

Diploma Thesis

Objective comparison of different building construction ceiling systems for their ecological efficiency

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

Diplomarbeit

Objektiver Vergleich unterschiedlicher Hochbau-Deckensysteme auf ihre ökologische Effizienz

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

von

Lukas Warter, BSc

Matr.Nr.: 01325919

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Benjamin Kromoser, BSc**

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
Ressourceneffizienter Hoch- und Ingenieurbau
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich

Wien, im Dezember 2021



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.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, den 10. Dezember 2021

Lukas Warter, B.Sc.



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

„Leider lässt sich eine wahrhafte Dankbarkeit mit Worten nicht ausdrücken.“

Johann Wolfgang von Goethe

Dies gilt besonders für meine Familie, die mir das Studium ermöglichte und mich in allen Belangen unterstützte.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Benjamin Kromoser, der mir seit der ersten Idee mit konstruktiven Gesprächen und Anmerkungen zu jeder Stunde beiseite stand.

Ein weiterer Dank ergeht an die Firma KPPK Ziviltechniker GmbH, besonders an Nino, Raphael und Dominik, die mir immer zur Seite standen und mich stets mit ihrem Wissen unterstützten.

Ebenso möchte ich allen Freunden und Verwandten danken, die mich während meiner gesamten Ausbildung begleitet und immer an mich geglaubt haben. Ein besonderer Dank gilt dabei Fabian Moosbrugger, mit dem ich eine schöne gemeinsame Studienzeit mit Lernen, Diskutieren und gemeinsamen Projekten erleben durfte.

Abschließend spreche ich meinen größten Dank meiner Freundin Julia aus, die mich nicht nur beim Verfassen dieser Arbeit, sondern auch während des ganzen Studiums unterstützt und motiviert hat. Durch ihre Geduld und ihren innigen Rückhalt, besonders in schwierigen Zeiten, konnte ich das Bauingenieurstudium meistern.



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

Ressourceneffizientes Bauen und die Verwendung von nachhaltigen Rohstoffen bei der Errichtung von Gebäuden wird in Zukunft immer essentieller. Der stetig steigende Rohstoffbedarf und der große Beitrag des Bausektors zu den anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen verdeutlicht die Notwendigkeit die Branche hinsichtlich einer geringeren Umweltbelastung weiterzuentwickeln. Rückblickend auf die beiden vorhergehenden Jahre, in denen man deutlich die Situation von Materialknappheit im Baugewerbe vernehmen konnte, ist eines der wichtigsten Ziele der nächsten Jahrzehnte, Methoden und Konzepte für ein effizientes und nachhaltiges Bauen zu entwickeln. Ebenso wird vermehrt die Wahl des Baustoffes, besonders im öffentlichen Sektor, beizumessen sein.

In der vorliegenden Arbeit soll ein ökologischer Vergleich zwischen den aktuell verwendeten Deckensystemen von Hochbauten durchgeführt werden. Hierfür wurde zu Beginn festgehalten, wie gegenwärtig die Bewertung von Rohstoffen und auch Bauteilen abläuft. Es wird dabei auf die normativen Rahmenbedingungen und definierten Abläufe zur Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs) eingegangen. Diese sind in weiterer Folge notwendig, um sinnvolle Vergleiche der unterschiedlichen Rohstoffe erstellen zu können. Nach der Definition der Systemgrenzen und der erforderlichen Indikatoren, sind für die verwendeten Baustoffe die Referenzgrößen betrachtet worden. Um auch einen objektiven Vergleich zu erhalten, erfolgten die Berechnungen für unterschiedliche Spannweiten, die wiederum in Einfeld-, Zweifeld- und Mehrfeldsysteme aufgeteilt worden sind. Ziel war es zu zeigen, ob Baustoffe, die bei der Herstellung zwar größere Auswirkungen auf das Ökosystem haben, aber aufgrund der geringeren Materialmenge doch Vorteile gegenüber den anderen Systemen erzielen können. Dabei wurden nur die statisch relevanten Elemente für die ökologische Bilanzierung der Decken betrachtet. Die Berechnung der Deckensysteme erfolgte unter definierten Annahmen und einem ausgelasteten System. Diese wurden nach dem aktuellen Stand der Technik berechnet, sprich nach den aktuell gültigen ÖNORMEN für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) und Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS). Es galt vor allem, dabei nur die statisch relevanten Bauteile in die Berechnung mit einzubeziehen. Die statische Bemessung erfolgte hauptsächlich mit dem Finite Elemente Programm RFEM von Dlubal.

Ziel war es, die Vor- und Nachteile der jeweiligen Deckensysteme objektiv auf ihre ökologische Effizienz zu filtern. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden am Ende der Arbeit tabellarisch gegenübergestellt und beurteilt. Durch diese Beurteilung der Deckensysteme sollte gezeigt werden, welches Potential in den verschiedenen Systemen liegt und dass eine solche Gegenüberstellung auch als Kriterium bei der Wahl der Deckensysteme herangezogen werden kann bzw. sollte.



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

A more resource-efficient building construction and the use of sustainable raw materials in the construction sector will become more relevant in the future. The increasing demand for raw materials and the large contribution of the construction sector are decisive for the development of the anthropogenic greenhouse gas emissions in recent years. Looking back on the two previous years, in which the situation of material shortage in the construction industry was clearly evident, one of the most important objectives of the coming decades is to develop methods and concepts for efficient and sustainable construction. Similarly, the choice of building material and its impact on the ecosystem are increasingly influencing the construction of buildings, particularly in the public sector.

In this work an environmental comparison of the currently used ceiling systems of buildings is to be made. At the beginning, today's evaluation of raw materials and components by use of Life-Cycle-Assessment is introduced. Furthermore, the actual normatives and regulations and defined procedures for creating Environmental Product Declarations (EPDs) are discussed. These are mandatory in order to be able to make comparisons between the different ceiling systems. After defining the procedures and regulations developed by the national authorities and the necessary indicators, the reference values for the building materials used were considered. In order to obtain an objective comparison, the calculations were carried out for different span widths, which were also divided into single field, double field and multifield systems. This should reveal if building materials which have a greater impact on the ecosystem during production, but due to a smaller quantity of the material used, still be superior to other systems in the long run. Only the statically relevant elements were considered for the ecological balance of the ceilings. The calculation of the ceiling systems was carried out on the basis of defined assumptions and a fully utilized system. These were calculated according to the current state of the art, i.e. according to the currently valid Eurocodes/Önorms for the ultimate limit state and the serviceability limit state. It is especially important that only the statically relevant components are included in the calculation. Mainly the Finite Element Program RFEM from Dlubal was used for calculation.

The aim is to show the advantages and disadvantages of the respective ceiling systems for their environmental efficiency in an objective way. The result of the study was compared and evaluated in a tableform at the end of the work. This assessment of the ceiling systems should highlight the potential of various systems and, as a result, will hopefully serve as a additional criteria when choosing ceiling systems in the future.



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

Abkürzungen	13
1 Einleitung	14
1.1 Ökologische Entwicklung der letzten Jahre	14
1.2 Problemstellung Nachhaltigkeit	15
1.3 Ansporn und Motivation	16
2 Grundlagen und Berechnung von Ökobilanzen	17
2.1 Grundlagen der ökologischen Bilanzierung	17
2.2 EPD	20
2.2.1 Der Weg zu den EPDs	20
2.2.2 Umweltproduktdeklaration für die Produktkategorie Bauprodukte nach ÖNORM ISO 15804	23
3 Untersuchungsrahmen	25
3.1 Allgemein	25
3.2 Systemgrenzen	26
3.3 Indikatoren - Wirkungskategorie	26
3.4 EPD der verwendeten Werkstoffe und Berechnung der Referenzgrößen	27
3.4.1 Beton C25/30	29
3.4.2 Betonstahl	30
3.4.3 Beton C50/60	31
3.4.4 Spannstahl	32
3.4.5 Brettsperrholz CLT - Cross Laminated Timber	33
3.4.6 Brettschichtholz	34
3.4.7 Konstruktionsvollholz KVH	35
3.4.8 Baustahl	36
4 Berechnung der unterschiedlichen Deckensysteme	37
4.1 Allgemein	37
4.2 Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung	40
4.3 Ortbetondecke mit Mattenbewehrung	46
4.4 Hohldielendecke	51
4.5 Brettsperrholzdecke	56
4.6 Holzbalken(Tram-)decke	63
4.7 Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)	67
4.8 Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsperrholz)	71
4.9 Tramtraversendecke	79
4.10 Stahlbetonverbunddecke	84
5 Ökologischer Vergleich der Deckensysteme	89
5.1 Allgemein	89

5.2	Einfeldsysteme	91
5.2.1	Analyse der Einfeldsysteme	94
5.3	Zweifeldsysteme	96
5.3.1	Analyse der Zweifeldsysteme	98
5.4	Mehrfeldsysteme	100
5.4.1	Analyse der Mehrfeldsysteme	102
6	Conclusio	103
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	103
6.2	Ausblick	104
A	Berechnung Ortbetondecke	113
B	Berechnung der Ortbetondecke mit Mattenbewehrung	132
C	Berechnung Hohlendielendecke	161
D	Berechnung Brettsperrholzdecke	174
E	Berechnung Holzbalken(Tram-)decke	187
F	Berechnung Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)	201
G	Berechnung Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsperrholz)	212
H	Berechnung Tramtraversendecke	223
I	Berechnung Stahlbetonverbunddecke	242
J	Auswertung der Deckensysteme	261

Abkürzungen

AP Versauerungspotential

CLT Brettsperrholz

ELB Elektrolichtbogenofens

EP Eutrophierungspotential

EPD Umweltproduktdeklaration

ETA European Technical Assessment

GWP Treibhauspotential

HBV Holz-Beton-Verbund

KVH Konstruktionsvollholz

LCA Life Cycle Assessment

LD Linz-Donawitz-Verfahren

ODP Ozonabbaupotential

PCR Produktkategorieregeln

PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie

PERT Erneuerbare Primärenergie

SLS Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

ULS Grenzzustand der Tragfähigkeit

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Ökologische Entwicklung der letzten Jahre

Seit dem Beginn der industriellen Revolution um 1760 ist zu erkennen, dass mit zunehmendem Entwicklungsfortschritt ein Wandel der globalen wirtschaftlichen Aktivität stattfindet. Durch die stetige Verbesserung der Lebensstandards und des Wohlbefindens der Menschen ist diese „Beschleunigung“ besonders seit 1950 deutlich erkennbar [1]. Durch all diese und weitere Faktoren ist die Bevölkerungsanzahl explosionsartig in den letzten 120 Jahren von 1,56 auf ca. 7,77 Milliarden Menschen angewachsen [2]. Durch diesen enormen Bevölkerungsanstieg war es die logische Konsequenz, dass auch die anderen Indikatoren wie z.B. der Energie- und Wasserverbrauch, das Transportaufkommen und auch der Rohstoffbedarf äquivalent zur Bevölkerungsanzahl stetig gestiegen sind (siehe Abb. 1.1) [1, 2]. Dieser enorme Ressourcenverbrauch ist ebenso durch die schnell anwachsende Globalisierung beschleunigt worden. Als einfaches Beispiel wurden früher hauptsächlich Materialien verwendet, deren Herkunft in der Nähe des zu errichteten Bauwerks lagen, werden heute Roh- und Baustoffe über die ganze Welt transportiert [3].

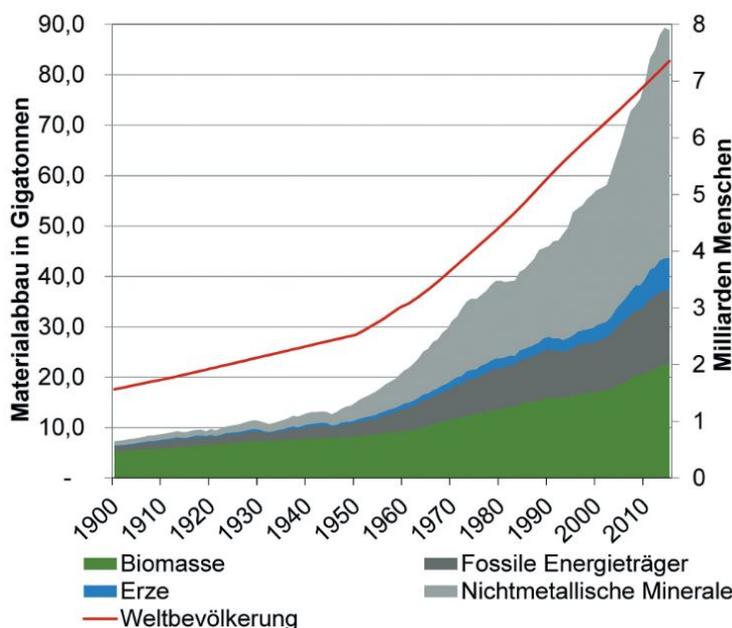


Abb. 1.1: Rohstoffabbau und Entwicklung der Weltbevölkerung [2, S.306]

Generell kann angemerkt werden, dass die Bauindustrie in den letzten Jahren zu einem immer wichtigeren Sektor bezüglich des Rohstoffverbrauchs geworden ist [2]. Daher werde in naher Zukunft und auch gegenwärtig die Bau- bzw. Konstruktionsweisen und auch die Baustoffwahl immer bedeutsamer. Es wird vermehrt die Herstellung von Bauteilen, sowie auch Einsparungspotentiale

verschiedener Systeme, neue Materialien und Recyclingpotentiale hinterfragt [4]. Dabei sollte auch berücksichtigt werden, dass nicht nur der Rohstoff selbst, sondern auch andere Faktoren wie Transportwege, steigende Anzahl der genutzten Wohnfläche pro Kopf etc. zusätzlich negative Einflüsse auf das Ökosystem des Planeten nehmen können. Es werden in den kommenden Jahren folgende Aspekte für die Errichtung nachhaltiger Gebäude immer essentieller werden [5]:

- Nutzung der Gebäude als dezentrale Stromerzeuger
- Optimierung der Haustechnik
- Schaffung von zentralisierten Siedlungsstrukturen
- Neubauten mit sehr geringem Energiebedarf
- Vermehrte Verwendung von nachhaltigen Rohstoffen
- Betrachtung der Lebenszykluskosten im Neubau
- Weiterentwicklung bzw. Sanierung des Gebäudebestands [5]

1.2 Problemstellung Nachhaltigkeit

Der Bausektor hat allein im Jahr 2015 47,5 Gigatonnen an Rohstoffen verbraucht und verursacht im Jahr 2010 ca. 19% der gesamten Treibhausgasemissionen [2, 3]. Ob und wie nachhaltig ein Bauwerk oder Gebäude ist, hängt von mehreren Faktoren ab. Generell wird davon ausgegangen, dass Bauwerke den Sinn haben, gewisse Funktionen und Bedürfnisse der Menschen zu erfüllen. Wie eingangs bereits erwähnt, müssen hier auch komplexere Zusammenhänge zwischen dem System, der Qualität und der Nutzung des Gebäudes gestellt werden [3, 6]. Um vergleichbare Werte definieren zu können, müssen neben den ökologischen Kriterien ebenso die soziokulturellen und ökonomischen Aspekte betrachtet werden. Diese Säulen, siehe Abb. 1.2, bilden zusammengefasst die Nachhaltigkeit.

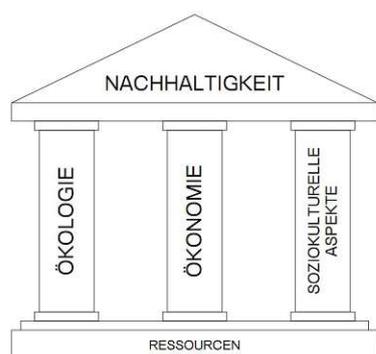


Abb. 1.2: 3 Säulen der Nachhaltigkeit [3, S.9]

- Ökologie (Schonung und Schutz der Umwelt bezüglich der natürlichen Ressourcen)
- Ökonomie (Beschränkung der Lebenszykluskosten sowie die Qualität und den Erhalt der ökonomischen Werte)
- Soziokulturelle Aspekte (Erhaltung von Behaglichkeit und Sicherung der Gesundheit im Gebäude, sowie eines Umfeldes das den Ansprüchen der Menschen genügt) [3]

Bereits Anfang der 1990er Jahre wurden Systeme gebildet, um eine nachhaltige Entwicklung der verschiedenen Fachbereiche definieren zu können. Damals lag jedoch noch der Schwerpunkt auf die Wiederverwendung und den Rückbau von Bauteilen [4]. In den darauf folgenden Jahren wurde vermehrt ein Augenmerk auf die Untersuchung und Bewertung von Baustoffen und Bauprodukten gelegt, um diese einheitlich bewerten und zertifizieren zu können. 2001 wurde die

Normenreihe ISO 14000 eingeführt, welche im wesentlichen die produktbezogenen Umweltinformationen zusammenfasst. Dabei werden im wesentlichen drei Typen der Umweltkennzeichnung unterschieden [4, 7]:

- Typ I Umweltbezeichnungen
Diese Erklärung erfolgt nach der ÖNORM EN ISO 14024 und sind relevant für die öffentliche Beschaffung. Sie wenden sich an die gewerblichen und privaten Verbraucher. Durch eine erforderliche Zertifizierung von „Dritten“, besitzen sie eine sehr hohe Glaubwürdigkeit [7].
- Typ II Umweltbezogene Anbietererklärungen
Bei dieser Kennzeichnung handelt es sich um eine Umwelterklärung bei der meist nur auf einen Umweltaspekt eingegangen und vom Hersteller gekennzeichnet wird. Ebenso beruht diese Erklärung nur auf freiwilliger Basis, kann jedoch auch von Unabhängigen geprüft werden. Diese Erklärung wird in der ÖNORM EN ISO 14021 definiert [4, 7].
- Typ III Umweltdeklarationen
Diese werden in der ÖNORM EN ISO 14025 beschrieben und beruhen auf einer Ökobilanz, die Umwelteinwirkungen gegenüberstellt ohne sie zu werten [7].

In weiterer Folge wird in dieser Arbeit hauptsächlich mit den Umweltproduktdeklarationen kurz EPDs gearbeitet. Wobei diese Umwelt-Produktdeklaration in den Typ III der Umweltkennzeichnung fallen und in Abschnitt 2.2 noch ausführlicher beschrieben wird.

1.3 Ansporn und Motivation

Wenn man sich die Prognosen der letzten Jahre ansieht, führt kein Weg vorbei, sich allgemein mit der Thematik des Klimawandels auseinanderzusetzen. Es sollte sich daher auch die Frage erübrigen, warum wir nachhaltig bauen wollen. Die letzten Jahre haben die Dringlichkeit eines Umdenkens bzgl. der stetig steigenden Treibhausgasemissionen und der damit verbundenen Klimaerwärmung und deren negativen Auswirkungen auf den Planeten gezeigt.

Da der Bausektor ein wesentlicher Teil dieser Entwicklung ist, muss es das Ziel sein, in den nächsten Jahren einen schonenden Umgang mit Ressourcen und Energieträgern zu finden. Diese Entwicklung sollte das vorhandene Ökosystem, sowie die nachhaltigen Rohstoffe in Schutz nehmen. Herr Prof. Kromoser und die Universität für Bodenkultur beschäftigen sich seit längerem mit der Thematik des ressourceneffizienteren Bauens und möchten somit dem bestehenden Trend entgegenwirken. Daher sollte auch ein objektiver Vergleich gestellt werden, inwiefern sich bereits gängige Hochbau-Deckensysteme hinsichtlich ihrer ökologischen Effizienz gegenüberstellen. Vorweggenommen kann keine einzig richtige Allgemeinlösung für ein solches System gefunden werden, das widerspruchsfrei zu den anderen steht, jedoch sollte am Ende der Untersuchung ein Deckensystem wählbar sein, das unter vorher definierten Bedingungen die ökologischste Lösung bietet.

Letztendlich steht die Verwendung und Wahl von Baustoffen immer der aktuellen Wirtschaftlichkeit gegenüber. Diese Daten sollen vorab jedoch allen Personen die Möglichkeit bieten, rasch eine Gegenüberstellung der ökologischen Effizienz aktueller Hochbaudeckensysteme zu erhalten und diese bei der Wahl der Systeme zu berücksichtigen.

Es wird unabdingbar sein in Zukunft vermehrt das Augenmerk auf den ökologischen Aspekt bei der Wahl eines Gebäudes, aber auch im Allgemeinen zu legen. Ziel soll und wird es sein in Zukunft vermehrt schadstoffarme und ökologisch effizient genutzte Baustoffe und Bauteile zu verwenden.

Kapitel 2

Grundlagen und Berechnung von Ökobilanzen

2.1 Grundlagen der ökologischen Bilanzierung

In der Ökobilanz oder auch Lebenszyklusanalyse werden die Umwelteinwirkungen während des gesamten Lebenszyklus „von der Wiege bis zur Bahre“ („from cradle to grave“) betrachtet [2, 8]. In der ÖNORM EN ISO 14040 wird eine Ökobilanz, auch Life Cycle Assessment (LCA) genannt, als eine „Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges“ [9, S.9] definiert. Sie stellt die effektivste Methode dar, Umwelteinwirkungen im gesamten Bauprozess zu berücksichtigen und in weiterer Folge Empfehlungen für eine Optimierung des Lebenszyklus von Bauteilen und Baustoffen geben zu können. Daher sollte auch eine entsprechende Ökobilanz schon in einer Entwurfsphase bzw. möglichst früh in einem Planungsprozess miteinfließen.

Für eine entsprechend normgerechte Bilanzierung sind in der Herangehensweise einer Ökobilanz folgende Phasen notwendig [4]:

- Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens

In der ersten Phase soll die Frage gestellt werden, was ist das Ziel der Untersuchung, z.B. welcher Bauprozess verursacht die meisten Umweltauswirkungen während eines Projektes, oder sind die Baustoffe für die Art der Nutzung geeignet. Des Weiteren werden Systemgrenzen definiert, um zu eruieren, was im Bauprozess betrachtet werden soll und welche Dinge gegebenenfalls vernachlässigt werden können [4, 10]. Die erste Phase stellt somit die wichtigste dar, da sie die Fragestellung hinsichtlich der Ökobilanz beantworten soll. Danach werden Annahmen für die Ökobilanzierungsmodellierung getroffen, passende Qualitätsstandards festgelegt, die geeignete Allokationsmethode und die funktionelle Einheit des Projekts bestimmt [4].

Sie dient dazu „einen Bezug zu schaffen, auf den die Input- und Outputflüsse bezogen werden“ [9, S.21] und ist notwendig, „um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Ökobilanzen sicherzustellen“ [9, S.21]. Das heißt die Umweltauswirkungen der In- und Outputflüsse müssen analysiert und den einzelnen Stoffen zugewiesen werden.

Es gilt in den EPDs oder. techn. Datenblättern die Auswahl zu treffen, welche Wirkungsindekatoren und Wirkungskategorien zur Berechnung der Umweltwirkungen, für die jeweilige Zielsetzung der Ökobilanz, herangezogen werden können. Einige relevante Parameter sind [4]:

- Primärenergieinhalt PEI_{ne} , PEI_e [MJ]
- Kummulierter Energieaufwand KEA_{ne} , KEA_e [MJ]
- Graue Energie [MJ]
- Treibhauspotential GWP [kg CO₂ - Äq]

- Ozonabbaupotential ODP [kg CFC - 11 - Äq]
- Photochemisches Ozonbildungspotential POCP [kg C₂H₄ - Äq]
- Versauerungspotential AP [kg SO₂ - Äq]
- Eutrophierungspotential EP [kg PO₄³ - Äq], [4]
- Erneuerbare Primärenergie PERT [MJ/m³]
- Nicht erneuerbare Primärenergie PENRT [MJ/m³], [11]

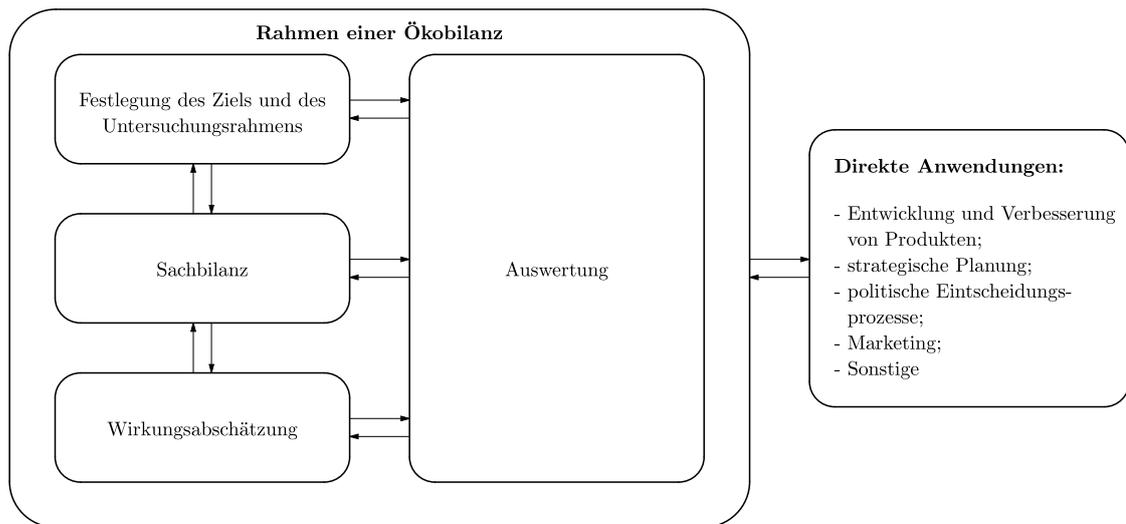


Abb. 2.1: Phasen einer Ökobilanz [9, S.17]

- Sachbilanz

In der nächsten Phase werden in der Sachbilanz, auf der Grundlage der festgelegten Rahmenbedingungen aus Phase 1, die Lebenszyklen der verwendeten Produkte erstellt [4]. In diesem Zusammenhang werden die Energie-, Stoff-, und Produktflüsse dieser In- und Outputs dem jeweiligen Produkt zugeordnet [10]. Aufgrund der Komplexität und der iterativen Berechnungsverfahren zur Quantifizierung der In- und Outputs werden diese händisch in Tabellenkalkulationsprogrammen oder in fachgerechten Softwareprogrammen aufgelistet und berechnet [4, 9]. Unter den Programmen wird dahin noch unterschieden, ob sie eher für die Forschung (z.B. GaBi, SimaPro, OpenLCA) oder praxisorientierter (z.B. SBS-Tool, LEGEP) genutzt werden. Die Unterschiede liegen darin, dass in den Programmen für die Forschung mehr Möglichkeiten zur Modellierung geboten werden. In den praxisorientierten Programmen wird jedoch stark auf die betrachteten Gebäude und deren nahes Umfeld Bezug genommen [4].

Ebenso ist es wichtig zu beachten, „dass Allokationsverfahren nötig sind, wenn Systeme behandelt werden, die mehrere Produkte erzeugen oder verwerten“ [9, S.23]. Dies ist meistens der Fall, da in den Betriebsabläufen selten nur ein Output hervorgerufen wird [9].

- Wirkungsabschätzung

In der dritten Phase, der Wirkungsabschätzungsphase, werden die Umweltauswirkungen mit Hilfe der Ergebnisse aus der Sachbilanz beurteilt. Im ersten Schritt werden dabei die Daten der Sachbilanzanalyse bestimmten Wirkungskategorien zugeordnet. Diese stellen die Umweltwirkungen dar, z.B. Klimawandel oder Ressourcenverbrauch etc. [4]. Im nächsten Schritt werden mit Hilfe von Charakterisierungsfaktoren, die die Stoffe in einen Bezug zu der gewählten Referenzeinheit stellen, die Wirkungsindikatoren berechnet. Das Ergebnis der Wirkungsabschätzung stellt die Summe der Sachbilanzdaten einzelner Stoffe, multipliziert mit den entsprechenden Charakterisierungsfaktoren dar, um die potentiellen Wirkungen zu erkennen. In der folgenden Abbildung 2.2 wird der Zusammenhang der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung anhand eines Beispiels noch anschaulicher beschrieben [4, 9].

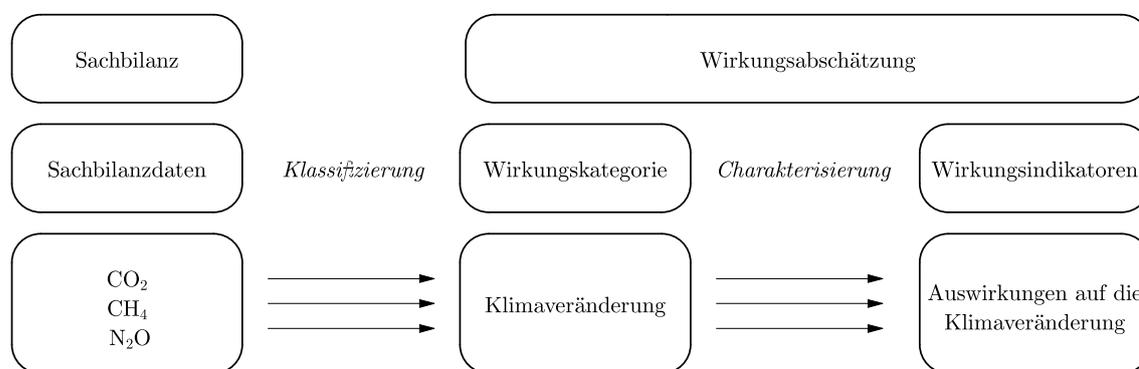


Abb. 2.2: Beispielerklärung von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung anhand der Klimaveränderung [4, S.36]

„Sachverhalte, wie z. B. die Auswahl, Modellierung und Beurteilung der Wirkungskategorien, können subjektive Elemente in die Phase der Wirkungseinschätzung einbringen. Deshalb ist bei der Wirkungsabschätzung die Transparenz entscheidend, um sicherzustellen, dass die Annahmen eindeutig beschrieben und dargestellt werden“ [9, S.24].

Daher soll angemerkt werden, dass auch für die Wirkungsabschätzung Grenzen gegeben sind. Diese zeigen nämlich keine vollständige Einschätzung aller Umweltaspekte, sondern nur die im Untersuchungsrahmen definierten Produktsysteme. Aufgrund von fehlenden Kenntnisständen in der Charakterisierung, ungenügende Qualität der Sachbilanzdaten etc., ist es auch möglich, dass kaum Unterschiede zwischen den zugehörigen Indikatoren und den Wirkungskategorien zu erkennen sind. Ferner führen auch fehlende zeitliche und räumliche Dimensionen zu unsicheren Sachbilanzergebnissen [9].

- Auswertung

In der letzten Phase sollen die ursprünglichen Fragestellungen beantwortet werden und die festgelegten Ziele und Untersuchungsrahmen übereinstimmen [4, 9]. Dabei sind die gemeinsamen Ergebnisse aus der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung auszuwerten. Ziel soll in weiterer Folge sein, entsprechende Empfehlungen, Einschränkungen und Schlussfolgerungen auf Basis der Ergebnisse geben zu können [9].

2.2 EPD

2.2.1 Der Weg zu den EPDs

Wie in Kapitel 1.2 bereits erwähnt, gewinnen die Typ III Deklarationen oder auch EPD's genannt, immer mehr an Bedeutung für die öffentliche Hand [7]. In diesem Abschnitt werden die Grundsätze und Verfahren für eine Umweltkennzeichnung und -deklaration dieses Typen kurz beleuchtet. Sie dienen in weiterer Folge als Grundlage, um Produkte in einer entsprechenden Form zu kennzeichnen [7, 12].

Umweltdeklarationen Typ III stützen sich auf Ökobilanzen bzw. stellen sie die Ergebnisse als Wirkungsindikator oder Sachbilanz dar. Die Grundlagen inwiefern eine Umweltdeklaration zu erstellen ist, wird in der ÖNORM ISO 14025 festgehalten. Sie beinhaltet das Vorgehen und zeigt Verfahren wie Umwelteigenschaften von Produkten deklariert werden können. Dabei wird in drei Ebenen der EPD-Erarbeitung unterschieden [13]:

Tab. 2.1: Ebenen der EPD- Erarbeitung [13, S.187]

Ebene	Akteure	Aktivität
Ebene 1: Programm	Programmmhalter: Industrieverbände, -vereine, Unternehmen Interessierte Kreise: Behörden, NGO, Wissenschaft Verbraucher: Produktkategorieregeln (PCR) - und Branchenexperten	Organisationen der PCR - Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> • Einladung der Experten und interessierten Kreise • Prüfung von PCR und EPD • Register der PCR und EPD
Ebene 2: PCR	Branchenexperten: Industrie, LCA - Experten Interessierte Kreise: Wettbewerber, Behörden, NGO, Wissenschaft, Verbraucher	Festlegung der PCR: <ul style="list-style-type: none"> • Umfang und Ziel der Ökobilanz, z.B.: • Allokations-, Abschneide- und Rechenregeln • Datenqualität für spezifische Daten und Hintergrunddaten
Ebene 3: EPD	Hersteller des deklarierten Produkts in Zusammenarbeit mit LCA- Experten	Erarbeitung / Veröffentlichung der EPD: <ul style="list-style-type: none"> • Datenbeschaffung • Berechnung der Ökobilanzindikatoren • Darstellung der zusätzlichen Informationen • Veröffentlichung auf Papier und im Internet

Im ersten Schritt werden die Programmhalter definiert, sie können jede Körperschaft bzw. auch der Hersteller sein. Bei diesen werden alle Informationen gesammelt und sind für eine sachgerechte Durchführung der Deklaration verantwortlich. Der Programmhalter lädt die Experten und interessierten Kreise ein, organisiert die Prüfung/Registrierung der Produktkategorieeregeln (PCR) und EPD.

In der nächsten Ebene werden für die Ökobilanzierung Regeln und Anforderungen an die Produktkategorien in einem PCR-Dokument definiert. Diese sollen eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Produkte gewährleisten und als Brücke zwischen den EPDs und Ökobilanzmethodik nach ISO 14040 dienen. Für die bessere Abstimmung der unterschiedlichen Produktkategorien werden für das Produktsystem die Ökobilanzindikatoren großteils in einem übergreifenden Dokument festgelegt.

Im letzten Schritt werden die Daten erhoben, die sich aus den PCR-Dokumenten ableiten lassen. Da die Hersteller auf Daten außerhalb des Unternehmens zugreifen müssen, jedoch keinen Zugang zu diesen haben, kann auf vergleichbare Prozessen, die öffentlich zugänglich sind, zurückgegriffen werden. Dabei ist anzumerken, je klarer die Vorgaben und je besser die Datenqualität ist, desto höher wird die spätere Vergleichbarkeit der EPDs sein. Auf Grundlage dieser Rohdaten können in weiterer Folge die Sachbilanzen und Indikatoren berechnet werden. Diese Bilanzierung wird von externen Firmen oder bei vorhandener Fachkompetenz bzw. auch entsprechenden Programmen vom Hersteller selbst abgewickelt. Sind die errechneten Daten geprüft und in einem entsprechenden EPD-Format übertragen worden, erfolgt nach Prüfung und Korrektur die Veröffentlichung [13].

Da sich diese Arbeit hauptsächlich mit EPDs für die Kategorie Bauprodukte beschäftigt, wird ein solcher Prozessablauf im Detail dargestellt. In Abbildung 2.3 ist ersichtlich, wie dieses mehrstufige Verfahren nach der Reihe abgehandelt werden kann [14].

Dadurch, dass die Hersteller, sowie unabhängige wissenschaftliche Einrichtungen oder z.B. Handelsverbände diese dokumentieren, wird eine hohe Glaubwürdigkeit garantiert. Die Initiative muss jedoch immer von den Herstellern ausgehen. Ebenso können in den Umweltdeklarationen zusätzlich technische Details des Produktes beinhaltet sein [7].

Eine Produktbezeichnung nach Typ III beinhaltet folgende Punkte:

- „Sie wenden sich an Gewerbe, Handel und Endverbraucher,
- beruhen auf einer Ökobilanz,
- liefern umfangreiche quantitative und verifizierte Informationen,
- stellen Umweltwirkungen dar ohne zu werten,
- sind für alle Produkte und Dienstleistungen geeignet,
- ermöglichen Datenaggregation entlang einer Wertschöpfungskette,
- erfordern unabhängige Verifizierung durch Dritte“ [7, S.34].

Schritt 1: Vorbesprechung

Schritt 2: Erstellung des PCR-Anleitungstextes

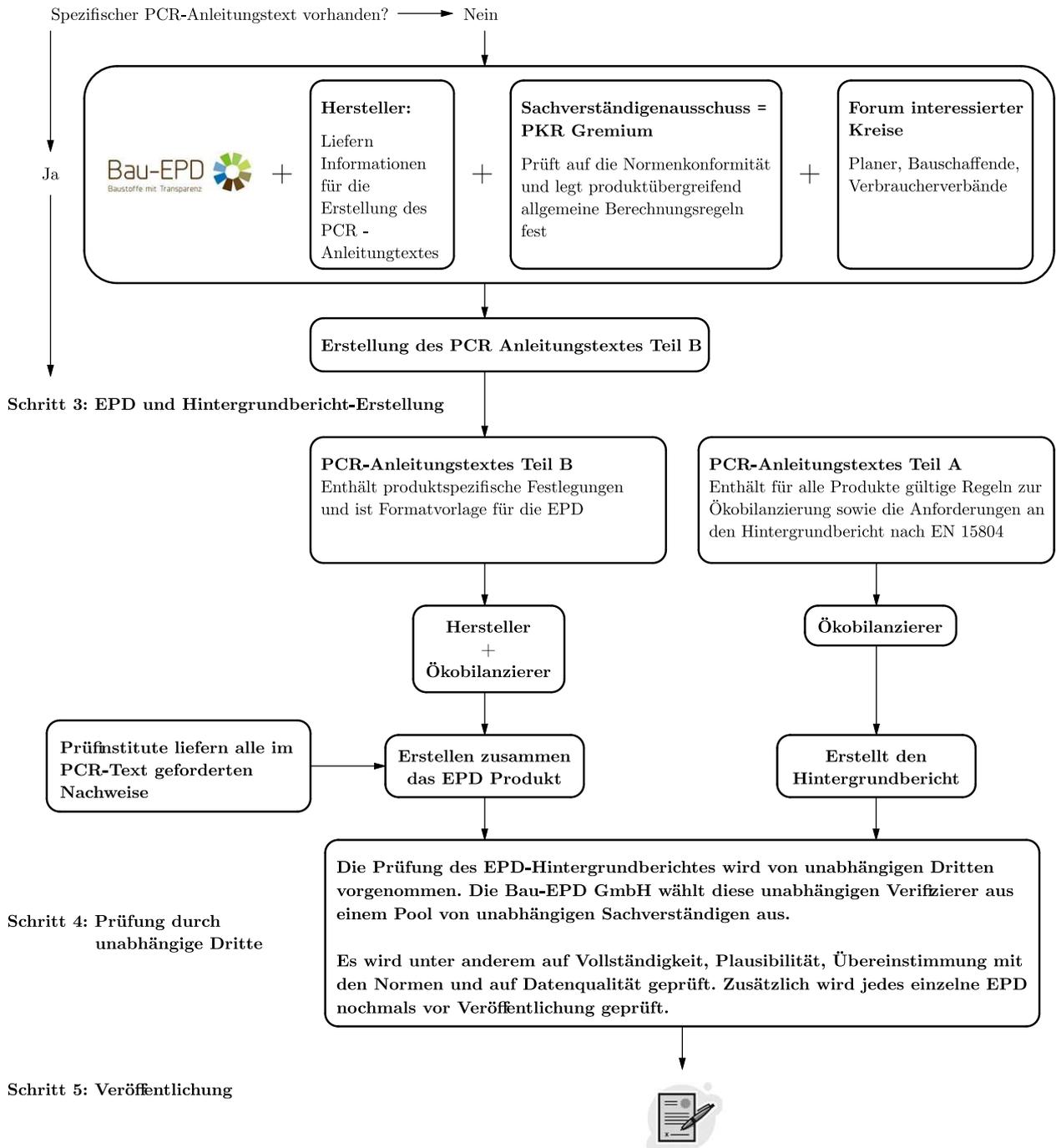


Abb. 2.3: Der Weg zum EPD als Prozessablauf [14]

2.2.2 Umweltproduktdeklaration für die Produktkategorie Bauprodukte nach ÖNORM ISO 15804

Besonders bewährt haben sich die Umweltdeklarationen im Bausektor, da einerseits zunehmend der Materialverbrauch steigt aber auch die Weiterverwendung von Konstruktionen und Bauteilen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Aus den verschiedenen Deklarationen der verwendeten Baustoffe kann aufgrund der standardisierten Datengrundlage der EPDs eine ökologische Bewertung eines Gebäudes erfolgen [15]. In der ÖNORM EN 15804 sind die Grundregeln zur Erstellung von Deklarationen, die alle Bauleistungen und Bauprodukte für Bauwerke und Gebäude umfassen, dargestellt. Dabei erfolgt eine Lebenszyklusanalyse der verwendeten Baustoffe unter Berücksichtigung der jeweiligen Phase (siehe Abbildung 2.4).

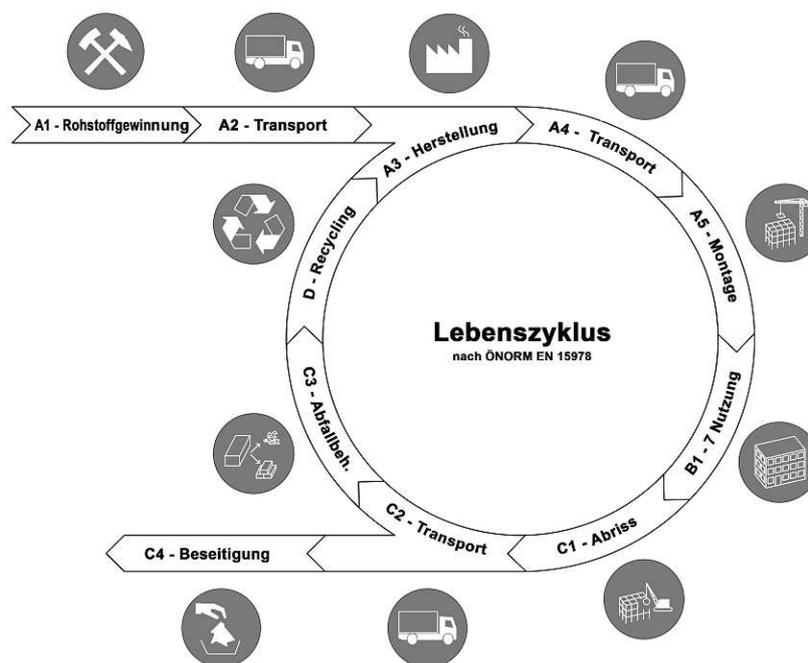


Abb. 2.4: Lebenszyklus nach ÖNORM EN 15978 [3, S.98]

- A1 - A3 Herstellungsphase
Die Prozesse für die Herstellungsphase beinhalten jeweils die Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Transport zum Hersteller und die Herstellung der Produkte.
- A4 - A5 Errichtungsphase
In den beiden Modulen wird der Transport zur Baustelle und der Einbau der Bauprodukte umfasst, wobei auch andere Aspekte und Wirkungen wie z.B. Materialverluste oder Beseitigung von Abfällen berücksichtigt werden.
- B1 - B7 Nutzungsphase
Diese Informationsmodule befassen sich mit der Nutzung eines Gebäudes, wobei die Phasen B1 - B5 sich auf die Bausubstanz (Reparatur, Inspektionen, Austausch, etc.) und die Phasen B6 - B7 auf den Betrieb des Gebäudes (Energieeinsatz, Wasserverbrauch, etc.) beziehen. Ebenso fließen hier die Bereitstellungen von Transport, Abfallbehandlung und Materialverluste ein [16].

- **C1 - C4 Entsorgungsphase**
Hierbei werden alle relevanten Informationen für die Entsorgung gelistet. Neben dem Rückbau und dem dabei notwendigen Abtransport der Baustoffe, nehmen die Rückgewinnung und das Recycling der Produkte immer mehr an Bedeutung zu. Es wird dabei für die Entsorgung angenommen, dass z.B. alle Metalle wieder verwendet, Holz oder brennbare Stoffe verbrannt und die restlichen mineralischen Materialien deponiert werden müssen [3, 16].
- **D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotentiale**
In dieser Phase werden die Belastungen und Vorteile die außerhalb der Systemgrenze liegen beschrieben.

In Abbildung 2.5 sind diese Lebenszyklusphasen und Module mit deren zugehörigen Verarbeitungsprozessen abgebildet.

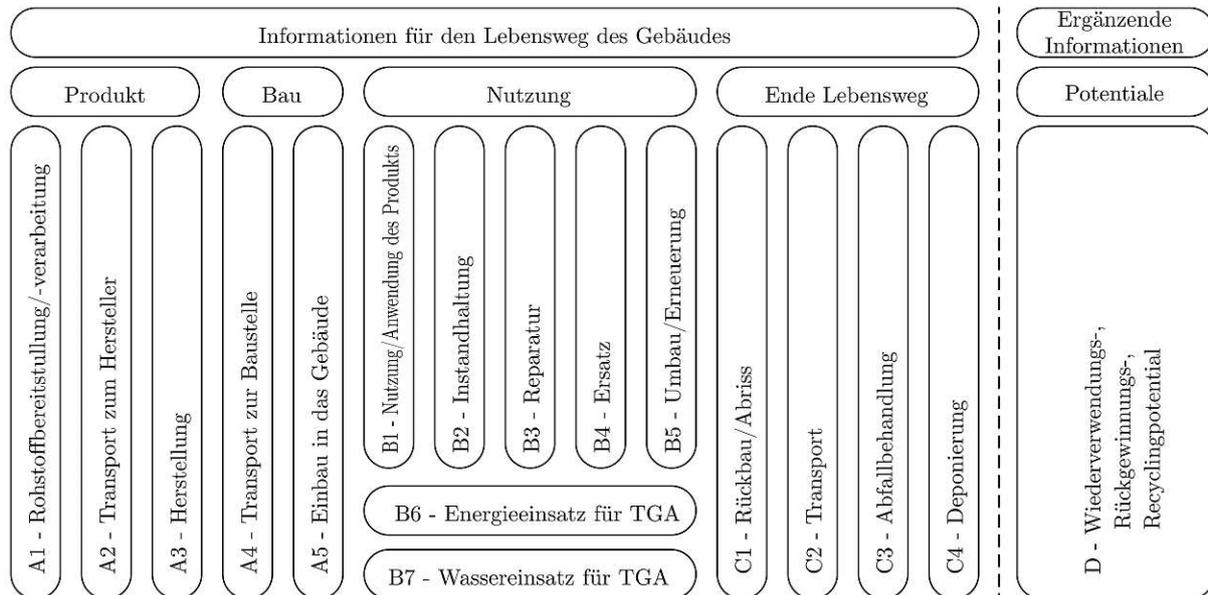


Abb. 2.5: Einteilung der Lebenszyklusinformation in Module nach ÖNORM EN 15804 [16, S.21]

Diese Informationsmodule sind bereits in den EPD-Dokumenten vorhanden, da alle Materialien und Produkte für den Bausektor mindestens die Module A1 - A3, C1 - C4 und das Modul D beinhalten müssen. Ausnahmen sind nur zulässig und unter Begründung wegzulassen wenn:

- „das Produkt oder Material während des Einbaus physisch mit anderen Produkten so verbunden wird, dass es bei der Entsorgung nicht physisch von ihnen getrennt werden kann;
- das Produkt oder Material aufgrund von physikalischen oder chemischen Umwandlungsprozessen bei der Entsorgung nicht mehr identifizierbar ist;
- das Produkt oder Material keinen biogenen Kohlenstoff enthält“. [16, S.15]

Für einen vollständigen Lebenszyklus (von der Wiege bis zur Bahre) müssen alle Informationsmodule oder auch Phasen A1 - A3, A4 - A5, B1 - B7, C1 - C4 und Modul D in den Umweltinformationen einer EPD unterschieden werden [16].

Kapitel 3

Untersuchungsrahmen

3.1 Allgemein

Für die ökologische Untersuchung der Deckensysteme wird in diesem Abschnitt der Untersuchungsrahmen beschrieben. Ziel ist es, Deckensysteme die einachsig gespannt sind, auf deren ökologische Effizienz zu vergleichen. Dabei werden verschiedene statische Systeme und auch unterschiedliche Spannweiten betrachtet, um umfassendere Vergleichswerte zu erhalten. Alle Deckensysteme werden mit einer Breite bzw. Lasteinflussbreite von 1,0 m betrachtet. Mögliche Einflüsse der Breite bei Schwingungsverhalten oder Massenmehrungen sind in weiterer Folge für die einzelnen Systeme definiert. Als Längen der Deckenfelder wurden 3 m, 5 m und 9 m gewählt. Es wird dabei versucht kleinere aber auch größere Spannweiten abzubilden, denn es sollten die möglichen Vor- bzw. Nachteile der Deckensysteme bei unterschiedlichen Längen gefiltert werden. Folgend besteht die Möglichkeit, dass der Materialverbrauch eines Deckensystems bei großen Spannweiten, um einiges geringer ausfällt als bei anderen. Jedoch sind dies meist Produkte, die bei der Herstellung einen sehr hohen Energieaufwand benötigen. Des Weiteren wurden noch die unterschiedlichen statischen Systeme von Ein-, Zwei- und Mehrfeldträgern betrachtet, die auch mit den davor genannten Längen kombiniert wurden. Es wurde mit diesen Deckenarten versucht den Großteil der aktuell verwendeten Bauweisen zu erfassen. Diese werden nicht nur für Neubauten sondern auch wie z.B. die Tramtraversendecke, die hauptsächlich ihre Anwendung im Bestandsbau wieder findet, verwendet. Nachfolgend sind die zu vergleichenden Deckenarten gelistet:

- (a) Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung
- (b) Ortbetondecke mit Mattenbewehrung
- (c) Hohldielendecke
- (d) Brettsperrholzdecke
- (e) Holzbalken(Tram-)decke
- (f) Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)
- (g) Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsperrholz)
- (h) Tramtraversendecke
- (i) Stahlbetonverbunddecke

Für die ökologische Bilanzierung wurden ausschließlich die notwendigen Baustoffe miteinbezogen, die für die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit erforderlich sind. Das heißt Fußbodenaufbauten, eventuelle Dämmungen oder abgehängte Deckensysteme werden nicht miteinbezogen. Diese Arbeit stellt nur die statisch erforderlichen Materialien gegenüber.

3.2 Systemgrenzen

In der ÖNORM EN 15804 kann für die Systemgrenzbestimmung auf zwei Grundprinzipien zurückgegriffen werden: Einerseits die Methode nach dem Modularitätsprinzip, wo die jeweiligen Prozesse, die die Umweltqualität des Produktes beeinflussen, der entsprechenden Phase des Lebenszyklus, in dem sie anfallen, zugeordnet werden. Andererseits das Verursacherprinzip, wo eine vollständige Abfallbehandlung erreicht wird, indem die Prozesse der Abfallbehandlung dem Produktsystem zugeordnet werden, die den Abfall verursachen [17]. In dieser Arbeit wird nach ersterem Prinzip vorgegangen. Hierfür müssen die Prozesse der Rohstoffe etc. aus gewissen Datenerhebungsblättern für die jeweiligen Phasen zugeordnet werden. Diese Daten sollten sich auf Österreich bzw. Europa beziehen, da die Verwendung von Energie und Rohstoffen in den unterschiedlichen Ländern sehr divergieren. Die erhobenen Daten aus den EPDs werden mit jenen aus Ecoinvent validiert. Dieser gemeinnützige Verein sammelt hochwertige bzw. valide Daten für Nachhaltigkeitsbewertungen, die oftmals auch als Grundlage verschiedener EPDs dienen. Die in Absatz 3.1 beschriebenen Bauteile werden für die ökologische Bewertung in zwei unterschiedliche Lebenszyklusphasen geteilt. Einerseits die Phasen die sich mit der Herstellung des Bauproduktes auseinandersetzen, sprich die Herstellungsphasen A1 - A3 und andererseits diese Prozessphasen A1 - A3, inklusive der gesamten Entsorgungsphase C (End-of-Life, C1 - C4). Dies resultiert daraus, dass allein durch die unterschiedliche Betrachtung der jeweiligen Lebenszyklusphasen es zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der ökologischen Bewertung kommen kann. Z.B. durch die Photosynthese der Bäume kann CO₂ aufgenommen und Sauerstoff an die Luft wieder während der Wachstumsphase abgegeben werden. Für das Treibhauspotential GWP bedeutet dies, dass für die Herstellung von Holz Gutschriften (negative Werte) auftreten. Wird der Lebenszyklus bis zur Entsorgung betrachtet, so wird das Kohlenstoffdioxid durch Verbrennung wieder freigesetzt [3]. Die anderen Lebenszyklusphasen wie z.B. A4 - A5, B, sowie D werden nicht miteinbezogen, da keine weiteren Energiebilanzen und Emissionen während eines Betriebs odgl. angenommen werden können. Die Bilanzierung soll ausschließlich über die tragenden Baustoffe der Deckensysteme erfolgen. Jedoch sollte noch ergänzt werden, dass bei der Herstellung von Beton das ausgestoßene CO₂ bei der Aushärtung teilweise wieder aufgenommen werden kann. Untersuchungen ergaben, dass bis zu 43% des angefallenen CO₂ über die Nutzungsdauer wieder aufgenommen werden können [2]. Wird für eine ökologische Bewertung diese Nutzungsphase in Betracht gezogen, muss geprüft werden, ob diese bereits in den EPDs berücksichtigt wurde. Diese Informationen können bei den Herausgebern angefragt werden. Es sollte dabei abgeglichen werden, ob die dort definierten Emissionen während der Nutzung, Wartung, erwartete Reparaturen etc. auch mit den gewählten Systemgrenzen übereinstimmen.

3.3 Indikatoren - Wirkungskategorie

Für die ökologische Bewertung der neuen Deckensysteme müssen Wirkungskategorien definiert werden. Diese sollen dazu dienen, um eine Beurteilung und Einschätzung der Ressourceninanspruchnahme bezogen auf die definierten Systemgrenzen zu erhalten. Da auch Wirkungskategorien geführt werden können, die für Deckensysteme nur von untergeordneter Relevanz sind, werden in dieser Arbeit hauptsächlich die folgenden Wirkungsindikatoren betrachtet:

- Treibhauspotential (GWP) - global warming potential
Als Treibhausgaspotential wird jener prozentuale Beitrag verschiedener Spurengase verstanden, die zum Treibhauseffekt beitragen. Hierfür wird das Verhältnis eines Gases im Vergleich zur gleichen Menge an Kohlendioxid (da es das relevanteste Treibhausgas ist)

angegeben. Das heißt es wird für jede Substanz die äquivalente Menge an Kohlendioxid errechnet, daher wird es auch als Kohlenstoffäquivalente angegeben. Wobei dieses GWP in der EN 15804 noch in 3 Unterkategorien fossil, biogen und luluc unterteilt wird. Das gesamte Treibhausgaspotential stellt die Summe dieser drei dar. Der Betrachtungszeitraum des GWP liegt bei 100 Jahren und wird in CO₂-Äquivalent angegeben [3, 11, 16].

- Ozonabbaupotential (ODP) - depletion potential of the stratospheric ozone layer
Ozonabbau in höheren Atmosphären führt zu einer Verdünnung der Ozonschicht. Diese sichert die Erde vor schädlicher Strahlung und starker Erderwärmung. Das Ozonabbaupotential beschreibt, welchen Einfluss Substanzen auf diese Schicht haben. Besonders Stoffe, wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe können die Ozonschicht stark zerstören. Es wird für das ODP ein einheitsloser Wert angegeben, der in Relation zum Referenzstoff, das Kältemittel R11 ist. [4, 18].
- Versauerungspotential (AP) - acidification potential of soil and water
Das Versauerungspotential beschreibt die Versauerung (Erhöhung der Konzentration von H[±] Ionen in Wasser, Luft, Boden) von Boden und Gewässer. Dies könne z.B. zu Wald- und Fischsterben, aber auch zu Schädigungen von historischen Gebäuden führen. Schwefel- und Stickstoffverbindungen, die aus anthropogenen Emissionen verursacht werden, reagieren in der Luft zu Salpeter- oder Schwefelsäure, die als „Saurer Regen“ niederfallen. Es wird dabei das Säurebildungspotential von Schwefeldioxid für jede säurebildende Substanz angegeben. Das Maß des Versauerungspotentials wird in SO₂-Äquivalenten angegeben [3, 18].
- Eutrophierungspotential (EP) - eutrophication potential
Eutrophierung ist eine Übersättigung von Gewässern und Böden mit Nährstoffen wie z.B. Phosphor- und Stickstoffverbindungen. Dies kann beispielsweise zu einer vermehrten Produktion von Wasserpflanzen oder Algen führen, verringert somit die Sauerstoffverfügbarkeit im Wasser und hat Fischsterben zufolge. Dieses Eutrophierungspotential wird in Phosphat (PO₄)-Äquivalent angegeben [3, 18].
- Erneuerbare Primärenergie (PERT) - primary energy renewable total
Als erneuerbare Primärenergie wird die gewonnene Energie aus z.B. Biomasse, Geothermie, Wasser- und Windkraft oder Sonnenstrahlung, jedenfalls aus erneuerbaren Energiequellen bezeichnet. Diese PERT Werte zeigen wie viel Energie in MJ zur Erstellung aber auch Entsorgung eines Baustoffes notwendig sind [3, 19].
- Nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT) - primary energy non-renewable total
Als nichterneuerbare Primärenergie wird die gewonnene Energie aus z.B. Braunkohle, Erdgas, Erdöl, Steinkohle oder Uran, jedenfalls aus nicht erneuerbaren Energiequellen bezeichnet. Diese PENRT Werte zeigen wie viel Energie in MJ zur Erstellung aber auch Entsorgung eines Baustoffes notwendig ist. Ebenso kann es durch z.B. thermische Verbrennungen odgl. zu negativen Werten bzw. Gutschriften führen. Dies gilt auch für die PERT [3, 11, 19].

3.4 EPD der verwendeten Werkstoffe und Berechnung der Referenzgrößen

Die Daten für die Berechnung der Ergebnisse wurden aus unterschiedlichen Datenbanken erhoben, hauptsächlich aus ÖKOBAUDAT, Environdec und vom Deutschen Institut für Bauen

und Wohnen. Es wurde dabei versucht, stets Branchen- oder Durchschnitts EPDs zu verwenden bzw. keine herstellereinspezifischen Daten, sodass für die Berechnung eine gewisse Objektivität gewährleistet werden kann. Durch die hohe Anzahl und aufgrund unterschiedlicher Faktoren ist es möglich, dass Daten für ein Produkt sehr von einander abweichen, teilweise bis zu einem Faktor 10. Daher wurden diese EPDs mit den direkt zurechenbaren Input-Werten des GWP, AP und EP aus den Teilprozessen für die Herstellung eines Produktes aus den Daten von Ecoinvent validiert. Das heißt, es wurden dabei die Größenordnungen dieser Indikatoren mit jenen der EPDs verglichen. Sind die Werte annähernd ident, kann davon ausgegangen werden, dass die Systemgrenzen gut gewählt worden und die restlichen Indikatoren ebenso als valide zu betrachten sind. Für die gewählten Deckensysteme sind in den nachfolgenden Kapiteln zusammenfassend die Auszüge der EPDs, sowie die berechneten Wirkungskategorien aufgelistet.

3.4.1 Beton C25/30

Die Datenerhebung für den Beton C25/30 erfolgte durch das Forschungsinstitut der Zementindustrie, die vom Institut Bauen und Umwelt eingereicht und verifiziert wurde. Diese Ökobilanz bezieht sich auf 1 m³ in Deutschland hergestelltem Beton für Hoch-, Tief- und Ingenieurbauten [20]. Diese Werte sind in etwa mit den erhobenen Daten aus Ecoinvent, für eine Produktion in Österreich, vergleichbar. In der nachfolgenden Tabelle 3.1 sind die erhobenen Werte, für die in der Arbeit definierten Indikatoren, dargestellt.

Tab. 3.1: Auszug aus der EPD für Beton C25/30 [20, S.30]

	Produktionsphase	Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	2,11E+02	3,00E+00	1,35E+00	0,00E+00	3,02E+00	4,70E-01	1,38E+00	0,00E+00	-2,38E+01
ODP	6,94E-07	1,60E-10	3,06E-09	0,00E+00	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	0,00E+00	-9,57E-08
AP	2,97E-01	9,40E-03	9,18E-03	0,00E+00	2,88E-02	4,74E-03	1,30E-02	0,00E+00	-4,10E-02
EP	4,72E-02	1,20E-03	6,49E-04	0,00E+00	6,13E-03	1,02E-03	2,80E-03	0,00E+00	-5,91E-03
PERT	7,71E+01	1,60E+00	4,30E-01	0,00E+00	1,70E+00	2,60E-01	7,62E-01	0,00E+00	-4,71E+01
PENRT	9,09E+02	4,10E+01	1,90E+01	0,00E+00	4,20E+01	6,55E+00	1,92E+01	0,00E+00	-3,19E+02

In weiterer Folge sind die in Kapitel 3.2 beschriebenen Systemgrenzen der Herstellungsphase und für die Herstellungsphase zuzüglich der Entsorgungsphase berechnet worden, siehe Tabelle 3.2.

Tab. 3.2: Berechnete Wirkungskategorien für 1 m³ Beton C25/30

	Beton C25/30	
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	2,11E+02	2,16E+02
ODP [kg CFC11 - äq.]	6,94E-07	6,94E-07
AP [kg SO ₂ - äq.]	2,97E-01	3,44E-01
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	4,72E-02	5,72E-02
PERT [MJ]	7,71E+01	7,98E+01
PENRT [MJ]	9,09E+02	9,77E+02

3.4.2 Betonstahl

Bei der Recherche von Betonstahldaten konnte festgestellt werden, dass die Datensätze sehr divergieren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass für das Herstellungsverfahren (Linz-Donawitz-Verfahren (LD) und Elektrolichtbogenofens (ELB)) von Stahl ein unterschiedlicher Energieaufwand erforderlich ist [2], bzw. die geografische Lage der Hersteller und deren Energienutzung maßgeblichen Anteil haben. Die verwendete EPD für Betonstahl wurde aus der Ukraine verwendet. Diese Werte korrelieren in etwa mit jenen, die für die durchschnittliche Herstellung von Betonstahl in Europa, aus Ecoinvent (GWP \sim 2,0), recherchiert wurden. Ebenso sind die Werte noch mit den Daten der World Steel Association verglichen worden, die eine Durchschnitts EPD für die Herstellung von Stahl in Europa abbildet (GWP \sim 2,3) [21]. Die entnommenen Werte beziehen sich auf 1 Tonne und sind im Auszug der EPD, sowie in der Tabelle 3.3 bereits in kg umgerechnet worden.

Tab. 3.3: Auszug aus der EPD für Betonstahl [22]

	Produktionsphase	Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rostoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	2,58E+00	6,84E-02	3,24E-01	0,00E+00	7,19E-04	2,79E-03	0,00E+00	3,22E-04	-1,56E+00
ODP	1,64E-11	1,47E-11	2,31E-12	0,00E+00	5,68E-16	2,43E-16	0,00E+00	3,26E-16	-7,31E-12
AP	2,90E-03	1,92E-04	3,76E-04	0,00E+00	3,06E-06	6,87E-08	0,00E+00	1,91E-06	-7,31E-09
EP	3,05E-04	3,17E-05	3,96E-05	0,00E+00	4,22E-07	1,49E-08	0,00E+00	2,60E-07	-4,72E-04
PERT	7,88E-01	2,08E-01	1,40E-01	0,00E+00	8,11E-05	5,04E-05	0,00E+00	5,04E-04	9,34E-01
PENRT	2,69E+01	1,06E+00	3,44E+00	0,00E+00	2,86E-02	1,00E-03	0,00E+00	4,32E-03	-1,39E+01

Für die Herstellung von Betonstahl, wird in den EPDs nicht zwischen den Duktilitäts- bzw. Festigkeitsklassen unterschieden. Es werden daher die berechneten Werte für die Stabstahl- und Mattenbewehrung verwendet.

Tab. 3.4: Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Betonstahl

	Betonstahl	
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	2,58E+00	2,58E+00
ODP [kg CFC11 - äq.]	1,64E-11	1,64E-11
AP [kg SO ₂ - äq.]	2,90E-03	2,91E-03
EP [kg PO ₄ - äq.]	3,05E-04	3,06E-04
PERT [MJ]	7,88E-01	7,89E-01
PENRT [MJ]	2,69E+01	2,69E+01

3.4.3 Beton C50/60

Die Datenerhebung für den Beton C50/60 erfolgte analog zu Kapitel 3.4.1 bzw. wurden Daten von der selben Quelle erhoben. Ebenso sind die Werte in etwa mit den erhobenen Daten aus Ecoinvent abgeglichen worden. In der nachfolgenden Tabelle 3.5 ist der Auszug aus der EPD, für die in dieser Arbeit definierten Indikatoren, dargestellt. Die berechneten Wirkungskategorien sind in der Tabelle 3.6 dargestellt.

Tab. 3.5: Auszug aus der EPD für Beton C50/60 [20, S.34]

	Produktions- phase	Bauphase		Nutzungs- phase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	3,35E+02	1,48E+01	1,35E+00	0,00E+00	3,02E+00	4,70E-01	1,38E+00	0,00E+00	-2,31E+01
ODP	9,56E-07	7,94E-10	3,06E-09	0,00E+00	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	0,00E+00	-1,32E-10
AP	4,51E-01	4,85E-02	9,18E-03	0,00E+00	2,88E-02	4,74E-03	1,30E-02	0,00E+00	-4,10E-02
EP	6,90E-02	1,11E-02	1,86E-03	0,00E+00	6,13E-03	1,02E-03	2,80E-03	0,00E+00	-5,91E-03
PERT	1,13E+02	8,10E+00	4,30E-01	0,00E+00	1,70E+00	2,60E-01	7,62E-01	0,00E+00	-4,71E+01
PENRT	1,42E+03	2,04E+02	1,90E+01	0,00E+00	4,20E+01	6,55E+00	1,92E+01	0,00E+00	-3,19E+02

Tab. 3.6: Berechnete Wirkungskategorien für 1 m³ Beton C50/60

Beton C50/60		
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	3,35E+02	3,40E+02
ODP [kg CFC11 - äq.]	9,56E-07	9,56E-07
AP [kg SO ₂ - äq.]	4,51E-01	4,98E-01
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	6,90E-02	7,90E-02
PERT [MJ]	1,13E+02	1,15E+02
PENRT [MJ]	1,42E+03	1,49E+03

3.4.4 Spannstahl

Wie beim Baustahl sind auch die Werte des Spannstahls sehr unterschiedlich, aufgrund der bereits angeführten Herstellungsprozesse. Jedoch wird der Spannstahl gesondert betrachtet, da anzunehmen ist, dass der Herstellungsprozess mit einem größerem Aufwand als Betonstahl verbunden ist [2]. Da hierfür keine näheren Daten (auch nicht in Ecoinvent) verfügbar sind, wurden Werte gewählt, die in der Größenordnung und ein wenig über die von Betonstahl liegen. Die EPD des Spannstahls wurde lt. dem Hersteller aus Norwegen, für eben solche Betonfertigteile bzw. Hohldeckendecken gewählt. Die Werte bezogen sich auf 1 Tonne und sind im Auszug der EPD sowie in der Tabelle 3.8 bereits in kg umgerechnet worden.

Tab. 3.7: Auszug aus der EPD für Spannstahl [2, S.319]

	Produktionsphase	Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriß	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	2,68E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ODP	1,02E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
AP	2,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EP	1,93E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	1,88E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	2,83E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

In dieser EPD ist nur die Herstellungsphase betrachtet worden. Nach der Evaluierung mit anderen Spannstahldaten, kann jedoch festgehalten werden, dass die Entsorgungsphase keinen wesentlichen Beitrag zu den bereits angeführten Indikatoren leistet und die Abweichungen für die Herstellungsphase zuzüglich Entsorgungsphase noch in einem plausiblen Bereich liegen.

Tab. 3.8: Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Spannstahl

	Spannstahl	
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	2,68E+00	2,68E+00
ODP [kg CFC11 - äq.]	1,02E-08	1,02E-08
AP [kg SO ₂ - äq.]	2,09E-02	2,09E-02
EP [kg PO ₄ - äq.]	1,93E-03	1,93E-03
PERT [MJ]	1,88E+00	1,88E+00
PENRT [MJ]	2,83E+01	2,83E+01

3.4.5 Brettsperrholz CLT - Cross Laminated Timber

Wie in den Systemgrenzen bereits beschrieben, ist es bei Holzwerkstoffen essentiell den ganzen Lebenszyklus einschließlich der Entsorgungsphase zu betrachten. Für das Brettsperrholz wurde ein Durchschnittsdatensatz von Deutschland als EPD herangezogen. Diese Werte korrelieren auch mit jenen von Ecoinvent. In Ecoinvent wurden die Teilprozesse aufsummiert.

Tab. 3.9: Auszug aus der EPD Brettsperrholz [23]

	Produktionsphase		Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Robstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriß	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D	
GWP	-6,58E+02	0,00E+00	1,77E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,11E-01	7,93E+02	0,00E+00	-3,06E+02	
ODP	3,11E-12	0,00E+00	2,23E-12	0,00E+00	0,00E+00	8,50E-17	1,76E-13	0,00E+00	-1,20E-11	
AP	5,05E-01	0,00E+00	1,63E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,14E-03	5,88E-03	0,00E+00	-3,42E-01	
EP	1,13E-01	0,00E+00	3,68E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,38E-04	1,05E-03	0,00E+00	-5,78E-02	
PERT	1,06E+04	0,00E+00	5,30E-02	0,00E+00	0,00E+00	3,97E-01	-8,26E+03	0,00E+00	6,09E+03	
PENRT	1,88E+03	0,00E+00	-2,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	7,07E+00	-2,20E+01	0,00E+00	-4,68E+03	

Bei der berechneten Wirkungskategorie des GWP sind die Unterschiede der jeweiligen Lebenszyklusphase deutlich zu erkennen, da wie eingangs erwähnt das Holz während des Wachstums das CO₂ speichert und erst in der Entsorgungsphase wieder freigibt. Der negative Wert bei der Herstellung des Holzproduktes erfolgt aufgrund eben dieser Speicherung. Wird die Entsorgungsphase nun ebenso betrachtet, ist zu erkennen, dass in Summe CO₂ das im Zuge der Bearbeitung (z.B. Zuschnitt) entsteht ausgestoßen wird (positiver Wert).

Tab. 3.10: Berechnete Wirkungskategorien für 1 m³ Brettsperrholz

Brettsperrholz CLT		
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	-6,58E+02	1,35E+02
ODP [kg CFC11 - äq.]	3,11E-12	3,29E-12
AP [kg SO ₂ - äq.]	5,05E-01	5,13E-01
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	1,13E-01	1,14E-01
	0,00E+00	0,00E+00
PERT [MJ]	1,06E+04	2,38E+03
PENRT [MJ]	1,88E+03	1,86E+03

3.4.6 Brettschichtholz

Das Brettschichtholz wird im Vergleich zum Brettsperrholz gesondert betrachtet, aufgrund der unterschiedlichen Herstellung. Da der Rohstoff Holz an sich ja ident bleibt, unterscheiden sich die Werte jedoch nur minimal. Für das Brettschichtholz wurde ein Durchschnittsdatensatz von Deutschland als EPD herangezogen. Diese Werte korrelieren auch mit jenen von Ecoinvent, wo die Teilprozesse für die Herstellung aufsummiert worden sind.

Tab. 3.11: Auszug aus der EPD Brettschichtholz [24]

	Produktionsphase	Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	-6,66E+02	0,00E+00	5,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,35E-01	8,19E+02	0,00E+00	-3,19E+02
ODP	2,90E-12	0,00E+00	1,11E-15	0,00E+00	0,00E+00	8,90E-17	1,76E-13	0,00E+00	-1,26E-11
AP	6,58E-01	0,00E+00	6,41E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,24E-03	5,88E-03	0,00E+00	-3,59E-01
EP	1,54E-01	0,00E+00	1,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,64E-04	1,05E-03	0,00E+00	-6,09E-02
PERT	1,16E+04	0,00E+00	-3,59E+01	0,00E+00	0,00E+00	4,16E-01	-8,54E+03	0,00E+00	6,29E+03
PENRT	2,18E+03	0,00E+00	-1,53E+01	0,00E+00	0,00E+00	7,41E+00	-3,44E+01	0,00E+00	-4,94E+03

Tab. 3.12: Berechnete Wirkungskategorien für 1 m³ Brettschichtholz

Brettschichtholz		
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	-6,66E+02	1,54E+02
ODP [kg CFC11 - äq.]	2,90E-12	3,08E-12
AP [kg SO ₂ - äq.]	6,58E-01	6,66E-01
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	1,54E-01	1,56E-01
	0,00E+00	0,00E+00
PERT [MJ]	1,16E+04	3,01E+03
PENRT [MJ]	2,18E+03	2,15E+03

3.4.7 Konstruktionsvollholz KVH

Die Datenerhebung des Konstruktionsvollholzes erfolgte, wie die bei den beiden vorangegangenen Holzarten, über ÖKOBAUDAT und ist eine Durchschnitts-EPD von Deutschland für die Herstellung von Konstruktionsvollholz. Da diese drei Datenerhebungen für Brettsperr-, Brettschicht- und Konstruktionsvollholz aus dem selben Land entspringen, sind sie untereinander auch gut vergleichbar (auch validiert mit Ecoinvent) bzw. können diese Baustoffe sehr gut gegenübergestellt werden.

Tab. 3.13: Auszug aus der EPD Brettschichtholz [25]

	Produktionsphase	Bauphase		Nutzungsphase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	-7,22E+02	0,00E+00	5,55E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,11E-01	8,10E+02	0,00E+00	-3,51E+02
ODP	1,99E-12	0,00E+00	1,18E-15	0,00E+00	0,00E+00	8,51E-17	1,76E-13	0,00E+00	-1,22E-11
AP	4,49E-01	0,00E+00	6,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,14E-03	5,88E-03	0,00E+00	-3,56E-01
EP	1,00E-01	0,00E+00	1,46E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,39E-04	1,05E-03	0,00E+00	-5,93E-02
PERT	1,07E+04	0,00E+00	-3,77E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,97E-01	-8,44E+03	0,00E+00	6,17E+03
PENRT	1,15E+03	0,00E+00	-1,88E+01	0,00E+00	0,00E+00	7,08E+00	4,84E+01	0,00E+00	-4,70E+03

Tab. 3.14: Berechnete Wirkungskategorien für 1 m³ Konstruktionsvollholz

Konstruktionsvollholz KVH		
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	-7,22E+02	8,85E+01
ODP [kg CFC11 - äq.]	1,99E-12	2,17E-12
AP [kg SO ₂ - äq.]	4,49E-01	4,57E-01
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	1,00E-01	1,02E-01
	0,00E+00	0,00E+00
PERT [MJ]	1,07E+04	2,29E+03
PENRT [MJ]	1,15E+03	1,20E+03

3.4.8 Baustahl

Für die Herstellung und die Erhebung der Daten von Baustahl kann auf das Kapitel 3.4.2 verwiesen werden. Da auch hierfür die Werte aus den EPDs sehr unterschiedlich sind, wurde eine Durchschnitts-EPD aus Europa verwendet. Diese Werte sind auch ähnlich wie jene aus Ecoinvent für die globale Herstellung von warm gewalztem Stahl.

Tab. 3.15: Auszug aus der EPD für warmgewalzten Baustahl [26]

	Produktions- phase	Bauphase		Nutzungs- phase	Entsorgungsphase				Potentiale
	Rohstoffversorgung Transport Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau in das Gebäude	Nutzungsstadium	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Gut- und Lastschriften
	A1 - A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	1,13E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,84E-03	0,00E+00	-4,13E-01
ODP	1,96E-12	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,85E-15	0,00E+00	1,62E-09
AP	2,16E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,84E-06	0,00E+00	-8,07E-04
EP	2,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,69E-07	0,00E+00	-6,66E-05
PERT	1,52E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	1,98E-02
PENRT	1,15E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,22E-02	0,00E+00	-3,97E+00

Tab. 3.16: Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Baustahl

Baustahl		
	Herstellungsphase	Herstellungsphase + Entsorgungsphase
	A1 - A3	A1 - A3 , C
GWP [kg CO ₂ - äq.]	1,13E+00	1,13E+00
ODP [kg CFC11 - äq.]	1,96E-12	1,96E-12
AP [kg SO ₂ - äq.]	2,16E-03	2,17E-03
EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	2,19E-04	2,20E-04
PERT [MJ]	1,52E+00	1,53E+00
PENRT [MJ]	1,15E+01	1,15E+01

Kapitel 4

Berechnung der unterschiedlichen Deckensysteme

4.1 Allgemein

Bei der Berechnung der Deckensysteme wurde nicht nur nach den Materialeigenschaften, die auch in Kombination (z.B. Holzbetonverbunddecke) verwendet wurden, unterschieden, sondern auch verschiedene statische Systeme betrachtet. Hier wurde wie in 3.1 schon erwähnt zwischen Einfeld, Zweifeld und Mehrfeldsysteme differenziert. Diese wurden wiederum in unterschiedlichen Spannweiten von 3, 5 und 9 m unterteilt, um auch die möglichen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Decken besser herauszuheben. Für die Ermittlung der Deckensysteme wurden verschiedenste Annahmen getroffen, die in den jeweiligen Unterkapiteln beschrieben und definiert sind. Weiters ist anzumerken, dass stets versucht wurde, einen baupraktischen Bezug herzustellen. Es wurden dabei z.B. die Standard Querschnittsmaße von Brettschichtholz oder vereinfachte Maße zur Verlegung der Bewehrung (in 5 cm Schritten) berücksichtigt. Die Berechnungen erfolgen nach dem aktuellen Stand der Technik, bzw. wurden die Nachweise für den ULS, sowie SLS geführt. Ebenso erfolgte die Belastung so, dass die maximalen und minimalen Schnittgrößen für die jeweiligen Bereiche (Feld- oder Stützbereiche) erzielt wurden.

Es wurden für die Deckenebenen folgende Lasten angenommen:

- Eigengewicht
Die Eigenlasten der Tragstruktur sind den entsprechenden Deckenkonstruktionen zu Grunde gelegt.
- Ausbaulast
Fußbodenaufbau 2,0 kN/m²
- Nutzlast
Kategorie B2 [27, S.9] 3,0 kN/m²
- Trennwandzuschlag
Bei Eigengewicht der versetzbaren Trennwand $> 2 \leq 3$ kN/m [28, S.17] 1,2 kN/m²

Der Trennwandzuschlag wird mit der ermittelten Nutzlast addiert. Das heißt, die ständigen Lasten (g_d) setzen sich aus dem Eigengewicht und der Ausbaulast zusammen und die veränderlichen Lasten (q_d) aus der Nutzlast und dem Trennwandzuschlag.

Zur Ermittlung der maximalen Stütz- und Feldmomente bzw. Querkräfte wurden für die Zwei- und Mehrfeldträger entsprechende Lastanordnungen der jeweiligen Felder in Kombination gestellt. Diese Kombinationen sind in Abbildung 4.1 und 4.2 dargestellt.

