

Fachbereich Bauingenieurwesen und Wirtschaftingenieurwesen



Bachelorthesis

Zur Erlangung des akademischen Grades *Bachelor of Engineering (B. Eng.)*
im Studiengang Bauingenieurwesen – Vertiefungsrichtung: Konstruktiver Ingenieurbau

Entwicklung eines Bemessungstools für Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken mit Verbindung durch Kerben unter Verwendung von Stabwerkmodellen

Referent: Herr Prof. Dr.-Ing. Gunnar Möller

Korreferent: Herr Prof. Dr.-Ing. Andreas Falk

Vorgelegt von: Marius Röhl

Adresse: Schöne Aussicht 9
34439 Willebadessen-Eissen

Matrikelnummer: 15369009

Eissen, den 19.02.2021

Prof. Dr.-Ing. G. Möller

TH OWL
Fachbereich Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Konstr. Ingenieurbau
Emilienstr. 45
32756 Detmold

Bachelorarbeit für Herrn Marius Röhl, Matr.-Nr. 1536 9009

Thema:

Entwicklung eines Bemessungstools für Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken mit Verbindung durch Kerven unter Verwendung von Stabwerkmodellen

Beschreibung der Aufgabenstellung:

Die Holz-Beton-Verbundbauweise findet zunehmende Verbreitung und stellt eine ideale, nachhaltige Konstruktionsweise dar, die die jeweiligen Vorzüge der Baustoffe Holz und Beton ideal vereint. Die Bemessung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen mit Kerven als Verbindung zwischen Holz und Beton ist derzeit nicht durch Normen geregelt. In dieser Arbeit sind zunächst die theoretischen Grundlagen zur Konstruktion und Bemessung der Holz-Beton-Verbundbauweise darzulegen. Darauf aufbauend soll die Ermittlung der Schnittgrößen der Einzelquerschnitte unter Berücksichtigung der Langzeittragwirkung mit Hilfe von Stabwerkmodellen erfolgen. Die Langzeiteffekte (Schwinden und Kriechen) sind bei der Entwicklung des Stabwerkmodells durch mechanisch sinnvolle Ansätze zu erfassen. Anschließend ist die Bemessung der Einzelquerschnitte (Holz und Beton) und der Betonkerven zu erläutern und durchzuführen.

Für die oben genannten Punkte ist ein Bemessungstool zu entwickeln. Hierzu soll für die Entwicklung des Stabwerkmodells das Stabwerksprogramm RSTAB verwendet werden. Da die Bemessung der Kerven nicht in dem Stabwerksprogramm erfolgen kann, ist hierfür ein gesondertes Bemessungstool zu erstellen, welches die für die Bemessung notwendigen Informationen aus dem Stabwerksmodell möglichst durch eine Kopplung der beiden Bemessungstools erhält. Anhand einiger Beispiele ist der Bemessungsablauf zu erläutern. Ein Vergleich mit Beispielen soll die Vorgehensweise verifizieren.

Es wird empfohlen, den Stand der Arbeit in regelmäßigen Abständen mit dem Betreuer der Arbeit abzustimmen.

Detmold, den 14.12.2020

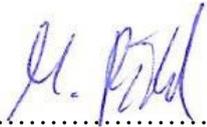
Prof. Dr.-Ing. G. Möller

Ausgabe: 17.12.2020
Abgabe: 25.02.2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Eissen, den 19.02.2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Pöhl', is written above a horizontal dotted line.

(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	8
Gleichungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
1 Einführung	11
1.1 Motivation	12
1.2 Stand der Forschung	12
1.3 Problemstellung und Ziel der Arbeit	13
1.4 Aufbau der Arbeit	14
2 Theoretische Grundlagen	15
2.1 Historische Entwicklung des Verbundsystems aus Holz und Beton	15
2.2 Gebräuchliche Ausführungsvarianten und Anwendungsgebiete.....	16
2.2.1 Holz-Beton-Verbunddecken mit kontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln im Bereich Sanierung	16
2.2.2 Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken mit diskontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln im Neubau	18
2.3 Konstruktion Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke	19
2.3.1 Konstruktionsbestandteil Beton	20
2.3.2 Konstruktionsbestandteil Holz	21
2.3.3 Konstruktionsbestandteil Schubverbindungsmittel/Schubverbundelement	23
2.3.4 Sonstige Konstruktionsbestandteile	26
2.4 Übersicht von Modellen zur statischen Bemessung	27
3 Das Stabwerkmodell als Grundlage zur Bemessung	31
3.1 Entwicklung und Modellierung des Modells	31
3.2 Berücksichtigung von Kurz- und Langzeiteinflüssen	34
3.2.1 Schwinden des Betons	35
3.2.2 Kriechen des Betons	36

3.2.3	Kriechen und Feuchteänderung des Holzes	40
3.2.4	Einfluss des Langzeitverhaltens von Beton und Holz auf die Verbindungsmitel und die gesamte Konstruktion.....	42
3.3	Ableitung von Konstruktionsregeln	46
4	Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke	50
4.1	Ermittlung der Schnittgrößen	50
4.2	Bemessung der Querschnittskomponente Beton im GZT und GZG.....	53
4.3	Bemessung der Querschnittskomponente Holz im GZT und GZG.....	56
4.4	Bemessung des Verbundmittels Kerbe im GZT und GZG	58
5	Das Bemessungstool	66
5.1	Überblick und Beschreibung	67
5.2	Anwendungsbereich	69
5.3	Parametrisierte Modellierung des Stabwerks in RStab	69
5.4	Benutzeranweisungen und Programmablauf anhand eines Beispiels.....	74
6	Fazit und Ausblick	81
	Literatur	83
	Anhang	88
A1	Technische Daten zur Lastannahme	88
A2	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten – Tabelle.....	91
A3	Technische Daten/Zulassung Holzschraube	92
A4	Programmdokumentation	93
A5	Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m Spannweite – Eingabedaten	106
A6	Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m Spannweite – Ausdruckprotokoll mit Ergebnissen	111

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Holz-Beton-Verbunddecke – Reichspatent Nr. 673556 von Otto Schaub (1939).....	15
Abb. 2.2	Prinzip der HBV-System Standarddecke mit prinzipiellen Bodenaufbau.....	17
Abb. 2.3	Prinzip einer Brettstapel-/ Brettspertholzdecke mit Abhebesicherung.....	18
Abb. 2.4	Einfluss des Verbunds auf die Steifigkeit des Verbindungsmittels.....	20
Abb. 2.5	Betonfertigteil für den Einbau in einer Brettstapelholzbetonverbunddecke.....	21
Abb. 2.6	Brettstapelholzelemente mit 2 bzw. 3 Kerven im Randbereich.....	22
Abb. 2.7	Versagensstellen des Beton und den Brettstapelholzes.....	24
Abb. 2.8	Brettstapelholz-Beton-Verbundkonstruktion gemäß der Beschreibung von Kapitel 2.3.....	26
Abb. 2.9	Querschnittswerte zur Anwendung des γ -Verfahrens nach DIN 1995-1-1.....	28
Abb. 2.10	Trägersystem nach dem Schub-Analogie-Verfahren.....	29
Abb. 3.1	Fachwerkmodell nach Rautenstrauch und Zeichnung einer entsprechenden HBV-Decke mit Kerven.....	32
Abb. 3.2	Modellierung der Verbindungsmittel im Stabwerkmodell.....	33
Abb. 3.3	Ersatzsystem des Verbindungsmittels als Schubstab nach Rautenstrauch.....	34
Abb. 3.4	Auswirkungen des Schwindens.....	36
Abb. 3.5	Endkriechzahl ϕ für trockene Innenräume und relativer Luftfeuchte von 50%.....	38
Abb. 3.6	Scherkraft in den Verbindungsmitteln in Abhängigkeit der Zeit.....	43
Abb. 3.7	Normalkraftverlauf (links) und Biegemomentenverlauf (rechts) über die Feldlänge zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$	44
Abb. 3.8	Verhältnis Biegesteifigkeit nachgiebiger/starrer Verbund für verschiedene Verhältnisse h_H/h_B	47
Abb. 4.1	Exemplarische Darstellung des Normalkraftverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell.....	51
Abb. 4.2	Exemplarische Darstellung des Biegemomentenverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell.....	52
Abb. 4.3	Exemplarische Darstellung des Querkraftverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell.....	52
Abb. 4.4	Versagensarten einer Schubkerve.....	60
Abb. 4.5	Abscheren der Betonnocke über der Grundfläche der Kerve.....	61
Abb. 4.6	Rissbildung beim Druckversagen der Kervenflanke im Beton.....	63
Abb. 4.7	Schubversagen des Vorholzes.....	64

Abb. 4.8	Druckversagen des Holzes in Faserlängsrichtung an der Kervenflanke.....	65
Abb. 5.1	Überblick der Leistungen der beiden Bestandteile des Bemessungstools	68
Abb. 5.2	Liste der Parameter in RStab	70
Abb. 5.3	X-Koordinate des 2. Knotens im Ober- und Untergurt.....	71
Abb. 5.4	Z-Koordinate des jedes Knotens im Obergurt	71
Abb. 5.5	Formeln zur Lokalisation der Kerven in Abhängigkeit zum idealisierten Querkraftverlauf.....	72
Abb. 5.6	Eingabe der Systemabmessungen als Eingangsparameter zur Bemessung des HBV-Einfeldträgers	75
Abb. 5.7	Eingabe der ständigen Lasten aus Ausbau mittels Dropdown-Menü mit nebenstehender Darstellung des möglichen Deckenaufbaus	76
Abb. 5.8	Eingabe der geometrischen und materialspezifischen Parameter	77
Abb. 5.9	Ergebnisse der Querschnittsnachweise der Teilquerschnitte in RStab	79
Abb. 5.10	Nachweis der Kerne anhand der 4 Versagensformen mit farblicher Hervorhebung des eingehaltenen Nachweises	80
Abb. 5.11	Ermittlung des Bemessungswertes und des Einbauabstandes der ergänzenden Abhebesicherung	80

Abkürzungsverzeichnis

bspw.	beispielsweise
CEN/TS	Technical Specification (CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5)
d. h.	das heißt
ggf.	gegebenenfalls
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
HBV	Holz-Beton-Verbund
i. d. R.	in der Regel
o. g.	oben genannt
sog.	sogenannt
z. B.	zum Beispiel

Gleichungsverzeichnis

Gl. 3.1	Biegesteifigkeit des Kragarms unter Vernachlässigung der klaffenden Fuge.....	34
Gl. 3.2	Temperaturdifferenz zur Berücksichtigung des Betonschwindens.....	36
Gl. 3.3	Modifikationsfaktor m_B für den E-Modul des Betons zur Erfassung des Kriechverhaltens	37
Gl. 3.4	Lastabhängiger Verbundfaktor k_L	39
Gl. 3.5	Effektiver E-Modul des Betons zur Berücksichtigung des Kriechverhaltens zum Zeitpunkt $t=\infty$	39
Gl. 3.6	Modifikationsfaktor m_H für den E-Modul des Holzes zur Erfassung des Kriechverhaltens	40
Gl. 3.7	Effektiver E-Modul des Holzes zur Berücksichtigung des Kriechverhaltens zum Zeitpunkt $t=\infty$	42
Gl. 3.8	Anteil der Querschnittshöhe des Holzes an der Gesamtquerschnittshöhe.....	47
Gl. 3.9	Anteil der Querschnittshöhe des Holzes an der Gesamtquerschnittshöhe.....	47
Gl. 4.1	Nachweis für Biegung mit Zug nach EC5-1-1, 6.2.3	56
Gl. 4.2	Schubspannungsnachweis nach EC5-1-1, 6.1.7	57
Gl. 4.3	Schubspannung für Rechteckquerschnitte	57
Gl. 4.4	Bemessungsansatz für den Nachweis der meist beanspruchten Kerne.....	59
Gl. 4.5	Verschiebungsmodul K_{ser} für den Nachweis im GZG.....	59
Gl. 4.6	Bemessungswiderstand der Kerne unter Berücksichtigung der Versagensarten	60
Gl. 4.7	Bemessungswiderstand gegen das Abscheren der Betonbohle.....	61
Gl. 4.8	Mindestwert für den Neigungswinkel θ der Betondruckstrebe nach [12]	62
Gl. 4.9	Bemessungswiderstand gegen das Druckversagen der Kerneflanke im Beton	62
Gl. 4.10	Bemessungswiderstand gegen das Schubversagen des Vorholzes	64
Gl. 4.11	Bemessungswiderstand gegen das Druckversagen der Kerneflanke im Holz längs zur Faser.....	65
Gl. 4.12	Abhebende Last zur Vermeidung einer klaffenden Fuge nach [12]	66
Gl. 5.1	Formel zur Ermittlung des effektiven E-Moduls der Kerne in Abhängigkeit von K_{ser} und der Tiefe der Kerne in RStab.....	73

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Minimum reinforcement to control cracking without crack width calculation. Übersetzung: Mindestbewehrung zur Kontrolle der Rissbildung ohne Rissbreitenberechnung	55
Tab. 4.2	Empfohlene Grenzwerte der Durchbiegungen für Biegestäbe	58

1 Einführung

Der nachhaltige und bewusste Einsatz von Ressourcen gewinnt im Bauwesen angesichts zunehmender Rohstoffknappheit immer mehr an Bedeutung. Gleichzeitig werden Baukonstruktionen komplexer und anspruchsvoller, um den steigenden Anforderungen einer energetischen und wirtschaftlichen Bauweise gerecht zu werden. Bauteile müssen dafür optimal dimensioniert und ausgelastet werden. Positive, bzw. nutzbare Materialeigenschaften müssen dazu effizient ausgenutzt werden, wogegen Materialschwächen weder die Tragfähigkeit, noch die Gebrauchstauglichkeit einer Konstruktion negativ beeinflussen dürfen. Mit hybriden Baukonstruktionen, wie Stahlbeton oder Holz-Beton-Verbund (HBV), wird diese Vorstellung einer schlanken Konstruktion mit nur geringer Einflussnahme der Materialschwächen möglich. Aus der Kombination zweier oder mehrerer Baustoffe entsteht ein neuer Verbundbaustoff, der durch die Summe der Vorzüge der einzelnen Materialien an Effizienz gewinnt.

Eine besondere Rolle nimmt in diesem Bereich der Holz-Beton-Verbund ein. Diese Verbundkonstruktion besteht aus einer Holzschicht im unteren Querschnittsteil eines Einfeldträgers und einer Betonschicht im oberen Querschnittsteil. Durch die materialspezifischen Eigenschaften der beiden Baustoffe Holz und Beton, die in Kapitel 2 näher erläutert werden, kann ein hybrides Bauteil konstruiert werden, das sowohl im Bereich des Neubaus, als auch im Bereich der Sanierung von bestehenden Gebäuden einen Mehrwert für Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit generiert.

Bei Neubauten gilt die Holz-Beton-Verbunddecke mit Brettstapelholz als nachhaltig und effizient, da größere Spannweiten in schlanker Bauweise überstreckt werden können und mit dem Holz bzw. Holzwerkstoff ein Baustoff genutzt wird, der in einen ökologischen Kreislauf integriert ist. Angesichts des massiven Flächenverbrauchs und der enormen Versiegelungsrate der Landflächen in Deutschland, rückt die Verdichtung der urbanen Lebensräume immer weiter in den Fokus der Stadtplanung. Die Sanierung und Aufwertung von Bestandsgebäuden durch die Nutzung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen kann hier eine entscheidende Rolle spielen.

1.1 Motivation

Das Interesse an nachhaltigen und innovativen Bauweisen stand bei der Themenfindung für eine spannende sowie anspruchsvolle Bachelorarbeit im Fokus. Faszinierend ist zum einen die Kombination von divergenten Baustoffen, die in der alltäglichen Praxis nicht häufig Anwendung findet und zum Anderen eine nachhaltige und damit zukunftsorientierte Lösung darstellt. Die Vielfalt an Ausführungsformen, Anwendungsgebieten und Varianten zur Herstellung des Schubverbunds der beiden Hauptbestandteile Holz und Beton machen den Holz-Beton-Verbund zu einer spannenden Alternative im Hochbau. Zur Bemessung existieren aufgrund der unterschiedlichen Verbundmöglichkeiten diverse Bemessungsverfahren. Es gibt in diesem Kontext daher nicht die eine richtige Variante oder Lösung, vielmehr gilt es die Rahmenbedingungen eines Vorhabens zu erfassen, zu analysieren und mithilfe eines geeigneten Modells ein Tragwerk zu konstruieren, das den Anforderungen an Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit gerecht wird. Geeignete und auf den Einzelfall angepasste Bemessungshilfen sind für die beteiligten Ingenieure oft nicht vorhanden. Dieser Umstand veranlasste mich diese Arbeit der Erstellung eines Bemessungstools, bzw. einer Bemessungshilfe, für die Konstruktion einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke zu widmen.

1.2 Stand der Forschung

Obwohl die Vorteile von Verbundbaustoffen schon seit Jahrzehnten bekannt und teils in der alltäglichen Praxis fest integriert sind, wie man am Beispiel des Stahlbetons sehen kann, hält sich die Verbreitung von Holz-Beton-Verbundsystemen in Grenzen. Die Mehrzahl der Forschungsarbeiten, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen und für diese Arbeit von Relevanz sind, erschien erst ab Anfang des 21. Jahrhunderts. Der Grund dafür wird im Kapitel 2.1 im Zuge der historischen Entwicklung des Holz-Beton-Verbundbaus näher erläutert. Erforscht werden unter anderem die wirklichkeitsnahe Modellierung von Tragwerken unter Berücksichtigung der Wahl des Verbindungsmittels, der Kurzzeit- und Langzeiteinflüsse, sowie dessen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Während die Geometrie als bekannt vorausgesetzt werden darf und die Lastannahmen durch die Normung abgesichert sind, finden sich für HBV-Decken nur wenige oder nicht immer ausreichende Angaben für die Wahl eines geeigneten mechanischen Ersatzmodells bzw. Berechnungsverfahrens. ^{vgl. [36]} Die aktuellsten Erkenntnisse werden zusammenfassend in einer

sog. „Technical Specification“ (CEN/TS) festgehalten, die als eine Vorlage für die Ergänzung des Eurocode 5, der Norm für den Holzbau, in den kommenden Jahren gilt und vom europäischen Komitee für Normung formuliert wird. ^{siehe [13]} Bis dahin und darüber hinaus kann die Forschung noch längst nicht als abgeschlossen angesehen werden, vielmehr ist die Ergänzung des Eurocode als eine erste offizielle Richtlinie zur Bemessung von Holz-Beton-Verbundbauweisen zu verstehen. Die künftige Forschung wird sich mit der Entwicklung möglichst steifer, duktiler und einfach sowie kostengünstig herzustellender und einzubauender Verbindungsmittel beschäftigen und sich gleichermaßen auf die Optimierung der Verbundwirkung fokussieren.

1.3 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Die Dimensionierung und Bemessung eines vermeintlich einfachen statischen Systems, wie dem Einfeldträger, wird genau dann zur Herausforderung, wenn verschiedene Baustoffe mit unterschiedlichen Steifigkeiten im Zusammenspiel der einwirkenden Kräfte verwendet werden. Erschwerend kommt hinzu, dass es für diskontinuierlich angeordnete Verbindungsmittel, wie der Kerne, weder eine bauaufsichtliche Zulassung, noch eine gültige Norm zur Bemessung existiert. Das vielfach eingesetzte „ γ -Verfahren“, das die Bemessung nachgiebig zusammengesetzter Querschnitte im Anhang des Eurocode 5 regelt, weicht in diesem Fall nach den Erkenntnissen von Grosse, Hartnack et al. in [18] bei der Schnittgrößenermittlung um bis zu 300% ab und ist daher für eine Bemessung mit ausreichend genauen Ergebnissen nicht nutzbar. ^{vgl. [18]}

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Erstellung eines Bemessungstools zur Bemessung einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit diskontinuierlich angeordneten Kernen als Schubverbindungsmittel, die hauptsächlich für den Einbau im Bereich von Neubauten konzipiert ist. Als Grundlage für die Bemessung wird ein Stabwerkmodell modelliert, mit dem die Schnittgrößen und die Verformung aus der Belastung unter Berücksichtigung der Langzeiteinflüsse, die auf das Tragwerk einwirken, ermittelt werden können. Die Nachweise der Konstruktionsbestandteile Holz und Beton erfolgen gemäß der entsprechenden Regeln nach Eurocode 2 und Eurocode 5. Das Verbindungsmittel, wird anhand der Empfehlungen der CEN/TS dimensioniert und bemessen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Nach der Einführung in die Thematik im ersten Kapitel, wird in Kapitel 2.1 die historische Entwicklung des Verbundsystems grob skizziert und im Folgekapitel 2.2 der Praxisbezug mit der Beschreibung der derzeit gebräuchlichsten Ausführungsvarianten hergestellt. Der Inhalt dieser beiden Kapitel verschafft einen Überblick von dem Aufkommen des Verbundbaus bis in das heutige Jahrzehnt.

Anschließend werden in Kapitel 2.3 die einzelnen Konstruktionsbestandteile der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke detailliert vorgestellt, um das Tragwerk und seine Besonderheiten in Gänze für die anstehende Bemessung verstehen zu können. Im Anschluss daran folgt eine Übersicht der gebräuchlichen Modelle, mit denen eine Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke statisch bemessen werden kann.

In Kapitel 3 wird die Entwicklung und Modellierung des Stabwerkmodells zur Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke präsentiert. Besondere Berücksichtigung finden hier die Kurzzeit- und Langzeiteinflüsse auf das Tragwerk. Aus der Modellierung des Modells und der Berücksichtigung der äußeren Einflüsse ergeben sich unter Einhaltung der technischen Empfehlungen nach [41] Konstruktionsregeln, die im Kapitel 3.3 abgeleitet und erläutert werden.

Die Ermittlung der Schnittgrößen mithilfe des zuvor vorgestellten Stabwerkmodells und die Bemessung der einzelnen Konstruktionsbestandteile Beton, Holz und dem Verbindungsmittel Kerfe im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) werden in Kapitel 4 vorgestellt. Diese orientieren sich teils an gültigen Normen oder, mangels Aktualität der Normen, an technischen Empfehlungen.

Das entwickelte Bemessungstool wird in Kapitel 5 vorgestellt. Nach einem kurzen Überblick über das Tool werden der Anwendungsbereich, die Anweisungen zur Nutzung an den Benutzer und der Programmablauf unter Zuhilfenahme eines praktischen Beispiels präsentiert und erläutert.

2 Theoretische Grundlagen

Um eine strukturierte Basis für die Erarbeitung des Bemessungstools und der zu führenden Nachweise zu schaffen, werden im Folgenden die theoretischen Grundlagen erläutert. Hier liegt der Fokus auf den konstruktiven Bestandteilen und der Einordnung in den praktischen Zusammenhang.

2.1 Historische Entwicklung des Verbundsystems aus Holz und Beton

Die Überlegung Holz und Beton in einem Bauteil derart zu kombinieren, dass sie sich gemeinsam an der Aufnahme und Übertragung der aus den Einwirkungen resultierenden Schnittgrößen beteiligen, wurde in Europa bereits vor knapp 100 Jahren dokumentiert. vgl. [35] Das erste deutschsprachige Patent zu diesem Thema mit dem Titel „Decke aus hochkantig stehenden Holzbohlen [...] und Betondeckschicht“ von Paul Müller aus dem Jahr 1922 ist vom Gedanken eines wirtschaftlichen Tragwerks geprägt. Inspiriert von den Erkenntnissen des Eisenbetons verfolgte Müller mit seinem Patent das Ziel, einen Verbundquerschnitt für den Einbau in Neubauten zu entwickeln, indem das damals teure Moniereisen, welches zur Aufnahme der resultierenden Zugkräfte im Querschnitt benötigt wird, durch das günstigere Holz ersetzt wird. vgl. [22] Die Schubanbindung sollte über aufgenagelte Stahlbügel erfolgen. vgl. [25]

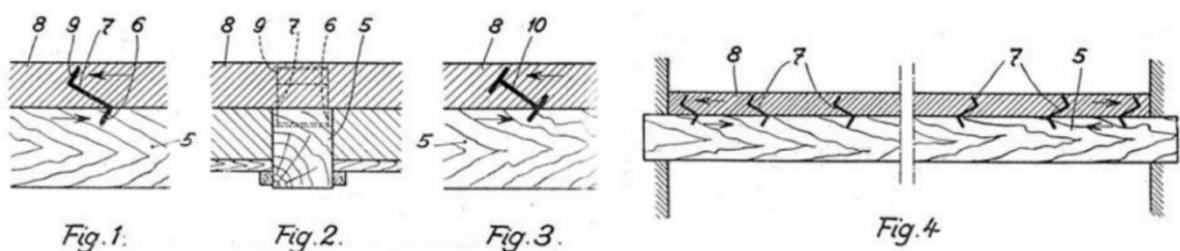


Abb. 2.1 Holz-Beton-Verbunddecke – Reichspatent Nr. 673556 von Otto Schaub (1939)

(Quelle: Schaub, O.: Verbunddecke aus Holzrippen und Betonplatte, Patentschrift Reichspatent 673556, o. O. 1939, modifiziert.)

Inspiriert von der Ressourcenknappheit in der Zeit rund um den 2. Weltkrieg ließ sich der Schweizer Otto Schaub im Jahr 1939 die Idee patentieren, mit Z- oder normalen I-Eisen einen tragfähigen Verbund zwischen Holzbalken und einer Deckbetonschicht herzustellen (Abb. 2.1) und hob dabei ausdrücklich die Eignung des Systems für die Ertüchtigung von

Altbaudecken hervor. vgl. [20] In diesem Segment war die Holz-Beton-Verbundbauweise auch weiterhin fast ausschließlich beheimatet, als sie, nach einer stagnierenden Entwicklung in der Nachkriegszeit, in den 1960er Jahren seine Renaissance in den ost-europäischen Ländern erlebte und in den 1980er Jahren auch in den westlichen Ländern Europas zum Einsatz kam. In dieser Zeit wurde vermehrt im Bestand gebaut und der Holz-Beton-Verbund erwies sich als effektive Maßnahme zur Sanierung von vorhandenen Holzbalkendecken, die den gestiegenen Anforderungen nicht mehr genügten. vgl. [22]

Aufgrund der sich nahezu konkurrenzlos entwickelnden Stahlbetonbauweise in der Zeit, geriet der Ansatz der Holz-Beton-Verbundbauweise zur Anwendung im Bereich des Neubaus fast in Vergessenheit. Aktuell treibt genau dieser Anwendungsbereich die Entwicklung neuer Systeme, wie der Einsatz von Fertigteilen, und neuen Verfahren zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken an, wobei die ökologischen Vorteile dieser Bauweise mittlerweile ein zentrales Motiv darstellen. vgl. [21, 22]

2.2 Gebräuchliche Ausführungsvarianten und Anwendungsgebiete

Wie in der Einführung bereits erwähnt, existieren für die Nutzung von Holz-Beton-Verbundsystemen als Deckentragwerk zwei typische Anwendungsgebiete, in denen sich jeweils angepasste Ausführungsvarianten manifestiert haben. Die Wahl des Verbindungsmittels hängt in beiden Fällen von der zu lösenden Aufgabe ab und wird durch das Anwendungsgebiet (Sanierung oder Neubau), den erforderlichen Grad des Verbundes und den wirtschaftlichen Rahmen beeinflusst. vgl. [22] Um einen Überblick über die Varianz des Holz-Beton-Verbundsystems zu erhalten, werden die beiden gebräuchlichsten Formen nun erläutert.

2.2.1 Holz-Beton-Verbunddecken mit kontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln im Bereich Sanierung

Seit den 1980er Jahren wird die Holz-Beton-Verbundbauweise bei der Sanierung von älteren Gebäuden mit Holzbalkendecken im europäischen urbanen Raum genutzt. Die nachträgliche Ergänzung dieser Holzbalkendecken durch aufgebraachte mineralische Deckschichten und der Herstellung einer Verbundwirkung durch stiftförmige und kontinuierlich angeordnete Verbindungsmittel stellt dabei eine kostengünstige Lösung dar, mit der die Anforderungen

an einen verbesserten Schall- und Wärmeschutz erfüllt werden können. ^{vgl. [45]} Zusätzlich entfällt bei dieser Verfahrensweise, im Vergleich zum Austausch eines Deckensystems, der tiefe Eingriff in die Tragstruktur. ^{vgl. [35]} Das ist besonders in Bereichen von Vorteil, in denen die Decke nicht vollständig entkernt werden kann, hohe zusätzliche Lasten auftreten und/oder eine völlig unzureichende Tragfähigkeit vorhanden ist. ^{vgl. [28]} Die gebräuchlichste Variante stellt in diesen Bereichen die sog. Standarddecke (Abb. 2.2), wie sie im Holz-Beton-Verbundbau tituliert wird, dar. Bei der Standarddecke wird konventioneller Ortbeton auf die vorhandene Holzbalkendecke aufgegossen, wobei die Dielung, sofern es der Zustand zulässt, nicht entfernt werden muss, sondern als verlorene Schalung fungiert. In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, dass die Bestandsdecke das Gewicht des Frischbetons bis zu seiner Aushärtung tragen muss. Abhilfe kann bei nicht ausreichender Tragfähigkeit eine Abstützung durch Stahlstützen schaffen.

Der Schubverbund zwischen den Baustoffen Holz und Beton wird durch stiftförmige Verbindungsmittel wie bspw. Schrauben hergestellt, die vor dem Betonieren reihenweise in die Deckenbalken der Holzbalkendecke eingeschraubt werden. Aus statischer Sicht spricht man in diesem Fall von kontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln. Derzeit existieren zahlreiche stiftförmige Verbindungsmittelsysteme verschiedener Hersteller, die bauaufsichtlich zugelassen sind und dessen Bemessung auf einer Anpassung des sog. γ -Verfahrens für den Nachweis nachgiebig verbundener Biegestäbe, nach DIN EN 1995-1-1 Anhang B, gründet.

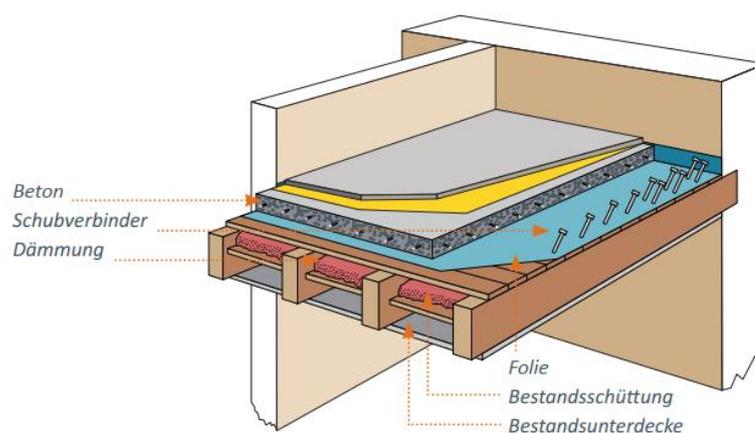


Abb. 2.2 Prinzip der HBV-System Standarddecke mit prinzipiellen Bodenaufbau

(Quelle: Rupprecht, H.; Kellertshofer, W.: Holz-Beton-Verbund - Das System. Elascor GmbH, Waldkirch, 2017, modifiziert. Siehe auch [38].)

2.2.2 Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken mit diskontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln im Neubau

Motiviert durch den Gedanken von der nachhaltigen Verwendung von Baustoffen in einem optimalen Verhältnis zu ihren statischen und bauphysikalischen Eigenschaften hat sich in jüngerer Vergangenheit ein neues Anwendungsgebiet für die Holz-Beton-Verbundbauweise eröffnet. Der Verbundquerschnitt aus Brettstapelholz und Beton hat bei der Errichtung von Neubauten in den Bereichen des mehrgeschossigen Wohnungs- und Bürobaus, Schulen und Verwaltungsgebäuden sowie im Brückenbau an Popularität gewonnen. Die für dieses Anwendungsgebiet typische Form der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke besteht aus den Komponenten Brettstapelholz und Beton, die durch unregelmäßig angeordnete Kerben im Brettstapelholz zur Aufnahme der Längsschubkräfte und vereinzelt Holzschrauben zur Aufnahme abhebender Lasten verbunden sind. Häufig wird die Ansicht der Unterseite aus ästhetischen Gründen beibehalten, was besondere bauphysikalische Vorteile mit sich bringt. Diese bauphysikalischen und die konstruktiven Eigenschaften sowie die Konstruktion als Ganzes mit dem Fokus auf ihre Bestandteile werden im folgenden Kapitel 2.3 näher beleuchtet.

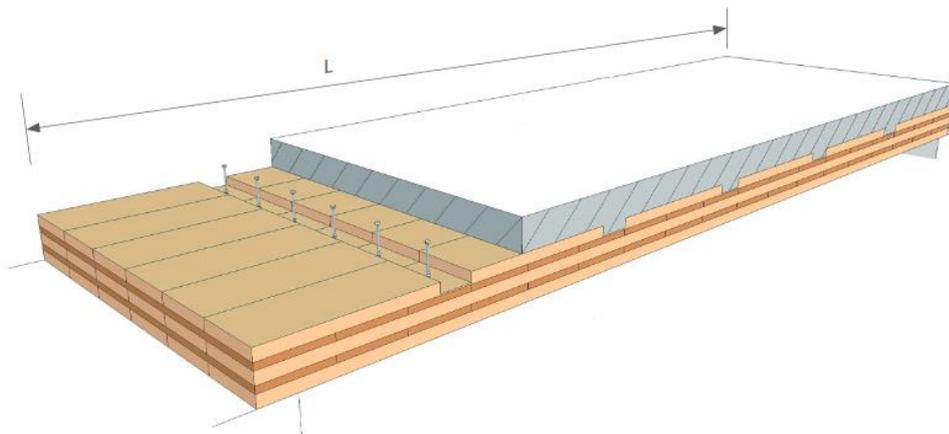


Abb. 2.3 Prinzip einer Brettstapel-/ Brettsperrholzdecke mit Abhebesicherung

(Quelle: KLH Massivholz GmbH (Hrsg.): HOLZ-BETON-VERBUND, 2019., modifiziert.
Siehe auch [26])

2.3 Konstruktion Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke

Einfeldrige Plattentragwerke stellen als Deckentragwerke die Hauptanwendung der HBV-Bauweise dar. Bei Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken wird eine flächige Holztragschicht aus Brettstapelelementen im unteren Querschnittsteil angeordnet, um die einwirkenden Druck- und Zugkräfte im System aufzunehmen. Durch sog. Kerven, Einfräsungen im Brettstapel, werden diese Elemente mit einer Betonplatte verbunden, die die auftretenden Druckkräfte dank ihrer hohen Druckfestigkeit an der Oberseite des Querschnitts aufnehmen kann. Längsschubkräfte innerhalb des Systems werden durch die Kerven zwischen den beiden Materialien übertragen. Das optimale Zusammenspiel der beiden Baustoffe wird am Vergleich der Konstruktion der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit der einer reinen Stahlbetondecke deutlich: Im Grenzzustand der Tragfähigkeit reißen bei der Stahlbetondecke bis zu $\frac{2}{3}$ der Querschnittshöhe auf. Diese gerissene Zone trägt nicht zur Biegetragfähigkeit der Decke bei und dient lediglich dazu, die Biegezugbewehrung in ihrer Lage zu fixieren. vgl. [27] Mit der gewählten Anordnung der beiden Baustoffe Holz und Beton in der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke werden ihre materialspezifischen Eigenschaften optimal für die Anwendung in einem Plattentragwerk ausgenutzt.

Innerhalb dieser Bauweise existiert eine Vielzahl von Varianten, die sich hauptsächlich durch das Verbindungssystem unterscheiden. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus auf das formschlüssige Verbindungsmittel der Kerbe gerichtet. Durch diese Konstruktionsweise werden schlanke Biegeträger realisierbar, die eine Vielzahl von Anforderungen gleichzeitig erfüllen. vgl. [22] Neben der hohen Tragfähigkeit und Steifigkeit, auch gegen Schwingungen, zeichnet sich dieser Hybridquerschnitt durch seinen effektiven Schallschutz und der Widerstandsfähigkeit gegen Brände bzw. Hitze aus. vgl. [37, 45, 49] Die Steifigkeit der Konstruktion setzt sich aus den Biegesteifigkeiten der beiden Teilquerschnitte sowie dem sog. Steiner-Anteil, unter der Berücksichtigung des nachgiebigen Schubverbunds und der unterschiedlichen Materialsteifigkeiten, zusammen. (siehe Abb. 2.4) vgl. [18] In den folgenden untergeordneten Kapiteln werden die Einzelbestandteile der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke und ihr jeweiliger Anteil am Zusammenwirken in der Konstruktion näher erläutert.

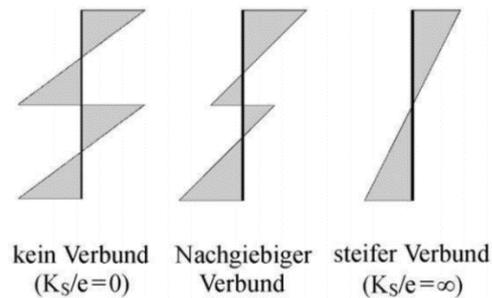


Abb. 2.4 Einfluss des Verbunds auf die Steifigkeit des Verbindungsmittels

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; St. Lehmann *et al.*: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen / Teil 1: Kurzzeittragverhalten. In: Bau-technik 80 (2003), Heft 8, S. 534, modifiziert.)

2.3.1 Konstruktionsbestandteil Beton

Beton hat im Vergleich zu anderen üblichen Baustoffen eine relativ hohe Druckfestigkeit. Im Gegensatz zu bspw. Holz weist der Beton jedoch eine sehr geringe Zugfestigkeit auf. Diese liegt durchschnittlich nur bei 10% der Druckfestigkeit, weshalb er sich insbesondere für die Aufnahme von Druckkräften innerhalb eines Tragwerkes eignet. Im druckbelasteten, oberen Querschnittsteil einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke wird aus diesem Grund der Konstruktionsbestandteil Beton angeordnet. ^{vgl. [2]} In der CEN/TS werden die Anforderungen zum Einbau des Betons im Holz-Beton-Verbundsystem folgendermaßen geregelt:

Der einzubauende Beton muss bei allen Holz-Beton-Verbundtragwerken mindestens der Druckfestigkeitsklasse C12/15 und höchstens C60/80 entsprechen. Weitere Einschränkungen werden in der CEN/TS als Grundlage für den Baustoff nicht gegeben. ^{vgl. [40]} Bei der Verwendung von Kernen als Verbindungsmittel, wie es i. d. R. bei einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke der Fall ist, gelten mit einer minimalen Druckfestigkeitsklasse von C20/25 und einem maximalen Durchmesser des Zuschlagkorns von 16 mm höhere Ansprüche. ^{vgl. [41]}

Die Betonplatte muss eine Stärke von 50 mm bis 300 mm aufweisen und eventuell eingebaute Zwischenschichten dürfen maximal 50 mm stark sein. ^{vgl. [41]} Erforderliche Bewehrung aus Betonstahl kann entsprechend der Ergebnisse aus der Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) in Form von Druck-, Schub- oder Biegezugbewehrung frei nach der DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2) verwendet werden und eine Mindestbewehrung ist auf der Grundlage der Bemessung im

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach Eurocode 2 unter Einhaltung der erforderlichen Betondeckung anzuordnen. Vereinfachend gibt die CEN/TS mit der Tabelle 9.1 in [13] eine Empfehlung für die erforderliche Mindestbewehrung in Abhängigkeit der Stärke der Betonplatte auf der Grundlage der Begrenzung der Rissbreiten ohne direkte Rissbreitenberechnung. ^{vgl. [13]} Im Kapitel 4.2 wird dieser Sachverhalt im Rahmen der Bemessung der Querschnittskomponente Beton im GZT und GZG näher erläutert.

Bei Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken haben sich in der Vergangenheit zwei Herstellungsvarianten etabliert. Neben der werkseitigen Vorfertigung der Brettstapelholzelemente und der Nutzung von Ortbeton besteht auch die Möglichkeit, anstatt Ortbeton, Betonfertigteile (Abb. 2.5) als Deckschicht aufzulegen. Der Vorteil dieser Variante liegt im schnellen und passgenauen Einbau, bei dem keine zusätzliche Feuchtigkeitseintragung durch das Betonieren in das Holz erfolgt. ^{vgl. [50]}



Abb. 2.5 Betonfertigteile für den Einbau in einer Brettstapelholzbetonverbunddecke

(Quelle: Woschitz, R.; Deix, K.; Huber, C. et al.: Entwicklung neuartiger Holz-Betonverbunddecken in Fertigteilbauweise. In: Bautechnik (2020), Heft 98, S. 2.)

2.3.2 Konstruktionsbestandteil Holz

Der untere Querschnittsteil besteht bei einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke, aufgrund seiner Zug- und Druckfestigkeit, aus einem Brettstapelholzelement. Hierbei handelt es sich um eine geschlossene Holzdecke in laminiertes Massivholzbauweise, die aus hochkant stehenden Brettern oder Bohlen besteht, welche durch kontinuierliche Nagelung, durch Verleimung, oder durch in Bohrungen eingepresste Holzdübel miteinander verbunden sind.

Dadurch entsteht ein einachsig gespanntes Holzelement, das witterungsunabhängig mit einer Breite bis 2,40 m entsprechend der Transportmöglichkeiten als Fertigteile vorgefertigt werden kann. ^{vgl. [47]} Für Geschossdecken werden je nach Spannweite üblicherweise Bretthöhen von 12 cm bis 24 cm eingesetzt. Nach der Verlegung der Brettstapelholzelemente werden die Fugen durch Zusammenspannen mithilfe eines Balkenzugs geschlossen und die Elemente dadurch kraftschlüssig miteinander verbunden. Die Regelungen zur Herstellung von Brettstapелеlementen, hinsichtlich der Vernagelung und Ausbildung der Stöße werden an dieser Stelle und im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter beleuchtet, da die Bemessung des Hybridquerschnitts das primäre Ziel darstellt. Es wird demnach davon ausgegangen, dass der Hersteller alle nötigen Regelungen zur Herstellung berücksichtigt.



Abb. 2.6 Brettstapelholzelemente mit 2 bzw. 3 Kerven im Randbereich

(Quelle: inholz Team: Brettstapel Element - HBV-Decke, <https://www.brettstapel.de/produkte/brettstapel-elemente/hbv-decke> [Zugriff am: 18.02.2021].)

Holz genießt als Baustoff im Allgemeinen den Ruf besonders nachhaltig zu sein, da durch seine Verwendung Kohlenstoffdioxid (CO₂) langfristig gebunden wird. Brettstapelholz bietet zudem weitere physikalische und ökologische Vorteile. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang der gute sommerliche Wärmeschutz, der durch die massive Bauweise möglich wird. Außerdem sorgt die Holzoberfläche, bei der Ausführung einer sichtbaren Deckenunterseite, durch ihre Oberflächenbeschaffenheit und ihre feuchteadaptiven Eigenschaften, für eine diffusionsoffene Bauweise und damit für ein behagliches Wohnklima. Weitere Vorteile

der massiven Brettstapелеlemente spiegeln sich in den hervorragenden akustischen Eigenschaften und in ihrer Dichtigkeit gegenüber Löschwasser und Brandrauch wider. vgl. [33]

Im Zusammenhang mit der Holz-Beton-Verbundbauweise ist die Bemessung des Brettstapelquerschnitts in der CEN/TS geregelt, die auf die DIN EN 1995-1-1 aufbaut. vgl. [41] In Bezug auf die Höhe des Gesamtquerschnitts einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke hat es sich bewährt, wenn das Brettstapelholz etwa 60% der Gesamthöhe einnimmt. Für den Einbau sind Nadelhölzer in Form von Vollholz ab der Festigkeitsklasse C24 oder Brecht-schichtholz ab der Festigkeitsklasse GL24 und einer mittleren Holzfeuchte von rund 15% vorgesehen. Die mittlere Holzfeuchte in der Einbausituation entscheidet, abhängig von der Nutzungsklasse, über das Quell- und Schwindvermögen des Holzes bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte. Bei der Nutzungsklasse 1 (beheizte Innenräume), die im Rahmen dieser Arbeit in der Einbausituation berücksichtigt wird (weitere Erläuterung im Kapitel 5.2) liegt die Ausgleichsfeuchte bei 12%. Die Bauteile sind daher bis zum Schließen des Bauwerks grundsätzlich vor Fremdfeuchte zu schützen. Infolge ihrer primär einachsigen Tragwirkung können Brettstapelholzelemente näherungsweise nach der Balkentheorie bemessen werden. Um nach diesen Bemessungsregeln in der DIN EN 1995-1-1 vorgehen zu können, empfiehlt der Informationsdienst Holz Einfeldträger mit ungestoßenen Brettern und Bohlen zu verwenden. vgl. [47]

Nebeneinander angeordnete und miteinander verbundene Brettstapelholzelemente weisen bei gleicher Belastung und Spannweite eine geringere erforderliche Höhe als eine herkömmliche Holzbalkendecke auf und vermindern somit die resultierende Geschosshöhe. In Kombination mit einer möglichst schubsteif verbundenen Betonschicht kann durch Nutzung von Brettstapelholzelementen den zu erfüllenden Anforderungen an Geschossdecken im Hochbau, hinsichtlich Tragfähigkeit, Brand- und Schallschutz, wirtschaftlich entsprochen werden.

2.3.3 Konstruktionsbestandteil Schubverbindungsmittel/Schubverbundelement

Die meist verbreiteten Verbindungsmittel im Bereich des Holz-Beton-Verbunds sind Verbundschrauben, die in regelmäßigen Abständen, bzw. kontinuierlich auf dem Holzquerschnitt angeordnet werden und den Verbund zwischen Holz und Beton herstellen sollen. vgl.

[44] Bei Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken hat sich hingegen der Einsatz von punktuellen Schubverbindungen in Form von sog. Schubkerven bewährt. ^{vgl. [16]} Bei Schubkerven handelt es sich um ein, auf Formschluss basierendes, System, bei dem über die gesamte Breite des Holzbauteils verlaufende Vertiefungen bzw. Ausfräsungen mit dem Aufbeton ausgegossen werden. Dadurch entsteht eine mechanische Verzahnung zwischen den beiden Querschnittsteilen, durch die die Längsschubkraft über die Kontaktflächen der Kerven übertragen wird. Hinsichtlich ihrer Lastabtragung und ihres Versagens entsprechen Schubkerven im Bereich der Betonkomponente einer Konsole und im Bereich der Holzkomponente einem zimmermannsmäßigen Versatz.

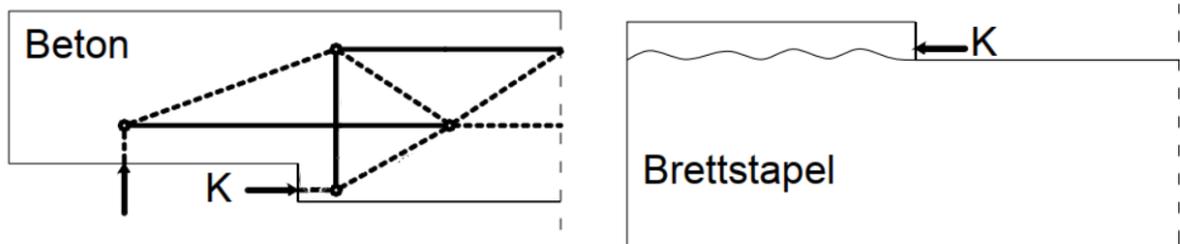


Abb. 2.7 Versagensstellen des Beton und den Brettstapelholzes

(Quelle: Michelfelder, B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kerven bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006, S. 53, modifiziert.)

Die zum Auflager hin befindlichen Kervenflanken erfahren dabei eine Druckbelastung, wogegen die Kervenflanken in Richtung Feldmitte durch Zugkräfte beansprucht werden. Infolgedessen können sich folgende Versagensformen einstellen: Der Beton und/oder das Holz kann an der druckbelasteten Kervenflanke durch mangelnde Druckfestigkeit versagen oder die Betonnocke kann gänzlich abscheren. Infolge der Längsschubkraft kann das Vorholz, d. h. der anzurechnende Abstand zwischen den Kerven unabhängig von der Kervertiefe, aufgrund der Schubbeanspruchung versagen.

Durch den Kontaktverbund verfügt der Verbundquerschnitt über eine hohe Steifigkeit und Tragfähigkeit, wodurch sich die Querschnittshöhe der Verbundkonstruktion, im Vergleich zu anderen Schubverbindungsmitteln, deutlich reduzieren lässt. ^{vgl. [32]} Im Hinblick auf Steifigkeit und Wirtschaftlichkeit des Tragwerks ist diese Art der Verbindung sehr effektiv, da sie sich handwerklich einfach herstellen lässt und ein ausgezeichnetes Verhältnis von Herstellungsaufwand zu mechanischem Nutzen aufweist. ^{vgl. [5]} Auf die Steifigkeit des

Schubverbindungsmittels wird in Kapitel 4.4 bei der Bemessung des Verbundmittels Kerve näher eingegangen.

Zum Zeitpunkt dieser Arbeit ist die Anwendung bzw. die Bemessung von Schubkerven noch nicht einheitlich in einer Norm geregelt. Es handelt sich hierbei daher um ein System ohne allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und der Einbau bedarf einer Zustimmung im Einzelfall. Um die Bemessung für Schubkerven zu vereinheitlichen und zu vereinfachen hat das Europäische Komitee für Normung einen Entwurf für die Erweiterung des Eurocode 5 erarbeitet (CEN/TS, [13]), der für die weitere Erläuterung der Ausführung der Kerven herangezogen wird. In der CEN/TS werden geometrische Anforderungen für die Schubkerven gegeben. So beträgt die Länge der Kerve mindestens 150 mm und die übliche Tiefe einer Kerve liegt zwischen 20 – 30 mm. Der Neigungswinkel der Kervenflanken kann im Bedarfsfall ebenfalls variiert werden. Darauf wird im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht detaillierter eingegangen.

Bei Schubkerven handelt es sich um sog. diskontinuierlich angeordnete Schubverbindungsmittel, was aus der abgestuften Anordnung selbiger hervorgeht. In der Baupraxis orientiert sich die Verteilung der Schubverbundelemente an dem Querkraftverlauf eines äquivalenten Verbundträgers mit starrem Verbund. In diesem Fall ergibt sich, sofern er Belastungen aus konstanten Streckenlasten erfährt, eine „dreiecksförmige Querkraftfläche“, die in die Anzahl der anzusetzenden Kerven in gleich große Teilflächen aufgeteilt wird. Dadurch ergibt sich eine enge Staffelung der Kerven in Auflagernähe, die sich dann in Richtung Trägermitte ausdünn. Mit der Anordnung der Schubverbindungsmittel in den jeweiligen Schwerpunkten dieser Teilflächen soll die größte effektive Biegesteifigkeit des Verbundträgers und eine gleichmäßige Auslastung der einzelnen Kerven erzielt werden. ^{vgl. [18]} Eine Mindestanzahl von Kerven wird in der CEN/TS nicht vorgeschrieben, allerdings reduziert sich die Einzelbelastung mit steigender Anzahl. Unter Berücksichtigung des Montageaufwandes und der zu überbrückenden Spannweite wird die Zahl von drei Kerven pro Träger-, bzw. Systemhälfte ab einer Spannweite von 6 m unter normaler Beanspruchung im Bereich des Wohn- oder Bürobaus empfohlen. ^{vgl. [4]}

Wegen ihrer hohen Werte in den Bereichen Steifigkeit und Tragfähigkeit findet der Einsatz von Kerven nicht nur im mehrgeschossigen Wohnungs- und Bürobau, sondern in letzter Zeit auch vermehrt bei Brücken in Holz-Beton-Verbundbauweise Anwendung. ^{vgl. [32]}



Abb. 2.8 Brettstapelholz-Beton-Verbundkonstruktion gemäß der Beschreibung von Kapitel 2.3
(Quelle: Winter, S.; Kreuzinger, H.; Mestek, P.: Teilprojekt 15 – Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. München, TU München. siehe auch [48])

2.3.4 Sonstige Konstruktionsbestandteile

Um abhebende Kräfte infolge der Lastexzentrizität aufnehmen zu können, kann es erforderlich sein eine Abhebesicherung in der Schubkerve anzuordnen. ^{vgl. [30]} Diese kann aus eingeklebten Verbundankern oder aus gewöhnlichen Holzschrauben bestehen, die abhängig von ihrem Auszieh Widerstand in bestimmten Abständen in das Brettstapelholzelement eingeklebt, bzw. eingeschraubt werden. ^{vgl. [27]} Aus ökonomischer und ökologischer Sicht empfiehlt sich die Verwendung von Schrauben, da sich diese einfacher in das Holz einarbeiten lassen und ohne die Verwendung von Kleber keine chemischen Zusätze ins Tragwerk eingebracht werden. Im Rahmen ihrer Dissertation führte Birgit Michelfelder Versuche durch, die unter der dort gegebenen Lastsituation zeigen, dass Schrauben keinen signifikanten Einfluss auf das Abheben der Betonschicht haben. Das entstehende Exzentrizitätsmoment infolge der Last wird, ihrer Ansicht nach, mit dem globalen Biegemoment des Betons überlagert und durch selbiges aufgenommen bzw. abgetragen. Die Schraube übt demnach keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf das Abheben der Betonschicht aus. ^{vgl. [30]} Obwohl die Schrauben laut [30] nicht nennenswert zum Tragverhalten des Verbundquerschnitts beitragen, hat sich in Versuchen der Universität Stuttgart hingegen gezeigt, dass bei Trägern mit Abhebesicherung durch Schrauben geringere Relativverschiebungen senkrecht zur Fuge

auftreten. Zusätzlich behindern die Schrauben Verformungen, die durch Schwinden des Betons beim Trocknen entstehen können. ^{vgl. [44]} Bei Einfeldträgern kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass durch eine aufstehende Wand eine unplanmäßige Einspannung entsteht. Damit besteht unter wiederkehrender Verkehrsbelastung prinzipiell die Gefahr, dass sich die Kerne aus dem Holz herausarbeiten und sich die Betonplatte vom Holz löst. ^{vgl. [40]} Die CEN/TS hat den Aspekt der Abhebesicherung daher ebenfalls aufgegriffen und gibt einen Durchmesser des Ankers oder der Schraube von mindestens 6 mm vor. ^{vgl. [13], [41]}

Die CEN/TS gibt mit einer wasserdichten Folie einen weiteren möglichen Konstruktionsbestandteil an. So wird bei der Verwendung von Ortbeton empfohlen, den Wassertransfer zwischen den beiden Baustoffen zu minimieren. Die Notwendigkeit einer Kunststoffolie wird allerdings in Fachkreisen kontrovers diskutiert, da Trocknungsversuche belegen, dass sich die Durchfeuchtung auf die ersten Millimeter des Holzquerschnitts beschränke und sich diese innerhalb weniger Tage wieder abbaue, sofern die Oberfläche des Holzes (mit Ausnahme der Innenbereiche der Schubkernen) gehobelt ist. ^{vgl. [44]} Die CEN/TS gibt ergänzend zur Kunststoffolie die Möglichkeiten an, den Beton mit entsprechenden Zusätzen zu versehen und/oder die Holzoberfläche vor dem Betonieren zu befeuchten. ^{vgl. [13]} Bei einer sichtbaren Untersicht der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke sollte jedoch nicht auf eine wasserdichte Trennschicht, wie z. B. eine Folie, verzichtet werden, da unter Umständen das Betonwasser durch die Fugen der Brettstapelholzelemente dringen und damit die Untersicht beeinträchtigen kann. ^{vgl. [39]}

2.4 Übersicht von Modellen zur statischen Bemessung

Aus dem Zusammenwirken der beiden Teilquerschnitte mit ihren unterschiedlichen Materialsteifigkeiten resultiert neben einer Biegebeanspruchung auch eine Normalkraftbeanspruchung in den einzelnen Schichten sowie eine Beanspruchung durch Schubkraft in der Verbundfuge. Dadurch beeinflusst die Steifigkeit des gewählten Verbindungsmittels das Tragverhalten des Verbundsystems derart, dass der Einfluss der Verbindungsmittel in der Berechnung der Schnittgrößen und der Verformung des Tragwerks berücksichtigt werden muss. ^{vgl. [27]} Die statische Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken kann, in Abhängigkeit des gewählten Verbindungsmittels, nach verschiedenen statischen Modellen erfolgen. Ein seit Jahren bewährtes Modell bietet der Eurocode 5 im Anhang B mit dem γ -Verfahren

Um Schnittgrößen von komplizierteren Systemen zu berechnen, die sich nicht auf Einfeldträgersysteme mit Gleichstreckenbelastung reduzieren lassen, kann das Schub-Analogie-Verfahren angewendet werden. Beim Schub-Analogie-Verfahren wird die Holz-Beton-Verbunddecke in zwei Träger (A und B) aufgeteilt, die, wie in Abb. 2.10 dargestellt, über die Bedingung der Verformungsgleichheit durch dehnstarre Pendelstäbe gekoppelt sind und dessen Abstand dem Schwerpunktabstand der Teilquerschnitte entspricht. vgl. [30]

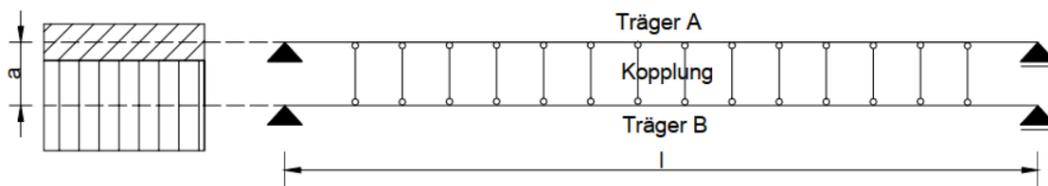


Abb. 2.10

Trägersystem nach dem Schub-Analogie-Verfahren

(Quelle: Michelfelder, B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006.)

