Fassung für die externe Verwendung und einer Fassung für den internen Gebrauch zu unterscheiden. Der Umfang des Qualitätsmanagement-Handbuchs kann je nach Größe des Unternehmens variieren.
- **Projektunabhängige Verfahrensanweisungen:** Auf der nächsten Ebene befinden sich die projektunabhängigen Verfahrensanweisungen. Dabei ist die Unterscheidung zwischen dem technischen und dem kaufmännischen Bereich zu treffen. Die Verfahrensanweisungen liegen in dieser Ebene in Form von Handbüchern vor. Im technischen Bereich lassen sich diese Handbücher in Angebotsbearbeitung, Bauausführung und technische Bearbeitung unterteilen.
- **Projektabhängige Verfahrensanweisungen:** Auf die projektunabhängigen Verfahrensanweisungen folgen die projektabhängigen Verfahrensanweisungen in Form eines Qualitätsmanagementplans. Im Bereich der Bauausführung lassen sich hier beispielhaft die Aufbau- und Ablauforganisation und der Risikoplan nennen. Die Verfahrensanweisungen sind das Bindeglied zwischen dem Qualitätsmanagement-Handbuch und der untersten Ebene.
- **Arbeitsanweisungen:** Auf der untersten Ebene befinden sich die Arbeitsanweisungen. Arbeitsanweisungen gibt es zum Beispiel für das Einrichten und Räumen der Baustelle, die Kran- und Großgerätedisposition und die Ablageordnung. Arbeitsanweisungen beschreiben, im Gegensatz zu den Verfahrensanweisungen keine übergeordneten Prozesse oder Vorgänge, sondern konkrete Arbeitsabläufe.

Das Qualitätsmanagement-Handbuch wird nur verändert, wenn es Änderungen in der grundsätzlichen Struktur des Qualitätsmanagements gibt und ist somit der beständigste der beschriebenen Punkte. Die Anweisungen und Handbücher in den Ebenen darunter können öfters und einfacher, beziehungsweise auf die einzelnen Bereiche abgestimmt, abgeändert werden.

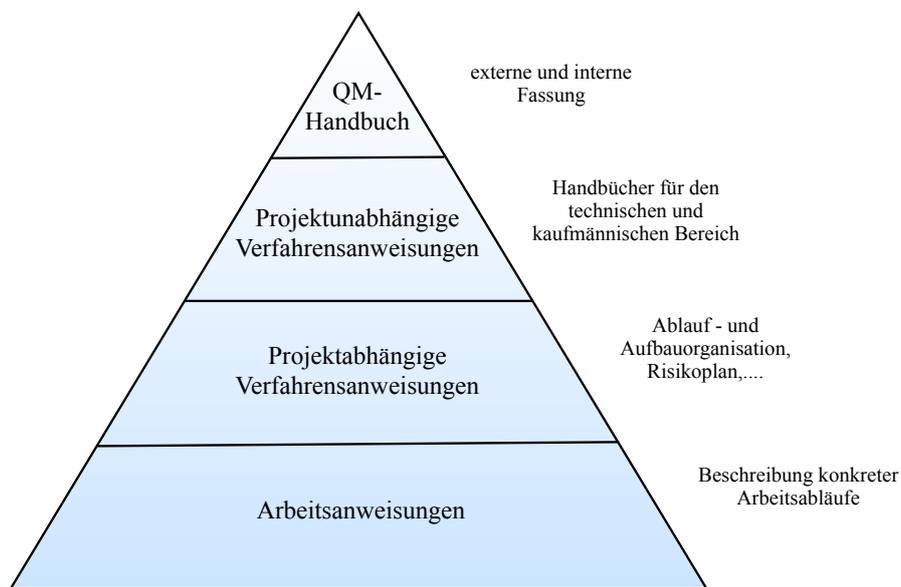


Abb. 2.4: Struktur eines QM-Systems [14]

Kapitel 3

Qualitätssicherung

Dieses Kapitel befasst sich mit der Qualitätssicherung im Allgemeinen. Die Qualitätssicherung stellt einen Teil des in Kapitel 2 beschriebenen Qualitätsmanagements dar. Nach der allgemeinen Begriffserklärung folgt eine Erläuterung der Abweichungen vom Bau-Soll und deren rechtlichen Auswirkungen. Neben der Vermeidung dieser Abweichungen gibt es viele weitere Gründe für den Einsatz einer ausführlichen Qualitätssicherung. Im Anschluss an die Aufzählung und Erklärung dieser Gründe bilden die einsetzbaren Qualitätssicherungsmethoden auf der Baustelle den Abschluss dieses Kapitels.

Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement werden oft gleichgesetzt. Dies ist allerdings nicht richtig, da die Qualitätssicherung nur einen Teil des Qualitätsmanagements darstellt. Während die Qualitätssicherung die Kontrolle des Produkts, im Sinne von Mängelmanagement, fokussiert, befasst sich das Qualitätsmanagement zusätzlich mit den für die Qualität relevanten Prozessen und Abläufen. [9]

Die Qualitätssicherung ist Teil des Qualitätsmanagements, wie Abbildung 3.1 zeigt.

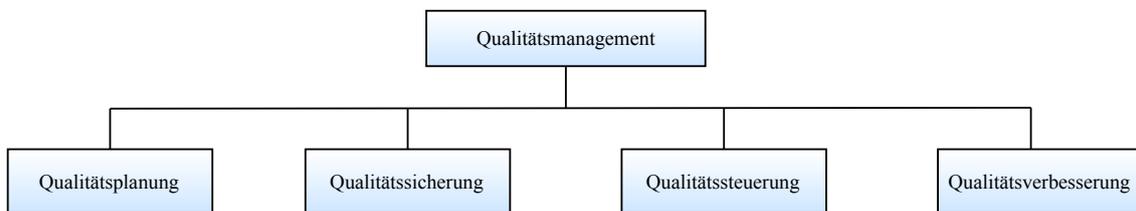


Abb. 3.1: Qualitätssicherung laut ISO 9000:2015 [54]

Qualitätssicherung ist in der ISO 9000:2015 [54] wie folgt definiert:

„Teil des Qualitätsmanagement (...), der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitätsanforderungen (...) erfüllt werden“⁷

Voigt [88] beschreibt die Qualitätssicherung als Teil des Qualitätsmanagements, der alle technischen und organisatorischen Maßnahmen umfasst, die vorbereitend, begleitend und prüfend für die Herstellung und Erhaltung einer festgelegten Qualität von Produkten oder Dienstleistungen sind.

Abbildung 3.2 zeigt, dass sich die Qualitätssicherung in drei Phasen unterteilen lässt. Wobei das Grundprinzip die Fehlervorbeugung ist. Die baubegleitende Qualitätssicherung startet bereits bei der Planung und endet erst mit der endgültigen Übergabe eines Gebäudes. Die vorliegende Arbeit befasst sich nur mit Phase zwei, der Qualitätssicherung während des Bauprozesses. Die Kontrollen und Begehungen erfolgen anhand von Prüfplänen, welche die Grundlagen dafür bilden und bereits vor Baubeginn erstellt werden. [13]

⁷[54] Seite 22.

Eine sehr anschauliche Beschreibung des Begriffs der Qualitätssicherung gibt die Österreichische Gesellschaft für Thermografie [60], welche die Qualitätssicherung mit einer vorbeugenden Gesundenuntersuchung im Bauwesen vergleicht, mit Hilfe derer zukünftige Schäden vermieden werden können.

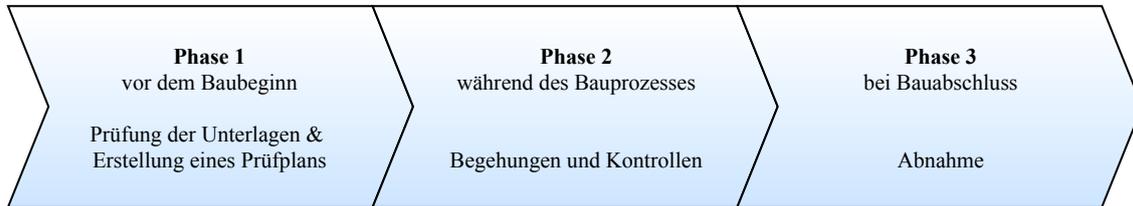


Abb. 3.2: Qualitätssicherung in drei Phasen [13]

Qualitätssicherungsgespräch

Ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung sind Qualitätssicherungsgespräche. Um die Kontrollen und Begehungen im Laufe der Bauabwicklung optimal auf das jeweilige Bauprojekt abzustimmen, findet am Beginn eines jeden Projektes ein Qualitätssicherungsstartgespräch statt. Die Bauleitung analysiert gemeinsam mit einem Qualitätssicherungsexperten des Unternehmens das bevorstehende Projekt und stellt die derzeit aktuellen Qualitätssicherungsmethoden vor. Die ersten zu klärenden Punkte umfassen allgemeine Informationen. Dazu zählen grundlegende Informationen über den Auftraggeber und die ÖBA, sowie deren Aufgaben und Befugnisse. Weiters sind vertragliche Rahmenbedingungen und Besonderheiten, die Bauzeit sowie die Projektart Teil des Gesprächs. Abhängig von der Projektart kann auf die einzelnen Gewerke eingegangen werden. Eine Übersicht über die im Hochbau üblichen Projektarten wird in Abschnitt 4.1 gegeben. Von Seiten des Qualitätssicherungsexperten wird auf besonders heikle Punkte, auf die im Zuge der Qualitätssicherung besonderes Augenmerk zu legen ist, hingewiesen. Beispiele dafür sind im Bereich des Rohbaus Abdichtungen, Entwässerungsanlagen, Schachtköpfe sowie Fenster- und Fassadenanschlüsse. Ebenso wird der geplante Innenausbau und die technische Gebäudeausrüstung analysiert. Bei besonders bedeutenden oder anfälligen Gewerken, wie zum Beispiel bei den Fassadenarbeiten, kann auch vor Beginn der Arbeiten ein eigenes Qualitätssicherungsgespräch stattfinden. [76]

Beim Abschluss einer Baustelle bietet ein Qualitätssicherungsendgespräch die Chance den Ablauf des Projektes Revue passieren zu lassen und hinsichtlich der Qualitätssicherung zu analysieren. Aus dieser Analyse können Schlüsse für zukünftige Bauprojekte gezogen werden. Weiters kann diese Auswertung in das Qualitätsmanagement einfließen.

3.1 Abweichungen vom Bau-Soll und deren rechtlichen Auswirkungen

Abweichungen vom Bau-Soll können verschiedene Ursachen zu Grunde liegen und in unterschiedlicher Form auftreten. Im folgenden Abschnitt wird in Mängel, Schäden und Fehler unterteilt. Im Weiteren erfolgt eine Erklärung der durch Mängel und Schäden verursachten rechtlichen Auswirkungen in Form von Gewährleistung und Schadenersatz. Die Vermeidung dieser ist einer der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Gründe für den Einsatz einer umfangreichen Qualitätssicherung.

Mangel

Die ISO 9000:2015 [54] beschreibt einen Mangel als:

„Nichtkonformität (...) in Bezug auf einen beabsichtigten oder festgelegten Gebrauch.“⁸

Oberndorfer [43] beschreibt einen Mangel allgemein als Nichterfüllung von rechtlich bedungenen sowie gewöhnlich vorausgesetzten Anforderungen. Anforderungen können sich aus technischen Normen, Verträgen oder gewöhnlichen Verkehrsauffassungen⁹ ergeben. Mängel können aber ebenso bei Handlungen oder Eigenschaften von Personen vorliegen. Laut ÖNORM B 2110:2013 „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen“ [46] liegt ein Mangel vor, wenn die erbrachte Leistung nicht die ausdrücklich bedungenen oder vorausgesetzten Eigenschaften hat und dem Stand der Technik widerspricht. Aus Sicht der ÖNORM A 2050:2006 „Vergabe von Aufträgen über Leistungen“ [44] liegt ein Mangel dann vor, wenn das abgegebene Angebot nicht allen geforderten Anforderungen, hinsichtlich der Ausschreibungsbestimmungen oder Vergabebedingungen, erfüllt. Für die vorliegende Arbeit ist, da das Augenmerk auf der Ausführung liegt, besonders die ÖNORM B 2110:2013 [46] von Bedeutung.

Bauschaden

Der Bauschaden stellt eine Verschlechterung des Zustands eines Objekts, und somit einen Schaden für den Bauherrn, in Folge einer schädigenden Einwirkung oder eines Ereignisses dar. Auslöser für das Auftreten können Baumängel, äußere Ereignisse oder Verschleiß sein. Bauschäden treten über die gesamte Nutzungsperiode eines Gebäudes verteilt auf. Besonders die Ausfälle zu Beginn der Nutzungsperiode lassen sich oft auf Konstruktionsfehler zurückführen. Nach einer sehr stabilen Phase folgt gegen Ende der Nutzungsdauer die Verschleiß- und Ausfallperiode. [6, 8]

Fehler

Unter Fehler sind Abweichungen von Regeln oder vorgegebenen Verhalten zu verstehen. Als Ursache dafür kann immer der Mensch gesehen werden. Fehler geschehen durch Unaufmerksamkeit, Unwissenheit oder durch Vorsatz und Fahrlässigkeit und sind oft Auslöser für Mängel, Terminverschiebungen und Mehrkosten. Sie können während der Planung, Ausführung, Materialherstellung oder der Nutzung passieren. [89]

Gewährleistung

Der Auftragnehmer leistet, entsprechend der ÖNORM B 2110:2013 [46], Gewähr, dass seine Leistungen folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Leistungen haben die gewöhnlich vorausgesetzten oder im Vertrag bedungenen Eigenschaften.
- Die ausgeführten Leistungen entsprechen der Beschreibung, einem Muster oder einer Probe.
- Die Leistungen können entsprechend der Natur des Geschäfts oder gemäß der getroffenen Vereinbarung verwendet werden.

Mängel müssen dem Auftragnehmer vom Auftraggeber innerhalb der Gewährleistungsfrist schriftlich bekannt gegeben werden. Die allgemeinen Gewährleistungsfristen sind für unbewegliche Sachen drei Jahre und für bewegliche Sachen zwei Jahre. Diese Fristen können vertraglich oder durch die Anwendung einschlägiger Fachnormen abgeändert werden. Treten Mängel innerhalb von sechs Monaten nach der Übergabe auf, wird davon ausgegangen, dass diese bereits zum Zeitpunkt der Übergabe vorhanden waren. Nach dieser sechsmonatigen Frist erfolgt eine Beweislastumkehr.

Aus der Gewährleistung entstehen für den Auftraggeber gewisse Rechte. So kann er wegen eines Mangels die Verbesserung oder den Austausch der Sache, eine Preisminderung oder die

⁸[54] Seite 28.

⁹Verkehrsauffassung: Eine zu einem bestimmten Sachverhalt in der Allgemeinheit vorherrschende Meinung. [30].

Aufhebung des Vertrages fordern. Im ersten Schritt ist allerdings nur der Austausch oder die Verbesserung möglich. Eine Preisminderung oder sogar die Aufhebung des Vertrags ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Mit dem Tag der Behebung beginnt die Gewährleistungsfrist für die erneuerte Leistung entsprechend der oben genannten Fristen von Neuem zu laufen. [46]

Schadenersatz

Entsprechend ÖNORM B 2110:2013 [46] hat ein Geschädigter Anspruch auf Schadensersatz, wenn ein Vertragspartner schuldhaft, unter Verletzung der vertraglichen Pflichten, einen Schaden zugefügt hat. Die Höhe des Schadensersatzes ist vom Grad der Fahrlässigkeit abhängig. Schadensersatzforderungen können insgesamt, entsprechend § 1489 ABGB, 30 Jahre geltend gemacht werden. Ab Kenntnis des Schadens und Schädigers verbleiben drei Jahre zur Geltendmachung des einzelnen Schadens. § 933a ABGB gibt an, dass, wenn der Anspruch sich auf einen verschuldeten Mangel bezieht, die Beweislastumkehr zehn Jahre nach der Übergabe erfolgt.

3.2 Gründe für die Anwendung einer Qualitätssicherung

Die umgangssprachliche Verwendung des Wortes Qualitätsprodukt beschreibt ein besonders gutes oder hochwertiges Produkt. Wie in Abschnitt 2.2.1 beschrieben wird, ergibt sich die Qualität eines Produkts durch die Erfüllung der vereinbarten und zugesagten Anforderungen. Somit kann auch ein günstiges oder einfaches Produkt von hoher Qualität sein. [89]

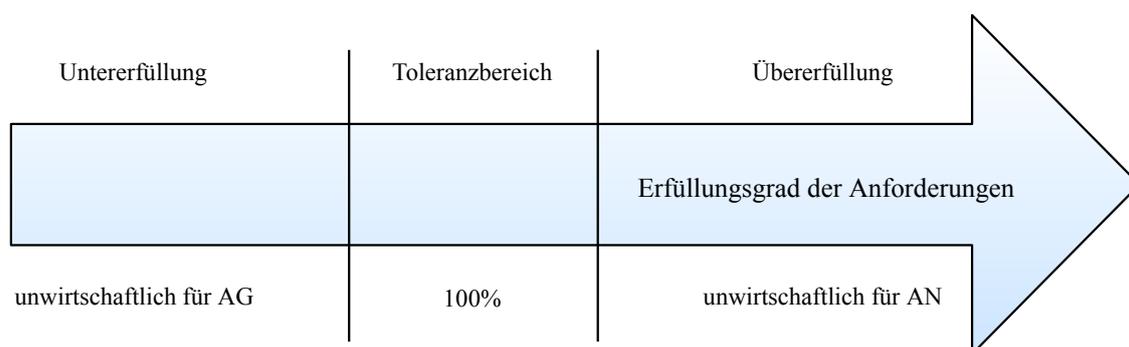


Abb. 3.3: Qualitätserfüllungsgrad [41]

Abbildung 3.3 stellt die Qualitätserfüllung als gemeinsames Ziel von Auftraggeber und Auftragnehmer dar. Der Auftragnehmer handelt nach dem Minimalprinzip, was so viel bedeutet wie mit möglichst geringem Aufwand die definierten Anforderungen zu erfüllen. Eine Überschreitung der geforderten Anforderungen stellt für den Auftragnehmer einen wirtschaftlichen Nachteil dar. Der Auftraggeber hingegen ist vorrangig daran interessiert, dass seine Vorgaben möglichst gut eingehalten werden. Eine Untererfüllung ist für den Auftraggeber unwirtschaftlich. Wobei auch der Nachteil einer Untererfüllung für den Auftragnehmer nicht zu unterschätzen ist. Schließlich ist die Bindung der Kunden eines der Ziele eines erfolgreichen Qualitätsmanagements. Der Toleranzbereich stellt den Bereich dar in dem alle gesetzlichen, technologischen und nutzerbezogenen Anforderungen erfüllt sind. In diesem Abschnitt liegt das gemeinsame Optimum von Auftraggeber und Auftragnehmer. [41]

Um die gewünschte Qualität in der Ausführungsphase zu erreichen, werden auf der Baustelle im Zuge des Mängelmanagements regelmäßig Kontrollen durchgeführt.

Die österreichische Gesellschaft für Thermografie [60] gibt einen Überblick über die Gründe für Qualitätssicherung:

- **Aus Sicht des Auftraggebers/Kunden:** Qualitätssicherung bietet die Möglichkeit, wirtschaftlicher und dauerhafter zu bauen. Zudem werden die Lebenszykluskosten und Instandhaltungskosten reduziert und die Lebensqualität erhöht. Weitere Vorteile sind eine höhere Wertbeständigkeit sowie eine gesicherte Finanzierung und eine Erhöhung der Bonität. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch eine korrekt durchgeführte Qualitätssicherung dem Auftraggeber/Kunden Ärger erspart werden kann.
- **Aus Sicht des Auftragnehmers/Unternehmers:** Für den Auftragnehmer/Unternehmer steht die Zufriedenheit des Auftraggebers/Kunden im Vordergrund. Ein zufriedener Auftraggeber/Kunde ist eine gute Werbung für ein Unternehmen. Außerdem können durch den Einsatz der Qualitätssicherung Kosten vermieden werden. Zudem kommt es zu weniger Rechtsstreitigkeiten und ausstehenden Zahlungen. Diese genannten Punkte führen im weiteren zu einem guten Arbeitsklima und zufriedenen Mitarbeitern.
- **Aus technischer Sicht:** Korrekt durchgeführte Qualitätssicherung führt zu einer erhöhten statischen Sicherheit sowie zu einer weitgehenden Kondensatfreiheit der hergestellten Konstruktion. Zudem werden Schall-, Brand- und Wärmeschutz sichergestellt.

Aus Sicht des Unternehmers ist neben der Zufriedenheit der Kunden und der damit verbundenen kostenlosen Werbung der entscheidendste Faktor die Kostenvermeidung. Der 1. Österreichische Bauschadensbericht [8] kommt zu dem Schluss, dass sich bei einem Hochbauprojekt die Kosten für die Mängel- und Schadensbehebung in der Gewährleistungszeit im Durchschnitt auf rund 2,6 % der Baukosten belaufen. Dies entspricht, unter Miteinbeziehung der Baunebengewerbe, für die Jahre 1997 bis 2002 in Österreich einer Schadenshöhe von bis zu 180 Mio. Euro pro Jahr. Durch das rechtzeitige Erkennen von Abweichungen vom Bau-Soll lassen sich Gewährleistungsmängel vermeiden und Kosten sparen. Das Institut für Bauforschung e.V. [38] arbeitet zurzeit an einem aktuelleren Bauschadensbericht Hochbau, der Daten für Deutschland, Österreich und Frankreich enthalten soll. Der Bericht wird im Frühjahr 2020 veröffentlicht und war zum Zeitpunkt¹⁰ der Erstellung der vorliegenden Arbeit noch nicht veröffentlicht. Ein gewisser Trend lässt sich bereits durch das Update 2018 der Analyse der Entwicklung der Bauschäden und der Bauschadenskosten [39] erkennen. Diese Analyse zeigt eine Vervierfachung der Schadenskosten in den letzten zwei Jahrzehnten. Allerdings berücksichtigt diese Studie insbesondere private Ein- und Zweifamilienhäuser, sodass der Vergleich mit dem 1. Österreichischen Bauschadensbericht, der sich auf größere Hochbauten bezieht, schwierig ist. Trotzdem lässt sich der Schluss ziehen, dass die Anzahl der Bauschäden und -fehler in den letzten Jahren nicht zurückgegangen, sondern im Gegenteil angestiegen, ist. Die Ursachen dafür lassen sich unter anderem bei den gestiegenen Anforderungen an Planung und Ausführung finden. Der 1. Österreichische Bauschadensbericht gibt einen Überblick über die Schadensursachen, welche in Abbildung 3.4 dargestellt sind. Mit 38,5 % machen Ausführungsfehler einen hohen Anteil der Bauschäden aus. Weitere Schadensursachen sind Planungsfehler, Materialfehler und Schäden durch die Nutzung des Gebäudes. Die prozentuale Aufteilung variiert in den verschiedenen Literaturquellen. So sind in einer Studie von Helmus und Offergeld [36] die Ausführungsfehler mit 46 bis 59 % Ursache für die entstandenen Baumängel und Bauschäden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Ausführungsfehler einen großen Einfluss auf die Bauqualität haben. Um Fehler und Mängel zu vermeiden, oder zumindest frühzeitig zu erkennen und zu beheben, ist der Einsatz von Qualitätssicherung auf der Baustelle in Form von Mängelmanagement für das Unternehmen von großem Vorteil. Die Kosten für die Mängelbeziehungsweise Schadensbehebung können damit möglichst gering gehalten werden. Außerdem ermöglicht es die Wahrung eines guten Verhältnisses zum Bauherrn.

¹⁰Stand: 16.03.2020.

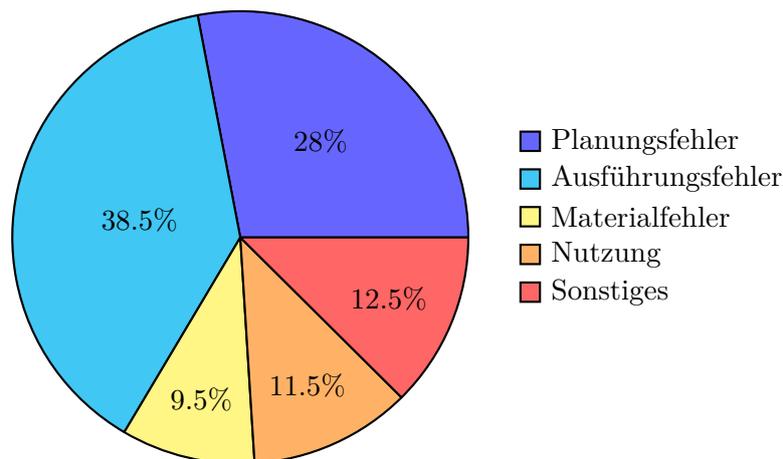


Abb. 3.4: Schadensursachen [8]

Abbildung 3.5 zeigt die Entwicklung der Fehlerbehebungskosten im Laufe des Lebenszyklus eines Gebäudes. Die Kosten für die Fehlerbehebung steigen von Produktionsstufe zu Produktionsstufe um den Faktor zehn. Das frühzeitige Erkennen von Fehlern ist somit von enormer Bedeutung. Durch eine geschickt eingesetzte Qualitätssicherung lassen sich derartige Kosten vermeiden. [8]

3.3 Qualitätssicherungsmethoden auf der Baustelle

Für die Umsetzung der Qualitätssicherung und des Mängelmanagements auf der Baustelle gibt es verschiedene Möglichkeiten. Vor Baubeginn erstellte Prüfpläne bieten die Möglichkeit jedes Gewerk während der Bauphase optimal zu begleiten und zu kontrollieren. Mängel und Qualitätsmerkmale werden von der Bauleitung nicht nur bei den dafür angedachten Begehungen und Kontrollen festgestellt und dokumentiert, sondern im kleinen Rahmen bei jeder Baustellenbegehung. Das Mängelmanagement ist Teil der Qualitätssicherung und regelt den Umgang mit Mängeln und die Dokumentation dieser. Dabei steht das frühzeitige Erkennen und Beheben der Mängel im Vordergrund.

3.3.1 Vorbeugende Qualitätssicherung

Neben dem Umgang mit Mängeln und den Kontrollen der ausgeführten Leistungen zählen vorbeugende Maßnahmen zur Mängel- und Fehlervermeidung zur Qualitätssicherung. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf die Auswahl und Vergabe an Subunternehmer zu legen. Zusätzlich zur Erstellung einer aussagekräftigen und vollständigen Ausschreibung ist die Angebotsprüfung von großer Bedeutung. Von einer Blindvergabe an Stammsubunternehmer ist abzuraten. Neben der grundlegenden Angebotsprüfung hinsichtlich Vollständigkeit, Vertragsbedingungen, Preise und Mengen sind auch weitere Informationen einzuholen. An erster Stelle stehen dabei die Eignung und technischen Kompetenzen des Subunternehmers. Zudem können Referenzen und die Zuverlässigkeit die Auswahl beeinflussen. Weitere wichtige Punkte sind die Kapazität und die Auslastung des Subunternehmers. Die reine Auswahl entsprechend des Billigstbieterprinzips birgt die Gefahr der Nichteinhaltung der geforderten Qualität. Dies kann zu erhöhten Kosten und Terminverzögerungen führen und somit in weiterer Folge zu unzufriedenen Kunden. [93]

Eine weitere vorbeugende Maßnahme um die Einhaltung der geforderten Qualität zu unterstützen, ist eine frühzeitige Planung und Abstimmung aller Gewerke und Arbeitsschritte. Die

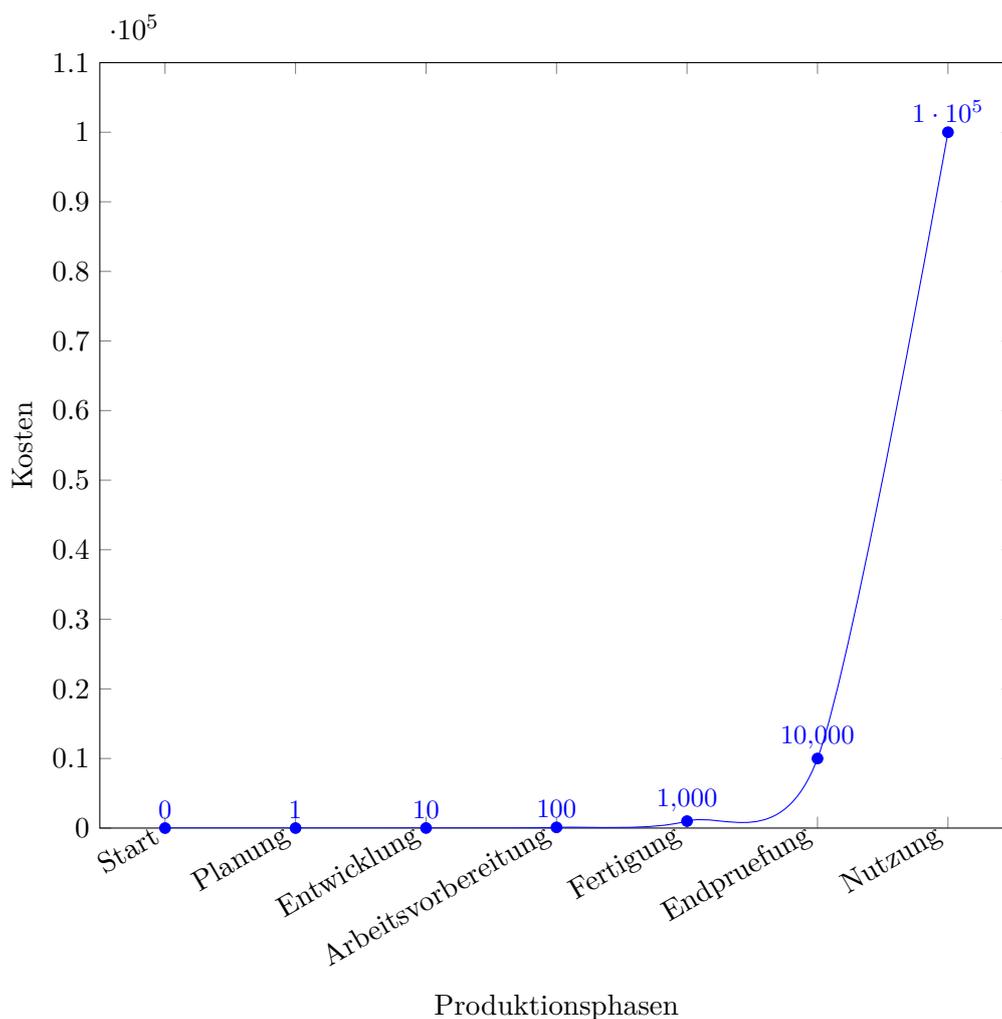


Abb. 3.5: Kostenentwicklung der Fehlerkosten nach Produktionsphasen [8]

Basis dafür bildet eine vollständige und gründliche Arbeitsvorbereitung. Um die Kommunikation und den Austausch unter den Projektbeteiligten zu gewährleisten, ist der Einsatz von Lean-Management¹¹ zu empfehlen. Im Fokus des Lean-Managements auf der Baustelle steht die optimale Abstimmung von verschiedenen Arbeitsprozessen aufeinander, sodass ein reibungsloser und flüssiger Ablauf garantiert werden kann. In Kapitel 5 werden ausschließlich die im Folgenden beschriebenen begleitenden Maßnahmen betrachtet. Nähere Informationen zum Einsatz von Lean-Management können Prötschs [73] Diplomarbeit zum Thema „Zukunftsfragen des Baubetriebs - Lean Construction“ entnommen werden.

3.3.2 Begleitende Qualitätssicherung

Bei den begleitenden Maßnahmen stehen der Umgang mit Mängel und die Kontrolle der geleisteten Arbeiten im Vordergrund. Beim Umgang mit Mängel stehen die rechtzeitige und lückenlose Erfassung dieser und die Zuweisung der Mängel an die verantwortlichen Personen an erster Stelle.

¹¹Lean-Management: Lean-Management beschreibt keine allgemein anwendbare Methode, sondern eine Denkweise, die auf die jeweilige Branche individuell angepasst werden kann. Im Fokus steht ein optimaler Ressourceneinsatz und eine Reduktion von Lagermaterial sowie Leerlaufzeiten. Unnötige Arbeitsschritte sollen entfallen. Zudem wird beim Lean-Management eine möglichst flache Hierarchie empfohlen. [73].

Unterstützend dienen dabei vor allem Fotos, Planausschnitte und aufgenommene Notizen. Diese Daten werden im Zuge von Baustellenbegehungen aufgenommen.

Die Kontrolle der geleisteten Arbeiten dient zum Nachweis der ausgeführten Qualität. Diese Kontrollen werden mit Hilfe von Checklisten durchgeführt, denen Fotos, Planausschnitte, Skizzen oder Dokumente, wie zum Beispiel Produktdatenblätter, angefügt werden. Diese Checklisten werden individuell auf das zu begutachtende Gewerk zugeschnitten und können, wenn es keine firmeninternen Vorgaben gibt, der Literatur entnommen werden. Beispielsweise bietet QSBau [77] Checklisten für 83 Gewerke. Diese Checklisten gliedern sich jeweils in folgende sieben Abschnitte:

- Gegenstand und Anwendung
- Planungs- und Qualitätsvorgaben
- Normen und Regeln
- Koordinierung und Schnittstellen
- Prüfung der Vorleistungen
- Überwachung der Ausführung
- Abnahme und Dokumentation

In Abschnitt 4.2 wird auf den möglichen Inhalt von Checklisten der für den Hochbau, hinsichtlich der Qualitätssicherung, relevantesten Gewerke eingegangen. Die Daten dafür wurden der Autorin dieser Arbeit von einem Bauunternehmen [85] zur Verfügung gestellt.

Neben der klassischen händischen Erfassung ist auch eine Erfassung der Daten mit Hilfe von digitalen Tools möglich.

Händische Erfassung

Die händische Erfassung erfolgt mit Hilfe von ausgedruckten Checklisten und Plänen. Hinzu kommen Bilder, die im Zuge einer Baustellenbegehung entstehen. Die Komponenten können manuell zu einem Bericht zusammengefügt und per E-Mail versandt werden. Im Zuge der Evaluierung der händischen Erfassung in Abschnitt 5.2.1 wird der Ablauf dieser beschrieben.

Digitale Erfassung

Digitale Tools bieten die Möglichkeit Fotos, Pläne, Dokumente und Checklisten in einem Programm vereint direkt im Laufe der Baustellenbegehung mit dem Smartphone oder einem Tablet aufzunehmen und zu bearbeiten. Mit Hilfe der digitalen Erfassung ist eine lückenlose und einfache Dokumentation möglich. E-Mails oder Nachrichten an die betroffenen Personen lassen sich mit Hilfe der Anwendung generieren und versenden. Zudem ermöglichen digitale Tools eine Auswertung der erfassten Daten. Es stehen einerseits auf die Baubranche abgestimmte Programme zur Verfügung und andererseits gibt es auch die Möglichkeit, Programme, deren Einsatzgebiet nicht auf eine spezielle Branche beschränkt ist, zu verwenden. Die Programme werden hauptsächlich für das Mängelmanagement benutzt. In Abschnitt 5.2 wird eine Evaluierung verschiedener Programme durchgeführt.

Eine Zwischenstufe zwischen der digitalen Variante und der im Abschnitt 3.3.2 beschriebenen händischen Erfassung stellt die Verwendung von digitalen Checklisten ohne die Einbindung von Plänen und Fotos dar.

Kapitel 4

Gewerke im Hochbau

Im folgenden Kapitel werden die für die Qualitätssicherung und das Mängelmanagement bei einem Hochbauprojekt relevanten Gewerke vorgestellt und hinsichtlich ihrer Besonderheiten bezüglich der Qualitätssicherung analysiert.

4.1 Bauprojekt

Die Bauwirtschaft unterscheidet sich grundlegend von der konventionellen stationären Industrie. Kein Gebäude gleicht exakt dem anderen und somit stellt jedes Bauprojekt einen Prototypen dar. Serienfertigung ist im Baugewerbe nicht möglich. Auch die Umweltbedingungen, Baugrundverhältnisse und äußeren Einflüsse variieren von Standort zu Standort. Hinzukommen unterschiedliche Herstellungsverfahren und wechselndes Personal. Der Preis wird entsprechend der Veränderung der Marktsituation bei jedem Bauvorhaben neu bestimmt. Da die Kalkulation oft nur auf Basis eines unfertigen Planstandes erstellt wird, stellt diese in Wirklichkeit nur eine Schätzung der Kosten dar. All diese genannten Punkte stellen die Bauwirtschaft tagtäglich vor neue Herausforderungen. Aufgrund dieser Abweichungen von der Serienproduktion wird der Qualitätssicherung große Bedeutung beigemessen. [21]

Im Zuge dieser Arbeit werden nur Hochbauprojekte, zu denen Bauwerke die großteils über der Geländeoberkante liegen zählen, behandelt. Sommer [78] gliedert Hochbauten in 15 Projektarten. Dazu zählen unter anderem Büro- und Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser, Lehr- und Forschungseinrichtungen sowie Wohn- und Industriegebäude. Jede dieser Projektarten stellt unterschiedliche Anforderungen an die Projektbeteiligten hinsichtlich Planung, Management und Ausführung.

Die geforderte Qualität unterscheidet sich je nach Auftraggeber und Nutzer. Hinzukommt, dass manche Gewerke in einer der Projektarten wesentlich komplexer und anspruchsvoller als in anderen Projektarten sind. Ein Beispiel dafür sind Heizung-Klima-Lüftung-Sanitär- (HKLS) und Elektroarbeiten, die in einem Krankenhaus deutlich umfangreicher und herausfordernder sind als in einem Wohnbau. Dies gilt sowohl für die Planung als auch für die Ausführung. Die Qualitätssicherung im Zuge der Ausführung unterscheidet sich abhängig von der Relevanz der jeweiligen Gewerke im Umfang und der Häufigkeit der durchgeführten Kontrollen. Die prinzipielle Vorgehensweise und der Ablauf ändern sich jedoch nicht.

4.2 Beteiligte Gewerke

Erfolgt die Unterteilung einer Bauleistung nach den unterschiedlichen Handwerks- und Gewerbe-zweigen dann werden die einzelnen Teile als Fachlose bezeichnet. Fachlose deren Unterteilung auf Basis der Gewerbeordnung erfolgt stellen Gewerke dar [43]. Beispiele dafür sind Maurerarbeiten, Dachdeckerarbeiten, Malerarbeiten oder Elektroarbeiten. Die ÖNORM B1801-1:2015 „Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objektterrichtung“ [45] bietet eine Übersicht

über eine Vielzahl an Gewerken. Diese Norm befasst sich mit der Kostenermittlung und der Kostengliederung. Einen weiteren Überblick über die Gewerke bietet die Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-H) [10]. Diese standardisierte Leistungsbeschreibung bildet die Grundlage zur Erstellung von Leistungsverzeichnissen. Eine Übersicht über alle Gewerke auf Basis der LB-H befindet sich im Anhang A der vorliegenden Arbeit.

Hinsichtlich der Qualitätssicherung ist es wichtig zu beachten, dass es freie und reglementierte Gewerke gibt. Für reglementierte Gewerke ist ein Befähigungsnachweis erforderlich. Beispiele dafür sind Baumeister- und Trockenbauarbeiten. Zu den freien Gewerken zählen unter anderem Schwarzdecker und Eisenbieger. Für die Ausführung eines freien Gewerks ist kein Befähigungsnachweis erforderlich. [11] Aus diesem Grund sollte bei der Auswahl und der Kontrolle der Leistung des Subunternehmers bei diesen Gewerke ein besonderes Augenmerk auf die Qualitätssicherung gelegt werden. Neben der Unterteilung der Gewerke in freie und reglementierte Gewerke kann ebenso eine Unterteilung der Gewerke nach Bauphase oder Kostengruppe erfolgen. Die Kostengruppen sind in ÖNORM B1801-1:2015 [45] festgelegt. Für die vorliegende Diplomarbeit sind dabei die Kostengruppen Bauwerk – Rohbau, Bauwerk – Technik, Bauwerk – Ausbau und Außenanlagen von Bedeutung.

Abbildung 4.1 und Abbildung 4.2 zeigen die Aufteilung der Mängel entsprechend der Kostengruppen sowie die Bauschäden gegliedert nach den verschiedenen Bauteilen. Abbildung 4.1 zeigt, dass sich zirka zwei Drittel der entstandenen Schäden auf Mängel aus dem Roh- oder Ausbau zurückführen lassen, deshalb konzentriert sich diese Arbeit auf Gewerke aus diesen Kostengruppen. Die Kontrolle der technischen Gebäudeausrüstung, deren Anteil bei 19 % der Mängel liegt, unterliegt Fachexperten für HKLS- und Elektroarbeiten und wird in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt.

Abbildung 4.2 zeigt die Bauschäden aufgeteilt nach Bauteilen. Da Beton- und Stahlbetonarbeiten einen Großteil des Rohbaus im Hochbau ausmachen werden diese in Abschnitt 4.2.1, stellvertretend für die Kategorie Rohbau/Statik/Dach beschrieben und deren Besonderheiten hinsichtlich der Qualitätssicherung erläutert. 13 % der Bauschäden sind bei der Gebäudeabdichtung zu finden. In Abschnitt 4.2.5 werden die wichtigsten Maßnahmen im Sinne der Qualitätssicherung bei Schwarzdeckerarbeiten erläutert. Die Kategorien Innenputz/Estrich/Innenausbau und Wärmedämmung/Schallschutz/Brandschutz werden aufgrund der breiten Bandbreiten in der vorliegenden Arbeit nicht beschrieben. 9 % der Bauschäden befinden sich im Bereich des Daches oder der Fassade. Im Zuge dieser Arbeit wird diesbezüglich auf Wärmedämmverbundsysteme (WDVS), Spenglerarbeiten und die Ausbildung von Schachtköpfen eingegangen. Zudem wird ein Überblick über Fenster und Türen sowie deren Dichtigkeit gegeben.