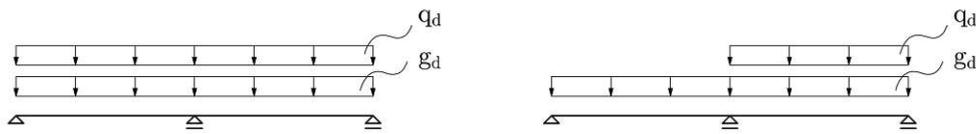


Abb. 4.1: Lastanordnung Zweifeldsystem

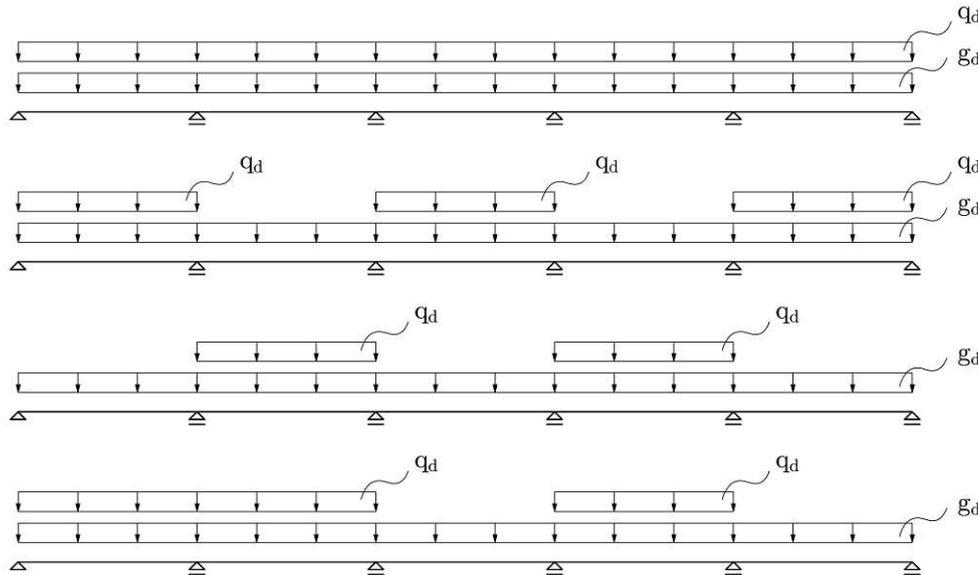


Abb. 4.2: Lastanordnung Mehrfeldsystem

Die einzelnen Längen der Deckenfelder wurden bereits in Kapitel 3.1 definiert. Da für die Zwei- und Mehrfeldsysteme auch Kombinationen zwischen den unterschiedlichen Deckenfeldlängen verglichen werden, sind für sie folgende Systemlängen berechnet worden:

Zweifeldsystem:

Bestehend aus zwei Feldern: linkes und rechtes Endfeld, mit den Spannweiten l_i und l_{re} . Betrachtete Kombinationen ($l_i - l_{re}$): 3 - 3 m, 3 - 5 m, 3 - 9 m, 5 - 5 m, 5 - 9 m, 9 - 9 m

Mehrfeldsystem:

Bestehend aus fünf Feldern: Zwei Endfelder mit der Spannweite l_e , zwei Innenfelder mit der Spannweite l_i sowie einem Mittelfeld mit der Spannweite l_m .

Betrachtete Kombinationen ($l_e - l_i - l_m$): 3 - 3 - 3 m, 3 - 5 - 3 m, 3 - 9 - 3 m, 5 - 3 - 5 m, 5 - 5 - 5 m, 5 - 9 - 5 m, 9 - 3 - 9 m, 9 - 5 - 9 m, 9 - 9 - 9 m, wobei infolge Symmetrie nur drei der fünf Felder angeschrieben werden.

Die Lagerung der verschiedenen Systeme erfolgte am linken Rand mit einem festen Auflager und die Zwischenlager wurden als verschiebliche Auflager in Trägerlängsrichtung definiert, siehe Abbildung 4.1 und 4.2.

Die Einwirkungskombinationen der ständigen und veränderlichen Lasten wurden nach der aktuellen ÖNORM EN 1990 ermittelt und sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 dargestellt.

Tab. 4.1: Lastkombinationen [29, S.37-42]

Lastkombination	Lastfälle	Teilsicherheitsbeiwerte
ULS	(LK1) Eigengewicht	1,35
	Ausbaulast	1,35
	Nutzlast	1,35
SLS - Charakteristisch	(LK2) Eigengewicht	1,00
	Ausbaulast	1,00
	Nutzlast	1,00
SLS - Häufig	(LK3) Eigengewicht	1,00
	Ausbaulast	1,00
	Nutzlast	0,50
SLS - Quasi-ständig	(LK4) Eigengewicht	1,00
	Ausbaulast	1,00
	Nutzlast	0,30

Anhand der oben genannten Vorgaben wurden die zugehörigen Deckensysteme für eine annähernd 100 %ige Auslastung und somit möglichst wirtschaftlich berechnet und dimensioniert. Diese erfolgten durch entsprechende computerunterstützte Programme aufgrund der Vielzahl an Varianten. Es wurde dabei hauptsächlich das Finite Elemente Programm von Dlubal RFEM und RSTAB, aber auch teilweise produktspezifische Programme verwendet. Diese Berechnungen bzw. definierten Annahmen und Voraussetzungen sind den jeweiligen Unterkapiteln zu entnehmen. Auf Grundlage dieser Berechnung konnte die Dimensionierung der jeweiligen Deckensysteme und in weiterer Folge der benötigte Materialaufwand, in Abhängigkeit der Deckensysteme und statischen Systeme, bestimmt werden. Anschließend an die jeweiligen Unterkapiteln der Deckensysteme ist dieser Materialaufwand zusammengefasst. Für die ökologische Bewertung werden diese im anschließenden Kapitel nach dem jeweiligen statischem System gegenübergestellt und verglichen.

4.2 Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung

Die Berechnung der Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung wurde das FE-Programm DLUBAL RFEM herangezogen. Die Berechnung der Kraft- und Verschiebungsgrößen erfolgte auf der Grundlage eines 3-dimensionalen Strukturmodells, genauer gesagt mittels liniengelagerter Flächenelemente, für die gemäß RFEM eine Reissner-Mindlin-Plattentheorie zugrunde gelegt wird. In der nachfolgenden Abbildung 4.4 ist die Modellierung eines Zweifeldträgers dargestellt.

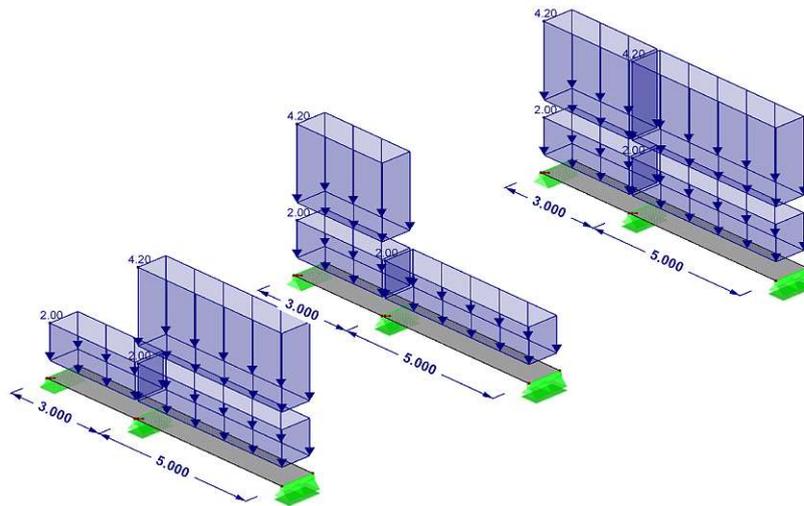


Abb. 4.3: Ausschnitt der Modellierung für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m

Die Auswertung erfolgte für die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit im Zusatzmodul RF-BETON Fläche. Dabei wurden die Nachweise für den ULS mit der LK1 und für den SLS mit den LK2 - 4 bemessen und die jeweiligen Deckenstärken mit der erforderlichen Bewehrung iteriert. Es wurde hier stets darauf geachtet, dass das Verhältnis bzgl. der Bewehrungsmenge und Betonkubatur in einem praktisch üblichen Bezug stehen. Hierfür wurde eine Mindestdicke von 20 cm für alle Systeme definiert, da es in Österreich üblich ist nur in Ausnahmefällen kleinere Plattenstärken zu verbauen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in Österreich lt. ÖNORM B 1992-1-1, 9.4.1 nur Durchstanzbewehrung in Platten mit einer Dicke $h \geq 20$ cm rechnerisch berücksichtigt werden dürfen. Da aufgrund der üblichen Geometrieform aus der Architektur, in den meisten Fällen lokale Querkraftbewehrungen zu berücksichtigen sind, wurde diese Annahme für Ortbetondecken getroffen. Des Weiteren wurde im Zusatzmodul RF-BETON Deflect das Langzeitverhalten von Beton bzw. das Kriechen, Schwinden und der „tension stiffening“ Effekt in einer analytischen Methode der Gebrauchstauglichkeitsnachweise berücksichtigt. Die Berechnungsergebnisse bzw. die Auswertung für die unterschiedlichen statischen Systeme und Längen sind dem Anhang A in tabellarischer Form zu entnehmen. In Abbildung 4.4 ist ein solcher Ausschnitt der Berechnung aus dem RFEM für die Trag- und Gebrauchstauglichkeit dargestellt.

Es wurden für den ULS folgende Annahmen getroffen:

- Materialkennwerte:
Beton C25/30 [30, S.29]
Betonstahl B550 (B) [30, S.38 ff.]
- Betondeckung (oben und unten)
(Vereinfachte Annahme)

$$f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 550,0 \text{ N/mm}^2$$

$$c_{nom} = 3,0 \text{ cm}$$

- Die Auswertung der Bewehrung ist dem Anhang zu entnehmen

2.1 Erforderliche Bewehrung Gesamt

Fläche Nr.	Punkt Nr.	X	Y	Z	Symbol	Erforderliche Bewehrung	Grund-Bewehrung	Zusatzbewehrung Erforderlich	Zusatzbewehrung Vorhanden	Einheit	Hinweis
1	N4	6.000	3.000	0.000	a _{s,1-z} (oben)	5.31	5.03	0.28	0.50	cm ² /m	
1	N428	3.000	3.650	0.000	a _{s,2-z} (oben)	2.37	3.35	0.00	0.00	cm ² /m	
6	N9803	9.000	19.150	0.000	a _{s,1-z} (unten)	3.92	5.03	0.00	0.00	cm ² /m	
1	N273	4.400	3.800	0.000	a _{s,2-z} (unten)	2.37	3.35	0.00	0.00	cm ² /m	
1	N1	3.100	3.950	0.000	a _{sw}	0.00	-	-	-	cm ² /m ²	

3.1 Gebrauchstauglichkeitsnachweis Gesamt

Fläche Nr.	Punkt Nr.	X	Y	Z	Belastung	Symbol	Vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung	Hinweis
6	N8151	8.700	20.000	0.000	LK4	u _{z,lokal}	5.593	20.000	mm	0.3	
2	N671	6.000	3.500	0.000	LK2	σ _c	-9.80	-15.00	N/mm ²	0.7	
1	N6	6.000	4.000	0.000	LK2	σ _s	361.10	440.00	N/mm ²	0.9	
1	N1	3.100	3.950	0.000	LK3	a _{s,min}	3.35	1.97	cm ² /m	0.6	
5	N17	6.000	19.000	0.000	LK3	w _k	0.290	0.300	mm	1.0	

Abb. 4.4: Übersicht der Berechnung für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m.

Es wurden für den SLS folgende Annahmen getroffen:

- Kriechen und Schwinden

Berechnungsdauer

$$t = \infty$$

Zementtyp

CEM 32,5 R, CEM 42,5 N

Betonalter

bei Belastung $t_0 = 28$ Tage

Rel. Luftfeuchtigkeit

$$RH = 50 \%$$

- Verformungsnachweis

(Unter Berücksichtigung des Schwinden und Kriechens für die Lastkombination LK4)

$$u_{z,max} = L/250$$

- Spannungsnachweis

Begrenzung der Betondruckspannung [30, S.129]

$$\sigma_{c,max,k1} = -15,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,max,k2} = -11,25 \text{ N/mm}^2$$

Begrenzung der Stahlspannung [30, S.129]

$$\sigma_{s,max,k3} = 440,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max,k4} = 550,00 \text{ N/mm}^2$$

- Begrenzung der Rissbreite [30, S.130 ff.]

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung

Grenzwert nach [31, Tab.8 S.32 ff.]

Für die Expositionsklasse XC1

Mindesbewehrung zur Aufnahme von Zwangsbeanspruchung

$$f_{ct,eff,As,min} = 0,5 \cdot f_{ctm}$$

Für eine Rissbildung innerhalb der ersten 28 Tage, Annahme [30, S.131 ff.]

Für die Massenermittlung des Betons und der Bewehrung wurden ebenso in Abhängigkeit der Dicke und Systeme auch die konstruktive Randbewehrung (Randnadel und Splinteisen), sowie die erforderlichen Distanzstreifen berücksichtigt. Nachfolgend ist die Beschreibung sowie die Ermittlung der Materialmenge für für den Zweifeldträger der Variante 3 - 5 m dargestellt. Die Ergebnisse der sonstigen Varianten sind im Anhang A, ab Seite 113, zu finden.

Feldlänge 3 - 5 m:

- Deckenstärke $d = 22 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/100 = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $L = 2,0 \text{ m}$ mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen (DS 12, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

Tab. 4.2: Zweifeldträger Ortbeton 3 - 5 m Spannweite, Auszug der Berechnung.

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	5,31	5,03	0,28	0,5	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,37	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	3,92	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,37	3,35	0	0	cm ² /m

SLS

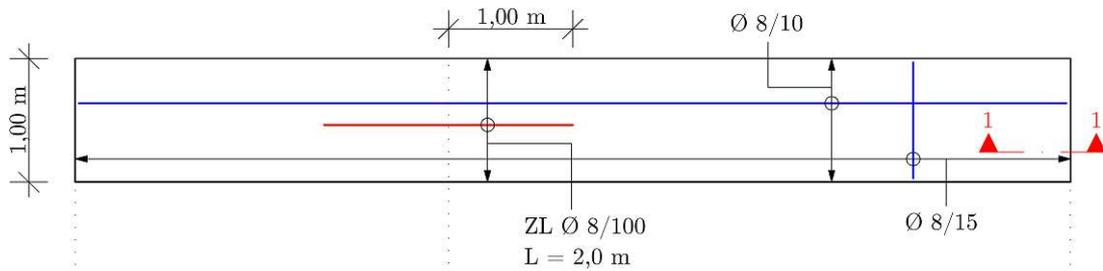
Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK3	5,59	20,00	mm	0,28
σ_c	LK3	-9,80	-15,00	N/mm ²	0,65
σ_s	LK2	361,10	440,00	N/mm ²	0,82
$a_{s,min}$	LK3	3,35	1,97	cm ² /m	0,59
w_k	LK3	0,29	0,30	mm	0,97

Materialmenge

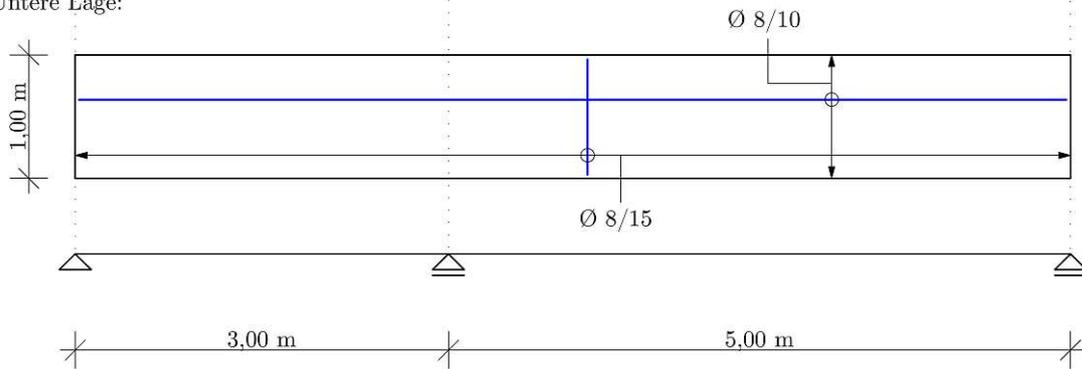
Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	8,00	-	1,76	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	5,03 / 3,35	8,00	7850,00	106,04	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	4,64	kg
			Gesamt	119,20	kg

Bewehrungsskizze Feldlänge 3 - 5 m:

Obere Lage:



Untere Lage:



Schnitt 1 - 1:

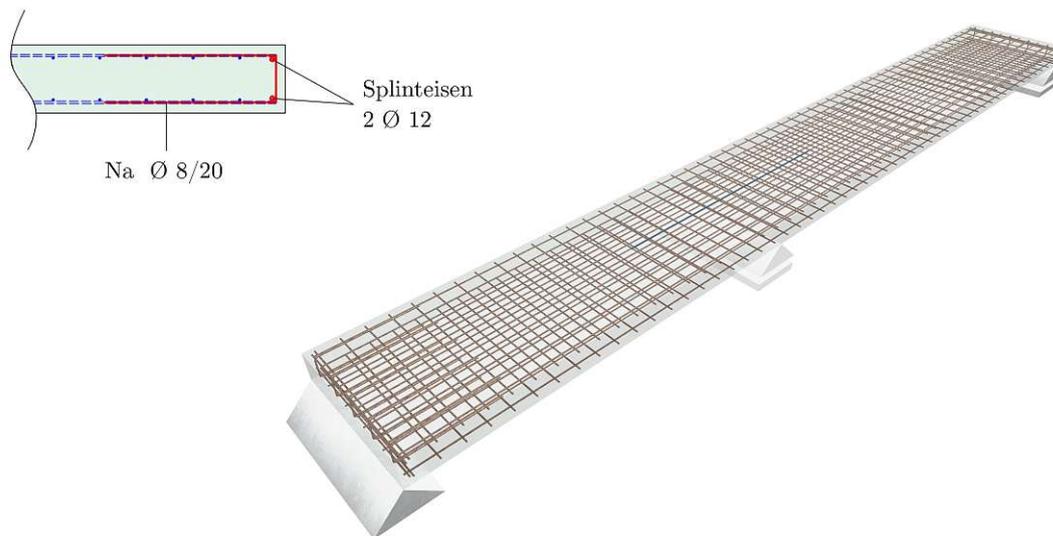


Abb. 4.5: Bewehrungsskizze Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung

Zusammenfassung der Materialmenge

Tab. 4.3: Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge für Ortbetondecken in Abhängigkeit der stat. Systeme

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	0,60 m ³ 33,77 kg	3 - 3 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,00 m ³ 135,07 kg
5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,25 m ³ 78,19 kg	3 - 5 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,80 m ³ 198,37 kg
9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,15 m ³ 251,11 kg	3 - 9 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	7,56 m ³ 618,06 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 267,51 kg
3 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,20 m ³ 59,88 kg	5 - 5 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	5,00 m ³ 318,06 kg
3 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,76 m ³ 119,20 kg	5 - 9 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	9,24 m ³ 746,78 kg
3 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 305,64 kg	9 - 3 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	9,90 m ³ 890,19 kg
5 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	2,20 m ³ 175,61 kg	9 - 5 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	11,10 m ³ 605,89 kg
5 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 347,03 kg	9 - 9 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	13,50 m ³ 1086,36 kg
9 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	5,40 m ³ 426,46 kg			

4.3 Ortbetondecke mit Mattenbewehrung

In diesem Abschnitt erfolgt eine Gegenüberstellung der in 4.2 berechneten Deckensysteme mit Baustahlmatten. Diese werden immer öfter bei den ausführenden Firmen, aufgrund der praktikablen Verlegung bzw. einhergehenden Zeitersparnis, verwendet.

Anhand der folgenden Berechnungen ist jedoch deutlich zu erkennen, dass es hinsichtlich der Bewehrung zu einer deutlichen Massenmehrung führt. Dies ist auf die Anzahl bzw. Größe der Matten (6,0 x 2,4 m) und deren Stöße zurückzuführen. Dementsprechend wird bei größeren Deckensystemen, wie bei den Zwei- und Mehrfeldträgern mehr Material verbraucht. In Abbildung 4.6 sind die Stöße für eine jeweilige Ausführung mit Baustahlmatten und Stabstahl für eine Platte gegenübergestellt. Diese Abbildung soll verdeutlichen, dass für die Verlegungen mit Matten sich sehr viele Stöße ergeben und somit eine nicht unwesentliche Erhöhung des Bewehrungsgehaltes stattfindet.

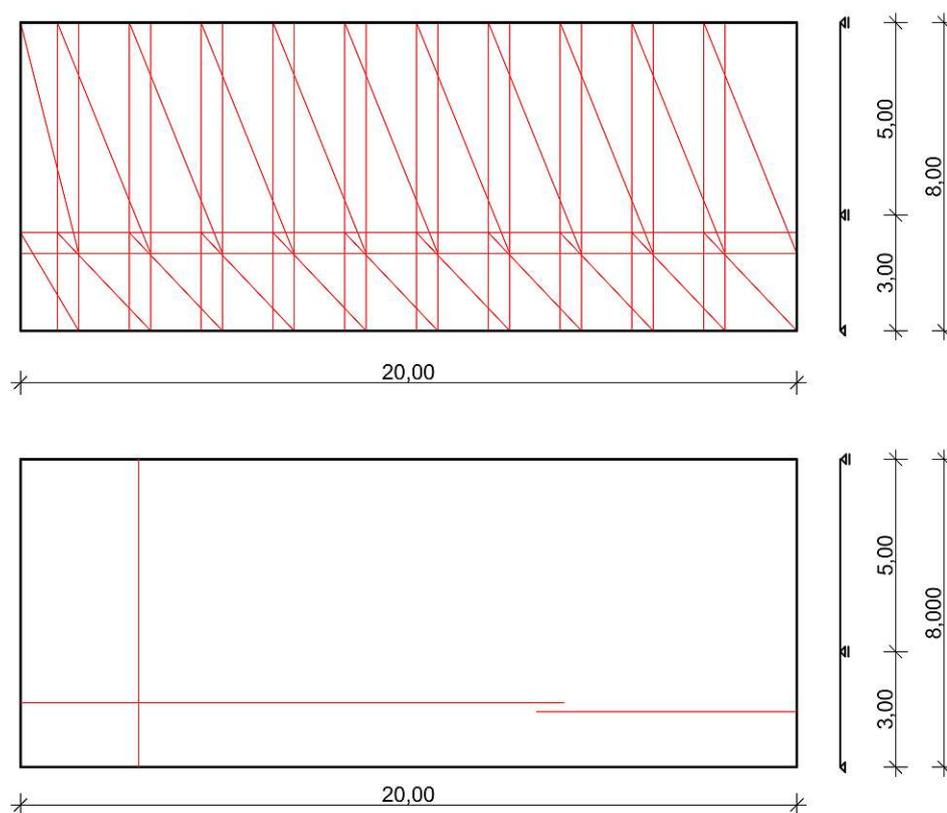


Abb. 4.6: Gegenüberstellung der Stöße für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m.

Für die Ermittlung dieser Massenmehrung, wurde eine Vergleichsrechnung für die in Kapitel 4.2 ermittelten Bewehrungsmengen angestrebt. Dabei wurden folgenden Annahmen definiert:

- Die Materialkennwerte, Betondeckung etc. sind ident wie bei der Berechnung der Ortbetondecke siehe Kapitel 4.2
- Es wurde von einer Plattenlänge mit 20 m ausgegangen.
- Standartmaß der Bewehrungsmatten mit 6,0 x 2,4 m
Standartmaß der Stabstahllänge mit 14,0 m

- Die Berechnung der Massenmehrung erfolgte durch den Austausch des jeweiligen Grundnetzes durch Matten.
- Für die Bemessung der Verankerungslänge wurden bei Platten > 250 mm, aufgrund der unterschiedlichen Verbundeigenschaften (guter bzw. mäßiger), der Mittelwert angenommen [30, S.146 ff.].
- Da für die unterschiedlichen Deckenspanrichtungen in Stabstahl teilweise verschiedene Durchmesser definiert wurden, sind bei der Verlegung AQ-Matten (identer Durchmesser und Abstand) angenommen worden.
- Für die Randnadeln und Distanzstreifen sind die gleichen Dimensionen, wie in der Bemessung in Kapitel 4.2 ersichtlich, verwendet worden. Sie konnten aufgrund der geringen Abweichungen im Verhältnis zu den Stößen vernachlässigt werden. Darüber hinaus ist der Vergleich der beiden Bewehrungsarten deutlicher zu erkennen.
- Die jeweiligen Zulagen wurden ident zu jenen der mit Stabstahl ausgeführten Deckensystemen ausgeführt.
- Die jeweiligen Überhöhungen etc. sind ident wie in Kapitel 4.2

Diese ermittelte prozentuale Mehrung wurde mit der zuvor in Kapitel 4.2 berechneten Bewehrungsmenge aufgeschlagen. Nachfolgend ist die Berechnung der Massenmehrung für die jeweiligen Deckensysteme anhand des Zweifeldträgers 3 - 5 m dargestellt. Die restlichen Berechnungen der jeweiligen Systeme sind dem Anhang B zu entnehmen.

Feldlänge 3 - 5 m:

- Deckenstärke $d = 22$ cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 82 = 5,28 cm²/m
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/100 = 0,50$ cm²/m
L = 2,0 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Tab. 4.4: Auszug der Berechnung für die Materialmenge der Ortbetondecke mit Mattenbewehrung für das Zweifeldsystem 3 - 5 m.

Materialmenge					
Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	8,00	-	1,76	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	106,04		22,03	129,40	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	4,64	kg
			Gesamt	142,56	kg

Tab. 4.5: Auszug der Massenerhöhung eines Zweifeldträgers in Ortbeton 3 - 5 m.

Zweifeldträger Ortbeton 3 - 5 m, Massenerhöhung			
Mattenbewehrung:		Stabstahl:	
Type	AQ 82		
Durchmesser L	8,20 mm	Durchmesser L	8,00 mm
Durchmesser Q	8,20 mm	Durchmesser Q	8,00 mm
as L	0,53 cm ² /m	as L	0,50 cm ² /m
as Q	0,53 cm ² /m	as Q	0,50 cm ² /m
Abstand L	10,00 cm	Abstand L	10,00 cm
Abstand Q	10,00 cm	Abstand Q	15,00 cm
Bewehrungsqs. L	5,28 cm ² /m	Bewehrungsqs. L	5,03 cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	5,28 cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	3,35 cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	4,14 kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	3,95 kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	4,14 kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	2,63 kg/m ²
Gewicht je Lage	8,29 kg/m ²	Gewicht je Lage	7,89 kg/m ²
Größe Matte	6,00 m 2,40 m	Lieferlänge Stabstahl	14,00 m
Plattengröße:			
Länge	20 m		
Breite	8 m		
A	160 m ²		
Stoßanzahl:		Stoßanzahl:	
in der Länge	10 stk	in der Länge	1,00 stk
in der Breite	1 stk	in der Breite	0,00 stk
Verankerungslänge:		Verankerungslänge:	
l ₀ = Tabellenwert		l _s	35,00 cm
(Mittelwert)	55 cm	100% Übergreifung	52,50 cm
Gegenüberstellung:			
Übergriff	55,00 cm	Übergriff	52,50 cm
Anzahl in Längsrichtung	80,00 stk	Anzahl in Längsrichtung	53,33 stk
Anzahl der Stöße	10,00 stk	Anzahl der Stöße	1,00 stk
(je Stoß/Plattenlänge)	44,00 lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	28,00 lfm
	182,41 kg		11,05 kg
Anzahl in Querrichtung	200,00 stk	Anzahl in Querrichtung	200,00 stk
Anzahl der Stöße	1,00 stk	Anzahl der Stöße	0,00 stk
(je Stoß/Plattenbreite)	110,00 lfm	lfm	105,00 lfm
	45,60 kg		0,00 kg
Pro Lage	228,01 kg	Pro Lage	11,05 kg
Flächenbew.	1326,34 kg/Lage	Flächenbew.	1262,67 kg/Lage
Steigerung durch Stoss	228,01 kg/Lage	Steigerung durch Stoss	11,05 kg/Lage
Gesamt	1554,34 kg/Lage	Gesamt	1273,72 kg/Lage
22,03%			

Bewehrungsskizze Feldlänge 3 - 5 m:

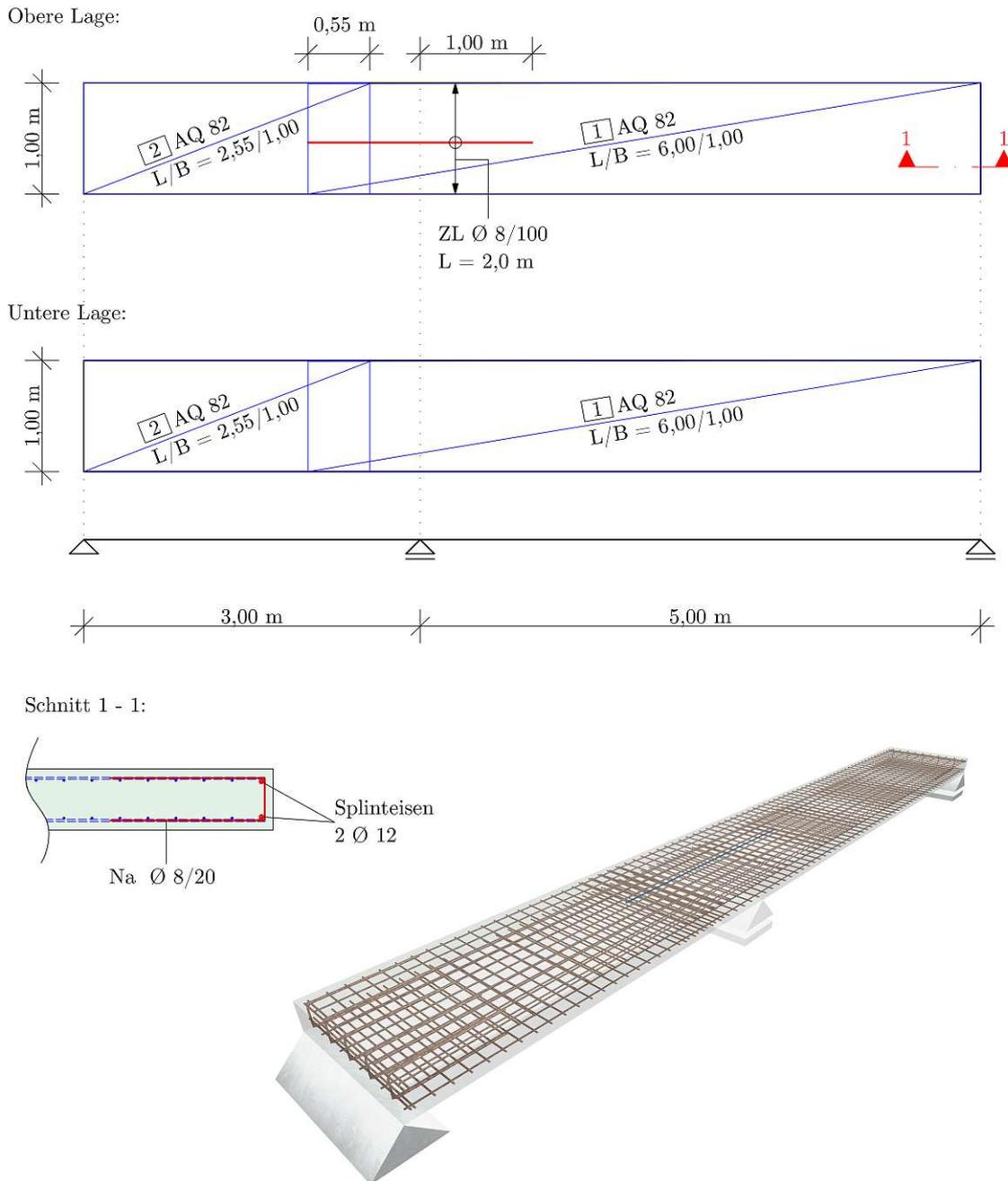


Abb. 4.7: Bewehrungsskizze Ortbetondecke mit Mattenbewehrung

Zusammenfassung der Materialmenge**Tab. 4.6:** Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge für Ortbetondecken mit Matten in Abhängigkeit der stat. Systeme

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	0,60 m ³ 34,05 kg	3 - 3 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,00 m ³ 181,61 kg
5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,25 m ³ 83,63 kg	3 - 5 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,80 m ³ 236,15 kg
9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	3,15 m ³ 298,06 kg	3 - 9 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	7,56 m ³ 828,43 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 314,31 kg
Länge	Material	erf. Menge	5 - 5 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	5,00 m ³ 373,94 kg
3 - 3 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,20 m ³ 60,47 kg	5 - 9 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	9,24 m ³ 991,50 kg
3 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	1,76 m ³ 142,56 kg	9 - 3 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	9,90 m ³ 1089,52 kg
3 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 397,26 kg	9 - 5 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	11,10 m ³ 1183,04 kg
5 - 5 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	2,20 m ³ 226,44 kg	9 - 9 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	13,50 m ³ 1431,16 kg
5 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	4,20 m ³ 467,77 kg			
9 - 9 m	Beton C25/30 Bst. B550 (B)	6,30 m ³ 569,17 kg			

4.4 Hohldielendecke

Da die Bemessung der Hohldielelemente im RFEM mit einer sehr aufwändigen Berechnung einher geht, wurde vereinfacht ein bereits vorhandenes produktspezifisches Bemessungsprogramm verwendet. Daher ist für die Bemessung der Hohldielendecke als Vergleichsprodukt die Spannbeton-Hohlplatte, sowie deren Bemessungstool von der Firma Oberndorfer verwendet worden, siehe Abbildung 4.8. Ebenso ist noch anzumerken, dass die Planung und Dimensionierung von Hohldielen für Spannweiten ≥ 6 m als sinnvoll angesehen werden kann. Grund dafür ist die beginnende positive Wirkung der Vorspannung auf die Gebrauchstauglichkeit (SLS).

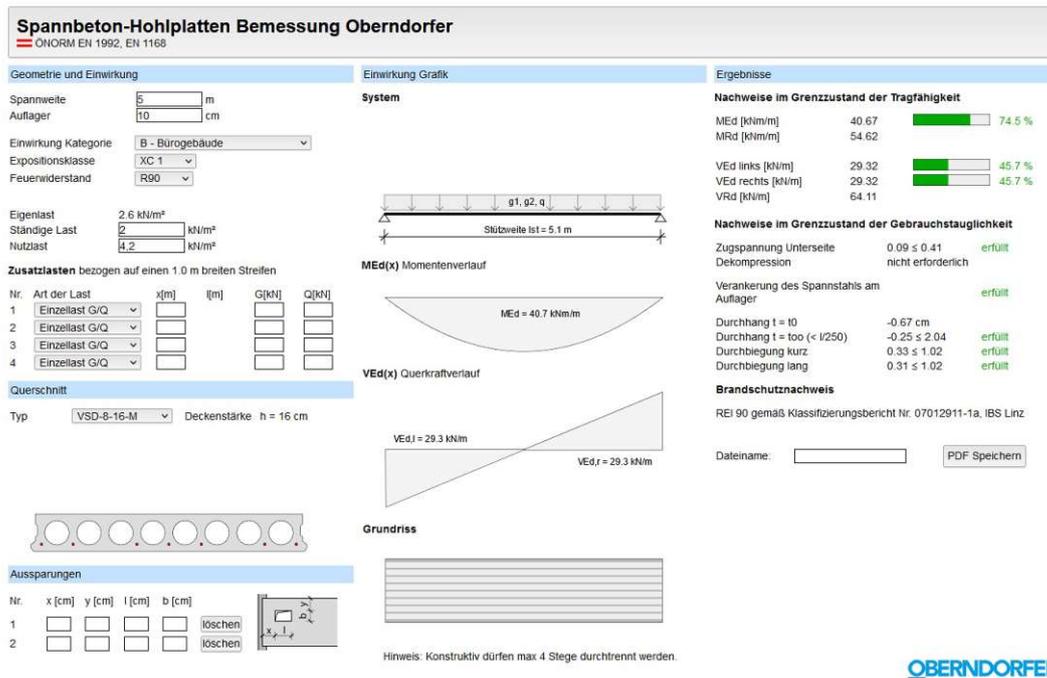


Abb. 4.8: Bemessungstool Firma Oberndorfer [32]

Die Verwendung der Hohldielelemente erfolgt hauptsächlich als Einfeldträger bzw. liegen die Vorteile eines solchen Systems lediglich bei einem einachsigen gespannten Träger. Bei Zweifeldträgern müssten die Zugspannungen an der Oberseite der Elementdecke im Bereich des Zwischenlagers, durch zusätzliche Spannglieder aufgenommen werden. Dies würde wiederum den unteren vorgespannten Spannstahl entlasten und zu einem nachteiligen Effekt führen. Ebenso treten bei Zwei- oder Mehrfeldsystemen im Bereich der Zwischenlager höhere Querkraft auf. Jedoch besitzen diese Systeme, aufgrund der Hohlräume in den Deckenelementen, eine verminderte Querkrafttragfähigkeit. Daher werden für die in dieser Arbeit definierten Zwei- und Mehrfeldträger, als mehrere Einfeldträger betrachtet. Der große Vorteil bei diesem Deckensystem liegt darin, dass die Herstellung werksseitig stattfindet. Dadurch kann eine Vorspannung mit sofortigem Verbund bei einer vergleichsweise großen Spannweite realisiert werden. Zudem wird durch die Vorfertigung eine rasche Montage ermöglicht. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass auch keine aufwendigen Schalungskonstruktionen der Decke, sondern nur für die Rand- und Mittelager erforderlich sind. Für die Berechnung der benötigten Materialmenge wird der Vergussbeton für die Rand bzw. Mittelroste einschließlich ihrer erforderlichen Bewehrung berücksichtigt. Für die Bemessung wurden folgende Annahmen definiert:

- Materialkennwerte:
 Deckenelemente Beton C50/60 [30, S.29] $f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$
 Spannstahl St. 1570/1770 [30, S.41 ff.] $f_{t,01,k} = 1500 \text{ N/mm}^2$
 Litzendurchmesser 9,6 und 12,9 mm $f_{tk} = 1770 \text{ N/mm}^2$
 Vergussbeton C25/30 GK 8 [30, S.29] $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B550 (B) [30, S.38 ff.] $f_{yk} = 550 \text{ N/mm}^2$
- Die Elementbreite der Hohldielen beträgt 1,20 m und wird für die Berechnung auf 1,0 m Breite umgerechnet.
- Die konstruktive Bewehrung der Rand- bzw. Mittellager erfolgt nach dem Produktkatalog von Oberndorfer [33]. Die Bewehrungsskizzen der Rand- und Mittellager sind in der Abbildung 4.9 dargestellt.

Splinteisen Randlager	4 Ø 12
Mittellager	2 Ø 12
Fugenbewehrung	2 Ø 10
Randlager 30 cm (10 cm Auflagerbreite und 3 cm Dämmstreifen), höhe lt. Hohldiele	
Mittellager 30 cm (dabei 10 cm Auflagerbreite), höhe lt. Hohldiele	

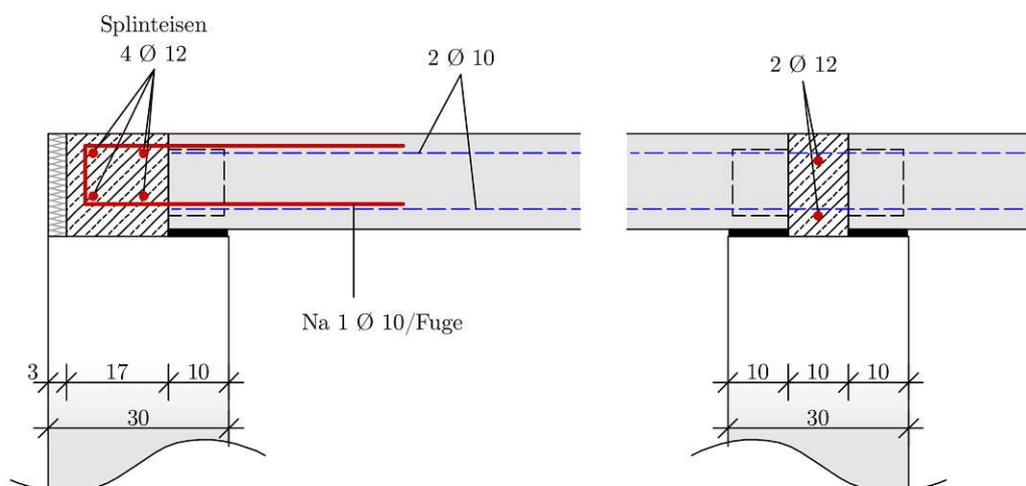
RandlagerMittellager

Abb. 4.9: Bewehrungsskizze Rand- und Mittellager

- Verformungsnachweis $L / 250$ für $t = \infty$
- Die Höhenunterschiede der Hohldielenelemente in den Zwei- und Mehrfeldsystemen wurden für die Rand- und Mittellager nicht berücksichtigt. Die Bewehrung wurde für das jeweils größere Deckenelement ausgelegt.
- Das Bemessungsprogramm erfolgt auf Basis der Produktnorm ÖNORM EN 1168 bzw. der ÖNORM EN 1992-1-1 und der ÖNORM B 1992-1-1.

In der folgenden Tabelle 4.7 ist die Berechnung eines Zweifeldträgers dargestellt. Hier ist auch zu erkennen, wie oben beschrieben, dass sich Zwei- und Mehrfeldträger aus mehreren Einfeldträgern zusammensetzen. Es wurden daher nur die jeweiligen Einfeldsysteme mit 3, 5 und 9 m berechnet. Ebenso ist dem Anhang C die Massenermittlung der anderen Systeme zu entnehmen.

Feldlänge 3 - 5 m:

Tab. 4.7: Auszug der Berechnung für die Deckensysteme mit Hohldielen

Materialmenge					
Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	1,00	0,49 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	1,00	0,29 m ³
	Gesamt				0,78 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	1,00	0,016 m ³
	Gesamt				0,070 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 8-16 M	3,01	5,00	1,00	12,53 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	1,00	7,52 kg
	Gesamt				20,05 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	5,00		11,88 kg
	Gesamt				26,09 kg

Zusammenfassung der Materialmenge**Tab. 4.8:** Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Hohldielendecken in Abhängigkeit der stat. Systeme.

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	Beton C50/60	0,29 m ³	3 - 3 - 3 m	Beton C50/60	1,46 m ³
	Beton C25/30	0,054 m ³		Beton C25/30	0,118 m ³
	St. 1570/1770	7,52 kg		St. 1570/1770	37,59 kg
	Bst. B550 (B)	15,12 kg		Bst. B550 (B)	47,14 kg
5 m	Beton C50/60	0,49 m ³	3 - 5 - 3 m	Beton C50/60	1,85 m ³
	Beton C25/30	0,054 m ³		Beton C25/30	0,118 m ³
	St. 1570/1770	12,53 kg		St. 1570/1770	47,61 kg
	Bst. B550 (B)	18,09 kg		Bst. B550 (B)	53,08 kg
9 m	Beton C50/60	1,28 m ³	3 - 9 - 3 m	Beton C50/60	3,43 m ³
	Beton C25/30	0,090 m ³		Beton C25/30	0,196 m ³
	St. 1570/1770	46,86 kg		St. 1570/1770	116,27 kg
	Bst. B550 (B)	24,20 kg		Bst. B550 (B)	65,13 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	Beton C50/60	2,04 m ³
3 - 3 m	Beton C50/60	0,58 m ³		Beton C25/30	0,118 m ³
	Beton C25/30	0,070 m ³		St. 1570/1770	52,63 kg
	St. 1570/1770	15,04 kg		Bst. B550 (B)	56,05 kg
	Bst. B550 (B)	23,12 kg	5 - 5 - 5 m	Beton C50/60	2,43 m ³
3 - 5 m	Beton C50/60	0,78 m ³		Beton C25/30	0,118 m ³
	Beton C25/30	0,070 m ³		St. 1570/1770	62,65 kg
	St. 1570/1770	20,05 kg		Bst. B550 (B)	61,99 kg
	Bst. B550 (B)	26,09 kg	5 - 9 - 5 m	Beton C50/60	4,02 m ³
3 - 9 m	Beton C50/60	1,57 m ³		Beton C25/30	0,196 m ³
	Beton C25/30	0,117 m ³		St. 1570/1770	131,31 kg
	St. 1570/1770	54,38 kg		Bst. B550 (B)	74,03 kg
	Bst. B550 (B)	32,20 kg	9 - 3 - 9 m	Beton C50/60	4,42 m ³
3 - 9 m	Beton C50/60	1,57 m ³		Beton C25/30	0,196 m ³
	Beton C25/30	0,117 m ³		St. 1570/1770	155,62 kg
	St. 1570/1770	54,38 kg		Bst. B550 (B)	74,03 kg
	Bst. B550 (B)	32,20 kg			

5 - 5 m	Beton C50/60	0,97 m ³	9 - 5 - 9 m	Beton C50/60	4,81 m ³
	Beton C25/30	0,070 m ³		Beton C25/30	0,196 m ³
	St. 1570/1770	25,06 kg		St. 1570/1770	165,64 kg
	Bst. B550 (B)	29,06 kg		Bst. B550 (B)	79,97 kg
5 - 9 m	Beton C50/60	1,76 m ³	9 - 9 - 9 m	Beton C50/60	6,39 m ³
	Beton C25/30	0,117 m ³		Beton C25/30	0,196 m ³
	St. 1570/1770	59,39 kg		St. 1570/1770	234,30 kg
	Bst. B550 (B)	35,17 kg		Bst. B550 (B)	91,85 kg
9 - 9 m	Beton C50/60	2,56 m ³			
	Beton C25/30	0,117 m ³			
	St. 1570/1770	93,72 kg			
	Bst. B550 (B)	41,11 kg			

4.5 Brettsper Holzdecke

Die Berechnung der Brettsper Holzdecke erfolgt wiederum mit dem FE-Programm DLUBAL RFEM. Im Zusatzmodul RF-Laminat können verschiedene Dicken und Orthotropierichtungen für jede einzelne Schicht definiert werden, siehe Abbildung 4.10. Für die Aufteilung und Stärke der jeweiligen Schichten wurden jene Standarttypen der KLH Produkte verwendet [34, S.3].

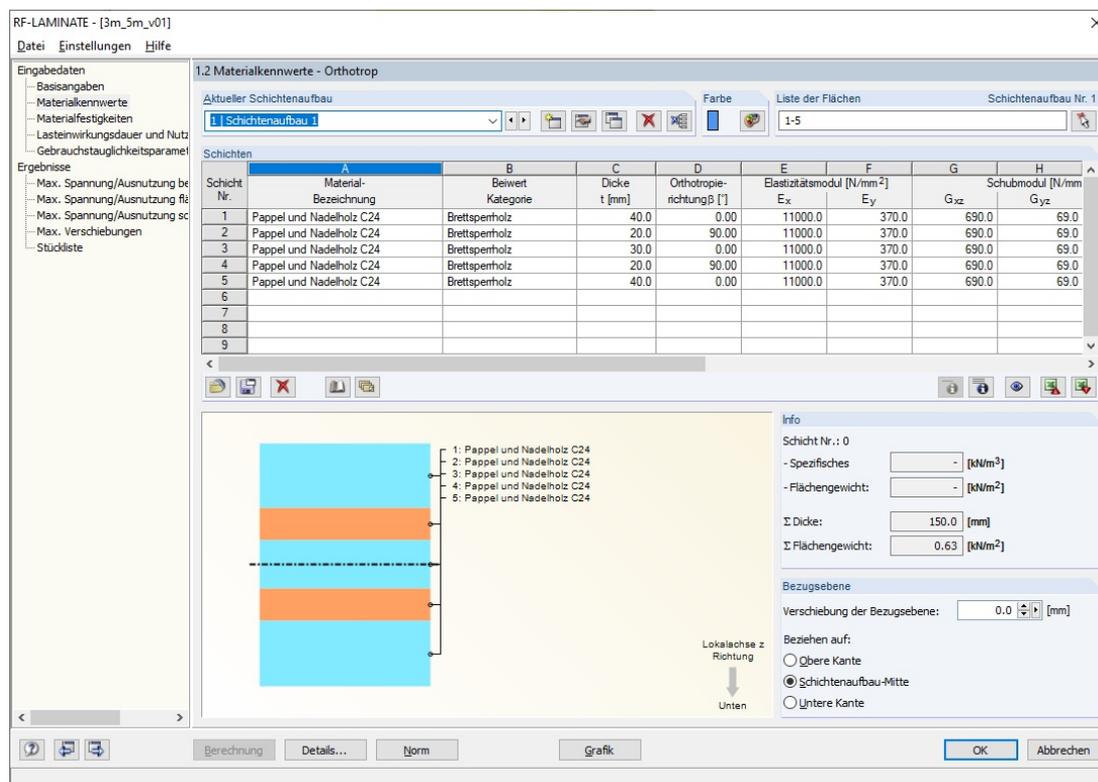


Abb. 4.10: Übersicht der Materialkennwerte für die Brettsper Holzdecken im RF-Laminat für das Zweifeldsystem 3 - 5 m

Die Berechnung und Auswertung der Brettsper Holzdecke erfolgt nach den aktuellen Normen ÖNORM EN 1995-1-1 und ÖNORM B 1995-1-1. Für den ULS wurden die Nachweise der Biege- sowie Schubspannungen ermittelt und für den SLS die jeweiligen Verformungsgrenzen und die Schwingungsnachweise.

Es wurden für den ULS folgende Annahmen getroffen:

- Baustoffeigenschaften: [35, S.33][36, S.205]

Nutzungsstufe 1

Verformungsbeiwert

$$k_{def} = 0,60$$

mittlere Einwirkungszeit, Kat. B

$$k_{mod} = 0,80$$

- Charakteristische Werte der Festigkeiten der Einzellege des Brettsper Holzes (CLT) für die Holzgüte C24 siehe [37, S.7]. Für die Bemessung der Brettsper Holzdecke wird auf [36, S.206] verwiesen.

Biegefestigkeit

$$f_{m,lay,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

Zugfestigkeit

parallel

$$f_{t,0,lay,k} = 14,5 \text{ N/mm}^2$$

Druckfestigkeit	rechtwinklig	$f_{t,90,lay,k} = 0,40 \text{ N/mm}^2$
	parallel	$f_{c,0,lay,k} = 21,0 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{c,90,lay,k} = 3,0 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM B1995-1-1

(Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden nur die relevantesten Werte angeführt, die restlichen Daten können der Norm entnommen werden.)

- Die max. Transportlänge wurde in Anlehnung an die Datenblätter von KLH mit 16,5 m beschränkt. Das heißt die betrachteten Mehrfeldsysteme setzen sich aus den berechneten Ein- und Zweifeldträgern zusammensetzen.
- Eine einheitliche Höhe der Deckenelemente für die Zwei- und Mehrfeldsysteme wurde nicht berücksichtigt.
- Eine Bemessung für den Brandfall wurde nicht durchgeführt.

Es wurden für den SLS folgende Annahmen getroffen:

- Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen:
 elast. Anfangsdurchbiegung [S.72][36] $w_{inst} = L/300$
 (Für die Lastkombination LK2)
 gesamte Enddurchbiegung [S.72][36] $w_{net,fin} = L/250$
 (Für die Lastkombination LK4)
- Schwingungsnachweis:
 Hier wird davon ausgegangen, dass die Brettsperrholzdecken eine Mindestanforderung der Deckenklasse II besitzen [36, S.77, ff].
 Mindestwert Frequenz $f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz}$
 Grenzwert Frequenz $f_{gr} = 6,0 \text{ Hz}$
 Grenzwert Steifigkeit $w_{gr} = 0,50 \text{ mm}$
 Grenzwert Schwingbeschl. (erf. bei $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$) $a_{gr} = 0,10 \text{ m/s}^2$
 Für die Berechnung der Grenzwerte der Steifigkeit bzw. Schwingbeschleunigung wird eine Deckenbreite von 6 m angenommen, um eine mitwirkende Plattenbreite zu simulieren.

Die Berechnungen für die Tragfähigkeit wurden, wie bereits anfangs erwähnt, mit dem Zusatzmodul RF-Laminate berechnet. Die Auswertung und Nachweise der Biege und Schubspannungen werden im Modul ermittelt und die maximale Ausnutzung dargestellt, siehe Abbildung 4.11. Die Berechnung der maximalen Durchbiegung erfolgt ebenso im Zusatzmodul für die jeweiligen Lastkombinationen LK 2-4 siehe Abbildung 4.12. Die Auswertung der unterschiedlichen Systeme für die Brettsperrholzdecke ist dem Anhang D beigefügt.

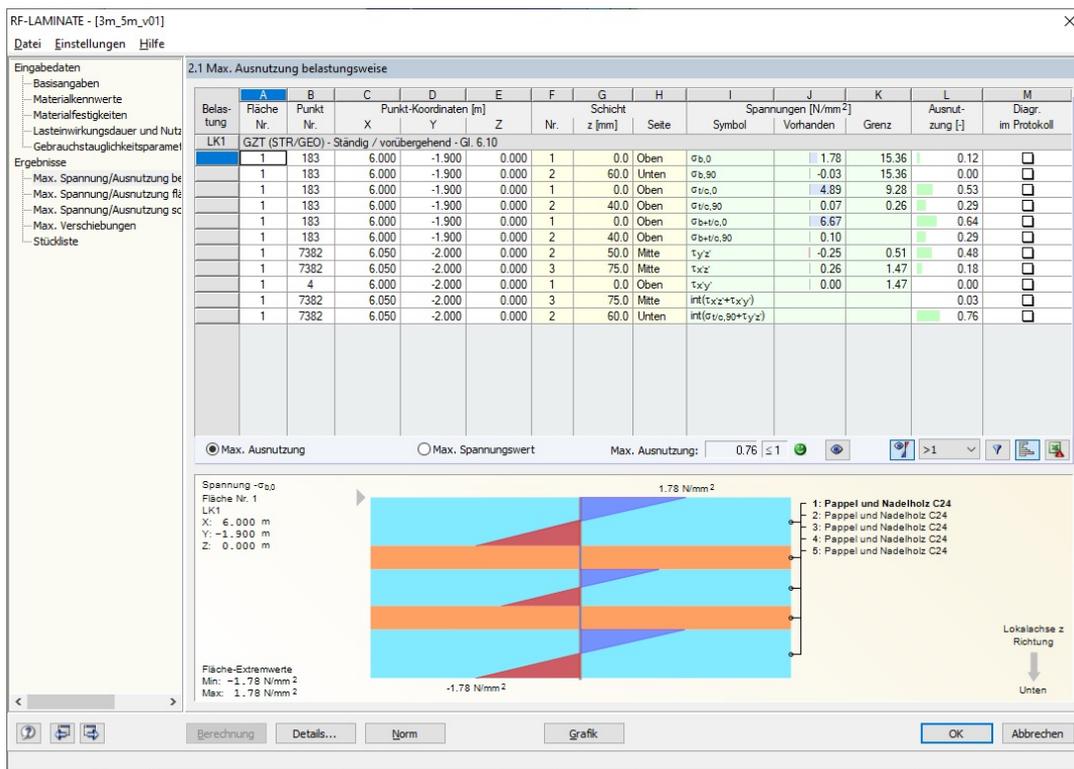


Abb. 4.11: Übersicht der Spannungsnachweise für einen Zweifeldträger 3 - 5 m

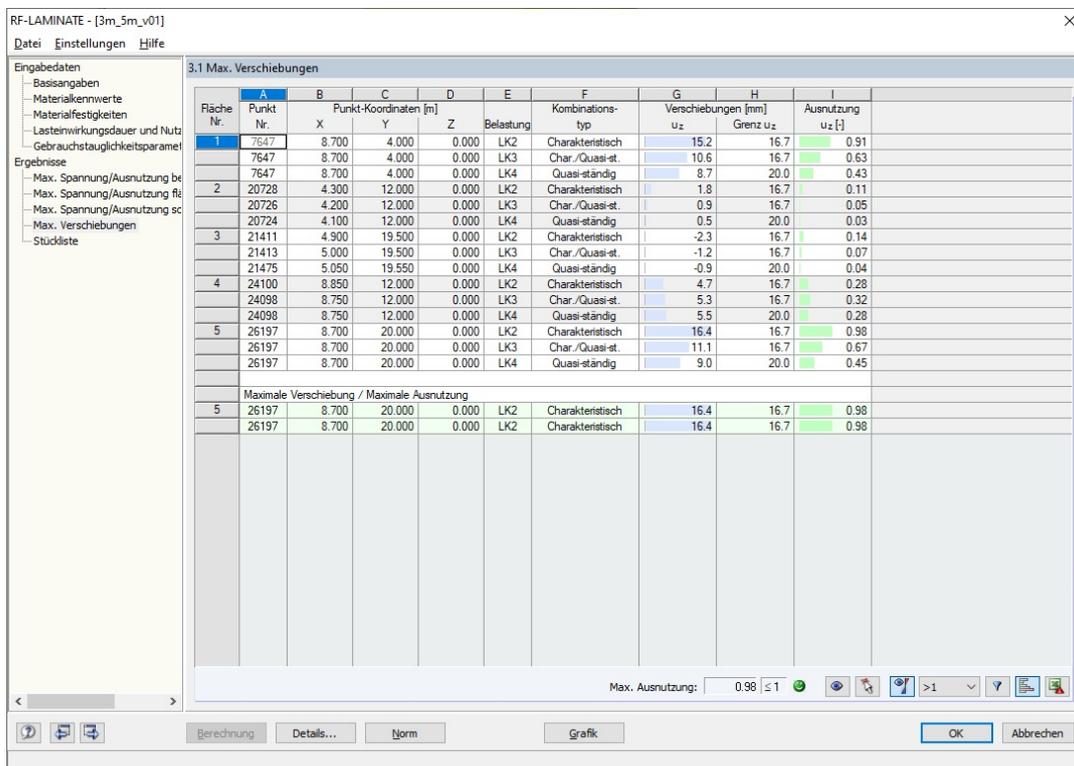


Abb. 4.12: Übersicht der Materialkennwerte für die Brettsper Holzdecken im Zusatzmodul RF-Laminat

Die Schwingungsberechnung der Brettsperrholzelemente wurde im Zusatzmodul RF-DYNAM Pro berechnet. Dabei werden die Eigenwerte, Eigenkreisfrequenz, Eigenfrequenz und Eigenperiode über das Modul ermittelt. Indes wurden die ständigen Lasten, sprich Eigengewicht und Ausbaulast, für die dynamische Analyse berücksichtigt, siehe Abbildung 4.13. Die Anzahl der Eigenwerte wurde mit 4 definiert, da jedoch hauptsächlich die erste Eigenform maßgebend ist, wird im weiteren Verlauf der Arbeit und Systeme nur noch diese erste Form berücksichtigt.

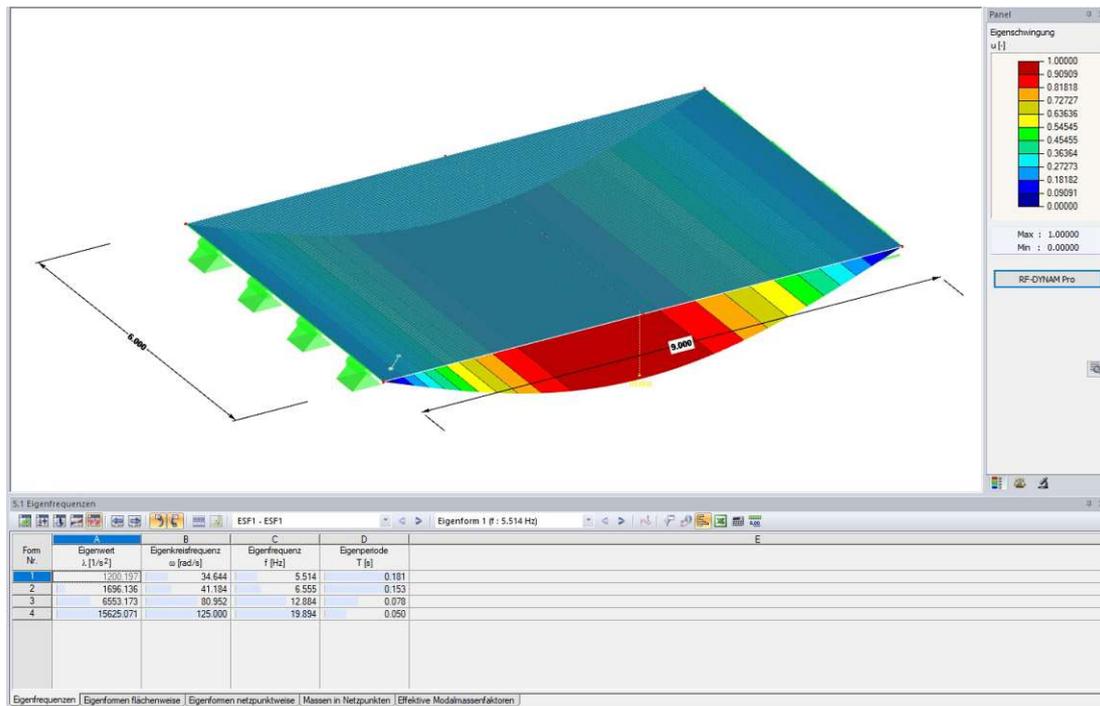


Abb. 4.13: Eigenwerte und Eigenfrequenzen für einen Einfeldträger 9 m

Ebenso wurde für das Steifigkeitskriterium ein neuer Lastfall generiert, der die Durchbiegung unter der Einzellast von $F = 1 \text{ kN}$ [36, S.80] in Feldmitte berechnen soll. Bei einer ermittelten Frequenz von $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$ muss auch der Grenzwert der Schwingbeschleunigung nachgewiesen werden. Dies erfolgte ebenso im Modul RF-DYNAM. Für diese Resonanzuntersuchung wird die Anregung der Decke über der ermittelten periodischen Eigenkreisfrequenz (der 1. Eigenform) untersucht. Dabei ist anzumerken, dass der Multiplikator (siehe Abbildung 4.14) aus der Formel (NA.7.2-E4) [36] berechnet werden muss.

Formel Schwingbeschleunigung:

$$a_{rms} = \frac{0,4 \cdot \alpha \cdot F_0}{2 \cdot \zeta \cdot M^*} \quad (4.1)$$

Der Multiplikator für das Zusatzmodul RF-DYNAM Pro wird wie folgt ermittelt:

$$k = 0,4 \cdot e^{-0,4 \cdot f_1} \cdot \frac{F_0}{F} \quad (4.2)$$

Das Verhältnis F / F_0 wird berücksichtigt, weil der Lastfall mit der Belastung von $F = 1 \text{ kN}$ des Steifigkeitskriteriums im Zusatzmodul erfolgt. Da für die Schwingbeschleunigung jedoch von einer Last mit $0,7 \text{ kN}$ [36, S.81] ausgegangen wird, muss dieser Verhältniswert berücksichtigt werden. Die Zeitschritte für die Berechnung sind mit $t = 0,01 \text{ s}$, der max. Zeitwert mit $t_{max} = 10 \text{ s}$ und das Lehrsche Dämpfungsmaß, für Brettsper Holzdecken mit $\zeta = 4\%$ angenommen worden.

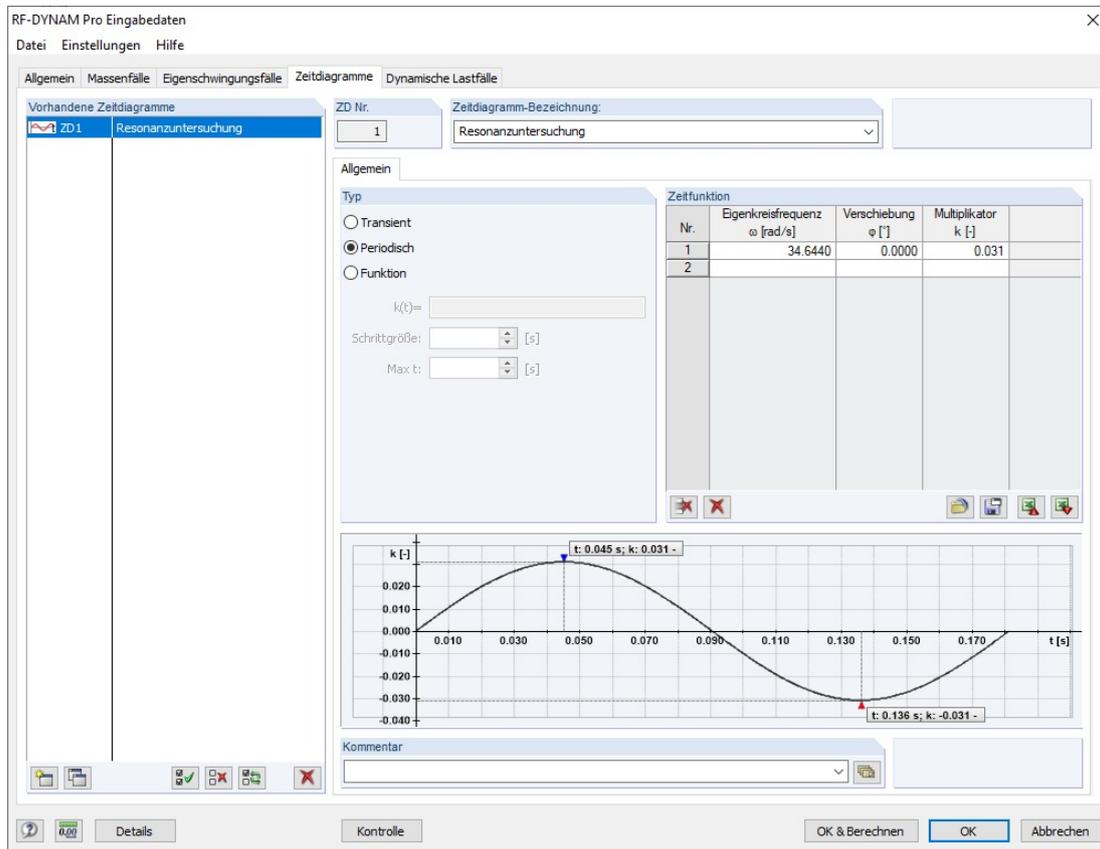


Abb. 4.14: Auszug der Berechnung für die Schwingbeschleunigung für einen Einfeldträger 9 m

In der nachfolgenden Tabelle ist der Auszug der Berechnung eines Zweifeldträgers 3 - 5 m in tabellarischer Form dargestellt, sowie die erforderliche Materialmenge. Die Berechnung der unterschiedlichen Systeme ist dem Anhang D zu entnehmen.

Feldlänge 3 - 5 m:

Tab. 4.9: Auszug der Berechnung für einen Zweifeldträger 3 - 5 m

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]		Grenz	Ausnutzung
			Symbol	Vorh.		
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	1,78	15,36	0,12
	2	60,0	$\sigma_{b,90}$	-0,03	15,36	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	4,89	9,28	0,53
	2	40,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,07	0,26	0,29
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	6,67		0,64
	2	40,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,10		0,29
	2	50,0	$\tau_{y'z'}$	-0,25	0,51	0,48
	3	75,0	$\tau_{x'z'}$	0,26	1,47	0,18
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,47	0,00
	3	75,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,03
	2	60,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,76

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	26197	16,4	16,7	0,98
LK3	Char./Quasi-st.	26197	11,1	16,7	0,67
LK4	Quasi-ständig	26197	9,0	20,0	0,45
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,30	0,5	0,60

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2355,79	48,537	7,725	6,00	0,78
2	2701,01	51,971	8,271	6,00	0,73
3	13049,46	114,234	18,181	6,00	0,33
4	14791,98	121,622	19,357	6,00	0,31

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
CLT	0,15	8,00	-	1,20	m³

Zusammenfassung der Materialmenge**Tab. 4.10:** Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Brettsper Holzdecken in Abhängigkeit der stat. Systeme.**Einfeldsystem**

Länge	Material	erf. Menge
3 m	CLT	0,33 m ³
5 m	CLT	1,00 m ³
9 m	CLT	2,97 m ³

Zweifeldsystem

Länge	Material	erf. Menge
3 - 3 m	CLT	0,60 m ³
3 - 5 m	CLT	1,20 m ³
3 - 9 m	CLT	3,60 m ³
5 - 5 m	CLT	1,50 m ³
5 - 9 m	CLT	4,20 m ³
9 - 9 m	CLT	5,94 m ³

Mehrfeldsystem

Länge	Material	erf. Menge
3 - 3 - 3 m	CLT	1,35 m ³
3 - 5 - 3 m	CLT	2,73 m ³
3 - 9 - 3 m	CLT	7,53 m ³
5 - 3 - 5 m	CLT	3,40 m ³
5 - 5 - 5 m	CLT	4,00 m ³
5 - 9 - 5 m	CLT	9,40 m ³
9 - 3 - 9 m	CLT	10,17 m ³
9 - 5 - 9 m	CLT	11,37 m ³
9 - 9 - 9 m	CLT	14,85 m ³

4.6 Holzbalken(Tram-)decke

Für die Berechnung der Holzbalkendecke wurde das Zusatzmodul von RFEM das RF-HOLZ Pro verwendet. Da für die Bemessung die Konstruktion eine wesentliche Rolle darstellt, wurde wie in Abbildung 4.15 dargestellt, von einem solchem Aufbau ausgegangen. Das heißt der Brandschutz für diese Konstruktion ist mit R 30 erfüllt und es erfolgt keine Beanspruchung an den Trägern. Ebenso entspricht dieser Aufbau in etwa der angenommenen Ausbaulast von 2,0 kN/m². Für die Ermittlung der erforderlichen Materialmenge wird jedoch nur der Balkenquerschnitt verwendet, da ausschließlich die Tragstruktur in den Vergleich miteinbezogen wird.

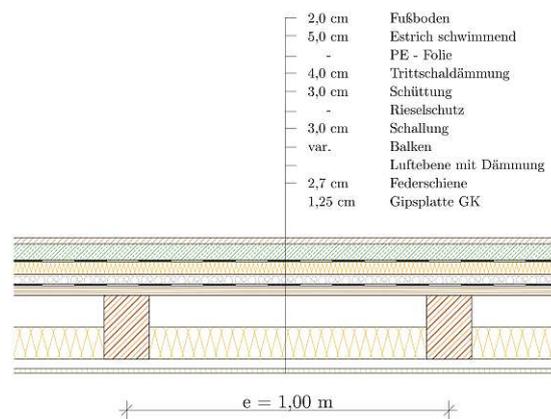


Abb. 4.15: Schematischer Konstruktionsaufbau der Holzbalkendecke

Die Bemessung der Holzbalkendecke erfolgt nach den beiden aktuellen Normen EN 1995-1-1 sowie der ÖNORM B 1995-1-1. Aufgrund der oben angeführten Konstruktion wird der Nachweis der Brandeinwirkung nicht geführt. Des Weiteren sind für den SLS ebenso die Schwingungsnachweise analog zu Kapitel 4.5 erfolgt. In der folgenden Abbildung 4.16 ist ein Auszug aus dem Zusatzmodul RF-HOLZ Pro dargestellt, indem die Berechnung der Tragfähigkeit, sowie die Gebrauchstauglichkeit dargestellt ist. Die Schwingungsnachweise wurden mit dem Zusatzmodul RF-Dynam ident zu Kapitel 4.5 berechnet.

Für die Auswertung des ULS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Baustoffeigenschaften: [35, S.33][36, S.39]
 - Nutzungsstufe 1
 - Verformungsbeiwert $k_{def} = 0,60$
 - mittlere Einwirkungszeit, Kat. B $k_{mod} = 0,80$
- Es wird für die Berechnungen der unterschiedlichen Systeme nur von einer einheitlichen Holzgüte ausgegangen. Diese ist als Brettschichtholz mit GL24h definiert worden, siehe [38, S.23]. Für die Bemessung der Spannungs- und Stabilitätsnachweise ist auf [36] zu verweisen.

Biegefestigkeit		$f_{m,g,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	parallel	$f_{t,0,g,k} = 19,2 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{t,90,g,k} = 0,50 \text{ N/mm}^2$
Druckfestigkeit	parallel	$f_{c,0,g,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{c,90,g,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM EN 14080.

(Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden nur die relevantesten Werte angeführt, die restlichen Daten können der Norm entnommen werden.)

- Die max. Transportlänge wurde in Anlehnung an die Datenblätter von Binderholz mit 3,0 - 18,0 m beschränkt [39, S.5]. Das heißt die Mehrfeldsysteme setzen sich aus den berechneten Ein- und Zweifeldträgern zusammen.
- Eine einheitliche Höhe der Deckenelemente für die Zwei- und Mehrfeldsysteme wurde nicht berücksichtigt.
- Für die Querschnittsdimensionierung wird die Breite in 20 mm und die Höhe in 40 mm Schritten angenommen [39, S.5].

Für die Auswertung des SLS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen:
 elast. Anfangsdurchbiegung [S.72][36] $w_{inst} = L/300$
 (Für die Lastkombination LK2)
 gesamte Enddurchbiegung [S.72][36] $w_{net,fin} = L/250$
 (Für die Lastkombination LK4)

- Schwingungsnachweis:
 Hier wird wie in Kapitel 4.5 davon ausgegangen, dass die Holzbalkendecken eine Mindestanforderung der Deckenklasse II besitzen [36, S.77, ff].

Mindestwert Frequenz

$$f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz}$$

Grenzwert Frequenz

$$f_{gr} = 6,0 \text{ Hz}$$

Grenzwert Steifigkeit

$$w_{gr} = 0,50 \text{ mm}$$

Grenzwert Schwingbeschl. (erf. bei $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$)

$$a_{gr} = 0,10 \text{ m/s}^2$$

Für die Berechnung der Grenzwerte der Steifigkeit bzw. Schwingbeschleunigung wird eine Deckenbreite von 6 m angenommen, um eine mitwirkende Plattenbreite zu simulieren.

Lehrsches Dämpfungsmaß

$$\zeta = 2\% [36]$$

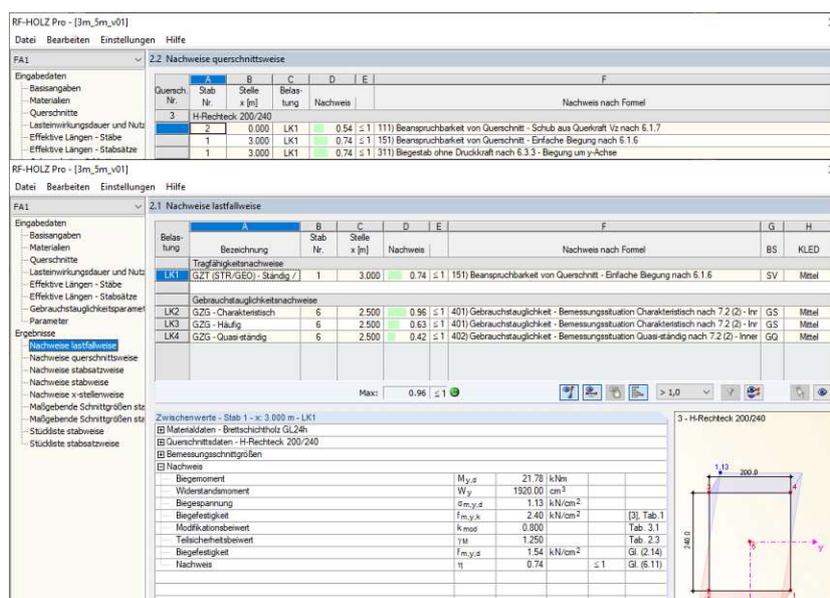


Abb. 4.16: Auszug der Holzbalkendecke im RF-HOLZ Pro für das Zweifeldsystem 3 - 5 m

In nachfolgender Tabelle 4.11 ist der Auszug der Berechnung für eine solche Holzbalkendecke für einen Zweifeldträger 3 - 5 m dargestellt. Es ist auch ersichtlich, dass bei großen Spannweiten die Deckenstärken sehr groß dimensioniert werden müssen.

Feldlänge 3 - 5 m:

Tab. 4.11: Zweifeldträger 3 - 5 m Holzbalkendecke, Auszug der Berechnung

ULS						
Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel			Ausnutzung	
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7			0,54	
LK1	3,00	Einfache Biegung nach 6.1.6			0,74	
LK1	3,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3			0,74	
SLS						
Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung	
			u_z	Grenz u_z		
LK2	Charakteristisch	2,50	16,0	16,7	0,96	
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	10,6	16,7	0,63	
LK4	Quasi-ständig	2,50	8,4	20,0	0,42	
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,26	0,50	0,52	
Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung	
			Vorh.	Grenz		
1	2640,98	51,390	8,179	6,00	0,73	
2	16982,97	130,319	20,741	6,00	0,29	
3	33126,78	182,008	28,967	6,00	0,21	
4	113844,10	337,408	53,700	6,00	0,11	
Materialmenge						
Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit	
GL 24 h	20 24	8,00	420,00	0,384	m³	

Zusammenfassung der Materialmenge

Tab. 4.12: Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Holzbalken(-tram)decke in Abhängigkeit der stat. Systeme

Einfeldsystem

Länge	Material	erf. Menge
3 m	GL 24 h	0,072 m ³
5 m	GL 24 h	0,308 m ³
9 m	GL 24 h	1,123 m ³

Zweifeldsystem

Länge	Material	erf. Menge
3 - 3 m	GL 24 h	0,120 m ³
3 - 5 m	GL 24 h	0,384 m ³
3 - 9 m	GL 24 h	1,152 m ³
5 - 5 m	GL 24 h	0,480 m ³
5 - 9 m	GL 24 h	1,232 m ³
9 - 9 m	GL 24 h	1,901 m ³

Mehrfeldsystem

Länge	Material	erf. Menge
3 - 3 - 3 m	GL 24 h	0,360 m ³
3 - 5 - 3 m	GL 24 h	0,840 m ³
3 - 9 - 3 m	GL 24 h	2,376 m ³
5 - 3 - 5 m	GL 24 h	1,076 m ³
5 - 5 - 5 m	GL 24 h	1,268 m ³
5 - 9 - 5 m	GL 24 h	2,772 m ³
9 - 3 - 9 m	GL 24 h	3,427 m ³
9 - 5 - 9 m	GL 24 h	3,587 m ³
9 - 9 - 9 m	GL 24 h	4,925 m ³

4.7 Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)

Für die Bemessung der Holz-Beton-Verbund (HBV)-Decke mit Holzbalken, wurde eine Hersteller-Software verwendet. Die Software wurde für die entsprechenden Verbundmittel der SFS-Schrauben ausgelegt. In nachfolgender Abbildung 4.17 ist das Eingabemenü des Bemessungsprogramms dargestellt. Da die Bemessung von Holzbetonverbund Konstruktionen derzeit noch nicht explizit im Eurocode festgehalten ist, kann auf folgende Literatur [35, 40, 41] verwiesen werden.

