Universität Stuttgart
Institut für Konstruktion und Entwurf
Schwerpunkte: Stahlbau, Holzbau und Verbundbau
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Merkle Holzbau
Bissingen/Teck

Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem AZ: 21168 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann
Dr.-Ing. Jörg Schänzlin
Rainer Merkle
Hubert Bux

Juni 2006

10/97

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Az	21168	Referat	25	Fördersumme	138.466,00 €

Antragstitel	**Brettstapel-Beton-Verbund mit integriertem Slim-Floor-Profil**
Stichworte	Holzbau , Feuchtschutz , Betonbau , Stahlbau

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
24 Monate			
Zwischenberichte			

Bewilligungsempfänger	Universität Stuttgart Institut für Konstruktion und Entwurf Pfaffenwaldring 7 70569 Stuttgart	Tel 0711 / 6856245 Fax 0711 / 6856236 Projektleitung Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann Bearbeiter Schänzlin
Kooperationspartner	Merkle GmbH Fabrikstraße 31 73266 Bissingen u.d.T.	

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Die ein-axiale Lastabtragung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken verhindert eine freie Wahl des Grundrisses und damit die Anwendung des regenerativen Werkstoffs Holz im Mehrfamilienhaus-, Büro- und Verwaltungsbau. Durch die Integration von Linienauflagern in Form von Slim-Floor-Profilen in der Decke wird es ermöglicht, punktgestützte Holzdecken mit zu reinen Massivdecken vergleichbarem Schall- und Brandschutz zu errichten. Damit lässt sich der Anteil von regenerativen und natürlichen Werkstoffen auch im Mehrgeschoßbau deutlich erhöhen.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Um das Trag- und Verformungsverhalten von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil zu untersuchen und offene Fragen, wie z.B. der Einfluß des Brettstapel auf die Betondruckzone, Querschubübertragung innerhalb der Betonplatte, generell die Schubkraftabtragung im Querschnitt, etc. zu klären, sollen zum einen theoretische Untersuchungen in Form von FE-Untersuchungen als auch experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden, um die FE-Untersuchungen zu verifizieren. Basierend auf den FE-Untersuchungen und den Versuchen soll ein mechanisches Moidell entwickelt werden, mit dem das Trag- und Verformungsverhalten auf der sicheren Seite erfaßt werden kann. Dieses Modell soll anschließend für die Bemessung vereinfacht werden. Parallel dazu soll eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung dieser Verbunddecken im Vergleich zu den konventionellen Deckensystemen durchgeführt werden. Für eine praxisnahe Aufarbeitung sollen zum einen Bemessungstabellen entwickelt werden, aus denen der Anwender in der Praxis für bekannte Lasten und Spannweiten die erforderlichen Querschnittsabmessungen herauslesen kann, zum anderen sollen durch Tools z.T. als Teil kommerzieller Programmsysteme eine einfache Bemessung ermöglicht werden. Hinsichtlich des Schall- und Brandschutzes sollen Lösungen vorgeschlagen werden, so daß die Bauweise problemlos angewandt werden kann.

Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die offenen Punkte dieser Bauweise, wie z.B. statisches System, mittragende Breite der Betonplatte, Querkraftabtragung aus der Holz-Beton-Verbunddecke und Tragfähigkeit der Kopfbolzendübel sowohl numerisch als auch experimentell untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass bei dieser Bauweise infolge der Materialstreuungen nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Beton über der Stütze in allen Fällen reißt. Im Gegenzug ist aber nur die Bewehrung in der Betonplatte zu weich, um eine Durchlaufwirkung zu garantieren. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, eine Grenzwertbetrachtung für die Bemessung durchzuführen, indem für die Bemessung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke von einer gerissenen Betonplatte und für die Bemessung des deckengleichen Stahl-Beton-Verbundträgers von einer ungerissenen Betonplatte ausgegangen wird. Im Hinblick auf die mittragende Breite konnte festgestellt werden, dass die Brettstapel-Beton-Verbunddecke die mittragende Breite nicht beeinflusst, da sich ein Scheibenzustand einstellt.
Die Querkraftabtragung aus der Holz-Beton-Verbunddecke in den Stahl-Beton-Verbundträger erfolgt über den unteren Flansch; d.h. die gleichzeitige Wirkung der Querkrafttragfähigkeit der Betonplatte und des Brettstapels kann nicht berücksichtigt werden, da die Last-Verformungsverschiebungen beider Komponenten zu unterschiedlich sind. Daher wird empfohlen, für die Lastabtragung nur über den Brettstapel anzunehmen.
Im Hinblick auf die Bestimmung der Tragfähigkeit der Kopfbolzendübel zeigt sich, dass der Brettstapel keine ausreichende Querpressung erzeugen kann, so dass ein Spalten des Betons durch die Kopfbolzendübel auftreten kann. Aus diesem Grund sind diese Verbindungsmittel als randnahe Kopfbolzendübel einzustufen, obwohl sie inmitten der Platte eingebaut sind.
Durch die Klärung dieser Schnittstellenproblematiken kann eine Bemessung dieser Verbundbauweise basierend auf den jeweiligen Normen erfolgen. Um diese Bemessung zu vereinfachen, wurde einerseits ein Bemessungstool entwickelt, andererseits Bemessungstabellen entwickelt anhand derer eine schnelle Bestimmung der erforderlichen Abmessungen erfolgen kann.
Im Hinblick auf den Brandschutz wurden FE-Berechnungen durchgeführt, um die kritische Temperaturverhältnisse im Bauteil zu bestimmen. Dabei zeigte sich, dass gerade die Kontaktfuge zwischen Brettstapel und Slim-Floor-Profil vor der Feuereinwirkung geschützt werden muss, da die Temperatur in der Fuge derart stark ansteigen kann, so dass die Kontaktfläche beginnt sich thermisch zu zersetzen. Dies hat zur Folge, dass in diesem Fall nicht mehr der Querkraftabtrag sichergestellt werden kann. Basierend auf diesen Untersuchungen wurden Lösungen entwickelt, mit denen es möglich ist, dieses thermische Zersetzen der Kontaktfuge zu verhindern.
Damit kann diese Bauweise in die Praxis umgesetzt werden. Durch die Entwicklung des Bemessungstools und der Bemessungstabelle werden Hilfsmittel zur Verfügung gestellt die eine einfache Anwendung ermöglichen. So konnte durch das Ingenieurbüro Graf, Schwäbisch Gmünd bereits den Entwurf der Brücke über die Ruhr der Stadt Arnsberg mit Hilfe dieser Bauweise gewonnen werden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Im Rahmen des Vorhabens wurde diese Bauweise bereits im Rahmen von Kongressen, wie z.B. der World Timber Conference, Lahti oder der COST Action E29, Florenz vorgestellt. Darüber hinaus wird diese Bauweise in der Lehre vorgestellt, so dass den zukünftigen Ingenieuren die Anwendung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen bekannt ist.

Fazit

Insbesondere durch den Schnittstellenbereich zwischen Brettstapel-Beton-Verbunddecke und Stahl-Beton-Verbundträger traten Unbekannte auf, die im Rahmen dieses Vorhabens bestimmt wurden. Damit kann diese Bauweise eingesetzt werden. Wie das Pilotprojekt der Brücke über die Ruhr der Stadt Arnsberg zeigt, können durch diese Bauweise Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen gewonnen werden, so dass der Anteil von regenerativen Baustoffen durch die Verwendung dieses Stahl-Holz-Beton-Verbundsystems erhöht werden kann.

Vorwort

Die vorliegende Forschungsarbeit wurde mit der finanziellen Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück ermöglicht. Den Förderern sei für die Unterstützung und die Hilfe bei der Durchführung der Arbeiten recht herzlich gedankt.

Für die Mithilfe bei den rechnerischen Untersuchungen und bei der Erstellung des Manuskripts bedanken wir uns bei allen beteiligten Personen insbesondere Oliver Schneider, Pietro Aldi und Jochen Raichle.

Darüber hinaus gilt der Dank der Firma Salzgitter AG für die Materialspende der Stahlprofile, der Firma Köster & Co, GmbH für die Kopfbolzendübel und der Firma Haller Stahlbau für das Verschweißen der Slim-Floor-Profile.

U. Kuhlmann J. Schänzlin R. Merkle H. Bux

Zusammenfassung

Im Rahmen der folgenden Untersuchungen wurde das Trag- und Verformungsverhalten von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen sowohl numerisch als auch experimentell untersucht. Ziel war, für die praktische Anwendung ein komplettes System auszuarbeiten, das es ermöglicht, die ressourcenschonende Verbunddecke aus Brettstapelelementen und Beton durch eine Auflagerung auf einen in die Decke integrierten Stahlträger (=Slim-Floor-Träger) auch im Mehrgechossbau und bei punktförmigen Auflagerungen der Gesamtdecke einzusetzen. Neben der Lösung gewisser offener Fragen lag das Schwergewicht auf der Erstellung von Bemessungsempfehlungen und Bemessungstools, die den Zugang zu dieser interessanten Stahl-Holz-Beton-Verbundbauweise erleichtern.
Während die einzelnen Bauteile "Brettstapel-Beton-Verbunddecken" und "Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil bereits in vorangegangenen Studien erfasst wurden, stellen sich bei diesem Stahl-Holz-Beton-Verbundsystem insbesondere im Bereich der Schnittstelle zwischen der Holz-Beton-Verbunddecke und des Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil neue Fragestellungen wie zum Beispiel:

- Einfluss der Durchlaufwirkung der Betonplatte
- Querkraftabtragung
- Mittragende Breite
- Tragfähigkeit der Kopfbolzendübel

Hinsichtlich der Durchlaufwirkung der Betonplatte konnte mit Hilfe von FE-Analysen und der Entwicklung eines Komponentenmodells festgestellt werden, dass die Materialstreuungen die Durchlaufwirkung stark beeinflussen. Letztlich muss infolgedessen von einer Variation der Anschlusssteifigkeit zwischen Grenzwerten ausgegangen werden, so dass für die Berechnung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke keine Durchlaufwirkung angenommen werden sollte, während für die Berechnung des Stahl-Beton-Verbundträgers von einem Zweifeldsystem der Brettstapel-Beton-Vebunddecke auszugehen ist.
Bei der Bestimmung der Querkraftabtragung zeigte sich, dass das Last-Verschiebungsverhalten des Betons und des Holzes rechtwinklig zur Faser so unterschiedlich sind, dass nicht von einer gleichzeitigen Wirkung beider Querschnitte auszugehen ist und deswegen beide Anteile nicht addiert werden dürfen. Infolge der dünnen Betondicke ist normalerweise die Tragfähigkeit der Auflagerpressung des Holzes größer als die Tragfähigkeit des Betons, so dass empfohlen wird, nur die Auflagerpressung des Holzes bei der Berechnung dieses Verbundsystems zu berücksichtigen.
Um das Trag- und Verformungsverhalten des intergrierten Stahl-Beton-Verbundträgers zu bestimmen, wird i.d.R. eine mittragende Breite bestimmt. Dabei zeigt sich, dass das Holz keinen Einfluss auf diese mittragende Breite hat. Bei diesen niedrigen Verbundträgern befindet sich die Dehnungsnullinie i.d.R. im Beton, so dass der Brettstapel rechtwinklig zur Faser auf Zug beansprucht würde. Da als Verbindung zwischen den Brettern i.d.R. glattschaftige Nägel verwendet werden, kann die Zugbeanspruchung vom Brettstapel in diese

Richtung nicht aufgenommen werden. Damit kann der Brettstapel am Lastabtrag des Stahl-Beton-Verbundträgers nicht mitwirken. Infolge des im Vergleich zu herkömmlichen niedrigen Verbundträgern größeren inneren Hebelarms zwischen Betonplatte und Stahlprofil, tritt bei diesem Verbundsystem nur der Scheibenzustand auf. Da dieser Scheibenzustand im Wesentlichen den Regelungen für die mittragende Breite nach [Eurocode 4 1994] entspricht, kann die mittragende Breite für diesen Slim-Floor-Träger in diesem integrierten System im Gegensatz zu Slim-Floor-Trägern in reinen Stahl-Beton-Verbunddecken nach [Eurocode 4 1994] bestimmt werden.
Um die Schubkraftübertragung zwischen Beton und Stahlprofil sicherzustellen, werden i.d.R. Kopfbolzen senkrecht zur Betonplatte eingebaut. Damit entspricht die Einbausituation der Einbausituation von stehenden Kopfbolzendübeln. Allerdings zeigte sich insbesondere im Rahmen der experimentellen Untersuchungen, dass die seitliche Stützung durch den Brettstapel nur gering ist, so dass ein Spalten des Betonkerns auftritt. Somit entspricht der Versagensmodus dem Versagensmodus eines liegenden Kopfbolzendübels, so dass die Verdübelung nach den Regelungen für liegende Kopfbolzendübel bemessen werden kann.
Werden diese Besonderheiten bei der Berechnung der Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen berücksichtigt, lässt sich das Trag- und Verformungsverhalten dieses Stahl-Holz-Beton-Verbundsystems auf Basis der Normen [Eurocode 2 1992], [Eurocode 4 1994] und [Eurocode 5 1994] bestimmen. Um diese Bemessung zu vereinfachen, wird ein VB gestütztes und über eine Datenbank gesteuertes Bemessungstool entwickelt. Mit diesem Bemessungstool sind Bemessungstabellen für eine schnelle und einfache Vorbemessung entwickelt worden, so dass der Anwender in Abhängigkeit der geometrischen Randbedingungen und der Belastung die Dimensionen der Decke und die erforderlichen Materialien herauslesen kann.
Zusätzliche Überlegungen zum Brandschutz runden das Thema ab und führen zu konkreten Empfehlungen für die Anwendung. Eine erste Realisierung, die sogar über den Bereich des Hochbaus hinausgeht, wird bei dem Entwurf einer Fußgängerbrücke über die Ruhr für die Stadt Arnsberg konzipiert.
Damit lässt sich die Bauweise "Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen" anwenden, ohne dass aufwändige Berechnungen und oder spezielle lizenzierte Programme erforderlich werden, so dass die Vorteile dieser Bauweise wie geringes Eigengewicht, größere Spannweite, einfachere Herstellung etc. genutzt werden können. Damit können nun auch Mehrgeschossbauten mit punktgestützten Platten durch diese ressourcenschonende Bauweise ausgeführt werden.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 7

2 Beurteilung des Tragverhaltens durch mechanische Modelle, entwickelt auf Basis numerischer Untersuchungen 11

2.1 Statisches System – biegesteifer Anschluss über der Stütze? 11
2.1.1 Allgemeines 11
2.1.2 Allgemeines zur FE-Modellierung 12
2.1.3 Numerische Bestimmung der Tragfähigkeit 13
2.1.4 Bestimmung der Tragfähigkeit anhand des Komponentenmodells . . . 15
2.1.4.1 Komponentenmethode 15
2.1.4.2 Bestimmung der Federsteifigkeiten 15
2.1.4.3 Bestimmung der Momententragfähigkeit des Anschlusses . 20
2.1.5 Vergleich der Komponentenmethode mit den FE-Berechnungen . . . 21
2.1.6 Einfluss statistisch verteilter Werkstoffkenngrößen 23
2.1.7 Auswirkungen der Anschlusssteifigkeit auf das Trag- und Verformungsverhalten des Verbundsystems am Beispiel einer zweifeldrigen Brettstapel-Beton-Verbunddecke 26
2.2 Querkraftabtragung des Systems 28
2.2.1 Allgemeines 28
2.2.2 Bestimmung der Querkraftabtragung mit Hilfe der Finite Elemente . 29
2.2.3 Bestimmung der Lastabtragung mit Hilfe der Komponentenmethode . 31
2.2.4 Querkraftweiterleitung aus dem Holz-Beton-Verbundträger in den Stahl-Beton-Verbundträger 33
2.3 Lastabtragung der Schubkraft aus dem Slim-Floor-Profil in die Betonplatte . 35
2.3.1 Allgemeines 35
2.3.2 Anteile der mittragenden Breite 35
2.3.2.1 Allgemeines 35
2.3.2.2 Scheibenzustand des Brettstapel-Betongurts 36
2.3.3 Biegezustand des Brettstapel-Betongurts 39
2.3.4 Bestimmung der mittragenden Breite aus Scheiben– und Biegezustand 42
2.3.5 Anwendung auf Brettstapel-Beton-Verbundkonstruktionen 42

2.3.6 Mittragende Breite des Stahl-Beton-Verbundträgers bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen 44

3 Experimentelle Untersuchungen 47

3.1 Randbedingungen der Versuche 47
3.2 Versuchsaufbau 48
3.2.1 Allgemeines 48
3.2.2 Versuchsaufbau Träger 48
3.2.3 Versuchsaufbau Deckenausschnitt 50
3.3 Betoneigenschaften 51
3.4 Last-Verschiebungsverhalten 52
3.4.1 Last-Verformungsverhalten des Trägers 1 52
3.4.2 Last-Verformungsverhalten des Trägers 2 52
3.4.3 Last-Verformungsverhalten der Deckenausschnitts VD3 54
3.5 Schnittgrößenaufteilung 55
3.5.1 Schnittgrößenaufteilung für den Träger 1 55
3.5.2 Schnittgrößenaufteilung des Trägers 2 60
3.6 Mittragende Breite des Betongurts 60
3.7 Querkraftabtragung 62
3.8 Zusammenfassung 66

4 Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen 67

4.1 Allgemeines 67
4.2 Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke 68
4.3 Langzeitverhalten der Brettstapel-Beton-Verbunddecke 72
4.3.1 Allgemeines 72
4.3.2 Erfassung von Kriechen 73
4.3.3 Vereinfachte Erfassung von Kriechen 74
4.3.4 Berücksichtigung von Schwinden 75
4.4 Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil nach [Eurocode 4 1994] 76
4.4.1 Tragfähigkeitsnachweis 76
4.4.1.1 Allgemeines 76
4.4.1.2 Plastische Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil 76
4.4.1.3 Nachweis der Verbundfuge 79
4.4.2 Verformungsnachweis 83
4.4.2.1 Kurzzeitverhalten 83

4.4.2.2 Langzeitverhalten 85
4.5 Schwingungsnachweis der Decke 86

5 Visual-Basic-Tool für die Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen 89
5.1 Allgemeines 89
5.2 Anwendung des Bemessungstools 89

6 Bemessungstabellen 95
6.1 Allgemeines 95
6.2 Bemessungstabellen ohne planmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 1,5kN/m^2 97
6.3 Bemessungstabellen ohne planmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 3,5kN/m^2 115
6.4 Bemessungstabellen ohne planmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 5,0kN/m^2 133

7 Brandschutz 151
7.1 Bestimmung der Tragfähigkeit im Brandfall für die einzelnen Systeme 151
7.1.1 Allgemeines 151
7.1.2 Brandbemessung herkömmlicher Brettstapel-Beton-Verbunddecke . . 151
7.1.3 Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers in reinen Betondecken im Brandfall 152
7.2 Temperaturverteilung in der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil 152
7.3 Mögliche Schutzmaßnahmen 154

8 Realisierung 159

9 Zusammenfassung 163

10 Literaturverzeichnis 165

A Beschreibung der Module 169
A.1 Start des Programms 169
A.1.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.1) 169
A.1.2 Abhängigkeiten des Moduls 169
A.1.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse 169
A.2 Dateiverwaltung: Neue Datei erstellen 170
A.2.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.2) 170
A.2.2 Abhängigkeiten des Moduls 170

A.2.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 170
A.3 Dateiverwaltung: Vorhandene Datei öffnen . . . 170
A.3.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.3) . . . 170
A.3.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 171
A.3.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 171
A.4 Eingabe der Spannweiten des Systems . . . 171
A.4.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.4) . . . 171
A.4.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 171
A.4.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 171
A.5 Eingabe der Belastung . . . 172
A.5.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.5) . . . 172
A.5.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 173
A.5.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 173
A.6 Eingabe der Materialien . . . 173
A.6.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.6) . . . 173
A.6.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 174
A.6.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 174
A.7 Eingabe der Querschnitte . . . 174
A.7.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.7) . . . 174
A.7.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 175
A.7.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 175
A.8 Eingabe der Holz-Beton-Verbindungsmittel . . . 175
A.8.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.8) . . . 175
A.8.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 176
A.8.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 176
A.9 Eingabe der Eigenschaften der Kopfbolzendübel des Stahl-Beton-Verbundträgers . . . 176
A.9.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.9) . . . 176
A.9.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 177
A.9.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 177
A.10 Eingabe der Umgebungsbedingungen . . . 177
A.10.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.10) . . . 177
A.10.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 177
A.10.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 178
A.11 Start der Berechnung . . . 178
A.11.1 Allgemeines . . . 178
A.11.2 Bestimmung der gesamten Schnittgrößen . . . 179
A.11.2.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.12) . . . 179

A.11.2.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 179
A.11.2.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 179
A.11.3 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke . . 180
A.11.3.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.1) . . . 180
A.11.3.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 180
A.11.3.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 180
A.11.4 Nachweis des Holz der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 180
A.11.4.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.3) . . . 180
A.11.4.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 180
A.11.4.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 181
A.11.5 Nachweis des Betons der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 181
A.11.5.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.4) . . . 181
A.11.5.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 181
A.11.5.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 181
A.11.6 Nachweis des Verbindungsmittels der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 181
A.11.6.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.5) . . . 181
A.11.6.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 182
A.11.6.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 182
A.11.7 Nachweis der Verformung der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 182
A.11.7.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.6) . . . 182
A.11.7.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 182
A.11.7.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 182
A.11.8 Ausgabe der Nachweise der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 183
A.11.8.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.7) . . . 183
A.11.8.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 183
A.11.8.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 183
A.11.9 Bestimmung der plastischen Momententragfähigkeit des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor (vgl. Anhang. B.14) . . . 184
A.11.9.1 Funktion dieses Moduls . . . 184
A.11.9.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 184
A.11.9.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 184
A.11.10 Ermittlung der Verformung des Stahl-Beton-Verbundträgers (vgl. Anhang. B.15) . . . 184
A.11.10.1 Funktion des Moduls . . . 184
A.11.10.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 184
A.11.10.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 185
A.11.11 Ausgabe der Ergebnisse (vgl. Anhang. B.15.2) . . . 185
A.11.11.1 Funktion des Moduls . . . 185

A.11.11.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 185
A.11.11.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 185
A.12 Schwingungsnachweis (vgl. Anhang. B.15.1) . . . 186
A.12.1 Funktion des Moduls . . . 186
A.12.1.1 Abhängigkeiten des Moduls . . . 186
A.12.1.2 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 186
A.13 Ausgabe (vgl. Anhang. B.16) . . . 186
A.13.1 Funktion des Moduls . . . 186
A.13.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 186
A.13.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 186
A.14 Ausdruck auf den Standarddrucker (vgl. Anhang. B.17) . . . 186
A.14.1 Funktion des Moduls . . . 186
A.14.2 Abhängigkeiten des Moduls . . . 187
A.14.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse . . . 187

B Quellcode des VBA-Tools zur Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken 189

B.1 Startmodul . . . 189
B.2 Erstellen der Datenbank . . . 195
B.2.1 Steuerungselement . . . 195
B.2.2 Erzeugung der Datenbank . . . 197
B.3 Öffnen einer vorhandenen Datenbank . . . 201
B.4 Eingabe der Spannweiten des Systems . . . 203
B.5 Eingabe der Belastung . . . 209
B.6 Eingabe der Materialien . . . 218
B.7 Eingabe der Querschnitte . . . 225
B.8 Eingabe der Holz-Beton-Verbindungsmittel . . . 236
B.9 Eingabe der Kopfbolzendübel . . . 240
B.10 Eingabe der Umgebungsbedingungen . . . 244
B.11 Berechnung und Bemessung des Deckensystems . . . 248
B.12 Bestimmung der Schnittgrößen am Gesamtsystem . . . 248
B.13 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 251
B.13.1 Steuerung der Berechnung . . . 251
B.13.2 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 260
B.13.3 Nachweis des Holzes in der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 265
B.13.4 Nachweis des Betons in der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 269
B.13.5 Nachweis des Verbindungsmittels in der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 272
B.13.6 Nachweis des Verformung der Holz-Beton-Verbunddecke . . . 274
B.13.7 Zusammenstellung der Ausnutzungen der HBV-Decke . . . 282

B.14 Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil 287
B.15 Bestimmung der Verformung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil 300
B.15.1 Schwingungsnachweis 305
B.15.2 Zusammenstellung der Ausnutzungen des Stahl-Beton-Verbundträgers 307
B.16 Erstellen des Ergebnisvektors 312
B.17 Steuerung des Ausdrucks 313

C Ausdrucksprotokoll des Berechnungsprogramms 317

Abbildungsverzeichnis

1.1 Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen 9

2.1 Eingebaute Bewehrung 11
2.2 FE-Modell des Anschlusses 13
2.3 Dehnungen und Verschiebung bei verschiedenen Bewehrungsdurchmessern (hell = grosse Zugdehnung / Öffnen der Kontaktfläche) 14
2.4 Verschiedene Biegelinien des Brettstapels und der Betonplatte 15
2.5 Komponentenmodell 16
2.6 Komponente Holz unter exzentrischem Druck 17
2.7 Federsteifigkeit der Komponente Holz unter exzentrischem Druck in Abhängigkeit vom Verhältnis der Kontakthöhe s_0 zur gesamten Querschnittshöhe für verschiedene Lastausbreitungswinkel ohne Berücksichtigung eventueller materieller Nichtlinearitäten 17
2.8 Federsteifigkeit in Abhängigkeit der Verbindungsmittelsteifigkeit bei einer effektiven Länge von 25cm 18
2.9 Modifizierte Komponente Beton mit Bewehrung unter Zug 19
2.10 Erweiterte Modellierung der Komponente Beton unter Zug (Risskraft im Beton = $R_{\text{Riss, Beton}}$; Maximale Zugkraft in der Bewehrung = $R_{\text{Bewehrung}}$) 20
2.11 Berechnungsablauf *NegMoHBV* 21
2.12 Vergleich zwischen der Komponentenmethode und der FE-Berechnung mit *MaSA* 22
2.13 Last-Verformungs-Beziehungen des Anschlusses nach Tab. 2.1 im negativen Momentenbereich für die Werkstoffkennwerte und Streuungen nach Tab. 2.2 24
2.14 Vergleich des Verlaufs der gemessenen Verformung mit der rechnerischen Verformung einer Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit einer Spannweite von 5,25m (vgl. [Schänzlin 2003]) 25
2.15 Angenommenes System 26
2.16 Belastung des Stahl-Beton-Verbundträgers in Abhängigkeit der Bewehrung, dargestellt durch den Faktor k nach Gl. (2.9) 27
2.17 Herstellungsablauf der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil 28
2.18 Beanspruchungen im Flansch infolge Querkraftabtragung 29
2.19 FE-Modell zur Bestimmung der Querkraftabtragung im Bereich des Slim-Floor-Profils 30
2.20 Spannungsverteilung σ_y 30
2.21 Last-Verformungsbeziehung für die Querkraftübertragung von der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in den Slim-Floor-Träger 31
2.22 Vergleich zwischen einer experimentellen Last-Verschiebungsbeziehung und der angenommenen Last-Verschiebungsbeziehung der Komponenten 32
2.23 Entwicklung des Komponentenmodels 32

2.24 Vergleich zwischen *MaSA* und Komponentenmethode 33
2.25 Typische Last-Verschiebungsbeziehung der Lastweiterleitung vom Holz-Beton-Verbundträger zum Stahl-Beton-Verbundträger unter Berücksichtigung der Verformung des Stahluntergurts 34
2.26 Mittragende Breite nach verschiedenen Normen 35
2.27 Mittragende Breiten 36
2.28 Wirksame Querschnittshöhen für den Scheibenzustand 43
2.29 Bestimmung der effektiven Dehnsteifigkeit 43
2.30 Verhältnis der gesamten Biegesteifigkeit nach Gl. (2.60) bezogen auf die Dehnsteifigkeit des Betons 44
2.31 Mittragende Breite bei allgemeinen Querschnitten 44
2.32 Mittragende Breite bei Querschnitten mit $h_{\text{Beton}}/h_{\text{Holz}} \simeq 1/2$ 45
2.33 Vergleich des Scheibenzustands mit der angepassten Funktion nach Gl. (2.62) 45
2.34 Mittragende Breite 46

3.1 Querschnitte 48
3.2 Abmessungen in cm 49
3.3 Anordnung der Last 49
3.4 Versuchsaufbau des Trägers 1 50
3.5 Versuchsaufbau des Trägers 2 50
3.6 Versuchsaufbau für den Deckenausschnitt (Maße in cm) 51
3.7 Versuchsaufbau der Decke 51
3.8 Last-Verschiebungsbeziehung des Trägers 1 52
3.9 Risse im Endbereich des Trägers 53
3.10 Abheben der Ecken am Trägerende 53
3.11 Gemessenen Last-Verschiebungsbeziehungen des Trägers 2 53
3.12 Abplatzungen an der Oberfläche der Betonplatte 54
3.13 Last-Verformungsverhalten des Deckenversuchs 54
3.14 Verformung der Kopfbolzendübel 55
3.15 Verlauf der Normalkraft in Feldmitte in Abhängigkeit der Pressenkraft 55
3.16 Querkraftverlauf des Versuchträgers 57
3.17 Anwendung der Theorie nach [Johansen 1949] auf Kopfbolzendübel 58
3.18 Berechnung der Kopfbolzendübel als liegende Kopfbolzendübel 58
3.19 Stabwerkmodell im Bereich des Kopfbolzendübels 59
3.20 Querpressung infolge exzentrischer Lasteinleitung 61
3.21 Verschiebung zwischen den Messstellen der Setzdehnungsmesser 61
3.22 Risse am Rand der Platte zu den jeweiligen Verformungen 62
3.23 Öffnen der Fugen des Brettstapels 62
3.24 Verlauf der Dehnung senkrecht zur Spannrichtung des Stahlprofils in Abhängigkeit der Stelle 63
3.25 Verlauf der Momentenbeanspourchung des gesamten unteren Flansches . . . 63
3.26 Fortschreiten der Risse in der Betonplatte (Zahlen kennzeichnen die Verformung in Feldmitte in mm) 63
3.27 Effektiver Lastangriffspunkt 64
3.28 Verteilung des Querkraftabtrags über den den Flansch (Abstand der Mespunkte = 50 cm) 65

4.1 Reduktion des Flansches 77

4.2 Auflagerbeanspruchung . . . 77
4.3 Berechnung der Kopfbolzendübel als liegende Kopfbolzendübel . . . 80
4.4 Maßgebende Schnitte für den Nachweis der Längsschubbeanspruchung . . . 82
4.5 Modelle zur Bemessung der Querbewehrung . . . 84

5.1 Ablauf des Bemessungstools . . . 90
5.2 Zentrales Fenster zur Berechnung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil . . . 91
5.3 Eingabe der Spannweiten . . . 91
5.4 Eingabe der Spannweiten . . . 91
5.5 Auswahl der Materialien . . . 92
5.6 Eingabe der Geometrie . . . 92
5.7 Eingabe der Verbindungsmitteleigenschaften . . . 93
5.8 Eingabe der Eigenschaften der Kopfbolzendübel . . . 93
5.9 Eingabe der Umgebungsbedingungen . . . 93
5.10 Zusammenstellung der einzelnen Nachweise . . . 94

6.1 In den Bemessungstabellen angegebene Größen . . . 96

7.1 Temperaturverteilung in Abhängigkeit der Brandeinwirkungsdauer . . . 153
7.2 Thermische Zersetzung infolge Wärmeleitung des Stahlprofils . . . 154
7.3 Bestimmung des U/A-Verhältnisses bei Slim-Floor-Profile nach Gl. (7.2) . . . 155
7.4 U/A-Verhältnisse typischer Slim-Floor-Profile . . . 156
7.5 Mögliche Aufbauten zur Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers im Brandfall . . . 157
7.6 Alternative Ausführung für eine glatte Untersicht . . . 157

8.1 Entwurf der Brücke mit Holz-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil . . . 160
8.2 Querschnitt der Brücke . . . 161

A.1 Ausgangsformular . . . 169
A.2 Datei neu . . . 170
A.3 Datei öffnen . . . 171
A.4 Eingabe der Spannweite des Systems . . . 172
A.5 Eingabe der Belastung des System . . . 172
A.6 Eingabe der Materialien des Systems . . . 173
A.7 Eingabe der Querschnittsabmessungen . . . 175
A.8 Eingabe der Verbindungsmittel zwischen Holz und Beton . . . 176
A.9 Eingabe der Kopfbolzendübel . . . 177
A.10 Eingabe der Umgebungsbedingungen . . . 178
A.11 Ausgabe der Ausnutzungen der einzelnen Nachweise der Bretstapel-Beton-Verbunddecke . . . 183
A.12 Ausgabe der Ausnutzungen der einzelnen Nachweise des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers . . . 185

Tabellenverzeichnis

2.1 Eingangswerte für die Berechnung 21
2.2 Werkstoffkenngrößen und Streuungen 24
2.3 5%- bzw. der 95%- Fraktilwerte der Anfangssteifigkeit bezogen auf die Biegesteifigkeit der Decke 25
2.4 Grundsystem für die Berechnung der Querkraft 29
2.5 Parameterbereich 34

3.1 Durch Versuche idealisierte Bausituation 47
3.2 Querschnittsabmessungen 47
3.3 Experimentell ermittelte Betoneigenschaften 52

4.1 Zusammensetzung der Kriechzahl bei unterschiedlicher Lasteinwirkungsdauer 74
4.2 Vergrößerungsfaktoren der Materialkriechzahl in Abhängigkeit von der Lasteinwirkungsdauer 75
4.3 Beiwert $k_{s,res}$ zur Bestimmung der effektiven Schwinddehnung 75
4.4 Grenzwerte für die Verformung der Decke unter einer Mannlast der Größe von 1 kN (vgl. [Hamm 2005] und [Hamm 2004]) 87
4.5 Lehr'sches Dämpfungsmaß ζ nach [Hamm 2005] 87

7.1 Erforderliche Dicke der Brandschutzplatten am Beispiel von Brandschutzplatten nach [Promat 2006] 156

1 Einleitung

Umweltverträgliches Bauen und damit eine nachhaltige Nutzung der vorhandenen Ressourcen wird im Bereich des Bauwesen durch die Verwendung des Werkstoffs Holz bisher lediglich beim Neubau von Einfamilienhäuser erzielt. Im Bereich des Mehrfamilienhaus-, Verwaltungs- und Bürobaus wird im Wesentlichen die Stahlbetonbauweise angewandt. Die Vorteile der Stahlbetondecke im Vergleich zu einer reinen Holzdecke liegen im Wesentlichen im Bereich der Bauphysik. So wird bei einer Stahlbetondecke im Vergleich zu einer Holzdecke Feuerwiderstand und Schallschutz erhöht. Allerdings ergeben sich bei Stahlbetondecken Nachteile hinsichtlich Eigengewicht, ressoucenschonendem Bauen und im Fall des Rückbaus eine problematische Trennung der Beton- und Stahlanteile. Darüber hinaus ist der Beton nicht werkstoffgerecht eingesetzt, da im Zustand der Tragfähigkeit die Stahlbetondecke zu etwa 2/3 der Höhe aufreißt, so dass 2/3 der Querschnittshöhe des Betonquerschnitts nicht zur Biegetragfähigkeit beitragen. Wird die gerissene Zone durch Brettstapel ersetzt, erhält man die sog. „Brettstapel-Beton-Verbundbauweise", bei der ein werkstoffgerechterer Einsatz der Werkstoffe erreicht wird, da der Beton im Wesentlichen auf Druck und das Holz auf Zug und Biegung beansprucht wird.

Durch die Brettstapel-Beton-Verbunddecke, bei der die Vorteile des reinen Stahlbetonbaus mit den Vorteilen des reinen Holzbaus verbunden werden, ist ein zu reinen Stahlbetondecken hinsichtlich Geometrie, Tragfähigkeit, Steifigkeit und bauphysikalischen Eigenschaften vergleichbares System u. a. von [Natterer 1997] entwickelt worden. So wird der Schall- und Brandschutz der reinen Brettstapel-Decke durch den Aufbeton verbessert, da

- der Aufbeton ein Durchdringen von brennbaren Gasen verhindert, so dass eine Feuerwiderstandsdauer von F90 möglich ist (vgl. [Haller und Pannke 1999]), und
- durch den Aufbeton die Schallweiterleitung reduziert wird. Um die Anforderungen an den Schallschutz zu erbringen (vgl. [Holtz u. a. 1999]), wird bei reinen Brettstapel-Decken empfohlen, eine Schicht aus losem Kies oder einzelnen Betonplatten auf die Brettstapel-Decke aufzubringen. Bei der Brettstapel-Beton-Verbunddecke wird die nicht tragende Kies- bzw. Betonplattenschicht durch eine tragende Betonplatte ersetzt.

Zusätzlich werden im Vergleich zu der bisher üblicherweise verwendeten reinen Stahlbetondecke folgende Vorteile erzielt:

1. Verwendung nachwachsender und recyclingfähiger Rohstoffe. Als Holz wird normales Nadelholz i.d.R. der Güteklasse S10/MS10 bzw. C24 eingesetzt.
2. Werkstoffgerechter und damit ressourcenschonender Baustoffeinsatz, da quasi die gerissenen Zonen der Stahlbetondecke durch Holz ersetzt werden,
3. Reduktion des Eigengewichts um bis zu 60%; i.d.R. um 40% (vgl. [Kuhlmann und Schänzlin 2002b]), so dass die lastabtragenden Bauteile und Fundamente deutlich schlanker bzw. kleiner ausgeführt werden können,

4. Rationalisierung des Herstellungsablaufs und Reduktion der Verbrauchsmaterialien durch Einsparung der Schalung

5. Rationalisierung des Ausbaus und Senkung der zur Verwendung kommenden Materialien, da der Rohbau mit der Holzuntersicht der Decke schon dem Ausbau entspricht.

6. Optimierung des Wohn- und Arbeitsklimas durch Feuchteabsorption des Holzes

7. CO_2 wird durch die Verwendung von Holz dauerhaft der Atmosphäre entzogen und damit eine Verbesserung der globalen Ökobilanz erreicht.

8. Vereinfachung des Rückbaus durch vorhandene Fuge zwischen Holz und Beton

9. Reduktion des Energieeinsatzes bei der Herstellung der Decken durch die Verwendung von Holz: Durch das Ersetzen des Betons durch das Holz wird der Energieaufwand z.B. für eine Decke mit 5 m Spannweite um 2/3 reduziert (Stahlbetondecke, 24cm Dicke: 180-1800 kWh/m^2; Brettstapel-Beton-Verbunddecke, 24 cm Dicke: 60-610 kWh/m^2; Ausgangswerte vgl. [Schegk 2004])

Diese Vorteile lassen sich nutzen, da eine Wechselwirkung zwischen Holz und Beton, z.B. durch Feuchte o.ä. nicht auftritt. So wurde weder durch Versuche noch durch numerische Simulationen ein wesentlicher Einfluss der Befeuchtung des Holzes durch den Betonquerschnitt festgestellt (vgl. [Kuhlmann und Schänzlin 2002a], [Kuhlmann und Schänzlin 2002b], [Schänzlin 2003]). Wie [Postulka 1997] zeigt, wird durch den Beton das Holz sogar eher konserviert, so dass die Maßhaltigkeit und Daueraftigkeit nach den bisherigen Erfahrungen nicht in Frage gestellt wird.

Ein Schwachpunkt dieser Systeme ist jedoch die nur einaxiale Lastabtragung. Durch diese einaxiale Lastabtragung wird die Grundrissgestaltung stark eingeschränkt, so dass die Decke nicht allgemein angewandt werden kann. Auch größere Aussparungen werfen Herausforderungen für den planenden Ingenieur auf.

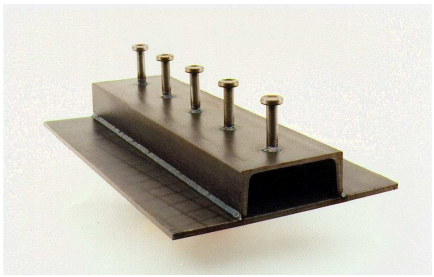
Eine Möglichkeit, dennoch punktgestützte Platten mit dieser Bauweise zu bauen, ergibt sich, wenn deckengleiche Stahlprofile („Slim-Floor-Profile") in die Brettstapel-Beton-Verbundbauweise integriert werden. Damit werden zwei Teilsysteme miteinander kombiniert (vgl. Abb. 1.1):

- Teilsystem „Brettstapel-Beton-Verbunddecke"
- Teilsystem „Stahl-Beton-Verbundträger mit integriertem Slim-Floor-Profil"

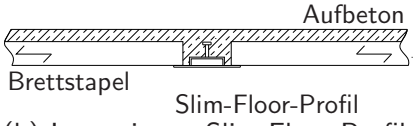
Durch diese Kombination der Teilsysteme lässt sich ein punktgestütztes Deckensystem aus Holz schaffen, mit dem für Mehrfamilienhäuser und Büro- und Verwaltungsgebäude ein umweltverträgliche Bauweise mit erhöhtem Einsatz von Holz ermöglicht wird.

Hinsichtlich der Bemessung dieser Decken treten jedoch gewisse Fragestellungen auf, wie z.B.

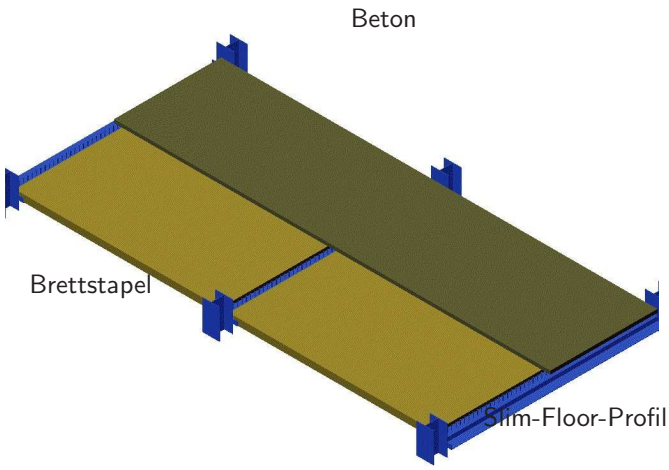
- **Lastabtragung der Schubkraft aus dem Slim-Floor-Profil in die Betonplatte:** Durch den dünnen Aufbeton der Brettstapel-Beton-Verbunddecke kann es möglich sein, dass die Querschnittsfläche des Betons nicht ausreicht, um die Schubkräfte aus der Verbundtragwirkung ("Schulterschub") zu übertragen.



(a) Slim-Floor-Profil



(b) Intergriertes Slim-Floor-Profil



(c) Isometrie

Abbildung 1.1: Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen

- **Mitwirkung des Brettstapels:** Zwar besitzt das Holz senkrecht zur Faser nur eine geringe Steifigkeit und Festigkeit, doch wäre es vorteilhaft, diesen Bereich zumindest zur Schubeinleitung aus dem Slim-Floor-Profil anzusetzen. Wie ist in diesem Fall die Brettstapel-Stirnseite auszuführen? Oder ist es besser, hier mit einer Aussparung die Betonfläche deutlich zu erhöhen?

- **Statisches System:** Lässt sich eine Durchlaufwirkung der Decke herstellen? Können dann dabei die Druckkräfte im Brettstapel am Auflager dauerhaft unter der Einwirkung von Kriechen und Schwinden übertragen werden?

- **Abtragung der Querkraft:** Bisher wird davon ausgegangen, dass beim Brettstapel-Beton-Verbund die gesamte Querkraft im Brettstapel übertragen wird. Dies bedingt eine Abtragung der Querkraft über die Auflagerung auf den Flanschen des Stahlprofils. Dabei stellt sich die Frage, ob der Beton nicht auch für diese Querkraftabtragung aktiviert werden kann?