Im Folgenden werden die für die Qualitätssicherung relevanten Gewerke betrachtet. Die Auswahl erfolgte von der Autorin dieser Arbeit unter Berücksichtigung der in Abbildung 4.2 dargestellten Aufteilung der Bauschäden sowie nach Abstimmung mit einem Fachexperten [76] und umfasst folgende Gewerke und Fachlose:

- Beton- und Stahlbetonarbeiten
- Fenster und Fenstertüren
- Wärmedämmverbundsystem
- Schachtköpfe
- Schwarzdecker
- Spengler

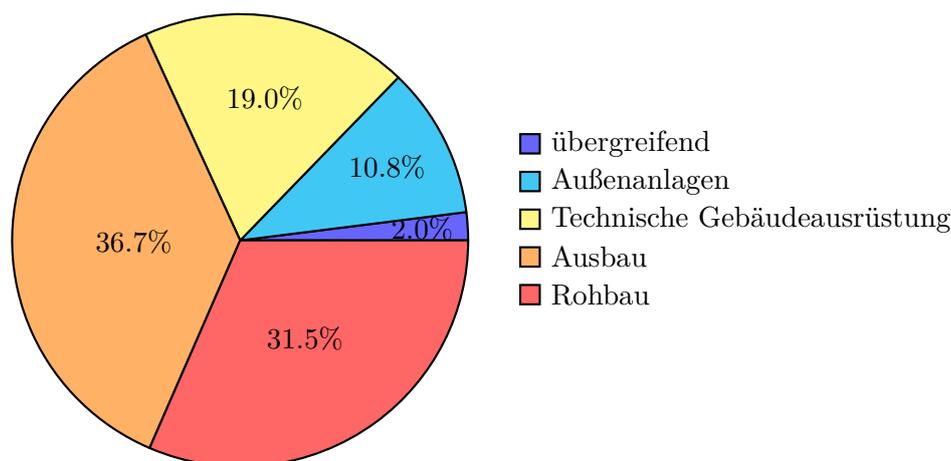


Abb. 4.1: Mängel nach Kostengruppen [61]

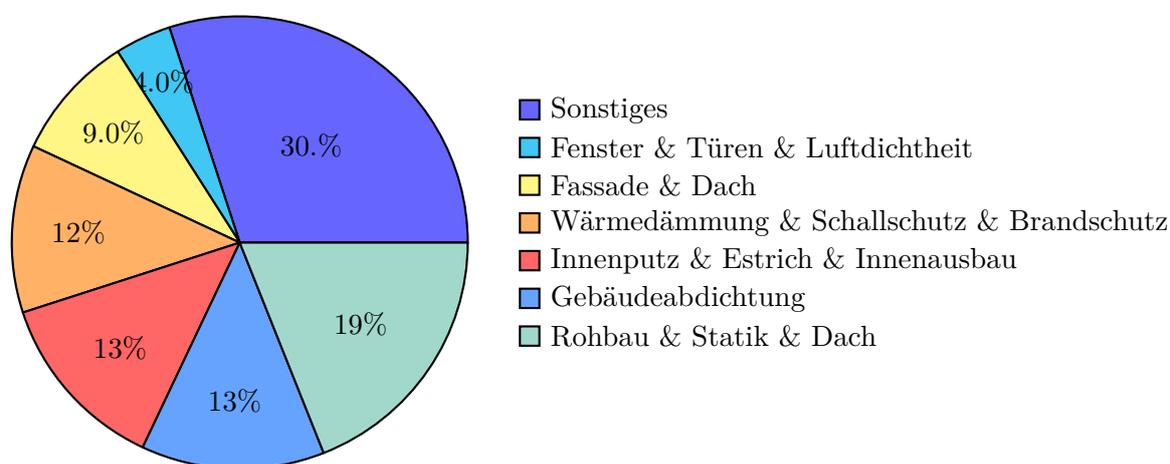


Abb. 4.2: Bauschäden nach Bauteilen [37]

Die in weiterer Folge genannten Maßnahmen im Sinne der Qualitätssicherung stellen keinesfalls vollständige Ausführungsabläufe dar, sondern dienen lediglich als Hilfestellung zur Kontrolle einzelner Gewerke. Die Kontrolle wird von einer gewerksfremden, allgemein bautechnisch gebildeten, Person durchgeführt. Somit können die geleisteten Arbeiten stichprobenartig überprüft werden. Diese stichprobenartige Kontrollpunkte werden in Checklisten zusammengefasst. Die Basis der Checklisten bilden Normen, Richtlinien und Erfahrungswerte. Die Durchführung der Kontrollen ist Aufgabe von Bauleitern, Technikern und Polieren. Zur Veranschaulichung wurde von der Autorin eine Checkliste zum Thema Stahlbetonarbeiten erstellt. Die Behandlung der weiteren Gewerke erfolgt in textlicher Ausführung.

4.2.1 Beton- und Stahlbetonarbeiten

Zu den Beton- und Stahlbetonarbeiten zählen die Teilbereiche Schalungs-, Bewehrungs- und Betonarbeiten. Eine Zusammenfassung der zu prüfenden Punkte in Form einer Checkliste ist in Abbildung 4.3 zu finden. Die Kontrolle der vorgegebenen Punkte erfolgt durch den Polier der Baustelle. Die Häufigkeit der Durchführung ist von der Baustellengröße abhängig und kann unter Abstimmung mit einem Qualitätssicherungsexperten bestimmt werden.

Checkliste - Polier

Stahlbetonarbeiten

Stand: April 2020

Bauvorhaben: _____

Bauteil: _____

Subunternehmer: _____

Überwachung: _____

	Nicht vorhanden	Nicht in Ordnung	In Ordnung	
Startgespräch, Unterweisung (mit Sub-Bauleiter und Vorarbeiter sämtlicher beteiligten Unternehmen)				Protokoll mit Datum samt Beilagen vorhanden
				Aktuelle Schalungspläne vorhanden
				Aktuelle Bewehrungspläne vorhanden
				Details vorhanden
				Termine und Arbeitsabläufe festgelegt und aufeinander abgestimmt
				Sicherheitsunterweisungen durchgeführt
Arbeitssicherheit				Absturzsicherung
				Persönliche Schutzausrüstung vorhanden und eingesetzt
Schalungsarbeiten				Materialauswahl lt. Planung / Festlegung in Startgespräch
				Materialqualität (keine Verschleißspuren)
				Durchbrüche entsprechend der aktuellen Schalungspläne
				Standsichere und dichte Ausführung
				Saubere Oberfläche
Bewehrungsarbeiten				Ausschalzeiten beachtet
				Materialvorrat (rechtzeitiges Bestellen; Vermeidung von Kleinmengen bei der Bestellung)
				Aktualität der Bewehrungspläne
				Rechtzeitige Bestellung und Durchführung der Bewehrungsabnahme
Betonarbeiten				Betonbestellung laut Statik (Vermeidung von Kleinmengen)
				Überprüfung der Lieferscheine (CE-/ÜA-Zeichen; Zementsorte; Festigkeitsklasse; Lieferzeit und -dauer)
				Entnahme und Überprüfung von Proben lt. ÖNORM EN 12350
				Sorgfältiges Einbringen und Verdichten (Vermeiden von Entmischung & Garantie der Betondeckung)
				Nachbehandlung und Schutz des jungen Betons

Begehung Nr.: _____

Datum, Unterschrift: _____

Abb. 4.3: Checkliste Stahlbetonarbeiten

Schalungsarbeiten

Bei der Schalung handelt es sich um eine Hohlform, die mit flüssigem Beton gefüllt wird und so die Form des späteren Betonbauteils vorgibt. Die Art und die Oberflächenbeschaffenheit der Schalung ist von der späteren Funktion des Bauteils beziehungsweise des Bauwerks abhängig. Schalungen im Hochbau bestehen meist aus Holz. Es ist aber auch die Herstellung aus Stahl, Aluminium oder Kunststoff möglich. Eine schnelle und kostengünstige Variante zur Herstellung von Stützen ist die Verwendung von, fertig auf die Baustelle gelieferten, Schalrohren aus Karton. [34]

Die Schalung wird entsprechend der Schalungspläne auf der Baustelle hergestellt. Die Herstellung muss maßgenau erfolgen, wobei die Lage und das Vorhandensein von Durchbrüchen kontrolliert werden. Ein besonderes Augenmerk ist außerdem daraufzulegen, dass die Schalung vor Einbringen des Betons standsicher, dicht und sauber ist, sodass sie den Beanspruchungen beim Einbringen des Frischbetons standhält. [34] Da bei der Errichtung der tragenden Bauteile das Gebäude zunehmend an Dimension gewinnt ist, um die Sicherheit der Arbeiter zu garantieren, das ständige Erweitern der Absturzsicherung von großer Bedeutung.

Bewehrungsarbeiten

Die Bewehrung ist eine zusätzliche Stahleinlage im Beton, welche die Zug- und Biegezugkräfte im Bauteil übernimmt, die vom Beton alleine nicht aufgenommen werden können. Neben der Verbesserung der Tragfähigkeit kann auch die Gebrauchstauglichkeit, zum Beispiel durch Rissvermeidung, verbessert werden. [32]

Die Bewehrung wird entsprechend der Bewehrungspläne in der Biegerei hergestellt und anschließend auf der Baustelle verlegt. Da nach Einbringen des Betons keine Kontrolle mehr möglich ist erfolgt nach Fertigstellung einzelner Abschnitte eine Abnahme der Bewehrung durch den Auftraggeber. Die Abnahme kann durch Dritte wie zum Beispiel Statiker oder Prüfsachverständige durchgeführt werden. Die Bewehrungsabnahme bestätigt und dokumentiert, in Form eines Abnahmeprotokolls, die korrekte und planmäßige Verlegung. Werden bei der Abnahme Mängel festgestellt, müssen diese innerhalb einer festgelegten Behebungsfrist behoben werden und im Abnahmeprotokoll vermerkt werden. Wird trotz Mitteilung der Fertigstellung keine vorläufige Abnahme vollzogen, gilt diese mit Betonierbeginn als erbracht. Dies ist allerdings nicht im Sinne der Qualitätssicherung. [91]

Betonarbeiten

Beton ist ein Baustoff, der aus Zement, Gesteinskörnung und Wasser sowie Zusatzstoffen und Zusatzmittel, die dessen Eigenschaften beeinflussen, hergestellt wird. Der flüssige Beton wird in die Schalung gegossen und erstarrt darin. So erhält ein Betonbauteil seine Form. Es ist zwischen Baustellenbeton, der auf der Baustelle hergestellt wird und Transportbeton, der von einem Unternehmen oder einer Person, die nicht die Verwender sind, im frischen Zustand auf die Baustelle geliefert wird, zu unterscheiden. Die Zugfestigkeit des Betons ist im Gegensatz zu dessen Druckfestigkeit gering und kann durch die Einlage von Bewehrungsseilen verbessert werden. Aufgrund einer Vielzahl an Vorteilen gegenüber anderer Baustoffe, wie zum Beispiel hohe Dauerhaftigkeit, Wirtschaftlichkeit, leichte Formbarkeit und gute Feuerbeständigkeit, ist Beton heutzutage der meistverwendete Baustoff. [94]

Seitens der Qualitätssicherung gibt es eine Vielzahl an Normen, Richtlinien und Merkblättern betreffend Beton und dessen Ausgangsstoffe. Die Dokumentation der Qualitätssicherung eines

solchen Baustoffes erfolgt mit dem CE-¹² oder ÜA-Zeichen¹³. Dieses Kennzeichen muss sich auch auf jedem Lieferschein befinden. Zudem muss bei Eintreffen der Lieferung die am Lieferschein vermerkte Zementsorte und die Festigkeitsklasse auf Übereinstimmung mit der bestellten Ware überprüft werden. ÖNORM EN 12350:2010-2019 „Prüfung von Frischbeton“ [52] beschreibt die verschiedenen Möglichkeiten Frischbeton auf dessen Eigenschaften zu untersuchen. Teils finden diese Prüfungen im Werk statt und Teils auf der Baustelle. Neben der Zusammensetzung des Frischbetons sind auch die Bedienung und Abläufe beim Transport, Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln von Bedeutung. Beim Einbringen und Verdichten muss sorgfältig gearbeitet werden, sodass es zu keiner Entmischung kommt und die Betondeckung der Bewehrung an allen Stellen garantiert wird. Der Schutz des jungen Betons vor extremen Wittereinflüssen wie Hitze, Kälte, Sonne, Regen und Wind ist unumgänglich. Besonders muss auf das Vermeiden von vorzeitigem Austrocknen geachtet werden, da dieses negative Auswirkungen auf die Eigenschaften des Festbetons hat. [94]

4.2.2 Fenster und Fenstertüren

Fenster bilden, in Form einer verglasten Öffnung in einer Wand, die Verbindung zwischen Außenbereich und Innenraum. Sie trennen Öffentlichkeit und Privatsphäre. Fenster sind ein wesentliches Element einer Fassade und unterstehen bei der Planung und Realisierung einer Vielfalt an Kriterien. Neben den architektonischen Aspekten spielt die Öffnungsart und die Funktionsweise der Lüftung eine zentrale Rolle. Schall-, Wärme-, Sonnen- und Sichtschutz müssen berücksichtigt und entsprechend der Nutzung des Gebäudes dimensioniert werden. Hinsichtlich der Qualitätssicherung stellt die Verbindung zwischen Fassade und Fenster die größte Schwierigkeit dar. [33]

Die ÖNORM EN 14351-1:2016 „Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren“ [53] beschreibt die Leistungseigenschaften von Fenstern und Außentüren und gibt einen Überblick über die für diesen Bereich relevanten Normen. Der Einbau von Fenstern und Türen ist in ÖNORM B 5320:2017 „Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses“ [49] geregelt.

Die Checkliste Fenster und Fenstertüren [79] wird vom Polier und einem Techniker bearbeitet und umfasst folgende Punkte:

- **Startgespräch und Auswahl eines Musterfensters:** Vor Beginn der Arbeiten ist ein Startgespräch sowie eine Unterweisung mit den Subunternehmern, die für die Herstellung der Fenster sowie den Sonnenschutz ausgewählt wurden, durchzuführen. Pläne und Details müssen zu diesem Zeitpunkt vorhanden und von einem Sachverständigen sowie dem Auftraggeber freigegeben sein. Weiters ist unter Absprache von Planer, Bauleitung und Auftraggeber ein Musterfenster festzulegen. In weiterer Folge muss dieses, unter Berücksichtigung der Detailpläne abgenommen und einer Fensterprüfung unterzogen werden.
- **Vorbereitung:** Vor Einbau der Fenster muss das CE-Zertifikat oder die ÜA-Kennzeichnung überprüft werden. Die Fenster müssen mit dem Freigabeplan und dem Musterfenster über-

¹²CE-Zertifikat: Eine CE-Kennzeichnung ist im europäischen Binnenmarkt für bestimmte Produkte verpflichtend und dient der Harmonisierung von europäischen Standards. Die Kennzeichnung erfolgt durch den Hersteller, der diese Produkte ohne eine Kennzeichnung nicht auf den Markt bringen darf. Durch das CE-Kennzeichen wird das Einhalten sämtlicher EU-Richtlinien und Verordnungen bestätigt. [92].

¹³ÜA-Kennzeichnung: Seriengefertigte Baustoffe, die in der ÖA Baustoffliste, geführt werden und für die somit keine europäischen technischen Spezifikationen existieren, müssen eine ÜA-Kennzeichnung vorweisen. Diese bestätigt, dass das Produkt sämtliche in der ÖA Baustoffliste angeführten Merkmale und Nachweise erfüllt. Die Kennzeichnung gilt in allen österreichischen Bundesländern. [90].

einstimmen und dürfen keine Beschädigungen aufweisen. Außerdem muss auf die richtigen Maße, die geplante Aufgehrichtung, eine korrekte Entwässerung, die gewünschte Oberflächenbeschaffenheit und Glasart Rücksicht genommen werden. Weiters muss die Lagerung und ein möglichst kurzer und einfacher Transportweg auf der Baustelle sichergestellt werden.

- **Einbau:** Während des Einbaus muss darauf geachtet werden, dass die Fenster sowohl senkrecht als auch waagrecht in der Flucht montiert werden. In weiterer Folge werden die Fenster ausgerichtet, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Fugen liegt. Die Ausführung erfolgt flächenbündig zum Rohbau beziehungsweise laut Plan.
- **Bauanschlussfugen:** Ein besonderes Augenmerk ist auf die Bauanschlussfugen zu legen. Rundum muss eine Fuge von 15 mm verlaufen, die den Freigabep länen entspricht. Die Fuge muss durchgehend ausgeschäumt werden, wobei im unteren Bereich Lastklötze vorzusehen sind. Im Außenbereich ist eine diffusionsoffene Dichtfolie mit einem Primer anzubringen. Im Innenbereich ist entweder eine dampfdichte Folie oder eine Rundschnur, mit der die Fugen vorgefüllt werden, und eine Acryl- oder Silikonfuge mit einem Primer auszuführen. Der Primer sorgt für einen besseren Halt der Dichtstoffe. Dabei ist zu beachten, dass die Überdeckung der Rundschnur mit Silikon die halbe Breite der Fuge betragen muss.
- **Sohlbankbereich:** Im Sohlbankbereich ist, um Undichtigkeiten zu vermeiden, besonders auf das sorgfältige Verkleben der unteren Ecken der Fenster und Fenstertüren zu achten. Das Gefälle der Sohlbank muss nach außen mindestens fünf Grad betragen. Vom Fensterbauer muss eine Schablone an den Fassadenbauer geliefert werden. Die Verklebung erfolgt mit Punkten oder mit kurzen Streifen. Das Auftragen des Klebers in Form von Raupen, sprich dicke und lange Streifen, ist nicht zu empfehlen. Weitere Vorgaben für den Einbau findet man in Abschnitt 4.2.3 sowie in der Richtlinie für den Einbau von Fensterbänken bei WDVS- und Putzfassaden [59].
- **Fensterrahmenanschlüsse:** Der Fensterrahmen muss unten mindestens zehn Zentimeter hoch sein und flächenbündig ausgeführt werden. Der Anschluss muss aus einer Verklebung sowie einer vierseitigen Anputzleiste ausgebildet werden, wobei die maximale Einbaulänge der Anputzleiste 240 cm beträgt. Sollte diese Länge überschritten werden kann stattdessen mit einem vorkomprimierten Fugenband (VK-Band), das sich nach einbringen in die Fuge langsam ausdehnt und die Fuge verfüllt, gearbeitet werden. Dabei ist besonders bei Aluportalen Sorgfalt walten zu lassen. Bei Fenstertüren wird mit Flüssigfolie und Anputzleisten auf den Fensterstock gearbeitet.
- **Sonnenschutz:** Die Montage des Sonnenschutzes, abgesehen von Blindkästen, erfolgt nach der Herstellung des Wärmedämmverbundsystems (WDVS). Bei Kunststofffenstern sind keine Bohrungen für die Befestigung des Sonnenschutzes möglich.

Fensterprüfung

Bei der Fensterprüfung handelt es sich um eine Feldmessung bei der die Luft- und Schlagregendichtigkeit des Fensters überprüft wird. Die Durchführung erfolgt an einem Probefenster vor dem Einbau der restlichen Fenster mindestens einmal pro Projekt und Fenstertyp. Pro Fenster kann mit einer Dauer von zirka drei Stunden gerechnet werden. Die Checkliste Fensterprüfung [80] umfasst folgende Punkte, die vom Bauleiter und einem Techniker geprüft werden:

- **Vorbereitungsgespräch:** Die Prüfung wird von einem Sachverständigen durchgeführt. Vor Bestellung der Prüfung müssen die Detailpläne an den Sachverständigen übermittelt werden und kontrolliert werden, ob ein Systemprüfnachweis der Fenster und Fenstertüren

vorhanden ist. Zudem muss ein Vorbereitungsgespräch mit dem Sachverständigen, der Bauleitung und dem beauftragten Fensterbauer durchgeführt werden. Diese Personen nehmen auch an der Fenstermessung teil.

- **Kontrollen vor der Prüfung:** Kurz vor der Prüfung müssen durch die Bauleitung die Rahmenbedingungen kontrolliert werden. Die Außentemperaturen beziehungsweise die Temperatur der Bauteile muss in den vorangegangenen 24 Stunden über zehn Grad Celsius liegen. Neben eines mindestens 50 cm breiten Wärmedämmverbundsystem-Streifens um das Fenster muss auch die Spachtelung sowie die Anputzleiste vor Durchführung der Fensterprüfung fertiggestellt werden. Ohne vorhandenen Wärmedämmverbundsystem kann keine Messung durchgeführt werden. Zudem dürfen keine Gewerkelöcher erkennbar sein und die Bauanschlussfugen müssen dicht ausgeführt sein. Um die Prüfung durchführen zu können muss eine Zufahrtsmöglichkeit bis zum Prüffenster, sowie ein Wasseranschluss im Außenbereich mit etwa zwei bis drei Bar Druck und ein unabhängiger Stromkreis mit 16 Ampere in der Nähe des Prüfraums vorhanden sein.
- **Prüfraum:** Bei dem Prüfraum handelt es sich um einen maximal 30 m² großen, luftdicht verschlossenen Raum. Wenn nötig werden hierfür Zwischenwände gestellt und auch verspachtelt. Die Tür mit einer Öffnung von maximal 90 cm Breite und 200 cm Höhe wird zur Ventilatormontage genutzt. Sollte die Öffnung größer sein wird diese mit extrudierten Polystyrol-Hartschaum (XPS) Platten verkleinert. Im Prüfraum darf kein Fußbodenaufbau vorhanden sein. Im Außenbereich wird das Gerät zur Simulation des Schlagregens angebracht. Messgeräte befinden sich sowohl im Innen- als auch Außenbereich. Abbildung 4.4 zeigt eine schematische Darstellung des Prüfraums entsprechend ÖNORM B 5321:2017 „Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Prüfverfahren“ [50]. Das Prüffenster muss vor Durchführung der Messungen durch den Fensterbauer eingestellt und komplettiert werden.

4.2.3 Wärmedämmverbundsystem

WDVS ist eine mehrschichtige Konstruktion zur Dämmung von Gebäuden, die an der Außenseite der Außenwände angebracht wird. Jede dieser Konstruktionen besteht aus den Komponenten Befestigung auf der Tragwand, Wärmedämmung, Armierungsschicht und Außenputz. Als Befestigung kommt Kleber, Kleber mit zusätzlicher Verdübelung oder eine mechanische Befestigung in Frage. Der Dämmstoff besteht aus Steinwolle, Mineralwolle-Lamellenstreifen, Polystyrol-Hartschaum oder Korkplatten. Dieser muss flächig und ohne Fugen verlegt werden. Fugen und unterschiedliche Höhen müssen ausgeglichen werden. Die Armierungsschicht dient zum Ausgleich des Haftgrundes, zur Einlage der Putzbewehrung sowie zur Vorbereitung des Putzgrundes. Der darauf folgende Außenputz muss auf die Armierungsschicht abgestimmt werden. [35]

Die Checkliste WDVS [84] gibt folgende Kontrollpunkte, welche vom Polier und einem Techniker während der Ausführung überprüft werden, vor:

- **Startgespräch und Unterweisung:** Das Startgespräch wird mit dem Sub-Bauleiter und dessen Vorarbeiter abgehalten und in einem Protokoll mit Datum und Beilagen festgehalten. Zu diesem Zeitpunkt müssen aktuelle Pläne, das Dübelschema, ein Brandschutzkonzept sowie Details vorhanden sein. Diese werden vom Planer oder einem Sachverständigen erstellt. Termine und Arbeitsabläufe werden bei diesem Gespräch geklärt und das Gerüstprotokoll übergeben. Zudem werden Prüfungen, wie zum Beispiel Haftzugprüfungen oder Abreißproben, vereinbart und in Folge durchgeführt.

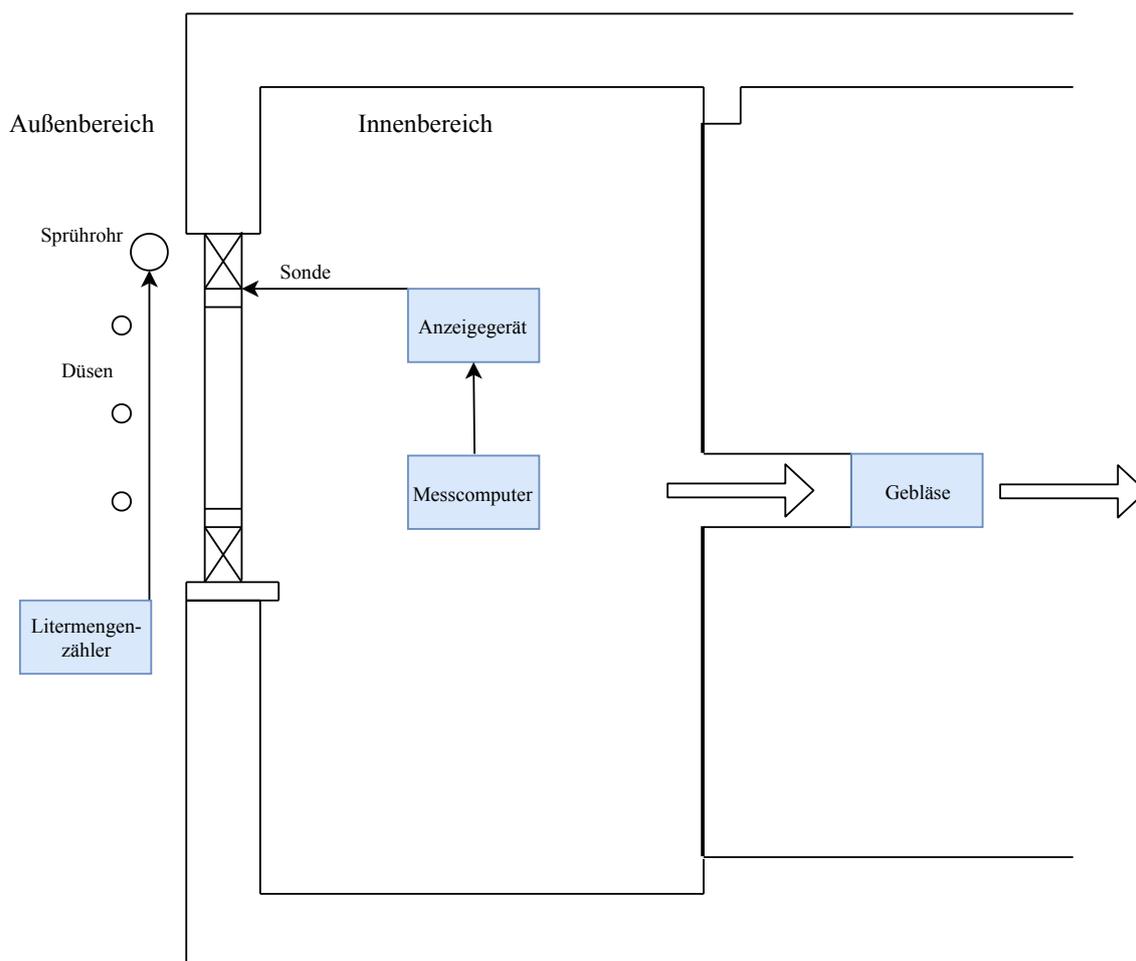


Abb. 4.4: Schematische Darstellung des Fensterprüfraums [50]

- **Brandschutz:** Generell ist vom Planer bei Hochhäusern die Verwendung von WDVS der Klasse A2-d1¹⁴ vorzugeben. Beim Einsatz von Brandriegeln müssen diese mindestens 20 cm hoch und beidseitig 30 cm breiter als das Fenster sein, wie in Abbildung 4.5 dargestellt.
- **Untergrund und Vorgewerke:** Bevor die Arbeiten begonnen werden können muss eine Übernahme des Untergrundes und vorhergegangener Leistungen erfolgen. Die Ebenheit der Wände muss gewährleistet sein. Zudem müssen die verschiedenen Untergründe, wie Beton, Metall, Holz, Putz oder Ytong, beachtet werden. Je nach Material müssen verschiedene Kleber oder Grundierungen eingesetzt werden. Der Blitzschutz ist im Beton zu führen, da keine Leitungen in der Dämmebene geführt werden dürfen. Zudem ist es nicht zulässig den Dämmstoff, zum Beispiel für Elektro- oder Schlossereinbauten, zu schlitzen. Bei Beginn der Arbeiten muss der Untergrund trocken sowie staub- und fettfrei sein. Sollten Zweifel bestehen kann eine Abreißprobe Klarheit schaffen.
- **Einbauten in das WDVS:** Einbauten in das WDVS müssen im Vorhinein angebracht werden. Fenster und Türen, samt Primer, Dichtbändern und 4-seitigen Anputzleisten müssen

¹⁴WDVS der Klasse A2-d1: Die Klasse A2-d1 gibt das Brandverhalten der WDVS Fassade an. A2 beschreibt einen nicht brennbaren Baustoff, der im Fall eines vollentwickelten Brands kaum einen Beitrag zum Brandanstieg und der Brandlast leistet. d1 legt fest, dass es durch den Baustoff zu keinem längeren als angegebene brennenden Abtropfen oder Abfallen von Teilen kommt. [74]

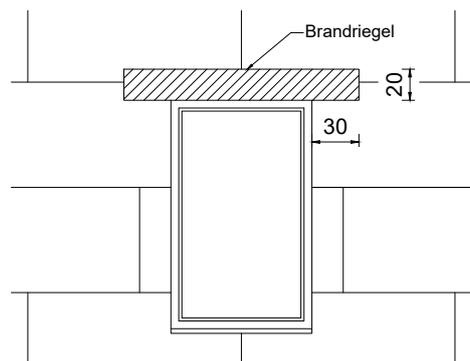


Abb. 4.5: Brandriegel [84]

eingebaut sein. Durch Abdichtungshochzüge darf nicht gebohrt werden. Zudem ist der Einbau von Einbaudosen, Regenrohrhalterungen, Blitzschutzkästen und Sonnenschutzkästen mit Hilfe von Details zu kontrollieren.

- **Material:** Die Hauptkomponenten einer WDVS-Fassade sind Kleber, Platten, Dübel, Spachtelmasse, Netze, Grundierung und Oberputz. Die verbauten Materialien haben der Ausschreibung zu entsprechen und die Verarbeitungshinweise müssen beachtet werden. Während der gesamten Verarbeitungs-, Trocknungs- und Erhärtungsphase darf die Bauwerks-, Material- und Lufttemperatur von 5°C nicht unterschritten werden.
- **Verschmutzung:** Um Verschmutzungen zu vermeiden sind bei Fenstern und Türen Schutzfolien anzubringen. Zudem ist zu prüfen, ob um Verschmutzungen der Umgebung und das Herabfallen von Gegenständen zu vermeiden, ein Gerüstschutznetz benötigt wird.
- **Verklebung:** Das Aufbringen des Klebers erfolgt mit der Rand-Wulst-Punkt-Methode. Dabei wird der Kleber am Rand zirka 7 cm breit aufgebracht. Zudem werden in der Mitte der Platte kreisförmige Flächen mit zirka 20 cm Durchmesser aufgetragen. Nach Andrücken der Platte müssen mindestens 40 % der Oberfläche mit Kleber bedeckt sein. Die oberste und unterste Plattenreihe werden vollflächig verklebt. Die oberste Plattenreihe wird als Vorletzte angebracht. Außerdem muss jede zweite Schar mit einer Deckelung¹⁵ ausgeführt werden.
- **Dämmplatten:** Die Dämmplatten müssen so positioniert werden, dass in der Verlängerung von Fensterlaibungen keine Fugen sind. Zwischen vertikaler Laibung und der Fuge muss ein Abstand von 30 cm vorhanden sein. Fugen dürfen nicht offen und mit keinem Kleber verfüllt sein. 0 bis 5 mm breite Fugen können ausgeschäumt werden. Das Ausführen von Kreuzfugen¹⁶ ist nicht gestattet. Die Exzentrizität muss mindestens 15 cm betragen. Plattenschnitte müssen gerade hergestellt werden. Hohlräume hinter den Platten sind nicht zulässig. Überstände werden abgeschliffen, sodass ebene Flächen hergestellt werden. Das Verwenden von Resten, welche schmaler als 15 cm sind, ist nicht gestattet.
- **Verdübelung:** Die Verdübelung erfolgt im W-Schema. Abbildung 4.6 zeigt den Aufbau dieses Schemas. Es müssen mindestens sechs Stück Dübel pro Quadratmeter WDVS-

¹⁵Deckelung: Bei einer Deckelung werden die Fugen zum Wandbildner vollflächig verschlossen. Dies geschieht um die Wärmeströmung zu minimieren. Bei dem Wandbildner handelt es sich im Hochhausbau meist um Stahlbetonbauteile.

¹⁶Kreuzfugen: Von Kreuzfugen spricht man, wenn die Platten bündig verlegt werden und die Fugen sich die vertikalen sowie horizontalen Fugen in einem Punkt treffen.

Fassade angebracht werden. Der Dübelabstand zum Plattenrand darf maximal 6 cm betragen. Dübel werden flächenbündig, nicht vertieft, montiert. Die Bohrung der Dübel darf frühestens zwei bis drei Tage nach der Verklebung erfolgen. An Gebäudeecken müssen Randverstärkungen angebracht werden. Diese müssen von einem Statiker hinsichtlich der Windkräfte dimensioniert werden.

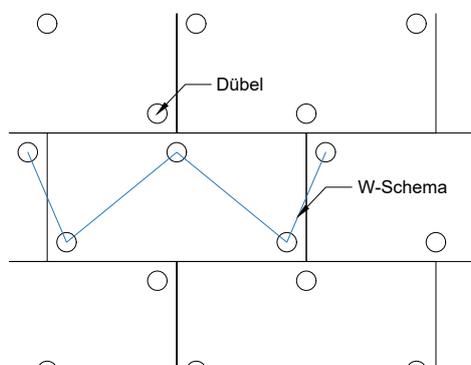


Abb. 4.6: W-Schema [84]

- Vorarbeiten Unterputz:** Bei Fenstern und Türen werden diagonale Eckstreifen angebracht. Die Kanten werden mit Abschlussprofilen mit Netzanschlüssen ausgebildet. Dabei sollte ein Primer verwendet werden. Ecken im Sohlbankbereich müssen geschlossen werden und eine Dämmung mit mindesten 5° Neigung nach außen muss angebracht werden. Eventuell entstandene Gewerkelöcher, welche durch das Zusammenspiel mehrerer Gewerke entstehen, müssen mit Fugenkitt verfüllt werden. Fenster und Türen müssen allseitig mit Anschlussprofilen ausgeführt werden. Sämtliche Anschlussfugen müssen mit VK-Bändern verfüllt werden. Der Umgang mit Fenstern und Fenstertüren wird in Abschnitt 4.2.2 genauer beschrieben.
- Unterputz mit Bewehrung:** Als Bewehrung des Unterputzes wird ein Netz verwendet. Das Material ist von der Art der Dämmplatten, dem Putzsystem und der Schichtdicke abhängig. Vor Beginn der Spachtelung muss eine Freigabe durch einen Sachverständigen oder den Bauleiter erfolgen. Bei EPS-Platten im Dünnschichtputzsystem ist zu beachten, dass die Dicke mindestens 3 mm beträgt, das Bewehrungsnetz mittig oder im vorderen Drittel sitzt und die Netze faltenfrei mit einem Übergriff von mindestens 10 cm angebracht werden. In weiterer Folge müssen sämtliche Flächen der Dämmplatten mit einer Spachtelung versehen werden.
- Grundierung:** Grundierungen müssen nur aufgebracht werden, wenn diese für den Oberputz erforderlich sind. Die Standzeiten der unteren Schichten und die Herstellerangaben sind dabei zu beachten.
- Oberputz:** Beim Oberputz muss beachtet werden, dass zum Aufbringzeitpunkt die Standzeit des Unterputzes ausreichend ist. Zudem muss ein besonderes Augenmerk auf die Dichtschlämme im Sockelbereich gelegt werden. Diese muss mindestens 5 cm über und 10 cm unter die Fußbodenoberkante reichen.
- Anstrich:** Der Anstrich auf WDVS-Fassaden muss mit auf den Oberputz abgestimmten Produkten erfolgen.

4.2.4 Schachtköpfe

Der Schachtkopf bildet den Abschluss eines Schachts. Dabei handelt es sich um brandbeständige Abschlüsse von Installations- und Haustechnikschächten.

Im folgenden Abschnitt wird ein typischer Anschluss eines Lüftungskopfs an ein Umkehrdach beschrieben. Der Schachtkopf wird als Fertigschacht ausgeführt und gilt als Standarddetail im Hochbau. Um Mängel zu vermeiden wird von Seiten der Qualitätssicherung [81] ein Aufbau wie in Abbildung 4.7 vorgeschrieben. Die Checkliste Schachtkopf [81] gibt die Kontrolle folgender Punkte, durch den Polier und einen Techniker, vor:

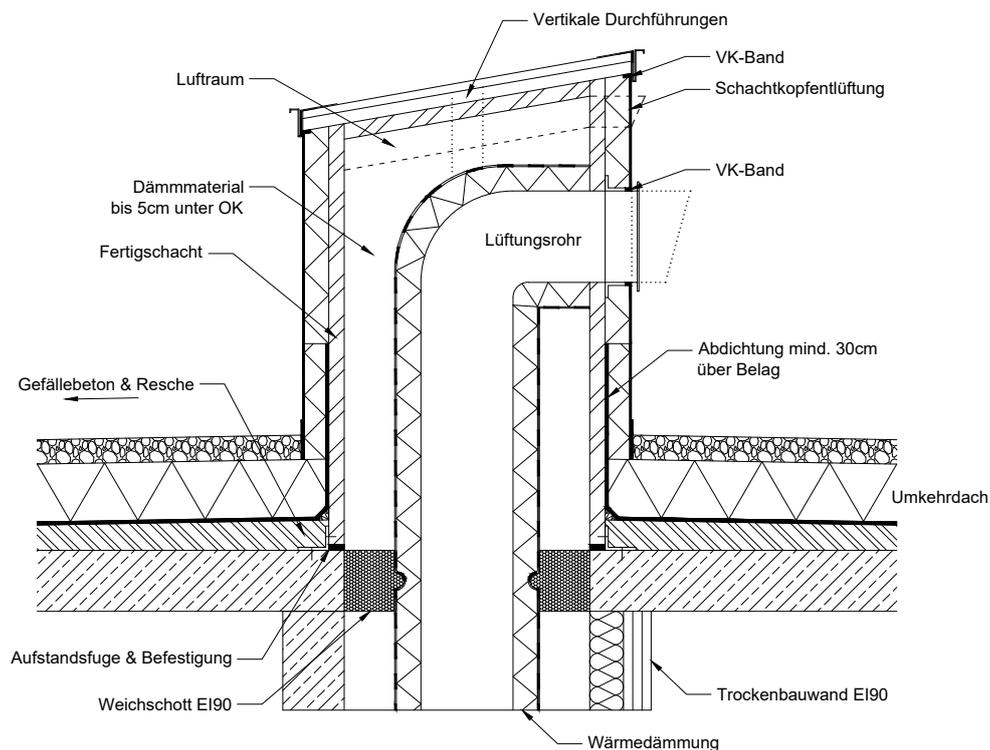


Abb. 4.7: Skizze eines Lüftungskopfs [81]

- **Montage:** Der Fertigschacht wird auf die Rohdecke montiert. Dabei ist darauf zu achten, dass die Deckenöffnung nicht zu groß ist und die Aufstandsfrage zur Decke geschlossen ist. Die Sicherungspunkte am Schacht müssen mit dem Plan abgeglichen werden und die Statik nachgewiesen werden.
- **Öffnungen Schachtkopf:** Im Bereich der Öffnungen des Schachtkopfes müssen die Fugen um die Rohre verschlossen werden. Die Schachtlüftung erfolgt am höchsten Punkt. Die freie Querschnittsfläche muss mindestens 100 cm² betragen. Sämtliche Rohre sind im Schachtkopf durchzuführen.
- **Oberste Decke:** Die oberste Decke wird als Umkehrdach ausgeführt. Die Leitungen im Schachtkopf sind gedämmt und die Deckenöffnung ist mittels EI90 Weichschott¹⁷ geschlossen

¹⁷EI90 Weichschott: Ein Weichschott ist ein Brandschott aus Steinwolle oder in Form von Plattenschotten. Das Schott muss Durchdringungen möglichst eng umschließen, Leerstellen werden mit Mineralwolle verfüllt. Zum

auszuführen. Der Schacht bildet einen Hochpunkt. Die Entwässerung vom Schacht weg wird, entsprechend ÖNORM B 2501:2016 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752“ [47], durch Gefällebeton und eine Reschenausbildung¹⁸ sichergestellt.

- **Abdichtung:** Die Dachabdichtung ist rund um den Schacht mindestens 30 cm hochzuziehen und zu sichern. Dies kann entweder durch eine vorgesetzte Dämmschicht aus XPS beziehungsweise in Form einer Sockeldämmplatte oder durch eine Kittleiste und XPS erfolgen.
- **Hohlraum im Schachtkopf:** Der Hohlraum im Schachtkopf muss bis fünf Zentimeter unter die Oberkante hohlraumfrei mit Dämmmaterial aufgefüllt werden.
- **Außendämmung:** Die Außendämmung wird in Form eines WDVS ausgeführt. Das WDVS wird an die Durchführungen angepasst und vollflächig verklebt und verdübelt. Sämtliche Fugen werden mit einem VK-Band pressgestoßen. Das WDVS wird entsprechend ÖNORM B 6400-1:2017 „Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) - Teil 1: Planung und Verarbeitung“ [51] geplant.
- **Vertikale Durchführungen:** Vertikale Durchführungen führen Rohre durch den Schachtdeckel nach oben, wobei besonders auf das Schließen der Fugen geachtet werden muss. Der Aufsatz oder Einschub, in Form einer Messinghülse, ist mit der Metalldeckung dicht zu verlöten.

4.2.5 Schwarzdecker

Schwarzdecker oder Bauwerksabdichter stellen die Abdichtung von Bauwerken und Bauteilen aller Art her. Die Abdichtungen verhindern das Eindringen von Oberflächenwasser und Grundwasser und somit auch das Entstehen von Schäden. Als Abdichtungsmaterial wird meist Bitumen, entweder in flüssiger Form oder in Form von Bitumenbahnen, verwendet. ÖNORM B 3691:2019 „Planung und Ausführung von Dachabdichtungen“ [48] gibt Hinweise bezüglich der Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Welche Norm oder Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) am jeweiligen Bauteil anzuwenden ist zeigt Abbildung 4.8. [3]

Die Checkliste Schwarzdecker [82] gibt die stichprobenartige Kontrolle der folgenden Punkte, durch den Polier und einen Techniker, vor:

- **Startgespräche und Unterweisung:** Vor Beginn der Arbeiten findet ein Startgespräch mit dem Sub-Bauleiter und dem Vorarbeiter des beauftragten Schwarzdeckerunternehmens statt. Über dieses Gespräch wird ein Protokoll mit Datum und sämtlichen Beilagen erstellt. Im Zuge dieser Besprechung ist eine Fremdüberwachung zu vereinbaren. Zudem werden vor Aufnahme der Arbeiten Vorarbeiten kontrolliert und übernommen. Dazu zählen ein ausreichendes Gefälle von mindestens 2 % zu den Gullys, Vertiefungen für Gullys, mittels eingelegtem Schalbrett hergestellt, und die Ebenheit sämtlicher Flächen. Bei diesem Gespräch müssen alle aktuellen Pläne und Details vorhanden sein und die Termine und Arbeitsabläufe geklärt werden.