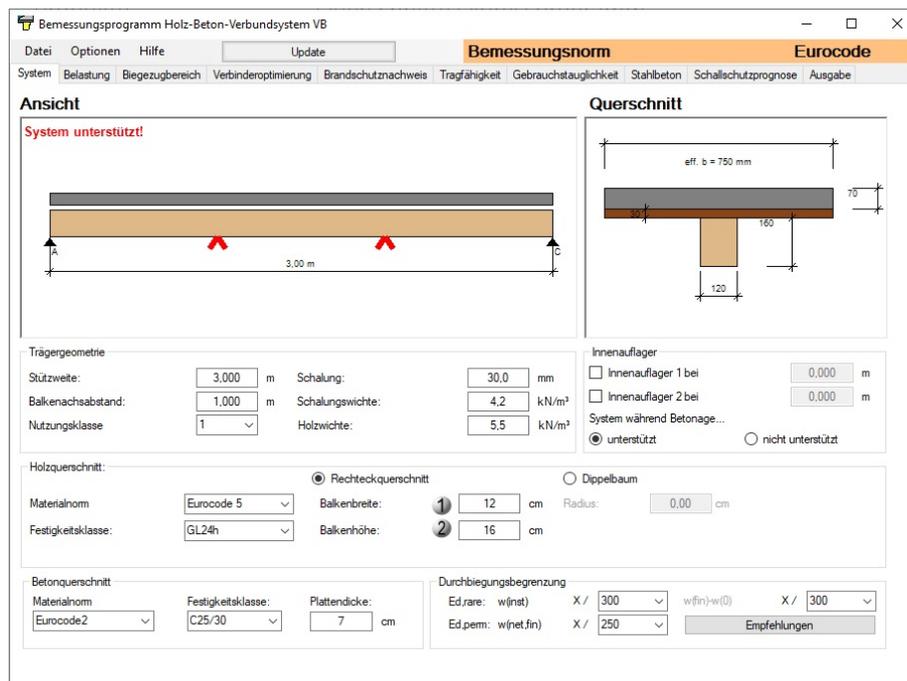


Abb. 4.17: Systemübersicht des Bemessungsprogramms von SFS für einen Einfeldträger 3 m

Für die Auswertung des ULS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Baustoffeigenschaften: [35, S.33][36, S.39]
Nutzungsklasse 1
Verformungsbeiwert $k_{def} = 0,60$
mittlere Einwirkungsdauer, Kat. B $k_{mod} = 0,80$
- Es wird für die Berechnungen der unterschiedlichen Systeme nur von einer einheitlichen Holzgüte ausgegangen. Diese ist als Brettschichtholz mit GL24h definiert worden, die Festigkeitseigenschaften können dem Kapitel 4.6 entnommen werden.
- Materialkennwerte Beton:
Beton C25/30 [30, S.29] $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B550 (B) [30, S.38 ff.] $f_{yk} = 550 \text{ N/mm}^2$
- Betondeckung (unten) $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$
(Einlagig bewehrt)
- Kriechen und Schwinden
Berechnungsdauer $t = \infty$
Zementtyp CEM 32,5 R, CEM 42,5 N

Betonalter

bei Belastung $t_0 = 28$ Tage

Rel. Luftfeuchtigkeit

RH = 50 %

- Die Ermittlung für das erforderliche Endschwindmaß erfolgte mittels RFEM, siehe Kapitel 4.8
 $\epsilon_{cs,\infty} = -0,55 \%$
- Verbindertyp SFS-VB-48-7,5x165
Verschiebungsmodul pro Schraubenpaar lt. European Technical Assessment (ETA)-13/0699
 $K_{ser} = 240 \cdot l_{ef}$ N/mm
(Für $\alpha = \pm 45^\circ$)
- Da der Vorteil einer Holzbetonverbunddecke hauptsächlich bei Einfeldsystemen zur Geltung kommt, weil der Beton die vorhandenen Druckspannungen aufnimmt, werden nur die jeweiligen Einfeldsysteme berechnet. Die Zwei- und Mehrfeldsysteme setzen sich aus mehreren Einfeldträgern zusammen.
- Eine einheitliche Höhe der Deckenelemente für die Zwei- und Mehrfeldsysteme wurde nicht berücksichtigt.
- Für die Querschnittsdimensionierung wird die Breite in 20 mm und die Höhe in 40 mm Schritten angenommen [39, S.5].

In der nachfolgenden Abbildung 4.18 ist die Bemessung bzw. die Anordnung der Verbindungsmittel und der Ausnutzungsgrad für die Tragfähigkeit dargestellt. Des Weiteren wird der Brandschutz für eine geforderte Feuerwiderstandsdauer von 30 min nachgewiesen. In der Tabelle 4.13 ist der Auszug der Berechnung für die jeweiligen Einfeldträger dargestellt. Die Bemessung sowie die Ausnutzung und die Materialmenge der anderen Systeme ist dem Anhang F zu entnehmen.

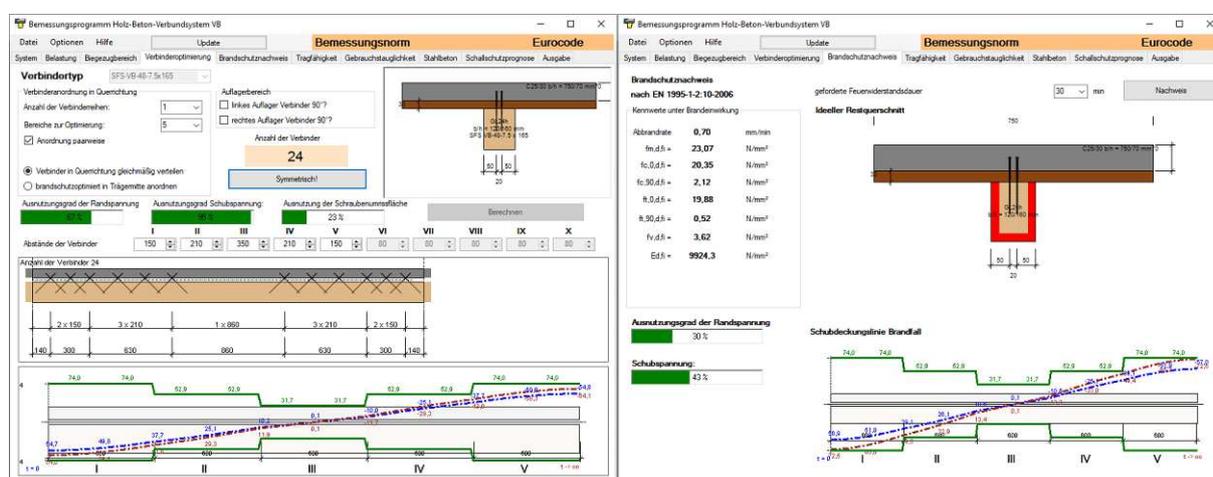


Abb. 4.18: Auszug der Berechnung im Bemessungsprogramm HBV von SFS für den Einfeldträger 3 m

Für die Auswertung des SLS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen:

elast. Anfangsdurchbiegung [S.72][36]

$$w_{inst,rare} = L/300$$

(Für die Lastkombination Charakteristisch zum Zeitpunkt $t = \infty$)

gesamte Enddurchbiegung [S.72][36]

$$w_{net,fin,perm} = L/250$$

(Für die Lastkombination Quasi-Ständig zum Zeitpunkt $t = \infty$)

- Schwingungsnachweis:

Hier wird wie in Kapitel 4.5 davon ausgegangen, dass die Holzbalkendecken eine Mindestanforderung der Deckenklasse II besitzen [36, S.77 ff.].

Mindestwert Frequenz

$$f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz}$$

Grenzwert Frequenz

$$f_{gr} = 6,0 \text{ Hz}$$

Grenzwert Steifigkeit

$$w_{gr} = 0,50 \text{ mm}$$

Grenzwert Schwingbeschl. (erf. bei $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$)

$$a_{gr} = 0,10 \text{ m/s}^2$$

Für die Berechnung der Grenzwerte der Steifigkeit bzw. Schwingbeschleunigung wird eine Deckenbreite von 6 m angenommen, um eine mitwirkende Plattenbreite zu simulieren.

Lehrsches Dämpfungsmaß

$$\zeta = 2\% [36]$$

Tab. 4.13: Einfeldträger 3 m Holzbetonverbunddecke, Auszug der Berechnung

ULS

Bem. HolzQS	Anzahl Verbinder	Beschreibung	Ausnutzung
	Stk	Ausnutzung der Randspannung	0,67
	24,00	Ausnutzungsgrad Schubspannung	0,95
		Ausnutzung der Schraubenumrissfläche	0,23

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	∅ [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	Ausnutzung
	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

Durchbiegung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]	Ausnutzung
		u_z Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	3,4 10,0	0,34
	$w_{net,fin,perm}$	6,3 12,0	0,52
	Schwingung w_{gr}	- 0,11 0,50	0,22

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]	Ausnutzung
			Vorh. Grenz	
1	7463,89	86,394	13,750 6,00	0,44

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	12 20	3,00	420,00	0,072	m³
Beton C25/30		3,00	-	0,210	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		3,00	7850,00	11,82	kg

Zusammenfassung der Materialmenge**Tab. 4.14:** Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der HBV-Decke (Tram) in Abhängigkeit der stat. Systeme.

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	GL 24 h	0,072 m ³	3 - 3 - 3 m	GL 24 h	0,360 m ³
	Beton C25/30	0,21 m ³		Beton C25/30	1,05 m ³
	Bst. B550 (B)	11,82 kg		Bst. B550 (B)	59,10 kg
5 m	GL 24 h	0,120 m ³	3 - 5 - 3 m	GL 24 h	0,456 m ³
	Beton C25/30	0,350 m ³		Beton C25/30	1,33 m ³
	Bst. B550 (B)	19,70 kg		Bst. B550 (B)	74,86 kg
9 m	GL 24 h	0,713 m ³	3 - 9 - 3 m	GL 24 h	1,642 m ³
	Beton C25/30	0,90 m ³		Beton C25/30	2,43 m ³
	Bst. B550 (B)	35,47 kg		Bst. B550 (B)	106,40 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	GL 24 h	0,504 m ³
3 - 3 m	GL 24 h	0,144 m ³		Beton C25/30	1,47 m ³
	Beton C25/30	0,42 m ³		Bst. B550 (B)	82,74 kg
	Bst. B550 (B)	23,64 kg	5 - 5 - 5 m	GL 24 h	0,600 m ³
3 - 5 m	GL 24 h	0,192 m ³		Beton C25/30	1,75 m ³
	Beton C25/30	0,56 m ³		Bst. B550 (B)	98,50 kg
	Bst. B550 (B)	31,52 kg	5 - 9 - 5 m	GL 24 h	1,786 m ³
3 - 9 m	GL 24 h	0,785 m ³		Beton C25/30	2,85 m ³
	Beton C25/30	1,11 m ³		Bst. B550 (B)	130,04 kg
	Bst. B550 (B)	47,29 kg	9 - 3 - 9 m	GL 24 h	2,283 m ³
5 - 5 m	GL 24 h	0,240 m ³		Beton C25/30	3,12 m ³
	Beton C25/30	0,70 m ³		Bst. B550 (B)	130,05 kg
	Bst. B550 (B)	39,40 kg	9 - 5 - 9 m	GL 24 h	2,379 m ³
5 - 9 m	GL 24 h	0,833 m ³		Beton C25/30	3,40 m ³
	Beton C25/30	1,25 m ³		Bst. B550 (B)	145,81 kg
	Bst. B550 (B)	55,17 kg	9 - 9 - 9 m	GL 24 h	3,565 m ³
9 - 9 m	GL 24 h	1,426 m ³		Beton C25/30	4,50 m ³
	Beton C25/30	1,80 m ³		Bst. B550 (B)	177,35 kg
	Bst. B550 (B)	70,94 kg			

4.8 Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsperrholz)

Die Bemessung der HBV-Decke (Brettsperrholz) wurde im Zusatzmodul RF-Laminat analog zu Kapitel 4.5 berechnet. Der Schubverbund der Stahlbetonebene und den CLT- Deckenelementen wurde mittels Kerfen angenommen. Die Nachweise bzw. Berechnung der Kerfen an sich werden nicht geführt, da diese i.d.R. nicht bemessungsrelevant sind [42, S.69] [43, S.131], insofern die Empfehlungen bzw. die aus Versuchen ermittelten geometrischen Anforderungen erfüllt werden. Es wird daher davon ausgegangen, dass folgende Anforderungen erfüllt wurden:

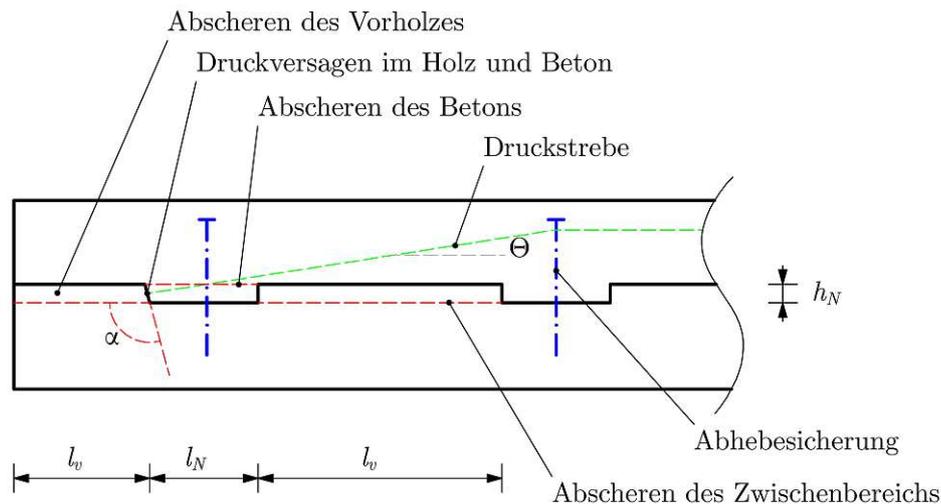


Abb. 4.19: Übersicht der Kerfenverbindung [11, S.51]

- Betongüte mind. C20/25 GK 16
- Vollholz mind. C24 und Brettschichtholz mind. GL24
- Geometrie der Kerfen
 - Tiefe $h_N \geq 20 \text{ mm}$ (übliche Belastungen - Hochbau)
 - Rechnerische Vorholzlänge $l_v \leq 8 \cdot h_N$, tatsächliche Vorholzlänge $l_v \geq 12,5 \cdot h_N$
 - Länge der Kerfe im Holz $l_N \geq 150 \text{ mm}$ und mind $12,5 \cdot h_N$
 - Abhebesicherung durch Schrauben mit $\varnothing \geq 6 \text{ mm}$
 - Neigungswinkel der Flanken $80^\circ \leq \alpha \leq \min.(115^\circ, 90^\circ + \theta)$ [11, S.51]

Zur Bestimmung des Verschiebungsmoduls wird auf verschiedene Literaturen verwiesen [43, 44]. Diese Werte wurden z.B. von Kudla [44] experimentell für Kerfen mit 20 und 40 mm untersucht. Hier ist ebenso ersichtlich, dass es bei Erreichen eines gewissen Verschiebungsmoduls von ca. 1000 kN/mm/m zu keinen großen Veränderungen der Schnittkräfte kommt. Im Wesentlichen kann zusammenfassend festgehalten werden, dass für Kerfen ein Verschiebungsmodul im Bereich zwischen 1000 kN/mm/m und 2000 kN/mm/m für $h_N = 20 \text{ mm}$ angesetzt werden kann, ohne einen wesentlichen Einfluss auf die Schnittgrößen aber auch auf die Verformung zu haben [11]. In dieser Größenordnungen korrelieren die Werte mit anderen Untersuchungen z.B. von Grosse [45] und Schönborn [46], die ebenso experimentell ermittelt wurden. Für Kerfen gilt im Gegensatz zu mechanischen Verbindungsmitteln jedoch, dass die Steifigkeit für den ULS im Vergleich zum SLS nicht abgemindert werden muss. Für die Bemessung bzw. Modellierung im RFEM

von Dlubal kann auf die Diplomarbeit von Ibrahimaj [47] verwiesen werden, der verschiedene Modellierungstypen für HBV-Decken in RFEM gegenüberstellt. In der Tabelle 4.15 sind die Material- und Verbundmittelsteifigkeit, für den Anfangs- ($t = 0$) und Endzustand ($t = \infty$), die für die Berechnung der Verbunddecke verwendet wurden aufgelistet.

Tab. 4.15: Material- und Verbundmittelsteifigkeiten für den Anfangs- und Endzustand

Kennwerte für die Modifizierung der Steifigkeiten im RFEM						
Grenzzustand	Zeit	Holz		Beton		Verbindungsmittel
GZT	$t = 0$	E_{mean}		E_{cm}		$K_u = K_{ser}$
GZT	$t = \infty$	$\frac{E_{mean}}{1+k_{def}}$	0,625	$\frac{E_{cm}}{3,5}$	0,286	$\frac{K_{ser}}{1,6}$ 0,625
GZG	$t = 0$	E_{mean}		E_{cm}		K_{ser}
GZG	$t = \infty$	$\frac{E_{mean}}{1+k_{def}}$	0,625	$\frac{E_{cm}}{3,5}$	0,286	$\frac{K_{ser}}{1,6}$ 0,625

Für die Auswertung des ULS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Baustoffeigenschaften: [35, S.33][36, S.205]
Nutzungsklasse 1
Verformungsbeiwert $k_{def} = 0,60$
mittlere Einwirkungsdauer, Kat. B $k_{mod} = 0,80$
- Charakteristische Werte der Festigkeiten der Einzellage des Brettsperrholzes für die Holzgüte C24 siehe [37, S.7]. Für die Bemessung der Brettsperrholzdecke ist auf [36, S.206] zu verweisen.

Biegefestigkeit		$f_{m,lay,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	parallel	$f_{t,0,lay,k} = 14,5 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{t,90,lay,k} = 0,40 \text{ N/mm}^2$
Druckfestigkeit	parallel	$f_{c,0,lay,k} = 21,0 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{c,90,lay,k} = 3,0 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM B1995-1-1

(Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden nur die relevantesten Werte angeführt, die restlichen Daten können der Norm entnommen werden.)

- Kerven
Kerventiefe $h_N = 2,0 \text{ cm}$
Vorholzlänge $l_v = 25 \text{ cm}$
Kervnlänge $l_N = 20 \text{ cm}$
Verschiebungsmodul der Verbundfuge (für Kerven) [44, S.91] $K_{ser} = 1571 \text{ kN/mm/m}$
- Da der Vorteil einer Holzbetonverbunddecke hauptsächlich für die Durchbildung von Einfeldträgern zur Geltung kommt, da der Beton die vorhandenen Druckspannungen aufnimmt, werden jeweils Einfeldsysteme verwendet. Die Zwei- und Mehrfeldsysteme setzen sich aus mehreren Einfeldträgern zusammen.
- Eine einheitliche Höhe der Deckenelemente für die Zwei- und Mehrfeldsysteme wurde nicht berücksichtigt.

- Materialkennwerte Beton:
 Beton C25/30 [30, S.29] $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B550 (B) [30, S38.ff.] $f_{yk} = 550 \text{ N/mm}^2$
- Betondeckung (unten) $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$
 (Einlagig bewehrt)
- Kriechen und Schwinden
 Berechnungsdauer $t = \infty$
 Zementtyp CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
 Betonalter bei Belastung $t_0 = 28 \text{ Tage}$
 Rel. Luftfeuchtigkeit $RH = 50 \%$
- Die Ermittlung für das erforderliche Endschwindmaß wurde mittels RFEM ermittelt, siehe Abbildung 4.20
 $\epsilon_{cs,\infty} = -0,55 \text{ ‰}$

Das Endschwindmaß für den Beton wird mittels RFEM ermittelt, da dieser als Belastung für eine Längenänderung aufgebracht werden kann, siehe Abbildung 4.20.

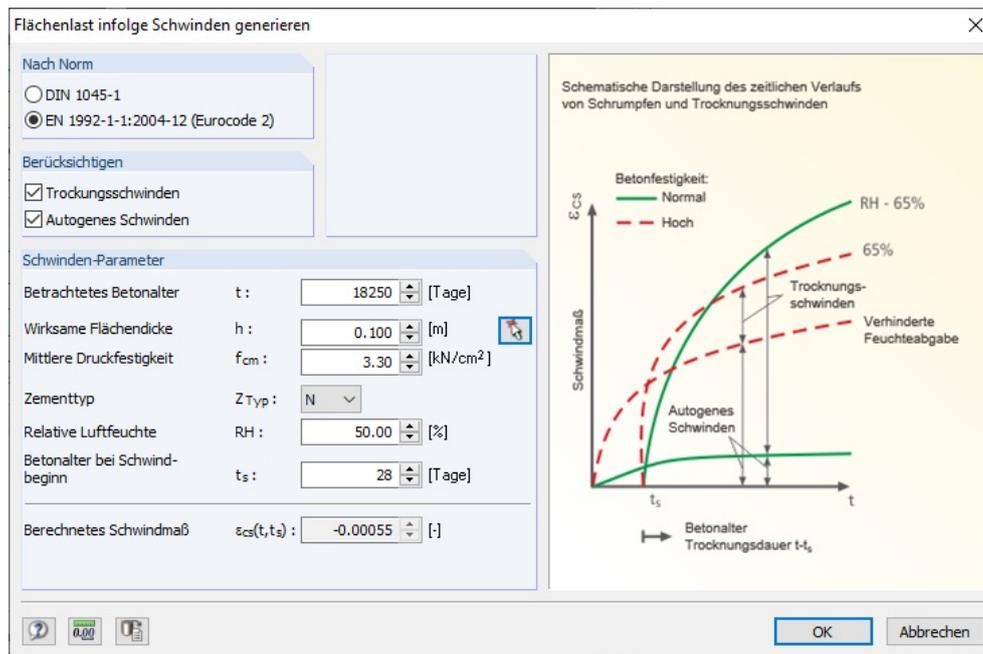


Abb. 4.20: Auszug der Flächenlast als Längenänderung im Programm- RFEM

Die Modellierung der Schubfuge wurde mittels Flächenfreigaben modelliert, wobei die Umrechnung des Verschiebungsmoduls der Linienfreigabe in eine Flächenfreigabe wie folgt lautet:

$$K_{ser.F} = \frac{K_{ser,L}}{b_H} \quad (4.3)$$

mit:

- $K_{ser,F}$ Verbundsteifigkeit für die Flächenfreigabe
- $K_{ser,L}$ Verbundsteifigkeit für die Linienfreigabe
- b_H Breite des Holzes bzw. breite der Kontaktfläche [47, S.180]

Für die Auswertung des SLS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen:

elast. Anfangsdurchbiegung [S.72][36]	$w_{inst,rare} = L/300$
<i>(Für die Lastkombination Charakteristisch zum Zeitpunkt $t = \infty$)</i>	
gesamte Enddurchbiegung [S.72][36]	$w_{net,fin,perm} = L/250$
<i>(Für die Lastkombination Quasi-Ständig zum Zeitpunkt $t = \infty$)</i>	
- Schwingungsnachweis:

Hier wird wie in Kapitel 4.5 davon ausgegangen, dass die Holzbalkendecken eine Mindestanforderung der Deckenklasse II besitzen [36, S.77, ff].

Mindestwert Frequenz	$f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz}$
Grenzwert Frequenz	$f_{gr} = 6,0 \text{ Hz}$
Grenzwert Steifigkeit	$w_{gr} = 0,50 \text{ mm}$
Grenzwert Schwingbeschl. (erf. bei $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$)	$a_{gr} = 0,10 \text{ m/s}^2$

Für die Berechnung der Grenzwerte der Steifigkeit bzw. Schwingbeschleunigung wird eine Deckenbreite von 6 m angenommen, um eine mitwirkende Plattenbreite zu simulieren.

Lehrsches Dämpfungsmaß $\zeta = 4\% [36]$

Da die Schubübertragung bei Kernen in Brettschichtholzelementen einen Sonderfall darstellt, wurde die Kervenausbildung so gewählt, dass der Nettoquerschnitt ausreichend ist, um die Schubkraftübertragung zu gewährleisten. Daher wurde die obere Lage immer mit einer Stärke von 3,0 bzw. 4,0 cm dimensioniert. Bei der Spannweite von 9,0 m und der erhöhten Schubkraftübertragung sind die beiden oberen Lagen parallel in Hauptrichtung verlegt, so dass kein Rollschubversagen eintreten kann [47].

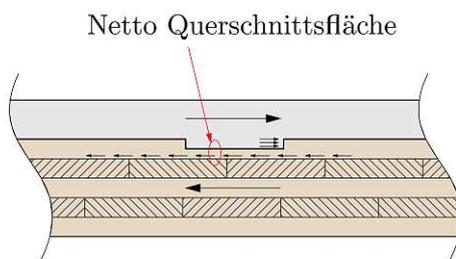


Abb. 4.21: Schubübertragung bei Brettsper Holzern [47, S.64]

Die Modellierung und Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsper Holz) in RFEM wird aufgrund der Komplexität der erforderlichen Eingabe in wenigen Schritten beschrieben.

1. Modellierung der Brettschichtholzdecke für die jeweiligen Systeme mit der Materialzuweisung im Zusatzmodul RF Laminat.

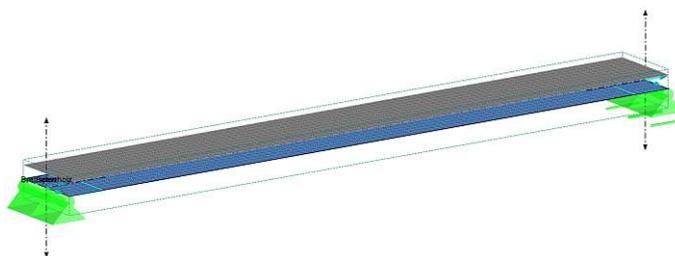


Abb. 4.22: Modellierung des Einfeldsystems 9 m

2. Flächenfreigaben erstellen auf Basis der oben angeführten Verbundsteifigkeit der Kernen

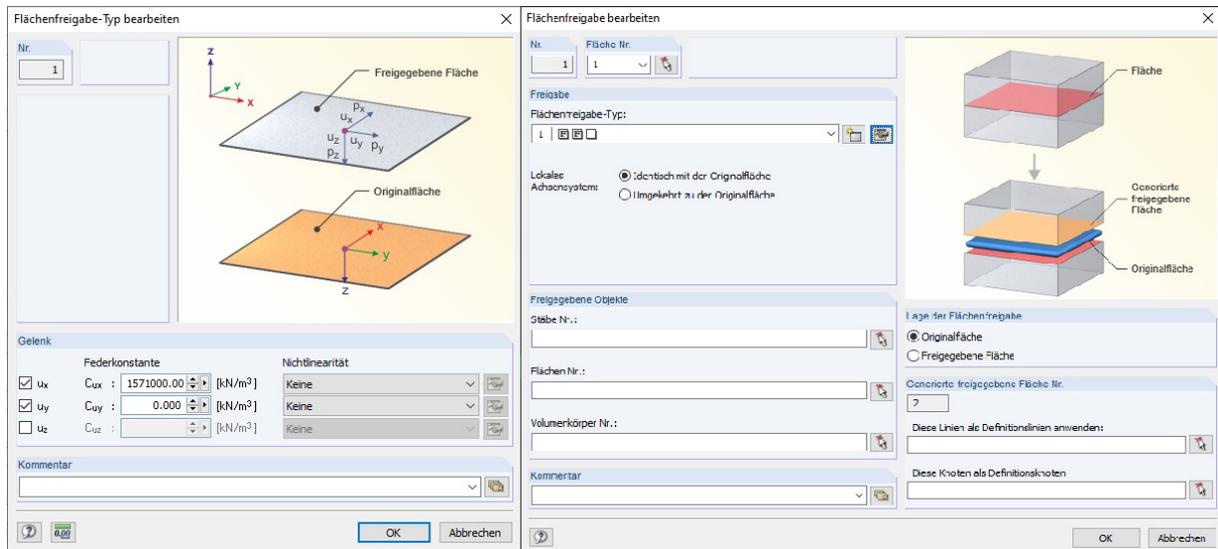


Abb. 4.23: Eingabemodul der Flächenfreigabe inkl. des Typen

3. Erstellen der Lastfälle für den Anfangs- und Endzustand mit den entsprechenden Modifizierungen siehe Tabelle 4.15.

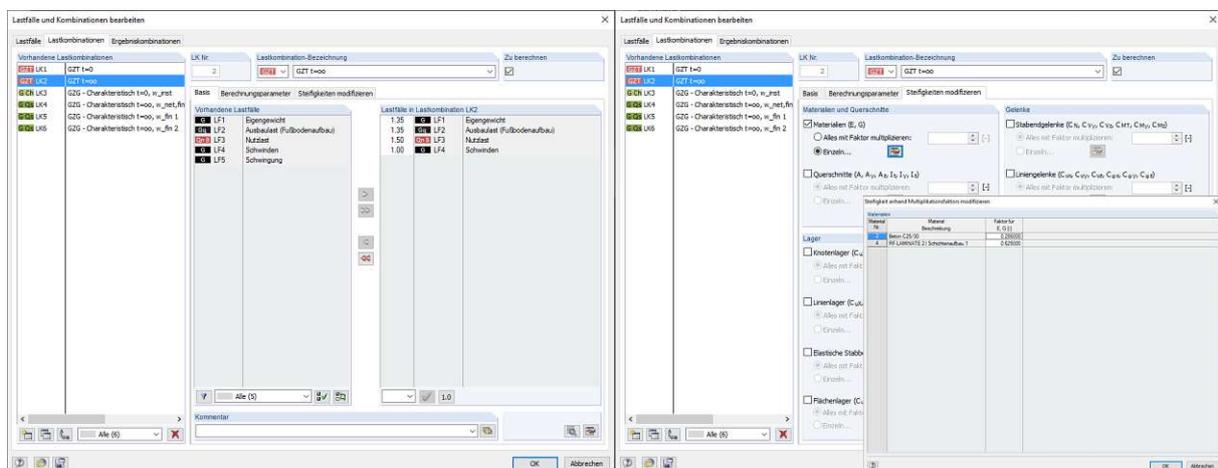


Abb. 4.24: Modifizierung der Steifigkeiten und der Flächenfreigaben (Schubsteifigkeit)

4. Berechnung der unterschiedlichen Lastfälle

5. Auswertung der Zusatzmodule im RF-Laminat, RF-Beton und RF-Dynam

In der nachfolgenden Tabelle 4.16 ist der Auszug der Berechnung bzw. Auswertung des Einfeldsystems 9 m dargestellt. Die Ermittlung der Materialmenge der jeweiligen Systeme ist dem Anhang G zu entnehmen.

Tab. 4.16: Einfeldträger 9 m Holzbetonverbunddecke Brettsperrholz, Auszug der Berechnung

ULS						
Lastkombi.	Schicht		Spannungen [N/mm]			μ
	Nr.	z [mm]	Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 2	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	1,25	15,36	0,08
	5	150,0	$\sigma_{b,90}$	0,00	15,36	0,00
	7	220,0	$\sigma_{t/c,0}$	8,26	9,28	0,89
	5	150,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	7	220,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	7,00		0,97
	5	150,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,00		0,00
	3	95,0	$\tau_{y'z'}$	-0,04	0,51	0,08
	4	130,0	$\tau_{x'z'}$	0,04	1,47	0,03
	7	260,0	$\tau_{x'y'}$	-0,03	1,47	0,02
	4	130,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,00
	3	80,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,08

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	Ø [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	μ
obere Lage	Längs	0	0	0	0	0,00
	Quer	0	0	0	0	0,00
untere Lage	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS					
Verformung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		μ	
		u_z	Grenz u_z		
	$W_{inst,rare}$	15,1	30,0	0,50	
	$W_{net,fin,perm}$	33,8	36,0	0,94	
	Schwingung w_{gr}	0,08	0,50	0,16	

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		μ
			Vorh.	Grenz	
1	1465,09	38,276	6,092	6,00	0,98

Materialmenge						
Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit	
CLT		26,00	9,00	420,00	2,34	m³
Beton C25/30		10,00	9,00	-	0,90	m³
Bewehrungsstahl Bst. B550 (B)		2,51	9,00	7850,00	35,47	kg

Zusammenfassung der Materialmenge**Tab. 4.17:** Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der HBV- Decke (Brettspertholz) in Abhängigkeit der stat. Systeme

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	CLT	0,21 m ³	3 - 3 - 3 m	CLT	1,05 m ³
	Beton C25/30	0,21 m ³		Beton C25/30	1,05 m ³
	Bst. B550 (B)	11,82 kg		Bst. B550 (B)	59,10 kg
5 m	CLT	0,65 m ³	3 - 5 - 3 m	CLT	1,93 m ³
	Beton C25/30	0,40 m ³		Beton C25/30	1,43 m ³
	Bst. B550 (B)	19,70 kg		Bst. B550 (B)	74,86 kg
9 m	CLT	2,34 m ³	3 - 9 - 3 m	CLT	5,31 m ³
	Beton C25/30	0,90 m ³		Beton C25/30	2,43 m ³
	Bst. B550 (B)	35,47 kg		Bst. B550 (B)	106,40 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	CLT	2,37 m ³
3 - 3 m	CLT	0,42 m ³		Beton C25/30	1,62 m ³
	Beton C25/30	0,42 m ³		Bst. B550 (B)	82,74 kg
	Bst. B550 (B)	23,64 kg	5 - 5 - 5 m	CLT	3,25 m ³
3 - 5 m	CLT	0,86 m ³		Beton C25/30	2,00 m ³
	Beton C25/30	0,61 m ³		Bst. B550 (B)	98,50 kg
	Bst. B550 (B)	31,52 kg	5 - 9 - 5 m	CLT	6,63 m ³
3 - 9 m	CLT	2,55 m ³		Beton C25/30	3,00 m ³
	Beton C25/30	1,11 m ³		Bst. B550 (B)	130,04 kg
	Bst. B550 (B)	47,29 kg	9 - 3 - 9 m	CLT	7,44 m ³
5 - 5 m	CLT	1,30 m ³		Beton C25/30	3,12 m ³
	Beton C25/30	0,80 m ³		Bst. B550 S (B)	130,05 kg
	Bst. B550 (B)	39,40 kg	9 - 5 - 9 m	CLT	8,32 m ³
5 - 9 m	CLT	2,99 m ³		Beton C25/30	3,50 m ³
	Beton C25/30	1,30 m ³		Bst. B550 S (B)	145,81 kg
	Bst. B550 (B)	55,17 kg	9 - 9 - 9 m	CLT	11,70 m ³
9 - 9 m	CLT	4,68 m ³		Beton C25/30	4,50 m ³
	Beton C25/30	1,80 m ³		Bst. B550 (B)	177,35 kg
	Bst. B550 (B)	70,94 kg			

4.9 Tramtraversendecke

Die Bemessung der Tramtraversendecke erfolgte mit dem Programm RFEM von Dlubal. Dabei wurde die Dimensionierung der Sekundärträger (Holz) im Zusatzmodul RF-HOLZ Pro und der Primärträger (Stahl) im Zusatzmodul RF-STAHLEC3 berechnet. Der Abstand der Primärträger und somit die Länge der Holzträger wurde mit $e = 3$ m fixiert bzw. ist daher mit einer Lasteinflussbreite von 3,0 m für die Stahlträger zu rechnen. Die entsprechenden Schwingungsnachweise wurden wiederum im Modul RF-DYNAM Pro, siehe Kapitel 4.5, nachgewiesen. In nachfolgender Abbildung 4.25 ist die Modellierung anhand des Zweifeldträgers 3 - 5 m abgebildet.

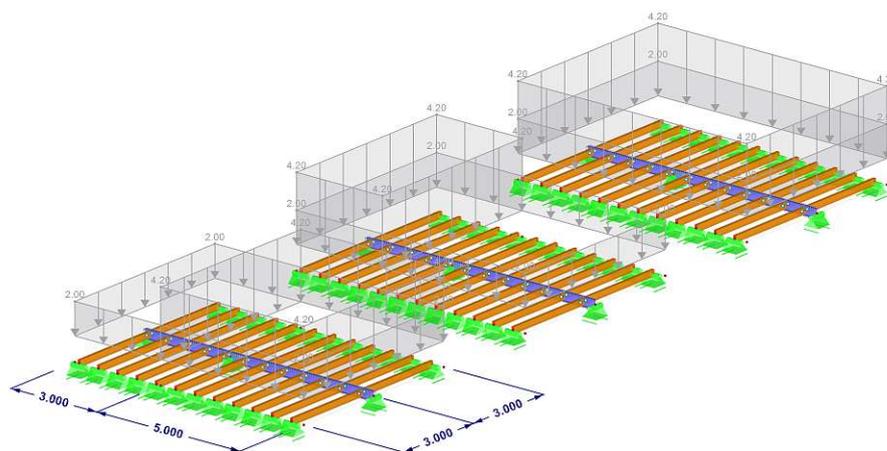


Abb. 4.25: Ausschnitt der Modellierung für einen Zweifeldträger 3 - 5 m der Tramtraversendecke

Die Sekundärträger wurden gelenkig an den Stahlträger angebunden. Der Primärträger wurde als Stabsatz definiert, um für die Ermittlung der Stabilitätsnachweise die entsprechenden Knicklängen zu erhalten. Des Weiteren wurde angenommen, dass die Stahlträger bei dem Lagerpunkt seitlich gehalten sind und somit ein Biegedrillknicken, das ansonsten besonders in den Zwischenlagerpunkten auftritt (Aufgrund der Druckspannung im unteren Gurt), nicht infrage kommt. Dies spielt besonders bei langen Durchlaufträgern eine wichtige Rolle. Die Belastung der ständigen und veränderlichen Lasten wurde ausschließlich auf Sekundärträgern mittels generierten Lasten aufgebracht. Die Lastabtragung erfolgte in weiterer Folge durch die definierten Stahlträger. Es wurde ausschließlich die Stabstatik der Träger berücksichtigt, Knoten oder Details (Kopfplattenstöße, Auflagersteifen etc.) wurden nicht betrachtet. Bei der Dimensionierung der Stahlträger wurden ausschließlich gewalzte Profile des Typs IPE, HEA und HEB verwendet. Ebenso wurden die Sekundärträger trotz unterschiedlicher Höhe der Stahlträger, immer mit dem identen Querschnitt definiert (aufgrund der gleichbleibenden Länge von 3 m).

Für die Auswertung des ULS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Baustoffeigenschaften Holz [35, S.33][36, S.39]:

Nutzungsstufe 1

Verformungsbeiwert

$$k_{def} = 0,60$$

mittlere Einwirkungszeit, Kat. B

$$k_{mod} = 0,80$$

Es wird für die Berechnungen nur von einer einheitlichen Holzgüte ausgegangen. Diese ist als Konstruktionsvollholz (KVH) mit der Güte C24 definiert worden, siehe [37, S.7]. Für die Bemessung der Spannungs- und Stabilitätsnachweise ist auf [36] zu verweisen.

Biegefestigkeit		$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	parallel	$f_{t,0,k} = 14,5 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{t,90,k} = 0,40 \text{ N/mm}^2$
Druckfestigkeit	parallel	$f_{c,0,k} = 21,0 \text{ N/mm}^2$
	rechtwinklig	$f_{c,90,k} = 3,0 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM B 1995-1-1

(Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden nur die relevantesten Werte angeführt, die restlichen Daten können der Norm entnommen werden.)

- Baustoffeigenschaften Stahl [48, S.30 ff.]:

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_y = 235,0 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$	$f_u = 360,0 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM EN 1993-1-1

- Die max. Transportlänge wurde ebenso mit 18,0 m beschränkt, jedoch sind die Mehrfeldsysteme aufgrund einer möglichen Durchbildung von Kopflattenstößen mit den definierten Systemlängen berechnet worden.

Für die Auswertung des SLS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Grenzwerte der Durchbiegungen von Holzbauteilen:

elast. Anfangsdurchbiegung [S.72][36]	$w_{inst} = L/300$
(Für die Lastkombination LK2)	
gesamte Enddurchbiegung [S.72][36]	$w_{net,fin} = L/250$
(Für die Lastkombination LK4)	
- Grenzwerte der Durchbiegungen von Stahlbauteilen:

Verformungsnachweise	$w_{limit,z} = L/300$
(Für die Lastkombination LK2, LK3)	
Verformungsnachweise	$w_{limit,z} = L/250$
(Für die Lastkombination LK4)	
- Schwingungsnachweis:

Hier wird wie in Kapitel 4.5 davon ausgegangen, dass die Holzbalkendecken eine Mindestanforderung der Deckenklasse II besitzen [36, S.77 ff.].

Mindestwert Frequenz	$f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz}$
Grenzwert Frequenz	$f_{gr} = 6,0 \text{ Hz}$
Grenzwert Steifigkeit	$w_{gr} = 0,50 \text{ mm}$
Grenzwert Schwingbeschl. (erf. bei $f_{1,min} \leq f_1 \leq f_{gr}$)	$a_{gr} = 0,10 \text{ m/s}^2$

Für die Berechnung der Grenzwerte der Steifigkeit bzw. Schwingbeschleunigung wird eine Deckenbreite von 6 m angenommen, um eine mitwirkende Plattenbreite zu simulieren.

Lehrsches Dämpfungsmaß	$\zeta = 2\% [36]$
------------------------	--------------------

Für die Bemessung der Tramtraversendecke wird wie in Anlehnung an Kapitel 4.6 davon ausgegangen, dass eine entsprechende Brandschutzverkleidung an der Unterseite mittels Federschiene und Gipskartonplatten angebracht wird. Daher wird kein gesonderter Brandnachweis geführt. In

Abbildung 4.26 ist die Auswertung der jeweiligen Stahlträger im Zusatzmodul RF-STAHL EC3 dargestellt. Ein Auszug der Berechnung ist ebenso in Tabelle 4.19 dargestellt. Die Auszüge der jeweiligen Systeme kann dem Anhang H entnommen werden.

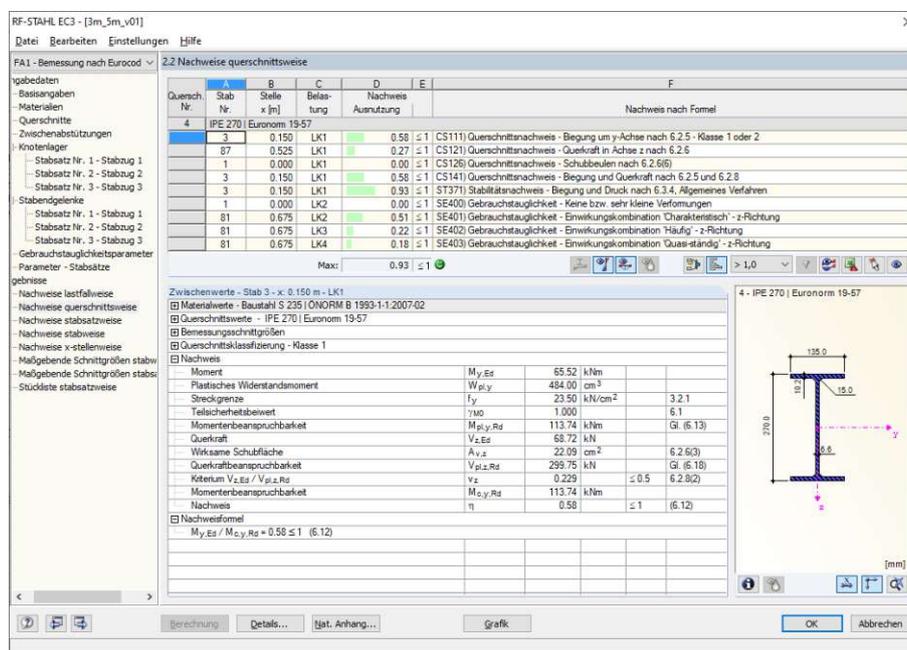


Abb. 4.26: Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 5 m im Zusatzmodul RF-STAHL EC3

Der Sekundärträger wurde nur einmal für alle Systeme berechnet und ist in der Tabelle 4.18 dargestellt. Dieser Träger wurde mit einem Querschnitt von 10 / 20 cm und einem Achsabstand von $e = 0,675$ m dimensioniert. Die herangezogenen Materialmengen dieses Deckensystems beziehen sich ausschließlich auf die Primär- und Sekundärträger und werden entsprechend auf einen Meterstreifen umgerechnet.

Tab. 4.18: Auszug der Berechnung der Sekundärträger, Länge = 3 m

ULS						
Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel			Ausnutzung	
LK 1	3,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7			0,40	
LK1	1,50	Einfache Biegung nach 6.1.6			0,84	
LK1	1,50	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3			0,84	

SLS						
Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung	
			uz	Grenz uz		
LK2	Charakteristisch	1,50	8,5	10,0	0,85	
LK3	Char./Quasi-st.	1,50	5,7	10,0	0,57	
LK4	Quasi-ständig	1,50	4,6	12,0	0,38	

Tab. 4.19: Zweifeldträger 3 - 5 m Tramtraversendecke, Auszug der Berechnung**ULS**

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,58
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,27
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,58
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,93

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	8,5	16,7	0,51
LK3	Char./Quasi-st.	5,6	16,7	0,34
LK4	Quasi-ständig	4,4	20,0	0,22
LF4	Schwingung w_{gr}	0,15	0,50	0,30

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4108,14	64,095	10,201	6,00	0,59
2	26718,21	163,457	26,015	6,00	0,23
3	51788,42	227,571	36,219	6,00	0,17
4	174604,44	417,857	66,504	6,00	0,09

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,24 (auf 1 m Streifen bezogen)	m³
Stahl S235	IPE 270	8,00	36,03	96,08 (auf 1 m Streifen bezogen)	kg

Zusammenfassung der Materialmenge

Tab. 4.20: Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Tramtraversendecke in Abhängigkeit der stat. Systeme

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	KVH C24	0,10 m ³	3 - 3 - 3 m	KVH C24	0,46 m ³
	Stahl S235	22,37 kg		Stahl S235	111,85 kg
5 m	KVH C24	0,16 m ³	3 - 5 - 3 m	KVH C24	0,58 m ³
	Stahl S235	84,13 kg		Stahl S235	194,37 kg
9 m	KVH C24	0,28 m ³	3 - 9 - 3 m	KVH C24	0,82 m ³
	Stahl S235	313,23 kg		Stahl S235	748,89 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	KVH C24	0,64 m ³
3 - 3 m	KVH C24	0,18 m ³	5 - 3 - 5 m	Stahl S235	252,21 kg
	Stahl S235	44,74 kg		5 - 5 - 5 m	KVH C24
3 - 5 m	KVH C24	0,24 m ³	5 - 5 - 5 m	Stahl S235	300,25 kg
	Stahl S235	96,08 kg		5 - 9 - 5 m	KVH C24
3 - 9 m	KVH C24	0,36 m ³	5 - 9 - 5 m	Stahl S235	915,31 kg
	Stahl S235	411,36 kg		9 - 3 - 9 m	KVH C24
5 - 5 m	KVH C24	0,30 m ³	9 - 3 - 9 m	Stahl S235	1131,24 kg
	Stahl S235	140,77 kg		9 - 5 - 9 m	KVH C24
5 - 9 m	KVH C24	0,42 m ³	9 - 5 - 9 m	Stahl S235	1268,36 kg
	Stahl S235	479,92 kg		9 - 9 - 9 m	KVH C24
9 - 9 m	KVH C24	0,54 m ³	9 - 9 - 9 m	Stahl S235	1754,55 kg
	Stahl S235	701,82 kg			

4.10 Stahlbetonverbunddecke

Für die Bemessung der Stahlbetonverbunddecke wurde das R-STAB Zusatzmodul VERBUND-TR von Dlubal verwendet. Dieses Programm bietet speziell für Stahlbetonverbundträger vielseitige Möglichkeiten von Durchbildungstypen. Die Stahlbetonplatte kann als konstante Platte mit Vouten, mit Halbfertigteilelementen oder Trapezblech definiert werden. Für dieses Deckensystem wird eine einfache Betondecke verwendet. Die Quertragfähigkeit wird in Anlehnung an Kapitel 4.2 für die Ortbetondecke bemessen. Als Verbundmittel werden jene Kopfbolzen von KÖCO SD mit der Zulassung ETA-03/0039 verwendet. Die Aufteilung und Positionierung der Dübel wird vom Programm automatisch definiert, um eine 100%-ige Auslastung zu erreichen. In nachfolgender Abbildung 4.27 ist das 3D-Rendering des Stahlbetonverbundträgers aus dem Zusatzmodul dargestellt.

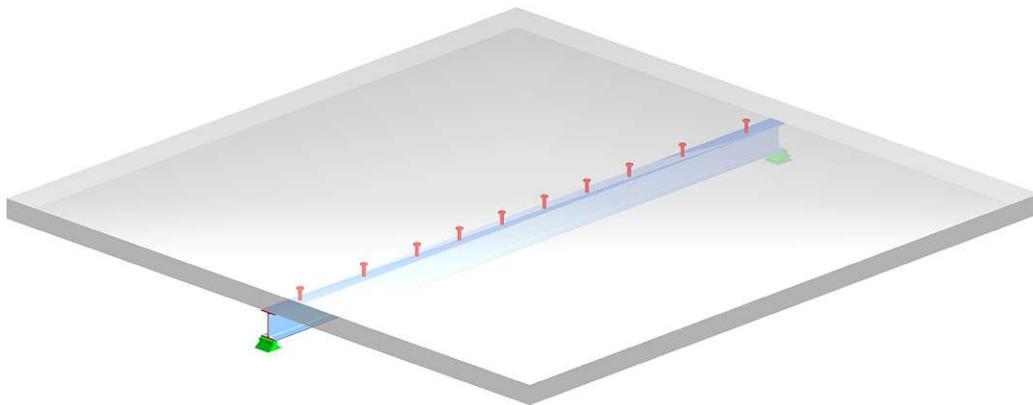


Abb. 4.27: Modellierungsdarstellung des Einfeldträgers 3 m im Zusatzmodul VERBUND-TR

Die Vorteile bei diesem Deckensystem liegen eindeutig darin, dass große Spannweiten mit geringen wirtschaftlichen Aufwand zu dimensionieren sind. Die Betonplatte kann hier mit einer vergleichsweise sehr niedrigen Höhe und einem geringen Bewehrungsgehalt angesetzt werden. Durch die Verwendung von z.B. Trapezblechen oder Halbfertigteilen kann der zusätzliche Aufwand einer Schalung noch entfallen. Der Stahlträgerabstand wird analog zu Kapitel 4.9 mit $e = 3,0$ m angenommen. Aufgrund der verschiedenen Materialeigenschaften werden zusammenfassend folgende Teilsicherheitsbeiwerte für die Berechnung des Stahlverbundsystems berücksichtigt, siehe [49, S.4] [50, S.25]. Die Teilsicherheitsbeiwerte der ständigen und veränderlichen Einwirkungen sind der Tabelle 4.1 zu entnehmen.

Tab. 4.21: Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung der Stahlverbunddecke

Teilsicherheitswerte der Baustoffe		
Beton	γ_c	1,50
Baustahl	γ_a	1,10
Betonstahl	γ_s	1,15
Profilbleche	γ_{ap}	1,10
Verbundmittel	γ_v	1,25
Verbundmittel - Beton	γ_{vc}	1,25

Für die Auswertung des ULS wurden folgende Annahmen getroffen:

- Materialkennwerte Beton:

Beton C25/30 [30, S.29]	$f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B550 S (B) [30, S38.ff.]	$f_{yk} = 550,0 \text{ N/mm}^2$
- Betondeckung (oben und unten) $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$
(Vereinfachte Annahme)
- Die Auswertung der Bewehrung ist der Berechnung der Quertragfähigkeit zu entnehmen, siehe Tabelle 4.22
- Betonalter bei Belastung der ständigen Lasten $t = 28 \text{ Tage}$
Betonalter bei Belastung der veränderlichen Lasten $t = 90 \text{ Tage}$
- Kriechen und Schwinden

Berechnungsdauer	$t = \infty$
Zementtyp	CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
Betonalter	bei Belastung $t_0 = 90 \text{ Tage}$
Rel. Luftfeuchtigkeit	$RH = 50 \%$
- Die Ermittlung für das erforderliche Endschwindmaß erfolgte automatisch im Zusatzmodul
- Verbundmittel Kopfbolzen KÖCO SD lt. ETA-03/0039
- Baustoffeigenschaften Stahl[48, S.30 ff.]:

Streckgrenze $t \leq 40mm$	$f_y = 235,0 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit $t \leq 40mm$	$f_u = 360,0 \text{ N/mm}^2$

Schubfestigkeit, Elastizitätsmodul, etc. siehe ÖNORM EN 1993-1-1
(Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden nur die relevantesten Werte angeführt, die restlichen Daten können der Norm entnommen werden.)
- Die max. Transportlänge wurde ebenso mit 18,0 m beschränkt, jedoch sind die Mehrfeldsysteme aufgrund einer möglichen Durchbildung von Kopflattenstößen mit den definierten Systemlängen berechnet worden.
- Die Schnittgrößenermittlung erfolgte für die Einfeldsysteme nach der Methode 1: Ungerissen über die gesamte Trägerlänge und die Zwei- bzw. Mehrfeldsysteme mit der Methode 2: Rissbildung über den Zwischenlagern.
- Oberer Flansch durch Verdübelung gegen örtliches Beulen gesichert.

Es wurden für den SLS folgende Annahmen getroffen:

- Verformungsnachweis $L / \delta = 250$
(Unter Berücksichtigung des Schwinden und Kriechens)
- Entsprechende Überhöhungen sind den Berechnungen zu entnehmen

- Schwingungsnachweis:
Bürogebäude, Wohngebäude [51, S. 4.10/9] $f_e \geq 3,0 \text{ Hz}$
- Für die Ortbetonplatte Spannungsnachweis
Begrenzung der Betondruckspannung [30, S.129] $\sigma_{c,max,k1} = -15,00 \text{ N/mm}^2$
.
 $\sigma_{c,max,k2} = -11,25 \text{ N/mm}^2$
Begrenzung der Stahlspannung [30, S.129] $\sigma_{s,max,k3} = 440,00 \text{ N/mm}^2$
.
 $\sigma_{s,max,k4} = 550,00 \text{ N/mm}^2$
- Begrenzung der Rissbreite [30, S.130 ff.]
Nachweis der Rissbreitenbegrenzung Grenzwert nach [31, Tab.8 S.32 ff.]
Für die Expositionsklasse XC1
Mindebewehrung zur Aufnahme von Zwangsbeanspruchung $f_{ct,eff,As,min} = 0,5 \cdot f_{ctm}$
Für eine Rissbildung innerhalb der ersten 28 Tage, Annahme [30, S.131 ff.]

Wie bereits angemerkt wurde die Quertragfähigkeit der Ortbetonplatte als Mehrfeldträger mit gleichmäßigen Feldlängen von 3 m in Anlehnung an Kapitel 4.2 berechnet. In der Tabelle 4.22 sind die Ergebnisse für eine Plattenstärke von 12 cm dargestellt. In der Tabelle 4.23 ist die Berechnung der Stahlbetonverbunddecke für einen Zweifeldträger 3 - 5 tabellarisch dargestellt. Die Berechnungen der anderen Systeme kann dem Anhang I entnommen werden.

- Deckenstärke $d = 12 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen oben u. unten $= 0 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Betondeckung (oben und unten) $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$
- Distanzstreifen (DS 4, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen wurden vernachlässigt.

Tab. 4.22: Auszug der Berechnung der Quertragfähigkeit der Ortbetonplatte 12,0 cm

ULS					
Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	3,17	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	1,46	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	2,38	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	1,46	3,35	0	0	cm ² /m

SLS					
Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,Lokal}$	LK4	6,88	12,00	mm	0,57
σ_c	LK4	-7,98	-11,25	N/mm ²	0,71
σ_s	LK2	331,86	440,00	N/mm ²	0,75
$a_{s,min}$	LK3	3,35	1,46	cm ² /m	0,44
w_k	LK3	0,16	0,30	mm	0,54

Tab. 4.23: Zweifeldträger 3 - 5 m Stahlbetonverbunddecke, Auszug der Berechnung**ULS**

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,17
	Nachweis Biegung	0,73
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,25
	Nachweis Biegung	0,54
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	36,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,55
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,99
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,55

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	16,40 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	12,20 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-5,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	17,31 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	8,00	-	0,96	m³ <i>(auf 1 m Streifen bezogen)</i>
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	8,00	7850,00	84,15	kg/m
Distanzstreifen			~	3,84	kg/m
			Gesamt	87,99	kg <i>(auf 1 m Streifen bezogen)</i>
Kopfbolzen S235			~	5,80	kg
Stahl S235	IPE 200	8,00	22,37	59,65	kg <i>(auf 1 m Streifen bezogen)</i>

Zusammenfassung der Materialmenge

Tab. 4.24: Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Stahlbetonverbunddecke in Abhängigkeit der stat. Systeme.

Einfeldsystem			Mehrfeldsystem		
Länge	Material	erf. Menge	Länge	Material	erf. Menge
3 m	Stahl S235	17,39 kg	3 - 3 - 3 m	Stahl S235	87,59 kg
	Beton C25/30	0,36 m ³		Beton C25/30	1,80 m ³
	Bst. B550 (B)	33,00 kg		Bst. B550 (B)	164,99 kg
5 m	Stahl S235	54,31 kg	3 - 5 - 3 m	Stahl S235	402,45 kg
	Beton C25/30	0,600 m ³		Beton C25/30	2,28 m ³
	Bst. B550 (B)	55,00 kg		Bst. B550 (B)	208,98 kg
9 m	Stahl S235	214,40 kg	3 - 9 - 3 m	Stahl S235	566,44 kg
	Beton C25/30	1,08 m ³		Beton C25/30	3,24 m ³
	Bst. B550 (B)	98,99 kg		Bst. B550 (B)	296,97 kg
Zweifeldsystem			5 - 3 - 5 m	Stahl S235	235,31 kg
3 - 3 m	Stahl S235	25,74 kg		Beton C25/30	2,52 m ³
	Beton C25/30	0,72 m ³		Bst. B550 (B)	230,98 kg
	Bst. B550 (B)	65,99 kg	5 - 5 - 5 m	Stahl S235	271,54 kg
3 - 5 m	Stahl S235	65,45 kg		Beton C25/30	3,00 m ³
	Beton C25/30	0,96 m ³		Bst. B550 (B)	274,98 kg
	Bst. B550 (B)	87,99 kg	5 - 9 - 5 m	Stahl S235	663,19 kg
3 - 9 m	Stahl S235	281,25 kg		Beton C25/30	3,96 m ³
	Beton C25/30	1,44 m ³		Bst. B550 (B)	362,97 kg
	Bst. B550 (B)	127,67 kg	9 - 3 - 9 m	Stahl S235	695,55 kg
5 - 5 m	Stahl S235	81,65 kg		Beton C25/30	3,96 m ³
	Beton C25/30	1,20 m ³		Bst. B550 (B)	362,97 kg
	Bst. B550 (B)	109,99 kg	9 - 5 - 9 m	Stahl S235	780,29 kg
5 - 9 m	Stahl S235	297,45 kg		Beton C25/30	4,44 m ³
	Beton C25/30	1,68 m ³		Bst. B550 (B)	406,96 kg
	Bst. B550 (B)	153,99 kg	9 - 9 - 9 m	Stahl S235	953,94 kg
9 - 9 m	Stahl S235	383,31 kg		Beton C25/30	5,40 m ³
	Beton C25/30	2,16 m ³		Bst. B550 (B)	494,96 kg
	Bst. B550 (B)	197,98 kg			

Kapitel 5

Ökologischer Vergleich der Deckensysteme

5.1 Allgemein

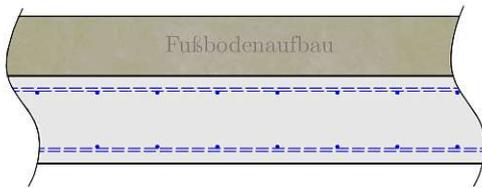
In diesem Kapitel werden die Ergebnisse und Auswertungen der unterschiedlichen Deckensysteme erläutert. Es wurden dabei die errechneten Materialmengen aus dem Kapitel 4 mit den jeweiligen Referenzgrößen und Wirkungsindikatoren aus Kapitel 3 multipliziert. Die Grafiken zeigen die berechneten Beträge der jeweiligen Indikatoren des jeweiligen Systems. Die Balken der Wirkungskategorien stehen in direkter Relation zu den unterschiedlichen Deckensystemen (siehe Abbildung 5.1) und können somit verglichen werden.

Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, erfolgte der ökologische Vergleich für die beiden Lebenszyklusphasen, die Herstellungsphase sowie die Herstellungs- und Entsorgungsphase. Es wurden dabei bewusst die möglichen Potentiale für eine Wiederverwendung etc. vernachlässigt, um objektive ökologische Vergleiche der verwendeten Rohstoffe in den Deckensystemen zu erhalten. Da die Nutzungsphase aber auch die möglichen Potentiale nur sehr schwer oder nicht valide abgebildet werden können, sind für solche Phasen Fallstudien mit detaillierten Randbedingungen wie z.B. Standort, Gebäudeart und -größe, Transportwege etc., zu erstellen.

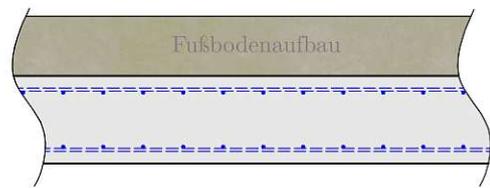
Es wird an dieser Stelle nochmals angemerkt, dass diese Evaluierungen zeit- und raumbegrenzte Aussagen liefern. Es sollte in dieser Arbeit die Frage beantwortet werden, in welchem Verhältnis diese Deckensysteme, aus ökologischer Sicht, objektiv zueinander stehen. Daher wurde stets versucht Durchschnitts EPDs für die Wirkungsindikatoren zu verwenden, um ein allgemeines Gesamtbild darstellen zu können. In weiterer Folge kann noch die Frage gestellt werden, ob es einen Sinn ergibt, weitere Untersuchungen hinsichtlich ökologischer Effizienz für ausgewählte Deckensysteme durchzuführen. Ebenso könnte dies auch der Anstoß dazu sein, vermehrt die ökologische Bewertung in der Entwurfsphase mit einfließen zu lassen und in weiterer Folge als Kriterium bei der Wahl der Deckensysteme zu dienen.

Die Auswertung der Deckensysteme ist in den Grafiken der nachfolgenden Unterkapiteln mit einer entsprechenden Analyse aufgelistet. Sie sind unter Berücksichtigung der jeweiligen Systeme, Einfeld-, Zweifeld- Mehrfeldträger unterteilt und analysiert worden. Für die Übersichtlichkeit wurden nur einzelne Auszüge der Auswertung dargestellt, die genauen Daten in tabellarischer Form mit den zugehörigen Diagrammen können dem Anhang J entnommen werden.

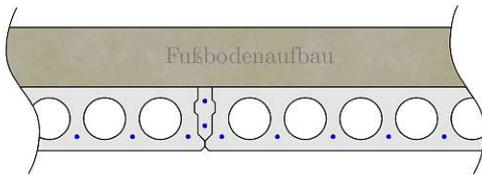
(a) Ortbetondecke mit Stabstahlbew.



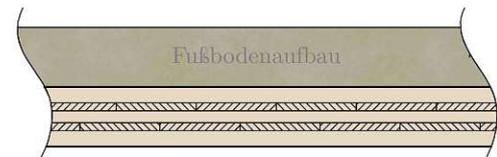
(b) Ortbetondecke mit Mattenbew.



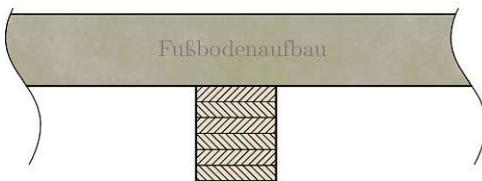
(c) Hohlblechdecke



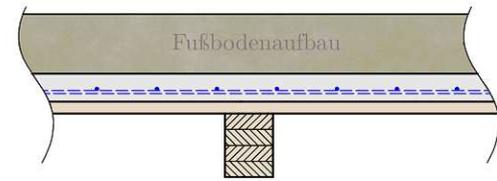
(d) Brettsper Holzdecke



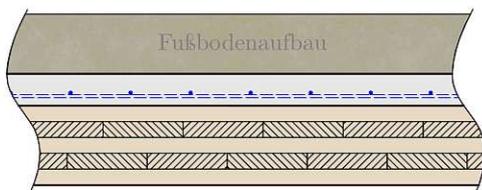
(e) Holzbalken(Tram-)decke



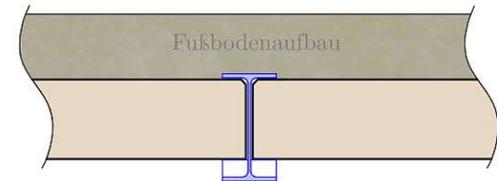
(f) Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)



(g) Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsper Holz)



(h) Tramtraversendecke



(i) Stahlbetonverbunddecke

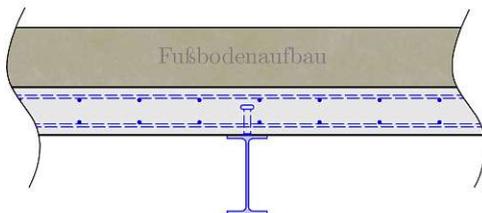


Abb. 5.1: Querschnittskizzen der Deckensysteme

5.2 Einfeldsysteme

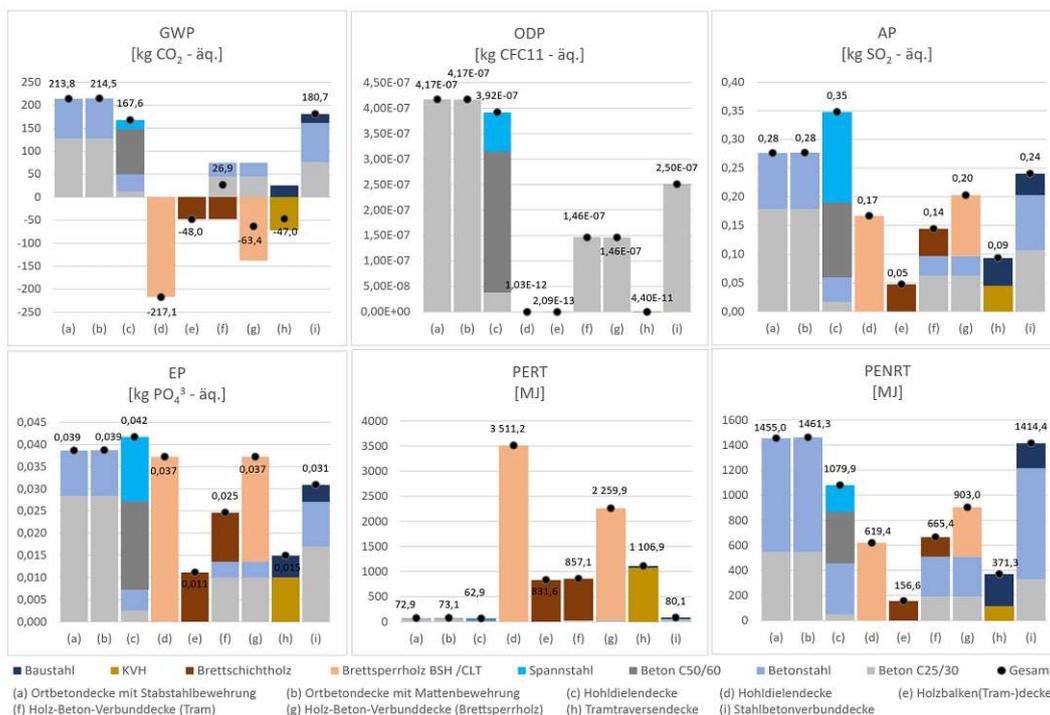


Abb. 5.2: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 3 m, A1 - A3

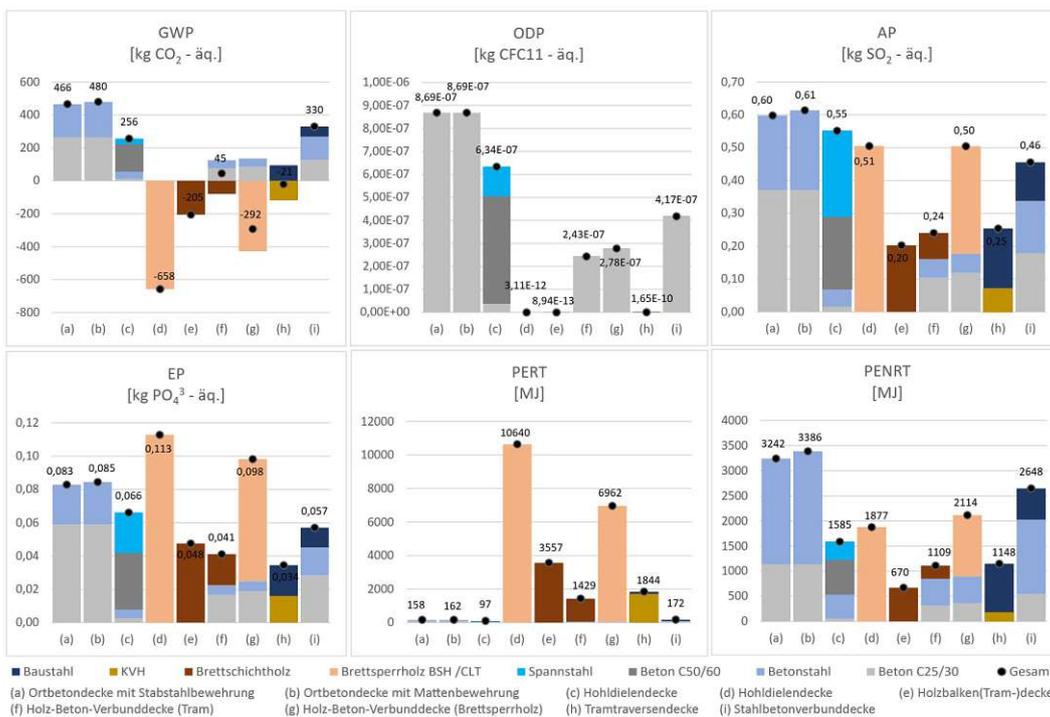


Abb. 5.3: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 5 m, A1 - A3

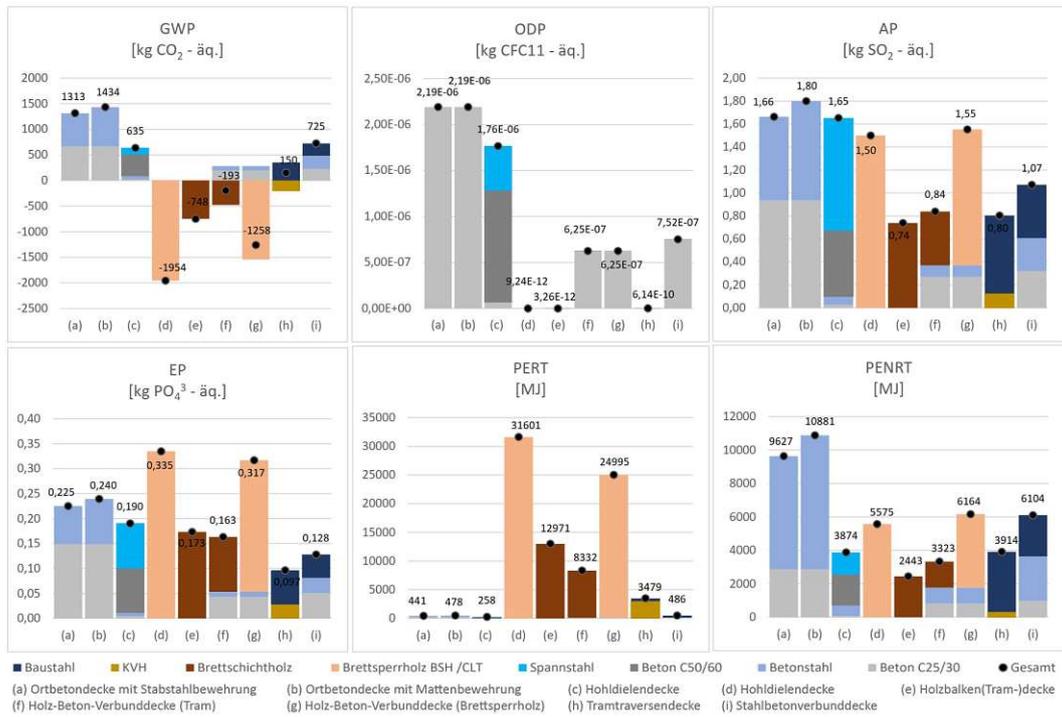


Abb. 5.4: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 9 m, A1 - A3

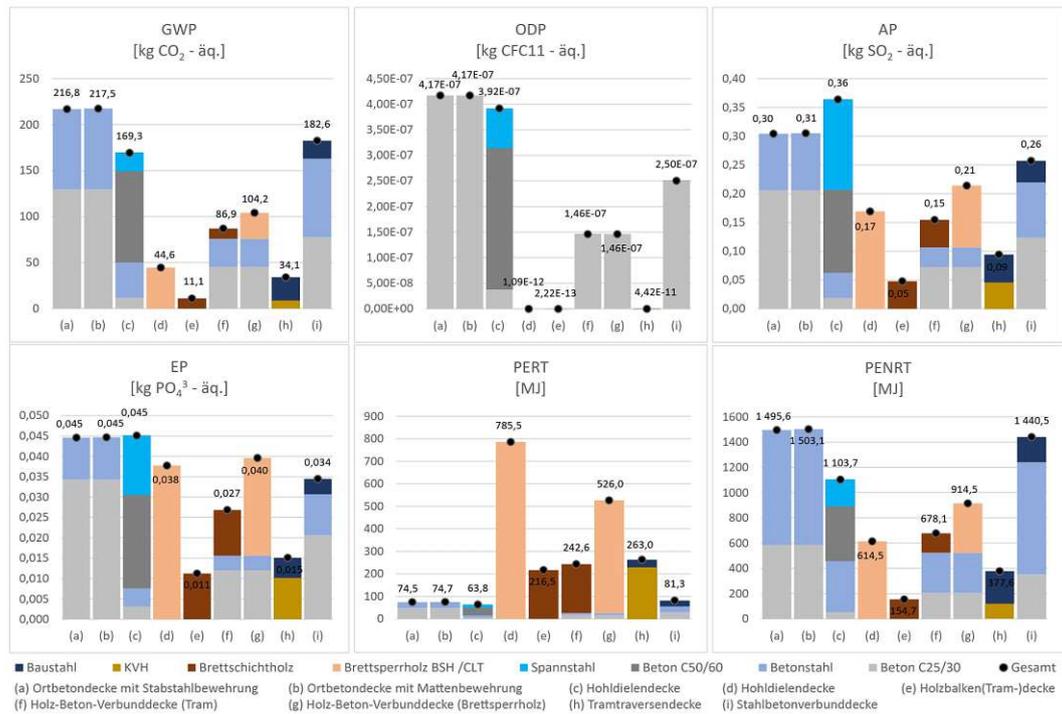


Abb. 5.5: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 3 m, A1 - A3 + C

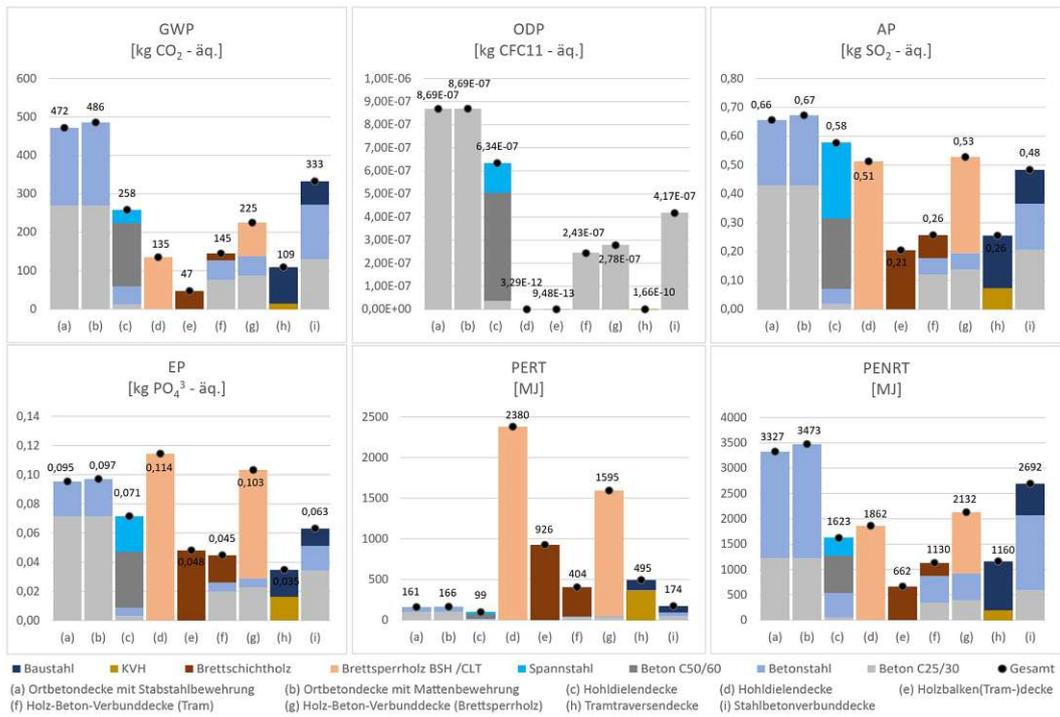


Abb. 5.6: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 5 m, A1 - A3 + C

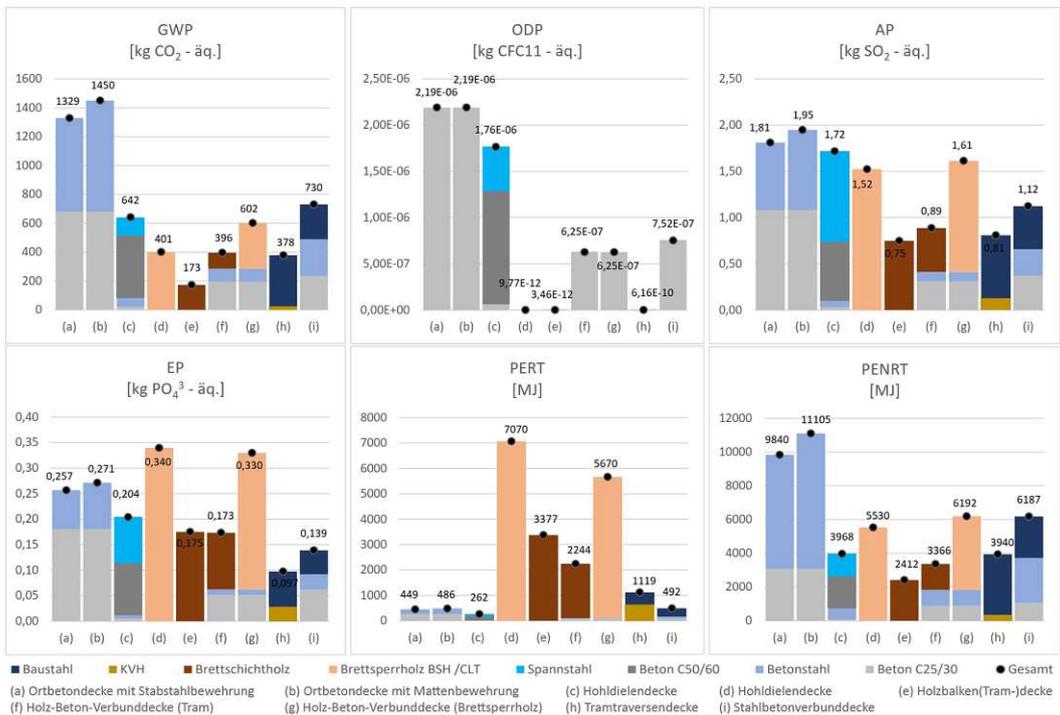


Abb. 5.7: Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 9 m, A1 - A3 + C

5.2.1 Analyse der Einfeldsysteme

Hinsichtlich des GWP ist zu erkennen, dass in der Herstellungsphase alle Deckensysteme mit dem Baustoff Holz sehr gut abschneiden. Dies ist wie in Kapitel 3 darauf zurückzuführen, dass der Holzwerkstoff CO_2 speichern kann. Das heißt auch, umso größer die verwendete Kubatur von Holz ist, desto mehr kann gespeichert werden. Dieser Effekt wirkt sich positiv bei den HBV-Decken mit zunehmender Spannweite, eben aufgrund der Querschnittserhöhung, aus. Bei der Betrachtung inklusive der Entsorgungsphase, kann für das GWP ein guter objektiver Vergleich der Systeme dargestellt werden. Da das gespeicherte CO_2 wieder durch die Entsorgung abgegeben wird, bleibt das Treibhauspotential für die Produktion der des Materials übrig. Es kann hier festgestellt werden, dass bei geringeren Spannweiten die Deckensysteme mit dem Baustoff Holz im Vergleich positiv aufscheinen. Mit ansteigender Feldlänge werden aber auch die HBV-Decken und auch die Hohldielendecken interessanter. Die Tramtraversendecke schneidet bei allen Systemlängen sehr gut ab und ist eine Alternative die angesichts des Stahlträgers so nicht zu erwarten war. Bei den Betondecken ist deutlich zu erkennen, dass diese bei zunehmenden Spannweiten im Vergleich immer schlechter abschneiden. Den vergleichsweise großen zu erwartenden Langzeitverformungen kann nur mittels Querschnittserhöhung bzw. durch eine Erhöhung der Bewehrungsmenge entgegengewirkt werden. Die Verwendung von Matten führt mit zunehmender Spannweite zu verhältnismäßig höheren erforderlichen Mengen.