Der Träger A stellt in diesem System die Biegesteifigkeit der beiden Teilquerschnitte Holz und Beton dar und mit dem Träger B wird die Verbundtragwirkung des Gesamtquerschnitts durch eine effektive Biegesteifigkeit erfasst. Die Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel wird durch eine effektive Schubsteifigkeit im Träger B berücksichtigt. Die Berechnung der Schnittgrößen im Träger A ergibt die Teilquerschnittsmomente, sowie die Querkraft der Teilquerschnitte Holz und Beton. Mithilfe des Trägers B lassen sich die aus der Verbundwirkung entstehenden Schnittkräfte bestimmen. Der Vorteil dieses Systems liegt in seiner allgemeinen Anwendbarkeit, da es sowohl für Biegeträger und Platten mit beliebiger Lagerung und unter beliebiger Belastung genutzt werden kann. Ähnlich wie bei dem zuvor erläuterten γ -Verfahren dürfen die Abstände zwischen den Verbindungsmitteln die doppelte Querschnittshöhe nicht überschreiten, da die Ergebnisse sonst durch das „Versmieren der Verbindungsmittel“ grobe Abweichungen beinhalten können. Korrigiert man die Schubsteifigkeit am Träger B in den Bereichen ohne Verbundmittel mit dem Faktor 0, so ist die Ermittlung der Schnittgrößen auch für diskontinuierlich angeordnete Verbindungsmittel mit einem Abstand größer der doppelten Querschnittshöhe möglich. Ein Beispiel hierfür sind die in Kapitel 2.3.3 beschriebenen Schubkernen.

In Anlehnung an das Beispiel der diskontinuierlich angeordneten Verbindungsmittel, wie bspw. Kernen, rückt ein weiteres Berechnungsmodell in den Vordergrund, das gerade für diese Anwendungsfälle eine elegante Variante zur Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen darstellt. Der Verbundquerschnitt wird dazu in seiner Form als Stabwerkmodell abgebildet, das die Verbindungsmittel durch eine effektive Biegesteifigkeit und ihre Position durch eine modellgetreue Positionierung berücksichtigt. Für die Bemessung von Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken mit einer Verbindung der Teilquerschnitte durch Schubker-ven ist dieses Modell sehr gut geeignet, weshalb es in dem entwickelten Bemessungstool Anwendung findet. Für diesen Zweck ist es zwingend erforderlich, dieses Modell näher zu erläutern. Um die Funktionsweise dieses, für die Bemessung im Bemessungstool grundlegenden, Modells zu verstehen, wird das Stabwerkmodell im Kapitel 3 gesondert dargestellt und erklärt.

Um die Übersicht der Modelle zur statischen Bemessung einer Holz-Beton-Verbunddecke zu komplettieren, wird abschließend auf die Berechnung mit Hilfe der Finite-Element-Methode hingewiesen. Bei diesem Verfahren wird die Holz-Beton-Verbunddecke mithilfe eines FE-Programms modelliert und die Schnittgrößen errechnet. Die Konstruktionsbestandteile werden in Abhängigkeit ihrer Materialeigenschaften sowie ihrer Biegesteifigkeit mit finiten Elementen modelliert. Die Besonderheit dieses Verfahrens besteht darin, dass sich Einflüsse, wie z. B. die Art des Verbindungsmittels, eine konzentrierte Lasteinleitung oder Kontaktprobleme zwischen den Konstruktionsbestandteilen in der Verbundfuge genauer als in den o. g. Verfahren berücksichtigen lassen. Der Berechnungsaufwand ist für Deckensysteme in den gewöhnlichen Anwendungsgebieten allerdings deutlich höher als bei den anderen genannten Verfahren, weshalb die Wirtschaftlichkeit dieses Bemessungsverfahrens infrage gestellt werden kann und es daher nicht weiter erläutert wird. vgl. [27], [42]

3 Das Stabwerkmodell als Grundlage zur Bemessung

Wird der Verbund bei einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke durch Kerven hergestellt, die nur an diskreten Punkten angeordnet sind und dessen Abstand größer als der doppelten Querschnittshöhe entspricht, eignet sich nach [18] das in Kapitel 2.4 eingeführte Stabwerkmodell besonders gut zur Ermittlung der Schnittgrößen und der Verformung des zu bemessenden Deckenbauteils. In den folgenden Unterkapiteln wird die Entwicklung des Modells und dessen Modellierung unter Berücksichtigung äußerer Einflüsse näher erläutert, um dadurch ein Grundverständnis für das Bemessungsverfahren zu schaffen, das in dem zu entwickelten Bemessungstool Anwendung findet.

3.1 Entwicklung und Modellierung des Modells

Aus Rationalisierungsgründen wird der Einsatz weniger und kostengünstiger Elemente zur Schubübertragung in der Verbundfuge zunehmend populärer, da sich der Aufwand beim Einbau, im Vergleich zu kontinuierlichen Verbindungsmitteln, erheblich reduziert. vgl. [18] Ein Beispiel für diese Elemente stellen punktuell angeordnete Schubkerven dar, die angepasst an den Schubfluss mit unterschiedlichen Abständen in den Randbereichen einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke, wie sie im Bemessungstool bemessen wird, angeordnet werden. Bekannte Rechenverfahren, die auf einem kontinuierlichen Schubverbund basieren wie z. B. dem γ -Verfahren, liefern bei der Anwendung von diesen diskontinuierlichen Verbindungsmitteln Ergebnisse, die die auftretenden Verbundmittelkräfte überschätzen. Der Grund dafür liegt in der Art der Berücksichtigung der Verbindungsmittel, die über einen effektiven Verbindungsmittelabstand verschmiert über die Systemlänge angenommen werden. Bei der Nutzung von Kerven als Schubkopplung reicht deren geringe Anzahl im System für die „verschmierte“ Annahme nicht aus. Vielmehr handelt es sich bei dieser Konstruktion um ein Verbundtragwerk, bei dem zwei homogene Teilquerschnitte durch punktuelle Schubkopplungen statisch verbunden werden und im Ganzen ein innerlich hochgradig statisch unbestimmtes System darstellt. Für eine sichere Bemessung von Verbundkonstruktionen mit punktuellen Schubkopplungen dieser Art empfiehlt die Fachliteratur in [18] die Anwendung des Stabwerkmodells. Dieses Modell ermöglicht durch die realitätsnahe Abbildung der Steifigkeitsverhältnisse und der Berücksichtigung der Verbindungsmittel in ihrer tatsächlichen Position eine ausreichend genaue Ermittlung der Schnittgrößen. vgl. [30], [37]

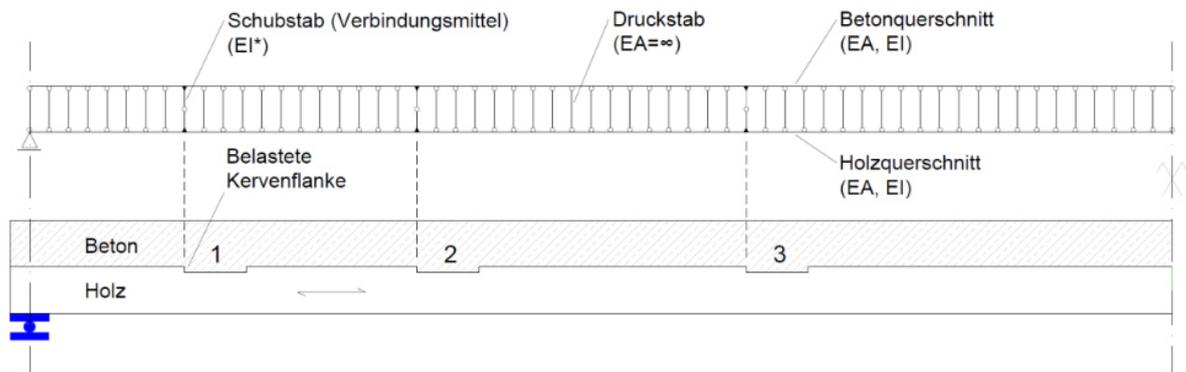


Abb. 3.1 Fachwerkmodell nach Rautenstrauch und Zeichnung einer entsprechenden HBV-Decke mit Kerven

(Quelle: Mönch, S.; Kudla, K.; Kuhlmann, U.: Holz-Beton-Verbundkonstruktionen mit Kerven - Tragfähigkeit und Steifigkeit. 9. Europäischer Kongress EBH 2016, 2016.)

In dem in Abb. 3.1 dargestellten Stabwerkmodell werden die Betonplatte und das Brettstapelholzelement durch Stabelemente in ihrer Querschnittlängsachse simuliert. Der Obergurt repräsentiert dabei die Betonplatte und der Untergurt die Holzkomponente. Diese beiden Stabelemente werden zur Erzielung gleicher Durchbiegungen in Längsrichtung an möglichst vielen Stellen durch dehnstarre Fachwerkelemente, bzw. Pendelstäbe, gekoppelt. Der Abstand der Kopplungsstäbe hat bei der Berechnung des Trag- und Verformungsverhaltens maßgeblichen Einfluss auf die Genauigkeit der Ergebnisse und sollte möglichst gering gewählt werden. Ein zu großer Abstand kann zu einem Überschätzen der Beanspruchung führen. ^{vgl. [27]} Für die Modellierung der Verbindungsmittel existieren zwei Möglichkeiten. Das Verbindungsmittel kann zum Einen als diagonaler Stab modelliert werden, über den die Querkräfte im Fachwerk übertragen werden. Allerdings weicht die reale Querkraftbeanspruchung mit diesem Verfahren von der errechneten Beanspruchung so weit ab, dass eine Modellierung durch Kragarme empfohlen wird. ^{vgl. [27]} Hierbei werden die Verbindungsmittel als Kragarme am Ober- und Untergurt an ihrer realen Position im System abgebildet, die sich in einem Momentengelenk in Höhe der Verbundfuge begegnen. Dieses Modell, das nach seinem Begründer Karl Rautenstrauch benannt wurde, erlaubt eine beliebige Lage der Verbindungsmittel und bildet außerdem die durch die exzentrische Schubkraftübertragung an den Schubverbundelementen entstehenden Momentensprünge, sowie die Sprünge im Normalkraftverlauf infolge der Schubkraftübertragung realistisch ab. ^{vgl. [18]}

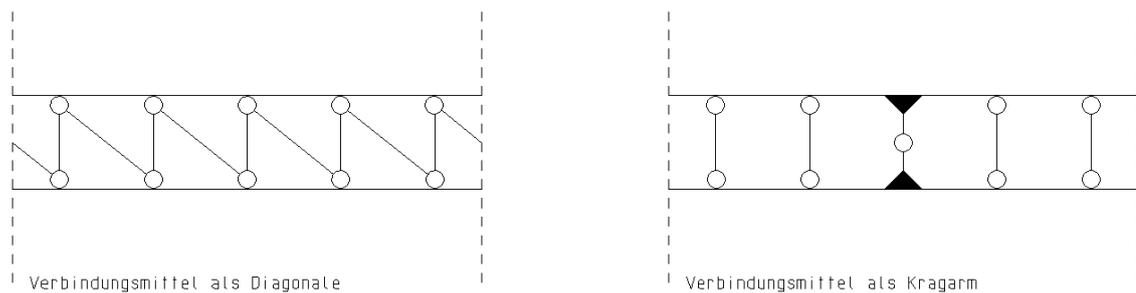


Abb. 3.2 Modellierung der Verbindungsmittel im Stabwerkmodell
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Schubnachgiebigkeit des Verbindungsmittels wird durch die Biegesteifigkeit der Kragarme dargestellt. Die Biegesteifigkeit des Kragarms hängt davon ab, ob die durch die Verbindungsmittel entstehende Lastexzentrizität eine klaffende Fuge im Bereich der Verbindungsmittel hervorruft. Aus dem Exzentrizitätsmoment resultieren in den unmittelbar an die Kragarme angrenzenden Pendelstäben Druckkräfte auf der lastabgewandten (zum Auflager) und Zugkräfte auf der lastzugewandten (innen) Seite. Durch die Kerbe allein können keine Zugkräfte in der Verbundfuge aufgenommen werden, weshalb sich an den lastzugewandten Kervenseiten eine geringe Fugenöffnung einstellen kann. Die entstehende Fugenöffnung wird auch als klaffende Fuge bezeichnet. Dieses Verhalten kann durch das Entfernen der zugbeanspruchten Fachwerkstäbe berücksichtigt werden. Die resultierende Veränderung der Abstände zwischen den Fachwerkstäben hat allerdings keinen Einfluss auf den Momentensprung und beeinflusst die Gesamtsteifigkeit kaum. Der Fehler, der bei Verzicht auf die Berücksichtigung der Fugenöffnung entsteht, kann daher unter baupraktischen Gegebenheiten als vernachlässigbar eingeschätzt werden. vgl. [18] Unter Vernachlässigung der klaffenden Fuge, d. h. unter Vernachlässigung der Verformung des Obergurts im Bereich der Verbindungsmittel infolge der exzentrischen Lasteinleitung, wird die Biegesteifigkeit des Kragarms mithilfe des in Abbildung 3.3 dargestellten statischen Ersatzsystems und der dargestellten Gleichung 3.1 unter Berücksichtigung des Verschiebungsmoduls der Kerbe K_S und der Lage der Verbundfuge, in Abhängigkeit der Stärken der Teilquerschnitte, im Gesamtsystem ermittelt.

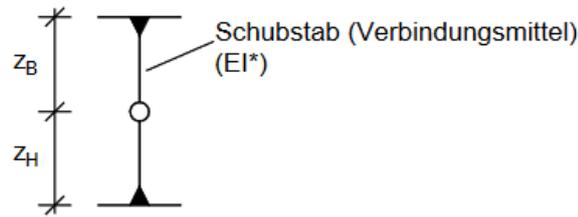


Abb. 3.3 Ersatzsystem des Verbindungsmittels als Schubstab nach Rautenstrauch

(Quelle: Mönch, S.; Kudla, K.; Kuhlmann, U.: Holz-Beton-Verbundkonstruktionen mit Ker-
 ven - Tragfähigkeit und Steifigkeit. 9. Europäischer Kongress EBH 2016, 2016.)

$$EI^* = \frac{K_S}{3} \cdot (z_B^3 + z_H^3)$$

Gl. 3.1 Biegesteifigkeit des Kragarms unter Vernachlässigung der klaffenden Fuge

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; St. Lehmann et al.: Modellierung von diskontinuierlich
 verbundenen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen / Teil 1: Kurzzeittragverhalten. In: Bau-
 technik 80 (2003), Heft 8, S. 534-541.)

Das Eigengewicht der einzelnen Komponenten wird entsprechend ihrer Wichte jeweils dem Ober- bzw. Untergurt zugewiesen. Zusätzlich wird der Obergurt mit den ständigen Lasten aus dem Ausbau und den nicht-ständigen Lasten aus Verkehr oder Nutzung entsprechend der Nutzlasten nach der DIN EN 1991-1-1/NA (Eurocode 1, [10]) belastet. Ein praktischer Vorteil der Modellierung mit dem Stabwerk nach Rautenstrauch ergibt sich aus der realitätsnahen Eingabe der Deckenparameter, wodurch die bemessungsrelevanten Schnittkraftverläufe und die Durchbiegung des Gesamtsystems ohne zusätzliche Umrechnung direkt am Modell abgebildet werden. Die Beanspruchung der Teilquerschnitte lässt sich am Ober- bzw. Untergurt ablesen und die Querkräfte an den Kragarmen, die die Verbindungsmittel modellieren, entsprechen den aufzunehmenden Kräften, die über die Kerwen übertragen werden müssen. Die Bemessung der Teilquerschnitte und der Schubverbindung erfolgt mit dieser Grundlage über die lokalen Nachweise der jeweiligen Normen bzw. Vorgaben. vgl. [36], [44] Weitere Informationen zur Nachweisführung werden in Kapitel 4 gegeben und erläutert.

3.2 Berücksichtigung von Kurz- und Langzeiteinflüssen

Bei Holz-Beton-Verbunddecken sind alle beteiligten Baustoffe einem individuellen, zeitabhängigen Verformungsverhalten unterworfen, das durch ihr jeweiliges Kriech- und

Schwindverhalten beeinflusst wird. Diese rheologischen Eigenschaften dürfen bei der Bemessung eines Verbundtragwerks weder im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG), noch im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) vernachlässigt werden, da mit ihnen Spannungs- und Schnittgrößenumlagerungen einhergehen, die sowohl die Gebrauchstauglichkeit, als auch die Standsicherheit über die Belastungsdauer maßgeblich indoktrinieren. In den Normen sind lediglich Festlegungen zum Langzeitverhalten der einzelnen, isoliert betrachteten Werkstoffe zu finden, weshalb die CEN/TS unter Berücksichtigung der Erkenntnisse von Jörg Schänzlin aus [40] ein Verfahren zur Erfassung der Langzeiteinflüsse empfiehlt, das auf dem sog. γ -Verfahren aus der DIN EN 1995-1-1 Anhang B basiert. Da das Ziel der Arbeit jedoch darin besteht ein Bemessungstool auf Grundlage des Stabwerkmodells zu erstellen, ist es sinnvoller die Kurz- und Langzeiteinflüsse in Abstimmung mit der Theorie des Schöpfers dieses Modells zu erfassen. Die Berücksichtigung der Kurz- und Langzeiteinflüsse basiert deshalb im Rahmen dieser Arbeit auf den Empfehlungen und Erkenntnissen aus [36] und [17] von Karl Rautenstrauch.

3.2.1 Schwinden des Betons

Mit dem Begriff Schwinden wird die Verkürzung des unbelasteten Betons während des Austrocknens beschrieben, welche in Abhängigkeit von der Umgebungsfeuchte, den Bauteilabmessungen und der Betonzusammensetzung unterschiedlich stark ausfallen kann. Im Fall der Holz-Beton-Verbunddecke wird die relative Verkürzung der Betonplatte durch den Verbund mit dem Holzquerschnitt behindert. Dies führt zu einer Abnahme der Normalkraft im Betonquerschnitt, da aus der Verkürzung eine Abnahme der Druckkraft im Beton und der Zugkraft im Holz resultiert. Nimmt die Normalkraft ab, reduziert sich die Belastung der Verbindungsmittel, da diese von der Differenz der Normalkräfte in den Teilquerschnitten abhängt. Das begründet sich durch den Zweck der Verbindungsmittel, der das „Kurzschließen“ der Druckkraft im Beton und der Zugkraft im Holz beinhaltet. Da die Kräfte in den jeweiligen Schwerpunkten wirken, bildet sich in beiden Teilquerschnitten ein positives Biegemoment. Bei einer konstanten äußeren Belastung bedeutet das eine Zunahme des Biegemoments im Holzquerschnitts. ^{vgl. [27]} Durch das Schwinden entzieht sich der Beton seiner Druckbelastung, sodass sein Anteil am Lastabtrag abnimmt und ein größerer Teil als

Das Stabwerkmodell als Grundlage zur Bemessung

Biegung abgetragen werden muss, sodass die Verformung des Gesamtbauteils zunimmt. vgl. [40, 46]

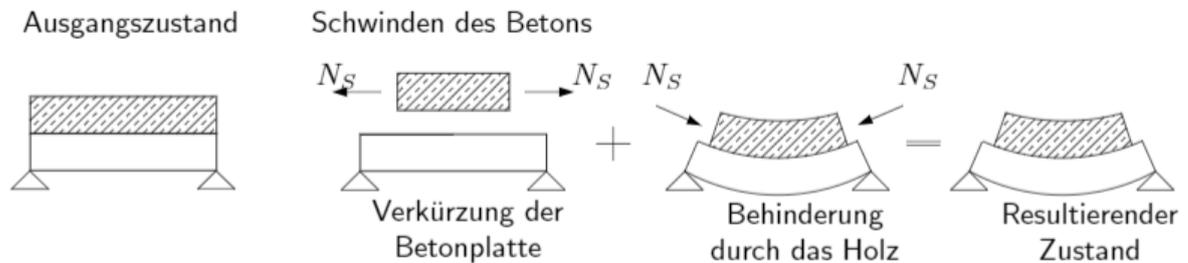


Abb. 3.4 Auswirkungen des Schwindens

(Quelle: Schänzlin, J.: Ausblick auf die zukünftige Bemessung von Holz-Beton- Verbunddecken, VPI-Arbeitstagung in Baden-Baden, 2017, S.5)

Da die Effekte des Schwindens denen eines gleichmäßigen Temperatureinflusses sehr ähnlich sind, wird in [17] vorgeschlagen das Schwinden mithilfe einer äquivalenten Temperaturbelastung zu berücksichtigen. Aus dem Endschwindmaß ε_{cs} und der Wärmedehnzahl α_T für Normalbeton errechnet sich die erforderliche Temperaturdifferenz ΔT , die dem Einfluss des Betonschwindens gleichgesetzt werden kann.

$$\Delta T = \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha_T}$$

Gl. 3.2 Temperaturdifferenz zur Berücksichtigung des Betonschwindens

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 700.)

Das Endschwindmaß ε_{cs} wird unter Einbeziehung der Trocknungsschwinddehnung und der autogenen Schwinddehnung nach den Vorgaben der DIN EN 1992-1-1, 3.1.4 (Eurocode 2 [11], Abschnitt 3.1.4) ermittelt. vgl. [11] Die Wärmedehnzahl α_T für Normalbeton kann nach EC2-1-1, 3.1.3 (5) mit $\alpha_T=1,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ angesetzt werden.

3.2.2 Kriechen des Betons

Das Kriechen des Betons wird bei einem reinen Stahlbetonbauteil durch die Reduktion des E-Moduls erfasst, welche auf der Endkriechzahl φ basiert. Die Endkriechzahl bildet in

Abhängigkeit des Betonalters zu Belastungsbeginn, der wirksamen Querschnittsdicke und des verwendeten Zements näherungsweise das Kriechverhalten des Betons über die Belastungsdauer ab und wird anhand dieser Parameter mit Hilfe des Eurocode 2 (EC2-1-1, 3.1.4 (2)) bestimmt. vgl. [15] Dieses Verfahren ist anwendbar, da in dem Fall nur einer der beiden Verbundpartner Beton und Stahl ein ausgeprägtes Kriechverhalten besitzt. Da bei einem Holz-Beton-Verbundtragwerk beide Verbundpartner ein ausgeprägtes Kriechverhalten aufweisen und die Kriechprozesse des Betons und des Holzes zeitgleich ablaufen, beeinflussen sich diese und der Fall des reinen Betonkriechens wird nicht erreicht. Wird der Betonquerschnitt am Kriechen behindert, was durch den Verbund mit dem Holz beispielsweise der Fall ist, darf das Kriechen des Betons nicht ohne Weiteres berücksichtigt werden. In dem Fall wird die Kriechverformung als Relaxation bezeichnet, welche mittels einer effektiven Kriechzahl berücksichtigt werden kann, die vom reinen Kriechfall deutlich abweicht. Im Zusammenspiel mit dem Holz läuft allerdings auch der Relaxationsprozesses des Betons nicht so ab, wie es das Materialverhalten des Eurocode 2 für eine derartige Bemessung vorgibt, da die Steifigkeiten des Holz- und des Betonquerschnitts endliche Werte aufweisen und damit stets eine Verformung einhergeht. vgl. [40] Die gegenseitige Beeinflussung der beiden Baustoffe wird durch zeitabhängige Spannungsumlagerungen innerhalb des Verbundtragwerks deutlich, die im Beton einen Zwischenzustand zwischen reinem Kriechen und reiner Relaxation erzeugen. Die Abhängigkeit der beiden Querschnittsteile ist in den, für beide Fälle, angewendeten Materialkriechzahlen nicht enthalten und muss deshalb für den Zeitpunkt $t=\infty$ mit einer effektiven Verbundkriechzahl abgebildet werden. Mithilfe der Verbundkriechzahl $\varphi_{Verbund}$ lässt sich mit Gleichung 3.3 der Modifikationsfaktor m_B bestimmen, mit dem der effektive E-Modul ermittelt werden kann (siehe Gl. 3.5). Durch die Spannungsumlagerungen vom Betonquerschnitt hin zum Holzquerschnitt wird die Beanspruchung infolge des Kriechens im Betonquerschnitt abgebaut. Da bei statisch bestimmt gelagerten Deckensystemen die resultierenden Gesamtschnittgrößen konstant bleiben, führt dieser Abbau zu einer erhöhten Beanspruchung des Holzes.

$$m_B = \frac{1}{1 + \varphi_{Verbund}} = \frac{1}{1 + k_L \cdot \varphi_{Beton}}$$

Gl. 3.3 Modifikationsfaktor m_B für den E-Modul des Betons zur Erfassung des Kriechverhaltens

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 699.)

Die Verbundkriechzahl $\varphi_{Verbund}$ setzt sich nach [17] vereinfachend als Produkt aus den Faktoren der Endkriechzahl φ des Betons und dem lastabhängigen Verbundfaktor k_L zusammen. Die Endkriechzahl φ kann beispielsweise, unter der Voraussetzung, dass die Ausnutzung der zulässigen charakteristischen Betondruckspannung zum Zeitpunkt des Belastungsbeginns höchstens 45% beträgt, mit der Abbildung 3.5 unter Berücksichtigung der o. g. Abhängigkeiten und der Annahme eines Einbaus in einem trockenem Raum mit einer relativen Luftfeuchte von 50%, wie es im Holzbau der Nutzungsklasse 1 zugeordnet wird, graphisch ermittelt werden. Der Verbundfaktor k_L bildet das lastabhängige Kriechverhalten ab und reduziert den reinen Kriechfaktor entsprechend den einwirkenden Lastanteilen. Verformungen des Tragwerks infolge Kriechen resultieren im Wesentlichen aus ständig wirkenden Lasten, bspw. aus Eigengewicht der Konstruktion oder den Lasten aus dem Ausbau, und sind deshalb vom Anteil der ständigen Last g an der Gesamlast, bestehend aus den ständigen Lasten und den nicht-ständigen bzw. veränderlichen Lasten q , abhängig. Zusätzlich zur ständig wirkenden Last beeinflussen Verkehrs- bzw. Nutzlasten anteilig die Kriechverformung des Verbundtragwerks. Besonders der Nutzlastanteil aus nicht-tragenden Wänden und Einrichtungsgegenständen muss als quasi-ständig wirkend angesehen werden. Mithilfe des Eurocode 0 und des Eurocode 1 lässt sich der Anteil dieser quasi-ständigen veränderlichen Lasten, die das Kriechverhalten ebenfalls beeinflussen, durch den Kombinationsbeiwert ψ_2 abschätzen. vgl. [31] Für die Nutzlastkategorien A und B lässt der Eurocode 0 für diesen Anteil beispielsweise eine Abschätzung von 30% ($\psi_2=0,30$) der Nutzlast zu. vgl. [10, 14, 17]

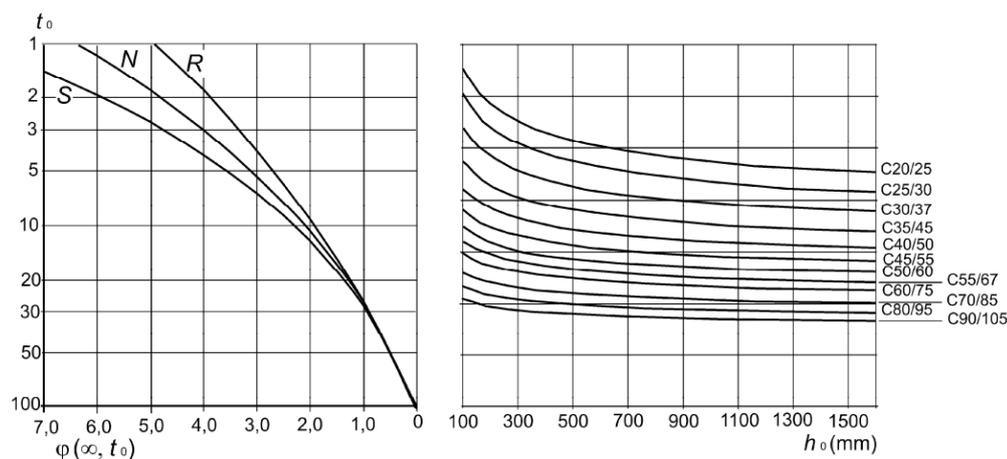


Abb. 3.5 Endkriechzahl φ für trockene Innenräume und relativer Luftfeuchte von 50%

(Quelle: DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau. Ausgabe 2011, Abschnitt 3.1.4 Bild 3.1.a.)

Die lastabhängigen Effekte der hygrothermischen Langzeitbetrachtung können für die Ermittlung der Schnittgrößen im Lastfall Volllast (ständige Last g und veränderliche Last q) für den Zeitpunkt $t=\infty$, mit der Unterstellung der näherungsweise Gültigkeit des Boltzmann'schen Superpositionsprinzips, mit dem Faktor k_L erfasst werden. Der Faktor k_L lässt sich auf dieser Basis durch die Gleichung 3.4 bestimmen. vgl. [17, 29]

$$k_L = \frac{g}{(g + q)} + \psi_2 \cdot \frac{q}{(g + q)}$$

Gl. 3.4 Lastabhängiger Verbundfaktor k_L

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 699, modifiziert nach [31].)

Mit dem Modifikationsfaktor m_B lässt sich der E-Modul des Betons so reduzieren, dass das Kriechverhalten des Betons im Holz-Beton-Verbundquerschnitt ausreichend genau dargestellt werden kann. Der effektive E-Modul des Betons lässt sich zusammenfassend durch die in Gleichung 3.5 dargestellte Beziehung darstellen.

$$E_{Beton,eff} = m_B \cdot E_c = \frac{E_c}{1 + k_L \cdot \varphi_{Beton}}$$

Gl. 3.5 Effektiver E-Modul des Betons zur Berücksichtigung des Kriechverhaltens zum Zeitpunkt $t=\infty$

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 699, modifiziert.)

Das erläuterte Verfahren zur Erfassung der Kriecheigenschaften des Betons in einem Holz-Beton-Verbundtragwerk beruht auf der Annahme, dass der Druckbereich in Anlehnung an den Eurocode 2 als elastisch-ideal plastisch und im Zugbereich als ideal elastisch abgebildet werden kann. Demnach wird für die Anwendung dieses Verfahrens nach Rautenstrauch vorausgesetzt, dass der Beton infolge sämtlicher Einwirkungen im Zugbereich nicht aufreißt. In [17] wird von genaueren Untersuchungen berichtet, die diese Annahme für weite Bereiche der Betondeckschicht bestätigen, da die resultierenden Randspannungen die zulässige Betonzugspannung für unbewehrten Beton nicht überschreiten. Lediglich in Bereichen, die durch die lokale Krafteinleitung der Verbindungsmittel gestört werden, kann die Randspannung die aufnehmbaren Zugspannungen des unbewehrten Betons überschreiten. Da an

diesen Stellen jedoch stets eine Mindestbewehrung einzulegen ist, werden die Zugspannungen durch diese Zugbewehrung aufgenommen und der entstehende Fehler, der durch diese Näherung entsteht, kann vernachlässigt werden. vgl. [17]

3.2.3 Kriechen und Feuchteänderung des Holzes

Ähnlich wie der Beton verfügt auch Holz über ein ausgeprägtes Kriechverhalten, das je nach Art und Höhe der Belastung, klimatischer Beanspruchung sowie der daraus resultierenden Änderung der Holzfeuchte die Verformung des Querschnitts über die Belastungsdauer unterschiedlich stark beeinflussen kann. Die Auswirkungen des Kriechens äußern sich durch eine zeitabhängige Zunahme der Verformung eines Bauteils, die häufig bei älteren Holzkonstruktionen augenscheinlich erkennbar ist. Durch die gegenseitige Einflussnahme der beiden Verbundpartner hinsichtlich ihres Kriechverhaltens und der daraus resultierenden Spannungsumlagerung, kann vergleichbar mit der Berücksichtigung des Betonkriechens nicht auf den Verformungsbeiwert k_{def} des Eurocodes 5 für den isoliert betrachteten Werkstoff zurückgegriffen werden. Durch den Prozess des Kriechens entzieht sich das Holz je nach Ausprägungsgrad des Kriechverhaltens einem Teil seiner Beanspruchung, so dass ein Teil der zuvor umgelagerten Spannungen aus dem Beton wieder zurück umgelagert wird. vgl. [27] Aus diesem Grund wird das Kriechverhalten des Holzes analog zu dem des Betons durch eine Reduktion des E-Moduls abgebildet. Der E-Modul des Holzes wird dafür mit dem Modifikationsfaktor m_H abgemindert.

$$m_H = \frac{1}{1 + k_L \cdot (\varphi_{Holz,ve} + \varphi_{Holz,ms})}$$

Gl. 3.6 Modifikationsfaktor m_H für den E-Modul des Holzes zur Erfassung des Kriechverhaltens

(Quelle: Schänzlin, J.: Eurocode 5:2022 - Zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken.
 In: Tagungsband Karlsruher Tage 2018 - Holzbau. Forschung für die Praxis. Karlsruhe, 04.
 Oktober - 05. Oktober 2018 (2018), S. 98)

Der Modifikationsfaktor m_H berücksichtigt zum einen den lastabhängigen Verbundfaktor k_L , dessen Bedeutung bereits im Kapitel 3.2.2 erläutert wurde, und zum anderen die viskoelastischen und mechano-sorptiven Kriechanteile des Holzes mit den Variablen $\varphi_{Holz,ve}$ und $\varphi_{Holz,ms}$. Der viskoelastische Anteil stellt das lastabhängige Kriechverhalten dar und hängt von der Lastgeschichte eines Tragwerks ab. Mit Viskoelastizität wird das Verhalten eines

Feststoffs bezeichnet, das durch teilweise elastische und teilweise viskose Reaktionen geprägt ist und dessen Dehnung unter Belastung über die Zeit zunimmt, sich jedoch bei Entlastung nach einer bestimmten Zeit um den viskoelastischen Teil auf den Anteil der plastischen Dehnung zurückbildet. Der viskoelastische Charakter des Holzes beeinflusst demnach die Kenngrößen für ein elastisches Verhalten, z. B. den E-Modul, sowie die Festigkeit des Baustoffs in Abhängigkeit der Zeit. Mit Verwendung des empirischen Kriechansatzes nach Becker kann, unter Berücksichtigung der Gebrauchs- und Nutzungsklasse des Holzes, der Kriechfaktor $\varphi_{Holz,ve}$ der Norm entnommen werden. ^{vgl. [17, 34, 1]} Zu diesem Teil des Kriechfaktors addiert sich der Anteil aus mechano-sorptivem Kriechen, das primär durch die Holzfeuchte beeinflusst wird. Durch die diffusionsoffene Struktur des Holzes ist der Baustoff in der Lage, entsprechend der umgebenden Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur, Feuchtigkeit aufzunehmen oder abzugeben. Bei gleichbleibender Einbausituation stellt sich nach einiger Zeit eine dem Umgebungsklima entsprechende Gleichgewichtsholzfeuchte ein. Um dieses spannungsunabhängige Verhalten zu berücksichtigen, wird der Faktor $\varphi_{Holz,ms}$ in [17] mithilfe eines eigens dafür angefertigten EDV-Programms ermittelt, indem die Holzfeuchteverteilung des Querschnitts über die Zeit aufgezeigt wird und sich anhand der erworbenen Daten die Änderungen der Dehnung infolge des mechano-sorptiven Kriechens bzw. des Quellen und Schwindens Holzes aufzeigen lassen. Für den Bemessungszeitpunkt $t=\infty$ ergibt sich dadurch ein anzusetzender Kriechfaktor $\varphi_{Holz,ms}=0,40$. Für die Simulation der Holzfeuchteverteilung wird das Einbringen einer Trennschicht in Form einer Folie vorausgesetzt, sodass eine Befeuchtung der Holzschicht durch den Frischbeton vermieden werden kann. Eine Befeuchtung des Holzes kann den Kriechprozess fördern und dadurch die Durchbiegung des Verbundtragwerks vergrößern. Wie in Kapitel 2.3.4 ist die Notwendigkeit einer wasserdichten Trennschicht in der Verbundfuge umstritten. Nach [39] kann der Einfluss der Holzbefeuchtung auf das Kriechverhalten aufgrund seiner geringfügigen Auswirkungen auf die Zunahme der Verformung vernachlässigt werden. Die Notwendigkeit einer wasserdichten Trennschicht, wie bspw. einer Folie, in der Verbundfuge ist demnach nicht unbedingt gegeben. ^{vgl. [39]} Werden die Ansätze von [17] und [39] kombiniert, hat die Trennwirkung der Folie keinen Einfluss auf den mechano-sorptiven Kriechanteil und der anzusetzende Kriechfaktor $\varphi_{Holz,ms}$ ändert sich bei gleichem Bemessungszeitpunkt und gleicher Nutzungsklasse nicht.

Die Beziehung zwischen dem E-Modul des Holzes zu Beginn der Belastung und dem effektiven E-Modul, mit dem das Kriechverhalten berücksichtigt wird, kann mithilfe des Modifikationsfaktors m_H wie in Gleichung 3.7 dargestellt werden. vgl. [17]

$$E_{H,eff} = m_H \cdot E_H = \frac{E_H}{1 + k_L \cdot (\varphi_{Holz,ve} + \varphi_{Holz,ms})}$$

Gl. 3.7 **Effektiver E-Modul des Holzes zur Berücksichtigung des Kriechverhaltens zum Zeitpunkt $t=\infty$**

(Quelle: Schänzlin, J.: Eurocode 5:2022 - Zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken. In: Tagungsband Karlsruher Tage 2018 - Holzbau. Forschung für die Praxis. Karlsruhe, 04. Oktober - 05. Oktober 2018 (2018), S. 98, modifiziert.)

Zur Nutzung der Gleichung 3.7 sollen nach Empfehlung von [17] die klimatischen Randbedingungen der Nutzungsklasse 2 für das Verbundbauteil eingehalten werden. vgl. [17, 19, 37] Diese Randbedingungen wurden bei der Entwicklung des Bemessungstools, das im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurde, durch die Festlegung des Anwendungsbereiches in der Nutzungsklasse 1 eingehalten. Die Nutzung dieses Ansatzes liefert damit Schnittgrößen und Verformungen, die für die Bemessung auf der sicheren Seite liegen. In [40] wird in Bezug zum Einfluss der Nutzungsklassen des Holzes darauf hingewiesen, dass Temperaturänderungen und Auswirkungen der Feuchteänderung in der Nutzungsklasse 1, bezogen auf den Konstruktionsbestandteil Holz, vernachlässigt werden dürfen. Eine garantierte Aufnahme dieser Vereinfachung in die endgültige Form des neuen Anhangs im Eurocode 5 wird allerdings nicht in Aussicht gestellt. vgl. [40]

3.2.4 Einfluss des Langzeitverhaltens von Beton und Holz auf die Verbindungsmittel und die gesamte Konstruktion

Bevor der Kriechprozess in den Konstruktionsbestandteilen Holz und Beton beginnt, d. h. zum Zeitpunkt $t=0$, überträgt das dem Auflager am nächsten liegende Verbindungsmittel (Verbindungsmittel 1) die größte Schubkraft. Aufgrund des Kriechens und Schwindens der Teilquerschnitte und der resultierenden Umlagerung der Spannungen innerhalb des Verbundquerschnitts lagert sich die Verteilung der zu übertragenden Schubkraft zwischen den Kernen um. Durch diese Umlagerung wird die auflagernahe Kerne entlastet und die Schubkraftübertragung konzentriert sich auf die innen liegenden Kernen, von denen die „mittlere“

Kerve (Verbindungsmittel 2), sofern drei Kerven pro Trägerhälfte angeordnet sind, zum Zeitpunkt $t=\infty$ die größte Belastung erfährt. Allerdings zeigt die Simulation des Langzeitverhaltens in [17], beispielhaft in Abbildung 3.6 dargestellt, dass keines der Verbindungsmittel zum Zeitpunkt $t=\infty$ eine größere Schubkraft erfährt, als die auflagnächste Kerve (Verbindungsmittel 1) zum Zeitpunkt $t=0$. vgl. [17]

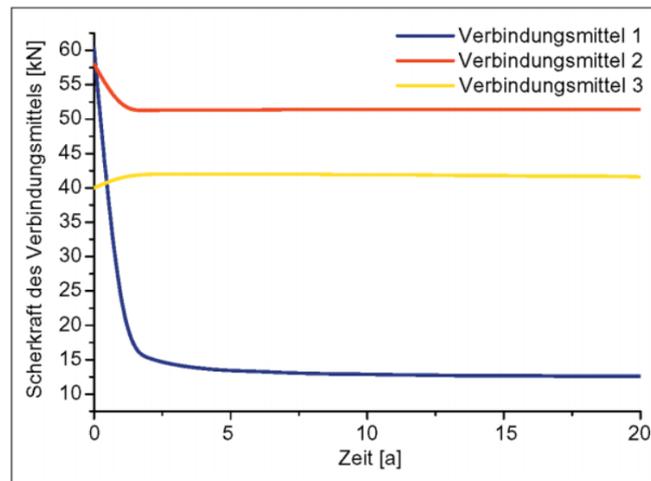


Abb. 3.6 Schubkraft in den Verbindungsmitteln in Abhängigkeit der Zeit

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 698, modifiziert.)

Durch die örtlich konzentrierte Lasteinleitung der Längsschubkraft kriechen das Holz und der Beton im Bereich der Verbindungsmittel verstärkt. Die Steifigkeit der Verbindungsmittel muss deshalb ebenfalls zeitabhängig betrachtet werden. Die Ausprägung des Kriechens im Bereich der Verbindungsmittel hängt stark von der Art der Lasteinleitung ab und im Fall der Kerve handelt es sich um eine flächige Lasteinleitung, bei der Kriechverformungen im Bereich der Verbindungsmittel nur geringfügig auftreten. vgl. [27] Im Rahmen dieser Arbeit werden sie aus diesem Grund nicht weiter berücksichtigt.

Die zu erwartende Gesamtdurchbiegung des Verbundtragwerks weist laut [17] durch den Vergleich des Verlaufs der Durchbiegung (für unterschiedliche Verschiebungsmodule von Verbindungsmitteln) eine Abhängigkeit zur Steifigkeit der Verbindungsmittel auf. Mit steigender Verbindungsmittelsteifigkeit nimmt die Gesamtdurchbiegung ab. Da der Zuwachs der Durchbiegung infolge zeit- und feuchteabhängiger Einflüsse stetig zu nimmt (siehe Kapitel 3.2.1 – 3.2.3), lässt sich daraus schließen, dass die Einflussnahme des hygrothermischen

Langzeitverhaltens der Teilquerschnitte mit zunehmender Steifigkeit der Verbindungsmittel steigt. vgl. [17]

Dass das Kriech- und Schwindverhalten des Betons, sowie das Verhalten des Holzes infolge Kriechen und Feuchteänderung nicht nur Einfluss auf die Durchbiegung des Verbundtragwerks, sondern auch auf die resultierenden Schnittgrößen innerhalb des Verbundquerschnitts hat, zeigt die Langzeitsimulation einer Holz-Beton-Verbunddecke in [17]. Hier wurde die Veränderung des Normalkraft- und des Biegemomentenverlaufs in einem Zeitraum von 20 Jahren simuliert. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Ergebnisse vom fiktiven Zeitpunkt $t=\infty$ vernachlässigbar gering vom Zeitpunkt $t=20$ Jahre abweichen, weshalb die Ergebnisse beider Zeitpunkte gleichgesetzt werden können. Das Ergebnis dieser Simulation wird in Abbildung 3.7 dargestellt und zeigt die deutliche Veränderung der Schnittgrößen zu den zwei unterschiedlichen Zeitpunkten. Die Normalkraft, die aus Gleichgewichtsgründen in beiden Teilquerschnitten betragsmäßig immer gleich sein muss, wird nach 20 Jahren im Vergleich zum Anfangszustand etwas abgebaut (siehe Abb.3.7 links). Diese Entwicklung bestätigt den Ansatz des Betonschwindens im Kapitel 3.2.1, der eine Abnahme der Normalkraft infolge des Schwindvorgangs berücksichtigt. Durch die, in Kapitel 3.2.2, erläuterte Spannungsumlagerung zwischen den beiden Teilquerschnitten, die aus dem Kriechverhalten beider Materialien resultiert, lagert sich das Biegemoment deutlich auf das Holz um, wogegen sich der Anteil des Betonquerschnitts nur geringfügig ändert. vgl. [17]

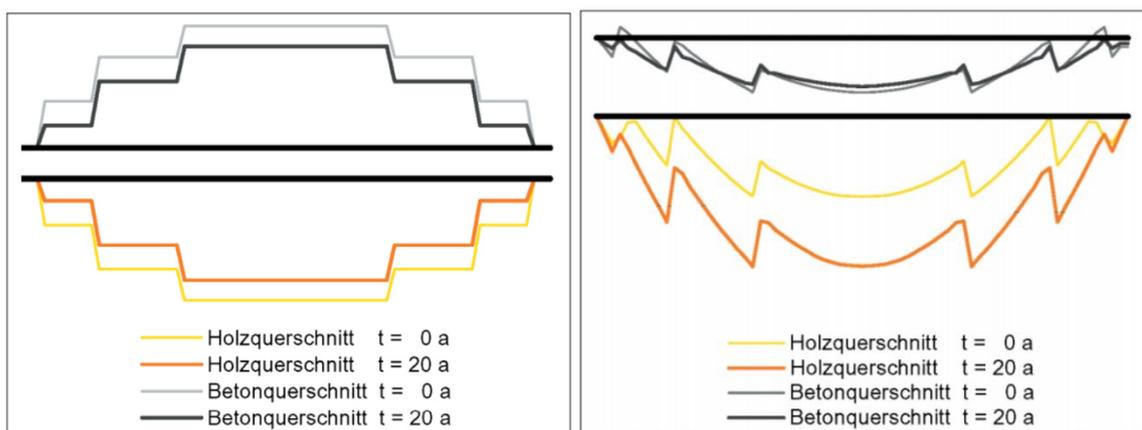


Abb. 3.7 Normalkraftverlauf (links) und Biegemomentenverlauf (rechts) über die Feldlänge zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. In: Bautechnik 80 (2003), Heft 10, S. 697, modifiziert.)

Der enorme Einfluss des Schwind- und Kriechverhaltens der beiden Teilquerschnitte auf die Verformung des Verbundbauteils und auf die Schnittgrößen, die die Grundlage der Bemessung darstellen, zeigt, dass es sich bei beiden Verbundpartnern um Werkstoffe handelt, die einem ausgeprägten Kriechverhalten unterworfen sind. Aus diesem Grund müssen bei der Bemessung i. d. R. die Zeitpunkte $t=0$ und $t=\infty$ berücksichtigt werden. ^{vgl. [41]} Besäßen die Konstruktionsbestandteile unterschiedliche Endkriechzahlen, d. h. unterschiedliche Kriechbeiwerte, aber eine zeitlich affine Entwicklung, wäre die Untersuchung der beiden Zeitpunkte hinlänglich ausreichend. Bei Holz-Beton-Verbundkonstruktionen weisen beide Materialien allerdings sowohl unterschiedliche Kriechzahlen, als auch eine unterschiedliche zeitliche Entwicklung auf. Die Entwicklung der Kriechzahlen wird in Abbildung 3.8 auf ihren Endwert normiert gegenüber gestellt. In der Zeitspanne von $t=3-7$ Jahre kriecht der Beton deutlich stärker als das Holz. Das Steifigkeitsverhältnis vom Holz zum Beton nimmt in diesem Zeitraum zu, wodurch insbesondere das Biegemoment im Holz, gemäß der Faustregel „Steifigkeit zieht Kräfte an“, ebenfalls zunimmt. Innerhalb des Zeitraums von 3-7 Jahren entwickeln sich die Kriechzahlen beider Querschnitte annähernd konstant, wodurch keine wesentlichen Schnittgrößen umgelagert werden. Da der Kriechprozess des Betons nach Ablauf dieses Zeitraums größtenteils als abgeschlossen betrachtet werden kann (erkennbar an der Annäherung der Kriechzahl des Betons an den Endwert in Abb. 3.8), sinkt das o. g. Steifigkeitsverhältnis, woraus eine erneute Umlagerung der Belastungen resultiert. Der Betonquerschnitt nimmt infolgedessen wieder mehr Belastungen auf, wodurch der Holzquerschnitt entlastet wird. ^{vgl. [40, 41]} Aufgrund dieser Erkenntnis kann es in Einzelfällen nicht immer ausreichend sein, den Verbundquerschnitt zur Bemessung nur zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ zu betrachten. Durch die unterschiedliche zeitliche Entwicklung können maßgebende Zwischenzustände entstehen, in denen das Holz insbesondere im Grenzzustand der Tragfähigkeit eine höhere Belastung erfährt als zu den standardmäßigen bemessungsrelevanten Zeitpunkten. Durch die Schnittgrößenumlagerung auf den Holzquerschnitt in der Zeitspanne $t=3-7$ Jahre erfährt das Holz in diesem Zeitraum höhere Belastungen, die zu bemessungsrelevanten Zwischenzuständen im GZT führen können und berücksichtigt werden sollten. Durchgeführte Versuche belegen hingegen, dass für die Dimensionierung der Querschnitte von Holz-Beton-Verbunddecken im gewöhnlichen Anwendungsbereich häufig der Verformungsnachweis im GZG maßgebend wird und der Zwischenzustand des zusätzlichen Bemessungszeitraumes von $t=3-7$ Jahre nur geringe bis keine Auswirkungen auf die

Abmessungen des Holz-Beton-Verbundquerschnitts hat. Aus einer Untersuchung dieses Sachverhaltes wird in [40] ersichtlich, dass von einem minimalen Verhältnis der Spannungen zum Zeitpunkt $t=0$ bzw. $t=\infty$ und den Spannungen im Intervall von 3 bis 7 Jahren in der Höhe von etwa 80% auszugehen ist. Um den kritischen Zwischenzustand im Zeitraum von 3 bis 7 Jahren mit den üblichen Nachweisen zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ abzudecken, wird in [13] eine Erhöhung der ständig wirkenden Lasten um 25% empfohlen. Diese Erhöhung bezieht sich nur auf die ständigen Lasten, da nur diese die Kriechverformungen und damit die Spannungsumlagerungen erzeugen. Zusammenfassend bietet die CEN/TS vereinfachend an, den Zeitraum von 3 bis 7 Jahren zu vernachlässigen, wenn die ständigen Lasten für die Nachweise zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ um 25% erhöht werden. vgl. [13, 40, 41]

3.3 Ableitung von Konstruktionsregeln

Durch die Nutzung des Stabwerkmodells zur Ermittlung der resultierenden Schnittgrößen und der zu erwartenden Verformungen im Lauf der Zeit und auf der Basis von Erfahrungswerten aus den Versuchen der einschlägigen Literatur lassen sich einige Konstruktionsregeln für ein Brettstapelholz-Beton-Verbundtragwerk ableiten. Die Konstruktionsregeln betreffen im Rahmen dieser Arbeit das Höhenverhältnis der beiden Verbundpartner Holz und Beton, die Wahl der Kerventiefe und -länge, die Wahl der Kervenanzahl und deren Anordnung sowie die mechanische Darstellung der Auflager. Die Empfehlungen der CEN/TS werden bei der Bildung der Konstruktionsregeln berücksichtigt.