Abschluss erfolgt eine Beschichtung mit einer Ablations- oder Dispersionsschicht. EI90 bedeutet, dass das Feuer mindestens 90 Minuten den Brandabschnitt nicht verlassen darf und durch die Wärmeisolierung kein Feuer im benachbarten Brandabschnitt entsteht. [31].

¹⁸Reschenausbildung: Eine Resche ist eine schräge Schicht aus Mörtel oder Dämmmaterial.

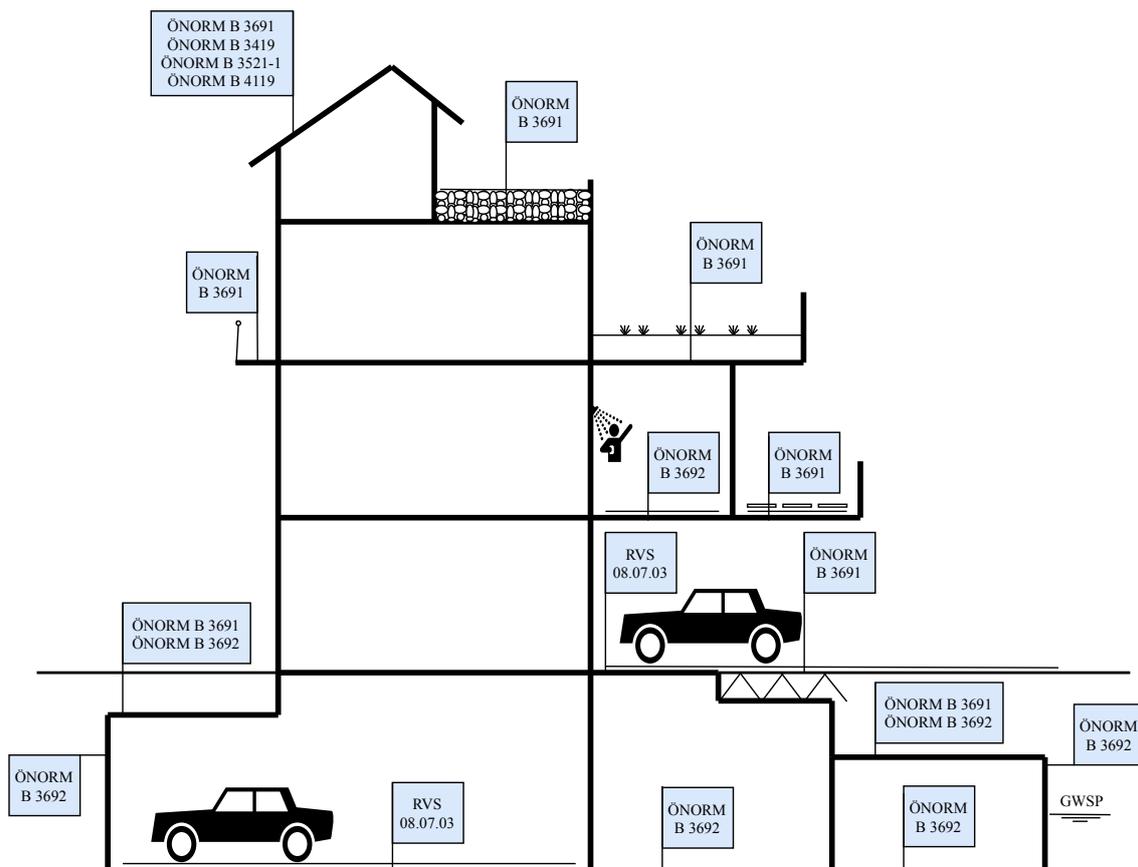


Abb. 4.8: Anwendungsbereiche der verschiedenen ÖNORMEN und der RVS bei abzudichtenden Bauteilen [48]

- **Gefälle des Untergrunds:** Das Gefälle des Untergrundes bei Flachdächern und Terrassen hat mindestens 2 % zu betragen. Es nimmt zu den Entwässerungspunkten hin ab und darf niemals zu Dehnfugen hingeführt werden.
- **Material:** Die Materialien, wie Kleber, Voranstrich, Bahnen und Klebeflansche, müssen der Ausschreibung und den relevanten Normen entsprechen. Außerdem sind die Verarbeitungshinweise der Produkte zu beachten und die Verträglichkeiten mit Flüssigabdichtungen zu prüfen.
- **Voranstrich und Vorbehandlung:** Bezüglich des Voranstrichs beziehungsweise der Vorbehandlung ist zu klären, ob der Untergrund bereits vorbehandelt wurde. Die Bitumenemulsion wird vollflächig kaltflüssig aufgebracht. Dies gilt auch für Hochzüge. Der Voranstrich im Garagenbereich erfolgt mit Epoxidharz. Auf Anschlusssteile aus Blech wird der Voranstrich nur für den Übergriff von 12 cm angebracht.
- **Bituminöse Abdichtungsbahnen:** Die bituminösen Abdichtungsbahnen müssen vollflächig verklebt werden und mit einem Übergriff von mindestens 10 cm ausgeführt werden. Wie viele Lagen nötig sind, hängt von den äußeren Einflüssen und der Nutzung und Art des Bauteils ab und ist in der entsprechenden Norm zu finden. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass zur Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit eine Lage mit einer Stärke von mindestens 4-5 mm ausreicht und gegen nicht drückendes Wasser zwei Lagen mit mindestens 9-10 mm nötig sind.

- **Hochzüge:** Hochzüge sind Abdichtungen welche über die eigentliche Abdichtungsebene hinaus in die Höhe gezogen werden. Diese müssen mindestens 15 cm über die fertige Oberfläche, wie zum Beispiel Kies oder Bodenplatten, gezogen werden. Das obere Ende muss dabei sauber verklebt werden und vor Wassereintritt in Form von Regen abgesichert werden. Entsprechend den Normen muss bei erhöhten Anforderungen auf diesen Teil der Abdichtung ein besonderes Augenmerk gelegt werden.
- **Tiefzüge:** Tiefzüge werden tiefer als die eigentliche Abdichtungsebene gezogen. Tiefzüge müssen mindestens 30 cm nach unten geführt werden und immer mit Klemmschienen gesichert werden. Dabei ist besonders auf eine ordnungsgemäße Verklebung zu achten.
- **Anschlüsse und Übergänge:** Anschlüsse und Übergänge in Form von Klebeflanschen, Manschetten oder Metalleinbindungen sind mindestens 12 cm breit auszuführen. Sollte ein Voranstrich erforderlich sein muss dieser vollflächig aufgetragen werden. Bei Gebäudedehnfugen ist darauf zu achten, dass die Fugenbänder eingearbeitet werden.
- **Wasserprobe:** Am Schluss erfolgt die Wasserprobe. Die Wasserprobe ist eine Leckortungsmaßnahme. Dabei ist zu beachten, dass alle Abflüsse an die Entwässerung angeschlossen sind und provisorisch mit einem Stoppel verschlossen sind. Die Abflüsse sollten aber nicht zugeflämmt sein, sodass es beim Wiederöffnen nicht zu Beschädigungen kommt. Vor der Wasserprobe muss kontrolliert werden, ob die zu prüfende Fläche abgeräumt und gesäubert wurde.

4.2.6 Spengler

Spengler verarbeiten Bleche für diverse Verwendungszwecke. Der Bauspengler im Speziellen produziert und montiert Dachverblechungen, Ablaufrohre, Blechteile für Fassaden und Dachrinnen. [4]

Die Checkliste Spengler [83] umfasst die Prüfung der folgenden Punkte durch den Polier und einen Techniker:

- **Startgespräch und Unterweisungen:** Das Startgespräch wird zwischen dem Bauleitungsteam und dem Sub-Bauleiter sowie dessen Vorarbeitern geführt. Im Zuge dieses Gesprächs wird geklärt, ob die Übernahme des Untergrunds und etwaiger anderer Vorleistungen erfolgte. Zudem wird der aktuelle Planstand und die Detailausbildung abgeglichen. Termine und Arbeitsabläufe werden abgestimmt. Das Gespräch muss in Form eines Protokolls mit Datum und sämtlichen Beilagen dokumentiert werden.
- **Gefälle:** Das Gefälle bei Attikaabdeckungen beträgt 5°.
- **Material:** Auf der Baustelle ist zu kontrollieren, ob die Materialien entsprechend der Ausschreibung eingesetzt werden. Die Verarbeitungshinweise müssen beachtet und die Verträglichkeit mit Flüssigabdichtungen müssen geprüft werden. Außerdem ist die Materialverträglichkeit von Metallen von großer Bedeutung. Diese sollte bereits bei der Ausschreibung und Vergabe beachtet werden. Beispielsweise ist Blei und Edelstahl mit allen anderen bei Spenglerarbeiten eingesetzten Metallen verträglich. Der gemeinsame Einsatz von Kupfer und Aluminium, Zink oder verzinktem Stahl ist dagegen nicht möglich. Abbildung 4.9 gibt eine Übersicht über diese Materialverträglichkeit.
- **Untergrund und Befestigung:** Um eine einwandfreie Befestigung und Verbindung mit dem Untergrund zu garantieren, ist das Vorhandensein einer Hafterberechnung des Untergrundes sowie eines Nagelbilds der Dübel für das WDVS nötig.

	Aluminium	Blei	Kupfer	Zink	Edelstahl	Stahl verz.
Aluminium	JA	JA	NEIN	JA	JA	JA
Blei	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Kupfer	NEIN	JA	JA	NEIN	JA	NEIN
Zink	JA	JA	NEIN	JA	JA	JA
Edelstahl	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Stahl verz.	JA	JA	NEIN	JA	JA	JA

Abb. 4.9: Materialverträglichkeit von Metallen [23]

- **Dehnungsausgleich:** Der Abstand bei befestigten Blechen darf, um einen ungestörten Dehnungsausgleich zu gewährleisten, maximal 3 m betragen.
- **Blechabdeckungen:** Das Gefälle von Blechabdeckungen hat in Richtung der Entwässerungsfläche mindestens 5° zu betragen.
- **Kittleisten:** Kittleisten sind Hochzüge von Abdeckprofilen mit dauerelastischem Kitt. Der Befestigungsabstand darf maximal 20 cm betragen. Das Abdeckprofil muss mit einem Dichtband in Form eines VK-Bands hinterlegt werden. Die Kantung nach vorne hat 45° zu betragen. Das eingesetzte Dichtmittel muss essigsäurefrei und neutral verletzend sein.

4.2.7 Zusammenfassung

Zwei Drittel aller Mängel sind in den Kostengruppen Ausbau und Rohbau zu finden. Aus diesem Grund ist Qualitätssicherung hinsichtlich der Gewerke in diesen Abschnitten von besonderer Bedeutung. Zur stichprobenartigen begleitenden Kontrolle einzelner Gewerke stehen dem Bauleitungsteam Checklisten zur Verfügung. Diese Checklisten stellen keine vollständigen Ausführungsabläufe dar, sondern erleichtern die Kontrolle durch gewerksfremde aber allgemein bautechnisch gebildeten Personen. Diese Kontrollen unterstützen einerseits das rechtzeitige Erkennen etwaiger Mängel und bieten andererseits die Möglichkeit die Ausführungsqualität nachweisbar zu dokumentieren.

Im Anschluss an eine Literaturrecherche und ein Fachgespräch [76] wurden von der Autorin die folgenden Gewerke und Fachlose zur näheren Betrachtung ausgewählt:

- Beton- und Stahlbetonarbeiten
- Fenster und Fenstertüren
- Wärmedämmverbundsysteme
- Schachtköpfe
- Schwarzdecker
- Spengler

Zur Veranschaulichung ist in Abschnitt 4.2.1 eine Checkliste zur Überprüfung von Stahlbetonarbeiten dargestellt. Die Beschreibung der weiteren Gewerke sowie die dafür empfohlenen Kontrollpunkte erfolgt in textlicher Ausführung.

Neben dem rechtzeitigen Erkennen von Abweichungen sowie der Dokumentation bieten Checklisten auch die Möglichkeit die erfassten Daten auszuwerten. Durch das Auswerten der Checklisten eines Bauprojekts können neue Erkenntnisse erlangt werden. Dazu zählen zum Beispiel Informationen über die Ausführungsqualität und die Zuverlässigkeit eines Subunternehmers. Zudem können aus dokumentierten Fehlern gelernt werden und die Mitarbeiter oder der Subunternehmer bei den nächsten Bauprojekten dahingegen sensibilisiert werden. Um die Dokumentation, den Umgang mit Mängeln und die Bearbeitung der Checklisten innerhalb eines Unternehmens zu vereinheitlichen und eine einfache projektübergreifende Auswertung der Daten zu ermöglichen ist der Einsatz von digitalen Tools zur Qualitätssicherung von Vorteil. In Kapitel 5 erfolgt eine Beschreibung sowie Evaluierung verschiedener Tools, die dazu eingesetzt werden 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.

Kapitel 5

Evaluierung verschiedener Qualitätssicherungstools

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Evaluierung verschiedener Tools, die zur Qualitätssicherung auf Baustellen während der Ausführung eingesetzt werden können. Die Bewertung und Analyse erfolgt anhand vorab festgelegter Evaluierungskriterien. Bei der Bezeichnung wird nicht unterschieden, ob es sich um eine Softwarelösung, eine Webversion, eine Applikation oder die händische Erfassung handelt. Als Überbegriff dafür wird die Bezeichnung Tool verwendet.

5.1 Evaluierungskriterien

Die Auswahl der Evaluierungskriterien sowie die Gliederung dieser wurden von der Autorin unter Einbezug der Meinung von Fachexperten¹⁹ festgelegt. Die Gruppe der Befragten setzt sich aus Bautechnikern, Bau- und Gruppenleitern sowie Qualitätssicherungsexperten zusammen. Eine Zusammenfassung der Befragung ist in Anhang B der vorliegenden Arbeit zu finden.

Tabelle 5.1 stellt die Kriterien für die Evaluierung der Qualitätssicherungs- und Mängelmanagementtools sowie die Bewertung dieser dar. Die Bewertung erfolgt in den drei Kategorien Dateninput, Datenoutput und Bedienbarkeit. Der Dateninput wird dabei mit 25 Punkten bewertet. Dieser bildet die Basis beim Einsatz eines solchen Tools. Da alle ausgewählten Tools dem gleichen Zweck dienen, wird an dieser Stelle die Annahme getroffen, dass hier alle Tools annähernd gleichauf liegen. Aufgrund dieser Annahme wird dieser Kategorie bei der Punktevergabe der geringste Stellenwert beigemessen. Dem Datenoutput werden 35 Punkte zuteil. Der Datenoutput ist für die firmeninterne Entscheidung ob ein Tool eingesetzt wird von besonderer Bedeutung. Am wichtigsten für den tatsächlichen Einsatz eines Tools auf der Baustelle ist allerdings die Bedienbarkeit. Die Bedienbarkeit bestimmt die Akzeptanz eines Tools durch die Nutzer. Auf die Bedienbarkeit entfallen 40 Punkte. Im Weiteren werden die einzelnen Kategorien beschrieben und die zur Bewertung dienenden Fragestellungen angeführt. Die Verteilung der Punkte wurde von der Autorin dieser Arbeit festgelegt. Basis für die Verteilung der Punkte waren die Häufigkeit der Nennungen durch die Fachexperten sowie die persönliche Erfahrung der Autorin.

5.1.1 Dateninput

Die Tools wurden hinsichtlich des Imports und der weiteren Bearbeitung der folgenden Daten analysiert. Das Zusammenspiel der im Folgenden beschriebenen Datenelementen ist dabei von Bedeutung. Der alleinige Einsatz eines Tools für die begleitende Qualitätssicherung auf Baustellen während der Ausführung ist nur möglich, wenn das Tool die Kriterien Checklisten, Plänen und Fotos erfüllt. Diese drei Kriterien sind von besonderer Bedeutung und somit jeweils mit sieben Punkten bewertet. Auf die Dokumente entfallen vier Punkte, da diese eine untergeordnete Rolle spielen.

¹⁹STRABAG AG, Unternehmensbereich 3C, Direktion AR (Wien).

Tab. 5.1: Evaluierungskriterien

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 25 Punkte
1.1	Checklisten	7
1.2	Pläne	7
1.3	Fotos	7
1.4	Dokumente	4
2	Datenoutput	Gesamt: 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	7
2.4	Datenverarbeitung	7
2.5	Archivierung	7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	4

Checklisten

Checklisten bieten die Möglichkeit standardisierte Kontrollen durchzuführen und Arbeiten hinsichtlich des Ausführungsstands und der Ausführungsqualität zu bewerten.

- Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?

Pläne

Mit Hilfe von Plänen kann der Soll- mit dem Ist-Zustand abgeglichen werden. Außerdem ermöglichen Pläne die genaue Zuordnung der festgestellten Mängel oder der im Zuge der Bauausführungsdokumentation erfassten Daten.

- Können Pläne in das Tool eingespielt werden?

Fotos

Fotos bieten eine sehr einfache und schnelle Möglichkeit zur Dokumentation der allgemeinen Bauausführung sowie im Speziellen von Mängeln. Die Fotos werden im Zuge der Baustellenbegehung erstellt und gespeichert. In Ausnahmefällen ist es auch notwendig, Fotos von anderen Quellen hinzuzufügen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn von einer Person, die das eingesetzte Tool nicht nützt, ein Mangel gemeldet wird. Zudem kommt es vor, dass ein Mangel nicht im Zuge einer Begehung sondern spontan entdeckt wird und die den Mangel aufnehmende Person das entsprechende mobile Endgerät nicht bei der Hand hat.

- Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden?
- Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?

Dokumente

Dokumente können die Beweissicherung unterstützen und zusätzliche Informationen zur Verfügung stellen.

- Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?

5.1.2 Datenoutput

Die verschiedenen Tools zur Qualitätssicherung bieten unterschiedliche Möglichkeiten Daten zu verwerten und auszugeben. Der Datenoutput ist einerseits für den Umgang mit Mängeln während der Ausführung und andererseits für eine spätere Nachvollziehbarkeit von Bedeutung. Diese Daten ermöglichen außerdem den in Kapitel 6 beschriebenen Übergang von der Qualitätssicherung zum Qualitätsmanagement. In dieser Kategorie sind alle Kriterien von großer Bedeutung, sodass die Punkteverteilung gleichmäßig erfolgt. Pro Kriterium können sieben Punkte erreicht werden.

Beweissicherung

Die Beweissicherung spielt eine zentrale Rolle beim Mängelmanagement. Daten sollten so erfasst werden, dass diese vor Gericht Bestand haben. Dazu zählt auch, dass sie im Nachhinein nicht oder nur nachvollziehbar abänderbar sind und keine Beweismanipulation durch endgültiges Löschen von Daten möglich ist.

- Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen?

Aufgaben / Benachrichtigungen

Benachrichtigungen und Aufgaben direkt aus dem Programm mit anderen Projektbeteiligten zu teilen, vereinfacht die Arbeit auf der Baustelle und ermöglicht dem Nutzer Zeit zu sparen. Benachrichtigungen und Aufgaben können entweder für alle Projektbeteiligten oder nur für einzelne Personen oder Gruppen von Interesse sein. Das Bearbeiten der Aufgaben erfolgt in weiterer Folge durch die betroffenen Personen.

- Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen, an alle Projektbeteiligten sowie ausgewählte Personengruppen versandt werden?
- Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?

Datenexport (diverse Formate)

Der Datenexport erfolgt in verschiedenen Formaten. Beispiele dafür sind docx-, xlsx-, pdf-, jpg-, dxf- und dwg-Dateien. Von besonderer Bedeutung ist welche Daten exportiert werden können.

- Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?
- Ist diese Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich?

Datenverarbeitung

Unter der Datenverarbeitung ist der weitere Umgang mit den aufgenommenen Daten zu verstehen. Für das Qualitätsmanagement sind Kennzahlen und Statistiken aus der Qualitätssicherung von besonderem Interesse. Der Übergang von Daten aus der Qualitätssicherung zum Qualitätsmanagement erfolgt in Form von Kennzahlen und wird in Kapitel 6 näher beschrieben. Da sich das Qualitätsmanagement nicht mit einzelnen Baustellen befasst ist eine projektübergreifende statistische Auswertung von Bedeutung.

- Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden?
- Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?

Archivierung

Die Archivierung der Daten ist für die weitere Verwendung dieser nach der Ausführungsphase von Bedeutung. Dabei ist eine klare Struktur und Nachvollziehbarkeit der Ablage selbst nach vielen Jahren wünschenswert. Um zukünftig Zeit zu sparen und den Informationsverlust zu minimieren ist es von Vorteil, gezielt auf archivierte Daten zugreifen zu können.

- Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert?
- Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich?
- Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?

5.1.3 Bedienbarkeit

Abschnitt 5.1.1 und 5.1.2 decken technisch gesehen die wichtigsten Aspekte einer Qualitätssicherungs- und Mängelmanagementmethode ab. Der Einsatz eines Qualitätssicherungstools wird sich allerdings nur durchsetzen, wenn dieses nutzerfreundlich und leicht bedienbar ist. Somit steht die einfache Bedienbarkeit an erster Stelle und wurde mit acht Punkten bewertet. Die offline Verfügbarkeit, klare Zuordnung der Daten, die Unabhängigkeit von Geräten und Betriebssystemen sowie die Kompatibilität mit anderen Tools sind weitere wichtige Punkte, welche zur Bedienbarkeit zählen und in diese mit jeweils sechs Punkten mit einfließen. Variable Benutzereinstellungen sowie die Verfügbarkeit von Handbüchern oder Tutorials wurden je mit vier Punkten bewertet.

Einfache Bedienbarkeit

Die einfache Bedienbarkeit spielt eine sehr große Rolle bei der Auswahl des Tools. Das Programm sollte möglichst selbsterklärend und einfach in der Handhabung sein, sodass jeder auf der Baustelle damit umgehen kann.

- Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert?
- Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte?
- Sind die wichtigsten Optionen selbsterklärend und einfach zu finden?

Offline Verfügbarkeit

Da auf der Baustelle, zum Beispiel in Kellern oder bei Sonderbauten, die mobile Datenverbindung nicht lückenlos garantiert ist, sollten die Tools auch offline funktionieren. Sobald eine mobile Datenverbindung besteht, sollten die aufgenommenen Daten hochgeladen werden.

- Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung?

Klare Zuordnung der Daten

Da für die spätere Verarbeitung und Auswertung von Daten die klare Zuordnung dieser von großer Bedeutung ist, sollte dies direkt bei der Aufnahme der Daten erfolgen. Die Zuordnung kann zum Beispiel direkt am entsprechenden Plan, nach Gewerk oder nach Datum erfolgen. Außerdem ist die Zuordnung während des Baus relevant um damit schnell und einfach erfasste Daten wiederzufinden.

- Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?
- Kann nach dieser Zuordnung gezielt im Tool gefiltert werden?

Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem

Da auf einer Baustelle sehr viele Personen und verschiedene Firmen beteiligt sind, ist es bei der Einführung eines einheitlichen Systems von Bedeutung, dass dieses mit jedem eingesetzten mobilen Endgerät bedient werden kann.

- Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?
- Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?

Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität

Sollten auf einer Baustelle verschiedene Projektbeteiligte mit unterschiedlichen Tools arbeiten, ist es von Vorteil, wenn diese miteinander kompatibel sind.

- Gibt es eine Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungstools?

Variable Benutzereinstellungen

Da nicht jeder Projektbeteiligte die gleichen Zugangs- und Bearbeitungsrechte haben darf, sollte das Tool Einschränkungen bezüglich dieser Einstellungen zulassen. Zumindest eine Unterscheidung zwischen firmeneigenen und firmenfremden Personen sollte möglich sein. Bei den firmenfremden Personen kann es sich um den Auftraggeber oder um Subunternehmer handeln. Mit diesen Personen werden nur die für sie relevanten erfassten Daten geteilt. Zudem sind die Bearbeitungsrechte dieser Personen eingeschränkt. Bei den firmeneigenen Personen sollte eine Einschränkung der Administratorenrechte für einzelne Personen möglich sein. Um eine klare Struktur beizubehalten, sollten die Grundeinstellung nur von ausgewählten Personen verändert werden.

- Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variabel vergeben werden?

Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials

Zur Unterstützung und zur Auffrischung des Wissens sollten Handbücher oder kurze Videotutorials zur Verfügung stehen.

- Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Programms?

5.2 Evaluierung

Die Durchführung der Qualitätssicherung ist mit Hilfe einer Vielzahl verschiedener Tools möglich. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet ein möglichst breites Spektrum der am Markt befindenden Tools abzudecken. Am Beginn der Auswahl stand eine ausführliche Internetrecherche sowie Fachgespräche. Zudem floss die persönliche Erfahrung der Autorin der vorliegenden Arbeit mit ein. Es wurden verschiedene Toolarten ausgewählt. Diese umfassen die händische Erfassung, verknüpfbare Tools, branchenspezifische und branchenunabhängige Tools. Das Hauptaugenmerk lag bei der Auswahl auf Tools aus dem deutschsprachigen Raum. Zum Vergleich wurde zudem ein Tool aus den USA evaluiert. Die Autorin entschied sich zur Evaluierung der folgenden Tools:²⁰

²⁰Die Auswahl sowie die Evaluierung erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen der Autorin und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- **Händische Erfassung:** Die händische Erfassung erfolgt individuell, auf die Größe und den Umfang des Bauprojekts abgestimmt, unter Zuhilfenahme von firmeninternen Checklisten, ausgedruckten Plänen und einer Digitalkamera.
- **docu tools:** docu tools ist eine Software der docu tools GmbH, die Sitze in Österreich, Deutschland und Ungarn hat. Die Software dient als eine für die Baubranche entwickelte Dokumentations- und Kommunikationsplattform. [16]
- **PlanRadar:** Die PlanRadar GmbH bietet eine Software zur digitalen Dokumentation und Kommunikation bei Bau- und Immobilienprojekten. Der Firmensitz befindet sich in Wien, Österreich. [62]
- **Bau-Suite:** QM-Checklisten, Baudokumentation (Baufoto) und Bau-Mängelmanagement sind Anwendungen der Open Experience GmbH, die zur Qualitätssicherung auf der Baustelle genutzt werden können. Zu den weiteren Anwendungen, welche im Zuge der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet werden, gehören die Services Bautagebuch, Brandschutzdokumentation und Sonderwunschabwicklung. Die Bau-Suite ist die Zusammenfassung all dieser Anwendungen. Das Unternehmen wurde 2009 mit Sitz in Karlsruhe, Deutschland gegründet. [58]
- **Fieldwire:** Fieldwire ist ein Unternehmen mit Sitz in San Francisco, USA. Es bietet Softwarelösungen zur Qualitätssicherung für Auftraggeber, Auftragnehmer sowie Architekten und Designer an. [24]
- **testify:** Die Testify GmbH mit Firmensitz in Linz, Österreich bietet eine Software für digitale Checklisten und mobile Mangelverwaltung für verschiedene Anwendungsgebiete und Industriezweige. Bei dieser Anwendung handelt es sich um keine branchenspezifische Software. Zu ihren Kunden zählen unter anderem ein Gleisbauunternehmen, ein Fahrzeughersteller sowie ein Immobilienunternehmen. [86]
- **edr software:** Die edr software GmbH mit Sitz in München, Deutschland bietet mehrere verschiedene Softwarelösungen für die Bauindustrie an. Im Zuge der vorliegenden Arbeit werden die Tools docma MM, docma PIX und mydocma APP BUILDER betrachtet. Weiters bietet die edr software GmbH docma REPORT, eine Software zur Baudokumentation, sowie ein Tool zum Dokumentenmanagement und docma SHARE, eine Anwendung zur Datenvernetzung. [22]
- **123quality:** Die 123erfasst.de GmbH mit Sitz in Lohne, Deutschland bietet eine mobile Mängelmanagement-App für die Baustelle an. Die 123erfasst.de GmbH ist Teil der NEVARIS Bausoftware GmbH. [2]

Bei der Analyse wurden sowohl die Desktop-Versionen als auch die Applikationen für mobile Endgeräte näher betrachtet. Die Desktop-Version wurde auf einem Computer mit dem Betriebssystem Windows 10 getestet. Bei dem zur Evaluierung genutzten Tablet handelt es sich um das Modell Samsung Galaxy Tab S5e mit der Android-Version 9. Zum Testen der Programme wurde ein fiktives Projekt erstellt. Die dazu verwendeten Planunterlagen [65, 66] wurden von der Autorin dieser Arbeit im Zuge des Studiums erstellt.

Die Evaluierung erfolgt entsprechend der in Abschnitt 5.1 beschriebenen Evaluierungskriterien. Zur Auswertung wurde eine Exceldatei erstellt, welche in Abbildung 5.1 abgebildet wird. Die detaillierte Auswertung wird in Anhang B.3 angeführt. Die maximal erreichbaren Punkte je Kategorie sind in Tabelle 5.1 dargestellt. Die Punkte werden innerhalb der Kategorien gleichmäßig auf die in Abschnitt 5.1 angeführten Fragestellungen aufgeteilt. Kann die Frage mit „ja“ oder

5.2 Evaluierung

Kategorie	Kriterien		Mögliche Punkte	Tool	
	Dateinput	Dateoutput		Antwort	Bewertung
1			25,0		
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0		
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0		
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden? Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	3,5		
1.4	Dokumente		4,0		
2		Dateinput	35,0		
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können? Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	7,0		
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5		
2.3	Datensporte (diverse Formate)	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,5		
2.4	Datenvorarbeitung		3,5		
2.5	Archivierung		2,3		
3		Dateoutput	40,0		
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbsterklärend und einfach zu finden?	2,7		
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	2,7		
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	6,0		
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystem (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0		
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	3,0		
3.6	Variablen Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden?	4,0		
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0		
	Ergebnis		100,0		SUMME

Abb. 5.1: Auswertung - Übersicht

„ausreichend“ beantwortet werden, werden die vollen Punkte verbucht. Lautet die Antwort „nein“ oder „nicht ausreichend“ werden keine Punkte vergeben. Außerdem gibt es die Möglichkeit ein Fragestellung „teilweise“ oder „variabel“ zu erfüllen. In diesem Fall wird dieser Fragestellung die Hälfte der Punkte zugewiesen. Die Auswertung und die genaue Beschreibung der Tools befindet sich in Abschnitt 5.2.1 bis 5.2.8.

5.2.1 Händische Erfassung

Die händische Erfassung erfolgt mit ausgedruckten Checklisten und Plänen. Zur weiteren Datenaufnahme wird eine Digitalkamera zur Hilfe genommen. Die Checklisten können von jedem Unternehmen individuell erstellt und gegebenenfalls an die einzelnen Bauprojekte angepasst werden. Beispiele für zu kontrollierende Gewerke und die für die Qualitätssicherung relevanten Aspekte werden in Abschnitt 4.2 beschrieben. Die Kosten für die Baustelle bei der händischen Erfassung beschränken sich auf die Lohnkosten der Angestellten, welche die Daten erfassen.

Dateninput - Händische Erfassung

Checklisten, wie in Abbildung 5.2 dargestellt, bilden die Grundlage der händischen Erfassung. Diese liegen dem Bauleitungsteam in ausgedruckter Form vor und werden per Hand ausgefüllt.

Hinzu kommen Pläne, welche den Checklisten beigefügt werden. Allerdings ist keine direkte Verknüpfung möglich.

Fotos können mit Hilfe einer Digitalkamera oder einem Mobiltelefon aufgenommen werden und in weiterer Folge den Plänen beigelegt werden. Die direkte Einbindung in die Pläne oder Checklisten ist nicht möglich.

Zusätzliche Dokumente können beigefügt werden, sofern diese in ausgedruckter Form vorhanden sind.

Da keine direkte Verknüpfung zwischen Plänen und Checklisten und Fotos nicht mit diesem Tool aufgenommen werden können, die sonstigen Kriterien allerdings erfüllt sind, erreicht die händische Erfassung in der Kategorie Dateninput 18 von 25 möglichen Punkten.

Datenoutput - Händische Erfassung

Die erfassten Daten können jederzeit abgeändert werden, sodass diese nur zur Beweissicherung herangezogen werden können, wenn diese ordnungsgemäß unterzeichnet und dem Bauherrn vorgelegt wurden.

Aufgaben und Benachrichtigungen können mit dieser Methode nicht automatisch versandt werden. Die Information der Projektbeteiligten erfolgt via E-Mail oder Telefon. Der Vorteil des E-Mails ist, dass die bearbeiteten Unterlagen eingescannt und der Nachricht angehängt werden können.

Die Daten aus dem Dateninput können zusammengefügt, allerdings nicht direkt in Zusammenhang gestellt werden. Das bedeutet, dass sämtliche Unterlagen in einem gemeinsamen analogen oder digitalen Ordner abgelegt werden können, allerdings keine Verknüpfung der Daten möglich ist. Die Erstellung eines digitalen Ordners, in dem die Unterlagen in Form von pdf-Dateien gespeichert werden, erfordert das vorherige Einscannen der Unterlagen.

Die Auswertung der Daten in Form von Kennzahlen und Statistiken ist mit dieser Methode nur durch händische Erstellung möglich.

Die Archivierung der Daten ist von keinem Programm abhängig und somit über viele Jahre ohne großen Aufwand möglich. Allerdings müssen die Daten und Dokumentation auch tatsächlich abgelegt und gespeichert werden. Dies erfolgt nicht automatisch und muss durch das Bauleitungsteam mit Sorgfalt durchgeführt und verwaltet werden. Die gezielte Suche nach einzelnen Daten ist nicht möglich.

Checkliste				
Gewerk	Stand: Monat/Jahr			
Bauvorhaben: _____	Bauteil: _____			
Subunternehmer: _____	Überwachung: _____			
	Nicht vorhanden	Nicht in Ordnung	In Ordnung	
Thema 1 (z.B. Startgespräch/Unterweisung, Material, Untergrund, Vorgewerke, Anschlüsse, ...)				Prüfpunkt 1.1 (z.B. Daten vorhanden, Übernahme Untergrund, Vorarbeiten geleistet, Verarbeitungstemperatur x°C,...)
				Prüfpunkt 1.2
				Prüfpunkt 1.3
				Prüfpunkt 1.4
Thema 2				Prüfpunkt 2.1
				Prüfpunkt 2.2
				Prüfpunkt 2.3
Thema 3				Prüfpunkt 3.1
				Prüfpunkt 3.2
				Prüfpunkt 3.3
				Prüfpunkt 3.4
				Prüfpunkt 3.5

Begehung Nr.: _____ Datum, Unterschrift: _____

Abb. 5.2: Checkliste - Händische Erfassung [79]

In der Kategorie Datenoutput beträgt das Ergebnis 8,8 von möglichen 35 Punkten. Der Punktabzug ergibt sich aus der umständlichen Datenverarbeitung und Archivierung. Hinzukommt, dass es nicht möglich ist Aufgaben und Benachrichtigungen direkt an die betroffenen Personen zu versenden.

Bedienbarkeit - Händische Erfassung

Eine einfache Bedienbarkeit ist bei der händischen Erfassung garantiert. Die Struktur und Vorgehensweise ist klar und einfach, sodass man das Tool auch ohne Vorhandensein von Handbüchern oder Videotutorials bedienen kann.

Bei der Datenerfassung ist keine Datenverbindung notwendig. Es besteht keine Abhängigkeit von einem Betriebssystem oder einer Geräteart.

Dadurch, dass die Checklisten nur bei gezielten Kontrollen und nicht bei jeder Begehung mitgeführt werden, können erfasste Daten nur teilweise direkt bei der Begehung klar zugeordnet

werden. Bei täglichen Begehungen besteht die Möglichkeit Fotos zu machen, die zu einem späteren Zeitpunkt der entsprechenden Checkliste oder einem Gewerk zugeordnet werden.

Mit einem nachvollziehbaren Ablagesystem kann während des Baus auf die erfassten Daten zugegriffen werden.

Zugangs- und Bearbeitungsrechte können variabel vergeben werden, da die Verbreitung der Daten für jeden Projektbeteiligten individuell erfolgt.

Die Bedienbarkeit erreicht 27 von möglichen 40 Punkten. Die Bedienbarkeit gestaltet sich als leicht verständlich und von jedermann einsetzbar. Lediglich die Kriterien klare Zuordnung der Daten, Schnittstellen zu anderen Programmen/Kompatibilität und Handbuch/Tutorials führen wie vorangegangen beschrieben zu einem Punkteanzug.

Fazit - Händische Erfassung

Tabelle 5.2 stellt die Zusammenfassung des Ergebnisses der Evaluierung der händischen Erfassung dar. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine genauere Aufschlüsselung der Analyse ist in Anhang B Abbildung B.3 ersichtlich. Das Gesamtergebnis liegt bei 53,8 Punkten.

Tab. 5.2: Händische Erfassung - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 18 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	7 / 7
1.2	Pläne	3,5 / 7
1.3	Fotos	3,5 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 8,8 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	3,5 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	0 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	1,8 / 7
2.4	Datenverarbeitung	0 / 7
2.5	Archivierung	3,5 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 27 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	8 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	3 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	0 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	0 / 4
Ergebnis		53,8 / 100 Punkte

Diese Methode ist einfach und an jedes Bauprojekt anpassbar. Der Einsatz dieser Methode ist allerdings nur bei kleinen Projekten oder für die Unterstützung der Qualitätssicherung, beispielsweise in Form von Fotos der täglichen Baustellenbegehungen, zu empfehlen. Zudem ist diese Methode für gezielte Kontrollen der Qualitätssicherung, mit Hilfe der für die einzelnen Gewerke erstellten Checklisten, gut geeignet. Für das Mängelmanagement sollte allerdings ein anderes Tool verwendet werden. Die Auswertung der Daten ist mit dieser Methode nur mit großem Mehraufwand möglich.

Der Vergleich der händischen Erfassung mit digitalen Möglichkeiten erweist sich als schwierig, da der Einsatzzweck nicht ganz ident ist. Als Unterstützung ist die händische Erfassung bei jedem weiteren Tool möglich und aufgrund der einfachen Bedienbarkeit sinnvoll.

5.2.2 docu tools

Zur Analyse dieses Tools wurde eine 30 tägige Testversion beantragt. Bei den getesteten Versionen handelt es sich bei der Desktop-Version um die Version Road roller - 4120 und am Tablet um die Version 1.13.0. Die Kosten für eine Vollversion mit unlimitierter Datenerfassung beträgt 89 € pro Monat und Benutzer [17]. Subunternehmer, die kein eigenes Benutzerkonto haben, können kostenlos auf die für sie relevanten Dateien zugreifen.

Dateninput - docu tools

Die Basis der Datenerfassung bilden bei docu tools Pläne. Die Pläne werden einem Projekt zugeordnet und können zur besseren Übersicht auf Ordner aufgeteilt werden. Mögliche Dateiformate beim Importieren von Plänen sind pdf, jpg oder png. Durch die Zuordnung in Ordner kann zum Beispiel eine Unterteilung in Bauabschnitte oder Geschoße erfolgen.

In weiterer Folge können direkt am Plan sogenannte Pins gesetzt werden. Ein jeder Pin muss einer Kategorie zugeteilt werden. Diese Kategorien werden für das gesamte Projekt erstellt und sind am Plan auf den ersten Blick durch verschiedene Farben erkennbar. Beispiele für diese Kategorien sind Allgemein, Mängel oder Brandschutz. Weiters können den Pins Fotos, Dokumente, Tonaufzeichnungen sowie Notizen und Aufgaben beigefügt werden. Zudem ist eine Bewertung des Pins, zum Beispiel bezüglich der Dringlichkeit oder der Kosten möglich. Die Voreinstellungen dafür werden für das ganze Projekt getroffen. Sollte sich der Planstand ändern ist es möglich den Plan zu erneuern und die zuvor erfassten Pins auf den aktuellen Plan zu übernehmen. Fotos können entweder direkt in der Applikation mit dem Tablet oder Mobiltelefon aufgenommen werden oder von einer anderen Quelle hinzugefügt werden. Abbildung 5.3 zeigt einen Ausschnitt aus docu tools beim Erstellen eines Pins. Auf der linken Seite befindet sich die Planübersicht mit der Position der Pins (blaue Umrandung). Auf der rechten Seite sind die Eingabefelder zur Datenerfassung (gelbe Umrandung) abgebildet. Bei dem ausgewählten Pin handelt es sich um einen Mangel. Dies ist an der roten Farbe des Pins erkenntlich.

Zusätzlich können weitere Informationen durch sogenannte Datasets hinzugefügt werden. Datasets dienen dazu einen Pin mit weiteren Informationen zu versehen. Mögliche Anwendungsbereiche sind zum Beispiel Raumbücher, Gewerkelisten oder Türlisten. Datasets können in Form von Tabellen, in den Formaten xlsx oder csv, importiert werden.

Das Erstellen und Bearbeiten von Checklisten ist nicht vorgesehen und somit auch nicht möglich.

Da der Einsatz von Checklisten in docu tools nicht vorgesehen ist, erreichte die Kategorie Dateninput 18 von möglichen 25 Punkten.

Datenoutput - docu tools

Wurden Daten einmal erfasst und hochgeladen können diese nicht unbemerkt gelöscht oder manipuliert werden. Unerwünschte Daten werden auf inaktiv geschaltet und sind somit auf den ersten Blick nicht mehr ersichtlich, können aber jederzeit wieder aktiviert werden.