Für das Ozonabbaupotential ist maßgeblich der Beton hauptverantwortlich bzw. hat das Holz keinen wesentlichen Einfluss darauf. Das heißt, alle Deckensysteme in denen Beton verarbeitet wurde, schneiden mit zunehmender Materialmenge ungünstiger ab. Betrachtet man zusätzlich die Entsorgungsphase entstehen keine wesentlichen Änderungen, da hier keine ausschlaggebenden Einflüsse bei der Entsorgung stattfinden.

Bzgl. des Versauerungspotentials konnte beobachtet werden, dass die Deckensysteme mit geringerer Kubatur eindeutig besser abschneiden als z.B. die Holzbalkendecke, HBV-Decke oder die Tramtraversendecke. Die Decken mit den höchsten Holzanteilen stellen das größte Übersättigungspotential dar. Auch hier gilt, je höher die Materialmenge der Holzwerkstoffe, desto schlechter schneiden sie im Vergleich ab.

Die Werte der erneuerbaren Primärenergie sind für die Holzwerkstoffe bzw. für alle nachwachsenden Rohstoffe sehr hoch. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Materialien einen sehr hohen Heizwert und somit eine hohe nutzbare Wärmemenge besitzen. Aus diesem Grund sind die nachwachsenden Rohstoffe auch sehr klimaschonend, da sich das emittierte Kohlenstoffdioxid nicht auf die Atmosphäre auswirkt. Es kann nur die Menge an CO_2 , das beim Wachsen des Baumes durch Photosynthese der Atmosphäre entzogen wurde, wieder abgegeben werden. Für die anderen Baustoffe sind diese Werte eher aus der Herstellung von erneuerbarer Energien zurückzuführen. Wird die Herstellungsphase betrachtet, ist zu erkennen, dass die PERT bei den Holzwerkstoffen deutlich geringer ausfällt, da z.B. durch die Verbrennung wieder Energie entstehen kann. Das heißt im Umkehrschluss, dass für die nicht erneuerbare Primärenergie hauptsächlich die Baustoffe von Beton und Stahl ausschlaggebend sind.

Abschließend ist festzuhalten, dass die HBV-Decke (Tram) mit zunehmender Spannweite eine sehr gute Alternative gegenüber der Brettsperrholzdecke ist. Besonders überraschend schneidet jedoch die Tramtraversendecke bei allen Indikatoren und Trägerlängen ab. Eine solche Deckenbauart ist aufgrund der dargestellten Daten, noch vor der Brettsperrholzdecke und der HBV-Decke einzuordnen. Dies resultiert daraus, dass ein sehr geringer Materialaufwand von Seite des Stahls

erforderlich ist und trotzdem noch große Spannweiten überbrückt werden können. Die HBV-Decke (Brettspertholz) schneidet vergleichsweise eher schlecht ab, da die Brettspertholzhöhe zwar reduziert werden kann, jedoch nicht in dem erforderlichen Maß, um den darüber liegenden Beton mit der Bewehrung wieder ausgleichen zu können. Dies kann im Gegenteil dazu die HBV-Decke mit einzelnen Holzbalken bewerkstelligen. Bei der Stahlbetonverbunddecke, sowie der Hohldecke ist zu erkennen, je größer die Spannweiten werden, desto besser kommen deren Vorteile zur Geltung. Bei einer Länge von 9,0 m liegen sie nur noch ca. bei der Hälfte der Treibhauspotentiale der Ortbetondecken.

5.3 Zweifeldsysteme

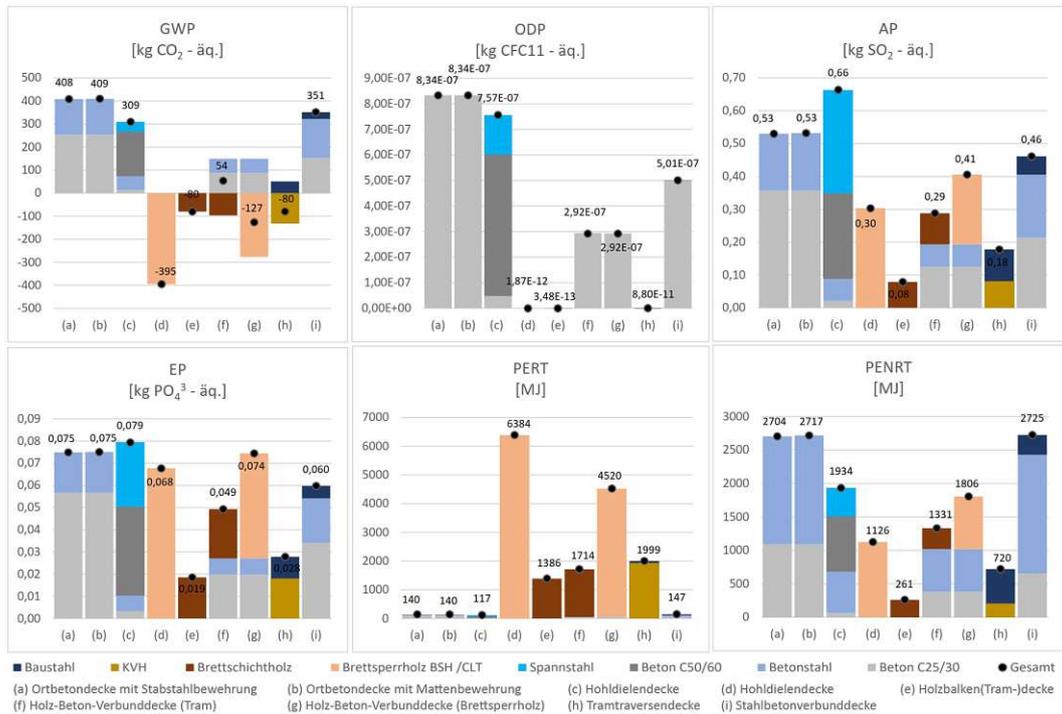


Abb. 5.8: Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 3 m, A1 - A3

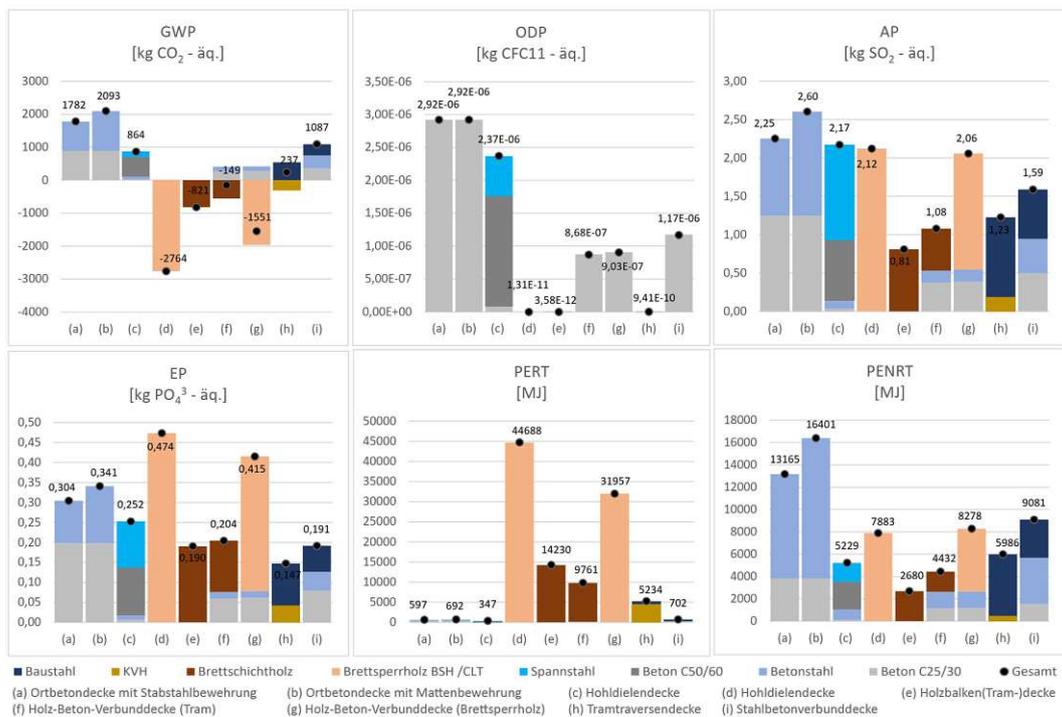


Abb. 5.9: Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 5 - 9 m, A1 - A3

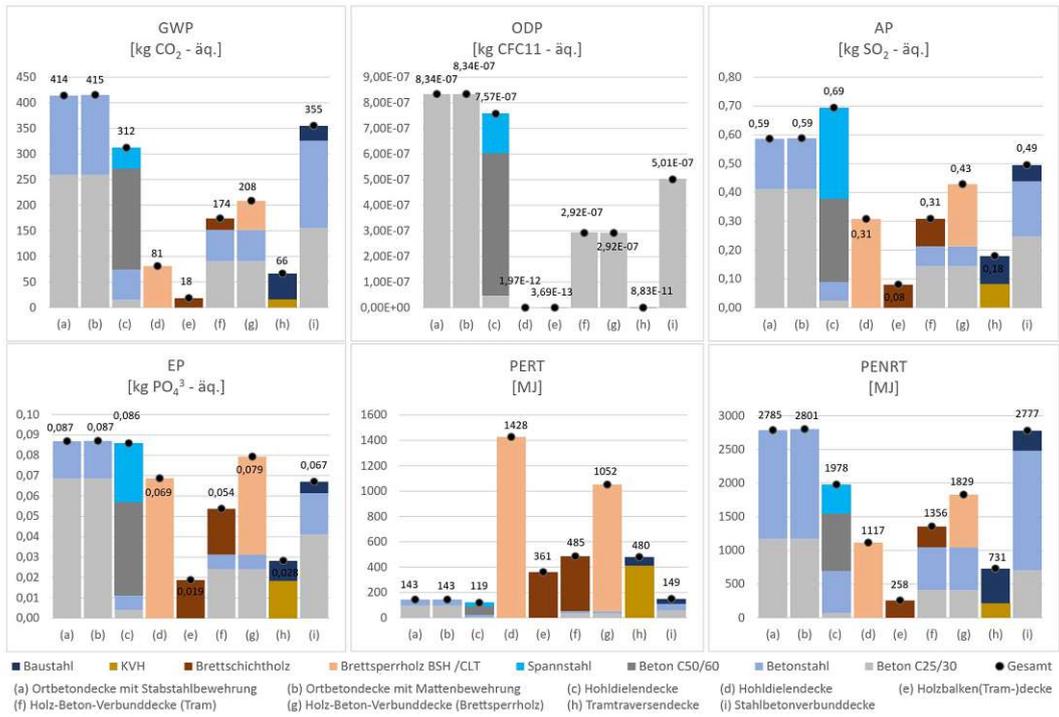


Abb. 5.10: Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 3 m, A1 - A3 + C

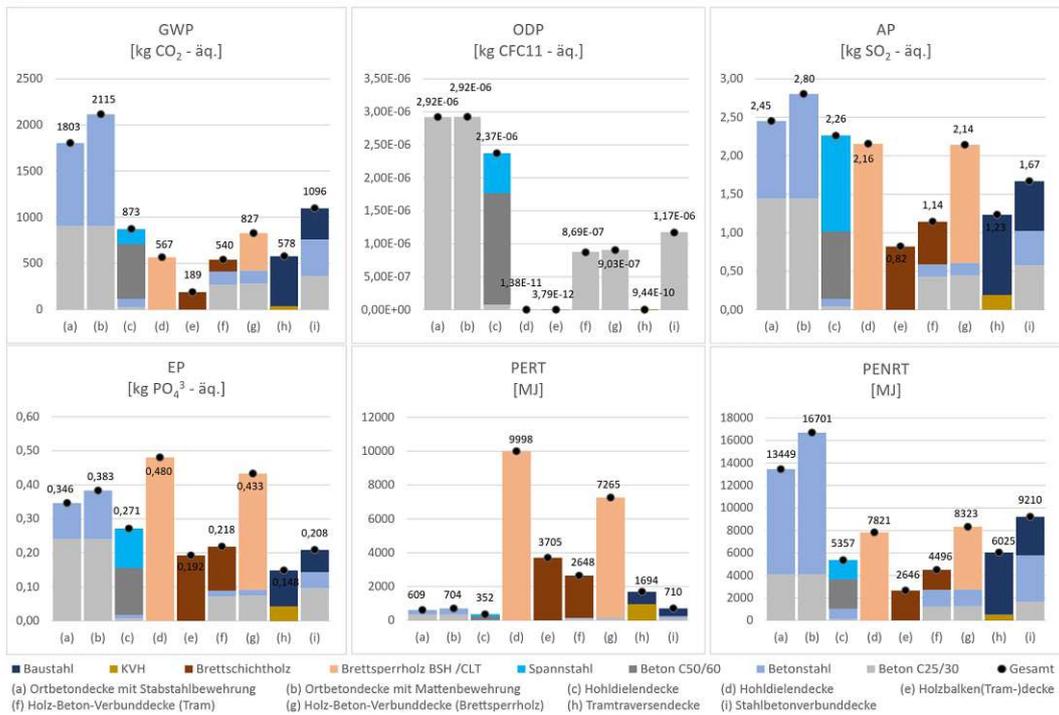


Abb. 5.11: Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 5 - 9 m, A1 - A3 + C

5.3.1 Analyse der Zweifeldsysteme

Für die Auswertung der Zweifeldsysteme konnte festgestellt werden, dass die Verhältnisse der berechneten Indikatoren mit jenen der Einfeldträger vergleichbar sind. Durch die größeren Materialmengen sind auch die entsprechenden Werte größer, jedoch die Relation zueinander verhält sich fast ident. Für die betrachtete Herstellungsphase wird mit ansteigender Länge die HBV-Decke hinsichtlich des Treibhauspotentials zunehmend negativ. Dies ist auf den größer werdenden Holzanteil und der damit höheren Speicherung von CO₂ verbunden. Im Gegenteil dazu wirkt es sich bei der Tramtraversendecke ungünstig aus, da bei größer werdenden Längen der Stahlanteil überwiegt. Wird die Entsorgungsphase noch dazu betrachtet, ist deutlich zu erkennen, dass die HBV-Decke im Vergleich sehr positiv abschneidet. Hinsichtlich des Treibhauspotentials ist es interessant, dass die Tramtraversendecke mit zunehmender Länge (bei den Kombinationen mit einer 9 m langen Feldlänge), sich hinter der Brettsperrholzdecke oder Holzbetonverbunddecke einordnen muss. Bei den Einfeldsystemen schnitt dieses Deckensystem deutlich besser ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bemessung der HBV-Decke als zwei Einfeldträger erfolgte. Ebenso führen die Zweifeldsysteme zu Stützmomenten und einem ungünstigeren Schwingverhalten, was zu einer Querschnittserhöhung des Stahlträgers führt. Würde man vergleichsweise den Zweifeldträger 3 - 9 m durch zwei entsprechende Einfeldträger ersetzen, würde die Summe des GWPs um ca. 20% reduziert werden können. Dadurch wäre die Tramtraversendecke wieder vor den beiden oben genannten Deckensystemen einzuordnen.

Hinsichtlich des Ozonabbaupotential können die Zweifeldsysteme mit den Einfeldsystemen verglichen werden, da das Verhältnis der Indikatoren zueinander sich ähnlich verhält. Das heißt alle Deckensysteme mit Verwendung von Beton besitzen ein größeres ODP, wobei hier auch die Herstellung von Spannstahl wesentlich mit einfließt. Unterschiede zwischen den beiden definierten Lebenszyklusphasen sind nur bei den Holzwerkstoffen und hier in einem sehr geringen Ausmaß gegeben.

Beim Versauerungspotential ist deutlich zu erkennen, je größer die Spannweite wird, desto höher sind die Werte der Brettsperrholzelemente, auch bei der Variante als Verbunddecke. Dies ist, wie bei der Analyse der Einfeldträger beschrieben, auf die zunehmende Materialmenge zurückzuführen.

Die Eutrophierung verhält sich ebenso wie bei der Untersuchung der Einfeldträger angemerkt, dass die Holzanteile das größte Übersättigungspotential darstellen. Auch hier gilt, je größer die Kubaturen von Holz werden, desto schlechter schneiden sie im Vergleich ab, wobei bei den kleineren Spannweiten diese noch hinter der Beton- bzw. der Hohldielendecke liegen. Die erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie ist wie bereits bei den Einfeldträgern erwähnt, von den Rohstoffen abhängig, diese Werte sind auch für die Zweifeldträger in einer ähnlichen Größenordnung.

Letztlich konnte festgestellt werden, dass die Holzbalkendecke auch für das Zweifeldsystem am besten abschneidet. Ortbetondecken können nur bei kleineren Spannweiten noch mit den anderen Deckensystemen konkurrieren, wobei auch hier angemerkt werden sollte, dass die Flachdecken mit einer Mindeststärke von 20 cm bemessen wurden. Die HBV-Decke sollte besonders bei größer werdenden Spannweiten in Betracht gezogen werden. Jedoch ist bei dieser Auswertung erkennbar geworden, dass Zweifeldsysteme nachteilig sein können bzw. die Nutzung von zwei Einfeldträgern bei gewissen Längenkombinationen aus ökologischer Sicht besser wäre. Dies gilt nicht nur für die Tramtraversendecke. Auch die Stahlbetonverbund- oder Brettsperrholzdecke hätten bei der Verwendung von mehreren Einfeldsystemen effizienter aus ökologischer Sicht genutzt werden

können. Dies ist auch bei einem direkten Vergleich der Materialmenge ersichtlich. Verdeutlicht wird diese Erkenntnis bei der Auswertung der Mehrfeldsysteme. Die Stahlbetonverbunddecke kann auch bei größeren Spannweiten nur hinsichtlich des Versauerungspotential mit den anderen Deckensystemen mithalten. Ebenso ist erkennbar, dass die Verwendung von Hohldeckendecken auf jeden Fall auch bei den Zweifeldsystemen gegenüber den Ortbetondecken vorteilhaft ist.

5.4 Mehrfeldsysteme

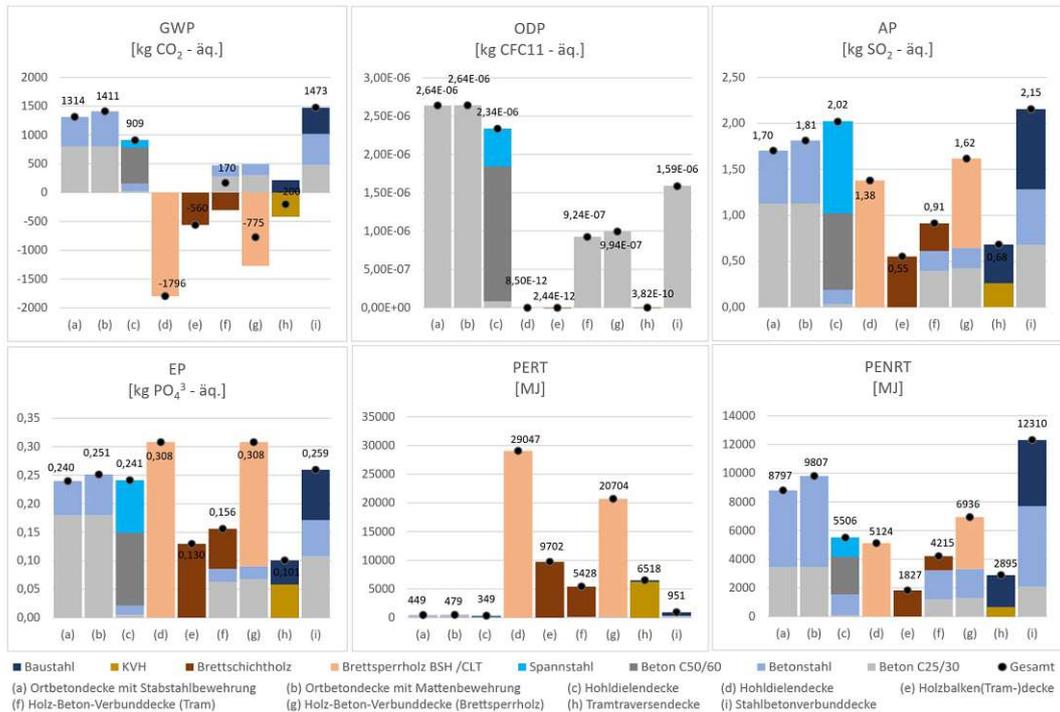


Abb. 5.12: Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 3 - 5 - 3 m, A1 - A3

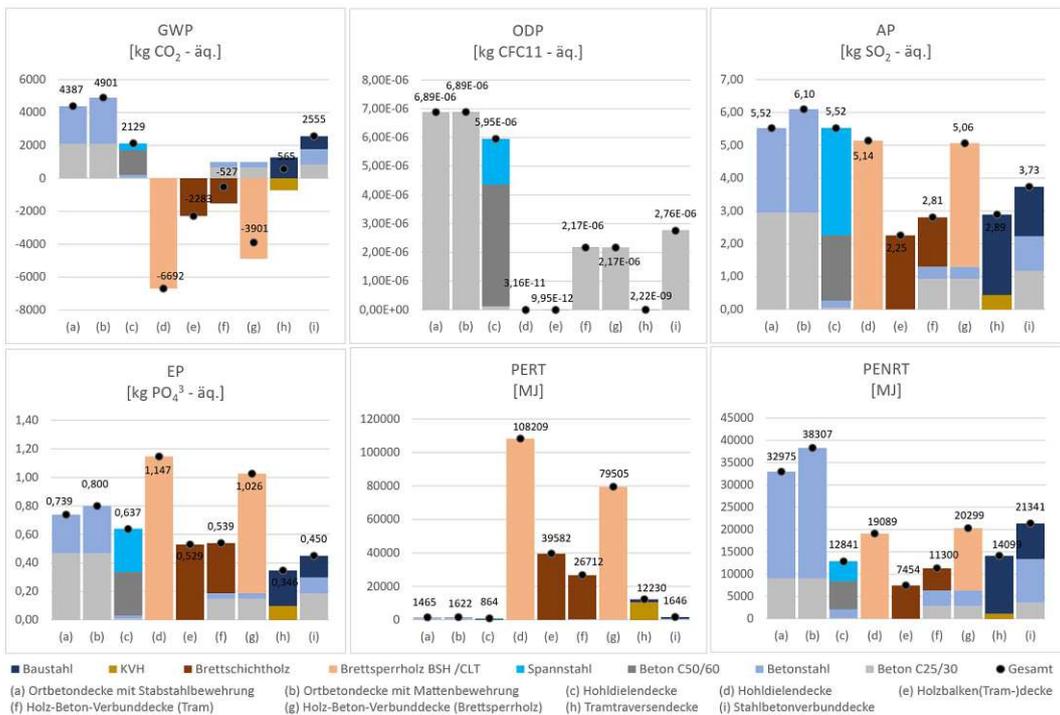


Abb. 5.13: Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 9 - 3 - 9 m, A1 - A3

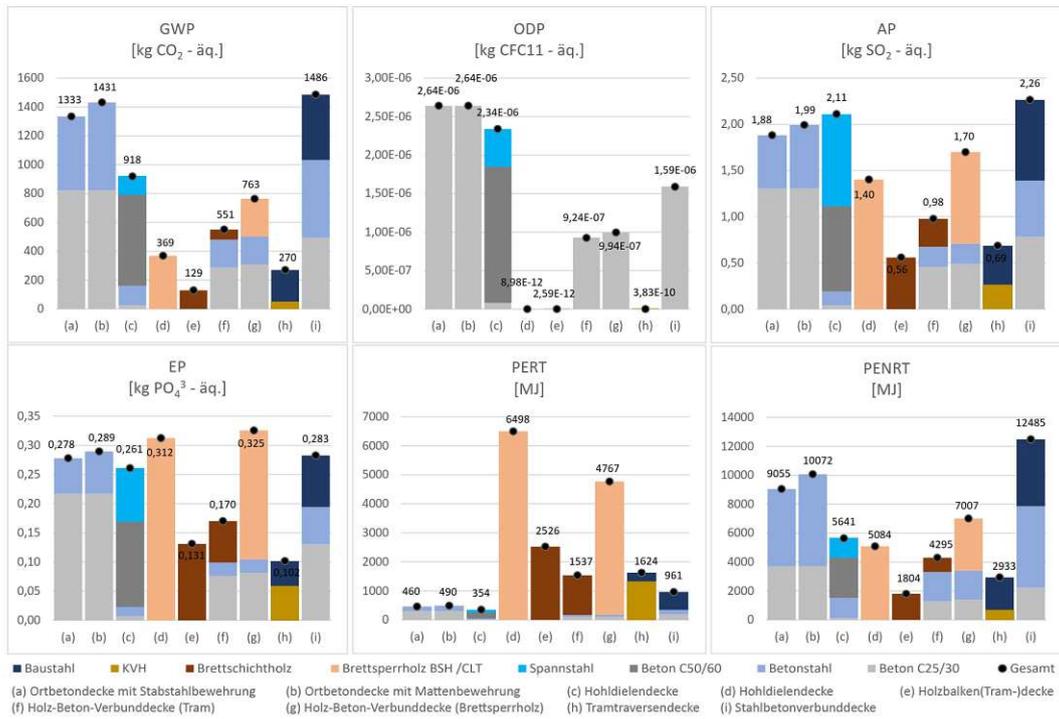


Abb. 5.14: Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 3 - 5 - 3 m, A1 - A3 + C

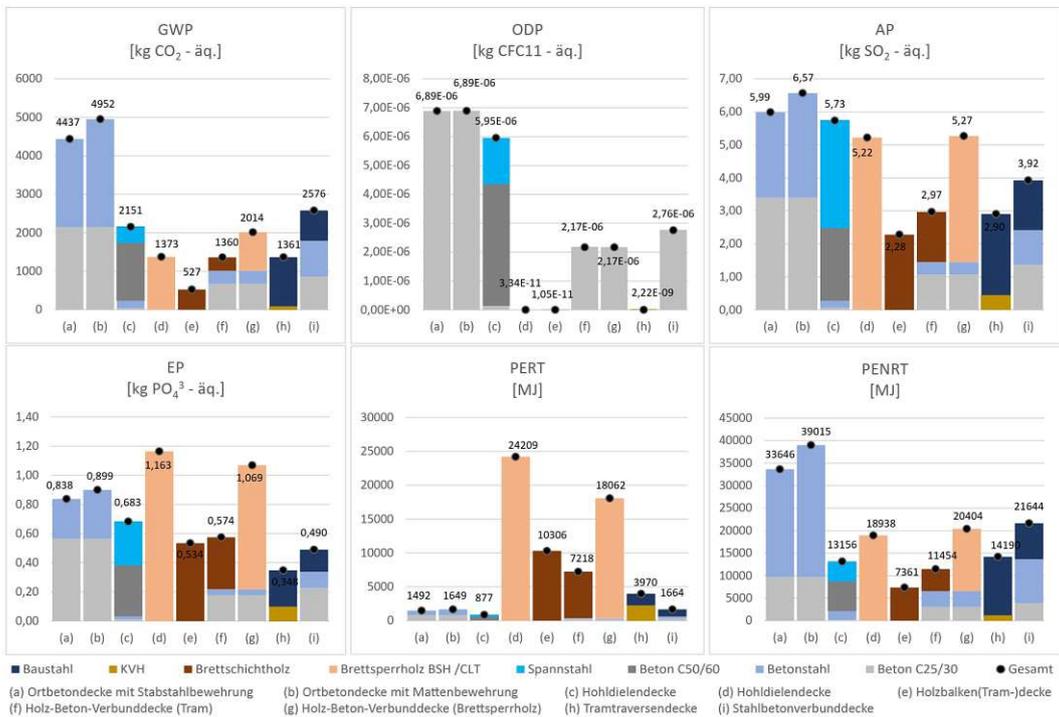


Abb. 5.15: Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 9 - 3 - 9 m, A1 - A3 + C

5.4.1 Analyse der Mehrfeldsysteme

Hinsichtlich der Auswertung der Mehrfeldsysteme sind für die Wirkungsindikatoren keine neuen Besonderheiten erkennbar. Sprich die Verhältnisse zueinander sind in Abhängigkeit der Materialmenge vergleichbar bzw. kann hier auf die beiden anderen Analysen der Ein- und Zweifeldsysteme verwiesen werden.

Folgend kann festgehalten werden, dass auch bei den Mehrfeldträgern die Holzbalkendecke das beste Ergebnis erzielt. Die beiden Ortbetondecken können nur bei den Kombinationen mit den kürzeren Spannweiten mit den anderen Deckensystemen mithalten. Wie bereits erwähnt, kommen die Vorteile der Hohlzieledecke erst bei größeren Spannweiten zur Geltung, sowie auch die Stahlbetonverbunddecken. Sie liegen in etwa hinsichtlich des Treibhauspotentials bei 50 - 60% der Ortbetondecken. Beim Versauerungspotential und der Eutrophierung ist jedoch die Hohlziele aufgrund des Spannstahls mit der Betondecke gleichzusetzen. Ebenso ist wie bereits bei den anderen Systemen erwähnt, die HBV-Decke aus ökologischer Sicht effizienter als die Brettspertholzdecke. In fast allen Ein-, Zwei- und Mehrfeldsystemen (außer bei jenen mit den Kombinationen der kurzen Feldlängen 3 und 5 m) ist sie auch bei allen Indikatoren (außer bei PERT und PERNT) der CLT-Decke vorzuziehen. Wie in der Analyse der Zweifeldsysteme angemerkt war, ist bei der Tramtraversendecke aber auch bei der Stahlbetonverbund-, sowie der Brettspertholzdecke ersichtlich, dass es teilweise effizienter ist, die Mehrfelddeckensysteme als mehrere Einfeldträger auszubilden. Dies ist bei der Analyse der Mehrfeldträger deutlich zu erkennen bzw. ist dies durch die direkte Betrachtung der Materialmengen ersichtlich.

Kapitel 6

Conclusio

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

In dieser Arbeit ist der Frage nachgegangen worden, ob Materialien, wie Stahl und Beton gegenüber Holz hinsichtlich der ökologischen Effizienz, konkurrenzfähig sind, bzw. wie sich die Deckenarten bei unterschiedlichen Längen gegenüberstehen. Eine solche Bewertung ist stets unter definierten Systemgrenzen möglich. Es wurde dabei versucht, sich an die praxisorientierten Randbedingungen zu halten, um eine objektive Gegenüberstellung der derzeit gebauten Deckensysteme zu erzielen. Für den Vergleich der Systeme ist es essentiell, sich mit den Nutzungsphasen der jeweiligen Baustoffe auseinanderzusetzen. Es zeigt sich, dass für eine Bewertung wichtige Aspekte in den jeweiligen Phasen zu berücksichtigen sind. Denn wie bei den Analysen ersichtlich, können die Auswertungen der Daten für die jeweiligen Phasen sehr unterschiedlich ausfallen, wie z.B. beim Treibhausgaspotential. Zu wissen, dass Holz während seines Wachstums Kohlenstoffdioxid speichert und dieser bei der Entsorgung wieder freigegeben wird, ist für eine Bewertung essentiell. Ebenso spielt es bei der ökologischen Bewertung mit EPDs eine wichtige Rolle, valide Daten zu verwenden. Es können hier sehr große Differenzen entstehen. Besonders bei Stahlprodukten konnten sehr große Diskrepanzen festgestellt werden. Entscheidend ist hier beispielsweise das Herstellungsland und die dort verwendeten Prozesse und Energiequellen. Es wurde daher versucht stets Durchschnittswerte aus Europa oder z.B. Deutschland bezogen auf Österreich (Validierung durch Ecoinvent) zu ermitteln, um so allgemeine Werte für die Gegenüberstellung zu erhalten. Wie hier nochmals verdeutlicht wird, fließen für eine ökologische Bewertung sehr viele Faktoren ein. Daher ist es sehr wichtig diese richtig zu verstehen und bewerten zu können. Weitere Faktoren wie die wirtschaftlichen Aspekte etc., wurden nicht betrachtet. Es ging ausschließlich um eine ökologische Beurteilung. Des Weiteren sollte mit den gewählten Nutz- und Aufbaulasten ein Großteil des Wohn- und Bürobaus abgedeckt werden.

Die Untersuchung hat ergeben, dass vor allem die HBV-Decke (Tram) sich gegenüber der Brettsperrholzdecke behaupten konnte. Je größer die Spannweiten wurden, desto besser schnitt dieses Deckensystem im Vergleich ab. Die Holzbetonverbunddecke mit Brettsperrholzelementen konnte dahingehend nicht mithalten, wobei auch hier angemerkt werden sollte, dass es hier bereits Forschung bzgl. Ressourcen effizienter Bauweisen gibt, siehe Diplomarbeit von Holzhaider [11], ebenso auch hinsichtlich der Betonelemente, denn hier konnte festgestellt werden, dass die Ortbetondecken das Schlusslicht dieser Beurteilung bilden. Dies kann auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden. Einerseits ist die Ausbildung von Flachdecken bei größeren Spannweiten suboptimal bzw. erhöhen sich die Querschnitts- und Materialmengen bedingt durch das hohe Eigengewicht enorm. Weiters liegen im Beton, aufgrund des Isotropen Verhaltens, die Vorteile auch in einer möglichen zweiachsigen Spannrichtung. Eine derartige zweiachsige Spannrichtung wurde hier nicht berücksichtigt. Ebenso können auch höhere Querkräfte in den Feldbereichen aufgenommen werden, die unter anderem auch zu größeren geometrischen Freiheiten führen können. Daher ist es im Betonbau essentiell, das Material optimal zu nutzen bzw. den Ausnutzungsgrad

durch Strukturadaptierung zu erhöhen, um so die ökologische Effizienz der Bauteile steigern zu können. Hier wird auf den Beitrag von Kromoser [2] im Betonkalender verwiesen, wo bereits solche Optimierungen erforscht werden. Vereinfacht zeigt die Hohldielendecke eine solche ressourcenoptimierte Nutzung, die aufgrund der wesentlich geringeren erforderlichen Materialmenge von Beton und Stahl besser abschneiden. Bei der Stahlbetonverbunddecke konnte man erkennen, je größer die Spannweiten wurden desto besser schnitt dieses Deckensystem ab. Hierfür wären noch Vergleiche mit größeren Spannweiten interessant. Für den in dieser Arbeit definierten Wohn- bzw. Bürobau, spielen jedoch solche Spannweiten eher eine untergeordnete Rolle.

Die größte Erkenntnis dieser Arbeit stellte jedoch die Tramtraversendecke dar. Sie schnitt bei fast allen Spannweiten und Indikatoren hinter der Holzbalkendecke am besten ab. Es lies sich daraus folgern, dass der Materialaufwand des Stahls im Vergleich sehr gering ausfällt bzw. die Sekundärträger in Holz gefertigt sind. Somit können sehr hohe Spannweiten auch mit relativ geringer Materialmenge sowie einer geringen Deckenhöhe überbrückt werden. Die Holzbalkendecke schnitt von allen betrachteten Deckenarten am ökologischsten ab.

Hier ist jedoch zu erwähnen, dass ein großer Nachteil im hohen Deckenaufbau bei größer werdenden Spannweiten liegt. Wird nur die Herstellungsphase (A1 – A3) betrachtet, so ist die Brettsper Holzdecke, aufgrund der größeren Speicherkapazitäten des CO₂ im Holz, noch davor zu reihen. Ebenso konnte festgestellt werden, dass auch noch Optimierungspotentiale in den Holzwerkstoffen allgemein liegen. Durch die Verwendung von besseren Holzgüteklassen kann die Effizienz der Bauteile wesentlich gesteigert werden. Bei gewissen Deckensystemen besteht noch eine Optimierungsmöglichkeit hinsichtlich des gewählten Systems (z.B. die Tramtraversendecke ausschließlich als Einfeldträger). Bei einigen Deckenarten konnte festgestellt werden, dass durch eine mögliche Ausbildung von mehreren Einfeldträgern oder durch Zwei- und Mehrfeldträgern die Effektivität gesteigert werden konnte.

6.2 Ausblick

Durch den stetig ansteigenden Bedarf an Materialien und Baustoffen, wird der ressourceneffiziente Einsatz in Zukunft eine immer größer werdende Rolle spielen. Zudem konnte in den letzten 1 - 2 Jahren der Pandemie ein zunehmender kurzfristiger akuter Rohstoffmangel beobachtet werden. Es sollte daher vermehrt die ökologische und effiziente Ressourcennutzung der Baustoffe als Kriterium bei der Wahl der Bauart mit einfließen. Dies sollte sich nicht nur auf die Deckensysteme, sondern auf alle möglichen Bauteile beziehen. Diese Resultate sollen in der Entwurfsplanung berücksichtigt werden, um so eine optimale Nutzung der Rohstoffe gewährleisten.

Abschließend ist festzuhalten, dass jedes System seine Vor- und Nachteile besitzt. Es sollte stets abgewogen werden, welche diese sind und mit einer effizienten Ressourcennutzung in Symbiose vereinheitlicht werden. Es ist daher empfehlenswert vermehrt den Einsatz einer Hybriden-Bauweise, in der die Vorteile jedes einzelnen Baustoffes im Sinne des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit zur Geltung kommen, zu forcieren. Für eine finale Entscheidung wird jedenfalls die Durchführung einer Ökobilanz empfohlen.

Abbildungsverzeichnis

1.1	Rohstoffabbau und Entwicklung der Weltbevölkerung [2, S.306]	14
1.2	3 Säulen der Nachhaltigkeit [3, S.9]	15
2.1	Phasen einer Ökobilanz [9, S.17]	18
2.2	Beispielklärung von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung anhand der Klima- veränderung [4, S.36]	19
2.3	Der Weg zum EPD als Prozessablauf [14]	22
2.4	Lebenszyklus nach ÖNORM EN 15978 [3, S.98]	23
2.5	Einteilung der Lebenszyklusinformation in Module nach ÖNORM EN 15804 [16, S.21]	24
4.1	Lastanordnung Zweifeldsystem	38
4.2	Lastanordnung Mehrfeldsystem	38
4.3	Ausschnitt der Modellierung für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m	40
4.4	Übersicht der Berechnung für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m.	41
4.5	Bewehrungsskizze Ortbetondecke mit Stabstahlbewehrung	44
4.6	Gegenüberstellung der Stöße für einen Zweifeldträger in Ortbeton 3 - 5 m.	46
4.7	Bewehrungsskizze Ortbetondecke mit Mattenbewehrung	49
4.8	Bemessungstool Firma Oberndorfer [32]	51
4.9	Bewehrungsskizze Rand- und Mittellager	52
4.10	Übersicht der Materialkennwerte für die Brettsperrholzdecken im RF-Laminat für das Zweifeldsystem 3 - 5 m	56
4.11	Übersicht der Spannungsnachweise für einen Zweifeldträger 3 - 5 m	58
4.12	Übersicht der Materialkennwerte für die Brettsperrholzdecken im Zusatzmodul RF-Laminat	58
4.13	Eigenwerte und Eigenfrequenzen für einen Einfeldträger 9 m	59
4.14	Auszug der Berechnung für die Schwingbeschleunigung für einen Einfeldträger 9 m	60
4.15	Schematischer Konstruktionsaufbau der Holzbalkendecke	63
4.16	Auszug der Holzbalkendecke im RF-HOLZ Pro für das Zweifeldsystem 3 - 5 m	64
4.17	Systemübersicht des Bemessungsprogramms von SFS für einen Einfeldträger 3 m	67
4.18	Auszug der Berechnung im Bemessungsprogramm HBV von SFS für den Einfeld- träger 3 m	68
4.19	Übersicht der Kervenverbindung [11, S.51]	71
4.20	Auszug der Flächenlast als Längenänderung im Programm- RFEM	73
4.21	Schubübertragung bei Brettsperrhölzern [47, S.64]	74
4.22	Modellierung des Einfeldsystems 9 m	75
4.23	Eingabemodul der Flächenfreigabe inkl. des Typen	75
4.24	Modifizierung der Steifigkeiten und der Flächenfreigaben (Schubsteifigkeit)	75
4.25	Ausschnitt der Modellierung für einen Zweifeldträger 3 - 5 m der Tramtraversendecke	79
4.26	Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 5 m im Zusatzmodul RF-STAHLEC3	81
4.27	Modellierungsdarstellung des Einfeldträgers 3 m im Zusatzmodul VERBUND-TR	84
5.1	Querschnittskizzen der Deckensysteme	90

5.2	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 3 m, A1 - A3	91
5.3	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 5 m, A1 - A3	91
5.4	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 9 m, A1 - A3	92
5.5	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 3 m, A1 - A3 + C	92
5.6	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 5 m, A1 - A3 + C	93
5.7	Auszug der Auswertung des Einfeldträgers 9 m, A1 - A3 + C	93
5.8	Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 3 m, A1 - A3	96
5.9	Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 5 - 9 m, A1 - A3	96
5.10	Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 3 - 3 m, A1 - A3 + C	97
5.11	Auszug der Auswertung des Zweifeldträgers 5 - 9 m, A1 - A3 + C	97
5.12	Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 3 - 5 - 3 m, A1 - A3	100
5.13	Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 9 - 3 - 9 m, A1 - A3	100
5.14	Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 3 - 5 - 3 m, A1 - A3 + C	101
5.15	Auszug der Auswertung des Mehrfeldträgers 9 - 3 - 9 m, A1 - A3 + C	101

Tabellenverzeichnis

2.1	Ebenen der EPD- Erarbeitung [13, S.187]	20
3.1	Auszug aus der EPD für Beton C25/30 [20, S.30]	29
3.2	Berechnete Wirkungskategorien für 1 m ³ Beton C25/30	29
3.3	Auszug aus der EPD für Betonstahl [22]	30
3.4	Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Betonstahl	30
3.5	Auszug aus der EPD für Beton C50/60 [20, S.34]	31
3.6	Berechnete Wirkungskategorien für 1 m ³ Beton C50/60	31
3.7	Auszug aus der EPD für Spannstahl [2, S.319]	32
3.8	Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Spannstahl	32
3.9	Auszug aus der EPD Brettsperrholz [23]	33
3.10	Berechnete Wirkungskategorien für 1 m ³ Brettsperrholz	33
3.11	Auszug aus der EPD Brettschichtholz [24]	34
3.12	Berechnete Wirkungskategorien für 1 m ³ Brettschichtholz	34
3.13	Auszug aus der EPD Brettschichtholz [25]	35
3.14	Berechnete Wirkungskategorien für 1 m ³ Konstruktionsvollholz	35
3.15	Auszug aus der EPD für warmgewalzten Baustahl [26]	36
3.16	Berechnete Wirkungskategorien für 1 kg Baustahl	36
4.1	Lastkombinationen [29, S.37-42]	39
4.2	Zweifeldträger Ortbeton 3 - 5 m Spannweite, Auszug der Berechnung.	43
4.3	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge für Ortbetondecken in Abhängigkeit der stat. Systeme	45
4.4	Auszug der Berechnung für die Materialmenge der Ortbetondecke mit Mattenbewehrung für das Zweifeldsystem 3 - 5 m.	47
4.5	Auszug der Massenmehrung eines Zweifeldträgers in Ortbeton 3 - 5 m.	48
4.6	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge für Ortbetondecken mit Matten in Abhängigkeit der stat. Systeme	50
4.7	Auszug der Berechnung für die Deckensysteme mit Hohldielen	53
4.8	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Hohldielendecken in Abhängigkeit der stat. Systeme.	54
4.9	Auszug der Berechnung für einen Zweifeldträger 3 - 5 m	61
4.10	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Brettsperrholzdecken in Abhängigkeit der stat. Systeme.	62
4.11	Zweifeldträger 3 - 5 m Holzbalkendecke, Auszug der Berechnung	65
4.12	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Holzbalken(-tram)decke in Abhängigkeit der stat. Systeme	66
4.13	Einfeldträger 3 m Holzbetonverbunddecke, Auszug der Berechnung	69
4.14	Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der HBV-Decke (Tram) in Abhängigkeit der stat. Systeme.	70
4.15	Material- und Verbundmittelsteifigkeiten für den Anfangs- und Endzustand	72
4.16	Einfeldträger 9 m Holzbetonverbunddecke Brettsperrholz, Auszug der Berechnung	77

4.17 Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der HBV- Decke (Brettsperholz) in Abhängigkeit der stat. Systeme	78
4.18 Auszug der Berechnung der Sekundärträger, Länge = 3 m	81
4.19 Zweifeldträger 3 - 5 m Tramtraversendecke, Auszug der Berechnung	82
4.20 Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Tramtraversendecke in Abhängigkeit der stat. Systeme	83
4.21 Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung der Stahlverbunddecke	84
4.22 Auszug der Berechnung der Quertragfähigkeit der Ortbetonplatte 12,0 cm	86
4.23 Zweifeldträger 3 - 5 m Stahlbetonverbunddecke, Auszug der Berechnung	87
4.24 Zusammenfassung der erforderlichen Materialmenge der Stahlbetonverbunddecke in Abhängigkeit der stat. Systeme.	88

Literatur

- [1] EEA. „The European environment—state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe“. In: (2019).
- [2] B. Kromoser. „Ressourceneffizientes Bauen mit Betonfertigteilen Material Struktur Herstellung“. In: *Beton Kalender 2021 Fertigteile Integrale Bauwerke* (2021), S. 305–356.
- [3] Kloibhofer, T. „Ökologische Bilanzierung - Vergleich der Materialien Holz, Stahl & Stahlbeton anhand eines funktionalen Gebäudes unter den Kriterien der Ressourceneffizienz“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung, 2016.
- [4] Stephan, D. „Ökologische Analyse von Baustoffen und Bauteilen“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung, 2018.
- [5] Krutzler, T.; et al. „Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050“. In: *Wien: Umweltbundesamt* (2017).
- [6] W. S. Witkowski. „Holzleichtbeton-Verbundbauweise: Ökologische und ökonomische Bewertung im Rahmen der Entwurfsplanung“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung, 2018.
- [7] C. Spindelbalker. *Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen: Freiwillige Instrumente und Kennzeichnungssysteme*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2014.
- [8] *Lebenszyklusanalyse*. Zugriff am 28 April, 2021. 2021. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lebenszyklusanalyse>.
- [9] Ö. Normungsinstitut. „ÖNORM EN ISO 14040:2021 03 01“. In: *Umweltmanagement-Ökobilanz. Grundsätze und Rahmenbedingungen, Wien* (2006).
- [10] R. Sebastian und D. Stefan. *Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz*. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, 2012.
- [11] P. L. Holzhaider. „Machbarkeitsstudie zur Tragfähigkeit, Herstellung und Ökologie eines neuen Holz-Beton-Verbunddeckensystems“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen, 2020.
- [12] G. Trinkl. „Nachhaltiger Innenausbau-Erstellung eines Tools zur Bewertung der Nachhaltigkeit des Innenausbau von Wohngebäuden“. Master Thesis. Technische Universität Wien, MEng Programm Nachhaltiges Bauen, 2018.
- [13] E. Schmincke und B. Grahl. „Umwelteigenschaften von Produkten Die Rolle der Ökobilanz in ISO Typ III Umweltdeklarationen“. In: *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 18.3 (2006), S. 185–192.
- [14] *Der Weg zur EPD*. Zugriff am 13 Mai, 2021. 2021. URL: <https://www.bau-epd.at/epd/der-weg-zur-epd>.

- [15] M. Popp und L. Waltenberger. *Fensterwerkstoffe im Vergleich: Lebenszykluskosten und Ökobilanz im Wohnbau. Eine Potenzialanalyse aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht*. ger. Selbstverlag, 2015. ISBN: 978-3-200-04440-1.
- [16] Ö. Normungsinstitut. „ÖNORM EN 15804“. In: *Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte* (2020).
- [17] D. D. F. Dolezal und H. Austria. „Ökobilanzierung von Holzprodukten–Methodik und Beispiele“. In: *19. Internationales Holzbau-Forum* (2013).
- [18] *Nachhaltige Büro. und Verwaltungsgebäude, Bewertungssystem nachhaltiges Bauen (BNB)*. Zugriff am 18 Okt., 2021. 2013. URL: https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/veroeffentlichungen/bnb_2020-barrierefrei.pdf.
- [19] Markus Deppe, Susanne Krosse et al. *Handbuch Ökobilanz*. Fachschule für Technik und Gestaltung, Eckener Schule Flensburg, Fachrichtung Gebäudesystemtechnik GST 13, 2014.
- [20] Becke A., Reiners J., Sülün C. „Erläuterung zu den Umweltproduktdeklarationen für Beton“. In: *InformationsZentrum Beton GmbH, Germany* (2014).
- [21] B. K. Nadine Stoiber Mathias Hammerl. „Cradle-to-gate life cycle assessment of CFRP reinforcement for concrete structures: Calculation basis and exemplary application“. In: *Journal of Cleaner Production* (2021).
- [22] *EPD - Australasia*. Zugriff am 6. Nov., 2021. 2020. URL: <https://epd-australasia.com/epd/steel-reinforcing-bar-and-mesh/>.
- [23] *ÖKOBAUTDAT - Informationsportal nachhaltiges Bauen*. Zugriff am 6. Nov., 2021. 2020. URL: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=7f12b868-0c13-4a5d-bfe7-0f05734cca89&version=00.00.021&stock=OBD_2021_II&lang=de.
- [24] *ÖKOBAUTDAT - Informationsportal nachhaltiges Bauen*. Zugriff am 6. Nov., 2021. 2020. URL: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=a432f3fd-de60-4a11-9acb-b9a21731bacf&version=00.00.022&stock=OBD_2021_II&lang=de.
- [25] *ÖKOBAUTDAT - Informationsportal nachhaltiges Bauen*. Zugriff am 6. Nov., 2021. 2020. URL: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=1a70d292-a82c-42a6-a378-d3cbd9a9af4e&version=00.00.027&stock=OBD_2021_II&lang=de.
- [26] *ÖKOBAUTDAT - Informationsportal nachhaltiges Bauen*. Zugriff am 6. Nov., 2021. 2020. URL: https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=5cb2c568-76fe-4803-8b46-0084e79800c8&version=00.14.000&stock=OBD_2021_II&lang=de.
- [27] ÖNORM B 1991-1-1. *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht, Nutzlasten im Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-1 und nationale Ergänzungen*. Austrian Standards, 2017.
- [28] ÖNORM EN 1991-1-1. *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau(konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2011.
- [29] ÖNORM EN 1990. *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung: (konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2013.

- [30] ÖNORM EN 1992-1-1. *Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau(konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2015.
- [31] ÖNORM B 1992-1-1. *Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*. Austrian Standards, 2018.
- [32] *Spannbeton-Hohlplatten Bemessung Oberndorfer; Produktkatalog*. Zugriff am 15 Aug., 2021. URL: <http://www.vs-west.at/app/vsd.html>.
- [33] *Decke. Wand. Fertigteiltbau.; Produktkatalog*. Zugriff am 14 Sept., 2021. 2014. URL: https://www.oberndorfer.com/sites/default/files/dateien/downloads/191121_AT_DS_VER_0001-10_OBD_Produkt_Katalog_Freigegeben.pdf.
- [34] *KLH, Vorbemessungstabelle*. Zugriff am 28 Sept., 2021. 2020. URL: <https://www.klh.at/wp-content/uploads/2019/07/klh-vorbemessungstabellen.pdf>.
- [35] ÖNORM EN 1995-1-1. *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2019.
- [36] ÖNORM B 1995-1-1. *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2019.
- [37] ÖNORM EN 338:2016-06-01. *Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen(konsolidierte Fassung)*. Austrian Standards, 2016.
- [38] ÖNORM EN 14080:2013. *Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungeng*. Austrian Standards, 2013.
- [39] *Binderholz BSH technische Daten*. Zugriff am 30 Sept., 2021. 2021. URL: https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/books/de/brettschichtholz/12/index.html.
- [40] K. Holschemacher, R. Selle, J. Schmidt und H. Kieslich. „Holz-Beton-Verbund“. In: *Beton Kalender 2013 Lebensdauer und Instandsetzung - Brandschutz* (2013), S. 241–287.
- [41] A. Müllner. „Vorlesungsskript, Holzbau 2 - Verbundkonstruktionen 1-3“. Technische Universität Wien, Institut für Architekturwissenschaften, Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau, 2020.
- [42] C. Luca. „Anwendung von Kerven bei Holz-Beton-Verbunddecken zur Steigerung der Ressourceneffizienz, Trag- und Verformungsverhalten“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen, 2019.
- [43] B. C. Michelfelder. „Trag- und Verformungsverhalten von Kerven bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken“. Dissertation. Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart, 2006.
- [44] K. Kudla. „Kerven als Verbindungsmittel für Holz-Beton-Verbundstraßenbrücken“. Dissertation. Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart, 2017.
- [45] M. Grosse. „Zur numerischen Simulation des physikalisch nichtlinearen Kurzzeittragverhaltens von Nadelholz am Beispiel von Holz-Beton Verbundkonstruktionen“. Dissertation. Fakultät Bauingenieurwesen der Bauhaus - Universität Weimar, 2005.
- [46] F. Schönborn. „Holz-Beton-Fertigteildecken“. Dissertation. Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 2006.

- [47] A. Ibrahimaj. „Holz-Beton-Verbunddecken-Baustatische Modellbildung und Empfehlungen für die Bemessungspraxis“. Diplomarbeit. Technische Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen, 2021.
- [48] ÖNORM EN 1993-1-1. *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung*. Austrian Standards, 2014.
- [49] ÖNORM B 1994-1-1. *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und BetonStahlbauten: Allgemeine Bemessungsregeln - Bemessungsregeln für den Hochbau*. Austrian Standards, 2007.
- [50] ÖNORM EN 1994-1-1. *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und BetonStahlbauten: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung*. Austrian Standards, 2009.
- [51] J. Fink. „Vorlesungsskript, Stahlbau 2 - Stahl- und Verbundhochbau“. Technische Universität Wien, Institut für Tragkonstruktionen - Stahlbau, Fakultät für Bauingenieurwesen, 2020.

Anhang A

Berechnung Ortbetondecke

Feldlänge 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
Aufgrund der Begehbarkeit während der Herstellung sollte kein größeres Grundnetz verwendet werden.
- Zulagen oben u. unten = 0 cm^2/m
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
(Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	0,45	2,51	0	0	cm^2/m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,24	2,51	0	0	cm^2/m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	2,24	2,51	0	0	cm^2/m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	0,45	2,51	0	0	cm^2/m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
σ_c	LK3	-1,90	-11,25	N/mm ²	0,17
σ_s	LK2	0,00	440,00	N/mm ²	0,00
$a_{s,min}$	LK3	2,51	1,79	cm^2/m	0,71
w_k	LK3	0,00	0,30	mm	0,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm^2/m]	Länge [m]	Wichte [kg/m^3]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	3,00	-	0,60	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	2,51	3,00	7850,00	23,64	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	1,68	kg
			Gesamt	33,77	kg

Feldlänge 5 m:

- Deckenstärke $d = 25 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen unten in Spannrichtung $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 5,0 m
- Distanzstreifen (DS 15, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
(Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	2,24	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,89	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	5,02	3,35	1,67	3,35	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,24	3,35	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	19,31	20,00	mm	0,97
σ_c	LK4	-7,78	-11,25	N/mm ²	0,69
σ_s	LK2	279,53	440,00	N/mm ²	0,64
$a_{s,min}$	LK3	3,35	2,24	cm ² /m	0,67
w_k	LK4	0,15	0,30	mm	0,50

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,25	5,00	-	1,25	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	5,00	7850,00	65,74	kg
Randnadeln			~	8,64	kg
Distanzstreifen			~	3,80	kg
			Gesamt	78,19	kg

Feldlänge 9 m:

- Deckenstärke d = 35 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt oben und unten $\varnothing 10/15 = 5,24 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen unten in Spannrichtung $\varnothing 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 9,0 m
- Distanzstreifen (DS 24, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
(Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung in Feldmitte ca. 3,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	3,31	5,24	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	4,1	5,24	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	16,23	5,24	10,99	11,31	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	3,31	5,24	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	61,81-30	36,00	mm	0,92
σ_c	LK4	-11,09	-11,25	N/mm ²	0,99
σ_s	LK2	373,90	440,00	N/mm ²	0,85
$a_{s,min}$	LK3	5,24	3,31	cm ² /m	0,63
w_k	LK4	0,16	0,30	mm	0,54

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,35	9,00	-	3,15	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	11,31 / 5,24	9,00	7850,00	227,99	kg
Randnadeln			~	15,20	kg
Distanzstreifen			~	7,92	kg
			Gesamt	251,11	kg

Feldlänge 3 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
Aufgrund der Begehbarkeit während der Herstellung sollte kein größeres Grundnetz verwendet werden.
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/100 = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 2,0 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
(Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	2,65	2,51	0,13	0,5	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,11	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	2,11	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,11	2,51	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK3	0,80	12,00	mm	0,07
σ_c	LK3	-1,59	-11,25	N/mm ²	0,14
σ_s	LK2	0,00	440,00	N/mm ²	0,00
$a_{s,min}$	LK3	2,51	1,79	cm ² /m	0,71
w_k	LK3	0,00	0,30	mm	0,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	6,00	-	1,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	2,51	6,00	7850,00	48,07	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	3,36	kg
			Gesamt	59,88	kg

Feldlänge 3 - 5 m:

- Deckenstärke d = 22 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/100 = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 2,0 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen (DS 12, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	5,31	5,03	0,28	0,5	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,37	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	3,92	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,37	3,35	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK3	5,59	20,00	mm	0,28
σ_c	LK3	-9,80	-15,00	N/mm ²	0,65
σ_s	LK2	361,10	440,00	N/mm ²	0,82
$a_{s,min}$	LK3	3,35	1,97	cm ² /m	0,59
w_k	LK3	0,29	0,30	mm	0,97

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	8,00	-	1,76	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	5,03 / 3,35	8,00	7850,00	106,04	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	4,64	kg
			Gesamt	119,20	kg

Feldlänge 3 - 9 m:

- Deckenstärke d = 35 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 4,50 m mittig über dem Zwischenlager
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 4,50 m im größeren Feldbereich
- Distanzstreifen (DS 24, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung im Feld ca. 1,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	14,53	7,85	6,68	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	4,51	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	9,5	7,85	1,65	2,51	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	4,03	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	43,82-10	36,00	mm	0,94
σ_c	LK4	-10,10	-11,25	N/mm ²	0,90
σ_s	LK2	332,70	440,00	N/mm ²	0,76
$a_{s,min}$	LK3	5,03	3,52	cm ² /m	0,70
w_k	LK3	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,35	12,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	12,00	7850,00	279,26	kg
Randnadeln			~	15,82	kg
Distanzstreifen			~	10,56	kg
			Gesamt	305,64	kg

Feldlänge 5 - 5 m:

- Deckenstärke d = 22 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 1,70 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen (DS 12, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	6,95	5,03	1,92	2,51	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,37	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	3,68	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,37	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	5,09	20,00	mm	0,25
σ_c	LK4	-8,86	-11,25	N/mm ²	0,79
σ_s	LK2	370,18	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	1,97	cm ² /m	0,39
w_k	LK3	0,27	0,30	mm	0,90

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	10,00	-	2,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	5,03	10,00	7850,00	161,29	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	5,80	kg
			Gesamt	175,61	kg

Feldlänge 5 - 9 m:

- Deckenstärke d = 30 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 3,30 m mittig über dem Zwischenlager
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 L = 5,20 m im Feldbereich
- Distanzstreifen (DS 20, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung im Feld ca. 2,5 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	15,47	7,85	7,62	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	10,54	7,85	2,69	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	54,01-20	36,00	mm	0,94
σ_c	LK4	-10,29	-11,25	N/mm ²	0,91
σ_s	LK2	371,12	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	2,69	cm ² /m	0,53
w_k	LK3	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	14,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	14,00	7850,00	319,48	kg
Randnadeln			~	15,51	kg
Distanzstreifen			~	12,04	kg
			Gesamt	347,03	kg

Feldlänge 9 - 9 m:

- Deckenstärke d = 35 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) Ø 10/10 = 7,85 cm²/m
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) Ø 8/10 = 5,03 cm²/m
- Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/10 = 7,85 cm²/m
 L = 4,20 m mittig über dem Zwischenlager
 Zulagen in Spannrichtung unten 2Ø10 = 1,57 cm²/m
 L = 4,00 m im Feldbereich
- Distanzstreifen (DS 24, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na Ø 10/20, Splinteisen 4 Ø12)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den beiden Feldbereichen ca. 1,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	15,47	7,85	7,62	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	10,54	7,85	0,84	1,57	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	32,72	36,00	mm	0,94
σ_c	LK4	-11,01	-11,25	N/mm ²	0,98
σ_s	LK2	369,01	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	3,03	cm ² /m	0,60
w_k	LK3	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	18,00	-	5,40	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	18,00	7850,00	394,80	kg
Randnadeln			~	15,82	kg
Distanzstreifen			~	15,84	kg
			Gesamt	426,46	kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	2,44	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,44	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	2,44	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,44	2,51	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	0,94	12,00	mm	0,08
σ_c	LK4	-1,38	-11,25	N/mm ²	0,12
σ_s	LK2	0,00	440,00	N/mm ²	0,00
$a_{s,min}$	LK3	2,51	2,44	cm ² /m	0,97
w_k	LK3	0,00	0,30	mm	0,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	15,00	-	3,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	2,51	15,00	7850,00	118,22	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	8,40	kg
			Gesamt	135,07	kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/30 = 1,68 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 1,70 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlager
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	4,11	3,35	0,76	1,68	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,16	2,51	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	3	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,16	2,51	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	4,52	20,00	mm	0,23
σ_c	LK2	-9,02	-11,25	N/mm ²	0,80
σ_s	LK2	360,18	440,00	N/mm ²	0,82
$a_{s,min}$	LK3	2,51	1,79	cm ² /m	0,71
w_k	LK3	0,14	0,30	mm	0,47

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	19,00	-	3,80	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35 / 2,51	19,00	7850,00	179,29	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	10,64	kg
			Gesamt	198,37	kg

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

- Deckenstärke d = 28 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 4 x L = 2,8 m mittig über allen Zwischenlagern
- Distanzstreifen (DS 18, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den beiden Feldbereichen mit ca. 2,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	11,14	7,85	3,29	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,73	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	7,41	7,85	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	3,13	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
σ_c	LK3	-10,85	-11,25	N/mm ²	0,96
σ_s	LK2	367,86	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	3,41	cm ² /m	0,68
w_k	LK3	0,29	0,30	mm	0,97

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	27,00	7850,00	580,54	kg
Randnadeln			~	15,39	kg
Distanzstreifen			~	22,14	kg
			Gesamt	618,06	kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 2 x L = 2,0 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlagern
- Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
- 2 x L = 3,6 m an den beiden Randfeldern
- 1 x L = 2,2 m im Mittelfeld
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
(Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	4,76	3,35	1,41	2,51	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,11	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	4,46	3,35	1,11	2,51	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	0,89	3,35	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis		Einheit	Ausnutzung
				Grenzwert		
$u_{z,lokal}$	LK4	19,32	20,00	mm	0,97	
σ_c	LK4	-7,93	-11,25	N/mm ²	0,70	
σ_s	LK2	362,98	440,00	N/mm ²	0,82	
$a_{s,min}$	LK3	3,35	2,44	cm ² /m	0,73	
w_k	LK3	0,14	0,30	mm	0,46	

Materialmenge

Material	Dicke [m] /		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
	Bew. [cm ² /m]					
Beton C25/30	0,20		21,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35		21,00	7850,00	247,30	kg
Randnadeln				~	8,44	kg
Distanzstreifen				~	11,76	kg
				Gesamt	267,51	kg

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
 4 x L = 2,0 m mittig über allen Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 3,6 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 8/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	5,97	3,35	2,62	3,35	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	2,11	3,35	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	4,32	3,35	0,97	1,68	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,11	3,35	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
σ_c	LK4	-9,43	-11,25	N/mm ²	0,84
σ_s	LK2	366,28	440,00	N/mm ²	0,83
$a_{s,min}$	LK3	3,35	2,44	cm ² /m	0,73
w_k	LK3	0,15	0,30	mm	0,51

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20		25,00	-	5,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35		25,00	7850,00	295,61	kg
Randnadeln				~	8,44	kg
Distanzstreifen				~	14,00	kg
				Gesamt	318,06	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

- Deckenstärke $d = 28 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 4 x L = 3,0 m mittig über allen Zwischenlagern
- Distanzstreifen (DS 10, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den beiden Feldbereichen mit ca. 2,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	11,49	7,85	3,64	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	3,14	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	7,84	7,85	0	0	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	3,14	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis		Ausnutzung
			Grenzwert	Einheit	
$u_{z,lokal}$	LK4	51,89-20	36,00	mm	0,89
σ_c	LK4	-11,08	-11,25	N/mm ²	0,98
σ_s	LK2	373,23	440,00	N/mm ²	0,85
$a_{s,min}$	LK3	5,03	3,41	cm ² /m	0,68
w_k	LK3	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,28	33,00	-	9,24	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	33,00	7850,00	704,33	kg
Randnadeln			~	15,39	kg
Distanzstreifen			~	27,06	kg
			Gesamt	746,78	kg

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

- Deckenstärke $d = 30 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 6,4 m mittig zwischen den beiden Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 5,3 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen (DS 20, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den drei längeren Feldbereichen mit ca. 2,5 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	13,31	7,85	5,46	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	3,45	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	10,36	7,85	2,51	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	2,69	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
$u_{z,lokal}$	LK4	57,81-25	36,00	mm	0,91
σ_c	LK4	-10,22	-11,25	N/mm ²	0,91
σ_s	LK2	371,22	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	2,69	cm ² /m	0,53
w_k	LK4	0,30	0,30	mm	0,99

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	33,00	-	9,90	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	33,00	7850,00	778,89	kg
Randnadeln			~	15,51	kg
Distanzstreifen			~	28,38	kg
			Gesamt	822,78	kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

- Deckenstärke d = 30 cm
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 3,4 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 5,7 m in den drei längeren Feldbereichen
- Distanzstreifen (DS 20, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den drei längeren Feldbereichen mit ca. 3,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	12,79	7,85	4,94	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	11,13	7,85	3,28	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis		Ausnutzung
			Grenzwert	Einheit	
$u_{z,lokal}$	LK4	61,431-30	36,00	mm	0,87
σ_c	LK4	-10,42	-11,25	N/mm ²	0,93
σ_s	LK2	370,27	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	2,69	cm ² /m	0,53
w_k	LK4	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] /		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
	Bew. [cm ² /m]					
Beton C25/30	0,30		37,00	-	11,10	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03		37,00	7850,00	842,86	kg
Randnadeln				~	15,51	kg
Distanzstreifen				~	31,82	kg
				Gesamt	890,19	kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

- Deckenstärke $d = 32 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz in Spannrichtung (oben u. unten) $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Bewehrungsgrundnetz in Querrichtung (oben u. unten) $\varnothing 8/10 = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 4 x L = 3,7 m mittig über allen Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 2 x L = 5,0 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen (DS 22, 2 Stk/m²)
- Randnadeln und Splinteisen gem. ÖNORM EN 1992-1-1
 (Na $\varnothing 10/20$, Splinteisen 4 $\varnothing 12$)
- Überhöhung bei max. Durchbiegung in den drei längeren Feldbereichen mit ca. 1,0 cm

ULS

Bew. Lage	erf. Bew.	Grundbew.	Zusatzbewehrung		Einheit
			Erforderlich	Vorhanden	
$a_{s,1,-z,(oben)}$	12,79	7,85	4,94	7,85	cm ² /m
$a_{s,2,-z,(oben)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m
$a_{s,1,+z,(unten)}$	11,13	7,85	3,28	3,93	cm ² /m
$a_{s,2,+z,(unten)}$	5,03	5,03	0	0	cm ² /m

SLS

Bezeichnung	Belastung	vorh. Wert	Nachweis Grenzwert	Einheit	Ausnutzung
σ_c	LK4	-10,86	-11,25	N/mm ²	0,97
σ_s	LK2	371,42	440,00	N/mm ²	0,84
$a_{s,min}$	LK3	5,03	2,83	cm ² /m	0,56
w_k	LK4	0,30	0,30	mm	1,00

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Bew. [cm ² /m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	7,85 / 5,03	45,00	7850,00	1032,02	kg
Randnadeln			~	15,64	kg
Distanzstreifen			~	38,70	kg
			Gesamt	1086,36	kg

Anhang B

Berechnung der Ortbetondecke mit Mattenbewehrung

Feldlänge 3 m:

- Deckenstärke $d = 20 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 55 = 2,38 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen oben u. unten $= 0 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	3,00	-	0,60	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	23,64		1,24	23,93	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	1,68	kg
			Gesamt	34,05	kg

Feldlänge 5 m:

- Deckenstärke $d = 25 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 65 = 3,32 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen unten in Spannrichtung
 $L = 5,0 \text{ m}$ $\varnothing 8/15 = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,25	5,00	-	1,25	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	65,74		8,30	71,19	kg
Randnadeln			~	8,64	kg
Distanzstreifen			~	3,80	kg
			Gesamt	83,63	kg

Feldlänge 9 m:

- Deckenstärke $d = 35 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt oben und unten $AQ 82 = 5,24 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen unten in Spannrichtung $\varnothing 12/10 = 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $L = 9,0 \text{ m}$
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,35	9,00	-	3,15	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	227,99		20,59	274,94	kg
Randnadeln			~	15,20	kg
Distanzstreifen			~	7,92	kg
			Gesamt	298,06	kg

Feldlänge 3 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 55 = 2,38 cm²/m
- Zulagen in Spannrichtung oben ∅ 8/100 = 0,50 cm²/m
L = 2,0 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	6,00	-	1,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	48,07		1,24	48,67	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	3,36	kg
			Gesamt	60,47	kg

Feldlänge 3 - 5 m:

- Deckenstärke d = 22 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 82 = 5,28 cm²/m
- Zulagen in Spannrichtung oben ∅ 8/100 = 0,50 cm²/m
L = 2,0 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	8,00	-	1,76	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	106,04		22,03	129,40	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	4,64	kg
			Gesamt	142,56	kg

Feldlänge 3 - 9 m:

- Deckenstärke $d = 35 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 100 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 4,50 m mittig über dem Zwischenlager
- Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 4,50 m im größeren Feldbereich
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,35	12,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	305,64		21,34	370,88	kg
Randnadeln			~	15,82	kg
Distanzstreifen			~	10,56	kg
			Gesamt	397,26	kg

Feldlänge 5 - 5 m:

- Deckenstärke $d = 22 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 82 = 5,28 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 1,70 m mittig über dem Zwischenlager
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,22	10,00	-	2,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	175,61		20,79	212,12	kg
Randnadeln			~	8,52	kg
Distanzstreifen			~	5,8	kg
			Gesamt	226,44	kg

Feldlänge 5 - 9 m:

- Deckenstärke $d = 30 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 100 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 3,30 m mittig über dem Zwischenlager
- Zulagen in Spannrichtung unten $\varnothing 10/20 = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 5,20 m im Feldbereich
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	14,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	347,03		26,85	440,22	kg
Randnadeln			~	15,51	kg
Distanzstreifen			~	12,04	kg
			Gesamt	467,77	kg

Feldlänge 9 - 9 m:

- Deckenstärke $d = 35 \text{ cm}$
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) $AQ 100 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
- Zulagen in Spannrichtung oben $\varnothing 10/10 = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 4,20 m mittig über dem Zwischenlager
- Zulagen in Spannrichtung unten $2\varnothing 10 = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m}$
L = 4,00 m im Feldbereich
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,35	18,00	-	6,30	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	426,46		26,04	537,51	kg
Randnadeln			~	15,82	kg
Distanzstreifen			~	15,84	kg
			Gesamt	569,17	kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 60 = 2,83 cm²/m
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	15,00	-	3,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	135,07		21,99	164,77	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	8,4	kg
			Gesamt	181,61	kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 65 = 3,32 cm²/m
Zulagen in Spannrichtung oben Ø 8/30 = 1,68 cm²/m
2 x L = 1,70 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlager
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	19,00	-	3,80	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	198,37	19,00	9,43	217,07	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	10,64	kg
			Gesamt	236,15	kg

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

- Deckenstärke d = 28 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 100 = 7,85 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/20 = 3,93 cm²/m
 4 x L = 2,8 m mittig über allen Zwischenlagern
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,28	27,00	-	7,56	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	618,06	27,00	27,96	790,90	kg
Randnadeln			~	15,39	kg
Distanzstreifen			~	22,14	kg
			Gesamt	828,43	kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 65 = 3,32 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 8/20 = 2,51 cm²/m
 2 x L = 2,0 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten Ø 8/20 = 2,51 cm²/m
 2 x L = 3,6 m an den beiden Randfeldern
 1 x L = 2,2 m im Mittelfeld
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	21,00	-	4,20	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	267,51	21,00	9,94	294,11	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	11,76	kg
			Gesamt	314,31	kg

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

- Deckenstärke d = 20 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 65 = 3,32 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 8/15 = 3,35 cm²/m
 4 x L = 2,0 m mittig über allen Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten Ø 8/20 = 2,51 cm²/m
 2 x L = 3,6 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,20	25,00	-	5,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	318,06	25,00	10,51	351,50	kg
Randnadeln			~	8,44	kg
Distanzstreifen			~	14	kg
			Gesamt	373,94	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

- Deckenstärke d = 28 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 100 = 7,85 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/20 = 3,93 cm²/m
 4 x L = 3,0 m mittig über allen Zwischenlagern
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,28	33,00	-	9,24	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	746,78	33,00	27,09	949,05	kg
Randnadeln			~	15,39	kg
Distanzstreifen			~	27,06	kg
			Gesamt	991,50	kg

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

- Deckenstärke d = 30 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 100 = 7,85 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/10 = 7,85 cm²/m
 2 x L = 6,4 m mittig zwischen den beiden Zwischenlagern
- Zulagen in Spannrichtung unten Ø 10/20 = 3,93 cm²/m
 2 x L = 5,3 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	33,00	-	9,90	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	822,78	33,00	27,09	1045,63	kg
Randnadeln			∞	15,51	kg
Distanzstreifen			∞	28,38	kg
			Gesamt	1089,52	kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

- Deckenstärke d = 30 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 100 = 7,85 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/10 = 7,85 cm²/m
 2 x L = 3,4 m mittig über den beiden vorletzten Zwischenlagern
- Zulagen in Spannrichtung unten Ø 10/20 = 3,93 cm²/m
 2 x L = 5,7 m in den drei längeren Feldbereichen
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,30	37,00	-	11,10	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	890,19	37,00	27,58	1135,71	kg
Randnadeln			∞	15,51	kg
Distanzstreifen			∞	31,82	kg
			Gesamt	1183,04	kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

- Deckenstärke d = 32 cm
- Bewehrungsgrundnetz gewählt (oben u. unten) AQ 100 = 7,85 cm²/m
 Zulagen in Spannrichtung oben Ø 10/10 = 7,85 cm²/m
 4 x L = 3,7 m mittig über allen Zwischenlagern
 Zulagen in Spannrichtung unten Ø 10/20 = 3,93 cm²/m
 2 x L = 5,0 m in den beiden Randfeldern
- Distanzstreifen und Randnadeln, siehe Kapitel 4.2
- Überhöhung, siehe Kapitel 4.2

Materialmenge

Material	Dicke [m] / Gewicht [kg]	Länge [m]	Massenmehrung [%]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,32	45,00	-	14,40	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	1086,36	45,00	26,74	1376,82	kg
Randnadeln			~	15,64	kg
Distanzstreifen			~	38,7	kg
			Gesamt	1431,16	kg

In den folgenden Tabellen erfolgte die Berechnung für prozentuale Massenmehrung für die Verlegung mit Mattenbewehrung.