Für die Erstellung des Stabwerkmodells müssen die Querschnittshöhen der Konstruktionsbestandteile Holz und Beton vorab bekannt sein. Im Rahmen der Untersuchungen von [30] empfiehlt es sich ein bestimmtes Höhenverhältnis zwischen den beiden Teilquerschnitten zu wählen, bei dem der Anteil des Holzes rund 60% - 70% der Gesamtquerschnittshöhe einnehmen soll. Dieser Anteil ergibt sich aus der Auswertung einer Versuchsreihe aus [30].

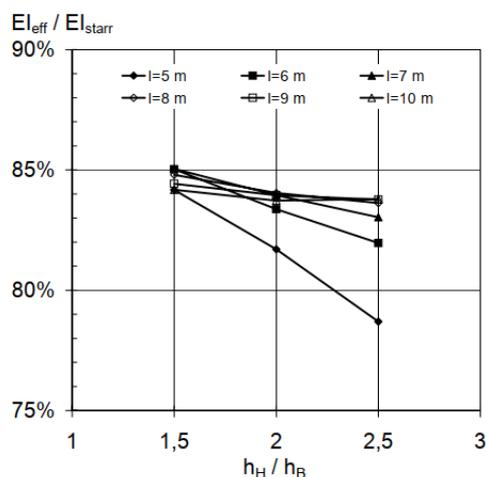


Abb. 3.8 Verhältnis Biegesteifigkeit nachgiebiger/starrer Verbund für verschiedene Verhältnisse h_H/h_B

(Quelle: Michelfelder, B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006, S.117.)

In der Versuchsreihe wurde die Abhängigkeit der effektiven Biegesteifigkeit vom Verhältniswert der Teilquerschnitte für verschiedene Trägerlängen untersucht. Bei allen untersuchten Trägerlängen ist, wie in Abbildung 3.7 zu sehen, ein Abfall der effektiven Biegesteifigkeit mit zunehmendem Verhältnis der Brettstapelholz- zur Betonhöhe erkennbar. Zur Erzielung einer maximal möglichen effektiven Biegesteifigkeit des Verbundtragwerks wird deshalb ein Verhältnis von 3:2 ($h_{\text{Holz}}/h_{\text{Beton}}$) empfohlen. Hinsichtlich der Gesamthöhe des Verbundquerschnitts wird eine Höhe von $h_{\text{Gesamt}} \geq 20\text{ cm}$ empfohlen. Das empfohlene Höhenverhältnis lässt sich zusammenfassend mit den Gleichungen 3.8 und 3.9 darstellen.

$$h_{\text{Holz}} = 0,60 \cdot h_{\text{Gesamt}} \quad \text{mit:} \quad h_{\text{Gesamt}} \geq 20\text{ cm}$$

Gl. 3.8 Anteil der Querschnittshöhe des Holzes an der Gesamtquerschnittshöhe

(Quelle: Michelfelder, B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006, S.121.)

$$h_{\text{Beton}} = 0,40 \cdot h_{\text{Gesamt}} \quad \text{mit:} \quad h_{\text{Gesamt}} \geq 20\text{ cm}$$

Gl. 3.9 Anteil der Querschnittshöhe des Holzes an der Gesamtquerschnittshöhe

(Quelle: Michelfelder, B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006, S.121.)

Die Tiefe einer Schubkerve soll, wie im Kapitel 2.3.3 erläutert, mindestens 20 mm betragen. Für praxisübliche Belastungen in den gewöhnlichen Anwendungsgebieten reicht diese Tiefe in den meisten Fällen aus, um ein Versagen an der Kervenflanke im Holz oder Beton zu verhindern. Bei höheren Belastungen kann die Kerve tiefer ausgefräst werden, um dadurch ihre Steifigkeit zu erhöhen. Ab der Kategorie D der lotrechten Nutzlasten nach Tab. 6.1 in [10] sollte eine Kervertiefe von mindestens 30 mm gewählt werden. ^{vgl. [13, 30]} Die Mindestlänge der Kerve entspricht nach der Empfehlung von [13], ebenfalls bereits in Kapitel 2.3.3 erläutert, dem größeren Wert von 150 mm oder dem 12,5-fachen der Kervertiefe, sodass bei normaler Belastung eine Länge von mindestens 150 mm gewählt werden soll. Um ein Abscheren der Betonnocke zu vermeiden, reicht dieser Mindestwert in den meisten Fällen aus. Das wird bei der Bemessung der Kerven im angehängten Beispiel, das mit dem entwickelten Bemessungstool durchgeführt wurde, deutlich, da in diesem Fall mit dem Mindestwert der Kervenlänge der größte Widerstand im Vergleich zu den anderen möglichen Versagensmodi erreicht wird.

Die optimale Anzahl und Anordnung der Schubkerven in der Verbundfuge hängt von der Deckenspannweite ab. Für den Bereich der wirtschaftlichen Anwendung von Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken von 6-11 m Deckenspannweite empfiehlt [30] drei Kerven pro Trägerhälfte. Die Anordnung kann anhand der Erläuterung aus dem Kapitel 2.3.3 und auf der Basis von [18] erfolgen, um die größte effektive Biegesteifigkeit des Verbundträgers und eine gleichmäßige Auslastung der einzelnen Kerven zu erzielen. Durch die Einhaltung dieser Konstruktionsregel wird bei Deckspannweiten von 6-11 m zwischen den Kerven eine Vorholzlänge von mindestens 25 cm erreicht, wodurch sich bei üblicher Belastung ein Versagen durch deutliche Verformungen ankündigt. Denn durch große Druckstauchungen im Vorholzbereich verliert der Verbundquerschnitt an Steifigkeit und die Schubkerven werden in Auflagernähe stärker beansprucht als in der Feldmitte. Traglastversuche, die in [44] genannt werden, zeigen, dass sich dort eher bleibende Verschiebungen einstellen, die zu einer Zunahme der Durchbiegungen führen und somit das Versagen ankündigen. Wird der Verbund durch Kerven hergestellt, dessen Anordnung sich an den Empfehlungen von [18] orientiert, kann dank des ausreichenden Abstands ein schlagartiges Versagen vermieden werden. ^{vgl.}

[44]

Bei der Modellierung des Stabwerkmodells nach Rautenstrauch werden die Auflager idealisiert als gelenkige Auflager angesehen. Bei Zwischendecken mit teilweiser Einspannung durch bspw. aufgehende Wände dürfen die Auflager dennoch als gelenkig angesetzt werden, da Untersuchungen in [30] ergeben haben, dass die generelle Annahme einer gelenkigen Lagerung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke bei der Ermittlung der Schnittgrößen Ergebnisse liefert, die auf der sicheren Seite liegen. Durch den Einspanneffekt entsteht in Auflagerhöhe ein Stützmoment, aus dem Zugspannungen an der Betonoberseite resultieren. Infolgedessen kann dies schon bei geringer Belastung zu Rissen im Beton im Bereich des Auflagers führen. Unter der Annahme, dass die Betonplatte vollständig gerissen sei, erfolgt eine Umlagerung des Stützmomentes in Richtung Feldmitte, was dem Momentenverlauf einer gelenkigen Lagerung entspricht. Sofern sich die druckbeanspruchte Kervenflanke außerhalb des Auflagerbereichs befindet, wird die Schubkraftübertragung durch den Einspanneffekt nicht beeinflusst. Eine Berücksichtigung teilweiser Einspannung ist daher nicht unbedingt notwendig. vgl. [30]

In Kapitel 2.3.4 wurden sonstige Konstruktionsbestandteile einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke vorgestellt und teilweise dessen Notwendigkeit erläutert. Mit der Bezugnahme auf die Konstruktionsregeln werden diese Aspekte noch einmal zusammenfassend aufgegriffen. Eine zusätzliche Anordnung von Schrauben mit einem Mindestdurchmesser von 6 mm als Abhebesicherung in der Kerne wird auf Grundlage der vorherigen Erläuterungen auch ohne mögliche Relevanz für die Tragsicherheit empfohlen, da der Einfluss der Verschraubung auf das Tragfähigkeits- und Durchbiegungsverhalten umstritten ist. vgl. Kap. 2.3.4 Um bei der Anwendung von Ortbeton einen Wassertransfer zwischen den Teilquerschnitten auszuschließen, wird in [13] der Einbau einer wasserdichten Trennschicht empfohlen, obgleich auch in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit weiterhin zur Diskussion steht. vgl. Kap. 2.3.4 & Kap. 3.2.3 Bei der Nutzung von Fertigbetonteilen kann auf den Einbau dieser Trennschicht, aufgrund der fehlenden Betonfeuchte zum Zeitpunkt des Einbaus, verzichtet werden. vgl. [13]

4 Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke

Die Bemessung einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke hat prinzipiell in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit zu erfolgen. Dazu werden im Rahmen dieser Arbeit die Schnittgrößen und Verformungen als Ausgangsgrößen der Bemessung mithilfe des Stabwerkmodells ermittelt, dessen Modellierung unter Berücksichtigung von Langzeiteinflüssen und unter Einhaltung empfohlener Konstruktionsregeln ausführlich in Kapitel 3 erläutert wurde. Hierzu wird ein 1 m breiter Streifen der zu bemessenden Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke betrachtet. Die Effekte des Lastabtrags quer zur Hauptspannungsrichtung, werden nach Absprache mit dem Betreuer dieser Arbeit, nicht weiter berücksichtigt. Die Bemessung des Konstruktionsbestandteils Beton soll nach [13] auf der Grundlage des Eurocode 2 erfolgen. Analog dazu soll der Teilquerschnitt Holz entsprechend den Vorgaben des Eurocode 5 bemessen werden. Ein Nachweis für die Verbindungsmittel speziell für die Kerven ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit, wie in den Kapiteln 1.3 und 2.3.3 erläutert, nicht normativ geregelt. Aus diesem Grund werden die Schubkerven im Rahmen dieser Arbeit anhand der Empfehlungen den CEN/TS in [13] bemessen und nachgewiesen. Der Nachweis der Verformungen des Gesamtquerschnitts wird gemäß den Vorgaben des Eurocode 5 geführt. Die maßgebenden Zeitpunkte sind bei der Bemessung jeweils zu berücksichtigen.

4.1 Ermittlung der Schnittgrößen

Die Ermittlung der Schnittgrößen kann bei einem Holz-Beton-Verbundtragwerk nur bei realitätsnaher Abbildung der Steifigkeitsverhältnisse und der durch die Verbindungsmittel bedingten Kopplungen hinsichtlich ihrer Lage und Nachgiebigkeit zu einem ausreichend genauen Ergebnis führen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Verbindungsmittel diskontinuierlich angeordnet sind. Aus diesem Grund liefert das, in Kapitel 3 erläuterte, Stabwerkmodell die genauesten Ergebnisse für die resultierenden Schnittgrößen und Verformungen. Den größten Einfluss auf die Schnittgrößen haben die äußeren Lasten. Diese sind gemäß [10] in ständige- und nicht-ständige Lasten zu gruppieren. Zu den ständigen Lasten zählen bei einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke sowohl das Eigengewicht der Bauteile, als auch die Lasten aus dem Ausbau. Den nicht-ständigen Lasten sind Nutz- bzw. Verkehrslasten gemäß den Nutzungsklassen des Eurocode 1 zuzuordnen. Zusätzlich kann es erforderlich

sein einen Trennwandzuschlag für die Last aus nicht-tragenden Wänden auf der Decke zu berücksichtigen. Die genannten Lasten werden jeweils als Gleichstreckenlast auf der Decke, d. h. am Obergurt des Stabwerkmodells angesetzt. Lediglich das Eigengewicht des Holzes greift am Untergurt an. Holz-Beton-Verbundtragwerke unterscheiden sich zu reinen Holz- oder Betonbauteilen hinsichtlich der zu berücksichtigenden Einwirkungen. Durch Änderungen der Temperatur oder des Feuchtegehalts des Holzes oder durch Schwinden des Betons entstehen Relativverschiebungen eines Verbundpartners, die durch den jeweils anderen Verbundpartner behindert werden. Zu den anzusetzenden Belastungen gehören demnach nicht nur die praxisüblichen äußeren Einwirkungen, sondern auch die Einwirkungen, die Eigenspannungen hervorrufen, wie z. B. Betonschwinden und Kriechen des Holzes und/oder des Betons. Diese Belastungen werden gemäß der Erläuterungen des Kapitels 3.2 berücksichtigt. Wie in Kapitel 3.2.3 bereits beschrieben ist der Ansatz einer Temperaturänderung und die Auswirkungen einer Holzfeuchteänderung in der Nutzungsklasse 1 umstritten. Sofern die Holzfeuchte zum Zeitpunkt des Einbaus nicht der Ausgleichsfeuchte entspricht, die Holzfeuchte innerhalb eines Jahres um 6%-Punkte sinkt oder steigt und die umgebende Lufttemperatur sich um mehr als 20°C ändert, sollte das Quell- und Schwindverhalten in jedem Fall berücksichtigt werden. Werden eine Temperaturänderung und die Auswirkungen einer Holzfeuchteänderung generell berücksichtigt, liefern die resultierenden Schnittgrößen im Fall der Nutzungsklasse 1 Ergebnisse, die eine Bemessung ermöglichen, die auf der sicheren Seite liegt.

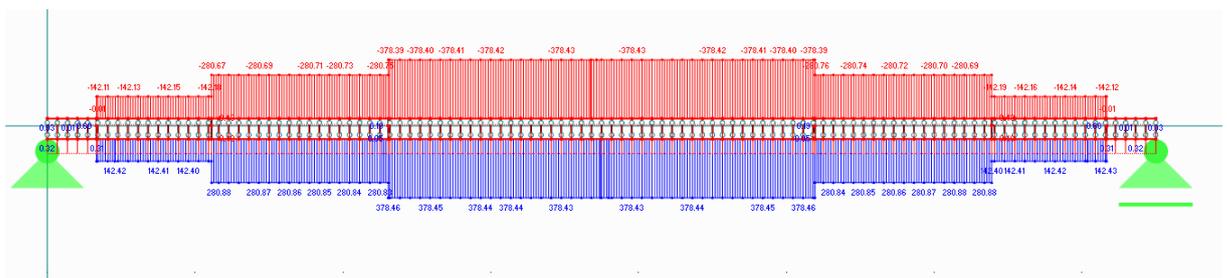


Abb. 4.1 Exemplarische Darstellung des Normalkraftverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell

(Quelle: Eigene Darstellung, entnommen aus dem Teil 2 Bemessungstools)

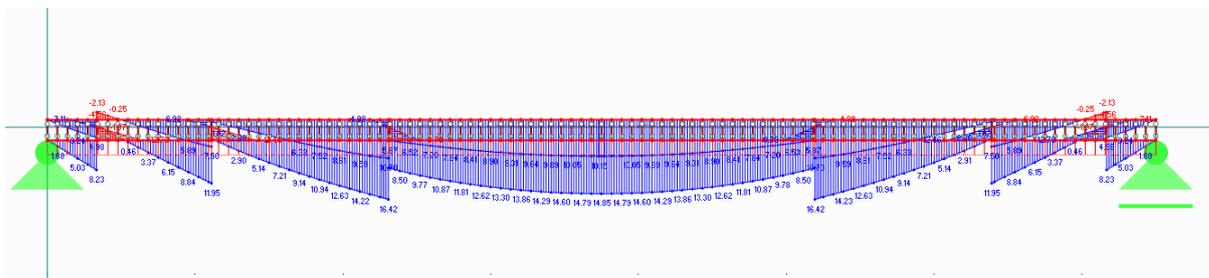


Abb. 4.2 Exemplarische Darstellung des Biegemomentenverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell

(Quelle: Eigene Darstellung, entnommen aus dem Teil 2 Bemessungstools)

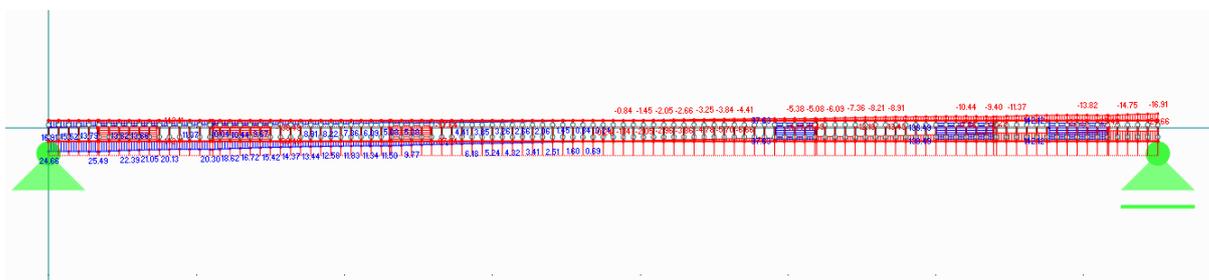


Abb. 4.3 Exemplarische Darstellung des Querkraftverlaufs einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in der Abbildung als Stabwerkmodell

(Quelle: Eigene Darstellung, entnommen aus dem Teil 2 Bemessungstools)

Die o. g. Lasten lassen sich in Lastfälle gruppieren mit denen unter Zuhilfenahme der jeweiligen Teilsicherheitsbeiwerte die bemessungsrelevanten Lastfallkombinationen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit ermittelt werden. Für die Bemessung zu den unterschiedlichen Bemessungszeitpunkten werden die Lastfälle entsprechend der Materialsteifigkeiten jeweils einem Bemessungszeitpunkt zugeordnet. Die Schnittgrößen für die Bemessung der Teilquerschnitte und des Verbundmittels können dem Stabwerkmodell, wie in den Abbildungen 4.1 – 4.3 dargestellt, direkt entnommen werden. Die Abbildungen 4.1 – 4.3 zeigen exemplarisch die Schnittkraftverläufe einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 3 Schubkernen pro Trägerhälfte. Sowohl beim Betonquerschnitt (Obergurt), als auch beim Holzquerschnitt (Untergurt) sind die Abstufungen des Normalkraftverlaufes deutlich zu erkennen (Abb. 4.1). Die betragsmäßige Differenz der Normalkraft an diesen Stellen taucht im Querkraftverlauf als Querkraftbelastung an den Kernen wieder auf (Abb. 4.3). Ebenso gut lassen sich die Sprünge im Biegemomentenverlauf an den Stellen jeder Kerne erkennen, die aus dem Versatzmoment infolge der exzentrischen Lasteinwirkung resultieren (Abb. 4.2). Diese Schnittkraftverläufe, die aus der in diesem

Kapitel erläuterten Lasteingabe resultieren, werden durch die in Kapitel 3.2.4 beschriebene Simulation aus [17] bestätigt.

Aufgrund der Erkenntnisse aus Kapitel 3.2.4 hinsichtlich des differenzierten Kriechverhaltens von Holz und Beton, sind die ständigen Lasten für die Bemessung der Teilquerschnitte zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ um 25% zu erhöhen. Weitere Erläuterungen folgen in den Kapiteln 4.2 - 4.4 zur Bemessung der Konstruktionsbestandteile und in Kapitel 5 bei der Erläuterung zum entwickelten Bemessungstool.

4.2 Bemessung der Querschnittskomponente Beton im GZT und GZG

Die Querschnittskomponente Beton wird für die Verwendung in einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke gemäß den Anforderungen des Eurocode 2 zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ bemessen. Hierfür sind im Einzelnen die Betonspannungen am oberen und unteren Querschnittsrand für den GZT nachzuweisen und ggf. eine Biegezug- oder Biegedruckbewehrung anzuordnen. Zur Bewahrung eines duktilen Bauteilverhaltens ist eine Robustheitsbewehrung $A_{s,rob}$ anzuordnen. Zusätzlich ist zur Begrenzung der Rissbreiten im GZG eine entsprechende Mindestbewehrung $A_{s,min}$ zu ermitteln.

Für die Bemessung des Betonquerschnitts im GZT darf lediglich der druckbeanspruchte Querschnittsteil berücksichtigt werden. Für den Fall, dass Zugspannungen am unteren Querschnittsrand auftreten, muss die beteiligte Querschnittsfläche des Betons demnach reduziert werden und die Spannung des Betons wird an der zugbeanspruchten Seite, i. d. R. am unteren Querschnittsrand, auf null gesetzt. ^{vgl. [3]} Mithilfe des Nachweises für Biegung mit Längskraft nach EC2-1-1, Abschn. 6.1 und der Anwendung des k_d -Verfahrens beispielsweise kann die erforderliche Biegezugbewehrung ermittelt werden. Für die Bemessung des Teilquerschnitts sind die Vorgaben der einschlägigen Literatur, speziell die des Eurocodes 2 in [2, 11, 15], zu berücksichtigen. Die Kenntnis über die lokalen Schnittgrößen ist für die Ermittlung der erforderlichen Biegezugbewehrung im Beton von grundlegender Bedeutung. Durch die Wirkung des Exzentrizitätsmoments infolge der Beanspruchung kann es in der Nähe der Schubkernen zu einem Durchschlagen der Biegemomentenlinie im Betonquerschnitt kommen (Abb. 4.2), sodass im Bereich der Verbindungsmittel zusätzliche Biegebewehrung an der Plattenoberseite erforderlich werden kann. ^{vgl. [18]}

Zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens, d. h. zur Vermeidung eines plötzlichen Bauteilversagens, gibt der Eurocode 2 die Anordnung einer Robustheitsbewehrung $A_{s,rob}$ vor. Die Robustheitsbewehrung $A_{s,rob}$ ist für das Rissmoment des Betons mit dem Mittelwert der Betonzugfestigkeit f_{ctm} und einer Stahlspannung von f_{yk} nach EC2-1-1, 9.2.1.1 (1) zu berechnen.

Nach Empfehlung des Eurocode 2 Abs. 7.3.3 (1) sind keine speziellen Maßnahmen zur Begrenzung der Rissbreiten im GZG erforderlich, sofern der Betonquerschnitt keinen wesentlichen Zugnormalkräften ausgesetzt ist und der Expositionsklasse XC1 zugeordnet werden kann. vgl. [15] Beide Kriterien sind hinsichtlich der Begrenzung der Rissbreiten bei der gewöhnlichen Einbausituation des Betonquerschnitts in einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke zwar erfüllt, jedoch dient die Mindestbewehrung $A_{s,min}$ der Vermeidung von Rissen im Betonquerschnitt und sichert dadurch die Integrität der Verbindung zwischen Beton und Holz. In Anlehnung an die Vorgaben des Eurocode 2 wird in [13] eine Begrenzung der Rissbreiten auf 0,4 mm festgelegt. vgl. [13] Daher sollte dennoch entsprechend der Bemessung nach EC2-1-1, 7.3.3 oder auf Basis der Empfehlung der CENT/TS mit Tab. 4.1 aus [13] eine Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten $A_{s,min}$ in beide Tragrichtungen in der unteren Querschnittshälfte der Decke angeordnet werden. Mithilfe der Tabelle 4.1 aus [13] lässt sich anhand der verwendeten Betongüteklasse und der Querschnittshöhe die Mindestquerschnittsfläche der rissbreitenbegrenzenden Bewehrung, sowie der empfohlene Stabdurchmesser und der Abstand der Bewehrungsstäbe zueinander ablesen. Die Bewehrung sollte für diesen Zweck in der unteren Querschnittshälfte des Betons angeordnet werden, damit sie effektiv zur Begrenzung bzw. Kontrolle der Rissbreiten an der Betonunterseite beiträgt. Eine zweite Lage der Bewehrung die näher an der Oberseite des Betons liegt, kann verwendet werden, wenn dies zur Kontrolle der Oberflächenrisse erforderlich ist. Die Tabelle 4.1 befindet sich ebenfalls zur besseren Lesbarkeit im Anhang.

Table 9.1 — Minimum reinforcement to control concrete cracking without crack width calculation

CON- CRETE CLASS	RC DECK THICKNES [cm]																REBAR DIAMETER [mm] / AXIAL DISTANCE [mm]	
	5		6		7		8		10		12		14		16			18
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,16	Ø5/150
12/15		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,92	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,37	Ø6/150
16/20		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,59	Ø6/150
20/25		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	1,04	Ø5/150	1,25	Ø5/150	1,46	Ø6/150	1,67	Ø6/150	1,88	Ø7/150
25/30		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,82	Ø5/150	0,93	Ø5/150	1,16	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,63	Ø6/150	1,86	Ø6/150	2,09	Ø7/150
30/37		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,28	Ø5/150	1,54	Ø6/150	1,80	Ø6/150	2,05	Ø7/150	2,31	Ø7/150
35/45		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	0,98	Ø5/150	1,12	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,68	Ø6/150	1,96	Ø7/150	2,24	Ø7/150	2,52	Ø7/150
40/50		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	0,92	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,52	Ø6/150	1,83	Ø6/150	2,13	Ø7/150	2,44	Ø7/150	2,74	Ø8/150
45/55		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150
C	0,82	Ø5/150	0,99	Ø5/150	1,15	Ø5/150	1,32	Ø6/150	1,64	Ø6/150	1,97	Ø7/150	2,30	Ø7/150	2,63	Ø8/150	2,96	Ø8/150
50/60		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150
C	0,84	Ø5/150	1,01	Ø5/150	1,18	Ø5/150	1,35	Ø6/150	1,68	Ø6/150	2,02	Ø7/150	2,36	Ø7/150	2,69	Ø8/150	3,03	Ø8/150
55/67		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150
C	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,76	Ø6/150	2,12	Ø7/150	2,47	Ø7/150	2,82	Ø8/150	3,17	Ø8/150
60/75		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150

^aMinimum reinforcement governed by Paragraph 11.3.3(3)

Tab. 4.1 Minimum reinforcement to control cracking without crack width calculation. Übersetzung: Mindestbewehrung zur Kontrolle der Rissbildung ohne Rissbreitenberechnung

(Quelle: [13] CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings.)

Der größte erforderliche Bewehrungsquerschnitt aus den Nachweisen im GZT und GZG wird für die Bewehrung des Bauteils maßgebend und ist dementsprechend im Querschnitt anzuordnen. Sofern der Bedarf an Bewehrung abschnittsweise differiert, kann die Bewehrung aus ökonomischen Gründen ggf. gestaffelt angeordnet werden. Versuche aus der Praxis zeigen, dass die erforderliche Mindestbewehrung für den GZG oder die Robustheitsbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens in den meisten Fällen maßgebend wird. vgl. [30]

Für die Aufnahme der auf den Betonquerschnitt einwirkenden Querkraft ist nach EC2-1-1, 9.3.2 (2) keine Mindestquerkraftbewehrung notwendig, sofern die einwirkende Querkraft den Wert der Querkrafttragfähigkeit des Betons nicht übersteigt und das Verhältnis von der Plattenbreite zur Querschnittshöhe größer 5 ist ($b/h > 5$). Bei gleichem Verhältniswert, aber unzureichender Querkrafttragfähigkeit ist der 0,6-fache Wert der Mindestschubbewehrung anzuordnen. Alternativ kann ein Teil der erforderlichen Längsbewehrung zur Abtragung der Schubkräfte angesetzt werden. vgl. [11, 43]

Die Verformung, bzw. die Durchbiegung, des Betonquerschnitts entspricht, aufgrund des Verbunds beider Teilquerschnitte und dessen Simulation durch dehnsteife Kopplungsstäbe

im Stabwerkmodell, dem gleichen Wert, wie dem der Durchbiegung des Holzquerschnitts. Die Nachweisführung für die Verformung des gesamten Verbundquerschnitts im GZG, d. h. einschließlich des Betonquerschnitts, erfolgt auf der Grundlage des Eurocode 5 und wird deshalb im Kapitel 4.3 bei der Bemessung der Querschnittskomponente Holz im GZT und GZG erläutert. vgl. [13]

4.3 Bemessung der Querschnittskomponente Holz im GZT und GZG

Die Querschnittskomponente Holz wird für die Verwendung in einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke gemäß den Anforderungen des Eurocode 5 und den Empfehlungen der CEN/TS zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ bemessen. Die Berücksichtigung des Zeitraums von 3 bis 7 Jahren kann aufgrund der getroffenen Maßnahmen in Kapitel 4.1 entfallen. Im Einzelnen ist der Holzquerschnitt im GZT mit dem Normalspannungsnachweis für Biegung und Zug und dem Schubspannungsnachweis nachzuweisen. Um die Begrenzung der Durchbiegung auf den vorgegebenen Wert nachzuweisen, ist der Durchbiegungsnachweis in Feldmitte in der charakteristischen und quasi-ständigen Bemessungssituation zum Zeitpunkt $t=\infty$ durchzuführen.

Der Nachweis für Biegung und Zug ist auf der Grundlage der Gleichung 4.1 aus dem EC5-1-1, 6.2.3 im GZT zu führen. Nachgewiesen wird dabei das Verhältnis der Zugspannung längs der Faser $\sigma_{t,0,d}$ zur Zugfestigkeit $f_{t,0,d}$ kombiniert mit dem Verhältnis vom Bemessungswert der Biegespannung $\sigma_{m,y,d}$ um die y-Achse zur Biegefestigkeit $f_{m,y,d}$ des verwendeten Holzes. vgl. [12]

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

Gl. 4.1 Nachweis für Biegung mit Zug nach EC5-1-1, 6.2.3

(Quelle: Handbuch Eurocode 5 - Holzbau – Vom DIN konsolidierte Fassung, Normen-Handbuch : Eurocodes, Beuth, Berlin, 2012, S. 66, Gl. 6.17, modifiziert.)

Der Schubspannungsnachweis wird entsprechend der Bemessungsvorgaben nach EC5-1-1, 6.1.7 für den Holzquerschnitt durchgeführt. Der Bemessungswert der einwirkenden Schubspannung τ_d muss kleiner der Schubsteifigkeit $f_{v,d}$ des Baustoffs sein. Für den Nachweis ist die Bedingung der Gleichung 4.2 aus [12] unbedingt einzuhalten. In der Null- bzw.

Biegeachse des Teilquerschnitts wird die Schubspannung maximal, da das statische Moment S_y dort den größten Wert erreicht. Im Abstand z von der y -Achse ist die Schubspannung τ_d entsprechend der Gleichung 4.3 zu ermitteln. Für Rechteckquerschnitte gilt die vereinfachte Berechnungsform aus Gleichung 4.3. Auf der Widerstandsseite wird mit dem Beiwert k_{cr} die Entstehung von Rissen im Holzquerschnitt infolge Schub berücksichtigt. vgl. [12, 19]

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Gl. 4.2 Schubspannungsnachweis nach EC5-1-1, 6.1.7

(Quelle: Handbuch Eurocode 5 - Holzbau – Vom DIN konsolidierte Fassung, Normen-Handbuch : Eurocodes, Beuth, Berlin, 2012, S. 63, Gl. 6.13.)

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A_{ef}}$$

Gl. 4.3 Schubspannung für Rechteckquerschnitte

(Quelle: Rug, W.; Mönck, W.: Holzbau: Bemessung und Konstruktion. Beuth Verlag GmbH, 2015, S. 428, modifiziert.)

Die bemessungsrelevante Durchbiegung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke in Feldmitte wird mithilfe des Stabwerkmodells unter der Berücksichtigung des Langzeitverhaltens der Querschnittskomponenten zu den Zeitpunkten $t=0$ und $t=\infty$ ermittelt. Der Zeitraum von 3 bis 7 Jahren wird in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt, da sowohl die Kriechverformungen des Betons, sowie die des Holzes in diesem Zeitraum noch nicht abgeschlossen sind. vgl. [5] Für diesen Nachweis ist i. d. R. die charakteristische Bemessungssituation im GZG unter dem Lastfall Volllast maßgebend. Mit der Begrenzung der Durchbiegung wird dafür Sorge getragen, dass sowohl die ordnungsgemäße Funktion als auch das Erscheinungsbild des Bauteils selbst oder angrenzender Bauteile nicht beeinträchtigt werden. Die Größe der Durchbiegung hängt von vielen Faktoren, wie bspw. der Bauteilgeometrie, der Belastung, den Materialeigenschaften etc., ab. Im Eurocode 5 werden die, in Tabelle 4.2 dargestellten, Grenzwerte für Durchbiegungen empfohlen. Eine Abweichung zu diesen Grenzwerten ist zwar zulässig, sollte jedoch mit dem Bauherrn oder Architekten vereinbart sein. vgl. [2, 12, 37]

	W_{inst}	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Alle Bauteile, außer die in der nächsten Zeile erwähnten	$l/300^a$ $(l/150)^b$	$l/300^a$ $(l/150)^b$	$l/200^a$ $(l/100)^b$
Überhöhte Bauteile, untergeordnete Bauteile, wie Bauteile landwirtschaftlicher Gebäude, Sparren und Pfetten	$l/200^a$ $(l/100)^b$	$l/250^a$ $(l/125)^b$	$l/150^a$ $(l/75)^b$
a) Bei verformungsempfindlichen Konstruktionen können geringere Grenzwerte erforderlich werden			
b) Die Werte in Klammern gelten für auskragende Bauteile			

Tab. 4.2 **Empfohlene Grenzwerte der Durchbiegungen für Biegestäbe**

(Quelle: Informationsdienst Holz e.V. (Hrsg.): spezial - Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Holzbauteile nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 (EC5) und DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Düsseldorf, 2014, S. 17, [23].)

Um die Bemessung des Holzquerschnitts zu vervollständigen wird an dieser Stelle noch auf den Schwingungsnachweis hingewiesen. Das wichtigste Bemessungskriterium zur Erfüllung dieses Nachweises ist die Eigenfrequenz der Verbundkonstruktion. Sie muss in einem Frequenzbereich liegen, in dem infolge der Verkehrslasten keine Resonanzerscheinungen auftreten können. Durch die Einhaltung bestimmter Grenزشlankheiten in der Geometrie des Gesamtquerschnitts können die Nachweise des Schwingungsverhaltens erfüllt werden. vgl. [44] Bei der Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mithilfe des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Bemessungstool findet dieser Nachweis, nach Absprache mit dem Betreuer, keine Anwendung.

4.4 Bemessung des Verbundmittels Kerne im GZT und GZG

Zum Nachweis der Verbindungsmittel bieten sich derzeit verschiedene Möglichkeiten an, da sich in der Praxis noch kein durchgängiges und allgemeingültiges Verfahren durchgesetzt hat. Die Bemessung und der Nachweis der Schubkernen im GZT und GZG erfolgt im Rahmen dieser Arbeit in Abhängigkeit der möglichen Versagensformen des Verbundmittels und basiert auf den Grundlagen einer versuchsgestützten Bemessung nach [14]. In Anlehnung an diese Grundlagen wurden Widerstandsfunktionen für die vier wahrscheinlichsten Versagensarten einer überbeanspruchten Kerne bestimmt und als Grundlage für künftige Bemessungen in [13] zusammengefasst sind. Zu diesen Versagensarten gehören das Abscheren der Betonnocke (a), das Druckversagen der Kervenflanke im Beton (b), das Schubversagen des Vorholzes (c) und das Druckversagen der Kervenflanke im Holz (d).

$$F_{v,Ed} \leq F_{Rd}$$

Gl. 4.4 Bemessungsansatz für den Nachweis der meist beanspruchten Kerne

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)

Die Steifigkeit der Schubkerne wird durch den Verschiebungsmodul einer Verbindung ausgedrückt und beeinflusst, wie in Kapitel 2.3.3 erläutert, die Entwicklung der Schnittgrößen innerhalb des Tragwerks nachhaltig. Nach einem ähnlichen Prinzip, wie dem zur Entwicklung der Widerstandsfunktionen, wurden mit Ergänzung durch numerische Simulationen Verschiebungsmodule für Kerne festgelegt, die in Abhängigkeit der Kerntiefe h_N die Steifigkeit des Verbindungsmittels wiedergeben und in [13] für die Ermittlung im GZG und GZT empfohlen werden (vgl. Gl. 4.5). vgl. [30, 44] Für Kerntiefen zwischen 20 und 30 mm darf der Verschiebungsmodul K_{ser} linear interpoliert werden. vgl. [13] Im Vergleich zu anderen üblichen Verbindungen im Holz-Beton-Verbundbau muss die Steifigkeit der Kerne im GZT K_u nicht auf 2/3 der Steifigkeit im GZG reduziert werden. Aus diesem Grund darf im GZT die gleiche Steifigkeit angesetzt werden wie im GZG und somit gilt für die Ermittlung der Schnittgrößen $K_{ser}=K_u$. vgl. [5, 13, 41] Für die Bemessung wird die meist beanspruchte Kerne zum Zeitpunkt $t=0$ im GZT relevant. Der geringste Wert der vier Widerstandsfunktionen F_{Rd} muss kleiner der einwirkenden Querkraft $F_{v,Ed}$ sein, die im entsprechenden Lastfall am Kragarm des Stabwerkmodells abzulesen ist. Dieser Zusammenhang wird in Gleichung 4.4 dargestellt.

$$K_{ser} = K_u = \min \begin{cases} 1000 \frac{kN}{mm} \text{ pro m Breite für } h_N = 20mm \\ 1500 \frac{kN}{mm} \text{ pro m Breite für } h_N \geq 30mm \end{cases}$$

Gl. 4.5 Verschiebungsmodul K_{ser} für den Nachweis im GZG

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.41.)

Im weiteren Verlauf des Kapitels werden die verschiedenen Versagensarten im Beton und Holz und ihre jeweiligen Bemessungswiderstandsfunktionen näher erläutert. Auf dessen

Basis ergibt sich mit der Gleichung 4.6 der Bemessungswiderstand der Kerne F_{Rd} , mit dem sich im Anschluss die Bemessung der maßgebenden Kerne durchführen lässt.

$$F_{Rd} = \min \begin{cases} f_{v,c,d} \cdot b_N \cdot l_N & (a) \quad (Gl. 4.7) \\ f_{cd} \cdot b_N \cdot h_N & (b) \quad (Gl. 4.9) \\ f_{v,d} \cdot b_N \cdot \min(l_v; l_s; 8 \cdot h_N) & (c) \quad (Gl. 4.10) \\ f_{h,d} \cdot b_N \cdot h_N & (d) \quad (Gl. 4.11) \end{cases}$$

Gl. 4.6 Bemessungswiderstand der Kerne unter Berücksichtigung der Versagensarten

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42, modifiziert.)

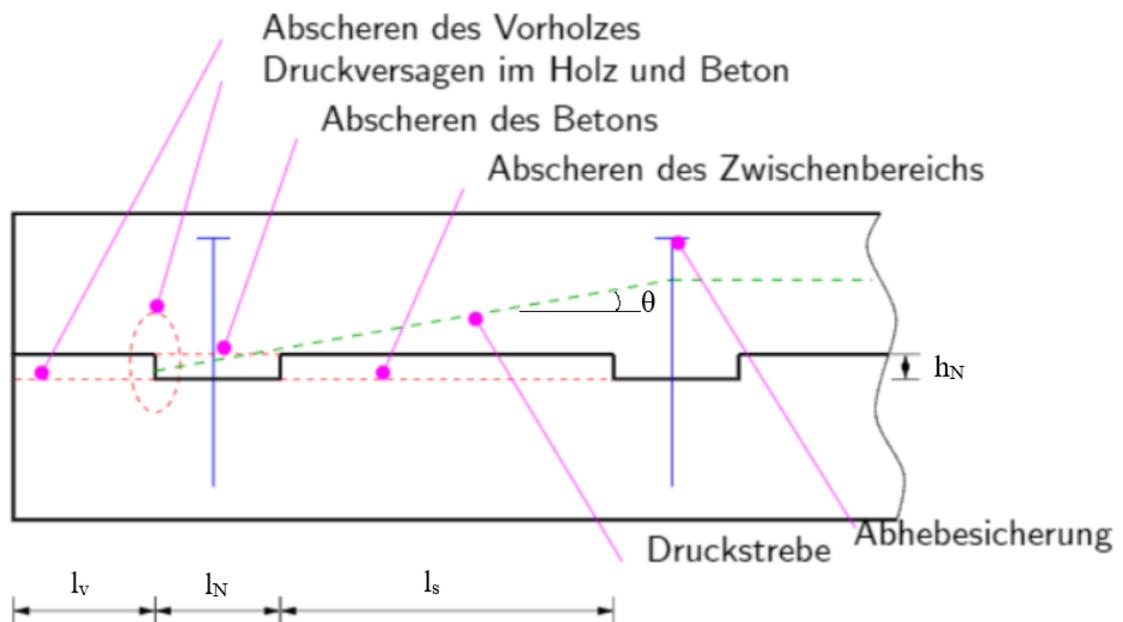


Abb. 4.4 Versagensarten einer Schubkerve

(Quelle: Schänzlin, J.: Ausblick auf die zukünftige Bemessung von Holz-Beton- Verbunddecken, VPI-Arbeitstagung in Baden-Baden, 2017, S. 26, modifiziert.)

Mit dem Abscheren der Betonnocke (a) wird das örtliche Ausbrechen des Betons in Folge der Schubspannungen in Höhe der Holzoberkante beschrieben. Bei einer zu geringen zur Verfügung stehenden Grundfläche, d. h. bei einer zu geringen Kervlänge l_N oder einer zu geringen Kervbreite b_N (bei Brettstapelholz i. d. R. rechnerisch $b_N=1,00$ m) versagt die Verbindung, wie in Abbildung 4.5 dargestellt, durch ein Abscheren des Betons über der Grundfläche der Kerne bei der Übertragung der Längsschubkraft. Die Höchstlast hängt

demnach davon ab, ob die resultierenden Längsschubkräfte entlang der Holzoberkante im Bereich der Kerfe im Beton übertragen werden können. In Abhängigkeit der Kervlänge l_N , -breite b_N und dem Bemessungswert der Schubfestigkeit des Betons $f_{v,c,d}$ lässt sich der Widerstand gegen das Abscheren des Betons im Kervbereich ermitteln. vgl. [13, 44] Der Bemessungswert der Schubfestigkeit umfasst den Einfluss der Betondruckfestigkeit, der sich mithilfe des Eurocode 2 bestimmen lässt, und den Neigungswinkel θ der Druckstrebe unter Berücksichtigung auftretender Risse infolge des Schubs mit dem Faktor v . Der resultierende Widerstand gegen das Abscheren der Betonnocke (a) kann durch die Gleichung 4.7 ausgedrückt werden. Der Winkel der Druckstrebenneigung θ wird unter Berücksichtigung der gegebenen Maximalwerte in [11] und dem Mindestwert gemäß Gleichung 4.8 ermittelt. Entsprechende Berechnungshinweise für die genannten Größen können [13] entnommen werden.

$$F_{Rd,(a)} = f_{v,c,d} \cdot b_N \cdot l_N$$

G1. 4.7

Bemessungswiderstand gegen das Abscheren der Betonnocke

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)



Abb. 4.5

Abscheren der Betonnocke über der Grundfläche der Kerfe

(Quelle: Schönborn, F.; Flach, M.; Feix, J.: Bemessungsregeln und Ausführungshinweise für Schubkerven im Holz-Beton-Verbundbau. In: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 386.)

$$\theta = \max\left(\arctan\left(\frac{0,5 \cdot (h_c + h_N)}{(l_N + l_s)}\right); \arctan\left(\frac{h_N}{l_N}\right)\right)$$

Gl. 4.8 **Mindestwert für den Neigungswinkel θ der Betondruckstrebe nach [13]**

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)

Eine weitere Versagensart wird mit dem Druckversagen der Kervenflanke im Beton (b) beschrieben. Durch die Übertragung der Schubkraft entstehen an den auflagerzugewandten Kervenflanken hohe Kontaktflächenpressungen, denen der Beton mit seiner Druckfestigkeit in Abhängigkeit der Kervertiefe h_N und -breite b_N widerstehen muss, um ein Versagen auszuschließen. Das Produkt aus Kervertiefe und -breite stellt die zur Kraftübertragung nutzbare Fläche dar. Der Bemessungswert errechnet sich auf dieser Grundlage mithilfe der Gleichung 4.9. Die konzentrierte Druckkraft kann sich von der kraftübertragenden Holzflanke ausgehend nach außen ausweiten und bei unzureichender Betonfestigkeit, wie in Abbildung 4.6 dargestellt, zu Kerbrissen senkrecht zu den Drucktrajektoren führen, die ein Abheben des verschobenen Betonbruchteils bewirken. vgl. [44]

$$F_{Rd,(b)} = f_{cd} \cdot b_N \cdot h_N$$

Gl. 4.9 **Bemessungswiderstand gegen das Druckversagen der Kervenflanke im Beton**

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)



Abb. 4.6 Rissbildung beim Druckversagen der Kervenflanke im Beton

(Quelle: Schönborn, F.; Flach, M.; Feix, J.: Bemessungsregeln und Ausführungshinweise für Schubkerven im Holz-Beton-Verbundbau. In: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 386.)

Eine Versuchsreihe in [30] zeigt, dass das Schubversagen des Vorholzes (c), die dritte Versagensform, in den meisten Fällen maßgebend wird. Im Bereich der Krafteinleitung an der Kervenflanke kann eine Überbeanspruchung zu Spannungsspitzen führen, die vom hinter der Verbindung liegenden Holz nicht aufgenommen werden können. Durch diese Überbeanspruchung kann es zu einem Aufreißen des Holzes in der Ebene des Kervengrundes kommen. Dieses Aufreißen wird auch als Abscheren des Vorholzes, dem Holzbereich hinter der Kerne, bezeichnet. Die übertragbare Schubkraft ist daher durch die Tragfähigkeit des hinter der Verbindung liegenden Holzes beschränkt. ^{vgl. [44]} Maßgebend für den Widerstand gegen das Abscheren des Vorholzes sind die Breite der Krafteinleitung b_N , der Bemessungswert der Vorholzlänge und der Bemessungswert der Schubfestigkeit des Holzes. Die bemessungsrelevante Vorholzlänge ergibt sich aus dem kleinsten Wert aus den Größen der Vorholzlänge, dem Abstand zwischen den Kerven und dem acht-fachen Maß der Kerventiefe. Dieser Zusammenhang wird in Gleichung 4.10 dargestellt. Der Bemessungswert für die Holzschubfestigkeit ergibt sich unter Berücksichtigung der Beiwerte k_{cr} für Schubbeanspruchungen, k_{mod} für die Einflüsse aus dem Umgebungsklima und der Dauer der Lasteinwirkung und dem Teilsicherheitsbeiwert γ_M für die Streuung der Baustoffeigenschaften, aus dem charakteristischen Rechenwert der Schubfestigkeit nach Tafel 9.8 in [43]. Der Widerstandswert

gegen das Versagen des Vorholzes infolge Schubbeanspruchung kann mit der Gleichung 4.10 ermittelt werden.

$$F_{Rd,(c)} = f_{v,d} \cdot b_N \cdot \min(l_v; l_s; 8 \cdot h_N)$$

Gl. 4.10 Bemessungswiderstand gegen das Schubversagen des Vorholzes

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42, modifiziert.)

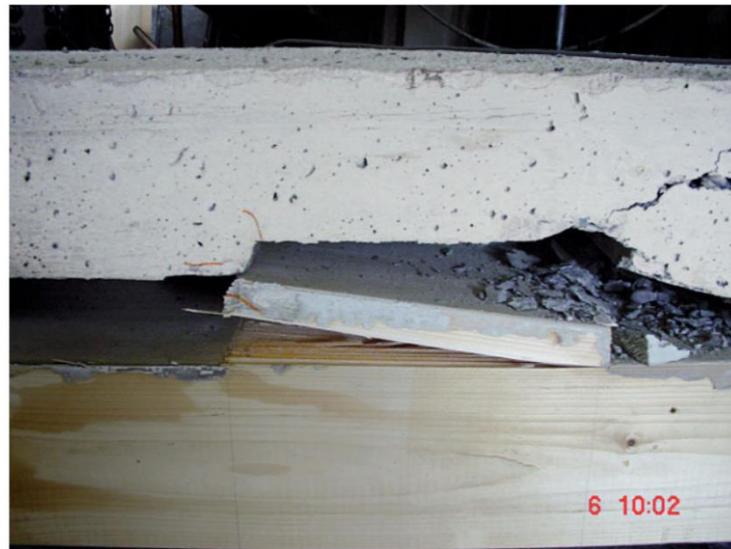


Abb. 4.7 Schubversagen des Vorholzes

(Quelle: Schönborn, F.; Flach, M.; Feix, J.: Bemessungsregeln und Ausführungshinweise für Schubkernen im Holz-Beton-Verbundbau. In: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 386.)

Die vierte, bei der Bemessung zu berücksichtigende, Versagensart beschreibt das Druckversagen der Kervenflanke im Holz (d), die sich als Folge hoher Druckspannungen durch eine Stauchung des Holzes einstellen kann. (siehe Abb. 4.8) Analog zum Druckversagen der Kervenflanke im Beton (b) wird das Holz an der druckbeanspruchten Kervenflanke durch die Übertragung der Schubkraft belastet. Im Fall einer senkrechten Kervenflanke wird das Holz in Faserlängsrichtung beansprucht. Der Bemessungswert des Widerstands gegen das Druckversagen an der Kervenflanke im Holz errechnet sich demnach aus dem charakteristischen Wert der Druckfestigkeit nach Tafel 9.8 in [43], der Kervertiefe h_N und -breite b_N . Die Druckfestigkeit des Holzes wird unter Beachtung der Beiwerte zur Berücksichtigung des GZT, analog zur Schubfestigkeit beim Schubversagen des Vorholzes, bestimmt, sodass der

Widerstand gegen das Druckversagen der Kervenflanke im Holz mit der Gleichung 4.11 ermittelt werden kann. Für den Fall einer geneigten Kervenflanke, wie sie nach [13] zulässig ist, muss der Nachweis unter der Berücksichtigung des Neigungswinkels der Holzfaser zur Richtung der Belastung berücksichtigt werden. vgl. [44]

$$F_{Ra,(d)} = f_{h,d} \cdot b_N \cdot h_N$$

Gl. 4.11 Bemessungswiderstand gegen das Druckversagen der Kervenflanke im Holz längs zur Faser

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)



Abb. 4.8 Druckversagen des Holzes in Faserlängsrichtung an der Kervenflanke

(Quelle: Schönborn, F.; Flach, M.; Feix, J.: Bemessungsregeln und Ausführungshinweise für Schubkerven im Holz-Beton-Verbundbau. In: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 386.)

Zusätzlich zu den ausführlich beschriebenen Versagensformen wird in der CEN/TS [13] empfohlen, die Schubkerven für eine abhebende Belastung zu bemessen. Dadurch soll ein Abheben des Betonquerschnitts unterbunden werden, auch wenn die Notwendigkeit zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch nicht abschließend belegt werden konnte. vgl. Kap. 2.3.4 Im Rahmen dieser Arbeit wird die abhebende Zusatzbelastung der Vollständigkeit im Nachweisverfahren mit aufgeführt und berücksichtigt. Der Einfluss der einzubauenden Schraube auf die Tragfähigkeitseigenschaften der Kerbe wird jedoch vernachlässigt. Die abhebende Last ergibt sich aus Gleichung 4.12 und setzt sich aus dem Bemessungswert der einwirkenden

Längsschubkraft $F_{v,Ed}$ in der Kerne und der Druckstrebenneigung θ zusammen. Dieser Zusammenhang beruht auf der Idee, dass sich die Positionierung der Schrauben, die der abhebenden Last entgegenwirken sollen, an dem Neigungswinkel der Druckstrebe im Beton orientiert. vgl. [13] In der Abbildung 4.4 lässt sich die Abhängigkeit der Schraubenposition zur Druckstrebenneigung erkennen.

$$F_{\uparrow,d} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,1 \cdot F_{v,Ed} \\ F_{v,Ed} \cdot \tan(\theta) \end{array} \right.$$

G1. 4.12 Abhebende Last zur Vermeidung einer klaffenden Fuge nach [13]

(Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings., S.42.)

5 Das Bemessungstool

Für die Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken existiert eine Vielzahl von Programmen, die sich in den meisten Fällen auf die Verwendung von kontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln beschränken. In den meisten Fällen handelt es sich bei den Herausgebern dieser Programme um Schraubenhersteller, die auf diese Weise eine Bemessung der Bauteile mit ihren Produkten ermöglichen. Für die Anwendung von diskontinuierlichen Verbindungsmitteln dünnt sich die Anzahl an EDV gestützten Bemessungshilfen deutlich aus. Auf der Basis der theoretischen Grundlagen wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Bemessungstool entwickelt, mit dem es durch die Nutzung des Stabwerkmodells nach Rautenstrauch und unter Einbeziehung des Langzeitverhaltens der verwendeten Werkstoffe, sowie der Einhaltung der in Kapitel 3.3 abgeleiteten Konstruktionsregeln möglich ist, eine einachsige gespannte Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit Kernen als Verbundmittel zu bemessen. Nach einem Überblick über das entwickelte Tool und der Erläuterung zum Anwendungsbereich wird die Entwicklung des auffälligsten Alleinstellungsmerkmals des Programms, das parametrisierte Stabwerkmodell, aufgezeigt. Die Benutzeranweisungen und der Programmablauf werden zur Darstellung der Bedienung des Programms anhand eines Beispiels dargestellt. Das Beispiel befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

5.1 Überblick und Beschreibung

Das entwickelte Bemessungstool gliedert sich in zwei Programmteile, die mithilfe des Benutzers in der Lage sind, untereinander zu kommunizieren, bzw. Daten für die Bemessung auszutauschen. Die Grundidee hinter dem Bemessungstool besteht darin, eine Bemessungshilfe für Ingenieure auf der Grundlage eines Stabwerkmodells zu schaffen. Für die Modellierung eines solchen Modells eignet sich das Programm RStab von Dlubal besonders, da es hierbei möglich ist Modelle mithilfe von einzelnen Eckdaten zu parametrisieren. ^{vgl. [6]} Durch die Möglichkeit der parametrisierten Eingabe lässt sich ein vom Grundsatz gleiches Modell anhand der Eingabe weniger Randbedingungen bzw. Parameter geringfügig abändern und schnell reproduzieren. Für die Erstellung des Stabwerkmodells zur Ermittlung der Schnittgrößen und der Verformungen bedeutet das eine enorme Zeiteinsparung. Die Bemessung der Teilquerschnitte Beton und Holz kann ebenfalls mit den Zusatzprogrammen BETON und HOLZ Pro in RStab auf Grundlage der in Kapitel 4 erläuterten Nachweise und unter Einhaltung der einschlägigen Normen im GZT und teils im GZG durchgeführt werden. ^{vgl. [7, 8]} Für die Schubkernen, die als Verbindungsmittel fungieren, bietet das Programm RStab keine Möglichkeit der Bemessung an, sodass hierfür ein weiteres EDV-Programm Abhilfe schaffen muss. Aufgrund der Tatsache, dass der Export von Schnittgrößen in RStab zu Microsoft Excel möglich ist, erfolgt die Bemessung der Kerne teilautomatisiert in Excel. In diesem Programmteil werden die in Kapitel 4.4 beschriebenen Nachweise auf Basis der Empfehlungen aus [13] im GZT durchgeführt. Dank der Vielseitigkeit von Microsoft Excel rundet dieser Programmteil die gesamte Bemessung und Handhabung des Bemessungstools ab und stellt deshalb den Teil 1 des Tools dar. Nach der Ersterfassung der Randbedingungen, wie z. B. Systemabmessungen, Materialien und Belastungen etc., werden zusätzliche Parameter zur Berücksichtigung des Langzeitverhaltens der Baustoffe automatisch in Excel ermittelt. Die zusammengefassten und teilweise mit Excel ermittelten Parameter werden manuell durch den Benutzer in den entsprechenden Masken in RStab, dem 2. Teil des Tools, implementiert, sodass mit diesem Programm automatisch Lastfälle und Lastkombinationen zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen und der Verformungen erstellt werden können. Das Eigengewicht der Konstruktionsbestandteile wird dabei automatisch von RStab berücksichtigt und in die Berechnung mit einbezogen. Die Schnittgrößen und die Verformungen werden durch die Abbildung in verschiedenen Lastkombinationen zu verschiedenen Zeiten innerhalb des Lebenszyklus des Bauteils berechnet. Auf dieser Grundlage erfolgt durch die

Zusatzprogramme in RStab die Bemessung der Teilquerschnitte Beton und Holz. Aus praktischen Gründen wird der Betonquerschnitt hier nur im GZT bemessen. Entsprechende Nachweise im GZG und zur Robustheit werden unabhängig von der Belastung automatisch in Excel geführt. In einem Ausdruckprotokoll, dass mithilfe von RStab erstellt wird, werden alle Eingabedaten und Ergebnisse zusammengefasst. In Abbildung 5.1 werden die Einzelleistungen beider Programmteile zusammenfassend aufgegriffen und anschaulich dargestellt.