- **Tragfähigkeit der Kopfbolzendübel:** Die Kopfbolzendübel werden senkrecht zur Platte eingebaut. Damit werden sie i.A. als stehende Kopfbolzendübel bezeichnet. Es stellt sich die Frage, ob trotz der Einschränkung durch den Brettstapel eine ausreichende Stützung durch den umgebenden Beton gegen Aufspalten des Betonkerns erzielt wird?

Diese offenen Punkte werden sowohl numerisch als auch experimentell untersucht. Aus diesen Untersuchungen wird dann für die Praxis ein Berechnungsablauf entwickelt, so dass eine Anwendung der Bauweise möglich ist.

In einem ersten Abschnitt wird geklärt, inwieweit sich eine Durchlaufwirkung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke einstellen kann. Im Anschluss wird die Querkraftübertragung aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in den Stahl-Beton-Verbundträger mit integriertem Slim-Floor-Profil und die Mitwirkung der Holz-Beton-Verbunddecke bzw. die mittragende Breite dieser Verbunddecke für die Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers untersucht. Anschließend werden die experimentellen Untersuchungen vorgestellt.

Um eine praktische Bemessung zu ermöglichen, wird ein Bemessungsablauf zusammengestellt, der in einem VB-Programm implementiert wird.

Da neben der theoretischen Berechenbarkeit auch die praktische Umsetzung von Interesse ist, wird zum Abschluss ein Entwurf für eine Fußgängerbrücke über die Ruhr in Arnsberg vorgestellt, der mittlerweile den Wettbewerb gewonnen hat und noch innerhalb dieses Jahres realisiert werden soll.

2 Beurteilung des Tragverhaltens durch mechanische Modelle, entwickelt auf Basis numerischer Untersuchungen

2.1 Statisches System – biegesteifer Anschluss über der Stütze?

2.1.1 Allgemeines

Um Decken in Holz-Beton-Verbundbauweise herzustellen und zu dimensionieren, wird bisher davon ausgegangen, dass der Beton im negativen Momentenbereich aufreißt. Dies bedeutet, dass eine Decke aus einzelnen entkoppelten Einfeldträgern besteht. Durch das statische System der Einfeldträgern tritt eine große rechnerische Verformung der Holz-Beton-Verbunddecke auf, die häufig bemessungsrelevant wird.

(a) Bewehrung im Bereich der Verbindungsmittel

(b) Bewehrung und Betoniervorgang im Bereich des Auflagers

Abbildung 2.1: Eingebaute Bewehrung

Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Annahme des statischen Systems als eine Reihe von Einfeldträgern gerechtfertigt ist, da im Bereich des Stützmoments immer eine Mindestbewehrung eingelegt wird (vgl. Abb. 2.1), um zu große Risse infolge der Belastung und Schwinden zu verhindern. Damit ist eine Übertragung eines negativen Moments prinzipiell möglich. Allerdings muss dieser Anschluss auch die nötige Steifigkeit erbringen, um die Durchlaufwirkung zu erzielen.

Die Bestimmung der vorhandenen Steifigkeit im Anschlussbereich ist bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken auch deshalb wichtig, weil sie die Beanspruchungen der stützenden Bauteile bestimmen. So führt Reißen des Betons im Vergleich zu einem durchlaufenden System zu einer Abnahme der Belastung des Stahl-Beton-Verbundträger, da die Brettstapel-Beton-Verbunddecke nun als Reihe entkoppelter Einfeldträger wirkt. Andererseits führt diese Entkopplung zu einer Zunahme der i.d.R. bemessungsrelevanten Verformungen (vgl. [DGfH & KE 2003]) und zu einer Zunahme der Beanspruchungen in der Mitte der Brettstapel-Beton-Verbunddecke. Da also sowohl der voll gerissenen als auch der nicht gerissene Zustand maximale Beanspruchungen in einem der Bauteile hervorrufen, lässt sich nicht pauschal eine sichere Annahme treffen.

Um den Einfluss des Reißens des Betons wirklichkeitsnah zu erfassen, soll in einem ersten Schritt dieses Auflagerdetail mit Hilfe des FE-Programms *MaSA* idealisiert werden. Da dieses Vorgehen für eine Bemessung jedoch zu komplex ist, soll überprüft werden, ob mit Hilfe der Komponentenmethode der Anschluss ausreichend genau erfasst werden kann. Abschließend soll eine statistische Auswertung des Trag- und Verformungsverhaltens des Anschlusses durchgeführt werden, um 5% und 95%-Fraktilwerte für die Tragfähigkeit dieser Detailspunkts angeben zu können.

2.1.2 Allgemeines zur FE-Modellierung

Das FE-Programm *MaSA* (**Ma**croscopic **S**pace **A**nalysis) wurde von Ožbolt am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart entwickelt (vgl. [Ožbolt 1999]). Für eine detaillierte Beschreibung des Finite-Element-Programms *MaSA* wird auf die Literatur verwiesen, insbesondere auf [Ožbolt 1999] und [Ožbolt u. a. 1999]. Im Folgenden wird nur eine knappe Beschreibung des Programms gegeben, die für das Verständnis der im weiteren beschriebenen Modellbildung mit diesem FE-Programm erforderlich ist.

Zur numerischen Untersuchung von quasispröden Materialien sind bislang Makro- und Mikromodelle entwickelt worden. Makromodelle erfassen die komplexen Vorgänge der Mikroebene wie Rissbildung und Reibung auf der Makroebene. Dies führt i. d. R. zu aufwändigen Rechenmodellen. Mikromodelle stellen die Materialstruktur und das Materialverhalten mit vergleichsweise einfachen und realistischen Materialgesetzen auf Mikroebene dar. Der große numerische Aufwand bei der Transformation von Mikro- auf Makroebene beschränkt den Einsatz dieser Modelle bei der Berechnung von Tragstrukturen sehr stark (vgl. [Ožbolt 1999]).

Das Programm *MaSA* verwendet ein Makromodell mit einem implementierten Microplane-Materialmodell (vgl. [Ožbolt u. a. 2001]). Es arbeitet mit einachsigen Spannungs-Dehnungs-Gesetzen auf 21 Mikroebenen. Diese Ebenen kann man sich als potentielle Schädigungsflächen vorstellen, z. B. zwischen Zuschlagskorn und Zementstein. Die Eigenschaften der Mikroebenen werden von *MaSA* aus den vom Benutzer definierten „normalen" Werkstoffkennwerten wie z. B. Betondruck-, -zugfestigkeit, E-Modul, etc. bestimmt.

Eine Rissbildung im Beton durch Überschreitung der Betonzugfestigkeit wird in *MaSA* mit der verschmierten Rissmethode abgebildet. Dabei wird die Öffnung des Risses über die entsprechende Elementlänge als Dehnung verschmiert und somit als „softening" in einer modifizierten Spannungs-Dehnungs-Beziehung berücksichtigt. Dies führt zunächst zu einer Netzabhängigkeit der Ergebnisse, da die Elementgröße das Ausmaß der Schädigungszone und damit die im Riss frei werdende Energie beeinflusst. Um die Netzabhängigkeit zu überwinden, werden in *MaSA* sogenannte Lokalisierungsbegrenzer verwendet (vgl. [Ožbolt 1999]).

Hierzu seien an dieser Stelle nur die Stichworte Rissband-Methode und nichtlokale Integrationsmethode genannt. Eine andere Alternative wäre, Risse diskret zu modellieren. Dies führt jedoch zu sehr aufwändigen Modellen, da mit jedem Lastschritt das FE-Netz angepasst werden muss.

Das quasispröde Material Beton wird in *MaSA* mit quaderförmigen Elementen mit vier Knoten (ebene Elemente) bzw. acht Knoten (räumliche Elemente) diskretisiert. Ebenfalls mit quaderförmigen Elemten mit vier bzw. acht Knoten wird der Baustahl durch ein bilineares Materialmodell basierend auf der von-Mises-Fließbedingung modelliert. Das Holz wird linear elastisch bis zum Bruch idealisiert. Bewehrung wird mit Stabelementen und einem bilinearen Materialmodell modelliert. Die Bewehrungselemente werden an den Elementknoten mit den entsprechenden Knoten der Betonelemente verbunden. Die Berechnung wird inkrementell durchgeführt, d. h. die Beanspruchung wird in mehreren Last- bzw. Verschiebungsstufen aufgebracht (vgl. [Ožbolt u. a. 1999] und [Ožbolt 1999]).

Durch Vergleichsrechnungen mit zahlreichen Versuchen mit Beton- und Stahlbetonkonstruktionen unterschiedlicher Problemstellungen (z. B. Stahlbetonträgern, Durchstanzen von Flachdecken, Verankerung in Beton, etc.) wurde die Anwendbarkeit von *MaSA* bestätigt und bewiesen, dass damit realistische Ergebnisse erzielt werden (vgl. [Nakajima 2003] und [Ožbolt u. a. 1999]).

2.1.3 Numerische Bestimmung der Tragfähigkeit

Um die Momententragfähigkeit des Anschlusses zu bestimmen, wird im ersten Schritt mit Hilfe des Finite-Element-Programms *MaSA* der Anschluss im Bereich des Slim-Floor-Profils modelliert. Vereinfachend wird lediglich der Holz-Beton-Verbundträger modelliert, wobei die Betonplatte unverschieblich gelagert wird, während der Holzträger durch Kontaktelemente mit dem Auflager verbunden ist (vgl. Abb. 2.2). Zwischen Holz und Beton wird ebenfalls eine

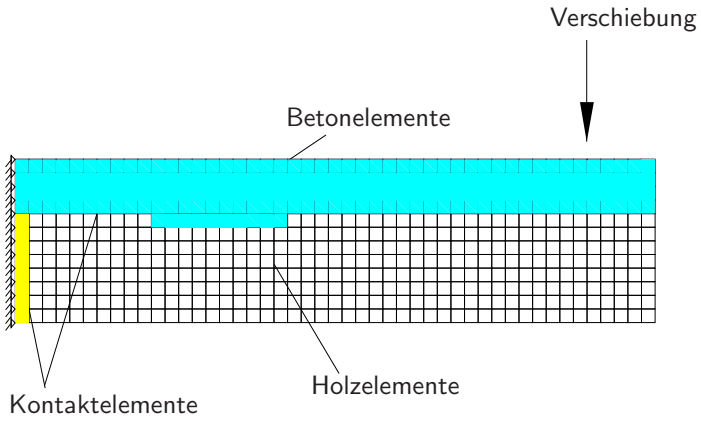
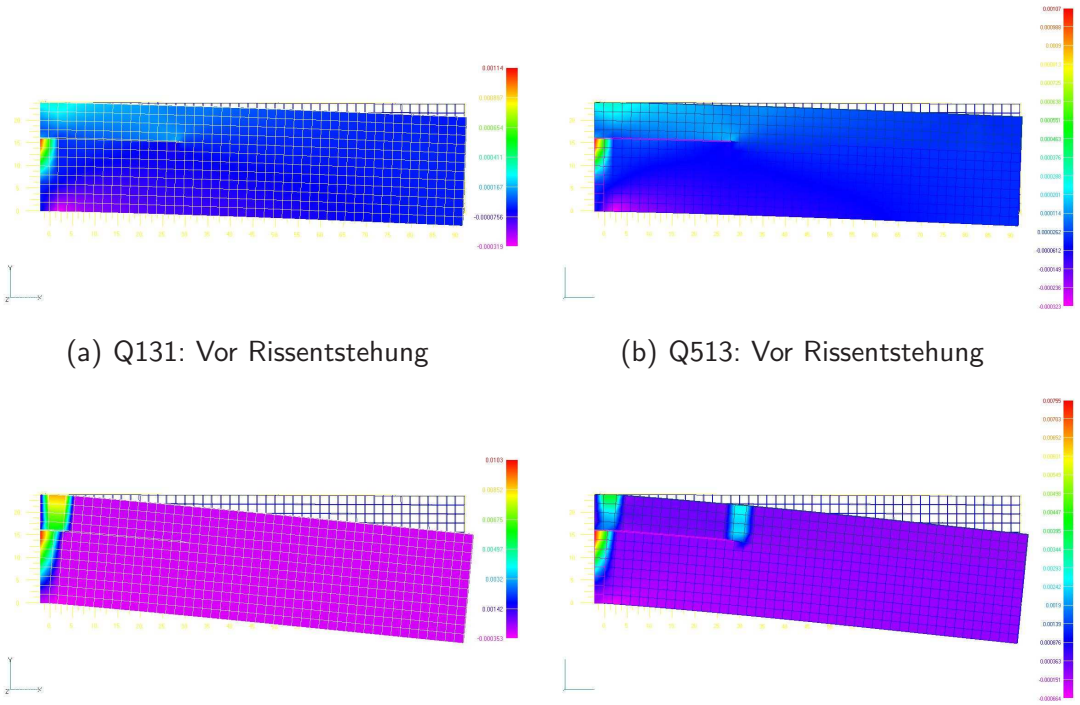


Abbildung 2.2: FE-Modell des Anschlusses

Kontaktschicht eingebaut, wobei im Bereich der Kerve von einer festen Verbindung zwischen

Holz und Beton ausgegangen wird.



(a) Q131: Vor Rissentstehung

(b) Q513: Vor Rissentstehung

(c) Q131: Nach Rissentstehung

(d) Q513: Nach Rissentstehung

Abbildung 2.3: Dehnungen und Verschiebung bei verschiedenen Bewehrungsdurchmessern (hell = grosse Zugdehnung / Öffnen der Kontaktfläche)

In Abb. 2.3 sind Dehnungen der Berechnung beispielhaft für einen 16 cm hohen Brettstapel mit einer 8 cm starken Aufbetonschicht für eine eingelegte Bewehrungsmatte Q131 bzw. Q513 dargestellt. Helle Bereiche stellen eine große positive Dehnung bzw. ein Öffnen des Kontakts dar, während dunkle Bereiche die Druckbereiche visualisieren. Wie daraus ersichtlich wird, tritt vor dem Riss eine gleichmäßige Verteilung der Dehnung auf, während nach der Entstehung des Risses eine deutliche Konzentration der Dehnung im Anschlussbereich erkennbar wird.

Darüber hinaus zeigt Abb. 2.3, dass bei geringen Bewehrungsgraden ein konzentrierter Riss im Auflagerbereich entsteht, während bei höheren Bewehrungsgrade mehrere Risse im Bereich des Auflagers und im Bereich der Kerve sich bilden. Die konzentrierten Risse im Bereich der Auflager sind durch die prinzipiell unterschiedlichen Biegelinien der durchlaufenden Betonplatte und der als Einfeldträger ausgebildeten Brettstapel-Elemente hervorgerufen (vgl. Abb. 2.4).

Da für die praktische Anwendung eine Modellierung mit Hilfe der Finite-Elemente jedoch zu aufwändig ist, soll im Folgenden untersucht werden, ob für die Erfassung des Trag- und Verformungsverhaltens dieses Details die hauptsächlich im Stahl-Beton-Verbundbau entwickelten Komponentenmethode verwendet werden kann (vgl. u.a. [Schäfer 2005], [Kuhlmann u. a. 2002], [Kuhlmann u. a. 2002] und [Anderson u. a. 1999]).

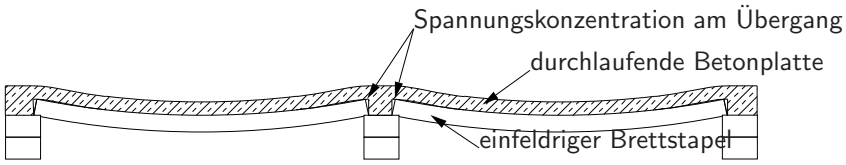


Abbildung 2.4: Verschiedene Biegelinien des Brettstapels und der Betonplatte

2.1.4 Bestimmung der Tragfähigkeit anhand des Komponentenmodells

2.1.4.1 Komponentenmethode

Eine Möglichkeit, diesen Einfluss zu erfassen, ist die Abbildung des Anschlusses durch die Komponentenmethode (vgl. u.a. [Anderson u. a. 1999]). Dabei werden die kraftübertragenden Anteile durch nichtlineare Federn abgebildet.

Wie in Abb. 2.5 ersichtlich wird, lässt sich der Anschluss über dem Slim-Floor-Träger durch fünf Federn erfassen

- C_{Holz}: Federsteifigkeit des Holzes unter exzentrischem Druck
- $C_{\text{Beton, Zug}}$: Federsteifigkeit des Betons unter zentrischem Zug
- $C_{\text{Beton, Druck}}$: Federsteifigkeit des Betons unter Druck
- C_{Stahl}: Federsteifigkeit des Slim-Floor-Profils
- $C_{\text{Querkraft}}$: Federsteifigkeit infolge Querkraftbeanspruchung

Da die Steifigkeit der Komponenten "Beton unter Druck" und "Stahl" im Verhältnis zu den anderen Komponenten relativ groß sind, werden die Nachgiebigkeiten dieser beiden Komponenten als sehr gering eingeschätzt. Aus diesem Grund werden die Nachgiebigkeiten dieser beiden Komponenten im Folgenden vernachlässigt.

2.1.4.2 Bestimmung der Federsteifigkeiten

Federsteifigkeit des Holzes unter exzentrischem Druck Wie Untersuchungen von [Lippert 2002] an Gewindestangen zeigen, tritt bei einer Beanspruchung parallel zur Faser eine Lastausbreitung unter etwa 7°auf. Damit lässt sich die Federsteifigkeit der Komponente Holz unter exzentrischem Druck unter der Annahme eines linear elastischen Verhaltens bis zum Bruch bestimmen zu:

$$C_{\text{Holz, Druck}} = m \cdot E \cdot b \cdot \frac{h}{s_0 - \left(\ln \frac{s_0}{h} + 1\right) \cdot h} \tag{2.1}$$

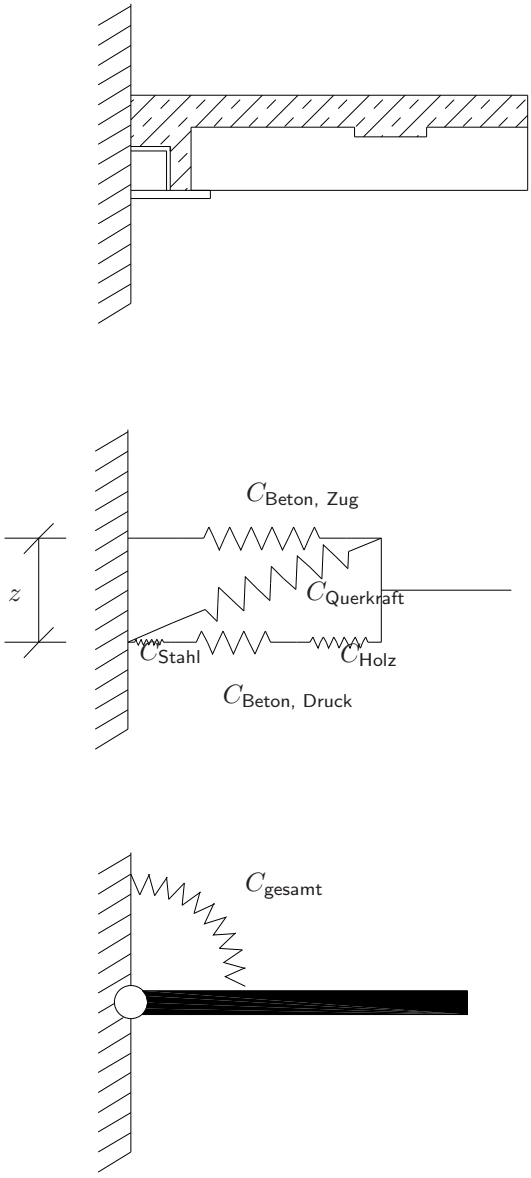


Abbildung 2.5: Komponentenmodell

mit b betrachtete Breite
E E-Modul parallel zur Faser
h Höhe des Holzquerschnitts
s_0 effektive Höhe an der Kontaktfläche Holz-Beton
m Steigung der Lastausbreitung
$= tan\alpha$, nach [Lippert 2002] $\simeq \tan 7^\circ$
(vgl. Abb. 2.6)

Damit ergibt sich die in Abb. 2.7 dargestellte Abhängigkeit zwischen der Federsteifigkeit der Komponenten Holz auf exzentrischem Druck und dem Verhältnis Kontaktfläche s_0 zur Höhe h.

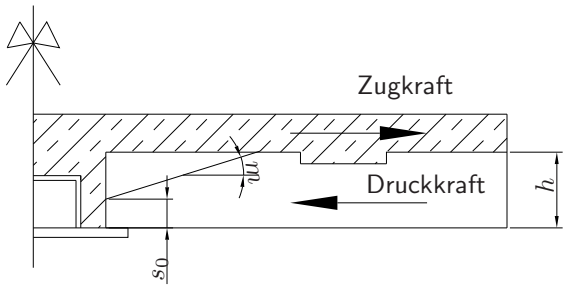


Abbildung 2.6: Komponente Holz unter exzentrischem Druck

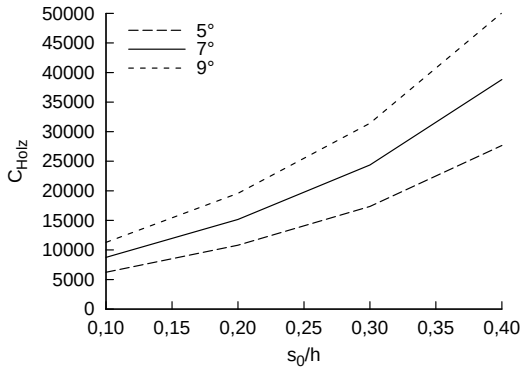


Abbildung 2.7: Federsteifigkeit der Komponente Holz unter exzentrischem Druck in Abhängigkeit vom Verhältnis der Kontakthöhe s_0 zur gesamten Querschnittshöhe für verschiedene Lastausbreitungswinkel ohne Berücksichtigung eventueller materieller Nichtlinearitäten

Komponente Beton unter Zug Die Federsteifigkeit der Komponente Beton unter Zug bestimmt sich analog [Anderson u. a. 1999]. Bei dieser Bestimmung wird die Betonzugfestigkeit vernachlässigt, so dass nur die Bewehrung berücksichtigt wird.

$$k_{13} = k_{s.t} \cdot k_r \tag{2.2}$$

mit

$$k_{s.t} = \frac{A_s}{h_c \cdot \left(\frac{1+\beta}{2} + K_\beta\right)} \cdot \frac{E_s}{E_a} \tag{2.3}$$

und

$$K_\beta = \beta \cdot \left(4.3 \cdot \beta^2 - 8.9 \cdot \beta + 7.2\right) \tag{2.4}$$

Der Beiwert β in Gl. (2.4) ergibt sich für

- einseitige Belastung: $\beta = 1$

- beidseitige Belastung, wobei die Biegemomente an beiden Seiten identisch ist zu: $\beta = 0$
- beidseitige Belastung
  - für die stärker beanspruchte Seite $\beta = 1$
  - für die schwächer beanspruchte Seite $\beta = 0$ und $k_{s.t} = \infty$.

  Dieser Unterschied zwischen stärker und schwächer beanspruchten Seite wird dadurch verursacht, dass die schwächer beanspruchte Seite infolge der Durchlaufwirkung eine Verdrehung nach oben erfährt. Damit wird durch die Verdrehung des Knotens auf der stärker beanspruchten Seite die Verdrehung auf der geringer beanspruchten Seite reduziert, so dass die resultierende effektive Federsteifigkeit als ∞ angenommen wird

Die in Gl. (2.2) angegeben Größe k_r ergibt sich zu

$$k_r = \frac{1}{1 + \frac{E_s \cdot k_{s.t}}{K_{sc}}} \tag{2.5}$$

mit

$$K_{sc} = \frac{N \cdot k_{sc}}{\upsilon - \frac{\upsilon - 1}{1+\xi} \cdot \frac{z_1}{d_s}} \tag{2.6}$$

$$\xi = \frac{E_a \cdot I_a}{d_s^2 \cdot E_s \cdot A_2} \tag{2.7}$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{(1+\xi) \cdot N \cdot k_{sc} \cdot l_{\text{eff,b}} \cdot d_s^2}{E_a \cdot I_a}} \tag{2.8}$$

mit
- k_{sc} Steifigkeit des Verbindungsmittels
- $l_{\text{eff,b}}$ Länge des negativen Momentenbereichs
- I_a Flächenträgheitsmoment der Druckkomponente (hier: Brettstapelelement)
- N Anzahl der innerhalb $l_{\text{eff,b}}$ angebrachten Verbindungsmittel

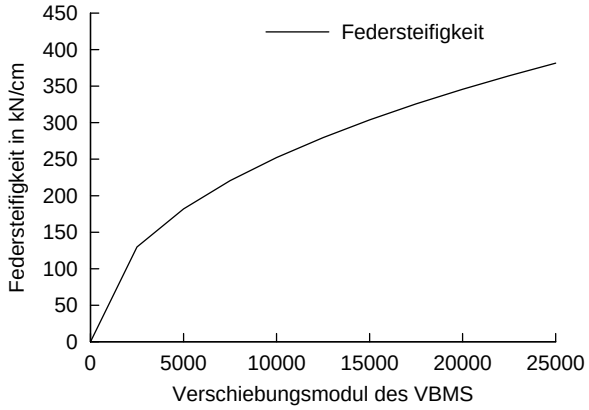


Abbildung 2.8: Federsteifigkeit in Abhängigkeit der Verbindungsmittelsteifigkeit bei einer effektiven Länge von 25cm

Damit lässt sich die Komponente „Beton unter Zug" bei Vernachlässigung der Betonzugfestigkeit bestimmen (vgl. Abb. 2.8). Dies führt insbesondere bei Tragwerken, bei denen der Anteil der Lastabtragung durch den Stahl deutlich größer ist als der Lastabtragung durch den Beton bis zum Riss, zu ausreichend genauen Ergebnissen. Bei den schlanken Brettstapel-Beton-Verbundträgern treten jedoch Spannungen im Bereich der Zugtragfähigkeit des Betons auf. Um auch diesen Einfluss im Komponentenmodell zu erfassen, wird die Komponente Beton unter Zug gegenüber [Anderson u. a. 1999] modifiziert, indem angenommen wird, dass der Beton als Querschnitt mitwirkt, bis die Zugtragfähigkeit des Betons erreicht wird.

Um nun die resultierende Last-Verformungskennlinie der Komponente bewehrter Beton unter Zug zu erhalten, werden beide Federn „Betonzug" und „Bewehrung unter Zug" parallel geschalten und damit zu einer Feder zusammengefasst (vgl. Abb. 2.9).

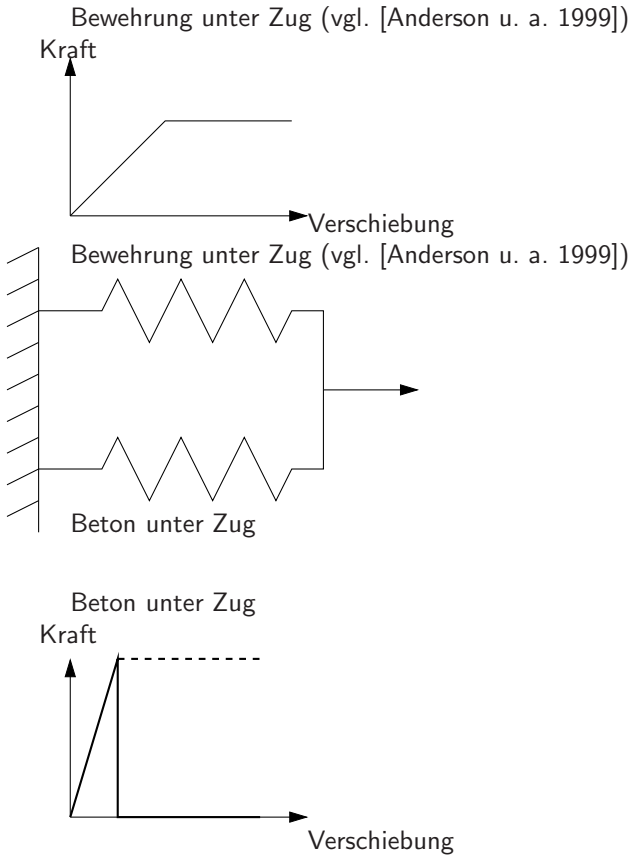
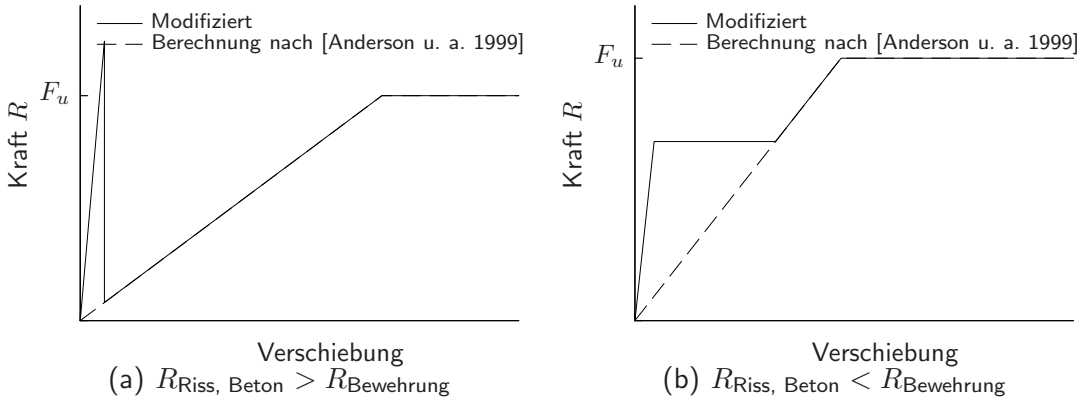


Abbildung 2.9: Modifizierte Komponente Beton mit Bewehrung unter Zug

Interessant bleibt das Nachtraglastverhalten des Betons, bzw. was passiert, wenn der Beton zu reißen beginnt. Hier werden zwei prinzipielle Fälle unterschieden (vgl. Abb. 2.10):

- Aufnehmbare Zugkraft im Beton ist größer als die aufnehmbare Zugkraft in der Bewehrung: In diesem Fall tritt ein großer Riss im Betonquerschnitt ohne anschließende Risseverteilung auf, da durch die geringe Bewehrung keine ausreichend große Zugkraft in den Beton eingeleitet werden kann, damit der Beton reißt.. Daher wird angenommen, dass die Last abfällt und nur noch die Bewehrung als tragend berücksichtigt werden kann, wie es im Modell nach [Anderson u. a. 1999] vorgesehen ist (vgl. Abb. 2.10(a)).
- Aufnehmbare Zugkraft im Beton ist kleiner als die aufnehmbare Zugkraft in der Bewehrung: In diesem Fall tritt eine Erstrissbildung mit anschließender Verteilung der Risse auf. Deswegen kann in diesem Fall die übertragbare Beanspruchung annähernd konstant gehalten werden (vgl. Abb. 2.10(b)).

Ein Mitwirken des Betons zwischen den Rissen („tension-stiffening-Effekt") wird bei beiden Modellierungen nicht berücksichtigt.



(a) $R_{\text{Riss, Beton}} > R_{\text{Bewehrung}}$ (b) $R_{\text{Riss, Beton}} < R_{\text{Bewehrung}}$

Abbildung 2.10: Erweiterte Modellierung der Komponente Beton unter Zug (Risskraft im Beton $= R_{\text{Riss, Beton}}$; Maximale Zugkraft in der Bewehrung $= R_{\text{Bewehrung}}$)

2.1.4.3 Bestimmung der Momententragfähigkeit des Anschlusses

Um nun die Momenten-Rotationsbeziehung der Anschlüsse zu bestimmen und damit Aussagen über den Grad der Steifigkeit des Anschlusses und damit der Durchlaufwirkung zu treffen, wird die Momenten-Rotationsbeziehung mit Hilfe des entwickelten C++-Tools *NegMoHBV* bestimmt (vgl. Abb. 2.11). Hierbei werden die Last-Verformungskennlinien der einzelnen Komponenten durch multi-lineare Funktionen abgebildet. Diese einzelnen Komponenten werden dann innerhalb des Tools zu einem Komponentenmodell zusammengebaut. Als Eingangswert wird eine Verdrehung angenommen und daraus dann das zugehörige Moment bestimmt.

Im Berechungsablauf werden sowohl die nichtlinearen Federn als auch die Änderungen des Hebelarms berücksichtigt. Diese Änderung des Hebelarms wird dadurch bestimmt, dass die

gegenseitige Verschiebung der Komponenten und daraus dann der Nulldurchgang der Dehnungsverteilung ermittelt wird. Somit hängt die Höhe der Kontaktfläche von der Verdrehung des Anschlusses ab. Für die Lösung wird das Newton-Iterationsverfahrens verwendet.

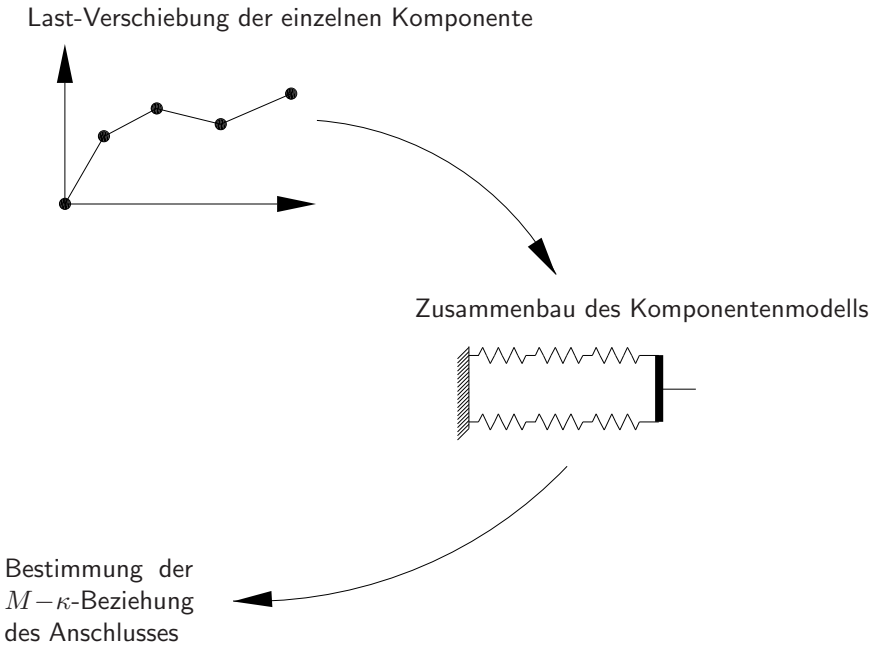


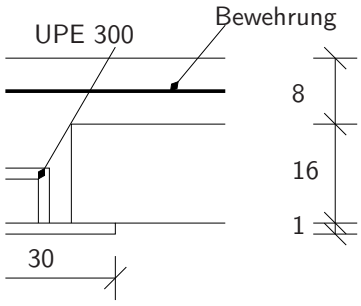
Abbildung 2.11: Berechnungsablauf *NegMoHBV*

2.1.5 Vergleich der Komponentenmethode mit den FE-Berechnungen

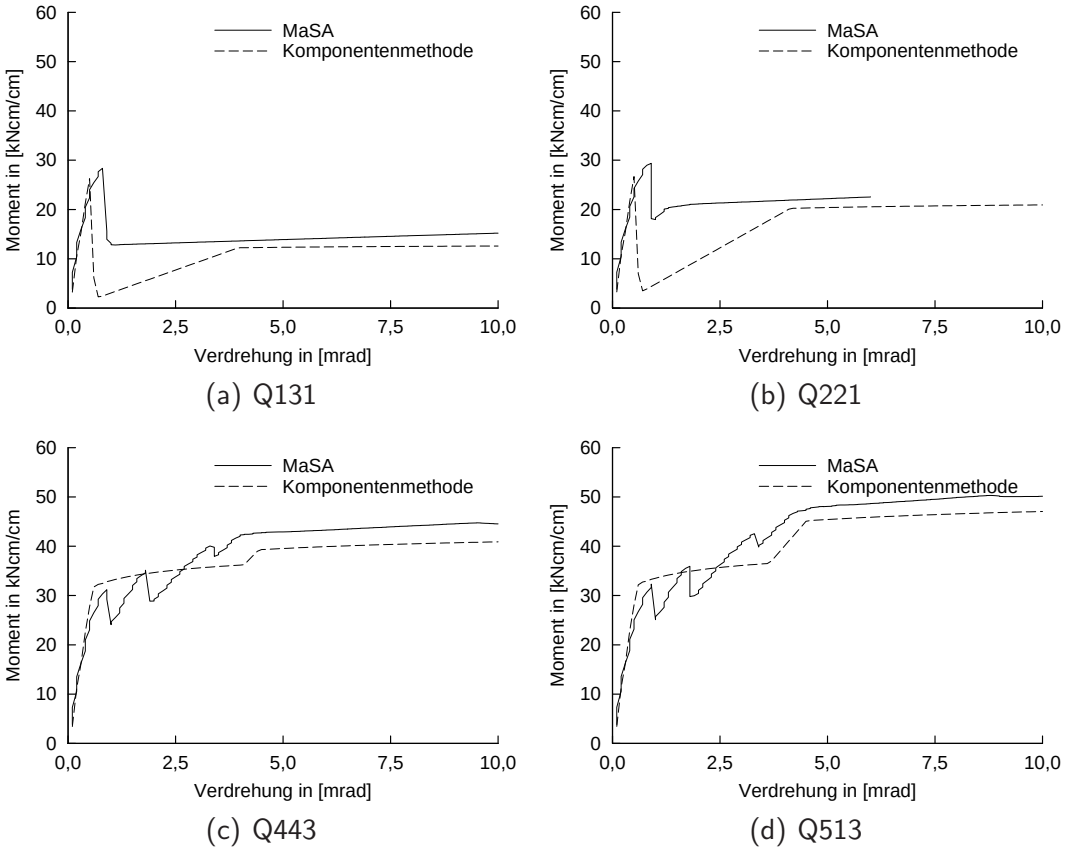
Um die Anwendbarkeit der Komponentenmethode auch bei Holz-Beton-Verbunddecken zu überprüfen, werden im Folgenden verschiedene Fälle sowohl mit dem FE-Modell als auch mit der Komponentenmethode bestimmt. Die Ausgangsgeometrie ist dabei in Tab. 2.1 gegeben.

Tabelle 2.1: Eingangswerte für die Berechnung

Beton	C20/25; 8 cm
Brettstapel	C24; 16 cm
Slim-Floor-Profil	S235; UPE 300
Flansch	S235; 300 x 10 mm



Basierend auf diesem Parameterbereich wird u.a. die Bewehrungsfläche variiert, da Voruntersuchungen zeigten, dass der größere Anteil der Verschiebung durch die Bewehrung verursacht wird. Abb. 2.12 zeigt den Vergleich der Momenten-Rotationsbeziehung der in Tab. 2.1 dar-



(a) Q131 (b) Q221

(c) Q443 (d) Q513

Abbildung 2.12: Vergleich zwischen der Komponentenmethode und der FE-Berechnung mit *MaSA*

gestellten Geometrie unter unterschiedlichen Bewehrungsgraden, wobei die durchgezogene Linien die Ergebnisse der FE-Berechnung und die gestrichelten Linien die Ergebnisse der Komponentenmethode darstellen. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich wird, stimmen die Tragfähigkeiten zwischen der Berechnung mit Hilfe der Komponentenmethode und der FE-Berechnung relativ gut überein. Deutliche Unterschiede sind bei geringer Bewehrung jedoch zwischen dem Erreichen der Tragfähigkeit des Betons und dem Erreichen der Fließgrenze des Bewehrungsstahls vorhanden. Ursache liegt im Modellieren des Nachtraglastverhaltens im Beton. Während bei der im Vergleich zur [Anderson u. a. 1999] modifizierten Komponentenmethode davon ausgegangen wird, dass der Beton beim Erreichen der Traglast komplett versagt und nur der reine Bewehrungsstahlquerschnitt wirkt, bildet sich bei der Berechnung mit Hilfe der Finiten Elemente ein einziger konzentrierter Riss aus, in dem nur die Bewehrung wirkt. Dieser Riss tritt an der maximale beanspruchten Stelle auf, so dass die Kraftübertragung im Beton nicht weiter gesteigert werden kann. Dadurch wirkt im gerissenen Bereich nur die Bewehrung, während links und rechts vom Riss der Beton ungerissen ist. Da die Verschiebung des Betons und damit die Verdrehung des kompletten Anschlusses aber aus der Integration der Verschiebungen über die Länge bestimmt, ergibt sich durch den nur lokal

gerissenen Beton eine geringere Verschiebung, als wenn der Beton über die ganze Länge – so wie im Komponentenmodell angenommen – durch Risse versagen würde. Durch dieses steifere Verhalten tritt eine geringere Verformung der Komponente „Beton unter Zug" auf, so dass die Momenten-Rotationsbeziehung des ganzen Anschlusses bei der FE-Berechnung im Vergleich zur Komponentenmethode einem weniger starker Abfall nach Erreichen der Risslast des Betons aufweist.

Dieser Unterschied direkt noch dem Entstehen des Erstrisses wird mit zunehmendem Bewehrungsgrad der Betonplatte geringer, da ab einer bestimmten Bewehrungsmenge die in der Bewehrung übertragbare Kraft ausreicht, um eine Risseverteilung zu erzeugen. In diesen Fällen tritt nicht mehr ein konzentrierter Riss auf (vgl. Abb. 2.10), sondern es entstehen viele kleine Risse. Dadurch kommt es nicht mehr zu einem Abfall der Momenten-Rotationsbeziehung nach dem Erreichen des maximalen Risses.

Wie der Vergleich zwischen Komponentenmethode und FE-Berechnung zeigt, lassen sich mit der Komponentenmethode die extremal auftretenden Steifigkeiten ausreichend genau bestimmen:

- maximale Steifigkeit vor Erreichen des Erstrisses
- minimale Steifigkeit nach Erreichen des Erstrisses bzw. minimale Steifigkeit durch vorhandene Betonierfuge.

Dadurch lassen sich die Grenzen der Anschlusssteifigkeit unter Berücksichtigung der Rissbildung des Betons bestimmen, so dass Aussagen über die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Anschlusses gemacht werden können.

2.1.6 Einfluss statistisch verteilter Werkstoffkenngrößen

In den oben durchgeführten Berechnungen wurden die Festigkeiten und Steifigkeiten als Mittelwerte angesetzt. Diese streuen zum Teil jedoch stark, so dass die Kenntnis der 5% bzw 95%-Fraktilwerte für die Bemessung erforderlich wird. Da eine statistische Auswertung mit Hilfe der FE-Programms *MaSA* sehr aufwändig wäre, wird in das Tool *NegMoHBV* eine statistische Variation der Werkstoffkenngrößen implementiert. Damit lassen sich nun mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation die 5% und 95%-Fraktilwerte bestimmen.

Als Berechnungsgrundlage wurden die in Tab. 2.2 gegebenen Werkstoffkenngrößen und deren Streuung verwendet.