Einfeldträger Ortbeton 3 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Typ	AQ 55				
Durchmesser L	5,50 mm		Durchmesser L	8,00 mm	
Durchmesser Q	5,50 mm		Durchmesser Q	8,00 mm	
as L	0,24 cm ² /m		as L	0,50 cm ² /m	
as Q	0,24 cm ² /m		as Q	0,50 cm ² /m	
Abstand L	10,00 cm		Abstand L	20,00 cm	
Abstand Q	10,00 cm		Abstand Q	20,00 cm	
Bewehrungsqs. L	2,38 cm ² /m		Bewehrungsqs. L	2,51 cm ² /m	
Bewehrungsqs. Q	2,38 cm ² /m		Bewehrungsqs. Q	2,51 cm ² /m	
Gewicht eine Richtung L	1,87 kg/m ²		Gewicht eine Richtung L	1,97 kg/m ²	
Gewicht eine Richtung Q	1,87 kg/m ²		Gewicht eine Richtung Q	1,97 kg/m ²	
Gewicht je Lage	3,74 kg/m ²		Gewicht je Lage	3,95 kg/m ²	
Größe Matte	6,00 m		Lieferlänge Stabstahl	14,00 m	
	2,40 m				
Plattengröße:					
Länge	20 m				
Breite	3 m				
A	60 m ²				
Stoßanzahl:					
in der Länge	9 stk		in der Länge	1,00 stk	
in der Breite	0 stk		in der Breite	0,00 stk	
Verankerungslänge:					
10 = Tabellenwert	37 cm		ls	35,00 cm	
			100% Übergreifung	52,50 cm	
Gegenüberstellung:					
Übergreif	37,00 cm		Übergreif	52,50 cm	
Anzahl in Längsrichtung	30,00 stk		Anzahl in Längsrichtung	15,00 stk	
Anzahl der Stöße	9,00 stk		Anzahl der Stöße	1,00 stk	
(je Stoß/Plattenlänge)	11,10 lfm		(je Stoß/Plattenlänge)	7,88 lfm	
	18,63 kg			3,11 kg	
Anzahl in Querrichtung	200,00 stk		Anzahl in Querrichtung	100,00 stk	
Anzahl der Stöße	0,00 stk		Anzahl der Stöße	0,00 stk	
(je Stoß/Plattenbreite)	74,00 lfm		lfm	52,50 lfm	
	0,00 kg			0,00 kg	
Pro Lage	18,63 kg		Pro Lage	3,11 kg	
Flächenbew.	224,20 kg/La		Flächenbew.	236,75 kg/La	
Steigerung durch Stoss	18,63 kg/La		Steigerung durch Stoss	3,11 kg/La	
Gesamt	242,83 kg/La		Gesamt	239,86 kg/La	

1,24%

Einfeldträger Ortbeton 5 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 65				
Durchmesser L	6,50	mm	Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser Q	6,50	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,33	cm ² /m	as L	0,50	cm ² /m
as Q	0,33	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	15,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	15,00	cm
Bewehrungsqs. L	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	3,35	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	3,35	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	2,63	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	2,63	kg/m ²
Gewicht je Lage	5,21	kg/m ²	Gewicht je Lage	5,26	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	5	m			
A	100	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	10	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	0	stk	in der Breite	0,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
10 = Tabellenwert	43	cm	ls	35,00	cm
			100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	43,00	cm	Übergriff	52,50	cm
Anzahl in Längsrichtung	50,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	33,33	stk
Anzahl der Stöße	10,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	21,50	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	17,50	lfm
	56,00	kg		6,91	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	133,33	stk
Anzahl der Stöße	0,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	86,00	lfm	lfm	70,00	lfm
	0,00	kg		0,00	kg
Pro Lage	56,00	kg	Pro Lage	6,91	kg
Flächenbew.	521,24	kg/La	Flächenbew.	526,11	kg/La
Steigerung durch Stoss	56,00	kg/La	Steigerung durch Stoss	6,91	kg/La
Gesamt	577,24	kg/La	Gesamt	533,02	kg/La
8,30%					

Einfeldträger Ortbeton 9 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 82			
Durchmesser L	8,20	mm	Durchmesser L	10,00 mm
Durchmesser Q	8,20	mm	Durchmesser Q	10,00 mm
as L	0,53	cm ² /m	as L	0,79 cm ² /m
as Q	0,53	cm ² /m	as Q	0,79 cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	15,00 cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	15,00 cm
Bewehrungsqs. L	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	5,24 cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,24 cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	4,11 kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	4,11 kg/m ²
Gewicht je Lage	8,29	kg/m ²	Gewicht je Lage	8,22 kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00 m
	2,40	m		
Plattengröße:				
Länge	20	m		
Breite	9	m		
A	180	m ²		
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:	
in der Länge	11	stk	in der Länge	1,00 stk
in der Breite	1	stk	in der Breite	0,00 stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:	
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund			ls	53,50 cm
l ₀ = Tabellenwert	66,5	cm	100% Übergreifung	80,25 cm
Gegenüberstellung:			Übergriff	80,25 cm
Übergriff	66,50	cm	Anzahl in Längsrichtung	60,00 stk
Anzahl in Längsrichtung	90,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00 stk
Anzahl der Stöße	11,00	stk	(je Stoß/Plattenlänge)	48,15 lfm
(je Stoß/Plattenlänge)	59,85	lfm		29,69 kg
	272,93	kg	Anzahl in Querrichtung	133,33 stk
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00 stk
Anzahl der Stöße	1,00	stk	(je Stoß/Plattenbreite)	107,00 lfm
(je Stoß/Plattenbreite)	133,00	lfm		0,00 kg
	55,14	kg		
Pro Lage	328,06	kg	Pro Lage	29,69 kg
Flächenbew.	1492,13	kg/La	Flächenbew.	1479,69 kg/La
Steigerung durch Stoss	328,06	kg/La	Steigerung durch Stoss	29,69 kg/La
Gesamt	1820,19	kg/La	Gesamt	1509,38 kg/La

20,59%

Zweifeldträger Ortbeton 3 - 3 m, Massennmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 55				
Durchmesser L	5,50	mm	Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser Q	5,50	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,24	cm ² /m	as L	0,50	cm ² /m
as Q	0,24	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	20,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	20,00	cm
Bewehrungsqs. L	2,38	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	2,51	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	2,38	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	2,51	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	1,87	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	1,97	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	1,87	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	1,97	kg/m ²
Gewicht je Lage	3,74	kg/m ²	Gewicht je Lage	3,95	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	6	m			
A	120	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	9	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	0	stk	in der Breite	0,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
l ₀ = Tabellenwert			l _s	35,00	cm
(Mittelwert)	37	cm	100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	37,00	cm	Übergriff	52,50	cm
Anzahl in Längsrichtung	60,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	30,00	stk
Anzahl der Stöße	9,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	22,20	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	15,75	lfm
	37,26	kg		6,21	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	100,00	stk
Anzahl der Stöße	0,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	74,00	lfm	lfm	52,50	lfm
	0,00	kg		0,00	kg
Pro Lage	37,26	kg	Pro Lage	6,21	kg
Flächenbew.	448,39	kg/La	Flächenbew.	473,50	kg/La
Steigerung durch Stoss	37,26	kg/La	Steigerung durch Stoss	6,21	kg/La
Gesamt	485,66	kg/La	Gesamt	479,72	kg/La

1,24%

Zweifeldträger Ortbeton 3 - 5 m, Massenmehring

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 82				
Durchmesser L	8,20	mm	Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser Q	8,20	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,53	cm ² /m	as L	0,50	cm ² /m
as Q	0,53	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	15,00	cm
Bewehrungsqs. L	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	5,03	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	3,35	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	3,95	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	2,63	kg/m ²
Gewicht je Lage	8,29	kg/m ²	Gewicht je Lage	7,89	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	8	m			
A	160	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	10	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	1	stk	in der Breite	0,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
l ₀ = Tabellenwert			ls	35,00	cm
(Mittelwert)	55	cm	100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	55,00	cm	Übergriff	52,50	cm
Anzahl in Längsrichtung	80,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	53,33	stk
Anzahl der Stöße	10,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	44,00	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	28,00	lfm
	182,41	kg		11,05	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	1,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	110,00	lfm	lfm	105,00	lfm
	45,60	kg		0,00	kg
Pro Lage	228,01	kg	Pro Lage	11,05	kg
Flächenbew.	1326,34	kg/La	Flächenbew.	1262,67	kg/La
Steigerung durch Stoss	228,01	kg/La	Steigerung durch Stoss	11,05	kg/La
Gesamt	1554,34	kg/La	Gesamt	1273,72	kg/La
22,03%					

Zweifeldträger Ortbeton 3 - 9 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	12	m			
A	240	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	11	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	2	stk	in der Breite	0,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l ₀ = Tabellenwert	66,5	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	66,50	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	120,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	120,00	stk
Anzahl der Stöße	11,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	79,80	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	96,30	lfm
	541,20	kg		59,37	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	2,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	133,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	164,00	kg		0,00	kg
Pro Lage	705,20	kg	Pro Lage	59,37	kg
Flächenbew.	2957,88	kg/La	Flächenbew.	2959,38	kg/La
Steigerung durch Stoss	705,20	kg/La	Steigerung durch Stoss	59,37	kg/La
Gesamt	3663,08	kg/La	Gesamt	3018,75	kg/La
21,34%					

Zweifeldträger Ortbeton 5 - 5 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 82			
Durchmesser L	8,20	mm	Durchmesser L	8,00 mm
Durchmesser Q	8,20	mm	Durchmesser Q	8,00 mm
as L	0,53	cm ² /m	as L	0,50 cm ² /m
as Q	0,53	cm ² /m	as Q	0,50 cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00 cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00 cm
Bewehrungsqs. L	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	5,03 cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	5,28	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03 cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	3,95 kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	4,14	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95 kg/m ²
Gewicht je Lage	8,29	kg/m ²	Gewicht je Lage	7,89 kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00 m
	2,40	m		
Plattengröße:				
Länge	20	m		
Breite	10	m		
A	200	m ²		
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:	
in der Länge	10	stk	in der Länge	1,00 stk
in der Breite	1	stk	in der Breite	0,00 stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:	
l ₀ = Tabellenwert	55	cm	ls	35,00 cm
			100% Übergreifung	52,50 cm
Gegenüberstellung:				
Übergriff	55,00	cm	Übergriff	52,50 cm
Anzahl in Längsrichtung	100,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	100,00 stk
Anzahl der Stöße	10,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00 stk
(je Stoß/Plattenlänge)	55,00	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	52,50 lfm
	228,01	kg		20,72 kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00 stk
Anzahl der Stöße	1,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00 stk
(je Stoß/Plattenbreite)	110,00	lfm	lfm	105,00 lfm
	45,60	kg		0,00 kg
Pro Lage	273,61	kg	Pro Lage	20,72 kg
Flächenbew.	1657,92	kg/La	Flächenbew.	1578,34 kg/La
Steigerung durch Stoss	273,61	kg/La	Steigerung durch Stoss	20,72 kg/La
Gesamt	1931,53	kg/La	Gesamt	1599,05 kg/La

20,79%

Zweifeldträger Ortbeton 5 - 9 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	8,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	6,28	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	4,93	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	14	m			
A	280	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	2	stk	in der Breite	0,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l ₀ = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	140,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	175,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	113,40	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	140,44	lfm
	838,98	kg		86,58	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	2,00	stk	Anzahl der Stöße	0,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	199,76	kg		0,00	kg
Pro Lage	1038,74	kg	Pro Lage	86,58	kg
Flächenbew.	3450,86	kg/La	Flächenbew.	3452,61	kg/La
Steigerung durch Stoss	1038,74	kg/La	Steigerung durch Stoss	86,58	kg/La
Gesamt	4489,60	kg/La	Gesamt	3539,20	kg/La
26,85%					

Zweifeldträger Ortbeton 9 - 9 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	8,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	6,28	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	4,93	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	18	m			
A	360	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	3	stk	in der Breite	1,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l ₀ = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	180,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	225,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	145,80	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	180,56	lfm
	1078,69	kg		111,32	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	3,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	299,64	kg		63,33	kg
Pro Lage	1378,33	kg	Pro Lage	174,65	kg
Flächenbew.	4436,82	kg/La	Flächenbew.	4439,07	kg/La
Steigerung durch Stoss	1378,33	kg/La	Steigerung durch Stoss	174,65	kg/La
Gesamt	5815,15	kg/La	Gesamt	4613,72	kg/La
26,04%					

Mehrfeldträger Ortbeton 3 - 3 - 3 m, Massenerhöhung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 60				
Durchmesser L	6,00 mm		Durchmesser L	8,00 mm	
Durchmesser Q	6,00 mm		Durchmesser Q	8,00 mm	
as L	0,28 cm ² /m		as L	0,50 cm ² /m	
as Q	0,28 cm ² /m		as Q	0,50 cm ² /m	
Abstand L	10,00 cm		Abstand L	20,00 cm	
Abstand Q	10,00 cm		Abstand Q	20,00 cm	
Bewehrungsqs. L	2,83 cm ² /m		Bewehrungsqs. L	2,51 cm ² /m	
Bewehrungsqs. Q	2,83 cm ² /m		Bewehrungsqs. Q	2,51 cm ² /m	
Gewicht eine Richtung L	2,22 kg/m ²		Gewicht eine Richtung L	1,97 kg/m ²	
Gewicht eine Richtung Q	2,22 kg/m ²		Gewicht eine Richtung Q	1,97 kg/m ²	
Gewicht je Lage	4,44 kg/m ²		Gewicht je Lage	3,95 kg/m ²	
Größe Matte	6,00 m		Lieferlänge Stabstahl	14,00 m	
	2,40 m				
Plattengröße:					
Länge	20 m				
Breite	15 m				
A	300 m ²				
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	9 stk		in der Länge	1,00 stk	
in der Breite	2 stk		in der Breite	1,00 stk	
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
l ₀ = Tabellenwert	40 cm		l _s	35,00 cm	
			100% Übergreifung	52,50 cm	
Gegenüberstellung:					
Übergriff	40,00 cm		Übergriff	52,50 cm	
Anzahl in Längsrichtung	150,00 stk		Anzahl in Längsrichtung	75,00 stk	
Anzahl der Stöße	9,00 stk		Anzahl der Stöße	1,00 stk	
(je Stoß/Plattenlänge)	60,00 lfm		(je Stoß/Plattenlänge)	39,38 lfm	
	119,85 kg			15,54 kg	
Anzahl in Querrichtung	200,00 stk		Anzahl in Querrichtung	100,00 stk	
Anzahl der Stöße	2,00 stk		Anzahl der Stöße	1,00 stk	
(je Stoß/Plattenbreite)	80,00 lfm		lfm	52,50 lfm	
	35,51 kg			20,72 kg	
Pro Lage	155,37 kg		Pro Lage	36,25 kg	
Flächenbew.	1332,93 kg/La		Flächenbew.	1183,75 kg/La	
Steigerung durch Stoss	155,37 kg/La		Steigerung durch Stoss	36,25 kg/La	
Gesamt	1488,30 kg/La		Gesamt	1220,00 kg/La	
21,99%					

Mehrfeldträger Ortbeton 3 - 5 - 3 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 65		Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser L	6,50	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
Durchmesser Q	6,50	mm	as L	0,50	cm ² /m
as L	0,33	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
as Q	0,33	cm ² /m	Abstand L	15,00	cm
Abstand L	10,00	cm	Abstand Q	20,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Bewehrungsqs. L	3,35	cm ² /m
Bewehrungsqs. L	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	2,51	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	3,32	cm ² /m	Gewicht eine Richtung L	2,63	kg/m ²
Gewicht eine Richtung L	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	1,97	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	2,61	kg/m ²	Gewicht je Lage	5,26	kg/m ²
Gewicht je Lage	5,21	kg/m ²			
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	19	m			
A	380	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	9	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	3	stk	in der Breite	1,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
10 = Tabellenwert	43	cm	ls	35,00	cm
			100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:			Übergriff	52,50	cm
Übergriff	43,00	cm	Anzahl in Längsrichtung	95,00	stk
Anzahl in Längsrichtung	190,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
Anzahl der Stöße	9,00	stk	(je Stoß/Plattenlänge)	49,88	lfm
(je Stoß/Plattenlänge)	81,70	lfm		19,68	kg
	191,54	kg	Anzahl in Querrichtung	133,33	stk
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
Anzahl der Stöße	3,00	stk	lfm	70,00	lfm
(je Stoß/Plattenbreite)	86,00	lfm		27,62	kg
	67,21	kg			
Pro Lage	258,74	kg	Pro Lage	47,30	kg
Flächenbew.	1980,71	kg/La	Flächenbew.	1999,23	kg/La
Steigerung durch Stoss	258,74	kg/La	Steigerung durch Stoss	47,30	kg/La
Gesamt	2239,45	kg/La	Gesamt	2046,53	kg/La

9,43%

Mehrfeldträger Ortbeton 3 - 9 - 3 m, Massenerhöhung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	27	m			
A	540	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	5	stk	in der Breite	1,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l ₀ = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	270,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	270,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	218,70	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	216,68	lfm
	1618,04	kg		133,59	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	5,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	499,40	kg		63,33	kg
Pro Lage	2117,44	kg	Pro Lage	196,92	kg
Flächenbew.	6655,23	kg/La	Flächenbew.	6658,61	kg/La
Steigerung durch Stoss	2117,44	kg/La	Steigerung durch Stoss	196,92	kg/La
Gesamt	8772,67	kg/La	Gesamt	6855,52	kg/La
27,96%					

Mehrfeldträger Ortbeton 5 - 3 - 5 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 65		Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser L	6,50	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
Durchmesser Q	6,50	mm	as L	0,50	cm ² /m
as L	0,33	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
as Q	0,33	cm ² /m	Abstand L	15,00	cm
Abstand L	10,00	cm	Abstand Q	15,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Bewehrungsqs. L	3,35	cm ² /m
Bewehrungsqs. L	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	3,35	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	3,32	cm ² /m	Gewicht eine Richtung L	2,63	kg/m ²
Gewicht eine Richtung L	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	2,63	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	2,61	kg/m ²	Gewicht je Lage	5,26	kg/m ²
Gewicht je Lage	5,21	kg/m ²			
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	21	m			
A	420	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	10	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	3	stk	in der Breite	1,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
10 = Tabellenwert	43	cm	ls	35,00	cm
			100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:			Übergriff	52,50	cm
Übergriff	43,00	cm	Anzahl in Längsrichtung	140,00	stk
Anzahl in Längsrichtung	210,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
Anzahl der Stöße	10,00	stk	(je Stoß/Plattenlänge)	73,50	lfm
(je Stoß/Plattenlänge)	90,30	lfm		29,00	kg
	235,22	kg	Anzahl in Querrichtung	133,33	stk
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
Anzahl der Stöße	3,00	stk	lfm	70,00	lfm
(je Stoß/Plattenbreite)	86,00	lfm		27,62	kg
	67,21	kg			
Pro Lage	302,43	kg	Pro Lage	56,62	kg
Flächenbew.	2189,21	kg/La	Flächenbew.	2209,67	kg/La
Steigerung durch Stoss	302,43	kg/La	Steigerung durch Stoss	56,62	kg/La
Gesamt	2491,63	kg/La	Gesamt	2266,29	kg/La

9,94%

Mehrfeldträger Ortbeton 5 - 5 - 5 m, Massenerhöhung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 65				
Durchmesser L	6,50	mm	Durchmesser L	8,00	mm
Durchmesser Q	6,50	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,33	cm ² /m	as L	0,50	cm ² /m
as Q	0,33	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	15,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	15,00	cm
Bewehrungsqs. L	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	3,35	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	3,32	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	3,35	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	2,63	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	2,61	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	2,63	kg/m ²
Gewicht je Lage	5,21	kg/m ²	Gewicht je Lage	5,26	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	25	m			
A	500	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	10	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	4	stk	in der Breite	1,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
10 = Tabellenwert	43	cm	ls	35,00	cm
			100% Übergreifung	52,50	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	43,00	cm	Übergriff	52,50	cm
Anzahl in Längsrichtung	250,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	166,67	stk
Anzahl der Stöße	10,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	107,50	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	87,50	lfm
	280,02	kg		34,53	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	133,33	stk
Anzahl der Stöße	4,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	86,00	lfm	lfm	70,00	lfm
	89,61	kg		27,62	kg
Pro Lage	369,63	kg	Pro Lage	62,15	kg
Flächenbew.	2606,20	kg/La	Flächenbew.	2630,56	kg/La
Steigerung durch Stoss	369,63	kg/La	Steigerung durch Stoss	62,15	kg/La
Gesamt	2975,83	kg/La	Gesamt	2692,71	kg/La
10,51%					

Mehrfeldträger Ortbeton 5 - 9 - 5 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	33	m			
A	660	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	6	stk	in der Breite	2,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l0 = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	330,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	330,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	267,30	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	264,83	lfm
	1977,61	kg		163,27	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	6,00	stk	Anzahl der Stöße	2,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	599,27	kg		126,66	kg
Pro Lage	2576,88	kg	Pro Lage	289,94	kg
Flächenbew.	8134,17	kg/La	Flächenbew.	8138,30	kg/La
Steigerung durch Stoss	2576,88	kg/La	Steigerung durch Stoss	289,94	kg/La
Gesamt	10711,05	kg/La	Gesamt	8428,23	kg/La

27,09%

Mehrfeldträger Ortbeton 9 - 3 - 9 m, Massennmehrung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	33	m			
A	660	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	6	stk	in der Breite	2,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l ₀ = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	330,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	330,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	267,30	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	264,83	lfm
	1977,61	kg		163,27	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	6,00	stk	Anzahl der Stöße	2,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	599,27	kg		126,66	kg
Pro Lage	2576,88	kg	Pro Lage	289,94	kg
Flächenbew.	8134,17	kg/La	Flächenbew.	8138,30	kg/La
Steigerung durch Stoss	2576,88	kg/La	Steigerung durch Stoss	289,94	kg/La
Gesamt	10711,05	kg/La	Gesamt	8428,23	kg/La
27,09%					

Mehrfeldträger Ortbeton 9 - 5 - 9 m, Massenmehrung

Mattenbewehrung:

Stabstahl:

Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	37	m			
A	740	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	7	stk	in der Breite	2,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
l0 = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	370,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	370,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	299,70	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	296,93	lfm
	2217,32	kg		183,07	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	7,00	stk	Anzahl der Stöße	2,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	699,15	kg		126,66	kg
Pro Lage	2916,47	kg	Pro Lage	309,73	kg
Flächenbew.	9120,13	kg/La	Flächenbew.	9124,76	kg/La
Steigerung durch Stoss	2916,47	kg/La	Steigerung durch Stoss	309,73	kg/La
Gesamt	12036,60	kg/La	Gesamt	9434,48	kg/La

27,58%

Mehrfeldträger Ortbeton 9 - 9 - 9 m, Massenerhöhung

Mattenbewehrung:			Stabstahl:		
Type	AQ 100				
Durchmesser L	10,00	mm	Durchmesser L	10,00	mm
Durchmesser Q	10,00	mm	Durchmesser Q	8,00	mm
as L	0,79	cm ² /m	as L	0,79	cm ² /m
as Q	0,79	cm ² /m	as Q	0,50	cm ² /m
Abstand L	10,00	cm	Abstand L	10,00	cm
Abstand Q	10,00	cm	Abstand Q	10,00	cm
Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. L	7,85	cm ² /m
Bewehrungsqs. Q	7,85	cm ² /m	Bewehrungsqs. Q	5,03	cm ² /m
Gewicht eine Richtung L	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung L	6,17	kg/m ²
Gewicht eine Richtung Q	6,16	kg/m ²	Gewicht eine Richtung Q	3,95	kg/m ²
Gewicht je Lage	12,32	kg/m ²	Gewicht je Lage	12,33	kg/m ²
Größe Matte	6,00	m	Lieferlänge Stabstahl	14,00	m
	2,40	m			
Plattengröße:					
Länge	20	m			
Breite	45	m			
A	900	m ²			
Stoßanzahl:			Stoßanzahl:		
in der Länge	12	stk	in der Länge	1,00	stk
in der Breite	8	stk	in der Breite	3,00	stk
Verankerungslänge:			Verankerungslänge:		
(MW. aus gutem u. mäßigem Verbund)			ls	53,50	cm
10 = Tabellenwert	81	cm	100% Übergreifung	80,25	cm
Gegenüberstellung:					
Übergriff	81,00	cm	Übergriff	80,25	cm
Anzahl in Längsrichtung	450,00	stk	Anzahl in Längsrichtung	450,00	stk
Anzahl der Stöße	12,00	stk	Anzahl der Stöße	1,00	stk
(je Stoß/Plattenlänge)	364,50	lfm	(je Stoß/Plattenlänge)	361,13	lfm
	2696,74	kg		222,65	kg
Anzahl in Querrichtung	200,00	stk	Anzahl in Querrichtung	200,00	stk
Anzahl der Stöße	8,00	stk	Anzahl der Stöße	3,00	stk
(je Stoß/Plattenbreite)	162,00	lfm	lfm	160,50	lfm
	799,03	kg		189,99	kg
Pro Lage	3495,77	kg	Pro Lage	412,64	kg
Flächenbew.	11092,05	kg/La	Flächenbew.	11097,68	kg/La
Steigerung durch Stoss	3495,77	kg/La	Steigerung durch Stoss	412,64	kg/La
Gesamt	14587,82	kg/La	Gesamt	11510,32	kg/La
26,74%					

Anhang C

Berechnung Hohlendielendecke

Einfeldträger 3 m, Hohldiele VSD 8-16 M**ULS**

Bezeichnung	MEd[kNm/m]	MRd[kNm/m]	VEd[kN/m]	VRd[kN/m]	Ausnutzung
Feldmoment	15,03	54,62			0,28
Querkraft links			16,81	63,94	0,26
Querkraft rechts			16,81	63,94	0,26

SLS

Bezeichnung	Ermittelter Wert	Grenzwert
Zugspannung an der Unterseite [kN/cm ²]	-0,37	0,41
Dekompression [kN/cm ²]	nicht erforderlich	
Verankerung des Spannstahls am Auflager	erfüllt	
Durchhang $t = t_0$ [cm]	-0,30	
Durchhang $t = t_\infty$ [cm]	-0,39	1,24
Durchbietung kurz [cm]	0,05	0,62
Durchhang lang [cm]	-0,11	0,62

Einfeldträger 5 m, Hohldiele VSD 8-16 M**ULS**

Bezeichnung	MEd[kNm/m]	MRd[kNm/m]	VEd[kN/m]	VRd[kN/m]	Ausnutzung
Feldmoment	40,67	54,62			0,74
Querkraft links			29,32	63,94	0,46
Querkraft rechts			29,32	63,94	0,46

SLS

Bezeichnung	Ermittelter Wert	Grenzwert
Zugspannung an der Unterseite [kN/cm ²]	0,09	0,41
Dekompression [kN/cm ²]	nicht erforderlich	
Verankerung des Spannstahls am Auflager	erfüllt	
Durchhang $t = t_0$ [cm]	-0,67	
Durchhang $t = t_\infty$ [cm]	-0,25	2,04
Durchbietung kurz [cm]	0,33	1,02
Durchhang lang [cm]	0,31	1,02

Einfeldträger 9 m, Hohldiele VSD 5-26,5 B

ULS

Bezeichnung	MEd[kNm/m]	MRd[kNm/m]	VEd[kN/m]	VRd[kN/m]	Ausnutzung
Feldmoment	152,55	185,77			0,82
Querkraft links			62,56	107,65	0,58
Querkraft rechts			62,56	107,65	0,58

SLS

Bezeichnung	Ermittelter Wert	Grenzwert
Zugspannung an der Unterseite [kN/cm ²]	0,18	0,41
Dekompression [kN/cm ²]	nicht erforderlich	
Verankerung des Spannstahls am Auflager	erfüllt	
Durchhang $t = t_0$ [cm]	-1,60	
Durchhang $t = t_\infty$ [cm]	-0,42	3,64
Durchbietung kurz [cm]	0,80	1,82
Durchhang lang [cm]	0,83	1,82

Feldlänge 3 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	1,00	0,29 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,16	1,00	0,00	0,000 m ³
	Gesamt				0,054 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	1,00	7,52 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56			3,56 kg
	Splinteisen	7,10	1,00		7,10 kg
	Anschlussbew.	1,48	3,00	1,00	4,45 kg
	Gesamt				15,12 kg

Feldlänge 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	1,00	0,49 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,16	1,00	0,00	0,000 m ³
	Gesamt				0,054 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	1,00	12,53 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56			3,56 kg
	Splinteisen	7,10	1,00		7,10 kg
	Anschlussbew.	1,48	5,00	1,00	7,42 kg
	Gesamt				18,09 kg

Feldlänge 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	1,00	1,28 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,27	1,00	0,00	0,000 m ³
	Gesamt				0,090 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	1,00	46,86 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,73			3,73 kg
	Splinteisen	7,10	1,00		7,10 kg
	Anschlussbew.	1,48	9,00	1,00	13,36 kg
	Gesamt				24,20 kg

Feldlänge 3 - 3 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	2,00	0,58 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	1,00	0,016 m ³
	Gesamt				0,070 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	2,00	15,04 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	3,00	2,00	8,91 kg
	Gesamt				23,12 kg

Feldlänge 3 - 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	1,00	0,49 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	1,00	0,29 m ³
	Gesamt				0,78 m³

Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	1,00	0,016 m ³
	Gesamt				0,070 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	1,00	12,53 kg
	VSD 8-16 M	3,01	3,00	1,00	7,52 kg
	Gesamt				20,05 kg

Bewehrungsstahl Bst B550 S (B)	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	5,00		11,88 kg
	Gesamt				26,09 kg

Feldlänge 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	1,00	1,28 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	1,00	0,29 m ³
	Gesamt				1,57 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	1,00	0,027 m ³
	Gesamt				0,117 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	1,00	46,86 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	1,00	7,52 kg
	Gesamt				54,38 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	9,00		17,82 kg
	Gesamt				32,20 kg

Feldlänge 5 - 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	2,00	0,97 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	1,00	0,016 m ³
	Gesamt				0,070 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 8-16 M	3,01	5,00	2,00	25,06 kg
St. 1570/1770					
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	5,00		14,85 kg
	Gesamt				29,06 kg

Feldlänge 5 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	1,00	1,28 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	1,00	0,49 m ³
	Gesamt				1,76 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	1,00	0,027 m ³
	Gesamt				0,117 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	1,00	46,86 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	1,00	12,53 kg
	Gesamt				59,39 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	9,00		20,78 kg
	Gesamt				35,17 kg

Feldlänge 9 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	2,00	2,56 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	1,00	0,027 m ³
	Gesamt				0,117 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	2,00	93,72 kg
St. 1570/1770					
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	10,65	1,00		10,65 kg
	Anschlussbew.	1,48	9,00		26,72 kg
	Gesamt				41,11 kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	5,00	1,46 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	4,00	0,064 m ³
	Gesamt				0,118 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	5,00	37,59 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48	3,00	5,00	22,27 kg
	Gesamt				47,14 kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	2,00	0,97 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	3,00	0,88 m ³
	Gesamt				1,85 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	4,00	0,064 m ³
	Gesamt				0,118 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	2,00	25,06 kg
	VSD 8-16 M	3,01	3,00	3,00	22,55 kg
	Gesamt				47,61 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			28,21 kg
	Gesamt				53,08 kg

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	2,00	2,56 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	3,00	0,88 m ³
	Gesamt				3,43 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	4,00	0,106 m ³
	Gesamt				0,196 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	2,00	93,72 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	3,00	22,55 kg
	Gesamt				116,27 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			40,09 kg
	Gesamt				65,13 kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	3,00	1,46 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	2,00	0,58 m ³
	Gesamt				2,04 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	4,00	0,064 m ³
	Gesamt				0,118 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 8-16 M	3,01	5,00	3,00	37,59 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	2,00	15,04 kg
	Gesamt				52,63 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			31,18 kg
	Gesamt				56,05 kg

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	5,00	2,43 m³
Beton C25/30	Randlager	0,03	1,00	2,00	0,054 m ³
	Mittellager	0,02	1,00	4,00	0,064 m ³
	Gesamt				0,118 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	5,00	62,65 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,56	1,00		3,56 kg
	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48	5,00	5,00	37,12 kg
	Gesamt				61,99 kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	2,00	2,56 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	3,00	1,46 m ³
	Gesamt				4,02 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	4,00	0,106 m ³
	Gesamt				0,196 m³

Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	2,00	93,72 kg
	VSD 8-16 M	3,01	5,00	3,00	37,59 kg
	Gesamt				131,31 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 S (B)	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			48,99 kg
	Gesamt				74,03 kg

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	3,00	3,84 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	3,00	2,00	0,58 m ³
	Gesamt				4,42 kg
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	4,00	0,106 m ³
	Gesamt				0,196 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	3,00	140,58 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	3,00	2,00	15,04 kg
	Gesamt				155,62 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			48,99 kg
	Gesamt				74,03 kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	3,00	3,84 m ³
Beton C50/60	VSD 8-16 M	0,12	5,00	2,00	0,97 m ³
	Gesamt				4,81 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	4,00	0,106 m ³
	Gesamt				0,196 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	3,00	140,58 kg
St. 1570/1770	VSD 8-16 M	3,01	5,00	2,00	25,06 kg
	Gesamt				165,64 kg
Bewehrungsstahl	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
Bst B550 (B)	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48			54,93 kg
	Gesamt				79,97 kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

Materialmenge

Material	Typ	Material [m ²]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Beton C50/60	VSD 5-26,5 B	0,17	9,00	5,00	6,39 m³
Beton C25/30	Randlager	0,05	1,00	2,00	0,090 m ³
	Mittellager	0,03	1,00	4,00	0,106 m ³
	Gesamt				0,196 m³
Material	Typ	Material [kg/m]	Länge [m]	Anzahl [Stk]	Gesamt
Spannstahl St. 1570/1770	VSD 5-26,5 B	6,25	9,00	5,00	234,30 kg
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Randnadeln	3,73	1,00		3,73 kg
	Splinteisen	21,31	1,00		21,31 kg
	Anschlussbew.	1,48	9,00	5,00	66,81 kg
	Gesamt				91,85 kg

Anhang D

Berechnung Brettsperrholzdecke

Feldlänge 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]			Ausnutzung
			Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	-1,99	14,77	0,13
	2	40,0	$\sigma_{b,90}$	-0,05	14,77	0,00
	3	70,0	$\sigma_{t/c,0}$	3,48	8,92	0,39
	1	0,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,25	0,00
	3	70,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	1,49		0,53
	2	40,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	-0,05		0,00
	2	55,0	$\tau_{y'z'}$	-0,19	0,49	0,38
	1	20,0	$\tau_{x'z'}$	0,12	1,42	0,08
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,42	0,00
	1	20,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,01
2	40,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,38	

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	1251	8,4	10,0	0,84
LK3	Char./Quasi-st.	1251	5,8	10,0	0,58
LK4	Quasi-ständig	1251	4,7	12,0	0,39
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,50	0,50	1,00

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5283,99	72,691	11,569	6,00	0,52
2	17721,97	133,124	21,187	6,00	0,28
3	65682,22	256,285	40,789	6,00	0,15
4	104961,81	323,978	51,563	6,00	0,12

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,11	3,00	550,00	0,33	m³

Feldlänge 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]			Ausnutzung
			Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	-1,19	14,77	0,08
	2	40,0	$\sigma_{b,90}$	-0,04	14,77	0,00
	5	160,0	$\sigma_{t/c,0}$	4,76	8,92	0,53
	4	120,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,08	0,25	0,32
	5	160,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	3,57		0,61
	4	120,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,04		0,33
	2	60,0	$\tau_{y'z'}$	-0,15	0,49	0,31
	3	100,0	$\tau_{x'z'}$	0,16	1,42	0,12
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,42	0,00
	3	100,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,01
	4	120,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,40

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2071	14,0	16,7	0,84
LK3	Char./Quasi-st.	2071	9,9	16,7	0,59
LK4	Quasi-ständig	2071	8,2	20,0	0,41
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,40	0,50	0,80

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2902,85	53,878	8,575	6,00	0,70
2	19914,71	150,448	23,944	6,00	0,25
3	22634,48	189,616	30,178	6,00	0,20
4	72639,34	269,517	42,895	6,00	0,14

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,20	5,00	550,00	1,00	m³

Feldlänge 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]			Ausnutzung
			Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 1	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	0,82	15,36	0,05
	3	110,0	$\sigma_{b,90}$	0,00	15,36	0,00
	9	290,0	$\sigma_{t/c,0}$	5,92	9,28	0,64
	7	220,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	9	290,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	5,11		0,69
	7	220,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,00		0,00
	5	165,0	$\tau_{y'z'}$	-0,21	0,51	0,40
	4	130,0	$\tau_{x'z'}$	0,20	1,47	0,13
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,47	0,00
	4	130,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,02
5	150,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,40	

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	21812	29,5	30,0	0,98
LK3	Char./Quasi-st.	21812	21,4	30,0	0,71
LK4	Quasi-ständig	21812	18,1	36,0	0,50
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,15	0,50	0,30

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1200,20	34,644	5,514	6,00	1,09
2	1696,14	41,184	6,555	6,00	0,92
3	6553,17	80,952	12,884	6,00	0,47
4	15625,07	125,000	19,894	6,00	0,30

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,514	0,03085	0,04	0,10	0,40

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,33	9,00	550,00	2,97	m³

Feldlänge 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]		Grenz	Ausnutzung
			Symbol	Vorh.		
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	2,55	14,77	0,17
	2	40,0	$\sigma_{b,90}$	0,04	14,77	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	3,82	8,92	0,43
	1	0,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,25	0,00
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	6,37		0,60
	2	40,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,04		0,00
	2	50,0	$\tau_{y'z'}$	0,26	0,49	0,53
	1	20,0	$\tau_{x'z'}$	-0,17	1,42	0,12
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,42	0,00
	1	20,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,01
	2	40,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,53

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	3790	6,7	10,0	0,67
LK3	Char./Quasi-st.	3790	4,3	10,0	0,43
LK4	Quasi-ständig	3790	3,3	12,0	0,27
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,50	0,50	1,00

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4216,52	64,935	10,335	6,00	0,58
2	9197,35	95,903	15,263	6,00	0,39
3	14252,32	119,383	19,000	6,00	0,32
4	19332,37	139,041	22,129	6,00	0,27

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,10	6,00	550,00	0,60	m³

Feldlänge 3 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]		Grenz	Ausnutzung
			Symbol	Vorh.		
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	1,78	15,36	0,12
	2	60,0	$\sigma_{b,90}$	-0,03	15,36	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	4,89	9,28	0,53
	2	40,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,07	0,26	0,29
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	6,67		0,64
	2	40,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,10		0,29
	2	50,0	$\tau_{y'z'}$	-0,25	0,51	0,48
	3	75,0	$\tau_{x'z'}$	0,26	1,47	0,18
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,47	0,00
	3	75,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,03
	2	60,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,76

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	26197	16,4	16,7	0,98
LK3	Char./Quasi-st.	26197	11,1	16,7	0,67
LK4	Quasi-ständig	26197	9,0	20,0	0,45
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,30	0,5	0,60

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2355,79	48,537	7,725	6,00	0,78
2	2701,01	51,971	8,271	6,00	0,73
3	13049,46	114,234	18,181	6,00	0,33
4	14791,98	121,622	19,357	6,00	0,31

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,15	8,00	-	1,20	m³

Feldlänge 3 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]			Ausnutzung
			Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 1	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	-0,78	15,36	0,05
	3	110,0	$\sigma_{b,90}$	-0,02	15,36	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	5,04	9,28	0,54
	3	80,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,07	0,26	0,28
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	5,81		0,59
	3	80,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,09		0,28
	3	95,0	$\tau_{y'z'}$	-0,24	0,51	0,47
	4	130,0	$\tau_{x'z'}$	0,26	1,47	0,18
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,47	0,00
	4	130,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,03
	3	110,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,75

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	15101	21,8	30,0	0,73
LK3	Char./Quasi-st.	15101	15,6	30,0	0,52
LK4	Quasi-ständig	15101	13,1	36,0	0,37
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,44	0,50	0,88

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1651,34	40,637	6,468	6,00	0,93
2	13219,06	114,974	18,299	6,00	0,33
3	15892,20	126,064	20,064	6,00	0,30
4	18527,25	136,115	21,663	6,00	0,28

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,30	12,00	550,00	3,60	m³

Feldlänge 5 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]		Grenz	Ausnutzung
			Symbol	Vorh.		
LK 1	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	-2,37	14,77	0,16
	2	40,0	$\sigma_{b,90}$	0,04	14,77	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	6,51	8,92	0,73
	2	40,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,10	0,25	0,40
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	8,88		0,89
	2	40,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,14		0,41
	2	50,0	$\tau_{y'z'}$	0,27	0,49	0,54
	3	75,0	$\tau_{x'z'}$	-0,28	1,42	0,20
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,42	0,00
	3	75,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,04
	2	60,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,94

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	32717	16,7	16,7	1,00
LK3	Char./Quasi-st.	32717	10,7	16,7	0,64
LK4	Quasi-ständig	32717	8,3	20,0	0,42
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,32	0,50	0,64

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	6593,85	81,202	12,924	6,00	0,46
2	7974,24	89,299	14,212	6,00	0,42
3	14719,23	121,323	19,309	6,00	0,31
4	22870,01	151,228	24,069	6,00	0,25

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,15	10,00	550,00	1,50	m³

Feldlänge 5 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm]			Ausnutzung
			Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 1	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	-0,77	14,77	0,05
	3	110,0	$\sigma_{b,90}$	-0,02	14,77	0,00
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	4,97	8,92	0,56
	3	80,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,07	0,25	0,29
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	5,74		0,61
	3	80,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,09		0,29
	3	95,0	$\tau_{y'z'}$	-0,24	0,49	0,49
	4	130,0	$\tau_{x'z'}$	0,26	1,42	0,18
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,42	0,00
	4	130,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,03
	3	110,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,77

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	17620	23,9	30,0	0,80
LK3	Char./Quasi-st.	17620	16,9	30,0	0,56
LK4	Quasi-ständig	17620	14,1	36,0	0,39
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,48	0,50	0,96

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1497,95	38,703	6,160	6,00	0,97
2	11262,74	106,126	16,890	6,00	0,36
3	12694,25	112,669	17,932	6,00	0,33
4	18520,12	136,089	21,659	6,00	0,28

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,30	14,00	550,00	4,20	m³

Feldlänge 9 - 9 m:

Materialmenge

Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Einfeld	0,33	9,00	2,00	5,94	m³

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nr.	Schicht z [mm]	Spannungen [N/mm ²]		Grenz	Ausnutzung
			Symbol	Vorh.		
LK 1	1	0,0	$\sigma_{b,0}$	2,46	15,36	0,16
	2	30,0	$\sigma_{b,90}$	0,08	15,36	0,01
	1	0,0	$\sigma_{t/c,0}$	4,92	9,28	0,53
	1	0,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	1	0,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	7,38		0,69
	2	30,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,08		0,01
	2	45,0	$\tau_{y'z'}$	0,27	0,51	0,53
	1	15,0	$\tau_{x'z'}$	-0,17	1,47	0,11
	1	0,0	$\tau_{x'y'}$	0,00	1,47	0,00
	1	15,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,01
	2	30,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,52

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Punkt Nr.	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	11529	10,0	10,0	1,00
LK3	Char./Quasi-st.	11529	6,4	10,0	0,64
LK4	Quasi-ständig	11529	5,0	12,0	0,42
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,50	0,50	1,00

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	3020,35	54,958	8,747	6,00	0,69
2	3608,52	60,071	9,561	6,00	0,63
3	5316,07	72,911	11,604	6,00	0,52
4	7900,60	88,885	14,417	6,00	0,42

Materialmenge

Material	Dicke [m]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	0,09	15,00	550,00	1,35	m³

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,15	8,00	2,00	2,40	m ³
	Einfeld	0,11	3,00	1,00	0,33	m ³
Gesamt					2,73	m³

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,30	12,00	2,00	7,20	m ³
	Einfeld	0,11	3,00	1,00	0,33	m ³
Gesamt					7,53	m³

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,15	8,00	2,00	2,40	m ³
	Einfeld	0,20	5,00	1,00	1,00	m ³
Gesamt					3,40	m³

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,15	10,00	2,00	3,00	m ³
	Einfeld	0,20	5,00	1,00	1,00	m ³
Gesamt					4,00	m³

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,30	14,00	2,00	8,40	m ³
	Einfeld	0,20	5,00	1,00	1,00	m ³
Gesamt					9,40	m³

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,30	12,00	2,00	7,20	m ³
	Einfeld	0,33	9,00	1,00	2,97	m ³
Gesamt					10,17	m³

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Zweifeld	0,30	14,00	2,00	8,40	m ³
	Einfeld	0,33	9,00	1,00	2,97	m ³
Gesamt					11,37	m³

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

Materialmenge						
Material	System	Dicke [m]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
BSP/CLT	Einfeld	0,33	9,00	5,00	14,85	m ³
Gesamt					14,85	m³

Anhang E

Berechnung Holzbalken(Tram-)decke

Feldlänge 3 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,56
LK1	1,50	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,87
LK1	1,50	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,87

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	1,50	10,0	10,0	1,00
LK3	Char./Quasi-st.	1,50	6,9	10,0	0,69
LK4	Quasi-ständig	1,50	5,6	12,0	0,47
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,31	0,50	0,62

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4807,13	69,333	11,035	6,00	0,54
2	61843,89	248,684	39,579	6,00	0,15
3	224016,88	473,304	75,329	6,00	0,08
4	460550,09	678,638	108,009	6,00	0,06

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	12 20	3,00	420,00	0,072	m³

Feldlänge 5 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,37
LK1	2,50	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,69
LK1	2,50	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,69

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2,50	15,6	16,7	0,93
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	10,8	16,7	0,65
LK4	Quasi-ständig	2,50	8,8	20,0	0,44
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,24	0,50	0,48

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2922,74	54,062	8,604	6,00	0,70
2	40229,48	200,573	31,922	6,00	0,19
3	163029,56	403,769	64,262	6,00	0,09
4	393568,53	627,350	99,846	6,00	0,06

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	22	28	5,00	420,00	0,308	m³

Feldlänge 9 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,35
LK1	4,50	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,68
LK1	4,50	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,68

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	4,50	28,9	30,0	0,96
LK3	Char./Quasi-st.	4,50	20,3	30,0	0,68
LK4	Quasi-ständig	4,50	16,9	36,0	0,47
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,24	0,50	0,48

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1450,69	38,088	6,062	6,00	0,99
2	20293,40	142,455	22,672	6,00	0,26
3	84636,75	290,924	46,302	6,00	0,13
4	213258,03	461,799	73,498	6,00	0,08

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	26 48	9,00	420,00	1,123	m³

Feldlänge 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	3,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,80
LK1	3,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,98
LK1	3,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,98

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	1,40	7,5	10,0	0,75
LK3	Char./Quasi-st.	1,40	4,6	10,0	0,46
LK4	Quasi-ständig	1,40	3,5	12,0	0,29
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,28	0,50	0,56

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4053,82	63,670	10,133	6,00	0,59
2	8771,69	93,657	14,906	6,00	0,40
3	53163,97	230,573	36,697	6,00	0,16
4	71502,31	267,399	42,588	6,00	0,14

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	10	20	6,00	420,00	0,120	m³

Feldlänge 3 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,54
LK1	3,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,74
LK1	3,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,74

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2,50	16,0	16,7	0,96
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	10,6	16,7	0,63
LK4	Quasi-ständig	2,50	8,4	20,0	0,42
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,26	0,50	0,52

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2640,98	51,390	8,179	6,00	0,73
2	16982,97	130,319	20,741	6,00	0,29
3	33126,78	182,008	28,967	6,00	0,21
4	113844,10	337,408	53,700	6,00	0,11

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	20	24	8,00	420,00	0,384	m³

Zweifeldträger 3 - 9 m Holzbalkendecke, Auszug der Berechnung

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK 1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,51
LK1	3,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,75
LK1	3,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,75

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2,50	29,2	30,0	0,97
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	20,0	30,0	0,67
LK4	Quasi-ständig	2,50	16,3	36,0	0,45
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,21	0,50	0,42

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1440,05	37,953	6,040	6,00	0,99
2	14454,65	120,227	19,135	6,00	0,31
3	53139,65	230,520	36,688	6,00	0,16
4	76887,68	277,286	44,131	6,00	0,14

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	24 40	12,00	420,00	1,152	m³

Feldlänge 5 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	5,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,57
LK1	5,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,98
LK1	5,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,98

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2,50	15,9	16,7	0,95
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	9,9	16,7	0,59
LK4	Quasi-ständig	2,00	7,5	20,0	0,37
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,29	0,50	0,58

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1752,87	41,867	6,663	6,00	0,90
2	4002,55	63,266	10,069	6,00	0,60
3	25016,97	158,168	25,173	6,00	0,24
4	35971,17	189,661	30,185	6,00	0,20

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	20	24	10,00	420,00	0,480	m³

Feldlänge 5 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	0,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,55
LK1	5,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,73
LK1	5,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,73

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	2,50	28,2	30,0	0,94
LK3	Char./Quasi-st.	2,50	19,0	30,0	0,63
LK4	Quasi-ständig	2,00	15,3	36,0	0,43
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,22	0,50	0,44

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1790,49	42,314	6,735	6,00	0,89
2	13745,30	117,240	18,659	6,00	0,32
3	23377,29	152,896	24,334	6,00	0,25
4	77307,08	278,042	44,252	6,00	0,14

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	20	44	14,00	420,00	1,232 m ³

Feldlänge 9 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	9,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,49
LK1	9,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,82
LK1	9,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,82

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	4,00	23,5	30,0	0,78
LK3	Char./Quasi-st.	4,00	15,0	30,0	0,50
LK4	Quasi-ständig	4,00	11,6	36,0	0,32
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,21	0,50	0,42

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1081,84	32,891	5,235	6,00	1,15
2	2465,39	49,653	7,902	6,00	0,76
3	15430,99	124,222	19,770	6,00	0,30
4	22153,49	148,840	23,689	6,00	0,25

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,514	0,03085	0,086	0,1	0,86

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	24 44	18,00	420,00	1,901	m³

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Stelle x [m]	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	3,00	Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7	0,66
LK1	3,00	Einfache Biegung nach 6.1.6	0,76
LK1	3,00	Biegestab ohne Druckkraft nach 6.3.3	0,83

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Stelle x [m]	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
			u_z	Grenz u_z	
LK2	Charakteristisch	1,40	6,8	10,0	0,68
LK3	Char./Quasi-st.	1,40	4,3	10,0	0,43
LK4	Quasi-ständig	1,40	3,3	12,0	0,27
LF4	Schwingung w_{gr}	-	0,24	0,50	0,48

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4814,37	69,386	11,043	6,00	0,54
2	5753,91	75,855	12,073	6,00	0,50
3	8482,24	92,099	14,658	6,00	0,41
4	12614,13	112,313	17,875	6,00	0,34

Materialmenge

Material	QS [b / h]	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	12	20	15,00	420,00	0,360 m ³

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	20 / 24	8,00	2,00	0,768	m ³
	Einfeld	12 / 20	3,00	1,00	0,072	m ³
Gesamt					0,840	m³

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	24 / 40	12,00	2,00	2,304	m ³
	Einfeld	12 / 20	3,00	1,00	0,072	m ³
Gesamt					2,376	m³

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	20 / 24	8,00	2,00	0,768	m ³
	Einfeld	22 / 28	5,00	1,00	0,308	m ³
Gesamt					1,076	m³

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	20 / 24	10,00	2,00	0,960	m ³
	Einfeld	22 / 28	5,00	1,00	0,308	m ³
Gesamt					1,268	m³

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	20 / 44	14,00	2,00	2,464	m ³
	Einfeld	22 / 28	5,00	1,00	0,308	m ³
Gesamt					2,772	m³

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

Materialmenge						
Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	24 / 40	12,00	2,00	2,304	m ³
	Einfeld	26 / 48	9,00	1,00	1,123	m ³
Gesamt					3,427	m³

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

Materialmenge

Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	20 / 44	14,00	2,00	2,464	m ³
	Einfeld	26 / 48	9,00	1,00	1,123	m ³
Gesamt					3,587	m³

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

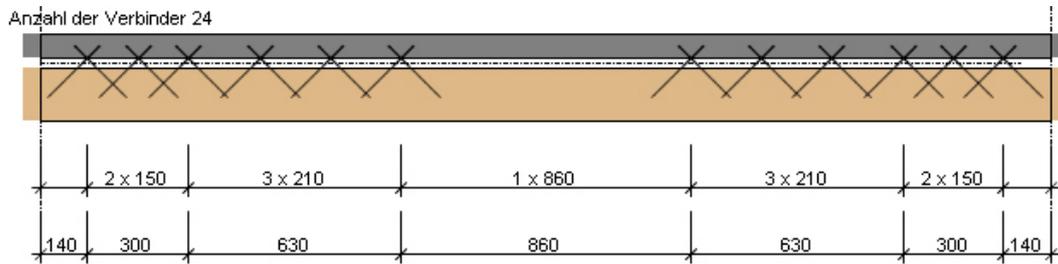
Materialmenge

Material	System	QS [b / h]	Länge [m]	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Zweifeld	24 / 44	18,00	2,00	3,802	m ³
	Einfeld	26 / 48	9,00	1,00	1,123	m ³
Gesamt					4,925	m³

Anhang F

Berechnung Holz-Beton-Verbunddecke (Tram)

Feldlänge 3 m:



ULS

Bem. HolzQS	Anzahl Verbinder	Beschreibung	Ausnutzung
	Stk	Ausnutzung der Randspannung	0,67
	24,00	Ausnutzungsgrad Schubspannung	0,95
		Ausnutzung der Schraubenumrissfläche	0,23

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	Ø [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	Ausnutzung
	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

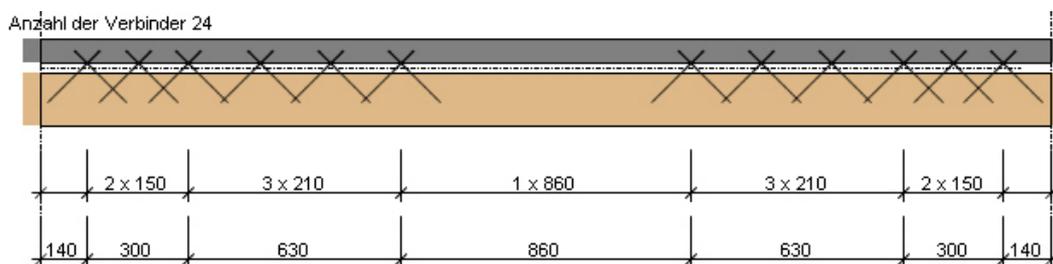
Durchbiegung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		u_z	Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	3,4	10,0	0,34
	$w_{net,fin,perm}$	6,3	12,0	0,52
	Schwingung w_{gr}	-	0,50	0,22

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	7463,89	86,394	13,750	6,00	0,44

Materialmenge

Material	Abmessungen		Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	12	20	3,00	420,00	0,072	m³
Beton C25/30		7,00	3,00	-	0,21	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		2,51	3,00	7850,00	11,820	kg

Feldlänge 5 m:



ULS

Bem. HolzQS	Anzahl Verbinder	Beschreibung	Ausnutzung
	Stk	Ausnutzung der Randspannung	0,93
	80,00	Ausnutzungsgrad Schubspannung	0,85
		Ausnutzung der Schraubenumrissfläche	0,29

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	∅ [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	Ausnutzung
	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

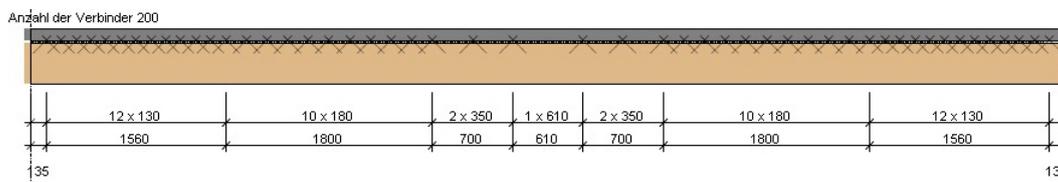
Durchbiegung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		u_z	Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	5,5	16,7	0,51
	$w_{net,fin,perm}$	16,0	20,0	0,80
	Schwingung w_{gr}	-	0,50	0,28

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2825,99	53,160	8,460	6,00	0,71

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	12	20	5,00	420,00	0,120 m ³
Beton C25/30		7,00	5,00	-	0,35 m ³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		2,51	5,00	7850,00	19,70 kg

Feldlänge 9 m:

**ULS**

Bem. HolzQS	Anzahl Verbinder	Beschreibung	Ausnutzung
	Stk	Ausnutzung der Randspannung	0,97
	200,00	Ausnutzungsgrad Schubspannung	0,78
		Ausnutzung der Schraubenumrissfläche	0,45

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	∅ [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	Ausnutzung
	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

Durchbiegung	Bezeichnung	Verschiebung [mm] u_z	Grenz u_z	Ausnutzung
	$w_{inst,rare}$	16,2	30,0	0,54
	$w_{net,fin,perm}$	31,9	36,0	0,89
	Schwingung w_{gr}	0,11	0,50	0,22

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz] Vorh. Grenz	Ausnutzung
1	1693,73	41,155	6,550 6,00	0,92

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
GL 24 h	22 36	9,00	420,00	0,713	m³
Beton C25/30	10,00	9,00	-	0,90	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	2,51	9,00	7850,00	35,47	kg

Feldlänge 3 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	2,00	0,144	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	2,00	0,420	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	23,64	kg

Feldlänge 3 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	1,00	0,072	m ³
	Einf. 5m	0,120	1,00	0,120	m ³
		Gesamt		0,192	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	1,00	0,210	m ³
	Einf. 5m	0,350	1,00	0,350	m ³
		Gesamt		0,560	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	1,00	11,82	kg
	Einf. 5m	19,70	1,00	19,70	kg
		Gesamt		31,52	kg

Feldlänge 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	1,00	0,072	m ³
	Einf. 9m	0,713	1,00	0,713	m ³
		Gesamt		0,785	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	1,00	0,210	m ³
	Einf. 9m	0,900	1,00	0,900	m ³
		Gesamt		1,110	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	1,00	11,82	kg
	Einf. 9m	35,47	1,00	35,47	kg
		Gesamt		47,29	kg

Feldlänge 5 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 5m	0,120	2,00	0,240	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,350	2,00	0,700	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg

Feldlänge 5 - 9 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 5m	0,120	1,00	0,120	m ³
	Einf. 9m	0,713	1,00	0,713	m ³
		Gesamt		0,833	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,350	1,00	0,350	m ³
	Einf. 9m	0,900	1,00	0,900	m ³
		Gesamt		1,250	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	1,00	19,70	kg
	Einf. 9m	35,47	1,00	35,47	kg
		Gesamt		55,17	kg

Feldlänge 9 - 9 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 9m	0,713	2,00	1,426	m³
Beton C25/30	Einf. 9m	0,900	2,00	1,800	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 9m	35,47	2,00	70,94	kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	5,00	0,360	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	5,00	1,050	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	5,00	59,10	kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	3,00	0,216	m ³
	Einf. 5m	0,120	2,00	0,240	m ³
Gesamt				0,456	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	3,00	0,630	m ³
	Einf. 5m	0,350	2,00	0,700	m ³
Gesamt				1,330	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	3,00	35,46	kg
	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg
Gesamt				74,86	kg

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	3,00	0,216	m ³
	Einf. 9m	0,713	2,00	1,426	m ³
Gesamt				1,642	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	3,00	0,630	m ³
	Einf. 9m	0,900	2,00	1,800	m ³
Gesamt				2,430	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	3,00	35,46	kg
	Einf. 9m	35,47	2,00	70,94	kg
Gesamt				106,40	kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	2,00	0,144	m ³
	Einf. 5m	0,120	3,00	0,360	m ³
		Gesamt		0,504	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	2,00	0,420	m ³
	Einf. 5m	0,350	3,00	1,050	m ³
		Gesamt		1,470	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	23,64	kg
	Einf. 5m	19,70	3,00	59,10	kg
		Gesamt		82,74	kg

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 5m	0,120	5,00	0,600	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,350	5,00	1,750	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	5,00	98,50	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 5m	0,120	3,00	0,360	m ³
	Einf. 9m	0,713	2,00	1,426	m ³
Gesamt				1,786	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,350	3,00	1,050	m ³
	Einf. 9m	0,900	2,00	1,800	m ³
Gesamt				2,850	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	3,00	59,10	kg
	Einf. 9m	35,47	2,00	70,94	kg
Gesamt				130,04	kg

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 3m	0,072	2,00	0,144	m ³
	Einf. 9m	0,713	3,00	2,139	m ³
Gesamt				2,283	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,210	2,00	0,420	m ³
	Einf. 9m	0,900	3,00	2,700	m ³
Gesamt				3,120	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	15,76	kg
	Einf. 9m	35,47	3,00	106,41	kg
Gesamt				130,05	kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 5m	0,120	2,00	0,240	m ³
	Einf. 9m	0,713	3,00	2,139	m ³
Gesamt				2,379	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,350	2,00	0,700	m ³
	Einf. 9m	0,900	3,00	2,700	m ³
Gesamt				3,400	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg
	Einf. 9m	35,47	3,00	106,41	kg
Gesamt				145,81	kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
GL 24 h	Einf. 9m	0,713	5,00	3,565	m³
Beton C25/30	Einf. 9m	0,900	5,00	4,500	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 9m	35,47	5,00	177,35	kg

Anhang G

Berechnung Holz-Beton-Verbunddecke (Brettsperrholz)

Feldlänge 3 m:

ULS

Lastkombi.	Schicht		Spannungen [N/mm]			μ
	Nr.	z [mm]	Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 2	1	30,0	$\sigma_{b,0}$	2,31	15,36	0,15
	2	50,0	$\sigma_{b,90}$	0,00	15,36	0,00
	3	50,0	$\sigma_{t/c,0}$	5,82	9,28	0,63
	2	30,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	3	50,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	4,28		0,73
	2	30,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,00		0,00
	2	40,0	$\tau_{y'z'}$	-0,03	0,51	0,05
	1	15,0	$\tau_{x'z'}$	0,02	1,47	0,01
	3	70,0	$\tau_{x'y'}$	-0,11	1,47	0,07
	3	60,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,00
	2	30,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,05

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	\emptyset [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	μ
obere Lage	Längs	0	0	0	0	0,00
	Quer	0	0	0	0	0,00
untere Lage	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

Verformung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		μ
		u_z	Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	3,2	10,0	0,32
	$w_{net,fin,perm}$	9,7	12,0	0,81
	Schwingung w_{gr}	0,08	0,50	0,16

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		μ
			Vorh.	Grenz	
1	8045,56	89,764	14,286	6,00	0,42

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
CLT		7,00	3,00	420,00	0,21 m ³
Beton C25/30		7,00	3,00	-	0,21 m ³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		2,51	3,00	7850,00	11,82 kg

Feldlänge 5 m:

ULS

Lastkombi.	Schicht		Spannungen [N/mm]			μ
	Nr.	z [mm]	Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 2	1	30,0	$\sigma_{b,0}$	1,64	15,36	0,11
	2	30,0	$\sigma_{b,90}$	0,00	15,36	0,00
	5	100,0	$\sigma_{t/c,0}$	7,37	9,28	0,79
	4	80,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	5	100,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	5,73		0,90
	4	80,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,00		0,00
	2	40,0	$\tau_{y'z'}$	-0,03	0,51	0,05
	3	65,0	$\tau_{x'z'}$	0,03	1,47	0,02
	5	130,0	$\tau_{x'y'}$	0,06	1,47	0,04
	5	115,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,00
	4	80,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,05

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	\varnothing [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	μ
obere Lage	Längs	0	0	0	0	0,00
	Quer	0	0	0	0	0,00
untere Lage	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

Verformung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		μ
		u_z	Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	7,4	16,7	0,44
	$w_{net,fin,perm}$	18,7	20,0	0,94
	Schwingung w_{gr}	0,13	0,50	0,26

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		μ
			Vorh.	Grenz	
1	3283,86	57,305	9,120	6,00	0,66

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
CLT		13,00	5,00	420,00	0,65 m ³
Beton C25/30		8,00	5,00	-	0,40 m ³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		2,51	5,00	7850,00	19,70 kg

Feldlänge 9 m:

ULS

Lastkombi.	Schicht		Spannungen [N/mm]			μ
	Nr.	z [mm]	Symbol	Vorh.	Grenz	
LK 2	1	40,0	$\sigma_{b,0}$	1,25	15,36	0,08
	5	150,0	$\sigma_{b,90}$	0,00	15,36	0,00
	7	220,0	$\sigma_{t/c,0}$	8,26	9,28	0,89
	5	150,0	$\sigma_{t/c,90}$	0,00	0,26	0,00
	7	220,0	$\sigma_{b+t/c,0}$	7,00		0,97
	5	150,0	$\sigma_{b+t/c,90}$	0,00		0,00
	3	95,0	$\tau_{y'z'}$	-0,04	0,51	0,08
	4	130,0	$\tau_{x'z'}$	0,04	1,47	0,03
	7	260,0	$\tau_{x'y'}$	-0,03	1,47	0,02
	4	130,0	$int(\tau_{x'z'} + \tau_{x'y'})$			0,00
	3	80,0	$int(\sigma_{t/c,90} + \tau_{y'z'})$			0,08

Bem. Beton	Bew. Lage	erf. Bew. [cm ² /m]	\emptyset [mm]	Abstand [cm]	vorh. Bew. [cm ² /m]	μ
obere Lage	Längs	0	0	0	0	0,00
	Quer	0	0	0	0	0,00
untere Lage	Längs	1,88	8	20	2,51	0,75
	Quer	1,88	8	20	2,51	0,75

SLS

Verformung	Bezeichnung	Verschiebung [mm]		μ
		u_z	Grenz u_z	
	$w_{inst,rare}$	15,1	30,0	0,50
	$w_{net,fin,perm}$	33,8	36,0	0,94
	Schwingung w_{gr}	0,08	0,50	0,16

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		μ
			Vorh.	Grenz	
1	1465,09	38,276	6,092	6,00	0,98

Materialmenge

Material	Abmessungen	Länge [m]	Wichte [kg/m ³]	Gesamt	Einheit
CLT		26,00	9,00	420,00	2,34 m ³
Beton C25/30		10,00	9,00	-	0,90 m ³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)		2,51	9,00	7850,00	35,47 kg

Feldlänge 3 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	23,64	kg

Feldlänge 3 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	1,00	0,21	m ³
	Einf. 5m	0,65	1,00	0,65	m ³
		Gesamt		0,86	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	1,00	0,21	m ³
	Einf. 5m	0,40	1,00	0,40	m ³
		Gesamt		0,61	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	1,00	11,82	kg
	Einf. 5m	19,70	1,00	19,70	kg
		Gesamt		31,52	kg

Feldlänge 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	1,00	0,21	m ³
	Einf. 9m	2,34	1,00	2,34	m ³
		Gesamt		2,55	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	1,00	0,21	m ³
	Einf. 9m	0,90	1,00	0,90	m ³
		Gesamt		1,11	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	1,00	11,82	kg
	Einf. 9m	35,47	1,00	35,47	kg
		Gesamt		47,29	kg

Feldlänge 5 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	0,65	2,00	1,30	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,40	2,00	0,80	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg

Feldlänge 5 - 9 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	0,65	1,00	0,65	m ³
	Einf. 9m	2,34	1,00	2,34	m ³
		Gesamt		2,99	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,40	1,00	0,40	m ³
	Einf. 9m	0,90	1,00	0,90	m ³
		Gesamt		1,30	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	1,00	19,70	kg
	Einf. 9m	35,47	1,00	35,47	kg
		Gesamt		55,17	kg

Feldlänge 9 - 9 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	2,34	2,00	4,68	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,90	2,00	1,80	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	35,47	2,00	70,94	kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	5,00	1,05	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	5,00	1,05	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	5,00	59,10	kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	3,00	0,63	m ³
	Einf. 5m	0,65	2,00	1,30	m ³
		Gesamt		1,93	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	3,00	0,63	m ³
	Einf. 5m	0,40	2,00	0,80	m ³
		Gesamt		1,43	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	3,00	35,46	kg
	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg
		Gesamt		74,86	kg

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	3,00	0,63	m ³
	Einf. 9m	2,34	2,00	4,68	m ³
		Gesamt		5,31	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	3,00	0,63	m ³
	Einf. 9m	0,90	2,00	1,80	m ³
		Gesamt		2,43	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	3,00	35,46	kg
	Einf. 9m	35,47	2,00	70,94	kg
		Gesamt		106,40	kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m ³
	Einf. 5m	0,65	3,00	1,95	m ³
			Gesamt	2,37	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m ³
	Einf. 5m	0,40	3,00	1,20	m ³
			Gesamt	1,62	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	23,64	kg
	Einf. 5m	19,70	3,00	59,10	kg
			Gesamt	82,74	kg

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

Materialmenge					
Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	0,65	5,00	3,25	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,40	5,00	2,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	5,00	98,50	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	0,65	3,00	1,95	m ³
	Einf. 9m	2,34	2,00	4,68	m ³
		Gesamt		6,63	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,40	3,00	1,20	m ³
	Einf. 9m	0,90	2,00	1,80	m ³
		Gesamt		3,00	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	3,00	59,10	kg
	Einf. 9m	35,47	2,00	70,94	kg
		Gesamt		130,04	kg

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m ³
	Einf. 9m	2,34	3,00	7,02	m ³
		Gesamt		7,44	m³
Beton C25/30	Einf. 3m	0,21	2,00	0,42	m ³
	Einf. 9m	0,90	3,00	2,70	m ³
		Gesamt		3,12	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 3m	11,82	2,00	23,64	kg
	Einf. 9m	35,47	3,00	106,41	kg
		Gesamt		130,05	kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 5m	0,65	2,00	1,30	m ³
	Einf. 9m	2,34	3,00	7,02	m ³
		Gesamt		8,32	m³
Beton C25/30	Einf. 5m	0,40	2,00	0,80	m ³
	Einf. 9m	0,90	3,00	2,70	m ³
		Gesamt		3,50	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 5m	19,70	2,00	39,40	kg
	Einf. 9m	35,47	3,00	106,41	kg
		Gesamt		145,81	kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

Materialmenge

Material	Bezeichnung	erf. Menge	Anzahl	Gesamt	Einheit
CLT	Einf. 9m	2,34	5,00	11,70	m³
Beton C25/30	Einf. 9m	0,90	5,00	4,50	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	Einf. 9m	19,70	5,00	177,35	kg

Anhang H

Berechnung Tramtraversendecke

Feldlänge 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,61
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,22
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,61
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,88

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	5,1	10,0	0,51
LK3	Char./Quasi-st.	3,4	10,0	0,34
LK4	Quasi-ständig	2,8	12,0	0,23
LF4	Schwingung w_{gr}	0,15	0,50	0,30

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	7186,42	84,773	13,492	6,00	0,44
2	99689,44	315,736	50,251	6,00	0,12
3	378439,18	615,174	97,908	6,00	0,06
4	1387069,40	1177,739	187,443	6,00	0,03

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,10	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 200	3,00	22,37	22,37	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,65
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,25
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,65
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,77

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	14,3	16,7	0,86
LK3	Char./Quasi-st.	9,7	16,7	0,58
LK4	Quasi-ständig	7,8	20,0	0,39
LF4	Schwingung w_{gr}	0,24	0,50	0,48

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2490,12	49,901	7,942	6,00	0,76
2	35256,34	187,767	29,884	6,00	0,20
3	146812,51	383,161	60,982	6,00	0,10
4	361736,51	601,445	95,723	6,00	0,06

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,16	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-A 220	5,00	50,48	84,13	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,67
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,22
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,67
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,90

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	30,0	30,0	1,00
LK3	Char./Quasi-st.	20,6	30,0	0,69
LK4	Quasi-ständig	16,8	36,0	0,47
LF4	Schwingung w_{gr}	0,27	0,50	0,54

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1335,39	36,543	5,816	6,00	1,03
2	5769,53	75,957	12,089	6,00	0,50
3	6068,24	77,899	12,398	6,00	0,48
4	6457,03	80,356	12,789	6,00	0,47

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,816	0,0273	0,079	0,1	0,79

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	0,28	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-A 340		9,00	104,41	313,23	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,60
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,30
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,60
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,77

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	3,5	10,0	0,35
LK3	Char./Quasi-st.	2,2	10,0	0,22
LK4	Quasi-ständig	1,6	12,0	0,13
LF4	Schwingung w_{gr}	0,11	0,50	0,22

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	7055,98	84,000	13,369	6,00	0,45
2	15657,43	125,130	19,915	6,00	0,30
3	92507,31	304,150	48,407	6,00	0,12
4	129239,34	359,499	57,216	6,00	0,10

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,18	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 200	6,00	22,37	44,74	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,58
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,27
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,58
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,93

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	8,5	16,7	0,51
LK3	Char./Quasi-st.	5,6	16,7	0,34
LK4	Quasi-ständig	4,4	20,0	0,22
LF4	Schwingung w_{gr}	0,15	0,50	0,30

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4108,14	64,095	10,201	6,00	0,59
2	26718,21	163,457	26,015	6,00	0,23
3	51788,42	227,571	36,219	6,00	0,17
4	174604,44	417,857	66,504	6,00	0,09

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,24	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 270	8,00	36,03	96,08	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,62
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,28
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,62
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,74

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	24,7	30,0	0,82
LK3	Char./Quasi-st.	16,8	30,0	0,56
LK4	Quasi-ständig	13,7	36,0	0,38
LF4	Schwingung w_{gr}	0,23	0,50	0,46

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1458,42	38,189	6,078	6,00	0,99
2	14254,71	119,393	19,002	6,00	0,32
3	53748,38	231,837	36,898	6,00	0,16
4	81891,94	286,168	45,545	6,00	0,13

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,36	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 280	12,00	102,84	411,36	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 5 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,86
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,38
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,86
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,97

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	13,2	16,7	0,79
LK3	Char./Quasi-st.	8,2	16,7	0,49
LK4	Quasi-ständig	6,2	20,0	0,31
LF4	Schwingung w_{gr}	0,23	0,50	0,46

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1733,26	41,632	6,626	6,00	0,91
2	3966,02	62,976	10,023	6,00	0,60
3	24780,72	157,419	25,054	6,00	0,24
4	35936,78	189,570	30,171	6,00	0,20

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,30	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-A 200	10,00	42,23	140,77	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 5 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,61
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,27
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,61
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,75

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	26,4	30,0	0,88
LK3	Char./Quasi-st.	17,8	30,0	0,59
LK4	Quasi-ständig	14,3	36,0	0,40
LF4	Schwingung w_{gr}	0,25	0,50	0,50

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1242,03	35,242	5,609	6,00	1,07
2	4615,85	67,940	10,813	6,00	0,55
3	5631,01	75,040	11,943	6,00	0,50
4	5773,35	75,983	12,093	6,00	0,50

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,816	0,0297	0,080	0,1	0,8

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	0,42	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 280		14,00	102,84	479,92	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 9 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,68
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,27
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,68
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,78

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	20,4	30,0	0,68
LK3	Char./Quasi-st.	12,9	30,0	0,43
LK4	Quasi-ständig	9,9	36,0	0,28
LF4	Schwingung w_{gr}	0,21	0,50	0,42

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1191,62	34,520	5,494	6,00	1,09
2	2333,39	48,305	7,688	6,00	0,78
3	5481,15	74,035	11,783	6,00	0,51
4	5657,45	75,216	11,971	6,00	0,50

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,494	0,031099	0,098	0,1	0,98

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	0,54	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 300		18,00	116,97	701,82	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,53
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,28
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,53
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,69

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	3,4	10,0	0,34
LK3	Char./Quasi-st.	2,2	10,0	0,22
LK4	Quasi-ständig	1,7	12,0	0,14
LF4	Schwingung w_{gr}	0,11	0,50	0,22

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	7121,58	84,389	13,431	6,00	0,45
2	8584,37	92,652	14,746	6,00	0,41
3	12813,76	113,198	18,016	6,00	0,33
4	19307,84	138,953	22,115	6,00	0,27

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,46	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 200	15,00	22,37	111,85	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,64
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,28
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,64
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,96

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	8,8	16,7	0,53
LK3	Char./Quasi-st.	5,7	16,7	0,34
LK4	Quasi-ständig	4,4	20,0	0,22
LF4	Schwingung w_{gr}	0,16	0,50	0,32

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	3642,88	60,356	9,606	6,00	0,62
2	4490,36	67,010	10,665	6,00	0,56
3	18035,63	134,297	21,374	6,00	0,28
4	19649,83	140,178	22,310	6,00	0,27

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,58	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 240	19,00	30,69	194,37	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,70
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,29
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,70
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,82

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	27,1	30,0	0,90
LK3	Char./Quasi-st.	18,5	30,0	0,62
LK4	Quasi-ständig	15,1	36,0	0,42
LF4	Schwingung w_{gr}	0,26	0,50	0,52

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1443,10	37,988	6,046	6,00	0,99
2	1637,82	40,470	6,441	6,00	0,93
3	4689,57	68,480	10,899	6,00	0,55
4	4806,46	69,329	11,034	6,00	0,54

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,82	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 240	27,00	83,21	748,89	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,56
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,29
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,56
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,94

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	8,8	16,7	0,53
LK3	Char./Quasi-st.	5,8	16,7	0,35
LK4	Quasi-ständig	4,6	20,0	0,23
LF4	Schwingung w_{gr}	0,15	0,50	0,30

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	4024,00	63,435	10,096	6,00	0,59
2	4265,88	65,314	10,395	6,00	0,58
3	6405,64	80,035	12,738	6,00	0,47
4	29977,27	173,139	27,556	6,00	0,22

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10 20	3,00	-	0,64	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	IPE 270	21,00	36,03	252,21	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,69
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,30
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,69
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	1,00

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	8,9	16,7	0,53
LK3	Char./Quasi-st.	5,6	16,7	0,34
LK4	Quasi-ständig	4,3	20,0	0,22
LF4	Schwingung w_{gr}	0,16	0,50	0,32

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	2730,16	52,251	8,316	6,00	0,72
2	3305,23	57,491	9,150	6,00	0,66
3	5009,82	70,780	11,265	6,00	0,53
4	7687,01	87,676	13,954	6,00	0,43

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	0,76 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Stahl S235	IPE 270		25,00	36,03	300,25 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,73
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,30
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,73
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,86

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	30,0	30,0	1,00
LK3	Char./Quasi-st.	20,2	30,0	0,67
LK4	Quasi-ständig	16,0	36,0	0,44
LF4	Schwingung w_{gr}	0,27	0,50	0,54

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1219,98	34,928	5,559	6,00	1,08
2	1445,01	38,013	6,050	6,00	0,99
3	4436,63	66,608	10,601	6,00	0,57
4	4699,90	68,556	10,911	6,00	0,55

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,559	0,031099	0,10	0,1	1,00

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	0,98	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 240		33,00	83,21	915,31	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,60
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,28
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,60
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,73

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	26,3	30,0	0,88
LK3	Char./Quasi-st.	18,2	30,0	0,61
LK4	Quasi-ständig	14,9	36,0	0,41
LF4	Schwingung w_{gr}	0,21	0,50	0,42

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1565,41	39,565	6,297	6,00	0,95
2	1597,89	39,974	6,362	6,00	0,94
3	2340,07	48,374	7,699	6,00	0,78
4	5799,16	76,152	12,120	6,00	0,50

Materialmenge

Material	QS (b/h)		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
	[cm]	[cm]				
KVH C24	10	20	3,00	-	0,98	m³ (auf 1m Streifen bezogen)
Stahl S235	HE-B 280		33,00	102,84	1131,24	kg (auf 1m Streifen bezogen)

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,58
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,28
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,58
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,73

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	27,9	30,0	0,93
LK3	Char./Quasi-st.	18,9	30,0	0,63
LK4	Quasi-ständig	15,3	36,0	0,43
LF4	Schwingung w_{gr}	0,27	0,50	0,54

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1423,59	37,731	6,005	6,00	1,00
2	1456,02	38,158	6,073	6,00	0,99
3	2052,25	45,302	7,210	6,00	0,83
4	4714,56	68,663	10,928	6,00	0,55

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	1,10 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Stahl S235	HE-B 280		37,00	102,84	1268,36 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

ULS

Lastkombi.	Nachweis nach Formel	Ausnutzung
LK1	Biegung um y-Achse nach 6.2.5, KL 1 od. 2	0,61
LK1	Querkraft in Achse z nach 6.2.6	0,26
LK1	Schubbeulen nach 6.2.6(6)	0,00
LK1	Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8	0,61
LK1	StabilitätsNW - Biegung und Druck 6.3.4	0,70