Ein Pin kann eine oder mehrere Aufgaben enthalten. Jede dieser Aufgaben kann einer gewissen Person zugeteilt werden und mit einer Beschreibung, einem Fälligkeitsdatum und Erinnerungen versehen werden. Die ausgewählte Person kann die Aufgabe als erledigt markieren, abweisen oder delegieren. Zudem kann die Aufgabe nach Abschluss der Arbeiten geschlossen werden. Um Aufgaben zu erhalten, einzusehen und deren Verlauf zu dokumentieren ist kein eigener Zugang zu docu tools notwendig. Das Verfassen und Versenden von Nachrichten ohne Pins oder eine

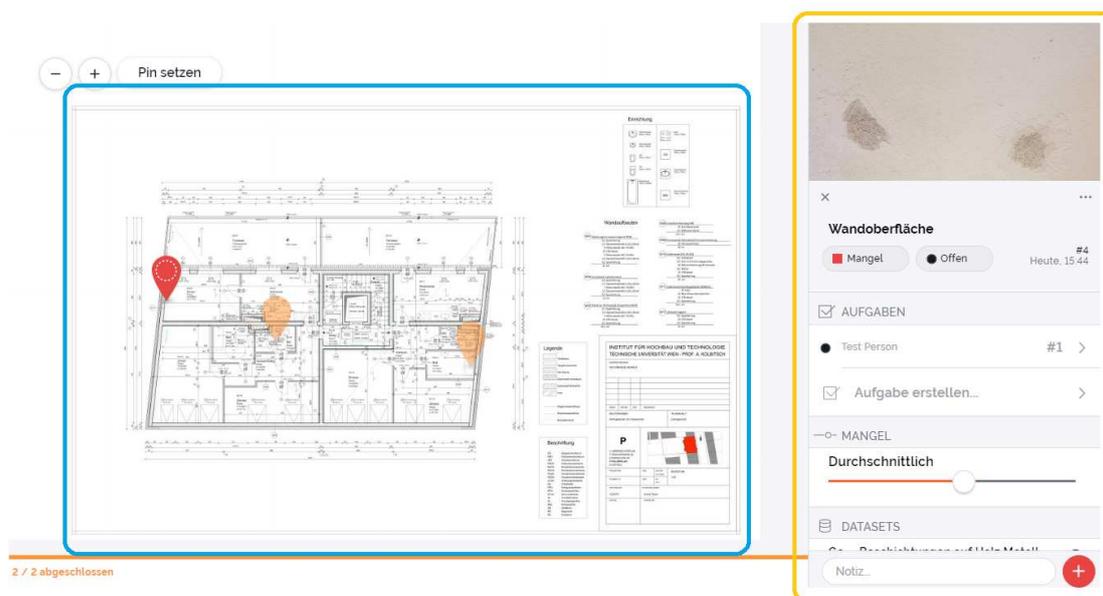


Abb. 5.3: Planübersicht - docu tools [68]

Chatfunktion ist in docu tools nicht vorgesehen. Berichte können direkt aus dem Programm per E-Mail geteilt werden.

Berichte enthalten alle erfassten Daten und können individuell zusammengestellt werden. docu tools bietet eine Auswahl an Berichtsvorlagen, wobei diese bearbeitet oder neu erstellt werden können. Abbildung 5.4 zeigt einen Ausschnitt eines Detailberichts. Der Bericht enthält sämtliche erfassten Daten wie Kategorie, Fotos, Dokumente, Aufgaben und deren Status sowie Schlagwörter. Ein Planausschnitt gibt Informationen zur Position des erfassten Pins. Neben der Ausgabe im pdf-Format ist auch eine Ausgabe im docx-Format möglich. Zudem ist eine Datenausgabe in Form von xlsx-Tabellen möglich. Welche Pins beim Erstellen der verschiedenen Berichte berücksichtigt werden, kann mit Hilfe von Filtern individuell angepasst werden. Außerdem ist ein Export der Pläne mit sämtlichen oder nur mit gefilterten Pins möglich. Dieser Planexport erfolgt im pdf-Format.

Unter anderem gibt es vom Programm eine Vorlage zum Erstellen eines Berichts in Form einer Aufgabenliste, die auch einen Überblick sowie Grafiken über die offenen und abgeschlossenen Aufgaben gibt. Allerdings können nicht automatisch genauere Kennzahlen über die zuständigen Personen, Kategorien der Aufgaben und dergleichen erstellt werden. Die Auswertung ist immer nur für ein Projekt möglich und es können keine projektübergreifenden Kennwerte oder Statistiken erstellt werden.

docu tools ist eine Software mit Cloud-Lösung. Die Daten werden innerhalb der EU im Amazon Datencenter in Frankfurt gespeichert und nach Beendigung des Vertragsverhältnisses nach weiteren 30 Tagen gelöscht [15]. Die programmunabhängige Archivierung der Daten ist in Form von pdf-, docx- und xlsx-Dateien zwar möglich, allerdings bieten diese Formate nicht mehr die ursprüngliche planbasierte Darstellung und Zuordnung der Daten. Sowohl im Programm selbst als auch in den Berichten kann gezielt nach einzelnen Daten gesucht werden.

Der Datenoutput bei docu tools erreichte 25,1 von möglichen 35 Punkten. Nachrichten können nicht direkt aus dem Tool an einzelne Projektbeteiligte versandt werden. Zudem ist keine umfangreiche Datenverarbeitung in Form von projektübergreifenden statistischen Auswertungen möglich. Die umfangreiche Beweissicherung hat Bestand vor Gericht und stellt einen der Grundsätze dieses Tools dar.



Abb. 5.4: pdf-Bericht - docu tools [68]

Bedienbarkeit - docu tools

Die Bedienoberfläche von docu tools ist klar und einfach strukturiert aufgebaut. Das Erstellen von Pins und Aufgaben auf den importierten Plänen stellt die Basis der Dokumentation dar. Die Vorgehensweise dabei ist immer gleich. Lediglich beim Erstellen von Projekten und deren Einstellungen sowie beim Hinzufügen von Berichtsvorlagen ist ein Blick in das Handbuch empfehlenswert.

Die Anwendung dieses Tools ist ohne ständige Datenverbindung möglich. Vor der Verwendung im Offline-Modus ist lediglich der Download des Projekts oder einzelner Pläne auf das gewünschte Gerät notwendig. Zu einem späteren Zeitpunkt können die erfassten Daten hochgeladen werden. Dies erfolgt, je nach Einstellung, entweder manuell oder automatisch.

Die Daten können direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden. Neben der Position am Plan durch das Setzen von Pins ist es auch möglich Schlagwörter hinzuzufügen. Außerdem können mit Hilfe von Datasets weitere Informationen hinzugefügt und Zuordnungen getroffen werden. Eine grobe Einteilung ist zudem durch die Pinkategorie möglich. Um erfasste Daten später leicht wiederzufinden, gibt es umfassende Filtermöglichkeiten. Neben der Schlagwörter und Datasets kann unter anderem nach Erstellungs- und Abänderungsdatum, Ersteller und Aufgabenstatus gefiltert werden.

Die Benutzung des Programms ist sowohl vom Computer als auch vom Tablet oder Mobiltelefon aus möglich. Die Desktop-Version ist für die Anwendung mit den Browsern Chrome, Firefox und MS Edge optimiert [19]. Die Applikation für Mobile Geräte ist sowohl für iOS als auch für Android erhältlich und wird für folgende Betriebssysteme unterstützt: [19]

- Apple iPad und iPhone: iPadOS12 bzw. iOS12
- Android Smartphone: Chrome ab Version 71
- Android Tablet: Android 8 (Oreo), 9 (Pie) und 10 (Android Q)

Der Datenaustausch mit anderen Qualitätssicherungstools ist nicht möglich. Lediglich die manuelle Übertragung der exportierten Daten wäre eine Option.

Die Zugangs- und Bearbeitungsrechte können, in Form von sogenannten Rollen, variabel vergeben werden. Abbildung 5.5 gibt einen Überblick über die Verteilung der möglichen Rollen und deren Berechtigungen. Subunternehmer brauchen keinen eigenen docu tools Zugang, sondern können auf die für sie bestimmten Pläne und Aufgaben frei zugreifen.

Um die Bedienung des Tools zu erleichtert stehen frei zugängliche YouTube Videos [18] sowie das docu tool Help Center zur Verfügung. Das Help Center erreicht man sowohl über die Web-Version als auch über die Applikation dieses Tools.

Die Bedienbarkeit erreichte 32,7 von möglichen 40 Punkten. Die Bedienbarkeit ist einfach strukturiert und bietet eine klare Zuordnung von Daten. Lediglich der Datenaustausch mit anderen Qualitätssicherungstools ist nicht möglich.

Fazit - docu tools

Tabelle 5.3 stellt die Zusammenfassung des Ergebnisses der Evaluierung von docu tools dar. Das Gesamtergebnis liegt bei 75,8 Punkten. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine detailliertere Aufschlüsselung der Ergebnisse bietet Anhang B Abbildung B.4.

Tab. 5.3: docu tools - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 18 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	0 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 25,1 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	7 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	7 / 7
2.4	Datenverarbeitung	1,8 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 32,7 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	6,7 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	0 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	4 / 4
	Ergebnis	75,8 / 100 Punkte

docu tools bietet die Möglichkeit der schnellen und einfachen Dokumentation während der Ausführungsphase. Im Zuge der Qualitätssicherung können bei Baustellenbegehungen erkann-

	Administrator	Assistent	Externer Betrachter	Interner Betrachter	Subunternehmer
Sehen	alles	alles	alle Pläne, selbst erstellte Pins, Pins mit zugewiesenen Aufgaben	alles	Pläne zu Pins mit zugewiesenen Aufgaben
Inhalte erstellen	alle	Pins und alle Medien, eigene Inhalte editieren	Pins und Medien	nur Kommentare	Medien hochladen zu Pins mit zugewiesenen Aufgaben
Berichte erstellen	alle inkl. Templates	alle inkl. Templates	alle	keine	alle
Team	sehen und neue Kontakte/Mitglieder einladen	nur sehen	nicht sichtbar	nur sehen	nicht sichtbar
Gruppen	sehen und erstellen	sehen und erstellen	nur sehen	nur sehen	nicht sichtbar
Datasets	sehen und erstellen	nur sehen	nur sehen	nur sehen	nicht sichtbar
Medien sehen	alle	alle	zugewiesene Medien, selbst erstellte Medien	alle	zugewiesene Medien
Aufgaben	erstellen, als erledigt melden, schließen, abweisen	erstellen, als erledigt melden, selbst erstellte Aufgaben schließen, abweisen	erstellen, als erledigt melden, selbst erstellte Aufgaben schließen, abweisen	zugewiesene Aufgaben als erledigt markieren/abweisen	zugewiesene Aufgaben als erledigt markieren
Pläne	Upload, verschieben, sehen	sehen	sehen	sehen	Pläne mit Aufgaben sehen
Berichte	alle erstellten Berichte sehen, Berichtsvorlagen zu Projekte hinzufügen (eigene Organisation)	selbst erstellte Berichte sehen	selbst erstellte Berichte sehen	selbst erstellte Berichte sehen	selbst erstellte Berichte sehen, Berichte erstellen nur aus Standardvorlagen

Abb. 5.5: Berechtigungen der Rollen - docu tools [20]

te Mängel erfasst und den verantwortlichen Personen zugewiesen werden. Durch die gezielte Pinsetzung am Plan ist auf den ersten Blick zu erkennen wo sich der Mangel befindet. Weiters kann die verantwortliche Person nach Behebung des Mangels diesen als behoben markieren, wodurch eine schnelle und dokumentierte Kommunikation garantiert ist. Personen ohne eigene docu tools Lizenz können zu einem Projekt eingeladen werden und sämtliche ihnen zugewiesenen Pins einsehen und als erledigt markieren. Der Abschluss eines Pins erfolgt im Anschluss durch einen Administrator des Projekts.

Checklisten im Sinne der Qualitätssicherung können mit diesem Tool nicht bearbeitet werden, wodurch docu tool kein alleiniges ausreichendes Tool zur Qualitätssicherung auf der Baustelle bietet.

Hierfür ist eine Kombination mit der händischen Erfassung oder digitalen Checklisten nötig. Zudem ist das Ausmaß der Datenverarbeitung mit docu tools gering, sodass eine Weitergabe der erfassten Daten, in Form von Statistiken oder Kennzahlen, an das Qualitätsmanagement schwierig ist.

5.2.3 PlanRadar

Die Analyse dieses Tools erfolgt mit einer 30-tägigen Testversion. In dieser Testversion ist ein Beispielprojekt inkludiert. Bei der Tablet-Version handelt es sich um die Version 6.0.39 (6039). Bei der Desktop-Version handelt es sich um eine Browser-Ansicht. Die Kosten für eine Vollversion mit bis zu 100 digitalen Plänen betragen 99 € pro Monat und Benutzer [63]. Um eine unlimitierte Anzahl an Plänen nutzen zu können ist ein individuelles Angebot einzuholen.

Dateninput - PlanRadar

Das Hochladen von Plänen ist in den Formaten pdf, jpg und png möglich. Die Gliederung und Strukturierung der hochgeladenen Pläne erfolgt durch sogenannte Ebenen. Pläne können jederzeit, ohne Verlust von bereits erfassten Daten, aktualisiert werden.

Die Erfassung von weiteren Daten erfolgt mit sogenannten Tickets. Diese können auf Basis von Plänen oder in Listenform aufgenommen werden. Das Layout der Tickets kann individuell angepasst werden. Tickets können neben der Position am Plan mit Fotos, Sprachnachrichten oder Dokumenten versehen werden. Fotos können am Tablet direkt mit der App aufgenommen oder von einer anderen Quelle hinzugefügt werden. Hinzu kommen Informationen über die Priorität, den Status und den Fortschritt des Tickets sowie Notizen. Außerdem werden einerseits Auftragnehmer, die für das jeweilige Ticket zuständig sind, und andererseits die Empfänger, die das Ticket entsprechend ihrer Benutzereinstellungen und Rollen bearbeiten können, ausgewählt. Abbildung 5.6 und Abbildung 5.7 zeigen erfasste Tickets in der Plan- und Listenansicht. Die Planansicht zeigt auf der rechten Seite den Plan mit der Position der erfassten Tickets (blaue Umrandung). Auf der linken Seite ist eine Übersicht mit den wichtigsten Informationen über alle dem ausgewählten Plan zugehörigen Tickets (grüne Umrandung) dargestellt. Die Listenansicht gibt die erfassten Tickets in Listenform wieder. Die Liste enthält Informationen zu den einzelnen Tickets wie zum Beispiel den Titel, den Status, den Ersteller, Fristen und die Ebene. Die Farbe der Tickets gibt in beiden Abbildungen den Status an.

Weitere Informationen können mit Hilfe von Listen angefügt werden. Diese Listen können individuell für jedes Projekt oder für alle Projekte eines Nutzers erstellt werden. Die Listen bieten die Möglichkeit Tickets mit zusätzlichen Informationen zu versehen. Mögliche Anwendungsgebiete sind zum Beispiel Mangelarten, Gewerkelisten oder Raumbücher.

Dokumente können in Form von pdf-, xls-, docx-, dwg- oder dxf-Dateien hochgeladen werden. Die Dokumente können einzelnen Tickets zugeordnet werden oder dem Projekt als allgemeine Datei angefügt werden. Hierbei ist es möglich Checklisten hochzuladen und später wieder herunterzuladen um sie zu bearbeiten. Das Erstellen und Bearbeiten von Checklisten direkt im Programm ist allerdings nicht möglich.

In der Kategorie Dateninput erreicht PlanRadar 18 von möglichen 25 Punkten. Der Einsatz und das Bearbeiten von Checklisten ist in PlanRadar nicht möglich.

Datenoutput - PlanRadar

Da Daten im Nachhinein unwiderruflich gelöscht werden können, bietet dieses Tool keine Möglichkeit zur vollständigen Beweissicherung. Es ist allerdings möglich, das Projekt zu archivieren und so aus der aktuellen Projektliste zu entfernen und vor weiteren Abänderungen zu schützen. Außerdem besteht die Möglichkeit, erstellte Berichte zu signieren. Dies ist mit PlanRadar auch in Form einer digitalen Signatur möglich.

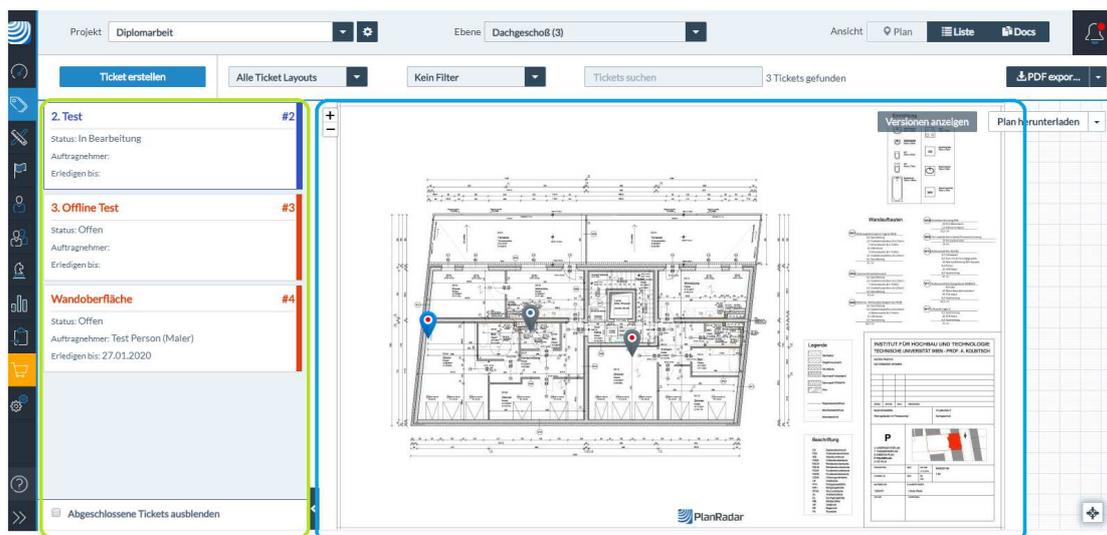


Abb. 5.6: Planübersicht - PlanRadar [70]

ID	TITEL	STATUS	PRIORITÄT	ERSTELLT VON	ERSTELLT ...	AKTUALIS...	ERLEDIGT...	FORTSCHRITT	EBENE	NACHFRIST
4	Wandoberfläche	Offen	Normal	Ursula Plessl	13.01.2020	13.01.2020	27.01.2020		Dachgeschoß	Kein Zugriff
3	3. Offline Test	Offen	Normal	Ursula Plessl	13.01.2020	13.01.2020			Dachgeschoß	Kein Zugriff
2	2. Test	In Bearbeitung	Normal	Ursula Plessl	13.01.2020	13.01.2020			Dachgeschoß	Kein Zugriff

Abb. 5.7: Listenübersicht - PlanRadar [70]

Durch das Angeben des zuständigen Auftragnehmers können den Projektbeteiligten Aufgaben zugeteilt werden. Entsprechend ihrer Rolle und der Benutzereinstellungen können die zugewiesenen Tickets von ihnen bearbeitet werden. Es besteht die Möglichkeit bei den einzelnen Tickets Kommentare zu hinterlassen. Unabhängige Nachrichten können allerdings nicht versandt werden.

Der Datenexport erfolgt durch Berichte, deren Vorlagen individuell angepasst werden können. Der Datenexport kann als pdf- oder xlsx-Datei erfolgen. Abbildung 5.8 stellt einen Ausschnitt eines pdf-Berichts dar. Der Bericht umfasst sämtliche erfassten Daten. Neben der Position am Plan, den hinzugefügten Fotos und den weiteren beim Dateninput angegebenen Daten ist ein Protokoll, mit sämtlichen Bearbeitungsschritten, enthalten.

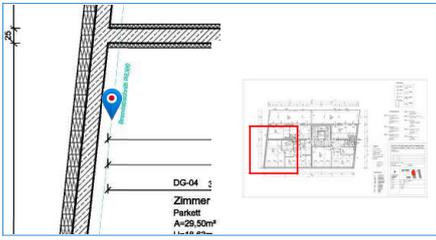
Die erfassten Daten können als aussagekräftige und für die weitere Verwendung relevante Kennzahlen und Statistiken ausgegeben werden. Die Datenverarbeitung erlaubt, Kennzahlen und Statistiken über mehrere Projekte hinweg zu erfassen. Neben der im Programm angezeigten Grafiken, die einen Überblick über die Verteilung der Tickets hinsichtlich deren Status sowie

Diplomarbeit

Erstellt von: Ursula Plessl
 Titel: Wandoberfläche
 Priorität: Normal
 Ebene: Dachgeschoß
 Aktualisiert am: 13.01.2020 16:44
 Zugewiesen an: Test Person (Maler)

Status: Offen
 Erledigen bis: 27.01.2020
 Fortschritt: 0
 Erstellt am: 13.01.2020 16:39
 Aktualisiert von: Ursula Plessl
 Kennung: 4

Plan:



Bilder:



Protokoll:

Ursula Plessl 13.01.2020 16:39
 • Ticket wurde erstellt.

Ursula Plessl 13.01.2020 16:41
 • Ein Bild wurde hinzugefügt
 • Ein Bild wurde hinzugefügt

Ursula Plessl 13.01.2020 16:41
 • Dokument: "Plessl_Produktdatenblatt.pdf" wurde hochgeladen

Diplomarbeit

Ursula Plessl 13.01.2020 16:42
 • Anmerkung hat sich auf Schadhafte Wandoberfläche geändert

Ursula Plessl 13.01.2020 16:44
 • Empfänger hat sich auf Test Person geändert
 • Auftragnehmer hat sich auf Test Person geändert

Abb. 5.8: pdf-Bericht - PlanRadar [70]

über die Benutzerzuteilung und deren Ersteller geben, können die Daten auch als xlsx-Datei exportiert werden.

Die Archivierung der Daten kann direkt im Programm erfolgen oder in Form von Berichten gespeichert werden. Auf Daten im Programm kann zugegriffen werden, solange eine aufrechte Geschäftsbeziehung zwischen dem Kunden und der PlanRadar GmbH besteht. Die Datenverarbeitung und -archivierung erfolgt ausschließlich im Europäischen Wirtschaftsraum. Die programmunabhängige Archivierung erfolgt nur in Form von pdf- und xlsx-Dateien, sodass ein späteres Einspielen in dieses oder ein anderes Tool nicht möglich ist. Nach einzelnen Daten kann gezielt gesucht werden.

Der Datenoutput bei PlanRadar erreichte 26,8 von möglichen 35 Punkten. Das Tool erfüllt in dieser Kategorie beinahe alle Kriterien. Lediglich der direkte Versand von Nachrichten in Form einer Chatfunktion innerhalb des Tools ist nicht möglich. Zudem reicht der alleinige Einsatz dieses Tools nicht zur Beweissicherung aus.

Bedienbarkeit - PlanRadar

Eine einfache Bedienbarkeit von PlanRadar ist nur teilweise gegeben. Die Bedienoberfläche ist nicht klar und einfach strukturiert. Dies liegt unter anderem an der großen Anzahl an Bedienelementen in der Standardansicht und der Mehrdeutigkeit mancher Bezeichnungen. Zum Beispiel wird an einer Stelle von Listen im Sinne von projektunabhängigen Zusatzinformationen, wie unter Dateninput erwähnt, und an einer anderen Stelle aber von Zusatzinformationen in Form projektabhängiger Listen gesprochen. Hinzu kommt außerdem noch die Möglichkeit der Darstellung von Tickets in Listenform. Somit werden dem Begriff Liste in diesem Tool drei

unterschiedliche Bedeutungen zuteil. Bei der Bedienung des Tools fällt auf, dass zwischen Symbol- und Textbuttons gewechselt wird. Dadurch, dass dem Nutzer viele Freiheiten und Möglichkeiten für individuelle Einstellungen zur Verfügung stehen ist die Anwendung dieses Tools komplex. Das Erstellen von Grundeinstellungen und die Eingabe von allgemein nutzbaren Daten in Form von Listen ist im Vergleich zu den anderen getesteten Tools anspruchsvoll. Das reine Erstellen eines Tickets ist einfach und selbsterklärend aufgebaut. Die Struktur des Tools für den Benutzer „Auftragnehmer“ ist einfacher gestaltet, da die meisten Bedienelemente für diese Benutzergruppe gesperrt sind.

Das Programm steht den Nutzern am Tablet auch als offline Version zur Verfügung. Daten können jederzeit aufgenommen und zu einem späteren Zeitpunkt hochgeladen werden. Offline erfasste und noch nicht synchronisierte Tickets werden andersfarbig markiert, sodass dies auf den ersten Blick erkennbar ist.

Daten können direkt bei der Aufnahme eines Tickets im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden. Dazu steht einerseits die Position am Plan sowie die Auswahl von zuständigen Personen, Datum und Uhrzeit sowie textliche Anmerkungen zur Verfügung. Zudem können mit Hilfe von Listen Zusatzinformationen aufgenommen werden. Zur weiteren Verarbeitung der erfassten Daten zu einem späteren Zeitpunkt ist es möglich, nach Merkmalen zu filtern. Im Zuge der Analyse dieses Tools stellte sich jedoch heraus, dass das Filtern nach zugeordneten Begriffen zu keinem Ergebnis führt.

Die Benutzung des Programms ist sowohl vom Computer aus, in Form einer Webapplikation, sowie mittels nativer Applikationen für Smartphones und Tablets möglich. Die Benutzung der Webapplikation wird durch die Browser Chrome, Firefox, Safari und Internetexplorer 11 unterstützt. Bei der mobilen Variante ist sowohl der Einsatz eines Android- als auch eines iOS-Gerätes möglich. [64]

PlanRadar bietet keine Schnittstellen zu anderen Qualitätssicherungsverfahren. Lediglich die manuelle Übertragung von Daten und das Einspielen von händisch erstellten Checklisten, in Form von Dokumenten, wäre möglich.

Zugangs- und Bearbeitungsrechte können variabel vergeben werden. Es wird zwischen In-House Benutzern, Auftragnehmern und Beobachtern unterschieden. In-House Benutzern können unterschiedliche Rollen zugeteilt werden, welche individuell gestaltet werden können. Abbildung 5.9 stellt die möglichen Zugangs- und Bearbeitungsrechte dar. Zum Beispiel kann ein In-House Benutzer ein Zugriffs- und Bearbeitungsrecht für alle Tickets erhalten, das Löschen von Tickets kann ihm dagegen untersagt werden. Zudem können die Verwaltungsberechtigungen, welche die Zugriffe auf die Menüpunkte umfassen, für jeden einzelnen Benutzer angepasst werden. Auftragnehmer können nur auf die für sie bestimmten Tickets zugreifen und diese bearbeiten. Zudem sind die Verwaltungsrechte beschränkt und von PlanRadar definiert. Beobachter können sämtliche Tickets eines Projektes sehen, aber diese nicht bearbeiten. Die Anzahl der Auftragnehmer und Beobachter ist nicht limitiert und deren Nutzung ist kostenlos.

Ein Handbuch steht in Form der Wissensdatenbank [64] zur Verfügung. Neben textlicher Erläuterungen stehen Videos zur Erklärung der einzelnen Schritte zur Verfügung. Diese Hilfsmittel beziehen sich allerdings nur auf die Desktop Version und erklären hauptsächlich grundlegende Einstellungen des Programms. Für die App gibt es eine kurze Erklärung, welche auf die für Nachunternehmer relevanten Punkte eingeht. Zusätzlich wird ein Beispielprojekt mit Tipps angeboten.

PlanRadar erreicht in der Kategorie Bedienbarkeit 25,2 von möglichen 40 Punkten. Der direkte Datenaustausch mit anderen Qualitätssicherungstools ist nicht möglich. Die Evaluierung ergab zudem, dass die Bedienoberfläche nicht klar und einfach strukturiert ist. Diese Bewertung bezieht sich insbesondere auf die Projekteinstellungen, welche von In-House Benutzern bearbeitet werden. Die Aufnahme und Bearbeitung von einzelnen Tickets ist einfach und klar aufgebaut.

Zugriff auf Tickets	selbst erstellte Tickets	der Person zugewiesene Tickets	der Person oder ihrer Gruppe zugewiesene Tickets	alle Ticket
Ticketerstellung	keine Tickets erstellen	Tickets erstellen		
Ticketsbearbeitung	nur Status, Fortschritt, Kommentare und Bildupload	alle Ticketdetails bearbeiten	alle Details können bearbeitet werden, nur der Autor kann das Ticket auf abgeschlossen setzen	
Tickets löschen	keine Tickets löschen	Tickets löschen		
Zugriffe auf Dokumente	kein Zugriff auf Dokumente	Zugriff auf Dokumente zugänglicher Tickets	Zugriff auf alle Dokumente	
Dokument erstellen	keine Dokumente erstellen	Dokumente für zugängliche Tickets erstellen	überall Dokumente erstellen	
Dokumentenbearbeitung	Dokumente umbenennen	Dokumente löschen		
Zugriff auf Projekte	keine Projekte	Projekte in denen er Mitglied ist	Projekte einsehen und bearbeiten in denen er Mitglied ist	

Abb. 5.9: Auswahl der Berechtigungen bei der Erstellung von Rollen für In-House Nutzern - PlanRadar [64]

Fazit - PlanRadar

Tabelle 5.4 stellt die Zusammenfassung des Ergebnisses der Evaluierung von PlanRadar dar. Das Gesamtergebnis liegt bei 70 Punkten. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine genaue Aufschlüsselung der Verteilung ist in Anhang B Abbildung B.5 zu finden.

PlanRadar bietet dem Nutzer eine Vielzahl an Einstellungen, sodass das Tool individuell angepasst und nach den eigenen Wünschen gestaltet werden kann. Diese Vielfalt geht allerdings in den Augen der Autorin zu Lasten der einfachen Bedienbarkeit.

Tab. 5.4: PlanRadar - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 18 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	0 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 26,8 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	3,5 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	7 / 7
2.4	Datenverarbeitung	7 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 25,2 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	2,7 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	4,5 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	0 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	2 / 4
Ergebnis		70 / 100 Punkte

Dieses Tool dient zur schnellen und genauen Dokumentation von Mängeln. Das Erstellen von Checklisten ist nicht vorgesehen, sodass zur umfangreichen Qualitätssicherung ein zusätzliches Tool nötig ist. Eine Verbindung von händischen Checklisten und PlanRadar ist sinnvoll. Die Checklisten können als allgemeine Dokumente eingespielt werden und stehen somit jederzeit zum Download zur Verfügung.

Zudem bietet PlanRadar die Möglichkeit aussagekräftige Statistiken und Kennzahlen zu generieren, welche im Qualitätsmanagement weiterverarbeitet werden können.

5.2.4 Bau-Suite

Zur Evaluierung dieses Tools wurde der Autorin eine Testversion für die Anwendungen Bau-Mängelmanagement, Baudokumentation (Baufoto) und QM-Checklisten zur Verfügung gestellt. Zudem bietet Bau-Suite die Anwendungen Bautagebuch, Brandschutzdokumentation sowie Sonderwunschabwicklung. Im Fokus der Evaluierung steht die Anwendung Bau-Mängelmanagement. Bei der Web-Version handelt es sich um die Version 2.0.695. Die mobile Variante wurde mit der App-Version 1.3.9 (19) getestet.

Die Kosten für die Kunden gestalten sich je nach benötigter Anwendung variabel und sind individuell anzufragen. Die monatlichen Kosten für die gesamte Bau-Suite belaufen sich bei einer Vertragslaufzeit von 36 Monaten und 35 Nutzern auf 56 € pro Nutzer und Monat. Hinzu kommt eine einmalige Einrichtungsgebühr in der Höhe von 2.500 €. Zudem wird zwischen Benutzerabrechnung und Projektabrechnung unterschieden. Bei der Benutzerabrechnung fallen für jeden einzelnen Nutzer Kosten an. Bei der Projektabrechnung wird pro Projekt ein Fixbetrag festgelegt. [57]

Dateninput - Bau-Suite

Die Anwendung QM-Checklisten dient zur Erstellung und Bearbeitung von Checklisten in Form von sogenannten Prüfungen. Checklisten können als xlsx-Datei importiert werden oder direkt im Programm erstellt werden. Zudem stellt das Programm Vorlagen zur Verfügung. Bei der Bearbeitung der Checklisten kann zwischen -in Ordnung-, -nicht in Ordnung- und -nicht geprüft- gewählt werden. Den einzelnen Prüfpunkten können Notizen oder Fotos beigefügt werden. Dabei kann auf Fotos, die mit der Anwendung Baudokumentation aufgenommen wurden, zurückgegriffen werden. Wird -nicht in Ordnung- ausgewählt kann mit der Applikation eine Verbindung zur Anwendung Bau-Mängelmanagement erstellt werden und ein Mangel wie in weiterer Folge beschrieben erfasst werden. Abbildung 5.10 zeigt eine solche Checkliste. Bei der abgebildeten Checkliste handelt es sich um eine Prüfliste für Malerarbeiten. Bei der durchgeführten Prüfung wurden die ersten vier Fragen mit -in Ordnung- beantwortet. Diese sind in der Abbildung mit einem grünen Häkchen markiert. Die fünfte Frage wurde in diesem Beispiel -nicht geprüft- und fällt somit aus der Bewertung. Bei der sechsten Frage wurde ein Fehler festgestellt und die Frage somit mit -nicht in Ordnung- beantwortet. Dies führt zu einer Markierung mit einem Kreuz sowie der Weiterleitung zum Tool Bau-Mängelmanagement.

Prüfpunkt	Status	Markierung	Ergebnis
1. Vorarbeiten: Sind alle Vorarbeiten vorhanden und ordnungsgemäß durchgeführt?	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	in Ordnung
2. Spachteln Ortbeton: Wurden alle Flächen ordnungsgemäß und zweilagig verspachtelt?	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	in Ordnung
3. Malerei: Wurde die Innendispersion zweilagig aufgebracht?	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	in Ordnung
4. Malerei: Wurde die richtige KL der Innendispersion aufgebracht?	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	in Ordnung
5. Zargen: Wurden die Zargen ordnungsgemäß gestrichen?	<input type="checkbox"/>		nicht geprüft
6. Übergabe: Ist der Zustand der Oberflächen in Ordnung?	<input type="checkbox"/>	✗	nicht in Ordnung

Abb. 5.10: Checkliste - Bau-Suite [72]

In der Bau-Suite beschreibt ein Mangel eine zu erledigende Tätigkeit und nicht nur einen Mangel wie in Abschnitt 3.1 definiert. Ein Mangel, im Sinne einer Abweichung vom Bau-Soll, beschreibt eine Nichterfüllung von rechtlich bedungenen sowie gewöhnlich vorausgesetzten Anforderungen [43]. Neben einer einzelnen Mängelerfassung kann eine sogenannte Begehung erstellt werden. Diese Begehung bildet einen Sammelordner zur Bündelung von Mängeln. Mögliche Anwendungsbeispiele sind einzelne Baustellenbegehungen oder gesamte Themengebiete, wie zum Beispiel Sammelordner für Sturmschäden oder Planänderungen. Der Mangeltyp ist in weiterer Folge vom Begehungstyp

abhängig. Das Programm bietet eine Vielzahl an verschiedenen Begehungstypen, welche individuell angepasst werden können. Die Basis der Mängelerfassung und Aufzeichnung ist listenbasiert.

Pläne können in das Programm eingespielt werden und in weiterer Folge in Form von Planausschnitten einzelnen Mängel beigefügt werden. Eine automatische Plansynchronisierung ist möglich, sodass der Planstand immer auf dem neusten Stand ist.

Neben der allgemeinen Baudokumentation mit Hilfe des Tools Baufoto können auch direkt bei der Mängelaufnahme und der Durchführungen von Prüfungen Fotos aufgenommen werden oder von einer anderen Quelle hinzugefügt werden.

Zudem kann einem Mangel eine weitere Datei angefügt werden. Dabei kann es sich um pdf-, zip- oder Bilddateien handeln.

Abbildung 5.11 zeigt die Aufnahme eines Mangels. Der ausgewählte Planausschnitt ist in der Abbildung blau umrandet dargestellt. Zudem wurden dem Mangel Fotos (rosa Umrandung) hinzugefügt. Allgemeine Informationen, wie zum Beispiel das Stockwerk und der Raum sowie das betroffene Gewerk, befinden sich im Bereich der orangen Markierung. Die Auswahl des Status des Mangels erfolgt im Bereich der violetten Kennzeichnung.

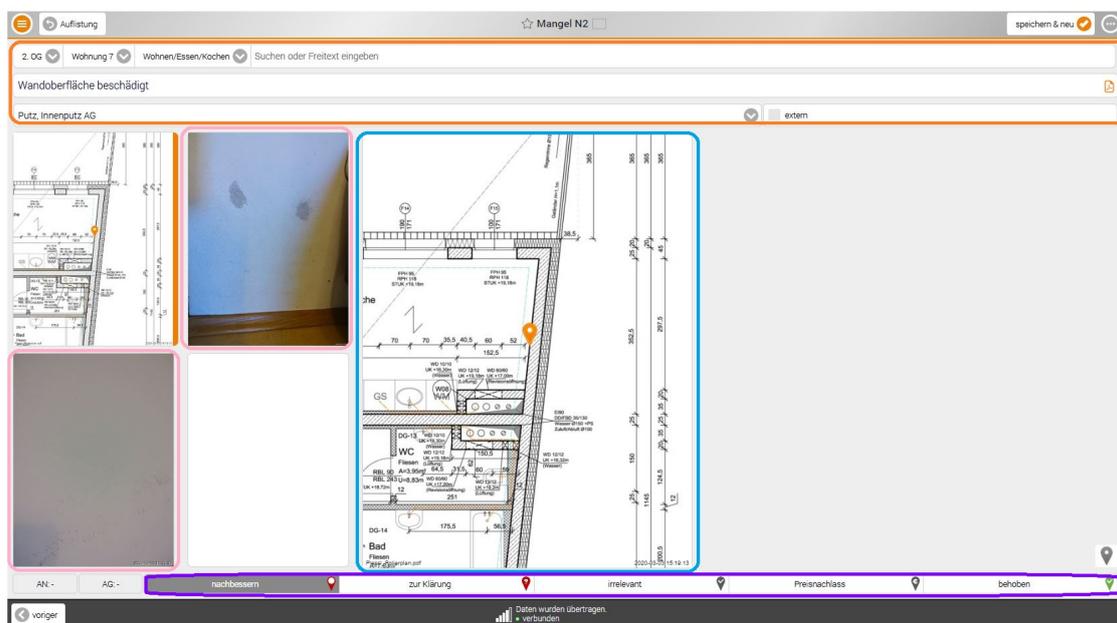


Abb. 5.11: Mängelaufnahme - Bau-Suite [72]

Da alle Kriterien erfüllt werden, erreichte Bau-Suite in der Kategorie Dateninput 25 von möglichen 25 Punkten.

Datenoutput - Bau-Suite

Ein in der Bau-Suite erfasster Mangel oder eine abgeschlossene Prüfung kann nicht gelöscht werden. Dies garantiert die Manipulationssicherheit. Es ist lediglich möglich Checklisten zu archivieren oder Mängel auf irrelevant zu stellen. Diese Daten fließen nicht in weitere Auswertungen mit ein. Dieser Schritt ist jederzeit reversibel.

Der direkte Nachrichtenaustausch in der Bau-Suite ist nicht vorgesehen. Aufgaben können einem zuständigen Auftragnehmer zugeteilt werden. Dieser kann die ihm zugeteilten Aufgaben bearbeiten. Zudem ist es möglich, Aufforderungen zu generieren und diese an einen oder mehrere Auftragnehmer zu versenden.

Nach Beendigung einer Prüfung wird automatisch ein Prüfbericht, wie in Abbildung 5.12 dargestellt, erstellt. Zu Beginn des Berichts stehen allgemeine Informationen zu dem Projekt und der durchgeführten Prüfung. Dazu zählen in diesem Beispiel unter anderem der Projektname „Testprojekt Plessl“, der Status „abgeschlossen“ und der Typ „Malerarbeiten“. In weiterer Folge sind die Fragen und die Antworten inklusive der zugehörigen Bilder abgebildet. Den Abschluss des abgebildeten pdf-Berichts bildet die Unterschriftenzeile. Neben dem pdf-Bericht ist es möglich, die Mangelübersicht in Form von pdf-, xls- oder zip-Dateien herunterzuladen. Das Umwandeln eines einzelnen Mangels in eine pdf-Datei ist ebenso möglich. Abbildung 5.13 zeigt eine solche Übersicht. Diese Mangelübersicht enthält alle zuvor erfassten Informationen und Dateien, sowie einen Planausschnitt, der die Positionierung des Mangels darstellt. Die Erstellung eines Berichts, der sowohl Checklisten als auch Mängel zusammenfasst, ist allerdings nicht möglich.

Abb. 5.12: pdf-Prüfbericht - Bau-Suite [72]

Im Tool Bau-Mängelmanagement ist es möglich Statistiken und Kennzahlen über die erfassten Mängel zu generieren. Dies ist ebenso projektübergreifend möglich. In den Tools QM-Checklisten und Baudokumentation ist keine statistische Auswertung und Erstellung von Kennzahlen möglich.

Die Speicherdauer der Daten ist vom Kundenwunsch abhängig. Solange dieser darauf zugreifen möchte, ist es ihm möglich. Nach Fertigstellung eines Projekts kann der Kunde auf dessen Wunsch hin sämtliche Daten zusammengefasst zugeschickt bekommen und sie im Anschluss löschen lassen.²¹

Die programmunabhängige Archivierung der Daten ist in Form von pdf-Berichten oder xls-Dateien möglich. Diese Berichte können allerdings nicht wieder in dieses oder ein anderes

²¹Alexandra Klus, Vertrieb & technischer Support Open Experience GmbH, 09.03.2020.

Projekt Testprojekt Plessl, N2

Status:  nachbessern
 Auftragnehmer: offen
 Auftraggeber: offen

Ort: 2. OG > Wohnung 7 > Wohnen/Essen/Kochen

Beschreibung: Wandoberfläche beschädigt

Mangeltyp: Baumängel

Auftragnehmer: Putz, Innenputz AG

Abbildungen:   

Anhänge: Anhang: 2_Plessl_Produktdatenblatt.pdf

Frist: -

Erstaufnahme

Zeitpunkt: 03.03.2020 15:19:57
 Benutzer: Ursula Plessl (e1225370@student.tuwien.ac.at)
 Status: nachbessern
 Begehung: 18.02.2020, allgemeine Bestandsaufnahme
 Mangeltyp: Baumängel

Statushistorie

Zeitpunkt	Benutzer	Status
bisher keine Statusänderungen		

Auftragnehmer-Benachrichtigungen

Aufforderung	Zeitpunkt	Benutzer	Empfänger	Frist
bisher keine Benachrichtigungen versendet				

Änderungen

Zeitpunkt	Benutzer	neuer Inhalt
03.03.2020 15:22:50	Ursula Plessl (e1225370@student.tuwien.ac.at)	Anzahl Anhänge: 3 (vorher: 1)

 onlineBaubahn ist ein Service der Firma Open Experience GmbH.
 Alle Rechte vorbehalten. Kontakt: info@openeexperience.de

Abb. 5.13: Mangel pdf-Übersicht - Bau-Suite [72]

Programm eingespielt werden. Die archivierten Daten können sowohl im Programm als auch in den ausgegebenen Berichten gezielt auf einzelne Daten gefiltert werden.