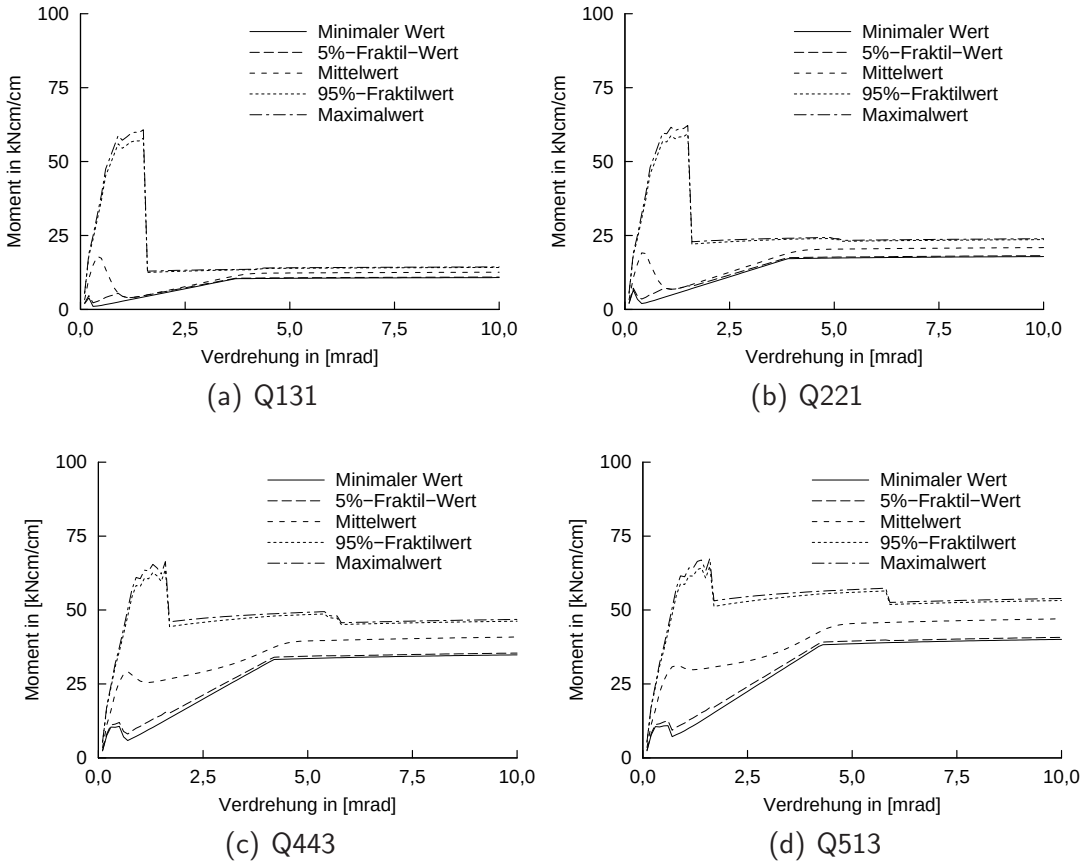
Basierend auf den in Tab. 2.2 gegebenen Verteilungen der Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte der am Verbund beteiligten Materialien ergeben sich für die in Tab. 2.1 gegebenen Geometrien die in Abb. 2.13 dargestellten $M - \phi$-Beziehungen.

In Abb. 2.13 zeigt sich, dass infolge der Streuungen der Materialeigenschaften des Betons sich im Wesentlichen zwei Grenzwerte hinsichtlich der Ausgangssteifigkeit und der Tragfähigkeit einstellen können:

- Der Beton reißt sehr früh bzw. es ist eine Betonierfuge vorhanden, so dass lediglich die Bewehrung und der Druckbereich des Holzes sich an der Lastabtragung beteiligen können.

Tabelle 2.2: Werkstoffkenngrößen und Streuungen

	Mittelwert	Variationskoeffizient	Verteilung
Betoneigenschaften (vgl. [Joint Committee on Structural Safety 2001])			
E-Modul		15%	Lognormalveteilt
Zugfestigkeit		15%	Lognormalverteilt
Bewehrungseigenschaften (vgl. [Kleinschmitt 2003])			
E-Modul		3%	Lognormalveteilt
Streckgrenze		6%	normalverteilt
Holzeigenschaften (vgl. [Becker 2002])			
E-Modul		13.3%	Lognormalveteilt
Streckgrenze		3%	normalverteilt



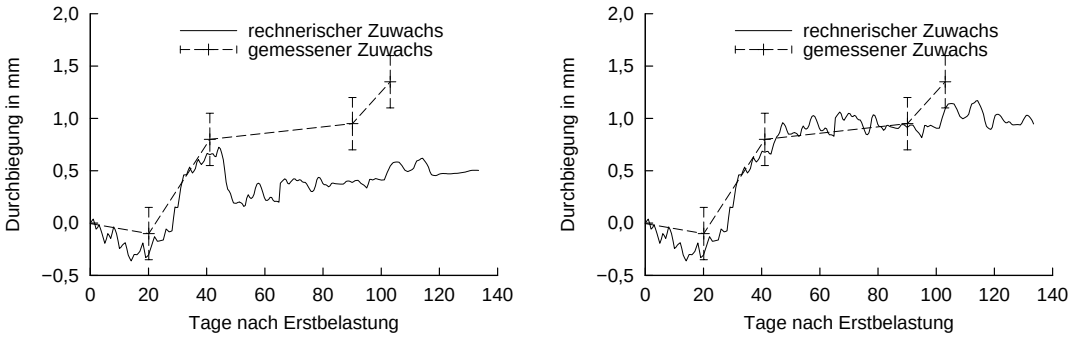
(a) Q131 (b) Q221

(c) Q443 (d) Q513

Abbildung 2.13: Last-Verformungs-Beziehungen des Anschlusses nach Tab. 2.1 im negativen Momentenbereich für die Werkstoffkennwerte und Streuungen nach Tab. 2.2

- Die Betonzugfestigkeit ist ausreichend groß, so dass der Beton die Ausgangssteifigkeit des Anschlusses deutlich erhöht.
  Wie die Berechnungen zeigen, ist bei mehr als 5% der Fälle der Beton nicht gerissen.

Dies zeigte sich auch während Messungen an einem realen Bauwerk in Tübingen, bei dem durch Dehnungsmessungen im Bereich der Auflager festgestellt werden konnte, dass der Beton während der Bauphase nicht gerissen ist (vgl. Abb. 2.14).



(a) Verformung bei gerissenem Beton (b) Verformung bei ungerissenem Beton

Abbildung 2.14: Vergleich des Verlaufs der gemessenen Verformung mit der rechnerischen Verformung einer Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit einer Spannweite von 5,25m (vgl. [Schänzlin 2003])

Wie Abb. 2.13 zeigt, lassen sich keine eindeutigen Aussagen treffen, ob der Beton gerissen ist und sich damit bei der Lastabtragung beteiligt. Um nun diese streuenden Materialeigenschaften und deren Auswirkungen auf das Trag- und Verformungsverhalten zu bestimmen, wird aus den untersuchten Fällen der 5%- bzw. der 95%-Fraktilwert der Steifigkeit bestimmt und auf die Biegesteifigkeit der Decke bezogen (vgl. Tab. 2.3).

Tabelle 2.3: 5%- bzw. der 95%- Fraktilwerte der Anfangssteifigkeit bezogen auf die Biegesteifigkeit der Decke

	c_{rel} in cm *		Verhältnis
Bewehrung	5%	95%	min/max
Q131	0.0636%	1.7331%	3.6%
Q221	0.1013%	1.7554%	5.7%
Q295	0.1300%	1.7759%	7.3%
Q378	0.1610%	1.7940%	8.9%
Q443	0.1847%	1.6839%	10.0%
Q513	0.2091%	1.6988%	12.0%
Q670	0.2611%	1.7294%	15.0%

* Bezogene Anfangssteifigkeit

$$c_{\text{rel}} = \frac{c_{\text{Anschluss, vorhanden}}}{E \cdot J_{\text{Verbunddecke}}}$$

Diese unterschiedlichen Steifigkeiten beeinflussen das Trag- und Verformungsverhalten der gesamten Decke. Dadurch stellt sich die Frage, wie diese Grenzwerte in der Bemessung von

Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen berücksichtigt werden können. Auf diese Fragestellung soll im Folgenden eingegangen werden.

2.1.7 Auswirkungen der Anschlusssteifigkeit auf das Trag- und Verformungsverhalten des Verbundsystems am Beispiel einer zweifeldrigen Brettstapel-Beton-Verbunddecke

Um den Einfluss der Nachgiebigkeit des Anschlussbereichs zu erfassen, werden ausgehend von den 5% bzw. 95%-Fraktilwerten der Steifigkeiten des Anschlusses die Beanspruchungen des Slim-Floor-Profils bzw. des Stahl-Beton-Verbundträgers beispielhaft am in Abb. 2.15 dargestellten System bestimmt. Die Beanspruchung des integrierten Auflagers der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in Form des Stahl-Beton-Verbundträgers lässt sich durch eine einfache Modellierung erfassen, bei der eine Feder im Bereich der Auflager berücksichtigt wird (vgl. Abb. 2.15).

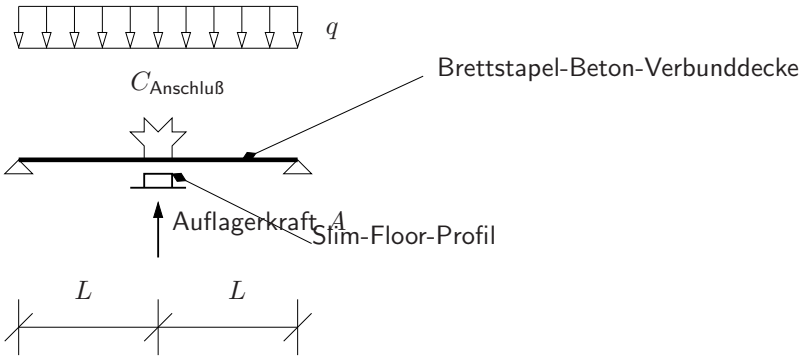


Abbildung 2.15: Angenommenes System

Werden die in Abb. 2.13 dargestellten Verteilungen der Last-Verformungsbeziehung auf die Konstruktion übertragen und damit Beanspruchungen auf das Teilsystem „Stahl-Beton-Verbundträger" bestimmt (was der Auflagerkraft A in Abb. 2.15 entspricht), lässt sich die Belastung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit zwei Holz-Beton-Verbunddecken mit Hilfe des in Abb. 2.16 dargestellten Faktor k nach Gl. (2.9) ermitteln

$$A = 2 \cdot k \cdot q \cdot l \tag{2.9}$$

Zusätzlich sind in Abb. 2.16 ebenfalls die Grenzfälle „Brettstapel-Beton-Verbunddecke als Einfledträgerkette" und „Brettstapel-Beton-Verbunddecke als durchlaufträger" eingetragen.

Wie in Abb. 2.16 ersichtlich wird, liegt das mögliche statische System und damit der mögliche Bereich der Beanspruchung des Slim-Floor-Profils zwischen den Annahmen von Brettstapel-Beton-Verbunddecken als Einfeldträgerkette und von Brettstapel-Beton-Verbunddecken als durchlaufende Mehrfeldsysteme.

Infolge der Materialstreuungen der Werkstoffe lässt sich somit weder ein Durchlaufträger sicherstellen, noch kann davon ausgegangen werden, dass der Beton reißt und somit die Brettstapel-Beton-Verbunddecke als eine Reihe von Einfeldträgern angenommen werden

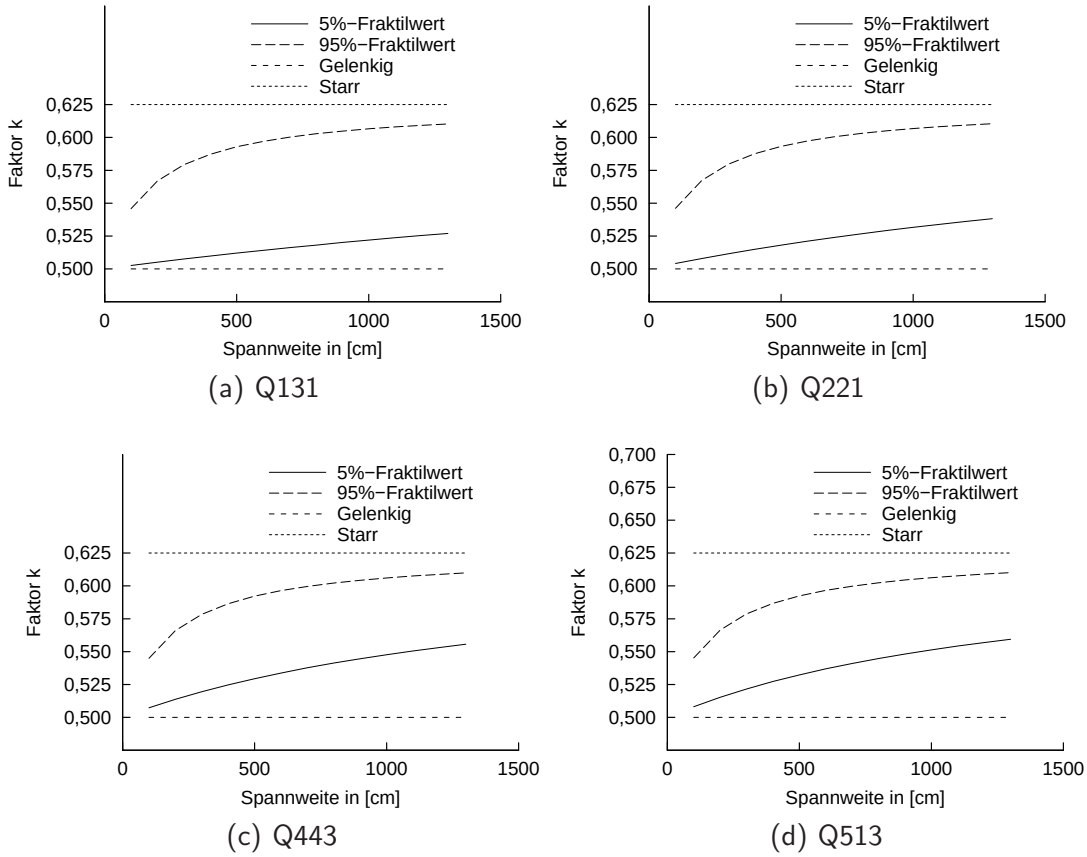


Abbildung 2.16: Belastung des Stahl-Beton-Verbundträgers in Abhängigkeit der Bewehrung, dargestellt durch den Faktor k nach Gl. (2.9)

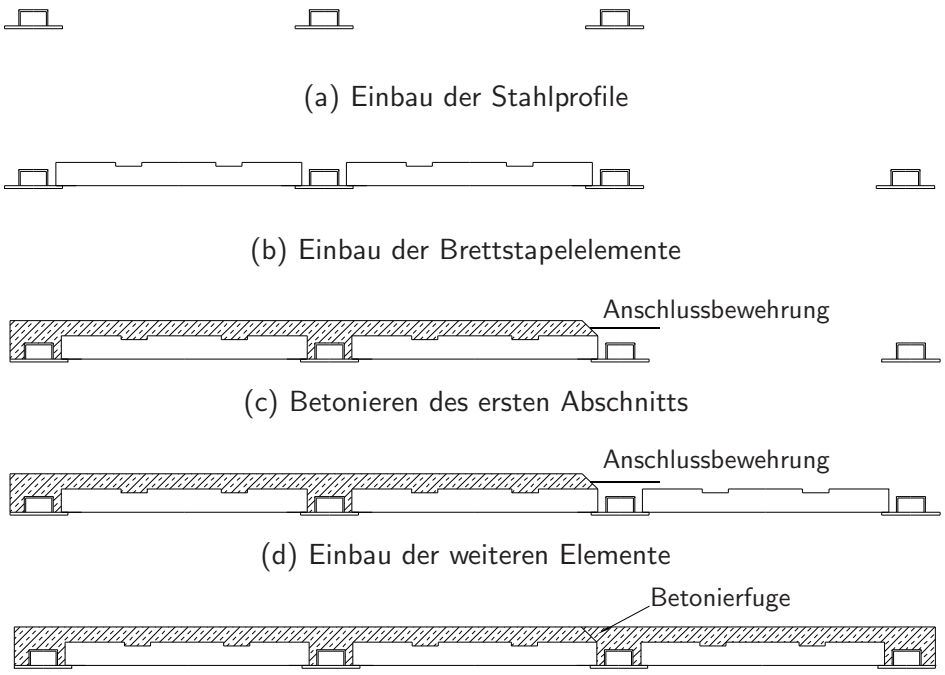
kann. Beide Annahmen würden auf der unsicheren Seite liegen, da im ersten Fall die Verformungen und die Beanspruchungen der Brettstapel-Beton-Verbundelemente und im zweiten Fall die Beanspruchung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor unterschätzt würden.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, für die Bestimmung der Beanspruchungen des gesamten Systems zwei Untersysteme zu bilden:

- Für die Bestimmung der Beanspruchungen der Brettstapel-Beton-Verbundelemente soll das statische System der Brettstapel-Beton-Verbundelemente als eine Reihe von Einfeldträgern angenommen werden.

- Für die Bestimmung der Beanspruchung des Teilsystems Stahl-Beton-Verbundträger mit integriertem Slim-Floor-Profil soll dagegen von einer Durchlaufwirkung der Brettstapel-Beton-Verbundelemente ausgegangen werden.
  Dabei wird jedoch empfohlen immer nur von einer zweifeldrigen Brettstapel-Beton-Verbunddecke auszugehen, da die Betonierabschnitte berücksichtigt werden müssen. Bei diesen Betonierabschnitte treten Fugen auf, in denen lediglich die Bewehrung wirkt und damit die Steifigkeit i.d.R. nicht ausreicht, um nennenswerte Kräfte zu übertragen. Da häufig die Betonierabschnitte bei so „einfachen" Betondecken bei der Dimensionierung jedoch nicht berücksichtigt werden, muss vom ungünstigsten Fall für die

Belastung des Teilsystems „Stahl-Beton-Verbundträger" – also von einer zweifeldrigen Brettstapel-Beton-Verbunddecke – ausgegangen werden.



(a) Einbau der Stahlprofile

(b) Einbau der Brettstapelelemente

(c) Betonieren des ersten Abschnitts

(d) Einbau der weiteren Elemente

(e) Fertige Decke

Abbildung 2.17: Herstellungsablauf der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil

2.2 Querkraftabtragung des Systems

2.2.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Querkraftabtragung stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten zur Verfügung

- Die Querkraft wird sowohl von der Betonplatte als auch vom Brettstapel über Kontakt eingeleitet
- Die Querkraft wird nur durch den Brettstapel übertragen

Ist es möglich, den Anschluss so auszuführen, dass sich erstere Lastübertragung einstellt, lassen sich folgende Vorteile erzielen

- Keine Querpressung des Holzes, so dass geringere Schubverformungen im Auflagerbereich erwartet werden.
- Geringere Beanspruchung des Stahlflansches in Querrichtung, da bei einer reinen Querkraftbeanspruchung sowohl Spannungen aus Längsbiegung als auch Spannungen aus

Querbiegung entstehen. Dadurch tritt an diesem Punkt eine Spannungsinteraktion auf, die die Tragfähigkeit herabsetzt.

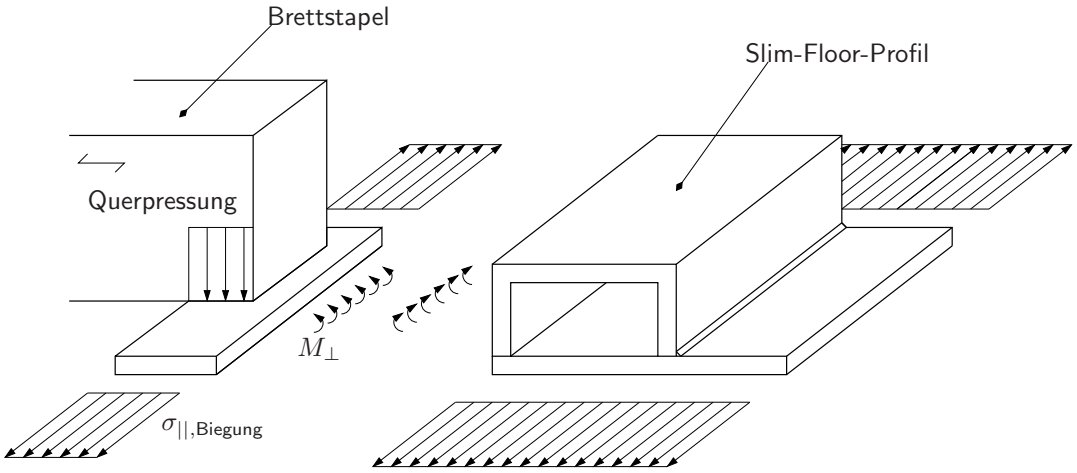


Abbildung 2.18: Beanspruchungen im Flansch infolge Querkraftabtragung

Damit stellt sich die Frage, inwieweit der Beton zur Querkraftabtragung beitragen kann. Aus diesem Grund soll in einem ersten Schritt, der Übergang zwischen Brettstapel-Beton-Verbundträger und Stahl-Beton-Verbundträger mit Hilfe des FE-Programms *MaSA* modelliert werden. Basierend auf diesen Ergebnissen soll ein Komponentenmodell entwickelt werden, mit dem vereinfacht das Tragverhalten abgebildet werden kann.

2.2.2 Bestimmung der Querkraftabtragung mit Hilfe der Finite Elemente

Um die Mitwirkung des Betons bei der Querkraftabtragung zu bestimmen, wird in einem ersten Schritt mit Hilfe des FE-Programms *MaSA* das örtliche Tragverhalten abgebildet. Dazu wird das in Abb. 2.19 dargestellte Modell entwickelt, wobei die Abmessungen und Materialeigenschaften für das Basissystem in Tab. 2.4 gegeben sind.

Tabelle 2.4: Grundsystem für die Berechnung der Querkraft

Beton	C20/25; 8 cm
Brettstapel	C24; 16 cm
Slim-Floor-Profil	S235; UPE 300
Flansch	S235; 300 x 10 mm

Es zeigt sich, dass die Querkraftbeanspruchung im unteren Lastniveau sowohl über den Steg des UPEs als auch über die Auflagerung des Brettstapel-Beton-Verbunds auf dem Flansch übertragen wird, wie an den dunklen Stellen (=hohe Druckspannung) in Abb. 2.20 zu erkennen ist. Wird jedoch die Tragfähigkeit des Betons erreicht, tritt eine Art Durchstanzen des Holz-Beton-Verbundträgers auf, so dass der Stahluntergurt des Slim-Floor-Profils maximal

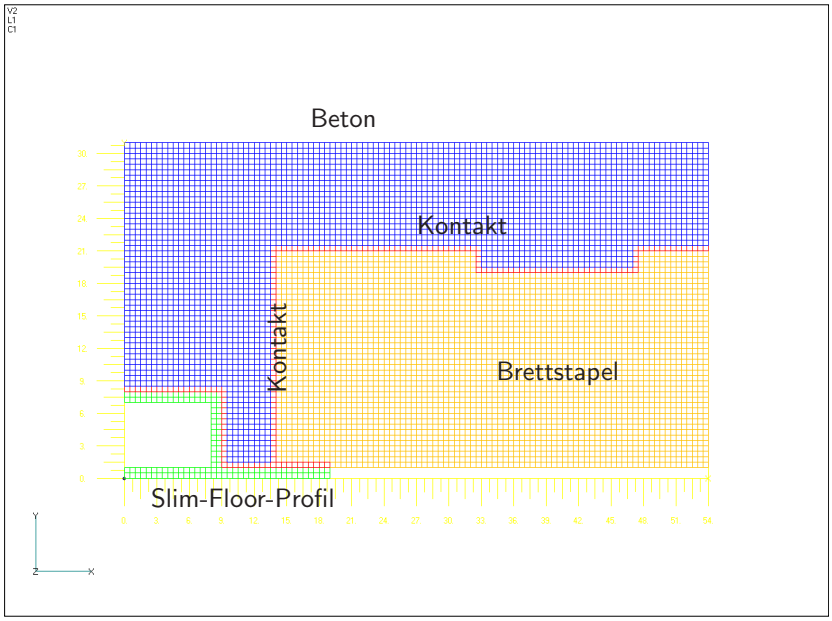
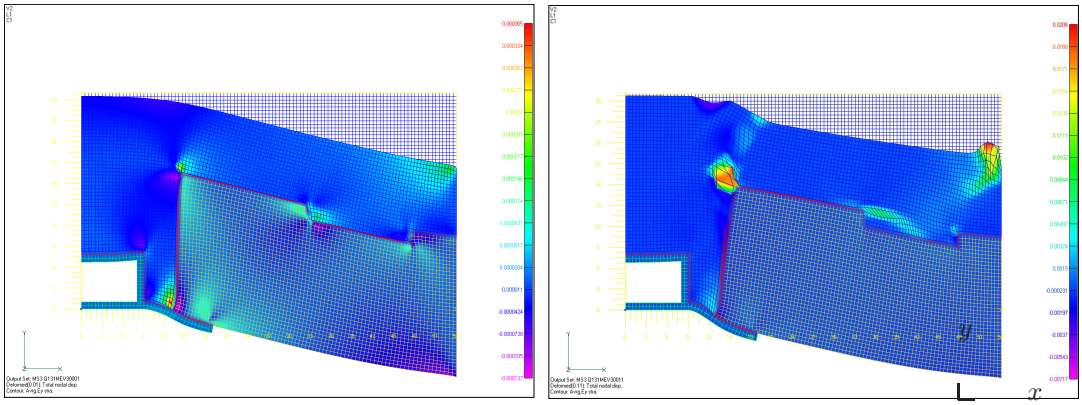


Abbildung 2.19: FE-Modell zur Bestimmung der Querkraftabtragung im Bereich des Slim-Floor-Profils



(a) Vor Rissentstehung (b) Nach Rissentstehung

Abbildung 2.20: Spannungsverteilung σ_y

beansprucht wird, da durch das Reißen des Betons der Übertragungsweg Beton fällt komplett aus und die Querkraft kann nur noch über den Flansch abgetragen werden.

Um den Einfluss der Bewehrung auf die Querkrafttragfähigkeit des Systems zu bestimmen, werden verschiedene Bewehrungsgrade untersucht. So ist in Abb. 2.21 die Last-Verformungsbeziehung für eine Bewehrung Q131 und Q513, also der minimalen bzw. maximalen Mattenbewehrung, dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass bei der Lastabtragung die Bewehrung nur nach der Erstrissentstehung eine kleine Rolle spielt. Ursache ist hierfür, dass vor der Rissentstehung im Wesentlichen der Beton die Querkraft überträgt und sich durch die geringen Betondicken kein nennenswertes Stabwerkmodell in der Stahlbetondeckschicht ausbilden

kann, da der innere Hebelarm d zwischen Bewehrung und Schwerpunkt der Druckzone sehr gering ist.

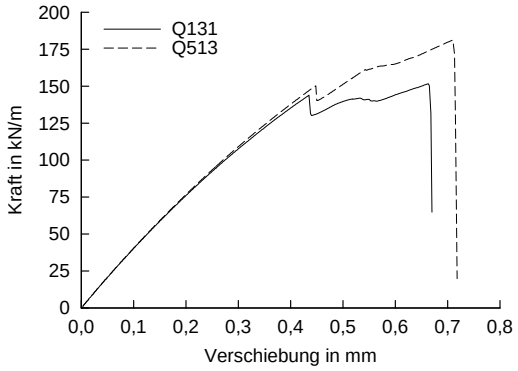


Abbildung 2.21: Last-Verformungsbeziehung für die Querkraftübertragung von der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in den Slim-Floor-Träger

Wie in Abb. 2.20(a) an den dunklen Stellen (=hohe Druckspannungen) oberhalb des Stegs des Slim-Floor-Profils erkannt werden kann, spielt im Gegensatz zu herkömmlichen Stahlbetondecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen der vertikale Steg des Slim-Floor-Profils eine gewisse Rolle bei der Querkraftabtragung, da dieser Bereich wesentlich steifer ist als Bereiche, bei denen die Lasteinleitung eine Biegung im Flansch hervorruft. Ursache hierfür ist die geringere Dehnsteifigkeit des Holzes senkrecht zur Faser im Vergleich zur Dehnsteifigkeit des Betons. Dadurch drückt sich der Flansch des Stahluntergurts tiefer in den Holzquerschnitt ein, so dass eine Lastumlagerung der Querkraftabtrag von den Flanschen hin zu den Stegen des UPE-Profils einstellt. Nach Erreichen der Tragfähigkeit der Betonplatte versagt jedoch diese Lastübertragung, so dass nun das Holz alleine die Querkraft überträgt.

2.2.3 Bestimmung der Lastabtragung mit Hilfe der Komponentenmethode

Um das Trag- und Verformungsverhalten im Bereich des Übergangs vom Holz-Beton-Verbundträger in den Stahl-Beton-Verbundträger zu bestimmen, wird die Komponentenmethode auf diese Problemstellung angepasst. Dabei werden folgende Annahmen getroffen

- Der Beton kann sich nicht vom Holz abheben; die Last wird über die Betonplatte eingeleitet. Dadurch sind die Verschiebung des Schwerpunkts des Holzquerschnitts und die Verschiebung des Betonquerschnitts miteinander gekoppelt.
- Die Kontaktspannungen zwischen Stahlblech und Holz bzw. Beton sind über die Kontaktfläche konstant.
- Der Beton weist ein sprödes Versagen auf. Diese Annahme ist nicht ganz korrekt, da die Tragfähigkeit des Betons nach Erreichen des Risses eher kontinuierlich abnimmt (vgl. Abb. 2.22).
- das Holz weist ein plastisches Verhalten beim Erreichen der maximalen Querpressung auf.

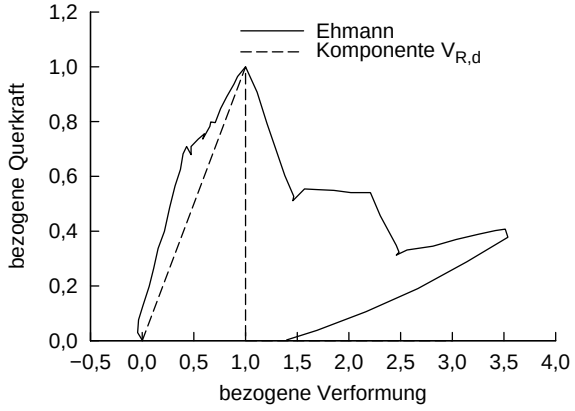
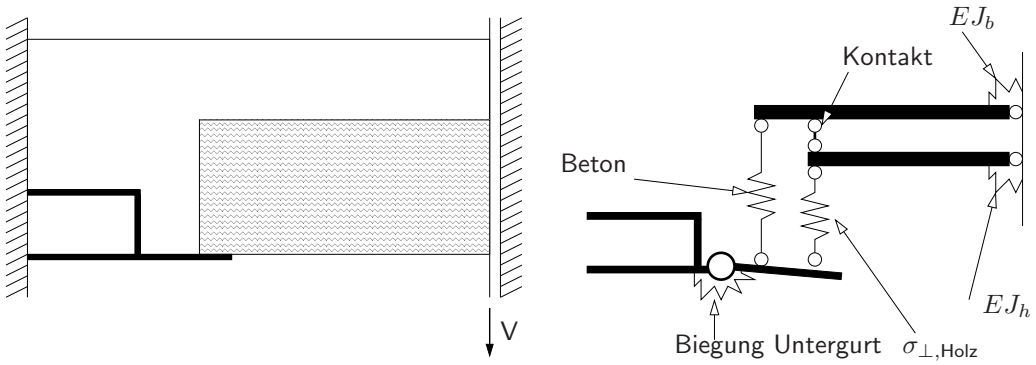


Abbildung 2.22: Vergleich zwischen einer experimentellen Last-Verschiebungsbeziehung und der angenommenen Last-Verschiebungsbeziehung der Komponenten

Mit diesen Annahmen lässt sich das in Abb. 2.23 dargestellte Komponentenmodell entwickeln. Dieses Modell setzt sich im Einzelnen zusammen aus



(a) System (b) Komponentenmodell

Abbildung 2.23: Entwicklung des Komponentenmodels

- Beton unter Druck

$$F = \begin{cases} \frac{E \cdot A_{ef,c}}{l_{ef,c}} \cdot s & \text{für} \quad s \leq \frac{V_{Rd} \cdot l_{ef,c}}{E_c \cdot A_{ef,c}} \\ 0 & \text{für} \quad s > \frac{V_{Rd} \cdot l_{ef,c}}{E_c \cdot A_{ef,c}} \end{cases} \tag{2.10}$$

mit $A_{ef,c}$ effektive Querschnittsfläche des Betons
hier: Kontaktfläche des Betons auf dem Stahlflansch
$l_{ef,c}$ effektive Länge der Druckkomponente
hier: $= h_{\text{Holz}} + h_{\text{Beton}}/2$
V_{Rd} Querkrafttragfähigkeit der Betonplatte nach [Eurocode 2 1992]
s Verschiebung

- Holz unter Querpressung

$$F = min \begin{cases} \frac{E_{90} \cdot A_{\text{Kontakt}}}{l_{ef,h}} \cdot s \\ A_{ef} \cdot f_{90,c,d} \end{cases} \tag{2.11}$$

mit
E_{90}	E-Modul senkrecht zur Faser
A_{Kontakt}	Auflagerfläche
$l_{ef,h}$	effektive Dehnlänge; hier $= h_{\text{Holz}}/2$
$f_{90,c,d}$	Festigkeit senkrecht zur Faser
s	Verschiebung

- Das Stahlblech wird als elastischer Balken angenommen.

Wird dieses Modell mit den Berechnungen mit Hilfe des FE-Programms *MaSA* verglichen (vgl. Abb. 2.24). Dabei zeigt sich prinzipiell eine ausreichende Genauigkeit der Komponentenmethode bezogen auf die FE-Berechnungen, allerdings entsteht in der Komponentenmethode zu Beginn eine Spitze, die in der FE-Rechnung nicht beobachtet werden kann. Ursache

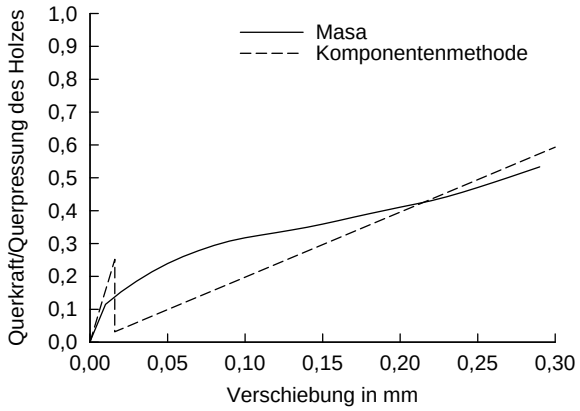


Abbildung 2.24: Vergleich zwischen *MaSA* und Komponentenmethode

hierfür ist, dass im Komponentenmodell ein schlagartiges Versagen angenommen wird (vgl. Abb. 2.23), da für die Beschreibung der langsam abnehmenden Tragfähigkeit noch kein Komponentenmodell entwickelt wurde (vgl. auch [Anderson u. a. 1999]). In Folge des angenommenen plötzliche Versagens tritt diese Spitze auf, während in der FE-Berechnung diese Spitze nicht erreicht wird, da hier von einem langsamen Versagen der Betonplatte infolge Querkraftbeanspruchung ausgegangen wird. Dieser Unterschied stellt sich jedoch nur im Anfangsbereich ein, da wenn der Beton versagt hat, nur noch das Holz wirkt, so dass beide Kurven auf die gleiche Last-Verformungsbeziehung zulaufen.

2.2.4 Querkraftweiterleitung aus dem Holz-Beton-Verbundträger in den Stahl-Beton-Verbundträger

Aus den Berechnungen der Lastweiterleitung sowohl mit *MaSA* als auch mit der Komponentenmethode ergibt sich, dass beide potenziellen Möglichkeiten der Lastweiterleitungen deutlich unterschiedliche Lastverformungsbeziehungen aufweisen. So erreicht die Querkraft

im Beton bereits die Tragfähigkeit, während bei dieser Verschiebung das Holz nur etwa 1% bis 2% seiner maximalen Querpressung erreicht (vgl. Abb. 2.25). Der Anteil der durch den

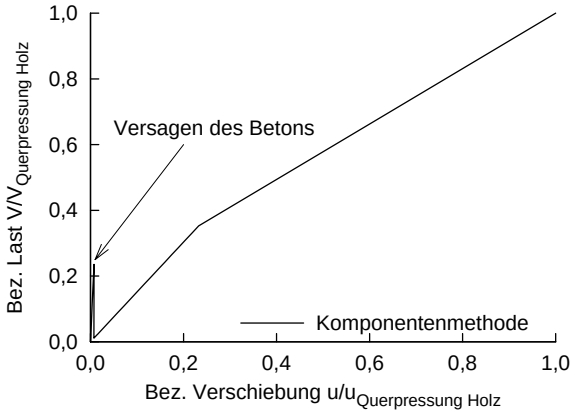


Abbildung 2.25: Typische Last-Verschiebungsbeziehung der Lastweiterleitung vom Holz-Beton-Verbundträger zum Stahl-Beton-Verbundträger unter Berücksichtigung der Verformung des Stahluntergurts

Beton übertragenen Querkraft ist bei dieser typischen Geometrie (vgl. Tab. 2.5) bei etwa 25% der maximal durch die Auflagerpressung übertragbaren Kraft.

Tabelle 2.5: Parameterbereich

Holzgüte	C20 ... C30
Holzdicke	8 ... 20cm
Betongüte	C20/25 ... C30
Betondicke	8 ... 20cm
Auflagerlänge	5 ... 10cm

Im Hinblick auf eine Optimierung des Querkraftabtrags, ist es selbst durch eine Modifikation des Stahlquerschnitts nicht möglich, die Geometrie so zu wählen, dass beide Traganteile gleichzeitig aktiviert werden können. Ursache hierfür ist der zu große Unterschied der Steifigkeit des Betons und des Holzes senkrecht zur Faser. Aus diesem Grund können nicht beide Traganteile als gleichzeitig wirkend angesetzt werden. Da die Querkrafttragfähigkeit bei den in dieser Bauweise dünnen und nur einlagig bewehrten Betonplatten deutlich geringe Tragfähigkeiten liefert als die Tragfähigkeit des Holzes, wird empfohlen, bei der Lastweiterleitung vom Holz-Beton-Verbundträger zum Stahl-Beton-Träger nur die Tragfähigkeit des Holzes unter Querpressung anzusetzen. Die Reduktion der Tragfähigkeit des Flansches unter zweiaxialer Biegung muss jedoch berücksichtigt werden.

2.3 Lastabtragung der Schubkraft aus dem Slim-Floor-Profil in die Betonplatte

2.3.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der mittragenden Breite sind für verschiedene Werkstoffe bereits in den Normen [Eurocode 4 1994], [Eurocode 2 1992], [DIN 1075 1981] und [DIN 1045-1 2001] Bestimmungsgleichungen angegeben. Diese unterscheiden z.T. stark voneinander (vgl. Abb. 2.26). Damit stellt sich die Frage, wie groß die mittragende Breite bei Brettstapel-Beton-

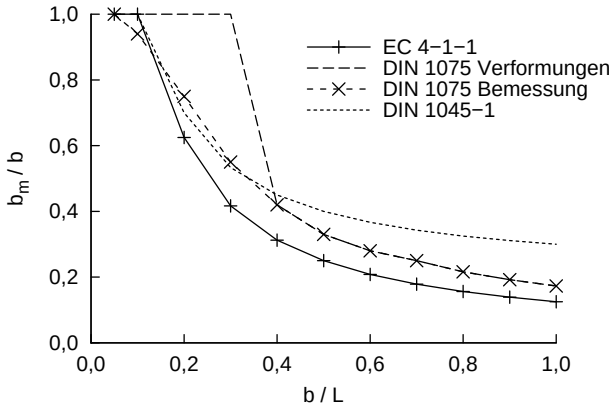


Abbildung 2.26: Mittragende Breite nach verschiedenen Normen

Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen ist.

Für die Bestimmung der mittragenden Breite bei herkömmlichen Stahl-Beton-Verbundkonstruktionen sind bereits mehrere Untersuchungen durchgeführt worden (vgl. u.a [Rieg 2006], [Kuhlmann und Rieg 2004] and [Kuhlmann und Hauf 2006]). Allerdings wird bei diesen Untersuchungen von einer reinen Stahlbetondecke ausgegangen, bei der die komplette Höhe aus Beton besteht.

Bei der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil ist dies jedoch nicht der Fall. So wird ein Teil der Betondecke durch das Holz ersetzt. Damit nimmt die Dehnsteifigkeit der Decke ab, da der E-Modul des Holzes rechtwinklig zur Faser deutlich geringer ist als die Dehnsteifigkeit des Betons.

Um nun die Auswirkungen des Brettstapels und damit der reduzierten Betondicke zu erfassen, wird im Folgenden die mittragende Breite infolge Normalkraft und Biegung mit Hilfe einer Fourierreihenzerlegung untersucht.

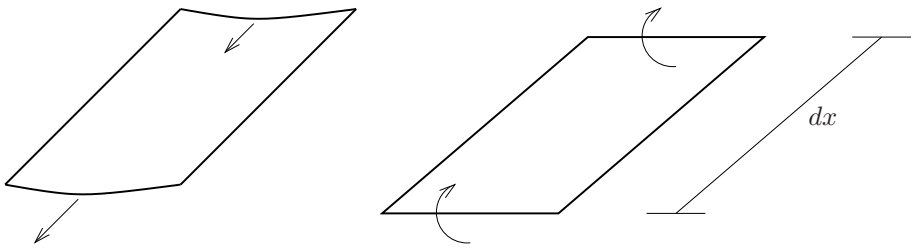
2.3.2 Anteile der mittragenden Breite

2.3.2.1 Allgemeines

In Verbundtragwerken setzt sich die mittragende Breite aus zwei Anteilen zusammen (vgl. Abb. 2.27):

- Mittragende Breite infolge der Schubeinleitung (=Scheibenzustand)

- Mittragende Breite infolge der Biegung des Verbundträgers (=Biegezustand)



(a) Scheibenzustand (b) Biegezustand

Abbildung 2.27: Mittragende Breiten

Diese hängen sowohl von der Dehnsteifigkeit als auch von der Biegesteifigkeit der Platte ab.

Wird von einem linear elastischen System ausgegangen, dürfen die beiden Anteile getrennt bestimmt werden und anschließend superponiert werden. Zwar ist dies eigentlich bei Betontragwerken nicht der Fall, doch durch eine Reduktion der Betonfläche auf die nicht gerissene Zone und die Annahme eines Spannungsblocks lässt sich die Superposition dennoch durchführen.

2.3.2.2 Scheibenzustand des Brettstapel-Betongurts

Die Regeln zur mittragende Breite in den aktuell gültigen Normen [Eurocode 2 1992], [Eurocode 4 1994] und der bekannten Literatur (vgl. [Chwalla 1936], [Schmidt und Peil 1976] und [Hofmann und Ramm 1993]) basieren weitestgehend auf linearelastischen Untersuchungen von Plattenbalken, bei denen der breite Gurt nur als Scheibe betrachtet wird und die Biegetragwirkung und -steifigkeit vernachlässigt werden (vgl. auch [Kuhlmann u. a. 2001] und [Haßlacher 2001]).

Unter Annahme, dass die Elastizitätstheorie gültig ist, kann der Scheibenzustand des Gurts vom Biegezustand getrennt werden (Superpositionsprinzip). Hierfür kann der Spannungs- und Dehnungszustand der Gurtscheibe unter Beachtung der Randbedingungen aus der Differentialgleichung der Scheibe bestimmt werden. Gl. (2.12) stellt diese Differentialgleichung einer isotropen Scheibe dar.

$$\frac{\partial^4 \Phi}{\partial y^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial x^4} = 0 \tag{2.12}$$

mit Φ Airysche Spannungsfunktion
x Koordinate der Gurtscheibe in Längsrichtung des Trägers
y Koordinate der Gurtscheibe in Querrichtung des Trägers

Für Verbundträger im Hochbau ist die Annahme einer Isotropie und elastischen Materialverhaltens ausreichend genau, solange der Betongurt im Zustand I ist. Elastizitätstheorie bedeutet hierbei, dass Dehnungen so klein sind, dass

- der Beton auf Zug keine Risse bekommt (Zustand I),
- der Beton auf Druck sich näherungsweise linear verhält,

- der Beton keinen Langzeiteinflüssen unterliegt und
- der Stahl nicht plastiziert.