SLS

Belastung	Kombinationstyp	Verschiebung [mm]		Ausnutzung
		$w_{max,z}$	$w_{limit,z}$	
LK2	Charakteristisch	22,1	30,0	0,74
LK3	Char./Quasi-st.	14,3	30,0	0,48
LK4	Quasi-ständig	11,2	36,0	0,31
LF4	Schwingung w_{gr}	0,21	0,50	0,42

Form Nr.	Eigenwert λ [1/s ²]	Eigenkreisfr. ω [rad/s]	Eigenfrequenz [Hz]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	1192,49	34,532	5,496	6,00	1,09
2	1429,29	37,806	6,017	6,00	1,00
3	1984,51	44,548	7,090	6,00	0,85
4	2705,27	52,012	8,278	6,00	0,72

Form Nr.	Eigenfrequenz [Hz]	k	Schwingbeschl. [m/s ²]		Ausnutzung
			Vorh.	Grenz	
1	5,496	0,0311	0,053	0,1	0,53

Materialmenge

Material	QS (b/h) [cm]		Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
KVH C24	10	20	3,00	-	1,34 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Stahl S235	HE-B 300		45,00	116,97	1754,55 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Anhang I

Berechnung Stahlbetonverbunddecke

Feldlänge 3 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,37
	Nachweis Schub	0,00
	Nachweis Biegung	0,62
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,37
	Nachweis Schub	0,00
	Nachweis Biegung	0,54
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	10,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,58
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,99
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	10,10 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	8,80 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	14,51 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	3,00	-	0,36 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	3,00	7850,00	31,56	kg/m
Distanzstreifen			~	1,44	kg/m
			Gesamt	33,00 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg
Kopfbolzen S235			~	1,61	kg
Stahl S235	IPE 160	3,00	15,78	15,78 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg

Feldlänge 5 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,25
	Nachweis Schub	0,00
	Nachweis Biegung	0,87
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,25
	Nachweis Schub	0,00
	Nachweis Biegung	0,77
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	22,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,58
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,90
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	19,30 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	14,30 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-18,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	6,94 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	5,00	-	0,60 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	5,00	7850,00	52,60	kg/m
Distanzstreifen			~	2,40	kg/m
			Gesamt	55,00 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	3,54	kg
Stahl S235	HE-A 160	5,00	30,46	50,77 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung	
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,34	
	Nachweis Schub	0,00	
	Nachweis Biegung	0,77	
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,34	
	Nachweis Schub	0,00	
	Nachweis Biegung	0,93	
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	62,0 Stk	1,00
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]		0,48
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]		0,86
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y, Sd}/M_{b, Rd}$		0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung	
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	32,70 mm	0,91
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	18,40 mm	0,51
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-44,00 mm	
Eigenfrequenz	f_e	4,20 Hz	0,71

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	9,00	-	1,08	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	9,00	7850,00	94,67	kg/m
Distanzstreifen			~	4,32	kg/m
			Gesamt	98,99	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	9,98	kg
Stahl S235	HE-A 260	9,00	68,14	204,42	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 3 - 3 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,35
	Nachweis Schub	0,26
	Nachweis Biegung	0,87
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,35
	Nachweis Schub	0,69
	Nachweis Biegung	0,69
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	16,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,31
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,56
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	7,70 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	5,80 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	17,31 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	6,00	-	0,72 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	6,00	7850,00	63,11	kg/m
Distanzstreifen			~	2,88	kg/m
			Gesamt	65,99 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg
Kopfbolzen S235			~	2,58	kg
Stahl S235	IPE 140	6,00	12,87	25,74 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg

Feldlänge 3 - 5 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,17
	Nachweis Biegung	0,73
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,25
	Nachweis Biegung	0,54
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	36,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,55
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,99
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,55

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	16,40 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	12,20 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-5,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	17,31 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	8,00	-	0,96 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	8,00	7850,00	84,15	kg/m
Distanzstreifen			~	3,84	kg/m
			Gesamt	87,99 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg
Kopfbolzen S235			~	5,80	kg
Stahl S235	IPE 200	8,00	22,37	59,65 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg

Feldlänge 3 - 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,34
	Nachweis Schub	0,16
	Nachweis Biegung	0,59
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,34
	Nachweis Schub	0,25
	Nachweis Biegung	0,72
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	54,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,26
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,46
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,72

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	33,70 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	21,80 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-18,50 mm
Eigenfrequenz	f_e	5,34 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	12,00	-	1,44	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	3,00	7850,00	126,23	kg/m
Distanzstreifen			~	1,44	kg/m
			Gesamt	127,67	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	8,69	kg
Stahl S235	HE-A 260	12,00	68,14	272,56	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 5 - 5 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,23
	Nachweis Biegung	0,97
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,41
	Nachweis Schub	0,04
	Nachweis Biegung	0,81
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	44,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,54
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,97
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	19,50 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	13,90 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	10,07 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	10,00	-	1,20 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	10,00	7850,00	105,19	kg/m
Distanzstreifen			~	4,80	kg/m
			Gesamt	109,99 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg
Kopfbolzen S235			~	7,08	kg
Stahl S235	IPE 200	10,00	22,37	74,57 <i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	kg

Feldlänge 5 - 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,32
	Nachweis Schub	0,17
	Nachweis Biegung	0,71
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,32
	Nachweis Schub	0,42
	Nachweis Biegung	0,75
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	100,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,55
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,99
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y, Sd}/M_{b, Rd}$	0,75

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	35,00 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	20,00 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-25,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	4,82 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	14,00	-	1,68 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	14,00	7850,00	147,27	kg/m
Distanzstreifen			~	6,72	kg/m
			Gesamt	153,99 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	16,10	kg
Stahl S235	HE-A 240	14,00	60,29	281,35 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 9 - 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung	
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,24	
	Nachweis Biegung	0,94	
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,99	
	Nachweis Biegung	0,99	
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	134,0 Stk	1,00
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]		0,53
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]		0,96
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y, Sd}/M_{b, Rd}$		0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung	
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	33,60 mm	0,93
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	13,60 mm	0,38
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-20,50 mm	
Eigenfrequenz	f_e	5,43 Hz	0,55

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	18,00	-	2,16 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	18,00	7850,00	189,34	kg/m
Distanzstreifen			~	8,64	kg/m
			Gesamt	197,98 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	21,57	kg
Stahl S235	HE-A 240	18,00	60,29	361,74 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 3 - 3 - 3 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,37
	Nachweis Schub	0,20
	Nachweis Biegung	0,52
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,37
	Nachweis Schub	0,54
	Nachweis Biegung	0,54
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	54,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,41
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,74
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	6,50 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	5,10 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	18,14 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	15,00	-	1,80 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	15,00	7850,00	157,79	kg/m
Distanzstreifen			~	7,20	kg/m
			Gesamt	164,99 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	8,69	kg
Stahl S235	IPE 160	15,00	15,78	78,90 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 3 - 5 - 3 m:

ULS

Bemessung	Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:		Nachweis Stegbeulen	0,34
		Nachweis Schub	0,08
		Nachweis Biegung	0,14
Tragfähigkeit		Nachweis Stegbeulen	0,34
		Nachweis Schub	0,22
		Nachweis Biegung	0,22
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	128,0 Stk	1,00
Nachweis		Schnitt a-a [50, S.66]	0,52
Dübelumriss:		Schnitt b-b [50, S.66]	0,95
Biegedrillknicken:		Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,00

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	5,30 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	4,10 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	18,97 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	19,00	-	2,28	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	19,00	7850,00	199,86	kg/m
Distanzstreifen			~	9,12	kg/m
			Gesamt	208,98	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	20,61	kg
Stahl S235	HE-A 240	19,00	60,29	381,84	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 3 - 9 - 3 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung	
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,15	
	Nachweis Biegung	0,55	
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,33	
	Nachweis Biegung	0,68	
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	148,0 Stk	1,00
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]		0,52
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]		0,95
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$		0,68

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung	
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	29,20 mm	0,81
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	16,70 mm	0,46
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-15,00 mm	
Eigenfrequenz	f_e	4,64 Hz	0,65

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	27,00	-	3,24 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	27,00	7850,00	284,01	kg/m
Distanzstreifen			~	12,96	kg/m
			Gesamt	296,97 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	23,83	kg
Stahl S235	HE-A 240	27,00	60,29	542,61 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 5 - 3 - 5 m:

ULS

Bemessung	Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:		Nachweis Stegbeulen	0,45
		Nachweis Schub	0,00
		Nachweis Biegung	0,41
Tragfähigkeit		Nachweis Stegbeulen	0,45
		Nachweis Schub	0,03
		Nachweis Biegung	0,58
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	92,0 Stk	1,00
Nachweis		Schnitt a-a [50, S.66]	0,55
Dübelumriss:		Schnitt b-b [50, S.66]	0,99
Biegedrillknicken:		Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,68

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	14,60 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	11,80 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	0,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	11,11 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	21,00	-	2,52	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	21,00	7850,00	220,90	kg/m
Distanzstreifen			~	10,08	kg/m
			Gesamt	230,98	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	14,81	kg
Stahl S235	IPE 240	21,00	31,50	220,50	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 5 - 5 - 5 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,25
	Nachweis Schub	0,24
	Nachweis Biegung	0,73
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,25
	Nachweis Schub	0,05
	Nachweis Biegung	0,73
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	110,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,55
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,98
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y, Sd} / M_{b, Rd}$	0,64

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	14,00 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	7,90 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-9,50 mm
Eigenfrequenz	f_e	11,11 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	25,00	-	3,00 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	25,00	7850,00	262,98	kg/m
Distanzstreifen			~	12,00	kg/m
			Gesamt	274,98 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	17,71	kg
Stahl S235	HE-A 160	25,00	30,46	253,83 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 5 - 9 - 5 m:

ULS

Bemessung	Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:		Nachweis Stegbeulen	0,32
		Nachweis Schub	0,16
		Nachweis Biegung	0,56
Tragfähigkeit		Nachweis Stegbeulen	0,32
		Nachweis Schub	0,41
		Nachweis Biegung	0,67
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	188,0 Stk	1,00
Nachweis		Schnitt a-a [50, S.66]	0,49
Dübelumriss:		Schnitt b-b [50, S.66]	0,88
Biegedrillknicken:		Nachweis $M_{y, Sd}/M_{b, Rd}$	0,63

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	29,80 mm 0,83
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	14,60 mm 0,41
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-15,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	5,69 Hz 0,53

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	33,00	-	3,96	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	33,00	7850,00	347,13	kg/m
Distanzstreifen			~	15,84	kg/m
			Gesamt	362,97	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	30,27	kg
Stahl S235	HE-A 240	33,00	60,29	663,19	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 9 - 3 - 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung	
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,23	
	Nachweis Biegung	0,67	
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,32	
	Nachweis Schub	0,04	
	Nachweis Biegung	0,98	
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	201,0 Stk	1,00
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]		0,48
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]		0,87
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$		0,77

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung	
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	35,50 mm	0,99
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	21,00 mm	0,58
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-27,00 mm	
Eigenfrequenz	f_e	4,70 Hz	0,64

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	33,00	-	3,96 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	33,00	7850,00	347,13	kg/m
Distanzstreifen			~	15,84	kg/m
			Gesamt	362,97 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			~	32,36	kg
Stahl S235	HE-A 240	33,00	60,29	663,19 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Feldlänge 9 - 5 - 9 m:

ULS

Bemessung	Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:		Nachweis Stegbeulen	0,32
		Nachweis Schub	0,01
		Nachweis Biegung	0,66
Tragfähigkeit		Nachweis Stegbeulen	0,32
		Nachweis Schub	0,38
		Nachweis Biegung	1,00
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	228,0 Stk	1,00
Nachweis		Schnitt a-a [50, S.66]	0,50
Dübelumriss:		Schnitt b-b [50, S.66]	0,90
Biegedrillknicken:		Nachweis $M_{y,SD}/M_{b,Rd}$	0,73

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	35,90 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	20,20 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-28,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	4,65 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	37,00	-	4,44	m³
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	37,00	7850,00	389,20	kg/m
Distanzstreifen			~	17,76	kg/m
			Gesamt	406,96	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	
Kopfbolzen S235			~	36,71	kg
Stahl S235	HE-A 240	37,00	60,29	743,58	kg
				<i>(auf 1m Streifen bezogen)</i>	

Feldlänge 9 - 9 - 9 m:

ULS

Bemessung Verbundträger	Beschreibung	Ausnutzung
Montagezustand:	Nachweis Stegbeulen	0,32
	Nachweis Schub	0,24
	Nachweis Biegung	0,79
Tragfähigkeit	Nachweis Stegbeulen	0,32
	Nachweis Schub	0,91
	Nachweis Biegung	0,98
Verdübelung:	KÖCO SD (\varnothing 16, h = 75 mm)	308,0 Stk
Nachweis	Schnitt a-a [50, S.66]	0,50
Dübelumriss:	Schnitt b-b [50, S.66]	0,90
Biegedrillknicken:	Nachweis $M_{y,Sd}/M_{b,Rd}$	0,73

SLS

Nachweis an maßgebender Stelle	Beschreibung	Ausnutzung
Zwischenergebnisse:	Maximale Durchbiegung δ_{max}	35,90 mm
	Minimale Durchbiegung δ_{min}	20,20 mm
	Überhöhung des Trägers $\delta_{\ddot{u}}$	-28,00 mm
Eigenfrequenz	f_e	4,65 Hz

Materialmenge

Material	QS [cm]	Länge [m]	[kg/m]	Gesamt	Einheit
Beton C25/30	0,12	45,00	-	5,40 (auf 1m Streifen bezogen)	m³
Bewehrungsstahl Bst B550 (B)	3,35	45,00	7850,00	473,36	kg/m
Distanzstreifen			∞	21,60	kg/m
			Gesamt	494,96 (auf 1m Streifen bezogen)	kg
Kopfbolzen S235			∞	49,59	kg
Stahl S235	HE-A 240	45,00	60,29	904,35 (auf 1m Streifen bezogen)	kg

Anhang J

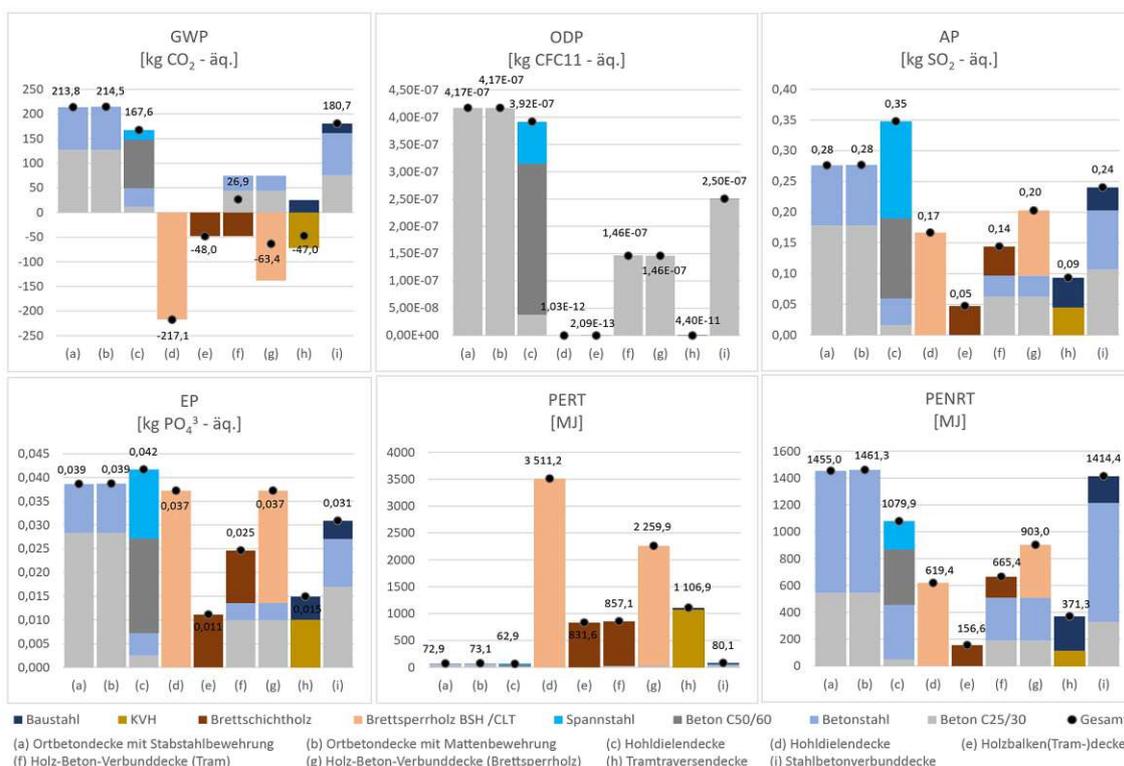
Auswertung der Deckensysteme

Übersicht der Materialmenge in Abhängigkeit der Deckensysteme

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger						Mehrfeldträger											
		3 m	5 m	9 m	3 - 3 m	3 - 5 m	3 - 9 m	5 - 5 m	5 - 9 m	9 - 9 m	3 - 3 - 3 m	3 - 3 - 5 m	3 - 3 - 9 m	3 - 5 - 5 m	3 - 5 - 9 m	5 - 5 - 9 m	9 - 5 - 9 m	9 - 9 - 9 m	
Ortbetondecke mit S.	Beton C25/30	0,60 m³	1,25 m³	3,15 m³	1,20 m³	1,76 m³	4,20 m³	2,20 m³	4,20 m³	5,40 m³	3,00 m³	3,80 m³	7,56 m³	4,20 m³	5,00 m³	9,24 m³	9,00 m³	11,10 m³	13,50 m³
	Betonstahl	33,77 kg	78,19 kg	251,11 kg	59,88 kg	119,20 kg	305,64 kg	175,61 kg	347,03 kg	426,46 kg	135,07 kg	198,37 kg	618,06 kg	267,51 kg	318,06 kg	746,78 kg	890,19 kg	605,89 kg	1086,36 kg
	Betonstahl	0,60 m³	1,25 m³	3,15 m³	1,20 m³	1,76 m³	4,20 m³	2,20 m³	4,20 m³	5,40 m³	3,00 m³	3,80 m³	7,56 m³	4,20 m³	5,00 m³	9,24 m³	9,00 m³	11,10 m³	13,50 m³
Ortbetondecke mit M.	Beton C25/30	34,05 kg	83,63 kg	298,06 kg	60,47 kg	142,56 kg	397,26 kg	226,44 kg	467,77 kg	569,17 kg	181,61 kg	236,16 kg	828,43 kg	314,31 kg	373,94 kg	991,50 kg	1089,52 kg	1183,04 kg	1431,16 kg
	Beton C50/60	0,29 m³	0,49 m³	1,28 m³	0,58 m³	0,78 m³	1,57 m³	0,97 m³	1,76 m³	2,56 m³	1,46 m³	1,85 m³	3,43 m³	2,01 m³	2,43 m³	4,02 m³	4,42 m³	4,81 m³	6,39 m³
	Beton C25/30	0,954 m³	0,694 m³	0,990 m³	0,670 m³	0,970 m³	0,117 m³	0,070 m³	1,170 m³	0,117 m³	0,118 m³	0,118 m³	0,190 m³	0,118 m³	0,118 m³	0,196 m³	0,196 m³	0,196 m³	0,196 m³
Hohlblechendecke	Spannstahl	7,52 kg	12,83 kg	46,86 kg	15,04 kg	20,05 kg	54,38 kg	25,06 kg	59,39 kg	93,72 kg	37,59 kg	47,61 kg	116,27 kg	52,63 kg	62,65 kg	131,31 kg	155,62 kg	165,64 kg	234,30 kg
	Betonstahl	15,12 kg	18,09 kg	24,20 kg	23,12 kg	26,09 kg	32,20 kg	29,06 kg	35,17 kg	41,11 kg	47,14 kg	55,08 kg	65,13 kg	56,05 kg	61,99 kg	74,03 kg	74,03 kg	79,97 kg	91,85 kg
	Betonstahl	0,33 m³	1,00 m³	2,97 m³	0,60 m³	1,20 m³	3,60 m³	1,50 m³	4,20 m³	5,94 m³	1,35 m³	2,73 m³	7,59 m³	3,40 m³	4,00 m³	9,40 m³	10,17 m³	11,37 m³	14,85 m³
Brettspertholdecke	Brettspertholz BSH /CLT	0,072 m³	0,308 m³	1,123 m³	0,120 m³	0,384 m³	1,152 m³	0,480 m³	1,232 m³	1,901 m³	0,360 m³	0,840 m³	2,370 m³	1,076 m³	1,268 m³	2,772 m³	3,427 m³	3,587 m³	4,925 m³
	Holzbohlen(Trans-)decke	0,072 m³	0,308 m³	1,123 m³	0,120 m³	0,384 m³	1,152 m³	0,480 m³	1,232 m³	1,901 m³	0,360 m³	0,840 m³	2,370 m³	1,076 m³	1,268 m³	2,772 m³	3,427 m³	3,587 m³	4,925 m³
	Brettschichtholz	0,072 m³	0,308 m³	1,123 m³	0,120 m³	0,384 m³	1,152 m³	0,480 m³	1,232 m³	1,901 m³	0,360 m³	0,840 m³	2,370 m³	1,076 m³	1,268 m³	2,772 m³	3,427 m³	3,587 m³	4,925 m³
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz	0,072 m³	0,308 m³	1,123 m³	0,120 m³	0,384 m³	1,152 m³	0,480 m³	1,232 m³	1,901 m³	0,360 m³	0,840 m³	2,370 m³	1,076 m³	1,268 m³	2,772 m³	3,427 m³	3,587 m³	4,925 m³
	Beton C25/30	0,21 m³	0,350 m³	0,90 m³	0,42 m³	0,56 m³	1,11 m³	0,70 m³	1,25 m³	1,80 m³	1,05 m³	1,33 m³	2,43 m³	1,47 m³	1,75 m³	2,85 m³	3,12 m³	3,40 m³	4,50 m³
	Betonstahl	11,82 kg	19,70 kg	35,47 kg	23,64 kg	31,52 kg	47,20 kg	39,40 kg	55,17 kg	70,94 kg	59,10 kg	74,86 kg	106,40 kg	82,74 kg	98,50 kg	130,04 kg	130,05 kg	145,81 kg	177,35 kg
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz BSH /CLT	0,21 m³	0,65 m³	2,34 m³	0,42 m³	0,86 m³	2,55 m³	1,30 m³	2,99 m³	4,68 m³	1,05 m³	1,93 m³	5,31 m³	2,97 m³	3,25 m³	6,63 m³	7,44 m³	8,32 m³	11,70 m³
	Beton C25/30	0,21 m³	0,40 m³	0,90 m³	0,42 m³	0,61 m³	1,11 m³	0,80 m³	1,30 m³	1,80 m³	1,05 m³	1,43 m³	2,43 m³	1,62 m³	2,00 m³	3,00 m³	3,12 m³	3,30 m³	4,50 m³
	Betonstahl	11,82 kg	19,70 kg	35,47 kg	23,64 kg	31,52 kg	47,20 kg	39,40 kg	55,17 kg	70,94 kg	59,10 kg	74,86 kg	106,40 kg	82,74 kg	98,50 kg	130,04 kg	130,05 kg	145,81 kg	177,35 kg
Traumtauerendecke	Konstruktionsvollholz	0,10 m³	0,16 m³	0,28 m³	0,18 m³	0,24 m³	0,36 m³	0,30 m³	0,42 m³	0,54 m³	0,46 m³	0,58 m³	0,82 m³	0,64 m³	0,76 m³	0,98 m³	0,98 m³	1,10 m³	1,34 m³
	Stahl S235	22,37 kg	84,13 kg	313,23 kg	44,74 kg	96,08 kg	411,36 kg	140,77 kg	479,82 kg	704,82 kg	111,85 kg	194,37 kg	748,89 kg	292,21 kg	300,25 kg	915,31 kg	1131,24 kg	1268,36 kg	1754,55 kg
	Betonstahl	17,39 kg	54,31 kg	214,40 kg	25,74 kg	65,45 kg	281,25 kg	81,65 kg	297,45 kg	383,31 kg	87,59 kg	402,45 kg	566,44 kg	235,31 kg	271,54 kg	603,19 kg	695,55 kg	780,29 kg	953,94 kg
STB-Verbunddecke	Beton C25/30	0,36 m³	0,600 m³	1,08 m³	0,72 m³	0,96 m³	1,44 m³	1,20 m³	1,68 m³	2,16 m³	1,80 m³	2,28 m³	3,24 m³	2,52 m³	3,00 m³	3,60 m³	3,60 m³	4,44 m³	5,40 m³
	Betonstahl	33,00 kg	55,00 kg	98,99 kg	65,99 kg	87,99 kg	127,67 kg	109,99 kg	153,99 kg	197,98 kg	164,99 kg	208,98 kg	296,97 kg	230,98 kg	274,98 kg	362,97 kg	362,97 kg	406,96 kg	494,96 kg

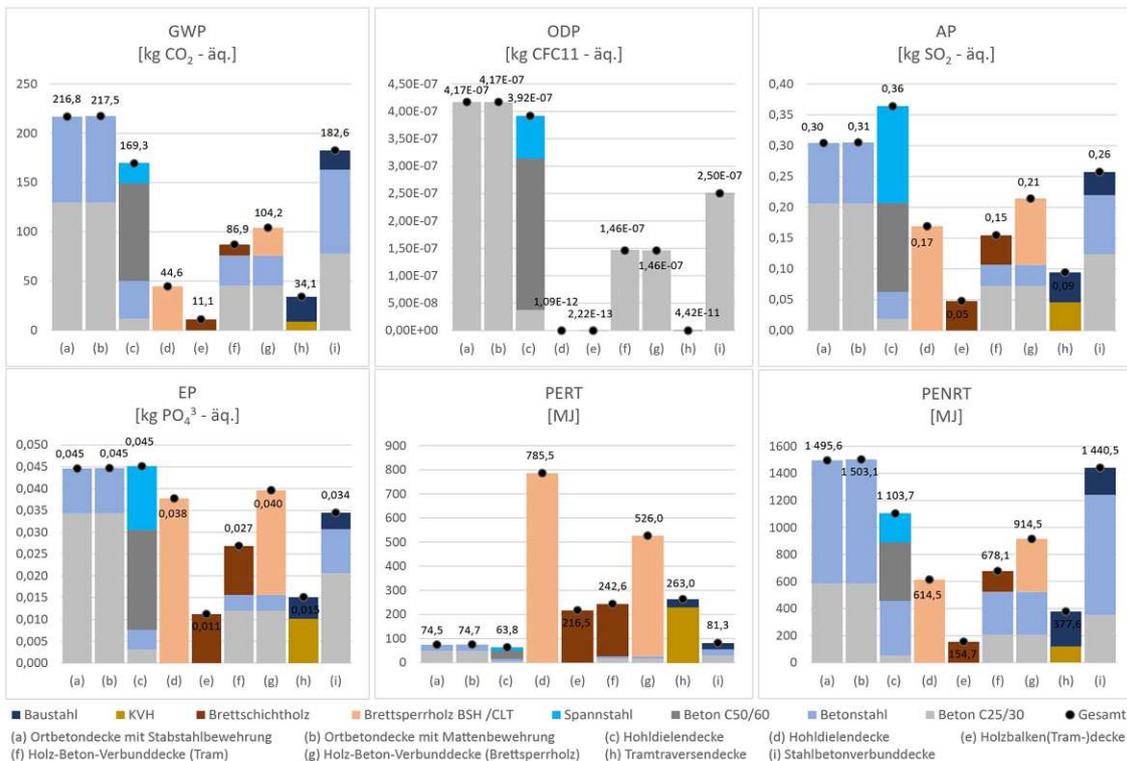
Feldlänge 3 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 3 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,27E+02	4,16E-07	1,78E-01	2,83E-02	4,63E+01	5,45E+02
	Bst 550 (B)	8,71E+01	5,54E-10	9,79E-02	1,03E-02	2,66E+01	9,08E+02
	Gesamt	2,14E+02	4,17E-07	2,76E-01	3,86E-02	7,29E+01	1,45E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,27E+02	4,16E-07	1,78E-01	2,83E-02	4,63E+01	5,45E+02
	Bst 550 (B)	8,78E+01	5,58E-10	9,87E-02	1,04E-02	2,68E+01	9,16E+02
	Gesamt	2,15E+02	4,17E-07	2,77E-01	3,87E-02	7,31E+01	1,46E+03
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	9,71E+01	2,77E-07	1,31E-01	2,00E-02	3,27E+01	4,11E+02
	Beton C25/30	1,14E+01	3,75E-08	1,60E-02	2,55E-03	4,16E+00	4,91E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	2,02E+01	7,67E-08	1,57E-01	1,45E-02	1,41E+01	2,13E+02
	Bst 550 (B)	3,90E+01	2,48E-10	4,38E-02	4,61E-03	1,19E+01	4,07E+02
	Gesamt	1,68E+02	3,92E-07	3,48E-01	4,17E-02	6,29E+01	1,08E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-2,17E+02	1,03E-12	1,67E-01	3,72E-02	3,51E+03	6,19E+02
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichholz GL 24 h	-4,80E+01	2,09E-13	4,73E-02	1,11E-02	8,32E+02	1,57E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichholz GL 24 h	-4,80E+01	2,09E-13	4,73E-02	1,11E-02	8,32E+02	1,57E+02
	Beton C25/30	4,43E+01	1,46E-07	6,24E-02	9,91E-03	1,62E+01	1,91E+02
	Bst 550 (B)	3,05E+01	1,94E-10	3,43E-02	3,61E-03	9,31E+00	3,18E+02
	Gesamt	2,69E+01	1,46E-07	1,44E-01	2,46E-02	8,57E+02	6,65E+02
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-1,38E+02	6,54E-13	1,06E-01	2,37E-02	2,23E+03	3,94E+02
	Beton C25/30	4,43E+01	1,46E-07	6,24E-02	9,91E-03	1,62E+01	1,91E+02
	Bst 550 (B)	3,05E+01	1,94E-10	3,43E-02	3,61E-03	9,31E+00	3,18E+02
	Gesamt	-6,34E+01	1,46E-07	2,03E-01	3,72E-02	2,26E+03	9,03E+02
Tramtraversendecke	KVH C 24	-7,22E+01	1,99E-13	4,49E-02	1,00E-02	1,07E+03	1,15E+02
	Stahl S235	2,52E+01	4,38E-11	4,84E-02	4,90E-03	3,39E+01	2,57E+02
	Gesamt	-4,70E+01	4,40E-11	9,33E-02	1,49E-02	1,11E+03	3,71E+02
STB-Verbunddecke	Stahl S235	1,96E+01	3,40E-11	3,76E-02	3,81E-03	2,64E+01	1,99E+02
	Beton C25/30	7,60E+01	2,50E-07	1,07E-01	1,70E-02	2,78E+01	3,27E+02
	Bst 550 (B)	8,51E+01	5,41E-10	9,57E-02	1,01E-02	2,60E+01	8,88E+02
	Gesamt	1,81E+02	2,50E-07	2,40E-01	3,09E-02	8,01E+01	1,41E+03



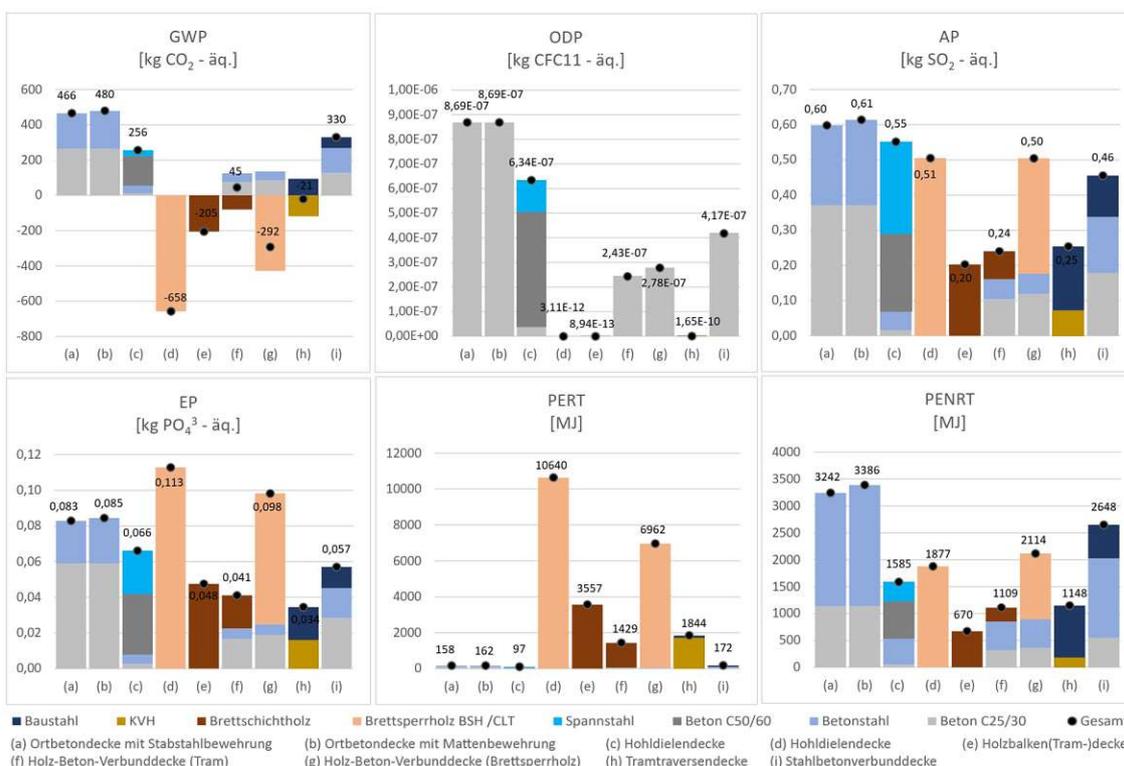
Feldlänge 3 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 3 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,30E+02	4,16E-07	2,06E-01	3,43E-02	4,79E+01	5,86E+02
	Bst 550 (B)	8,72E+01	5,54E-10	9,81E-02	1,03E-02	2,66E+01	9,10E+02
	Gesamt	2,17E+02	4,17E-07	3,04E-01	4,46E-02	7,45E+01	1,50E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,30E+02	4,16E-07	2,06E-01	3,43E-02	4,79E+01	5,86E+02
	Bst 550 (B)	8,79E+01	5,58E-10	9,89E-02	1,04E-02	2,69E+01	9,17E+02
	Gesamt	2,18E+02	4,17E-07	3,05E-01	4,47E-02	7,47E+01	1,50E+03
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	9,85E+01	2,77E-07	1,44E-01	2,29E-02	3,35E+01	4,31E+02
	Beton C25/30	1,17E+01	3,75E-08	1,86E-02	3,09E-03	4,31E+00	5,27E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	2,02E+01	7,67E-08	1,57E-01	1,45E-02	1,41E+01	2,13E+02
	Bst 550 (B)	3,90E+01	2,48E-10	4,39E-02	4,62E-03	1,19E+01	4,07E+02
	Gesamt	1,69E+02	3,92E-07	3,64E-01	4,51E-02	6,38E+01	1,10E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	4,46E+01	1,09E-12	1,69E-01	3,77E-02	7,86E+02	6,14E+02
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,11E+01	2,22E-13	4,79E-02	1,12E-02	2,17E+02	1,55E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	1,11E+01	2,22E-13	4,79E-02	1,12E-02	2,17E+02	1,55E+02
	Beton C25/30	4,54E+01	1,46E-07	7,21E-02	1,20E-02	1,68E+01	2,05E+02
	Bst 550 (B)	3,05E+01	1,94E-10	3,43E-02	3,61E-03	9,32E+00	3,18E+02
Gesamt	8,69E+01	1,46E-07	1,54E-01	2,68E-02	2,43E+02	6,78E+02	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	2,84E+01	6,90E-13	1,08E-01	2,40E-02	5,00E+02	3,91E+02
	Beton C25/30	4,54E+01	1,46E-07	7,21E-02	1,20E-02	1,68E+01	2,05E+02
	Bst 550 (B)	3,05E+01	1,94E-10	3,43E-02	3,61E-03	9,32E+00	3,18E+02
Gesamt	1,04E+02	1,46E-07	2,14E-01	3,96E-02	5,26E+02	9,15E+02	
Tramtraversendecke	KVH C 24	8,85E+00	2,17E-13	4,57E-02	1,02E-02	2,29E+02	1,20E+02
	Stahl S235	2,52E+01	4,40E-11	4,85E-02	4,91E-03	3,42E+01	2,57E+02
	Gesamt	3,41E+01	4,42E-11	9,43E-02	1,51E-02	2,63E+02	3,78E+02
STB-Verbunddecke	Stahl S235	1,96E+01	3,42E-11	3,77E-02	3,82E-03	2,66E+01	2,00E+02
	Beton C25/30	7,77E+01	2,50E-07	1,24E-01	2,06E-02	2,87E+01	3,52E+02
	Bst 550 (B)	8,52E+01	5,41E-10	9,59E-02	1,01E-02	2,60E+01	8,89E+02
	Gesamt	1,83E+02	2,50E-07	2,57E-01	3,45E-02	8,13E+01	1,44E+03



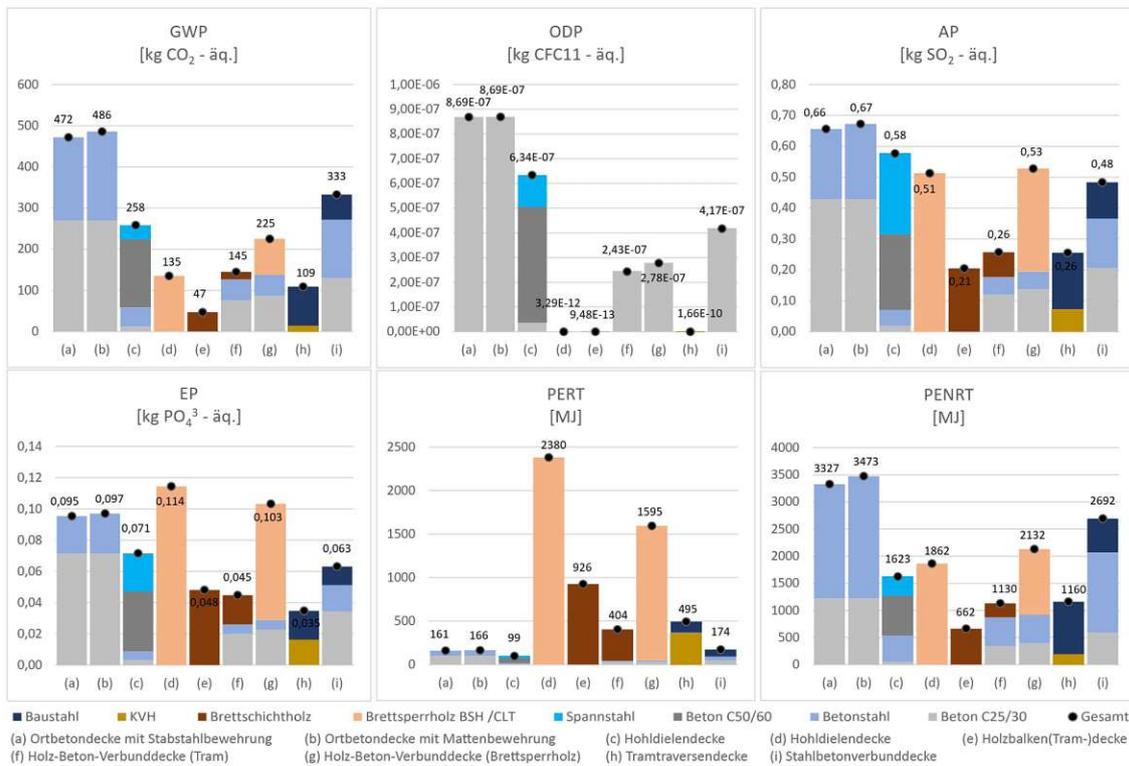
Feldlänge 5 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 5 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,64E+02	8,68E-07	3,71E-01	5,90E-02	9,64E+01	1,14E+03
	Bst 550 (B)	2,02E+02	1,28E-09	2,27E-01	2,38E-02	6,16E+01	2,10E+03
	Gesamt	8,69E-07	8,69E-07	5,98E-01	8,28E-02	1,58E+02	3,24E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,64E+02	8,68E-07	3,71E-01	5,90E-02	9,64E+01	1,14E+03
	Bst 550 (B)	2,16E+02	1,37E-09	2,43E-01	2,55E-02	6,59E+01	2,25E+03
	Gesamt	4,80E+02	8,69E-07	6,14E-01	8,45E-02	1,62E+02	3,39E+03
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	1,64E+02	4,68E-07	2,21E-01	3,38E-02	5,52E+01	6,95E+02
	Beton C25/30	1,14E+01	3,75E-08	1,60E-02	2,55E-03	4,16E+00	4,91E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	3,36E+01	1,28E-07	2,62E-01	2,42E-02	2,36E+01	3,55E+02
	Bst 550 (B)	4,67E+01	2,97E-10	5,25E-02	5,52E-03	1,43E+01	4,87E+02
	Gesamt	2,56E+02	6,34E-07	5,51E-01	6,61E-02	9,72E+01	1,59E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-6,58E+02	3,11E-12	5,05E-01	1,13E-01	1,06E+04	1,88E+03
Holzbalken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-2,05E+02	8,94E-13	2,03E-01	4,75E-02	3,56E+03	6,70E+02
	Brettschichtholz GL 24 h	-7,99E+01	3,48E-13	7,89E-02	1,85E-02	1,39E+03	2,61E+02
HBV-Decke Tram	Beton C25/30	7,39E+01	2,43E-07	1,04E-01	1,65E-02	2,70E+01	3,18E+02
	Bst 550 (B)	5,08E+01	3,23E-10	5,71E-02	6,01E-03	1,55E+01	5,30E+02
	Gesamt	4,48E+01	2,43E-07	2,40E-01	4,10E-02	1,43E+03	1,11E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-4,28E+02	2,02E-12	3,28E-01	7,33E-02	6,92E+03	1,22E+03
	Beton C25/30	8,44E+01	2,78E-07	1,19E-01	1,89E-02	3,08E+01	3,64E+02
	Bst 550 S (B)	5,08E+01	3,23E-10	5,71E-02	6,01E-03	1,55E+01	5,30E+02
	Gesamt	-2,92E+02	2,78E-07	5,04E-01	9,82E-02	6,96E+03	2,11E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-1,15E+02	3,19E-13	7,19E-02	1,60E-02	1,72E+03	1,84E+02
	Stahl S235	9,46E+01	1,65E-10	1,82E-01	1,84E-02	1,28E+02	9,65E+02
	Gesamt	-2,08E+01	1,65E-10	2,54E-01	3,45E-02	1,84E+03	1,15E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	6,11E+01	1,06E-10	1,18E-01	1,19E-02	8,23E+01	6,23E+02
	Beton C25/30	1,27E+02	4,16E-07	1,78E-01	2,83E-02	4,63E+01	5,45E+02
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,02E-10	1,60E-01	1,68E-02	4,33E+01	1,48E+03
	Gesamt	3,30E+02	4,17E-07	4,55E-01	5,70E-02	1,72E+02	2,65E+03



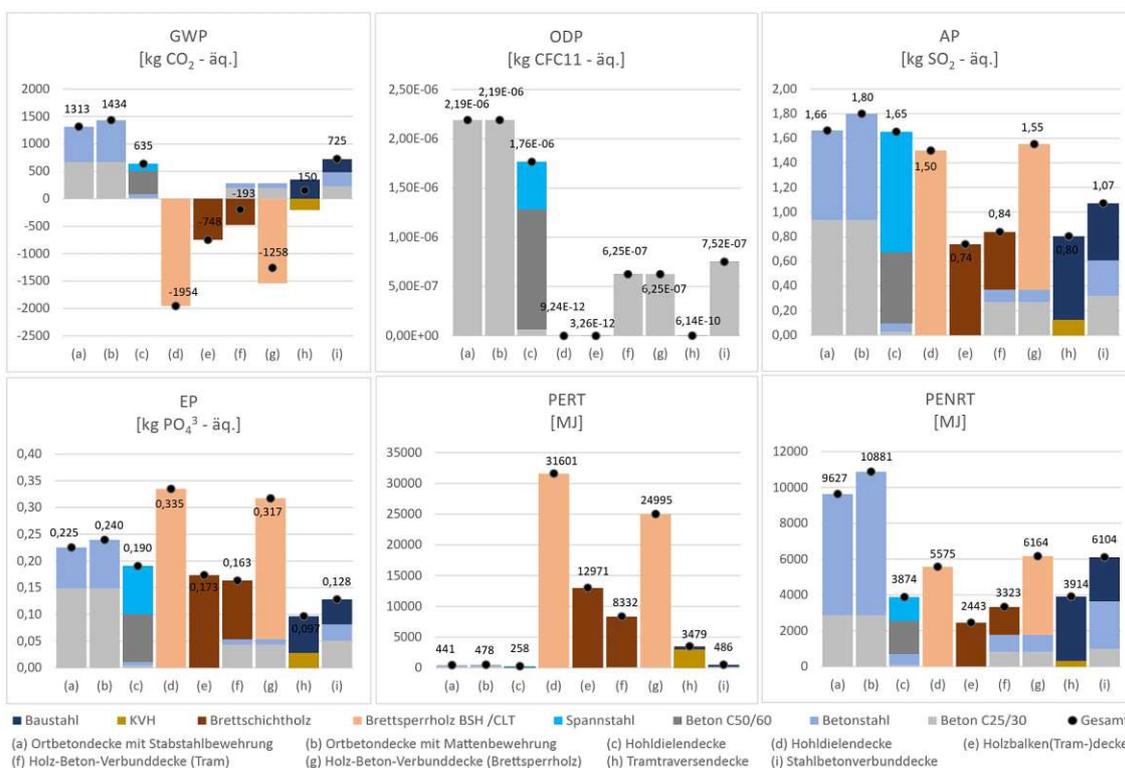
Feldlänge 5 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 5 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,70E+02	8,68E-07	4,29E-01	7,14E-02	9,98E+01	1,22E+03
	Bst 550 (B)	2,02E+02	1,28E-09	2,27E-01	2,39E-02	6,17E+01	2,11E+03
	Gesamt	4,72E+02	8,69E-07	6,57E-01	9,53E-02	1,61E+02	3,33E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,70E+02	8,68E-07	4,29E-01	7,14E-02	9,98E+01	1,22E+03
	Bst 550 (B)	2,16E+02	1,37E-09	2,43E-01	2,56E-02	6,60E+01	2,25E+03
	Gesamt	4,86E+02	8,69E-07	6,72E-01	9,70E-02	1,66E+02	3,47E+03
Hohldieleendecke	Beton C50/60	1,66E+02	4,68E-07	2,44E-01	3,87E-02	5,66E+01	7,28E+02
	Beton C25/30	1,17E+01	3,75E-08	1,86E-02	3,09E-03	4,31E+00	5,27E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	3,36E+01	1,28E-07	2,62E-01	2,42E-02	2,36E+01	3,55E+02
	Bst 550 (B)	4,67E+01	2,97E-10	5,26E-02	5,53E-03	1,43E+01	4,87E+02
Gesamt	2,58E+02	6,34E-07	5,77E-01	7,15E-02	9,87E+01	1,62E+03	
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	1,35E+02	3,29E-12	5,13E-01	1,14E-01	2,38E+03	1,86E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	4,73E+01	9,48E-13	2,05E-01	4,80E-02	9,26E+02	6,62E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	1,84E+01	3,69E-13	7,99E-02	1,87E-02	3,61E+02	2,58E+02
	Beton C25/30	7,56E+01	2,43E-07	1,20E-01	2,00E-02	2,79E+01	3,42E+02
	Bst 550 S (B)	5,09E+01	3,23E-10	5,72E-02	6,02E-03	1,55E+01	5,31E+02
Gesamt	1,45E+02	2,43E-07	2,57E-01	4,47E-02	4,04E+02	1,13E+03	
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	8,78E+01	2,14E-12	3,34E-01	7,44E-02	1,55E+03	1,21E+03
	Beton C25/30	8,64E+01	2,78E-07	1,37E-01	2,29E-02	3,19E+01	3,91E+02
	Bst 550 (B)	5,09E+01	3,23E-10	5,72E-02	6,02E-03	1,55E+01	5,31E+02
Gesamt	2,25E+02	2,78E-07	5,28E-01	1,03E-01	1,59E+03	2,13E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	1,42E+01	3,47E-13	7,31E-02	1,63E-02	3,66E+02	1,92E+02
	Stahl S235	9,48E+01	1,65E-10	1,83E-01	1,85E-02	1,28E+02	9,68E+02
	Gesamt	1,09E+02	1,66E-10	2,56E-01	3,48E-02	4,95E+02	1,16E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	6,12E+01	1,07E-10	1,18E-01	1,19E-02	8,29E+01	6,25E+02
	Beton C25/30	1,30E+02	4,16E-07	2,06E-01	3,43E-02	4,79E+01	5,86E+02
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,02E-10	1,60E-01	1,68E-02	4,34E+01	1,48E+03
Gesamt	3,33E+02	4,17E-07	4,84E-01	6,30E-02	1,74E+02	2,69E+03	



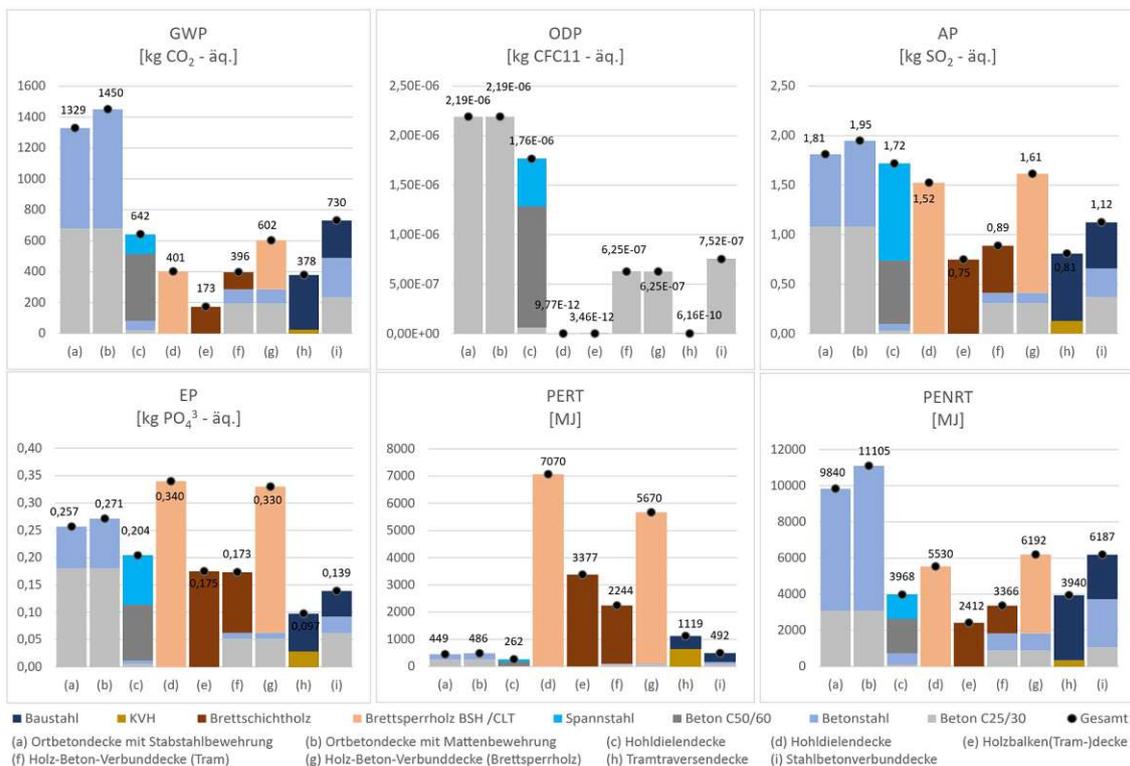
Feldlänge 9 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 9 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	6,65E+02	2,19E-06	9,36E-01	1,49E-01	2,43E+02	2,86E+03
	Bst 550 (B)	6,48E+02	4,12E-09	7,28E-01	7,66E-02	1,98E+02	6,75E+03
	Gesamt	1,66E+00	2,19E-06	1,66E+00	2,25E-01	4,41E+02	9,62E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	6,65E+02	2,19E-06	9,36E-01	1,49E-01	2,43E+02	2,86E+03
	Bst 550 (B)	7,69E+02	4,89E-09	8,64E-01	9,09E-02	2,35E+02	8,02E+03
	Gesamt	1,43E+03	2,19E-06	1,80E+00	2,40E-01	4,78E+02	1,09E+04
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	4,28E+02	1,22E-06	5,77E-01	8,83E-02	1,44E+02	1,82E+03
	Beton C25/30	1,90E+01	6,25E-08	2,67E-02	4,25E-03	6,94E+00	8,18E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	1,26E+02	4,78E-07	9,79E-01	9,04E-02	8,81E+01	1,33E+03
	Bst 550 (B)	6,24E+01	3,97E-10	7,02E-02	7,38E-03	1,91E+01	6,51E+02
	Gesamt	6,35E+02	1,76E-06	1,65E+00	1,90E-01	2,58E+02	3,87E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	-1,95E+03	9,24E-12	1,50E+00	3,35E-01	3,16E+04	5,57E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-7,48E+02	3,26E-12	7,38E-01	1,73E-01	1,30E+04	2,44E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-4,75E+02	2,07E-12	4,69E-01	1,10E-01	8,24E+03	1,55E+03
	Beton C25/30	1,90E+02	6,25E-07	2,67E-01	4,25E-02	6,94E+01	8,18E+02
	Bst 550 (B)	9,15E+01	5,82E-10	1,03E-01	1,08E-02	2,80E+01	9,54E+02
	Gesamt	-1,93E+02	6,25E-07	8,39E-01	1,63E-01	8,33E+03	3,32E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	-1,54E+03	7,28E-12	1,18E+00	2,64E-01	2,49E+04	4,39E+03
	Beton C25/30	1,90E+02	6,25E-07	2,67E-01	4,25E-02	6,94E+01	8,18E+02
	Bst 550 (B)	9,15E+01	5,82E-10	1,03E-01	1,08E-02	2,80E+01	9,54E+02
	Gesamt	-1,26E+03	6,25E-07	1,55E+00	3,17E-01	2,50E+04	6,16E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-2,02E+02	5,58E-13	1,26E-01	2,81E-02	3,00E+03	3,21E+02
	Stahl S235	3,52E+02	6,13E-10	6,78E-01	6,86E-02	4,75E+02	3,59E+03
	Gesamt	1,50E+02	6,14E-10	8,04E-01	9,67E-02	3,48E+03	3,91E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,41E+02	4,20E-10	4,64E-01	4,70E-02	3,25E+02	2,46E+03
	Beton C25/30	2,28E+02	7,50E-07	3,21E-01	5,10E-02	8,33E+01	9,82E+02
	Bst 550 (B)	2,55E+02	1,62E-09	2,87E-01	3,02E-02	7,80E+01	2,66E+03
	Gesamt	7,25E+02	7,52E-07	1,07E+00	1,28E-01	4,86E+02	6,10E+03



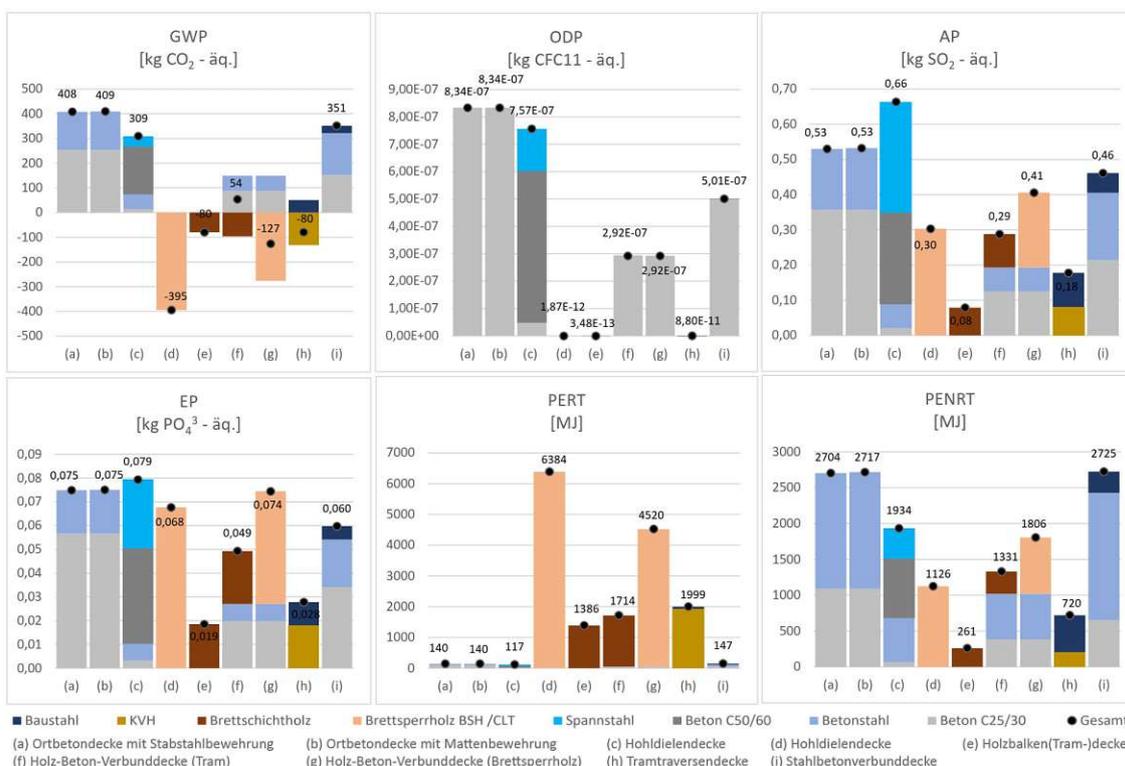
Feldlänge 9 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Einfeldträger 9 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	6,80E+02	2,19E-06	1,08E+00	1,80E-01	2,51E+02	3,08E+03
	Bst 550 (B)	6,48E+02	4,12E-09	7,29E-01	7,68E-02	1,98E+02	6,76E+03
	Gesamt	1,33E+03	2,19E-06	1,81E+00	2,57E-01	4,49E+02	9,84E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	6,80E+02	2,19E-06	1,08E+00	1,80E-01	2,51E+02	3,08E+03
	Bst 550 (B)	7,70E+02	4,89E-09	8,66E-01	9,11E-02	2,35E+02	8,03E+03
	Gesamt	1,45E+03	2,19E-06	1,95E+00	2,71E-01	4,86E+02	1,11E+04
Hohldeleendecke	Beton C50/60	4,35E+02	1,22E-06	6,37E-01	1,01E-01	1,48E+02	1,90E+03
	Beton C25/30	1,94E+01	6,25E-08	3,09E-02	5,14E-03	7,18E+00	8,79E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	1,26E+02	4,78E-07	9,79E-01	9,04E-02	8,81E+01	1,33E+03
	Bst 550 (B)	6,25E+01	3,97E-10	7,03E-02	7,40E-03	1,91E+01	6,52E+02
	Gesamt	6,42E+02	1,76E-06	1,72E+00	2,04E-01	2,62E+02	3,97E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	4,01E+02	9,77E-12	1,52E+00	3,40E-01	7,07E+03	5,53E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,73E+02	3,46E-12	7,48E-01	1,75E-01	3,38E+03	2,41E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	1,10E+02	2,19E-12	4,75E-01	1,11E-01	2,14E+03	1,53E+03
	Beton C25/30	1,94E+02	6,25E-07	3,09E-01	5,14E-02	7,18E+01	8,79E+02
	Bst 550 S (B)	9,16E+01	5,82E-10	1,03E-01	1,08E-02	2,80E+01	9,55E+02
	Gesamt	3,96E+02	6,25E-07	8,87E-01	1,73E-01	2,24E+03	3,37E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	3,16E+02	7,69E-12	1,20E+00	2,68E-01	5,57E+03	4,36E+03
	Beton C25/30	1,94E+02	6,25E-07	3,09E-01	5,14E-02	7,18E+01	8,79E+02
	Bst 550 (B)	9,16E+01	5,82E-10	1,03E-01	1,08E-02	2,80E+01	9,55E+02
	Gesamt	6,02E+02	6,25E-07	1,61E+00	3,30E-01	5,67E+03	6,19E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	2,48E+01	6,08E-13	1,28E-01	2,85E-02	6,41E+02	3,37E+02
	Stahl S235	3,53E+02	6,15E-10	6,80E-01	6,88E-02	4,78E+02	3,60E+03
	Gesamt	3,78E+02	6,16E-10	8,08E-01	9,73E-02	1,12E+03	3,94E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,42E+02	4,21E-10	4,65E-01	4,71E-02	3,27E+02	2,47E+03
	Beton C25/30	2,33E+02	7,50E-07	3,71E-01	6,17E-02	8,62E+01	1,05E+03
	Bst 550 (B)	2,56E+02	1,62E-09	2,88E-01	3,03E-02	7,81E+01	2,67E+03
	Gesamt	7,30E+02	7,52E-07	1,12E+00	1,39E-01	4,92E+02	6,19E+03



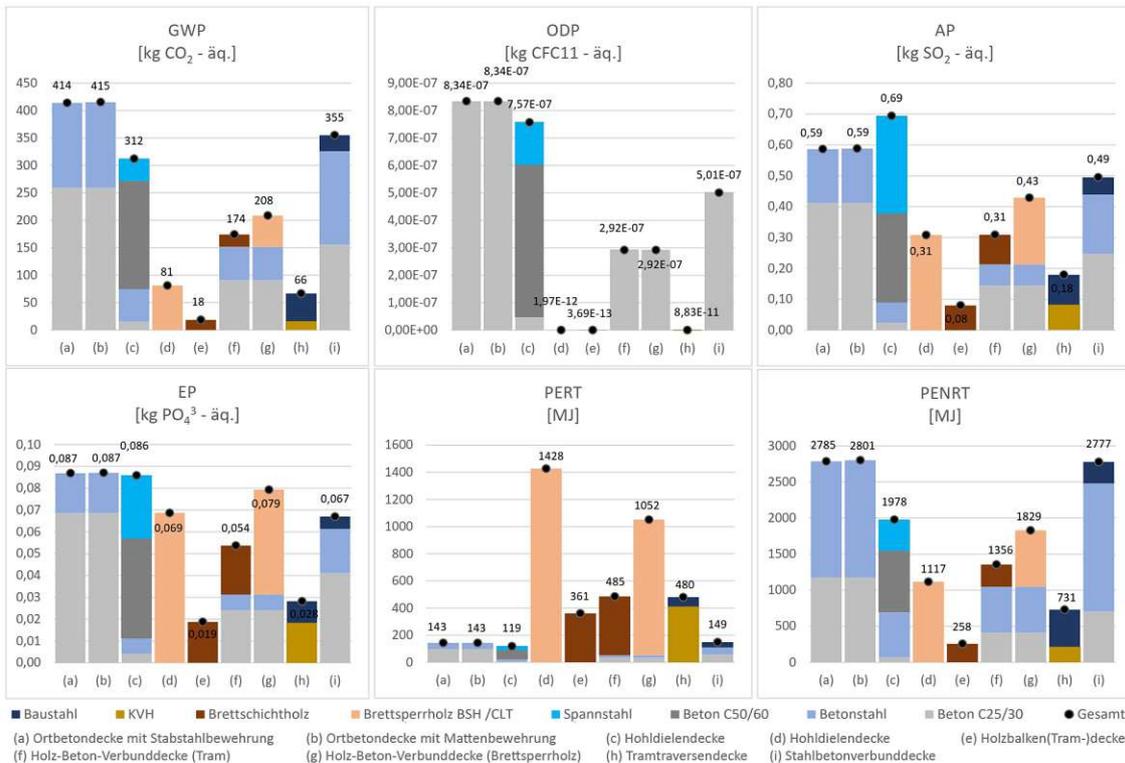
Feldlänge 3 - 3 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 3 - 3 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,53E+02	8,33E-07	3,56E-01	5,66E-02	9,25E+01	1,09E+03
	Bst 550 (B)	1,54E+02	9,82E-10	1,74E-01	1,83E-02	4,72E+01	1,61E+03
	Gesamt	4,08E+02	8,34E-07	5,30E-01	7,49E-02	1,40E+02	2,70E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,53E+02	8,33E-07	3,56E-01	5,66E-02	9,25E+01	1,09E+03
	Bst 550 (B)	1,56E+02	9,92E-10	1,75E-01	1,84E-02	4,77E+01	1,63E+03
	Gesamt	4,09E+02	8,34E-07	5,32E-01	7,51E-02	1,40E+02	2,72E+03
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	1,94E+02	5,54E-07	2,62E-01	4,00E-02	6,54E+01	8,22E+02
	Beton C25/30	1,48E+01	4,86E-08	2,08E-02	3,30E-03	5,40E+00	6,36E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	4,03E+01	1,53E-07	3,14E-01	2,90E-02	2,83E+01	4,26E+02
	Bst 550 (B)	5,96E+01	3,79E-10	6,70E-02	7,05E-03	1,82E+01	6,22E+02
Gesamt	3,09E+02	7,57E-07	6,64E-01	7,94E-02	1,17E+02	1,93E+03	
Brettsper Holzdecke	Brettsper Holz CLT	#####	1,87E-12	3,03E-01	6,77E-02	6,38E+03	1,13E+03
Holzbalken(Tram-)decke	Brettschich Holz GL 24 h	#####	3,48E-13	7,89E-02	1,85E-02	1,39E+03	2,61E+02
	Brettschich Holz GL 24 h	-9,59E+01	4,18E-13	9,47E-02	2,22E-02	1,66E+03	3,13E+02
HBV-Decke Tram	Beton C25/30	8,87E+01	2,91E-07	1,25E-01	1,98E-02	3,24E+01	3,82E+02
	Bst 550 (B)	6,10E+01	3,88E-10	6,86E-02	7,21E-03	1,86E+01	6,36E+02
	Gesamt	5,37E+01	2,92E-07	2,88E-01	4,93E-02	1,71E+03	1,33E+03
HBV-Decke Brettsper Holz	Brettsper Holz CLT	-2,76E+02	1,31E-12	2,12E-01	4,74E-02	4,47E+03	7,88E+02
	Beton C25/30	8,87E+01	2,91E-07	1,25E-01	1,98E-02	3,24E+01	3,82E+02
	Bst 550 (B)	6,10E+01	3,88E-10	6,86E-02	7,21E-03	1,86E+01	6,36E+02
	Gesamt	#####	2,92E-07	4,06E-01	7,44E-02	4,52E+03	1,81E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-1,30E+02	3,59E-13	8,08E-02	1,80E-02	1,93E+03	2,06E+02
	Stahl S235	5,03E+01	8,76E-11	9,68E-02	9,80E-03	6,78E+01	5,13E+02
	Gesamt	#####	8,80E-11	1,78E-01	2,78E-02	2,00E+03	7,20E+02
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,90E+01	5,04E-11	5,57E-02	5,64E-03	3,90E+01	2,95E+02
	Beton C25/30	1,52E+02	5,00E-07	2,14E-01	3,40E-02	5,55E+01	6,54E+02
	Bst 550 (B)	1,70E+02	1,08E-09	1,91E-01	2,01E-02	5,20E+01	1,78E+03
Gesamt	3,51E+02	5,01E-07	4,61E-01	5,97E-02	1,47E+02	2,72E+03	



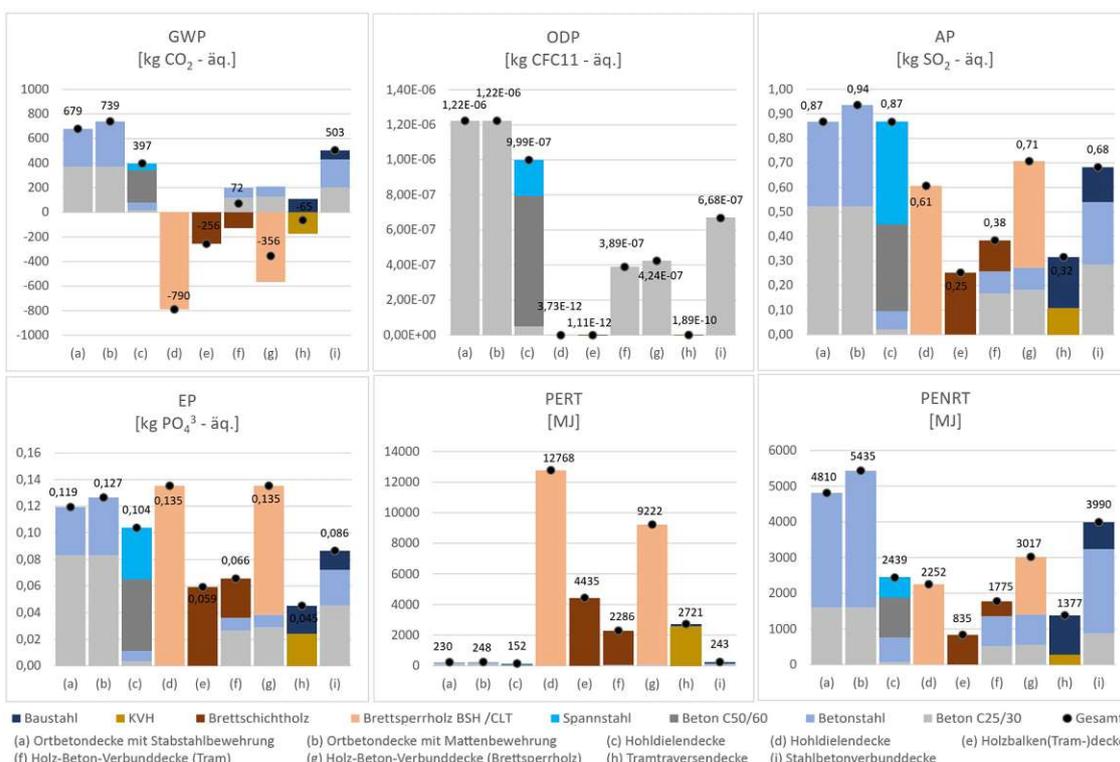
Feldlänge 3 - 3 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 3 - 3 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,59E+02	8,33E-07	4,12E-01	6,86E-02	9,58E+01	1,17E+03
	Bst 550 (B)	1,55E+02	9,82E-10	1,74E-01	1,83E-02	4,72E+01	1,61E+03
	Gesamt	4,14E+02	8,34E-07	5,86E-01	8,69E-02	1,43E+02	2,78E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,59E+02	8,33E-07	4,12E-01	6,86E-02	9,58E+01	1,17E+03
	Bst 550 (B)	1,56E+02	9,92E-10	1,76E-01	1,85E-02	4,77E+01	1,63E+03
	Gesamt	4,15E+02	8,34E-07	5,88E-01	8,71E-02	1,43E+02	2,80E+03
Hohldielendecke	Beton C50/60	1,97E+02	5,55E-07	2,89E-01	4,58E-02	6,69E+01	8,62E+02
	Beton C25/30	1,51E+01	4,86E-08	2,40E-02	4,00E-03	5,59E+00	6,84E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	4,03E+01	1,53E-07	3,14E-01	2,90E-02	2,83E+01	4,26E+02
	Bst 550 (B)	5,97E+01	3,79E-10	6,72E-02	7,07E-03	1,82E+01	6,23E+02
	Gesamt	3,12E+02	7,57E-07	6,94E-01	8,59E-02	1,19E+02	1,98E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	8,10E+01	1,97E-12	3,08E-01	6,86E-02	1,43E+03	1,12E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,84E+01	3,69E-13	7,99E-02	1,87E-02	3,61E+02	2,58E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	2,21E+01	4,43E-13	9,59E-02	2,25E-02	4,33E+02	3,09E+02
	Beton C25/30	9,07E+01	2,92E-07	1,44E-01	2,40E-02	3,35E+01	4,10E+02
	Bst 550 (B)	6,10E+01	3,88E-10	6,87E-02	7,23E-03	1,86E+01	6,37E+02
Gesamt	1,74E+02	2,92E-07	3,09E-01	5,37E-02	4,85E+02	1,36E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	5,67E+01	1,38E-12	2,16E-01	4,80E-02	1,00E+03	7,82E+02
	Beton C25/30	9,07E+01	2,92E-07	1,44E-01	2,40E-02	3,35E+01	4,10E+02
	Bst 550 (B)	6,10E+01	3,88E-10	6,87E-02	7,23E-03	1,86E+01	6,37E+02
Gesamt	2,08E+02	2,92E-07	4,29E-01	7,93E-02	1,05E+03	1,83E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	1,59E+01	3,91E-13	8,23E-02	1,83E-02	4,12E+02	2,16E+02
	Stahl S235	5,04E+01	8,79E-11	9,71E-02	9,83E-03	6,83E+01	5,15E+02
	Gesamt	6,63E+01	8,83E-11	1,79E-01	2,81E-02	4,80E+02	7,31E+02
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,90E+01	5,06E-11	5,59E-02	5,65E-03	3,93E+01	2,96E+02
	Beton C25/30	1,55E+02	5,00E-07	2,47E-01	4,11E-02	5,75E+01	7,03E+02
	Bst 550 (B)	1,70E+02	1,08E-09	1,92E-01	2,02E-02	5,20E+01	1,78E+03
Gesamt	3,55E+02	5,01E-07	4,95E-01	6,70E-02	1,49E+02	2,78E+03	



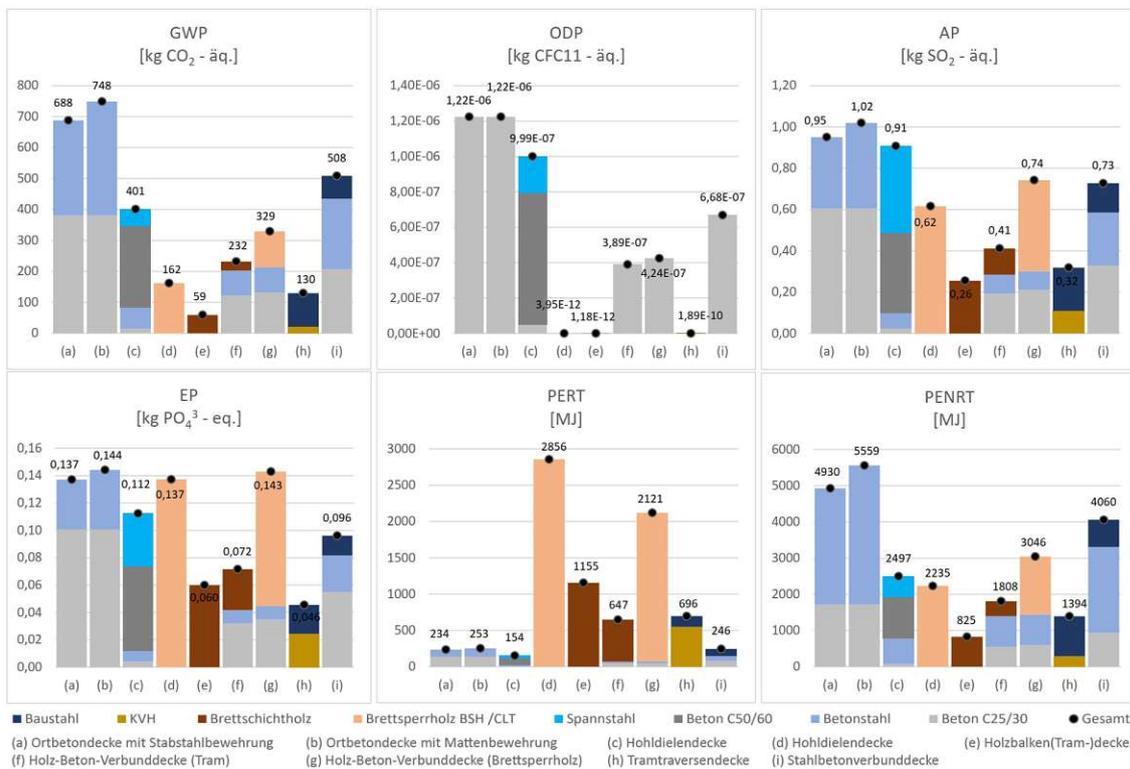
Feldlänge 3 - 5 m, A1 - A3

		Zweifeldträger 3 - 5 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	3,72E+02	1,22E-06	5,23E-01	8,31E-02	1,36E+02	1,60E+03
	Bst 550 (B)	3,08E+02	1,95E-09	3,46E-01	3,64E-02	9,39E+01	3,21E+03
	Gesamt	6,79E+02	1,22E-06	8,68E-01	1,19E-01	2,30E+02	4,81E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	3,72E+02	1,22E-06	5,23E-01	8,31E-02	1,36E+02	1,60E+03
	Bst 550 (B)	3,68E+02	2,34E-09	4,13E-01	4,35E-02	1,12E+02	3,83E+03
	Gesamt	7,39E+02	1,22E-06	9,36E-01	1,27E-01	2,48E+02	5,43E+03
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	2,61E+02	7,46E-07	3,52E-01	5,38E-02	8,79E+01	1,11E+03
	Beton C25/30	1,48E+01	4,86E-08	2,08E-02	3,30E-03	5,40E+00	6,36E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	5,37E+01	2,05E-07	4,19E-01	3,87E-02	3,77E+01	5,67E+02
	Bst 550 (B)	6,73E+01	4,28E-10	7,57E-02	7,96E-03	2,06E+01	7,02E+02
	Gesamt	3,97E+02	9,99E-07	8,67E-01	1,04E-01	1,52E+02	2,44E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-7,90E+02	3,73E-12	6,06E-01	1,35E-01	1,28E+04	2,25E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichholz GL 24 h	-2,56E+02	1,11E-12	2,53E-01	5,93E-02	4,44E+03	8,35E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichholz GL 24 h	-1,28E+02	5,57E-13	1,26E-01	2,96E-02	2,22E+03	4,18E+02
	Beton C25/30	1,18E+02	3,89E-07	1,66E-01	2,64E-02	4,32E+01	5,09E+02
	Bst 550 (B)	8,13E+01	5,17E-10	9,14E-02	9,61E-03	2,48E+01	8,48E+02
Gesamt	7,16E+01	3,89E-07	3,84E-01	6,57E-02	2,29E+03	1,77E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-5,66E+02	2,68E-12	4,35E-01	9,70E-02	9,15E+03	1,61E+03
	Beton C25/30	1,29E+02	4,23E-07	1,81E-01	2,88E-02	4,70E+01	5,54E+02
	Bst 550 (B)	8,13E+01	5,17E-10	9,14E-02	9,61E-03	2,48E+01	8,48E+02
Gesamt	-3,56E+02	4,24E-07	7,07E-01	1,35E-01	9,22E+03	3,02E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-1,73E+02	4,79E-13	1,08E-01	2,40E-02	2,58E+03	2,75E+02
	Stahl S235	1,08E+02	1,88E-10	2,08E-01	2,10E-02	1,46E+02	1,10E+03
	Gesamt	-6,51E+01	1,89E-10	3,16E-01	4,51E-02	2,72E+03	1,38E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,36E+01	1,28E-10	1,42E-01	1,43E-02	9,92E+01	7,51E+02
	Beton C25/30	2,03E+02	6,66E-07	2,85E-01	4,53E-02	7,40E+01	8,73E+02
	Bst 550 (B)	2,27E+02	1,44E-09	2,55E-01	2,68E-02	6,93E+01	2,37E+03
Gesamt	5,03E+02	6,68E-07	6,82E-01	8,65E-02	2,43E+02	3,99E+03	