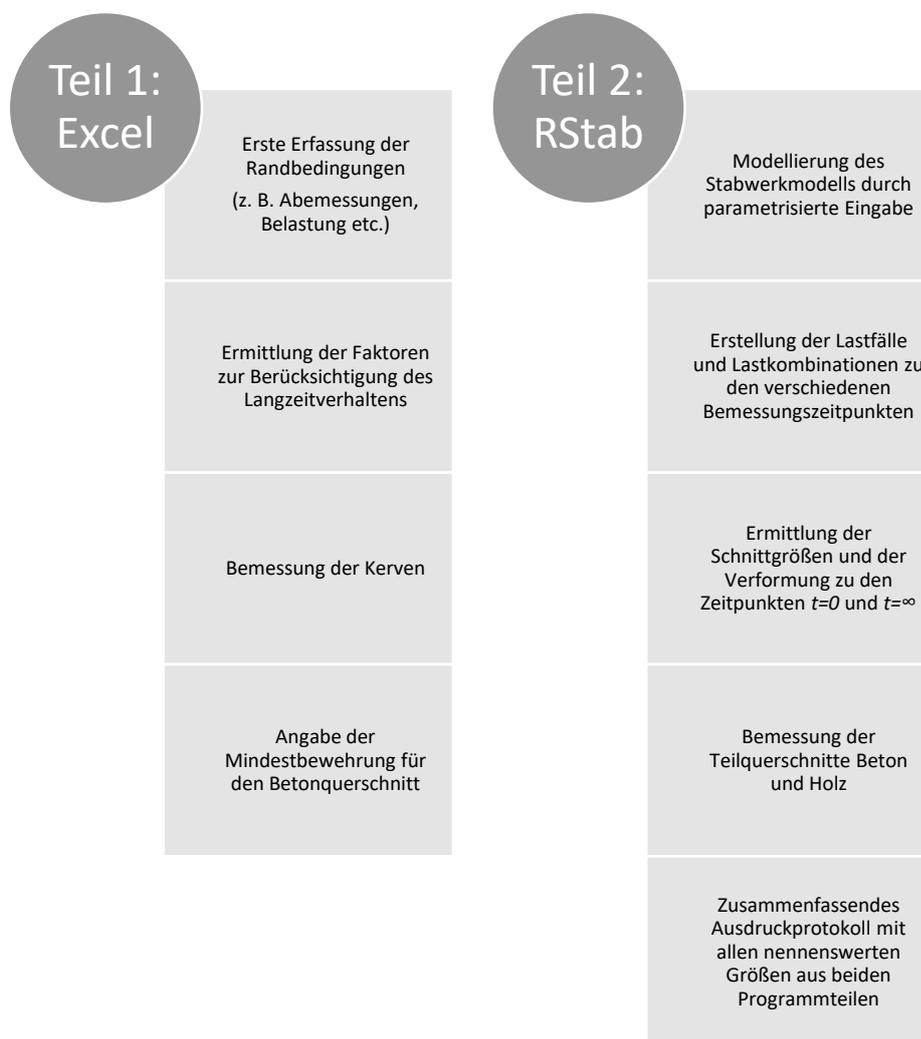


Abb. 5.1 Überblick der Leistungen der beiden Bestandteile des Bemessungstools
(Quelle: Eigene Darstellung)

5.2 Anwendungsbereich

Das Bemessungstool ist für die Bemessung einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit sechs Schubkernen verteilt über die Spannweite als Verbindungsmittel vorgesehen. Angepasst an die häufigste Gebrauchsform im Hochbau mit gewöhnlichen Lasten, kann dieses Tool bevorzugt für einachsige gespannte Brettstapelholz-Beton-Verbunddecken als Einfeldträger mit Spannweiten zwischen 6 m und 11 m genutzt werden. Hierbei handelt es sich um den wirtschaftlichsten Bereich dieser Bauform bzw. um die maximale transportfähige Länge des Brettstapелеlementes. vgl. [4, 24] Zulässige Materialien für den Einsatz im Brettstapelholzelement sind Nadelvollhölzer ab der Festigkeitsklasse C24 und Brettschichthölzer ab Festigkeitsklasse GL24h und für den Beton ist die Wahl zwischen den Betongüteklassen C20/25 bis C50/60 gemäß der in Kapitel 2.3 dargelegten Bedingungen zum Einbau der Konstruktionsbestandteile Beton und Holz möglich. Ob es sich bei dem Aufbeton um Ortbeton oder um ein Betonfertigteil handelt wird nicht direkt berücksichtigt. Im Fall der Verwendung eines Fertigteils sollten jedoch die Langzeitparameter des Betonquerschnitts hinsichtlich seines Kriech- und Schwindverhaltens in Abhängigkeit der Zeit manuell angepasst werden. vgl. Kap. 2.3 Festgelegt ist entsprechend der vorgegebenen Einbausituation die Nutzungsklasse 1 des Holzes, sowie die Expositionsklasse XC1 des Betons. Dadurch ergibt sich eine Einbausituation als Geschossdecke in bewohnten Wohn- und Arbeitsräumen mit ausgewogenen klimatischen Bedingungen. Die geometrischen Abmessungen der Konstruktionsbestandteile sollten sich im Rahmen der maximalen Abmessungen bewegen, die in den Kapiteln 2.3.1 und 2.3.2 genannt werden. Eine Unter- oder Überschreitung der Werte ist programmseitig im Teil 1 (Excel) nicht möglich, da die Eingabe von Werten außerhalb des zulässigen Bereichs blockiert ist. Die Eingabe der Belastungen beschränkt sich auf Flächenlasten, die aufgrund der Betrachtung des 1 m-Streifens in Gleichstreckenlasten umgerechnet werden und entweder ständig oder nicht-ständig auf das Tragwerk einwirken können.

5.3 Parametrisierte Modellierung des Stabwerks in RStab

Mit der Möglichkeit der parametrisierten Modellierung des Stabwerkmodells zur Abbildung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke wird die Entwicklung dieses Bemessungstools erst umsetzbar. Mit der Festlegung von Kennwerten bzw. Parametern und dessen Beziehungen zueinander kann das Stabwerkmodell über die Eingabemaske in RStab, angepasst an die

baulichen und konstruktiven Vorgaben, erstellt werden. Das Grundgerüst des Stabwerkmodells stellen die geometrischen Parameter „*Feldlänge*“, „*HöheBeton*“, „*HöheHolz*“ und „*Kervertiefe*“ dar. Sie werden zunächst bei der Eingabe der Systemabmessungen im 1. Teil des Programms (Excel) ausgewählt und anschließend manuell in RStab implementiert.

Liste der Parameter							
	A	B	C	D	E	F	G
	Parameter	Einheitentyp	Wert	Einheit	Formel	Wertebereich	Kommentar
1	Feldlänge	Länge	7.500	m		(5:11)	Die maximale Feldlänge liegt bei 11m
2	HöheBeton	Länge	10.000	cm		(5:30)	Die Betonplatte sollte zwischen 5 cm - 30 cm dick sein.
3	HöheHolz	Länge	20.000	cm			Das Brettstapelholzelement sollte etwa 60% der Gesamtquerschnittshöhe einnehmen.
4	Kervertiefe	Länge	2.000	cm			Die Tiefe der Kerne sollte entweder 2 cm oder 3 cm betragen.

Abb. 5.2 Liste der Parameter in RStab

(Quelle: Eigene Darstellung)

Der Parameter „*Feldlänge*“ definiert den Abstand zwischen den Auflagern in der Haupttragrichtung auf der x -Achse und stellt somit die Feldlänge für das statische System dar. Mit den Parametern „*HöheBeton*“ sowie „*HöheHolz*“ werden die Querschnittshöhen der beiden Verbundmaterialien festgelegt. Die Tiefe der Schubkerve wird mithilfe des Parameters „*Kervertiefe*“ definiert.

Das Stabwerkmodell besteht aus Knotenpunkten und Balkenstäben. Durch die Knoten werden die Balkenstäbe miteinander verbunden und ihnen werden in Abhängigkeit ihrer Lage Materialeigenschaften und Querschnittsabmessungen mithilfe einer hinterlegten Datenbank in RStab zugeordnet. Den horizontalen Stäben im Obergurt werden manuell die zuvor in Excel gewählte Betongüteklasse und die gewählten Querschnittsabmessungen zugeordnet. Für die horizontalen Stäbe im Untergurt geschieht dies analog. Wie in Kapitel 3.1 erläutert, werden zur Erzielung gleicher Durchbiegungen in Längsrichtung an möglichst vielen Stellen zwischen den Gurten dehnstarre Kopplungsstäbe bzw. Pendelstäbe angeordnet. Die Anordnung der Stäbe und Gurte erfolgt über die Positionierung der Knoten, die wiederum von den drei Parametern „*Feldlänge*“, „*HöheBeton*“, „*HöheHolz*“ abhängt. In den Abbildungen 5.3 und 5.4 wird beispielhaft die Beziehung zwischen der Lage eines Knotens im Ober- oder Untergurt zu den o. g. Parametern dargestellt. Die Knoten im Ober- sowie im Untergurt befinden sich auf der z -Achse mit der halben jeweiligen Querschnittshöhe in Schwerpunktlage des Einzelquerschnitts und werden auf der x -Achse mit einem Abstand vom 0,00909-fachen der Feldlänge aufgereiht positioniert. Dieser Abstand wurde aus dem Originalmodell aus [18] abgeleitet und ist nötig, um ausreichend viele Kopplungsstäbe in das Modell

einzubinden, sodass die beiden Gurte als kontinuierlich verbunden angesehen werden können. Mittels Formeln wurden diese Koordinaten für alle Knoten im Mustermmodell implementiert, sodass sie bei variierenden Parametern automatisch angepasst werden.



Abb. 5.3 X-Koordinate des 2. Knotens im Ober- und Untergurt
(Quelle: Eigene Darstellung)



Abb. 5.4 Z-Koordinate des jedes Knotens im Obergurt
(Quelle: Eigene Darstellung)

Da es sich bei den Kopplungsstäben um Pendelstäbe handelt, werden sie gelenkig an den Ober- bzw. Untergurt angeschlossen. Durch diesen Anschluss teilen sich die Gurte in viele Einzelstäbe, die in einem Stabsatz zusammengefasst den gesamten Gurt darstellen. Den Kopplungsstäben wird aufgrund ihrer alleinigen Aufgabe, der Erzielung gleicher Durchbiegungen der Gurte, kein Querschnitt und kein Material zugeordnet. Lediglich ihre Dehnsteifigkeit wird zu diesem Zweck mit der Wahl des Stabtypen „Kopplung Gelenk-Gelenk“ dem Wert $EA=\infty$ gleichgesetzt.

Für die Berücksichtigung der Schubkerven werden, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, Kragarme an den Gurten modelliert und gelenkig in Höhe der Verbundfuge mit einander verbunden. Die Lage der einzelnen Kerven soll sich am Querkraftverlauf orientieren, um bei jeder Feldlänge den Längsschub gleichmäßig verteilt abzutragen. ^{vgl. Kap. 2.3.3} Da das Verhältnis der Länge der Teilflächen in x-Richtung „unter“ der Querkraftlinie zueinander, unabhängig von der Feldlänge, immer gleich bleibt, werden die Knoten, an denen die Kragarme mit den Gurten verbunden sind, mit den in Abbildung 5.5 dargestellten Formeln im

Stabwerkmodell positioniert. Der Einfluss der Nachgiebigkeit von der Verbindung zwischen dem Beton und dem Holz durch die Kerne wird mit dem Verschiebungsmodul K_{ser} bzw. K_u berücksichtigt. vgl. Kap. 4.4, Gl. 4.5 Im Stabwerkmodell wird diese Schubnachgiebigkeit mithilfe der Gleichung 3.1 durch die Biegesteifigkeit der Stabelemente ersetzt. Im Bemessungstool wird die effektive Biegesteifigkeit der Verbindung an die Tiefe der Kerne angepasst. vgl. Kap. 4.4 Dazu wurde ein fiktiver Querschnitt und ein fiktives Material namens „Kerne“ erschaffen, dessen Flächenträgheitsmoment $I_y=1\text{ cm}^4$ beträgt und dessen E-Modul mit der in Gleichung 5.1 abgebildeten Formel in Relation zu den Parametern berechnet wird. Die zulässige Interpolation der Steifigkeit für Kerntiefen zwischen 2 cm und 3 cm findet in dieser Anwendung keine Berücksichtigung, da der Programmieraufwand für die genutzte „if-Funktion“ zur automatischen Ermittlung der Steifigkeit in keinem Verhältnis zum Aufwand einer Handrechnung entsprechend der Gleichung 3.1 für wenige Einzelfälle steht. vgl. Kap. 3.1

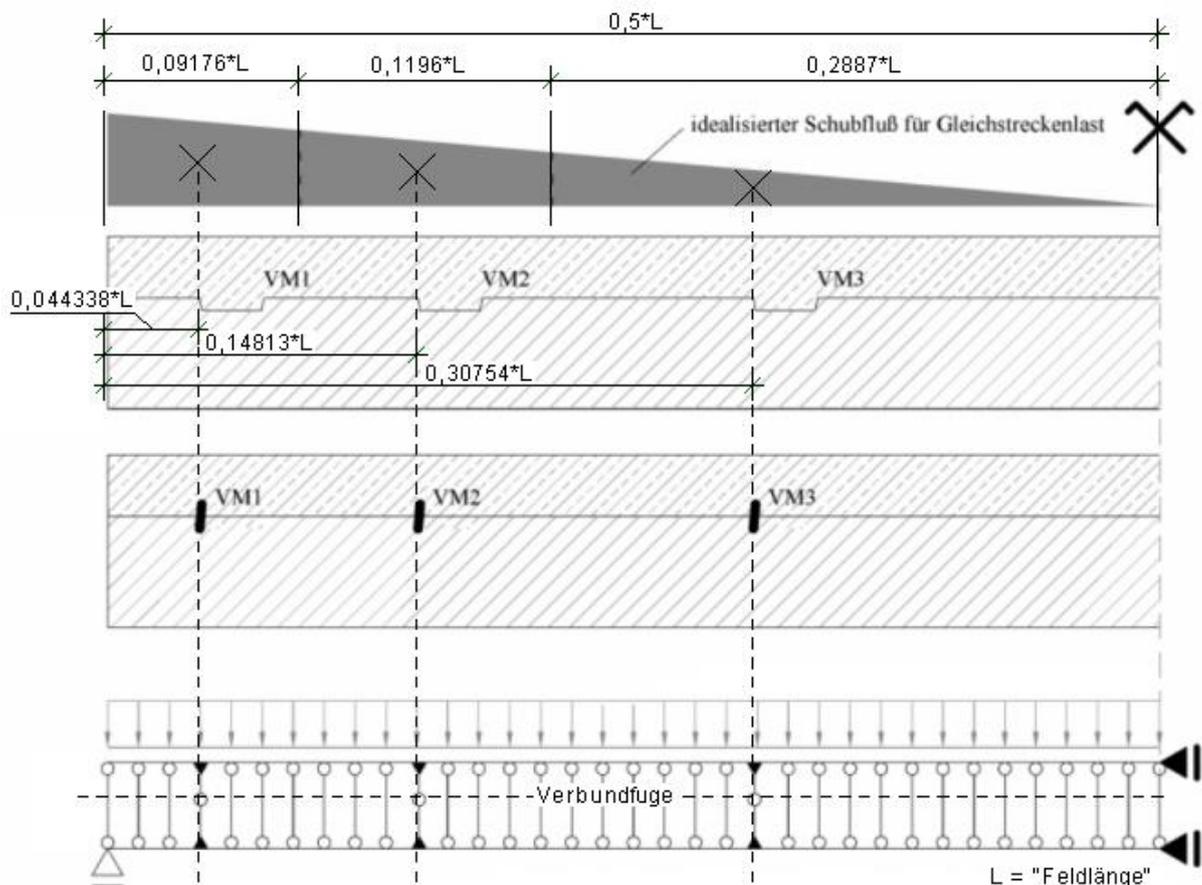


Abb. 5.5 Formeln zur Lokalisation der Kerne in Abhängigkeit zum idealisierten Querkraftverlauf

(Quelle: Grosse, M.; Hartnack, R.; St. Lehmann et al.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen / Teil 1: Kurzzeittragverhalten. In: Bau-technik 80 (2003), Heft 8, S. 537, modifiziert.)

if("Kerventiefe"==0.02;

*(1/3) * (("HöheBeton"*0.5)^3+("HöheHolz"*0.5)^3)*1e+009;*

if("Kerventiefe">=0.03;

*(1.5/3) * (("HöheBeton"*0.5)^3+("HöheHolz"*0.5)^3)*1e+009;1.23457e+006))*1e+008*

G1. 5.1 **Formel zur Ermittlung des effektiven E-Moduls der Kerve in Abhängigkeit von K_{ser} und der Tiefe der Kerve in RStab**

(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Belastungen, die in Teil 1 des Bemessungstools (Excel) zusammengetragen werden, werden in den Lastfällen 1-4 erfasst. Lastfälle mit ungerader Nummer wirken zum Zeitpunkt $t=0$ und Lastfälle mit gerader Nummer zum Zeitpunkt $t=\infty$. Die ständigen und nicht-ständigen Lasten werden gemäß der Schilderungen aus den Kapiteln 4.1 und 5.1 in RStab an den vorgesehenen Platzhaltern in den jeweiligen Lastfällen eingetragen. Hierzu zählen insbesondere die ständigen Lasten aus dem Ausbau, die in den Lastfällen 1 und 2 erfasst werden. Das Eigengewicht wird, wie in Kapitel 5.1 erläutert, automatisch im Programm berücksichtigt. Ergänzend zu den Ausbaulasten wird im Lastfall 2 das Schwindverhalten durch eine Temperaturänderung ΔT berücksichtigt, welche dem Excel-Teil zu entnehmen ist. Den Lastfällen 3 und 4 werden die nicht-ständigen Lasten, bestehend aus Nutzlasten und Trennwandzuschlag, zugeordnet. Die Eingaben sind in beiden Lastfällen identisch. Kurze Kommentare weisen bei jeder Last in jedem Lastfall auf den einzugebenden Wert hin.

Für die Nachweise im GZT und GZG werden aus den Lastfällen 1-4 Lastfallkombinationen gebildet, die den Vorgaben des Eurocode 0 hinsichtlich der zu verwendenden Teilsicherheitsbeiwerte entsprechen. Da die einzelnen Lastfälle zu unterschiedlichen Zeitpunkten wirken, ergibt jedoch nur eine Kombination von nur geraden oder nur ungeraden Lastfällen Sinn. Die Berücksichtigung der zeitlichen Abhängigkeit eines Lastfalls wird durch die Art der Erfassung des Kriechverhaltens der Teilquerschnitte begründet. Das Kriechverhalten der Teilquerschnitte wird über eine Modifikation der E-Module in den einzelnen Lastfällen und -kombinationen berücksichtigt. Diese Modifikationsfaktoren werden im Excel-Teil, auf den Erkenntnissen aus dem Kapiteln 3.2 basierend, automatisiert ermittelt und müssen manuell in RStab eingegeben werden. ^{vgl. Kap. 3.2} Durch die Anlage des fiktiven Materials „Kerve“

besteht die Möglichkeit den E-Modul auch für das Verbindungsmittel zu modifizieren. Aufgrund der Erläuterungen aus dem Kapitel 3.2.4 wird darauf jedoch verzichtet. Der Platzhalter und somit die Möglichkeit einer Anpassung ist dennoch gegeben. Das unterschiedliche Kriechverhalten der Teilquerschnitte Beton und Holz erzeugt Spannungsumlagerungen, die eine Betrachtung des Zeitraums von 3 bis 7 Jahren erforderlich machen. Um darauf zu verzichten, werden die ständigen Lasten in den Lastfällen 1 und 2 in RStab bei der Berechnung der Schnittgrößen automatisch um 25% erhöht, wie es in [13] empfohlen wird.

5.4 Benutzeranweisungen und Programmablauf anhand eines Beispiels

Im folgenden Kapitel wird der Ablauf der Bemessung einer Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit dem entwickelten Bemessungstool chronologisch dargestellt. Zusätzlich werden die wesentlichen Anweisungen an den Benutzer zur Handhabung des Tools erläutert. Eine ausführliche Programm-Dokumentation zur Bedienung des Tools befindet sich im Anhang dieser Arbeit. Zum besseren Verständnis erfolgt die Beschreibung des Tools anhand eines Beispiels. Vorgegeben wird dazu eine einachsig gespannte Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke als Geschossdecke in einem Wohnhaus mit einer Spannweite von 7,50 m.

Vor dem Beginn ist es erforderlich beide Programme (Excel und RStab) zu öffnen. Zur einwandfreien Verwendung muss der Zugriff auf die Excel-Datei, auf den sog. Block, in dem das Muster des Stabwerkmodells hinterlegt ist, und auf das Muster des Ausdruckprotokolls gewährleistet sein.

Die Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke beginnt mit der Eingabe der Systemabmessungen und der Festlegung der Materialeigenschaften im 1. Teil des Tools (Excel) im Arbeitsblatt „Parameter Eingabe & Belastungen“ (Abb.5.6). Die verwendeten Farben im Hintergrund der einzelnen Zahlenwerte haben eine besondere Bedeutung. Grüne Felder zeigen an, dass dort eine Eingabe zu tätigen ist. Bei orange hinterlegten Feldern handelt es sich um Lesewerte, die nicht verändert werden dürfen, da dort in den meisten Fällen Berechnungsformeln o. ä. hinterlegt sind. Die Feldlänge ist in diesem Fall durch das Beispiel vorgegeben, die restlichen Abmessungen werden auf der Grundlage von Erfahrungswerten zunächst festgelegt. Daraufhin ergeben sich für die Beispieldecke die in Abbildung 5.6 dargestellten geometrischen Abmessungen für das Gesamtsystem und die Ausbildung der Kerben.

Die minimalen und maximalen Querschnittswerte sind entsprechend der Erläuterungen aus dem Kapitel 2.3 einzuhalten. Außerdem sind die Materialeigenschaften ebenfalls auf der o. g. Grundlage zu definieren. Im Programm werden die Grenzen der einzugebenden Werte ergänzend zusammengefasst dargestellt und sind in den Eingabefeldern nur innerhalb ihrer Grenzwerte einsetzbar. Die Eingabe erfolgt entweder über die direkte Eingabe der Zahlenwerte oder über die Auswahl in einem sog. Dropdown-Menü. Für die Nutzung der Dropdown Menüs und die Hinterlegung von materialspezifischen Daten zur Bemessung existiert ein Arbeitsblatt mit dem Titel „Daten“. Dieses Arbeitsblatt bedarf im Verlauf der Bemessung keiner weiteren Beachtung.

Eingangsparameter zur Bemessung des HBV-Einfeldträgers:

Systemabmessungen:

Feldlänge: m
 Höhe Betonquerschnitt: cm
 Höhe Holzquerschnitt: cm
 Kerventiefe: cm
 Länge der Kerne/Betonnocke: cm

Materialeigenschaften:

Druckfestigkeitsklasse Beton:
 Festigkeitsklasse Holz:
 Zementklasse:

Abb. 5.6 Eingabe der Systemabmessungen als Eingangsparameter zur Bemessung des HBV-Einfeldträgers

(Quelle: Bemessungstool Teil 1, Arbeitsblatt: „Parameter Eingabe & Belastungen“)

Anschließend werden im gleichen Arbeitsblatt die einwirkenden Lasten ausgewählt und beziffert. Für die Berücksichtigung der ständigen Lasten aus dem Ausbau kann aus einer Auswahl von Dämmstoffen, Estrichsorten und Bodenbelägen ein Deckenaufbau mithilfe von Dropdown-Menüs definiert werden. Im vorliegenden Beispiel wird zur Dämmung der Verbunddecke Hartschaum (XPS) und Zementestrich mit jeweils 10 cm Aufbauhöhe

ausgewählt. Für den Bodenbelag wird ein Kunststoffbelag berücksichtigt. Aus der getroffenen Wahl resultiert eine stellvertretende Gleichstreckenlast für die gesamte Ausbaulast (Abb. 5.7). Die nicht-ständigen Lasten setzen sich aus lotrechten Nutzlasten und ggf. dem Trennwandzuschlag zusammen. Die Nutzlasten können mittels Dropdown-Menü entsprechend der Kategorien nach [10] ausgewählt werden. Für die einfache Zuordnung der vorhandenen Nutzungskategorie bietet das Programm eine Übersicht der zur Auswahl stehenden Kategorien. Analog lässt sich der ggf. notwendige Trennwandzuschlag dazu wählen. Für die Einbausituation des Beispiels eignet sich eine Zuordnung der Nutzlasten in die Kategorie A2 mit $1,5 \text{ kN/m}^2$. Zusätzlich wird ein Trennwandzuschlag für eine nicht-tragende Trennwand mit einer Last $<3 \text{ kN/m}$ mit $0,8 \text{ kN/m}^2$ festgelegt. Diese Flächenlasten werden aufgrund der Betrachtung des Meterstreifens in eine Gleichstreckenlast umgewandelt, indem sie mit dem Faktor 1 m multipliziert werden. Zur Erfassung des Betonschwindens ist es nötig, das Betonalter zu Belastungsbeginn festzulegen und die Endkriechzahl des Betons mithilfe der Regelungen aus dem Eurocode 2 zu ermitteln. Für die Bestimmung der Endkriechzahl wird im Programm neben der Eingabemöglichkeit ein entsprechendes Hilfsmittel aus der Norm dargestellt. Für das Beispiel wird eine Erstbelastung nach 28 Tagen und ein resultierender Kriechwert von $\varphi=2,40$ angenommen.

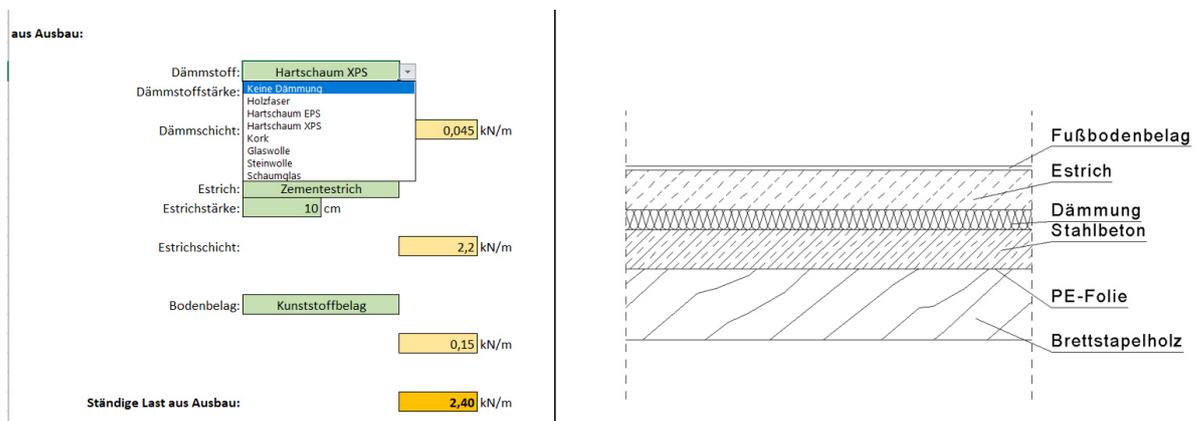


Abb. 5.7 Eingabe der ständigen Lasten aus Ausbau mittels Dropdown-Menü mit nebenstehender Darstellung des möglichen Deckenaufbaus

(Quelle: Bemessungstool Teil 1, Arbeitsblatt: „Parameter Eingabe & Belastungen“)

Nach der Festlegung der Systemabmessungen, der Materialeigenschaften, der einwirkenden Lasten und der Endkriechzahl des Betons wird ein neues Modell im 2. Teil des Tools (RStab) angelegt. Bei der Anlage eines neuen Modells ist auf den Zugriff der richtigen

Normengrundlage, hier EN 1990 mit deutschem Nationalen Anhang, zu achten. Anschließend wird das parametrisierte Stabwerkmodell mit dem Titel „HBV-Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)“ im Blockmanager ausgewählt und geöffnet. Es öffnet sich eine Maske zur Eingabe der, im Kapitel 5.3 beschriebenen, geometrischen und materialspezifischen Parameter, welche zuvor im Arbeitsblatt „Parameter Eingabe & Belastungen“ festgelegt und aus selbigen entnommen werden können. Mit den in Abbildung 5.8 gezeigten Angaben wird das Stabwerkmodell nach Bestätigung vollautomatisch vom Programm modelliert. Nach der Modellierung erfolgt die lastfallweise Eingabe der Lasten in Tabelle 4.1 für Stablasten in RStab, die mit Teil 1 (Excel) ermittelt wurden. Im Lastfall 2 ist, wie bereits erläutert, die Berücksichtigung einer Temperaturdifferenz nötig. Der Wert lässt sich im Bereich „Einfluss des Schwindens“ im Excel-Arbeitsblatt „Parameter Langzeitverhalten“ finden. Im vorliegenden Beispiel beträgt die zu berücksichtigende Temperaturdifferenz $\Delta T=38,2$ K. vgl. Kap. 3.2.1

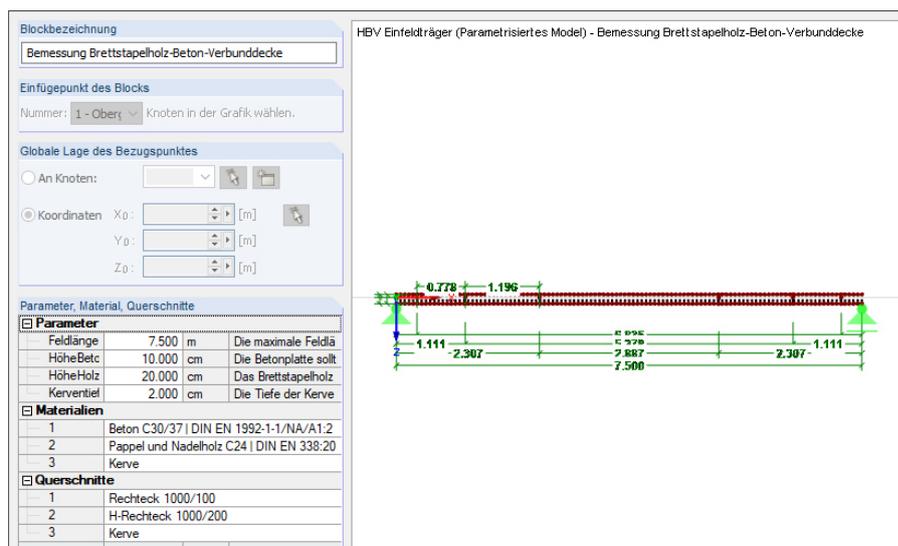


Abb. 5.8 Eingabe der geometrischen und materialspezifischen Parameter
(Quelle: Bemessungstool Teil 2)

Die Modifikationsfaktoren für die Modifikation der E-Module der Teilquerschnitte zur Langzeitbetrachtung werden nach der Lasteingabe dem Arbeitsblatt „Parameter Langzeitverhalten“ entnommen und in den entsprechenden Lastfällen und -kombinationen, die für die Belastung zum Zeitpunkt $t=\infty$ stehen, eingefügt. Die vollständige Auflistung der zu modifizierenden Lastfälle und -kombinationen befindet sich in der Programm-Dokumentation

im Anhang. Unter Berücksichtigung der Nutzungsklasse 1, der Einbausituation und den Kriechbeiwerten für Beton und Holz ergeben sich die Modifikationsfaktoren $m_B=0,3426$ und $m_H=0,5557$. Wie im Kapitel 5.3 bereits erklärt, ergeben nicht alle Lastkombination, die das Programm rechnen kann, Sinn. Für die Berechnung der maßgebenden Schnittgrößen wird aus diesem Grund eine Vorauswahl an relevanten Lastkombinationen getroffen, die in der Programm-Dokumentation im Anhang schematisch dargestellt ist.

Mit den getätigten Eingaben lassen sich nun die Schnittgrößen und Verformungen des Stabwerkmodells bzw. der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke programmseitig berechnen und in RStab sowohl grafisch als auch tabellarisch darstellen. Für die weitere Bemessung werden die Schnittgrößen der Lastfallkombinationen 1, 2, 3 und 6 in den Teil 1 des Tools über die Exportfunktion von RStab exportiert und in die platzhaltenden, blau markierten Arbeitsblätter in Excel eingefügt. Diese vier Lastfallkombinationen dienen der Bemessung der Kerven im späteren Verlauf. Zunächst werden jedoch die Teilquerschnitte Beton und Holz mit den Zusatzmodulen BETON und HOLZ Pro in RStab im GZT und GZG nachgewiesen. Die Nachweise erfolgen entsprechend der Beschreibungen der Kapitel 4.2 und 4.3 und unter Einhaltung der materialspezifischen Normen. Für den Betonquerschnitt und für das Brettstapelholzelement ergeben sich dadurch, die in Abbildung 5.9 dargestellten, Bewehrungsquerschnitte bzw. Auslastungen. Zur genaueren Betrachtung ist es sinnvoll, die erforderliche Bewehrung stabweise zu betrachten. Die Ergebnisse der stabweisen Betrachtung sind im Anhang im Ausdruckprotokoll des Bemessungstools einsehbar. Bei dem, in Teil 2, ermittelten erforderlichen Bewehrungsquerschnitt handelt es sich um die erforderliche Bewehrung für den Nachweis im GZT. Die Robustheitsbewehrung und die Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten werden im Arbeitsblatt „Mindestbewehrung“ in Teil 1 unabhängig von der Belastung ermittelt und nach manuellem Hinzufügen im Ausdruckprotokoll mit angezeigt. Für die Robustheitsbewehrung ergibt sich für das Beispiel eine erforderliche Querschnittsfläche von $A_{s,rob}=1,40\text{cm}^2$ und zur Begrenzung der Rissbreiten ist eine Querschnittsfläche von mindestens $A_{s,min}=1,16\text{cm}^2$ notwendig.

2.1 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG QUERSCHNITTSWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung fläche	Einheit	
Querschnitt Nr.1 - Rechteck 1000/100						
A _{s,z} (oben)	3	0.000	LK2	0.15	cm ²	
A _{s,z} (unten)	112	0.000	LK3	1.59	cm ²	
A _{s,T}	1	0.000	LK6	0.00	cm ²	
β _{sw,V} Bügel	1	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
β _{sw,T} Bügel	1	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Bemessung Nr.	Bezeichnung
2	H-Rechteck 1000/200					
	153	0.000	LK3	0.23 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	117	0.000	LK2	0.35 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	228	0.000	LK2	0.15 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	174	0.068	LK2	0.54 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	117	0.000	LK7	0.00 ≤ 1	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	174	0.068	LK12	0.96 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	174	0.068	LK24	0.77 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung

Abb. 5.9 Ergebnisse der Querschnittsnachweise der Teilquerschnitte in RStab

(Quelle: Bemessungstool Teil 2, Ausdruckprotokoll, modifiziert.)

Die Bemessung der Kerven erfolgt auf der Grundlage der zuvor exportierten Schnittgrößen aus den Lastfallkombinationen 1, 2, 3 und 6 im Arbeitsblatt „Bemessung der Kerve“ in Teil 1 des Tools (Excel). Anhand einer automatischen Bewertung ermittelt das Programm den Bemessungswert $F_{v,Ed}$. Im vorliegenden Fall wird die erste Kerve am Deckenrand zum Zeitpunkt $t=0$ in der Lastfallkombination 3 mit $F_{v,Ed}=157,42$ kN maximal beansprucht. Die Erfahrungswerte aus den Versuchen aus [17] bestätigen dieses Ergebnis. Dem Bemessungswert der Einwirkungen werden die Bemessungswiderstände der vier Versagensformen Abscheren der Betonnocke, Druckversagen der Kervenflanke, Schubversagen der Vorholzes und Druckversagen der Kervenflanke im Holz gegenüber gestellt. Den geringsten Widerstand weist das Vorholz des Brettstapels beim Versagen durch Schub auf. Die Widerstandsfestigkeit beträgt somit für den vorliegenden Fall $F_{Rd,c}=196,80$ kN. Die Kerven sind dadurch mit den zunächst festgelegten Abmessungen nachgewiesen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit des Ergebnisses werden die Rechenwege der einzelnen Bemessungswiderstände im gleichen Arbeitsblatt ausführlich dargestellt. Zusätzlich können im Arbeitsblatt „Schnittgrößen an den Kerven“ alle ermittelten Schnittgrößen an den Stabelementen, die die Kerven darstellen, eingesehen werden. Die Bemessungswiderstände der vier Versagensformen sind für das vorliegende Beispiel in Abbildung 5.10 abgebildet. Durch die grüne Hinterlegung der

Das Bemessungstool

Bemessungswerte auf der Widerstandsseite bietet das Programm eine optische Unterstützung. Unterschreitet ein Widerstandswert den Bemessungswert $F_{v,Ed}$, so leuchtet er in Rot auf.

Bemessungswert $F_{v,Ed}$: Lastkombination 3:	157,42 kN	
Für die Tragfähigkeit der Kerne werden die möglichen Versagensmodi in den Bemessungsgleichungen abgebildet:		
Ermittlung des Bemessungswertes der Abscherbeanspruchbarkeit in der Fuge:		
$F_{Rd} = \min \begin{cases} f_{v,c,d} \cdot b_N \cdot l_N \\ f_{cd} \cdot b_N \cdot h_N \\ f_{v,d} \cdot b_N \cdot \min(l_v; l_s) \\ f_{h,d} \cdot b_N \cdot h_N \end{cases}$	a) Abscheren der Betonnocke	$F_{Rd,a} = 403,92$ kN
	b) Druckversagen der Kerwenflanke im Beton	$F_{Rd,b} = 340,00$ kN
	c) Schubversagen des Vorholzes	$F_{Rd,c} = 196,80$ kN
	d) Druckversagen der Kerwenflanke im Holz (wobei maximal das 8-fache der Kervertiefe als Vorholz angesetzt werden darf)	$F_{Rd,d} = 258,30$ kN

Abb. 5.10 Nachweis der Kerne anhand der 4 Versagensformen mit farblicher Hervorhebung des eingehaltenen Nachweises

(Quelle: Bemessungstool Teil 1, Arbeitsblatt: „Bemessung der Kerne“)

Ergänzend zum Nachweis der Kerne ermittelt das Programm im gleichen Arbeitsblatt den maximalen Abstand der optional ergänzend einzubauenden Abhebesicherung in Form einer Schraube, die im Brettstapelholz in Kernenlängsrichtung auf der y-Achse gleichmäßig verteilt eingeschraubt wird. vgl. Kap. 4.4 Als Grundlage für die Abstandsbemessung wird die Schraube RAPID Komplex 10/160 des Herstellers Schmid Schrauben verwendet. Der maximale Abstand für den Einbau in der Beispieldecke beträgt 13 cm. In Abbildung 5.11 wird ein Auszug der Berechnung des Abstandes aus dem Teil 1 des Tool dargestellt.

Ermittlung des Bemessungswertes der ergänzenden Abhebesicherung:

$$F_{\uparrow,d} = \max \begin{cases} 0,1 \cdot F_{v,Ed} \\ F_{v,Ed} \cdot \tan(\theta) \end{cases} = F_{\uparrow,d} = 52,47 \text{ kN/m Deckenbreite}$$

$$F_{\uparrow,k} = F_{\uparrow,d} \cdot \gamma_M / k_{mod} = 85,32 \text{ kN/m Deckenbreite}$$

gewählte Schraube: RAPID® Komplex 10/160
Zulassung: ETA-12/0373

Auszieh widerstand: $F_{ax,R,k} = 11,00$ kN/Schraube

Abstand zwischen den Schrauben: 13 cm

Abb. 5.11 Ermittlung des Bemessungswertes und des Einbauabstandes der ergänzenden Abhebesicherung

(Quelle: Bemessungstool Teil 1, Arbeitsblatt: „Bemessung der Kerne“)

Abschließend wird mithilfe einer Mustervorlage ein Ausdruckprotokoll erstellt, das alle Eingabewerte, Schnittgrößen und Bemessungsergebnisse zusammenfassend darstellt. Zur Erstellung des Protokolls wird ein neues Ausdruckprotokoll mit dem Muster „Eingabedaten und Ergebnisse HBV-Decke“ in RStab geöffnet. Das genaue Vorgehen wird in der Programm-Dokumentation im Anhang dargestellt. Die gewählte Mustervorlage beschränkt sich bei der Ausgabe der Daten auf die wesentlichen Werte, die für die Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke nötig sind. Um die ermittelten Ergebnisse aus dem 1. Teil des Tools im Protokoll mit einzubinden, besteht die Möglichkeit sie als Grafik einzufügen (siehe Ausdruckprotokoll im Anhang). Analog dazu können die Ergebnisverläufe der einzelnen Schnittgrößen Lastfall- oder kombinationsweise grafisch eingefügt werden. Damit stellt das Ausdruckprotokoll eine ganzheitliche Zusammenfassung aller wichtigen Daten der Bemessung der Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit diskontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln dar.

6 Fazit und Ausblick

Die Anwendung und Bemessung der Holz-Beton-Verbundbauweise im Bereich des Neubaus steckt, obwohl sie grundsätzlich schon seit vielen Jahrzehnten bekannt ist, redensartlich noch in den Kinderschuhen. Das gilt insbesondere für die Ausführungsform als Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit diskontinuierlich angeordneten Verbindungsmitteln, wie bspw. Schubkerven. Deutlich wird dieser Umstand an der fehlenden normativen Grundlage zur Bemessung der Verbindungsmittel. Zusätzlich ist es zur Ermittlung realitätsnaher und ausreichend genauer Ergebnisse erforderlich, ein aufwendiges statisches Modell projektweise manuell zu generieren, in dem eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen ist. Das divergente Langzeitverhalten aller beteiligten Konstruktionsbestandteile, die Abbildung der einzelnen Materialsteifigkeiten und die realitätsnahe Positionierung der Verbindungsmittel im Modell zählen dabei zu den wichtigsten Einflussgrößen. Aufgrund der Komplexität der Konstruktion und der fehlenden EDV-gestützten Bemessungshilfen hält sich der Bekanntheits- und Verbreitungsgrad dieser Konstruktionsform in Grenzen. Motiviert von der Idee, nachhaltige Konstruktionen aus nicht alltäglichen Baustoffkombinationen massentauglicher zu gestalten und an Popularität gewinnen zu lassen, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Bemessungstool entwickelt, das mithilfe einer parametrisierten Eingabemöglichkeit den

Modellierungsaufwand eines Stabwerkmodells minimiert. Auf der Grundlage der aktuellen Erkenntnisse aus der Forschung, die in der CEN/TS [13] zusammengefasst werden und künftig den Eurocode 5 ergänzen sollen, kann mit diesem Tool eine Bemessung der beiden Teilquerschnitte und der Verbindungsmittel unter Einhaltung der einschlägigen materialspezifischen Normen und Konstruktionsregeln bzw. -empfehlungen durchgeführt werden. Die Ergebnisverläufe der Systemschnittgrößen, die mit dem Bemessungstool zu den unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelt werden, lassen sich durch die Versuchsbeobachtungen aus der Literatur, speziell aus [17], bestätigen.

Die Forschung und die Entwicklung neuer Technologien und Bemessungsverfahren ist mit der Erweiterung des Eurocode 5 noch lange nicht abgeschlossen. Künftige Erkenntnisse können im Tool integriert werden und die Bemessung somit vereinfachen und/oder verbessern. Optimierungspotential besteht etwa bei der Berücksichtigung der Auswirkungen des Kriechverhaltens der verwendeten Materialien auf die Verbindungsmittel durch die Anpassung des Verschiebungsmoduls zum Zeitpunkt $t=\infty$. Programmseitig ist das bereits umsetzbar, allerdings fehlen zur genauen Ermittlung des Modifikationsfaktors weitere Erkenntnisse und Ergebnisse aus Langzeitversuchen aus der Forschung, die mit dem gewählten Ansatz zur Berücksichtigung des Kriechverhaltens übereinstimmen. Im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses besteht, abgesehen von den fachlichen und materialspezifischen stetigen Anpassungen an den neuesten Stand der Technik, ein Optimierungspotential hinsichtlich des Aufwands der Dateneingabe und dem Automatisierungsgrad im Bereich der Kommunikationsfähigkeit der beiden Programmbestandteile Excel und RStab. Aus einer Optimierung in diesem Bereich kann eine vereinfachte Handhabung für den Benutzer resultieren.

Moderne EDV-gestützte Bemessungshilfen, wie das entwickelte Bemessungstool, können in Kombination mit einer einheitlichen Vorgehensweise bei der Bemessung und einer normativen Absicherung für die Konstrukteure durch die Erweiterung des Eurocode zur Verbreitung dieser Bauform beitragen und damit einer nachhaltigen, zukunftsorientierten und vielseitigen Bauweise eine Plattform zur weiteren Entwicklung bieten.

Literatur

- [1] *Becker, P.*: Modellierung des zeit- und feuchteabhängigen Materialverhaltens zur Untersuchung des Langzeittragverhaltens von Druckstäben aus Holz. Zugl.: Weimar, Univ., Diss., 2002, Berichte aus dem Bauwesen, Shaker, Aachen, 2002.
- [2] *Bender, M.; Goris, A.*: Stahlbetonbau-Praxis nach Eurocode 2: Band 1. Beuth Verlag GmbH, 2017.
- [3] *Brüninghoff, H.; Kreuzinger, H.*: HBV-Decken richtig berechnen. In: Bauen mit Holz 2011, **2011**, 42-43.
- [4] *Csizmadia, L.*: Anwendung von Kerfen bei Holz-Beton-Verbunddecken zur Steigerung der Ressourceneffizienz - Trag- und Verformungsverhalten. Dissertation, Wien, 2019.
- [5] *Dias, A.; Schänzlin, J.; Dietsch, P.*: Design of timber-concrete composite structures – A state-of-the-art report by COST Action FP1402/ WG 4. Shaker Verlag, Aachen, 2018.
- [6] Dlubal Software GmbH 2016: RSTAB 8: Statik allgemeiner Stabwerke - Programmbeschreibung – Fassung März 2016, Tiefenbach, 2016.
- [7] Dlubal Software GmbH 2016: Zusatzmodul BETON: Stahlbetonbemessung - Programmbeschreibung – Fassung März 2018, Tiefenbach, 2018.
- [8] Dlubal Software GmbH 2016: Zusatzmodul RF-/HOLZ Pro: Bemessung von Holzstäben nach EN 1995, DIN 1052 und SIA 265 - Programmbeschreibung – Fassung März 2018, Tiefenbach, 2018.
- [9] ETA-12/0373 - Europäische Technische Bewertung. Ausgabe November 2017.
- [10] DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau. Nationaler Anhang. Ausgabe 2010.
- [11] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau. Ausgabe 2011.

- [12] DIN EN 1995-1-1:2010-12: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau. Ausgabe 2010.
- [13] CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings.
- [14] DIN EN 1990/NA:2010-12: Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung - National festgelegte Parameter. Ausgabe 2010.
- [15] *Fingerloos, F.; Hegger, J.; Zilch, K.*: Eurocode 2 für Deutschland. Kommentierte Fassung – DIN EN 1992-1-1 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1 Allgemeine Regeln für den Hochbau. GEMEINSAM HERAUSGEGEBEN VON: BVPI, DBV, ISB, VBI. Wilhelm Ernst & Sohn; Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik; Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein *et al.* Ernst & Sohn, Berlin, 2016.
- [16] *Götz, T.*: Bauen mit Holz – Das Wissen um die bautechnischen Qualitäten von Holz ist in der Berufspraxis noch nicht weit genug verbreitet/Dabei könnte die oft anspruchsvollere Holzbauplanung mit Hilfe der Holzbauingenieure gut beherrscht werden. *In: Der Prüfingenieur - Das Magazin der Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik* (2019), Heft 54, S. 55-63.
- [17] *Grosse, M.; Hartnack, R.; Rautenstrauch, K.*: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbunddecken - Teil 2: Langzeittragverhalten. *In: Bautechnik* 80 (2003), Heft 10, S. 693-701.
- [18] *Grosse, M.; Hartnack, R.; St. Lehmann et al.*: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen / Teil 1: Kurzzeittragverhalten. *In: Bautechnik* 80 (2003), Heft 8, S. 534-541.
- [19] Handbuch Eurocode 5 - Holzbau – Vom DIN konsolidierte Fassung, Normen-Handbuch : Eurocodes, Beuth, Berlin, 2012.
- [20] *Holschemacher, K.; Rug, W.; Pluntke, T. et al.*: Holz-Beton-Verbund, 2020, <https://docplayer.org/70442995-Als-beispiele-fuer-die-vielgestaltigkeit-von-verbundkonstruktionen-unter-verwendung-von-beton-sollen-genannt-werden.html> [Zugriff am: 09.12.2020].

- [21] *Holschemacher, K.; Kieslich, H.*: Holz-Beton-Verbund. In: *Bergmeister, K.; Fingerloos, F.; Wörner, J.* (Hrsg.): Beton-Kalender 2021: Fertigteile; Integrale Bauwerke. Ernst & Sohn, Berlin, 2021, S. 357-419.
- [22] *Holschemacher, K.e.a.*: Holz-Beton-Verbund. In: *Bergmeister, K.* (Hrsg.): Beton-Kalender 2013 – Lebensdauer und Instandsetzung, Brandschutz. Ernst & Sohn, Berlin, 2013, S. 241-287.
- [23] Informationsdienst Holz e.V. (Hrsg.): spezial - Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Holzbauteile nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 (EC5) und DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Düsseldorf, 2014.
- [24] inholz Team: Brettstapel Element - HBV-Decke, <https://www.brettstapel.de/produkte/brettstapel-elemente/hbv-decke> [Zugriff am: 18.02.2021].
- [25] *Jeitler, G.; Augustin, M.*: BBV – Brettsper Holz-Beton-Verbund – Entwicklung & Ermittlung der mechanischen Eigenschaften, Garmisch.
- [26] KLH Massivholz GmbH (Hrsg.): HOLZ-BETON-VERBUND, 2019.
- [27] *Kuhlmann, U.; Schänzlin, J.*: Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken nach DIN und Euronormen. In: *König, G.* (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund – Innovationen im Bauwesen ; Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Bauwerk, Berlin, 2004, S. 55-91.
- [28] Lißner; Lehnert: Holzbausanierung. Springer Berlin Heidelberg, 2000, S. 335.
- [29] *Lüpke, T.*: Grundlagen mechanischen Verhaltens. In: *Grellmann S.; Seidler, S.* (Hrsg.): Kunststoffprüfung. Carl Hanser Verlag, München, 2015, S. 91-92.
- [30] *Michelfelder, B.C.*: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, Mitteilungen, Inst. für Konstruktion und Entwurf, 2006.
- [31] *Möller, G.*: Bemessung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. Detmold, Technische Hochschule OWL, Skript Vorlesung Verbundbau, 2020.
- [32] *Mönch, S.; Kudla, K.; Kuhlmann, U.*: Holz-Beton-Verbundkonstruktionen mit Kernen - Tragfähigkeit und Steifigkeit. 9. Europäischer Kongress EBH 2016, 2016.
- [33] *Neuhaus, H.*: Ingenieurholzbau, Studium, Teubner, Wiesbaden, 2007.