Für die Lösung der Differentialgleichung und die Berechnung der mittragenden Breite sind die weiteren Größen erforderlich:

- Scheibennormalkraft in x-Richtung

$$n_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \tag{2.13}$$

- Scheibennormalkraft in y-Richtung

$$n_y = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} \tag{2.14}$$

- Schubfluss der Scheibe

$$t = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} \tag{2.15}$$

- Dehnung in x-Richtung

$$\varepsilon_x = \frac{1}{D} \cdot \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - \mu \cdot \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right) \tag{2.16}$$

- Dehnung in y-Richtung

$$\varepsilon_y = \frac{1}{D} \cdot \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} - \mu \cdot \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} \right) \tag{2.17}$$

- Verschiebung in x-Richtung

$$u_x = \int \varepsilon_x dx \tag{2.18}$$

- Verschiebung in y-Richtung

$$u_y = \int \varepsilon_y dy \tag{2.19}$$

- Beiwert D

$$D = E \cdot h_c \tag{2.20}$$

Eine exakte Lösung der Differentialgleichung ist i. d. R. nicht möglich. Die Lösung kann näherungsweise numerisch oder mittels Fourierreihenentwicklung erfolgen. Dies führt auf vergleichsweise komplizierte Formeln. Daher wurde in [Haßlacher 2001] und [Rieg 2006] die Scheibendifferentialgleichung für die im Hochbau maßgebenden Belastungsfälle gelöst und

hierfür die mittragende Breite bestimmt. Den ungünstigste Fall stellt hierbei der einstegige Plattenbalken mit in Querrichtung beidseitig frei auskragendem Betongurt dar, da eine Querdehnungsbehinderung am Plattenrand zu einer größeren mittragende Breite führt.
Die Randbedingungen lauten:

- keine Querverschiebung in der Symmetrieachse

$$u_y(y=0)=0 \tag{2.21}$$

- Schubfluss der Scheibe am Steg ist gleich dem äußeren Schubfluss

$$t(y=0)=t_R(x) \tag{2.22}$$

- keine Spannung in Querrichtung am freien Rand

$$n_y(y=b)=0 \tag{2.23}$$

- kein Schubfluss am freien Rand

$$t(y=b)=0 \tag{2.24}$$

Der äußere Schubfluss am Steg des Plattenbalkens beträgt:

$$t_R(x)=t_0\cdot\sin(\pi\cdot x/L) \tag{2.25}$$

Die Ansatzfunktion (2.26) erfüllt die Differentialgleichung der Scheibe und die Randbedingungen des betrachteten Systems.

$$\begin{aligned}\phi=\cos\left(\frac{\pi}{L}\cdot x\right)\cdot(\,&A\cdot\cosh(\alpha\cdot y)+B\cdot\alpha\cdot y\cdot\sinh(\alpha\cdot y)\\&+C\cdot\sinh(\alpha\cdot y)+D\cdot\alpha\cdot y\cdot\cosh(\alpha\cdot y))\end{aligned} \tag{2.26}$$

Unter Verwendung der Randbedingungen lassen sich die Integrationskonstanten A bis D bestimmen:

$$A = -\frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot A^* = \frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot\frac{(1+\mu)\cdot\sinh^2(\alpha b)+(1-\mu)\cdot(\alpha b)^2}{(\alpha b)+\sinh(\alpha b)\cosh(\alpha b)} \tag{2.27}$$

$$B = -\frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot B^* = -\frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot\frac{(1+\mu)+(1-\mu)\cdot\cosh^2(\alpha b)}{(\alpha b)+\sinh(\alpha b)\cosh(\alpha b)} \tag{2.28}$$

$$C = \frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot C^* = \frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot(1+\mu) \tag{2.29}$$

$$D = \frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot D^* = \frac{t_0}{4\cdot\alpha^2}\cdot(1-\mu) \tag{2.30}$$

Mit Kenntnis der Integrationskonstanten ist der Spannungs- und Dehnungszustand der Scheibe bekannt und die mittragende Breite $b_{m,S}$ der Gurtscheibe kann durch folgende Beziehung

bestimmt werden.

$$\frac{b_{m,S}}{b} = \frac{1}{b} \cdot \frac{N_x(x)}{n_x(y=0)} = -\frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{b/L} \cdot \frac{1}{A^* + 2 * B^*} \tag{2.31}$$

Darin bestimmen sich die Konstanten A^*, B^* und α zu

$$A^* = \frac{(1+\mu) \cdot \sinh^2(\alpha b) + (1-\mu) \cdot (\alpha b)^2}{(\alpha b) + \sinh(\alpha b)\cosh(\alpha b)} \tag{2.32}$$

$$B^* = -\cdot \frac{(1+\mu) + (1-\mu) \cdot \cosh^2(\alpha b)}{(\alpha b) + \sinh(\alpha b)\cosh(\alpha b)} \tag{2.33}$$

$$\alpha = \pi / L \tag{2.34}$$

Für die mittragende Breite $b_{m,S}$ der Gurtscheibe des einstegigen Plattenbalkens unter einfach harmonischer Belastung gilt entsprechend zum mehrstegigen Querschnitt, dass die mittragende Breite der Gurtscheibe unabhängig von der Dicke des Gurtes und der Höhe der äußeren Belastung des Trägers ist. In der kombinierten Wirkung mit dem immer vorhandenen Biegezustand des Betongurts ist die mittragende Breite jedoch von der Dicke des Betongurts bzw. der Steifigkeitsverteilung im Gesamtquerschnitt abhängig.

Wie dargestellt, lässt sich die mittragende Breite infolge Scheibenbeanspruchung für eine harmonische äußere Belastung ermitteln. Eine direkte Lösung der mittragenden Breite für andere Lastarten ist nicht möglich. Jedoch ist einerseits bei der Lösung der Differentialgleichung das Superpositionsprinzip gültig, andererseits lässt sich jede Belastung durch eine Fourierreihenzerlegung in einzelne harmonische Anteile aufspalten, so dass durch eine Fourierreihenanalyse die Differentialgleichung auch für von der harmonischen Beanspruchung abweichenden Beanspruchungsarten bestimmt werden kann.

2.3.3 Biegezustand des Brettstapel-Betongurts

Im Biegezustand wirkt der Betongurt eines Plattenbalkens als Platte. Er resultiert aus der Biegesteifigkeit des Gurtes und der Kopplung der vertikalen Verformung von Gurt und Steg. Beim Biegezustand werden zwischen Gurt und Steg keine Kräfte übertragen. Der Gurt trägt entsprechend dem Verhältnis seiner Biegesteifigkeit zur Gesamtsteifigkeit des Trägers einen Anteil der äußeren Belastung über Biegung ab.

Der Biegezustand des Gurtes kann mit der Differentialgleichung (2.35) der Platte beschrieben werden. Die Bestimmung des Spannungs- und Dehnungszustands der Gurtplatte gelingt durch Lösung der Plattendifferentialgleichung unter Beachtung der jeweiligen Randbedingungen entsprechend dem Vorgehen beim Scheibenzustand (vgl. Abs. 2.3.2.2)

$$\frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + 2 \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \, \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0 \tag{2.35}$$

mit $w(x,y)$ Durchbiegung der Gurtplatte
x Koordinate der Gurtplatte in Längsrichtung des Trägers
y Koordinate der Gurtplatte in Querrichtung des Trägers

Für die Lösung der Plattendifferentialgleichung und die Berechnung der mittragenden Breite sind die weiteren Größen erforderlich:

- Biegemomente in x-Richtung

$$m_x = -K \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \tag{2.36}$$

- Biegemoment in y-Richtung

$$m_y = -K \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) \tag{2.37}$$

- Drillmoment

$$m_{xy} = -K \cdot (1 - \mu) \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \tag{2.38}$$

- Krümmung in x-Richtung

$$\kappa_x = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \tag{2.39}$$

- Krümmung in y-Richtung

$$\kappa_y = -\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \tag{2.40}$$

- Verdrillung der Platte

$$\kappa_{xy} = -\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \tag{2.41}$$

- Ersatzquerkraft in x-Richtung

$$\overline{q}_x = -K \cdot \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (2 - \mu) \cdot \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right) \tag{2.42}$$

- Ersatzquerkrafft in y-Richtung

$$\overline{q}_y = -K \cdot \left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (2 - \mu) \cdot \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \right) \tag{2.43}$$

- Plattensteifigkeit

$$K = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \tag{2.44}$$

Eine exakte Lösung der Plattendifferentialgleichung ist – wie beim Scheibenzustand – i. d. R. nicht möglich. Aus diesem Grund wird ein gleiches Vorgehen wie bei der Bestimmung der mittragenden Breite $b_{m,S}$ der Gurtplatte im Scheibenzustand angewandt. Auf eine ausführliche Herleitung der Gleichungen wird daher an dieser Stelle verzichtet.

Da auch in diesem Fall Randeinspannungen die mittragende Breite vergrößern, ist der ungünstigste Fall der einstegige Plattenbalken. Für diesen Fall lauten die Randbedingungen:

- keine y-Verdrehung in der Symmetrieachse

$$\frac{\partial w}{\partial y}(y=0)=0 \tag{2.45}$$

- Ersatzquerkraft der Gurtplatte am Steg ist gleich der äußeren Belastung

$$\bar{q}_y(y=0)=\frac{1}{2}q_R(x) \tag{2.46}$$

- keine Querbiegemoment am freien Rand

$$m_y(y=b)=0 \tag{2.47}$$

- keine Ersatzquerkraft am freien Rand

$$q_y(y=b)=0 \tag{2.48}$$

Die äußere Belastung am Steg des Plattenbalkens beträgt:

$$q_R(x)=q_0\cdot\cos(\alpha\cdot x) \tag{2.49}$$

mit $\alpha = \pi/L$

Die Ansatzfunktion Gl. (2.50) erfüllt die Differentialgleichung der Platte und die Randbedingungen des betrachteten Systems.

$$\begin{aligned} w=\cos(\alpha\cdot x)\cdot(&A\cdot\cosh(\alpha\cdot y)+B\cdot\alpha\cdot y\cdot\sinh(\alpha\cdot y)\\ &+C\cdot\sinh(\alpha\cdot y)+D\cdot\alpha\cdot y\cdot\cosh(\alpha\cdot y)) \end{aligned} \tag{2.50}$$

Unter Verwendung der Randbedingungen lassen sich die Integrationskonstanten A bis D durch folgende Beziehung bestimmen:

$$A = -\frac{q_0}{4\cdot K\cdot\alpha^3}\cdot\frac{(\alpha b)\cdot\cosh(\alpha b)+\sinh(\alpha b)}{\sinh^2(\alpha b)} \tag{2.51}$$

$$B = -\frac{q_0}{4\cdot K\cdot\alpha^3}\cdot\frac{1}{\sinh(\alpha b)} \tag{2.52}$$

$$C = 0 \tag{2.53}$$

$$D = 0 \tag{2.54}$$

Mit Kenntnis der Integrationskonstanten ist der Spannungs- und Dehnungszustand der Gurtplatte bekannt und die mittragende Breite $b_{m,B}$ der Gurtplatte kann durch folgende Beziehung berechnet werden.

$$\frac{b_{m,B}}{b}=\frac{2}{\pi}\cdot\frac{1}{b/L}\cdot\frac{(1-\mu)\cdot(\pi\cdot b/L)+(1+\mu)\cdot\sinh(\pi\cdot b/L)\cosh(\pi\cdot b/L)}{\sinh^2(\pi\cdot b/L)} \tag{2.55}$$

Damit lässt sich analog zum Scheibenzustand auch durch die Entwicklung von Fourierreihen die mittragende Breite von anderen Belastungen als die harmonische Schwingung bestimmen.

2.3.4 Bestimmung der mittragenden Breite aus Scheiben– und Biegezustand

Die mittragende Breite aus Scheiben- und Biegezustand wird dadurch bestimmt, dass der Stahl-Beton-Verbundträger in einzelne Elemente unterteilt wird und an diesen Stützstellen die effektive Breite analog den oben dargestellten Gleichungen sowohl für Biegung und Normalkraftbeanspruchung bestimmt wird. Mit diesen geometrischen Größen lässt sich nun die Momenten-Krümmung-Beziehung an jeder Stelle bestimmen, woraus sich dann die gesamte Verformung unter Berücksichtigung des Reißens des Betons bestimmen lässt. Durch dieses Vorgehen ist die mittragende Breite abhängig von der Stelle in Spannrichtung des Trägers, so dass zur Mitte hin die mittragende Breite sich aufweitet. Um nun eine mittlere mittragende Breite zu bestimmen, wird eine effektive Breite bestimmt, bei der die gleiche Verformung auftritt.

$$w(b_{eff}(x)) = w(b_{eff,\text{konst}}) \tag{2.56}$$

2.3.5 Anwendung auf Brettstapel-Beton-Verbundkonstruktionen

Um die effektive Breite des Stahl-Beton-Verbundträgers bei Brettstapel-Beton-Verbundkonstruktionen zu bestimmen, müssen die Eingangswerte des Gurtes sowohl für den Biegezustand als auch für den Scheibenzustand bestimmt werden.

Für den Biegezustand gilt, dass nur der überdrückte Anteil des Brettstapels und der Betonplatte angesetzt wird, da beim brettstapel die Fugen zwischen den einzelnen Brettern sich öffnen, so dass das Holz keinen Anteil beitragen kann, während der Beton unter Zug reißt und somit ebenfalls keine Zugkraft übernehmen kann. Damit geht in die Berechnung der mittragenden Breite infolge des Biegezustands nur folgende Biegesteifigkeit ein (vgl. Abb. 2.28)

- Dehnungsnulllinie im Beton

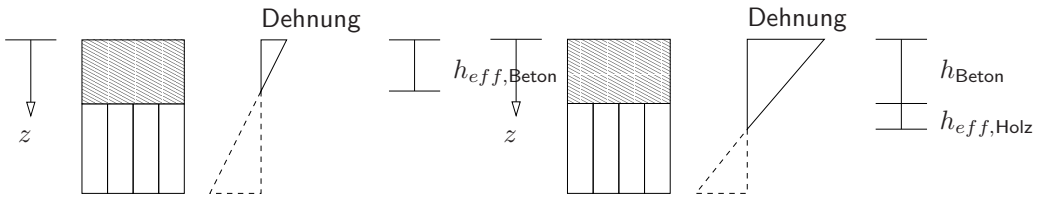
$$J = b_{eff} \cdot \frac{h^3_{eff,\text{Beton}}}{12} \tag{2.57}$$

- Dehnungsnulllinie im Brettstapel

$$\begin{aligned} J =& b_{eff} \cdot \frac{h^3_{\text{Beton}}}{12} + b_{eff} \cdot \frac{h^3_{eff,\text{Holz}}}{12} + b_{eff} \cdot h_{\text{Beton}} \cdot \left(h_{\text{Beton}} - z_{\text{Schwerpunkt}}\right)^2 + \\ & b_{eff} \cdot h_{eff,\text{Holz}} \cdot \left(h_{\text{Beton}} + h_{eff,\text{Holz}} - z_{\text{Schwerpunkt}}\right)^2 \end{aligned} \tag{2.58}$$

  Der Schwerpunkt bestimmt sich dabei zu

$$z_{\text{Schwerpunkt}} = \frac{E_{\text{Beton}} \cdot \frac{h^2_{\text{Beton}}}{2} + E_{90,\text{Brettstapel}} \cdot h_{eff,\text{Holz}} \left(h_{\text{Beton}} + h_{eff,\text{Holz}}\right)}{E_{\text{Beton}} \cdot h_{\text{Beton}} + E_{90,\text{Brettstapel}} \cdot h_{eff,\text{Holz}}} \tag{2.59}$$



(a) Dehnungsnulllinie im Beton (b) Dehnungsnulllinie im Brettstapel

Abbildung 2.28: Wirksame Querschnittshöhen für den Scheibenzustand

Für den Scheibenzustand kann sowohl das Holz als auch der Beton angesetzt werden. Um den Gurt aus Holz-Beton-Verbund in den oben dargestellten Gleichungen zu berücksichtigen, wird die Verbunddecke zu einem Querschnitt mit effektiver Dehnsteifigkeit bestimmt durch

$$EA_{eff} = b_{eff} \cdot (h_{\text{Brettstapel}} \cdot E_{\text{Brettstapel}} + h_{\text{Betonplatte}} \cdot E_{\text{Betonplatte}}) \tag{2.60}$$

Der effektive Schwerpunkt dieser Fläche bestimmt sich ausgehend von der Oberkante des Betons durch (vgl. Abb. 2.29)

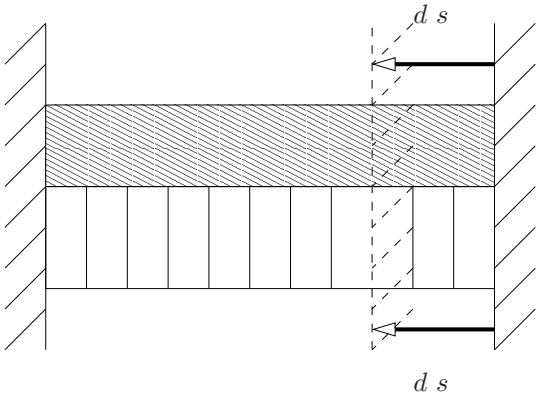


Abbildung 2.29: Bestimmung der effektiven Dehnsteifigkeit

$$z = \frac{E_{90,\text{Brettstapel}} \cdot h_{\text{Brettstapel}} \left(\frac{h_{\text{Brettstapel}}}{2} + h_{\text{Betonplatte}} \right) + E_{\text{Beton}} \cdot \frac{h_{\text{Beton}}^2}{2}}{E_{90,\text{Brettstapel}} \cdot h_{\text{Brettstapel}} + E_{\text{Beton}} \cdot h_{\text{Brettstapel}}} \tag{2.61}$$

Wird nun die Dehnsteifigkeit für verschiedene Querschnittshöhen ausgewertet (vgl. Abb. 2.30), zeigt sich, dass der Einfluss des Holzes auf die Dehnsteifigkeit bei üblichen Abmessungen äußerst gering ist, da die Steifigkeit des Holzes rechtwinklig zur Faser im Verhältnis zur Dehnsteifigkeit des Betons deutlich kleiner ist. Wie aus Abb. 2.30 ersichtlich wird, ist bei einem Verhältnis der Dicke der Betonplatte zur Brettstapeldicke von 1:2 die Verbundsteifigkeit um etwa 3% größer als die reine Betondehnsteifigkeit.

Üblicherweise stellt das Verhältnis 1:2 bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken die untere Grenze der Betonplattendicke dar, da bei diesem Verhältnis der Beton komplett überdrückt ist, während der Brettstapel im Wesentlichen auf Zug beansprucht wird. Da die Brettstapelabmessungen von etwa 12 bis maximal 24 cm betragen, ergeben sich bei einem Dickenverhältnis von 1:2 Betonplattenstärken von 6 bis 12 cm. Werden nun die Randabstände der Schwindbewehrung berücksichtigt, stellt insbesondere eine Plattenstärke von 6cm eine unterste Grenze

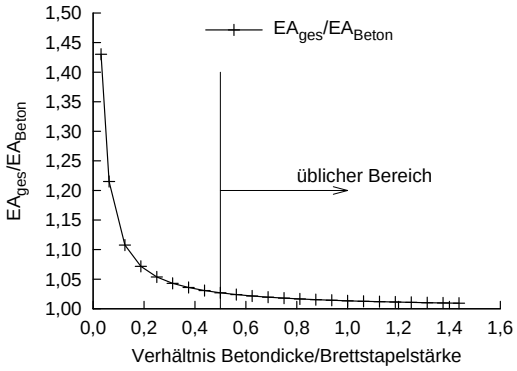


Abbildung 2.30: Verhältnis der gesamten Biegesteifigkeit nach Gl. (2.60) bezogen auf die Dehnsteifigkeit des Betons

dar. Aus diesem Grund ist es eher unwahrscheinlich, dass kleinere Betonplattenstärken als die Hälfte der Brettstapeldicke angewandt werden.

Da ab diesem Verhältnis der Einfluss der Dehnsteifigkeit des Holzes auf die gesamte Dehnsteifigkeit kleiner als 3% ist, kann die Auswirkung des Holzes auf die gesamte Dehnsteifigkeit vernachlässigt werden, so dass im Folgenden nur die Betonplatte berücksichtigt wird.

2.3.6 Mittragende Breite des Stahl-Beton-Verbundträgers bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen

Werden mit dem oben dargestellten Berechnungsablauf beliebige Querschnitte bestimmt, ergibt sich, dass sich die mittragende Breite zwischen der Breite des Scheibenzustands und des Biegezustand einstellt (vgl. Abb. 2.31), wobei mit zunehmender Aufbetonhöhe die mittragende Breite eher zum Biegezustand hin tendiert.

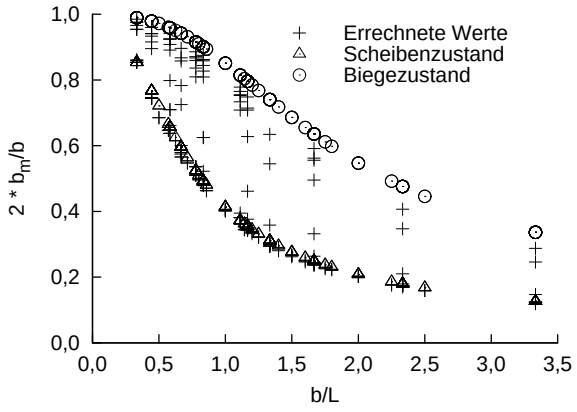


Abbildung 2.31: Mittragende Breite bei allgemeinen Querschnitten

Wird der Parameterbereich auf einen sinnvollen Anwendungsbereich eingeschränkt, wobei davon ausgegangen wird, dass die Höhe des Betons nicht größer ist als die Höhe des Holzes,

ergibt sich, dass alle mittragenden Breiten im Wesentlichen der mittragenden Breite im Scheibenzustand entsprechen (vgl. Abb. 2.32).

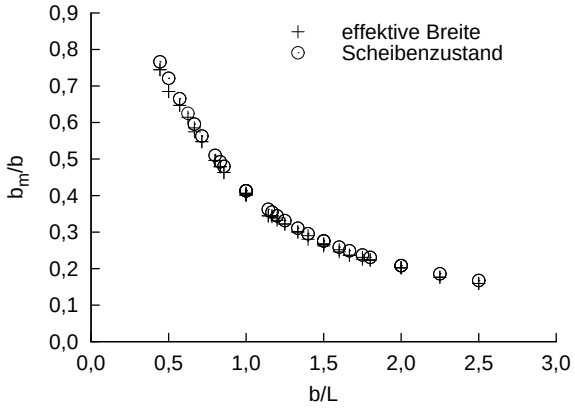


Abbildung 2.32: Mittragende Breite bei Querschnitten mit $h_{\text{Beton}}/h_{\text{Holz}} \simeq 1/2$

Der durch eine Fourierreihenzerlegung ermittelte Scheibenzustand lässt sich durch folgende Funktion anpassen

$$\frac{b_m}{b} = \begin{cases} 1 - tanh\left(k_5 \cdot \left(\frac{b}{L}\right)^{k_4} + k_3\right) \cdot k_2 + k_1 \cdot \frac{b}{L} & \text{für} \quad \frac{b}{L} \leq 1{,}0 \\ \frac{L}{4 \cdot b} & \text{für} \quad \frac{b}{L} > 1{,}0 \end{cases} \tag{2.62}$$

mit k_1 =-0.192075491
k_2 =0.712263271
k_3 =-0.047107588
k_4 =1.216675002
k_5 =5.476884308

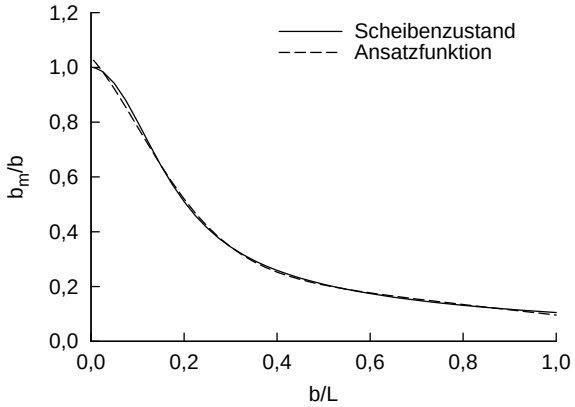


Abbildung 2.33: Vergleich des Scheibenzustands mit der angepassten Funktion nach Gl. (2.62)

Wird nun dieser Scheibenzustand mit den Normen verglichen ergibt sich, dass die Bestimmung der mittragenden Breite analog [Eurocode 4 1994] die geringste Abweichung der vergli-

chenen Normen ergibt (vgl. Abb. 2.34). Aus diesem Grund wird im Folgenden die mittragende Breite nach dieser Norm bestimmt, sobald das Seitenverhältnis b/L größer als 1,0 wird.

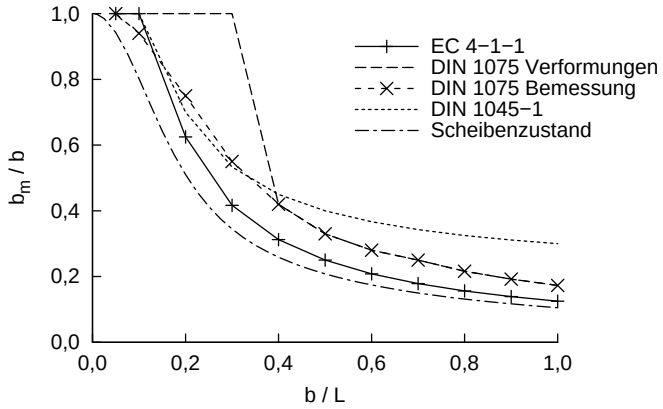


Abbildung 2.34: Mittragende Breite

Es zeigt sich also, dass

- der Brettstapel keinen Einfluss auf die mittragende Breite hat und
- die Lastausbreitung im Wesentlichen aus der Scheibenwirkung erfolgt

Dies bedeutet, dass der Schulterschub aus dem Stahl-Beton-Verbundträger alleine durch den Beton übertragen wird, so dass der Anschnitt im Bereich des Übergangs des Stahl-Beton-Verbundträgers zum Holz-Beton-Verbundträger der kritische Anschnitt ist. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass die Regelungen nach [Eurocode 4 1994] eine ausreichende Übereinstimmung im typischen Anwendungsbereich besitzen. Daher wird auch bei der Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbundträger mit integrierten Slim-Floor-Profilen auf diese Regelung bzw. auf Gl. (2.62) zurückgegriffen.

3 Experimentelle Untersuchungen

3.1 Randbedingungen der Versuche

Durch die im Rahmen dieses Kapitels vorgestellten Versuche soll das numerische und das mechanische Modell verifiziert werden. Für die Bestimmung der Abmessungen der Decke werden als „reale" Bausituation die in Tab. 3.1 dargestellte Geometrie zu Grunde gelegt werden.

Tabelle 3.1: Durch Versuche idealisierte Bausituation

Spannweite des Slim-Floor-Profils	6 m [1]
Spannweite der Brettstapel-Beton-Verbunddecke	8 m
Ausbaulasten	1 kN/m^2
Verkehrslasten	3,5 kN/m^2

[1] Größere Spannweiten sind prinzipiell möglich, jedoch begrenzt in diesem Fall die vorhandene Prüfeinrichtung die zu untersuchende Spannweiten

Aus einer Vorbemessung ergeben sich für die in Tab. 3.1 gegebene Situation die in Tab. 3.2 gegebenen Abmessungen der Decke. Mit diesen Abmessungen sind drei Versuche durch-

Tabelle 3.2: Querschnittsabmessungen

Höhe des Brettstapel	20 cm
Güte des Brettstapels	S10
Höhe des Aufbetons	10 cm
Güte des Betons	C20/25
Slim-Floor-Profil	UPE 180
Stahlgüte des UPE-Profils	S355
Abmessungen des Untergurts	380 $\times$ 10 mm
Stahlgüte des Untergurts	S355
Bewehrung zur Längsschubsicherung	$\varnothing$ 14mm alle 15 cm
Kopfbolzendübel	$\varnothing$ 16mm, $\ell = 125$mm
Anzahl der Kopfbolzendübel pro Slim-Floor-Profil	59 Stück

geführt worden, mit denen insbesondere die offenen Fragen hinsichtlich der Querkraftabtragung und der Mitwirkung bzw. des Einflusses des Brettstapels bei der Lastabtragung untersucht werden sollen.

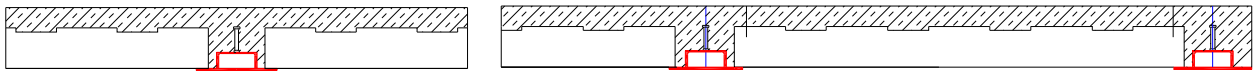
Auf eine experimentelle Untersuchung des Einflusses der Momententragfähigkeit der durchlaufenden Betonplatte über dem Slim-Floor-Profil wird verzichtet, da – wie in Kap. 2.1 gezeigt wird – die Materialstreuungen des Betons hier einen sehr großen Einfluss ausüben. Dadurch kann die Momententragfähigkeit des Anschlusses nur durch die Grenzwerte „ungerissener Beton" und „völlig gerissener Beton" erfasst werden. Diese Grenzwerte sind jedoch so klar definiert, dass keine experimentellen Untersuchungen hierzu als erforderlich erachtet werden.

3.2 Versuchsaufbau

3.2.1 Allgemeines

Um die Querkrafttragfähigkeit und die mitwirkende Breite des Betons experimentell zu bestimmen, sind prinzipiell zwei verschiedene Versuchsaufbauten geplant worden:

- Träger (vgl. Abb. 3.1(a))
- Deckenausschnitt (vgl. Abb. 3.1(b))



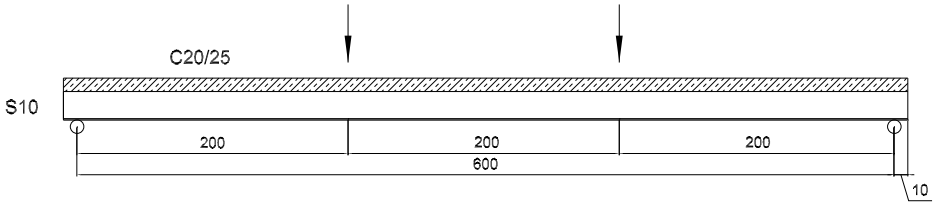
(a) Träger (b) Deckenausschnitt

Abbildung 3.1: Querschnitte

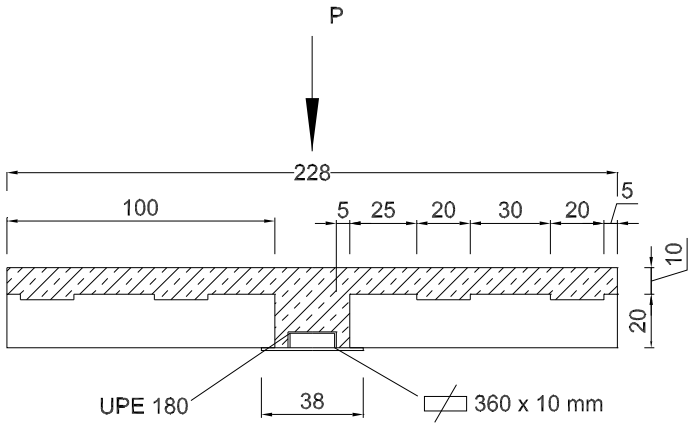
3.2.2 Versuchsaufbau Träger

Der Versuchsaufbau „Träger" besteht aus einem mittig angeordneten Slim-Floor-Profil mit links und rechts angeordneten Kragarme in Brettstapel-Beton-Verbundbauweise mit den in Tab. 3.2 gegebenen Abmessungen. Dieser Querschnitt wurde als 4-Punkt-Biegeversuch mit einer Spannweite von 6 m geprüft (vgl. Abb. 3.2). Die Lagerung erfolgte durch Lagerung der Slim-Floor-Profile, so dass keine Last über den Brettstapel direkt ins Auflager übertragen werden konnte. Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen wurden folgende Größen gemessen:

- Verformung in Trägermitte in Abhängigkeit der Kraft durch Wegnehmer: Damit lässt sich die Steifigkeit des gesamten Systems im Hinblick auf den Verformungsnachweis überprüfen.
- Dehnung im Flansch senkrecht zur Spannrichtung, so dass der Anteil der über den Flansch abgetragenen Querkraft bestimmt werden kann.
- Dehnung im Flansch parallel zur Spannrichtung
- Dehnung in der Bewehrung parallel zur Spannrichtung: Mit dieser Messung lässt sich die Mitwirkung des Betons erfassen.



(a) Längssystem des Versuchskörpers

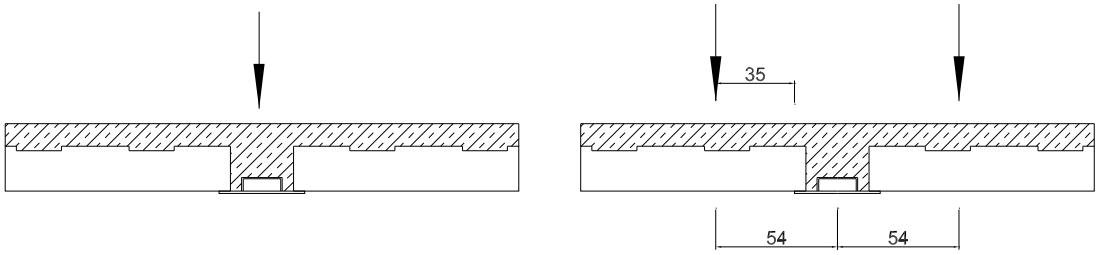


(b) Querschnitt

Abbildung 3.2: Abmessungen in cm

Für diesen Versuchsträger wurden zwei Belastungssituationen aufgebracht:

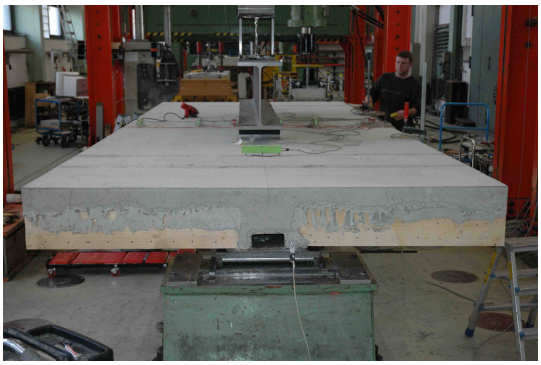
- mittige Anordnung der Lasteinleitung (vgl. Abb. 3.3(a) und Abb. 3.4)
- außermittige Anordnung der Lasteinleitung, wobei die Entfernung der Lasteinleitung so gewählt wurde, dass die Last gerade $2 \cdot h_{\text{Brettstapel + Beton}}$ vom Rand des Flansches entfernt war, wobei die Lasteinleitungsfläche 10 cm $\times$ 10 cm betrug. Damit wurde erreicht, dass die komplette Querkraft über den Flansch und dem Betonkern eingeleitet wird (vgl. Abb. 3.3(b) und Abb. 3.5).



(a) mittig (b) außermittig

Abbildung 3.3: Anordnung der Last

(a) Versuchsaufbau



(b) Lasteinleitung

Abbildung 3.4: Versuchsaufbau des Trägers 1

Abbildung 3.5: Versuchsaufbau des Trägers 2

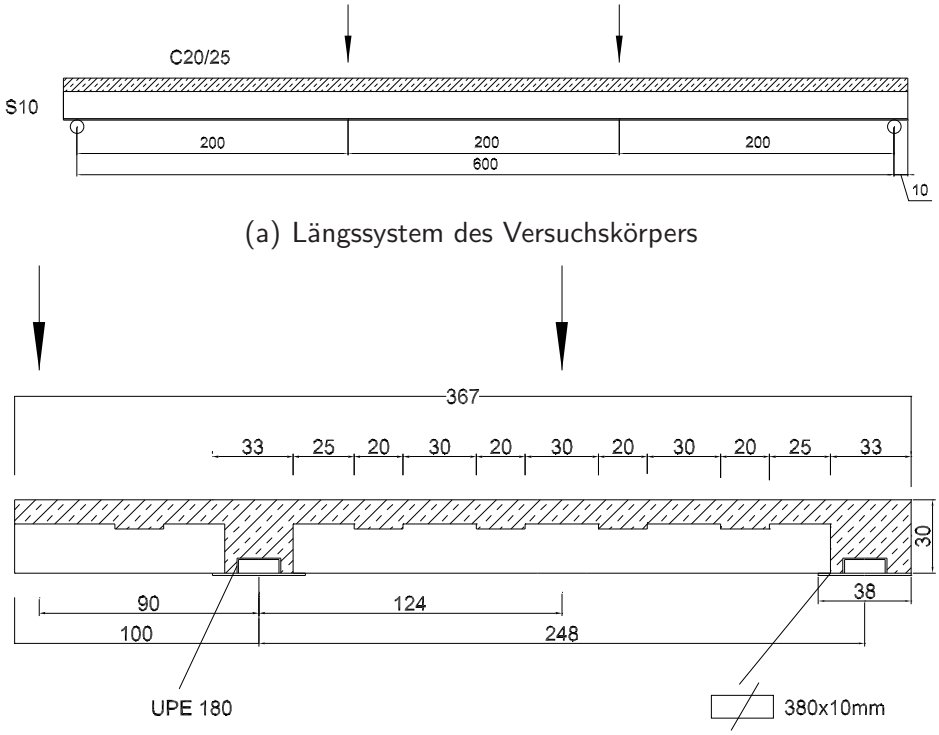
3.2.3 Versuchsaufbau Deckenausschnitt

Mit diesem Versuchsaufbau ist es jedoch nicht möglich, das in Kap. 2.2 rechnerisch untersuchte „Durchstanzen“ der Decke zu bestimmen.

Aus diesem Grund wurde als dritter Versuch ein Deckenausschnitt mit Randträgern untersucht (vgl. Abb. 3.1(b) und Abb. 3.6). Dabei handelte es sich um einen 4-Punkt-Biegeversuch, bei dem die Beanspruchung in der Mitte der Brettstapel-Beton-Verbunddecke eingebaut wurde. Die Lagerung erfolgte durch Lagerung der Slim-Floor-Profile, so dass keine Last über den Brettstapel direkt ins Auflager übertragen werden konnte.

Mit diesem Versuchsaufbau sollte insbesondere die Querkraftabtragung von der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in das Slim-Floor-Profil untersucht werden. Dazu wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Verformungsmessung in der Mitte der Slim-Floor-Profile und der Brettstapel-Beton-Verbunddecke zur Bestimmung des Last-Verformungsverhalten des Deckenausschnitts
- Dehnungsmessungen im Bereich der Flansch senkrecht und parallel zum Stahlprofil, so dass hier das Fließen des Stahls messtechnisch erfasst wurde.
- Dehnungsmessung im Bereich des Betons, um die Rissentstehung zu erfassen.



(a) Längssystem des Versuchskörpers

(b) Querschnitt

Abbildung 3.6: Versuchsaufbau für den Deckenausschnitt (Maße in cm)

(a) Versuchsaufbau (b) Lasteinleitung

Abbildung 3.7: Versuchsaufbau der Decke

3.3 Betoneigenschaften

Für die Bestimmung der Druckfestigkeit wurden 3 Betonwürfel mit der Kantenlänge von 15 cm bis zum Bruch belastet. Mit den Umrechnungen eines 15 cm Würfels in charakteristische Festigkeiten nach [Eurocode 2 1992] ergeben sich die in Tab. 3.3 aufgeführten Betongüten.

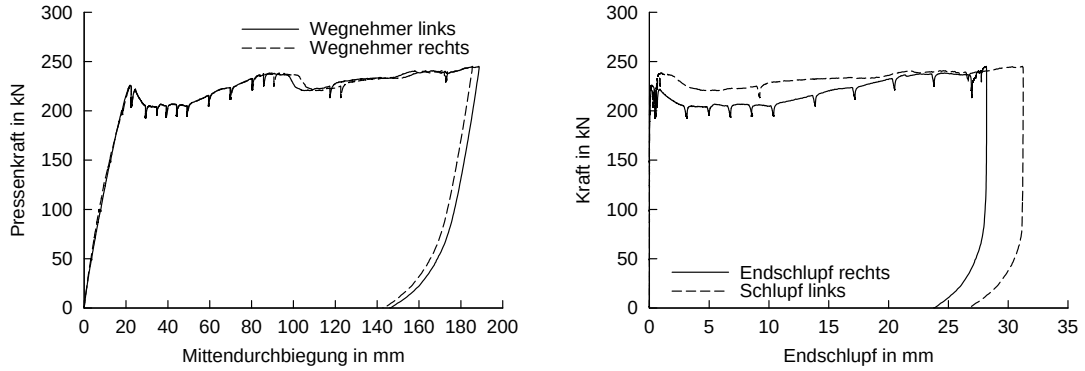
Tabelle 3.3: Experimentell ermittelte Betoneigenschaften

	Träger 1	Träger 2	Decke 3
mittlere Druckfestigkeit f_{cm} [N/mm^2]	48,1	41,1	30,4
charakteristische Druckfestigkeit f_{ck} [N/mm^2]	32	27	19
Betongüte	C30/37	C25/30	C20/25

3.4 Last-Verschiebungsverhalten

3.4.1 Last-Verformungsverhalten des Trägers 1

In Abb. 3.8(a) ist das Last-Verformungsverhalten des Trägers 1 dargestellt. Wie daraus ersichtlich wird, steigt die Last bis etwa 225 kN Pressenkraft linear-elastisch an. Ab dieser Pressenkraft nimmt der Endschlupf des Trägers stark zu (vgl. Abb. 3.8(b)).



(a) Last-Verformungsbeziehung des Trägers 1 (b) Endschlupf des Trägers 1

Abbildung 3.8: Last-Verschiebungsbeziehung des Trägers 1

Dies deutete darauf hin, dass die Verbundfuge versagte, da zeitgleich senkrechte Risse im Bereich des Endauflagers entstanden (vgl. Abb. 3.9), die auf ein teilweises Aufspalten des Betonkerns hinwiesen. Zusätzlich verformte sich die Platte mit zunehmendem Pressenweg an den Enden nach oben, da die Spaltwirkung der Kopfbolzendübel die Betonplatte nach außen drückt (vgl. Abb. 3.10). Damit zeigte sich, dass das Holz zu weich ist, um dem Beton nennenswerte Stützung gegen das Aufspalten des Betonskerns zu bieten.

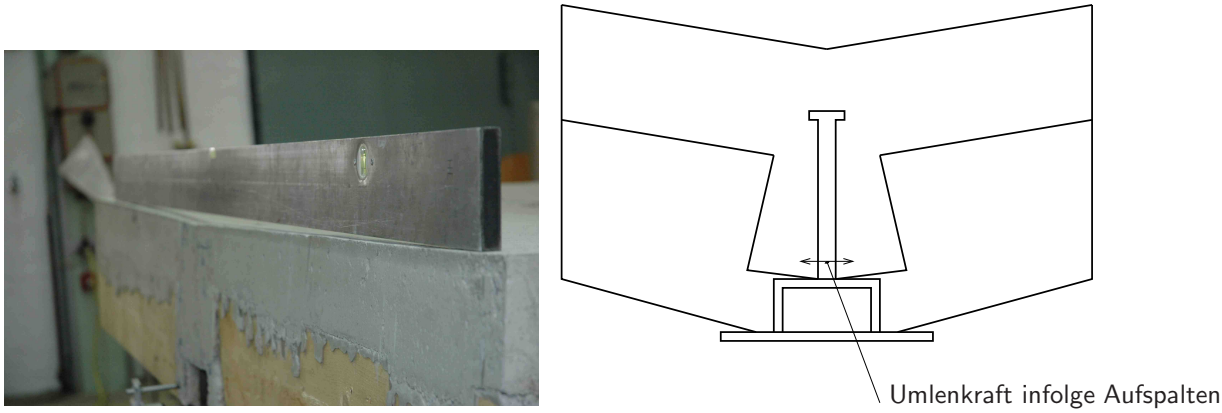
Damit entspricht das Versagen nicht dem Versagen von Kopfbolzendübel in herkömmlichen Platten, sondern durch den Betonstummel und der damit verbundenen Gefahr des Aufspaltens ist der Kopfbolzendübel als liegender Kopfbolzendübel einzustufen (vgl. [Breuninger 2000]). Dies bedingt allerdings auch, dass eine Bügelbewehrung im Bereich des Kopfbolzendübels einzulegen ist (vgl. [Breuninger 2000]).