In der Kategorie Datenoutput erreicht Bau-Suite 26,9 von möglichen 35 Punkten. Die einzelnen Tools sind beim Datenexport sowie der Datenverarbeitung und statistischen Auswertung teilweise nicht verknüpft. Dies und die fehlende Nachrichtenfunktion führt zu dem Punkteabzug.

Bedienbarkeit - Bau-Suite

Die Bedienbarkeit der Tools ist einfach und klar strukturiert. Der Aufbau der Tools ist ident und die Verknüpfung dieser funktioniert automatisch. Die Erstellung neuer Mängel, Fotos und die Durchführung von Prüfungen ist selbsterklärend. Lediglich das Anlegen von neuen Prüfungen oder grundlegenden Einstellungen bedarf etwas Zeit und des Nachlesens im Handbuch. Zudem beruht das Programm größtenteils auf textlichen Anweisungen und Eingabefeldern.

Die Nutzung der Tools ohne ständige Datenverbindung ist im Offlinebetrieb möglich. Zumindest die Auswahl des Projekts muss allerdings im Vorfeld mit einer Datenverbindung erfolgen.

Erfasste Daten können direkt im Zuge der Aufnahme klar zugeordnet werden. Die Zuordnung erfolgt entweder über die Projektstruktur, Freitexte, die Auswahl eines Auftragnehmers oder über

einen QR-Code. Die Projektstruktur unterteilt das Projekt in verschiedene Ebenen. Beispiele dafür sind Bauteile, Stockwerke, Wohnungen und Zimmer. QR-Codes werden in jedem Raum angebracht. Durch das Scannen der QR-Codes kann nicht nur eine Zuordnung von Mängeln, sondern auch die Aufgabe aller Mängel in diesem Raum erfolgen. Nach sämtlichen Zuordnungen lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt filtern.

Die Tools der Bau-Suite funktionieren am Computer über einen beliebigen Webbrowser. Vorgeschlagen werden die Browser Mozilla Firefox oder Google Chrome. Die Applikationen sind sowohl für iOS-Geräte als auch für Android-Geräte verfügbar. Empfohlen wird dabei die Nutzung der aktuellen Modelle. [56]

Der Datenaustausch mit anderen Programmen ist mittels eines Application Programming Interface (API) Zugriffs möglich. API ist eine offene Anwendungsprogrammchnittstelle, die den Kunden eine Anbindung anderer Programme ermöglicht. Dies ermöglicht mit den entsprechenden informationstechnologischen Kenntnissen den Austausch.

In Bau-Suite ist es möglich, verschiedene Rollen und Rechte an die Nutzer zu vergeben. Abbildung 5.14 stellt diese Rollen und deren Berechtigungen im Tool Bau-Mängelmanagement dar.

	Projektbearbeiter	Projektverwalter	Administrator	Auftragnehmer	Auftraggeber (Leserecht)	Auftraggeber (Schreibrecht)
Sehen	alles	alles	alles	eigene Mängel	externe Mängel	externe Mängel
Mängel	erstellen, bearbeiten und verwalten	erstellen, bearbeiten und verwalten	erstellen, bearbeiten und verwalten	eigene Mängel mit Kommentaren versehen und als erledigt markieren	externe Mängel kommentieren und kennzeichnen	erstellen und externe Mängel kommentieren und kennzeichnen
Pläne	sehen und Planausschnitte an einen Mangel anhängen	hochladen, sehen und Planausschnitte an einen Mangel anhängen	hochladen, sehen und Planausschnitte an einen Mangel anhängen	sehen	sehen	sehen und Planausschnitte an einen Mangel anhängen
Verwalten	Mängelverwaltung	Mängelverwaltung, Projektstruktur anpassen und Pläne hochladen	Mängelverwaltung, Projektstruktur anpassen, Pläne hochladen, Auftragnehmer und Zugänge, Projekte	nichts	nichts	eigene Begehungen

Abb. 5.14: Berechtigungen der Rollen - Bau-Suite [56]

Für die Anwendung Bau-Mängelmanagement steht direkt im Tool ein Handbuch [56] zur Verfügung. Für die Anwendungen QM-Checkliste und Baudokumentation stehen keine Handbücher oder Videotutorials zur Verfügung. An einer Onlinehilfe für die beiden Anwendungen wurde zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit gearbeitet.²² Zudem ist eine kurze Online-Schulung an vereinbarten Terminen möglich.

In der Kategorie Bedienbarkeit erreicht Bau-Suite 32,3 von möglichen 40 Punkten. Die Bedienbarkeit des Programms bietet dem Nutzer viele Möglichkeiten. Durch das Fehlen von Handbüchern oder Videotutorials bei den Tools QM-Checkliste und Baudokumentation gestaltet sich die Bedienung teilweise nicht als einfach und klar. Die Basis für einen Datenaustausch ist in Form eines API gegeben.

Fazit - Bau-Suite

Das Gesamtergebnis liegt bei 84,2 Punkte. Tabelle 5.5 gibt eine Zusammenfassung des Ergebnisses. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine genaue Aufschlüsselung der Punkteverteilung ist in Anhang B Abbildung B.6 zu finden.

²²Alexandra Klus, Vertrieb & technischer Support Open Experience GmbH, 04.03.2020.

Tab. 5.5: Bau-Suite - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 25 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	7 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 26,9 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	7 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	5,3 / 7
2.4	Datenverarbeitung	5,3 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 32,3 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	5,3 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	3 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	2 / 4
Ergebnis		84,2 / 100 Punkte

Bau-Suite bietet dadurch, dass mehrere Tools vereint sind, ein breites Spektrum an auf der Baustelle einsetzbaren Anwendungen. Zusätzlich zu den analysierten Tools stehen Tools zum Erstellen von Bautagesberichten, Sonderwunscharwicklungen und Brandschutzdokumentationen zur Verfügung.

Das Tool QM-Checklisten bietet eine sehr einfache und übersichtliche Möglichkeit Prüfungen mit Hilfe von Checklisten durchzuführen. Die Verknüpfung dieses Tools mit dem Bau-Mängelmanagement erleichtert die Erfassung und Weiterverarbeitung von im Zuge einer Prüfung festgestellten Abweichungen.

Manche Teile der Anwendungen, wie zum Beispiel die Handbücher, sind noch nicht vollständig entwickelt. Die Entwicklung von Bau-Suite sollte nach Meinung der Autorin weiterverfolgt werden.

5.2.5 Fieldwire

Die Analyse dieses Tools erfolgte mit Hilfe des Basistarifs. Dieser Tarif ist kostenlos und bietet einem Unternehmen die Möglichkeit das Tool kennenzulernen. In diesem Tarif sind nicht alle Funktionen inkludiert. Zum Teil können zusätzliche Funktionen beim Testen des Programms jedoch extra kostenlos beantragt werden. Die Kosten für einen Premiumtarif mit sämtlichen Funktionen und einer unbegrenzten Anzahl an Projekten beläuft sich auf 89 \$ (81,3 €²³ [28]) [26]. Bei der getesteten Version handelt es sich um die Version 3.10162.

Dateninput - Fieldwire

Fieldwire bietet die Möglichkeit Formulare zu erstellen. Neben den vorhandenen Formularvorlagen wie zum Beispiel Tagesberichte, Arbeitszeittabellen, Zeit- und Materialkennzeichnungen und

²³Stand: 09.02.2020.

Sicherheitsprüfungen bietet das Programm auch die Möglichkeit individuelle Formulare zu erstellen. Checklisten zu den in Abschnitt 4.2 beschriebenen Gewerken mit den in Abschnitt 4.2.1 bis Abschnitt 4.2.6 zur Kontrolle der Ausführungsqualität erläuterten Punkten können somit direkt im Programm erstellt werden.

Die Basis der Datenerfassung bilden bei Fieldwire Pläne. Diese können in Form von pdf-, png- oder jpeg-Dateien in das Programm eingespielt werden. Empfohlen wird die Verwendung von textlesbaren pdf-Dateien. Um ein angelegtes Projekt übersichtlich zu gestalten ist es möglich für die Ablage der Pläne Ordner zu erstellen. Beim Hochladen von neuen Plänen ist es mit diesem Tool möglich, eine automatische Versionskontrolle durchzuführen, sodass kein Plan unerwünscht doppelt oder in veralteter Form vorliegt. Zudem besteht die Option, das Programm mit einem Cloudspeicher zu verknüpfen, sodass Pläne, die in diesem Speichermedium erneuert werden, automatisch in Fieldwire aktualisiert werden.

Die Erfassung von weiteren Daten erfolgt mit sogenannten Aufgaben. Diese können sich einerseits auf eine bestimmte Position am Plan oder auf einen Plan generell beziehen oder andererseits gänzlich planunabhängig sein. Abbildung 5.15 stellt die Planübersicht in Fieldwire dar. In der Mitte der Abbildung befindet sich der ausgewählte Plan (blaue Umrandung). Auf der rechten Seite der Abbildung befindet sich die Übersicht der zu diesem Plan zugeordneten Aufgaben (grüne Umrandung). Die Aufgaben, die sich auf eine bestimmte Position am Plan beziehen, sind direkt auf diesem abgebildet. Die Position wird durch einen Pin festgehalten. Aufgaben, welche sich nur auf den Plan generell beziehen, sind in der Aufgabenliste mit einem Rautensymbol gekennzeichnet. In der Aufgabenübersicht sind auch jene Aufgaben abgebildet, die keinen Bezug zu einem Plan haben. Diese werden durch Quadrate markiert. Abbildung 5.16 stellt eine solche Aufgabenübersicht dar. Die Farben der Aufgaben in Abbildung 5.15 und Abbildung 5.16 geben Informationen über den Status. Der Status gibt die Priorität einer Aufgabe an. Aufgaben können zudem mit einer Vielzahl an weiteren Informationen versehen werden. Kategorien können individuell angelegt werden und die Art der Aufgabe näher beschreiben. Mögliche Kategorien sind Ausbau, Rohbau, Außenanlagen oder Bestand. Listen bieten zudem die Möglichkeit, die Informationen zu den einzelnen Aufgaben zu präzisieren. Raumbücher, Geschoße oder Gewerke sind zum Beispiel Inhalte solcher Listen. Diese können individuell erstellt und angepasst werden. Neben diesen allgemeinen Informationen zur Aufgabe werden Personen festgelegt, die diese Aufgabe bearbeiten und beobachten können. Weitere mögliche Daten sind Anfangs- und Enddatum sowie Arbeitsstunden und Kosten. Weiters können zu Aufgaben Fotos, Dokumente und Links hinzugefügt werden. Im Weiteren können Aufgaben mit sogenannten Checklisten, die die schrittweise Abwicklung von Aufgaben unterstützen, erstellt werden. Diese Checklisten sind allerdings nicht mit den oben beschriebenen Checklisten zu verwechseln. Fotos können direkt in der Applikation aufgenommen oder von einer anderen Quelle eingespielt werden. Abbildung 5.17 gibt einen Überblick über die Erstellung einer Aufgabe.

Da in der Kategorie Dateninput alle Kriterien erfüllt sind, erreicht Fieldwire 25 von möglichen 25 Punkten.

Datenoutput - Fieldwire

Fieldwire speichert und archiviert die erfassten Daten nicht automatisch. In den Projektdetails kann die Einstellung getroffen werden ob und nach wie vielen Tagen eine Archivierung der Aufgaben erfolgen soll. Nicht archivierte Daten können jederzeit unwiderruflich gelöscht und abgeändert werden. Signaturen unterstützen die Beweissicherung.

Aufgaben können Personen zugeteilt werden, welche die zugewiesenen Aufgaben in weiterer Folge bearbeiten können. Zudem ist es möglich den Aufgaben Beobachter zuzuweisen. Eine allgemeine Nachrichten- oder Chatfunktion gibt es nicht.

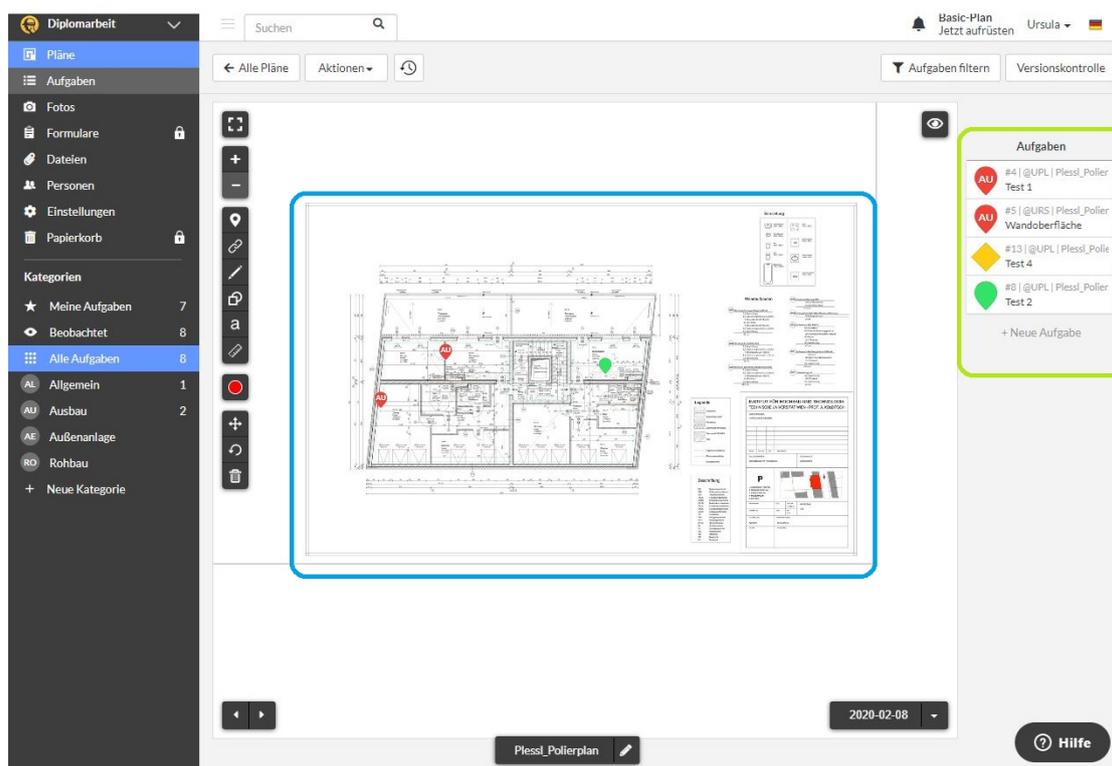


Abb. 5.15: Planübersicht - Fieldwire [69]

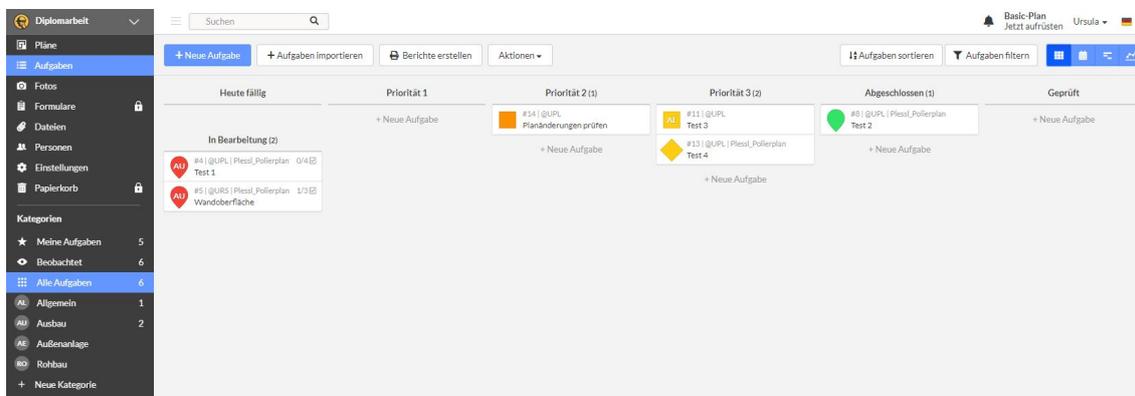


Abb. 5.16: Aufgabenübersicht - Fieldwire [69]

Der Datenexport erfolgt bei Fieldwire über Berichte. Diese können in pdf- oder csv-Format ausgegeben werden und enthalten alle bei den Aufgaben aufgenommenen Daten. Um erstellte Formulare in diese Berichte einzubinden, müssen sie zuerst als pdf-Datei heruntergeladen und dann händisch wieder den Aufgaben angefügt werden.

Die erfassten Daten können in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden. Neben der in Abbildung 5.18 dargestellten Übersicht über die erfassten Aufgaben können auch Langzeitstatistiken erstellt werden. Die Daten zur Erstellung der Kennzahlen und Statistiken können vielseitig gefiltert werden, sodass diese nach beliebigen Kriterien erstellt werden und individuell in das firmeninterne Qualitätsmanagement einfließen können. Eine Erstellung von projektübergreifenden Kennzahlen und Statistiken ist mit Fieldwire nicht automatisch möglich.

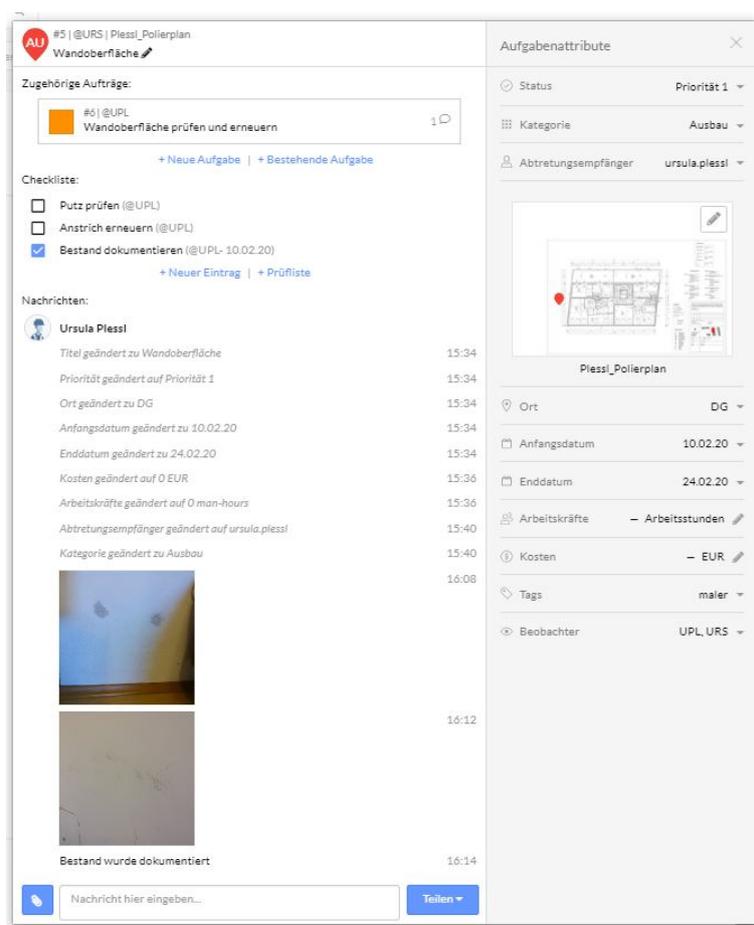


Abb. 5.17: Aufgabeneinstellungen - Fieldwire [69]

Die Daten können in Form von Berichten unabhängig von Fieldwire archiviert werden. Diese können allerdings nicht wieder in der Ursprungsform in das Tool eingespielt werden oder in einem anderen Tool geöffnet werden. Solange ein aufrechter Vertrag besteht, kann auf im Tool archivierte Daten zugegriffen werden. Durch verschiedene Filter kann gezielt nach einzelnen Daten gesucht werden. Die Speicherung der Daten erfolgt hauptsächlich bei Amazon Web Services und Heroku [25].

In der Kategorie Datenoutput erreicht Fieldwire 21,6 von möglichen 35 Punkten. Der Punktabzug beruht auf verschiedenen Faktoren. Zum einen bietet das Tool keine Möglichkeit zur lückenfreien Beweissicherung und zum anderen können keine projektübergreifenden Kennzahlen und Statistiken erstellt werden. Ein gemeinsamer Datenexport sämtlicher erfassten Daten ist nur teilweise möglich.

Bedienbarkeit - Fieldwire

Die Bedienoberfläche dieses Tools ist sehr einfach und logisch strukturiert aufgebaut. Die wichtigsten Optionen sind selbsterklärend. Zu bemerken gibt es, dass in der getesteten Version manche Funktionen und Hinweise nicht richtig ins Deutsche übersetzt sind. Der Einsatz des Tools auf der Baustelle in englischer Sprache ist nicht zielführend.

Die Bedienung des Tools ist auch ohne ständige mobile Datenverbindung möglich. Sobald wieder eine Verbindung besteht werden die erfassten Daten hochgeladen.

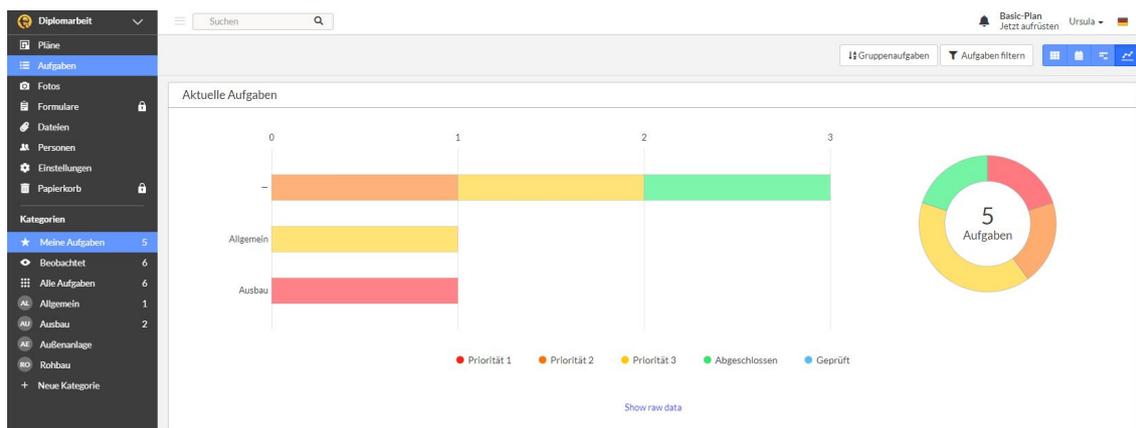


Abb. 5.18: Statistische Auswertung - Fieldwire [69]

Im Zuge der Baustellenbegehung können Daten klar zugeordnet werden. Einerseits durch die Position am Plan und andererseits durch Kategorien und individuell erstellte Listen. Mit Hilfe der Filterfunktion kann zu einem späteren Zeitpunkt nach dieser Zuordnung gesucht werden.

Fieldwire kann sowohl als Desktop-Version am Computer oder als Applikation am Mobiltelefon oder Tablet verwendet werden. Die Desktop-Version wird von den Webbrowsern Chrome, Firefox, Safari und MS Edge unterstützt, wobei die Nutzung von Chrome empfohlen wird. Zudem ist die Nutzung von Internet Explorer 11 möglich, wird allerdings nicht empfohlen. Die mobile Applikation ist für alle Apple Geräte mit der Betriebssystemversion 10.0 oder höher sowie für alle Geräte mit Android 5.0 oder höher verfügbar. [25]

Fieldwire bietet Premiumkunden die Möglichkeit des Datenaustauschs durch eine API. Diese können von jedem Unternehmen individuell angepasst werden. Dazu ist allerdings das Fachwissen eines Informatikers nötig.

Zugangs- und Bearbeitungsrechte können variabel vergeben werden. Neben dem Administrator gibt es auch noch Mitglieder und Follower.

Dem Kunden stehen eine Wissensbasis [25] und Trainingsvideos zur Verfügung. Diese sind allerdings nur teilweise ins Deutsche übersetzt, was den Einsatz des Programms auf der Baustelle schwierig macht.

Fieldwire erreicht in der Kategorie Bedienbarkeit 32,3 von möglichen 40 Punkten. Diese Bewertung beruht auf der teils fehlenden oder fehlerhaften Übersetzung einzelner Abschnitte. Als Basis des Datenaustauschs mit anderen Tools steht eine API zur Verfügung.

Fazit - Fieldwire

Das Gesamtergebnis liegt bei 78,9 Punkten. Tabelle 5.6 gibt eine Übersicht über die Zusammenfassung des Ergebnisses. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine genaue Analyse ist in Anhang B Abbildung B.7 zu finden.

Fieldwire ist einerseits eine sehr vielfältige Anwendung, die dem Nutzer viele Möglichkeiten bietet um Daten zu erfassen, und andererseits ein sehr einfach und bedienerfreundlich aufgebautes Tool.

Fieldwire bietet die Möglichkeit Checklisten und Formulare zu erstellen, sodass alle für die Qualitätssicherung relevanten Daten in einem Tool vereint erfasst werden können.

Durch die API bietet dieses Tool die Möglichkeit, Daten aus der Qualitätssicherung direkt in andere Anwendungsbereiche zu übertragen.

Tab. 5.6: Fieldwire - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 25 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	7 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 21,6 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	3,5 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	5,3 / 7
2.4	Datenverarbeitung	3,5 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 32,3 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	5,3 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	3 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	2 / 4
Ergebnis		78,9 / 100 Punkte

Fieldwire ist eine amerikanische Anwendung, die zwar zwischen europäischen und amerikanischen Kunden unterscheidet, aber manche Daten wie zum Beispiel die persönlichen Nutzerangaben trotzdem in den USA verarbeitet [27].

Trotz, der im Vergleich zu den anderen Tools, guten Bewertung dieser Anwendung wird von der Autorin ein Einsatz von Fieldwire auf der Baustelle zum jetzigen Zeitpunkt nicht empfohlen. Dies liegt an der teilweise fehlerhaften und unvollständigen Übersetzung, sodass ausreichende Englischkenntnisse des Baustellenteams Voraussetzung für den lückenlosen Einsatz dieses Tools sind.

5.2.6 testify

Da für dieses Tool keine frei zugängliche Testversion verfügbar ist, bat die Autorin die Testify GmbH um Unterstützung bei der Erstellung dieser Diplomarbeit. Die beiden Anfragen vom 14.01.2020 und vom 11.02.2020 blieben unbeantwortet²⁴, sodass eine Bewertung dieses Tools im Zuge der vorliegenden Arbeit nicht möglich war.

5.2.7 edr software

Im Zuge der Evaluierung wurden die Tools docma MM, docma PIX und mydocma APP BUILDER betrachtet. docma MM ist ein Tool zum Umgang mit Mängeln. docma PIX dient zum Bildmanagement und mydocma APP BUILDER ermöglicht es Formular wie zum Beispiel Checklisten zu erstellen. Das Hauptaugenmerk der Evaluierung liegt auf docma MM. Die Evaluierung erfolgte mit Unterstützung von Herrn Wulf Janoske, der für ein Fachgespräch zur Verfügung

²⁴Stand: 03.03.2020.

stand und der Autorin eine 30-tägige Testversion zur Verfügung stellte.²⁵ Bei der am Computer getesteten Version handelt es sich um die Version 9.8.1.0. Am Tablet erfolgt die Evaluierung mit der Version 4.2.1. Die Kosten für die verschiedenen Tools der edr software werden mit jedem Unternehmen individuell vereinbart. [40]

Dateninput - edr software

Checklisten können mit dem Tool mydocma APP BUILDER erstellt werden. Es dient zur Optimierung des Formularmanagements eines Unternehmens. Dieses Tool ist nicht nur in der Baubranche einsetzbar, sondern branchen- und firmenbereichsunabhängig. Formulare werden mit Hilfe eines Baukastensystems erstellt. Dabei steht eine Vielzahl an Elementen zur Erstellung der Formulare zur Verfügung. Diese reichen von Checkboxen über Fotos und Pläne bis hin zur Datumseingabe und einer digitalen Signatur. Zudem ist ein Import aus verschiedenen Datenquellen, wie zum Beispiel xls- oder txt-Dateien, möglich. Neben der individuell erstellten Checklisten ist es für ein Unternehmen auch möglich, eine globale Bibliothek mit allgemeinen Checklisten anzulegen. Diese Checklisten können bei jedem Projekt verwendet werden.

docma MM dient zur Aufnahme und Bearbeitung von Mängeln. Die Aufnahme von Mängeln erfolgt auf Basis einer räumlichen Struktur. Die Grundlage dafür bildet die Projekt- und Firmenstruktur. Die Navigation im Tool erfolgt über einen Strukturbaum. An der Spitze des Strukturbaums steht das Unternehmen, gefolgt von möglichen Unternehmensbereichen oder Stabsstellen. Im weiteren Verlauf teilt sich die Struktur in einzelne Bauvorhaben, über Bauabschnitte und Stockwerke bis hin zu einzelnen Räumen. Abbildung 5.19 zeigt den Aufbau einer solchen Struktur. Neben der Struktur können bei der Aufnahme eines Mangels Informationen wie Mangelbeschreibung, Mangelort und Bemerkungen hinterlegt werden. Zur einwandfreien Nachverfolgung kann die Mangelnummer individuell vergeben werden. Außerdem kann der betroffene Subunternehmer ausgewählt werden. In weiterer Folge werden sogenannte Vorgänge erfasst. Ein Vorgang beschreibt einen Bearbeitungsschritt, wobei zwischen Bauherrenseite und Ausführungsseite unterschieden wird. Der Status des Mangels resultiert aus dem letzten erfassten Vorgang. Zudem ist es möglich Vorgänge mit Fristen und Dateien zu versehen. Abbildung 5.20 zeigt die Aufnahme eines Mangels in docmaMM mit sämtlichen zuvor beschriebenen Dateneingabeoptionen. Der erfasste Mangel enthält zum Beispiel die Mangelbeschreibung „Wandoberfläche beschädigt“, den Struktur Pfad „EG - Erdgeschoss“ und die Firma „Breitpinsel - Malermeister Breitpinsel“.

Neben der Verortung eines Mangels mit Hilfe der räumlichen Struktur ist dies ebenso auf einem Plan möglich. Pläne werden ebenfalls den einzelnen Strukturelementen zugeordnet.

docma PIX dient zur allgemeinen Fotodokumentation. Bilder, die mit diesem Tool aufgenommen werden, können auch in anderen Tools der edr software weiterverarbeitet werden. Eine Aufnahme von einzelnen Fotos bei der Erstellung eines Mangels oder bei der Bearbeitung von Checklisten ist ebenso mit den anderen Tools möglich.

Neben Planausschnitten und erfassten Fotos können Mängel auch mit diversen anderen Dateiformaten, wie zum Beispiel pdf- oder xls-Dateien, versehen werden.

Da in der Kategorie Dateninput alle Kriterien erfüllt sind erreichen die Tools der edr software 25 von 25 möglichen Punkten.

Datenoutput - edr software

Theoretisch ist ein Löschen der erfassten Daten möglich. Janoske [40] versicherte der Autorin allerdings, dass das Recht dafür im Normalfall an keinen Benutzer vergeben wird und zudem über die edr software GmbH der Verlauf im Streitfall jederzeit wieder hergestellt werden kann.

²⁵Wulf Janoske, Senior Sales Manager edr software GmbH.



Abb. 5.19: Strukturübersicht - edr software [71]

Ein Mangel kann in docma MM einzelnen Firmen und Personen zugeordnet werden, sodass diese den erfassten Mangel weiter bearbeiten können. Schreiben zur Mangelanzeige oder als Information für den Bauherrn können direkt mit docma MM erstellt werden. Dabei ist es möglich diese mit einer individuellen Vorlage zu erstellen. Um einen Mangel frei zu melden oder abzulehnen muss der Bearbeiter keinen eigenen Zugang zu docma MM besitzen. Am Schreiben der Mangelanzeige befindet sich ein Link und ein QR-Code, der den Bearbeiter direkt zum Mangel leitet. Eine Chatfunktion bietet die edr software nicht.

Mängel können in pdf-Berichten zusammengefasst werden. Dabei werden, je nach gewählter Vorlage, alle in docma MM erfassten Daten zusammengefasst. Abbildung 5.21 zeigt einen Ausschnitt eines solchen Berichts. Die Exportfunktion ermöglicht das Erstellen einer Mangelübersicht im xlsx-Format, sowie den Export sämtlicher mit den ausgewählten Mängeln verknüpften Dateien. Ausgefüllte Formulare beziehungsweise Checklisten können als xlsx-, docx- oder pdf-Datei ausgegeben werden. Abbildung 5.22 zeigt einen pdf-Bericht, den man nach Ausfüllen einer Checkliste erhält. Der Aufbau dieser Checkliste erfolgte entsprechend der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Checklisten. Am Beginn der abgebildeten Checkliste sind allgemeine Projektinformationen sowie das Gewerk und der beteiligte Subunternehmer zu finden. An zweiter Stelle stehen die Fragen und die dazugehörigen Antworten. Wird eine Abweichung erkannt, kann diese Frage zusätzlich mit weiteren Informationen und Bildern versehen werden. Den Abschluss bildet, wie Abbildung 5.22 darstellt, eine Unterschrift und allgemeine Informationen wie das Datum und die Begehungsnummer. Eine Verknüpfung mit den in docma MM erfassten Daten in Form von Berichten ist nicht möglich.

Die statistische Auswertung und Erstellung von Kennzahlen ist sowohl mit docma MM als auch mit dem Tool mydocma APP BUILDER möglich. Zudem ist es möglich projektübergreifende

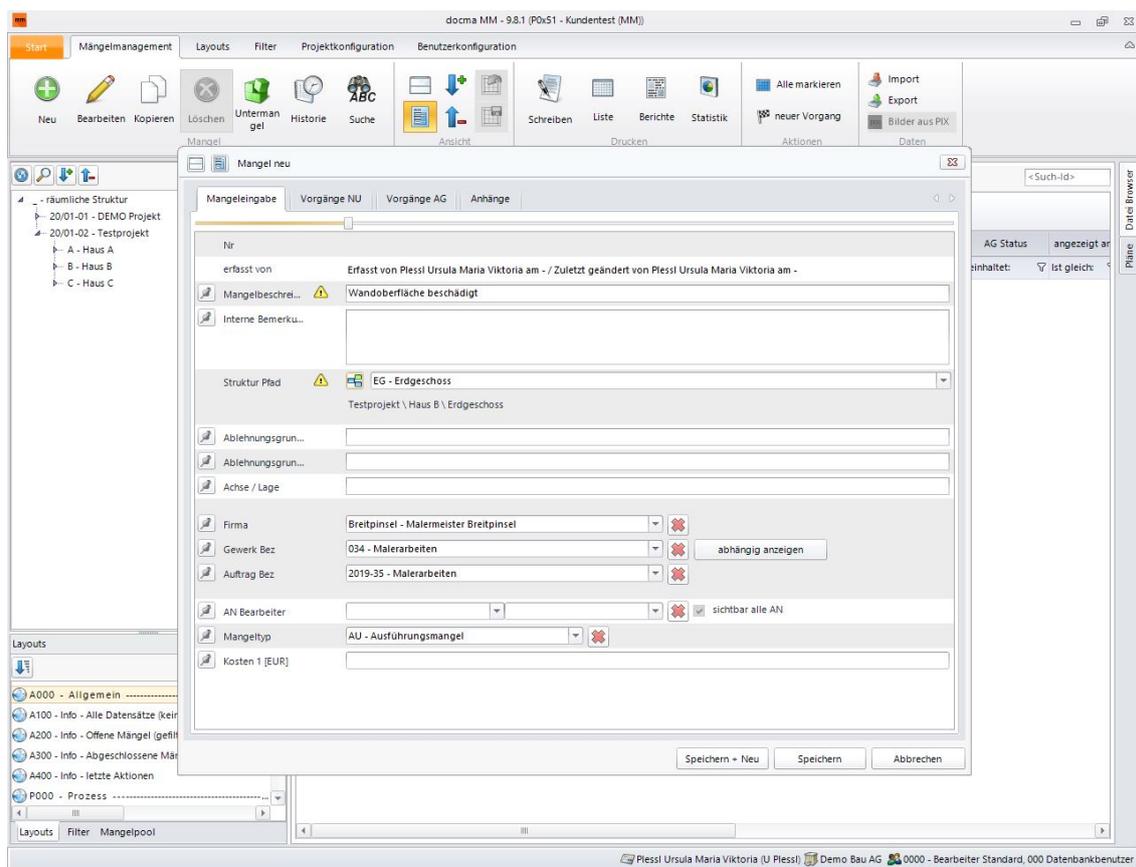


Abb. 5.20: Mangelaufnahme - edr software [71]

Statistiken zu generieren. Statistiken können für verschiedene Kategorien, wie zum Beispiel Gewerke, Status, Fristen oder Strukturen erstellt werden. Abbildung 5.23 zeigt die Auswertung erfasster Mängel, unterteilt nach Gewerken. Neben der Angabe von Absolutwerten erfolgt eine Abbildung der prozentualen Verteilung der Mängel je Gewerk.

Solange der Kunde es wünscht und ein aufrechtes Vertragsverhältnis besteht, bleiben die erfassten Daten gespeichert. Einerseits können sämtliche erfassten Daten exportiert werden und somit unabhängig von der edr software GmbH archiviert werden und andererseits können Daten in einem eigens dafür entwickelten Tool archiviert werden. Das Rückspielen der Daten aus diesem Tool in docma MM ist allerdings laut Janoske [40] nicht vorgesehen. Dieses Tool kommt insbesondere bei Arbeitsgemeinschaften zur Anwendung. Die Archivierung ermöglicht eine gezielte Suche nach einzelnen Daten.

Beim Datenoutput erreichen die Tools der edr software 25,1 von 35 möglichen Punkten. Es ist keine Chatfunktion vorgesehen, mit der Nachrichten an einzelne Personen oder sämtliche Projektbeteiligten versandt werden können. Da es theoretisch möglich ist, Daten zu löschen, erfolgte bei der Beweissicherung ein teilweiser Punkteabzug. Zudem können die in docma MM erfassten Daten bei der Ausgabe in Form von Berichten oder Listen nicht mit den erstellten Checklisten verknüpft werden.

Bedienbarkeit - edr software

Die Tools der edr software GmbH sind sehr vielfältig und bieten umfangreiche Möglichkeiten. Bedingt durch diese Vielfalt ist docma MM im Vergleich zu anderen Tools etwas komplexer

Projekt : 20/01-02 - Testprojekt

Detailbericht zu		Nr.: 51	
Mangel Nr.	51		
Mangelbeschreibung	Wandoberfläche beschädigt		
Mangelort	WSB - Wohnung 9B		
erfasst von	Plessl Ursula Maria Viktoria		
erfasst am	21.03.2020		
Mangeltyp	Ausführungsmangel		
Firma	Malermaler Breilpinsel		
Gewerk Bez	034 - Malerarbeiten		
Auftrag Bez	2019-35 - Malerarbeiten		
Vorgänge AG			
Datum	Status	Beschreibung	Termin / Frist
22.03.2020	S20 - AG Mangelanzeige AN		25.03.2020
Vorgänge AN			
Datum	Status	Beschreibung	Termin / Frist
21.03.2020	000 - AN Erfassung		
Anlagen am Mangel			
Datum	Dateiname		
10.12.2019	Plessl_Produktdatenblatt.pdf		
10.12.2019	Gewerke.xlsx		
Bilder am Mangel			
Datum	Dateiname / Bemerkung	Bild	
10.12.2019	Plessl_Farbe.jpg		

- Seite 1 von 5 -

Dok.-Id 0

Projekt : 20/01-02 - Testprojekt

Detailbericht zu		Nr.: 52	
Mangel Nr.	52		
Mangelbeschreibung	Kleberückstände auf Wand		
Mangelort	WSB - Wohnung 9B		
erfasst von	Plessl Ursula Maria Viktoria		
erfasst am	22.03.2020		
Mangeltyp	Ausführungsmangel		
Firma	Malermaler Breilpinsel		
Gewerk Bez	034 - Malerarbeiten		
Auftrag Bez	2019-35 - Malerarbeiten		
Vorgänge AN			
Datum	Status	Beschreibung	Termin / Frist
22.03.2020	000 - AN Erfassung		
Anlagen am Mangel			
Datum	Dateiname		
22.03.2020	Planausschnitt 1 aus Plessl_Polierplan.pdf		
Bilder am Mangel			
Datum	Dateiname / Bemerkung	Bild	
22.03.2020	Planausschnitt 1 aus Plessl_Polierplan.pdf		
22.03.2020	Foto_2020-03-22 13:44:01		

- Seite 2 von 5 -

Dok.-Id 0

Abb. 5.21: pdf-Bericht - edr software [71]

aufgebaut, sodass vor der Benutzung eine Einschulung oder das Lesen des Handbuchs auf jeden Fall empfehlenswert ist. Der rote Faden ist durch den strukturbasierten Aufbau klar erkennbar.

Daten können im Zuge einer Baustellenbegehung ohne Datenverbindung aufgenommen werden. Der Upload der erfassten Daten kann zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden. Pläne und zuvor erfasste Daten werden nicht automatisch in der mobilen docma MM Applikation angezeigt und synchronisiert. Relevante Mängel oder Pläne können vor der offline Nutzung der mobilen Version heruntergeladen werden. Ebenso erfolgt der Upload von mit einem mobilen Endgerät erfassten Mängeln in docma MM nicht automatisch.

Fotos welche mit docma PIX aufgenommen werden, können direkt bei der Aufnahme, entsprechend der Projektstruktur, klar einzelnen Räumen und Gewerken zugeordnet werden. Ebenso erfolgt die Zuordnung von Mängeln in docma MM. In den Tools kann gezielt nach diesen Eingaben gefiltert werden.

Die Nutzung der Tools ist am Computer sowie mit diversen mobilen Endgeräten möglich. Die Bedienung ist weder von einem Betriebssystem noch von einem Webbrowser abhängig.

docma MM bietet die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungstools. Die edr software GmbH bietet eigens ein Tool zur Schnittstellenbearbeitung. Zudem ist es auch möglich, individuell angepasste Schnittstellen erstellen zu lassen. Diese können von der edr software GmbH für den Kunden erstellt werden, führen allerdings zu zusätzlichen Kosten [40].