- [34] *Niemz, P.*: Holz und Holzwerkstoffe. Zürich, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Skript zur Vorlesung Werkstoffe 1, 2011.
- [35] *Rautenstrauch, K.*: Entwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise. In: *König, G.* (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund – Innovationen im Bauwesen ; Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Bauwerk, Berlin, 2004, S. 1-13.
- [36] *Rautenstrauch, K.; Grosse, M.; Lehmann, S. et al.*: Modellierung und baupraktische Bemessung von Holz-Verbund-Decken mit mineralischen Deckschichten unter Berücksichtigung neuartiger Verbindungsmittel. In: *König, G.* (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund – Innovationen im Bauwesen ; Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Bauwerk, Berlin, 2004, S. 31-54.
- [37] *Rug, W.; Mönck, W.*: Holzbau: Bemessung und Konstruktion. Beuth Verlag GmbH, 2015.
- [38] *Rupprecht, H.; Kelletshofer, W.*: Holz-Beton-Verbund - Das System. Elascor GmbH, Waldkirch, 2017.
- [39] *Schänzlin, J.*: Zum Langzeitverhalten von Brettstapel-Beton-Verbunddecken. Stuttgart, Universität Stuttgart, Dissertation, 2003.
- [40] *Schänzlin, J.*: Ausblick auf die zukünftige Bemessung von Holz-Beton- Verbunddecken, VPI-Arbeitstagung in Baden-Baden, 2017.
- [41] *Schänzlin, J.*: Eurocode 5:2022 - Zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken. In: Tagungsband Karlsruher Tage 2018 - Holzbau. Forschung für die Praxis. Karlsruhe, 04. Oktober - 05. Oktober 2018 (2018), S. 85-103.
- [42] *Schmidt, J.; Schneider, W.; Thiele, R.*: Zum Kriechen von Holz/Betonverbundkonstruktionen. In: Beton- und Stahlbetonbau 98 (2003), Heft 7, S. 399-407.
- [43] *Schneider, K.-J.*: Schneider - Bautabellen für Ingenieure – Mit Berechnungshinweisen und Beispielen. Bundesanzeiger, Köln, 2016.
- [44] *Schönborn, F.; Flach, M.; Feix, J.*: Bemessungsregeln und Ausführungshinweise für Schubkerven im Holz-Beton-Verbundbau. In: Beton- und Stahlbetonbau 106 (2011), Heft 6, S. 385-393.

- [45] *Teichert, H.-J.; Schmidt, J.; Thiele, R.:* Zum Schallschutz von Holzbalken- und Verbunddecken. *In: König, G. (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund – Innovationen im Bauwesen ; Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Bauwerk, Berlin, 2004, S. 123-132.*
- [46] *Vismann, U.:* Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
- [47] *Werner, H.:* Holzbau Handbuch, Reihe 1 Entwurf und Konstruktion, Teil 17 Bauteile, Folge 1 - Brettstapelbauweise. *In: Informationsdienst Holz; Holzbau Handbuch (1998).*
- [48] *Winter, S.; Kreuzinger, H.; Mestek, P.:* Teilprojekt 15 – Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. München, TU München.
- [49] *Winter, S.:* Brandschutztechnische Eigenschaften von Holz-Beton-Verbunddecken. *In: König, G. (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund – Innovationen im Bauwesen ; Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Bauwerk, Berlin, 2004, S. 93-100.*
- [50] *Woschitz, R.; Deix, K.; Huber, C. et al.:* Entwicklung neuartiger Holz-Betonverbunddecken in Fertigteilbauweise. *In: Bautechnik (2020), Heft 98, S. 1-11.*

Anhang

A1 Technische Daten zur Lastannahme

Dämmstoffe:

Technische Kenndaten STEICObase

Produziert und überwacht gemäß	DIN EN 13171
Plattenkennzeichnung	WF – EN 13171 – T5 – DS(70,-)2 – CS (10 Y)150 – TR10 – MUS
Kantenausbildung	stumpf
Brandverhalten nach DIN EN 13501-1	E
Nennwert Wärmeleitfähigkeit λ_D [W/(m*K)]	0,048
Nennwert Wärmedurchlasswiderstand R_D [(m²*K)/W]	0,40(20)/0,80(40)/1,25(60)/1,65(80)/2,05(100)
Rohdichte [kg/m³]	ca. 250
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	5
s_d -Wert [m]	0,1(20)/0,2(40)/0,3(60)/0,4(80)/0,5(100)
Spezifische Wärmekapazität c [J/(kg*K)]	2.100
Druckspannung bei 10 % Stauchung δ_{10} [N/mm²]	$\geq 0,15$
Druckfestigkeit [kPa]	≥ 150
Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene \perp [kPa]	≥ 10
Längenbezogener Strömungswiderstand [(kPa*s)/m²]	≥ 100
Einsatzstoffe	Holzfasern, Lagenverklebung
Abfallschlüssel (EAK)	030105/170201, Entsorgung wie Holz und Holzwerkstoffe

STEICObase ist für das raumseitige Verputzen mit diffusionsoffenen und feuchtigkeitsregulierenden Putzsystemen geeignet. Weitere Details finden Sie im Produktbereich zu STEICObase unter: www.steico.com/produkte/holzfasern-daemmstoffe/steicobase/verarbeitung

Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10: 2015

Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderung.....	DEO – dg, dm, ds
Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise.....	WH
Innendämmung der Wand.....	WI – zk, zg
Dämmung von Raumtrennwänden.....	WTR

Druckbelastbarkeit: dg=geringe, dm=mittel, ds=sehr hohe | Zugfestigkeit: zk=keine, zg=gering

Ergänzende technische Daten

Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit λ_g [W/(m*K)]	 0,050
Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	 0,053
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ gemäß SIA 279 [W/(m*K)]	 0,060
Brandverhaltensgruppe nach VKF Brandschutzrichtlinie	RF3

Hinweise: Liegend, plan und trocken lagern. Kanten vor Beschädigung schützen. Folienverpackung erst entfernen, wenn Palette auf festem, ebenem und trockenem Untergrund steht.

Putzempfehlung



Quelle: STEICO base – druckfeste Boden- & Putzträgerplatte

https://www.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/German/Product_information/base/STEICObase_de_i.pdf [letztes Abrufdatum: 18.02.2021]

Dämmstoffe	Wichten [kN/m ³]	Flächenlasten [kN/m ²]	Quellen
Hartschaumstoffe (Polystyrol), EPS	0,30	-	Link
Hartschaumstoffe (Polystyrol), XPS	0,45	-	Link
Kork	2,70	-	Link
Mineralwolle, Tellwolle, Glaswolle	1,50	-	Link
Mineralwolle, Tellwolle, Steinwolle	2,00	-	Link
Schaumglas, Foamglas	1,65	-	Link
Tektalan	2,40	-	Link
Vakuumdämmplatten	3	-	-
Weichfaserplatten	2,30	-	-

Quelle: <https://www.ezzat.org/de/Wichte/wichte.php> [letztes Abrufdatum: 18.02.2021]

Estriche:

Estrich	Wichten [kN/m ³]	Flächenlasten [kN/m ²]	Quellen
Blähtonestrich, Zementgebunden	6,30	-	-
Calciumsulfat-Fließestrich (Gips)	21,00	-	-
Gussasphaltestrich	25,00	-	-
Industriestrich	24,00	-	-
Kunstharzestrich	22,00	-	-
Magnesiaestrich	22,00	-	Link
Trockenestrich, Gips	-	0,30	Link
Zementestrich, bewehrt	23,00	-	-
Zementestrich, Heizestrich	22,00	-	-

Quelle: <https://www.ezzat.org/de/Wichte/wichte.php> [letztes Abrufdatum: 18.02.2021]

Lotrechte Nutzlasten:
Tabelle 6.1DE — Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone

Spalte	1	2	3	4	5	
Zeile	Kategorie	Nutzung	Beispiele	q_k kN/m ²	Q_k^* kN	
1	A	A1	Spitzböden	Für Wohnzwecke nicht geeigneter, aber zugänglicher Dachraum bis 1,80 m lichter Höhe	1,0	1,0
2		A2	Wohn- und Aufenthaltsräume	Decken mit ausreichender Querverteilung der Lasten, Räume und Flure in Wohngebäuden, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmer einschl. zugehöriger Küchen und Bäder	1,5	—
3		A3		wie A2, aber ohne ausreichende Querverteilung der Lasten	2,0 ^c	1,0
4	B	B1	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät , Stationsräume, Aufenthaltsräume einschl. der Flure, Kleinviehställe	2,0	2,0
5		B2		Flure und Küchen in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen, Flure in Internaten usw.; Behandlungsräume in Krankenhäusern , einschl. Operationsräume ohne schweres Gerät; Kellerräume in Wohngebäuden	3,0	3,0
6		B3		Alle Beispiele von B1 u. B2, jedoch mit schwerem Gerät	5,0	4,0
7	C	C1	Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und L festgelegten Kategorien).	Flächen mit Tischen; z. B. Kindertagesstätten, Kinderkrippen , Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, Empfangsräume, Lehrerzimmer	3,0	4,0
8		C2		Flächen mit fester Bestuhlung; z. B. Flächen in Kirchen, Theatern oder Kinos, Kongresssäle, Hörsäle, Wartesäle	4,0	4,0
9		C3		Frei begehbare Flächen; z. B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen, Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden, Hotels, nicht befahrbare Hofkellerdecken, sowie die zur Nutzungskategorie C1 bis C3 gehörigen Flure	5,0	4,0
10		C4		Sport- und Spielflächen; z. B. Tanzsäle, Sporthallen, Gymnastik- und Kraftsporträume, Bühnen	5,0	7,0
11		C5		Flächen für große Menschenansammlungen; z. B. in Gebäuden wie Konzertsäle, Terrassen und Eingangsbereiche sowie Tribünen mit fester Bestuhlung	5,0	4,0
12		C6		Flächen mit regelmäßiger Nutzung durch erhebliche Menschenansammlungen, Tribünen ohne feste Bestuhlung	7,5	10,0
13	D	D1	Verkaufsräume	Flächen von Verkaufsräumen bis 50 m ² Grundfläche in Wohn-, Büro- und vergleichbaren Gebäuden	2,0	2,0
14		D2		Flächen in Einzelhandelsgeschäften und Warenhäusern	5,0	4,0
15		D3		Flächen wie D2, jedoch mit erhöhten Einzellasten infolge hoher Lagerregale	5,0	7,0

Quelle: DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1

A2 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten – Tabelle

Table 9.1 — Minimum reinforcement to control concrete cracking without crack width calculation

CON- CRETE CLASS	RC DECK THICKNES [cm]												REBAR DIAMETER [mm] / AXIAL DISTANCE [mm]					
	5		6		7		8		10		12			14		16		18
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,16	Ø5/150
12/15		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,92	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,37	Ø6/150
16/20		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,59	Ø6/150
20/25		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	1,04	Ø5/150	1,25	Ø5/150	1,46	Ø6/150	1,67	Ø6/150	1,88	Ø7/150
25/30		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,82	Ø5/150	0,93	Ø5/150	1,16	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,63	Ø6/150	1,86	Ø6/150	2,09	Ø7/150
30/37		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,28	Ø5/150	1,54	Ø6/150	1,80	Ø6/150	2,05	Ø7/150	2,31	Ø7/150
35/45		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	0,98	Ø5/150	1,12	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,68	Ø6/150	1,96	Ø7/150	2,24	Ø7/150	2,52	Ø7/150
40/50		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø7/150
C	^a 0,80	Ø5/150	0,92	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,52	Ø6/150	1,83	Ø6/150	2,13	Ø7/150	2,44	Ø7/150	2,74	Ø8/150
45/55		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150
C	0,82	Ø5/150	0,99	Ø5/150	1,15	Ø5/150	1,32	Ø6/150	1,64	Ø6/150	1,97	Ø7/150	2,30	Ø7/150	2,63	Ø8/150	2,96	Ø8/150
50/60		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150
C	0,84	Ø5/150	1,01	Ø5/150	1,18	Ø5/150	1,35	Ø6/150	1,68	Ø6/150	2,02	Ø7/150	2,36	Ø7/150	2,69	Ø8/150	3,03	Ø8/150
55/67		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150
C	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,76	Ø6/150	2,12	Ø7/150	2,47	Ø7/150	2,82	Ø8/150	3,17	Ø8/150
60/75		Ø5/150		Ø5/150		Ø5/150		Ø6/150		Ø6/150		Ø7/150		Ø7/150		Ø8/150		Ø8/150

^aMinimum reinforcement governed by Paragraph 11.3.3(3)

Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020: Eurocode 5: Design of Timber Structures - Structural design of timber-concrete composite structures - Common rules and rules for buildings, Tab. 4.1

A3 Technische Daten/Zulassung Holzschraube

Technische Daten:

RAPID[®] Komplex

Eigenschaft		Einheit	Ø 10,0
Kopfdurchmesser	Senkkopf	d _k [mm]	18,5
	Tellerkopf	d _k [mm]	27,0
Kerndurchmesser		d _k [mm]	6,2
Schaftdurchmesser		d _s [mm]	7,1
Antrieb	Senkkopf	TX	40
	Tellerkopf	TX	50
Zugtragfähigkeit		F _{SenkK} [kN]	35,0
Fließmoment		M _{KK} [Nm]	33,6

Unterlegscheiben		Einheit	Ø 10,0
Durchmesser Unterlegscheibe		[mm]	35,0
Höhe Unterlegscheibe		[mm]	7,0
Kopfdurchziehparameter	Unterlegscheibe	[N/mm ²]	9,2
	Senkkopf	[N/mm ²]	12,2
Kopfdurchzugswiderstand	Tellerkopf	[N/mm ²]	14,5
	Unterlegscheibe	[kN]	11,27
	Senkkopf	[kN]	4,18
	Tellerkopf	[kN]	10,57

Abmessungen		Auszieh-widerstand	Kopfdurchzugs-widerstand				Abscheren Holz - Holz				Abscheren Stahl - Holz						
			Senkkopf		Tellerkopf		Senkkopf		Tellerkopf								
d x L [mm]	b [mm]	zul. N _z [kN]	F _{SenkK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{TellerK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{SenkK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{TellerK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{SenkK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{TellerK} [kN]	zul. N _z [kN]	F _{SenkK} [kN]	F _{TellerK} [kN]	
Ø 10,0																	
10,0 x 80	50	2,50	5,50	1,71	4,18	-	-	a)	a)	a)	a)	-	-	-	-	-	-
10,0 x 100	60	3,00	6,60	1,71	4,18	3,65	10,57	1,60	4,50	5,49	4,27	5,14	1,60	5,10	6,10	4,87	5,75
10,0 x 120	80	4,00	8,80	1,71	4,18	3,65	10,57	1,60	4,50	5,49	4,27	5,14	1,60	5,65	6,65	5,42	6,30
10,0 x 140	80	4,00	8,80	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,49	6,99	6,11	6,49
10,0 x 160	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 180	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 200	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 220	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 240	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 260	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 280	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 300	100	5,00	11,00	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 320	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 340	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 360	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 380	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 400	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 420	120	6,00	13,20	1,71	4,18	-	-	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	-	-	-	-	2,13
10,0 x 440	120	6,00	13,20	1,71	4,18	-	-	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	-	-	-	-	2,13
10,0 x 450	120	6,00	13,20	-	-	3,65	10,57	-	-	-	-	-	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93
10,0 x 460	120	6,00	13,20	1,71	4,18	-	-	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	-	-	-	-	2,13
10,0 x 480	120	6,00	13,20	1,71	4,18	-	-	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	-	-	-	-	2,13
10,0 x 500	120	6,00	13,20	1,71	4,18	3,65	10,57	1,70	5,33	5,84	4,96	5,33	1,70	6,93	7,43	6,55	6,93

Quelle: <https://www.schrauben.at/schraubenwelten/produkte/rapid/rapid-komplex> [letztes Abrufdatum: 18.02.2021]

Zulassung ETA-12 0373 vom 03.11.2017: siehe [9]

A4 Programmdokumentation

Dokumentation zur Bedienung des Bemessungstools:

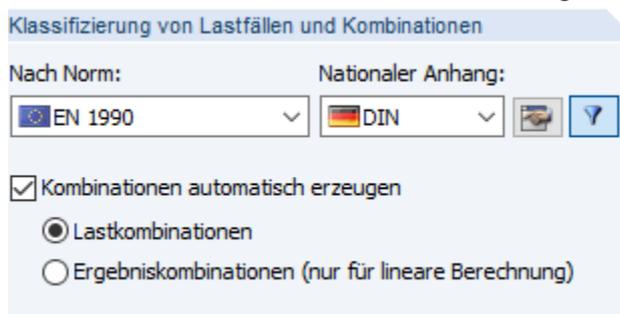
Vorab: Beide Teile des Bemessungstools öffnen. (Excel und RStab)

1. Schritt: Eingangsparameter zur Bemessung des HBV-Einfeldträgers im Teil 1 des Bemessungstools eingeben (Arbeitsblatt: „Parameter Eingabe & Belastungen“):

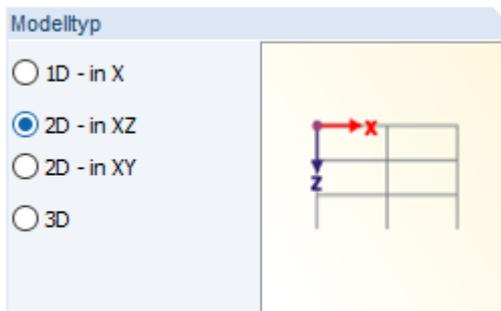
- Systemabmessungen (nach örtlicher Gegebenheit)
- Materialeigenschaften (nach Empfehlung der Literatur)
- Belastungen (nach Vorgaben aus der DIN EN 1991-1-1)
- Ermittlung der Endkriechzahl des Betons (nach Vorgaben aus der DIN EN 1992-1-1)

2. Schritt: Neues Modell in RStab anlegen, Basisangaben machen

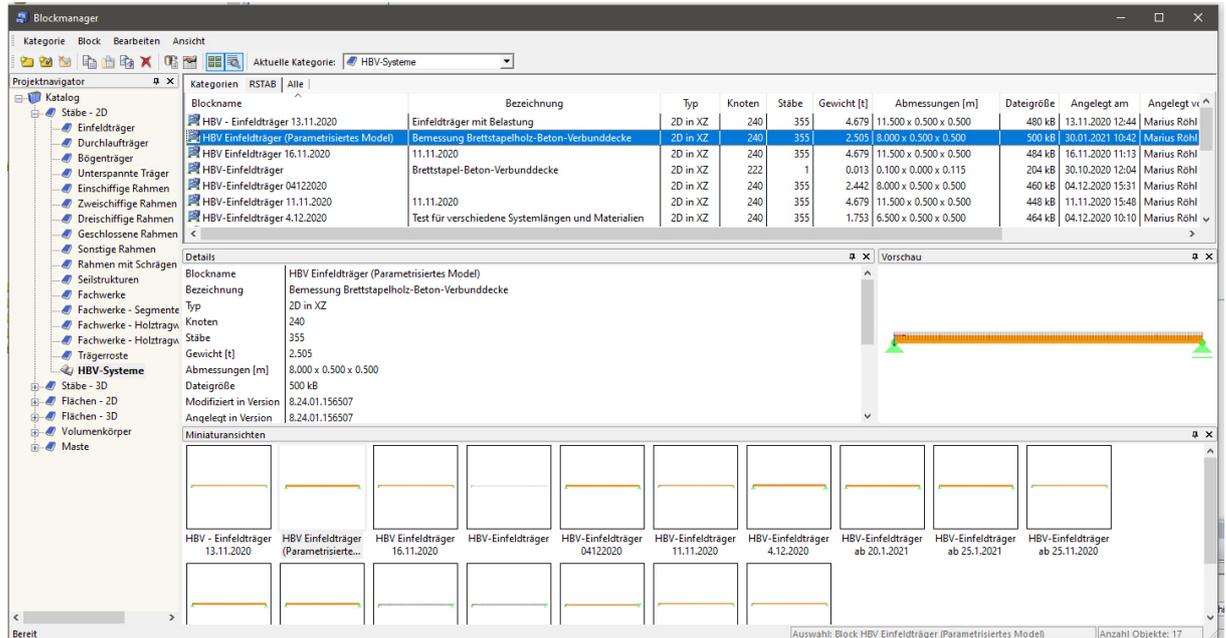
- Modellname, Bezeichnung, etc.
- Eurocode 0 wählen und den deutsch NA
- Häkchen bei „Kombination automatisch erzeugen“



- Im Modelltyp das richtige Koordinatensystem wählen



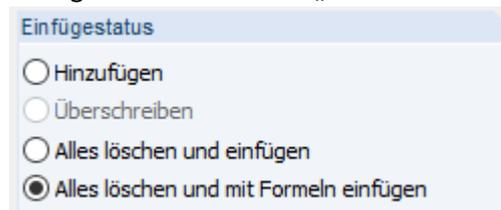
3. Schritt: Parametrisiertes Modell im Blockmanager auswählen und öffnen



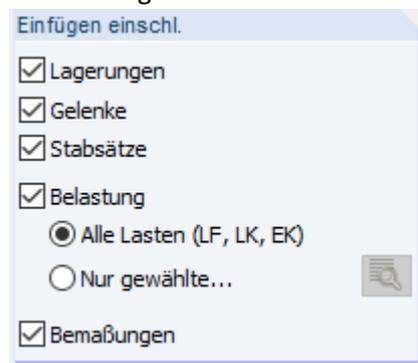
4. Schritt: Detaileinstellungen bearbeiten



- Einfügestatus ändern auf „Alles löschen und mit Formeln einfügen“



- Lagerungen, Gelenke, Stabsätze, alle Belastungen und Bemaßungen beim Einfügen mit einschließen



5. Schritt: Parameter, Material und Querschnitte definieren

- Parameter zur Feldlänge, Höhe des Betons, Höhe des Holzes und Kervertiefe festlegen

Parameter			
Feldlänge	7.500	m	Die maximale Feldlän
HöheBeton	10.000	cm	Die Betonplatte sollte
HöheHolz	20.000	cm	Das Brettstapelholz
Kervertiefe	2.000	cm	Die Tiefe der Kerve s

- Materialien definieren

Materialien	
1	Beton C30/37 DIN EN 1992-1-1/NA/A1.2
2	Pappel und Nadelholz C24 DIN EN 338:2
3	Kerve

(Bei „Material 3: Kerve“ handelt es sich um ein fiktives Material, das nicht berücksichtigt werden muss)

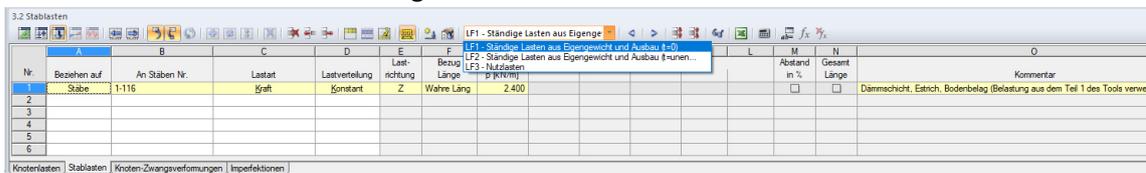
- Querschnitte gemäß der in den Parametern getroffenen Abmessungen definieren

Querschnitte	
1	Rechteck 1000/100
2	H-Rechteck 1000/200
3	Kerve

(Bei „Querschnitt 3: Kerve“ handelt es sich um einen fiktiven Querschnitt, der nicht berücksichtigt werden muss)

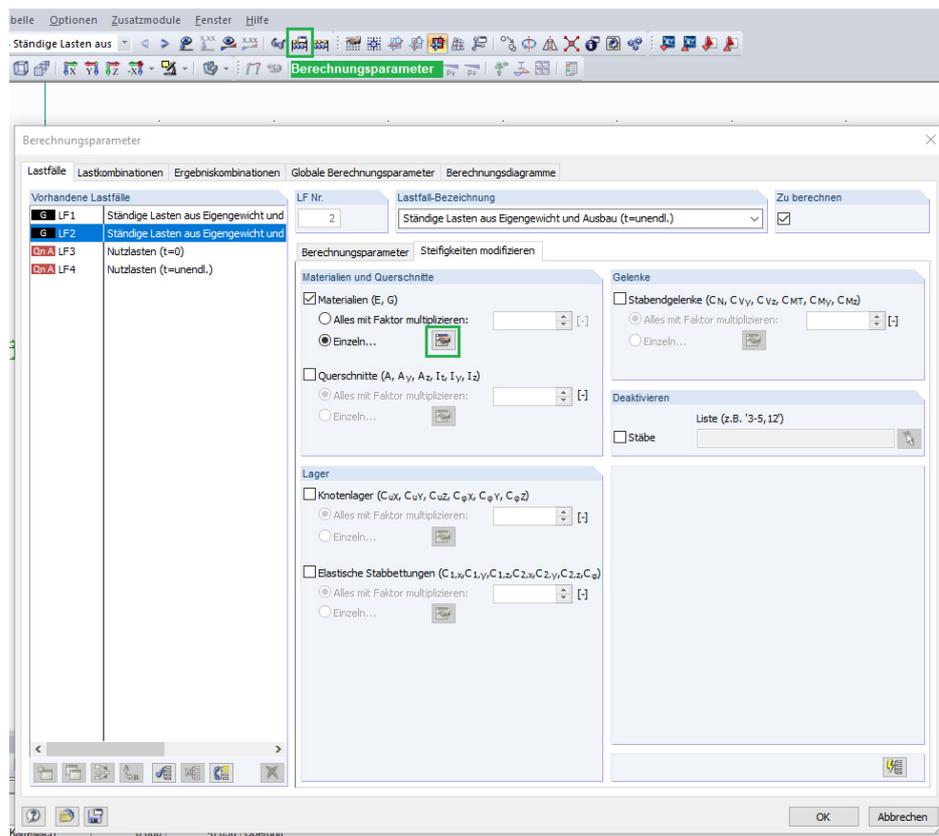
- Eingegebene Werte mit „Ok“ bestätigen

6. Schritt: Belastungswerte von Excel bestehend aus ständigen & nicht-ständigen Lasten an den Platzhaltern in den Lastfällen 1-4 einsetzen und die Temperaturdifferenz aus dem Excel-Arbeitsblatt „Parameter Langzeitverhalten“ zur Berücksichtigung des Betonschwindens im Lastfall 2 eingeben.



Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Lastart	Lastverteilung	Last-richtung	Bezug Länge	Bezug p [kN/m]	L	M	N	O
2	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Läng	2.400		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dämmeschicht, Estrich, Bodenbelag (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwe...
3											
4											
5											
6											

7. Schritt: Über das Menü für die Berechnungsparameter die Steifigkeiten der Materialien mit den Modifikationswerten m_B und m_H in folgenden Lastfällen und -kombinationen modifizieren:



Folgende Lastfälle und -kombinationen sollten bei der Modifikation der Steifigkeit berücksichtigt werden:

- Lastfälle: LF2, LF4
- Lastkombinationen: LK2, LK6, LK8, LK12, LK14, LK18, LK20, LK24

Steifigkeit anhand Multiplikationsfaktors modifizieren		
Materialien		
Material Nr.	Material Beschreibung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.342600
2	Pappel und Nadelholz C24	0.555700
3	Kerze	1.000000

8. Schritt: Bei folgenden Lastkombinationen muss das Häkchen bei „Zu berechnen“ gesetzt sein:

Vorhandene Lastkombinationen	
GZT LK1	1.35 ⁹ LF1
GZT LK2	1.35 ⁹ LF2
GZT LK3	1.35 ⁹ LF1 + 1.5 ⁹ LF3
GZT LK4	1.35⁹LF1 + 1.5⁹LF4
GZT LK5	1.35⁹LF2 + 1.5⁹LF3
GZT LK6	1.35 ⁹ LF2 + 1.5 ⁹ LF4
GCh LK7	LF1
GCh LK8	LF2
GCh LK9	LF1 + LF3
GCh LK10	LF1 + LF4
GCh LK11	LF2 + LF3
GCh LK12	LF2 + LF4
GHB LK13	LF1
GHB LK14	LF2
GHB LK15	LF1 + 0.5 ⁹ LF3
GHB LK16	LF1 + 0.5⁹LF4
GHB LK17	LF2 + 0.5⁹LF3
GHB LK18	LF2 + 0.5 ⁹ LF4
GOS LK19	LF1
GOS LK20	LF2
GOS LK21	LF1 + 0.3 ⁹ LF3
GOS LK22	LF1 + 0.3⁹LF4
GOS LK23	LF2 + 0.3⁹LF3
GOS LK24	LF2 + 0.3 ⁹ LF4

Zu berechnen

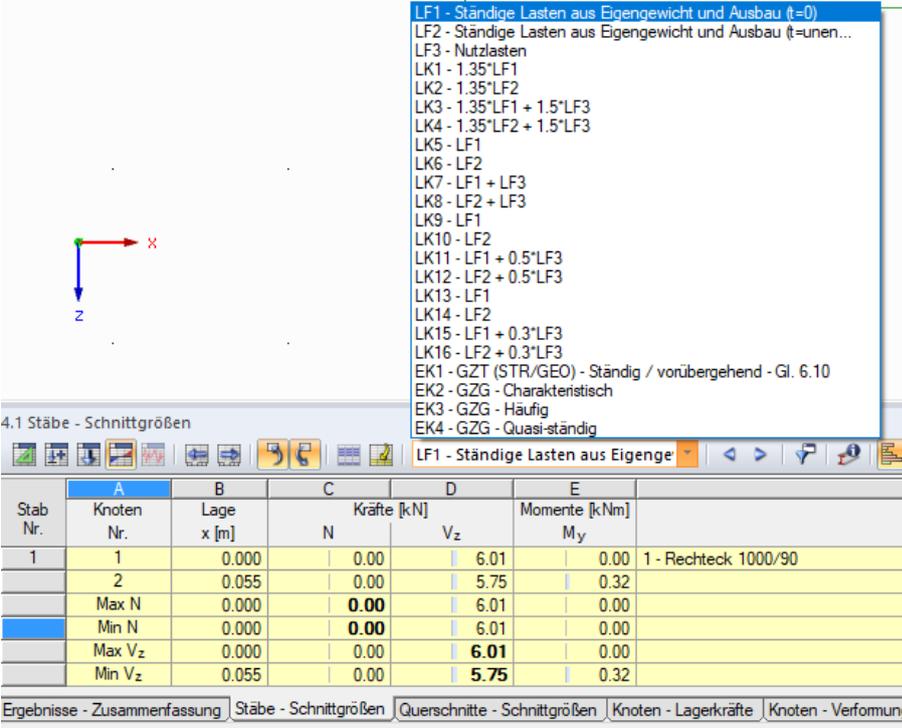
9. Schritt: Schnittgrößen ermitteln

- Nach erfolgter Eingabe der Belastungen Schnittgrößen berechnen



10. Schritt: Schnittgrößen anzeigen lassen und Lastfälle & Lastkombinationen exportieren

- Schnittgrößen in der Tabelle 4.1 in RStab anzeigen lassen

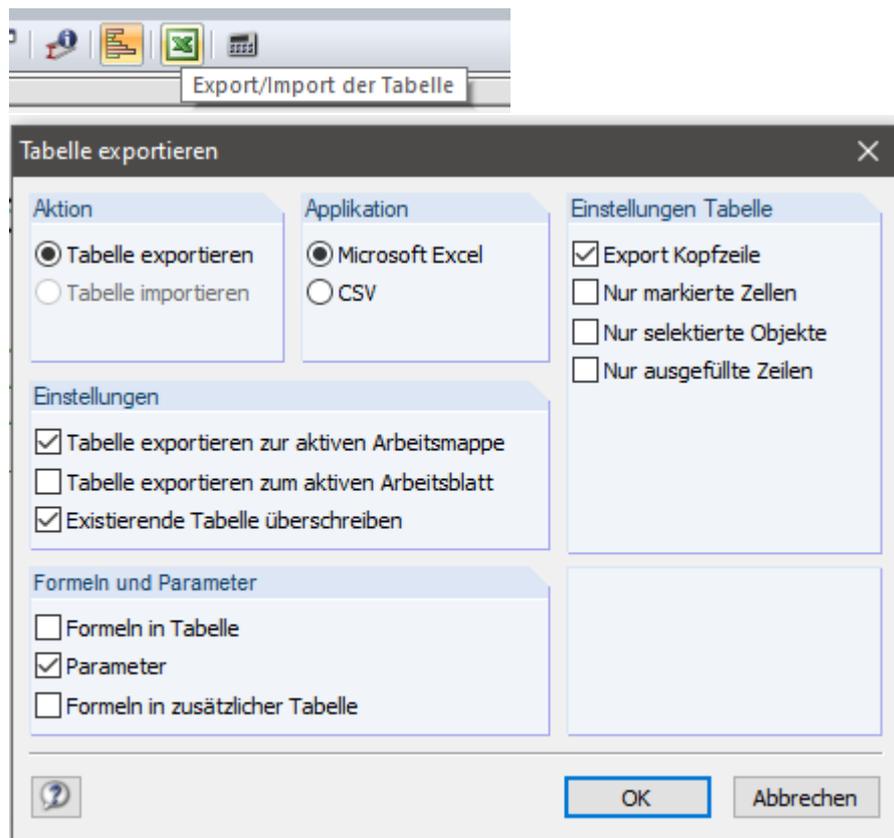


The screenshot shows the RStab software interface. A dropdown menu is open, listing various load cases (LF1-LF16) and combinations (LK1-LK16, EK1-EK4). Below the menu, a table titled '4.1 Stäbe - Schnittgrößen' displays the internal forces for a beam. The table has columns for 'Stab Nr.', 'Knoten Nr.', 'Lage x [m]', 'Kräfte [kN]' (with sub-columns for N and Vz), and 'Momente [kNm]' (with sub-column for My). The data is as follows:

Stab Nr.	Knoten Nr.	Lage x [m]	Kräfte [kN]		Momente [kNm]	
			N	V _z	M _y	
1	1	0.000	0.00	6.01	0.00	1 - Rechteck 1000/90
	2	0.055	0.00	5.75	0.32	
	Max N	0.000	0.00	6.01	0.00	
	Min N	0.000	0.00	6.01	0.00	
	Max V _z	0.000	0.00	6.01	0.00	
	Min V _z	0.055	0.00	5.75	0.32	

At the bottom of the screenshot, there are tabs for 'Ergebnisse - Zusammenfassung', 'Stäbe - Schnittgrößen', 'Querschnitte - Schnittgrößen', 'Knoten - Lagerkräfte', and 'Knoten - Verformung'.

- Lastkombinationen 1, 2, 3 & 6 exportieren
(Wichtig: Für den Export muss der Teil 1 des Bemessungstools geöffnet sein)



(Die Einstellungen für den Export entsprechend übernehmen)

- Optional kann auch die Tabelle 1.7 „Stäbe“ zur besseren Gesamtübersicht über das System aus RStab nach Excel auf die gleiche Weise exportiert werden.

11. Schritt: Bemessung des Betonquerschnitts mit dem Zusatzmodul BETON in RStab

 **BETON - Stahlbetonbemessung von Stäben**

- Bei den „Basisangaben“ folgende Lastkombination für die Bemessung im GZT in das Feld „Zu bemessen“ verschieben:

Zu bemessen		
GZT	LK1	1.35*LF1
GZT	LK2	1.35*LF2
GZT	LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3
GZT	LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4

- In den Menüs „Materialien“, „Querschnitte“, „Lager“ sind keine Eingaben bzw. Veränderungen notwendig.

- Bei „Bewehrung“ unter dem Reiter „Bewehrungsanordnung“ die erforderliche Betondeckung einstellen:

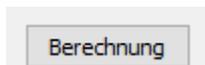
- Bei „Bewehrung“ unter dem Reiter „Mindestbewehrung“ die Häkchen, wie in der unten dargestellten Abbildung entfernen.

- Bei „Bewehrung“ unter dem Reiter „DIN EN 1992-1-1“ folgende Werte, falls notwendig anpassen:

- Bei „Bewehrung“ unter dem Reiter „DIN EN 1992-1-1“ das Häkchen für „Bewehrungsvorschlag vornehmen“ entfernen



- Den Betonquerschnitt mit einem Klick auf „Berechnung“ im GZT bemessen.



- Die Robustheitsbewehrung wird auf Grundlage der eingegebenen Daten aus dem Arbeitsblatt „Parameter Eingabe & Belastungen“ im Arbeitsblatt „Mindestbewehrung“ automatisch berechnet.

Robustheitsbewehrung $A_{s,rob}$ (nach EC2-1-1, 9.2.1.1 (1)):
(Bemessungsrelevanter Bereich: Auflager bis Kerve 1)

gewählter Beton: **C30/37** mit $f_{cm} = 2,90$ N/mm²

Querschnittsfläche des Betonquerschnitts: $A_c = 0,1$ m²

$$A_{s,rob} = \frac{\left(\frac{M_{st,er}}{z}\right) + N}{f_{yk}} = 1,40 \text{ cm}^2$$

- Die Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten lässt aus der im Arbeitsblatt „Mindestbewehrung“ dargestellten Tabelle ablesen.

Mindestbewehrung $A_{s,min}$ zur Begrenzung der Rissbreiten (nach CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020):

Table 9.1 – Minimum reinforcement to control concrete cracking without crack width calculation

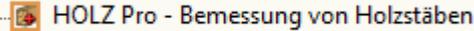
CONCRETE CLASS	RC DECK THICKNES [cm]															
	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
C 12/15	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 16/20	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 20/25	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 25/30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 30/37	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 35/45	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 40/50	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 45/55	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 50/60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
C 55/67	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
C 60/75	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88

*Minimum reinforcement governed by Paragraph 11.3.3(3)

Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020 Table 9.1

- Die Ergebnisse sind mit Sachverstand zu prüfen.

12. Schritt: Bemessung des Holzquerschnitts im GZT und GZG mit HOLZ Pro



- Bei den „Basisangaben“ nur den Stabsatz 1 für die Bemessung auswählen



- Bei den „Basisangaben“ folgende Lastkombination für die Bemessung im GZT in das Feld „Zu bemessen“ verschieben:

Zu bemessen			
GZT	LK1	1.35*LF1	Ständig und vorüber
GZT	LK2	1.35*LF2	Ständig und vorüber
GZT	LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3	Ständig und vorüber
GZT	LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	Ständig und vorüber

- Bei den „Basisangaben“ folgende Lastkombination für die Bemessung im GZG in das Feld „Zu bemessen“ verschieben:

Zu bemessen			
G Ch	LK7	LF1	Charakteristisch
G Ch	LK8	LF2	Charakteristisch
G Ch	LK9	LF1 + LF3	Charakteristisch
G Ch	LK12	LF2 + LF4	Charakteristisch
G H _a	LK13	LF1	Charakteristisch
G H _a	LK14	LF2	Charakteristisch
G H _a	LK15	LF1 + 0.5*LF3	Charakteristisch
G H _a	LK18	LF2 + 0.5*LF4	Charakteristisch
G Q _s	LK19	LF1	Quasi-ständig
G Q _s	LK20	LF2	Quasi-ständig
G Q _s	LK21	LF1 + 0.3*LF3	Quasi-ständig
G Q _s	LK24	LF2 + 0.3*LF4	Quasi-ständig

- In den Menüs „Materialien“, „Querschnitte“ sind keine Eingaben bzw. Veränderungen notwendig.
- Bei „Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse“ die KLED aus dem Excel Arbeitsblatt „Parameter Eingabe und Belastungen“ entnehmen und in den Lastfällen vermerken.

Belastung	Bezeichnung	Belastungstyp	Klasse der Lasteinwirkungsdauer KLED
LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t)	Ständig	Ständig
LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t)	Ständig	Ständig
LF3	Nutzlasten (t=0)	Nutzlasten - Kategorie A: W	Mittel
LF4	Nutzlasten (t=unendl.)	Nutzlasten - Kategorie A: W	Mittel

- Bei den „Gebrauchstauglichkeitsparametern“ folgende Angaben machen:

1.9 Gebrauchstauglichkeitsparameter										
Nr.	A	B	C		D	E	F		G	H
	Beziehen auf	Stab Nr.	Manuell	Bezugslänge L [m]	Richtung	Überhöhung w _{o,y} [mm]	w _{o,z} [mm]	Trägertyp		
1	Stabsatz	1	<input type="checkbox"/>	7.500	y; z	0.0	0.0	Träger		

Die Bezugslänge wird automatisch an die Feldlänge angepasst.

- Im Menü „Parameter“ sind keine Eingaben bzw. Veränderungen notwendig.
- Den Holzquerschnitt mit einem Klick auf „Berechnung“ im GZT und GZG bemessen.

Berechnung

- Die Ergebnisse sind mit Sachverstand zu prüfen.

13. Schritt: Bemessung der Kerfen im Excel-Teil des Tools:

- Die Bemessung erfolgt nach dem Export der Schnittgrößen aus RStab automatisch in Excel. Die Ergebnisse können im Arbeitsblatt „Bemessung der Kerfe“ eingesehen werden.
- Die Ergebnisse sind mit Sachverstand, anhand der aufgeführten Rechenwege im unteren Teil des Arbeitsblatts, zu prüfen.

Bemessung der Verbindung zwischen Beton- und Holzquerschnitt:

Maximale Querkraft in der jeweils höchstbelasteten Kerfe:

Belastung	max V_z [kN]	Position
Lastkombination 1: $1,35 \cdot LF_1$	116,08	Kerfe 1 - Rechts
Lastkombination 2: $1,35 \cdot LF_2$	107,26	Kerfe 2 - Rechts
Lastkombination 3: $1,35 \cdot LF_1 + 1,5 \cdot LF_3$	157,42	Kerfe 1 - Rechts
Lastkombination 6: $1,35 \cdot LF_2 + 1,5 \cdot LF_4$	147,95	Kerfe 2 - Rechts

Bemessungswert $F_{v,Ed}$: Lastkombination 3: **157,42 kN**

Für die Tragfähigkeit der Kerfe werden die möglichen Versagensmodi in den Bemessungsgleichungen abgebildet:

Ermittlung des Bemessungswertes der Abscherbeanspruchbarkeit in der Fuge:

a) Abscheren der Betonnocke	$F_{Rd,a} =$ 403,92 kN
b) Druckversagen der Kerfenflanke im Beton	$F_{Rd,b} =$ 340,00 kN
c) Schubversagen des Vorholzes	$F_{Rd,c} =$ 196,80 kN
d) Druckversagen der Kerfenflanke im Holz (wobei maximal das 8-fache der Kerfentiefe als Vorholz angesetzt werden darf)	$F_{Rd,d} =$ 258,30 kN

Ermittlung des Bemessungswertes der ergänzenden Abhebesicherung:

$$F_{t,d} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,1 \cdot F_{v,Ed} \\ F_{v,Ed} \cdot \tan(\theta) \end{array} \right. = F_{t,d} = \mathbf{52,47} \text{ kN/m Deckenbreite}$$

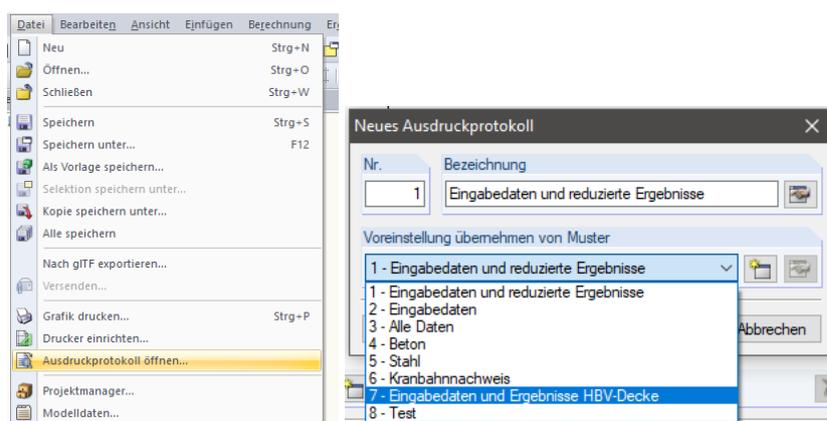
$$F_{t,k} = F_{t,d} \cdot \gamma_{M0} / k_{mod} = \mathbf{85,32} \text{ kN/m Deckenbreite}$$

gewählte Schraube: RAPID® Komplex 10/160
Zulassung: ETA-12/0373

Auszieh Widerstand: $F_{ax,k,k} = \mathbf{11,00}$ kN/Schraube

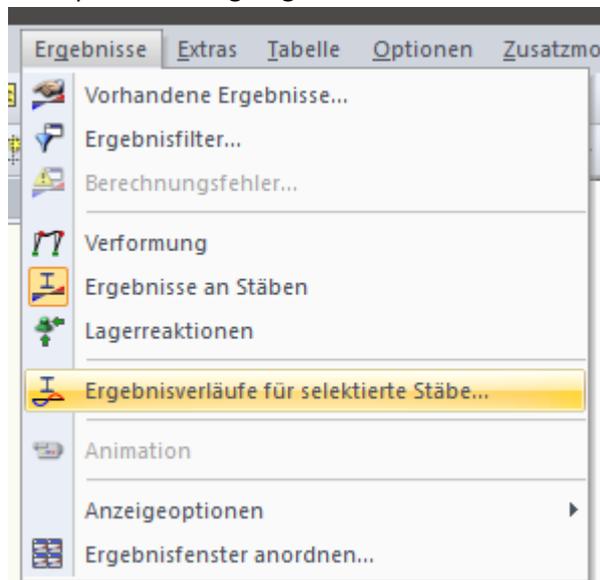
Abstand zwischen den Schrauben: **13** cm

14. Schritt: Erstellung des Ausdruckprotokolls in RStab zur Darstellung der Ergebnisse der Schnittgrößen- und Verformungsermittlung und der Bemessungsergebnisse.



- Neues Ausdruckprotokoll erzeugen und das Muster Nr. 7 „Eingabedaten und Ergebnisse HBV-Decke“ auswählen.

- Zur Vervollständigung der Ergebnisanzeige können die Ergebnisse aus dem Excel-Teil als Grafiken in das Ausdruckprotokoll eingefügt werden.
- Optional können die Ergebnisverläufe der Schnittgrößenermittlung lastfall- oder lastkombinationsweise grafisch mit eingefügt werden. Dazu müssen die betroffenen Systemteile selektiert werden und über das Menü „Ergebnisse für selektierte Stäbe“ als Grafik in das Ausdruckprotokoll eingefügt werden.



- Nach optionaler Vervollständigung kann das Ausdruckprotokoll in das PDF-Format umgewandelt oder direkt mit einem Drucker gedruckt werden.

**A5 Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m Spannweite –
Eingabedaten**

Eingangsdaten:

Eingangsparameter zur Bemessung des HBV-Einfeldträgers:

Systemabmessungen:

Feldlänge: m
Höhe Betonquerschnitt: cm
Höhe Holzquerschnitt: cm
Kervertiefe: cm
Länge der Kerve/Betonnocke: cm

Materialeigenschaften:

Druckfestigkeitsklasse Beton:
Festigkeitsklasse Holz:
Zementklasse:

Belastungen pro Meter Feldlänge:

ständige Lasten:

Eigengewicht:

 Betonquerschnitt: kN/m

 Holzquerschnitt: kN/m

 (Das Eigengewicht wird von RStab automatisch berücksichtigt.)

aus Ausbau:

 Dämmstoff:

 Dämmstoffstärke: cm

 Dämmschicht: kN/m

 Estrich:

 Estrichstärke: cm

 Estrichschicht: kN/m

 Bodenbelag:
 kN/m

Ständige Last aus Ausbau: kN/m

(Die Lastannahmen aus Ausbau sind im Arbeitsblatt "Daten" einzusehen oder im Anhang gemäß DIN EN 1991-1-1/NA. A.18)

nicht-ständige Lasten:**Nutzlasten nach Kategorien:**Kategorie: kN/mKLED:

(bei der Bemessung des Holzquerschnitts zu berücksichtigen)

Hinweis: Lotrechte Nutzlasten nach Kategorien nach DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1 DE

Lasten aus leichten Trennwänden:Last der nicht-tragenden Wand: Trennwandzuschlag: kN/m

(Trennwandzuschlag nach DIN EN 1991-1-1/NA, 6.3.1.2)

Endkriechzahl des Beton zur Erfassung des Kriechverhaltens:

Die Endkriechzahl wird nach DIN EN 1992-1-1, 3.1.4 Bild 3.1 a) unter Berücksichtigung der nötigen Rahmenbedingungen ermittelt:

Betonalter bei Belastungsbeginn t_0 : TageDruckfestigkeitsklasse Beton: Zementklasse: wirksame Querschnittsdicke h_0 : mmEndkriechzahl φ :

Einfluss des Schwindens

Generierung einer Ersatzbelastung in Form einer Temperaturdifferenz, zur Berücksichtigung der Schwindeinflüsse im Obergurt:

gewählter Beton: **C30/37** mit $f_{ck} =$ **30,00** N/mm²

Höhe des Betonquerschnitts: **10,0** cm

fiktive Temperaturänderung: $\Delta T = \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha_T} =$ **38,2** K

Gesamtschwinddehnung $\varepsilon_{cs} =$ $\varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} =$ **0,3815** ‰

Einfluss des Kriechens

Modifikation des E-Moduls: **Beton**

Modifikationsfaktor: $m_B = \frac{1}{1 + k_L \cdot \varphi} =$ **0,3426**

Lastfaktor: $k_L = \frac{g}{(g+q)} + \psi_2 \cdot \frac{q}{(g+q)} =$ **0,800**

Nutzungsklasse: **A2** $\psi_2 =$ **0,3**

Endkriechzahl des verwendeten Betonquerschnitt: $\varphi =$ **2,40**

Anhang

A5 Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m
Spannweite – Eingabedaten

Modifikation des E-Moduls: **Holz**

Modifikationsfaktor:
$$m_H = \frac{1}{1 + k_L \cdot (\varphi_{\text{Holz,ve}} + \varphi_{\text{Holz,ms}})}$$
 = **0,5557**

Lastfaktor:
$$k_L = \frac{g}{(g+q)} + \psi_2 \cdot \frac{q}{(g+q)}$$
 = **0,800**

Visco-elastischer Kriechanteil: = **0,6**

Mechano-Sorptiver Kriechanteil: = **0,4**

Anhang

A6 Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m
Spannweite – Ausdruckprotokoll mit Ergebnissen

**A6 Beispiel: Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke mit 7,50 m Spannweite –
Ausdruckprotokoll mit Ergebnissen**



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

STATISCHE BERECHNUNG

BAUVORHABEN

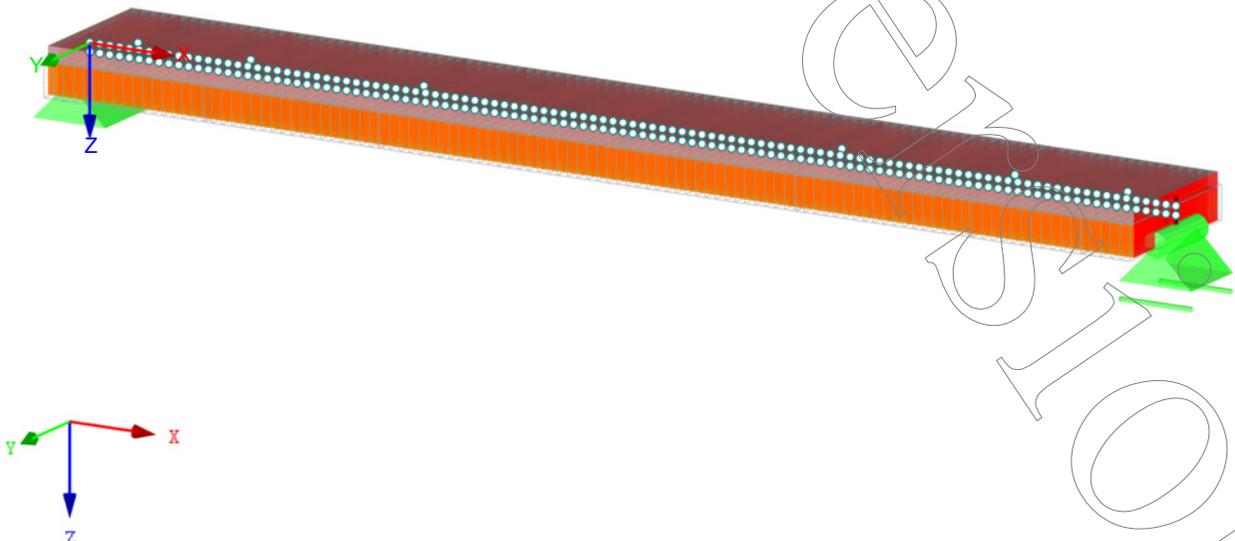
Brettstapelholz-Beton-Verbunddecke
Beispiel: Feldlänge: 7,50 m

BAUHERR

ERSTELLER

Marius Röhl

Isometrie



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

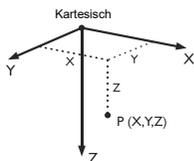
INHALT

	Modell-Basisangaben	2	Grafik	LK 3: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Holzquerschnitt (Untergurt) zum Zeitpunkt t=0	32
1	Modell		Grafik	LK 3: Ergebnisverläufe an den Kernen zum Zeitpunkt t=0	33
1.1	Knoten	2	Grafik	LK 6: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Betonquerschnitt (Obergurt) zum Zeitpunkt t=unendl.	34
1.2	Materialien	5	Grafik	LK 6: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Holzquerschnitt (Untergurt) zum Zeitpunkt t=unendl.	35
1.3	Querschnitte	5	Grafik	LK 6: Ergebnisverläufe an den Kernen zum Zeitpunkt t=unendl.	36
1.4	Stabendgelenke	5			
1.7	Stäbe	5			
1.8	Knotenlager	13			
1.11	Stabsätze	13			
2	Lastfälle und Kombinationen				
2.1	Lastfälle	13			
2.1.1	Lastfälle - Berechnungsparameter	13			
2.1.2	Lastfälle - Steifigkeit modifizieren	14			
2.1.2.1	- LF2 - Materialien	14			
2.1.2.1	- LF4 - Materialien	14			
2.5	Lastkombinationen	14			
2.5.2	Lastkombinationen - Berechnungsparameter	15			
2.5.3	Lastkombinationen - Steifigkeit modifizieren	18			
2.5.3.1	- LK2 - Materialien	18	1.1	Basisangaben	37
2.5.3.1	- LK6 - Materialien	18	1.1	Einstellungen - Nichtlineare Berechnung (Zustand II)	37
2.5.3.1	- LK8 - Materialien	18	1.2	Materialien	37
2.5.3.1	- LK12 - Materialien	18	1.2.1	Materialkennwerte	37
2.5.3.1	- LK14 - Materialien	19	1.3	Querschnitte	37
2.5.3.1	- LK18 - Materialien	19	1.5	Lager	37
2.5.3.1	- LK20 - Materialien	19	2.1	Erforderliche Bewehrung querschnittsweise	38
2.5.3.1	- LK24 - Materialien	19		Zwischenergebnisse 2.1 Erforderliche Bewehrung querschnittsweise	38
3	Lasten		2.3	Erforderliche Bewehrung stabweise	40
	LF1 - 3.2 Stablasten	19	Grafik	Anmerkungen	48
	LF2 - 3.2 Stablasten	19	Grafik	Erforderliche Bewehrung (oben und unten) im GZT	49
	LF3 - Nutzlasten (t=0) - 3.2 Stablasten	19	Grafik	Ermittlung der Robustheitsbewehrung zur Bewehrung eines duktilen Bauteilverhaltens	50
	LF4 - Nutzlasten (t=unendl.) - 3.2 Stablasten	19	Grafik	Ausgangswerte zur Ermittlung der Robustheitsbewehrung	50
4	Ergebnisse - Lastfälle, Lastkombinationen		Grafik	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweiten	51
4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	20	Grafik	Wahl der Bewehrung im Betonquerschnitt	51
4.3	Querschnitte - Schnittgrößen	24			
Grafik	LK 1: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Betonquerschnitt (Obergurt) zum Zeitpunkt t=0	25	1.1.1	Basisangaben	52
Grafik	LK 1: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Holzquerschnitt (Untergurt) zum Zeitpunkt t=0	26	1.2	Materialien	52
Grafik	LK 1: Ergebnisverläufe an den Kernen zum Zeitpunkt t=0	27	1.3.1	Querschnittsdetails	52
Grafik	LK 2: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Betonquerschnitt (Obergurt) zum Zeitpunkt t=unendl.	28	1.4	Lasteinwirkungsdauer und Nutzungsklasse	52
Grafik	LK 2: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Holzquerschnitt (Untergurt) zum Zeitpunkt t=unendl.	29	1.9	Gebrauchstauglichkeit	53
Grafik	LK 2: Ergebnisverläufe an den Kernen zum Zeitpunkt t=unendl.	30	2.1	Nachweise lastfallweise	53
Grafik	LK 3: Ergebnisverläufe der Schnittgrößen im Betonquerschnitt (Obergurt) zum Zeitpunkt t=0	31	2.2	Nachweise querschnittsweise	53
			2.3	Nachweise stabsatzweise	53
			2.4	Nachweise stabweise	53
			Grafik	Auslastungen des Holzquerschnitts im GZT und GZG	69
			Grafik	Nachweis der Verbindung zwischen Beton- und Holzquerschnitt (Nachweis der Kerne)	70
			Grafik	Ermittlung des Bemessungswertes der ergänzenden Abhebesicherung und Anordnung	70