3.4.2 Last-Verformungsverhalten des Trägers 2

In Abb. 3.11 sind die Last-Verschiebungsbeziehungen der Mittendurchbiegung und des Endschlupfes des Trägers 2 dargestellt. Wie daraus ersichtlich wird, ließ sich die Beanspruchung

(a) Linkes Trägerende (b) Rechtes Trägerende

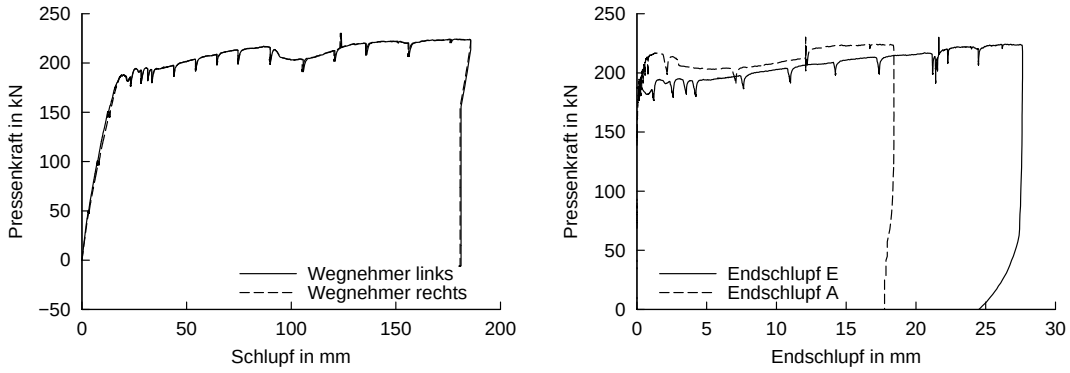
Abbildung 3.9: Risse im Endbereich des Trägers



(a) Verformung (b) Aufspalten am Fuss des Kopfbolzendübels

Abbildung 3.10: Abheben der Ecken am Trägerende

wie beim Versuchsträger 1 auch in diesem Fall steigern, ohne dass zu Beginn ein Schlupf entstand.



(a) Mittendurchbiegung (b) Endschlupf

Abbildung 3.11: Gemessenen Last-Verschiebungsbeziehungen des Trägers 2

Bis etwa 187kN kann von einer linear-elastischen Beziehung zwischen Verformung und Belastung ausgegangen werden. Unter einer höheren Last nahm die Verformung überproportional zu. Auch in diesem Fall war die Ursache das Versagen der Verbundfuge, da bei 187kN der Endschlupf stark zu nahm.

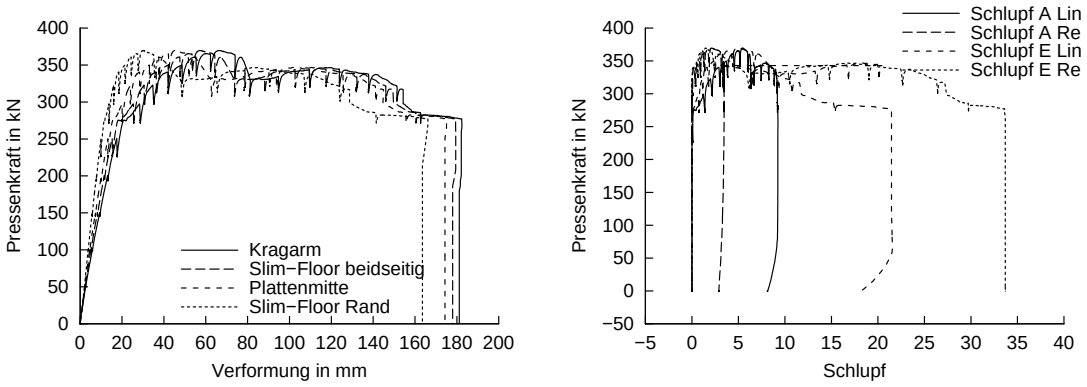
Die aufnehmbare maximale Last des Trägers war 230,2kN. Unter dieser Last begann der Beton an der Oberfläche infolge der Druckbeanspruchung abzuplatzen (vgl. Abb. 3.12). Damit war die Tragfähigkeit des Trägers erschöpft. Allerdings konnte der Abfall der Last nicht

Abbildung 3.12: Abplatzungen an der Oberfläche der Betonplatte

gemessen werden, da der Versuch abgebrochen werden musste, da eine größere Verformung durch den Pressenzylinder in der verwendeten Konfiguration nicht möglich war.

3.4.3 Last-Verformungsverhalten der Deckenausschnitts VD3

In Abb. 3.13(a) ist die Verformung an den vier Stellen in Abhängigkeit der Pressenkraft dargestellt. Wie daraus ersichtlich wird, stieg auch in diesem Fall die Last bis etwa 368 kN an. Nach Erreichen der maximalen Last trat auch bei dieser Geometrie ein duktiles Versagen auf.



(a) Mittendurchbiegung (b) Endschlupf

Abbildung 3.13: Last-Verformungsverhalten des Deckenversuchs

Auch bei diesem Deckenversuch wurde das Versagen hauptsächlich durch das Versagen der

Verbundfuge ausgelöst. So nahm auch in diesem Fall die Verformung in dem Moment stark zu, als der Schlupf am Ende stark anstieg (vgl. Abb. 3.13(b)).

Nach Ende des Versuchs wurden die Kopfbolzendübel eines Slim-Floor-Profils freigelegt. Dabei wurde ersichtlich, dass nicht nur die Kopfbolzendübel am Rand, sondern alle Kopfbolzendübel bis zur Lasteinleitung eine plastische Verformung erfahren hatten (vgl. Abb. 3.14), so dass die Annahme einer vollplastischen Tragfähigkeit der Verbundfuge nicht nur durch die Rechnungen (vgl. Abs. 3.5.1), sondern auch durch die visuelle Kontrolle plausibel ist.

(a) Kopfbolzendübel im Bereich der Lasteinleitung

(b) Kopfbolzendübel am Rand

Abbildung 3.14: Verformung der Kopfbolzendübel

3.5 Schnittgrößenaufteilung

3.5.1 Schnittgrößenaufteilung für den Träger 1

Aus den Dehnungen auf der Oberseite und Unterseite des Slim-Floor-Profils lassen sich die Schwerpunktsdehnung und die Krümmung bestimmen. Solange die Dehnung unterhalb der Fließgrenze ist, kann daraus die Normalkraft bestimmt werden.

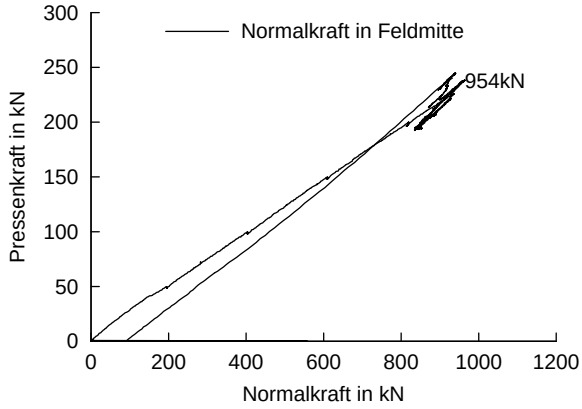


Abbildung 3.15: Verlauf der Normalkraft in Feldmitte in Abhängigkeit der Pressenkraft

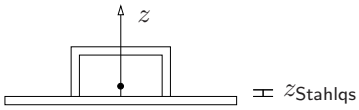
Die maximale Normalkraft in Feldmitte des Slim-Floor-Profils ergibt sich unter Berücksichtigung des teilplastischen Verhaltens zu 954 kN (vgl. Abb. 3.15).

Aus dieser Normalkraft lässt sich nun die gerissenen Zone des Betons bestimmen zu

$$z_{pl} = \frac{N}{b \cdot f_{cm} \cdot \alpha} = \frac{954kN}{228cm \cdot 4{,}81kN/cm^2 \cdot 0{,}8} = 1{,}1cm \tag{3.1}$$

Der innere Hebelarm lässt sich durch folgende Beziehung bestimmen

$$a_{eff} = h_{\text{Holz}} + h_{\text{Beton}} - z_{pl} - z_{\text{Stahlqs}} = 190 + 110 - 0.4 \cdot 11 - 25.84mm = 269.77mm \tag{3.2}$$



Damit bestimmt sich das maximale Moment zu

$$M_{max,rech} = N \cdot a_{eff} = 954 \cdot 269{,}77 = 257360kNmm = 257kNm \tag{3.3}$$

Wird dieses maximale rechnerische Moment mit dem maximalen vorhandenen Versuchsmoment verglichen,

$$\frac{M_{\text{vorh.}}}{M_{\text{Rückrechnung}}} = \frac{\frac{245kN}{2} \cdot 2m}{257} = \frac{245}{257} = 0{,}95 \tag{3.4}$$

zeigt sich, dass eine plastische Bemessung dieser Verbundträger möglich ist, da eine ausreichende Genauigkeit zwischen der Bemessung und Versuch vorhanden ist.

Wird jedoch die Schubkraft in der Verbundfuge verglichen mit der möglichen Schubkraft für stehende Kopfbolzendübeln nach [Eurocode 4 1994], ergibt sich eine deutliche Abweichung. So bestimmt sich die charakteristische Schubtragfähigkeit des Kopfbolzendübels nach [Eurocode 4 1994] zu

$$P_R = min \begin{cases} 0{,}8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} & \text{für Versagen des Dübels} \\ 0{,}29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} & \text{für Versagen des Betons} \end{cases} \tag{3.5}$$

Mit den ermittelten Werkstoffkennwerten des Beton ergibt sich somit eine Tragfähigkeit des Kopfbolzendübels von $P_R = 72{,}37kN$. Wird nun die maximale Normalkraft in der Betonplatte unter der Annahme eines plastischen Verhaltens der Verbundfuge bestimmt, ergibt sich eine Normalkraft am Lasteinleitungspunkt von (vgl. Abb. 3.14 und Abb. 3.16)

$$N_{max} = \underbrace{\frac{59\text{Stück}}{3}}_{\text{Anzahl KoBos zwischen Auflager bis Lasteinleitung}} \cdot 72{,}73kN = 1399kN \tag{3.6}$$

d.h. bei vollem Plastizieren der Verbundfuge müsste zwischen dem Auflager und der ersten Lasteinleitung eine Schubkraft von 1399 kN eingeleitet werden können. Kann diese Last eingeleitet werden, steht eine Momententragfähigkeit von 359 kNm zur Verfügung, was den in Abs. 3.1 gestellten Anforderungen entsprechen würde.

Damit wurde die geringere Tragfähigkeit der Decke im Vergleich zu der Vorbemessung im

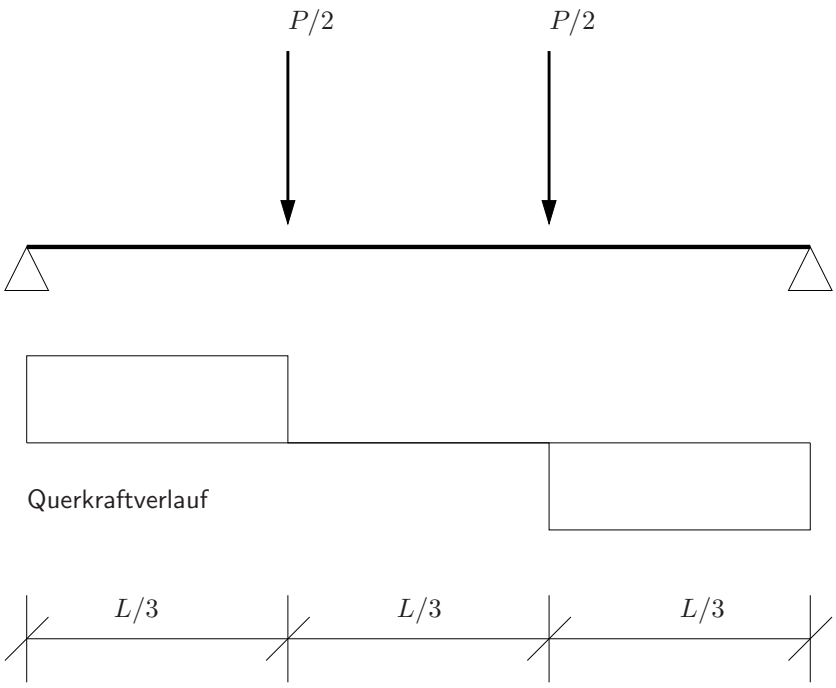


Abbildung 3.16: Querkraftverlauf des Versuchträgers

Wesentlichen durch die geringere Tragfähigkeit in der Verbundfuge, also durch das Aufspalten des Betons verursacht.

Wie bereits erwähnt, stellte sich hier ein Aufspalten des Betons am Ende des Slim-Floor-Trägers ein (vgl. Abb. 3.9). Dieses Verhalten wurde bisher eigentlich nur bei liegenden Kopfbolzendübeln beobachtet. Um dieses Aufspalten und den damit verbundenen Abfall der Tragfähigkeit zu verhindern, reichen die Regelungen nach [Eurocode 4 1994] nicht aus, da bei diesen Regelungen lediglich der Abstand der Bewehrung vom Kopf des Dübels geregelt ist. Damit kann insbesondere bei hohen Kopfbolzendübel zwar die Bewehrung konform zu [Eurocode 4 1994] eingelegt werden, ohne dass das Aufspalten nennenswert verhindert wird.

Dies wird u.a. dann deutlich, wenn Kopfbolzendübel analog den stiftförmigen Verbindungsmittel des Holzbaus mit Hilfe der Theorie nach [Johansen 1949] abgebildet werden. Wird als Lochleibungsfestigkeit anstatt der normalen Druckspannungen die Teilflächenpressung angesetzt, lässt sich die Tragfähigkeit von Kopfbolzendübeln bestimmen. Allerdings ist die hier ermittelte rechnerische Tragfähigkeit deutlich geringer als die Tragfähigkeit nach [Eurocode 4 1994], da bei der Berechnung nach [Johansen 1949] kein Lastabtrag über den Schweißwulst und keine Umlenkkräfte durch Schiefstellen des Dübels berücksichtigt werden. Dennoch lässt sich das Tragverhalten der Kopfbolzendübel mit der Theorie nach [Johansen 1949] darstellen. Wird diese Theorie auf die verwendeten Abmessungen der Kopfbolzendübel angewandt, kann festgestellt werden, dass die Schubkraft am Fuss des Kopfbolzendübels übertragen wird, da im Wesentlichen der Versagensmodus 3 maßgebend wird (vgl. Abb. 3.17).

Diese Schubkraftübertragung erfolgt – wie die Berechnungen zeigen – an den unteren 3,3 cm des Kopfbolzendübels. Damit entsteht die Spaltzugkraft in diesem Bereich. Ist nun der Abstand zwischen der Bewehrung und dem Angriffspunkt der Spaltzugkraft – wie bei dieser Bauweise – zu groß, kann die Bewehrung die Spaltzukraft nicht aufnehmen. Daher sind für

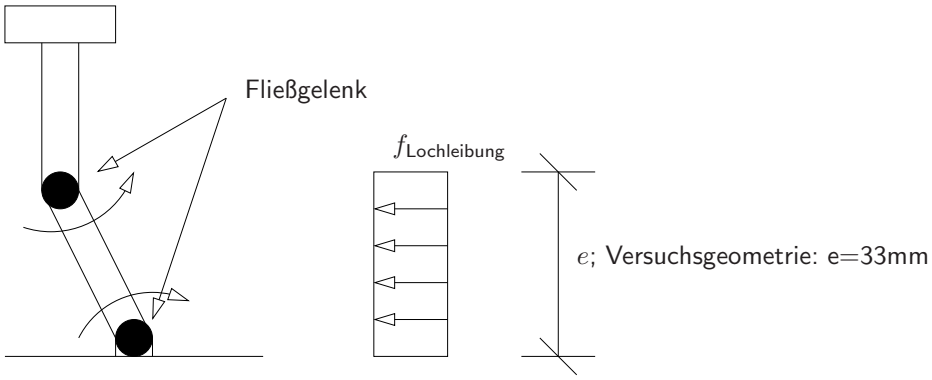


Abbildung 3.17: Anwendung der Theorie nach [Johansen 1949] auf Kopfbolzendübel

diese Bauweise die Regelungen des [Eurocode 4 1994] nicht ausreichend.

Um dennoch diese Bauweise und insbesondere die Verbundfuge abbilden zu können, muss eine Bügelbewehrung eingelegt werden. Um das Spalten des Betons zu berücksichtigen, kann das Tragverhalten der Kopfbolzendübeln dadurch bestimmt werden, indem die eigentlich stehenden Kopfbolzendübeln als Anschluss in die Stirnfläche einer Platte – also als liegende bzw. randnahe Kopfbolzendübeln – aufgefasst werden (vgl. [Breuninger 2000]).

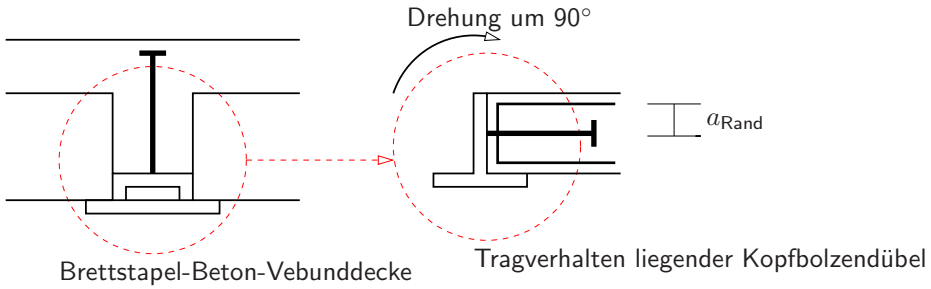


Abbildung 3.18: Berechnung der Kopfbolzendübel als liegende Kopfbolzendübel

Da bei den Versuchsträger analog den Regelungen nach [Eurocode 4 1994] keine Bügelbewehrung eingebaut wurde, trat hier ein vorzeitiges Versagen ein. Nach [Breuninger 2000] entstehen bei liegenden Kopfbolzendübeln eine durch die Bewehrung aufzunehmende Kraft von

$$Z = P_{Rd} \cdot 0.3 \cdot \left(1 - \frac{d_{\text{Kobo}}}{a_{\text{Rand}}}\right) \tag{3.7}$$

mit	P_{Rd}	Tragfähigkeit des Kopfbolzendübels
	Z	zu übertragende Zugkraft
	d_{Kobo}	Durchmesser des Kopfbolzendübels
	a_{Rand}	Randabstand zur Bewehrung (vgl. Abb. 3.18)

Da bei den Versuchsträger keine Bügelbewehrung eingelegt war, musste die Umlenkkraft durch den Beton übertragen werden. Auch hier stellt sich die Frage nach dem Randabstand. Um dennoch die Regelung nach [Breuninger 2000] anzuwenden und zu überprüfen, ob dieses Versagen maßgebend wurde, wird ein Stabwerkmodell entwickelt (vgl. Abb. 3.19). Anhand

dieses Stabwerkmodells lässt sich der effektive Randabstand zu

$$a_{\text{Rand}} = \frac{b}{4} = \frac{280}{4} = 70mm \tag{3.8}$$

bestimmen. Die übertragbare Zugkraft ergibt sich aus der mittleren Betonzugfestigkeit und

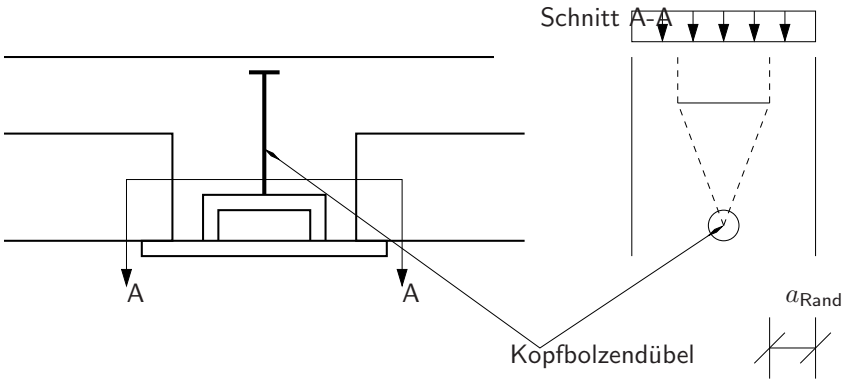


Abbildung 3.19: Stabwerkmodell im Bereich des Kopfbolzendübels

der zur Verfügung stehenden Fläche. Die zur Verfügung stehende Fläche setzt sich zusammen aus dem Abstand zwischen den Kopfbolzendübeln und der effektiven Höhe, die mit der Theorie [Johansen 1949] bestimmt wurde. Damit ergibt sich die Festigkeit jedes Kopfbolzendübels zu

$$\begin{aligned} P_{Rd1} =& \frac{Z}{0.3 \cdot \left(1 - \frac{d_{\text{Kobo}}}{a_{\text{Rand}}}\right)} \\ & \frac{\overbrace{2{,}9N/mm^2}^{\text{mittlere Zugfestigkeit eines C30/37}} \cdot 103mm \cdot 33mm}{0.3 \cdot \left(1 - \frac{16}{70}\right)} \\ & = 42{,}6kN \end{aligned} \tag{3.9}$$

Die einleitbare Normalkraft bis zum Entstehen des ersten Risses in die Betonplatte unter der Annahme einer plastischen Tragfähigkeit der Kopfbolzendübeln bestimmt sich somit zu

$$N_{\text{Platte}} = \frac{59}{3} \cdot 42{,}6kN = 837{,}6kN \tag{3.10}$$

Diese rechnerische Normalkraft mit der vorhandenen Normalkraft verglichen, ergibt eine ausreichende Genauigkeit:

$$\frac{N_{\text{Versuch}}}{N_{\text{rech.}}} = \frac{949}{873} = 1.087 \tag{3.11}$$

Somit wurde das Versagen des Trägers durch das Versagen der Verbundfuge verursacht. Da der Vergleich zwischen Berechnung und Versuch zu ausreichend geringen Abweichungen führt, kann die erforderliche Bügelbewehrung durch Gl. (3.7) nach [Breuninger 2000] bestimmt werden.

Damit muss bei der Berechnung der Verbundfuge zwischen Beton und Stahlträger sowohl die Tragfähigkeit für stehende Kopfbolzendübel nach [Eurocode 4 1994] als auch die Tragfähigkeit für randnahe Kopfbolzendübel inklusive der erforderlichen Bügelbewehrung bestimmt werden, wobei der kleinste Wert maßgebend wird.

3.5.2 Schnittgrößenaufteilung des Trägers 2

Wird die Schnittgrößenaufteilung analog Abs. 3.5.1 ausgewertet, ergibt sich eine aus den Versuchen bestimmte Normalkraft von

$$N_{\text{Versuch}} = 751kN \tag{3.12}$$

Wird wiederum analog Abs. 3.5.1 die effektive Höhe nach [Johansen 1949] bestimmt, ergibt sich daraus eine effektive Höhe von

$$h_{\text{eff}} = 36mm \tag{3.13}$$

Unter der Annahme einer Zugfestigkeit eines C25/30 (vgl. Tab. 3.3) ergibt sich somit die Tragfähigkeit eines Kopfbolzendübels zu

$$P_{R,d} = 41{,}6kN \tag{3.14}$$

woraus sich dann analog zu Abs. 3.5.1 eine rechnerische Normalkraft von 819 kN.

Damit ist die Abweichung zwischen rechnerischer und aus den Versuchen bestimmter Normalkraft bestimmt zu

$$\frac{N_{\text{Versuch}}}{N_{\text{rech.}}} = \frac{751}{819} = 0{,}91 \tag{3.15}$$

Die Kontrolle der Momententragfähigkeit analog Abs. 3.5.1 ergibt eine Abweichung von 4%.

$$\frac{M_{\text{vorh.}}}{M_{\text{Rückrechnung}}} = \frac{\frac{230kN}{2} \cdot 2m}{221} = \frac{230}{221} = 1{,}04 \tag{3.16}$$

Auf Grund dieser geringen Abweichung zwischen Berechnung und aus dem Versuch bestimmter Normalkraft und Momententragfähigkeit trifft auch bei diesem Versuchskörper zu, dass das Versagen durch die Verbundfuge verursacht wurde. Dies bedeutet, dass trotz der exzentrischen Lasteinleitung keine ausreichende Querpressung erzielt werden konnte (vgl. Abb. 3.20), mit der das Aufspalten des Betons verhindert werden konnte.

3.6 Mittragende Breite des Betongurts

Um die Lastausbreitung zu bestimmen, wurden auf der Oberseite des Versuchsträger 1 sechs Messstellen zur Dehnungsmessung angebracht. Von diesen sechs Messstellen ist während des Versuchs die Messtelle S6 ausgefallen, so dass die Dehnung nur an 5 Punkten gemessen werden konnte.

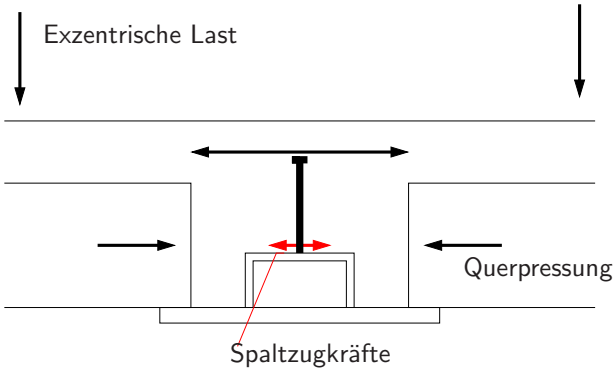
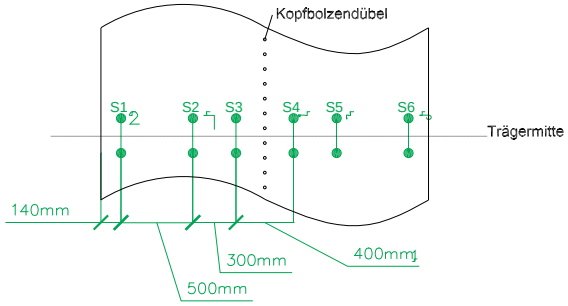
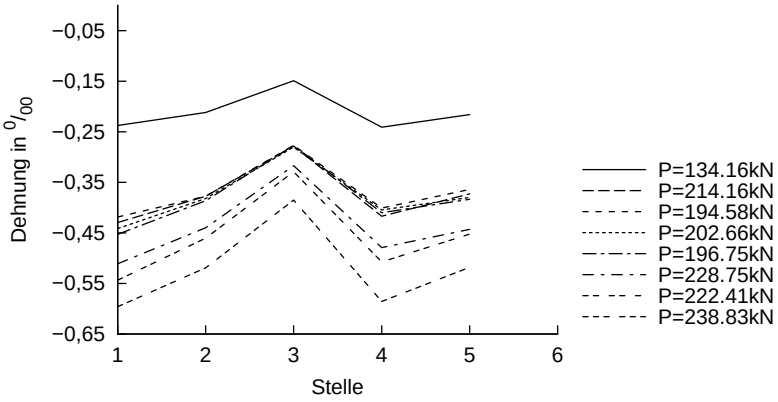


Abbildung 3.20: Querpressung infolge exzentrischer Lasteinleitung



(a) Messtellen



(b) Dehnungen

Abbildung 3.21: Verschiebung zwischen den Messstellen der Setzdehnungsmesser

Wie die Verschiebungen zwischen den Messpunkten der Setzdehnungsmesser zeigen (vgl. Abb. 3.21), wirkte die gesamte Deckenbreite mit. So konnte keine Beeinflussung des Übergangs zwischen Holz-Beton-Verbunddecke und Stahl-Beton-Verbundträger festgestellt werden. Darüber hinaus riss der Beton auch bis zum Rand des Trägers auf (vgl. Abb. 3.22). Da an der Unterseite des Betons eine Zugdehnung auftrat, musste auch im Bereich des Holzes an der Oberseite eine Zugdehnung auftreten, die sich durch das Öffnen der Fugen der einzelnen Brettern zeigte (vgl. Abb. 3.23).

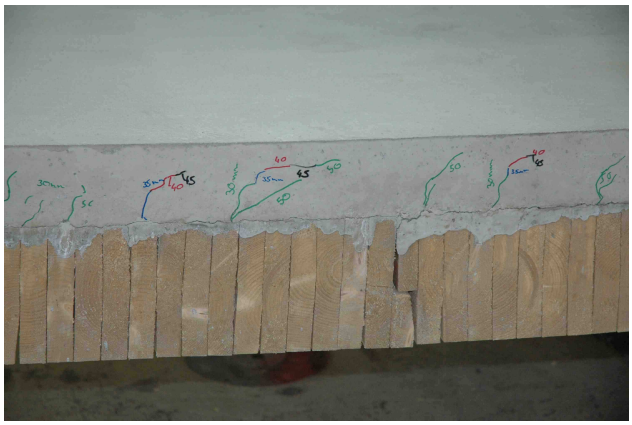


Abbildung 3.22: Risse am Rand der Platte zu den jeweiligen Verformungen

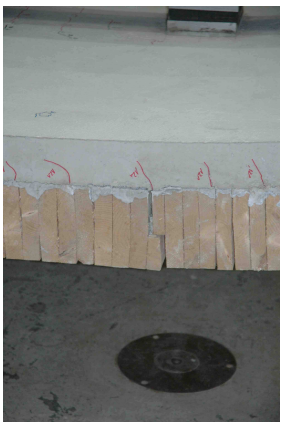


Abbildung 3.23: Öffnen der Fugen des Brettstapels

Damit wurde im Holz keine Druckkraft rechtwinklig zur Faser übertragen, so dass für die mittragende Breite nur der Beton herangezogen werden kann. Damit lässt sich die in Abs. 2.3 vorgestellte Bestimmung der mittragenden Breite anwenden, so dass die in diesem Absatz dargestellten Beziehungen gültig sind.

3.7 Querkraftabtragung

Für die Bestimmung der Beanspruchung des Flansches wurden senkrecht zur Spannrichtung des Stahlprofils auf der Unterseite des Flansches Dehnmesstreifen angebracht.

Ein typischer Verlauf der Dehnungen zeigt Abb. 3.24. Wie daraus ersichtlich wird, tritt im Bereich der Lasteinleitung die größte Dehnung an der Unterseite des Trägers auf.

In Abb. 3.25 ist der Verlauf des gesamten Moments an der Schweißnaht zwischen UPE-Profil und Flansch senkrecht zum Flansch in Abhängigkeit der Pressenkraft dargestellt. Wie daraus ersichtlich wird, nahm die Dehnung zu, obwohl die Pressenkraft annähernd konstant blieb. Ursache kann hierfür sein, dass infolge der größeren Verformung und der damit zunehmenden Risstiefe der Betonplatte (vgl. Abb. 3.26), die Schubkraft stärker über das Holz abgetragen wurde.

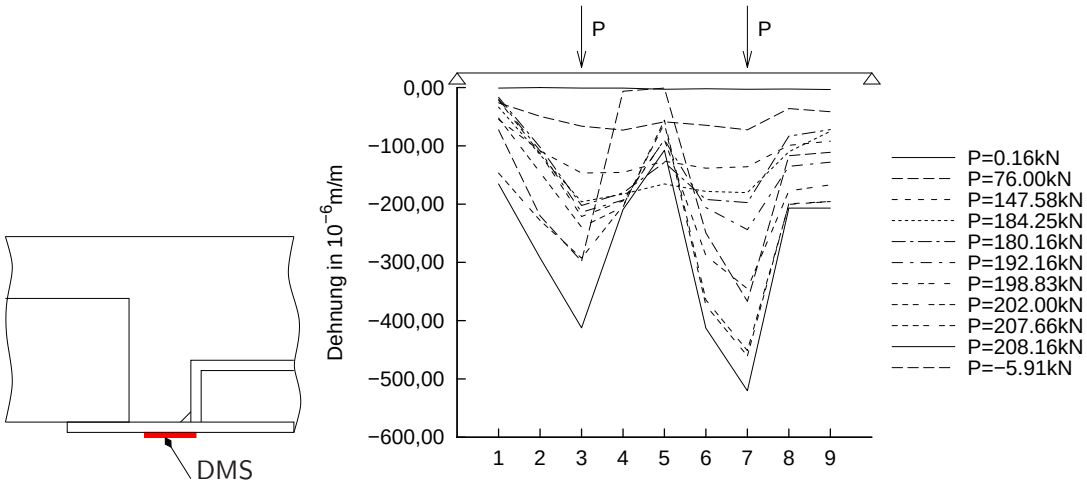


Abbildung 3.24: Verlauf der Dehnung senkrecht zur Spannrichtung des Stahlprofils in Abhängigkeit der Stelle

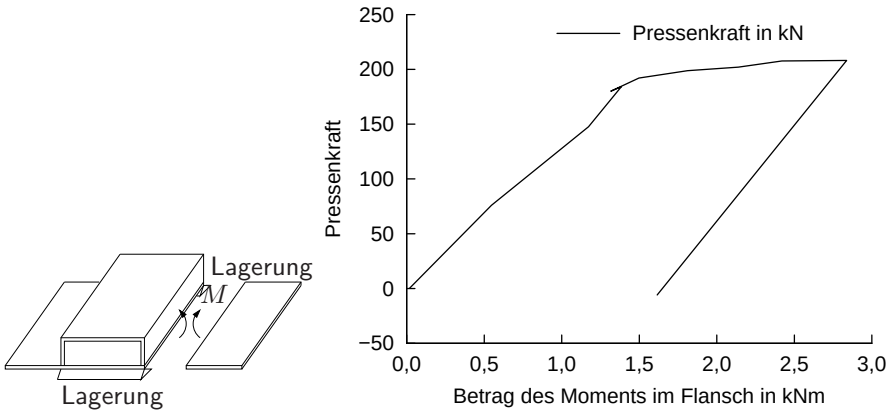


Abbildung 3.25: Verlauf der Momentenbeanspourchung des gesamten unteren Flansches

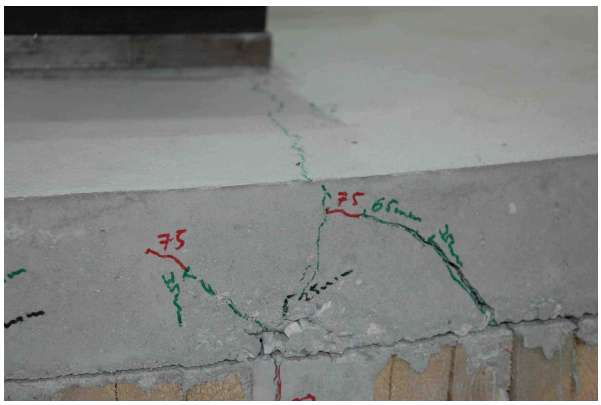
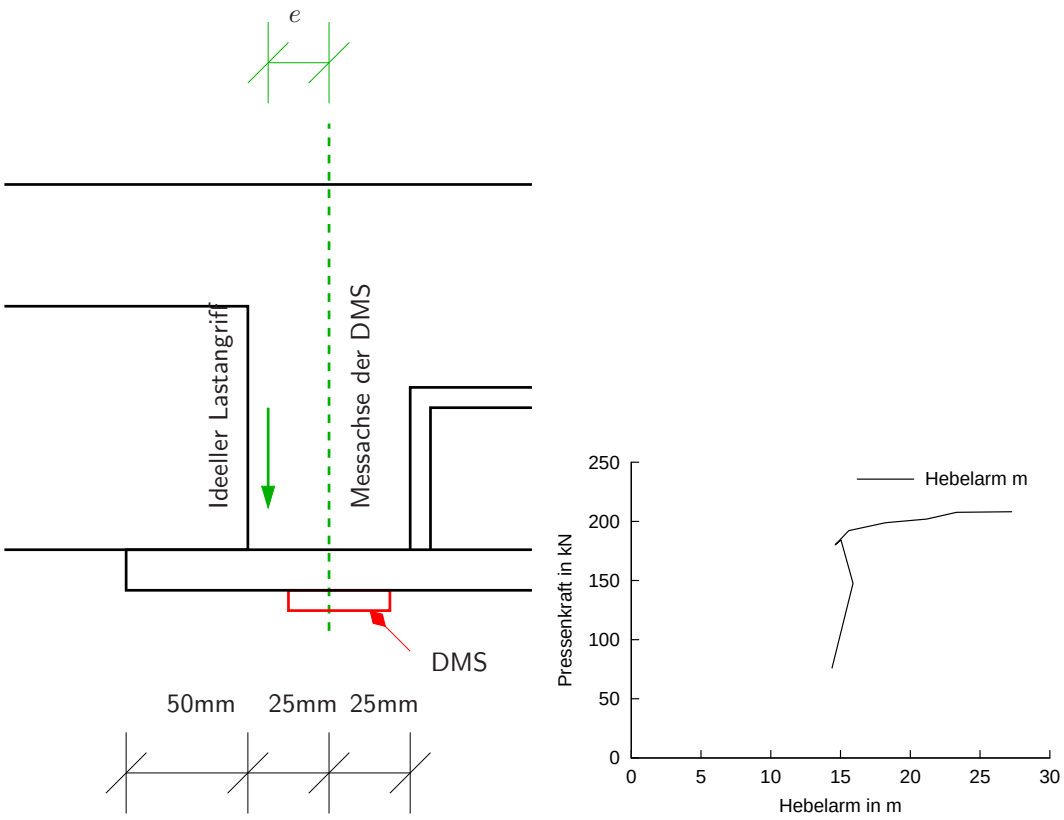


Abbildung 3.26: Fortschreiten der Risse in der Betonplatte (Zahlen kennzeichnen die Verformung in Feldmitte in mm)

Diese Lastumlagerung vom Beton zum Holz hin lässt sich auch durch die Bestimmung eines effektiven Lastangriffspunkt bestimmen.

$$e_{\text{eff}} = \frac{M}{P} \tag{3.17}$$

Dazu werden die Momente entlang des Flansches aufsummiert und durch die resultierende Belastung geteilt. Daraus ergibt sich der in Abb. 3.27 dargestellte Verlauf des effektiven Lastangriffspunkt.



(a) Definition (b) Auswertung

Abbildung 3.27: Effektiver Lastangriffspunkt

Wie daraus ersichtlich wird, nahm die Exzentrizität zu, so dass davon auszugehen ist, dass mit zunehmender Verformung die Tragfähigkeit bzw. Steifigkeit des Beton infolge der Risse senkrecht zur Spannrichtung des Stahlprofils zurückging. Da die maximale Lastexzentrizität jedoch immer kleiner als

$$\begin{aligned} e_{\text{Brettstapel}} &= \underbrace{\frac{50}{2}}_{\text{Auflagerlänge}} + \underbrace{50}_{\text{Abstand Brettstapel-UPE}} - \underbrace{25}_{\text{Abstand UPE-DMS}} \\ &= 50mm \end{aligned} \tag{3.18}$$

ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Last sowohl vom Holz als auch vom Beton übertragen wurde.

Wird die Tragfähigkeit für eine Schubbeanspruchung nach [Eurocode 2 1992] bestimmt, ergibt sich für die Tragfähigkeit eines gerissenen Betonplatte zu

$$V_{Rd} = 70{,}8kN/500mm \tag{3.19}$$

Diese Bestimmung der Tragfähigkeit erfolgt unter der Annahme eines ungerissenen Betons, da an der Oberfläche keine Risse parallel zu Spannrichtung beobachtet werden konnten.

Um nun die zu übertragende Kraft zu bestimmen, wird davon ausgegangen, dass es einen linearen Zusammenhang zwischen Flanschbiegung und Belastung des Flansches infolge Kontakt gibt. Somit lässt sich die prozentuale Verteilung der Lastübertragung bestimmen zu der

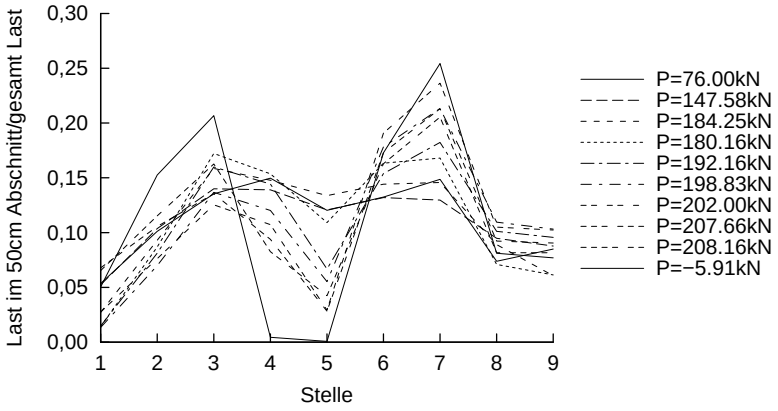


Abbildung 3.28: Verteilung des Querkraftabtrags über den den Flansch (Abstand der Mespunkte = 50 cm)

in Abb. 3.28 dargestellten Verteilung. Aus dem Maximalwert der prozentualen Verteilung lässt sich dann eine maximale Querkraft von

$$V_{\text{Versuch}} = 0{,}23 \cdot 202 = 47.73kN \tag{3.20}$$

bestimmen. Anzumerken ist, dass in Abb. 3.28 zwar auch eine geringere Lastausbreitung auftreten kann, allerdings ist die Belastung deutlich geringer, so dass im Endeffekt die maximale Beanspruchung bei o.g. Verhältnis auftritt.

Wie aus dem Vergleich der aus den Versuchen bestimmten maximalen Querkraft und der maximal möglichen Querkraft eines ungerissenen Betonquerschnitts ersichtlich wird, war die Tragfähigkeit des Betons noch nicht erreicht. Darauf deutet auch hin, dass keine Risse an der Oberfläche festgestellt werden konnten. Ursache hierfür ist der hohe Bewehrungsgrad der Platte, mit dem eine exzentrisches Lasteinleitung ermöglicht wurde. Darüber hinaus war auch bei diesem Träger das Versagen der Verbundfuge der kritische Nachweis, so dass die Biegetragfähigkeit senkrecht zur Spannweite des Stahlprofils nicht ausgenutzt werden konnte.

3.8 Zusammenfassung

Wie das Trag- und Verformungsverhalten der Versuchsträger zeigen, muss im Gegensatz zu herkömmlichen Verbundträgern, bei denen die Längsschubbewehrung gleichmäßig über die Höhe verteilt wird, bei Brettstapel-Beton-Verbunddträgern mit integrierten Slim-Floor-Profilen das Spalten des T-förmigen Betonquerschnitts berücksichtigt werden. Damit muss für diese Verbundfuge sowohl das Tragverhalten von stehenden Kopfbolzendübeln als auch das Tragverhalten von liegenden Kopfbolzendübels berücksichtigt werden (vgl. [Breuninger 2000]). Dies hat zur Folge, dass eine Bügelbewehrung im Bereich der Kopfbolzendübel einzubauen ist.