Benutzerrollen und Berechtigungen werden individuell erstellt. Basis dafür bilden sogenannte Standardrollen.

Dem Kunden stehen detaillierte Handbücher zur Verfügung. Video Tutorials geben einen grundlegenden Überblick über die Tools.

Checkliste - Gewerk: Malerarbeiten - Stand: 03/2020 (mit Statusfeldern)

Bauvorhaben

Bauteil

Subunternehmer

Überwachung

- 1. Vorarbeiten: Sind alle Vorarbeiten vorhanden und ordnungsgemäß durchgeführt? ✔ ⚠ ✖
- 2. Spachteln Ortbeton: Wurden alle Flächen ordnungsgemäß und zweilagig verspachtelt? ✔ ⚠ ✖
- 3. Malerei: Wurde die Innendispersion zweilagig aufgebracht? ✔ ⚠ ✖
- 4. Malerei: Wurde die richtige KL der Innendispersion aufgebracht? ✔ ⚠ ✖
- 5. Zargen: Wurden die Zargen ordnungsgemäß gestrichen? ✔ ⚠ ✖

Anmerkung

Foto
✔ ⚠ ✖

6. Übergabe: Ist der Zustand der Oberfläche in Ordnung? ✔ ⚠ ✖

Anmerkung

Foto
View [grid icon] [list icon]



Foto
 Begehung Nr.

Datum

Uhrzeit



Abb. 5.22: Checkliste - edr software [40]

20/01-02 - Testprojekt

Statistische Auswertung

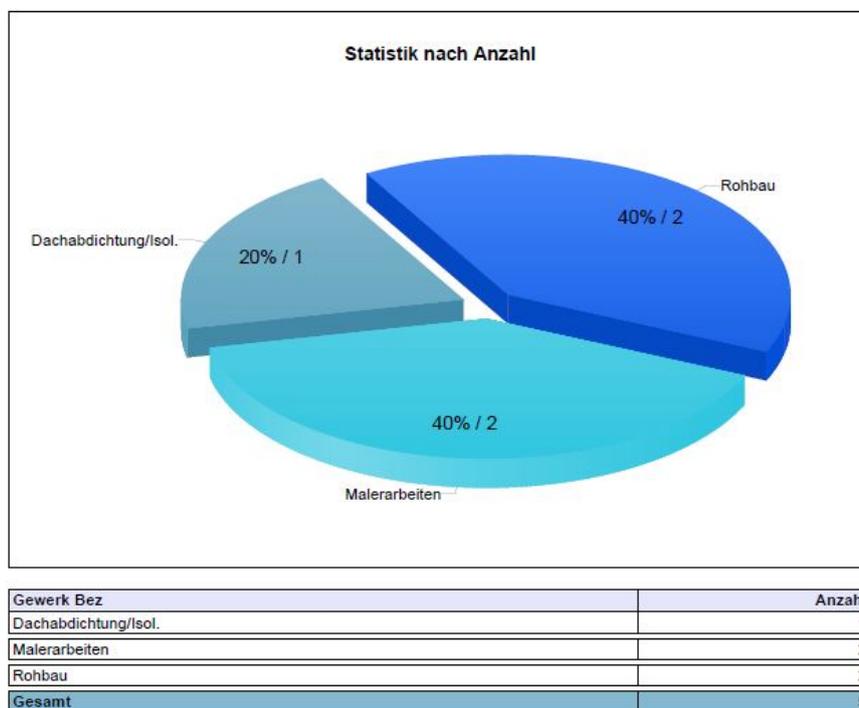


Abb. 5.23: Statistische Auswertung - edr software [71]

Da die Bedienbarkeit sehr benutzerfreundlich ist erreichen die Tools der edr software in dieser Kategorie 37,3 von 40 möglichen Punkten. Der Punkteabzug beruht auf der Komplexität der Tools, die auf der Vielfalt der Anwendungsoptionen beruht.

Fazit - edr software

Das Gesamtergebnis der Evaluierung der Tools der edr software GmbH liegt bei 87,4 Punkten. Tabelle 5.7 gibt eine Übersicht über das Ergebnis. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Die genaue Aufschlüsselung ist in Anhang B Abbildung B.9 zu finden.

Die Tools der edr software GmbH bieten eine vielfältige Auswahl an auf der Baustelle einsetzbaren Funktionen. Neben der beschriebenen Anwendungsgebiete gibt es auch ein Tool zur Baudokumentation mit Hilfe dessen die Erstellung von digitalen Bautagesberichten und das Baucontrolling erleichtert wird. Weiters werden Möglichkeiten zum Dokumentenmanagement sowie zum universellen Schnittstellenmanagement geboten.

mydocma APP BUILDER ermöglicht das einfache Erstellen und Bearbeiten von Checklisten. Da alle Kriterien der Kategorie Dateninput erfüllt sind, können die Tools der edr software GmbH als alleinige Qualitätssicherungstools eingesetzt werden.

Zudem unterscheiden sich die edr software Tools durch den Strukturaufbau. Dies ermöglicht einem Unternehmen die Qualitätssicherung auf jeder Baustelle gleich zu strukturieren und in weiterer Folge eine schlüssige, projektübergreifende statistische Auswertung. docma MM bietet umfangreiche Eingabeoptionen, sodass das Mängelmanagement sehr genau und nachvollziehbar erfolgen kann. Dies führt allerdings dazu, dass das Tool im Vergleich zu anderen evaluierten Tools etwas aufwendiger in der Benutzung, insbesondere bei der Version am Computer, ist. Das

Tab. 5.7: edr software - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 25 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	7 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	4 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 25,1 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	3,5 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	5,3 / 7
2.4	Datenverarbeitung	7,0 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 37,3 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	5,3 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6 / 6
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	6 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	4 / 4
Ergebnis		87,4 / 100 Punkte

ausführliche Handbuch erklärt alle Schritte sehr anschaulich, sodass die Handhabung von docma MM mit Unterstützung einer Einschulung sowie des Handbuchs einwandfrei funktioniert.

5.2.8 123quality

Die Evaluierung dieses Tools erfolgte mit einer 14-tägigen Testversion. Getestet wurde sowohl die webbasierte Variante als auch die Applikation für mobile Endgeräte. Bei der Webvariante handelt es sich um die Version 4.50.14. Die Analyse der Applikation wurde mit der Version 4.49.0 durchgeführt. Die Kosten gestalten sich individuell je nach Größe des Unternehmens.²⁶

Dateninput - 123quality

Nach Erstellung eines Bauprojektes können diesem Pläne hinzugefügt werden. Diese können in Form von pdf-, jpg- oder png-Formaten hochgeladen werden.

Die Datenerfassung erfolgt durch sogenannte Tickets. Diese können in Listen- oder Planansicht dargestellt werden. Abbildung 5.24 zeigt die Planansicht. Auf der rechten Seite der Abbildung befindet sich der Plan mit der Verortung der Tickets (blaue Umrandung). Auf der linken Seite ist eine Übersicht über die am Plan aktiven Tickets (grüne Umrandung) abgebildet. Bei der Erfassung von Tickets können diese mit Fotos versehen werden. Fotos können direkt mit der Applikation aufgenommen werden oder von einer externen Quelle hinzugefügt werden. Neben dieser Fotos und einer Verortung am Plan können Tickets mit Typen, Kategorien, verantwortlichen Personen, Fristen und Beschreibungen versehen werden. Typen beschreiben die Art des Tickets, wie zum Beispiel Mangel, Aufgabe, Schaden oder Abnahme. Die Kategorien beinhalten die verschiedenen Gewerke. Typen und Kategorien können individuell erweitert und angepasst werden. Zudem

²⁶Mark Riedl, Vertrieb Österreich 123erfasst & 123quality, 10.03.2020.

kann der Status des Tickets ausgewählt werden. Dieser gibt Auskunft darüber, ob das Ticket offen, in Bearbeitung, erledigt, abgeschlossen oder abgelehnt ist. In Abbildung 5.24 wird der Status durch die Farbe des Tickets gekennzeichnet.

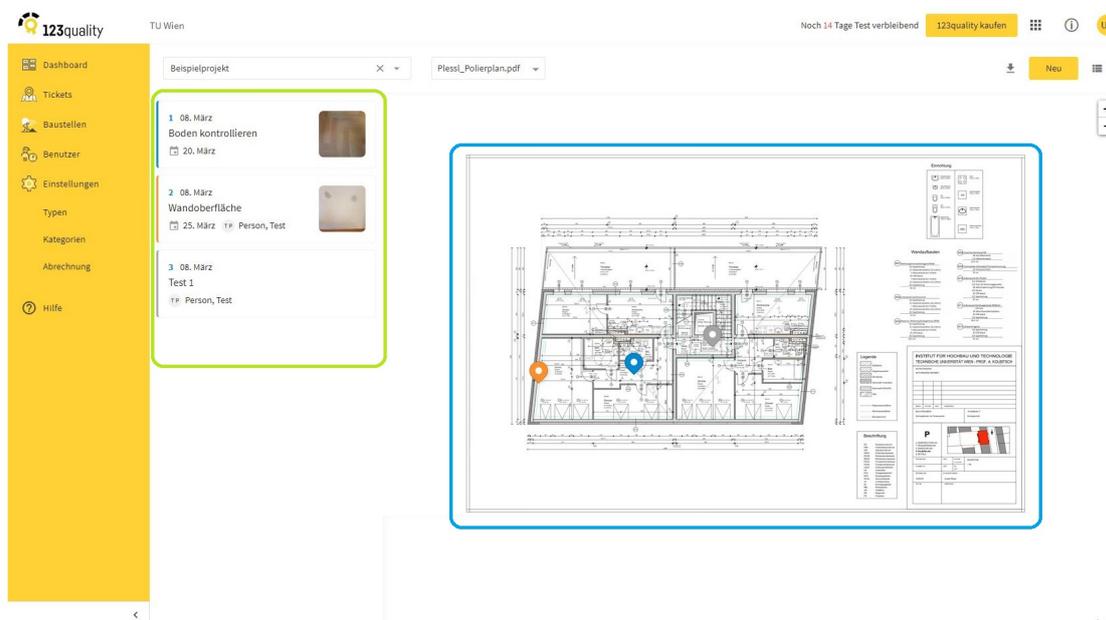


Abb. 5.24: Planübersicht - 123quality [67]

Das Erstellen und Bearbeiten von Checklisten sowie das Hinzufügen von sonstigen Dokumenten ist in 123quality nicht vorgesehen.

Aufgrund der genannten Einschränkungen erreicht 123quality in der Kategorie Dateninput 14 von möglichen 25 Punkten.

Datenoutput - 123quality

Das Sperren der erfassten Daten ist laut Herrn Mark Riedl²⁷ in der Regel möglich. Gesperrte Daten können zur umfangreichen Beweissicherung herangezogen werden.

Eine direkte Nachrichtenfunktion ist in diesem Tool nicht vorgesehen. Tickets können zuständigen Personen zugeteilt werden. Diese können die Tickets in Folge bearbeiten. Zudem kann ein Ticket vom Ersteller und Bearbeiter mit Kommentaren versehen werden.

Der Datenexport erfolgt in Form von pdf-Berichten oder xls- und csv-Tabellen. Abbildung 5.25 zeigt einen solchen pdf-Bericht. Dieser umfasst sämtliche erfassten Daten wie Typ, Kategorie, Status, Bearbeiter und die festgelegte Frist. Zudem werden dem Ticket hinzugefügte Fotos und die Position am Plan ausgegeben.

Das Erstellen von aussagekräftigen Statistiken und Kennzahlen ist mit diesem Tool nicht möglich. Lediglich die Startseite gibt einen Überblick über die Gesamtanzahl der erfassten Mängel und die Anzahl der Mängel in Abhängigkeit ihres Status. Eine gemeinsame Auswertung mehrerer Projekte ist nicht möglich.

Im Tool können Kunden solange auf ihre Daten zugreifen, wie dies gewünscht ist.²⁸ Die externe Archivierung der Daten erfolgt in Form der oben genannten Berichte und Tabellen. Diese können gezielt nach einzelnen Daten durchsucht werden.

²⁷Mark Riedl, Vertrieb Österreich 123erfasst & 123quality, 10.03.2020.

²⁸Mark Riedl, Vertrieb Österreich 123erfasst & 123quality, 10.03.2020.

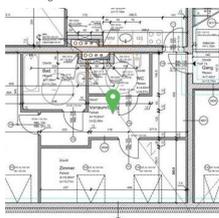
Boden kontrollieren

1 - Ursula Pleschl - 08. März 04:11

Baustelle: **Beispielprojekt**
 Plan: **Pleschl_Polierplan.pdf**
 Typ: **Aufgabe**
 Kategorie: **Boden**

Status: **Fertig**
 Bearbeiter:
 Frist: **Freitag, 20. März**

Verortung



Bilder



Wandoberfläche

2 - Ursula Pleschl - 08. März 04:24

Baustelle: **Beispielprojekt**
 Plan: **Pleschl_Polierplan.pdf**
 Typ: **Schaden**
 Kategorie: **Maler**

Status: **In Bearbeitung**
 Bearbeiter: **Test Person**
 Frist: **Mittwoch, 25. März**

Beschreibung

Wandoberfläche defekt, Putz, Farbe

Verortung



Bilder



1/3

2/3

Abb. 5.25: pdf-Bericht - 123quality [67]

In dieser Kategorie erreicht dieses Tool 19,8 von möglichen 35 Punkten. Eine Datenverarbeitung in Form von Statistiken oder Kennzahlen ist nicht möglich. Zudem reicht diese Tool nicht als Beweissicherung aus und verfügt über keine Chatfunktion.

Bedienbarkeit - 123quality

Der Aufbau von 123quality ist sehr einfach gehalten. Sämtliche Schritte sind logisch aufgebaut und einfach zu finden.

123quality funktioniert auch ohne ständige Datenverbindung. Dies ist für den Einsatz auf der Baustelle von großer Bedeutung und erleichtert den Einsatz des Tools.

Eine Zuordnung der erfassten Daten erfolgt im Zuge einer Begehung durch die Verortung am Plan sowie durch die Zuordnung von Typen und Kategorien. Nach dieser Zuordnung kann in weiterer Folge gefiltert werden. Außerdem ist es möglich nach dem Titel des Tickets oder Teilen davon suchen.

Das Tool ist unabhängig von der Art des Gerätes und dem Betriebssystem. Am Computer wird das Tool als Webversion betrieben. Dies ist mit einem beliebigen Browser möglich. Bei Einsatz von mobilen Endgeräten ist zumindest eine Android 5.0 oder iOS 9.0 Version nötig.

123quality bietet keine Möglichkeit zum Austausch der Daten mit anderen Tools zur Qualitätssicherung.

Das Tool bietet die Möglichkeit zwischen vollem und eingeschränktem Zugriff. Volle Nutzer können das Tool ohne Einschränkung benutzen. Personen mit eingeschränktem Zugriff können nur Tickets bearbeiten bei denen sie als Verantwortlicher ausgewählt wurden. Im Gegensatz zu den anderen getesteten Tools ist die Auswahl der Rollen sehr beschränkt.

Eine grundlegende Erklärung erhält man per E-Mail nach der ersten Anmeldung in Form von Videotutorials zugesandt. In der Webversion gibt es zudem eine Hilfefunktion. Diese ist allerdings von sehr geringem Umfang, sodass sie nicht alle für die Handhabung des Tools relevanten Aspekte abdeckt. [1]

In der Kategorie Bedienbarkeit erreicht 123quality 30 von möglichen 40 Punkten. Das Tool ist sehr einfach und klar aufgebaut. Das lückenhafte Handbuch deckt nicht alle Bedienelemente des Tools ab. Der Datenaustausch mit anderen Qualitätssicherungstools ist nicht möglich.

Fazit - 123quality

Das Gesamtergebnis von 123quality liegt bei 63,8 Punkte. Tabelle 5.8 gibt einen Überblick über das Ergebnis der Analyse dieses Tools. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte. Eine genaue Aufschlüsselung der Verteilung ist in Anhang B Abbildung B.10 zu finden.

Tab. 5.8: 123quality - Evaluierungsergebnis

Kategorie	Kriterien	Bewertung
1	Dateninput	Gesamt: 14 / 25 Punkte
1.1	Checklisten	0 / 7
1.2	Pläne	7 / 7
1.3	Fotos	7 / 7
1.4	Dokumente	0 / 4
2	Datenoutput	Gesamt: 19,8 / 35 Punkte
2.1	Beweissicherung	3,5 / 7
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	3,5 / 7
2.3	Datenexport (diverse Formate)	7 / 7
2.4	Datenverarbeitung	0 / 7
2.5	Archivierung	5,8 / 7
3	Bedienbarkeit	Gesamt: 30 / 40 Punkte
3.1	Einfache Bedienbarkeit	8 / 8
3.2	Offline Verfügbarkeit	6 / 6
3.3	Klare Zuordnung der Daten	6 / 6
3.4	Unabhängig von Gerätetyp / Betriebssystem	6 / 6
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	0 / 6
3.6	Variable Benutzereinstellungen	2 / 4
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	2 / 4
Ergebnis		63,8 / 100 Punkte

123quality ist ein sehr einfach aufgebautes Tool mit eingeschränkten Funktionen. Das Erfassen von Tickets ist die einzige Möglichkeit dieses Tool zu nutzen. Es gibt keine Möglichkeiten Checklisten oder Prüfungen durchzuführen. Zudem können Tickets nur mit Fotos und Planausschnitten, nicht aber mit sonstigen Dateien versehen werden.

Neben 123quality bietet die 123erfasst.de GmbH das Tool 123erfasst. Mit Hilfe von 123erfasst können alle relevanten Daten wie Zeitaufzeichnung, Lohnarbeiten, Wetter, Nachunternehmer, Materialien und Geräteinsatz erfasst und aufeinander abgestimmt werden [2]. 123quality bietet eine Unterstützung für die Anwendung 123erfasst, sollte aber nicht unabhängig davon als Qualitätssicherungstool genutzt werden. Zu diesem Schluss kam die Autorin im Zuge der Evaluierung aufgrund der eingeschränkten Optionen, die dieses Tool dem Anwender bietet.

5.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Im Folgenden erfolgt eine Gegenüberstellung unterteilt in die Kategorien Dateninput, Datenoutput und Bedienbarkeit. Im Anschluss daran erfolgt eine Erläuterung des Gesamtergebnisses sowie eine Analyse hinsichtlich der Gewerke. Diese Evaluierung bietet einen allgemeinen Überblick über verschiedene Einsatzmöglichkeiten der getesteten Tools. Vor dem tatsächlichen Einsatz auf der Baustelle muss individuell geprüft werden, ob die einzelnen Kriterien für die vorgesehene Nutzung relevant sind. testify wird aufgrund der fehlenden Evaluierung im Weiteren nicht mehr berücksichtigt. In den Abbildung 5.26 bis Abbildung 5.29 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt. Die je Tool erreichten Punkte sind in Farbe abgebildet. Der Punkteabzug ist grau markiert. Bei den angegebenen Ergebnissen handelt es sich um gerundete Werte.

5.3.1 Dateninput

Abbildung 5.26 zeigt das Ergebnis der Evaluierung bezüglich des Dateninputs. Maximal konnten in dieser Kategorie 25 Punkte erreicht werden. In die Bewertung dieser Kategorie fließen die Kriterien Checklisten, Pläne, Fotos und Dokumente mit ein.

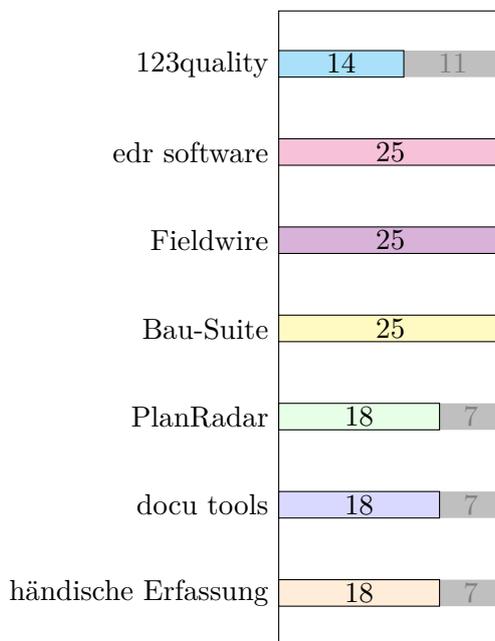


Abb. 5.26: Dateninput - Auswertung

Alle möglichen 25 Punkte wurden von der Bau-Suite, Fieldwire und den Tools der edr software erreicht. Erfolgt ein regelmäßiger Einsatz von Checklisten sind diese drei Tools am besten geeignet. PlanRadar, docu tools und die händische Erfassung erreichten jeweils 18 Punkte. Während PlanRadar und docu tools keine Option zur Erstellung von Checklisten bieten, ist bei der händischen Erfassung das Erstellen und Hinzufügen von Plänen umständlicher. 123quality bietet keine Möglichkeit zum Erstellen von Checklisten und erlaubt es nicht einen Pin mit zusätzlichen Dokumenten zu verknüpfen. Eine Kombination der händischen Erfassung mit docu tools, Plan Radar oder 123quality ist möglich.

5.3.2 Datenoutput

In der Kategorie Datenoutput konnten maximal 35 Punkte erreicht werden. Abbildung 5.27 gibt einen Überblick über das Ergebnis der Evaluierung. Die Bewertung dieser Kategorie setzt sich aus den Kriterien Beweissicherung, Aufgaben/Benachrichtigungen, Datenexport (diverse Formate), Datenverarbeitung und Archivierung zusammen.

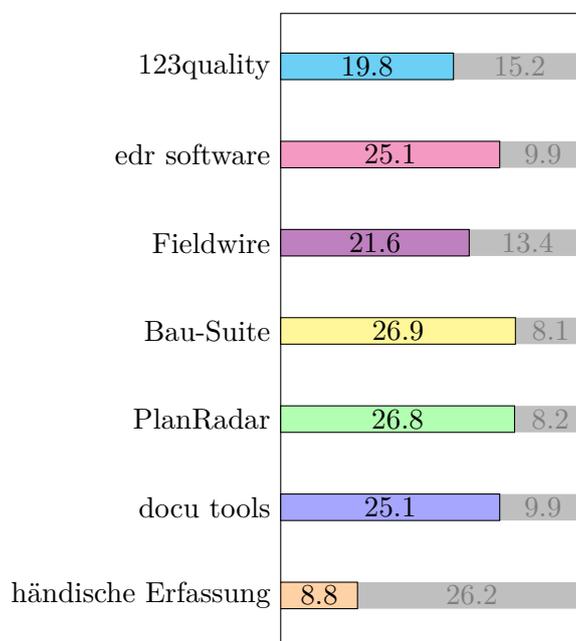


Abb. 5.27: Datenoutput - Auswertung

docu tools, PlanRadar, die Bau-Suite und die Tools der edr software erreichten dabei jeweils ähnliche Ergebnisse. Die Verteilung der Punkte auf die verschiedenen Kriterien unterscheidet sich dabei allerdings. Eine vollständige und umfangreiche Beweissicherung garantieren nur docu tools und Bau-Suite. Eine aussagekräftige Statistik unter Miteinbeziehung aller erfassten Daten, wie sie besonders für große Unternehmen mit einer Vielzahl an Baustellen von Bedeutung ist, kann dagegen nur mit PlanRadar und den Tools der edr software erstellt werden. Fieldwire und 123quality liegen einige Prozentpunkte hinter diesen Tools. Weit abgeschlagen mit 8,8 Punkten liegt die händische Erfassung hinter sämtlichen digitalen Tools. Dies liegt daran, dass erfasste Daten bei der händischen Erfassung nur umständlich weitergegeben und verarbeitet werden können.

5.3.3 Bedienbarkeit

In dieser Kategorie konnten 40 Punkte erreicht werden. Abbildung 5.28 zeigt das Ergebnis der Evaluierung. Diese Kategorie ist für den tatsächlichen Einsatz auf Baustellen besonders wichtig. Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden zur Bewertung dieser Kategorie ein möglichst breites Spektrum an Kriterien ausgewählt. Dazu zählen die Kriterien einfache Bedienbarkeit, offline Verfügbarkeit, klare Zuordnung der Daten, unabhängig vom Gerätetyp/Betriebssystem, Schnittstellen zu anderen Tools/Kompatibilität, variable Benutzereinstellungen sowie Handbuch/Tutorials. Aufgrund der Vielfalt dieser Auswahl sollte vor der Wahl eines Tools geprüft werden, ob für den individuellen Einsatz sämtliche Evaluierungskriterien relevant sind.

Die einfache Bedienbarkeit ist eines der Hauptkriterien dieser Kategorie. Dabei zeigt sich, dass Tools mit mehr Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten schlechter abschneiden als weniger

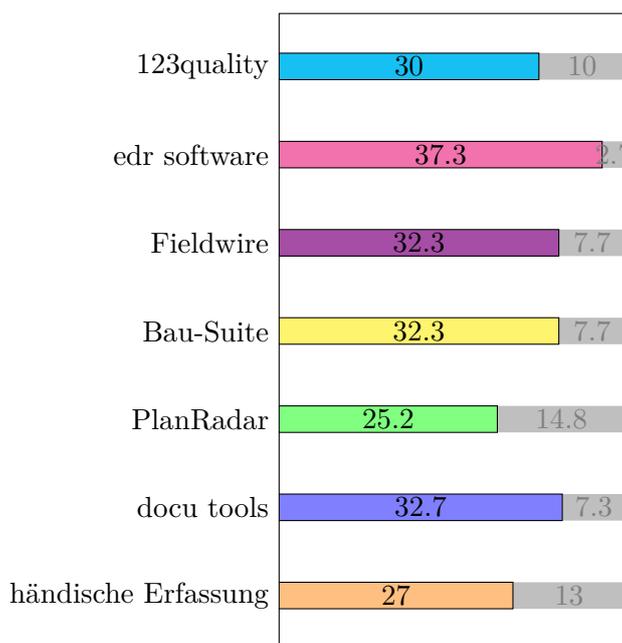


Abb. 5.28: Bedienbarkeit - Auswertung

umfangreiche Tools. Wobei in weiterer Folge zu beachten ist, ob neben einer einfachen Bedienoberfläche und selbsterklärenden Funktionen auch ein umfangreiches Handbuch zur Verfügung steht. Ein weiterer ausschlaggebender Punkt für das Ergebnis dieser Kategorie betrifft die Schnittstellen zu anderen Qualitätssicherungsprogrammen. Lediglich die Bau-Suite, Fieldwire und die Tools der edr software GmbH ermöglichen mit Hilfe eines API den Austausch mit anderen Tools. Die Tools der edr software erreichten in dieser Kategorie 37,3 Punkte und erfüllten somit beinahe alle Kriterien. PlanRadar und die händische Erfassung liegen mit unter 30 Punkten hinter den restlichen Tools. Die händische Erfassung punktet zwar mit einer sehr einfachen Struktur, allerdings ist eine klare Zuordnung nur teilweise möglich. Bei PlanRadar hingegen ist die Bedienung bezüglich der grundlegenden Einstellungen nicht so klar aufgebaut wie bei den anderen getesteten Tools. Schnittstellen zu anderen Tools bietet keines der beiden Tools.

5.3.4 Gesamtergebnis

Abbildung 5.29 zeigt das Gesamtergebnis der Evaluierung unter Einbeziehung der zuvor beschriebenen Kategorien Dateninput, Datenoutput und Bedienbarkeit. Gesamt konnten 100 Punkte erreicht werden.

Die Tools der edr software GmbH und Bau-Suite erreichten über 80 von 100 möglichen Punkten. docu tools, Fieldwire und PlanRadar schnitten im Vergleich zu den anderen getesteten Tools mittelmäßig ab. 123quality ist eine Erweiterung der Anwendung 123erfasst. Das Hauptaugenmerk der 123erfasst.de GmbH liegt auf dem Baustellenmanagement. Das Tool 123quality erreichte im Vergleich zu den anderen digitalen Qualitätssicherungstools deutlich weniger Punkte und sollte lediglich als Unterstützung von 123erfasst herangezogen werden. Das Ergebnis zeigt allerdings klar, dass sämtliche evaluierten digitalen Qualitätssicherungstools im Vergleich zur händischen Erfassung besser abschnitten. Bezugnehmend auf diese Evaluierung lohnt sich der Einsatz eines digitalen Qualitätssicherungstools.

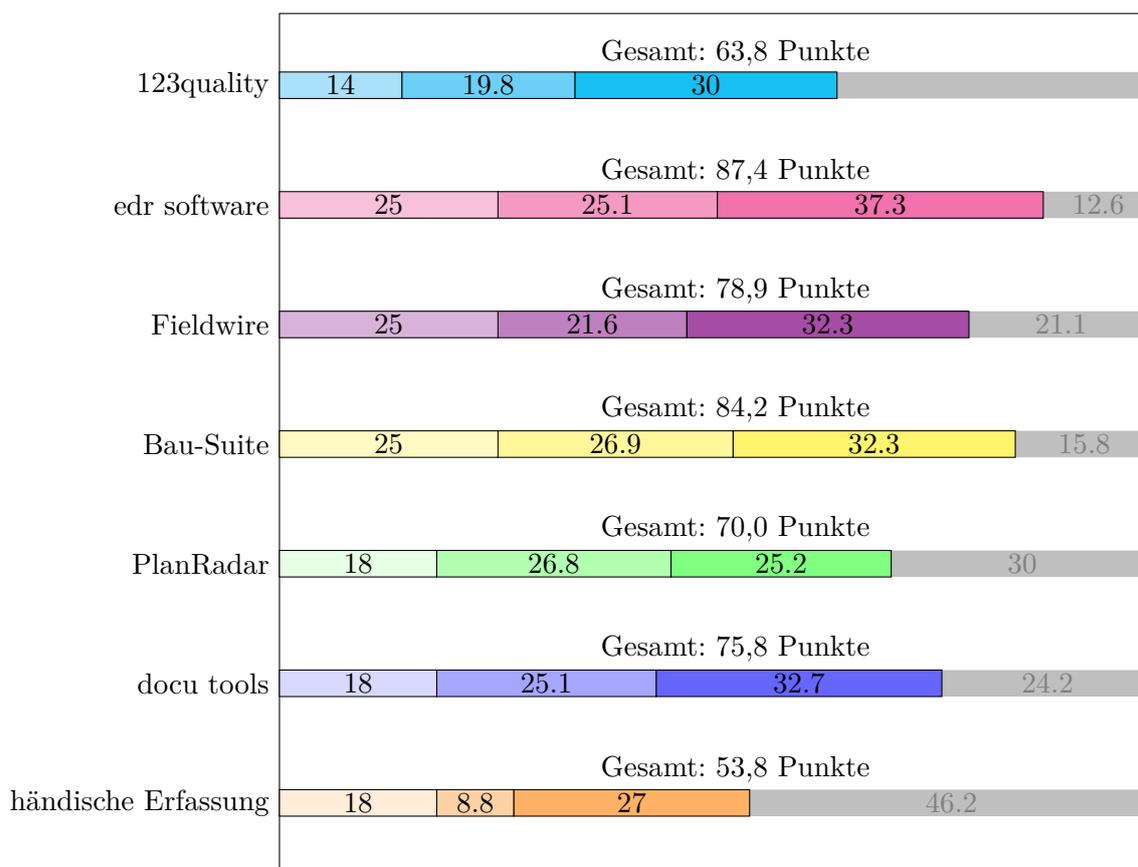


Abb. 5.29: Gesamt - Auswertung

Analyse hinsichtlich der Gewerke

Hinsichtlich der Gewerke ist das ausschlaggebende Kriterium die Funktion zur Erstellung von Checklisten. Für die in Abschnitt 4.2 beschriebenen Gewerke, welche vom Auftraggeber eine regelmäßige Kontrolle in Form von vorgegebenen Checklisten fordern, sollten Tools mit Checklisten-Funktion eingesetzt werden. Dazu zählen die Tools der edr software GmbH, Fieldwire und Bau-Suite.

Reichen hingegen dokumentierte Begehungen und das Erfassen und Dokumentieren einzelner Abweichungen aus, können Checklisten als Kriterium vernachlässigt werden. Zu diesen Gewerken zählen zum Beispiel Fliesen- und Plattenlegearbeiten oder die Baureinigung. Für diese Gewerke sind alle evaluierten Tools geeignet.

Kapitel 6

Übergang von der Qualitätssicherung zum Qualitätsmanagement

Wie bereits in Kapitel 2 und Kapitel 3 beschrieben, ist die Qualitätssicherung nur ein Teil des Qualitätsmanagements. Die Qualitätssicherung achtet im operativen Geschäft darauf, dass geforderte Qualitätsstandards erfüllt werden. Die im Zuge der Qualitätssicherung erfassten Daten und Erkenntnisse bieten wiederum dem Qualitätsmanagement die Chance auf Weiterentwicklung. Die Datenerfassung erfolgt mit den in Kapitel 5 beschriebenen Tools unter Einsatz der in Kapitel 4 erläuterten Checklisten. Im folgenden Kapitel wurden von der Autorin die allgemeinen Angaben der ISO 9001:2015 [55] auf den Übergang von im Zuge der Qualitätssicherung auf der Baustelle erfassten Daten in das Qualitätsmanagement eines Bauunternehmens umgelegt. Kurz gesagt, es erfolgt ein Datenaustausch zwischen Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement.

6.1 Datenerfassung

Abbildung 6.1 zeigt die Elemente eines Einzelprozesses laut ISO 9001 und stellt diese mit möglichen Steuerungsmaßnahmen und Punkten zur Messung und Überwachung der Leistung in Zusammenhang. Bei den Elementen eines Einzelprozesses handelt es sich um Eingabequellen, Eingaben, die Tätigkeit, Ergebnisse und die Empfänger von Ergebnissen. Von der Autorin wurde die Grafik um die für die vorliegende Diplomarbeit relevanten Steuerungs- und Kontrollmaßnahmen erweitert. Diese sind in Rot dargestellt.

Unter Eingabequellen lassen sich vorangegangene Prozesse verstehen. Wird Abbildung 6.1 als Ablauf eines Bauvorhabens betrachtet, sind die Eingabequellen als Entwurf, Planung, Ausschreibung und Arbeitsvorbereitung interpretierbar. Eingaben umfassen Materialien, Informationen oder Energie. Diese werden als Werkstoffe, Ressourcen oder Anforderungen zur Verfügung gestellt. In der Baubranche sind unter diesem Punkt besonders Pläne und Materialien von Bedeutung. Die Tätigkeiten beschreiben die Verarbeitung und Umwandlung von Eingaben in Ergebnisse. Diese Tätigkeiten werden von einem Startpunkt und einem Endpunkt eingegrenzt. Die Errichtung eines Gebäudes an sich und sämtliche dafür notwendige Arbeiten stellen eine Tätigkeit dar. Diese erstreckt sich vom Baubeginn bis zur Übergabe. Ergebnisse stellen Materialien, Informationen oder Energie in Form eines Produkts, einer Dienstleistung oder einer Entscheidung dar. In der Baubranche ist das Ergebnis ein fertiges Gebäude. Die Empfänger von Ergebnissen befassen sich mit nachfolgenden Prozessen. Dazu zählt zum Beispiel der Betrieb eines Gebäudes. [55]

Die Qualitätssicherung auf der Baustelle in Form von regelmäßigen Kontrollen und Begehungen kann als mögliche Steuerungsmaßnahme und als Punkt zur Messung und Überwachung der Leistung gesehen werden. Das Nichterfüllen der gewünschten Ergebnisse bei den Kontrollen und Überprüfungen führt zum Einschreiten der verantwortlichen Personen, wie zum Beispiel dem Bauleitungsteam. Methoden zur begleitenden Qualitätssicherung wurden in Abschnitt 3.3.2 beschrieben. Abschnitt 4.2 gibt einen Überblick über die Inhalte der Checklisten bezüglich verschiedener Gewerke. Vor Baubeginn ist eine Prüfung der Unterlagen durchzuführen. Die

Erstellung eines Prüfplans und den enthaltenen Prüfunterlagen hat während der Arbeitsvorbereitung zu erfolgen. Der Prüfplan legt die Art und Häufigkeit von Prüfungen und Kontrollen fest. Bei Bauabschluss erfolgt die Abnahme und in weiterer Folge die Bearbeitung und Analyse von Gewährleistungsmängeln.

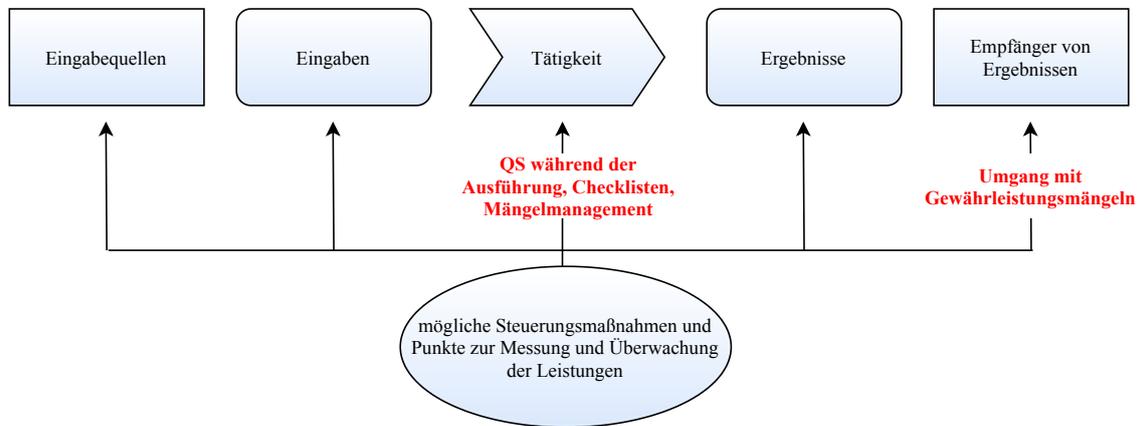


Abb. 6.1: Elemente eines Einzelprozesses [55] - relevante Steuerungs- und Kontrollmaßnahmen

Durch die Erfassung und Bearbeitung von Mängeln in Form von Mängelmanagement sowie durch den Einsatz von Checklisten werden im Laufe der Ausführung Daten gesammelt. Anhand dieser Daten kann ein Bauprojekt hinsichtlich der Ausführungsqualität bewertet werden. Im ersten Schritt findet eine Analyse der Daten im Zuge des Qualitätssicherungsendgesprächs statt und bietet den Projektbeteiligten die Möglichkeiten, Chancen und Risiken zu erkennen und bei zukünftigen Projekten besser einzuschätzen. Dabei müssen die erfassten Daten, nach Meinung der Autorin der vorliegenden Arbeit, Informationen zu den folgenden Punkten beinhalten:

- **Art der Abweichung:** Unter Art der Abweichung lässt sich zwischen Mangel, Schaden oder Fehler unterscheiden. Die Art kann zur Einschätzung der Schwere der Abweichung dienen. Zudem kann eine Leistung zum Zeitpunkt der Kontrolle gänzlich fehlen.
- **Anzahl der jeweiligen Abweichungen:** Die Anzahl der Abweichungen kann einen generellen Überblick darüber geben, wie gewissenhaft und genau gearbeitet wurde.
- **Zeitpunkt des Bekanntwerdens:** Durch den Zeitpunkt des Bekanntwerdens können einerseits Rückschlüsse auf den Zeitpunkt des Entstehens aber andererseits ebenso auf die Genauigkeit der zuvor durchgeführten Prüfungen gezogen werden.
- **Verursacher:** Der Verursacher ist, neben der Kostenweiterverrechnung, ebenso für die Zusammenarbeit bei zukünftigen Projekten von Interesse.
- **Entstandene Kosten:** Die entstandenen Kosten geben Auskunft über die wirtschaftlichen Auswirkungen einer Abweichung für Unternehmen.

Um eine Auswertung der Daten hinsichtlich der genannten Punkte einfach und schnell durchzuführen, ist der Einsatz von digitalen Qualitätssicherungstools, wie in Kapitel 5 beschrieben, notwendig.

Der zweite Schritt stellt die Weitergabe der Daten aus der Qualitätssicherung an das Qualitätsmanagement dar. Um die Vielzahl der erfassten Daten eines Unternehmens oder eines Unternehmensbereichs zusammenzufassen, muss eine projektübergreifende Auswertung der auf den Baustellen erfassten Daten erfolgen. Dies ist besonders bei großen Bauunternehmen von

Bedeutung, da das Qualitätsmanagement ansonsten mit einer zu großen und für seine Aufgabe irrelevanten Datenmenge konfrontiert wäre. Das Qualitätsmanagement befasst sich mit den Qualitätspolitiken und Qualitätszielen auf Unternehmensebene und nicht mit einzelnen Baustellen.

Die Zusammenfassung und Weitergabe der Daten aus der Qualitätssicherung erfolgt laut Schrenk [75] via Kennzahlen. Um erfasste Daten von verschiedenen Projekten vergleichbar zu machen, empfiehlt Schrenk [75] für ein großes Bauunternehmen [85] den Einsatz der folgenden Kennzahlen:

$$\text{Kennzahl I} = \frac{\text{Beanstandungsmeldungen}}{\text{Wohnungsanzahl}} \quad (6.1)$$

$$\text{Kennzahl II} = \frac{\text{Beanstandungsmeldungen}}{\text{Brutto - Geschossfläche}} * 100 \quad (6.2)$$

$$\text{Kennzahl III} = \text{Gewährleistungskosten} \quad (6.3)$$

Kennzahl I dient lediglich zum Vergleich und der Bewertung von Wohnbauten. Diese Kennzahl gibt die durchschnittliche Anzahl der Mängel pro Wohnung in einem Gebäude an. Sie ist nicht von der Wohnungsgröße oder den allgemein zugänglichen Flächen im bewerteten Gebäude abhängig. Aufgrund der projektübergreifenden Auswertung einer Vielzahl von Gebäuden ergibt sich daraus trotzdem ein aussagekräftiger Durchschnittswert. Der Wert dieser Kennzahl liegt bei einer Größenordnung von 0,4 [85]. Das bedeutet, dass nach Fertigstellung pro Wohnung 0,4 offene Beanstandungsmeldungen pro Quartal vorliegen. Dieser Wert ergibt sich aus dem Durchschnitt von beinahe 80 Gebäuden, welche im Zeitraum zwischen 2015 und 2019 übergeben wurden.