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
	Modellbezeichnung	: Beton 10cm, Holz 20cm
	Projektname	: BA
	Modelltyp	: 2D-XZ (ux/uz/ry)
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	<input checked="" type="checkbox"/> Kombinationen automatisch erzeugen	: <input checked="" type="checkbox"/> Lastkombinationen
	Optionen	
	<input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden	
	<input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen	
Erdbeschleunigung		
g	: 10.00 m/s ²	

1.1 KNOTEN



Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten		Kommentar
			X [m]	Z [m]	
1	-	Kartesisch	0.000	-0.050	Obergurt
2	-	Kartesisch	0.068	-0.050	Obergurt
3	-	Kartesisch	0.136	-0.050	Obergurt
4	-	Kartesisch	0.205	-0.050	Obergurt
5	-	Kartesisch	0.273	-0.050	Obergurt
6	-	Kartesisch	0.341	-0.050	Obergurt
7	-	Kartesisch	0.409	-0.050	Obergurt
8	-	Kartesisch	0.477	-0.050	Obergurt
9	-	Kartesisch	0.545	-0.050	Obergurt
10	-	Kartesisch	0.614	-0.050	Obergurt
11	-	Kartesisch	0.682	-0.050	Obergurt
12	-	Kartesisch	0.750	-0.050	Obergurt
13	-	Kartesisch	0.818	-0.050	Obergurt
14	-	Kartesisch	0.886	-0.050	Obergurt
15	-	Kartesisch	0.954	-0.050	Obergurt
16	-	Kartesisch	1.023	-0.050	Obergurt
17	-	Kartesisch	1.091	-0.050	Obergurt
18	-	Kartesisch	1.159	-0.050	Obergurt
19	-	Kartesisch	1.227	-0.050	Obergurt
20	-	Kartesisch	1.295	-0.050	Obergurt



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten		Kommentar
			X [m]	Z [m]	
21	-	Kartesisch	1.363	-0.050	Obergurt
22	-	Kartesisch	1.432	-0.050	Obergurt
23	-	Kartesisch	1.500	-0.050	Obergurt
24	-	Kartesisch	1.568	-0.050	Obergurt
25	-	Kartesisch	1.636	-0.050	Obergurt
26	-	Kartesisch	1.704	-0.050	Obergurt
27	-	Kartesisch	1.773	-0.050	Obergurt
28	-	Kartesisch	1.841	-0.050	Obergurt
29	-	Kartesisch	1.909	-0.050	Obergurt
30	-	Kartesisch	1.977	-0.050	Obergurt
31	-	Kartesisch	2.045	-0.050	Obergurt
32	-	Kartesisch	2.113	-0.050	Obergurt
33	-	Kartesisch	2.182	-0.050	Obergurt
34	-	Kartesisch	2.250	-0.050	Obergurt
35	-	Kartesisch	2.318	-0.050	Obergurt
36	-	Kartesisch	2.386	-0.050	Obergurt
37	-	Kartesisch	2.454	-0.050	Obergurt
38	-	Kartesisch	2.522	-0.050	Obergurt
39	-	Kartesisch	2.591	-0.050	Obergurt
40	-	Kartesisch	2.659	-0.050	Obergurt
41	-	Kartesisch	2.727	-0.050	Obergurt
42	-	Kartesisch	2.795	-0.050	Obergurt
43	-	Kartesisch	2.863	-0.050	Obergurt
44	-	Kartesisch	2.932	-0.050	Obergurt
45	-	Kartesisch	3.000	-0.050	Obergurt
46	-	Kartesisch	3.068	-0.050	Obergurt
47	-	Kartesisch	3.136	-0.050	Obergurt
48	-	Kartesisch	3.204	-0.050	Obergurt
49	-	Kartesisch	3.272	-0.050	Obergurt
50	-	Kartesisch	3.341	-0.050	Obergurt
51	-	Kartesisch	3.409	-0.050	Obergurt
52	-	Kartesisch	3.477	-0.050	Obergurt
53	-	Kartesisch	3.545	-0.050	Obergurt
54	-	Kartesisch	3.614	-0.050	Obergurt
55	-	Kartesisch	3.682	-0.050	Obergurt
56	-	Kartesisch	3.750	-0.050	Obergurt
57	-	Kartesisch	3.818	-0.050	Obergurt
58	-	Kartesisch	3.886	-0.050	Obergurt
59	-	Kartesisch	3.955	-0.050	Obergurt
60	-	Kartesisch	4.023	-0.050	Obergurt
61	-	Kartesisch	4.091	-0.050	Obergurt
62	-	Kartesisch	4.159	-0.050	Obergurt
63	-	Kartesisch	4.227	-0.050	Obergurt
64	-	Kartesisch	4.295	-0.050	Obergurt
65	-	Kartesisch	4.364	-0.050	Obergurt
66	-	Kartesisch	4.432	-0.050	Obergurt
67	-	Kartesisch	4.500	-0.050	Obergurt
68	-	Kartesisch	4.568	-0.050	Obergurt
69	-	Kartesisch	4.636	-0.050	Obergurt
70	-	Kartesisch	4.705	-0.050	Obergurt
71	-	Kartesisch	4.773	-0.050	Obergurt
72	-	Kartesisch	4.841	-0.050	Obergurt
73	-	Kartesisch	4.909	-0.050	Obergurt
74	-	Kartesisch	4.977	-0.050	Obergurt
75	-	Kartesisch	5.046	-0.050	Obergurt
76	-	Kartesisch	5.114	-0.050	Obergurt
77	-	Kartesisch	5.182	-0.050	Obergurt
78	-	Kartesisch	5.250	-0.050	Obergurt
79	-	Kartesisch	5.318	-0.050	Obergurt
80	-	Kartesisch	5.386	-0.050	Obergurt
81	-	Kartesisch	5.455	-0.050	Obergurt
82	-	Kartesisch	5.523	-0.050	Obergurt
83	-	Kartesisch	5.591	-0.050	Obergurt
84	-	Kartesisch	5.659	-0.050	Obergurt
85	-	Kartesisch	5.727	-0.050	Obergurt
86	-	Kartesisch	5.796	-0.050	Obergurt
87	-	Kartesisch	5.864	-0.050	Obergurt
88	-	Kartesisch	5.932	-0.050	Obergurt
89	-	Kartesisch	6.000	-0.050	Obergurt
90	-	Kartesisch	6.068	-0.050	Obergurt
91	-	Kartesisch	6.136	-0.050	Obergurt
92	-	Kartesisch	6.205	-0.050	Obergurt
93	-	Kartesisch	6.273	-0.050	Obergurt
94	-	Kartesisch	6.341	-0.050	Obergurt
95	-	Kartesisch	6.409	-0.050	Obergurt
96	-	Kartesisch	6.477	-0.050	Obergurt
97	-	Kartesisch	6.546	-0.050	Obergurt
98	-	Kartesisch	6.614	-0.050	Obergurt
99	-	Kartesisch	6.682	-0.050	Obergurt
100	-	Kartesisch	6.750	-0.050	Obergurt
101	-	Kartesisch	6.818	-0.050	Obergurt
102	-	Kartesisch	6.886	-0.050	Obergurt
103	-	Kartesisch	6.955	-0.050	Obergurt
104	-	Kartesisch	7.023	-0.050	Obergurt
105	-	Kartesisch	7.091	-0.050	Obergurt
106	-	Kartesisch	7.159	-0.050	Obergurt
107	-	Kartesisch	7.227	-0.050	Obergurt
108	-	Kartesisch	7.296	-0.050	Obergurt
109	-	Kartesisch	7.364	-0.050	Obergurt
110	-	Kartesisch	7.432	-0.050	Obergurt
111	-	Kartesisch	7.500	-0.050	Obergurt - Gelagert
112	-	Kartesisch	0.000	0.100	Untergurt - Gelagert
113	-	Kartesisch	0.068	0.100	Untergurt
114	-	Kartesisch	0.136	0.100	Untergurt



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ 1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs- Knoten	Koordinaten- System	Knotenkoordinaten		Kommentar
			X [m]	Z [m]	
115	-	Kartesisch	0.205	0.100	Untergurt
116	-	Kartesisch	0.273	0.100	Untergurt
117	-	Kartesisch	0.341	0.100	Untergurt
118	-	Kartesisch	0.409	0.100	Untergurt
119	-	Kartesisch	0.477	0.100	Untergurt
120	-	Kartesisch	0.545	0.100	Untergurt
121	-	Kartesisch	0.614	0.100	Untergurt
122	-	Kartesisch	0.682	0.100	Untergurt
123	-	Kartesisch	0.750	0.100	Untergurt
124	-	Kartesisch	0.818	0.100	Untergurt
125	-	Kartesisch	0.886	0.100	Untergurt
126	-	Kartesisch	0.954	0.100	Untergurt
127	-	Kartesisch	1.023	0.100	Untergurt
128	-	Kartesisch	1.091	0.100	Untergurt
129	-	Kartesisch	1.159	0.100	Untergurt
130	-	Kartesisch	1.227	0.100	Untergurt
131	-	Kartesisch	1.295	0.100	Untergurt
132	-	Kartesisch	1.363	0.100	Untergurt
133	-	Kartesisch	1.432	0.100	Untergurt
134	-	Kartesisch	1.500	0.100	Untergurt
135	-	Kartesisch	1.568	0.100	Untergurt
136	-	Kartesisch	1.636	0.100	Untergurt
137	-	Kartesisch	1.704	0.100	Untergurt
138	-	Kartesisch	1.773	0.100	Untergurt
139	-	Kartesisch	1.841	0.100	Untergurt
140	-	Kartesisch	1.909	0.100	Untergurt
141	-	Kartesisch	1.977	0.100	Untergurt
142	-	Kartesisch	2.045	0.100	Untergurt
143	-	Kartesisch	2.113	0.100	Untergurt
144	-	Kartesisch	2.182	0.100	Untergurt
145	-	Kartesisch	2.250	0.100	Untergurt
146	-	Kartesisch	2.318	0.100	Untergurt
147	-	Kartesisch	2.386	0.100	Untergurt
148	-	Kartesisch	2.454	0.100	Untergurt
149	-	Kartesisch	2.522	0.100	Untergurt
150	-	Kartesisch	2.591	0.100	Untergurt
151	-	Kartesisch	2.659	0.100	Untergurt
152	-	Kartesisch	2.727	0.100	Untergurt
153	-	Kartesisch	2.795	0.100	Untergurt
154	-	Kartesisch	2.863	0.100	Untergurt
155	-	Kartesisch	2.932	0.100	Untergurt
156	-	Kartesisch	3.000	0.100	Untergurt
157	-	Kartesisch	3.068	0.100	Untergurt
158	-	Kartesisch	3.136	0.100	Untergurt
159	-	Kartesisch	3.204	0.100	Untergurt
160	-	Kartesisch	3.272	0.100	Untergurt
161	-	Kartesisch	3.341	0.100	Untergurt
162	-	Kartesisch	3.409	0.100	Untergurt
163	-	Kartesisch	3.477	0.100	Untergurt
164	-	Kartesisch	3.545	0.100	Untergurt
165	-	Kartesisch	3.614	0.100	Untergurt
166	-	Kartesisch	3.682	0.100	Untergurt
167	-	Kartesisch	3.750	0.100	Untergurt
168	-	Kartesisch	3.818	0.100	Untergurt
169	-	Kartesisch	3.886	0.100	Untergurt
170	-	Kartesisch	3.955	0.100	Untergurt
171	-	Kartesisch	4.023	0.100	Untergurt
172	-	Kartesisch	4.091	0.100	Untergurt
173	-	Kartesisch	4.159	0.100	Untergurt
174	-	Kartesisch	4.227	0.100	Untergurt
175	-	Kartesisch	4.295	0.100	Untergurt
176	-	Kartesisch	4.364	0.100	Untergurt
177	-	Kartesisch	4.432	0.100	Untergurt
178	-	Kartesisch	4.500	0.100	Untergurt
179	-	Kartesisch	4.568	0.100	Untergurt
180	-	Kartesisch	4.636	0.100	Untergurt
181	-	Kartesisch	4.705	0.100	Untergurt
182	-	Kartesisch	4.773	0.100	Untergurt
183	-	Kartesisch	4.841	0.100	Untergurt
184	-	Kartesisch	4.909	0.100	Untergurt
185	-	Kartesisch	4.977	0.100	Untergurt
186	-	Kartesisch	5.046	0.100	Untergurt
187	-	Kartesisch	5.114	0.100	Untergurt
188	-	Kartesisch	5.182	0.100	Untergurt
189	-	Kartesisch	5.250	0.100	Untergurt
190	-	Kartesisch	5.318	0.100	Untergurt
191	-	Kartesisch	5.386	0.100	Untergurt
192	-	Kartesisch	5.455	0.100	Untergurt
193	-	Kartesisch	5.523	0.100	Untergurt
194	-	Kartesisch	5.591	0.100	Untergurt
195	-	Kartesisch	5.659	0.100	Untergurt
196	-	Kartesisch	5.727	0.100	Untergurt
197	-	Kartesisch	5.796	0.100	Untergurt
198	-	Kartesisch	5.864	0.100	Untergurt
199	-	Kartesisch	5.932	0.100	Untergurt
200	-	Kartesisch	6.000	0.100	Untergurt
201	-	Kartesisch	6.068	0.100	Untergurt
202	-	Kartesisch	6.136	0.100	Untergurt
203	-	Kartesisch	6.205	0.100	Untergurt
204	-	Kartesisch	6.273	0.100	Untergurt
205	-	Kartesisch	6.341	0.100	Untergurt
206	-	Kartesisch	6.409	0.100	Untergurt
207	-	Kartesisch	6.477	0.100	Untergurt
208	-	Kartesisch	6.546	0.100	Untergurt

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten		Kommentar
			X [m]	Z [m]	
209	-	Kartesisch	6.614	0.100	Untergurt
210	-	Kartesisch	6.682	0.100	Untergurt
211	-	Kartesisch	6.750	0.100	Untergurt
212	-	Kartesisch	6.818	0.100	Untergurt
213	-	Kartesisch	6.886	0.100	Untergurt
214	-	Kartesisch	6.955	0.100	Untergurt
215	-	Kartesisch	7.023	0.100	Untergurt
216	-	Kartesisch	7.091	0.100	Untergurt
217	-	Kartesisch	7.159	0.100	Untergurt
218	-	Kartesisch	7.227	0.100	Untergurt
219	-	Kartesisch	7.296	0.100	Untergurt
220	-	Kartesisch	7.364	0.100	Untergurt
221	-	Kartesisch	7.432	0.100	Untergurt
222	-	Kartesisch	7.500	0.100	Untergurt - Gelagert
223	-	Kartesisch	0.333	-0.050	Kerbe 1 - Links - Obergurt
224	-	Kartesisch	0.333	0.000	Kerbe 1 - Links - Schubfuge
225	-	Kartesisch	0.333	0.100	Kerbe 1 - Links - Untergurt
226	-	Kartesisch	1.111	-0.050	Kerbe 2 - Links - Obergurt
227	-	Kartesisch	1.111	0.000	Kerbe 2 - Links - Schubfuge
228	-	Kartesisch	1.111	0.100	Kerbe 2 - Links - Untergurt
229	-	Kartesisch	2.307	-0.050	Kerbe 3 - Links - Obergurt
230	-	Kartesisch	2.307	0.000	Kerbe 3 - Links - Schubfuge
231	-	Kartesisch	2.307	0.100	Kerbe 3 - Links - Untergurt
232	-	Kartesisch	7.167	-0.050	Kerbe 1 - Rechts - Obergurt
233	-	Kartesisch	7.167	0.000	Kerbe 1 - Rechts - Schubfuge
234	-	Kartesisch	7.167	0.100	Kerbe 1 - Rechts - Untergurt
235	-	Kartesisch	6.389	-0.050	Kerbe 2 - Rechts - Obergurt
236	-	Kartesisch	6.389	0.000	Kerbe 2 - Rechts - Schubfuge
237	-	Kartesisch	6.389	0.100	Kerbe 2 - Rechts - Untergurt
238	-	Kartesisch	5.193	-0.050	Kerbe 3 - Rechts - Obergurt
239	-	Kartesisch	5.193	0.000	Kerbe 3 - Rechts - Schubfuge
240	-	Kartesisch	5.193	0.100	Kerbe 3 - Rechts - Untergurt

1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G {kN/cm ² }	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Beton C30/37 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 3300.00	1375.00	25.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
2	Pappel und Nadelholz C24 DIN EN 338:2016-10 1100.00	69.00	4.20	5.00E-06	1.30	Isotrop linear elastisch
3	Kerbe 3750000.00	3750000.00	0.00E+00	0.00E+00	1.00	Isotrop linear elastisch fiktiver Querschnitt zur Anpassung der Steifigkeit zum Zeitpunkt t=unendl.

1.3 QUERSCHNITTE

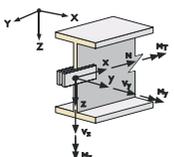
Rechteck 1000/100 H-Rechteck 1000/...



Quers. Nr.	Mater. Nr.	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	Hauptachsen		Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
					α [°]	α' [°]		Breite b	Höhe h
1	Rechteck 1000/100 1	1000.00	8333.33	833.33	0.00	0.00	1000.0	100.0	
2	H-Rechteck 1000/200 2	2000.00	66666.67	1666.67	0.00	0.00	1000.0	200.0	
3	Kerbe 3	200.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1000.0	20.0	

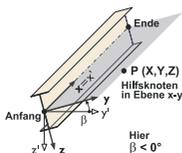
1.4 STABENDGELENKE

Gelenk Nr.	Bezugs-system	Gelenk / Feder [kN/m] [kNm/rad]			Kommentar
		u _x	u _z	φ_y	
1	Lokal x,y,z Nichtlinearität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	



1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende			Anfang	Ende	Anfang	Ende				
1	Balkenstab Obergurt	1	2	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
2	Balkenstab Obergurt	2	3	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
3	Balkenstab Obergurt	3	4	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
4	Balkenstab	4	5	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X





Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
5	Balkenstab	5	223	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.060	X
6	Balkenstab	223	6	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.008	X
7	Balkenstab	6	7	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
8	Balkenstab	7	8	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
9	Balkenstab	8	9	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
10	Balkenstab	9	10	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
11	Balkenstab	10	11	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
12	Balkenstab	11	12	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
13	Balkenstab	12	13	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
14	Balkenstab	13	14	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
15	Balkenstab	14	15	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
16	Balkenstab	15	16	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
17	Balkenstab	16	17	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
18	Balkenstab	17	226	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.020	X
19	Balkenstab	226	18	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.048	X
20	Balkenstab	18	19	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
21	Balkenstab	19	20	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
22	Balkenstab	20	21	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
23	Balkenstab	21	22	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
24	Balkenstab	22	23	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
25	Balkenstab	23	24	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
26	Balkenstab	24	25	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
27	Balkenstab	25	26	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
28	Balkenstab	26	27	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
29	Balkenstab	27	28	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
30	Balkenstab	28	29	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
31	Balkenstab	29	30	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
32	Balkenstab	30	31	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
33	Balkenstab	31	32	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
34	Balkenstab	32	33	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
35	Balkenstab	33	34	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
36	Balkenstab	34	229	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.057	X
37	Balkenstab	229	35	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.011	X
38	Balkenstab	35	36	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
39	Balkenstab	36	37	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
40	Balkenstab	37	38	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
41	Balkenstab	38	39	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
42	Balkenstab	39	40	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
43	Balkenstab	40	41	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
44	Balkenstab	41	42	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
45	Balkenstab	42	43	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
46	Balkenstab	43	44	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
47	Balkenstab	44	45	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
48	Balkenstab	45	46	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
49	Balkenstab	46	47	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
50	Balkenstab	47	48	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
51	Balkenstab	48	49	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

■ 1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
52	Obergurt Balkenstab	49	50	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
53	Obergurt Balkenstab	50	51	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
54	Obergurt Balkenstab	51	52	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.069	X
55	Obergurt Balkenstab	52	53	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
56	Obergurt Balkenstab	53	54	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
57	Obergurt Balkenstab	54	55	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
58	Obergurt Balkenstab	55	56	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
59	Obergurt Balkenstab	56	57	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
60	Obergurt Balkenstab	57	58	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
61	Obergurt Balkenstab	58	59	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
62	Obergurt Balkenstab	59	60	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
63	Obergurt Balkenstab	60	61	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
64	Obergurt Balkenstab	61	62	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
65	Obergurt Balkenstab	62	63	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
66	Obergurt Balkenstab	63	64	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
67	Obergurt Balkenstab	64	65	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
68	Obergurt Balkenstab	65	66	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
69	Obergurt Balkenstab	66	67	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
70	Obergurt Balkenstab	67	68	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
71	Obergurt Balkenstab	68	69	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
72	Obergurt Balkenstab	69	70	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
73	Obergurt Balkenstab	70	71	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
74	Obergurt Balkenstab	71	72	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
75	Obergurt Balkenstab	72	73	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
76	Obergurt Balkenstab	73	74	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
77	Obergurt Balkenstab	74	75	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
78	Obergurt Balkenstab	75	76	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
79	Obergurt Balkenstab	76	77	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
80	Obergurt Balkenstab	77	238	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.012	X
81	Obergurt Balkenstab	238	78	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.057	X
82	Obergurt Balkenstab	78	79	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
83	Obergurt Balkenstab	79	80	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
84	Obergurt Balkenstab	80	81	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
85	Obergurt Balkenstab	81	82	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
86	Obergurt Balkenstab	82	83	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
87	Obergurt Balkenstab	83	84	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
88	Obergurt Balkenstab	84	85	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
89	Obergurt Balkenstab	85	86	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
90	Obergurt Balkenstab	86	87	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
91	Obergurt Balkenstab	87	88	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
92	Obergurt Balkenstab	88	89	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
93	Obergurt Balkenstab	89	90	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
94	Obergurt Balkenstab	90	91	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
95	Obergurt Balkenstab	91	92	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
96	Obergurt Balkenstab	92	93	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
97	Obergurt Balkenstab	93	94	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
98	Obergurt Balkenstab	94	235	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.048	X

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
99	Obergurt												
	Balkenstab	235	95	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.020	X
	Obergurt												
100	Balkenstab	95	96	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
101	Balkenstab	96	97	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
102	Balkenstab	97	98	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
103	Balkenstab	98	99	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
104	Balkenstab	99	100	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
105	Balkenstab	100	101	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
106	Balkenstab	101	102	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
107	Balkenstab	102	103	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
108	Balkenstab	103	104	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
109	Balkenstab	104	105	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
110	Balkenstab	105	106	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
111	Balkenstab	106	232	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.008	X
	Obergurt												
112	Balkenstab	232	107	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.060	X
	Obergurt												
113	Balkenstab	107	108	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
114	Balkenstab	108	109	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
115	Balkenstab	109	110	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
116	Balkenstab	110	111	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
117	Balkenstab	112	113	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
118	Balkenstab	113	114	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
119	Balkenstab	114	115	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
120	Balkenstab	115	116	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
121	Balkenstab	116	225	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.060	X
	Obergurt												
122	Balkenstab	225	117	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.008	X
	Obergurt												
123	Balkenstab	117	118	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
124	Balkenstab	118	119	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
125	Balkenstab	119	120	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
126	Balkenstab	120	121	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
127	Balkenstab	121	122	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
128	Balkenstab	122	123	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
129	Balkenstab	123	124	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
130	Balkenstab	124	125	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
131	Balkenstab	125	126	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
132	Balkenstab	126	127	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
133	Balkenstab	127	128	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
134	Balkenstab	128	228	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.020	X
	Obergurt												
135	Balkenstab	228	129	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.048	X
	Obergurt												
136	Balkenstab	129	130	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
137	Balkenstab	130	131	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
138	Balkenstab	131	132	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
139	Balkenstab	132	133	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
140	Balkenstab	133	134	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
141	Balkenstab	134	135	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
142	Balkenstab	135	136	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
143	Balkenstab	136	137	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
144	Balkenstab	137	138	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
	Obergurt												
145	Balkenstab	138	139	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
146	Balkenstab	139	140	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
147	Balkenstab	140	141	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
148	Balkenstab	141	142	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
149	Balkenstab	142	143	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
150	Balkenstab	143	144	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
151	Balkenstab	144	145	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
152	Balkenstab	145	231	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.057	X
153	Balkenstab	231	146	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.011	X
154	Balkenstab	146	147	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
155	Balkenstab	147	148	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
156	Balkenstab	148	149	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
157	Balkenstab	149	150	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
158	Balkenstab	150	151	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
159	Balkenstab	151	152	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
160	Balkenstab	152	153	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
161	Balkenstab	153	154	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
162	Balkenstab	154	155	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
163	Balkenstab	155	156	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
164	Balkenstab	156	157	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
165	Balkenstab	157	158	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
166	Balkenstab	158	159	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
167	Balkenstab	159	160	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
168	Balkenstab	160	161	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
169	Balkenstab	161	162	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
170	Balkenstab	162	163	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.069	X
171	Balkenstab	163	164	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
172	Balkenstab	164	165	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
173	Balkenstab	165	166	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
174	Balkenstab	166	167	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
175	Balkenstab	167	168	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
176	Balkenstab	168	169	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
177	Balkenstab	169	170	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
178	Balkenstab	170	171	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
179	Balkenstab	171	172	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
180	Balkenstab	172	173	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
181	Balkenstab	173	174	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
182	Balkenstab	174	175	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
183	Balkenstab	175	176	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
184	Balkenstab	176	177	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
185	Balkenstab	177	178	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
186	Balkenstab	178	179	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
187	Balkenstab	179	180	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
188	Balkenstab	180	181	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
189	Balkenstab	181	182	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
190	Balkenstab	182	183	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
191	Balkenstab	183	184	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
192	Balkenstab	184	185	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
193	Untergurt												
	Balkenstab	185	186	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
194	Untergurt												
	Balkenstab	186	187	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
195	Untergurt												
	Balkenstab	187	188	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
196	Untergurt												
	Balkenstab	188	240	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.012	X
197	Untergurt												
	Balkenstab	240	189	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.057	X
198	Untergurt												
	Balkenstab	189	190	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
199	Untergurt												
	Balkenstab	190	191	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
200	Untergurt												
	Balkenstab	191	192	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
201	Untergurt												
	Balkenstab	192	193	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
202	Untergurt												
	Balkenstab	193	194	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
203	Untergurt												
	Balkenstab	194	195	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
204	Untergurt												
	Balkenstab	195	196	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
205	Untergurt												
	Balkenstab	196	197	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
206	Untergurt												
	Balkenstab	197	198	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
207	Untergurt												
	Balkenstab	198	199	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
208	Untergurt												
	Balkenstab	199	200	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
209	Untergurt												
	Balkenstab	200	201	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
210	Untergurt												
	Balkenstab	201	202	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
211	Untergurt												
	Balkenstab	202	203	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
212	Untergurt												
	Balkenstab	203	204	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
213	Untergurt												
	Balkenstab	204	205	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
214	Untergurt												
	Balkenstab	205	237	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.048	X
215	Untergurt												
	Balkenstab	237	206	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.020	X
216	Untergurt												
	Balkenstab	206	207	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
217	Untergurt												
	Balkenstab	207	208	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
218	Untergurt												
	Balkenstab	208	209	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
219	Untergurt												
	Balkenstab	209	210	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
220	Untergurt												
	Balkenstab	210	211	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
221	Untergurt												
	Balkenstab	211	212	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
222	Untergurt												
	Balkenstab	212	213	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
223	Untergurt												
	Balkenstab	213	214	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
224	Untergurt												
	Balkenstab	214	215	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
225	Untergurt												
	Balkenstab	215	216	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
226	Untergurt												
	Balkenstab	216	217	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
227	Untergurt												
	Balkenstab	217	234	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.008	X
228	Untergurt												
	Balkenstab	234	218	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.060	X
229	Untergurt												
	Balkenstab	218	219	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
230	Untergurt												
	Balkenstab	219	220	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
231	Untergurt												
	Balkenstab	220	221	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
232	Untergurt												
	Balkenstab	221	222	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.068	X
233	Kopplung G-G	1	112	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
234	Kopplung G-G	2	113	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
235	Kopplung G-G	3	114	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
236	Kopplung G-G	4	115	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
237	Kopplung G-G	5	116	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
238	Kopplung G-G	6	117	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab												
239	Kopplung G-G	7	118	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
240	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	8	119	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
241	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	9	120	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
242	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	10	121	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
243	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	11	122	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
244	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	12	123	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
245	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	13	124	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
246	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	14	125	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
247	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	15	126	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
248	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	16	127	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
249	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	17	128	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
250	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	18	129	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
251	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	19	130	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
252	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	20	131	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
253	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	21	132	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
254	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	22	133	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
255	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	23	134	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
256	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	24	135	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
257	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	25	136	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
258	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	26	137	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
259	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	27	138	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
260	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	28	139	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
261	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	29	140	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
262	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	30	141	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
263	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	31	142	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
264	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	32	143	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
265	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	33	144	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
266	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	34	145	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
267	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	35	146	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
268	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	36	147	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
269	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	37	148	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
270	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	38	149	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
271	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	39	150	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
272	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	40	151	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
273	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	41	152	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
274	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	42	153	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
275	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	43	154	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
276	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	44	155	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
277	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	45	156	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
278	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	46	157	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
279	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	47	158	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
280	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	48	159	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
281	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	49	160	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
282	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	50	161	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
283	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	51	162	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
284	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	52	163	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
285	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	53	164	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
286	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	54	165	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
287	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	55	166	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
288	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	56	167	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
289	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	57	168	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
290	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	58	169	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
291	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	59	170	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
292	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	60	171	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
293	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	61	172	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
294	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	62	173	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
295	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	63	174	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
296	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	64	175	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
297	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	65	176	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
298	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	66	177	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
299	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	67	178	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
300	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	68	179	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
301	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	69	180	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
302	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	70	181	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
303	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	71	182	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
304	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	72	183	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
305	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	73	184	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
306	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	74	185	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
307	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	75	186	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
308	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	76	187	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
309	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	77	188	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
310	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	78	189	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
311	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	79	190	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
312	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	80	191	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
313	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	81	192	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
314	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	82	193	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
315	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	83	194	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
316	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	84	195	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
317	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	85	196	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
318	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	86	197	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
319	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	87	198	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
320	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	88	199	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
321	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	89	200	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
322	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	90	201	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
323	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	91	202	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
324	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	92	203	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
325	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	93	204	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
326	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	94	205	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
327	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	95	206	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
328	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	96	207	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
329	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	97	208	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
330	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	98	209	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
331	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	99	210	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
332	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	100	211	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
333	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	101	212	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

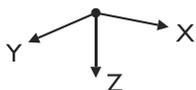
Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten		Drehung		Querschnitt		Gelenk Nr.		Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
		Anfang	Ende	Typ	β [°]	Anfang	Ende	Anfang	Ende				
334	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	102	213	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
335	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	103	214	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
336	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	104	215	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
337	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	105	216	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
338	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	106	217	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
339	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	107	218	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
340	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	108	219	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
341	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	109	220	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
342	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	110	221	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
343	Kopplung - Schubsteifer Fachwerkstab	111	222	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.150	Z
344	Balkenstab	223	224	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
345	Balkenstab	224	225	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z
346	Balkenstab	226	227	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
347	Balkenstab	227	228	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z
348	Balkenstab	229	230	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
349	Balkenstab	230	231	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z
350	Balkenstab	232	233	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
351	Balkenstab	233	234	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z
352	Balkenstab	235	236	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
353	Balkenstab	236	237	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z
354	Balkenstab	238	239	Winkel	0.00	3	3	-	1	-	-	0.050	Z
355	Balkenstab	239	240	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.100	Z

1.8 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Lagerdrehung [um Y	Lagerung bzw. Feder [kN/m] [kNm/rad]			Kommentar
			u_x	u_z	φ_y	
1	112	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	222	0.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

1.11 STABSÄTZE

Satz Nr.	Stabsatz Bezeichnung	Typ	Stab Nr.	Länge [m]	Kommentar
1	Untergurt	Stabzug	117-232	7.500	

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000		1.000
LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000		1.000
LF3	Nutzlasten (t=0)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			
LF4	Nutzlasten (t=unendl.)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	<input type="checkbox"/>			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Optionen
LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear)	Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Belastung mit Faktor bearbeiten: 1.250 Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, $EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF2	Ständige Lasten aus E	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear)	

Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
	Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)	Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Belastung mit Faktor bearbeiten: 1.250 Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren
LF3	Nutzlasten (t=0)	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	Nutzlasten (t=unendl.)	Berechnungstheorie : <input checked="" type="radio"/> Theorie I. Ordnung (linear) Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren

2.1.2 LASTFÄLLE - STEIFIGKEIT MODIFIZIEREN

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzeln
LF4	Nutzlasten (t=unendl.)	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzeln

2.1.2.1 - LF2 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerbe	1.000

2.1.2.1 - LF4 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerbe	1.000

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	Lastkombination		Nr	Faktor	Lastfall
	BS	Bezeichnung			
LK1	GZT	1.35*LF1	1	1.35	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
LK2	GZT	1.35*LF2	1	1.35	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
LK3	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3	1	1.35	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	1.50	LF3 Nutzlasten (t=0)
LK4	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	1.50	LF4 Nutzlasten (t=unendl.)
LK5	GZT	1.35*LF2 + 1.5*LF3	1	1.35	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			2	1.50	LF3 Nutzlasten (t=0)
LK6	GZT	1.35*LF2 + 1.5*LF4	1	1.35	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			2	1.50	LF4 Nutzlasten (t=unendl.)
LK7	G Ch	LF1	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
LK8	G Ch	LF2	1	1.00	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
LK9	G Ch	LF1 + LF3	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	1.00	LF3 Nutzlasten (t=0)
LK10	G Ch	LF1 + LF4	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	1.00	LF4 Nutzlasten (t=unendl.)
LK11	G Ch	LF2 + LF3	1	1.00	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			2	1.00	LF3 Nutzlasten (t=0)
LK12	G Ch	LF2 + LF4	1	1.00	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			2	1.00	LF4 Nutzlasten (t=unendl.)
LK13	G Hä	LF1	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
LK14	G Hä	LF2	1	1.00	LF2 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
LK15	G Hä	LF1 + 0.5*LF3	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	0.50	LF3 Nutzlasten (t=0)
LK16	G Hä	LF1 + 0.5*LF4	1	1.00	LF1 Ständige Lasten aus Eigengewicht u
			2	0.50	LF4 Nutzlasten (t=unendl.)

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	Lastkombination		Nr.	Faktor		Lastfall
	BS	Bezeichnung				
LK17	G Hä	LF2 + 0.5*LF3	2	0.50	LF4	und Ausbau (t=0) Nutzlasten (t=unendl.) Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			1	1.00	LF2	
LK18	G Hä	LF2 + 0.5*LF4	2	0.50	LF3	Nutzlasten (t=0) Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			1	1.00	LF2	
LK19	G Qs	LF1	2	0.50	LF4	Nutzlasten (t=unendl.)
LK20	G Qs	LF2	1	1.00	LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
LK21	G Qs	LF1 + 0.3*LF3	1	1.00	LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
LK22	G Qs	LF1 + 0.3*LF4	2	0.30	LF3	Nutzlasten (t=0)
LK23	G Qs	LF2 + 0.3*LF3	1	1.00	LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)
			2	0.30	LF4	
LK24	G Qs	LF2 + 0.3*LF4	1	1.00	LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)
			2	0.30	LF3	
			2	0.30	LF4	Nutzlasten (t=unendl.)

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastkombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		Berechnungstheorie	Optionen
LK1	1.35*LF1	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren
LK2	1.35*LF2	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z)
LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z)
LK4	1.35*LF1 + 1.5*LF4	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z)
LK5	1.35*LF2 + 1.5*LF3	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z) 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, J_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für G_j, E_{I_y}, E_{I_z}, E_A, GA_y, GA_z)
LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System b 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System b



Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		beziehen für: <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y , M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren
LK7	LF1	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK8	LF2	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Belastung mit Faktor bearbeiten: 1.000 : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren
LK9	LF1 + LF3	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK10	LF1 + LF4	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK11	LF2 + LF3	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK12	LF2 + LF4	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren
LK13	LF1	Berechnungstheorie <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen : <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> : <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) : <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) : <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)



Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK14	LF2	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) <p>Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren</p>
LK15	LF1 + 0.5*LF3	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK16	LF1 + 0.5*LF4	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK17	LF2 + 0.5*LF3	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK18	LF2 + 0.5*LF4	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) <p>Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren</p>
LK19	LF1	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK20	LF2	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T <p>Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z) <p>Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: : <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren</p>
LK21	LF1 + 0.3*LF3	<p>Berechnungstheorie : <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta)</p> <p>Optionen : <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen</p> <p>: <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T

Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G, E, I_y, E, I_z, EA, GA_y, GA_z$)
LK22	LF1 + 0.3*LF4	Berechnungstheorie Optionen: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G, E, I_y, E, I_z, EA, GA_y, GA_z$)
LK23	LF2 + 0.3*LF3	Berechnungstheorie Optionen: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G, E, I_y, E, I_z, EA, GA_y, GA_z$)
LK24	LF2 + 0.3*LF4	Berechnungstheorie Optionen: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> II. Ordnung (P-Delta) <input checked="" type="checkbox"/> Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen <input checked="" type="checkbox"/> Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Normalkräfte N <input checked="" type="checkbox"/> Querkkräfte V_y und V_z <input checked="" type="checkbox"/> Momente M_y, M_z und M_T Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γ_M) <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitte (Faktor für J_y, I_z, A, A_y, A_z) <input checked="" type="checkbox"/> Stäbe (Faktor für $G, E, I_y, E, I_z, EA, GA_y, GA_z$) Sondereinstellungen aktivieren im Registerreiter: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeiten modifizieren

2.5.3 LASTKOMBINATIONEN - STEIFIGKEIT MODIFIZIEREN

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LK2	1.35*LF2	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK8	LF2	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK12	LF2 + LF4	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK14	LF2	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK18	LF2 + 0.5*LF4	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK20	LF2	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel
LK24	LF2 + 0.3*LF4	Materialien (E, G) <input checked="" type="checkbox"/> Einzel

2.5.3.1 - LK2 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerbe	1.000

2.5.3.1 - LK6 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerbe	1.000

2.5.3.1 - LK8 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerbe	1.000

Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.5.3.1 - LK12 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerfe	1.000

2.5.3.1 - LK14 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerfe	1.000

2.5.3.1 - LK18 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerfe	1.000

2.5.3.1 - LK20 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerfe	1.000

2.5.3.1 - LK24 - MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	Faktor für E, G [-]
1	Beton C30/37	0.343
2	Pappel und Nadelholz C24	0.556
3	Kerfe	1.000

3.2 STABLASTEN

LF1
Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	2.400	kN/m
Dämmschicht, Estrich, Bodenbelag (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									

LF1

3.2 STABLASTEN

LF2
Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	2.400	kN/m
Dämmschicht, Estrich, Bodenbelag (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									
2	Stäbe	117-232	Temperatur	Konstant	z	Wahre Länge	T _c ΔT	0.0 38.2	°C °C
Beton-schwinden (Ersatzlast/Temperaturdifferenz aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									

LF2

3.2 STABLASTEN

LF3
Nutzlasten (t=0)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	1.500	kN/m
Nutzlasten für die Kategorien A-E (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									
2	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.800	kN/m
Trennwandzuschlag (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									

LF3: Nutzlasten (t=0)

3.2 STABLASTEN

LF4
Nutzlasten (t=unendl.)

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-Verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter		
							Symbol	Wert	Einheit
1	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	1.500	kN/m
Nutzlasten für die Kategorien A-E (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									
2	Stäbe	1-116	Kraft	Konstant	Z	Wahre Länge	p	0.800	kN/m
Trennwandzuschlag (Belastung aus dem Teil 1 des Tools verwenden)									

LF4: Nutzlasten (t=unendl.)

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
LF1 - Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=0)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3.75, Y:0.00, Z:-0.01 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 227, x: 0.008 m
Max. Verschiebung in Z	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	4.4	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LF2 - Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau (t=unendl.)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3.75, Y:0.00, Z:-0.01 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 227, x: 0.008 m
Max. Verschiebung in Z	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	6.8	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.048 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LF3 - Nutzlasten (t=0)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	17.25	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	17.25	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3.75, Y:0.00, Z:-0.01 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.2	mm	Stab Nr. 227, x: 0.008 m
Max. Verschiebung in Z	2.9	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	2.9	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	1.2	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LF4 - Nutzlasten (t=unendl.)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	17.25	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	17.25	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:3.75, Y:0.00, Z:-0.01 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.3	mm	Stab Nr. 233, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	5.9	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	5.9	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	2.5	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LK1 - 1.35*LF1			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	72.65	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	72.65	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	14.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	14.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	6.0	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK2 - 1.35*LF2			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	72.65	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	72.65	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	1.3	mm	Stab Nr. 231, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	23.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	23.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	9.2	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.048 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)

Projekt: BA

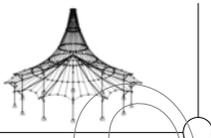
Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input checked="" type="checkbox"/>		
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	98.52	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	98.52	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.3	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	19.4	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	19.4	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	8.1	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	98.52	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	98.52	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.9	mm	Stab Nr. 231, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	33.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	33.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	-13.4	mrad	Stab Nr. 10, x: 0.061 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input checked="" type="checkbox"/>		
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	4.4	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 231, x: 0.048 m
Max. Verschiebung in Z	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	6.8	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.048 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	71.06	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	71.06	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.9	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	14.0	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	14.0	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	5.9	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Berechnungstheorie Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko) N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK12 - LF2 + LF4			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	71.06	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	71.06	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.4	mm	Stab Nr. 231, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	24.1	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	24.1	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	-9.6	mrad	Stab Nr. 10, x: 0.061 m
Berechnungstheorie Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko) N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK13 - LF1			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	4.4	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko) N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK14 - LF2			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 231, x: 0.048 m
Max. Verschiebung in Z	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	6.8	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.048 m
Berechnungstheorie Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko) N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK15 - LF1 + 0.5*LF3			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	62.44	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	62.44	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.8	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	12.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	12.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	5.2	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko) N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK18 - LF2 + 0.5*LF4			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	62.44	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	62.44	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.2	mm	Stab Nr. 231, x: 0.061 m
Max. Verschiebung in Z	20.7	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	20.7	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Max. Verdrehung um Y	8.2	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.061 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK19 - LF1			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	10.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	4.4	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK20 - LF2			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	53.81	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	53.81	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.0	mm	Stab Nr. 231, x: 0.048 m
Max. Verschiebung in Z	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	17.2	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	6.8	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.048 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK21 - LF1 + 0.3*LF3			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	58.99	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	58.99	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	0.8	mm	Stab Nr. 232, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	11.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	11.6	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	4.9	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.068 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	<input checked="" type="checkbox"/>		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
LK24 - LF2 + 0.3*LF4			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	58.99	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	58.99	kN	Abweichung -0.00%
Max. Verschiebung in X	1.1	mm	Stab Nr. 231, x: 0.055 m
Max. Verschiebung in Z	19.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	19.3	mm	Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	7.7	mrad	Stab Nr. 106, x: 0.055 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	<input checked="" type="checkbox"/>		N, V _y , V _z , M _y , M _z , M _T
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	1		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	<input type="checkbox"/>		
Gesamt			
Max. Verschiebung in X	1.9	mm	LK6, Stab Nr. 231, x: 0.068 m
Max. Verschiebung in Z	33.6	mm	LK6, Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verschiebung vektoriell	33.6	mm	LK6, Stab Nr. 58, x: 0.068 m
Max. Verdrehung um Y	-13.4	mrad	LK6, Stab Nr. 10, x: 0.061 m
Anzahl 1D-Finite-Elemente (Stabelemente)	355		
Anzahl der FE-Knoten	240		



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Anzahl der Gleichungen	720		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe	10		
Stabteilungen der Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Stab-Schubsteifigkeiten (A-y, A-z) berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sonstige Einstellungen	Maximale Anzahl Iterationen	:	100
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	:	10
	Stabteilungen Seilstäbe, Bettungs- und Voutenstäbe	:	10
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	:	10
Optionen	<input checked="" type="checkbox"/> Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren		
	<input checked="" type="checkbox"/> Steifigkeitsänderungen berücksichtigen (Materialien, Querschnitte, Stäbe, Lastfälle und Kombinationen)		
	<input checked="" type="checkbox"/> Temperatur-/Verformungslasten ohne Steifigkeitsänderungen anwenden		
Genauigkeit und Toleranz	<input type="checkbox"/> Standardeinstellung ändern		

4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN]		Momente M _y [kNm]
				N	V _z	
Querschnitt-Nr. 1: Rechteck 1000/100						
116	LK3	MAX N	0.068	0.03	-17.44	0.00
58	LK3	MIN N	0.048	-418.32	-0.03	9.89
1	LK3	MAX V _z	0.000	0.03	17.44	0.00
116	LK3	MIN V _z	0.068	0.03	-17.44	0.00
81	LK3	MAX M _y	0.000	-310.61	-6.22	10.74
6	LK6	MIN M _y	0.000	-106.26	15.20	-3.28
Querschnitt-Nr. 2: H-Rechteck 1000/200						
153	LK3	MAX N	0.000	418.36	12.41	10.60
232	LF4	MIN N	0.000	0.00	-6.50	0.44
117	LK6	MAX V _z	0.000	0.64	52.35	0.00
232	LK6	MIN V _z	0.068	0.64	-52.35	0.00
197	LK6	MAX M _y	0.000	254.64	-9.52	32.93
122	LK3	MIN M _y	0.000	157.77	29.59	-5.44
Querschnitt-Nr. 3: Kerne						
353	LK6	MAX N	0.000	0.87	147.95	0.00
350	LK6	MIN N	0.000	-1.83	106.24	-5.31
351	LK3	MAX V _z	0.050	0.01	157.42	7.87
345	LK3	MIN V _z	0.033	0.06	-157.41	-5.25
351	LK3	MAX M _y	0.100	-0.23	157.42	15.74
345	LK3	MIN M _y	0.100	-0.23	-157.41	-15.74

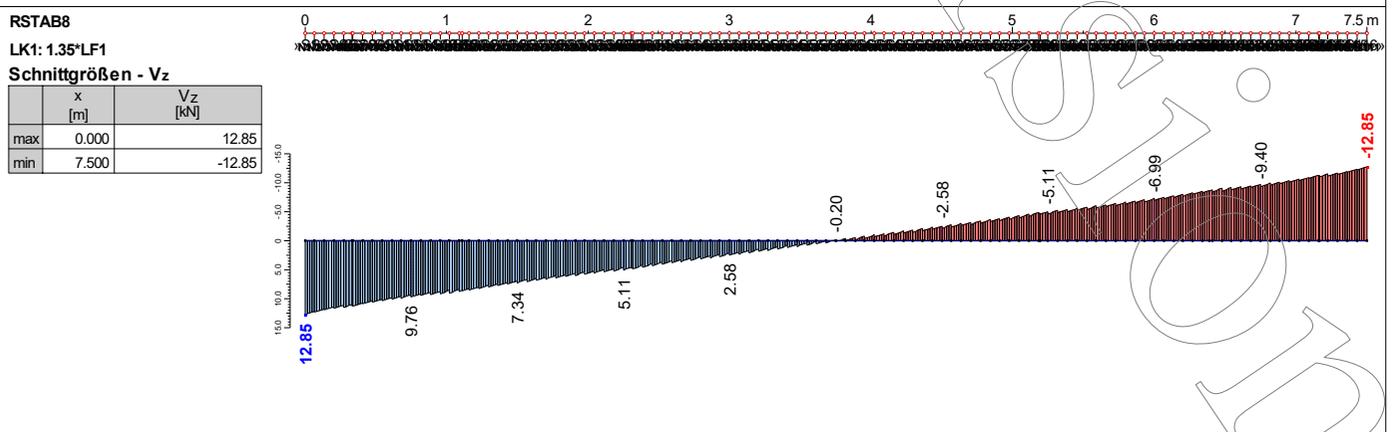
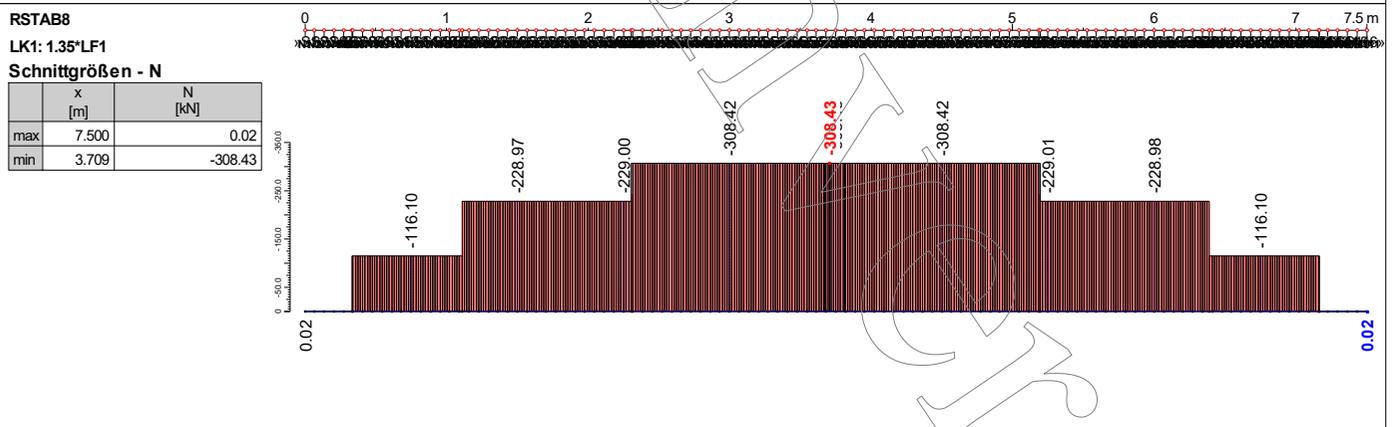
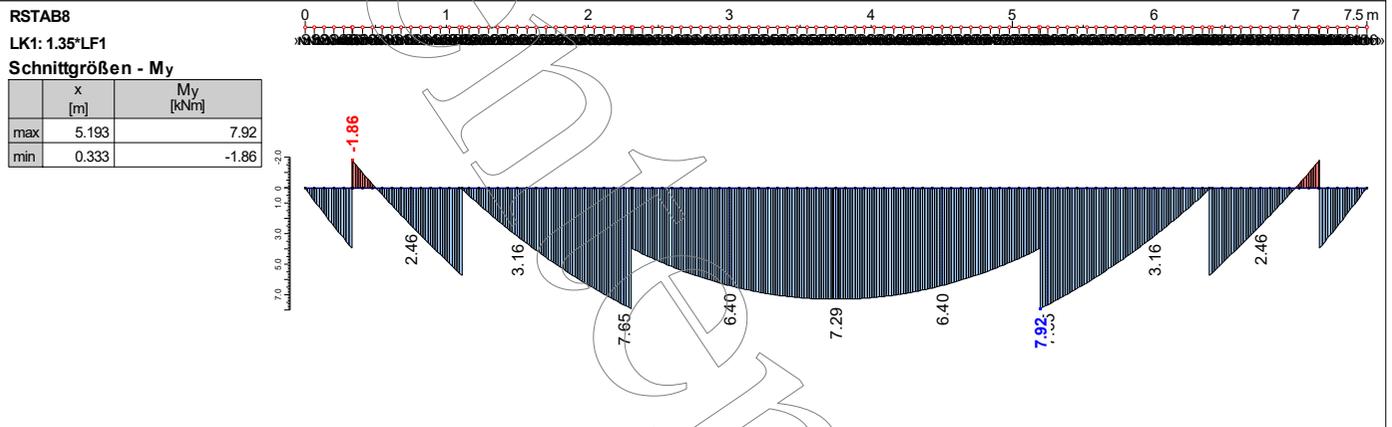
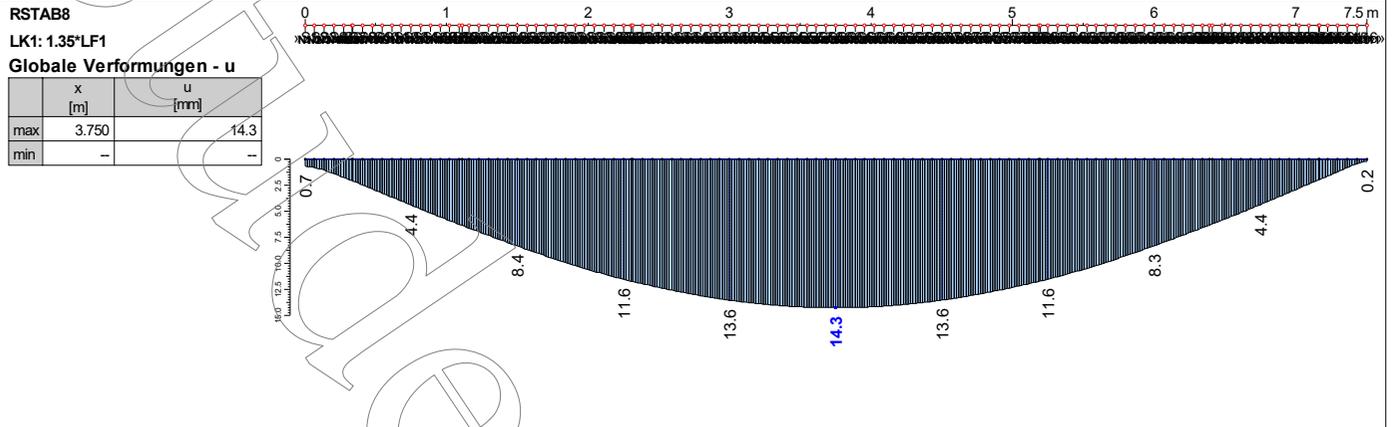
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ LK 1: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM BETONQUERSCHNITT (OBERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=0