Einen Einfluss des Holzes auf die mittragende Breite konnte experimentell nicht festgestellt werden, so dass die Decken über die komplette Breite mitwirkten bzw. das Tragverhalten des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers mit Slim-Floor-Profil dem Tragverhalten üblicher Stahl-Beton-Verbunddecken entspricht.

Darüber hinaus zeigte sich, dass der Flansch einer Querbiegung unterliegt. Damit kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Querkraft nicht alleine durch den Betonquerschnitt direkt in den Steg übertragen wird, sondern der Großteil der Beanspruchung über Kontakt in die Flansche. Aus diesem Grund ist bei der Berechnung der Tragfähigkeit des Flansches die Interaktion zwischen Längs- und Querbiegung zu berücksichtigen.

Im Rahmen der experimentellen Untersuchungen konnte allerdings kein Durchstanzen der Stahl-Beton-Verbundträgers beobachtet werden. Grund hierfür ist, dass bei den Versuchsträgern eine sehr große Bewehrungsmenge eingelegt wurde, um einerseits eine exzentrische Lasteinleitung zu ermöglichen, andererseits die Transportierbarkeit der im Ortbetonwerk hergestellten Träger zu ermöglichen.

4 Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen

4.1 Allgemeines

Wie die vorangegangenen Untersuchungen zeigen, kann die Bauweise "Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil" dann rechnerisch auch ohne aufwändige FE-Modellierung erfasst werden, wenn für die Schnittstellen folgende Randbedingugnen angewandt werden:

- Statisches System (vgl. Abs. 2.1): Da ein Reißen des Betons nicht in allen Fällen auftreten kann, muss für die Bemessung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke von einer Reihe von unabhängigen Einfeldträgern ausgegangen werden, während für die Ermittlung der Beanspruchung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil von einer Durchlaufwirkung der Holz-Beton-Verbundplatte ausgegangen werden muss.
- Die Querkraftabtragung aus der Brettstapel-Beton-Verbundplatte in den Stahl-Beton-Verbundträger erfolgt über die Querpressung des Holzes ohne Mitwirkung des Betons (vgl. Abs. 2.2), da die Steifigkeit des Betons deutlich höher ist als die des Holzes senkrecht zur Faser, so dass der Beton früher versagt und die Tragfähigkeit dieser dünnen Betonplatten infolge Querkraftbeanspruchung geringer ist als die Tragfähigkeit des Holzes bei üblichen Abmessungen infolge Auflagerpressung.
- Die effektive Breite entspricht dem Scheibenzustand (vgl. Abs. 2.3), obwohl der Träger in der Decke integriert ist. Allerdings ist auch in diesem Fall die Steifigkeit des Holzes deutlich geringer als die des Betons, so dass die Mitwirkung des Holzes vernachlässigt werden kann. Dies hat zur Folge, dass infolge des Verhältnis Dicke der Betonplatte zum Hebelarm, der Stahl-Beton-Verbundträger wie ein "normaler" Verbundträger wirkt.
- Die Kopfbolzendübeln werden als randnahe Kopfbolzendübel („liegende " Kopfbolzendübel) berechnet, da der Brettstapel keine ausreichende Stützung gegenüber einem Aufspalten des Betons bietet.

Damit lässt sich das Stahl-Holz-Beton-Verbundsystem durch folgenden Bemessungsablauf bestimmen:

- Bemessung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke
- Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers unter Berücksichtigung der 25% Erhöhung der Belastung infolge möglicher Durchlaufwirkung, der Reduktion des Flansches des

Slim-Floor-Profils infolge der kompletten Lasteinleitung und der mittragenden Breite des Scheibenzustands.

4.2 Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke

Für die Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke müssen sowohl die Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel als auch die zeitabhängigen Schnittgrößen und Verformungen bestimmt werden. Für die Berücksichtigung der Nachgiebigkeit stehen mehrere äquvalente Verfahren zur Verfügung

- Verbundträger mit nachgiebig angeschlossenen Teilquerschnitten nach [DIN 1052 2004] und [Eurocode 5 1994]
- Schubanalogieverfahren nach [DIN 1052 2004]
- Modellierung mit Hilfe eines Stabwerkprogramms (vgl. [Grosse u. a. 2003])
- Verbundträger mit nachgiebig angeschlossenen Teilquerschnitten nach [Dabaon u. a. 1993]
- etc.

Im Folgenden soll das Verfahren nach [Dabaon u. a. 1993] vorgestellt werden, da es sich hier um eine geschlossene Lösung der Schnittgrößen und Verformungen auch unter Berücksichtigung von spannungslosen Dehnungen infolge Schwinden handelt. Daher bietet sich dieses Verfahren für ein Bemessungstool an. Um nun die Verformungen und Schnittgrößen in den Teilquerschnitten eines nachgiebig miteinander verbundenen Einfeldträgers zu bestimmen sind folgende Vorwerte erforderlich:

- Hebelarm zwischen den Schwerpunkten des Holzes und des Betons

$$a_{st} = \frac{h_h}{2} + h_{ZS} + \frac{h_b}{2} \tag{4.1}$$

mit h_i Höhe des Querschnitts i
Index ZS Zwischenschicht
Index h Holz
Index b Beton

- Verhältnis der E-Moduln

$$n = \frac{E_h}{E_b} \tag{4.2}$$

- Ideelles Flächenträgheitsmoment der Teilquerschnitte

$$I_0 = \frac{I_b}{n} + I_h \tag{4.3}$$

- Ideelle Fläche

$$\frac{1}{A_0} = \frac{n}{A_b} + \frac{1}{A_h} \tag{4.4}$$

- Vorwerte

$$\frac{1}{a'} = a_{st}^2 + \frac{I_0}{A_0} \tag{4.5}$$

$$\alpha^2 = \frac{K}{e' \cdot E_h \cdot I_0 \cdot a'} \tag{4.6}$$

$$\beta = a' \cdot e' \cdot \frac{a_s t}{K} \tag{4.7}$$

mit K Verbindungsmittelsteifigkeit
e' Abstand der Verbindungsmittel

- Konstanten

$$A = \frac{1}{E_h \cdot I_0} \tag{4.8}$$

$$B = \frac{K \cdot a_{st}}{e'} \tag{4.9}$$

$$C = \beta \cdot q \tag{4.10}$$

- Konstanten der Randbedingungen bestimmen

$$c_{F,q} = -\frac{K}{e'} \cdot \left(\frac{1}{8} \cdot C \cdot L^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2} \right) \tag{4.11}$$

$$c_{\phi,q} = -A \cdot \left(B \cdot \left(\frac{1}{8} \cdot C \cdot L^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2} \right) - \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \right) \tag{4.12}$$

$$\begin{aligned} c_{v,q} &= -A \cdot \left(B \cdot (\frac{1}{384} \cdot C \cdot L^4 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^4}) - \frac{1}{384} \cdot q \cdot L^4 \right) \\ &= -\frac{1}{8} \cdot c_{\phi,q} \cdot L^2 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Mit diesen Vorwerten lassen sich nun die Verformungen und Teilschnittgrößen der Decken bestimmen.

- Verformung

$$\begin{aligned} w(x) = & A \cdot \left(B \cdot \left(\frac{1}{24} \cdot C \cdot x^4 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^4 \cdot cosh(\alpha \cdot L/2)} \cdot cosh(\alpha \cdot x) \right) - \frac{1}{24} \cdot q \cdot x^4 \right) \\ & + \frac{1}{2} \cdot c_{\phi,q} \cdot x^2 + c_{v,q} \end{aligned} \tag{4.14}$$

- Beanspruchungen im Holzquerschnitt

– Moment im Holz

$$M_h(x) = \left(A \cdot \left(B \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot C \cdot x^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2 \cdot cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot cosh(\alpha \cdot x) \right) - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x \right) + c_{\phi,q} \right) \cdot E_h \cdot I_h \tag{4.15}$$

– Normalkraft im Holz

$$N_h(x) = -\frac{K}{e'} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot C \cdot x^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2 \cdot cosh(\alpha \cdot L/2)} \cdot cosh(\alpha \cdot x) \right) - c_{F,q} \tag{4.16}$$

– Querkraft im Holz

$$V_h(x) = \left(\frac{K}{e'} \cdot \left(C \cdot x - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha \cdot cosh(\alpha \cdot L/2)} \cdot sinh(\alpha \cdot x) \right) \right) \cdot \frac{h_h}{2} - \left(A \cdot \left(B \cdot \left(C \cdot x - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha \cdot cosh(\alpha \cdot \frac{L}{2})} \cdot sinh(\alpha \cdot x) \right) - q \cdot x \right) \right) \cdot E_h \cdot I_h \tag{4.17}$$

- Beanspruchungen im Beton

– Moment im Beton

$$M_b(x) = \left(A \cdot \left(B \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot C \cdot x^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2 \cdot cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot cosh\left(\alpha \cdot x\right) \right) - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2 \right) + c_{\phi,q} \right) \cdot E_b \cdot I_b \tag{4.18}$$

– Normalkraft im Beton

$$N_b(x) = -\frac{K}{e'} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot C \cdot x^2 - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha^2 \cdot cosh\left(\alpha \cdot L/2\right)} \cdot cosh\left(\alpha \cdot x\right) \right) - c_{F,q} \tag{4.19}$$

– Querkraft im Beton

$$Q_b(x) = \left(\frac{K}{e'} \cdot \left(C \cdot x - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha \cdot cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot sinh\left(\alpha \cdot x\right) \right) \right) \cdot \left(h_{ZS} + \frac{h_b}{2} \right) - \left(A \cdot \left(B \cdot \left(C \cdot x - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha \cdot cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot sinh\left(\alpha \cdot x\right) \right) - q \cdot x \right) \right) \cdot E_b \cdot I_b \tag{4.20}$$

- Schlupf zwischen den Verbundpartner

– Schlupf infolge Schwinden

$$s_{Schw}(x) = -\frac{\varepsilon_{Schw}}{\alpha} \cdot \frac{1}{cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot sinh(\alpha \cdot x) \tag{4.21}$$

– Schlupf infolge äußerer Last

$$s_q = C \cdot x - \frac{C + \varepsilon_{Schw}}{\alpha \cdot cosh\left(\alpha \cdot \frac{L}{2}\right)} \cdot sinh(\alpha \cdot x) \tag{4.22}$$

– resultierender Schlupf

$$s_{tot}(x) = s_q + s_{Schw}(x) \tag{4.23}$$

– Beanspruchung der Verbindungsmittel

$$N_{VBM} = K \cdot s_{tot} \tag{4.24}$$

Damit lassen sich die Schnittgrößen der Teilquerschnitte bestimmen. Mit diesen Schnittgrößen lassen sich die Nachweise der Beanspruchungen führen mit

- Normalspannungsnachweis:

$$\frac{\frac{N_{h,d}}{A_h}}{f_{t,0,d}} + \frac{\frac{M_{h,d}}{W}}{f_{m,d}} \leq 1{,}0 \tag{4.25}$$

- Schubspannungsnachweis: Beim "normalen" Schubspannungsnachweis wird von einem spannungslosen Rand ausgegangen. Da hier aber im Verbund am oberen Rand eine kontinuierliche Schubkraft eingeleitet wird, muss der Schubspannungsnachweis modifiziert werden. Dazu wird das Gleichgewicht am infinitisimalen Element aufgestellt

$$b_\tau \cdot d\tau \cdot dx = b_\sigma \cdot d\sigma \cdot dz \tag{4.26}$$

Diese Gleichung umgeformt ergibt

$$d\tau = \frac{b_\sigma}{b_\tau} \cdot \frac{d\sigma}{dx} \cdot dz \tag{4.27}$$

Die Änderung der Spannung $d\sigma$ durch

$$\frac{d\sigma}{dx} = \frac{dM}{J \cdot dx} \cdot z + \frac{dN}{A \cdot dx} = \frac{V}{J} \cdot z + \frac{q}{A} \tag{4.28}$$

mit V Querkraft im Teilquerschnitt
q Schubkraft in der Verbundfuge $K \cdot s_{tot}/e'$

in Gl. (4.27) ersetzt, die gesamte Gleichung integriert und von konstanten Querschnitten ($b_\tau = b_\sigma$) ausgegangen, bestimmt sich die maßgebende Schubspannung im Teil-

querschnitt zu

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{z^2}{J} \cdot V + \frac{q}{A} \cdot z \tag{4.29}$$

Die maximal beanspruchte Stelle ergibt sich am Spannungsnulldurchgang, so dass sich die Größe z bestimmt zu

$$z = \frac{h}{2} + \frac{N \cdot J}{M \cdot A} < h \tag{4.30}$$

Damit kann die maximale Spannung innerhalb des Verbundquerschnitts bestimmt werden, so dass sich der Nachweis ergibt zu

$$\frac{\tau_d}{f_{V,d}} \leq 1{,}0 \tag{4.31}$$

- Verbindungsmittelnachweis: Für die Verbindungsmittel ist folgende Beziehung einzuhalten

$$\frac{N_{d,\text{ Gl. (4.24)}}}{N_{Rd}} \leq 1{,}0 \tag{4.32}$$

- Verformungsnachweis: Die Verformung unter der jeweiligen Lasten ergibt sich analog Gl. (4.14)

Damit lässt sich das Kurzzeitverhalten dieser Decken bestimmen. Allerdings führen Kriechen und Schwinden beider am Verbund beteiligten Werkstoffe zu einer Spannungsumlagerung, die unter Umständen Bemessungsrelevant werden kann. Aus diesem Grund ist das Langzeitverhalten ebenfalls in der Bemessung zu berücksichtigen.

4.3 Langzeitverhalten der Brettstapel-Beton-Verbunddecke

4.3.1 Allgemeines

Im Gegensatz zu Stahl-Beton-Verbundträgern bei denen alle am Verbund beteiligten Komponenten ein ausgeprägtes plastisches Verhalten besitzen, muss der Einfluss von Schwinden und Kriechen bei der Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken berücksichtigt werden, da kritische Zwischenzustände auftreten können. Hierzu wurden bereits umfassende Untersuchungen durchgeführt (vgl. u.a. [Fragiacomo 2000], [Fragiacomo und Ceccotti 2004], [Schänzlin 2003]). Wie Untersuchungen zeigen, reicht es nicht aus, die reine Materialkriechzahl zu berücksichtigen, da infolge Spannungsumlagerungen die effektive Kriechzahl im Verbund von den reinen Materialkriechzahlen abweichen. Hinzu kommt, dass Kriechen und Schwinden beider Werkstoffe nicht zeitlich affin ablaufen, so dass sowohl zum Zeitpunkt $t = \infty$ als auch zum Zeitpunkt $t = 3a - 7a$ kritische Zustände auftreten können.

Aus diesem Grund muss die Verbundkriechzahl durch in Abs. 4.3.2 bzw. Abs. 4.3.3 angegebenen Beziehungen für die Zeitpunkte $t = 3a - 7a$ und $t = \infty$ bestimmt werden.

Neben der Bestimmung der Verbundkriechzahlen zu diesen Zeitpunkten muss auch die Schwinddehnung bestimmt werden. Diese Schwinddehnung weicht ebenfalls vom reinen Materialschwinden ab, da einerseits die Auswirkungen infolge Schwinden durch Kriechen abgebaut werden andererseits das Kriechverhalten infolge Zwang vom Kriechverhalten infolge Last abweicht. Eine Möglichkeit, diese effektive Schwinddehnung zu bestimmen ist in Abs. 4.3.4 gegeben.

Hinsichtlich der einzelnen Klassen der Lasteinwirkung nach [DIN 1052 2004] wird empfohlen, die Schnittgrößen der einzelnen Klassen der Lasteinwirkung getrennt voneinander mit den jeweiligen Kriechzahlen zu bestimmen und erst für den Nachweis diese Schnittgrößen zu kombinieren, da das Kriechverhalten abhängig von der Dauer der Lasteinwirkung ist.

4.3.2 Erfassung von Kriechen

Eine Möglichkeit das Langzeitverhalten zu berücksichtigen besteht in der Abminderung der E-Moduln mit

$$E_\varphi = \frac{E}{1+\varphi} \tag{4.33}$$

Um nun das unterschiedliche Kriechverhalten beider Werkstoffe zu berücksichtigen, wird in [Schänzlin 2003] der Einfluss der Verbundtragwirkung auf die effektiven Kriechzahlen nach [Kupfer 1958], [Kupfer und Kirmair 1987] und [Kreuzinger 1994] durch die folgenden Beziehungen erfasst. Um den Einfluss der unterschiedlichen zeitlichen Entwicklung zu erfassen, wird die Ermittlung der Verbundkriechzahlen in drei einzelne Intervalle zerlegt, für die jeweils getrennt die Kriechzahlen innerhalb der Intervalle bestimmt werden. Diese Kriechzahlen innerhalb der Intervalle werden dann zu einer gesamten Kriechzahl aufaddiert.

$$\varphi_{H,\mathrm{V}} = \Delta\varphi_{H,\mathrm{V},1} + \Delta\varphi_{H,\mathrm{V},2} + \Delta\varphi_{H,\mathrm{V},3} \tag{4.34}$$

$$\varphi_{B,\mathrm{V}} = \Delta\varphi_{B,\mathrm{V},1} + \Delta\varphi_{B,\mathrm{V},2} + \Delta\varphi_{B,\mathrm{V},3} \tag{4.35}$$

Die Kriechzahlen der einzelnen Intervalle bestimmen sich zu

$$\Delta\varphi_{H,\mathrm{V},i} = \Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i} \cdot \left(\frac{1+\Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i}}{\Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i} - e^{-\Delta\psi_i} \cdot (\Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i} - \Delta\psi_i)} - \frac{1}{\Delta\psi_i} \right) \tag{4.36}$$

bzw.

$$\Delta\varphi_{B,\mathrm{V},i} = \Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i} \cdot \left(\frac{1+\Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i}}{\Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i} - e^{-\Delta\psi_i} \cdot (\Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i} - \Delta\psi_i)} - \frac{1}{\Delta\psi_i} \right) \tag{4.37}$$

mit
- $\Delta\varphi_{H,\mathrm{V},i}$ effektive Verbundkriechzahl des Holzes innerhalb des betrachteten Intervalls i
- $\Delta\varphi_{B,\mathrm{V},i}$ effektive Verbundkriechzahl des Betons innerhalb des betrachteten Intervalls i
- $\Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i}$ Materialkriechzahl des Holzes innerhalb des betrachteten Intervalls i
- $\Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i}$ Materialkriechzahl des Betons innerhalb des betrachteten Intervalls i
- $\Delta\psi_i$ Systemkriechzahl innerhalb des betrachteten Intervalls i (vgl. Gl. (4.38))

und

$$\Delta\psi_i = \frac{\Delta\psi_{1,i}}{\psi_2} \tag{4.38}$$

mit
$$\begin{aligned}
\Delta\psi_{1,i} &= (\Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i} \cdot A_B \cdot \gamma_1 + \Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i} \cdot A_H \cdot n) \cdot J_B \cdot J_h \\
&\quad + \Delta\varphi_{B,\mathrm{M},i} \cdot a_1^2 \cdot \gamma_1 \cdot n \cdot A_H \cdot A_B \cdot J_h \\
&\quad + \Delta\varphi_{H,\mathrm{M},i} \cdot \gamma_1 \cdot J_B \cdot a_2^2 \cdot A_H \cdot A_B \\
\psi_2 &= ((A_B \cdot \gamma_1 + A_H \cdot n) \cdot J_B + a_1^2 \cdot \gamma_1 \cdot n \cdot A_H \cdot A_B) \cdot J_h \\
&\quad + \gamma_1 \cdot J_B \cdot a_2^2 \cdot A_H \cdot A_B \\
a_1 &= z - e_0 \\
a_2 &= e_0 \\
z &\quad \text{innere Hebelarm bzw. Abstand der Schwerpunkte} \\
&= \tfrac{h_H + h_B}{2} \\
\gamma_1 &= = \tfrac{1}{1+k_{VB}} = \text{k nach [DIN 1052 2004]} \\
k_{VB} &= \tfrac{\pi^2 \cdot E_b \cdot A_b}{K \cdot l^2} \\
e_0 &= z \cdot \tfrac{1}{1+\frac{E_B \cdot J_B}{E_H \cdot J_H}} \\
n &= \tfrac{E_H}{E_B} \\
H &\quad \text{Holz} \\
B &\quad \text{Beton}
\end{aligned}$$

Die einzelnen zu betrachtenden Intervalle der Kriechzahlen ergeben sich je nach Klasse der Dauer der Lasteinwirkung zu den in Tab. 4.1 dargestellten Größen.

Tabelle 4.1: Zusammensetzung der Kriechzahl bei unterschiedlicher Lasteinwirkungsdauer

LED analog [DIN 1052 2004]	$k_{H,\mathrm{M},1}$	$k_{H,\mathrm{M},2}$	$k_{H,\mathrm{M},3}$	$k_{B,\mathrm{M},1}$	$k_{B,\mathrm{M},2}$	$k_{B,\mathrm{M},3}$
ständig	0,4	0,2	0,4	0,85	0,15	0,0
lang	0,4	0,2	0,1	0,85	0,15	0,0
mittel	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
kurz	0,03	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0
sehr kurz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Damit lassen sich für jeden der zu betrachtenden Zeitpunkte $t = 0$ Jahre; $t = 3-7$ Jahre und $t = \infty$ die Kriechzahlen für jede Last der Klasse der Lasteinwirkungsdauer "sehr kurz" bis "ständig" ermitteln, so dass für die jeweiligen Lasten die Schnittgrößen und Verformungen bestimmt werden können. Damit sind maximal 15 verschiedene Zustände zu untersuchen. Dies lässt sich problemlos – wie in Abs. 5 dargestellt – durch eine programmierte Anwendung erfassen; für eine Berechnung von Hand scheint diese große Anzahl an Kriechzahlen und Kriechzuständen zu aufwändig.

4.3.3 Vereinfachte Erfassung von Kriechen

Um den Aufwand für eine Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecken zu reduzieren, wurde in [Schänzlin 2003] eine statistische Auswertung dieser Verbundkriechzahlen durchgeführt.

Damit kann das Kriechen durch folgende Beziehung berücksichtigt werden

$$E_\varphi = \frac{E}{1 + \psi \cdot \varphi_M} \tag{4.39}$$

mit ψ Vergrößerungsfaktor nach Tab. 4.2
φ_M Endmaterialkriechzahl nach Norm

Tabelle 4.2: Vergrößerungsfaktoren der Materialkriechzahl in Abhängigkeit von der Lasteinwirkungsdauer

LED	$\psi_{V,H}$	$\psi_{V,B}$
Sehr kurz	0	0
Kurz	0,03	0,06
Mittel	0,27	1,11
Lang	0,66	2,0 (1,5*)
Ständig	1,0	2,0 (1,5*)
* 1,5 = Mittelwert; 2,0=95%-Fraktile		

Anzumerken ist, dass für den Zeitpunkt $t = 3a - 7a$ sowohl die Lasten der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „ständig“ als auch „lang“ nur 3-7 Jahre einwirken, so dass für beide Lastgruppen die Kriechzahlen der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „lang“ anzusetzen sind.

4.3.4 Berücksichtigung von Schwinden

Da die Auswirkungen infolge Schwinden teilweise durch Kriechen wieder abgebaut werden und das Kriechverhalten eines Zwangs vom Kriechverhalten einer konstanten Last abweichen, muss nicht die gesamte Schwinddehnung berücksichtigt werden. Aus diesem Grund darf nach [Schänzlin 2003] die Schwinddehnung durch folgende Beziehung bestimmt werden

$$\varepsilon_{res} = k_{s,res} \cdot \varepsilon_{\text{[Eurocode 2 1992]}} \tag{4.40}$$

mit $k_{s,res}$ Schwindbeiwert nach Tab. 4.3
$\varepsilon_{\text{[Eurocode 2 1992]}}$ Betonschwinddehnung nach [Eurocode 2 1992]

In der Regel kann

Tabelle 4.3: Beiwert $k_{s,res}$ zur Bestimmung der effektiven Schwinddehnung

Zeile	Zeitpunkt	$k_{s,res}$
1	$t = 0$ Jahre	0
2	$t = 3 - 7$ Jahre	0,5
3	$t = \infty$	0,8

das Schwinden des Holzes vernachlässigt werden, da die Verformungen durch Schwinden reduziert werden.

4.4 Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil nach [Eurocode 4 1994]

4.4.1 Tragfähigkeitsnachweis

4.4.1.1 Allgemeines

Im Gegensatz zu Holz-Beton-Verbunddecken weisen Stahl-Beton-Verbundträger ein ausgewiesenes plastisches Verhalten auf. Dadurch kann einerseits eine plastische Bemessung erfolgen, andererseits erlaubt dieses plastische Verhalten, dass Eigenspannungen, wie z.B. infolge Schwinden oder unterschiedliche Temperaturverteilung, keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit haben, da diese Eigenspannungen im plastischen Zustand „herausplastizieren“Äus diesem Grund ist es nur notwendig, im Zustand der Tragfähigkeit die äußeren Lasten zu berücksichtigen und nicht die Spannungen infolge unterschiedlicher Schwinddehnungen. Zwar bewirkt auch hier das Kriechen im elastischen Zustand eine Veränderung der Schnittgrößenaufteilung, aber sobald der Querschnitt in den plastischen Bereich kommt, wird die Kriechdehnung herausplastizieren. Damit muss für die Tragfähigkeit keine Bemessung für unterschiedliche Zeitpunkte stattfinden.

Für den Nachweis der Verformung spielt jedoch Kriechen und Schwinden eine Rolle, da die Verformung zunehmen. Aus diesem Grund müssen die Kriechverformung und Schwindverfomung beim Nachweis der Verformung berücksichtigt werden.

4.4.1.2 Plastische Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil

Die plastische Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil erfolgt durch folgende Schritte

- Bestimmung der Belastung aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke auf die Flansche des Slim-Floor-Profils

$$q_{d,\text{Flansch}} = 0.625 \cdot q_{d,res,max} \cdot L_{\text{HBV}} \tag{4.41}$$

mit $q_{d,res,max}$ maximale resultierende Belastung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke einschließlich Eigengewicht
L_{HBV} Spannweite der Brettstapel-Beton-Verbunddecke

- Bestimmung der effektiven Flanschdicke infolge Querbiegung (vgl. Abb. 4.1):

$$t_{\text{Flansch,eff},0} = t_{\text{Flansch}} \cdot \sqrt{1 - \frac{m_{\text{vorh,UG}}}{m_{UG,pl}}} \tag{4.42}$$

mit t_{Flansch} vorhandene Dicke des Untergurts
$m_{\text{vorh,UG}}$ Beanspruchung der Untergurts infolge Lasteinleitung aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke
$m_{UG,pl}$ plastisches Moment des Untergurts

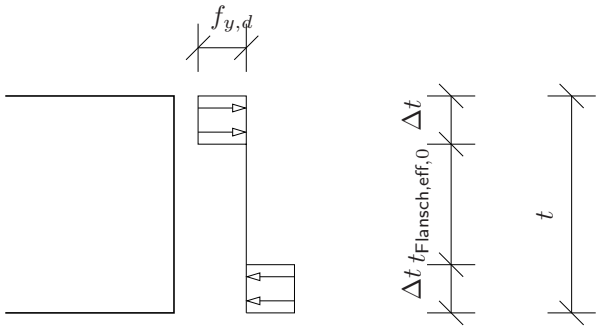
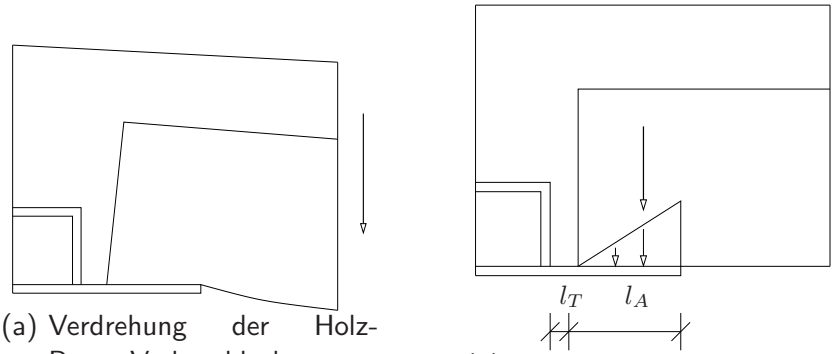


Abbildung 4.1: Reduktion des Flansches

Für die Beanspruchung des Untergurts infolge des Flansches wird – auf der sicheren Seite liegend – davon ausgegangen, dass die Kontaktspannung infolge des Enddrehwinkels der Brettstapel-Beton-Verbunddecke sich dreiecksförmig über die Auflagerfläche verteilt, wobei am Ende des Flansches der Maximalwert auftritt.



(a) Verdrehung der Holz-Beton-Verbunddecke

(b) Angenommene Spannungsverteilung

Abbildung 4.2: Auflagerbeanspruchung

Damit bestimmt sich die Beanspruchung – auf der sicheren Seite liegend – zu (vgl. Abb. 4.2)

$$m_{\text{vorh,UG}} = V_{res,\text{BSBV-Decke}} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot l_A + l_T \right) \tag{4.43}$$

mit $V_{res,\text{BSBV-Decke}}$ gesamte Querkraft aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke
l_A Auflagerlänge des Brettstapels auf dem unteren Flansch
l_T Abstand zwischen Brettstapel und des aufgeschweißten Profils z.B. UPE

Das plastische Widerstandsmoment des Flansches ergibt zu

$$m_{UG,pl} = \frac{t^2_{\text{Flansch}}}{4} \cdot f_{y,d,\text{Flansch}} \tag{4.44}$$

Hintergrund der Reduktion des Flansches ist, dass im Flansch infolge der Belastung des Flansches durch die Querkraftabtragung aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke und

der Beanspruchung infolge Biegung des Stahl-Beton-Verbundträgers eine zweiaxiale Beanspruchung stattfindet. Da der Stahl ein ausgewiesenes plastisches Verhalten aufweist, kann die Interaktion dadurch berücksichtigt werden, dass der Querschnitt derart reduziert wird, dass die nicht berücksichtigten Querschnittsbereiche die Beanspruchungen aus Querbiegung abtragen können.

Dies bedeutet, dass der Querschnitt, der nur aus zwei äußeren Schichten mit der Dicke Δt besteht, ausreicht um die Querbiegung abzutragen.

$$\Delta t = \frac{t_{\text{Flansch}} - t_{\text{Flansch,eff},0}}{2} \tag{4.45}$$

mit $t_{\text{Flansch,eff},0}$ nach Gl. (4.42)

Wird jedoch die Von-Mises-Fließbedingung angewandt,

$$\sigma_r es = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y} \tag{4.46}$$

kann festgestellt werden, dass eine Interaktion nur dann berücksichtigt werden muss, wenn die Spannungen in x- und y-Richtung unterschiedliche Vorzeichen besitzen. Aus diesem Grund muss lediglich der Druckbereich des Flansches abgemindert werden, da dieser Bereich mit der Zugbeanspruchung aus der Längsbiegung überlagert wird, so dass sich eine effektive Querschnittshöhe des Flansches einstellt zu

$$t_{\text{Flansch,eff}} = t_{\text{Flansch}} - \Delta t \tag{4.47}$$

Ist die effektive Flanschhöhe größer als 0 ist der Nachweis der Lasteinleitung erbracht.

- Bestimmung der Beanspruchung des Stahl-Beton-Verbundträgers

$$q_{d,\text{SFP}} = 1.25 \cdot q_{d,res,max} \cdot L_{\text{HBV}} + g_{d,\text{SFP}} \tag{4.48}$$

$g_{d,\text{SFP}}$	Eigengewicht des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil
$q_{d,res,max}$	maximale, resultierende Flächenbelastung
L_{HBV}	Spannweite der Brettstapel-Beton-Verbunddecke (= Achsmaß der Slim-Floor-Profile)

- Bestimmung der mittragenden Breite analog Gl. (2.62)

- Bestimmung der plastischen Momententragfähigkeit des Querschnitts: Für die Bestimmung der plastischen Momententragfähigkeit wird von einer maximalen Betondehnung an der Oberseite von $|-3{,}5|$‰ausgegangen. Unter dieser Betondehnung lässt sich nun iterativ die Krümmung bestimmen, bei der das horizontale Gleichgewicht erfüllt ist. Um die Nichtlinearität des Betons zu erfassen, wird der Völligkeitsbeiwert des parabelrechteckigen Verlaufs der Spannungs-Dehnungsbeziehung durch folgende Beziehung erfasst:

$$\alpha_R = \begin{cases} \frac{3 \cdot \varepsilon - 2}{3 \cdot \varepsilon} & \text{für} \quad |\varepsilon| \geq 2{,}0‰ \\ \varepsilon \cdot \frac{6 - \varepsilon}{12} & \text{für} \quad 0 < |\varepsilon| < 2{,}0‰ \end{cases} \tag{4.49}$$

mit ε Betondehnung in ‰
(Druckdehnung positiv)

Für den Stahl wird von einer linear-elastischen ideal plastischen Spannungsdehnungsbeziehung ausgegangen.

Unter der Annahme, dass der Stahl komplett fließt, darf von einem Spannungsblock ausgegangen werden, so dass sich die die Druckhöhe durch folgende Beziehung bestimmt

$$z_{pl} = \frac{N_{pl,\text{Stahl}}}{b_{\text{eff}} \cdot f_{cd}} \tag{4.50}$$

mit z_{pl} plastische Druckhöhe im Beton
$N_{pl,\text{Stahl}}$ plastische Normalkraft des Stahls
b_{eff} mittragende Breite
f_{cd} Festigkeit des Betons

Mit dieser Druckhöhe lässt sich das plastische Moment des Verbundträgers bestimmen zu

$$M_{pl,Rd} = N_{pl,\text{Stahl}} \cdot (h_{ges} - 0{,}5 \cdot z_{pl} - z_{\text{Stahl}}) \tag{4.51}$$

mit h_{ges} gesamte Deckenhöhe bis UK Holz
z_{Stahl} Angriffspunkt der plastischen Normalkraft des Stahls bezogen auf OK Flansch
i.d.R. Schwerpunkt des Stahlquerschnitts

- Querkraftnachweis: Der Nachweis der Tragfähigkeit des Stahl-Beton-Verbundträgers erfolgt, indem die plastische Tragfähigkeit des Slim-Floor-Profils angesetzt wird, da durch die Weichheit des Holzes rechtwinklig zur Faser ein Mitwirken der Betonplatte nicht berücksichtigt werden kann.

  Bei der Bestimmung der Tragfähigkeit des Slim-Floor-Profils unter einer Querkraftbeanspruchung werden nur die zur Kraftrichtung parallel angeordneten Querschnitte berücksichtigt, so dass sich die Tragfähigkeit eines SLim-Floor-Profils in Hutform ergibt zu

$$V_{R,d} = 2 \cdot t_{\text{UPE}} \cdot b_{\text{UPE}} \cdot \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3}} \tag{4.52}$$

mit t_{UPE} Dicke des Flansches des U-Profils
b_{UPE} Breite des Flansches des U-Profils

4.4.1.3 Nachweis der Verbundfuge

Der Nachweis der Verbundfuge bestimmt sich durch folgende Beziehungen:

- Bestimmung der erforderlichen Anzahl der Kopfbolzendübel: Für die Bestimmung der erforderlichen Anzahl der Kopfbolzendübel gilt, dass die Kopfbolzendübel die komplette plastische Normalkraft in die Stahl-Beton-Platte einleiten müssen. Daher bestimmt sich

die erforderliche Anzahl durch

$$n_{\text{erf,voll}} = \frac{N_{\text{pl}}}{P_{Rd}} \tag{4.53}$$

mit N_{pl} plastische Normalkraft des Stahls
P_{Rd} Tragfähigkeit des Kopfbolzendübels

Für die Bestimmung der Tragfähigkeit der Kopfbolzendübel ist zu beachten, dass im Gegensatz zu herkömmlichen Verbundträger bei dieser Verbundbauweise sowohl die Versagensmodi für stehende als auch für liegende Kopfbolzendübel berücksichtigt werden müssen (vgl. [Breuninger 2000] und Abb. 4.3). Hintergrund ist, dass insbesondere

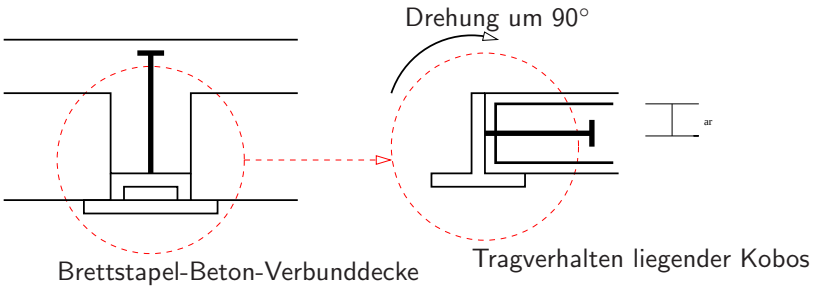


Abbildung 4.3: Berechnung der Kopfbolzendübel als liegende Kopfbolzendübel

bei niedrigen U-Profilen und geringen Toleranzen zwischen Brettstapel und U-Profil die Lasteinleitung einer Lasteinleitung in der Stirnplatte des T-förmigen Betonquerschnitts entspricht (vgl. Abb. 3.18). Dadurch kann ein Spalten des Betons auftreten. Damit bestimmt sich die Tragfähigkeit zu

$$P_{Rd} = \begin{cases} 0.8 \cdot f_{uk,\text{Kobo}} \cdot \pi \cdot \frac{d^2_{\text{Kobo}}}{4 \cdot \gamma_M} \\ 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2_{\text{Kobo}} \cdot \frac{\sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_M} \\ 1.42 \cdot (f_{ck} \cdot d_{\text{Kobo}} \cdot a_r)^0 .4 \cdot \left(\frac{a}{s}\right)^0 .3 \cdot \frac{A}{\gamma_M} \cdot 1000 \end{cases} \tag{4.54}$$

mit
- $f_{uk,\text{Kobo}}$ Festigkeit des Kopfbolzendübels in N/mm^2
- d_{Kobo} Durchmesser des Kopfbolzendübels in mm
  $\geq 19mm$; $\leq 25mm$
- α Beiwert für die Betonfestigkeit
  $= 1{,}0$ für Normalbeton
- f_{ck} charakteristische Betonfestigkeit in N/mm^2
- E_{cm} mittlerer Beton-E-Modul
- a_r effektiver Randabstand nach [Breuninger 2000]
  $\geq 50mm$
  Abstand des Kopfbolzendübels von der Bügelbewehrung
- a Abstand der Kopfbolzendübel
  $\geq 110mm$; $\leq 440mm$
- s Abstand der Bügelbewehrung
  $\leq a$; $\geq a/2$
  $s/a_r \leq 3$
- A Beiwert für die Lage der Kopfbolzendübels
  $= 1{,}00$ für Randlage
  $= 1{,}14$ für Mittellage
- γ_M $= 1{,}25$
- d_S Durchmesser des Bügels
  $\geq 8mm$

Um sicherzustellen, dass die Spaltkräfte abgetragen werden können, schlägt [Breuninger 2000] vor, die Bügel für folgende Zugkraft zu bemessen.

$$Z = P_{Rd} \cdot 0{,}3 \cdot \left(1 - \frac{d}{a_r}\right) \tag{4.55}$$

Da aber häufig die vorhandene Beanspruchung geringer ist, als das plastische Moment des Verbundträgers, darf die Verdübelung durch folgende Beziehung reduziert werden:

$$\frac{n_{\text{erf, red}}}{n_{\text{erf, voll}}} = \frac{M_{S,d} - M_{pl,a,Rd}}{M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}} \tag{4.56}$$

mit
- $M_{S,d}$ vorhandenes Moment infolge Einwirkungen
- $M_{pl,a,Rd}$ plastisches Moment des reinen Stahlquerschnitts
- $M_{pl,Rd}$ plastisches Moment des Verbundquerschnitts
- $n_{\text{erf, voll}}$ nach Gl. (4.53)

Um diese Reduktion anwenden zu dürfen, müssen die Kopfbolzendübel duktil sein. Daher müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

– Höhe des Kopfbolzendübels:

$$h_{\text{Kobo}} \geqq 4 \cdot d_{\text{Kobo}} \tag{4.57}$$

– Durchmesser des Kopfbolzendübels

$$16mm \leqq d_{\text{Kobo}} \leqq 22mm \tag{4.58}$$

– der Mindestverdübelungsgrad muss eingehalten sein

$$\frac{min\ n}{n_{\text{erf, voll}}} = 0{,}4 + 0{,}03 \cdot L \tag{4.59}$$

mit $n_{\text{erf, voll}}$ nach Gl. (4.53)
L Spannweite des Stahl-Beton-Verbundträgers

– die Querschnittsfläche des Untergurts des Stahlprofils darf maximal dem Dreifachen des Obergurts entsprechen

Die Anordnung der Kopfbolzendübel darf äquidistant erfolgen, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind

– Querschnitt entspricht Querschnittsklasse 1 oder 2

– der Mindestverdübelungsgrad erfüllt ist (vgl. Gl. (4.59))

– der vereinfachte Nachweis der Momentendeckung erfüllt ist

$$M_{pl,RD} \leqq 2{,}5 \cdot M_{pl,a,RD} \tag{4.60}$$

Sind dieses Bedingungen nicht erfüllt, sind weitere kritische Schnitte zu untersuchen.

- Bestimmung der Beanspruchung: Infolge der punktförmigen Lasteinleitung der Kopfbolzendübel und der flächigen Lastweiterleitung im Beton entstehen Zugkräfte, die durch die Schubbewehrung (Querbewehrung und ggf. Bügel) aufgenommen werden müssen. Nachzuweisen sind dabei die Dübelumrissfläche (Schnitt 1-1, vgl. Abb. 4.4) und der Schulterschub in den verschiedenen Anschnitten (Schnitte 2-2 bis 5-5). Um

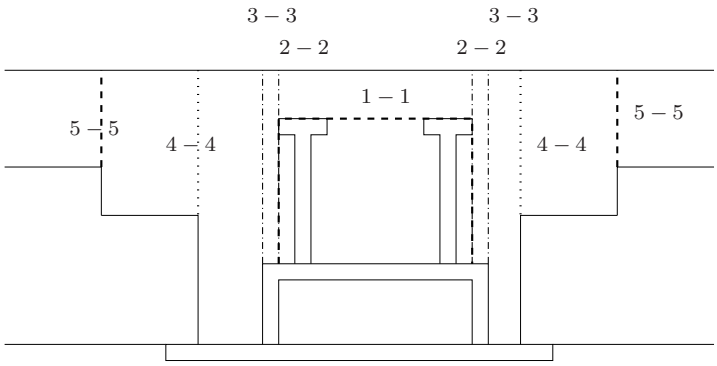


Abbildung 4.4: Maßgebende Schnitte für den Nachweis der Längsschubbeanspruchung

diese Längsschubsicherung zu bestimmen, muss die Beanspruchung an jedem kritischen Schnitt bekannt sein (vgl. Abb. 4.4). Diese Beanspruchung lässt sich durch folgende Beziehung bestimmen

$$v_{\text{Schnitt i-i}} = \left(1 - \frac{A_{b,\text{Schnitt i-i}}}{A_{b,ges}}\right) \cdot v_{s,d} \tag{4.61}$$

mit $v_{\text{Schnitt i-i}}$ Beanspruchung am Schnitt i-i
$A_{b,\text{Schnitt i-i}}$ Fläche innerhalb des Schnitts i-i
$A_{b,ges}$ gesamte Betonfläche unter Berücksichtigung der mittragenden Breite
$v_{s,d}$ vorhandener Längsschub pro Längeneinheit

- Die erforderliche Bewehrungsfläche für den Schub bestimmt sich durch folgende Beziehung

$$v_{rd} = 2{,}5 \cdot L_{cV,\text{Schnitt i-i}} \cdot \eta \cdot \tau_{cd} + A_{s1} \cdot f_{sd} \geq v_{\text{Schnitt i-i}} \tag{4.62}$$

mit $L_{cV,\text{Schnitt i-i}}$ Länge des Schnitts i-i über die die Kraft ausgeleitet werden kann
η Beiwert für unterschiedliche Betonarten
$= 1{,}0$ für Normalbeton
A_{s1} Bewehrungsfläche, die den Schnitt i-i schneidet
f_{sd} Festigkeit der Bewehrung

Im Gegensatz zu herkömmlichen Verbundträgern, darf die Querbewehrung nicht zur Durchlaufwirkung herangezogen werden. Da bei herkömmlichen Verbundträgern in der Regel die Betonplatte nicht gerissen ist, entsteht bei diesen Verbundträgern infolge der Durchlaufwirkung der Betonplatte eine Druckkraft im unteren Bereich der Platte. Da bei den herkömmlichen Verbundträgern der untere Rand nicht gerissen ist, kann die resultierende Zugkraft infolge Längssschub mit der Druckkraft infolge Durchlaufwirkung der Platte kurzgeschlossen werden. Infolge des plastischen Verhaltens der Bewehrung und des Betons muss demnach nur entweder die Bewehrung für die Durchlaufwirkung oder die Bewehrung für den Längsschub eingelegt werden (vgl. Abb. 4.5).