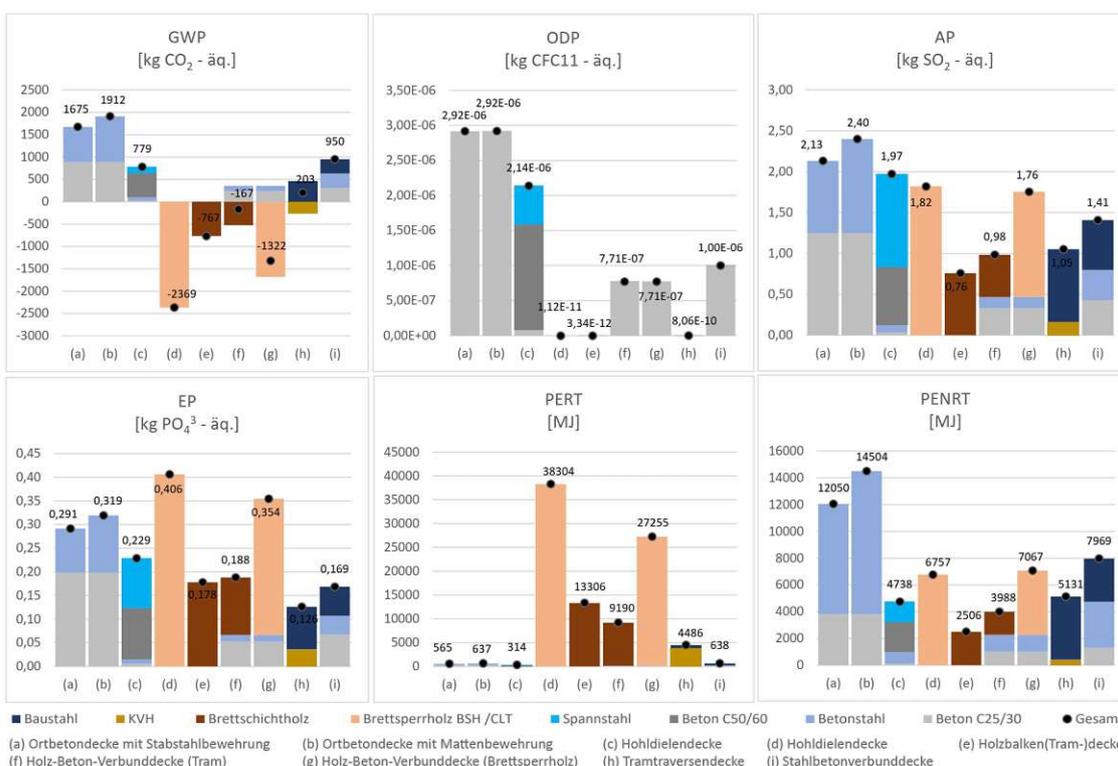
Feldlänge 3 - 5 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 3 - 5 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	3,80E+02	1,22E-06	6,05E-01	1,01E-01	1,40E+02	1,72E+03
	Bst 550 (B)	3,08E+02	1,96E-09	3,46E-01	3,64E-02	9,40E+01	3,21E+03
	Gesamt	6,88E+02	1,22E-06	9,51E-01	1,37E-01	2,34E+02	4,93E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	3,80E+02	1,22E-06	6,05E-01	1,01E-01	1,40E+02	1,72E+03
	Bst 550 (B)	3,68E+02	2,34E-09	4,14E-01	4,36E-02	1,12E+02	3,84E+03
	Gesamt	7,48E+02	1,22E-06	1,02E+00	1,44E-01	2,53E+02	5,56E+03
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	2,65E+02	7,46E-07	3,88E-01	6,16E-02	9,00E+01	1,16E+03
	Beton C25/30	1,51E+01	4,86E-08	2,40E-02	4,00E-03	5,59E+00	6,84E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	5,37E+01	2,05E-07	4,19E-01	3,87E-02	3,77E+01	5,67E+02
	Bst 550 (B)	6,74E+01	4,28E-10	7,58E-02	7,98E-03	2,06E+01	7,03E+02
	Gesamt	4,01E+02	9,99E-07	9,07E-01	1,12E-01	1,54E+02	2,50E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	1,62E+02	3,95E-12	6,16E-01	1,37E-01	2,86E+03	2,23E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	5,90E+01	1,18E-12	2,56E-01	5,99E-02	1,15E+03	8,25E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	2,95E+01	5,91E-13	1,28E-01	2,99E-02	5,77E+02	4,12E+02
	Beton C25/30	1,21E+02	3,89E-07	1,92E-01	3,20E-02	4,47E+01	5,47E+02
	Bst 550 (B)	8,14E+01	5,17E-10	9,16E-02	9,64E-03	2,49E+01	8,49E+02
	Gesamt	2,32E+02	3,89E-07	4,12E-01	7,16E-02	6,47E+02	1,81E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	1,16E+02	2,83E-12	4,41E-01	9,84E-02	2,05E+03	1,60E+03
	Beton C25/30	1,32E+02	4,23E-07	2,10E-01	3,49E-02	4,87E+01	5,96E+02
	Bst 550 (B)	8,14E+01	5,17E-10	9,16E-02	9,64E-03	2,49E+01	8,49E+02
	Gesamt	3,29E+02	4,24E-07	7,43E-01	1,43E-01	2,12E+03	3,05E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	2,12E+01	5,21E-13	1,10E-01	2,44E-02	5,49E+02	2,89E+02
	Stahl S235	1,08E+02	1,89E-10	2,08E-01	2,11E-02	1,47E+02	1,11E+03
	Gesamt	1,30E+02	1,89E-10	3,18E-01	4,55E-02	6,96E+02	1,39E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,38E+01	1,29E-10	1,42E-01	1,44E-02	9,99E+01	7,53E+02
	Beton C25/30	2,07E+02	6,66E-07	3,30E-01	5,49E-02	7,66E+01	9,38E+02
	Bst 550 (B)	2,27E+02	1,44E-09	2,56E-01	2,69E-02	6,94E+01	2,37E+03
	Gesamt	5,08E+02	6,68E-07	7,27E-01	9,61E-02	2,46E+02	4,06E+03



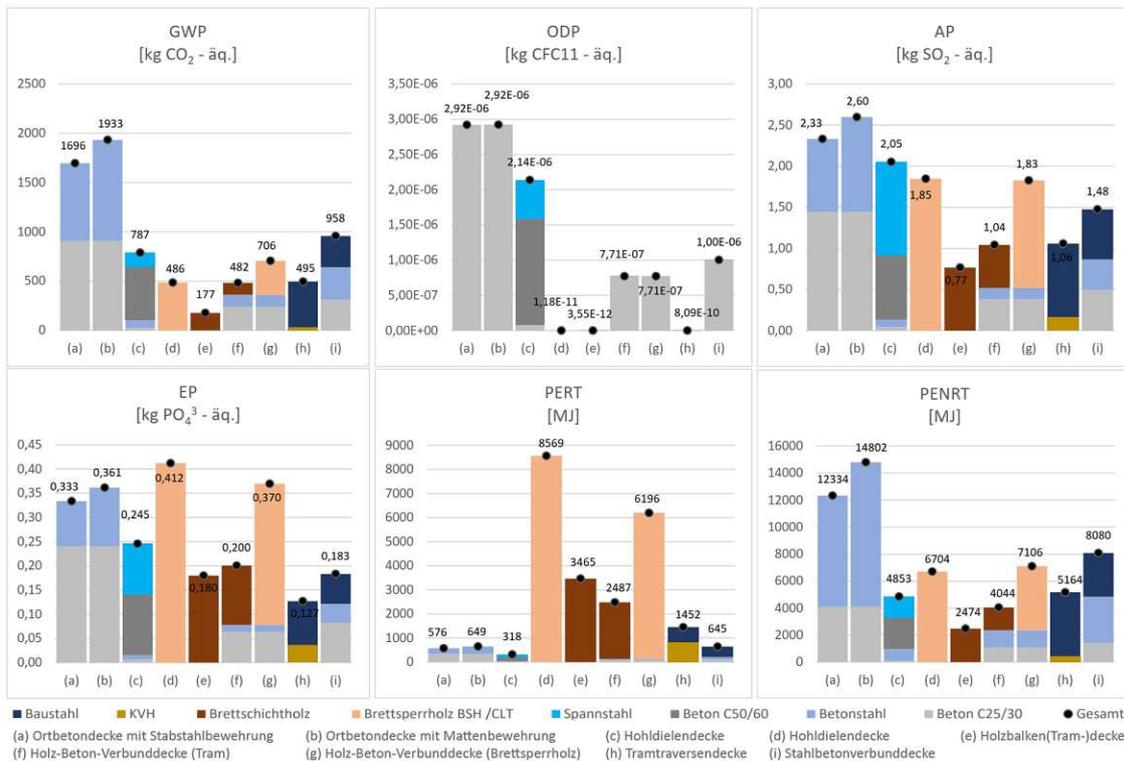
Feldlänge 3 - 9 m, A1 - A3

		Zweifeldträger 3 - 9 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	7,89E+02	5,01E-09	8,86E-01	9,32E-02	2,41E+02	8,22E+03
	Gesamt	1,68E+03	2,92E-06	2,13E+00	2,91E-01	5,65E+02	1,20E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	1,02E+03	6,52E-09	1,15E+00	1,21E-01	3,13E+02	1,07E+04
	Gesamt	1,91E+03	2,92E-06	2,40E+00	3,19E-01	6,37E+02	1,45E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	5,25E+02	1,50E-06	7,08E-01	1,08E-01	1,77E+02	2,23E+03
	Beton C25/30	2,47E+01	8,12E-08	3,47E-02	5,52E-03	9,02E+00	1,06E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,46E+02	5,55E-07	1,14E+00	1,05E-01	1,02E+02	1,54E+03
	Bst 550 (B)	8,31E+01	5,28E-10	9,34E-02	9,82E-03	2,54E+01	8,66E+02
Gesamt	7,79E+02	2,14E-06	1,97E+00	2,29E-01	3,14E+02	4,74E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-2,37E+03	1,12E-11	1,82E+00	4,06E-01	3,83E+04	6,76E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-7,67E+02	3,34E-12	7,58E-01	1,78E-01	1,33E+04	2,51E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-5,23E+02	2,28E-12	5,16E-01	1,21E-01	9,07E+03	1,71E+03
	Beton C25/30	2,34E+02	7,70E-07	3,30E-01	5,24E-02	8,56E+01	1,01E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,76E-10	1,37E-01	1,44E-02	3,73E+01	1,27E+03
Gesamt	-1,67E+02	7,71E-07	9,83E-01	1,88E-01	9,19E+03	3,99E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-1,68E+03	7,94E-12	1,29E+00	2,88E-01	2,71E+04	4,79E+03
	Beton C25/30	2,34E+02	7,70E-07	3,30E-01	5,24E-02	8,56E+01	1,01E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,76E-10	1,37E-01	1,44E-02	3,73E+01	1,27E+03
Gesamt	-1,32E+03	7,71E-07	1,76E+00	3,54E-01	2,73E+04	7,07E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-2,60E+02	7,18E-13	1,62E-01	3,61E-02	3,86E+03	4,13E+02
	Stahl S235	4,63E+02	8,05E-10	8,90E-01	9,01E-02	6,24E+02	4,72E+03
	Gesamt	2,03E+02	8,06E-10	1,05E+00	1,26E-01	4,49E+03	5,13E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,16E+02	5,51E-10	6,09E-01	6,16E-02	4,26E+02	3,23E+03
	Beton C25/30	3,04E+02	9,99E-07	4,28E-01	6,80E-02	1,11E+02	1,31E+03
	Bst 550 (B)	3,29E+02	2,09E-09	3,70E-01	3,89E-02	1,01E+02	3,43E+03
	Gesamt	9,50E+02	1,00E-06	1,41E+00	1,69E-01	6,38E+02	7,97E+03



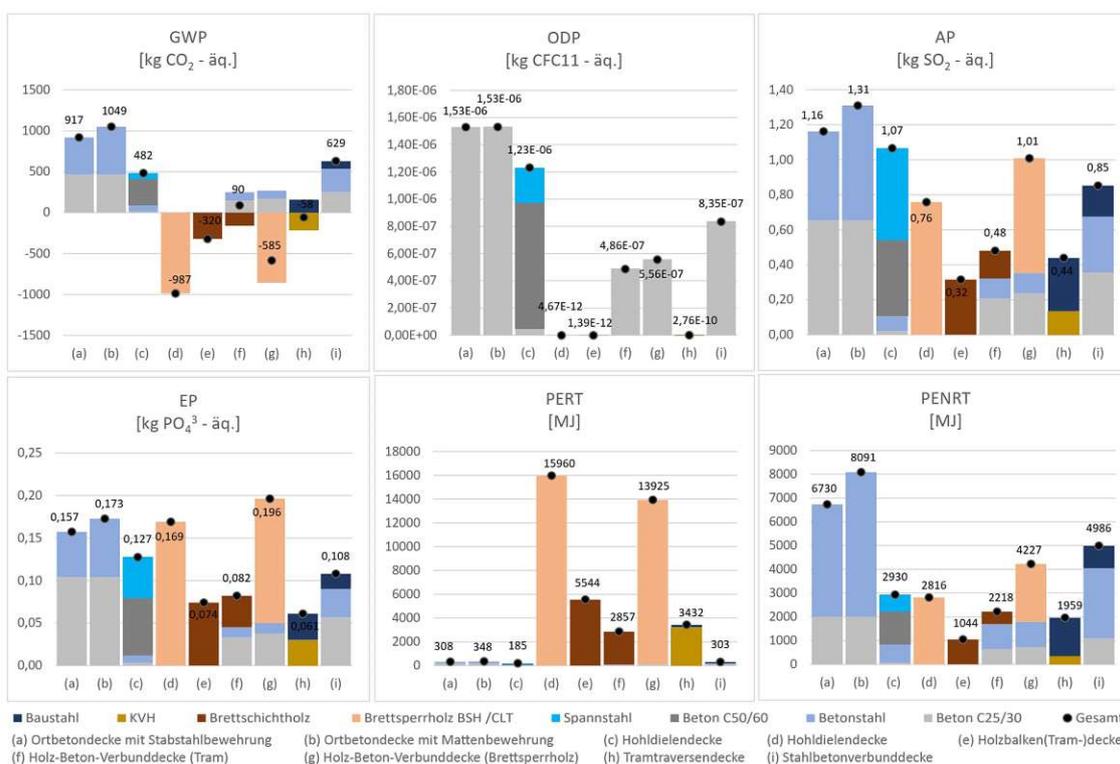
Feldlänge 3 - 9 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 3 - 9 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	7,89E+02	5,01E-09	8,88E-01	9,34E-02	2,41E+02	8,23E+03
	Gesamt	1,70E+03	2,92E-06	2,33E+00	3,33E-01	5,76E+02	1,23E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	1,03E+03	6,52E-09	1,15E+00	1,21E-01	3,13E+02	1,07E+04
	Gesamt	1,93E+03	2,92E-06	2,60E+00	3,61E-01	6,49E+02	1,48E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	5,33E+02	1,50E-06	7,81E-01	1,24E-01	1,81E+02	2,33E+03
	Beton C25/30	2,53E+01	8,12E-08	4,02E-02	6,69E-03	9,34E+00	1,14E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,46E+02	5,55E-07	1,14E+00	1,05E-01	1,02E+02	1,54E+03
	Bst 550 (B)	8,32E+01	5,28E-10	9,35E-02	9,84E-03	2,54E+01	8,67E+02
Gesamt	7,87E+02	2,14E-06	2,05E+00	2,45E-01	3,18E+02	4,85E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz BSH	4,86E+02	1,18E-11	1,85E+00	4,12E-01	8,57E+03	6,70E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,77E+02	3,55E-12	7,67E-01	1,80E-01	3,46E+03	2,47E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	1,21E+02	2,42E-12	5,23E-01	1,22E-01	2,36E+03	1,69E+03
	Beton C25/30	2,40E+02	7,70E-07	3,81E-01	6,34E-02	8,86E+01	1,08E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,76E-10	1,37E-01	1,45E-02	3,73E+01	1,27E+03
	Gesamt	4,82E+02	7,71E-07	1,04E+00	2,00E-01	2,49E+03	4,04E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	3,44E+02	8,38E-12	1,31E+00	2,92E-01	6,07E+03	4,75E+03
	Beton C25/30	2,40E+02	7,70E-07	3,81E-01	6,34E-02	8,86E+01	1,08E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,76E-10	1,37E-01	1,45E-02	3,73E+01	1,27E+03
	Gesamt	7,06E+02	7,71E-07	1,83E+00	3,70E-01	6,20E+03	7,11E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	3,19E+01	7,81E-13	1,65E-01	3,66E-02	8,24E+02	4,33E+02
	Stahl S235	4,64E+02	8,08E-10	8,93E-01	9,04E-02	6,28E+02	4,73E+03
	Gesamt	4,95E+02	8,09E-10	1,06E+00	1,27E-01	1,45E+03	5,16E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,17E+02	5,53E-10	6,10E-01	6,18E-02	4,29E+02	3,23E+03
	Beton C25/30	3,11E+02	1,00E-06	4,95E-01	8,23E-02	1,15E+02	1,41E+03
	Bst 550 (B)	3,30E+02	2,09E-09	3,71E-01	3,90E-02	1,01E+02	3,44E+03
	Gesamt	9,58E+02	1,00E-06	1,48E+00	1,83E-01	6,45E+02	8,08E+03



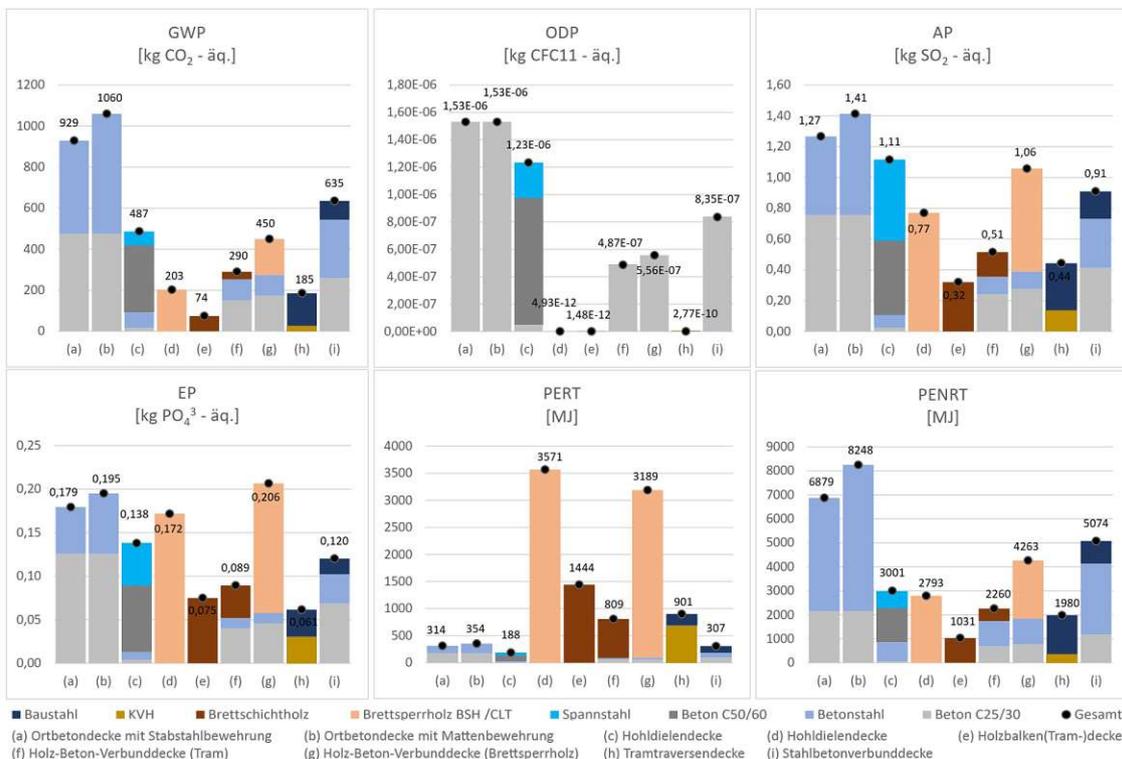
Feldlänge 5 - 5 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 5 - 5 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	4,64E+02	1,53E-06	6,53E-01	1,04E-01	1,70E+02	2,00E+03
	Bst 550 (B)	4,53E+02	2,88E-09	5,09E-01	5,36E-02	1,38E+02	4,72E+03
	Gesamt	9,17E+02	1,53E-06	1,16E+00	1,57E-01	3,08E+02	6,72E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	4,64E+02	1,53E-06	6,53E-01	1,04E-01	1,70E+02	2,00E+03
	Bst 550 (B)	5,84E+02	3,71E-09	6,57E-01	6,91E-02	1,78E+02	6,09E+03
	Gesamt	1,05E+03	1,53E-06	1,31E+00	1,73E-01	3,48E+02	8,09E+03
Hohldielendecke	Beton C50/60	3,25E+02	9,27E-07	4,37E-01	6,69E-02	1,09E+02	1,38E+03
	Beton C25/30	1,48E+01	4,86E-08	2,08E-02	3,30E-03	5,40E+00	6,36E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	6,72E+01	2,56E-07	5,24E-01	4,84E-02	4,71E+01	7,09E+02
	Bst 550 (B)	7,50E+01	4,77E-10	8,43E-02	8,86E-03	2,29E+01	7,82E+02
	Gesamt	4,82E+02	1,23E-06	1,07E+00	1,27E-01	1,85E+02	2,93E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-9,87E+02	4,67E-12	7,58E-01	1,69E-01	1,60E+04	2,82E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-3,20E+02	1,39E-12	3,16E-01	7,41E-02	5,54E+03	1,04E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-1,60E+02	6,96E-13	1,58E-01	3,70E-02	2,77E+03	5,22E+02
	Beton C25/30	1,48E+02	4,86E-07	2,08E-01	3,30E-02	5,40E+01	6,36E+02
	Bst 550 S (B)	1,02E+02	6,46E-10	1,14E-01	1,20E-02	3,10E+01	1,06E+03
	Gesamt	8,95E+01	4,86E-07	4,80E-01	8,21E-02	2,86E+03	2,22E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-8,55E+02	4,05E-12	6,57E-01	1,47E-01	1,38E+04	2,44E+03
	Beton C25/30	1,69E+02	5,55E-07	2,38E-01	3,78E-02	6,17E+01	7,27E+02
	Bst 550 (B)	1,02E+02	6,46E-10	1,14E-01	1,20E-02	3,10E+01	1,06E+03
	Gesamt	-5,85E+02	5,56E-07	1,01E+00	1,96E-01	1,39E+04	4,23E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-2,17E+02	5,98E-13	1,35E-01	3,01E-02	3,22E+03	3,44E+02
	Stahl S235	1,58E+02	2,76E-10	3,05E-01	3,08E-02	2,13E+02	1,61E+03
	Gesamt	-5,81E+01	2,76E-10	4,39E-01	6,09E-02	3,43E+03	1,96E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	9,19E+01	1,60E-10	1,77E-01	1,79E-02	1,24E+02	9,37E+02
	Beton C25/30	2,53E+02	8,33E-07	3,56E-01	5,66E-02	9,25E+01	1,09E+03
	Bst 550 (B)	2,84E+02	1,80E-09	3,19E-01	3,35E-02	8,67E+01	2,96E+03
	Gesamt	6,29E+02	8,35E-07	8,52E-01	1,08E-01	3,03E+02	4,99E+03



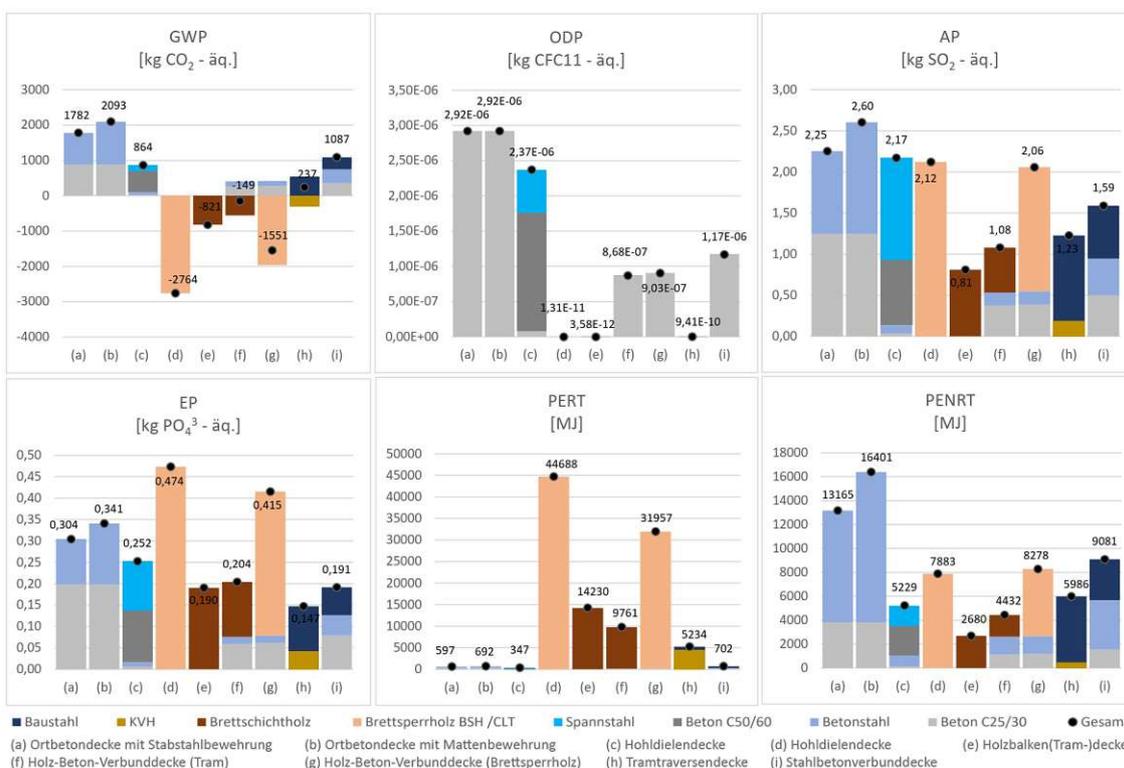
Feldlänge 5 - 5 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 5 - 5 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	4,75E+02	1,53E-06	7,56E-01	1,26E-01	1,76E+02	2,15E+03
	Bst 550 (B)	4,54E+02	2,88E-09	5,10E-01	5,37E-02	1,38E+02	4,73E+03
	Gesamt	9,29E+02	1,53E-06	1,27E+00	1,79E-01	3,14E+02	6,88E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	4,75E+02	1,53E-06	7,56E-01	1,26E-01	1,76E+02	2,15E+03
	Bst 550 (B)	5,85E+02	3,71E-09	6,58E-01	6,92E-02	1,79E+02	6,10E+03
	Gesamt	1,06E+03	1,53E-06	1,41E+00	1,95E-01	3,54E+02	8,25E+03
Hohldieleendecke	Beton C50/60	3,29E+02	9,27E-07	4,83E-01	7,66E-02	1,12E+02	1,44E+03
	Beton C25/30	1,51E+01	4,86E-08	2,40E-02	4,00E-03	5,59E+00	6,84E+01
	Spannstahl St. 1570/1770	6,72E+01	2,56E-07	5,24E-01	4,84E-02	4,71E+01	7,09E+02
	Bst 550 S (B)	7,50E+01	4,77E-10	8,44E-02	8,88E-03	2,29E+01	7,83E+02
	Gesamt	4,87E+02	1,23E-06	1,11E+00	1,38E-01	1,88E+02	3,00E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	2,03E+02	4,93E-12	7,70E-01	1,72E-01	3,57E+03	2,79E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	7,37E+01	1,48E-12	3,20E-01	7,48E-02	1,44E+03	1,03E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	3,69E+01	7,39E-13	1,60E-01	3,74E-02	7,22E+02	5,16E+02
	Beton C25/30	1,51E+02	4,86E-07	2,40E-01	4,00E-02	5,59E+01	6,84E+02
	Bst 550 (B)	1,02E+02	6,46E-10	1,14E-01	1,20E-02	3,11E+01	1,06E+03
	Gesamt	2,90E+02	4,87E-07	5,15E-01	8,95E-02	8,09E+02	2,26E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	1,76E+02	4,27E-12	6,67E-01	1,49E-01	3,09E+03	2,42E+03
	Beton C25/30	1,73E+02	5,55E-07	2,75E-01	4,57E-02	6,39E+01	7,81E+03
	Bst 550 (B)	1,02E+02	6,46E-10	1,14E-01	1,20E-02	3,11E+01	1,06E+03
	Gesamt	4,50E+02	5,56E-07	1,06E+00	2,06E-01	3,19E+03	4,26E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	2,66E+01	6,51E-13	1,37E-01	3,05E-02	6,87E+02	3,61E+02
	Stahl S235	1,59E+02	2,77E-10	3,05E-01	3,09E-02	2,15E+02	1,62E+03
	Gesamt	1,85E+02	2,77E-10	4,43E-01	6,15E-02	9,01E+02	1,98E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	9,20E+01	1,60E-10	1,77E-01	1,79E-02	1,25E+02	9,39E+02
	Beton C25/30	2,59E+02	8,33E-07	4,12E-01	6,86E-02	9,58E+01	1,17E+03
	Bst 550 (B)	2,84E+02	1,80E-09	3,20E-01	3,36E-02	8,67E+01	2,96E+03
	Gesamt	6,35E+02	8,35E-07	9,09E-01	1,20E-01	3,07E+02	5,07E+03



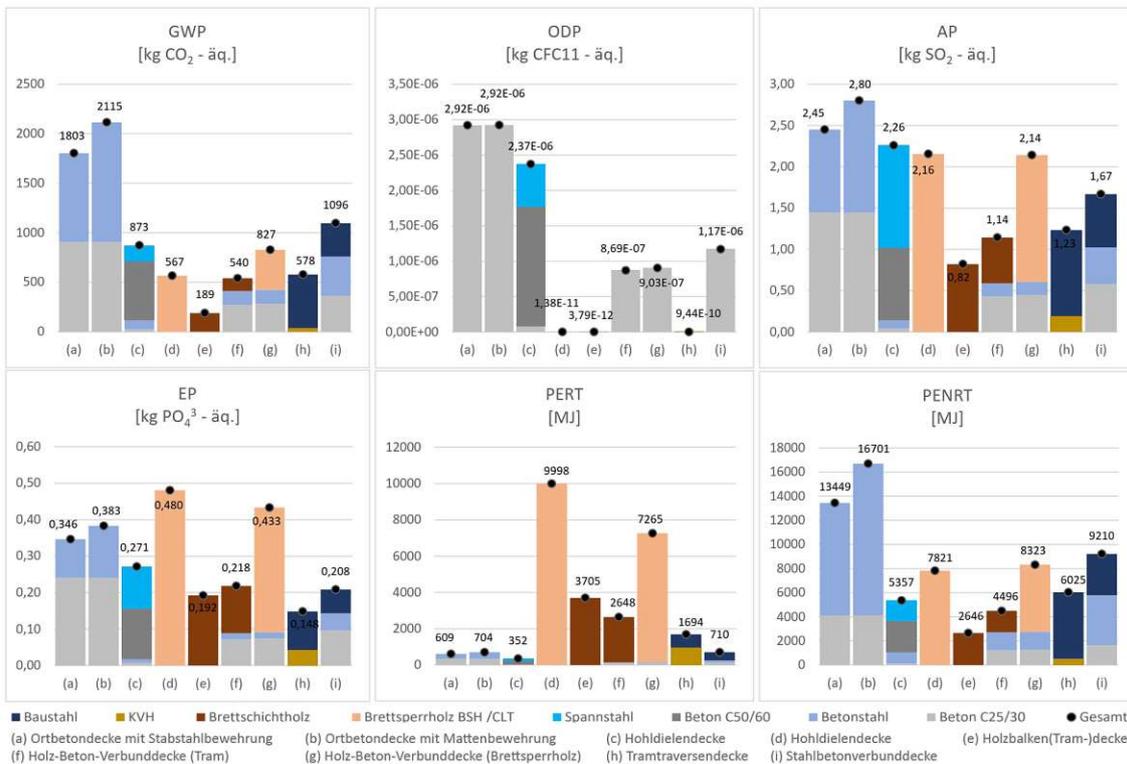
Feldlänge 5 - 9 m, A1 - A3

		Zweifeldträger 5 - 9 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	8,95E+02	5,69E-09	1,01E+00	1,06E-01	2,73E+02	9,34E+03
	Gesamt	1,78E+03	2,92E-06	2,25E+00	3,04E-01	5,97E+02	1,32E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	1,21E+03	7,67E-09	1,36E+00	1,43E-01	3,69E+02	1,26E+04
	Gesamt	2,09E+03	2,92E-06	2,60E+00	3,41E-01	6,92E+02	1,64E+04
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	5,89E+02	1,68E-06	7,94E-01	1,21E-01	1,98E+02	2,50E+03
	Beton C25/30	2,47E+01	8,12E-08	3,47E-02	5,52E-03	9,02E+00	1,06E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,59E+02	6,06E-07	1,24E+00	1,15E-01	1,12E+02	1,68E+03
	Bst 550 (B)	9,07E+01	5,77E-10	1,02E-01	1,07E-02	2,77E+01	9,46E+02
Gesamt	8,64E+02	2,37E-06	2,17E+00	2,52E-01	3,47E+02	5,23E+03	
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	-2,76E+03	1,31E-11	2,12E+00	4,74E-01	4,47E+04	7,88E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-8,21E+02	3,58E-12	8,10E-01	1,90E-01	1,42E+04	2,68E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-5,55E+02	2,42E-12	5,48E-01	1,29E-01	9,62E+03	1,81E+03
	Beton C25/30	2,64E+02	8,68E-07	3,71E-01	5,90E-02	9,64E+01	1,14E+03
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,05E-10	1,60E-01	1,68E-02	4,35E+01	1,48E+03
Gesamt	-1,49E+02	8,68E-07	1,08E+00	2,04E-01	9,76E+03	4,43E+03	
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	-1,97E+03	9,30E-12	1,51E+00	3,37E-01	3,18E+04	5,61E+03
	Beton C25/30	2,74E+02	9,02E-07	3,86E-01	6,14E-02	1,00E+01	1,18E+03
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,05E-10	1,60E-01	1,68E-02	4,35E+01	1,48E+03
Gesamt	-1,55E+03	9,03E-07	2,06E+00	4,15E-01	3,20E+04	8,28E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-3,03E+02	8,37E-13	1,89E-01	4,21E-02	4,51E+03	4,82E+02
	Stahl S235	5,40E+02	9,40E-10	1,04E+00	1,05E-01	7,28E+02	5,50E+03
	Gesamt	2,37E+02	9,41E-10	1,23E+00	1,47E-01	5,23E+03	5,99E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,35E+02	5,82E-10	6,44E-01	6,51E-02	4,51E+02	3,41E+03
	Beton C25/30	3,55E+02	1,17E-06	4,99E-01	7,93E-02	1,30E+02	1,53E+03
	Bst 550 (B)	3,97E+02	2,53E-09	4,47E-01	4,70E-02	1,21E+02	4,14E+03
	Gesamt	1,09E+03	1,17E-06	1,59E+00	1,91E-01	7,02E+02	9,08E+03



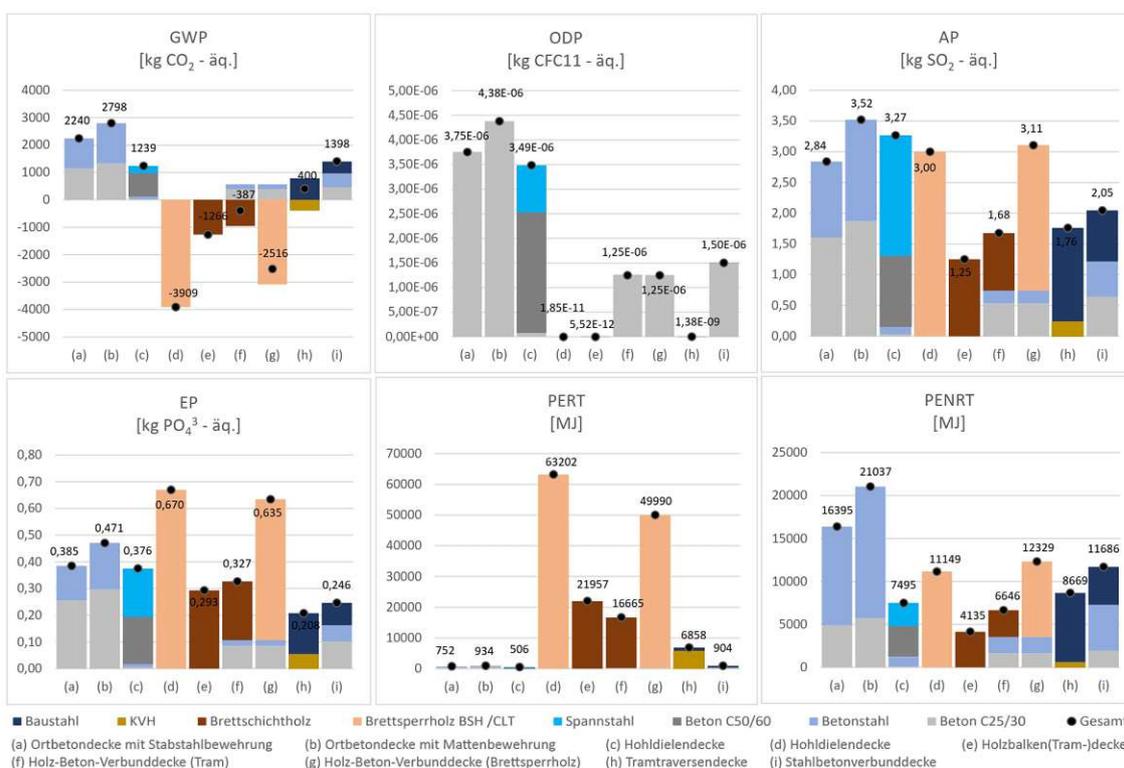
Feldlänge 5 - 9 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 5 - 9 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	8,96E+02	5,69E-09	1,01E+00	1,06E-01	2,74E+02	9,35E+03
	Gesamt	1,80E+03	2,92E-06	2,45E+00	3,46E-01	6,09E+02	1,34E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	1,21E+03	7,67E-09	1,36E+00	1,43E-01	3,69E+02	1,26E+04
	Gesamt	2,12E+03	2,92E-06	2,80E+00	3,83E-01	7,04E+02	1,67E+04
Hohldielendecke	Beton C50/60	5,98E+02	1,68E-06	8,76E-01	1,39E-01	2,03E+02	2,61E+03
	Beton C25/30	2,53E+01	8,12E-08	4,02E-02	6,69E-03	9,34E+00	1,14E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,59E+02	6,06E-07	1,24E+00	1,15E-01	1,12E+02	1,68E+03
	Bst 550 (B)	9,08E+01	5,77E-10	1,02E-01	1,08E-02	2,77E+01	9,47E+02
	Gesamt	8,73E+02	2,37E-06	2,26E+00	2,71E-01	3,52E+02	5,36E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	5,67E+02	1,38E-11	2,16E+00	4,80E-01	1,00E+04	7,82E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,89E+02	3,79E-12	8,20E-01	1,92E-01	3,71E+03	2,65E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	1,28E+02	2,56E-12	5,55E-01	1,30E-01	2,51E+03	1,79E+03
	Beton C25/30	2,70E+02	8,68E-07	4,29E-01	7,14E-02	9,98E+01	1,22E+03
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,05E-10	1,60E-01	1,69E-02	4,35E+01	1,49E+03
	Gesamt	5,40E+02	8,69E-07	1,14E+00	2,18E-01	2,65E+03	4,50E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	4,04E+02	9,83E-12	1,53E+00	3,42E-01	7,12E+03	5,57E+03
	Beton C25/30	2,81E+02	9,02E-07	4,47E-01	7,43E-02	1,04E+02	1,27E+03
	Bst 550 (B)	1,42E+02	9,05E-10	1,60E-01	1,69E-02	4,35E+01	1,49E+03
	Gesamt	8,27E+02	9,03E-07	2,14E+00	4,33E-01	7,26E+03	8,32E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	3,72E+01	9,11E-13	1,92E-01	4,28E-02	9,61E+02	5,05E+02
	Stahl S235	5,41E+02	9,43E-10	1,04E+00	1,05E-01	7,33E+02	5,52E+03
	Gesamt	5,78E+02	9,44E-10	1,23E+00	1,48E-01	1,69E+03	6,03E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,35E+02	5,84E-10	6,45E-01	6,53E-02	4,54E+02	3,42E+03
	Beton C25/30	3,63E+02	1,17E-06	5,77E-01	9,60E-02	1,34E+02	1,64E+03
	Bst 550 (B)	3,98E+02	2,53E-09	4,47E-01	4,71E-02	1,21E+02	4,15E+03
	Gesamt	1,10E+03	1,17E-06	1,67E+00	2,08E-01	7,10E+02	9,21E+03



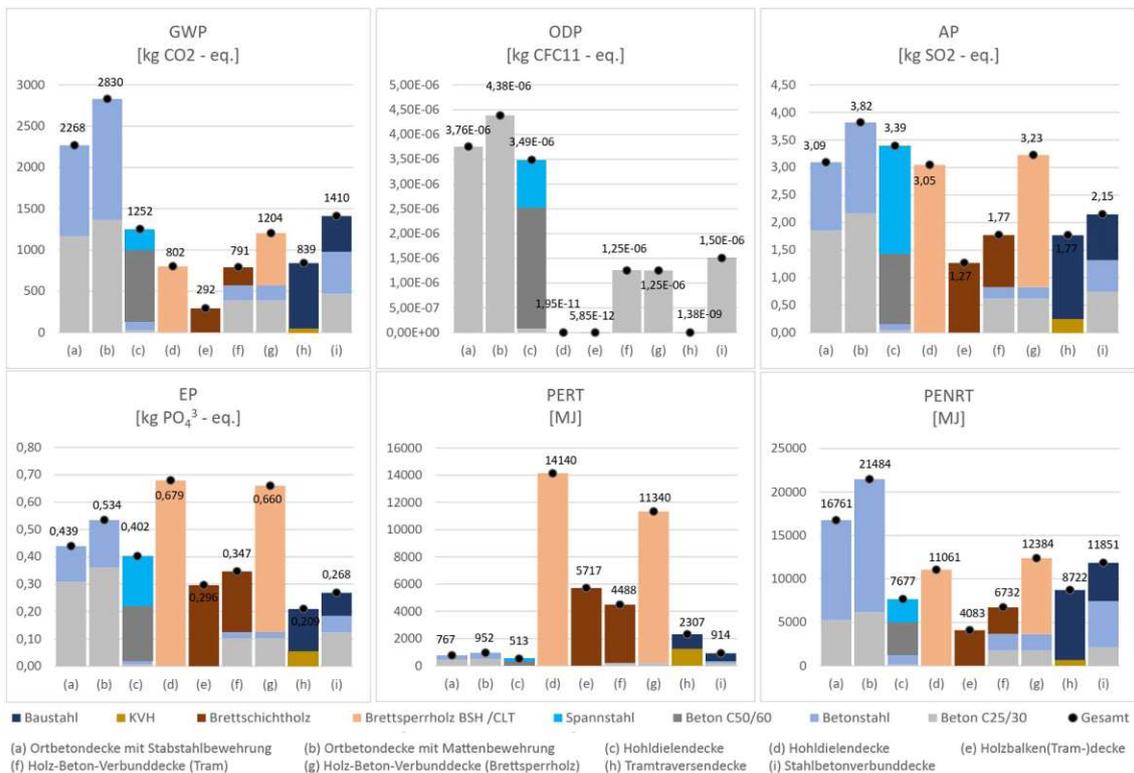
Feldlänge 9 - 9 m, A1 - A3

		Zweifeldträger 9 - 9 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,14E+03	3,75E-06	1,60E+00	2,55E-01	4,16E+02	4,91E+03
	Bst 550 (B)	1,10E+03	6,99E-09	1,24E+00	1,30E-01	3,36E+02	1,15E+04
	Gesamt	2,24E+03	3,75E-06	2,84E+00	3,85E-01	7,52E+02	1,64E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,33E+03	4,37E-06	1,87E+00	2,97E-01	4,86E+02	5,73E+03
	Bst 550 (B)	1,47E+03	9,33E-09	1,65E+00	1,74E-01	4,49E+02	1,53E+04
	Gesamt	2,80E+03	4,38E-06	3,52E+00	4,71E-01	9,34E+02	2,10E+04
Hohldielendecke	Beton C50/60	8,57E+02	2,45E-06	1,15E+00	1,77E-01	2,89E+02	3,63E+03
	Beton C25/30	2,47E+01	8,12E-08	3,47E-02	5,52E-03	9,02E+00	1,06E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	2,51E+02	9,56E-07	1,96E+00	1,81E-01	1,76E+02	2,65E+03
	Bst 550 (B)	1,06E+02	6,74E-10	1,19E-01	1,25E-02	3,24E+01	1,11E+03
Gesamt	1,24E+03	3,49E-06	3,27E+00	3,76E-01	5,06E+02	7,49E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-3,91E+03	1,85E-11	3,00E+00	6,70E-01	6,32E+04	1,11E+04
Holzbalken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-1,27E+03	5,52E-12	1,25E+00	2,93E-01	2,20E+04	4,13E+03
	Gesamt	-1,27E+03	5,52E-12	1,25E+00	2,93E-01	2,20E+04	4,13E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-9,50E+02	4,14E-12	9,38E-01	2,20E-01	1,65E+04	3,10E+03
	Beton C25/30	3,80E+02	1,25E-06	5,35E-01	8,50E-02	1,39E+02	1,64E+03
	Bst 550 (B)	1,83E+02	1,16E-09	2,06E-01	2,16E-02	5,59E+01	1,91E+03
	Gesamt	-3,87E+02	1,25E-06	1,68E+00	3,27E-01	1,67E+04	6,65E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-3,08E+03	1,46E-11	2,36E+00	5,28E-01	4,98E+04	8,78E+03
	Beton C25/30	3,80E+02	1,25E-06	5,35E-01	8,50E-02	1,39E+02	1,64E+03
	Bst 550 (B)	1,83E+02	1,16E-09	2,06E-01	2,16E-02	5,59E+01	1,91E+03
	Gesamt	-2,52E+03	1,25E-06	3,11E+00	6,35E-01	5,00E+04	1,23E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	-3,90E+02	1,08E-12	2,43E-01	5,41E-02	5,79E+03	6,19E+02
	Stahl S235	7,90E+02	1,37E-09	1,52E+00	1,54E-01	1,06E+03	8,05E+03
	Gesamt	4,00E+02	1,38E-09	1,76E+00	2,08E-01	6,86E+03	8,67E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	4,31E+02	7,51E-10	8,29E-01	8,39E-02	5,81E+02	4,40E+03
	Beton C25/30	4,56E+02	1,50E-06	6,42E-01	1,02E-01	1,67E+02	1,96E+03
	Bst 550 (B)	5,11E+02	3,25E-09	5,74E-01	6,04E-02	1,56E+02	5,33E+03
	Gesamt	1,40E+03	1,50E-06	2,05E+00	2,46E-01	9,04E+02	1,17E+04



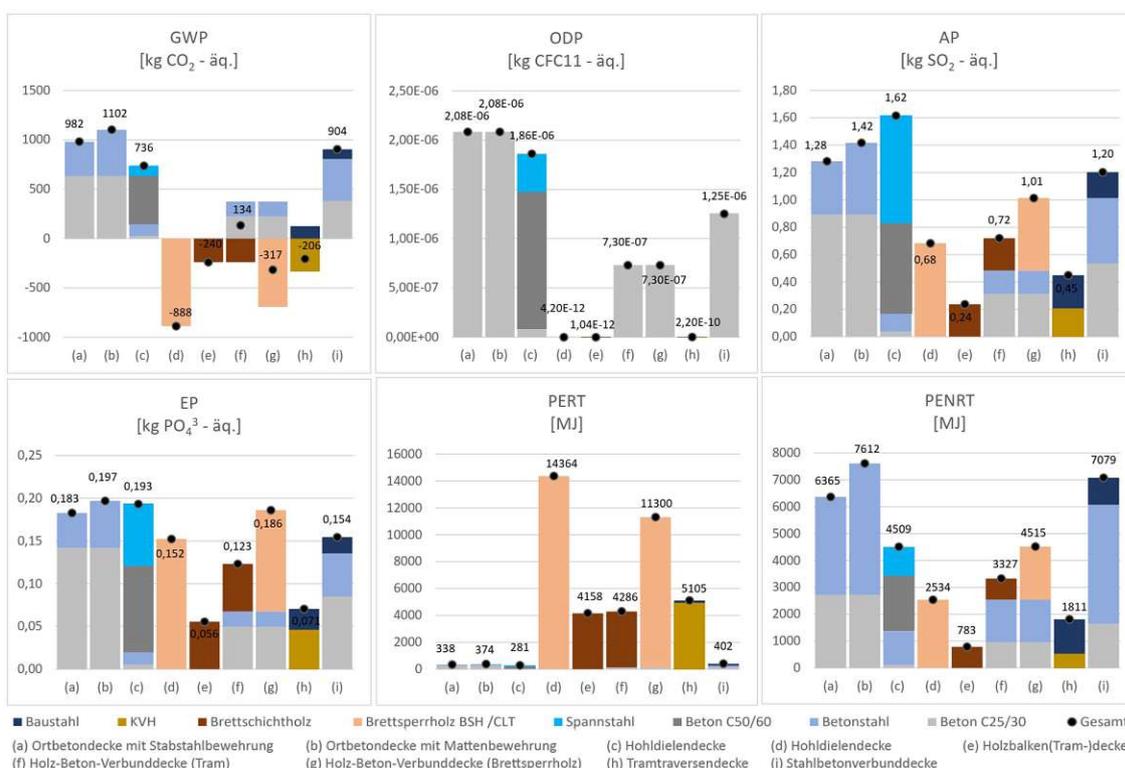
Feldlänge 9 - 9 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Zweifeldträger 9 - 9 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,17E+03	3,75E-06	1,86E+00	3,09E-01	4,31E+02	5,27E+03
	Bst 550 (B)	1,10E+03	6,99E-09	1,24E+00	1,30E-01	3,36E+02	1,15E+04
	Gesamt	2,27E+03	3,76E-06	3,09E+00	4,39E-01	7,67E+02	1,68E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,36E+03	4,37E-06	2,16E+00	3,60E-01	5,03E+02	6,15E+03
	Bst 550 (B)	1,47E+03	9,34E-09	1,65E+00	1,74E-01	4,49E+02	1,53E+04
	Gesamt	2,83E+03	4,38E-06	3,82E+00	5,34E-01	9,52E+02	2,15E+04
Hohldielendecke	Beton C50/60	8,69E+02	2,45E-06	1,27E+00	2,02E-01	2,95E+02	3,80E+03
	Beton C25/30	2,53E+01	8,12E-08	4,02E-02	6,69E-03	9,34E+00	1,14E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	2,51E+02	9,56E-07	1,96E+00	1,81E-01	1,76E+02	2,65E+03
	Bst 550 (B)	1,06E+02	6,74E-10	1,19E-01	1,26E-02	3,24E+01	1,11E+03
Gesamt	1,25E+03	3,49E-06	3,39E+00	4,02E-01	5,13E+02	7,68E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	8,02E+02	1,95E-11	3,05E+00	6,79E-01	1,41E+04	1,11E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	2,92E+02	5,85E-12	1,27E+00	2,96E-01	5,72E+03	4,08E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	2,19E+02	4,39E-12	9,49E-01	2,22E-01	4,29E+03	3,06E+03
	Beton C25/30	3,89E+02	1,25E-06	6,18E-01	1,03E-01	1,44E+02	1,76E+03
	Bst 550 (B)	1,83E+02	1,16E-09	2,06E-01	2,17E-02	5,59E+01	1,91E+03
Gesamt	7,91E+02	1,25E-06	1,77E+00	3,47E-01	4,49E+03	6,73E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	6,32E+02	1,54E-11	2,40E+00	5,35E-01	1,11E+04	8,71E+03
	Beton C25/30	3,89E+02	1,25E-06	6,18E-01	1,03E-01	1,44E+02	1,76E+03
	Bst 550 (B)	1,83E+02	1,16E-09	2,06E-01	2,17E-02	5,59E+01	1,91E+03
Gesamt	1,20E+03	1,25E-06	3,23E+00	6,60E-01	1,13E+04	1,24E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	4,78E+01	1,17E-12	2,47E-01	5,50E-02	1,24E+03	6,49E+02
	Stahl S235	7,91E+02	1,38E-09	1,52E+00	1,54E-01	1,07E+03	8,07E+03
	Gesamt	8,39E+02	1,38E-09	1,77E+00	2,09E-01	2,31E+03	8,72E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	4,32E+02	7,53E-10	8,32E-01	8,42E-02	5,85E+02	4,41E+03
	Beton C25/30	4,66E+02	1,50E-06	7,42E-01	1,23E-01	1,72E+02	2,11E+03
	Bst 550 (B)	5,11E+02	3,25E-09	5,75E-01	6,05E-02	1,56E+02	5,33E+03
Gesamt	1,41E+03	1,50E-06	2,15E+00	2,68E-01	9,14E+02	1,19E+04	



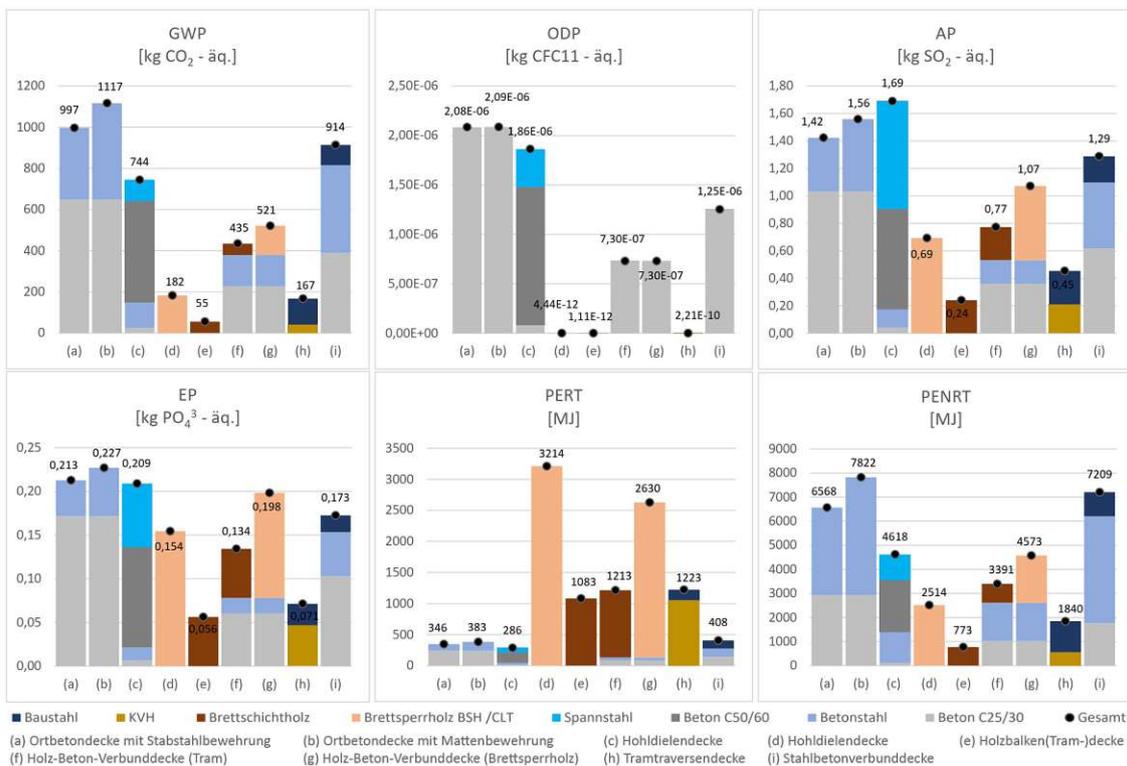
Feldlänge 3 - 3 - 3 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 3 - 3 - 3 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	6,33E+02	2,08E-06	8,91E-01	1,42E-01	2,31E+02	2,73E+03
	Bst 550 (B)	3,48E+02	2,22E-09	3,92E-01	4,12E-02	1,06E+02	3,63E+03
	Gesamt	9,82E+02	2,08E-06	1,28E+00	1,83E-01	3,38E+02	6,36E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	6,33E+02	2,08E-06	8,91E-01	1,42E-01	2,31E+02	2,73E+03
	Bst 550 (B)	4,69E+02	2,98E-09	5,27E-01	5,54E-02	1,43E+02	4,89E+03
	Gesamt	1,10E+03	2,08E-06	1,42E+00	1,97E-01	3,74E+02	7,61E+03
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	4,89E+02	1,40E-06	6,58E-01	1,01E-01	1,65E+02	2,07E+03
	Beton C25/30	2,49E+01	8,19E-08	3,50E-02	5,57E-03	9,10E+00	1,07E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,01E+02	3,83E-07	7,86E-01	7,25E-02	7,07E+01	1,06E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,73E-10	1,37E-01	1,44E-02	3,71E+01	1,27E+03
	Gesamt	7,36E+02	1,86E-06	1,62E+00	1,93E-01	2,81E+02	4,51E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-8,88E+02	4,20E-12	6,82E-01	1,52E-01	1,44E+04	2,53E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-2,40E+02	1,04E-12	2,37E-01	5,55E-02	4,16E+03	7,83E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-2,40E+02	1,04E-12	2,37E-01	5,55E-02	4,16E+03	7,83E+02
	Beton C25/30	2,22E+02	7,29E-07	3,12E-01	4,96E-02	8,10E+01	9,54E+02
	Bst 550 (B)	1,52E+02	9,69E-10	1,71E-01	1,80E-02	4,66E+01	1,59E+03
	Gesamt	1,34E+02	7,30E-07	7,20E-01	1,23E-01	4,29E+03	3,33E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-6,91E+02	3,27E-12	5,31E-01	1,18E-01	1,12E+04	1,97E+03
	Beton C25/30	2,22E+02	7,29E-07	3,12E-01	4,96E-02	8,10E+01	9,54E+02
	Bst 550 (B)	1,52E+02	9,69E-10	1,71E-01	1,80E-02	4,66E+01	1,59E+03
	Gesamt	-3,17E+02	7,30E-07	1,01E+00	1,86E-01	1,13E+04	4,52E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-3,32E+02	9,17E-13	2,07E-01	4,61E-02	4,94E+03	5,28E+02
	Stahl S235	1,26E+02	2,19E-10	2,42E-01	2,45E-02	1,70E+02	1,28E+03
	Gesamt	-2,06E+02	2,20E-10	4,49E-01	7,06E-02	5,11E+03	1,81E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	9,85E+01	1,72E-10	1,90E-01	1,92E-02	1,33E+02	1,00E+03
	Beton C25/30	3,80E+02	1,25E-06	5,35E-01	8,50E-02	1,39E+02	1,64E+03
	Bst 550 (B)	4,26E+02	2,71E-09	4,78E-01	5,03E-02	1,30E+02	4,44E+03
	Gesamt	9,04E+02	1,25E-06	1,20E+00	1,54E-01	4,02E+02	7,08E+03



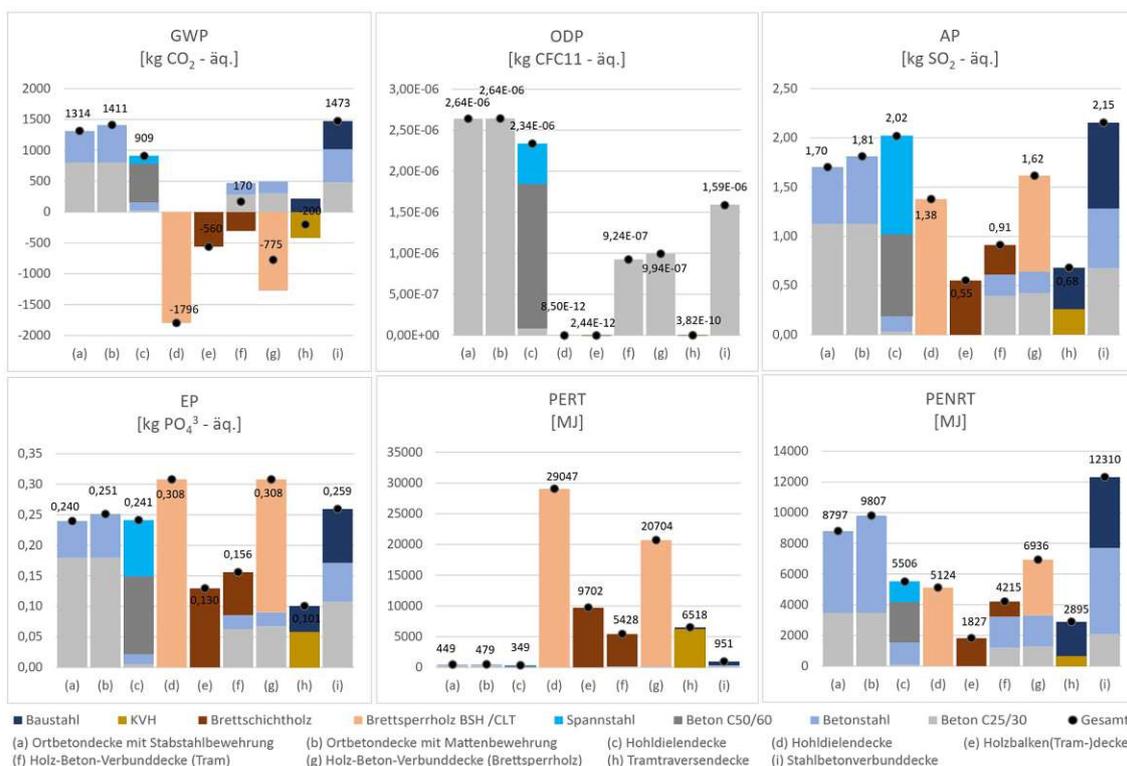
Feldlänge 3 - 3 - 3 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Mehrfeldträger 3 - 3 - 3 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	6,48E+02	2,08E-06	1,03E+00	1,71E-01	2,39E+02	2,93E+03
	Bst 550 (B)	3,49E+02	2,22E-09	3,92E-01	4,13E-02	1,07E+02	3,64E+03
	Gesamt	9,97E+02	2,08E-06	1,42E+00	2,13E-01	3,46E+02	6,57E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	6,48E+02	2,08E-06	1,03E+00	1,71E-01	2,39E+02	2,93E+03
	Bst 550 (B)	4,69E+02	2,98E-09	5,28E-01	5,55E-02	1,43E+02	4,89E+03
	Gesamt	1,12E+03	2,09E-06	1,56E+00	2,27E-01	3,83E+02	7,82E+03
Hohldieleckende	Beton C50/60	4,96E+02	1,40E-06	7,26E-01	1,15E-01	1,69E+02	2,17E+03
	Beton C25/30	2,55E+01	8,19E-08	4,05E-02	6,74E-03	9,42E+00	1,15E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,01E+02	3,83E-07	7,86E-01	7,25E-02	7,07E+01	1,06E+03
	Bst 550 (B)	1,22E+02	7,73E-10	1,37E-01	1,44E-02	3,72E+01	1,27E+03
Gesamt	7,44E+02	1,86E-06	1,69E+00	2,09E-01	2,86E+02	4,62E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	1,82E+02	4,44E-12	6,93E-01	1,54E-01	3,21E+03	2,51E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	5,53E+01	1,11E-12	2,40E-01	5,61E-02	1,08E+03	7,73E+02
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	5,53E+01	1,11E-12	2,40E-01	5,61E-02	1,08E+03	7,73E+02
	Beton C25/30	2,27E+02	7,29E-07	3,61E-01	6,00E-02	8,38E+01	1,03E+03
	Bst 550 (B)	1,53E+02	9,69E-10	1,72E-01	1,81E-02	4,66E+01	1,59E+03
Gesamt	4,35E+02	7,30E-07	7,72E-01	1,34E-01	1,21E+03	3,39E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	1,42E+02	3,45E-12	5,39E-01	1,20E-01	2,50E+03	1,96E+03
	Beton C25/30	2,27E+02	7,29E-07	3,61E-01	6,00E-02	8,38E+01	1,03E+03
	Bst 550 (B)	1,53E+02	9,69E-10	1,72E-01	1,81E-02	4,66E+01	1,59E+03
Gesamt	5,21E+02	7,30E-07	1,07E+00	1,98E-01	2,63E+03	4,57E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	4,07E+01	9,98E-13	2,10E-01	4,68E-02	1,05E+03	5,53E+02
	Stahl S235	1,26E+02	2,20E-10	2,43E-01	2,46E-02	1,71E+02	1,29E+03
	Gesamt	1,67E+02	2,21E-10	4,53E-01	7,14E-02	1,22E+03	1,84E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	9,87E+01	1,72E-10	1,90E-01	1,92E-02	1,34E+02	1,01E+03
	Beton C25/30	3,89E+02	1,25E-06	6,18E-01	1,03E-01	1,44E+02	1,76E+03
	Bst 550 (B)	4,26E+02	2,71E-09	4,79E-01	5,04E-02	1,30E+02	4,44E+03
Gesamt	9,14E+02	1,25E-06	1,29E+00	1,73E-01	4,08E+02	7,21E+03	



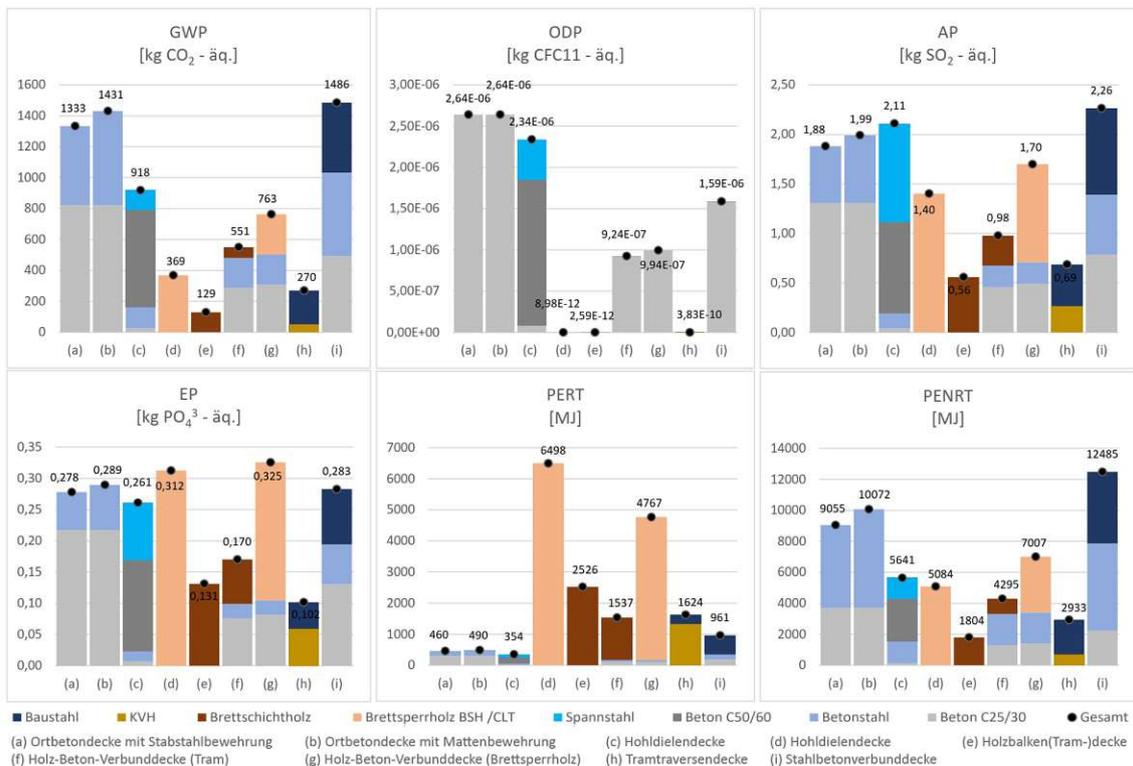
Feldlänge 3 - 5 - 3 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 3 - 5 - 3 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	8,02E+02	2,64E-06	1,13E+00	1,79E-01	2,93E+02	3,45E+03
	Bst 550 (B)	5,12E+02	3,25E-09	5,75E-01	6,05E-02	1,56E+02	5,34E+03
	Gesamt	1,31E+03	2,64E-06	1,70E+00	2,40E-01	4,49E+02	8,79E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	8,02E+02	2,64E-06	1,13E+00	1,79E-01	2,93E+02	3,45E+03
	Bst 550 (B)	6,09E+02	3,87E-09	6,85E-01	7,20E-02	1,86E+02	6,35E+03
	Gesamt	1,41E+03	2,64E-06	1,81E+00	2,51E-01	4,79E+02	9,81E+03
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	6,19E+02	1,77E-06	8,34E-01	1,28E-01	2,08E+02	2,62E+03
	Beton C25/30	2,49E+01	8,19E-08	3,50E-02	5,57E-03	9,10E+00	1,07E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,28E+02	4,86E-07	9,95E-01	9,19E-02	8,95E+01	1,35E+03
	Bst 550 (B)	1,37E+02	8,71E-10	1,54E-01	1,62E-02	4,18E+01	1,43E+03
Gesamt	9,09E+02	2,34E-06	2,02E+00	2,41E-01	3,49E+02	5,51E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz BSH /CLT	-1,80E+03	8,50E-12	1,38E+00	3,08E-01	2,90E+04	5,12E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-5,60E+02	2,44E-12	5,52E-01	1,30E-01	9,70E+03	1,83E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-3,04E+02	1,32E-12	3,00E-01	7,04E-02	5,27E+03	9,92E+02
	Beton C25/30	2,81E+02	9,23E-07	3,95E-01	6,28E-02	1,03E+02	1,21E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+02	1,23E-09	2,17E-01	2,28E-02	5,90E+01	2,01E+03
Gesamt	1,70E+02	9,24E-07	9,12E-01	1,56E-01	5,43E+02	4,21E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-1,27E+03	6,01E-12	9,75E-01	2,18E-01	2,05E+04	3,62E+03
	Beton C25/30	3,02E+02	9,92E-07	4,25E-01	6,75E-02	1,10E+02	1,30E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+02	1,23E-09	2,17E-01	2,28E-02	5,90E+01	2,01E+03
Gesamt	-7,75E+02	9,94E-07	1,62E+00	3,08E-01	2,07E+04	6,94E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-4,19E+02	1,16E-12	2,60E-01	5,81E-02	6,22E+03	6,65E+02
	Stahl S235	2,19E+02	3,81E-10	4,21E-01	4,26E-02	2,95E+02	2,23E+03
	Gesamt	-2,00E+02	3,82E-10	6,81E-01	1,01E-01	6,52E+03	2,89E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	4,53E+02	7,88E-10	8,71E-01	8,81E-02	6,10E+02	4,62E+03
	Beton C25/30	4,81E+02	1,58E-06	6,77E-01	1,08E-01	1,76E+02	2,07E+03
	Bst 550 (B)	5,39E+02	3,43E-09	6,06E-01	6,37E-02	1,65E+02	5,62E+03
Gesamt	1,47E+03	1,59E-06	2,15E+00	2,59E-01	9,51E+02	1,23E+04	



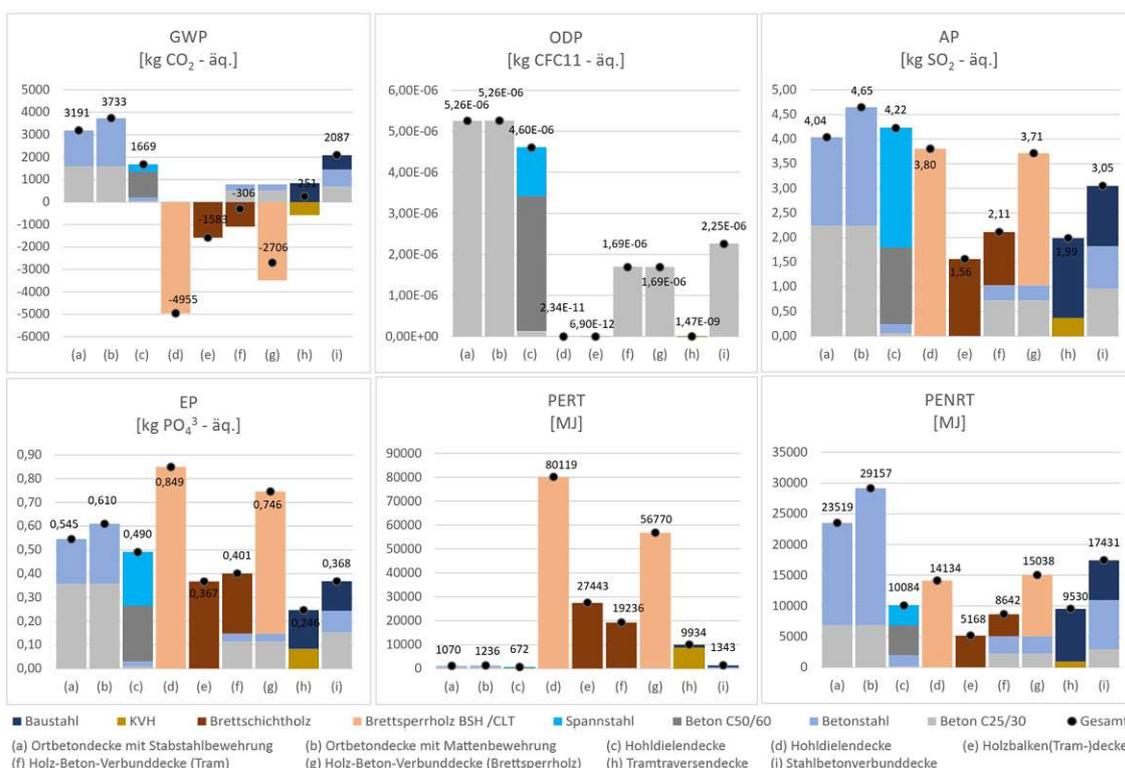
Feldlänge 3 - 5 - 3 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 3 - 5 - 3 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	8,21E+02	2,64E-06	1,31E+00	2,17E-01	3,03E+02	3,71E+03
	Bst 550 (B)	5,12E+02	3,25E-09	5,76E-01	6,06E-02	1,56E+02	5,34E+03
	Gesamt	1,33E+03	2,64E-06	1,88E+00	2,78E-01	4,60E+02	9,05E+03
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	8,21E+02	2,64E-06	1,31E+00	2,17E-01	3,03E+02	3,71E+03
	Bst 550 (B)	6,10E+02	3,87E-09	6,86E-01	7,22E-02	1,86E+02	6,36E+03
	Gesamt	1,43E+03	2,64E-06	1,99E+00	2,89E-01	4,90E+02	1,01E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	6,28E+02	1,77E-06	9,20E-01	1,46E-01	2,14E+02	2,75E+03
	Beton C25/30	2,55E+01	8,19E-08	4,05E-02	6,74E-03	9,42E+00	1,15E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,28E+02	4,86E-07	9,95E-01	9,19E-02	8,95E+01	1,35E+03
	Bst 550 (B)	1,37E+02	8,71E-10	1,54E-01	1,62E-02	4,19E+01	1,43E+03
	Gesamt	9,18E+02	2,34E-06	2,11E+00	2,61E-01	3,54E+02	5,64E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	3,69E+02	8,98E-12	1,40E+00	3,12E-01	6,50E+03	5,08E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,29E+02	2,59E-12	5,59E-01	1,31E-01	2,53E+03	1,80E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	7,01E+01	1,40E-12	3,04E-01	7,11E-02	1,37E+03	9,79E+02
	Beton C25/30	2,87E+02	9,23E-07	4,57E-01	7,60E-02	1,06E+02	1,30E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+02	1,23E-09	2,17E-01	2,29E-02	5,90E+01	2,02E+03
	Gesamt	5,51E+02	9,24E-07	9,78E-01	1,70E-01	1,54E+03	4,29E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	2,61E+02	6,35E-12	9,91E-01	2,21E-01	4,59E+03	3,59E+03
	Beton C25/30	3,09E+02	9,93E-07	4,91E-01	8,17E-02	1,14E+02	1,40E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+02	1,23E-09	2,17E-01	2,29E-02	5,90E+01	2,02E+03
	Gesamt	7,63E+02	9,94E-07	1,70E+00	3,25E-01	4,77E+03	7,01E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	5,13E+01	1,26E-12	2,65E-01	5,90E-02	1,33E+03	6,97E+02
	Stahl S235	2,19E+02	3,82E-10	4,22E-01	2,97E-02	2,97E+02	2,24E+03
	Gesamt	2,70E+02	3,83E-10	6,87E-01	1,02E-01	1,62E+03	2,93E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	4,53E+02	7,91E-10	8,73E-01	8,84E-02	6,15E+02	4,63E+03
	Beton C25/30	4,92E+02	1,58E-06	7,83E-01	1,30E-01	1,82E+02	2,23E+03
	Bst 550 (B)	5,40E+02	3,43E-09	6,07E-01	6,39E-02	1,65E+02	5,63E+03
	Gesamt	1,49E+03	1,59E-06	2,26E+00	2,83E-01	9,61E+02	1,25E+04