Lastkombination 1: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=0

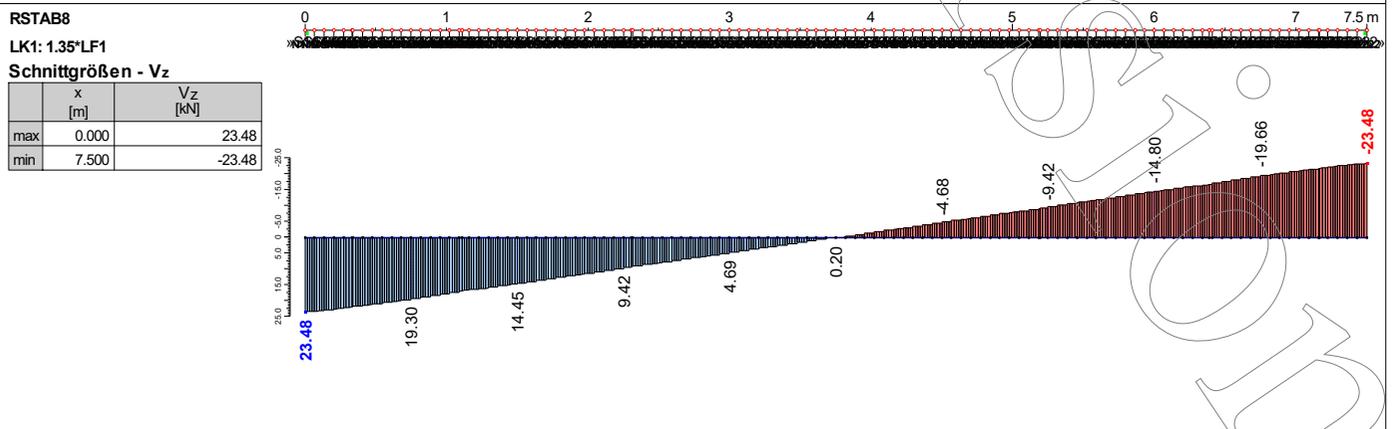
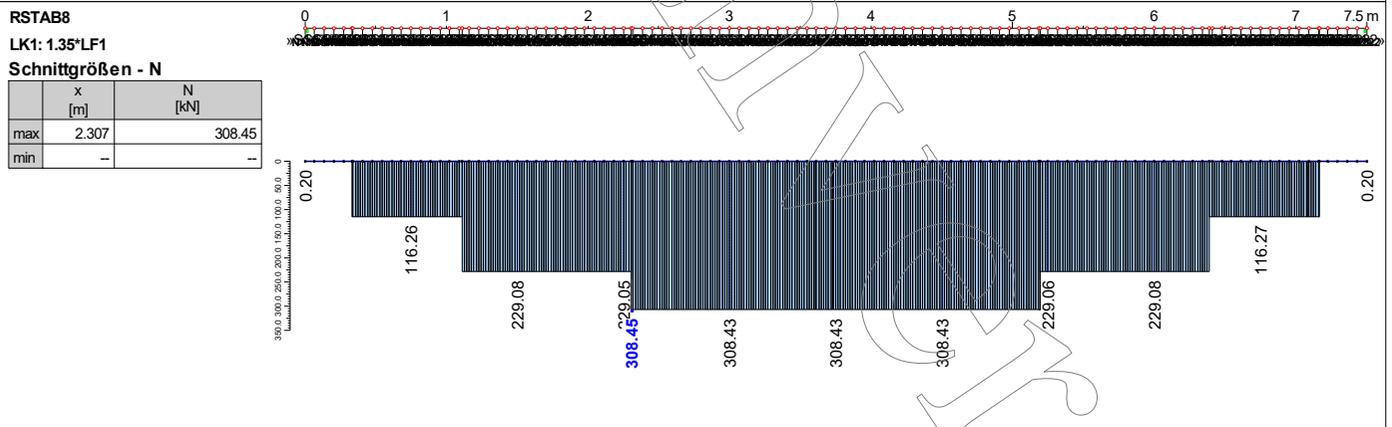
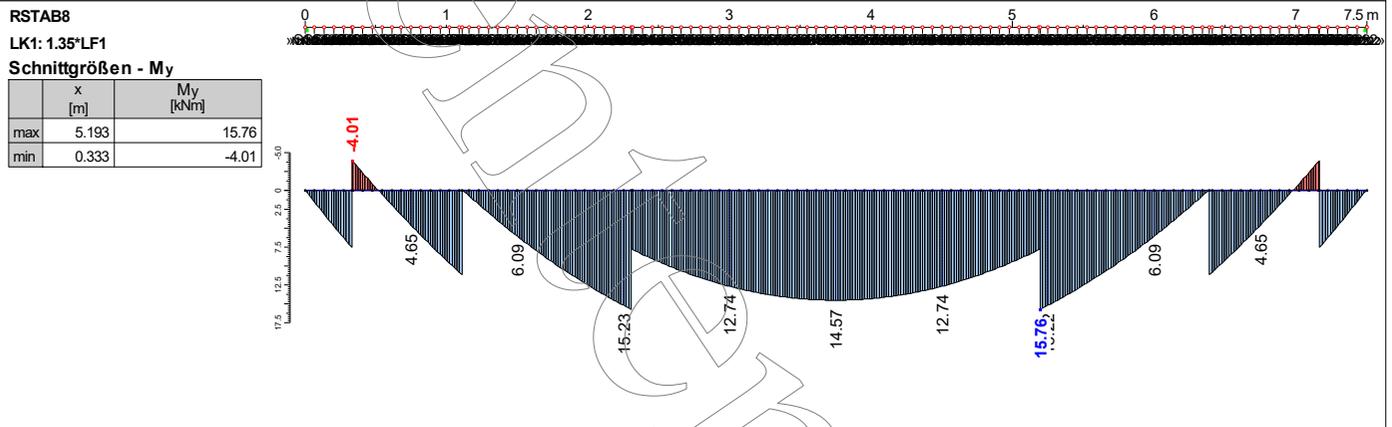
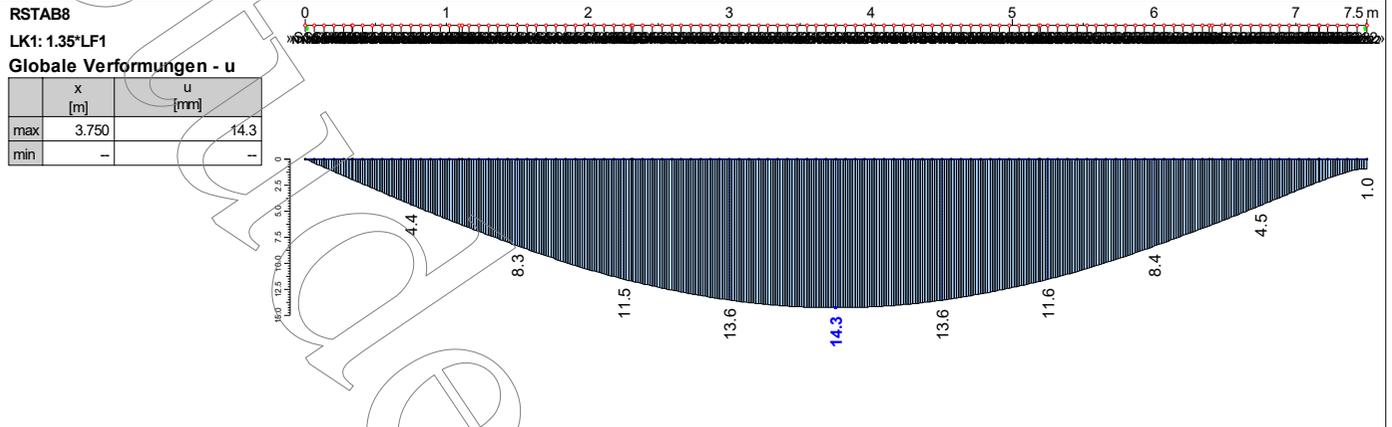
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

LK 1: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM HOLZQUERSCHNITT (UNTERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=0



Lastkombination 1: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=0

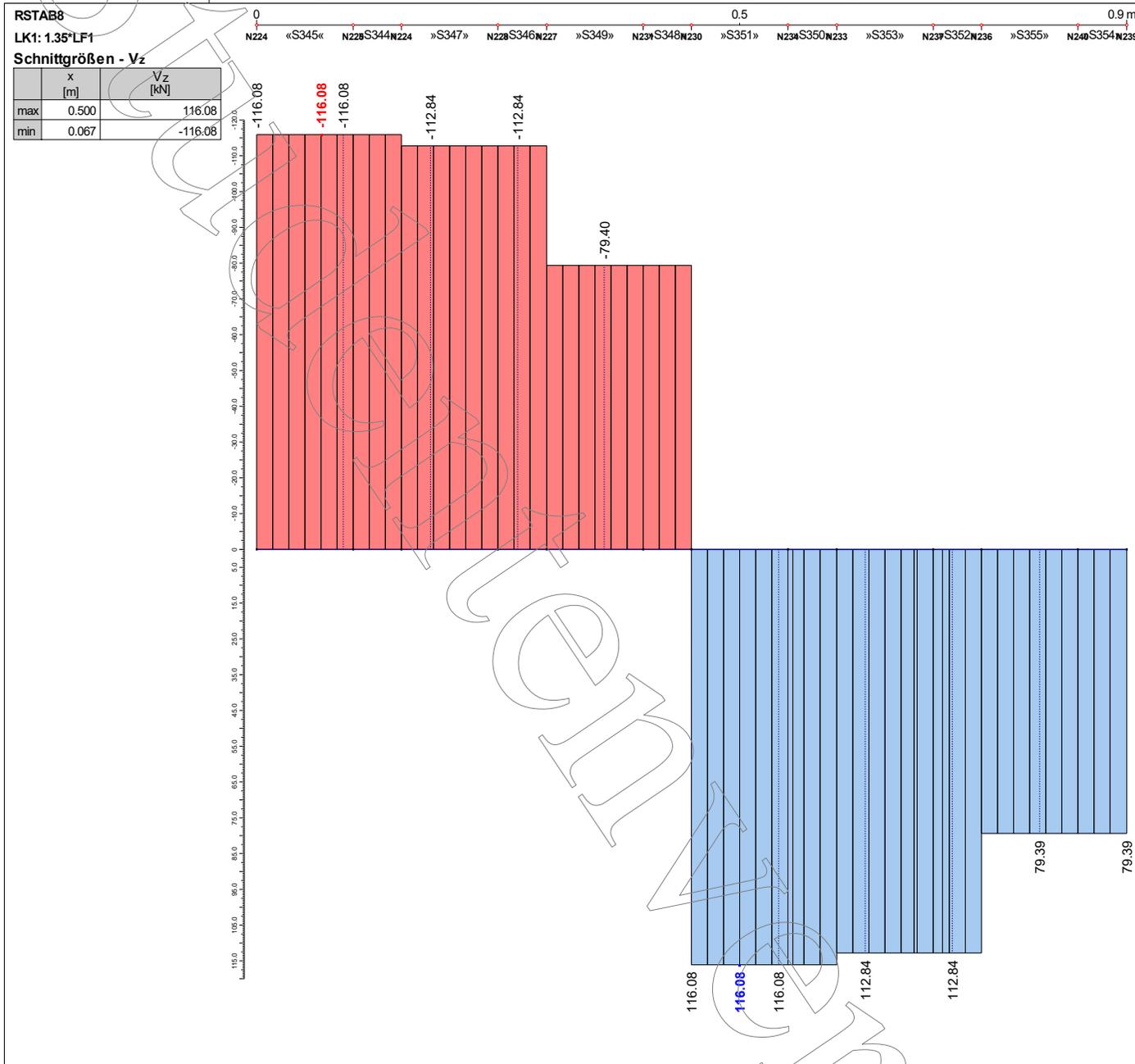
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ LK 1: ERGEBNISVERLÄUFE AN DEN KERVEN ZUM ZEITPUNKT T=0



Lastkombination 1: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=0

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

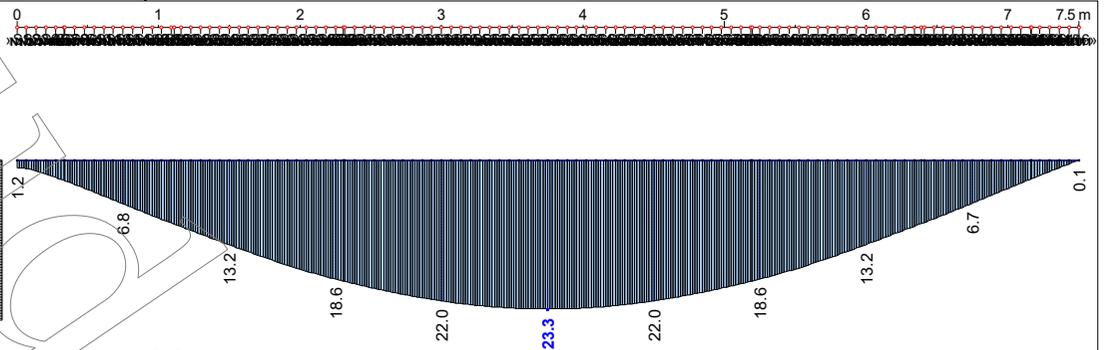
LK 2: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM BETONQUERSCHNITT (OBERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.

RSTAB8

LK2: 1.35*LF2

Globale Verformungen - u

	x [m]	u [mm]
max	3.750	23.3
min	-	-

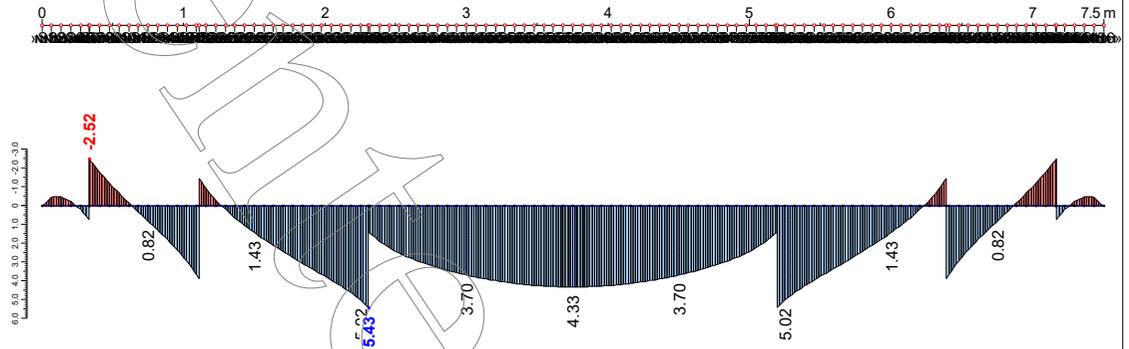


RSTAB8

LK2: 1.35*LF2

Schnittgrößen - My

	x [m]	My [kNm]
max	2.307	5.43
min	0.333	-2.52

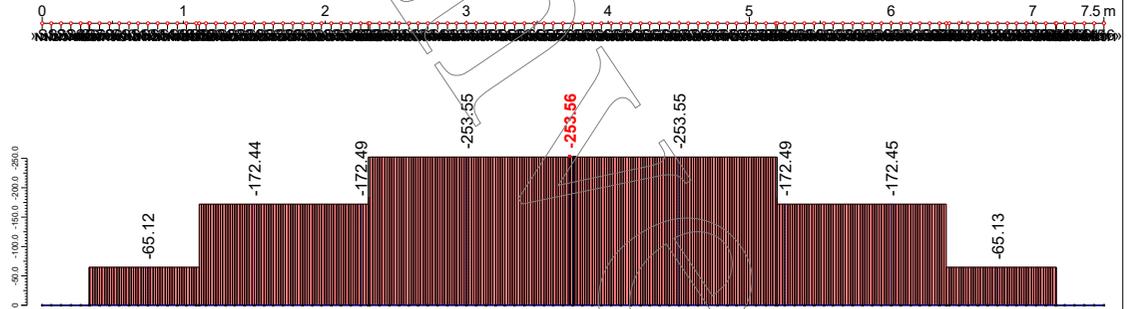


RSTAB8

LK2: 1.35*LF2

Schnittgrößen - N

	x [m]	N [kN]
max	-	-
min	3.730	-253.56

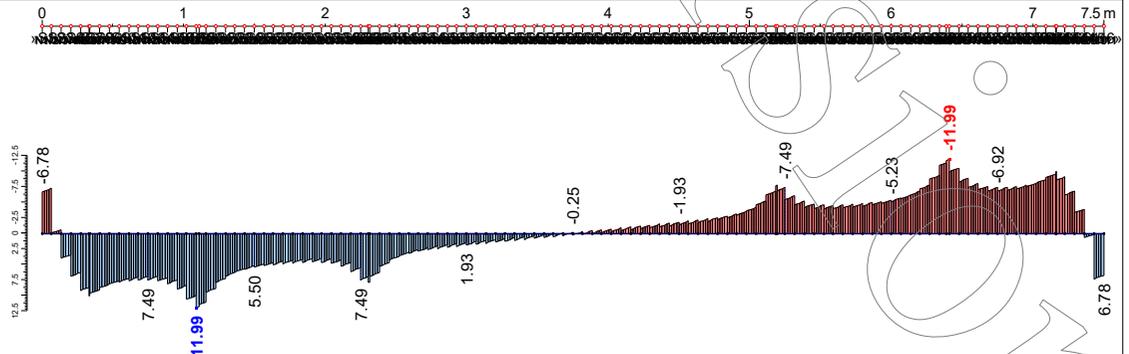


RSTAB8

LK2: 1.35*LF2

Schnittgrößen - Vz

	x [m]	Vz [kN]
max	1.091	11.99
min	6.409	-11.99



Lastkombination 2: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=unendl.

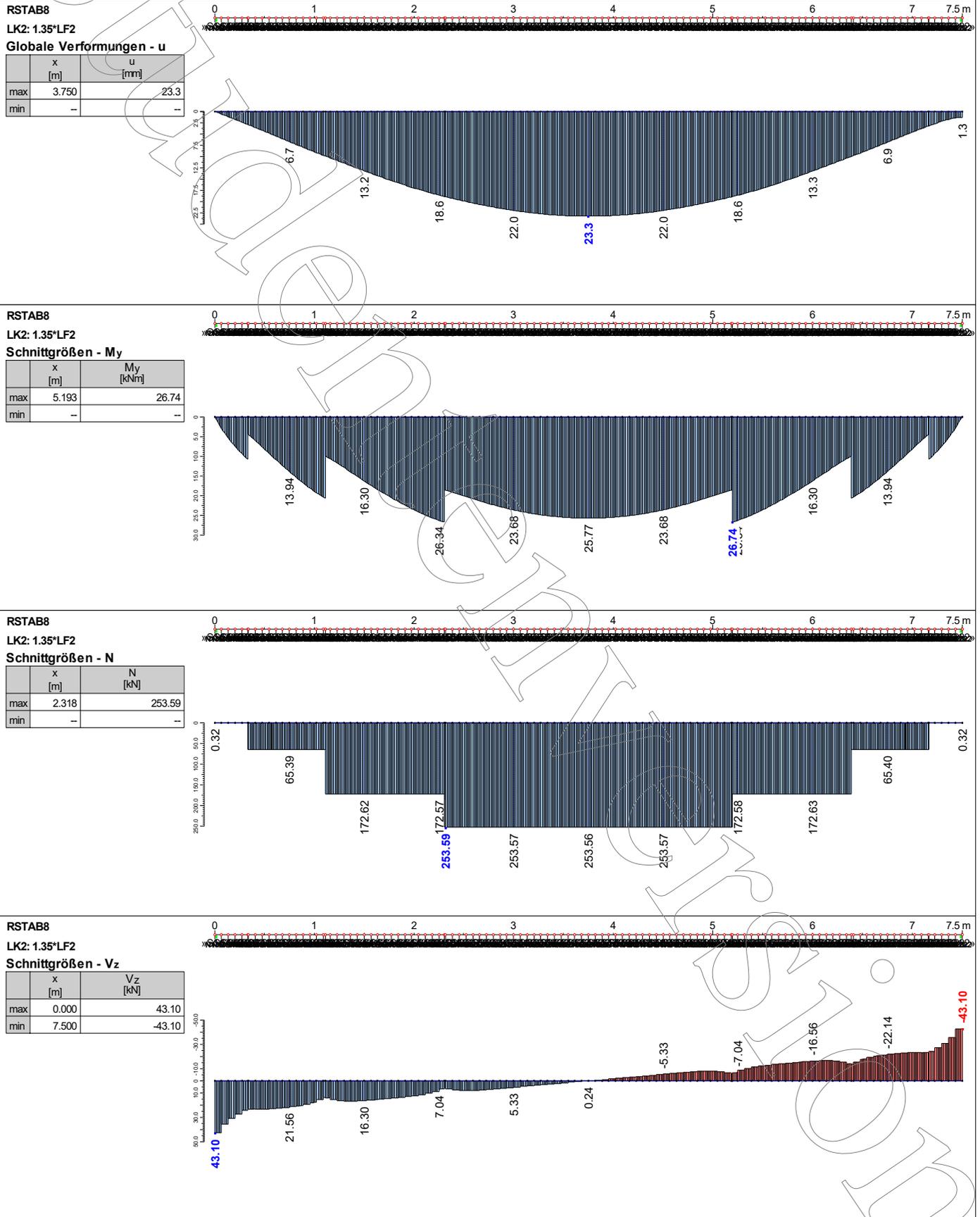
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

LK 2: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM HOLZQUERSCHNITT (UNTERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.



Lastkombination 2: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=unendl.

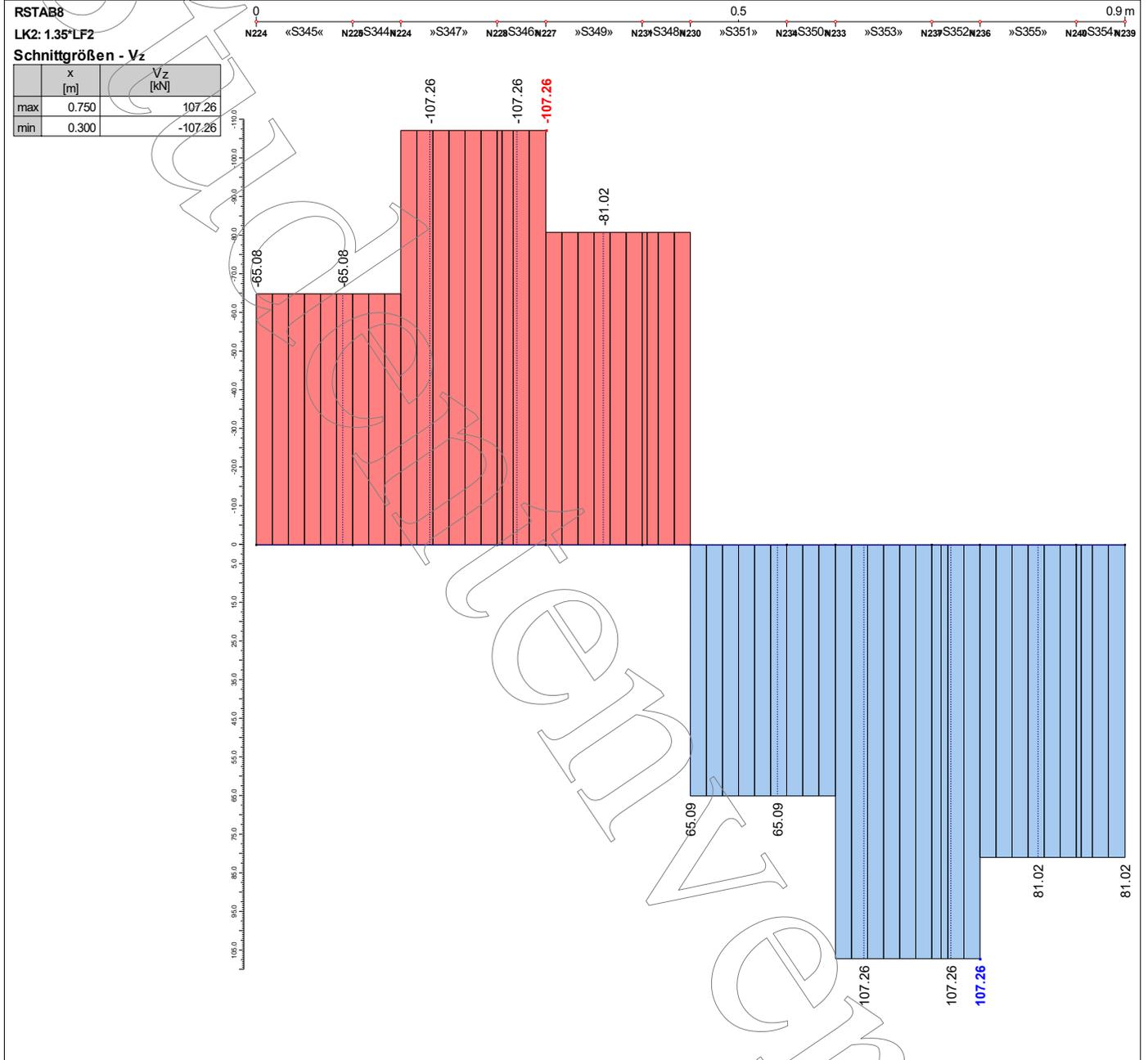
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ LK 2: ERGEBNISVERLÄUFE AN DEN KERVEN ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.



Lastkombination 2: Ständige Lasten zum Zeitpunkt t=unendl.

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

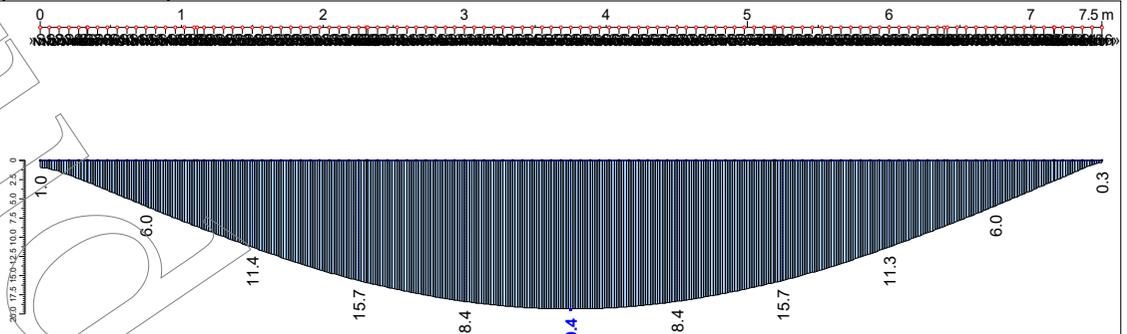
LK 3: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM BETONQUERSCHNITT (OBERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=0

RSTAB8

LK3: 1.35*LF1 + 1.5*LF3

Globale Verformungen - u

	x [m]	u [mm]
max	3.750	19.4
min	-	-

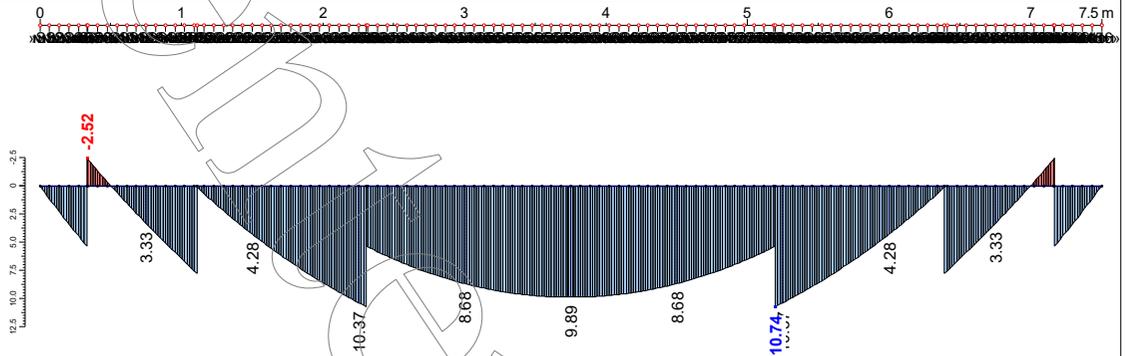


RSTAB8

LK3: 1.35*LF1 + 1.5*LF3

Schnittgrößen - My

	x [m]	My [kNm]
max	5.193	10.74
min	0.333	-2.52

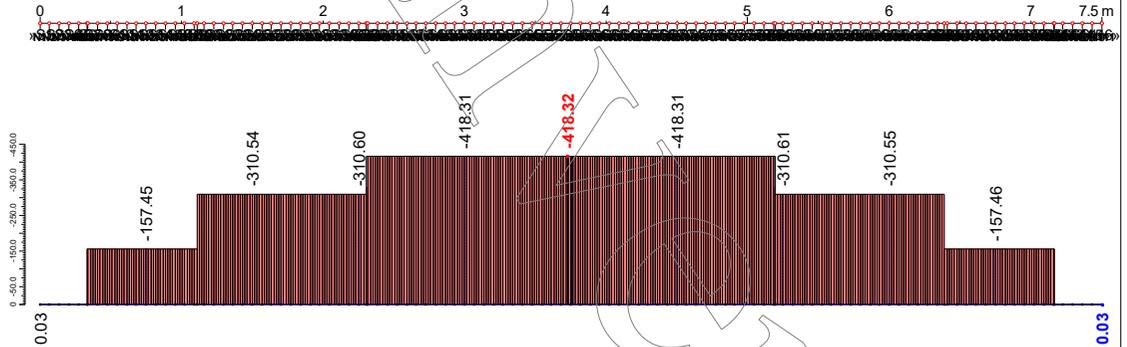


RSTAB8

LK3: 1.35*LF1 + 1.5*LF3

Schnittgrößen - N

	x [m]	N [kN]
max	7.500	0.03
min	3.730	-418.32

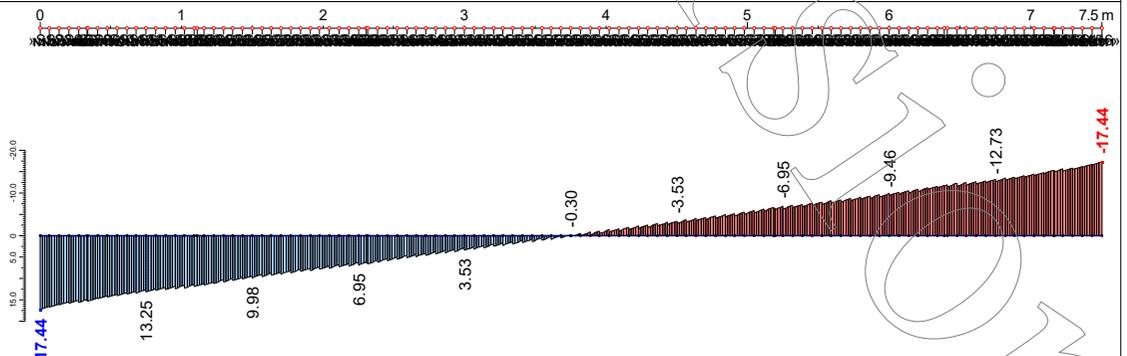


RSTAB8

LK3: 1.35*LF1 + 1.5*LF3

Schnittgrößen - Vz

	x [m]	Vz [kN]
max	0.000	17.44
min	7.500	-17.44



Lastkombination 3: Volllast zum Zeitpunkt t=0

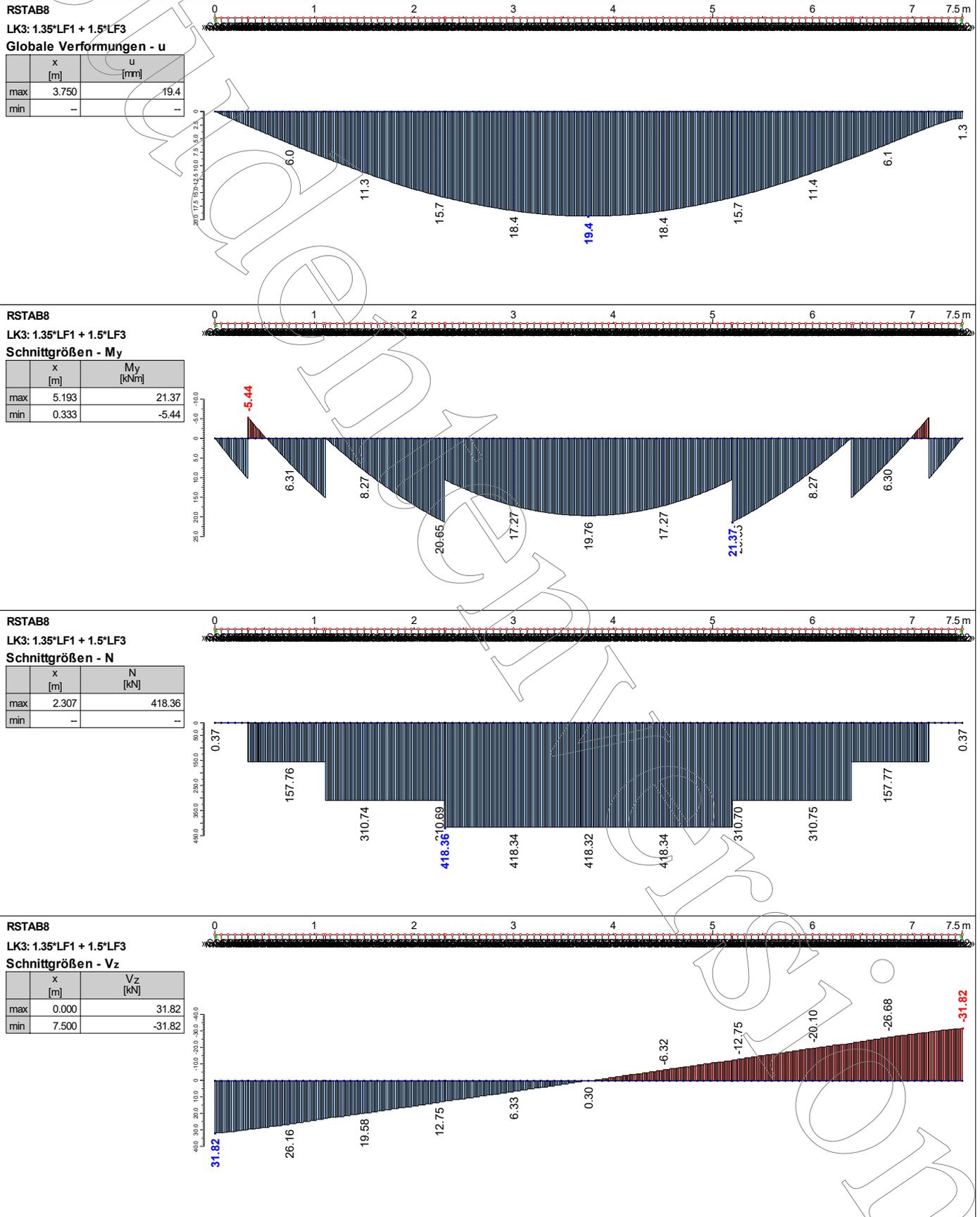
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

LK 3: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM HOLZQUERSCHNITT (UNTERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=0



Lastkombination 3: Volllast zum Zeitpunkt t=0

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

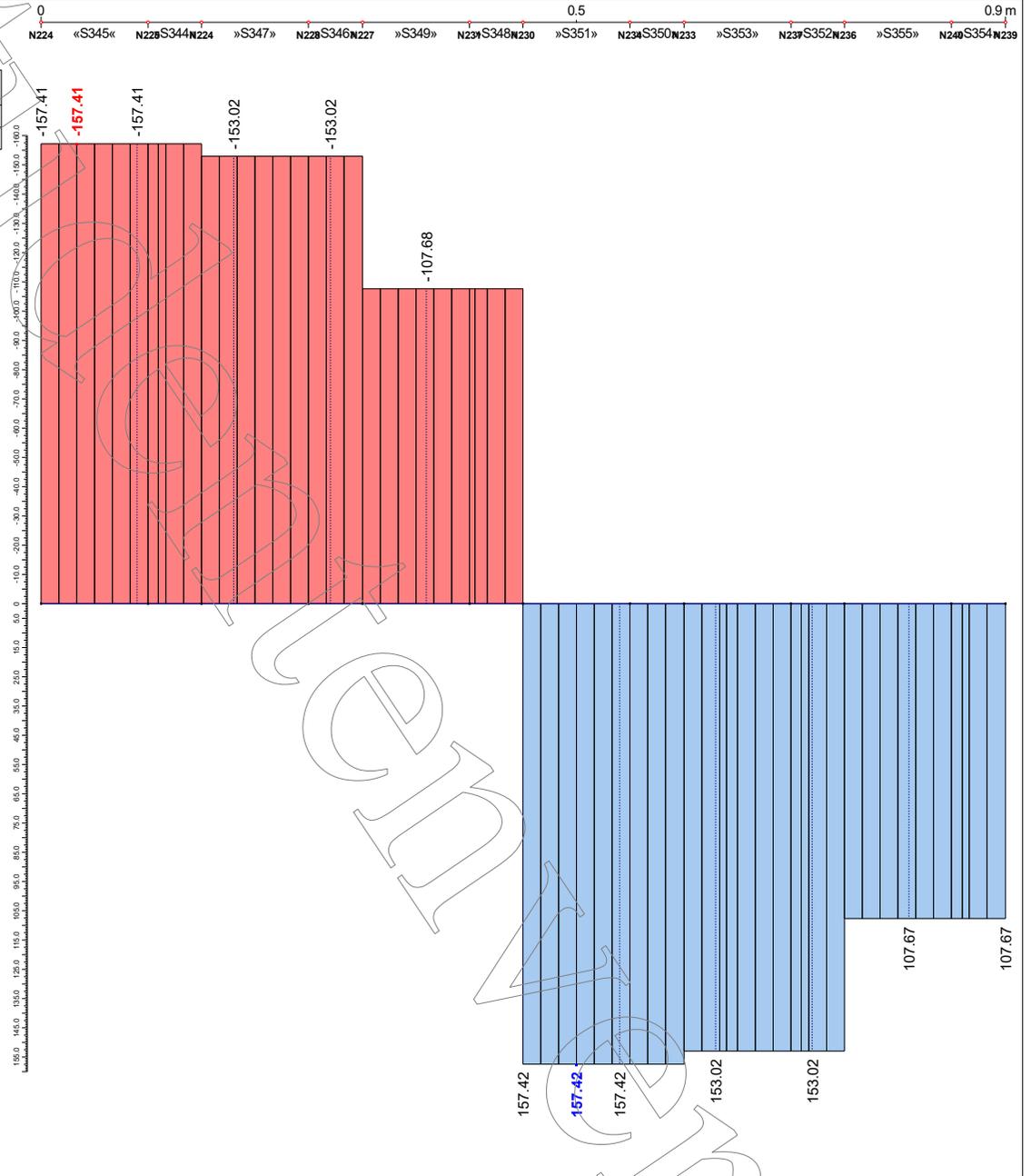
■ LK 3: ERGEBNISVERLÄUFE AN DEN KERVEN ZUM ZEITPUNKT T=0

RSTAB8

LK3: 1.35*LF1 + 1.5*LF3

Schnittgrößen - Vz

	x [m]	Vz [kN]
max	0.500	157.42
min	0.033	-157.41



Lastkombination 3: Volllast zum Zeitpunkt t=0

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

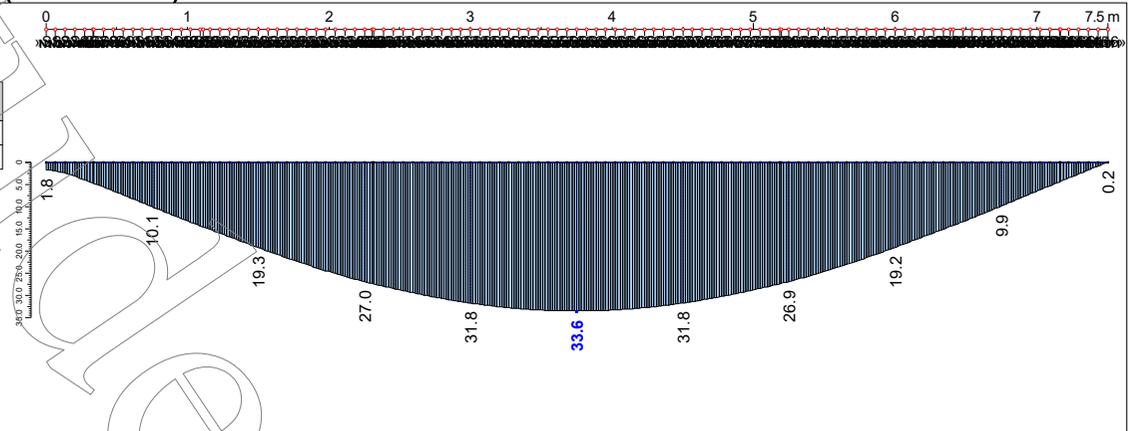
■ LK 6: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM BETONQUERSCHNITT (OBERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.

RSTAB8

LK6: 1.35*LF2 + 1.5*LF4

Globale Verformungen - u

	x [m]	u [mm]
max	3.750	33.6
min	-	-

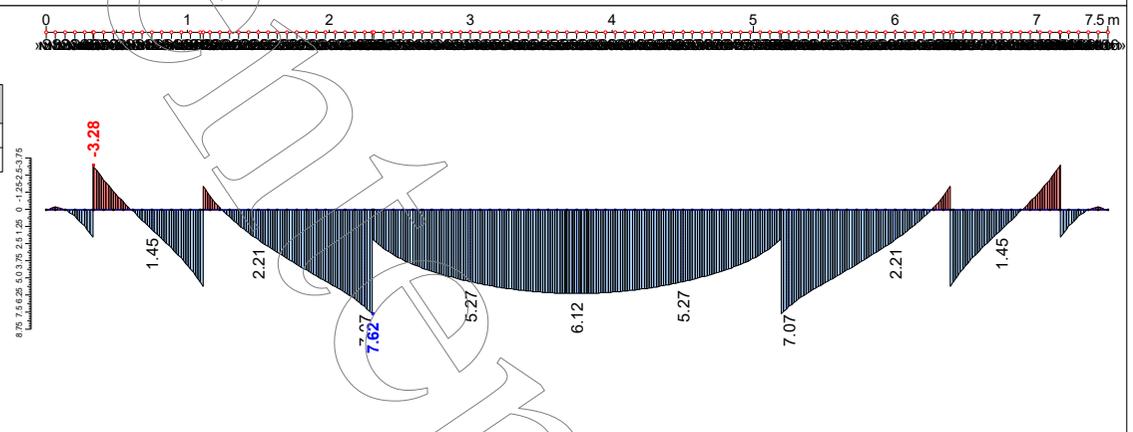


RSTAB8

LK6: 1.35*LF2 + 1.5*LF4

Schnittgrößen - My

	x [m]	My [kNm]
max	2.307	7.62
min	0.333	-3.28

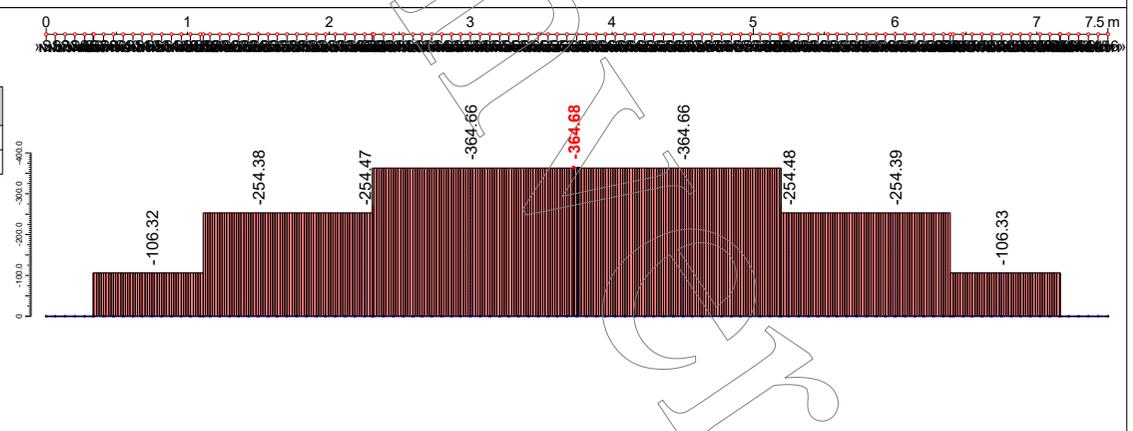


RSTAB8

LK6: 1.35*LF2 + 1.5*LF4

Schnittgrößen - N

	x [m]	N [kN]
max	-	-
min	3.730	-364.68

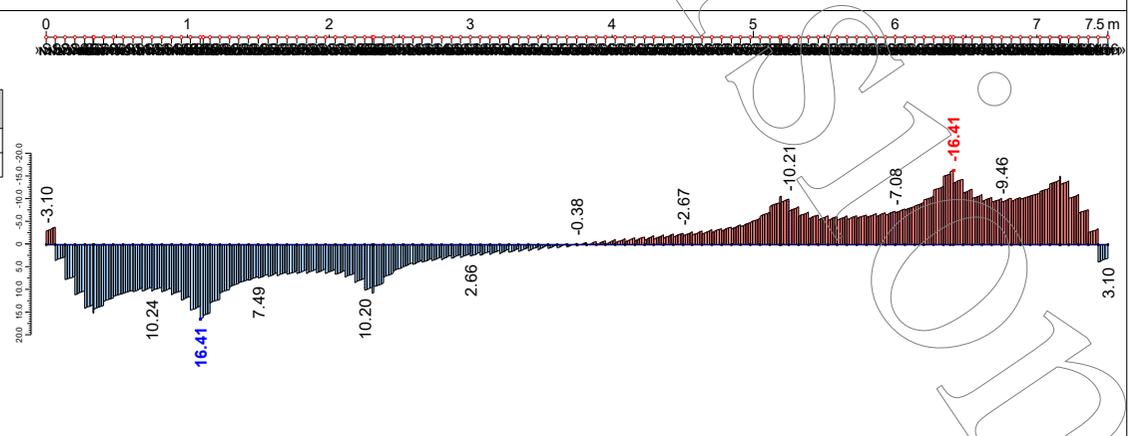


RSTAB8

LK6: 1.35*LF2 + 1.5*LF4

Schnittgrößen - Vz

	x [m]	Vz [kN]
max	1.091	16.41
min	6.409	-16.41



Lastkombination 6: Vollast zum Zeitpunkt t=unendl.

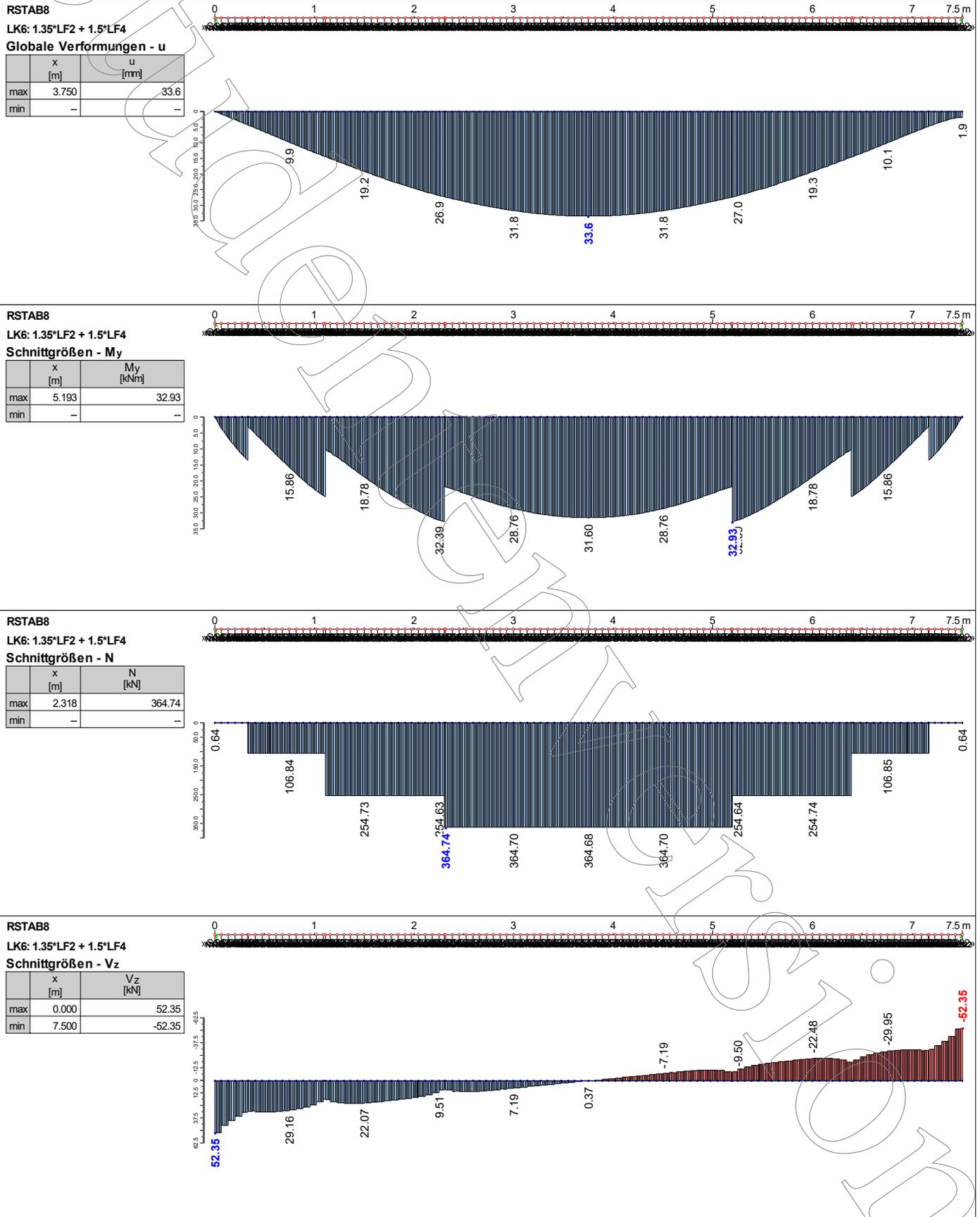
Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

LK 6: ERGEBNISVERLÄUFE DER SCHNITTGRÖSSEN IM HOLZQUERSCHNITT (UNTERGURT) ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.

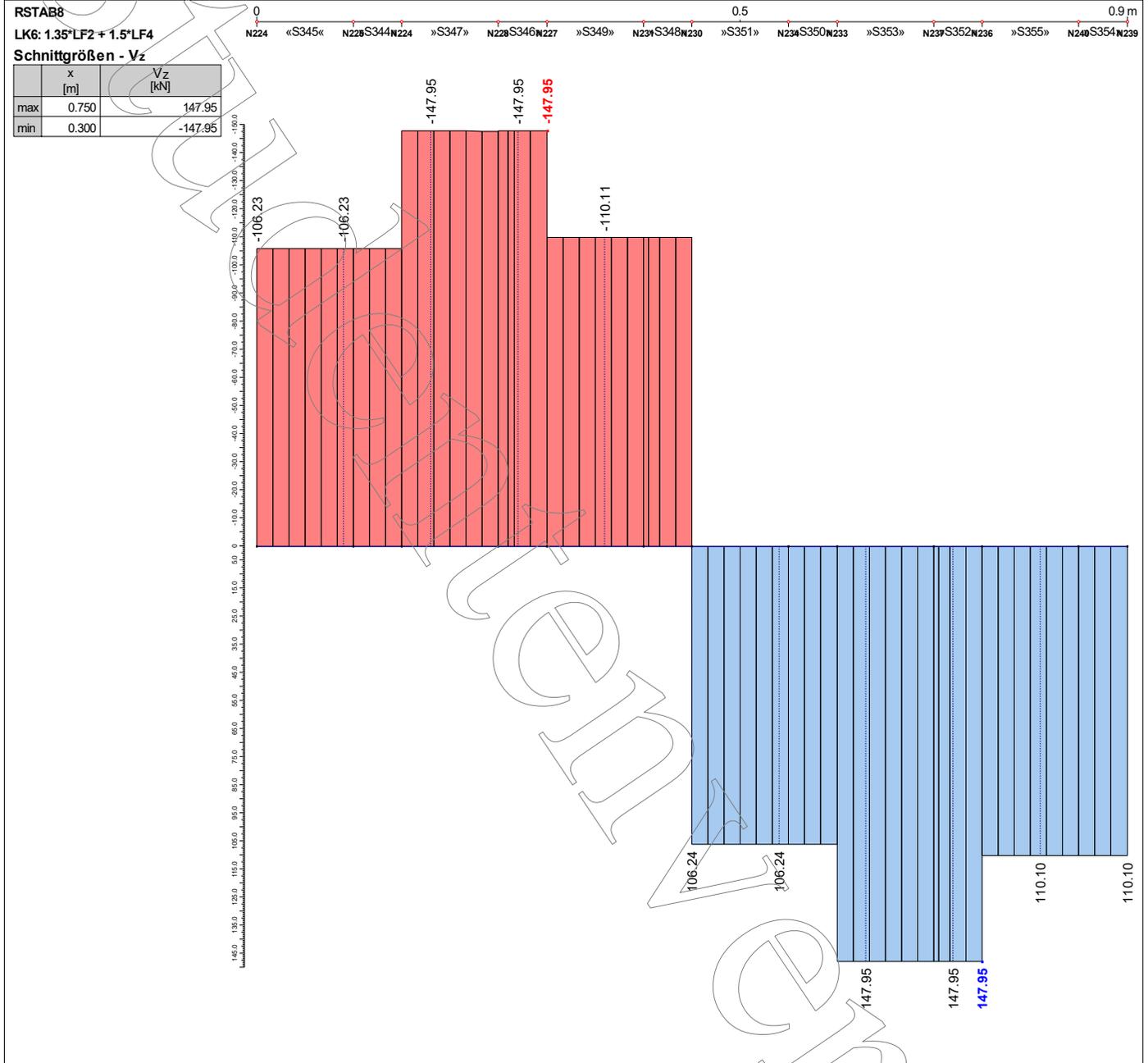


Lastkombination 6: Volllast zum Zeitpunkt t=unendl.

Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
 Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

■ LK 6: ERGEBNISVERLÄUFE AN DEN KERVEN ZUM ZEITPUNKT T=UNENDL.



Lastkombination 6: Volllast zum Zeitpunkt t=unendl.

BETON
FA1
Stahlbetonbemessung von
Stäben

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

1.1 BASISANGABEN

Stahlbetonbemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

TRAGFÄHIGKEIT

Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	1.35*LF1	Ständig und vorübergehend
	LK2	1.35*LF2	Ständig und vorübergehend
	LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3	Ständig und vorübergehend
	LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	Ständig und vorübergehend

Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise

Lastkombination:

Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_3 \cdot f_{yk}$
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_4 \cdot f_{yk}$
Häufig	Nachweise: w_k
Quasi-ständig	Nachweise: $k_2 \cdot f_{ck}$, w_k , u_l

Verformung beziehen auf: Unverformtes System

1.1 EINSTELLUNGEN - NICHTLINEARE BERECHNUNG (ZUSTAND II)

Zustand II - im Grenzzustand TRAGFÄHIGKEIT erfassen:	<input type="checkbox"/>
Zustand II - im Grenzzustand GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT erfassen:	<input type="checkbox"/>
Nichtlineare Berechnung für Brandschutz erfassen:	<input type="checkbox"/>

1.2 MATERIALIEN

Mat.-Nr.	Beton-Festigkeitsklasse	Materialbezeichnung	Betonstahl	Kommentar
1	Beton C30/37	B-500-S (B)		

1.2.1 MATERIALKENNWERTE

Mat.-Nr.	Bezeichnung	Symbol	Größe	Einheit
1	Beton-Festigkeitsklasse: Beton C30/37			
	Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit	f_{ck}	30.000	N/mm ²
	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit	f_{cm}	38.000	N/mm ²
	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit	f_{ctm}	2.900	N/mm ²
	5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.05}$	2.000	N/mm ²
	95%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.95}$	3.800	N/mm ²
	Mittelwert des Elastizitätsmoduls	E_{cm}	33000.000	N/mm ²
	Charakteristische Dehnungen für nichtlineare Berechnungen			
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c1}	-2.200	‰
	Bruchdehnung	ϵ_{cu1}	-3.500	‰
	Charakteristische Dehnungen für Parabel-Rechteck-Diagramm			
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	ϵ_{c2}	-2.000	‰
	Bruchdehnung	ϵ_{cu2}	-3.500	‰
	Exponent der Parabel	n	2	
	Spezifisches Gewicht	γ	25.00	kN/m ³
	Betonstahl: B 500 S (B)			
	Elastizitätsmodul	E_s	200000	N/mm ²
	Charakteristischer Wert der Streckgrenze	f_{yk}	500	N/mm ²
	Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	f_{tk}	540	N/mm ²
	Rechnerische Bruchdehnung	ϵ_{uk}	50.000	‰

1.3 QUERSCHNITTE

Quersch.Nr.	Mat.Nr.	Querschnittsbezeichnung	Anmerkungen	Kommentar
1	1	Rechteck 1000/100		



1.5 LAGER

Auflager Nr.	Knoten Nr.	Lagerbreite b [mm]	Direkte Auflager	Monolithisch Verbindung	Ende Auflager	Kommentar
1	112	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	222	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

EINSTELLUNGEN

- Berücksichtigung einer begrenzten Momentenumlagerung der Stützmomente
- Momentenausrundung bzw. Bemessung für das Moment am Auflagerend bei monolithischer Lagerung
- Abminderung der Querkräfte im Lagerbereich nach 6.2.2
- Querkraftabminderung bei auflagnahen Einzellasten nach 6.2.2(6) bzw. 6.2.3(8)

BETON
FA1
Stahlbetonbemessung von
Stäben

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.1 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG QUERSCHNITTSSWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrungsfläche	Einheit	Fehlermeldung bzw. Hinweis
Querschnitt Nr.1 - Rechteck 1000/100						
A _{s,z} (oben)	3	0.000	LK2	0.15	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	112	0.000	LK3	1.59	cm ²	
A _{s,T}	1	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	1	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	1	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	

ZWISCHENERGEBNISSE 2.1 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG QUERSCHNITTSSWEISE

Bezeichnung	Name	Größe	Einheit
Querschnitt Nr.1 - Rechteck 1000/100, Stab Nr. 3 - x: 0.000, A _{s,-z} (oben), LK2:			
Bewehrung			
Oberer Bewehrungsgrad	ρ _z (oben)	0.015	%
Unterer Bewehrungsgrad	ρ _z (unten)	0.000	%
Schubbewehrungsgrad	ρ _w	0.000	%
Bemessungsschnittgrößen			
Bemessungsbiegemoment	M _{y,Ed}	-0.5	kNm
Bemessungsbiegemoment	M _{z,Ed}	0.0	kNm
Bemessungswert des Torsionsmomentes	T _{Ed}	0.0	kNm
Bemessungsnormalkraft	N _{Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	V _{y,Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	V _{z,Ed}	4.0	kN
Reduzierte Bemessungsquerkraft	V _{z,Ed,red}	4.0	kN
Dehnungszustand			
Vorhandene Spannung			
Stahlspannung obere Bewehrung	σ _{s,-z} (oben)	451.3	N/mm ²
Stahlspannung untere Bewehrung	σ _{s,+z} (unten)	-	
Betonspannung am oberen Querschnittsrand	σ _{c,-z} (oben)	0.0	N/mm ²
Betonspannung am unteren Querschnittsrand	σ _{c,+z} (unten)	-7.9	N/mm ²
Vorhandene Dehnung			
Dehnung obere Bewehrung	ε _{s,-z} (oben)	25.000	‰
Dehnung untere Bewehrung	ε _{s,+z} (unten)	-	
Dehnung oberer Betonquerschnittsrand	ε _{c,-z} (oben)	32.627	‰
Dehnung unterer Betonquerschnittsrand	ε _{c,+z} (unten)	-0.534	‰
Dehnung Schwerachse	ε ₀	16.046	‰
Innerer Hebelarm z für die Schubbemessung	z	39.0	mm
Druckzonenhöhe	x	1.6	mm
Druckzonenhöhe/Nutzhöhe	x/d	0.0209	
Statische Nutzhöhe	d	77.0	mm
Krümmung	1/r	0.3316	1/m
Winkel der Nullachse	α ₀	0.00	°
Querkraft- und Torsionstragfähigkeit			
Aufnehmbare Querkraft ohne Schubbewehrung	V _{Rd,c}	41.8	kN
Querkraft ohne Versagen der Betondruckdiagonalen	V _{Rd,max}	149.2	kN
Aufnehmbare Querkraft der Schubbewehrung	V _{Rd,s}	-	
Tragfähigkeit der Betondruckstreben	T _{Rd,max}	0.0	kNm
Aufnehmbares Torsionsmoment der Bügel	T _{Rd,s}	0.0	kNm
Druckstrebenwinkel	θ	18.43	°
Querschnitt Nr.1 - Rechteck 1000/100, Stab Nr. 112 - x: 0.000, A _{s,+z} (unten), LK3:			
Bewehrung			
Oberer Bewehrungsgrad	ρ _z (oben)	0.000	%
Unterer Bewehrungsgrad	ρ _z (unten)	0.159	%
Schubbewehrungsgrad	ρ _w	0.000	%
Bemessungsschnittgrößen			
Bemessungsbiegemoment	M _{y,Ed}	5.4	kNm
Bemessungsbiegemoment	M _{z,Ed}	0.0	kNm
Bemessungswert des Torsionsmomentes	T _{Ed}	0.0	kNm
Bemessungsnormalkraft	N _{Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	V _{y,Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	V _{z,Ed}	-15.0	kN
Reduzierte Bemessungsquerkraft	V _{z,Ed,red}	-15.0	kN
Dehnungszustand			
Vorhandene Spannung			
Stahlspannung obere Bewehrung	σ _{s,-z} (oben)	-	
Stahlspannung untere Bewehrung	σ _{s,+z} (unten)	451.3	N/mm ²
Betonspannung am oberen Querschnittsrand	σ _{c,-z} (oben)	-17.0	N/mm ²
Betonspannung am unteren Querschnittsrand	σ _{c,+z} (unten)	0.0	N/mm ²
Vorhandene Dehnung			
Dehnung obere Bewehrung	ε _{s,-z} (oben)	-	
Dehnung untere Bewehrung	ε _{s,+z} (unten)	25.000	‰
Dehnung oberer Betonquerschnittsrand	ε _{c,-z} (oben)	-2.154	‰
Dehnung unterer Betonquerschnittsrand	ε _{c,+z} (unten)	33.111	‰
Dehnung Schwerachse	ε ₀	15.479	‰



Projekt: BA Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

**ZWISCHENERGEBNISSE 2.1 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG
QUERSCHNITTSGEWEISE**

Bezeichnung	Name	Größe	Einheit
Innere Hebelarm z für die Schubbemessung	z	39.0	mm
Druckzonenhöhe	x	6.1	mm
Druckzonenhöhe/Nutzhöhe	x/d	0.0793	
Statische Nutzhöhe	d	77.0	mm
Krümmung	1/r	-0.3526	1/m
Winkel der Nullachse	α_0	0.00	°
Querkraft- und Torsionstragfähigkeit			
Aufnehmbare Querkraft ohne Schubbewehrung	$V_{Rd,c}$	41.8	kN
Querkraft ohne Versagen der Betondruckdiagonalen	$V_{Rd,max}$	149.2	kN
Aufnehmbare Querkraft der Schubbewehrung	$V_{Rd,s}$	-	
Tragfähigkeit der Betondruckstreben	$T_{Rd,max}$	0.0	kNm
Aufnehmbares Torsionsmoment der Bügel	$T_{Rd,s}$	0.0	kNm
Druckstrebenwinkel	Θ	18.43	°
Querschnitt Nr. 1 - Rechteck 1000/100, Stab Nr. 1 - x: 0.000, $A_{s,T}$, LK6:			
Bewehrung			
Obere Längsbewehrung	$A_{s,z}$ (oben)	0.00	cm ²
Untere Längsbewehrung	$A_{s,z}$ (unten)	0.00	cm ²
Torsionslängsbewehrung	$A_{s,T}$	0.00	cm ²
Querkraftbügelbewehrung	$a_{sw,V,Bügel}$	0.00	cm ² /m
Torsionsbügelbewehrung	$a_{sw,T,Bügel}$	0.00	cm ² /m
Oberer Bewehrungsgrad	ρ_z (oben)	0.000	%
Unterer Bewehrungsgrad	ρ_z (unten)	0.000	%
Schubbewehrungsgrad	ρ_w	0.000	%
Bemessungsschnittgrößen			
Bemessungsbiegemoment	$M_{y,Ed}$	0.0	kNm
Bemessungsbiegemoment	$M_{z,Ed}$	0.0	kNm
Bemessungswert des Torsionsmomentes	T_{Ed}	0.0	kNm
Bemessungsnormalkraft	N_{Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	$V_{y,Ed}$	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	$V_{z,Ed}$	-3.1	kN
Reduzierte Bemessungsquerkraft	$V_{z,Ed,red}$	-3.1	kN
Dehnungszustand			
Vorhandene Spannung			
Stahlspannung obere Bewehrung	$\sigma_{s,z}$ (oben)	-	
Stahlspannung untere Bewehrung	$\sigma_{s,z}$ (unten)	-	
Betonspannung am oberen Querschnittsrand	$\sigma_{c,-z}$ (oben)	0.0	N/mm ²
Betonspannung am unteren Querschnittsrand	$\sigma_{c,+z}$ (unten)	0.0	N/mm ²
Vorhandene Dehnung			
Dehnung obere Bewehrung	$\epsilon_{s,-z}$ (oben)	-	
Dehnung untere Bewehrung	$\epsilon_{s,+z}$ (unten)	-	
Dehnung oberer Betonquerschnittsrand	$\epsilon_{c,-z}$ (oben)	0.000	‰
Dehnung unterer Betonquerschnittsrand	$\epsilon_{c,+z}$ (unten)	0.000	‰
Dehnung Schwerachse	ϵ_0	0.000	‰
Innere Hebelarm z für die Schubbemessung	z	39.0	mm
Druckzonenhöhe	x	0.0	mm
Druckzonenhöhe/Nutzhöhe	x/d	0.0000	
Statische Nutzhöhe	d	0.0	mm
Krümmung	1/r	0.0000	1/m
Winkel der Nullachse	α_0	0.00	°
Querkraft- und Torsionstragfähigkeit			
Aufnehmbare Querkraft ohne Schubbewehrung	$V_{Rd,c}$	41.8	kN
Querkraft ohne Versagen der Betondruckdiagonalen	$V_{Rd,max}$	149.2	kN
Aufnehmbare Querkraft der Schubbewehrung	$V_{Rd,s}$	-	
Tragfähigkeit der Betondruckstreben	$T_{Rd,max}$	0.0	kNm
Aufnehmbares Torsionsmoment der Bügel	$T_{Rd,s}$	0.0	kNm
Druckstrebenwinkel	Θ	18.43	°
Querschnitt Nr. 1 - Rechteck 1000/100, Stab Nr. 1 - x: 0.000, $a_{sw,V,Bügel}$, LK3:			
Bewehrung			
Obere Längsbewehrung	$A_{s,z}$ (oben)	0.00	cm ²
Untere Längsbewehrung	$A_{s,z}$ (unten)	0.00	cm ²
Torsionslängsbewehrung	$A_{s,T}$	0.00	cm ²
Querkraftbügelbewehrung	$a_{sw,V,Bügel}$	0.00	cm ² /m
Torsionsbügelbewehrung	$a_{sw,T,Bügel}$	0.00	cm ² /m
Oberer Bewehrungsgrad	ρ_z (oben)	0.000	%
Unterer Bewehrungsgrad	ρ_z (unten)	0.000	%
Schubbewehrungsgrad	ρ_w	0.000	%
Bemessungsschnittgrößen			
Bemessungsbiegemoment	$M_{y,Ed}$	0.0	kNm
Bemessungsbiegemoment	$M_{z,Ed}$	0.0	kNm
Bemessungswert des Torsionsmomentes	T_{Ed}	0.0	kNm
Bemessungsnormalkraft	N_{Ed}	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	$V_{y,Ed}$	0.0	kN
Aufzunehmende Querkraft	$V_{z,Ed}$	17.4	kN
Reduzierte Bemessungsquerkraft	$V_{z,Ed,red}$	17.4	kN
Dehnungszustand			
Vorhandene Spannung			
Stahlspannung obere Bewehrung	$\sigma_{s,-z}$ (oben)	451.3	N/mm ²
Stahlspannung untere Bewehrung	$\sigma_{s,+z}$ (unten)	451.3	N/mm ²
Betonspannung am oberen Querschnittsrand	$\sigma_{c,-z}$ (oben)	0.0	N/mm ²
Betonspannung am unteren Querschnittsrand	$\sigma_{c,+z}$ (unten)	0.0	N/mm ²
Vorhandene Dehnung			
Dehnung obere Bewehrung	$\epsilon_{s,-z}$ (oben)	25.000	‰
Dehnung untere Bewehrung	$\epsilon_{s,+z}$ (unten)	25.000	‰

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

ZWISCHENERGEBNISSE 2.1 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG QUERSCHNITTSWEISE

Bezeichnung	Name	Größe	Einheit
Dehnung oberer Betonquerschnittsrand	$\epsilon_{c,z}$ (oben)	25.000	‰
Dehnung unterer Betonquerschnittsrand	$\epsilon_{c,z}$ (unten)	25.000	‰
Dehnung Schwerachse	ϵ_0	0.000	‰
Innerer Hebelarm z für die Schubbemessung	Z	39.0	mm
Druckzonenhöhe	x	0.0	mm
Druckzonenhöhe/Nutzhöhe	x/d	0.0000	
Statische Nutzhöhe	d	0.0	mm
Krümmung	1/r	0.0000	1/m
Winkel der Nullachse	α_0	0.00	°
Querkraft- und Torsionstragfähigkeit			
Aufnehmbare Querkraft ohne Schubbewehrung	$V_{Rd,c}$	41.7	kN
Querkraft ohne Versagen der Betondruckdiagonalen	$V_{Rd,max}$	149.1	kN
Aufnehmbare Querkraft der Schubbewehrung	$V_{Rd,s}$	-	
Tragfähigkeit der Betondruckstreben	$T_{Rd,max}$	0.0	kNm
Aufnehmbares Torsionsmoment der Bügel	$T_{Rd,s}$	0.0	kNm
Druckstrebenwinkel	θ	18.43	°

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrungsfläche	Einheit	Fehlermeldung bzw. Hinweis
Stab Nr. 1 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	1	0.068	LK2	0.14	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	1	0.068	LK3	0.34	cm ²	
$A_{s,T}$	1	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	1	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	1	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 2 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	2	0.068	LK2	0.15	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	2	0.068	LK3	0.67	cm ²	
$A_{s,T}$	2	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	2	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	2	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 3 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	3	0.000	LK2	0.15	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	3	0.068	LK3	0.99	cm ²	
$A_{s,T}$	3	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	3	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	3	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 4 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	4	0.000	LK2	0.07	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	4	0.068	LK3	1.31	cm ²	
$A_{s,T}$	4	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	4	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	4	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 5 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	5	0.000	LK3	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	5	0.060	LK3	1.59	cm ²	
$A_{s,T}$	5	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	5	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	5	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 6 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	6	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	6	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,T}$	6	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	6	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	6	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 7 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	7	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	7	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,T}$	7	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	7	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	7	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 8 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	8	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	8	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,T}$	8	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	8	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	8	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 9 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	9	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	9	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$A_{s,T}$	9	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	9	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	9	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 10 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	10	0.000	LK2	0.00	cm ²	
$A_{s,z}$ (unten)	10	0.000	LK2	0.00	cm ²	
$A_{s,T}$	10	0.000	LK6	0.00	cm ²	
$a_{sw,V}$ Bügel	10	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
$a_{sw,T}$ Bügel	10	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 11 - Rechteck 1000/100						
$A_{s,z}$ (oben)	11	0.000	LK3	0.00	cm ²	

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
A _{s,+z} (unten)	11	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	11	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	11	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	11	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 12 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	12	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	12	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	12	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	12	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	12	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 13 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	13	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	13	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	13	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	13	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	13	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 14 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	14	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	14	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	14	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	14	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	14	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 15 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	15	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	15	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	15	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	15	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	15	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 16 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	16	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	16	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	16	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	16	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	16	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 17 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	17	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	17	0.068	LK2	0.16	cm ²	
A _{s,T}	17	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	17	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	17	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 18 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	18	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	18	0.020	LK2	0.23	cm ²	
A _{s,T}	18	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	18	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	18	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 19 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	19	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	19	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	19	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	19	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	19	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 20 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	20	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	20	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	20	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	20	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	20	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 21 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	21	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	21	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	21	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	21	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	21	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 22 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	22	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	22	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	22	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	22	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	22	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 23 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	23	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	23	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	23	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	23	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	23	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 24 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	24	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	24	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	24	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	24	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	24	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 25 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	25	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	25	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	25	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	25	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung fläche	Einheit	Fehlermeldung bzw. Hinweis
a _{sw,T} Bügel	25	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 26 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	26	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	26	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	26	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	26	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	26	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 27 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	27	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	27	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	27	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	27	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	27	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 28 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	28	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	28	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	28	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	28	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	28	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 29 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	29	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	29	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	29	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	29	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	29	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 30 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	30	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	30	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	30	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	30	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	30	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 31 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	31	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	31	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	31	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	31	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	31	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 32 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	32	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	32	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	32	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	32	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	32	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 33 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	33	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	33	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	33	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	33	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	33	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 34 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	34	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	34	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	34	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	34	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	34	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 35 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	35	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	35	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	35	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	35	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	35	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 36 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	36	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	36	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	36	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	36	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	36	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 37 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	37	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	37	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	37	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	37	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	37	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 38 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	38	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	38	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	38	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	38	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	38	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 39 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	39	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	39	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	39	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	39	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	39	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 40 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	40	0.000	LK3	0.00	cm ²	

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
 Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
A _{s,+z} (unten)	40	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	40	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	40	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	40	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 41 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	41	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	41	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	41	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	41	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	41	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 42 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	42	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	42	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	42	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	42	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	42	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 43 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	43	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	43	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	43	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	43	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	43	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 44 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	44	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	44	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	44	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	44	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	44	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 45 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	45	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	45	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	45	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	45	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	45	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 46 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	46	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	46	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	46	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	46	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	46	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 47 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	47	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	47	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	47	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	47	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	47	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 48 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	48	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	48	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	48	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	48	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	48	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 49 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	49	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	49	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	49	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	49	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	49	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 50 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	50	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	50	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	50	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	50	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	50	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 51 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	51	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	51	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	51	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	51	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	51	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 52 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	52	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	52	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	52	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	52	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	52	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 53 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	53	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	53	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	53	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	53	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	53	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 54 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	54	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	54	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	54	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	54	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
a _{sw,T} Bügel	54	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 55 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	55	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	55	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	55	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	55	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	55	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 56 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	56	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	56	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	56	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	56	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	56	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 57 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	57	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	57	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	57	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	57	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	57	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 58 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	58	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	58	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	58	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	58	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	58	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 59 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	59	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	59	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	59	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	59	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	59	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 60 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	60	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	60	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	60	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	60	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	60	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 61 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	61	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	61	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	61	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	61	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	61	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 62 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	62	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	62	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	62	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	62	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	62	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 63 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	63	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	63	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	63	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	63	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	63	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 64 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	64	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	64	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	64	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	64	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	64	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 65 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	65	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	65	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	65	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	65	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	65	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 66 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	66	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	66	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	66	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	66	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	66	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 67 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	67	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	67	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	67	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	67	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	67	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 68 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	68	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	68	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	68	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	68	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	68	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 69 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	69	0.000	LK3	0.00	cm ²	

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
 Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
A _{s,+z} (unten)	69	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	69	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	69	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	69	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 70 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	70	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	70	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	70	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	70	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	70	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 71 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	71	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	71	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	71	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	71	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	71	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 72 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	72	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	72	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	72	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	72	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	72	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 73 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	73	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	73	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	73	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	73	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	73	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 74 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	74	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	74	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	74	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	74	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	74	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 75 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	75	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	75	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	75	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	75	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	75	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 76 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	76	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	76	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	76	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	76	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	76	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 77 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	77	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	77	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	77	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	77	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	77	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 78 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	78	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	78	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	78	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	78	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	78	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 79 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	79	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	79	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	79	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	79	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	79	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 80 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	80	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	80	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	80	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	80	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	80	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 81 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	81	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	81	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	81	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	81	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	81	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 82 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	82	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	82	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	82	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	82	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	82	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 83 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	83	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	83	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	83	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	83	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
a _{sw,T} Bügel	83	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 84 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	84	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	84	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	84	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	84	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	84	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 85 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	85	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	85	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	85	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	85	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	85	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 86 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	86	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	86	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	86	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	86	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	86	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 87 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	87	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	87	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	87	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	87	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	87	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 88 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	88	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	88	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	88	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	88	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	88	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 89 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	89	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	89	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	89	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	89	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	89	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 90 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	90	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	90	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	90	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	90	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	90	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 91 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	91	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	91	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	91	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	91	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	91	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 92 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	92	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	92	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	92	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	92	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	92	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 93 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	93	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	93	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	93	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	93	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	93	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 94 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	94	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	94	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	94	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	94	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	94	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 95 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	95	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	95	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	95	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	95	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	95	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 96 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	96	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	96	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	96	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	96	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	96	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 97 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	97	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	97	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	97	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	97	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	97	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 98 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	98	0.000	LK6	0.00	cm ²	

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.3 ERFORDBLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung		Fehlermeldung bzw. Hinweis
				fläche	Einheit	
A _{s,+z} (unten)	98	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	98	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	98	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	98	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 99 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	99	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	99	0.000	LK2	0.23	cm ²	
A _{s,T}	99	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	99	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	99	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 100 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	100	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	100	0.000	LK2	0.16	cm ²	
A _{s,T}	100	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	100	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	100	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 101 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	101	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	101	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	101	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	101	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	101	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 102 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	102	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	102	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	102	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	102	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	102	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 103 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	103	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	103	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	103	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	103	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	103	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 104 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	104	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	104	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	104	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	104	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	104	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 105 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	105	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	105	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	105	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	105	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	105	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 106 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	106	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	106	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	106	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	106	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	106	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 107 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	107	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	107	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,T}	107	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	107	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	107	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 108 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	108	0.000	LK2	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	108	0.000	LK2	0.00	cm ²	
A _{s,T}	108	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	108	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	108	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 109 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	109	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	109	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	109	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	109	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	109	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 110 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	110	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	110	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	110	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	110	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	110	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 111 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	111	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	111	0.000	LK6	0.00	cm ²	
A _{s,T}	111	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	111	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	111	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 112 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	112	0.000	LK3	0.00	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	112	0.000	LK3	1.59	cm ²	
A _{s,T}	112	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	112	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.3 ERFORDERLICHE BEWEHRUNG STABWEISE

Bewehrung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Belastung	Bewehrung fläche	Einheit	Fehlermeldung bzw. Hinweis
a _{sw,T} Bügel	112	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 113 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	113	0.068	LK2	0.07	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	113	0.000	LK3	1.31	cm ²	
A _{s,T}	113	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	113	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	113	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 114 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	114	0.068	LK2	0.15	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	114	0.000	LK3	0.99	cm ²	
A _{s,T}	114	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	114	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	114	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 115 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	115	0.000	LK2	0.15	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	115	0.000	LK3	0.67	cm ²	
A _{s,T}	115	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	115	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	115	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	
Stab Nr. 116 - Rechteck 1000/100						
A _{s,-z} (oben)	116	0.000	LK2	0.14	cm ²	
A _{s,+z} (unten)	116	0.000	LK3	0.34	cm ²	
A _{s,T}	116	0.000	LK6	0.00	cm ²	
a _{sw,V} Bügel	116	0.000	LK3	0.00	cm ² /m	58)
a _{sw,T} Bügel	116	0.000	LK6	0.00	cm ² /m	

ANMERKUNGEN

Nr.	Beschreibung
58)	Unter Verwendung des Näherungswertes für den Hebelarm z

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

ERFORDERLICHE BEWEHRUNG (OBEN UND UNTEN) IM GZT

BETON



FA1 - Stahlbetonbemessung von Stäben

Erforderliche Bewehrung -

A-s,-z (oben)

	x [m]	A-s,-z (oben) [cm ²]
max	0.136	0.15
min	--	--



BETON



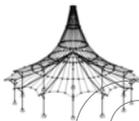
FA1 - Stahlbetonbemessung von Stäben

Erforderliche Bewehrung -

A-s,+z (unten)

	x [m]	A-s,+z (unten) [cm ²]
max	7.150	1.59
min	--	--





Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

■ ERMITTLUNG DER ROBUSTHEITSBEWERUNG ZUR BEWAHRUNG EINES DUKTILEN BAUTEILVERHALTENS

Robustheitsbewehrung $A_{s,rob}$ (nach EC2-1-1, 9.2.1.1 (1)):

(Bemessungsrelevanter Bereich: Auflager bis Kerne 1)

gewählter Beton:

C30/37

mit $f_{ctm} = 2,90$ N/mm²

Querschnittsfläche des Betonquerschnitts:

$A_c = 0,1$ m²

$$A_{s,rob} = \frac{\left(\frac{M_{s,cr}}{z}\right) + N}{f_{yk}} = 1,40 \text{ cm}^2$$

■ AUSGANGSWERTE ZUR ERMITTLUNG DER ROBUSTHEITSBEWERUNG

mit:

Normalkraft:

$N = 0,0$ kN

Rissmoment:

(unter Berücksichtigung der Normalkraft)

$$M_{s,cr} = M_{cr} - N \cdot z = 4,83 \text{ kNm}$$

Rissmoment:

$$M_{cr} = \left(f_{ctm} - \left(\frac{N}{A_c}\right)\right) \cdot w_y = 4,83 \text{ kNm}$$

Mittlere Betonzugfestigkeit:

$f_{ctm} = 2,9$ MN/m²

Widerstandsmoment:

$w_y = 0,00167$ m³

Hebelarm der inneren Kräfte: $z \approx 0,9 \cdot d =$

6,93 cm

Statische Höhe:

$d = 7,7$ cm

mit:

$c_{nom} = 20$ mm

$\varnothing_s = 6$ mm

(Die Betondeckung ist nur bei Verwendung der Expositionsklasse XC1 gültig. Bei Verwendung anderer Expositionsklassen ist diese anzupassen!)

Abstand Mindestbewehrung zur

Schwerachse:

$z_s = 1,5$ cm



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

MINDESTBEWEHRUNG ZUR BEGRENZUNG DER RISSWEITEN

Mindestbewehrung $A_{s,min}$ zur Begrenzung der Rissbreiten (nach CEN/TC 250/SC 5 N1189:2020):

Table 9.1 — Minimum reinforcement to control concrete cracking without crack width calculation

CON- CRETE CLASS	RC DECK THICKNES [cm]																		REBAR DIAMETER [mm] / AXIAL DISTANCE [mm]
	5		6		7		8		10		12		14		16		18		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,16	Ø5/150	
12/15	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,92	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,37	Ø6/150	
16/20	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,59	Ø6/150	
20/25	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	1,04	Ø5/150	1,25	Ø5/150	1,46	Ø6/150	1,67	Ø6/150	1,88	Ø7/150	
25/30	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,82	Ø5/150	0,93	Ø5/150	1,16	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,63	Ø6/150	1,86	Ø6/150	2,09	Ø7/150	
30/37	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	^a 0,80	Ø5/150	0,90	Ø5/150	1,03	Ø5/150	1,28	Ø5/150	1,54	Ø6/150	1,80	Ø6/150	2,05	Ø7/150	2,31	Ø7/150	
35/45	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	0,84	Ø5/150	0,98	Ø5/150	1,12	Ø5/150	1,40	Ø6/150	1,68	Ø6/150	1,96	Ø7/150	2,24	Ø7/150	2,52	Ø7/150	
40/50	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150		
C	^a 0,80	Ø5/150	0,82	Ø5/150	1,07	Ø5/150	1,22	Ø5/150	1,52	Ø6/150	1,83	Ø6/150	2,13	Ø7/150	2,44	Ø7/150	2,74	Ø8/150	
45/55	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø8/150		
C	0,82	Ø5/150	0,99	Ø5/150	1,15	Ø5/150	1,32	Ø6/150	1,64	Ø6/150	1,97	Ø7/150	2,30	Ø7/150	2,63	Ø8/150	2,96	Ø8/150	
50/60	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150		
C	0,84	Ø5/150	1,01	Ø5/150	1,18	Ø5/150	1,35	Ø6/150	1,68	Ø6/150	2,02	Ø7/150	2,36	Ø7/150	2,69	Ø8/150	3,03	Ø8/150	
55/67	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150		
C	0,88	Ø5/150	1,06	Ø5/150	1,24	Ø5/150	1,41	Ø6/150	1,76	Ø6/150	2,12	Ø7/150	2,47	Ø7/150	2,82	Ø8/150	3,17	Ø8/150	
60/75	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø5/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø6/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø7/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150	Ø8/150		

^aMinimum reinforcement governed by Paragraph 11.3.3(3)

Quelle: CEN/TC 250/SC 5 N1189-2020 Table 9.1

WAHL DER BEWEHRUNG IM BETONQUERSCHNITT

Einzubauende Betonstahlbewehrung:

Untere Lage:

Über die gesamte Länge:

Betonstahl B500A: Lagermatte Q188 A
(mit entsprechenden Übergreifungsmaschen)

Obere Lage:

Zulagen in den Randbereichen bis über die 1. Kerne hinweg:

(Auflager - 0,5m ins Feld)

Betonstahl B500A: Lagermatte Q188 A
(mit entsprechenden Übergreifungsmaschen)

HOLZ Pro
FA1

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

1.1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	1-232,344-355
Zu bemessende Stabsätze:	Alle
Bemessung nach Norm:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Tragfähigkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1 1.35*LF1 LK2 1.35*LF2 LK3 1.35*LF1 + 1.5*LF3 LK6 1.35*LF2 + 1.5*LF4
Gebrauchstauglichkeitsnachweise	
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK7 LF1 LK8 LF2 LK9 LF1 + LF3 LK12 LF2 + LF4 LK13 LF1 LK14 LF2 LK15 LF1 + 0.5*LF3 LK18 LF2 + 0.5*LF4 LK19 LF1 LK20 LF2 LK21 LF1 + 0.3*LF3 LK24 LF2 + 0.3*LF4

1.2 MATERIALIEN

Matl. Nr.	Bezeichnung	Beiwert Kategorie	Kommentar
1	Beton C30/37 DIN EN 1992-1-1		
2	Pappel und Nadelholz C24 DIN EN 338-16	Vollholz	nach (93) S. 94 Mindestvorgabe C20/25
3	Kerbe		nach (93) S. 94 Mindestvorgabe NH C24 fiktiver Querschnitt zur Anpassung der Steifigkeit zum Zeitpunkt $t=\infty$.

1.3.1 QUERSCHNITTSDETAILS

Quer. Nr.	Matl. Nr.	Querschnitt Bezeichnung [mm]	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	Rechteck 1000/100		
2	2	H-Rechteck 1000/200	0,96	Unzulässiges Material des Querschnitts! Stäbe des Querschnitts werden nicht bemessen.
3	3	Kerbe		Unzulässiger Querschnittstyp! Die Stäbe mit diesem Querschnitt werden nicht bemessen.

1.4 LASTEINWIRKUNGSDAUER UND NUTZUNGSKLASSE

LF/LK/ EK	Lastfall- bzw. LK-/EK-Bezeichnung	Lastfalltyp	Klasse der Last- einwirkungsdauer KLED
LF1	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau ($t=0$)	Ständig	Ständig
LF2	Ständige Lasten aus Eigengewicht und Ausbau ($t=\infty$)	Ständig	Ständig
LF3	Nutzlasten ($t=0$)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	Mittel
LF4	Nutzlasten ($t=\infty$)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	Mittel
LK1	1.35*LF1	-	Ständig
LK2	1.35*LF2	-	Ständig
LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3	-	Mittel
LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	-	Mittel
LK7	LF1	-	Ständig
LK8	LF2	-	Ständig
LK9	LF1 + LF3	-	Mittel
LK12	LF2 + LF4	-	Mittel
LK13	LF1	-	Ständig
LK14	LF2	-	Ständig
LK15	LF1 + 0.5*LF3	-	Mittel
LK18	LF2 + 0.5*LF4	-	Mittel
LK19	LF1	-	Ständig
LK20	LF2	-	Ständig
LK21	LF1 + 0.3*LF3	-	Mittel
LK24	LF2 + 0.3*LF4	-	Mittel

Nutzungsklasse NKL
Nutzungsklasse 1: Identisch für alle Stäbe/Stabsätze



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge			Überhöhung		Trägertyp
			Manuell	L [m]	tung	w _{c,y} [mm]	w _{c,z} [mm]	
1	Stabsatz	1	<input type="checkbox"/>	7.500	y; z	0.0	0.0	Träger

2.1 NACHWEISE LASTFALLWEISE

LF/LK/ EK	Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Nachweis	Bem Nr.	BS	KLED
Tragfähigkeitsnachweise							
LK1	1.35*LF1	174	0.068	0.43 ≤ 1	161)	SV	Ständig
LK2	1.35*LF2	174	0.068	0.54 ≤ 1	161)	SV	Ständig
LK3	1.35*LF1 + 1.5*LF3	174	0.068	0.44 ≤ 1	161)	SV	Mittel
LK6	1.35*LF2 + 1.5*LF4	174	0.068	0.53 ≤ 1	161)	SV	Mittel
Gebrauchstauglichkeitsnachweise							
LK7	LF1	174	0.068	0.42 ≤ 1	401)	GS	Ständig
LK8	LF2	174	0.068	0.69 ≤ 1	401)	GS	Ständig
LK9	LF1 + LF3	174	0.068	0.56 ≤ 1	401)	GS	Mittel
LK12	LF2 + LF4	174	0.068	0.96 ≤ 1	401)	GS	Mittel
LK13	LF1	174	0.068	0.42 ≤ 1	401)	GS	Ständig
LK14	LF2	174	0.068	0.69 ≤ 1	401)	GS	Ständig
LK15	LF1 + 0.5*LF3	174	0.068	0.49 ≤ 1	401)	GS	Mittel
LK18	LF2 + 0.5*LF4	174	0.068	0.83 ≤ 1	401)	GS	Mittel
LK19	LF1	174	0.068	0.42 ≤ 1	402)	GQ	Ständig
LK20	LF2	174	0.068	0.69 ≤ 1	402)	GQ	Ständig
LK21	LF1 + 0.3*LF3	174	0.068	0.46 ≤ 1	402)	GQ	Mittel
LK24	LF2 + 0.3*LF4	174	0.068	0.77 ≤ 1	402)	GQ	Mittel

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessun Nr.	Bezeichnung
2	H-Rechteck 1000/200					
	153	0.000	LK3	0.23 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	117	0.000	LK2	0.35 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	228	0.000	LK2	0.15 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	174	0.068	LK2	0.54 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	117	0.000	LK7	0.00 ≤ 1	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	174	0.068	LK12	0.96 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	174	0.068	LK24	0.77 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung

2.3 NACHWEISE STABSATZWEISE

Satz Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessun Nr.	Bezeichnung
1	Untergurt (Stab Nr. 117-232)					
	153	0.000	LK3	0.23 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	117	0.000	LK2	0.35 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	228	0.000	LK2	0.15 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	174	0.068	LK2	0.54 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	117	0.000	LK7	0.00 ≤ 1	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	174	0.068	LK12	0.96 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	174	0.068	LK24	0.77 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessun Nr.	Bezeichnung
117	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK2	0.35 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.04 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.000	LK7	0.00 ≤ 1	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	0.068	LK12	0.03 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.02 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
118	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK2	0.29 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.07 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.068	LK12	0.05 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.04 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessung Nr.	Bezeichnung
119	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK2	0.25	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.10	≤ 1	151) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.068	LK12	0.08	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.06	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
120	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK2	0.22	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.13	≤ 1	151) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.068	LK12	0.10	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.08	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
121	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK2	0.20	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.060	LK2	0.15	≤ 1	151) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.060	LK12	0.12	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.060	LK24	0.10	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
122	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.008	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK2	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.008	LK12	0.13	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.008	LK24	0.10	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
123	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK2	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.15	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.12	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
124	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.027	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK2	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.15	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.18	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.14	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
125	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.17	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.21	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.16	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
126	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.20	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.23	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.18	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
127	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.19	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.22	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse u



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.068	LK12	0.26	≤ 1	401)	und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK24	0.20	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
128	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.18	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.24	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.28	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.23	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
129	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.18	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.26	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.31	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.25	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
130	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.17	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.28	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.34	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.27	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
131	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.16	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.29	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.36	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.29	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
132	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.15	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.31	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.39	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.31	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
133	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.33	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.41	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.33	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
134	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.020	LK2	0.33	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.020	LK12	0.42	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.020	LK24	0.33	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
135	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.048	LK2	0.27	≤ 1	161)	6.1.7 Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.048	LK12	0.43	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.048	LK24	0.34	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
136	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.29	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.46	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.36	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
137	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.30	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.48	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.38	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
138	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.32	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.50	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.40	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
139	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.33	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.53	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.42	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
140	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.35	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.55	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.44	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
141	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.13	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.36	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.57	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.46	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
142	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.13	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.38	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.60	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.48	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
143	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.000	LK6	0.13	≤ 1	111)	6.1.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.39	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.62	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.49	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
144	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.12	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.41	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.64	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.51	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
145	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.12	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.42	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.66	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.53	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
146	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.11	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.43	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.68	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.54	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
147	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.11	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.45	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.70	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.56	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
148	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.10	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.46	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.72	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.58	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
149	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.10	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.47	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.74	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.59	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
150	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.09	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.48	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.76	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.60	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessung Nr.	Bezeichnung
151	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.08	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.49	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.77	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.62	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
152	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.17	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.08	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.057	LK2	0.49	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.057	LK12	0.79	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.057	LK24	0.63	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
153	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.08	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.011	LK2	0.44	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.011	LK12	0.79	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.011	LK24	0.63	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
154	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.07	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.45	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.80	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.64	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
155	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK3	0.07	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.46	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.82	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.65	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
156	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.07	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.46	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.83	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.66	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
157	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.07	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.47	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.84	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.68	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
158	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.07	≤ 1	111) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.48	≤ 1	161) Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.86	≤ 1	401) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.068	LK24	0.69	≤ 1	402) Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessun Nr.	Bezeichnung
- Innenfeld, z-Richtung						
159	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.49	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.87	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.70	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
160	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.49	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.88	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.71	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
161	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.50	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.89	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.71	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
162	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.05	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.50	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.90	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.72	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
163	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.05	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.51	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.91	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.73	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
164	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.92	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.74	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
165	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.93	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
0.068	LK24	0.74	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	
166	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
0.068	LK12	0.94	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung	



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
167	0.068	LK24	0.75	≤ 1	402)	7.2 - Innenfeld, z-Richtung Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.03	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.94	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
168	0.068	LK24	0.75	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.03	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.95	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
169	0.068	LK24	0.76	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.02	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.95	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
170	0.068	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.069	LK6	0.02	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.069	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.069	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
171	0.069	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
172	0.068	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
173	0.068	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
174	0.068	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.068	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
175	0.068	LK24	0.77	≤ 1	402)	7.2 - Innenfeld, z-Richtung Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.055	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
176	0.000	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
177	0.000	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
178	0.000	LK2	0.54	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
179	0.000	LK6	0.01	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.96	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.77	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
180	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.02	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.95	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.76	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
181	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.03	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.95	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
182	0.000	LK24	0.76	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.03	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.53	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
0.000	LK12	0.94	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7	



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
183	0.000	LK24	0.75	≤ 1	402)	7.2 - Innenfeld, z-Richtung Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.94	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
184	0.000	LK24	0.75	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.93	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
185	0.000	LK24	0.74	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.04	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.52	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.92	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
186	0.000	LK24	0.74	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.05	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.51	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.91	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
187	0.000	LK24	0.73	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.05	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.50	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.90	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
188	0.000	LK24	0.72	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.50	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.89	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
189	0.000	LK24	0.71	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.49	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.88	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
190	0.000	LK24	0.71	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.06	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.49	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse u



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.000	LK12	0.87	≤ 1	401)	und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK24	0.70	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
191	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.07	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.48	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.86	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.69	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
192	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.07	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.47	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.84	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.68	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
193	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.07	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.46	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.83	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.66	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
194	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK3	0.07	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.46	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.82	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.65	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
195	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK3	0.07	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.45	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.80	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.64	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
196	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.012	LK3	0.23	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.012	LK3	0.08	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.44	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.79	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.63	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
197	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.057	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.057	LK3	0.08	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.49	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.79	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.63	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
198	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK3	0.08	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Model)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.000	LK2	0.49	≤ 1	161)	6.1.7 Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.77	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.62	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
199	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.09	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.48	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.76	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.60	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
200	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.000	LK6	0.10	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.47	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.74	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.59	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
201	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.10	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.46	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.72	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.58	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
202	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.11	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.45	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.70	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.56	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
203	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.11	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.43	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.68	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.54	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
204	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.12	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.42	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.66	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.53	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
205	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.12	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.41	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.64	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.51	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
206	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessung Nr.	Bezeichnung
	0.068	LK6	0.13	≤ 1	111)	6.1.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.39	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.62	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.49	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
207	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.13	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.38	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.60	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.48	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
208	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.13	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.36	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.57	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.46	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
209	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.35	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.55	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.44	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
210	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.33	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.53	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.42	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
211	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.32	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.50	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.40	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
212	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.30	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.48	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.38	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
213	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.17	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK3	0.14	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.29	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.46	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.36	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessung Nr.	Bezeichnung
214	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.048	LK3	0.17 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.048	LK3	0.14 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.27 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.43 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.34 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
215	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.020	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.020	LK3	0.14 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.33 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.42 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.33 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
216	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK3	0.14 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.33 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.41 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.33 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
217	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.15 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.31 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.39 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.31 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
218	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.16 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.29 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.36 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.29 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
219	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.17 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.28 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.34 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.27 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
220	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.18 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.26 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.31 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.25 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
221	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK3	0.09 ≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.18 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.24 ≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.28 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.23 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Bemessun Nr.	Bezeichnung
						- Innenfeld, z-Richtung
222	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.22	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.26	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.20	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
223	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.20	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.23	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.18	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
224	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK6	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.17	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.21	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.16	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
225	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.027	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK2	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.15	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.18	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.14	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
226	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.068	LK2	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.068	LK3	0.14	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.15	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.12	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
227	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.000	LK3	0.09	≤ 1	101)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Zug in Faserrichtung nach 6.1.2
	0.008	LK2	0.19	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.008	LK3	0.14	≤ 1	161)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung um y-Achse und Zug nach 6.2.3
	0.000	LK12	0.13	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.10	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
228	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.060	LK2	0.20	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.15	≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.000	LK12	0.12	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.10	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
229	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK2	0.22	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.13	≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.000	LK12	0.10	≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.08	≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
230	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200					
	0.068	LK2	0.25	≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6



Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

2.4 NACHWEISE STABWEISE

Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Bemessun Nr.	Bezeichnung
	0.000	LK2	0.10 ≤ 1	151)	6.1.7 Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.000	LK12	0.08 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.06 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
231	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK2	0.29 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.07 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.000	LK12	0.05 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.04 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
232	Querschnitt Nr. 2 - H-Rechteck 1000/200				
	0.068	LK2	0.35 ≤ 1	111)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Schub aus Querkraft Vz nach 6.1.7
	0.000	LK2	0.04 ≤ 1	151)	Beanspruchbarkeit von Querschnitt - Einfache Biegung nach 6.1.6
	0.068	LK7	0.00 ≤ 1	400)	Gebrauchstauglichkeit - Sehr kleine Verformungen
	0.000	LK12	0.03 ≤ 1	401)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Charakteristisch nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung
	0.000	LK24	0.02 ≤ 1	402)	Gebrauchstauglichkeit - Bemessungssituation Quasi-ständig nach 7.2 - Innenfeld, z-Richtung

Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)

Datum: 30.01.2021

Beton 10cm, Holz 20cm

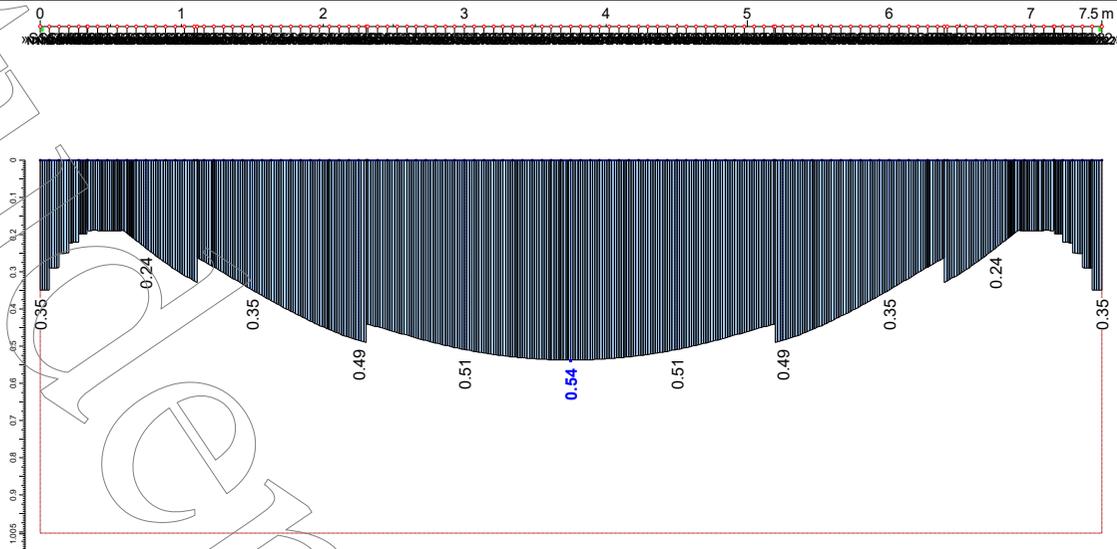
AUSLASTUNGEN DES HOLZQUERSCHNITTS IM GZT UND GZG

HOLZ Pro

FA1

Tragfähigkeit

	x [m]	Nachweis [-]
max	3.750	0.54
min	-	-

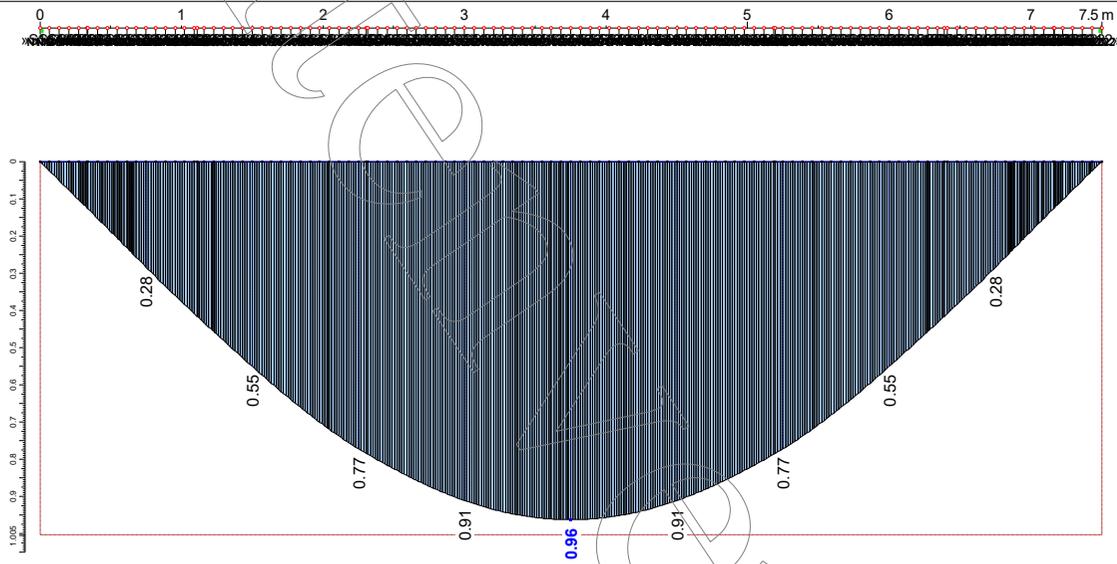


HOLZ Pro

FA1

Gebrauchstauglichkeit

	x [m]	Nachweis [-]
max	3.750	0.96
min	-	-





Projekt: BA

Modell: HBV Einfeldträger (Parametrisiertes Modell)
Beton 10cm, Holz 20cm

Datum: 30.01.2021

NACHWEIS DER VERBINDUNG ZWISCHEN BETON- UND HOLZQUERSCHNITT (NACHWEIS DER KERVE)

Bemessung der Verbindung zwischen Beton- und Holzquerschnitt:

Maximale Querkraft in der jeweils höchstbelasteten Kerve:

Belastung	max V_z [kN]	Position
Lastkombination 1: 1,35*LF1	116,08	Kerbe 1 - Rechts
Lastkombination 2: 1,35*LF2	107,26	Kerbe 2 - Rechts
Lastkombination 3: 1,35*LF1+1,5*LF3	157,42	Kerbe 1 - Rechts
Lastkombination 6: 1,35*LF2+1,5*LF4	147,95	Kerbe 2 - Rechts

Bemessungswert $F_{v,Ed}$: Lastkombination 3: **157,42 kN**

Für die Tragfähigkeit der Kerve werden die möglichen Versagensmodi in den Bemessungsgleichungen abgebildet:

Ermittlung des Bemessungswertes der Abscherbeanspruchbarkeit in der Fuge:

$$F_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{v,e,d} \cdot b_N \cdot l_N \\ f_{ed} \cdot b_N \cdot l_N \\ f_{v,d} \cdot b_N \cdot \min(l_v; l_z) \\ f_{N,d} \cdot b_N \cdot h_N \end{array} \right.$$

a) Abscheren der Betonnocke	$F_{Rd,a} =$	403,92 kN
b) Druckversagen der Kervenflanke im Beton	$F_{Rd,b} =$	340,00 kN
c) Schubversagen des Vorholzes	$F_{Rd,c} =$	196,80 kN
d) Druckversagen der Kervenflanke im Holz (wobei maximal das 8-fache der Kervertiefe als Vorholz angesetzt werden darf)	$F_{Rd,d} =$	258,30 kN

ERMITTLUNG DES BEMESSUNGSWERTES DER ERGÄNZENDEN ABHEBESICHERUNG UND ANORDNUNG

Ermittlung des Bemessungswertes der ergänzenden Abhebesicherung:

$$F_{T,d} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,1 \cdot F_{v,Ed} \\ F_{v,Ed} \cdot \tan(\theta) \end{array} \right. = F_{T,d} = \mathbf{52,47} \text{ kN/m Deckenbreite}$$

$$F_{T,k} = F_{T,d} \cdot \gamma_{M1} / k_{mod} = \mathbf{85,32} \text{ kN/m Deckenbreite}$$

gewählte Schraube: RAPID® Komplex 10/160
Zulassung: ETA-12/0373

Auszieh Widerstand: $F_{ax,R,V} = \mathbf{11,00}$ kN/Schraube

Abstand zwischen den Schrauben: $\mathbf{13}$ cm