Bei dieser Bauweise ist dies jedoch nicht der Fall, da das Holz zu weich ist, um nennenswerte Schubkräfte aus dem Stahl-Beton-Verbundträger aufzunehmen (vgl. Abb. 2.30). Darüber hinaus liegt die Druckzone im Holz im Zugbereich des Stahl-Beton-Verbundträgers. Damit öffnen sich die Fugen zwischen den einzelnen Brettern und die Längsschubkraft kann nicht im Holz übertragen werden. So wird die Zugkraft infolge Längsschub nur in der Betonplatte eingeleitet, so dass bei dieser Konstruktion kein Ausgleich zwischen Druckkraft infolge Durchlaufwirkung und Zugkraft infolge Längsschub auftreten kann. Deshalb darf keine Berücksichtigung der Bewehrung infolge Längsschub bei der Bestimmung der Durchlaufwirkung erfolgen (vgl. Abb. 4.5).

- Nachweis der Betonspannungen: Die Längschubkraft wird durch schräge Druckstreben von den Kopfbolzendübeln zu der Querbewehrung geleitet. Daher muss diese Druckspannung nachgewiesen werden. Nach [Eurocode 4 1994] kann dies durch

$$v_{RD,1} = 0{,}2 \cdot L_{cV,\text{Schnitt i-i}} \cdot \eta \cdot f_{cd} \geq v_{\text{Schnitt i-i}} \tag{4.63}$$

erfolgen.

4.4.2 Verformungsnachweis

4.4.2.1 Kurzzeitverhalten

Für den Verformungsnachweis wird ein effektives, auf den Stahlquerschnitt bezogenen Flächenträgheitsmoment bestimmt und mit diesem dann die Verformung errechnet. Nach [DIN 18800

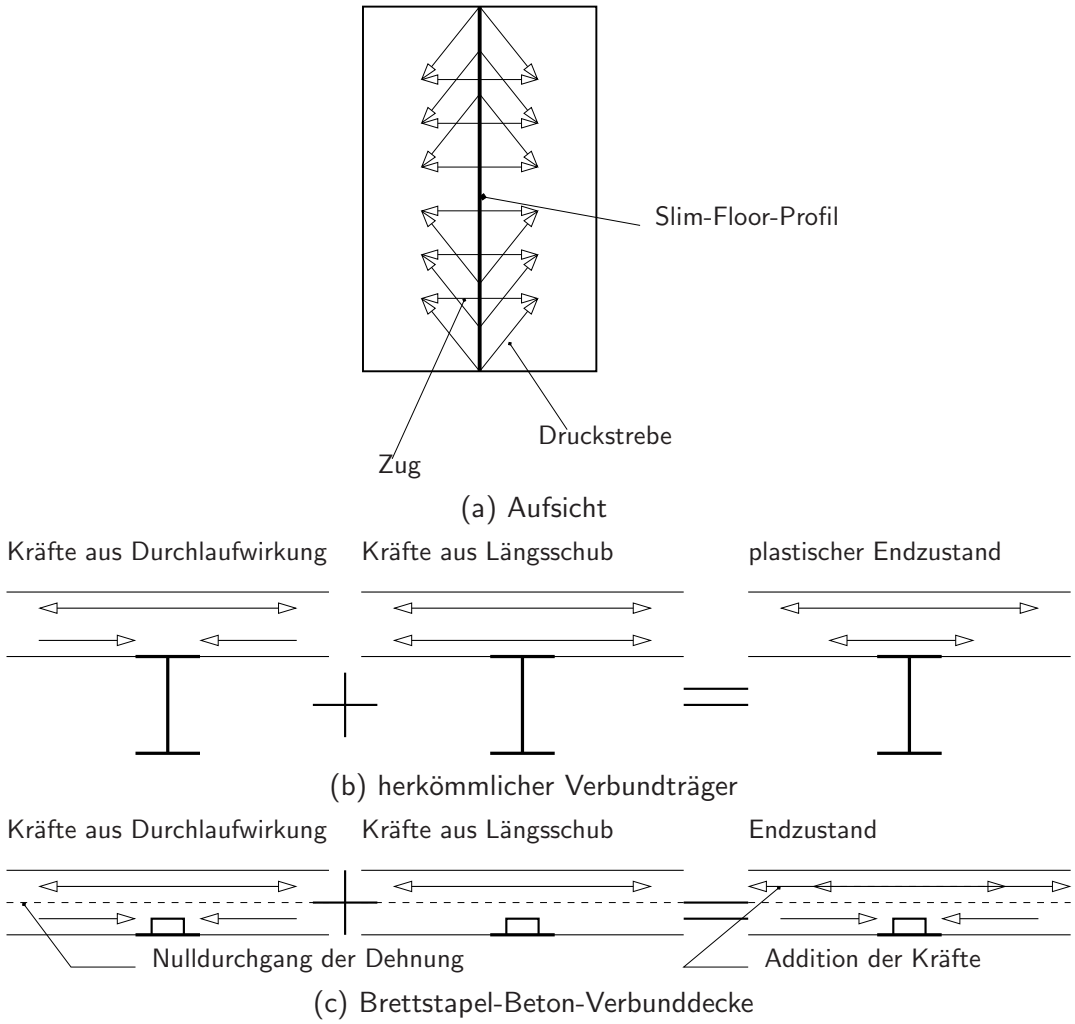


Abbildung 4.5: Modelle zur Bemessung der Querbewehrung

1990] kann die reduzierte Verdübelung vernachlässigt werden, wenn der Mindestverdübelungsgrad $\frac{n_{\text{erf, red}}}{n_{\text{erf, voll}}}$ größer als 0,5 ist.

Damit bestimmt sich das effektive Flächenträgheitsmoment durch

$$A_{b0} = b_{eff} \cdot h_b \cdot \frac{E_b}{E_a} \tag{4.64}$$

$$I_{b0} = \frac{E_b}{Ea} \cdot I_b \tag{4.65}$$

$$A_{a,ges} = A_{\text{Baustahl}} + A_{\text{Bewehrung}} \tag{4.66}$$

$$A_{i0} = A_{b0} + A_{a,ges} \tag{4.67}$$

$$z_{i0} = \frac{A_{a,ges} \cdot a^{\star}}{A_{i0}} \tag{4.68}$$

$$S_{i0} = z_{i0} \cdot A_{b0} \tag{4.69}$$

$$I_{i0} = I_{b0} + I_a + S_{i0} \cdot a^{\star} \tag{4.70}$$

mit	$a^\star$	Abstand der Schwerpunkte der Teilquerschnitte
	I_a	Flächenträgheitsmoment des Stahlquerschnitts
	I_b	Flächenträgheitsmoment des Betonquerschnitts
	Index a	Baustahl
	Index b	Beton

Mit diesem resultierenden Flächenträgheitsmoment I_{i0} kann dann der Verformungsnachweis zum Beispiel eines Einfeldträgers unter Gleichstreckenbelastung bestimmt werden durch

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E_a \cdot I_{i0}} \tag{4.71}$$

4.4.2.2 Langzeitverhalten

Für das Langzeitverhalten wird analog zur Bemessung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke (vgl. Abs. 4.2) der E-Modul des kriechenden Werkstoffs duch die Beziehung

$$E_\varphi = \frac{E}{1+\varphi} \tag{4.72}$$

abgemindert. Allerdings beeinflussen auch beim Stahl-Beton-Verbundträger das unterschiedliche Kriechverhalten der am Verbund beteiligten Werkstoffe die Spannungsverteilung. Aus diesem Grund darf auch bei Stahl-Beton-Verbundträgern nicht die Materialkriechzahl verwendet werden, sondern die Materialkriechzahl muss ähnlich wie zur Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke modifiziert werden.

Hierbei wird wie beim vereinfachten Verfahren zur Berücksichtigung des Langzeitverhaltens bei der Bemessung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke (vgl. Kap. 4.3.3) der effektive E-Modul des Betons modifiziert

$$E = \frac{E}{1+\psi_i \cdot \varphi} \tag{4.73}$$

Dieser ψ_i-Wert hängt dabei von der Beanspruchungsart ab:

- Kriechen
  - Biegebeanspruchung

$$\psi_I = \frac{1}{1 - 0{,}5 \cdot \alpha_I \cdot \varphi_b + 0.08 \cdot (\alpha_I \cdot \varphi_b)^2} \tag{4.74}$$

  - Normalkraftbeanspruchung

$$\psi_F = \frac{1}{1 - 0{,}5 \cdot \alpha_F \cdot \varphi_b + 0.08 \cdot (\alpha_F \cdot \varphi_b)^2} \tag{4.75}$$

- Schwinden
  - Biegebeanspruchung

$$\psi_{I,S} = 0.5 + 0.05 \cdot \alpha_I \cdot \varphi_b \tag{4.76}$$

– Normalkraftbeanspruchung

$$\psi_{F,S} = 0.5 + 0.05 \cdot \alpha_F \cdot \varphi_b \tag{4.77}$$

Die darin enthaltenen Vorwerte α_I und α_F bestimmen sich dabei durch folgende Beziehungen:

$$\alpha_F = \frac{A_{a,ges} \cdot I_a}{A_{i0} \cdot (I_{i0} - I_{c0})} \tag{4.78}$$

$$\alpha_I = \frac{I_a}{I_{c0} + I_a} \tag{4.79}$$

Um die Abhängigkeit des E-Moduls von der Beanspruchung zu berücksichtigen, werden die Querschnittsgrößen mit dem jeweiligen E-Modul bestimmt. So geht z.B. in Gl. (4.65) der effktive E-Modul mit $E(\alpha_I)$ ein, während in Gl. (4.64) der effektive E-Modul durch $E(\alpha_F)$ zu bestimmen ist Damit lässt sich das Kriechen berücksichtigen.

Um Schwinden zu berücksichtigen, wird das Schwindmoment durch folgende Beziehungen bestimmt

$$M_s = N_s \cdot z \tag{4.80}$$

mit z Abstand Schwerpunkt der Betonfläche – Gesamtschwerpunkt
N_s Schwindnormalkraft nach Gl. (4.81)

Die durch Schwinden hervorgerufene Normalkraft N_s in der Betonplatte bestimmt sich zu

$$N_s = \varepsilon_{\text{Schw}} \cdot \frac{E_{b,m}}{1 + \psi_{F,S} \cdot \varphi_b} \cdot A_{b,ges} \tag{4.81}$$

Dieses Moment wird als konstant über die gesamte Länge des Stahl-Beton-Verbundträgers angesetzt.

4.5 Schwingungsnachweis der Decke

Der Nachweis der Schwingung ist dann eingehalten, wenn einer der beiden folgenden Nachweise eingehalten ist (vgl. [Hamm 2005] und [Hamm 2004]):

- Vereinfachter Nachweis durch Begrenzung der Durchbiegung (vgl. [DIN 1052 2004])
- Genauerer Nachweis durch Bestimmung der Eigenfrequenz, der Verformung unter Mannlast und der Beschleunigung

Für den vereinfachten Nachweis gilt, dass die Verformung unter quasi-permanenter Last kleiner als 6 mm sein sollte. Dies ist gleichbedeutend mit dem Nachweis einer Eigenfrequenz von mehr als 7 Hz. Allerdings ist dieser Nachweis bei Holz-Beton-Verbunddecken infolge ihres hohen Eigengewichts bei größeren Spannweiten relativ schwer einzuhalten.

Aus diesem Grund muss i.d.R. der genauere Nachweis herangezogen werden, um die günstigen Eigenschaften der Brettstapel-Beton-Verbunddecke zu nutzen. Für diesen Nachweis müssen folgende Punkte erfüllt sein

- Die Eigenfrequenz muss größer als 6 Hz sein, wobei sich für einen Einfeldträger die Eigenfrequenz bestimmt durch

$$f = \frac{5}{\sqrt{0{,}8 \cdot w_{\text{perm}}}} \tag{4.82}$$

mit w_{perm} Verformung infolge quasi-permanenter Last

- die Verformung unter einer Mannlast der Größe von 1 kN muss kleiner sein als die Grenzwerte nach Tab. 4.4.

Tabelle 4.4: Grenzwerte für die Verformung der Decke unter einer Mannlast der Größe von 1 kN (vgl. [Hamm 2005] und [Hamm 2004])

Steifigkeit	Schwingungsanfälligkeit	Anwendung
$w_{1kN} = 1{,}0mm$	schwingungsanfällig	Einfeldträger mit geringen Anforderungen
$w_{1kN} = 0{,}5mm$	leicht schwingungsanfällig	Einfeldträger mit höheren, Durchlaufträger mit geringen Anforderungen
$w_{1kN} = 0{,}25mm$	nicht schwingungsanfällig	Durchlaufträger mit höheren Anforderungen

- Untersuchung der Resonanz: Da die Schwingungsamplitude abhängig ist vom Eigengewicht der Decke, muss die Beschleunigung der Decke infolge Resonanz untersucht werden, Da schwerere Decken eine geringere Beschleunigung besitzen, beeinflusst ein Resonanzfall i.d.R weniger das Wohlbefinden. Die Beschleunigung im Resonanzfall für eine Eigenfrequenz zwischen 6 und 7,2 Hz bestimmt sich zu

$$a = 0{,}4 \cdot \frac{\alpha_3 \cdot F_0}{M^\star \cdot 2 \cdot \zeta} = 0{,}4 \cdot \frac{0{,}1 \cdot 700}{M^\star \cdot 2 \cdot \zeta} \tag{4.83}$$

mit $M^\star$ ständige und quasi-ständige Masse des Trägers
ζ Lehr'sches Dämpfungsmaß nach Tab. 4.5

Tabelle 4.5: Lehr'sches Dämpfungsmaß ζ nach [Hamm 2005]

System der Holzdecke	ζ
(Holz-) Decken ohne schwimmenden Estrich	0,01
Decken aus verleimten Brettstapelelementen mit schwimmendem Estrich	0,02
Holzbalkendecken und mechanisch verbundenen Brettstapelelemente mit schwimmendem Estrich	0,03

5 Visual-Basic-Tool für die Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integrierten Slim-Floor-Profilen

5.1 Allgemeines

Um den Bemessungsablauf zu automatisieren und damit eine schnelle und einfache Bemessung dieser Decken auch ohne große Vorkenntnisse zu ermöglichen, wird ein Bemessungstool entwickelt. Basis dieses Bemessungstools ist eine durch das Programm selbstständig generierte Datenbank. Die einzelnen Module lesen aus dieser Datenbank die notwendigen Daten heraus und schreiben die Ergebnisse zurück. (vgl. Abb. 5.1). Bei jedem Zugriff der einzelnen Module werden dabei die Daten nur aus der Datenbank gelesen. Nach der Verarbeitung der Daten werden die Ergebnisse in die betreffenden Tabellen in einen „Ergebnisvektor“ zurückgeschrieben. Für die Ausgabe wird dieser Ergebnisvektor auf den Drucker ausgelesen.

Um auch ein Korrigieren der Daten zu ermöglichen, überprüfen alle Module der Eingabe zuerst, ob die betreffenden Daten schon vorhanden sind. Sollten Daten vorhanden sein, werden diese im jeweiligen Formular angezeigt.

Damit steht ein offenes Bemessungsprogramm zur Verfügung, bei dem Schnittstellen zu anderen Programmen dadurch ermöglicht werden, indem diese Programme die Werte der Datenbank an den betreffenden Stellen verändern bzw einfügen. Darüber hinaus wird vorgeschlagen dieses Programm der General Public License (http://www.gnu.org/licenses/gpl.html) zu unterstellen, so dass einerseits der Quellcode veröffentlicht werden muss, andererseits aber auch starke Einschränkungen hinsichtlich der Haftung vorgegeben sind.

Um nun gegebenenfalls Erweiterungen oder aber auch Schnittstellen zu anderen Programmen zu ermöglichen, werden im Anhang A die einzelnen Module mit ihrer Abhängigkeit innerhalb der Datenbank vorgestellt. Die Reihenfolge der Module entspricht ihrer Reihenfolge im Programm.

5.2 Anwendung des Bemessungstools

Die Berechnung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil erfolgt mit Hilfe des entwickelten Bemessungstools durch folgende Schritte

- Start der BsBVISFP.exe: Dabei öffnet sich das zentrale Fenster, von dem sämtliche Dialoge aufgerufen werden können (vgl. Abb. 5.2)

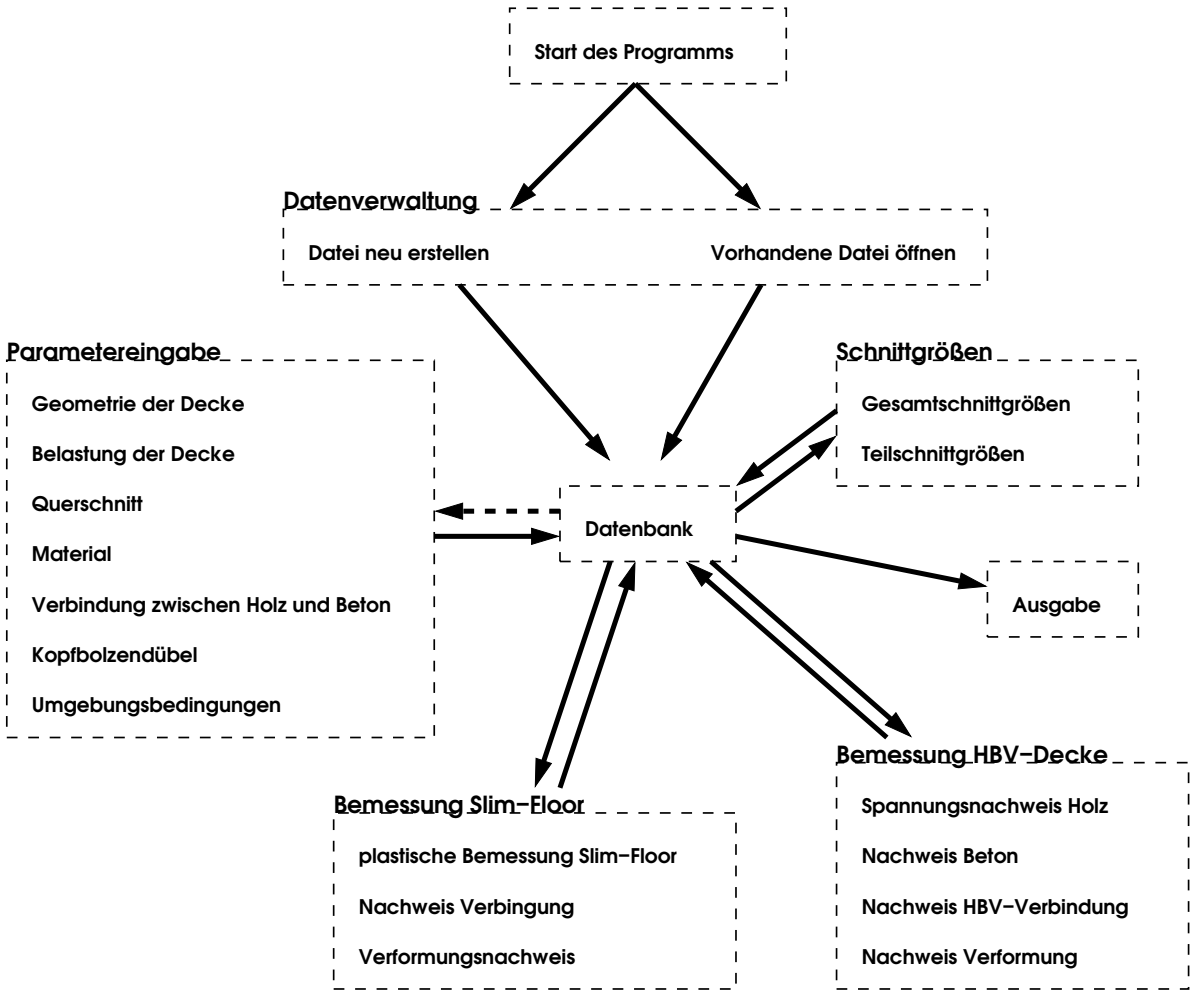


Abbildung 5.1: Ablauf des Bemessungstools

- Eingabe der Abmessungen der Decken: Im nächsten Schritt werden die gewünschten Deckenspannweiten eingegeben (vgl. Abb. 5.3). Im Eingabefenster befindet sich dabei eine maßstäbliche Skizze der Abmessungen, die an die eingegebenen Werten angepasst wird. Dadurch ist eine visuelle Kontrolle der Eingabedaten möglich.

- Eingabe der Belastung: Im nächsten Fenster werden nun die Angaben zur Belastung abgefragt. Dabei wird der Betrag numerisch und die Klasse der Lasteinwirkungsdauer und der Teilsicherheitsbeiwert auf der Lastseite durch Drop-down-Felder eingegeben bzw. ausgewählt (vgl. Abb. 5.4). Im Rahmen dieser Eingabe können neben der Ausbaulast und der Verkehrslast zwei weitere Lasten angeben werden.

- Auswahl des Materials: Im nächsten Schritt wird das Material ausgewählt. Hierzu werden aus der Datenbank „Materialeigenschaften.mdb“ die jeweiligen Materialien eingelesen. Sollten weitere Materialien berücksichtigt werden, können diese in der Materialdatenbank eingegeben werden.

- Eingabe der Querschnittswerte: In diesem Fenster können die Abmessungen der Brettstapelelemente, des Aufbetons, des Flansches und der Schweißnaht und das verwendete Profil eingegeben bzw. ausgewählt werden. Auch in diesem Fall werden die Werte durch

Abbildung 5.2: Zentrales Fenster zur Berechnung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil

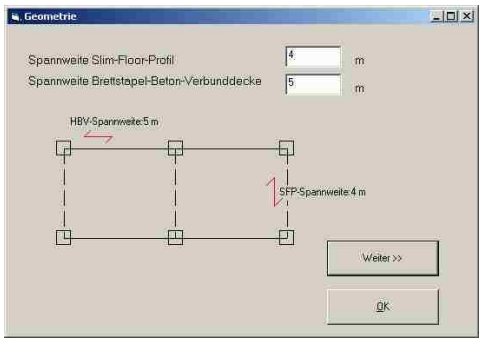


Abbildung 5.3: Eingabe der Spannweiten

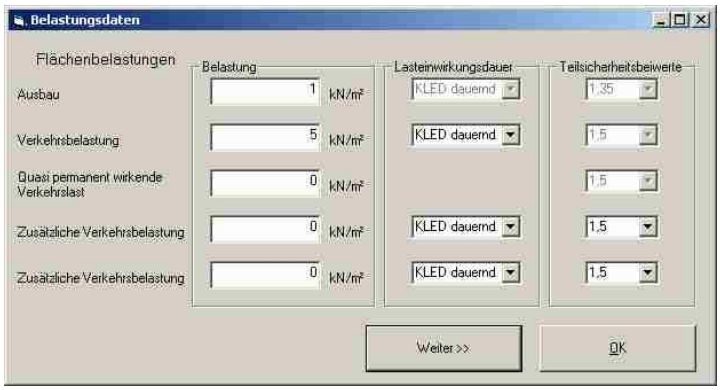


Abbildung 5.4: Eingabe der Spannweiten

Abbildung 5.5: Auswahl der Materialien

eine Skizze maßstäblich dargestellt, so dass eine visuelle Kontrolle der Plausibilität der Eingabe werte erfolgen kann (vgl. Abb. 5.6).

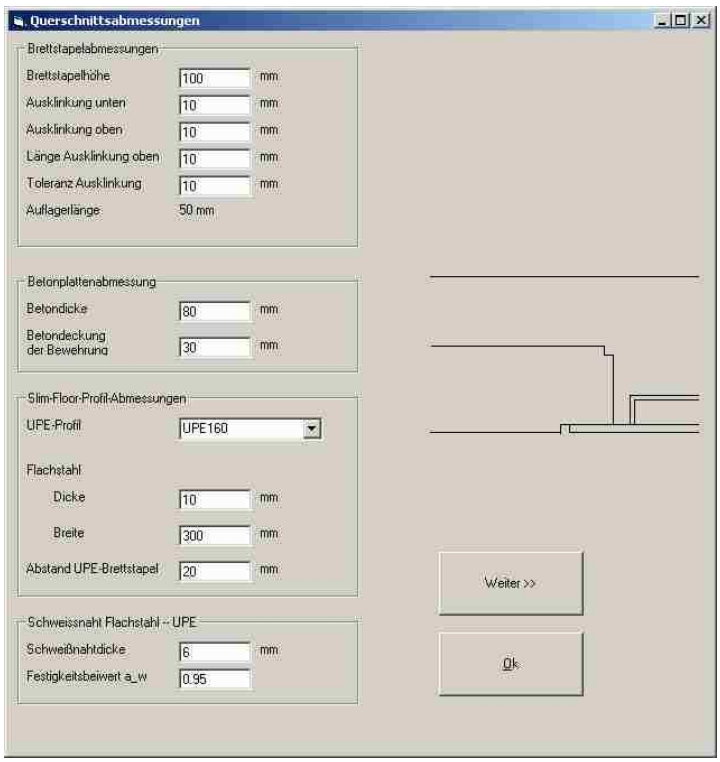


Abbildung 5.6: Eingabe der Geometrie

- Eingabe der Verbindungsmittel der Holz-Beton-Verbunddecke: Bei der Eingabe der Verbindungsmittel kann das Verbindungsmittel aus einer Drop-Downliste ausgewählt werden und die Abstände parallel und senkrecht zur Spannrichtung der Brettstapelelemente eingegeben werden (vgl. Abb. 5.7).

- Eingabe der Abmessungen der Kopfbolzendübel: Für die Definition der Kopfbolzendübel sind sowohl Länge und Durchmesser als auch Festigkeit des Kopfbolzendübels einzugeben (vgl. Abb. 5.8). Da sowohl die maximale Länge als auch der maximale Durchmesser von der gewählten Geometrie abhängt, werden diese Werte ebenfalls angegeben.

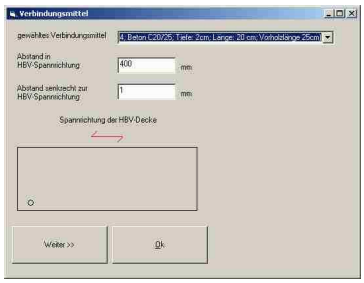


Abbildung 5.7: Eingabe der Verbindungsmitteleigenschaften

Abbildung 5.8: Eingabe der Eigenschaften der Kopfbolzendübel

- Umgebungsbedingungen: Da das Kriechen und Schwinden stark von den Umgebungsbedingungen abhängt, müssen im letzten Eingabefenster diese Bedingungen definiert werden (vgl. Abb. 5.9).

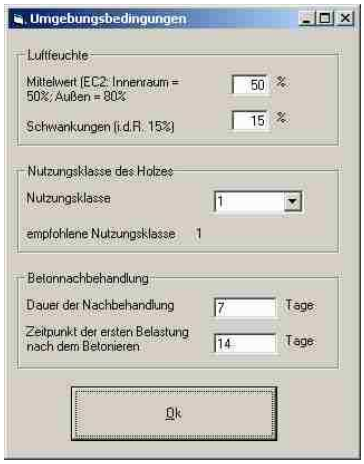
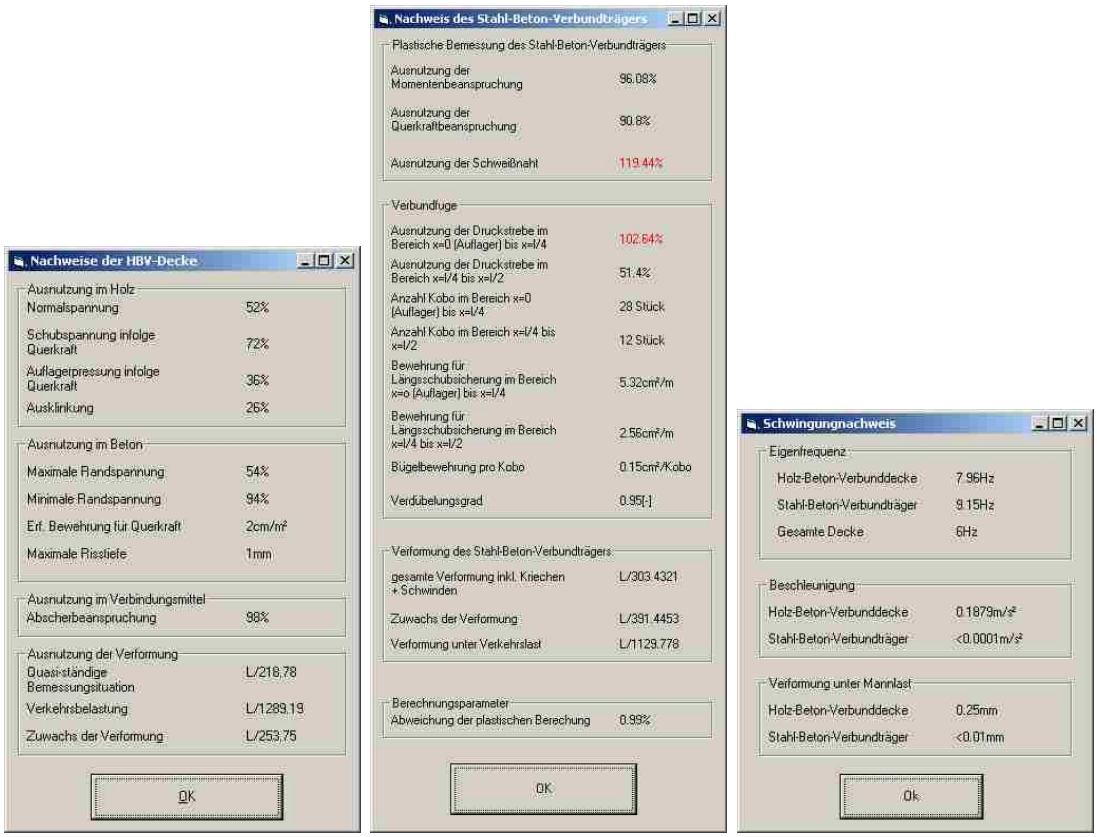


Abbildung 5.9: Eingabe der Umgebungsbedingungen

Damit ist die Eingabe erfolgt. Um nun das Deckensystem zu berechnen, kann die Berechnung durch das Drücken des Knopfes „Berechnung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil“ gestartet. Dabei wird nachgewiesen, ob die gewählten Abmessungen ausreichen und die erforderliche Anzahl der Kopfbolzendübel bestimmt. Zur Kontrolle werden drei Fenster ausgegeben, bei denen die Ausnutzungen bzw. die resultierenden Größen zusammengestellt werden (vgl. Abb. 5.10).



(a) Brettstapel-Beton-Verbunddecke (b) Stahl-Beton-Verbunddecke (c) Schwingung

Abbildung 5.10: Zusammenstellung der einzelnen Nachweise

Um nun eine Zusammenstellung der Berechnungen zu erzielen, können die Ergebnisse auf dem Standarddrucker ausgedruckt werden (vgl. Anhang. C). Somit lässt sich auf einfache Art und Weise diese Bauweise berechnen und nachweisen, ohne dass aufwändige und zeitintenisve Berechnungen nötig sind.

6 Bemessungstabellen

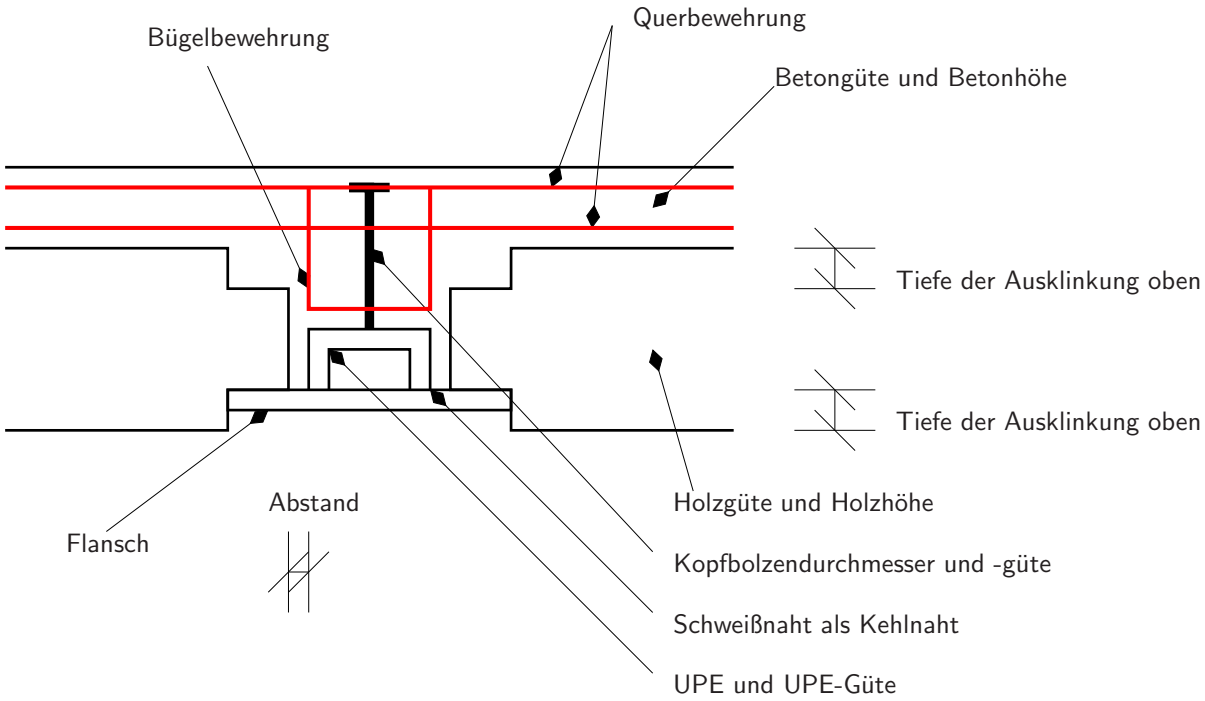
6.1 Allgemeines

Mit Hilfe des in Kap. 5 vorgestellten Programm werden im Folgenden Bemessungstabellen für verschiedene Anforderungen erstellt. Anhand der in den Bemessungstabellen angegebenen Größen lassen sich die geometrischen Abmessungen der Querschnitte und deren erforderliche Materialgüte, die erforderliche Anzahl an Verbindungsmittel sowohl zwischen Holz und Beton als auch zwischen Stahlträger und Betonplatte und die erforderliche Bewehrung bestimmen (vgl. Abb. 6.1). Die Annahme, die allen Tabellen zugrunde liegt, ist dass die einzelnen Bauteile quasi flächig gelagert sind, d.h. eventuelle Bauzustände wie z.B. Einzelstützungen o.ä. sind nicht berücksichtigt.

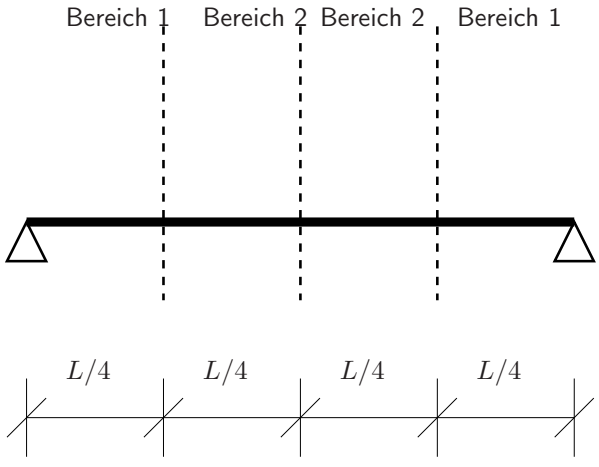
Werden diese Bemessungstabellen mit den erforderliche Querschnitten von reinen Brettstapel-Beton-Verbunddecken verglichen (vgl. [Kuhlmann und Schänzlin 2002b] und [Kuhlmann und Schänzlin 2002a]), wird ersichtlich, dass durch die Integration der Slim-Floor-Bauweise häufig die Betondecke nicht im übliche Verhältnis von Betonhöhe zu Brettstapelhöhe 1:2, sondern im Verhältnis 1:1 erforderlich wird. Hintergrund ist, dass die Verformung des Slim-Floor-Profils häufig die limitierende Größe ist. Diese Verformung lässt sich jedoch nur durch eine Vergrößerung der Betondicke oder eine Vergrößerung des Stahlprofils erreichen. Neben der Begrenzung der Verformung stellt in einigen Fällen die Tragfähigkeit der Druckstrebe im Bereich des Schulterschubs im Beton eine begrenzende Größe dar. Dies lässt sich ebenfalls durch eine größere Betondicke auf die maximale Beanspruchbarkeit reduzieren.

Bei der Optimierung wird in erster Linie hinsichtlich geringer Deckenstärke optimiert, wobei die Wirtschaftlichkeit nicht außer acht gelassen werden sollte. Dennoch stellt gerade dieser Optimierungspunkt die Schwierigkeit dar, dass je nach Unternehmen unterschiedliche Optimierungskriterien angestrebt werden. So wird ein Unternehmen des Stahlbetonbaus eher größere Betondicken in Kauf nehmen, da die Brettstapelelemente zugekauft werden müssen, während für ein Zimmereibetrieb dieses Kriterium nicht zutrifft.

Generell gilt jedoch, dass diese Bemessungstabellen nicht spezifisch für einen Typ von Bauwerken entwickelt wurde. So ist immer zu prüfen, ob die angegebenen Größen auch wirklich für das jeweilige Gebäude anwendbar sind. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Verformung und des Schwingungsverhaltens, da z.B. bei einem Mehrfamilienhaus die Grenzen der Eigenfrequenz unbedingt einzuhalten sind, während bei einem Einfamilienhaus diese Grenzen u. U. weniger bedeutsam einzuschätzen sind.