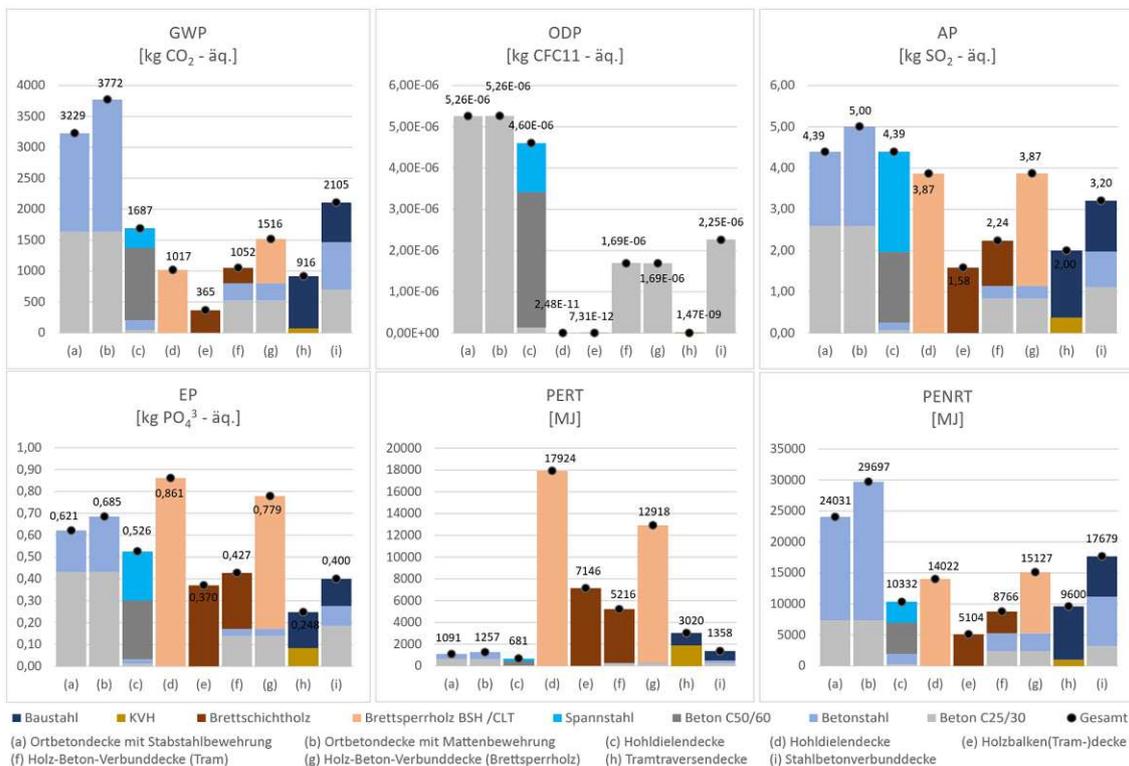
Feldlänge 3 - 9 - 3 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 3 - 9 - 3 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,60E+03	5,25E-06	2,25E+00	3,57E-01	5,83E+02	6,87E+03
	Bst 550 (B)	1,59E+03	1,01E-08	1,79E+00	1,89E-01	4,87E+02	1,66E+04
	Gesamt	3,19E+03	5,26E-06	4,04E+00	5,45E-01	1,07E+03	2,35E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,60E+03	5,25E-06	2,25E+00	3,57E-01	5,83E+02	6,87E+03
	Bst 550 (B)	2,14E+03	1,36E-08	2,40E+00	2,53E-01	6,53E+02	2,23E+04
	Gesamt	3,73E+03	5,26E-06	4,65E+00	6,10E-01	1,24E+03	2,92E+04
Hohldieleendecke	Beton C50/60	1,15E+03	3,28E-06	1,55E+00	2,37E-01	3,87E+02	4,86E+03
	Beton C25/30	4,14E+01	1,36E-07	5,82E-02	9,25E-03	1,51E+01	1,78E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	3,12E+02	1,19E-06	2,43E+00	2,24E-01	2,19E+02	3,29E+03
	Bst 550 (B)	1,68E+02	1,07E-09	1,89E-01	1,99E-02	5,13E+01	1,75E+03
	Gesamt	1,67E+03	4,60E-06	4,22E+00	4,90E-01	6,72E+02	1,01E+04
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-4,95E+03	2,34E-11	3,80E+00	8,49E-01	8,01E+04	1,41E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-1,58E+03	6,90E-12	1,56E+00	3,67E-01	2,74E+04	5,17E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-1,09E+03	4,77E-12	1,08E+00	2,53E-01	1,90E+04	3,57E+03
	Beton C25/30	5,13E+02	1,69E-06	7,22E-01	1,15E-01	1,87E+02	2,21E+03
	Bst 550 (B)	2,75E+02	1,74E-09	3,09E-01	3,25E-02	8,38E+01	2,86E+03
Gesamt	-3,06E+02	1,69E-06	2,11E+00	4,01E-01	1,92E+04	8,64E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-3,49E+03	1,65E-11	2,68E+00	5,99E-01	5,65E+04	9,97E+03
	Beton C25/30	5,13E+02	1,69E-06	7,22E-01	1,15E-01	1,87E+02	2,21E+03
	Bst 550 (B)	2,75E+02	1,74E-09	3,09E-01	3,25E-02	8,38E+01	2,86E+03
	Gesamt	-2,71E+03	1,69E-06	3,71E+00	7,46E-01	5,68E+04	1,50E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	-5,92E+02	1,64E-12	3,68E-01	8,22E-02	8,80E+03	9,41E+02
	Stahl S235	8,43E+02	1,47E-09	1,62E+00	1,64E-01	1,14E+03	8,59E+03
	Gesamt	2,51E+02	1,47E-09	1,99E+00	2,46E-01	9,93E+03	9,53E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	6,37E+02	1,11E-09	1,23E+00	1,24E-01	8,59E+02	6,50E+03
	Beton C25/30	6,84E+02	2,25E-06	9,62E-01	1,53E-01	2,50E+02	2,95E+03
	Bst 550 (B)	7,66E+02	4,87E-09	8,61E-01	9,06E-02	2,34E+02	7,99E+03
	Gesamt	2,09E+03	2,25E-06	3,05E+00	3,68E-01	1,34E+03	1,74E+04



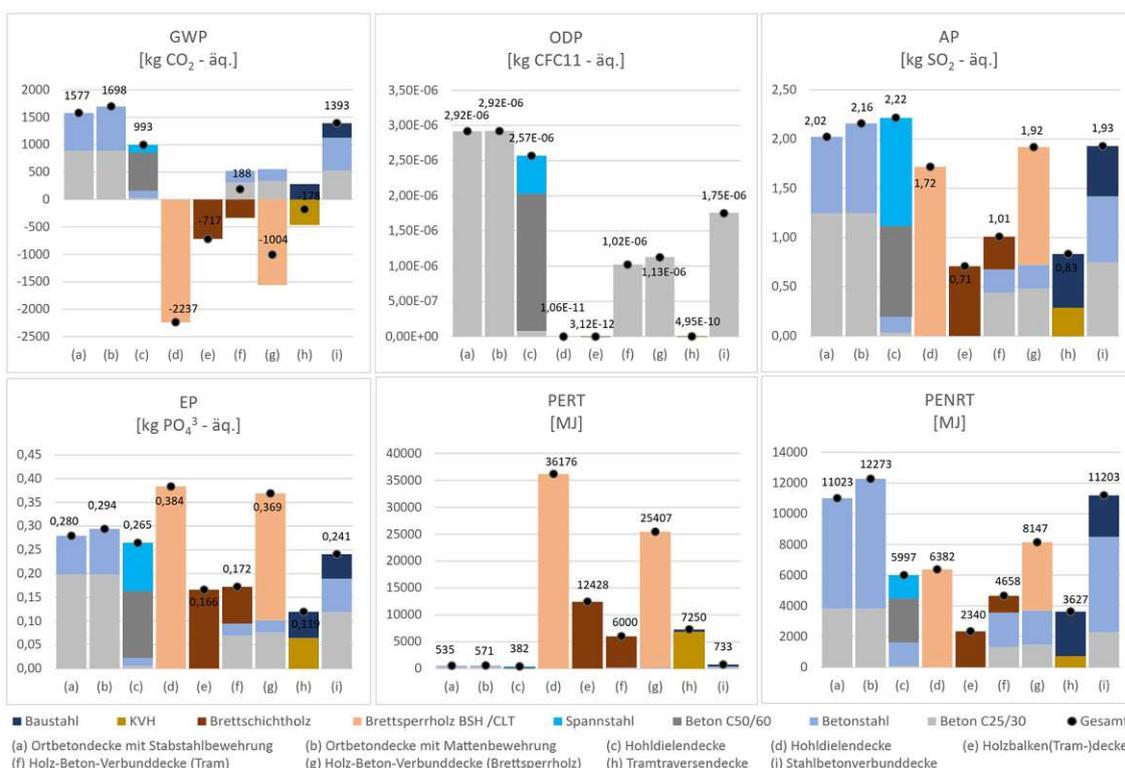
Feldlänge 3 - 9 - 3 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 3 - 9 - 3 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,63E+03	5,25E-06	2,60E+00	4,32E-01	6,03E+02	7,38E+03
	Bst 550 (B)	1,60E+03	1,01E-08	1,80E+00	1,89E-01	4,87E+02	1,66E+04
	Gesamt	3,23E+03	5,26E-06	4,39E+00	6,21E-01	1,09E+03	2,40E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,63E+03	5,25E-06	2,60E+00	4,32E-01	6,03E+02	7,38E+03
	Bst 550 (B)	2,14E+03	1,36E-08	2,41E+00	2,53E-01	6,53E+02	2,23E+04
	Gesamt	3,77E+03	5,26E-06	5,00E+00	6,85E-01	1,26E+03	2,97E+04
Hohldieleendecke	Beton C50/60	1,16E+03	3,28E-06	1,71E+00	2,71E-01	3,96E+02	5,10E+03
	Beton C25/30	4,23E+01	1,36E-07	6,73E-02	1,12E-02	1,56E+01	1,91E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	3,12E+02	1,19E-06	2,43E+00	2,24E-01	2,19E+02	3,29E+03
	Bst 550 (B)	1,68E+02	1,07E-09	1,89E-01	1,99E-02	5,14E+01	1,75E+03
Gesamt	1,69E+03	4,60E-06	4,39E+00	5,26E-01	6,81E+02	1,03E+04	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	1,02E+03	2,48E-11	3,87E+00	8,61E-01	1,79E+04	1,40E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	3,65E+02	7,31E-12	1,58E+00	3,70E-01	7,15E+03	5,10E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	2,52E+02	5,05E-12	1,09E+00	2,56E-01	4,94E+03	3,53E+03
	Beton C25/30	5,25E+02	1,69E-06	8,35E-01	1,39E-01	1,94E+02	2,37E+03
	Bst 550 (B)	2,75E+02	1,75E-09	3,09E-01	3,25E-02	8,39E+01	2,87E+03
Gesamt	1,05E+03	1,69E-06	2,24E+00	4,27E-01	5,22E+03	8,77E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	7,17E+02	1,75E-11	2,73E+00	6,07E-01	1,26E+04	9,89E+03
	Beton C25/30	5,25E+02	1,69E-06	8,35E-01	1,39E-01	1,94E+02	2,37E+03
	Bst 550 (B)	2,75E+02	1,75E-09	3,09E-01	3,25E-02	8,39E+01	2,87E+03
Gesamt	1,52E+03	1,69E-06	3,87E+00	7,79E-01	1,29E+04	1,51E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	7,26E+01	1,78E-12	3,75E-01	8,35E-02	1,88E+03	9,86E+02
	Stahl S235	8,44E+02	1,47E-09	1,62E+00	1,65E-01	1,14E+03	8,61E+03
	Gesamt	9,16E+02	1,47E-09	2,00E+00	2,48E-01	3,02E+03	9,60E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	6,38E+02	1,11E-09	1,23E+00	1,24E-01	8,65E+02	6,52E+03
	Beton C25/30	7,00E+02	2,25E-06	1,11E+00	1,85E-01	2,59E+02	3,16E+03
	Bst 550 (B)	7,67E+02	4,87E-09	8,63E-01	9,08E-02	2,34E+02	8,00E+03
Gesamt	2,10E+03	2,25E-06	3,20E+00	4,00E-01	1,36E+03	1,77E+04	



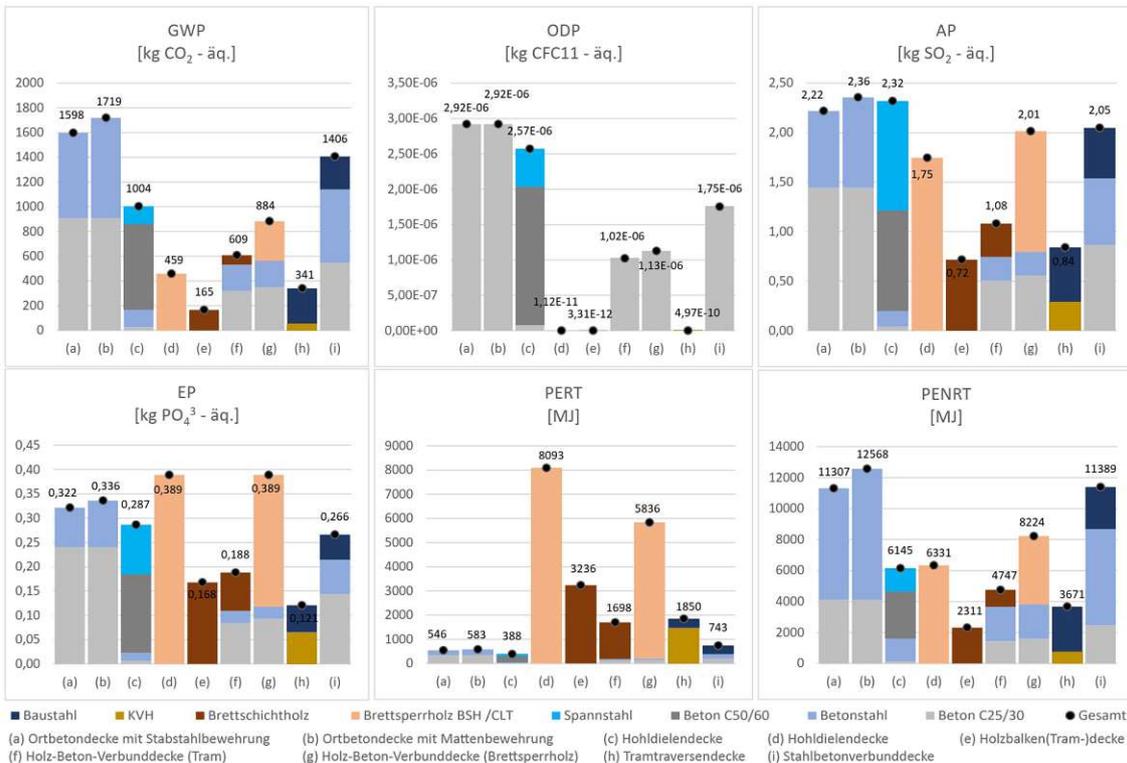
Feldlänge 5 - 3 - 5 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 5 - 3 - 5 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	6,90E+02	4,39E-09	7,76E-01	8,16E-02	2,11E+02	7,20E+03
	Gesamt	1,58E+03	2,92E-06	2,02E+00	2,80E-01	5,35E+02	1,10E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	8,87E+02	2,91E-06	1,25E+00	1,98E-01	3,24E+02	3,82E+03
	Bst 550 (B)	8,11E+02	5,15E-09	9,11E-01	9,59E-02	2,48E+02	8,45E+03
	Gesamt	1,70E+03	2,92E-06	2,16E+00	2,94E-01	5,71E+02	1,23E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	6,83E+02	1,95E-06	9,20E-01	1,41E-01	2,30E+02	2,89E+03
	Beton C25/30	2,49E+01	8,19E-08	3,50E-02	5,57E-03	9,10E+00	1,07E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,41E+02	5,37E-07	1,10E+00	1,02E-01	9,89E+01	1,49E+03
	Bst 550 (B)	1,45E+02	9,19E-10	1,63E-01	1,71E-02	4,42E+01	1,51E+03
	Gesamt	9,93E+02	2,57E-06	2,22E+00	2,65E-01	3,82E+02	6,00E+03
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-2,24E+03	1,06E-11	1,72E+00	3,84E-01	3,62E+04	6,38E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichholz GL 24 h	-7,17E+02	3,12E-12	7,08E-01	1,66E-01	1,24E+04	2,34E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichholz GL 24 h	-3,36E+02	1,46E-12	3,31E-01	7,78E-02	5,82E+03	1,10E+03
	Beton C25/30	3,10E+02	1,02E-06	4,37E-01	6,94E-02	1,13E+02	1,34E+03
	Bst 550 (B)	2,13E+02	1,36E-09	2,40E-01	2,52E-02	6,52E+01	2,23E+03
	Gesamt	1,88E+02	1,02E-06	1,01E+00	1,72E-01	6,00E+03	4,66E+03
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-1,56E+03	7,38E-12	1,20E+00	2,67E-01	2,52E+04	4,45E+03
	Beton C25/30	3,42E+02	1,12E-06	4,81E-01	7,65E-02	1,25E+02	1,47E+03
	Bst 550 (B)	2,13E+02	1,36E-09	2,40E-01	2,52E-02	6,52E+01	2,23E+03
	Gesamt	-1,00E+03	1,13E-06	1,92E+00	3,69E-01	2,54E+04	8,15E+03
Tramtraversendecke	KVH C 24	-4,62E+02	1,28E-12	2,87E-01	6,41E-02	6,87E+03	7,34E+02
	Stahl S235	2,84E+02	4,94E-10	5,46E-01	5,52E-02	3,82E+02	2,89E+03
	Gesamt	-1,78E+02	4,95E-10	8,33E-01	1,19E-01	7,25E+03	3,63E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,65E+02	4,61E-10	5,09E-01	5,15E-02	3,57E+02	2,70E+03
	Beton C25/30	5,32E+02	1,75E-06	7,48E-01	1,19E-01	1,94E+02	2,29E+03
	Bst 550 (B)	5,96E+02	3,79E-09	6,70E-01	7,04E-02	1,82E+02	6,21E+03
	Gesamt	1,39E+03	1,75E-06	1,93E+00	2,41E-01	7,33E+02	1,12E+04



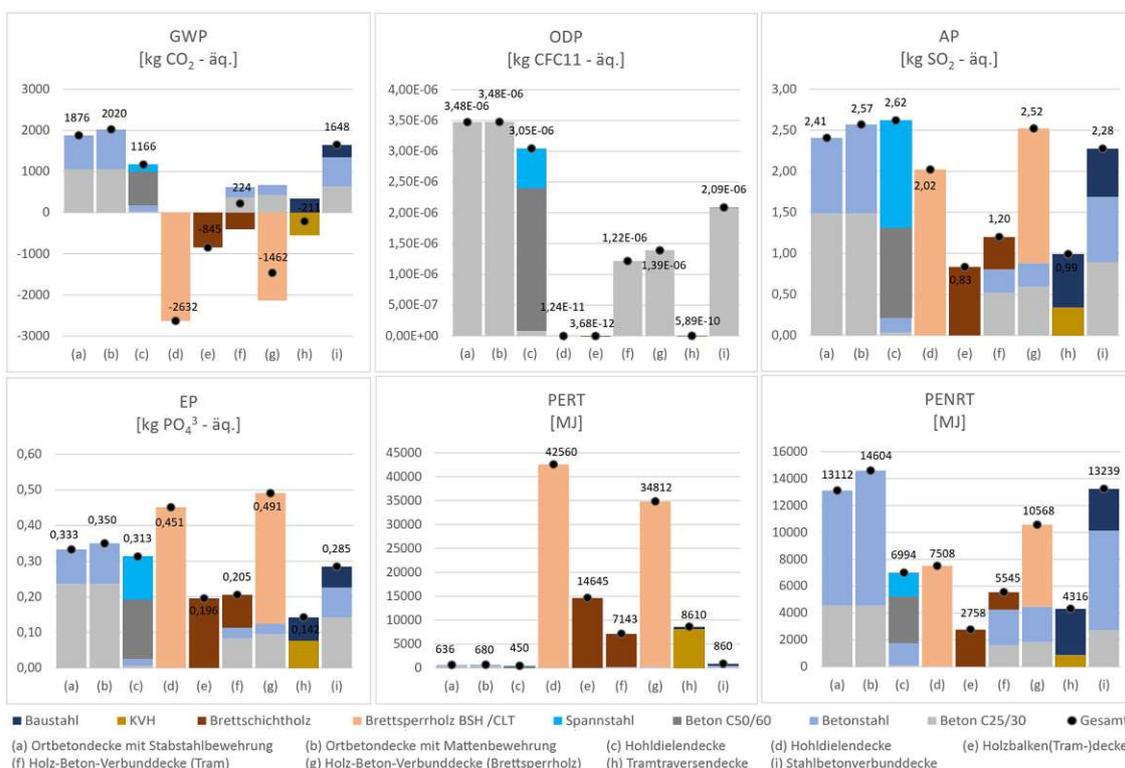
Feldlänge 5 - 3 - 5 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 5 - 3 - 5 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	6,91E+02	4,39E-09	7,77E-01	8,18E-02	2,11E+02	7,21E+03
	Gesamt	1,60E+03	2,92E-06	2,22E+00	3,22E-01	5,46E+02	1,13E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	9,07E+02	2,92E-06	1,44E+00	2,40E-01	3,35E+02	4,10E+03
	Bst 550 (B)	8,12E+02	5,16E-09	9,13E-01	9,61E-02	2,48E+02	8,47E+03
	Gesamt	1,72E+03	2,92E-06	2,36E+00	3,36E-01	5,83E+02	1,26E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	6,93E+02	1,95E-06	1,01E+00	1,61E-01	2,35E+02	3,03E+03
	Beton C25/30	2,55E+01	8,19E-08	4,05E-02	6,74E-03	9,42E+00	1,15E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,41E+02	5,37E-07	1,10E+00	1,02E-01	9,89E+01	1,49E+03
	Bst 550 (B)	1,45E+02	9,19E-10	1,63E-01	1,71E-02	4,42E+01	1,51E+03
Gesamt	1,00E+03	2,57E-06	2,32E+00	2,87E-01	3,88E+02	6,15E+03	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	4,59E+02	1,12E-11	1,75E+00	3,89E-01	8,09E+03	6,33E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,65E+02	3,31E-12	7,16E-01	1,68E-01	3,24E+03	2,31E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	7,74E+01	1,55E-12	3,36E-01	7,86E-02	1,52E+03	1,08E+03
	Beton C25/30	3,17E+02	1,02E-06	5,05E-01	8,40E-02	1,17E+02	1,44E+03
	Bst 550 (B)	2,14E+02	1,36E-09	2,40E-01	2,53E-02	6,53E+01	2,23E+03
Gesamt	6,09E+02	1,02E-06	1,08E+00	1,88E-01	1,70E+03	4,75E+03	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	3,20E+02	7,79E-12	1,22E+00	2,71E-01	5,64E+03	4,41E+03
	Beton C25/30	3,50E+02	1,12E-06	5,57E-01	9,26E-02	1,29E+02	1,58E+03
	Bst 550 (B)	2,14E+02	1,36E-09	2,40E-01	2,53E-02	6,53E+01	2,23E+03
Gesamt	8,84E+02	1,13E-06	2,01E+00	3,89E-01	5,84E+03	8,22E+03	
Tramtraversendecke	KVH C 24	5,66E+01	1,39E-12	2,93E-01	6,51E-02	1,46E+03	7,70E+02
	Stahl S235	2,84E+02	4,96E-10	5,47E-01	5,54E-02	3,85E+02	2,90E+03
	Gesamt	3,41E+02	4,97E-10	8,40E-01	1,21E-01	1,85E+03	3,67E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	2,65E+02	4,62E-10	5,11E-01	5,17E-02	3,59E+02	2,71E+03
	Beton C25/30	5,44E+02	1,75E-06	8,66E-01	1,44E-01	2,01E+02	2,46E+03
	Bst 550 (B)	5,96E+02	3,79E-09	6,71E-01	7,06E-02	1,82E+02	6,22E+03
Gesamt	1,41E+03	1,75E-06	2,05E+00	2,66E-01	7,43E+02	1,14E+04	



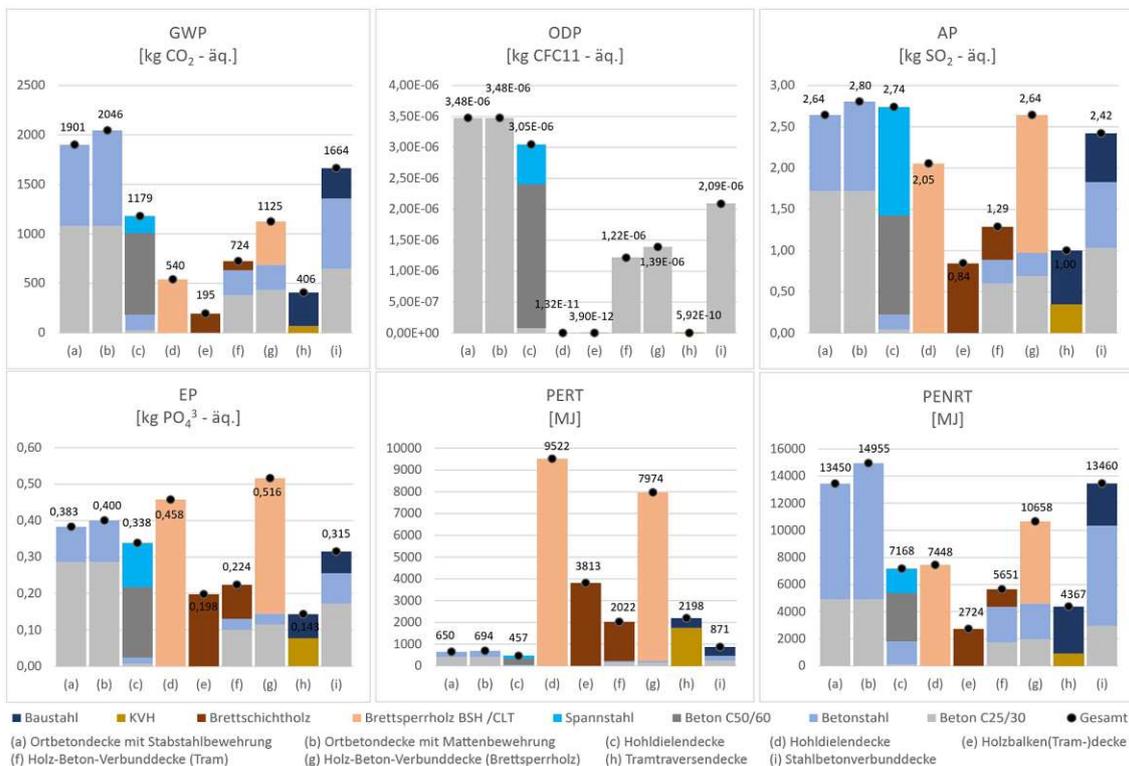
Feldlänge 5 - 5 - 5 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Mehrfeldträger 5 - 5 - 5 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,06E+03	3,47E-06	1,49E+00	2,36E-01	3,86E+02	4,55E+03
	Bst 550 (B)	8,21E+02	5,22E-09	9,22E-01	9,70E-02	2,51E+02	8,56E+03
	Gesamt	1,88E+03	3,48E-06	2,41E+00	3,33E-01	6,36E+02	1,31E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,06E+03	3,47E-06	1,49E+00	2,36E-01	3,86E+02	4,55E+03
	Bst 550 (B)	9,65E+02	6,13E-09	1,08E+00	1,14E-01	2,95E+02	1,01E+04
	Gesamt	2,02E+03	3,48E-06	2,57E+00	3,50E-01	6,80E+02	1,46E+04
Hohlbleendecke	Beton C50/60	8,13E+02	2,32E-06	1,10E+00	1,68E-01	2,74E+02	3,45E+03
	Beton C25/30	2,49E+01	8,19E-08	3,50E-02	5,57E-03	9,10E+00	1,07E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,68E+02	6,39E-07	1,31E+00	1,21E-01	1,18E+02	1,77E+03
	Bst 550 (B)	1,60E+02	1,02E-09	1,80E-01	1,89E-02	4,88E+01	1,67E+03
	Gesamt	1,17E+03	3,05E-06	2,62E+00	3,13E-01	4,50E+02	6,99E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	-2,63E+03	1,24E-11	2,02E+00	4,51E-01	4,26E+04	7,51E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-8,45E+02	3,68E-12	8,34E-01	1,96E-01	1,46E+04	2,76E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-4,00E+02	1,74E-12	3,95E-01	9,26E-02	6,93E+03	1,31E+03
	Beton C25/30	3,69E+02	1,21E-06	5,20E-01	8,26E-02	1,35E+02	1,59E+03
	Bst 550 (B)	2,54E+02	1,62E-09	2,86E-01	3,00E-02	7,76E+01	2,65E+03
	Gesamt	2,24E+02	1,22E-06	1,20E+00	2,05E-01	7,14E+03	5,55E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	-2,14E+03	1,01E-11	1,64E+00	3,67E-01	3,46E+04	6,10E+03
	Beton C25/30	4,22E+02	1,39E-06	5,94E-01	9,44E-02	1,54E+02	1,82E+03
	Bst 550 (B)	2,54E+02	1,62E-09	2,86E-01	3,00E-02	7,76E+01	2,65E+03
	Gesamt	-1,46E+03	1,39E-06	2,52E+00	4,91E-01	3,48E+04	1,06E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	-5,48E+02	1,52E-12	3,41E-01	7,62E-02	8,15E+03	8,72E+02
	Stahl S235	3,38E+02	5,88E-10	6,50E-01	6,58E-02	4,55E+02	3,44E+03
	Gesamt	-2,11E+02	5,89E-10	9,91E-01	1,42E-01	8,61E+03	4,32E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,05E+02	5,32E-10	5,88E-01	5,95E-02	4,12E+02	3,11E+03
	Beton C25/30	6,33E+02	2,08E-06	8,91E-01	1,42E-01	2,31E+02	2,73E+03
	Bst 550 (B)	7,09E+02	4,51E-09	7,97E-01	8,39E-02	2,17E+02	7,40E+03
	Gesamt	1,65E+03	2,09E-06	2,28E+00	2,85E-01	8,60E+02	1,32E+04



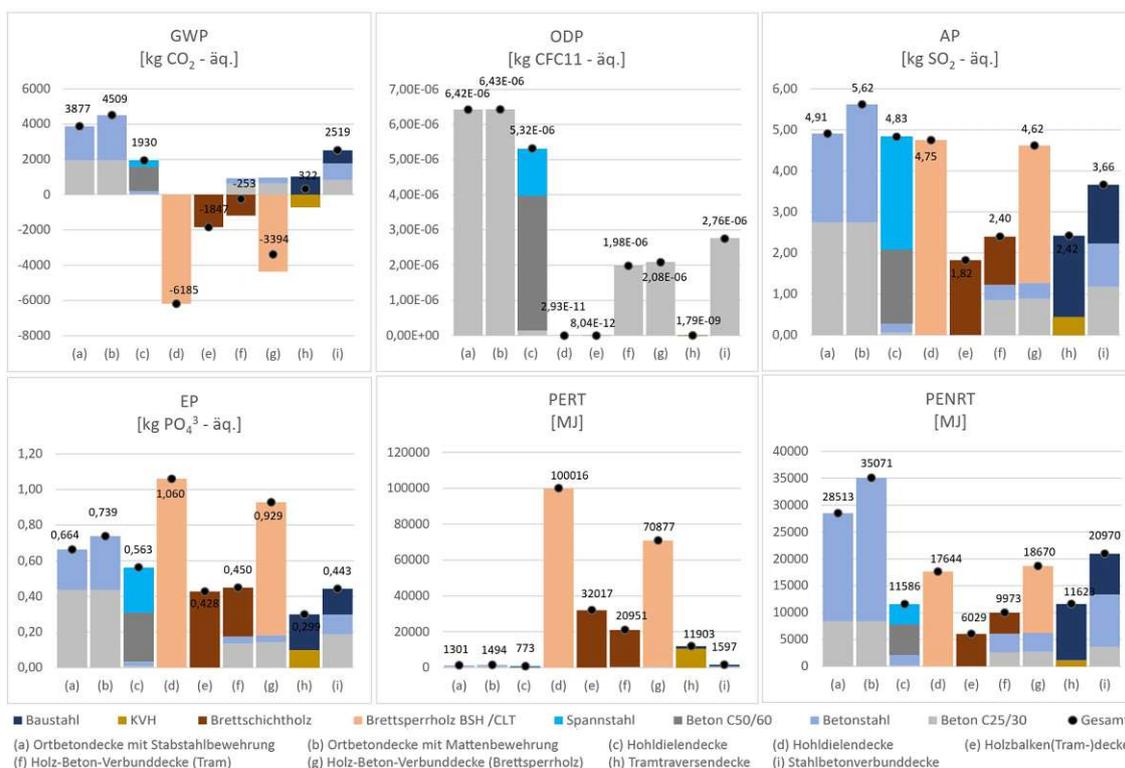
Feldlänge 5 - 5 - 5 m, A1 - A3 + C

Deckensystem:	Baustoff:	Mehrfeldträger 5 - 5 - 5 m, A1 - A3 + C					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,08E+03	3,47E-06	1,72E+00	2,86E-01	3,99E+02	4,88E+03
	Bst 550 (B)	8,21E+02	5,22E-09	9,24E-01	9,72E-02	2,51E+02	8,57E+03
	Gesamt	1,90E+03	3,48E-06	2,64E+00	3,83E-01	6,50E+02	1,35E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,08E+03	3,47E-06	1,72E+00	2,86E-01	3,99E+02	4,88E+03
	Bst 550 (B)	9,66E+02	6,13E-09	1,09E+00	1,14E-01	2,95E+02	1,01E+04
	Gesamt	2,05E+03	3,48E-06	2,80E+00	4,00E-01	6,94E+02	1,50E+04
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	8,25E+02	2,32E-06	1,21E+00	1,92E-01	2,80E+02	3,61E+03
	Beton C25/30	2,55E+01	8,19E-08	4,05E-02	6,74E-03	9,42E+00	1,15E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	1,68E+02	6,39E-07	1,31E+00	1,21E-01	1,18E+02	1,77E+03
	Bst 550 (B)	1,60E+02	1,02E-09	1,80E-01	1,90E-02	4,89E+01	1,67E+03
	Gesamt	1,18E+03	3,05E-06	2,74E+00	3,38E-01	4,57E+02	7,17E+03
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	5,40E+02	1,32E-11	2,05E+00	4,58E-01	9,52E+03	7,45E+03
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	1,95E+02	3,90E-12	8,44E-01	1,98E-01	3,81E+03	2,72E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	9,22E+01	1,85E-12	3,99E-01	9,35E-02	1,80E+03	1,29E+03
	Beton C25/30	3,78E+02	1,21E-06	6,01E-01	1,00E-01	1,40E+02	1,71E+03
	Bst 550 (B)	2,54E+02	1,62E-09	2,86E-01	3,01E-02	7,77E+01	2,65E+03
	Gesamt	7,24E+02	1,22E-06	1,29E+00	2,24E-01	2,02E+03	5,65E+03
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	4,39E+02	1,07E-11	1,67E+00	3,72E-01	7,74E+03	6,05E+03
	Beton C25/30	4,32E+02	1,39E-06	6,87E-01	1,14E-01	1,60E+02	1,95E+03
	Bst 550 (B)	2,54E+02	1,62E-09	2,86E-01	3,01E-02	7,77E+01	2,65E+03
	Gesamt	1,13E+03	1,39E-06	2,64E+00	5,16E-01	7,97E+03	1,07E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	6,73E+01	1,65E-12	3,47E-01	7,74E-02	1,74E+03	9,14E+02
	Stahl S235	3,38E+02	5,90E-10	6,51E-01	6,60E-02	4,58E+02	3,45E+03
	Gesamt	4,06E+02	5,92E-10	9,99E-01	1,43E-01	2,20E+03	4,37E+03
STB-Verbunddecke	Stahl S235	3,06E+02	5,34E-10	5,89E-01	5,96E-02	4,15E+02	3,12E+03
	Beton C25/30	6,48E+02	2,08E-06	1,03E+00	1,71E-01	2,39E+02	2,93E+03
	Bst 550 (B)	7,10E+02	4,51E-09	7,99E-01	8,41E-02	2,17E+02	7,41E+03
	Gesamt	1,66E+03	2,09E-06	2,42E+00	3,15E-01	8,71E+02	1,35E+04



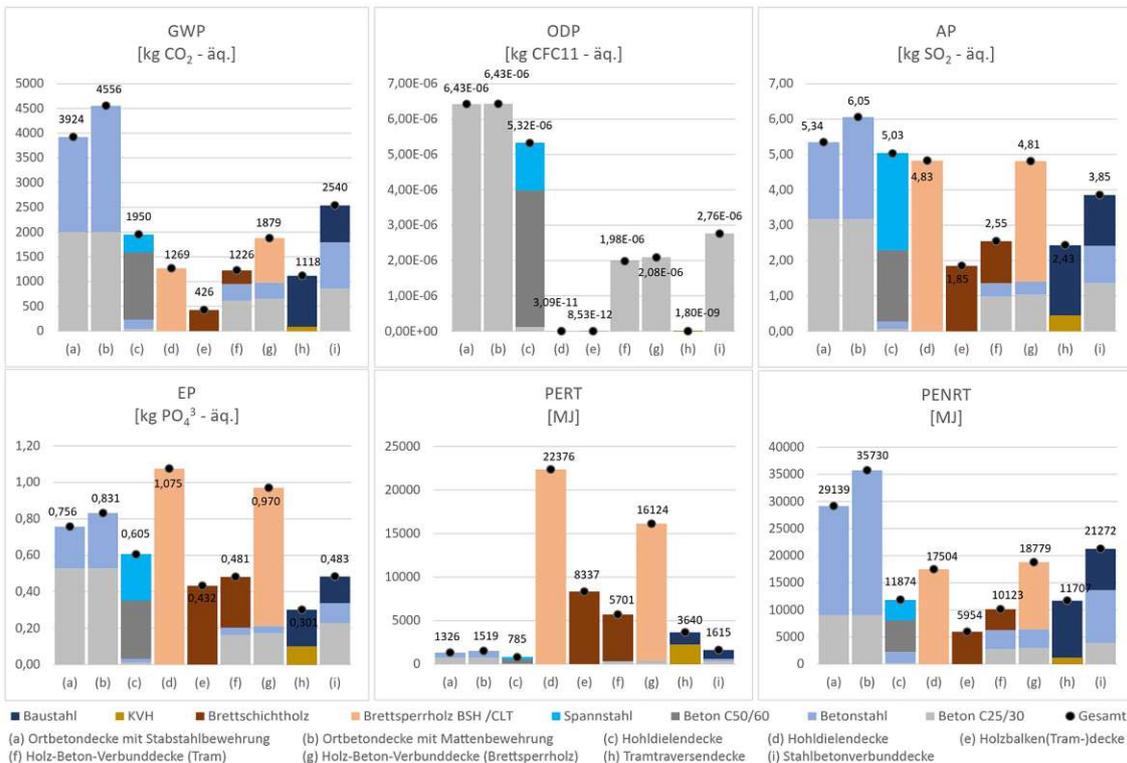
Feldlänge 5 - 9 - 5 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Mehrfeldträger 5 - 9 - 5 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	1,95E+03	6,41E-06	2,74E+00	4,36E-01	7,12E+02	8,40E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+03	1,22E-08	2,17E+00	2,28E-01	5,88E+02	2,01E+04
	Gesamt	3,88E+03	6,42E-06	4,91E+00	6,64E-01	1,30E+03	2,85E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	1,95E+03	6,41E-06	2,74E+00	4,36E-01	7,12E+02	8,40E+03
	Bst 550 (B)	2,56E+03	1,63E-08	2,88E+00	3,02E-01	7,81E+02	2,67E+04
	Gesamt	4,51E+03	6,43E-06	5,62E+00	7,39E-01	1,49E+03	3,51E+04
Hohldiehlendecke	Beton C50/60	1,35E+03	3,84E-06	1,81E+00	2,77E-01	4,53E+02	5,70E+03
	Beton C25/30	4,14E+01	1,36E-07	5,82E-02	9,25E-03	1,51E+01	1,78E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	3,52E+02	1,34E-06	2,74E+00	2,53E-01	2,47E+02	3,72E+03
	Bst 550 (B)	1,91E+02	1,21E-09	2,15E-01	2,26E-02	5,83E+01	1,99E+03
Gesamt	1,93E+03	5,32E-06	4,83E+00	5,63E-01	7,73E+02	1,16E+04	
Brettspernholzdecke	Brettspernholz BSH /CLT	-6,19E+03	2,93E-11	4,75E+00	1,06E+00	1,00E+05	1,76E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-1,85E+03	8,04E-12	1,82E+00	4,28E-01	3,20E+04	6,03E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-1,19E+03	5,18E-12	1,17E+00	2,76E-01	2,06E+04	3,88E+03
	Beton C25/30	6,02E+02	1,98E-06	8,46E-01	1,35E-01	2,20E+02	2,59E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,77E-01	3,97E-02	1,02E+02	3,50E+03
Gesamt	-2,53E+02	1,98E-06	2,40E+00	4,50E-01	2,10E+04	9,97E+03	
HBV-Decke Brettspernholz	Brettspernholz CLT	-4,36E+03	2,06E-11	3,35E+00	7,48E-01	7,05E+04	1,24E+04
	Beton C25/30	6,33E+02	2,08E-06	8,91E-01	1,42E-01	2,31E+02	2,73E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,77E-01	3,97E-02	1,02E+02	3,50E+03
Gesamt	-3,39E+03	2,08E-06	4,62E+00	9,29E-01	7,09E+04	1,87E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-7,07E+02	1,95E-12	4,40E-01	9,82E-02	1,05E+04	1,12E+03
	Stahl S235	1,03E+03	1,79E-09	1,98E+00	2,00E-01	1,39E+03	1,05E+04
	Gesamt	3,22E+02	1,79E-09	2,42E+00	2,99E-01	1,19E+04	1,16E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,46E+02	1,30E-09	1,44E+00	1,45E-01	1,01E+03	7,61E+03
	Beton C25/30	8,36E+02	2,75E-06	1,18E+00	1,87E-01	3,05E+02	3,60E+03
	Bst 550 (B)	9,36E+02	5,95E-09	1,05E+00	1,11E-01	2,86E+02	9,76E+03
Gesamt	2,52E+03	2,76E-06	3,66E+00	4,43E-01	1,60E+03	2,10E+04	



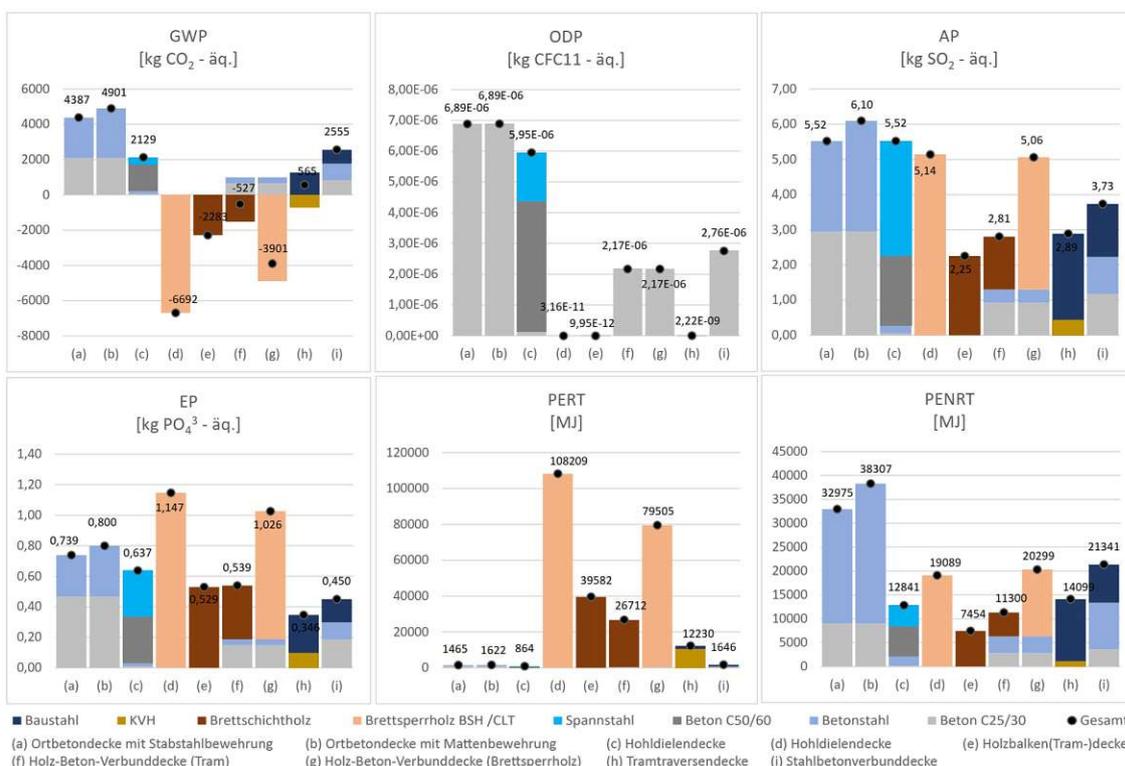
Feldlänge 5 - 9 - 5 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 5 - 9 - 5 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,00E+03	6,41E-06	3,17E+00	5,28E-01	7,38E+02	9,03E+03
	Bst 550 (B)	1,93E+03	1,22E-08	2,17E+00	2,28E-01	5,89E+02	2,01E+04
	Gesamt	3,92E+03	6,43E-06	5,34E+00	7,56E-01	1,33E+03	2,91E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,00E+03	6,41E-06	3,17E+00	5,28E-01	7,38E+02	9,03E+03
	Bst 550 (B)	2,56E+03	1,63E-08	2,88E+00	3,03E-01	7,82E+02	2,67E+04
	Gesamt	4,56E+03	6,43E-06	6,05E+00	8,31E-01	1,52E+03	3,57E+04
Hohldieleendecke	Beton C50/60	1,37E+03	3,84E-06	2,00E+00	3,17E-01	4,64E+02	5,97E+03
	Beton C25/30	4,23E+01	1,36E-07	6,73E-02	1,12E-02	1,56E+01	1,91E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	3,52E+02	1,34E-06	2,74E+00	2,53E-01	2,47E+02	3,72E+03
	Bst 550 (B)	1,91E+02	1,21E-09	2,15E-01	2,26E-02	5,84E+01	1,99E+03
Gesamt	1,95E+03	5,32E-06	5,03E+00	6,05E-01	7,85E+02	1,19E+04	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	1,27E+03	3,09E-11	4,83E+00	1,08E+00	2,24E+04	1,75E+04
Holzbalken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	4,26E+02	8,53E-12	1,85E+00	4,32E-01	8,34E+03	5,95E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	2,74E+02	5,50E-12	1,19E+00	2,78E-01	5,37E+03	3,84E+03
	Beton C25/30	6,16E+02	1,98E-06	9,79E-01	1,63E-01	2,27E+02	2,93E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,78E-01	3,98E-02	1,03E+02	3,50E+03
Gesamt	1,23E+03	1,98E-06	2,55E+00	4,81E-01	5,70E+03	1,01E+04	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	8,95E+02	2,18E-11	3,40E+00	7,58E-01	1,58E+04	1,23E+04
	Beton C25/30	6,48E+02	2,08E-06	1,03E+00	1,71E-01	2,39E+02	2,93E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,78E-01	3,98E-02	1,03E+02	3,50E+03
Gesamt	1,88E+03	2,08E-06	4,81E+00	9,70E-01	1,61E+04	1,88E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	8,67E+01	2,13E-12	4,48E-01	9,98E-02	2,24E+03	1,18E+03
	Stahl S235	1,03E+03	1,80E-09	1,99E+00	2,01E-01	1,40E+03	1,05E+04
	Gesamt	1,12E+03	1,80E-09	2,43E+00	3,01E-01	3,64E+03	1,17E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,47E+02	1,30E-09	1,44E+00	1,46E-01	1,01E+03	7,63E+03
	Beton C25/30	8,55E+02	2,75E-06	1,36E+00	2,26E-01	3,16E+02	3,87E+03
	Bst 550 (B)	9,37E+02	5,95E-09	1,05E+00	1,11E-01	2,86E+02	9,78E+03
Gesamt	2,54E+03	2,76E-06	3,85E+00	4,83E-01	1,61E+03	2,13E+04	



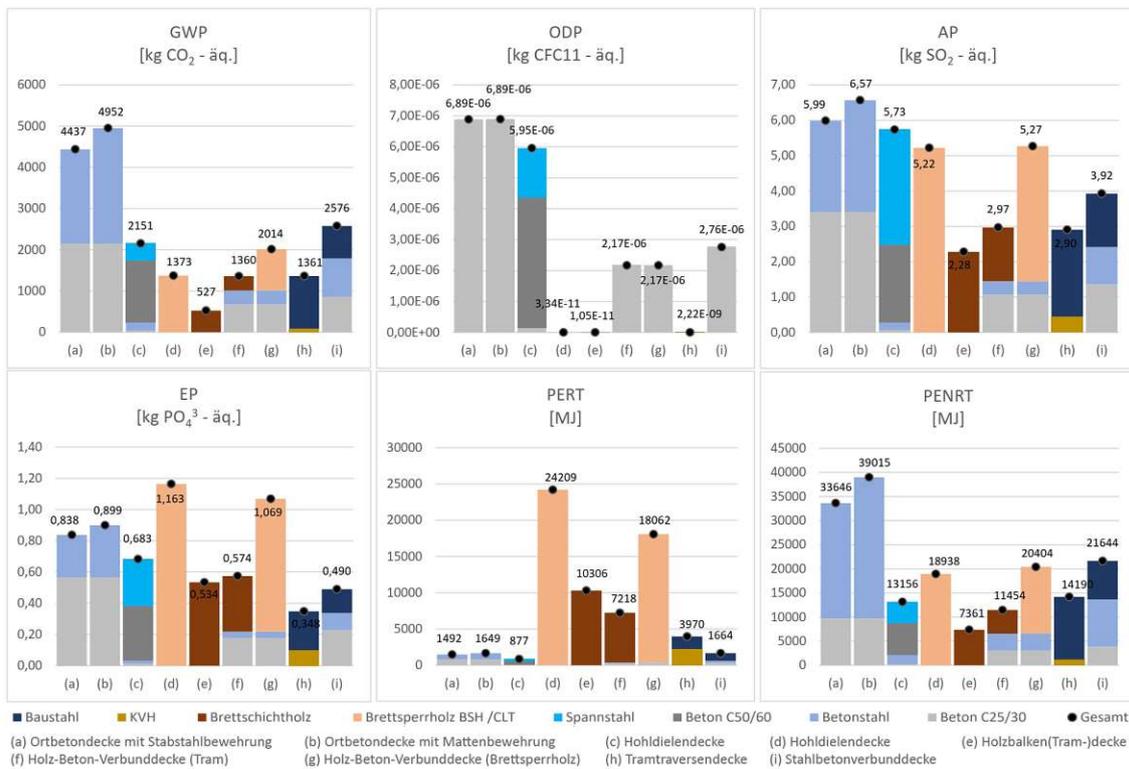
Feldlänge 9 - 3 - 9 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 9 - 3 - 9 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,09E+03	6,87E-06	2,94E+00	4,67E-01	7,63E+02	9,00E+03
	Bst 550 (B)	2,30E+03	1,46E-08	2,58E+00	2,72E-01	7,01E+02	2,39E+04
	Gesamt	4,39E+03	6,89E-06	5,52E+00	7,39E-01	1,46E+03	3,29E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,09E+03	6,87E-06	2,94E+00	4,67E-01	7,63E+02	9,00E+03
	Bst 550 (B)	2,81E+03	1,79E-08	3,16E+00	3,32E-01	8,59E+02	2,93E+04
	Gesamt	4,90E+03	6,89E-06	6,10E+00	8,00E-01	1,62E+03	3,83E+04
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	1,48E+03	4,23E-06	1,99E+00	3,05E-01	4,98E+02	6,27E+03
	Beton C25/30	4,14E+01	1,36E-07	5,82E-02	9,25E-03	1,51E+01	1,78E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	4,17E+02	1,59E-06	3,25E+00	3,00E-01	2,93E+02	4,40E+03
	Bst 550 (B)	1,91E+02	1,21E-09	2,15E-01	2,26E-02	5,83E+01	1,99E+03
	Gesamt	2,13E+03	5,95E-06	5,52E+00	6,37E-01	8,64E+02	1,28E+04
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	-6,69E+03	3,16E-11	5,14E+00	1,15E+00	1,08E+05	1,91E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-2,28E+03	9,95E-12	2,25E+00	5,29E-01	3,96E+04	7,45E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-1,52E+03	6,63E-12	1,50E+00	3,52E-01	2,64E+04	4,97E+03
	Beton C25/30	6,59E+02	2,17E-06	9,27E-01	1,47E-01	2,41E+02	2,84E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,77E-01	3,97E-02	1,02E+02	3,50E+03
	Gesamt	-5,27E+02	2,17E-06	2,81E+00	5,39E-01	2,67E+04	1,13E+04
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	-4,90E+03	2,32E-11	3,76E+00	8,39E-01	7,92E+04	1,40E+04
	Beton C25/30	6,59E+02	2,17E-06	9,27E-01	1,47E-01	2,41E+02	2,84E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,77E-01	3,97E-02	1,02E+02	3,50E+03
	Gesamt	-3,90E+03	2,17E-06	5,06E+00	1,03E+00	7,95E+04	2,03E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	-7,07E+02	1,95E-12	4,40E-01	9,82E-02	1,05E+04	1,12E+03
	Stahl S235	1,27E+03	2,21E-09	2,45E+00	2,48E-01	1,71E+03	1,30E+04
	Gesamt	5,65E+02	2,22E-09	2,89E+00	3,46E-01	1,22E+04	1,41E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,82E+02	1,36E-09	1,51E+00	1,52E-01	1,05E+03	7,98E+03
	Beton C25/30	8,36E+02	2,75E-06	1,18E+00	1,87E-01	3,05E+02	3,60E+03
	Bst 550 (B)	9,36E+02	5,95E-09	1,05E+00	1,11E-01	2,86E+02	9,76E+03
	Gesamt	2,55E+03	2,76E-06	3,73E+00	4,50E-01	1,65E+03	2,13E+04



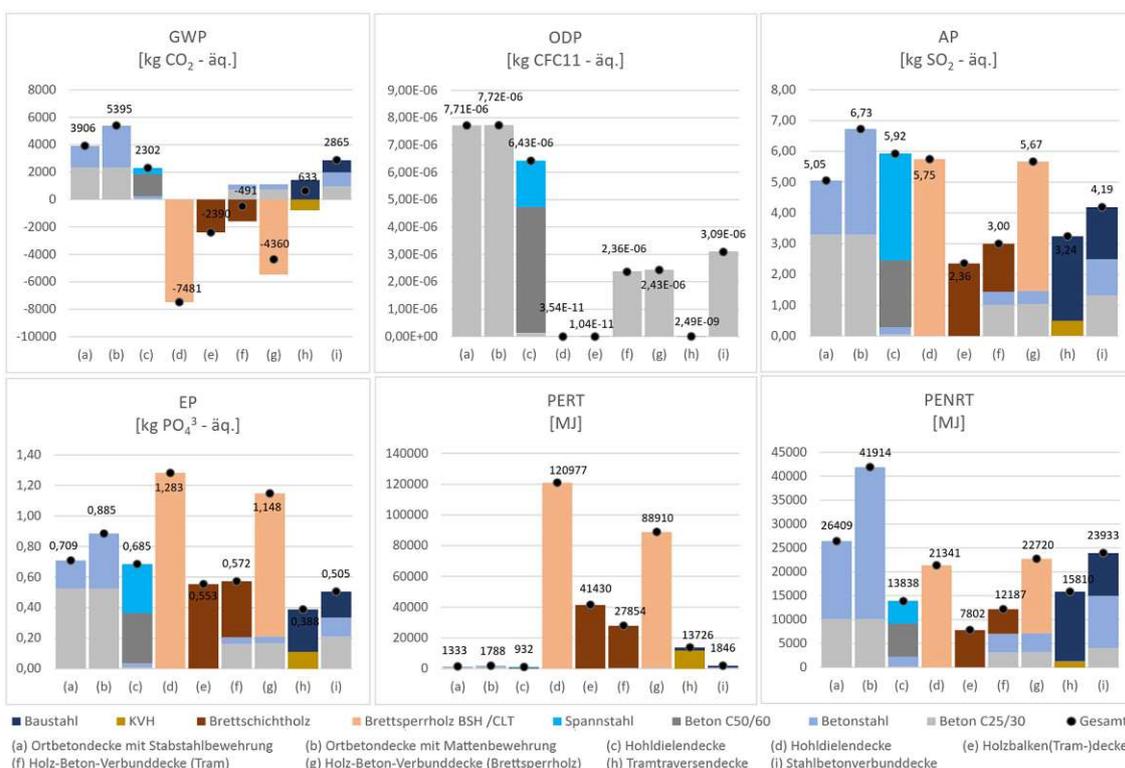
Feldlänge 9 - 3 - 9 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 9 - 3 - 9 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,14E+03	6,87E-06	3,40E+00	5,66E-01	7,90E+02	9,67E+03
	Bst 550 (B)	2,30E+03	1,46E-08	2,59E+00	2,72E-01	7,02E+02	2,40E+04
	Gesamt	4,44E+03	6,89E-06	5,99E+00	8,38E-01	1,49E+03	3,36E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,14E+03	6,87E-06	3,40E+00	5,66E-01	7,90E+02	9,67E+03
	Bst 550 (B)	2,81E+03	1,79E-08	3,17E+00	3,33E-01	8,59E+02	2,93E+04
	Gesamt	4,95E+03	6,89E-06	6,57E+00	8,99E-01	1,65E+03	3,90E+04
Hohlbleiendecke	Beton C50/60	1,50E+03	4,23E-06	2,20E+00	3,49E-01	5,10E+02	6,57E+03
	Beton C25/30	4,23E+01	1,36E-07	6,73E-02	1,12E-02	1,56E+01	1,12E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	4,17E+02	1,59E-06	3,25E+00	3,00E-01	2,93E+02	4,40E+03
	Bst 550 (B)	1,91E+02	1,21E-09	2,15E-01	2,26E-02	5,84E+01	1,99E+03
	Gesamt	2,15E+03	5,95E-06	5,73E+00	6,83E-01	8,77E+02	1,32E+04
Brettspernholzdecke	Brettspernholz CLT	1,37E+03	3,34E-11	5,22E+00	1,16E+00	2,42E+04	1,89E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	5,27E+02	1,05E-11	2,28E+00	5,34E-01	1,03E+04	7,36E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	3,51E+02	7,03E-12	1,52E+00	3,56E-01	6,87E+03	4,90E+03
	Beton C25/30	6,74E+02	2,17E-06	1,07E+00	1,78E-01	2,49E+02	3,05E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,78E-01	3,98E-02	1,03E+02	3,50E+03
Gesamt	1,36E+03	2,17E-06	2,97E+00	5,74E-01	7,22E+03	1,15E+04	
HBV-Decke Brettspernholz	Brettspernholz CLT	1,00E+03	2,45E-11	3,82E+00	8,51E-01	1,77E+04	1,39E+04
	Beton C25/30	6,74E+02	2,17E-06	1,07E+00	1,78E-01	2,49E+02	3,05E+03
	Bst 550 (B)	3,36E+02	2,13E-09	3,78E-01	3,98E-02	1,03E+02	3,50E+03
Gesamt	2,01E+03	2,17E-06	5,27E+00	1,07E+00	1,81E+04	2,04E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	8,67E+01	2,13E-12	4,48E-01	9,98E-02	2,24E+03	1,18E+03
	Stahl S235	1,27E+03	2,22E-09	2,45E+00	2,48E-01	1,73E+03	1,30E+04
	Gesamt	1,36E+03	2,22E-09	2,90E+00	3,48E-01	3,97E+03	1,42E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	7,84E+02	1,37E-09	1,51E+00	1,53E-01	1,06E+03	8,00E+03
	Beton C25/30	8,55E+02	2,75E-06	1,36E+00	2,26E-01	3,16E+02	3,87E+03
	Bst 550 (B)	9,37E+02	5,95E-09	1,05E+00	1,11E-01	2,86E+02	9,78E+03
Gesamt	2,58E+03	2,76E-06	3,92E+00	4,90E-01	1,66E+03	2,16E+04	



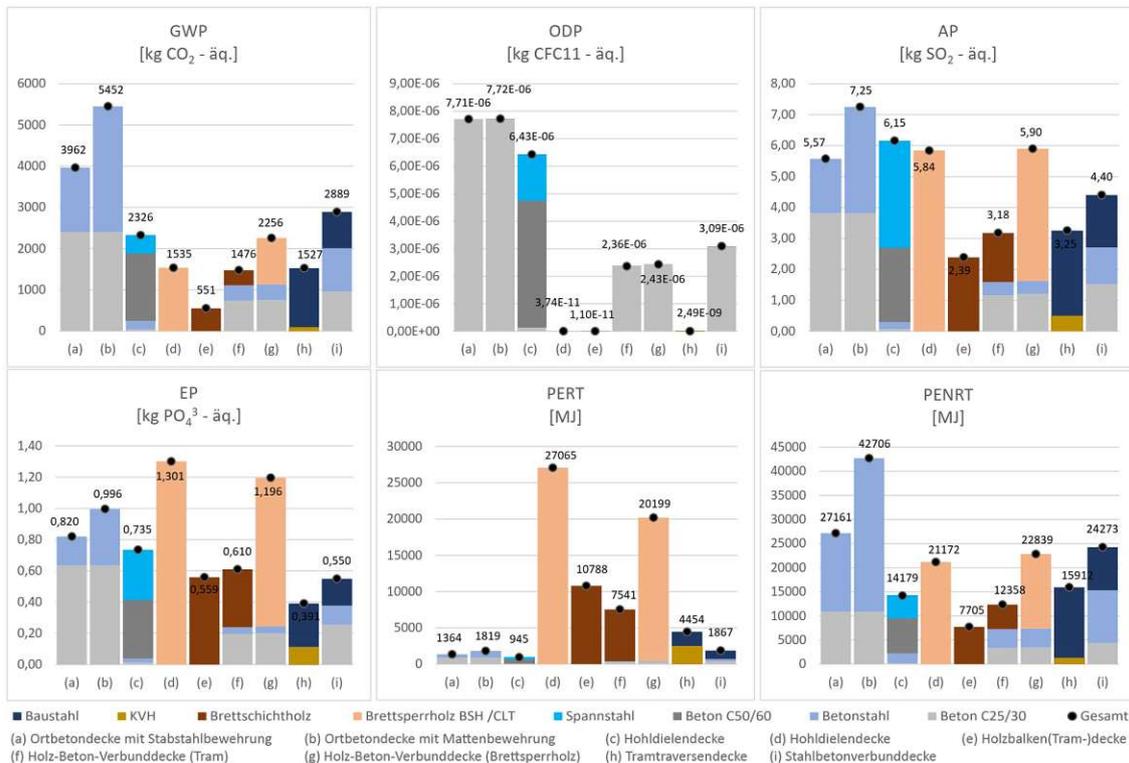
Feldlänge 9 - 5 - 9 m, A1 - A3

Deckensystem:	Baustoff:	Mehrfeldträger 9 - 5 - 9 m, A1 - A3					
		GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,34E+03	7,70E-06	3,30E+00	5,24E-01	8,56E+02	1,01E+04
	Bst 550 (B)	1,56E+03	9,94E-09	1,76E+00	1,85E-01	4,77E+02	1,63E+04
	Gesamt	3,91E+03	7,71E-06	5,05E+00	7,09E-01	1,33E+03	2,64E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,34E+03	7,70E-06	3,30E+00	5,24E-01	8,56E+02	1,01E+04
	Bst 550 (B)	3,05E+03	1,94E-08	3,43E+00	3,61E-01	9,32E+02	3,18E+04
	Gesamt	5,40E+03	7,72E-06	6,73E+00	8,85E-01	1,79E+03	4,19E+04
Hohlbleendecke	Beton C50/60	1,61E+03	4,60E-06	2,17E+00	3,32E-01	5,42E+02	6,82E+03
	Beton C25/30	4,14E+01	1,36E-07	5,82E-02	9,25E-03	1,51E+01	1,78E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	4,44E+02	1,69E-06	3,46E+00	3,20E-01	3,11E+02	4,69E+03
	Bst 550 (B)	2,06E+02	1,31E-09	2,32E-01	2,44E-02	6,30E+01	2,15E+03
Gesamt	2,30E+03	6,43E-06	5,92E+00	6,85E-01	9,32E+02	1,38E+04	
Brettsperrholzdecke	Brettsperrholz CLT	-7,48E+03	3,54E-11	5,75E+00	1,28E+00	1,21E+05	2,13E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-2,39E+03	1,04E-11	2,36E+00	5,53E-01	4,14E+04	7,80E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-1,58E+03	6,90E-12	1,56E+00	3,67E-01	2,75E+04	5,17E+03
	Beton C25/30	7,18E+02	2,36E-06	1,01E+00	1,60E-01	2,62E+02	3,09E+03
	Bst 550 (B)	3,76E+02	2,39E-09	4,23E-01	4,45E-02	1,15E+02	3,92E+03
Gesamt	-4,91E+02	2,36E-06	3,00E+00	5,72E-01	2,79E+04	1,22E+04	
HBV-Decke Brettsperrholz	Brettsperrholz CLT	-5,47E+03	2,59E-11	4,20E+00	9,38E-01	8,85E+04	1,56E+04
	Beton C25/30	7,39E+02	2,43E-06	1,04E+00	1,65E-01	2,70E+02	3,18E+03
	Bst 550 (B)	3,76E+02	2,39E-09	4,23E-01	4,45E-02	1,15E+02	3,92E+03
Gesamt	-4,36E+03	2,43E-06	5,67E+00	1,15E+00	8,89E+04	2,27E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-7,94E+02	2,19E-12	4,94E-01	1,10E-01	1,18E+04	1,26E+03
	Stahl S235	1,43E+03	2,48E-09	2,74E+00	2,78E-01	1,92E+03	1,45E+04
	Gesamt	6,33E+02	2,49E-09	3,24E+00	3,88E-01	1,37E+04	1,58E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	8,78E+02	1,53E-09	1,69E+00	1,71E-01	1,18E+03	8,95E+03
	Beton C25/30	9,37E+02	3,08E-06	1,32E+00	2,10E-01	3,42E+02	4,04E+03
	Bst 550 (B)	1,05E+03	6,67E-09	1,18E+00	1,24E-01	3,21E+02	1,09E+04
	Gesamt	2,87E+03	3,09E-06	4,19E+00	5,05E-01	1,85E+03	2,39E+04



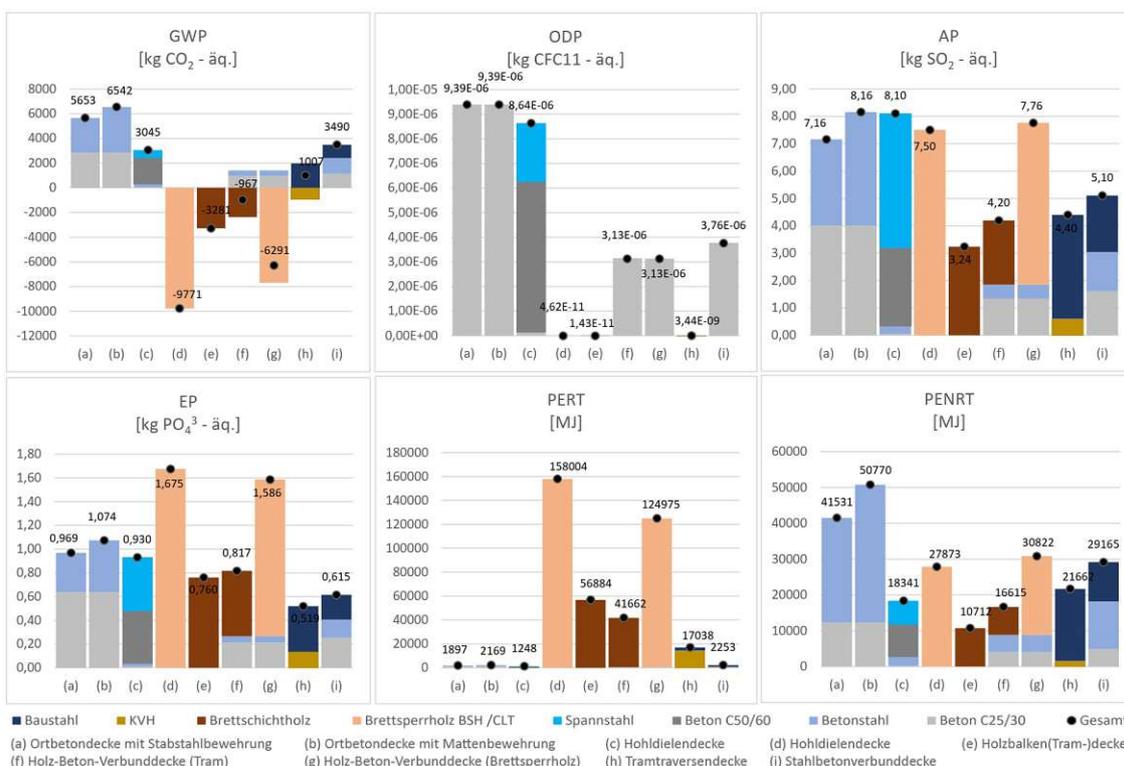
Feldlänge 9 - 5 - 9 m, A1 - A3 + C

Mehrfeldträger 9 - 5 - 9 m, A1 - A3 + C							
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,40E+03	7,70E-06	3,81E+00	6,34E-01	8,86E+02	1,08E+04
	Bst 550 (B)	1,56E+03	9,94E-09	1,76E+00	1,85E-01	4,78E+02	1,63E+04
	Gesamt	3,96E+03	7,71E-06	5,57E+00	8,20E-01	1,36E+03	2,72E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,40E+03	7,70E-06	3,81E+00	6,34E-01	8,86E+02	1,08E+04
	Bst 550 (B)	3,06E+03	1,94E-08	3,44E+00	3,62E-01	9,33E+02	3,19E+04
	Gesamt	5,45E+03	7,72E-06	7,25E+00	9,96E-01	1,82E+03	4,27E+04
Hohldieleendecke	Beton C50/60	1,63E+03	4,60E-06	2,39E+00	3,80E-01	5,55E+02	7,15E+03
	Beton C25/30	4,23E+01	1,36E-07	6,73E-02	1,12E-02	1,56E+01	1,91E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	4,44E+02	1,69E-06	3,46E+00	3,20E-01	3,11E+02	4,69E+03
	Bst 550 (B)	2,07E+02	1,31E-09	2,32E-01	2,44E-02	6,31E+01	2,15E+03
Gesamt	2,33E+03	6,43E-06	6,15E+00	7,35E-01	9,45E+02	1,42E+04	
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	1,54E+03	3,74E-11	5,84E+00	1,30E+00	2,71E+04	2,12E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	5,51E+02	1,10E-11	2,39E+00	5,59E-01	1,08E+04	7,70E+03
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	3,65E+02	7,32E-12	1,58E+00	3,71E-01	7,15E+03	5,11E+03
	Beton C25/30	7,34E+02	2,36E-06	1,17E+00	1,94E-01	2,71E+02	3,32E+03
	Bst 550 (B)	3,77E+02	2,39E-09	4,24E-01	4,46E-02	1,15E+02	3,93E+03
	Gesamt	1,48E+03	2,36E-06	3,18E+00	6,10E-01	7,54E+03	1,24E+04
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	1,12E+03	2,74E-11	4,27E+00	9,52E-01	1,98E+04	1,55E+04
	Beton C25/30	7,56E+02	2,43E-06	1,20E+00	2,79E-01	2,79E+02	3,42E+03
	Bst 550 (B)	3,77E+02	2,39E-09	4,24E-01	4,46E-02	1,15E+02	3,93E+03
	Gesamt	2,26E+03	2,43E-06	5,90E+00	1,20E+00	2,02E+04	2,28E+04
Tramtraversendecke	KVH C 24	9,74E+01	2,39E-12	5,03E-01	1,12E-01	2,52E+03	1,32E+03
	Stahl S235	1,43E+03	2,49E-09	2,75E+00	2,79E-01	1,94E+03	1,46E+04
	Gesamt	1,53E+03	2,49E-09	3,25E+00	3,91E-01	4,45E+03	1,59E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	8,79E+02	1,53E-09	1,69E+00	1,71E-01	1,19E+03	8,98E+03
	Beton C25/30	9,59E+02	3,08E-06	1,53E+00	2,54E-01	3,54E+02	4,34E+03
	Bst 550 (B)	1,05E+03	6,67E-09	1,18E+00	1,24E-01	3,21E+02	1,10E+04
	Gesamt	2,89E+03	3,09E-06	4,40E+00	5,50E-01	1,87E+03	2,43E+04



Feldlänge 9 - 9 - 9 m, A1 - A3

		Mehrfeldträger 9 - 9 - 9 m, A1 - A3					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke mit Stabst.	Beton C25/30	2,85E+03	9,37E-06	4,01E+00	6,37E-01	1,04E+03	1,23E+04
	Bst 550 (B)	2,80E+03	1,78E-08	3,15E+00	3,31E-01	8,56E+02	2,92E+04
	Gesamt	5,65E+03	9,39E-06	7,16E+00	9,69E-01	1,90E+03	4,15E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,85E+03	9,37E-06	4,01E+00	6,37E-01	1,04E+03	1,23E+04
	Bst 550 (B)	3,69E+03	2,35E-08	4,15E+00	4,37E-01	1,13E+03	3,85E+04
	Gesamt	6,54E+03	9,39E-06	8,16E+00	1,07E+00	2,17E+03	5,08E+04
Hohlbleendecke	Beton C50/60	2,14E+03	6,11E-06	2,88E+00	4,41E-01	7,20E+02	9,06E+03
	Beton C25/30	4,14E+01	1,36E-07	5,82E-02	9,25E-03	1,51E+01	1,78E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	6,28E+02	2,39E-06	4,90E+00	4,52E-01	4,40E+02	6,63E+03
	Bst 550 (B)	2,37E+02	1,51E-09	2,66E-01	2,80E-02	7,24E+01	2,47E+03
Gesamt	3,05E+03	8,64E-06	8,10E+00	9,30E-01	1,25E+03	1,83E+04	
Brettspertholzdecke	Brettspertholz CLT	-9,77E+03	4,62E-11	7,50E+00	1,68E+00	1,58E+05	2,79E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	-3,28E+03	1,43E-11	3,24E+00	7,60E-01	5,69E+04	1,07E+04
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	-2,38E+03	1,03E-11	2,34E+00	5,50E-01	4,12E+04	7,75E+03
	Beton C25/30	9,50E+02	3,12E-06	1,34E+00	2,12E-01	3,47E+02	4,09E+03
	Bst 550 (B)	4,58E+02	2,91E-09	5,14E-01	5,41E-02	1,40E+02	4,77E+03
Gesamt	-9,67E+02	3,13E-06	4,20E+00	8,17E-01	4,17E+04	1,66E+04	
HBV-Decke Brettspertholz	Brettspertholz CLT	-7,70E+03	3,64E-11	5,91E+00	1,32E+00	1,24E+05	2,20E+04
	Beton C25/30	9,50E+02	3,12E-06	1,34E+00	2,12E-01	3,47E+02	4,09E+03
	Bst 550 (B)	4,58E+02	2,91E-09	5,14E-01	5,41E-02	1,40E+02	4,77E+03
Gesamt	-6,29E+03	3,13E-06	7,76E+00	1,59E+00	1,25E+05	3,08E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	-9,67E+02	2,67E-12	6,02E-01	1,34E-01	1,44E+04	1,54E+03
	Stahl S235	1,97E+03	3,44E-09	3,80E+00	3,84E-01	2,66E+03	2,01E+04
	Gesamt	1,01E+03	3,44E-09	4,40E+00	5,19E-01	1,70E+04	2,17E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	1,07E+03	1,87E-09	2,06E+00	2,09E-01	1,45E+03	1,09E+04
	Beton C25/30	1,14E+03	3,75E-06	1,60E+00	2,55E-01	4,16E+02	4,91E+03
	Bst 550 (B)	1,28E+03	8,12E-09	1,44E+00	1,51E-01	3,90E+02	1,33E+04
	Gesamt	3,49E+03	3,76E-06	5,10E+00	6,15E-01	2,25E+03	2,92E+04



Feldlänge 9 - 9 - 9 m, A1 - A3 + C

		Mehrfeldträger 9 - 9 - 9 m, A1 - A3 + C					
Deckensystem:	Baustoff:	GWP [kg CO ₂ - äq.]	ODP [kg CFC11 - äq.]	AP [kg SO ₂ - äq.]	EP [kg PO ₄ ³⁻ - äq.]	PERT [MJ]	PENRT [MJ]
Ortbetondecke	Beton C25/30	2,92E+03	9,37E-06	4,64E+00	7,72E-01	1,08E+03	1,32E+04
	Bst 550 S (B)	2,81E+03	1,78E-08	3,16E+00	3,32E-01	8,57E+02	2,93E+04
	Gesamt	5,72E+03	9,39E-06	7,79E+00	1,10E+00	1,93E+03	4,24E+04
Ortbetondecke mit Mattenbew.	Beton C25/30	2,92E+03	9,37E-06	4,64E+00	7,72E-01	1,08E+03	1,32E+04
	Bst 550 S (B)	3,70E+03	2,35E-08	4,16E+00	4,38E-01	1,13E+03	3,85E+04
	Gesamt	6,61E+03	9,39E-06	8,80E+00	1,21E+00	2,21E+03	5,17E+04
Hohldieleckende	Beton C50/60	2,17E+03	6,11E-06	3,18E+00	5,04E-01	7,38E+02	9,49E+03
	Beton C25/30	4,23E+01	1,36E-07	6,73E-02	1,12E-02	1,56E+01	1,91E+02
	Spannstahl St. 1570/1770	6,28E+02	2,39E-06	4,90E+00	4,52E-01	4,40E+02	6,63E+03
	Bst 550 S (B)	2,37E+02	1,51E-09	2,67E-01	2,81E-02	7,24E+01	2,47E+03
Gesamt	3,08E+03	8,64E-06	8,41E+00	9,96E-01	1,27E+03	1,88E+04	
Brettsperholzdecke	Brettsperholz BSH /CLT	2,00E+03	4,88E-11	7,62E+00	1,70E+00	3,53E+04	2,77E+04
Holzbalcken(Tram-)decke	Brettschichtholz GL 24 h	7,57E+02	1,52E-11	3,28E+00	7,68E-01	1,48E+04	1,06E+04
HBV-Decke Tram	Brettschichtholz GL 24 h	5,48E+02	1,10E-11	2,37E+00	5,56E-01	1,07E+04	7,66E+03
	Beton C25/30	9,72E+02	3,12E-06	1,55E+00	2,57E-01	3,59E+02	4,40E+03
	Bst 550 S (B)	4,58E+02	2,91E-09	5,15E-01	5,42E-02	1,40E+02	4,78E+03
Gesamt	1,98E+03	3,13E-06	4,43E+00	8,67E-01	1,12E+04	1,68E+04	
HBV-Decke Brettsperholz	Brettsperholz BSH /CLT	1,58E+03	3,85E-11	6,01E+00	1,34E+00	2,79E+04	2,18E+04
	Beton C25/30	9,72E+02	3,12E-06	1,55E+00	2,57E-01	3,59E+02	4,40E+03
	Bst 550 S (B)	4,58E+02	2,91E-09	5,15E-01	5,42E-02	1,40E+02	4,78E+03
Gesamt	3,01E+03	3,13E-06	8,07E+00	1,65E+00	2,83E+04	3,10E+04	
Tramtraversendecke	KVH C 24	1,19E+02	2,91E-12	6,13E-01	1,36E-01	3,07E+03	1,61E+03
	Stahl S235	1,98E+03	3,45E-09	3,81E+00	3,85E-01	2,68E+03	2,02E+04
	Gesamt	2,10E+03	3,45E-09	4,42E+00	5,22E-01	5,75E+03	2,18E+04
STB-Verbunddecke	Stahl S235	1,07E+03	1,87E-09	2,07E+00	2,10E-01	1,46E+03	1,10E+04
	Beton C25/30	1,17E+03	3,75E-06	1,86E+00	3,09E-01	4,31E+02	5,27E+03
	Bst 550 S (B)	1,28E+03	8,12E-09	1,44E+00	1,51E-01	3,90E+02	1,33E+04
Gesamt	3,52E+03	3,76E-06	5,36E+00	6,69E-01	2,28E+03	2,96E+04	