Kennzahl II dient zur Analyse von Gewerbebauten. Die Beurteilung bezieht sich hierbei auf die Brutto-Geschoßfläche²⁹. Die Größe der einzelnen Wohnungen oder des Gewerbeabschnitts ist somit irrelevant. Diese Kennzahl liegt in etwa bei 0,3 [85]. Was soviel bedeutet wie 0,3 offene Beanstandungsmeldungen pro Quartal pro 100 m². Dieser Wert ergibt sich wie Kennzahl I aus dem Durchschnitt der in diesem Bereich zwischen 2015 und 2019 übergebenen Gebäuden.

Kennzahl III kann in allen Bereichen eingesetzt werden, da sie lediglich die angefallenen Gewährleistungskosten angibt. Um diese Kennzahl vergleichbar zu machen, muss sie in weiterer Folge in Bezug zu einer anderen Kenngröße gesetzt werden. In Abschnitt 7.2.2 wird sie zum Beispiel ins Verhältnis zum Umsatz eines Bauunternehmens gesetzt.

Bei den beschriebenen Kennzahlen handelt es sich um Kennzahlen für Gewährleistungsfälle, da es für diese Fälle schon seit Jahren eine lückenlose Aufzeichnung sämtlicher Beanstandungsmeldungen gibt. Kennzahlen über Abweichungen, die während der Ausführung erkannt und behoben wurden, liegen noch nicht vor. Dies liegt daran, dass deren Aufnahme und Dokumentation in der Vergangenheit nicht einheitlich abgewickelt wurde. Zukünftig werden diese Kennzahlen aus digitalen Tools zur Mängelerfassung und aus Checklisten generiert. Die Generierung erfolgt entsprechend der in Abschnitt 5.2 beschriebenen Datenverarbeitung. Eine zusätzliche Unterteilung der Kennzahlen ist durch den Einsatz digitaler Tools einfach möglich. Ein Beispiel dafür ist eine Gliederung nach Gewerken. [75]

²⁹Brutto-Geschoßfläche: Vereinfacht ausgedrückt entspricht die Brutto-Geschoßfläche der Grundfläche eines Gebäudes multipliziert mit der Geschoßanzahl [5]. Eine genaue Beschreibung und Angaben zu Flächen, die nicht zur Brutto-Geschoßfläche zählen, sind in den Bauordnungen der einzelnen Bundesländer zu finden.

Allerdings haben auch die vorhandenen Kennzahlen eine Aussagekraft über die Qualitätssicherung auf der Baustelle während der Ausführung. Umso geringer die Gewährleistungskosten sind, umso genauer und fehlerfreier wurde während des Baus gearbeitet, und umso mehr der während der Ausführung entstandenen Abweichungen vom Soll-Zustand wurden rechtzeitig entdeckt und noch vor der Übergabe behoben. Insbesondere Mängel, die direkt im Zuge der Übergabe erkannt und beanstandet werden geben Rückschluss auf die Qualitätssicherung während der Ausführung.

6.2 Datenaustausch

Die Verbesserung von Prozessen bei der Anwendung eines prozessorientierten Qualitätsmanagementsystems erfolgt auf Basis der Bewertung von Daten. Diese Daten umfassen unter anderem die in Abschnitt 6.1 beschriebenen Kennzahlen und Informationen aus der Qualitätssicherung auf der Baustelle.

Abbildung 6.2 zeigt den PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55]. Von der Autorin wurden die für den Übergang der Daten aus der Qualitätssicherung in das Qualitätsmanagement relevanten Daten- und Informationsströme rot markiert. Eine Erklärung des PDCA-Zyklus erfolgte bereits in Abschnitt 2.3.1. Die Bewertung der Leistung erfolgt durch die Auswertung und Interpretation von Überwachungen, Messungen und Analysen. [55]

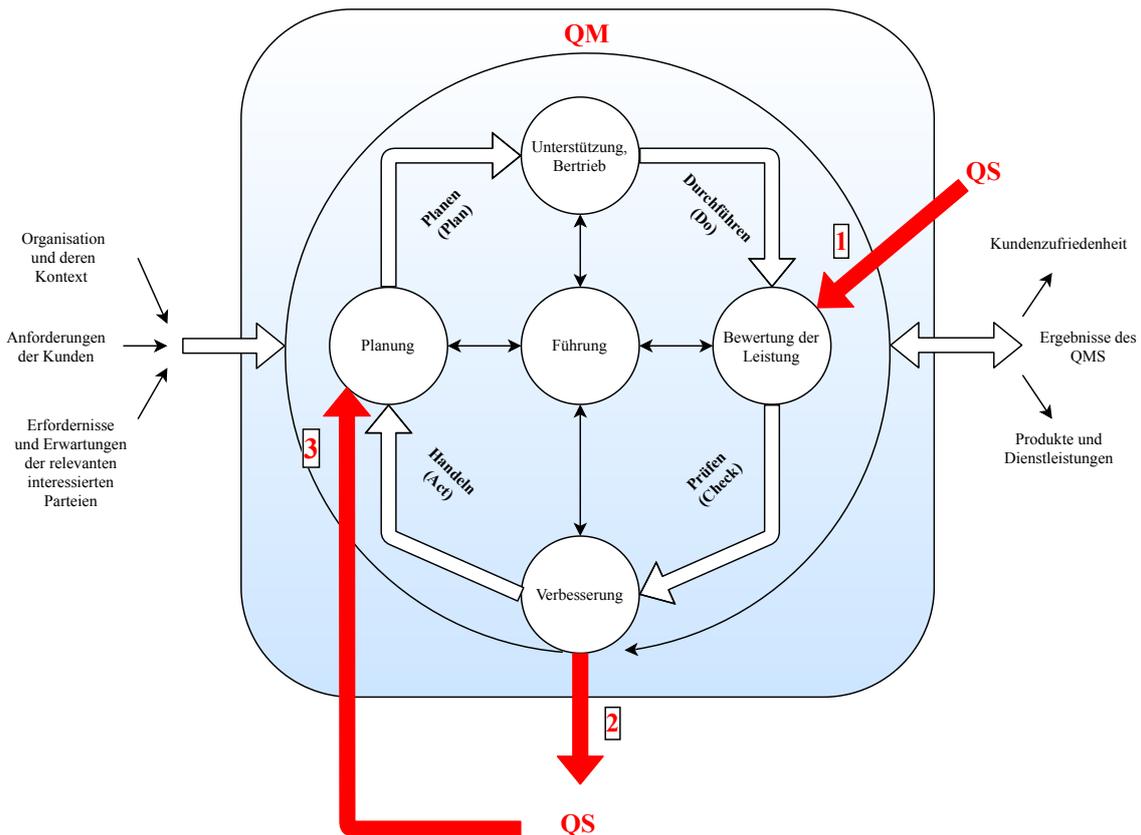


Abb. 6.2: PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55] - Einfluss der QS

Die Organisation, deren PDCA-Zyklus in Abbildung 6.2 dargestellt wird, wird in weiterer Folge als Bauunternehmen betrachtet. Als Produkte und Dienstleistungen können fertiggestellte Bauvorhaben gesehen werden. Die Kundenzufriedenheit ist neben dieser Produkte das wichtigste Ergebnis. Die Zufriedenheit des Kunden steht wiederum im direkten Zusammenhang mit den Pro-

dukten beziehungsweise in diesem Fall dem Bauvorhaben. In der Planung werden Qualitätsziele sowie Maßnahmen zu deren Erreichung festgelegt. Weiter im Zyklus werden diese Maßnahmen in den Betrieb eingeführt und umgesetzt. Daraufhin erfolgt eine Bewertung dieser Leistung. Diese Bewertung wird mit Daten aus der Qualitätssicherung unterstützt. An dieser Stelle findet ein Datenaustausch zwischen Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement statt. Dies wird durch den roten Pfeil mit der Nummer 1 in der Abbildung 6.2 verdeutlicht. Daten in Form von Kennzahlen fließen an dieser Stelle von der Qualitätssicherung zum Qualitätsmanagement. Unter Miteinbeziehung dieser Kennzahlen erfolgt die Bewertung und in weiterer Folge die Prüfung der Leistung. Ist das Ergebnis der Prüfung nicht zufriedenstellend, erfolgt eine Verbesserung. Diese Verbesserung wird wiederum an die Qualitätssicherung weitergegeben. Hier fließt die Information vom Qualitätsmanagement zur Qualitätssicherung und ist in der Abbildung mit dem roten Pfeil Nummer 2 dargestellt. Bei der Verbesserung handelt es sich nicht um konkrete Handlungsvorschläge, sondern um allgemeine Verbesserungsansätze der zuvor vorgelegten Kennzahlen. Um diese Verbesserungen und Änderungen zu erreichen, müssen von der Qualitätssicherung Maßnahmen gesetzt werden. Die Herausforderung der Qualitätssicherung besteht darin, Maßnahmen zu schaffen, die im Baustellenalltag angewandt werden können und die geforderte Verbesserung erreichen. Solche Maßnahmen umfassen zum Beispiel die verpflichtende Einführung von Kontrollen in Form von Checklisten oder auch nur das Sensibilisieren des Baustellenteams für gewisse Themen. Diese Sensibilisierung findet im Zuge des Qualitätssicherungsstartgesprächs statt und zielt auf die jeweiligen Risiken und Chancen eines einzelnen Bauprojekts ab. Werden in weiterer Folge diese Maßnahmen in der Qualitätssicherung angewandt, fließen die dadurch gewonnen Erkenntnisse wiederum in die Planung mit ein. Der Informationsaustausch erfolgt an dieser Stelle durch die Einbeziehung von Qualitätssicherungsexperten in die Planungsgespräche des Qualitätsmanagements.

Beispiel einer Maßnahme

Die Einführung der in Abschnitt 4.2.2 beschriebenen Fensterprüfung ist ein Beispiel für eine von der Qualitätssicherung im operativen Geschäft gesetzte Maßnahme. Abbildung 6.3 zeigt den Verlauf der jährlichen Fensterbeanstandungsmeldungen in einer Direktion eines Bauunternehmens [85]. Dabei ist zu beachten, dass die Daten vor 2016 nicht mit einheitlichen digitalen Tools erfasst wurden und somit möglicherweise nicht fehlerfrei sind. Die Anzahl der Beanstandungsmeldungen stieg zwischen 2014 und 2015 stark an. Gründe dafür sind unter anderem eine steigende Anzahl an Übergaben sowie Schlussfeststellungen. Die steigenden Beanstandungsmeldungen forderten eine Maßnahme von Seiten der Qualitätssicherung. Die Fensterprüfung stellt eine solche Maßnahme dar. Diese wird seit 2015 in dieser Direktion flächendeckend durchgeführt. Die Zahlen von 2017 und 2018 zeigen klar eine positive Entwicklung in Form der rückgängigen Anzahl an Beanstandungen. [75]

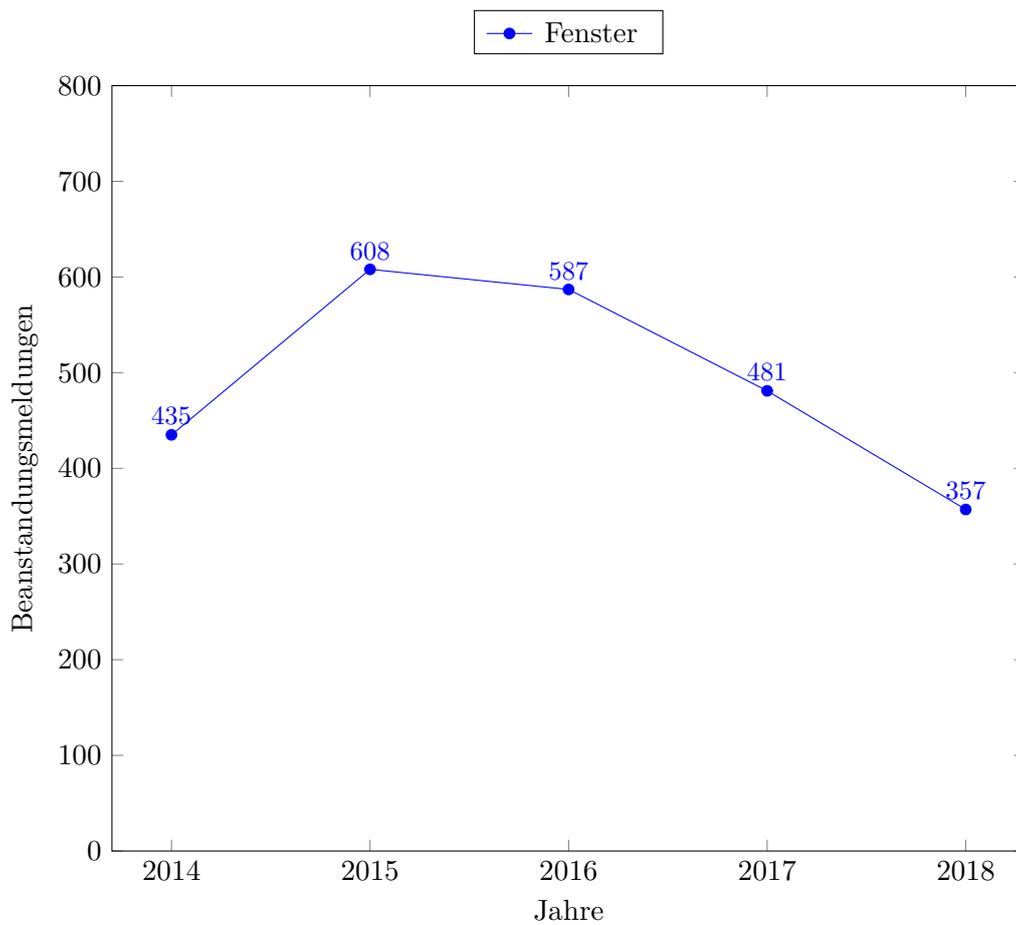


Abb. 6.3: Beanstandungsmeldungen Fenster 2012-2018 [85]

Kapitel 7

Wirtschaftliche Auswirkungen

Im Fokus eines jeden Unternehmens steht das wirtschaftliche Handeln. Neben Gewinn und Umsatz sind die Kundenzufriedenheit und die damit verbundenen Folgeaufträge von Bedeutung. In diesem Kapitel werden die wirtschaftlichen Auswirkungen des Qualitätsmanagements mit besonderer Berücksichtigung der Qualitätssicherung auf ein Unternehmen untersucht.

7.1 Einflussfaktoren

Zu den für die wirtschaftlichen Auswirkungen relevanten Einflussfaktoren zählen einerseits der Nutzen, der durch den Einsatz einer umfangreichen Qualitätssicherung auf der Baustelle entsteht, und andererseits die dadurch verursachten Kosten.

Nutzen

Der Nutzen einer umfassenden Qualitätssicherung während der Ausführung wurde in Abschnitt 3.2 ausführlich erklärt. Zusammenfassend lassen sich folgende Vorteile nennen:

- Zufriedenheit des Kunden
- Frühzeitiges Erkennen von Abweichungen vom Bau-Soll
- Kostenvermeidung
- Vermeidung von Rechtsstreitigkeiten
- Vermeidung von ausstehenden Zahlungen
- Gutes Arbeitsklima und zufriedene Mitarbeiter

Kosten

Dem Nutzen gegenüber stehen wiederum Kosten, welche durch die Durchführung der Qualitätssicherung auf der Baustelle während der Ausführung entstehen. Die Hauptfaktoren dabei sind:

- Personalkosten
- Kosten für das eingesetzte Qualitätssicherungstool
- Kosten für das Beheben von Abweichungen vom Bau-Soll

Die Personalkosten sind von der aufgewandten Zeit für Begehungen und Kontrollen sowie für die weitere Bearbeitung von erfassten Abweichungen und der Position des Mitarbeiters abhängig.

Die Kosten für die eingesetzte Qualitätssicherungsmethode und das dafür ausgewählte Tool variieren je nach Anbieter. Eine Übersicht dafür wird in Kapitel 5 geboten. Zudem muss dabei berücksichtigt werden, wie viele Mitarbeiter zur Qualitätssicherung eingesetzt werden. Bei den meisten Tools ist für jeden Bearbeiter eine eigene Lizenz nötig.

Die Kosten für das Beheben von Abweichungen vom Bau-Soll setzen sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Diese umfassen einerseits Lohn- und Materialkosten für die Reparatur oder Neuerrichtung und andererseits Kosten, die durch Terminverschiebungen aufgrund der zusätzlichen Arbeiten entstehen.

7.2 Auswertung

Ein Vergleich der oben genannten Einflussgrößen ist aufgrund verschiedener Faktoren nur sehr schwer möglich. Im Folgenden werden die Ursachen dafür erklärt und eine Auswertung anhand der Gewährleistungskosten durchgeführt.

7.2.1 Allgemein

Zum einen lassen sich einige der genannten Vorteile wie die Zufriedenheit von Kunden oder ein gutes Arbeitsklima und zufriedene Mitarbeiter nur sehr schwer monetär bewerten. Dies sind allerdings wichtige Ziele und somit Nutzen aus der Qualitätssicherung. Neben der Kundenzufriedenheit ist auch jene der Mitarbeiter von Bedeutung, da diese zur Steigerung der Motivation und somit der Arbeitsleistung führt. Das hat wiederum einen positiven Einfluss auf die Kosten. Die Zufriedenheit der Kunden führt zu möglichen Folgeaufträgen, welche zu einer Steigerung des Gewinns oder zumindest des Umsatzes führen. Die Zufriedenheit des Kunden kann teilweise durch die Gewährleistungskosten und die Anzahl der Gewährleistungsmängel und -schäden bewertet werden. Keine oder nur sehr wenige Beanstandungen führen eher zu einem zufriedenen Kunden als ein Projekt mit vermehrten Gewährleistungsfällen. Die Anzahl der Beanstandungen ist allerdings nicht alleine verantwortlich für die Zufriedenheit des Kunden.

Zum anderen sind auch die durch Qualitätssicherung während der Ausführung entstehenden Kosten nur schwer einzuschätzen. Dies liegt daran, dass Qualitätssicherung bereits auf jeder Baustelle, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung, stattfindet. Jede Baustellenbegehung ist schon ein Teil der Qualitätssicherung. Somit zählen zur Qualitätssicherung auch Arbeiten, die sowieso verrichtet werden. Der tatsächliche Arbeitsaufwand für die Qualitätssicherung selbst ist daher nicht eindeutig erkennbar.

Arbeitszeit und Kosten, die bei einer umfangreichen Qualitätssicherung auf der Baustelle entstehen, werden dafür durch die daraus resultierende Verminderung der Gewährleistungsfälle eingespart. Da das Früherkennen von Mängeln und Fehlern eines der Ziele der Qualitätssicherung während der Ausführung ist, werden Mängel rechtzeitig vor der Übergabe behoben. Entsprechend der Kostenentwicklung der Fehlerkosten, welche in Abschnitt 3.2 erklärt wird, verursacht ein Mangel, der anstatt erst nach Fertigstellung schon während der Ausführung erkannt wird, nur ein Hundertstel bis Zehntel der Kosten.

Eine weitere Schwierigkeit stellt die noch lückenhafte Datenerfassung der letzten Jahre im Bereich der Qualitätssicherung während der Ausführung dar. Da es viele verschiedene Methoden zur Qualitätssicherung gibt, liegen kaum einheitliche Daten vor. Die vorhandenen Daten sind nicht ausreichend um eine repräsentative Aussage zu treffen.

7.2.2 Gewährleistung

Anstatt einer Kosten-Nutzen-Analyse der Qualitätssicherung während der Ausführung erfolgt die Darstellung der Auswirkung einer umfangreich durchgeführten Qualitätssicherung anhand der Gewährleistungskosten. Die Gewährleistungskosten wurden bereits in Abschnitt 6.1 als Kennzahl III der Qualitätssicherung genannt. Diese Kennzahl ist auf jedes Bauwerk anwendbar und muss, um einen Vergleich zu ermöglichen, ins Verhältnis zu einer Bezugsgröße gestellt

werden. Für diese Analyse werden die Gewährleistungskosten ins Verhältnis zum Umsatz gesetzt. Die im Folgenden beschriebenen Daten beziehen sich aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenlage ausschließlich auf Hochbauten. Da das Ziel einer umfangreichen Qualitätssicherung die Reduktion der Kosten ist, lässt sich durch die Gewährleistungskosten ein Rückschluss auf die Qualitätssicherung ziehen. Nicht berücksichtigt wird dabei, ob Abweichungen vom Bau-Soll gänzlich vermieden wurden oder vor der Übergabe erkannt und behoben wurden. Kosten für Mängelbehebungen vor dem Zeitpunkt der Übergabe werden nicht berücksichtigt.

Abbildung 7.1 zeigt den Umsatz und die Gewährleistungskosten im Zeitraum 2017 bis 2019 einer Direktion eines Bauunternehmens [85].

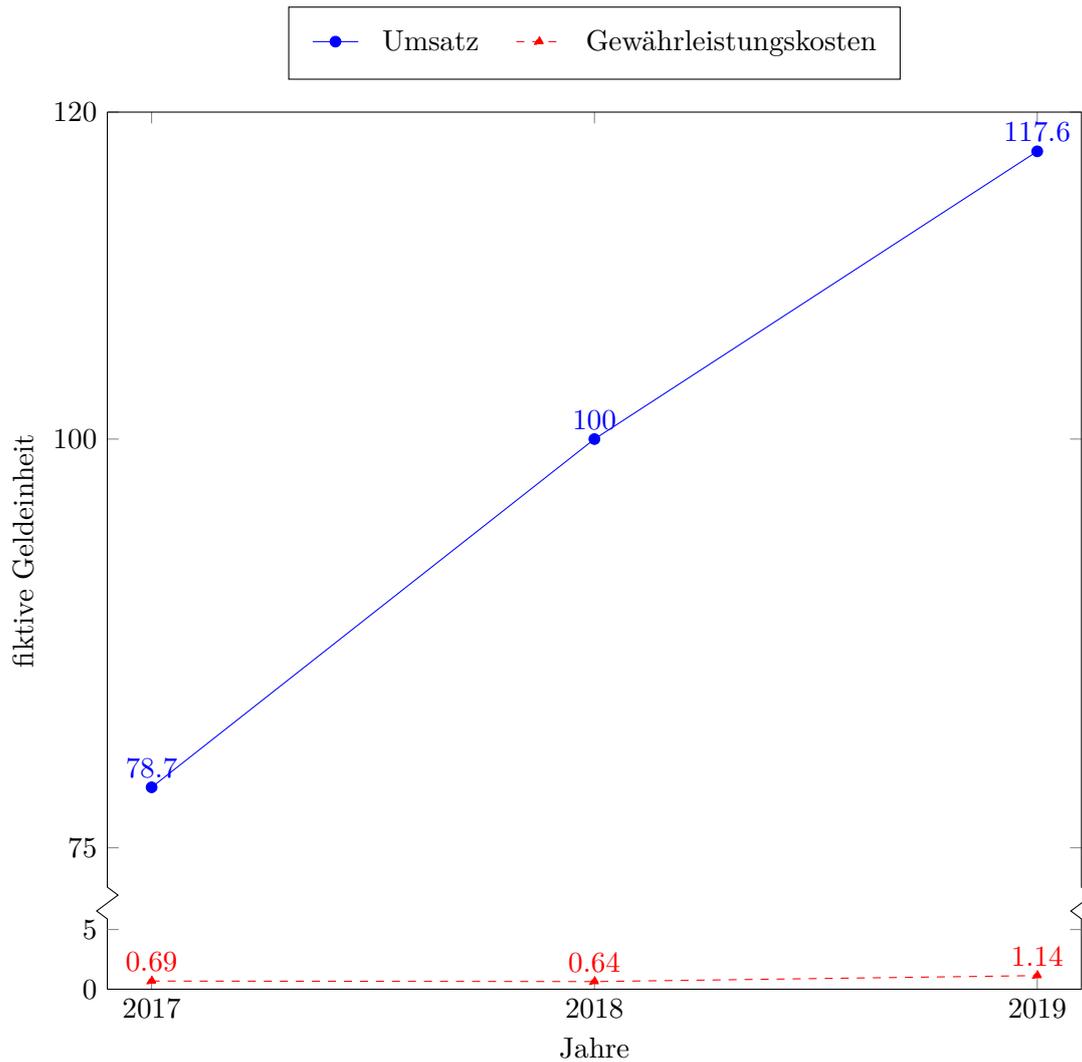


Abb. 7.1: Umsatz und Gewährleistung 2017-2019 [85]

Die Daten wurden von der Autorin zur Darstellung in der vorliegenden Arbeit in eine fiktive Geldeinheit umgerechnet. Dabei wurde der Umsatz von 2018 als 100 fiktive Geldeinheiten festgelegt und die restlichen Daten daran entsprechend angepasst. Die blaue Kurve zeigt den Umsatz der Direktion, welcher stetig zunimmt. Die rote Kurve zeigt die Gewährleistungskosten. 2018 sanken die Gewährleistungskosten leicht, bevor sie sich im darauffolgenden Jahr beinahe verdoppelten. Die monetäre Differenz zwischen Umsatz und Gewährleistung vergrößert sich jährlich, wie Abbildung 7.1 zeigt.

Betrachtet man allerdings den prozentualen Anteil der Gewährleistungskosten am Umsatz, zeigt sich ein anderes Bild. Tabelle 7.1 gibt einen Überblick über die Gewährleistungskosten in Prozent des Umsatzes. Im Jahr 2018 war der prozentuale Anteil am geringsten. Obwohl der monetäre Unterschied zwischen Umsatz und Gewährleistungskosten 2019 am größten war, ist der Anteil der Gewährleistungskosten in Prozent am Umsatz ebenso 2019 am größten.

Tab. 7.1: Gewährleistungskosten in Prozent des Umsatzes [85]

Jahr	Gewährleistungskosten
2017	0,870 %
2018	0,641 %
2019	0,972 %

Da die der Autorin dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Daten nur drei Jahre abdecken, erlauben diese keine klare Aussage über den Verlauf und die Entwicklung der Gewährleistungskosten.

Um trotzdem eine Aussage über den Einfluss einer umfangreichen Qualitätssicherung auf der Baustelle treffen zu können, wurden diese Werte mit Angaben aus der Literatur verglichen. Im 1. Österreichischen Bauschadensbericht [38] lagen die Kosten für die Schadens- und Mangelbehebung im Durchschnitt bei 1,6 % des Umsatzes. Dieser Wert ergibt sich durch die Auswertung von Fragebögen für das Jahr 2004 und liegt bis zu einem Prozentpunkt über den im Zeitraum 2017 bis 2019 erfassten Daten. Da die Qualitätssicherung auf Baustellen in den letzten 15 Jahren zunehmend verbessert und deren Umfang gestiegen ist, lässt dieser Vergleich den Rückschluss zu, dass eine umfangreiche Qualitätssicherung eine positive Auswirkung auf den Gewinn eines Unternehmens hat.

7.3 Fazit

Durch den Vergleich von Werten aus der Literatur und aktuellen Daten eines Bauunternehmens lässt sich der Schluss ziehen, dass der prozentuale Anteil der Gewährleistungskosten am Umsatz über die letzten 15 Jahre rückläufig ist. Die Qualitätssicherung während der Ausführung, zu deren Zielen die Vermeidung von Gewährleistungskosten gehört, hat darauf einen Einfluss. Die Reduktion der Gewährleistungskosten gibt keine Auskunft darüber, ob ein Mangel vermieden oder frühzeitig erkannt wurde. Allerdings stellt auch bereits ein frühzeitig erkannter Mangel im Vergleich zu einem Gewährleistungsmangel eine positive Auswirkung dar, da die Mangelbehebungskosten von Bauphase zu Bauphase um den Faktor zehn ansteigen.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie hoch der Anteil der gänzlich vermiedenen Mängel ist und wie viele lediglich frühzeitig erkannt wurden, benötigt es eine umfangreiche Aufnahme und Dokumentation sämtlicher Mängel während der Ausführung. Mit Hilfe dieser Daten könnte eine vollständige Auswertung der vermiedenen Kosten, durch den Einsatz einer umfangreichen Qualitätssicherung auf der Baustelle, für ein Bauunternehmen getroffen werden. Die Autorin der vorliegenden Arbeit empfiehlt daher weitere langfristige Untersuchungen. Diese beinhalten die genaue Dokumentation und Auswertung von Daten über mehrere Jahre. Digitale Tools wie sie in Abschnitt 5.2 beschrieben wurden erleichtern diese Arbeit.

Kapitel 8

Forschungsergebnisse

Nach einer Zusammenfassung folgt in diesem Kapitel die Beantwortung der Forschungsfragen sowie ein Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen im betrachteten Themenfeld der Qualitätssicherung auf Baustellen.

8.1 Zusammenfassung

Das Augenmerk dieser Diplomarbeit liegt auf der Qualitätssicherung auf Baustellen während der Ausführung aus Sicht eines Generalunternehmers. Am Beginn der vorliegenden Diplomarbeit erfolgte eine Literaturrecherche mit besonderem Augenmerk auf die Normenreihe ISO 9000 ff. Zum besseren Verständnis der Zusammenhänge und der Schnittstellen zwischen Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement wurde in Kapitel 2 auf das Qualitätsmanagement eingegangen.

Die Qualitätssicherung ist ein Teil des Qualitätsmanagements und wird in Kapitel 3 näher beschrieben. Im Fokus der Qualitätssicherung steht die Erfüllung der geforderten und vereinbarten Qualitätsanforderungen. Die Qualitätssicherung erfolgt somit im operativen Geschäft und lässt sich in vorbeugende und begleitende Qualitätssicherung unterteilen. In der vorliegenden Diplomarbeit liegt das Augenmerk auf der begleitenden Qualitätssicherung. Diese umfasst die Dokumentation und den Umgang mit Abweichungen vom Bau-Soll, Kontrollen in Form von Checklisten sowie allgemeinen Begehungen. Die Hauptvorteile einer umfangreichen Qualitätssicherung während der Ausführung sind eine hohe Kundenzufriedenheit, frühzeitiges Erkennen von Abweichungen vom Bau-Soll und eine mögliche Kostenvermeidung.

In Kapitel 4 erfolgte die Darstellung von Mängeln nach Kostengruppe und Bauschäden nach Bauteilen. Anhand von Literaturrecherchen wurden sechs Gewerke zur näheren Betrachtung ausgewählt. Dabei handelt es sich um Beton- und Stahlbetonarbeiten, Fenster und Fenstertüren, Wärmedämmverbundsysteme, Schachtköpfe, Schwarzdecker- und Spenglerarbeiten. Für diese Gewerke wurden Kontrollpunkte angeführt, welche, zusammengefasst in Checklisten, einem Bauleitungsteam die Möglichkeit der stichprobenartigen Kontrolle einzelner besonders anfälligen Bauteile bieten.

Kapitel 5 bildet den Hauptteil der vorliegenden Arbeit und umfasst die Evaluierung verschiedener Qualitätssicherungstools. Dazu wurden die drei Kategorien Dateninput, Datenoutput und Bedienbarkeit festgelegt. Diese Kategorien wurden wiederum in Kriterien unterteilt. Jedem Kriterium wurden ein bis drei Fragen zugeordnet auf Basis derer Beantwortung die Punktevergabe erfolgte. Bei der Evaluierung wurden die Tools docu tools, PlanRadar, die Bau-Suite, Fieldwire, edr software, 123quality sowie die händische Erfassung verglichen. Die Autorin der vorliegenden Arbeit kam zu dem Schluss, dass digitale Qualitätssicherungstools wesentliche Vorteile gegenüber der händischen Erfassung haben. Allerdings gibt es dabei noch Entwicklungspotential, welches im Ausblick in Abschnitt 8.3 näher beschrieben wird.

In Kapitel 6 wurde der Übergang von Daten aus der Qualitätssicherung ins Qualitätsmanagement beschrieben und hinsichtlich ihrer Relevanz untersucht.

Kapitel 7 bildet mit einer Untersuchung der wirtschaftlichen Auswirkung einer umfangreichen Qualitätssicherung auf ein Bauunternehmen den Abschluss der vorliegenden Diplomarbeit. Aufgrund der noch lückenhaften Datenerfassung der letzten Jahre und der fehlenden Vergleichswerte war es nicht möglich, eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse zu erstellen. Stattdessen wurden die Gewährleistungskosten und der Umsatz anhand aktueller Daten eines Bauunternehmens mit Werten aus der Literatur verglichen.

8.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Frage 1:

Wie unterscheidet sich die Qualitätssicherung hinsichtlich der verschiedenen im Hochbau relevanten Gewerke?

Die Qualitätssicherung hinsichtlich der verschiedenen im Hochbau relevanten Gewerke unterscheidet sich durch die Art und die Häufigkeit von durchgeführten Kontrollen. Kontrollen können allgemeine Begehungen mit der Erfassung und Dokumentation von erkannten Mängeln sein oder gezielt durchgeführte Prüfungen einzelner für das jeweilige Gewerk ausschlaggebender Punkte. Diese Punkte werden in Checklisten zusammengefasst. Checklisten bieten einem Bauunternehmen die Möglichkeit Gewerke unternehmensweit gleich zu kontrollieren und somit einen gewissen Ausführungsstandard zu garantieren. Die Basis dieser Checklisten bilden Normen, Richtlinien und Erfahrungswerte. Ob Checklisten zum Einsatz kommen, ist vom Mangelpotential, der Komplexität und der Relevanz des Gewerks beim einzelnen Bauvorhaben abhängig. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die auftretenden Mängel und Schäden. Zudem erfolgt eine Beschreibung einiger ausgewählter, besonders relevanter Checklisten.

Frage 2:

Welche Methoden und Tools zur Qualitätssicherung auf Baustellen gibt es und was sind deren jeweiligen Vor- und Nachteile?

Die Qualitätssicherung unterteilt sich in vorbeugende und begleitende Methoden. Bei der vorbeugenden Qualitätssicherung liegt das Augenmerk auf der Mängel- und Fehlervermeidung durch die entsprechenden, der Ausführung vorangegangenen Maßnahmen. Diese Maßnahmen zielen auf die Planung, die Vergabe, die Abstimmung der Gewerke untereinander sowie die allgemeine Kommunikation ab. Ein gezieltes Eingreifen in individuellen Situationen ist nicht das Ziel der vorbeugenden Qualitätssicherung.

Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Diplomarbeit liegt auf der begleitenden Qualitätssicherung auf Baustellen während der Ausführung. Dabei stehen die Erfassung und der Umgang mit Abweichungen vom Bau-Soll und die Kontrolle der geleisteten Arbeiten im Vordergrund. Die Erfassung von Abweichungen geschieht im Zuge von Baustellenbegehungen, mit oder ohne der Zuhilfenahme von Checklisten. Der richtige Umgang mit den erfassten Daten ermöglicht eine klare Zuordnung der zuständigen Stellen sowie eine schnelle Behebung der vorhandenen Abweichungen. Die Notwendigkeit dieser Methode zeigt allerdings, dass ein Eingriff und Entgegensteuern oft erst im Nachhinein geschieht. Durch den Einsatz von Checklisten sollen Abweichungen vom Bau-Soll frühestmöglich erkannt werden und die norm- und fachgerechte Ausführung geprüft und dokumentiert werden.

Die Erfassung und Dokumentation von Abweichungen vom Bau-Soll sowie die Kontrollen der einzelnen Gewerke können händisch oder mit Hilfe von digitalen Tools durchgeführt werden. Eine Evaluierung der verschiedenen Tools hinsichtlich des Dateninputs, des Datenoutputs und der Bedienbarkeit ist in Abschnitt 5.2 dargestellt. Dabei wurden neben der händischen Erfassung die

digitalen Tools docutools, PlanRadar, Bau-Suite, Fieldwire, die Tools der edr software GmbH sowie 123quality evaluiert. Neben dieser Auswahl gibt es am Markt eine Vielzahl weiterer Tools im Angebot. Die Evaluierung ergab, dass sämtliche untersuchten digitalen Tools besser für die Qualitätssicherung während der Ausführung geeignet sind, als die herkömmliche händische Erfassung. Eine Mängelerfassung sowie eine allgemeine Dokumentation ist mit allen evaluierten Tools möglich. Einschränkungen gibt es beim Umgang mit Checklisten. Die Ergebnisse der Evaluierung bieten einen allgemeinen Überblick über die Funktionen der verschiedenen Tools. Bei der Wahl eines Qualitätssicherungstools ist zudem auf das individuelle Einsatzgebiet des Nutzers zu achten.

Frage 3:

Welche Daten aus der Qualitätssicherung sind für ein effizientes Qualitätsmanagement eines Bauunternehmens relevant?

Durch die Erfassung und Bearbeitung von Mängeln in Form von Mängelmanagement sowie durch den Einsatz von Checklisten werden im Laufe der Ausführung eine Vielzahl an Daten gesammelt. Digitale Tools erleichtern den Umgang und die Auswertung der erfassten Daten. Im ersten Schritt dienen die Daten zur Bewertung und Analyse der Baustelle hinsichtlich der Ausführungsqualität. Diese Analyse bietet den Projektbeteiligten die Möglichkeit, zukünftig Chancen und Risiken zu erkennen und einzuschätzen. Dabei erfolgt eine Gliederung der Daten nach folgenden Aspekten:

- Art der Abweichung
- Anzahl der jeweiligen Abweichungen
- Zeitpunkt des Bekanntwerdens
- Verursacher
- Entstandene Kosten

Im zweiten Schritt erfolgt die Weitergabe der Daten aus der Qualitätssicherung an das Qualitätsmanagement. Das Qualitätsmanagement befasst sich nicht mit einzelnen Baustellen, sondern mit den Qualitätspolitikern und -zielen auf Unternehmensebene. Der Datenaustausch erfolgt daher mit projektübergreifenden Kennzahlen, die zur Bewertung der Leistung dienen. Mit Hilfe dieser Daten können vom Qualitätsmanagement Verbesserungen und Änderungen entwickelt werden, welche wiederum an die Qualitätssicherung weitergegeben werden. Die Qualitätssicherung setzt Maßnahmen zur Erreichung der Vorgaben. Erkenntnisse, welche die Qualitätssicherung im operativen Geschäft aus der Umsetzung der Maßnahmen ziehen kann, fließen wiederum in die Planung des Qualitätsmanagements mit ein.

Frage 4:

Welche wirtschaftlichen Auswirkungen hat die Qualitätssicherung auf Baustellen auf ein Unternehmen?

Durch den gezielten Einsatz einer umfangreichen Qualitätssicherung während der Ausführung können Gewährleistungskosten verringert werden. Neben der Vermeidung von Abweichungen vom Bau-Soll führt die Qualitätssicherung ebenso zu einer frühzeitigen Erkennung entstandener Abweichungen. Die Kosten werden somit in eine frühere Phase verschoben, was entsprechend der Kostenentwicklung der Fehlerkosten zu weitaus geringeren Behebungskosten führt. Zudem gibt es einige monetär nicht bewertbare Vorteile, welche durch den Einsatz einer umfangreichen

Qualitätssicherung entstehen. Der Einsatz einer umfangreichen Qualitätssicherung ergibt somit eine positive wirtschaftliche Auswirkung auf ein ausführendes Bauunternehmen.

Da aus den vergangenen Jahren keine vollständige Aufzeichnung der Daten bezüglich der Qualitätssicherung während der Ausführung vorliegt, ist das Erstellen einer Kosten-Nutzen-Analyse nicht möglich. Durch die zunehmende Digitalisierung in diesem Bereich wird zukünftig aussagekräftigeres Material zur Erstellung einer umfangreichen Kosten-Nutzen-Analyse zur Verfügung stehen.

8.3 Ausblick

Um die Qualitätssicherung auf Baustellen hinsichtlich der verschiedenen Gewerke zu verbessern, bedarf es einer regelmäßigen Aktualisierung der Checklisten sowie einer Ausweitung der vorhandenen Checklisten auf alle Gewerke. Die Checklisten sollten in Zukunft einheitlich mit Hilfe von digitalen Tools erfasst werden. Zudem ist eine klare Erhebung von Daten für eine aussagekräftige Kosten-Nutzen-Analyse notwendig. Um eine Kosten-Nutzen-Analyse über die Qualitätssicherung auf Baustellen zu erstellen, bedarf es einer Analyse und Erfassung sämtlicher Daten hinsichtlich der Kosten und Nutzen mehrerer Bauvorhaben über den Verlauf der gesamten Bau- und Gewährleistungszeit. Die Rahmenbedingungen zur lückenlosen Datenerfassung sind durch den Einsatz von digitalen Tools geschaffen.

Die Anzahl der am Markt verfügbaren digitalen Tools zur Qualitätssicherung ist groß und steigt zunehmend. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung Digitalisierung der Baubranche. Im Zuge der Evaluierung der verschiedenen Tools hat die Autorin der vorliegenden Arbeit festgestellt, dass das Hauptaugenmerk dieser Tools auf der Mängelerfassung liegt. Die Qualitätssicherung umfasst allerdings mehrere Komponenten. Neben der Erfassung und Bearbeitung von Mängeln zählen auch allgemeine Begehungen sowie gezielte Kontrollen zur Qualitätssicherung auf Baustellen. In diesen Bereichen gibt es noch Entwicklungspotential. Manche Anbieter bieten zwar bereits Tools für mehrere Komponenten der Qualitätssicherung an, jedoch erfordern auch diese noch eine Weiterentwicklung hinsichtlich der Verknüpfung der erfassten Daten. Zur Verbesserung des Datenaustauschs zwischen Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement bedarf es zudem einer Weiterentwicklung der Auswertungsfunktionen der erfassten Daten. Die Daten müssen projektübergreifend ausgewertet und in Kennzahlen umgewandelt werden, um diese sinnvoll nutzen zu können. Um die Effizienz im Baubüro zu steigern, ist eine Verknüpfung der Qualitätssicherungstools mit anderen Anwendungen erstrebenswert. Das Einpflegen in digitale Bautagesberichte stellt dabei nur eines von vielen Beispielen dar.

Building Information Modeling (BIM) ermöglicht bei der vorbeugenden Qualitätssicherung Schnittstellen einzelner Gewerke rechtzeitig zu erkennen und Kollisionen zu verhindern. Die Verknüpfung eines BIM-Modells mit den im Zuge der Qualitätssicherung erfassten Daten würde die Zuordnung und Nachvollziehbarkeit der Daten erleichtern. Zudem wäre die gesamte Dokumentation in einem Modell zusammengefasst. Ein weiterer Schritt wäre die Verknüpfung von BIM-Modellen mit Augmented Reality (AR). Dabei werden dem Träger einer AR-Brille Informationen aus dem BIM-Modell in das aktuelle Sichtfeld eingeblendet. Betrachtet man beispielsweise die Leitungsführung an der Decke eines Raumes und möchte überprüfen, ob diese entsprechend dem Plan positioniert wurde, kann man sich mit Hilfe der AR-Brille das 3D-Modell der Leitungen ins Sichtfeld projizieren lassen. Das Bild passt sich entsprechend den Bewegungen und der Position des Trägers der AR-Brille an. Der Einsatz von AR würde das Erkennen und Erfassen von Abweichungen vom Bau-Soll im Zuge der begleitenden Qualitätssicherung effizienter gestalten.

Literaturverzeichnis

- [1] 123erfasst.de GmbH. *123quality Hilfe*. URL: <https://123erfasst.zendes.com/hc/de/categories/360001835534-123quality> (Zugriff am 09.03.2020).
- [2] 123erfasst.de GmbH. *Mobile Mängelmanagement-App auf der Baustelle*. URL: <https://www.123erfasst.de/maengelmanagement/> (Zugriff am 17.11.2019).
- [3] AMS. *Berufslexikon SchwarzdeckerIn*. URL: <https://www.berufslexikon.at/berufe/2765-SchwarzdeckerIn/> (Zugriff am 12.11.2019).
- [4] AMS. *Berufslexikon SpenglerIn*. URL: <https://www.berufslexikon.at/berufe/189-SpenglerIn/> (Zugriff am 28.03.2020).
- [5] H. Augustin. *Bauliche Dichte und Landnutzung in Wien - Verliert die wachsende Stadt an Boden?* 2016. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008477.pdf> (Zugriff am 30.04.2020).
- [6] Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH. *Typische Bauschäden historischer Gebäude*. 2013. URL: http://www.co2olbricks.eu/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Publications/21-11_LP_2.2_Typical_structural_damages_in_historic_buildings_AZB_German_02.pdf (Zugriff am 05.10.2019).
- [7] Austrian Standards. *Zertifizierung nach ISO 9001*. URL: <https://www.austrian-standards.at/infopedia-themecenter/specials/iso-9001/zertifizierung-nach-iso-9001/> (Zugriff am 11.09.2019).
- [8] M. Balak, R. Rosenberger und M. Steinbrecher. *1. Österreichischer Bauschadensbericht*. Zusammenfassung. ofi-Institut für Bauschadensforschung (IBF), 2005.
- [9] M. Berweger, H. Bork, P. Diggelmann, U. G. R. Häflicher, L. Höfter, H. Kündig, T. Merkle, A. Mizrahi, B. Schlaeppli und P. Walther. *PQM Qualitätsmanagement für Bauprojekte Mehrwert für alle Beteiligten*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 2018.
- [10] Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort. *LB Hochbau*. 2018. URL: <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html> (Zugriff am 13.10.2019).
- [11] Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort. *Liste reglementierter Gewerbe*. URL: <https://www.bmdw.gv.at/Services/Publikationen/Liste-reglementierter-Gewerbe.html> (Zugriff am 12.11.2019).
- [12] Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort. *Akkreditierung Austria, Österreichische nationale Akkreditierungsstelle im Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort*. 2019. URL: <https://www.bmdw.gv.at/dam/jcr:84b8801b-16ac-4236-b2ad-94652c500fb0/management%5C%20certification%5C%20bodies.pdf> (Zugriff am 22.07.2019).
- [13] Corak Engineering. *Qualitätssicherung am Bau*. 2014. URL: <http://www.corak.ch/downloads/Corak-Datenblatt-Qualit%C3%A4tssicherung-2014.pdf> (Zugriff am 29.09.2019).
- [14] C. Diederichs. *Handbuch der strategischen und taktischen Bauunternehmensführung*. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag GmbH, 1996.

- [15] docu tools GmbH. *Allgemeine Geschäftsbedingungen*. URL: <https://www.docu-tools.com/agb/> (Zugriff am 16. 12. 2019).
- [16] docu tools GmbH. *docu tools*. URL: <https://www.docu-tools.com/> (Zugriff am 09. 12. 2019).
- [17] docu tools GmbH. *docu tools Preise*. URL: <https://www.docu-tools.com/preise/> (Zugriff am 10. 12. 2019).
- [18] docu tools GmbH. *docu tools Youtube Kanal*. URL: <https://www.youtube.com/channel/UC7XRv058yUuo9w22Iz0yGwQ/featured> (Zugriff am 10. 12. 2019).
- [19] docu tools GmbH. *System-Voraussetzungen (Betriebssysteme, Geräte, Speicherplatz)*. URL: <https://support.docu-tools.com/hc/de/articles/115002237554-System-Voraussetzungen-Betriebssysteme-Ger%C3%A4te-Speicherplatz-> (Zugriff am 17. 12. 2019).
- [20] docu tools GmbH. *Übersicht der Rollen in docu tools*. URL: <https://support.docu-tools.com/hc/de/articles/360000584994-Rollen> (Zugriff am 17. 12. 2019).
- [21] M. Duschel und W. Plettenbacher. *Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb : praktische Methoden und Lösungen für die optimale Vorbereitung und Steuerung von Bauvorhaben*. 1. Auflage. Wien: Linde, 2013.
- [22] edr software GmbH. *docma MM*. URL: <https://www.edr-software.com/loesungen/maengelmanagement/> (Zugriff am 09. 12. 2019).
- [23] *Fachregel für Bauspenglerarbeiten*. Wien: Bundesinnung der Dachdecker, Glaser und Spengler, 2014.
- [24] Fieldwire. *Fieldwire*. URL: <https://www.fieldwire.com/> (Zugriff am 09. 12. 2019).
- [25] Fieldwire. *Fieldwire Help*. URL: <https://help.fieldwire.com/hc/en-us> (Zugriff am 11. 02. 2020).
- [26] Fieldwire. *Fieldwire Tarife*. URL: <https://app.fieldwire.com/#!/pricing> (Zugriff am 09. 02. 2020).
- [27] Fieldwire. *Fieldwire Terms of Service*. URL: <https://www.fieldwire.com/terms.pdf> (Zugriff am 11. 02. 2020).
- [28] finanzen.net GmbH. *WÄHRUNGSRECHNER: DOLLAR - EURO*. URL: https://www.finanzen.net/waehrungsrechner/us-dollar_euro (Zugriff am 09. 02. 2020).
- [29] G. Girmscheid. *Strategisches Bauunternehmensmanagement*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. DOI: 10.1007/3-540-33612-5. URL: <https://doi.org/10.1007/3-540-33612-5>.
- [30] B. I. GmbH. *Duden: Verkehrsauffassung*. 2020. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Verkehrsauffassung> (Zugriff am 23. 04. 2020).
- [31] T. Hausherr. *Brandabschottung von Elektrokabeln*. 2015. URL: http://toolbox.electrosuisse.ch/_files/downloads/Brandabschottung_Elektrokabel.pdf.
- [32] Heinze GmbH. *Bewehrung*. URL: <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/bewehrung> (Zugriff am 04. 11. 2019).
- [33] Heinze GmbH. *Fenster und Türen*. URL: <https://www.baunetzwissen.de/fenster-und-tueren> (Zugriff am 04. 11. 2019).
- [34] Heinze GmbH. *Schalung*. URL: <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/schalungen> (Zugriff am 04. 11. 2019).

- [35] Heinze GmbH. *Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)*. URL: <https://www.baunetzwissen.de/fassade/fachwissen/fassadenelemente/waermedaemmverbundsysteme-wdvs-154443> (Zugriff am 04. 11. 2019).
- [36] M. Helmus und B. Offergeld. *Qualität des Bauens - Eine Studie über den Begriff und die Wahrnehmung von Bauqualität bei privaten und öffentlichen Bauherren und Bauunternehmen*. 2012. URL: https://www.inqa.de/SharedDocs/PDFs/DE/Publikationen/inqa-44-qualitaet-des-bauens.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugriff am 05. 10. 2019).
- [37] Ingenieurbüro für Bausen Beratende Ingenieure - Sachverständigenbüro. *Schäden an Gebäuden*. URL: <http://www.ibbi-online.de/schaeden-an-gebaeuden.html> (Zugriff am 13. 10. 2019).
- [38] Institut für Bauforschung e.V. *Aktuelle Projekte: Forschung Bauschadensbericht Hochbau in Bearbeitung*. 2019. URL: http://www.bauforschung.de/index.php?c=forschung&u=aktuelle_projekte#205 (Zugriff am 01. 10. 2019).
- [39] Institut für Bauforschung e.V. *Analyse der Entwicklung der Bauschäden und der Bauschadenskosten - Update 2018*. 2018. URL: https://www.bsb-ev.de/typo3temp/secure_downloads/2293/0/11570c38d5c2895a4b1eb28bdfc4a2eb86af3d0d/20181106_Bauschadenbericht_Update_2018.pdf (Zugriff am 01. 10. 2019).
- [40] W. Janoske. *Fachgespräch am 17.03.2020*. edr software GmbH.
- [41] B. Kochendörfer, J. H. Liebchen und M. G. Viering. *Bau-Projekt-Management Grundlagen und Vorgehensweisen*. 5. Auflage. Berlin: Springer Vieweg, 2018.
- [42] T. Krause und B. Ulke. *Zahlentafeln für den Baubetrieb*. 9. Auflage. Aachen: Springer Verlag, 2016.
- [43] W. J. Oberndorfer und H. G. Jodl. *Handwörterbuch der Bauwirtschaft - Interdisziplinäre Begriffswelt des Bauens*. 3. Auflage. Wien: Austrian Standards plus Publishing, 2010.
- [44] *ÖNORM A 2050 Ausgabe: 2006-11-01 Vergabe von Aufträgen über Leistungen*. Wien: Austrian Standards, Nov. 2006.
- [45] *ÖNORM B 1801-1:2015 12 01 Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objekterrichtung*. Wien: Austrian Standards, Dez. 2015.
- [46] *ÖNORM B 2110 Ausgabe: 2013-03-15 Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*. Wien: Austrian Standards, März 2013.
- [47] *ÖNORM B 2501: 2016-08-01 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752*. Wien: Austrian Standards, Aug. 2016.
- [48] *ÖNORM B 3691: 2019-05-01 Planung und Ausführung von Dachabdichtungen*. Wien: Austrian Standards, Jan. 2019.
- [49] *ÖNORM B 5320: 2017-08-15 Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses*. Wien: Austrian Standards, Aug. 2017.
- [50] *ÖNORM B 5321: 2017-08-15 Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Prüfverfahren*. Wien: Austrian Standards, Aug. 2017.
- [51] *ÖNORM B 6400-1: 2017-09-01 Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) - Teil 1: Planung und Verarbeitung*. Wien: Austrian Standards, Sep. 2017.
- [52] *ÖNORM EN 12350:2010-2019: Prüfung von Frischbeton*. Wien: Austrian Standards, 2019.

- [53] ÖNORM EN 14351-1: 2016 11 01 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren. Wien: Austrian Standards, Nov. 2016.
- [54] ÖNORM EN ISO 9000 Ausgabe:2015-11-15 Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. Wien: Austrian Standards, Sep. 2015.
- [55] ÖNORM EN ISO 9001 Ausgabe: 2015-11-15 Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen. Wien: Austrian Standards, Sep. 2015.
- [56] Open Experience GmbH. *Bau-Suite Dokumentation*. URL: https://openexperience.de/onlineBauabnahme/service#help/TEST_PLESSL (Zugriff am 18.02.2020).
- [57] Open Experience GmbH. *Bau-Suite Preisliste*. URL: <https://openexperience.de/preisliste#/> (Zugriff am 18.02.2020).
- [58] Open Experience GmbH. *Die Bau-Suite von Open Experience*. URL: <https://openexperience.de/index.html> (Zugriff am 09.12.2019).
- [59] Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank. *Richtlinie für den Einbau von Fensterbänken bei WDVS- und Putzfassaden*. URL: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/tischler-holzgestalter/HFA.pdf> (Zugriff am 05.11.2019).
- [60] Österreichische Gesellschaft für Thermografie. *Qualitätssicherung am Bau, oder habe ich das bekommen was ich gekauft habe?* 2007. URL: https://www.thermografie.co.at/files/qualitaetssicherung_am_bau.pdf (Zugriff am 29.09.2019).
- [61] J. Pellkofer. *Qualitätsmanagement für Architekten und Ingenieure*. Stuttgart + Zürich: Karl Krämer Verlag, 2018.
- [62] PlanRadar GmbH. *PlanRadar*. URL: <https://www.planradar.com/de/> (Zugriff am 09.12.2019).
- [63] PlanRadar GmbH. *PlanRadar Preise*. URL: <https://www.planradar.com/de/preise/> (Zugriff am 07.01.2020).
- [64] PlanRadar GmbH. *PlanRadar Wissensdatenbank*. URL: <https://www.planradar.com/de/wissensdatenbank/uebersicht/> (Zugriff am 07.01.2020).
- [65] U. Plessl. *Einreichplan*. Hochbaukonstruktionen Übung, 2016.
- [66] U. Plessl. *Polierplan*. Hochbaukonstruktionen Übung, 2016.
- [67] U. Plessl. *Projekt Diplomarbeit in 123erfasst*. (Zugriff am 08.03.2020).
- [68] U. Plessl. *Projekt Diplomarbeit in docu tools*. (Zugriff am 10.12.2019).
- [69] U. Plessl. *Projekt Diplomarbeit in Fieldwire*. (Zugriff am 10.02.2020).
- [70] U. Plessl. *Projekt Diplomarbeit in PlanRadar*. (Zugriff am 10.12.2019).
- [71] U. Plessl. *Testprojekt in docma MM*. (Zugriff am 22.03.2020).
- [72] U. Plessl. *Testprojekt Plessl in den Anwendungen der Bau-Suite*. (Zugriff am 06.03.2020).
- [73] M. Prötsch. „Zukunftsfragen des Baubetriebs - Lean Construction“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, 2019.
- [74] C. Riccabona und T. Bednar. *Baukonstruktionslehre 4 - Bauphysik*. 8. Auflage. Wien: MANZ Verlag Schulbuch GmbH, 2010.
- [75] S. Schrenk. *Fachgespräch am 11.03.2020*. STRABAG AG, Unternehmensbereich 3D.
- [76] S. Schrenk. *QS-Startgespräch BVH Linzer Straße 225 am 22.03.2019*. STRABAG AG, Unternehmensbereich 3D.

- [77] A. Schwörer. *QS Bau - Das Werk*. 2014. URL: <http://qsbau.schwoerer.com/das-werk.html> (Zugriff am 20.01.2020).
- [78] H. Sommer. *Projektmanagement im Hochbau*. 3. Auflage. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [79] Strabag AG. *Checkliste Fenster und Fenstertüren*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [80] Strabag AG. *Checkliste Fensterprüfung*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [81] Strabag AG. *Checkliste Schachtköpfe*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [82] Strabag AG. *Checkliste Schwarzdecker*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [83] Strabag AG. *Checkliste Spengler*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [84] Strabag AG. *Checkliste Wärmedämmverbundsystem*. (Zugriff am 01.11.2019).
- [85] STRABAG AG, Unternehmensbereich 3D, Direktion AR (Wien). 2019.
- [86] Testify GmbH. *testify*. URL: <https://www.testify.io/> (Zugriff am 09.12.2019).
- [87] TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH. *Allgemeine Bedingungen und Verfahrensrichtlinie für die Zertifizierung von Managementsystemen*. 2018. URL: <https://www.tuev-sued.at/uploads/images/1537340307318723040787/zvd-33-allg-bed.pdf> (Zugriff am 22.07.2019).
- [88] K.-I. Voigt. *Qualitätssicherung*. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/qualitaetssicherung-44396> (Zugriff am 29.09.2019).
- [89] H. Walker. *Qualitätssicherung am Bau Der Weg zu bessern Ergebnisse und zufriedenen Kunden*. Fachveröffentlichung Band 2. Königsbrunn: Wabe Verlag, 2006.
- [90] S. Wien. *ÜA-Kennzeichnung - Produktregistrierung durch die Registrierungsstelle*. URL: <https://www.wien.gv.at/forschung/laboratorien/vfa/zertifizierung/uea-kennzeichnung.html> (Zugriff am 28.01.2020).
- [91] WKO. *Allgemeine Vertragsbedingungen für Bewehrungsarbeiten AVB-BA 2010*. URL: https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Allgemeine_Vertragsbedingungen.pdf (Zugriff am 27.10.2019).
- [92] WKO. *CE-Kennzeichnung und Normen*. 2020. URL: <https://www.wko.at/service/innovation-technologie-digitalisierung/ce-kennzeichnung-normen.html> (Zugriff am 28.01.2020).
- [93] WKO. *KNOW-HOW AM BAU*. URL: https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/KnowHow_2_-_Subvergabe_2.pdf (Zugriff am 08.12.2019).
- [94] Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H. *Zement und Beton Fachtextbuch*. 45. Auflage. Wien: Zement + Beton Handels- und Werbeges.m.b.H., 2013.



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

2.1	Motive für die Einführung eines QM-Systems [42]	8
2.2	PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55]	10
2.3	Ablauf eines Zertifizierungsverfahrens [87]	14
2.4	Struktur eines QM-Systems [14]	16
3.1	Qualitätssicherung laut ISO 9000:2015 [54]	17
3.2	Qualitätssicherung in drei Phasen [13]	18
3.3	Qualitätserfüllungsgrad [41]	20
3.4	Schadensursachen [8]	22
3.5	Kostenentwicklung der Fehlerkosten nach Produktionsphasen [8]	23
4.1	Mängel nach Kostengruppen [61]	27
4.2	Bauschäden nach Bauteilen [37]	27
4.3	Checkliste Stahlbetonarbeiten	28
4.4	Schematische Darstellung des Fensterprüfraums [50]	33
4.5	Brandriegel [84]	34
4.6	W-Schema [84]	35
4.7	Skizze eines Lüftungskopfs [81]	36
4.8	Anwendungsbereiche der verschiedenen ÖNORMEN und der RVS bei abzudichtenden Bauteilen [48]	38
4.9	Materialverträglichkeit von Metallen [23]	40
5.1	Auswertung - Übersicht	49
5.2	Checkliste - Händische Erfassung [79]	51
5.3	Planübersicht - docu tools [68]	54
5.4	pdf-Bericht - docu tools [68]	55
5.5	Berechtigungen der Rollen - docu tools [20]	57
5.6	Planübersicht - PlanRadar [70]	59
5.7	Listenübersicht - PlanRadar [70]	59
5.8	pdf-Bericht - PlanRadar [70]	60
5.9	Auswahl der Berechtigungen bei der Erstellung von Rollen für In-House Nutzern - PlanRadar [64]	62
5.10	Checkliste - Bau-Suite [72]	64
5.11	Mangelaufnahme - Bau-Suite [72]	65
5.12	pdf-Prüfbericht - Bau-Suite [72]	66
5.13	Mangel pdf-Übersicht - Bau-Suite [72]	67
5.14	Berechtigungen der Rollen - Bau-Suite [56]	68
5.15	Planübersicht - Fieldwire [69]	71
5.16	Aufgabenübersicht - Fieldwire [69]	71
5.17	Aufgabeneinstellungen - Fieldwire [69]	72
5.18	Statistische Auswertung - Fieldwire [69]	73
5.19	Strukturübersicht - edr software [71]	76
5.20	Mangelaufnahme - edr software [71]	77

5.21	pdf-Bericht - edr software [71]	78
5.22	Checkliste - edr software [40]	79
5.23	Statistische Auswertung - edr software [71]	80
5.24	Planübersicht - 123quality [67]	82
5.25	pdf-Bericht - 123quality [67]	83
5.26	Dateninput - Auswertung	85
5.27	Datenoutput - Auswertung	86
5.28	Bedienbarkeit - Auswertung	87
5.29	Gesamt - Auswertung	88
6.1	Elemente eines Einzelprozesses [55] - relevante Steuerungs- und Kontrollmaßnahmen	90
6.2	PDCA-Zyklus gemäß ISO 9001:2015 [55] - Einfluss der QS	92
6.3	Beanstandungsmeldungen Fenster 2012-2018 [85]	94
7.1	Umsatz und Gewährleistung 2017-2019 [85]	97
B.1	Polierplan (nicht maßstabsgetreu) [66]	117
B.2	Einreichplan (nicht maßstabsgetreu) [65]	118
B.3	Auswertung - Händische Erfassung	120
B.4	Auswertung - docu tools	121
B.5	Auswertung - PlanRadar	122
B.6	Auswertung - Bau-Suite	123
B.7	Auswertung - Fieldwire	124
B.8	Auswertung - testify	125
B.9	Auswertung - edr software	126
B.10	Auswertung - 123quality	127

Tabellenverzeichnis

5.1	Evaluierungskriterien	44
5.2	Händische Erfassung - Evaluierungsergebnis	52
5.3	docu tools - Evaluierungsergebnis	56
5.4	PlanRadar - Evaluierungsergebnis	63
5.5	Bau-Suite - Evaluierungsergebnis	69
5.6	Fieldwire - Evaluierungsergebnis	74
5.7	edr software - Evaluierungsergebnis	81
5.8	123quality - Evaluierungsergebnis	84
7.1	Gewährleistungskosten in Prozent des Umsatzes [85]	98



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

Gewerkeliste

A.1 Leistungsbeschreibung Hochbau

In der LB Hochbau [10] werden die folgenden Gewerke unterschieden:

- LG 01 - Baustellengemeinkosten
- LG 02 - Abbruch
- LG 03 - Roden, Baugrube, Sicherungen und Tiefgründungen
- LG 04 - Gerüste
- LG 06 - Aufschließung, Infrastruktur
- LG 07 - Beton- und Stahlbetonarbeiten
- LG 08 - Mauerarbeiten
- LG 09 - Versetzarbeiten
- LG 10 - Putz
- LG 11 - Estricharbeiten
- LG 12 - Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden
- LG 13 - Außenanlagen
- LG 14 - Besondere Instandsetzungsarbeiten
- LG 15 - Schlitz-, Durchbrüche, Sägen und Bohren
- LG 16 - Fertigteile
- LG 18 - Winterbauarbeiten
- LG 19 - Baureinigung
- LG 20 - Regieleistungen
- LG 21 - Dachabdichtungsarbeiten
- LG 22 - Dachdeckerarbeiten
- LG 23 - Bauspenglerarbeiten
- LG 24 - Fliesen- und Plattenlegearbeiten
- LG 25 - Sicherheits- und Schutzmaßnahmen
- LG 27 - Terrazzoarbeiten
- LG 28 - Natursteinarbeiten
- LG 29 - Kunststeinarbeiten
- LG 30 - Schließenanlagen
- LG 31 - Metallbauarbeiten
- LG 32 - Konstruktiver Stahlbau
- LG 34 - Verglaste Rohrrahmenelemente
- LG 35 - System-Abgasanlagen
- LG 36 - Holzbau
- LG 37 - Tischlerarbeiten
- LG 38 - Holzfußböden
- LG 39 - Trockenbauarbeiten
- LG 42 - Glaserarbeiten

- LG 43 - Türsystem (Elemente)
- LG 44 - Wärmedämmverbundsystem (WDVS)
- LG 47 - Tapetenarbeiten
- LG 48 - Beschichtungen auf Holz, Metall, Mwk, Putz, Beton, Leichtbaupl
- LG 49 - Beschichtungen von Betonböden
- LG 50 - Klebearbeiten für Boden- und Wandbelägen
- LG 55 - Sanierung von Fenstern und Türen aus Holz
- LG 56 - Dachflächenfenster, Lichtkuppeln, Lichtbänder
- LG 57 - Bewegliche Abschlüsse von Fenstern
- LG 58 - Gartengestaltung und Landschaftsbau
- LG 59 - Sportanlagen im Freien
- LG 61 - Sporthallenausbau
- LG 65 - Toranlagen in Gebäuden
- LG 67 - Pfosten-Riegel-Fassaden aus Alu
- LG 68 - Vorgehängte hinterlüftete Fassaden
- LG 69 - Aufsatzkonstruktionen für Fassaden
- LG 71 - Fenster aus Holz
- LG 72 - Fenster aus Aluminium
- LG 73 - Fenster aus Kunststoff
- LG 74 - Fenster aus Holz-Aluminium
- LG 75 - Fenster aus Kunststoff-Aluminium
- LG 80 - Injektionsarbeiten

Anhang B

Evaluierung

B.1 Befragung

Welche Programme/Verfahren/Tools zur Qualitätssicherung kennen Sie beziehungsweise werden auf Ihrer Baustelle eingesetzt?

docma MM, docma Pix, docu tools, MoreApp, Checklisten, korrekte Vergaben mit entsprechenden Hinweisen auf die Ausführungsqualität (von der Ausschreibung weg auf die Qualität der gewünschten Leistung hinweisen)

Auf was legen Sie bei den Programmen/Verfahren/Tools besonderen Wert?

Funktionsstüchtigkeit, Konnektivität unter den Programmen (zum Beispiel Versenden von Fotos), offline Funktionalität

Einfach Bedienung (Anwendung und Ablage = Dokumentation)

benutzerfreundliche, einfache Bedienbarkeit: Unterstützung durch Handbücher, YouTube-Tutorials, etc.

Kompatibilität mit anderen Programmen durch Möglichkeit von Export von docx-, xlsx-, pdf-, jpg-, dxf-, dwg-Dateien

gute spätere Nachvollziehbarkeit zum Beispiel durch chronologische Ordnung; Zuordnung zu Geschoßen, Bauteilen, Gewerken, Plänen etc.

Verwendbarkeit durch Dritte möglich im Zusammenhang guter späterer Nachvollziehbarkeit. Dabei sollten eingeschränkte Bearbeitbarkeit, Möglichkeit zur Erstellung von ergänzenden Anmerkungen durch Dritte oder nur Leserecht möglich sein.

Möglichkeit zur Einfügung von Links und Verknüpfungen zu anderen Dateien (z.B. dass durch Klick auf den Link auf eine Excel-Datei zugegriffen werden kann)

systematische Archivierung und einfache spätere Weiterverarbeitung der Daten

Welche Verbesserungsvorschläge diesbezüglich hätten Sie?

Programme ausreifen, Leitfaden welches Programm für was zu verwenden ist, damit muss dann jeder Mitarbeiter leben (nicht Techniker A macht Fotos in docutools, Techniker B macht Fotos in docma Pix)(Besprechung in Notes, Freischaltung über Teams, nicht Freischaltung nur

über Notes (keine Kommunikation möglich))

offene Schnittstellen zu anderen Programmen z.B. bei Übergabe ein Thema, wenn ÖBA, Bauherr und GU mit unterschiedlichen Programmen arbeiten und daraus drei Listen generiert werden, die nicht über eine Schnittstelle verglichen/eingespielt werden können.

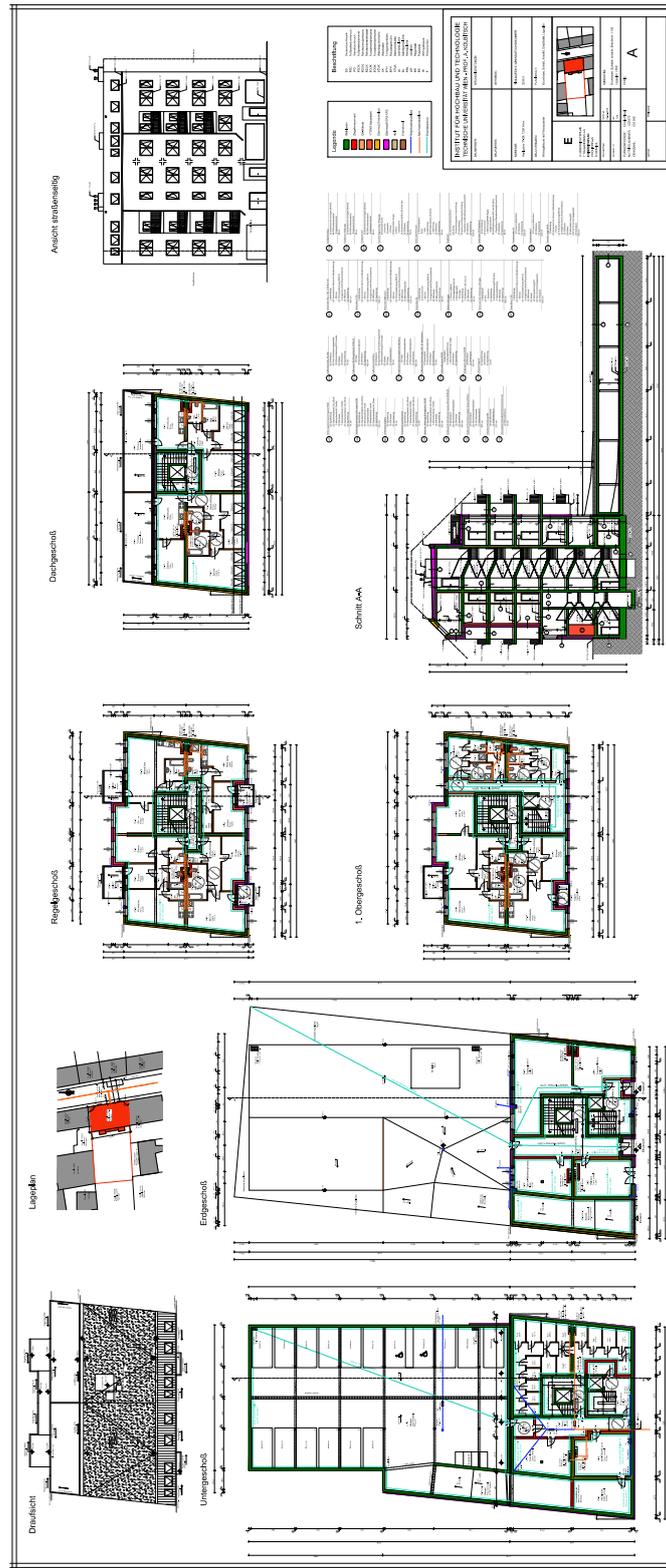


Abb. B.2: Einreichplan (nicht maßstabsgetreu) [65]

B.3 Auswertung

Im Folgenden sind die detaillierten Evaluierungsergebnisse der Qualitätssicherungstools in Form der erstellten Excel-Auswertung zu finden. Folgende Tools wurden evaluiert:

- Händische Erfassung
- docu tools
- PlanRadar
- Bau-Suite
- Fieldwire
- testify
- edr software
- 123quality

Kategorie	Kriterien	Mögliche Punkte		Händische Erfassung	
		Antwort	Bewertung	Antwort	Bewertung
1	Dateninput		25,00%		18,00%
1.1	Checklisten Plane	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen? Können Plane in das Tool eingespielt werden?	7,00%	ja	7,00%
1.2	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	7,00%	teilweise	3,50%
1.3	Dokumente	Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	3,50%	ja	3,50%
1.4			4,00%	ja	4,00%
2	Datenoutput		35,00%		8,75%
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,00%	teilweise	3,50%
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden? Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,50%	teilweise	1,75%
2.3	Datenexporte (diverse Formate)	Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,50%	nein	0,00%
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten in dem Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,50%	nein	0,00%
2.5	Archivierung		2,33%	variabel	1,17%
			2,33%	ja	2,33%
			2,33%	nein	0,00%
3	Bedienbarkeit		40,00%		27,00%
3.1	einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbsterklärend und einfach zu finden?	2,67%	ja	2,67%
3.2	offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden? Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden?	2,67%	ja	2,67%
3.3	klare Zuordnung der Daten	Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden? Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	6,00%	ja	6,00%
3.4	Geräte / Betriebssystem unabhängig		3,00%	teilweise	1,50%
3.5	Schnittstellen zu anderen Programmen / Kompatibilität		3,00%	teilweise	1,50%
3.6	variable Benutzereinstellungen	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren? Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden? Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	3,00%	ja	3,00%
3.7	Handbuch / Tutorials		4,00%	nein	0,00%
	Ergebnis		100,00%		53,75%

Abb. B.3: Auswertung - Händische Erfassung

B.3 Auswertung

Kategorie	Kriterien	Mögliche Punkte	docu tools	
			Antwort	Bewertung
1	Dateninput	25,0		18,00
1.1	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0	nein	0,00
1.2	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0	ja	7,00
1.3	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden?	3,5	ja	3,50
1.3	Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	3,5	ja	3,50
1.4	Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	4,0	ja	4,00
2	Datenoutput	35,0		25,08
2.1	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen?	7,0	ja	7,00
2.2	Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden?	3,5	nein	0,00
2.2	Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	3,5	ja	3,50
2.3	Können alle relevanten eingegeben Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5	ja	3,50
2.3	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich?	3,5	ja	3,50
2.4	Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden?	3,5	teilweise	1,75
2.4	Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5	nein	0,00
2.5	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert?	2,3	ausreichend	2,33
2.5	Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich?	2,3	teilweise	1,17
2.5	Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	2,3	ja	2,33
3	Benutzbarkeit	40,0		32,67
3.1	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert?	2,7	ja	2,67
3.1	Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte?	2,7	ja	2,67
3.2	Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7	teilweise	1,33
3.2	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung?	6,0	ja	6,00
3.3	Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	3,0	ja	3,00
3.3	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden?	3,0	ja	3,00
3.4	Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	3,0	ja	3,00
3.4	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0	ja	3,00
3.5	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0	nein	0,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	4,0	ja	4,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	4,0	ja	4,00
Ergebnis		100,0		75,75

Abb. B.4: Auswertung - docu tools

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		18,00
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0	nein	0,00
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0	ja	7,00
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden? Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	3,5 3,5 4,0	ja ja ja	3,50 3,50 4,00
2		Datenoutput	35,0		26,83
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,0 3,5 3,5	teilweise nein ja	3,50 0,00 3,50
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5	ja	3,50
2.3	Datenexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 3,5 3,5	ja ja ja	3,50 3,50 3,50
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,5 2,3 2,3	ja ausreichend teilweise	3,50 2,33 1,17
3		Bedienbarkeit	40,0		25,17
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 2,7 2,7	nein teilweise teilweise	0,00 1,33 1,33
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	6,0 3,0	ja ja	6,00 3,00
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden? Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 3,0 3,0	teilweise ja ja	1,50 3,00 3,00
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem				
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0	nein	0,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variabel vergeben werden?	4,0	ja	4,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0	teilweise	2,00
Ergebnis			100,0		70,00

Abb. B.5: Auswertung - PlanRadar

B.3 Auswertung

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		25,00
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0 ja		7,00
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0 ja		7,00
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	3,5 ja 3,5 ja		3,50 3,50
1.4	Dokumente	Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	4,0 ja		4,00
2		Datenoutput	35,0		26,83
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,0 ja 3,5 nein 3,5 ja		7,00 0,00 3,50
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegeben Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5 teilweise		1,75
2.3	Datensportexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 ja 3,5 teilweise 3,5 ja		3,50 1,75 3,50
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,5 ja 2,3 ausreichend 2,3 teilweise 2,3 ja		3,50 2,33 1,17 2,33
3		Bedienbarkeit	40,0		32,33
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 teilweise 2,7 ja 2,7 teilweise		1,33 2,67 1,33
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	6,0 ja 3,0 ja		6,00 3,00
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	3,0 ja 3,0 ja		3,00 3,00
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 ja		3,00
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0 teilweise		3,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden?	4,0 ja		4,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0 teilweise		2,00
Ergebnis			100,0		84,17

Abb. B.6: Auswertung - Bau-Suite

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		25,00
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0 ja		7,00
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0 ja		7,00
		Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden?	3,5 ja		3,50
1.3	Fotos	Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	3,5 ja		3,50
		Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	4,0 ja		4,00
2		Datenoutput	35,0		21,58
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen?	7,0 teilweise		3,50
		Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden?	3,5 nein		0,00
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	3,5 ja		3,50
		Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5 teilweise		1,75
2.3	Datenexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich?	3,5 ja		3,50
		Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden?	3,5 ja		3,50
2.4	Datenverarbeitung	Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 nein		0,00
		Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert?	2,3 ausreichend		2,33
		Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich?	2,3 teilweise		1,17
2.5	Archivierung	Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	2,3 ja		2,33
3		Bedienbarkeit	40,0		32,33
		Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert?	2,7 teilweise		1,33
		Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte?	2,7 ja		2,67
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 teilweise		1,33
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung?	6,0 ja		6,00
		Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	3,0 ja		3,00
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden?	3,0 ja		3,00
		Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	3,0 ja		3,00
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 ja		3,00
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0 teilweise		3,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden?	4,0 ja		4,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0 teilweise		2,00
	Ergebnis		100,0		78,92

Abb. B.7: Auswertung - Fieldwire

B.3 Auswertung

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		k.A.
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0 k.A.		
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0 k.A.		
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	3,5 k.A. 3,5 k.A.		
1.4	Dokumente	Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	4,0 k.A.		
2		Datenoutput	35,0		k.A.
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,0 k.A. 3,5 k.A. 3,5 k.A.		
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegeben Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5 k.A.		
2.3	Datenexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 k.A. 3,5 k.A. 3,5 k.A.		
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich?	3,5 k.A. 2,3 k.A.		
2.5	Archivierung	Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	2,3 k.A.		
3		Bedienbarkeit	40,0		k.A.
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 k.A. 2,7 k.A. 2,7 k.A.		
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	6,0 k.A. 3,0 k.A.		
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	3,0 k.A. 3,0 k.A.		
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 k.A.		
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0 k.A.		
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden?	4,0 k.A.		
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0 k.A.		
Ergebnis			100,0		k.A.

Abb. B.8: Auswertung - testify

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		25,00
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0 ja		7,00
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0 ja		7,00
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden?	3,5 ja 3,5 ja		3,50 3,50
1.4	Dokumente	Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	4,0 ja		4,00
2		Datenoutput	35,0		25,08
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,0 teilweise 3,5 nein 3,5 ja		3,50 0,00 3,50
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegeben Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5 teilweise		1,75
2.3	Dateneexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 ja 3,5 ja 3,5 ja		3,50 3,50 3,50
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,5 ja 2,3 ausreichend 2,3 teilweise 2,3 ja		3,50 2,33 1,17 2,33
3		Bedienbarkeit	40,0		37,33
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 teilweise 2,7 ja 2,7 teilweise		1,33 2,67 1,33
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	6,0 ja 3,0 ja		6,00 3,00
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden?	3,0 ja 3,0 ja		3,00 3,00
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem	Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 ja		3,00
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0 ja		6,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variable vergeben werden?	4,0 ja		4,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0 ja		4,00
Ergebnis			100,0		87,42

Abb. B.9: Auswertung - edr software

B.3 Auswertung

Kategorie		Kriterien	Mögliche Punkte	Antwort	Bewertung
1		Dateninput	25,0		14,00
1.1	Checklisten	Besteht die Möglichkeit Checklisten zu erstellen?	7,0	nein	0,00
1.2	Pläne	Können Pläne in das Tool eingespielt werden?	7,0	ja	7,00
1.3	Fotos	Können Fotos direkt mit dem Tool aufgenommen werden? Können Fotos von einer anderen Quelle hinzugefügt werden? Ist es möglich zusätzliche Dokumente (wie zum Beispiel Produktdatenblätter, Verträge, Schriftverkehr, etc.) beizufügen?	3,5 3,5 4,0	ja ja nein	3,50 3,50 0,00
2		Datenoutput	35,0		19,83
2.1	Beweissicherung	Werden Daten so erfasst und gespeichert, dass diese als umfangreiche Beweissicherung dienen? Können Nachrichten direkt aus dem Tool an einzelne Personen sowie an alle Projektbeteiligten versandt werden? Können Aufgaben vergeben werden, die in weiterer Folge von der betroffenen Person bearbeitet werden können?	7,0 3,5 3,5	teilweise nein ja	3,50 0,00 3,50
2.2	Aufgaben / Benachrichtigungen	Können alle relevanten eingegebenen Daten aus Abschnitt 5.1.1 verwertet und zusammengefasst ausgegeben werden?	3,5	ja	3,50
2.3	Datenexporte (diverse Formate)	Ist die Ausgabe in verschiedenen Dateiformaten möglich? Können die erfassten Daten mit dem Tool in aussagekräftige Kennzahlen und Statistiken umgewandelt werden? Ist es möglich diese Kennzahlen und Statistiken projektübergreifend für mehrere Projekte zu erstellen?	3,5 3,5 3,5	ja ja nein	3,50 3,50 0,00
2.4	Datenverarbeitung	Für wie lange bleiben die Daten im Tool gespeichert? Ist eine vom Tool unabhängige Archivierung der Daten möglich? Ermöglicht die Archivierung eine gezielte Suche nach einzelnen Daten?	3,5 2,3 2,3	nein ausreichend teilweise	0,00 2,33 1,17
2.5	Archivierung		2,3	ja	2,33
3		Bedienbarkeit	40,0		30,00
3.1	Einfache Bedienbarkeit	Ist die Bedienoberfläche klar und einfach strukturiert? Zieht sich ein roter Faden durch die Bedienung aller Toolabschnitte? Sind die wichtigsten Optionen selbst erklärend und einfach zu finden?	2,7 2,7 2,7	ja ja ja	2,67 2,67 2,67
3.2	Offline Verfügbarkeit	Funktioniert das Tool auch ohne ständige Datenverbindung? Können Daten direkt bei der Aufnahme im Zuge der Baustellenbegehung klar zugeordnet werden?	6,0 3,0	ja ja	6,00 3,00
3.3	Klare Zuordnung der Daten	Kann nach dieser Zuordnung gezielt in dem Tool gefiltert werden? Kann das Tool von jedem Gerätetyp (Computer, Smartphone oder Tablet) aus bedient werden? Ist die Benutzung des Tools unabhängig von der Art des Betriebssystems (Android oder iOS) und des Webbrowsers?	3,0 3,0 3,0	ja ja ja	3,00 3,00 3,00
3.4	Unabhängig vom Gerätetyp / Betriebssystem		3,0	ja	3,00
3.5	Schnittstellen zu anderen Tools / Kompatibilität	Gibt es die Möglichkeit des Datenaustauschs mit anderen Qualitätssicherungsverfahren?	6,0	nein	0,00
3.6	Variable Benutzereinstellungen	Können die Zugangs- und Bearbeitungsrechte variabel vergeben werden?	4,0	teilweise	2,00
3.7	Verfügbarkeit von Handbuch / Tutorials	Gibt es ein Handbuch und/oder Videotutorials für die Bedienung des Tools?	4,0	teilweise	2,00
	Ergebnis		100,0		63,83

Abb. B.10: Auswertung - 123quality