(a) Schnitt durch das System



(b) Ansicht

Abbildung 6.1: In den Bemessungstabellen angegebene Größen

6.2 Bemessungstabellen ohne plannmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 1,5kN/m^2

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 100 mm	C24; 120 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 100 mm	C20/25; 100 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE100 S235	UPE160 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 8 mm	S355; 240 x 8 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 150 mm; 450	16 x 120 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	15/5Stück	10/5Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.72/2cm^2/m	BSt 500 S;5.2/2.56cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.13cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.18cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.54	0.55
		maximale Verformung BSBVD	L/274.27	L/234.58
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/308.98	L/273.15
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.63mm	3mm
		Ausnutzung SFP	0.95	0.98
		maximale Verformung SFP	L/241.11	L/285.82
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/347.31	L/426.14
		Elastische Anfangsverformung SFP	5.07mm	4.6mm
		Eigenfrequenz BSBVD	10.78Hz	8.39Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.23m/s^2	0.2m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	6.99Hz	7.34Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S235	UPE160 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 240 x 8 mm	S355; 240 x 8 mm
		Schweißnahtdicke	4mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 160 mm; 450	16 x 185 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	12/5Stück	13/5Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.43/3.36cm^2/m	BSt 500 S;4.7/3.86cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.18cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.17cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.63	0.73
		maximale Verformung BSBVD	L/220.77	L/229.81
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/260.16	L/274.12
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4.11mm	4.92mm
		Ausnutzung SFP	0.85	0.69
		maximale Verformung SFP	L/333.61	L/418.42
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/511.54	L/657.06
		Elastische Anfangsverformung SFP	4.17mm	3.47mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.25Hz	6.7Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.15m/s^2	0.1m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	7.71Hz	8.45Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 190 mm	C20/25; 190 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S235	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 240 x 8 mm	S355; 240 x 8 mm
		Schweißsnahtdicke	5mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 240 mm; 450	16 x 295 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	15/5Stück	15/6Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.8/3.8cm^2/m	BSt 500 S;4/3.8cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.17cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.17cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.84	0.92
		maximale Verformung BSBVD	L/226.68	L/198.76
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/273.79	L/242.32
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	6.07mm	8.13mm
		Ausnutzung SFP	0.88	1
		maximale Verformung SFP	L/482.3	L/493.3
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/773.44	L/810.61
		Elastische Anfangsverformung SFP	3.12mm	3.17mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.08Hz	5.26Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	8.92Hz	8.84Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 120 mm	C24; 120 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 100 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S235	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 240 x 8 mm	S355; 340 x 8 mm
		Schweißnahtdicke	6mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 145 mm; 450	16 x 145 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	8/3Stück	17/7Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.52/2.9cm^2/m	BSt 500 S;4.52/3.06cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.41	0.54
		maximale Verformung BSBVD	L/346.96	L/291.12
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/394.93	L/339
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.4mm	2.42mm
		Ausnutzung SFP	0.88	0.73
		maximale Verformung SFP	L/199.31	L/236.13
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/305.32	L/369.39
		Elastische Anfangsverformung SFP	8.7mm	7.63mm
		Eigenfrequenz BSBVD	12.21Hz	9.4Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.2m/s^2	0.13m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.34Hz	5.7Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 400mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S235	UPE180 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 240 x 8 mm	S355; 240 x 8 mm
		Schweiẞnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	16 x 210 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	21/8Stück	22/8Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.76/2.4cm^2/m	BSt 500 S;3.49/2.8cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.18cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.18cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.51	0.58
		maximale Verformung BSBVD	L/220.7	L/209.45
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/258.8	L/248.55
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4mm	5.25mm
		Ausnutzung SFP	0.9	0.95
		maximale Verformung SFP	L/198.38	L/226.05
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/324.45	L/380.51
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.79mm	8.97mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.34Hz	6.45Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.12m/s^2	0.09m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.03Hz	5.26Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 160 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 475mm/1mm	Kerven 475mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S235	UPE200 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 240 x 8 mm	S355; 300 x 8 mm
		Schweiẞnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 235 mm; 450	22 x 265 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	21/7Stück	21/8Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.29/3.2cm^2/m	BSt 500 S;3.45/3.2cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.18cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.77	0.8
		maximale Verformung BSBVD	L/198.98	L/199.58
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/239.65	L/241.97
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	6.82mm	7.89mm
		Ausnutzung SFP	1	0.91
		maximale Verformung SFP	L/252.61	L/303.13
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/436.7	L/526.49
		Elastische Anfangsverformung SFP	8.34mm	6.99mm
		Eigenfrequenz BSBVD	5.7Hz	5.31Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.07m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.45Hz	5.95Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 140 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 140 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S235	UPE200 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 8 mm	S355; 300 x 8 mm
		Schweiïssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 130 mm; 450	22 x 170 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	10/4Stück	13/5Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.93/2.82cm^2/m	BSt 500 S;4.44/3.62cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.35	0.5
		maximale Verformung BSBVD	L/490.67	L/374.04
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/551.67	L/431.43
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.9mm	1.77mm
		Ausnutzung SFP	0.88	0.92
		maximale Verformung SFP	L/202.08	L/190.47
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/319.92	L/312.06
		Elastische Anfangsverformung SFP	10.93mm	12.27mm
		Eigenfrequenz BSBVD	15.37Hz	11.05Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.13m/s^2	0.1m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.76Hz	4.49Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 180 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 160 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S235	UPE200 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 10 mm	S355; 300 x 10 mm
		Schweißsnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 195 mm; 450	22 x 215 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	25/10Stück	26/10Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.29/4.12cm^2/m	BSt 500 S;3.66/3.2cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.6	0.69
		maximale Verformung BSBVD	L/305.4	L/258.29
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/357.54	L/306.31
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	2.86mm	4.24mm
		Ausnutzung SFP	0.96	0.99
		maximale Verformung SFP	L/203.34	L/203.76
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/338.74	L/349.38
		Elastische Anfangsverformung SFP	11.79mm	12.27mm
		Eigenfrequenz BSBVD	8.74Hz	7.2Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.59Hz	4.49Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 180 mm	C20/25; 200 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S355	UPE240 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 10 mm	S355; 400 x 15 mm
		Schweiẗssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 245 mm; 450	22 x 245 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	29/11Stück	32/13Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.68/3.6cm^2/m	BSt 500 S;8.44/5.12cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.83	0.93
		maximale Verformung BSBVD	L/215.03	L/202.75
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/259.65	L/247.66
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	6.39mm	8.05mm
		Ausnutzung SFP	0.97	0.99
		maximale Verformung SFP	L/200.54	L/278.45
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/351.34	L/456.78
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.84mm	8.41mm
		Eigenfrequenz BSBVD	5.9Hz	5.27Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.39Hz	5.43Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	50/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	C20/25; 210 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S235	UPE200 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 330 x 10 mm	S355; 340 x 10 mm
		Schweißnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 100 mm; 450	22 x 190 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	13/5Stück	26/10Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.64/2.22cm^2/m	BSt 500 S;5.2/4.01cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.36	0.48
		maximale Verformung BSBVD	L/658.91	L/525.67
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/732.54	L/601.15
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.61mm	1.19mm
		Ausnutzung SFP	1.01	0.96
		maximale Verformung SFP	L/203.71	L/202.97
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/331.46	L/340.94
		Elastische Anfangsverformung SFP	13.24mm	13.95mm
		Eigenfrequenz BSBVD	18.93Hz	13.59Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.1m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.33Hz	4.21Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 210 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S355	UPE240 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 360 x 10 mm	S355; 360 x 10 mm
		Schweißsnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 230 mm; 450	22 x 285 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	30/11Stück	36/13Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.2/4.82cm^2/m	BSt 500 S;4.4/4.4cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.59	0.69
		maximale Verformung BSBVD	L/422.06	L/360.17
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/491.62	L/426.26
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	2.01mm	3.01mm
		Ausnutzung SFP	0.94	0.91
		maximale Verformung SFP	L/199.5	L/207.1
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/346.08	L/362.47
		Elastische Anfangsverformung SFP	14.85mm	14.48mm
		Eigenfrequenz BSBVD	10.52Hz	8.61Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.08Hz	4.14Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	C20/25; 200 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE240 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 360 x 12 mm	S355; 440 x 12 mm
		Schweiẗssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	19 x 265 mm; 450	22 x 265 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	41/15Stück	43/18Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.64/5.49cm^2/m	BSt 500 S;7.46/4cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.82	0.89
		maximale Verformung BSBVD	L/278.63	L/222.61
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/335.84	L/270.74
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4.89mm	7.18mm
		Ausnutzung SFP	1.01	0.92
		maximale Verformung SFP	L/198.36	L/202.58
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/349.13	L/343.15
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.23mm	14.15mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.77Hz	5.56Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.03Hz	4.18Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 180 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 240 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE240 S235	UPE240 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 12 mm	S355; 400 x 12 mm
		Schweiẗssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 210 mm; 450	22 x 195 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	17/7Stück	33/12Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.05/4.42cm^2/m	BSt 500 S;5.7/4.12cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.35cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.34	0.45
		maximale Verformung BSBVD	L/774.62	L/639.55
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/857.27	L/724.75
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.49mm	0.91mm
		Ausnutzung SFP	0.8	0.89
		maximale Verformung SFP	L/198.15	L/202.8
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/318.75	L/342.45
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.27mm	16.08mm
		Eigenfrequenz BSBVD	20.91Hz	15.5Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.09m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.03Hz	3.93Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE240 S235	UPE270 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 20 mm	S355; 500 x 20 mm
		Schweißnahtdicke	7mm	8mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 210 mm; 450	25 x 290 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	38/15Stück	45/17Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.04/4.42cm^2/m	BSt 500 S;6.79/4.4cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.56	0.69
		maximale Verformung BSBVD	L/474.79	L/357.32
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/549.6	L/423.11
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.72mm	3.04mm
		Ausnutzung SFP	0.88	0.89
		maximale Verformung SFP	L/230.89	L/207.08
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/367.69	L/335.03
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.89mm	14.75mm
		Eigenfrequenz BSBVD	11.36Hz	8.54Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.39Hz	4.1Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 230 mm	C20/25; 230 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S235	UPE300 S235
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 20 mm	S355; 520 x 20 mm
		Schweiïssnahtdicke	8mm	9mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 300 mm; 450	22 x 300 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	56/22Stück	57/22Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.31/4.59cm^2/m	BSt 500 S;7.94/4.59cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.83	0.92
		maximale Verformung BSBVD	L/285.27	L/247.42
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/344.62	L/301.79
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4.82mm	6.55mm
		Ausnutzung SFP	0.98	1.02
		maximale Verformung SFP	L/194.62	L/196.67
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/318.17	L/325.35
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.96mm	16.08mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.8Hz	5.85Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	3.94Hz	3.93Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 230 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S235	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 10 mm	S355; 500 x 20 mm
		Schweiẞsnahtdicke	8mm	8mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 150 mm; 450	22 x 300 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	19/8Stück	38/16Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.65/3.22cm^2/m	BSt 500 S;8.15/6.22cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.37cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.27	0.39
		maximale Verformung BSBVD	L/912.33	L/682.49
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/1009.78	L/771.26
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.42mm	0.84mm
		Ausnutzung SFP	1	0.92
		maximale Verformung SFP	L/193.05	L/217.9
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/318.44	L/341.02
		Elastische Anfangsverformung SFP	18.35mm	14.91mm
		Eigenfrequenz BSBVD	22.52Hz	16.06Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.09m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	3.67Hz	4.08Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 240 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 600mm/1mm	Kerven 550mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S355	UPE360 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 20 mm	S355; 600 x 20 mm
		Schweiïssnahtdicke	8mm	7mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 330 mm; 450	22 x 350 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	46/18Stück	37/16Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;8.75/6.82cm^2/m	BSt 500 S;8.94/7.22cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.6	0.7
		maximale Verformung BSBVD	L/584.46	L/436.48
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/675.38	L/514.4
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.38mm	2.42mm
		Ausnutzung SFP	0.9	0.89
		maximale Verformung SFP	L/221.86	L/208.29
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/359.83	L/331.39
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.55mm	16.04mm
		Eigenfrequenz BSBVD	12.64Hz	9.49Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	3.99Hz	3.93Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 550mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE400 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 720 x 22 mm	
		Schweißnahtdicke	8mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 360 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	43/19Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;9.21/7.3cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	0.84	
		maximale Verformung BSBVD	L/338.89	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/407.13	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.95mm	
		Ausnutzung SFP	0.9	
		maximale Verformung SFP	L/203.41	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/315.65	
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.73mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	7.45Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	3.97Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 1.5kN/m^2, davon 0.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

6.3 Bemessungstabellen ohne planmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 3,5kN/m^2

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 100 mm	C24; 140 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	80/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 100 mm	C20/25; 80 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S235	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 8 mm	S355; 300 x 8 mm
		Schweiẗssnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 150 mm; 450	16 x 130 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	14/7Stück	14/6Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.33/2.6cm^2/m	BSt 500 S;5.37/2.76cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.17cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.54	0.72
		maximale Verformung BSBVD	L/266.81	L/228.36
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/300.95	L/261.62
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.7mm	2.78mm
		Ausnutzung SFP	0.92	0.94
		maximale Verformung SFP	L/249.89	L/265.88
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/350.56	L/375.06
		Elastische Anfangsverformung SFP	4.59mm	4.37mm
		Eigenfrequenz BSBVD	10.51Hz	8.12Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.23m/s^2	0.2m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	7.35Hz	7.53Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 180 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S355	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 320 x 8 mm	S355; 340 x 8 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 130 mm; 450	16 x 185 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	15/6Stück	17/6Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.69/2.76cm^2/m	BSt 500 S;5.99/3.86cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.8	0.89
		maximale Verformung BSBVD	L/232.64	L/217.86
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/269.07	L/254.83
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.49mm	4.66mm
		Ausnutzung SFP	0.94	0.87
		maximale Verformung SFP	L/350.89	L/394.34
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/514.22	L/595.79
		Elastische Anfangsverformung SFP	3.62mm	3.42mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.48Hz	6.55Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.13m/s^2	0.1m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	8.28Hz	8.51Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 220 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 150 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S355	UPE180 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 360 x 8 mm	S355; 380 x 10 mm
		Schweißsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 240 mm; 450	16 x 295 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	17/6Stück	18/7Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6/4.96cm^2/m	BSt 500 S;6.5/6.06cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.92	1.01
		maximale Verformung BSBVD	L/224	L/204.71
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/264.02	L/243.72
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.41mm	7.03mm
		Ausnutzung SFP	0.88	1.02
		maximale Verformung SFP	L/468.09	L/551.9
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/718.15	L/830.9
		Elastische Anfangsverformung SFP	2.97mm	2.43mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.12Hz	5.4Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	9.13Hz	10.1Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 120 mm	C24; 120 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE140 S355	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 300 x 8 mm	S355; 340 x 8 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 145 mm; 450	16 x 145 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	19/7Stück	25/9Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.51/3.06cm^2/m	BSt 500 S;4.65/3.06cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.57	0.74
		maximale Verformung BSBVD	L/356.75	L/268.75
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/402.18	L/309.57
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.26mm	2.45mm
		Ausnutzung SFP	0.82	1
		maximale Verformung SFP	L/201.06	L/201.78
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/300.91	L/306.89
		Elastische Anfangsverformung SFP	8.25mm	8.48mm
		Eigenfrequenz BSBVD	12.28Hz	8.94Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.16m/s^2	0.12m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.48Hz	5.41Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 140 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 400mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S355	UPE180 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 340 x 8 mm	S355; 360 x 8 mm
		Schweiẞnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	16 x 210 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	26/10Stück	28/11Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;4.65/2.8cm^2/m	BSt 500 S;4.9/4.36cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.69	0.76
		maximale Verformung BSBVD	L/222.54	L/208.52
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/257.76	L/244.4
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.68mm	4.92mm
		Ausnutzung SFP	0.99	1
		maximale Verformung SFP	L/200.8	L/229.54
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/314.98	L/366.85
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.02mm	8.15mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.33Hz	6.4Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.1m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.24Hz	5.52Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 190 mm	C20/25; 200 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 475mm/1mm	Kerven 475mm/1mm
		UPE-Profil	UPE220 S355	UPE240 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 360 x 10 mm	S355; 400 x 10 mm
		Schweiẞnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 235 mm; 450	22 x 265 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	19/7Stück	20/7Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.6/4.92cm^2/m	BSt 500 S;7.1/5.52cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.97	1.01
		maximale Verformung BSBVD	L/204.03	L/207.2
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/243.04	L/248.07
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	6.29mm	7.15mm
		Ausnutzung SFP	0.92	0.98
		maximale Verformung SFP	L/304.71	L/362.04
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/477.68	L/573.69
		Elastische Anfangsverformung SFP	5.94mm	5.09mm
		Eigenfrequenz BSBVD	5.72Hz	5.39Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.06m/s^2	0.05m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	6.46Hz	6.98Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 140 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 140 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S355	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 10 mm	S355; 380 x 12 mm
		Schweiïssnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 120 mm; 450	22 x 170 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	25/10Stück	20/7Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.11/2.56cm^2/m	BSt 500 S;6.46/3.62cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.29cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.5	0.67
		maximale Verformung BSBVD	L/457.75	L/347.18
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/512.63	L/397.64
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.93mm	1.82mm
		Ausnutzung SFP	0.89	0.97
		maximale Verformung SFP	L/200.66	L/200.86
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/301.16	L/307.8
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.97mm	10.37mm
		Eigenfrequenz BSBVD	14.41Hz	10.45Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.12m/s^2	0.09m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.99Hz	4.89Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 160 mm	C20/25; 180 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE180 S355	UPE220 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 380 x 16 mm	S355; 380 x 16 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 195 mm; 450	22 x 215 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	25/9Stück	25/10Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.65/4.12cm^2/m	BSt 500 S;8.29/4.51cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.29cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.84	0.93
		maximale Verformung BSBVD	L/245.37	L/226.15
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/286.25	L/267.1
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.49mm	4.74mm
		Ausnutzung SFP	0.98	0.99
		maximale Verformung SFP	L/197.9	L/222.13
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/298.98	L/340.43
		Elastische Anfangsverformung SFP	10.24mm	9.38mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.58Hz	6.55Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.07m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.92Hz	5.14Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 190 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 475mm/1mm
		UPE-Profil	UPE240 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 380 x 16 mm	S355; 480 x 16 mm
		Schweiẗssnahtdicke	5mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 245 mm; 450	22 x 245 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	28/10Stück	28/11Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;8.77/5.12cm^2/m	BSt 500 S;10.62/5.12cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	1.02	1
		maximale Verformung BSBVD	L/202.6	L/220.16
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/241.65	L/264.45
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	6.37mm	6.84mm
		Ausnutzung SFP	1	0.96
		maximale Verformung SFP	L/235.1	L/319.19
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/365.71	L/488.06
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.11mm	6.5mm
		Eigenfrequenz BSBVD	5.68Hz	5.52Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.22Hz	6.18Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	20/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 150 mm	C20/25; 190 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S355	UPE200 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 20 mm	S355; 400 x 15 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 170 mm; 450	22 x 190 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	19/8Stück	25/9Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.68/3.62cm^2/m	BSt 500 S;7.34/4.01cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.45	0.6
		maximale Verformung BSBVD	L/535.85	L/445.76
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/596.63	L/508.59
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.76mm	1.38mm
		Ausnutzung SFP	0.95	0.94
		maximale Verformung SFP	L/215.84	L/200.27
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/307.7	L/309.69
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.68mm	12.35mm
		Eigenfrequenz BSBVD	15.99Hz	12.08Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.12m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.06Hz	4.48Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	C20/25; 200 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE220 S355	UPE270 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 15 mm	S355; 400 x 15 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 230 mm; 450	22 x 285 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	29/10Stück	33/13Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.1/4.82cm^2/m	BSt 500 S;6.1/5.92cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.71	0.82
		maximale Verformung BSBVD	L/372.66	L/305.72
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/431.42	L/358.27
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	2.19mm	3.35mm
		Ausnutzung SFP	1	0.94
		maximale Verformung SFP	L/204.35	L/203.95
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/322.83	L/323.59
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.57mm	12.68mm
		Eigenfrequenz BSBVD	9.66Hz	7.81Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.44Hz	4.42Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	C24; 220 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	C20/25; 240 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 475mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S355	UPE330 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 460 x 20 mm	S355; 550 x 20 mm
		Schweiẗsnahtdicke	6mm	7mm
		Kopfbolzeneigenschaften	19 x 265 mm; 450	19 x 325 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	40/16Stück	42/18Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;10.21/5.49cm^2/m	BSt 500 S;11.01/6.69cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.29cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.29cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.96	1
		maximale Verformung BSBVD	L/253	L/235.63
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/301.76	L/283.98
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.1mm	6.5mm
		Ausnutzung SFP	1.02	1.01
		maximale Verformung SFP	L/231.39	L/262.24
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/355.91	L/402.13
		Elastische Anfangsverformung SFP	10.58mm	9.28mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.37Hz	5.68Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.84Hz	5.17Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 180 mm	C20/25; 210 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE270 S355	UPE270 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 470 x 25 mm	S355; 500 x 25 mm
		Schweiïssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 210 mm; 450	22 x 200 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	23/11Stück	31/13Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.69/4.42cm^2/m	BSt 500 S;9.46/4.22cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.44	0.59
		maximale Verformung BSBVD	L/595.31	L/477.26
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/663.49	L/546.24
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.69mm	1.32mm
		Ausnutzung SFP	0.94	0.96
		maximale Verformung SFP	L/204.8	L/203.29
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/290.29	L/297.69
		Elastische Anfangsverformung SFP	11.5mm	12.47mm
		Eigenfrequenz BSBVD	16.81Hz	12.34Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.1m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.64Hz	4.46Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 400mm/1mm
		UPE-Profil	UPE270 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 25 mm	S355; 550 x 25 mm
		Schweiẞsnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	22 x 290 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	57/23Stück	41/17Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;10.51/4.36cm^2/m	BSt 500 S;9.5/6.02cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.57	0.66
		maximale Verformung BSBVD	L/403.42	L/331
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/465.68	L/386.87
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.98mm	3.05mm
		Ausnutzung SFP	0.99	0.96
		maximale Verformung SFP	L/205.43	L/207.69
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/308.1	L/310.6
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.97mm	12.76mm
		Eigenfrequenz BSBVD	10.16Hz	8.22Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.37Hz	4.41Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	80/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE330 S355	UPE360 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 550 x 25 mm	S355; 550 x 25 mm
		Schweiẞsnahtdicke	7mm	7mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 300 mm; 450	22 x 320 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	44/18Stück	48/20Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.97/6.22cm^2/m	BSt 500 S;11.86/7cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.87	1.01
		maximale Verformung BSBVD	L/284.95	L/239.28
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/336.22	L/286.76
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4.28mm	6.22mm
		Ausnutzung SFP	0.95	1
		maximale Verformung SFP	L/210.32	L/206.73
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/311.59	L/312.3
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.36mm	13.08mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.93Hz	5.77Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.48Hz	4.35Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 220 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 240 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 440 x 15 mm	S355; 500 x 15 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 190 mm; 450	16 x 210 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	42/18Stück	52/21Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.22/3.96cm^2/m	BSt 500 S;7.73/4.36cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.4	0.44
		maximale Verformung BSBVD	L/959.09	L/740.78
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/1056.84	L/831.42
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.38mm	0.73mm
		Ausnutzung SFP	0.75	0.95
		maximale Verformung SFP	L/217.66	L/207.68
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/340.12	L/331.22
		Elastische Anfangsverformung SFP	14.88mm	16.16mm
		Eigenfrequenz BSBVD	22.77Hz	16.65Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	0.05m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.08Hz	3.92Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 260 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 600mm/1mm	Kerven 550mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S355	UPE360 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 20 mm	S355; 600 x 20 mm
		Schweiïssnahtdicke	6mm	7mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	25 x 350 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	65/25Stück	46/18Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;10.09/4.36cm^2/m	BSt 500 S;9.41/5.2cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.34cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.7	0.8
		maximale Verformung BSBVD	L/548.06	L/442.44
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/631.43	L/519.07
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.44mm	2.33mm
		Ausnutzung SFP	0.98	0.96
		maximale Verformung SFP	L/199.79	L/200.43
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/315.71	L/314.55
		Elastische Anfangsverformung SFP	16.53mm	16.28mm
		Eigenfrequenz BSBVD	11.95Hz	9.44Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	3.87Hz	3.9Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 260 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 550mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE400 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 720 x 22 mm	
		Schweißnahtdicke	8mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 360 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	56/23Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;9.73/5.2cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.33cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	0.95	
		maximale Verformung BSBVD	L/341.86	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/407.61	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.77mm	
		Ausnutzung SFP	0.99	
		maximale Verformung SFP	L/196.14	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/301.19	
		Elastische Anfangsverformung SFP	16mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	7.43Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.02m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	3.94Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 3.5kN/m^2, davon 1 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

6.4 Bemessungstabellen ohne planmäßige Überhöhung der elastischen Eigengewichtsverformung und einer Verkehrslast von 5,0kN/m^2

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 100 mm	C24; 140 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	60/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 100 mm	C20/25; 80 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S235	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 320 x 10 mm	S355; 320 x 8 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 150 mm; 450	16 x 130 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	18/8Stück	18/8Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;3.95/2.6cm^2/m	BSt 500 S;5.3/2.76cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.17cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.66	0.89
		maximale Verformung BSBVD	L/248.79	L/210.11
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/278.35	L/237.95
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.7mm	2.78mm
		Ausnutzung SFP	1	0.95
		maximale Verformung SFP	L/248.52	L/239.64
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/340.33	L/336.3
		Elastische Anfangsverformung SFP	4.34mm	4.79mm
		Eigenfrequenz BSBVD	9.98Hz	7.7Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.21m/s^2	0.18m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	7.56Hz	7.19Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 180 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 475mm/1mm
		UPE-Profil	UPE160 S355	UPE160 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 320 x 8 mm	S355; 340 x 10 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 130 mm; 450	16 x 185 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	19/7Stück	20/8Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.66/2.76cm^2/m	BSt 500 S;7.32/3.86cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.19cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.97	1.01
		maximale Verformung BSBVD	L/217.12	L/204.3
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/248.59	L/236.23
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.49mm	4.63mm
		Ausnutzung SFP	0.93	1.03
		maximale Verformung SFP	L/314.37	L/394.05
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/459.86	L/575.13
		Elastische Anfangsverformung SFP	4.02mm	3.19mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.15Hz	6.32Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.12m/s^2	0.09m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	7.85Hz	8.81Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	4	Holzgüte und Dicke	C24; 220 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 150 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 450mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE200 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 380 x 10 mm	
		Schweißsnahtdicke	4mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 240 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	21/8Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.43/4.96cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	0.99	
		maximale Verformung BSBVD	L/209.78	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/244.17	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.37mm	
		Ausnutzung SFP	0.92	
		maximale Verformung SFP	L/487.75	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/707.01	
		Elastische Anfangsverformung SFP	2.54mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	5.92Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	9.88Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 120 mm	C24; 120 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 120 mm	C20/25; 140 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S355	UPE200 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 10 mm	S355; 400 x 10 mm
		Schweiẞsnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 130 mm; 450	16 x 145 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	22/10Stück	29/12Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.52/2.76cm^2/m	BSt 500 S;5.26/3.06cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.7	0.89
		maximale Verformung BSBVD	L/327.65	L/248.6
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/367.45	L/284.03
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.32mm	2.5mm
		Ausnutzung SFP	0.91	1
		maximale Verformung SFP	L/218.56	L/211.69
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/306.69	L/306.66
		Elastische Anfangsverformung SFP	6.57mm	7.31mm
		Eigenfrequenz BSBVD	11.42Hz	8.46Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.15m/s^2	0.11m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	6.14Hz	5.82Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 140 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 400mm/1mm
		UPE-Profil	UPE200 S355	UPE220 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 400 x 10 mm	S355; 420 x 10 mm
		Schweißnahtdicke	4mm	4mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	16 x 210 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	32/13Stück	34/13Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.55/4cm^2/m	BSt 500 S;6.98/4.36cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.83	0.9
		maximale Verformung BSBVD	L/205.58	L/193.38
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/235.91	L/224.45
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.75mm	5.01mm
		Ausnutzung SFP	0.96	0.95
		maximale Verformung SFP	L/212.39	L/244.93
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/314.68	L/368.5
		Elastische Anfangsverformung SFP	7.65mm	6.84mm
		Eigenfrequenz BSBVD	6.96Hz	6.11Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.09m/s^2	0.07m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.69Hz	6.02Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	5	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 450mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE240 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 420 x 12 mm	
		Schweißnahtdicke	5mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 235 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	21/8Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;8.7/4.92cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	1.02	
		maximale Verformung BSBVD	L/224.89	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/264.09	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.28mm	
		Ausnutzung SFP	1	
		maximale Verformung SFP	L/359.07	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/541.17	
		Elastische Anfangsverformung SFP	4.68mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	6.07Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	7.28Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 140 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 140 mm	C20/25; 160 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE270 S355	UPE220 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 440 x 12 mm	S355; 440 x 14 mm
		Schweiïssnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 120 mm; 450	22 x 170 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	25/14Stück	24/9Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;5.66/3.78cm^2/m	BSt 500 S;7.36/3.62cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.61	0.79
		maximale Verformung BSBVD	L/416.34	L/321.9
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/465.37	L/366.56
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.01mm	1.89mm
		Ausnutzung SFP	0.83	0.95
		maximale Verformung SFP	L/207.19	L/206.55
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/292.07	L/299.76
		Elastische Anfangsverformung SFP	8.41mm	9.03mm
		Eigenfrequenz BSBVD	13.14Hz	9.84Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.11m/s^2	0.08m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.43Hz	5.24Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 140 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	50/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 160 mm	C20/25; 180 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 460mm/1mm
		UPE-Profil	UPE220 S355	UPE270 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 440 x 20 mm	S355; 450 x 20 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 195 mm; 450	22 x 215 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	29/11Stück	29/12Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.94/4.12cm^2/m	BSt 500 S;9.83/4.51cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.3cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.99	1.01
		maximale Verformung BSBVD	L/227.74	L/210.61
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/263.3	L/245.96
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	3.55mm	4.77mm
		Ausnutzung SFP	1.03	0.97
		maximale Verformung SFP	L/207.17	L/234.44
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/295.85	L/338.91
		Elastische Anfangsverformung SFP	8.68mm	7.88mm
		Eigenfrequenz BSBVD	7.21Hz	6.29Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.07m/s^2	0.05m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.35Hz	5.61Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	6	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 450mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE300 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 440 x 16 mm	
		Schweißsnahtdicke	6mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 270 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	30/13Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;8.98/5.62cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	1.02	
		maximale Verformung BSBVD	L/221.4	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/260.18	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.38mm	
		Ausnutzung SFP	0.96	
		maximale Verformung SFP	L/265.43	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/396.11	
		Elastische Anfangsverformung SFP	7.45mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	5.99Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	5.77Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 150 mm	C20/25; 200 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE270 S355	UPE240 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 440 x 20 mm	S355; 440 x 15 mm
		Schweiẞsnahtdicke	5mm	5mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 170 mm; 450	22 x 190 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	34/16Stück	29/11Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;6.91/3.56cm^2/m	BSt 500 S;7.76/4.01cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.2cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.55	0.7
		maximale Verformung BSBVD	L/498.56	L/440.75
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/554.4	L/501.34
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.8mm	1.37mm
		Ausnutzung SFP	0.98	0.87
		maximale Verformung SFP	L/205.42	L/199.51
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/285.86	L/300.37
		Elastische Anfangsverformung SFP	9.58mm	11.78mm
		Eigenfrequenz BSBVD	14.81Hz	11.75Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.11m/s^2	0.06m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	5.09Hz	4.59Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	C20/25; 210 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE270 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 460 x 15 mm	S355; 470 x 15 mm
		Schweiïssnahtdicke	5mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 230 mm; 450	22 x 285 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	34/13Stück	39/15Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.27/4.82cm^2/m	BSt 500 S;6.69/5.92cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.31cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.84	0.95
		maximale Verformung BSBVD	L/349.89	L/300.21
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/402.73	L/349.59
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	2.24mm	3.29mm
		Ausnutzung SFP	0.93	1
		maximale Verformung SFP	L/197.56	L/206.18
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/300.82	L/316.14
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.16mm	11.8mm
		Eigenfrequenz BSBVD	9.21Hz	7.66Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.05m/s^2	0.04m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.52Hz	4.58Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	7	Holzgüte und Dicke	C24; 200 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 450mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE330 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 600 x 16 mm	
		Schweißnahtdicke	7mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	19 x 265 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	47/20Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;9.79/4.4cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.29cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	1	
		maximale Verformung BSBVD	L/239.1	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/281.95	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	5.08mm	
		Ausnutzung SFP	0.98	
		maximale Verformung SFP	L/211.62	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/320.6	
		Elastische Anfangsverformung SFP	11.24mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	6.19Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	4.7Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 160 mm	C24; 160 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 180 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE300 S355	UPE300 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 25 mm	S355; 550 x 25 mm
		Schweiïssnahtdicke	6mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	22 x 210 mm; 450	22 x 200 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	27/13Stück	36/15Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.59/4.42cm^2/m	BSt 500 S;9.67/4.22cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.32cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.53	0.69
		maximale Verformung BSBVD	L/565.68	L/474.26
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/630.17	L/541.35
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.72mm	1.3mm
		Ausnutzung SFP	0.93	0.94
		maximale Verformung SFP	L/193.13	L/202.44
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/269.53	L/291.02
		Elastische Anfangsverformung SFP	11.74mm	12.02mm
		Eigenfrequenz BSBVD	15.81Hz	12.05Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.1m/s^2	0.05m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.6Hz	4.54Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 180 mm	C24; 200 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 220 mm	C20/25; 220 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 400mm/1mm	Kerven 400mm/1mm
		UPE-Profil	UPE330 S355	UPE330 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 560 x 25 mm	S355; 600 x 25 mm
		Schweiẞnahtdicke	6mm	7mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	16 x 290 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	65/29Stück	75/32Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;9.59/4.4cm^2/m	BSt 500 S;9.32/4.4cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.66	0.76
		maximale Verformung BSBVD	L/379.01	L/313.04
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/435.44	L/363.41
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	2.05mm	3.09mm
		Ausnutzung SFP	0.94	0.98
		maximale Verformung SFP	L/197.23	L/197.3
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/286.46	L/288.54
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.63mm	12.82mm
		Eigenfrequenz BSBVD	9.66Hz	7.9Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.04m/s^2	0.03m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.43Hz	4.4Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			8	9
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	8	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	
		Betongüte und Dicke	C20/25; 200 mm	
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	
		UPE-Profil	UPE360 S355	
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 600 x 25 mm	
		Schweißsnahtdicke	7mm	
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 300 mm; 450	
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	82/35Stück	
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.68/4cm^2/m	
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	
		Ausnutzung BSBVD	1.02	
		maximale Verformung BSBVD	L/268.54	
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/314.22	
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	4.33mm	
		Ausnutzung SFP	0.99	
		maximale Verformung SFP	L/199.32	
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/289.12	
		Elastische Anfangsverformung SFP	12.46mm	
		Eigenfrequenz BSBVD	6.67Hz	
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	
		Eigenfrequenz SFP	4.46Hz	
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD) 4	5
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 220 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 240 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 500mm/1mm	Kerven 500mm/1mm
		UPE-Profil	UPE330 S355	UPE330 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 500 x 15 mm	S355; 600 x 15 mm
		Schweißnahtdicke	5mm	6mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 325 mm; 450	16 x 210 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	50/21Stück	62/25Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;7.1/6.66cm^2/m	BSt 500 S;9.07/4.36cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.38	0.53
		maximale Verformung BSBVD	L/922.49	L/710.78
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/1014.24	L/795.12
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	0.39mm	0.74mm
		Ausnutzung SFP	0.83	0.88
		maximale Verformung SFP	L/210.57	L/203.21
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/319.26	L/312.51
		Elastische Anfangsverformung SFP	14.55mm	15.48mm
		Eigenfrequenz BSBVD	21.89Hz	16.04Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.08m/s^2	0.05m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	4.13Hz	4Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

			Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke (BSBVD)	
			6	7
Spannweite des Slim-Floor-Profils (SFP)	9	Holzgüte und Dicke	C24; 240 mm	C24; 240 mm
		Ausklinkung oben/unten	0/0mm	0/0mm
		Betongüte und Dicke	C20/25; 240 mm	C20/25; 260 mm
		HBV-Verbindungsmittel $e_{\|\|\text{Spann.}}/e_{\perp\text{Spann.}}$	Kerven 600mm/1mm	Kerven 550mm/1mm
		UPE-Profil	UPE330 S355	UPE400 S355
		Flachstahlgüte und Abmessung	S355; 600 x 20 mm	S355; 650 x 20 mm
		Schweiẗssnahtdicke	7mm	8mm
		Kopfbolzeneigenschaften	16 x 210 mm; 450	16 x 355 mm; 450
		Anzahl Bereich 1/ Bereich 2	75/30Stück	88/37Stück
		Bewehrung Bereich 1/Bereich 2	BSt 500 S;10.94/6.9cm^2/m	BSt 500 S;9.39/5.2cm^2/m
		Bügelbewehrung	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo	BSt 500 S;0.21cm^2/Kobo
		Ausnutzung BSBVD	0.82	0.92
		maximale Verformung BSBVD	L/523.07	L/420.4
		maximaler Zuwachs der Verformung BSBVD	L/600.55	L/490.6
		Elastische Anfangsverformung BSBVD	1.47mm	2.38mm
		Ausnutzung SFP	1	0.98
		maximale Verformung SFP	L/195.66	L/191.2
		maximaler Zuwachs der Verformung SFP	L/297.81	L/292.12
		Elastische Anfangsverformung SFP	15.77mm	16.26mm
		Eigenfrequenz BSBVD	11.46Hz	9.08Hz
		Eigenbeschleunigung BSBVD	0.03m/s^2	0.02m/s^2
		Eigenfrequenz SFP	3.96Hz	3.9Hz
		Eigenbeschleunigung SFP	0m/s^2	0m/s^2

Voraussetzungen:
Ausbaulast 1 kN/m^2
Verkehrslast 5kN/m^2, davon 1.5 kN/m^2 als quasipermanent wirkend
keine Überhöhung

7 Brandschutz

7.1 Bestimmung der Tragfähigkeit im Brandfall für die einzelnen Systeme

7.1.1 Allgemeines

Neben der Bestimmung des Trag- und Verformungsverhalten der Brettstapel-Beton-Verbundbauweise mit integrierten Slim-Floor-Profil im Kaltfall, spielt die Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit im Brandfall eine entscheidende Rolle bei der Anwendung dieser Bauweise in mehrgeschossigen Bauten.

Um diese Tragfähigkeit der gesamten Decke im Brandfall sicherzustellen, muss sowohl die Holz-Beton-Verbunddecke als auch der integrierte Stahl-Beton-Verbundträger eine ausreichende Widerstandsdauer besitzen.

7.1.2 Brandbemessung herkömmlicher Brettstapel-Beton-Verbunddecke

Für die Holz-Beton-Verbunddecke kann diese Bemessung nach [Eurocode 5 1994] erfolgen, wobei mehrere Verfahren darin angeboten werden. Die vereinfachte Bemessung besteht darin, dass die Abbrandrate des Holzes bestimmt wird. Zusätzlich zu der abgebrannten Dicke des Brettstapels werden nach [Eurocode 5 1994] 7mm Vorhaltemaß berücksichtigt, so dass sich der Restquerschnitt des Brettstapels in einer Brettstapel-Beton-Verbunddecke durch folgende Beziehung bestimmt

$$h_{\text{Rest}} = h_0 - d_0 \cdot t - 7mm \tag{7.1}$$

mit
- t Dauer der Brandeinwirkung
- d_0 Abbrandrate
  - $= 0.7mm/min$ für Brettschichtholz
  - $= 0.8mm/min$ für Vollholz
- h_0 Ausgangshöhe
- h_{Rest} nach t Minuten Brandeinwirkung verbleibender Restquerschnitt

Mit diesem reduzierten Querschnitt lassen sich nun die Schnittgrößen und damit die Spannungen bestimmen, so dass der Nachweis geführt werden kann. Anzumerken ist, dass für die Bemessung nach [Eurocode 5 1994] die Festigkeiten mit dem Faktor k_{fi} multipliziert werden müssen, und auf die Berücksichtigung eines k_{mod}-Faktors i.d.R. verzichtet werden kann. Auf der Lastseite können dagegen die Einwirkungen reduziert werden.

Damit lässt sich die Brettstapel-Beton-Verbunddecke nach [Eurocode 5 1994] bemessen.

7.1.3 Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers in reinen Betondecken im Brandfall

Für die Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des integrierten Slim-Floor-Profils stehen prinzipiell mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. So lässt sich die Tragfähigkeit im Brandfall bei reinen Betondecken mit integriertem Slim-Floor-Profil durch folgende Maßnahmen sicherstellen

- Verkleidung der Stahlprofile
- Schutzschaumbildende Anstriche
- Eingelegte Brandschutzbewehrung, die geschützt im Beton liegt und diese die reduzierte Belastung im Brandfall abtragen kann. Dabei wird von einem kompletten Ausfall des Untergurts des Slim-Floor-Profils ausgegangen.
- Aktiver Brandschutz durch Sprinkleranlage, Rauchmelder und ähnlichem

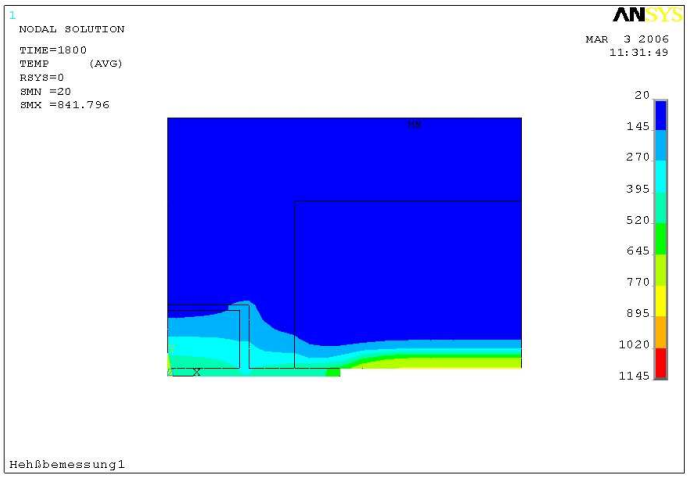
Damit stellt sich die Frage, ob die bei reinen Betondecken möglichen Brandschutzmaßnahmen auch bei der Brettstapel-Beton-Verbundbauweise mit integrierten Slim-Floor-Profils angewandt werden können?

7.2 Temperaturverteilung in der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil

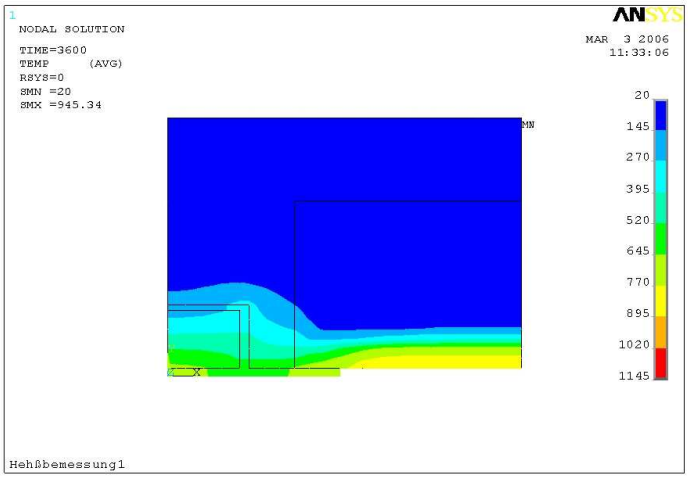
Um Aussagen über die Möglichkeiten eines passiven Brandschutzes des Stahl-Beton-Verbundträgers machen zu können, wird die Temperaturverteilung im Schnittstellenbereich zwischen Brettstapel-Beton-Verbunddecke und Stahl-Beton-Verbundträger mit Hilfe des FE-Programms Ansys (vgl. [ANSYS 2006]) unter der Annahme eines Brandes nach der Einheitstemperaturkurve bestimmt. Die dadurch bestimmten typischen Temperaturverteilungen zu verschiedenen Zeitpunkten sind in Abb. 7.1 dargestellt.

Aus der Temperaturverteilung lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

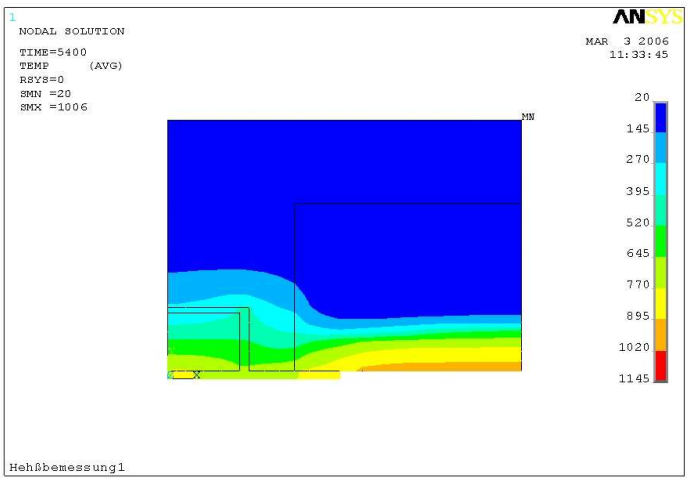
- Durch die geringe Wärmeleitung des Holzes kann die Wärme vom Stahlprofil nicht abgeführt werden, so dass gerade die Kontaktbereich zwischen Holz und Stahl erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind. In Bereichen, bei denen ein direkter Kontakt zwischen Beton und Stahlquerschnitt auftritt, wird dagegen das Stahlprofil etwas durch den Beton gekühlt.
- Infolge der sehr guten Wärmeleitung des Stahlprofils findet nur eine sehr geringer Schutz des Brettstapels durch das Stahlprofil im Auflagerbereich statt. Dadurch treten in der Kontaktfuge zwischen Stahlprofil und Brettstapel Temperaturen größer als 300°C auf, während die maximale Temperatur im Stahlprofil kleiner als 550°C ist. Dies hat zur Folge, dass zuerst die das Holz im Auflagerbereich thermisch zersetzt wird, bevor



(a) t= 30 min



(b) t= 60 min



(c) t= 90 min

Abbildung 7.1: Temperaturverteilung in Abhängigkeit der Brandeinwirkungsdauer

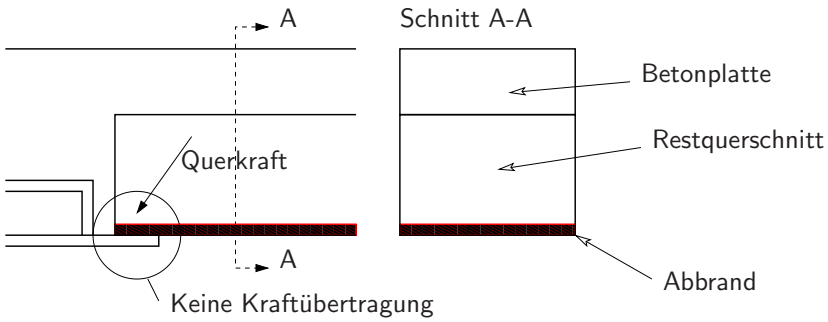


Abbildung 7.2: Thermische Zersetzung infolge Wärmeleitung des Stahlprofils

das Stahlprofil seine Tragfähigkeit verliert. Dadurch kann die Querkraft nicht mehr aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in das Stahlprofil übertragen werden.

- Infolge der dünnen Betondicke zwischen UPE-Profil und Brettstapel wird der Beton ähnlich stark erwärmt wie das Stahlprofil. Damit kann keine Brandschutzbewehrung angesetzt werden, da der dünne Betonsteg die Bewehrung nicht ausreichen kühlen kann und i.d.R. die Betondicke nicht ausreicht, nennenswerte Bewehrung aufzunehmen.

Wie aus der Temperaturverteilung ersichtlich wird, stellt sich u. U. durch die thermische Zersetzung an der Fuge zwischen Brettstapel und Stahl ein kritischer Zustand ein, da sich infolge der thermische Zersetzung des Holzes an der Fuge möglicherweise eine nicht tragfähige Kohlenschicht bildet, so dass die Querkraft aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke nicht mehr in den Stahl-Beton-Verbundträger übertragen werden kann. Dies bedeutet, dass es nicht ausreichend ist, die Tragfähigkeit des Stahlprofils mit gängigen Schutzmaßnahmen sicherzustellen, da der Auflagerbereich des Brettstapel infolge der hohen Wärmeleitung des Stahlprofils vor dem Stahlprofil versagt.

7.3 Mögliche Schutzmaßnahmen

Ziel der Schutzmaßnahmen muss sein, die Temperatur in der Fuge zwischen Holz und Stahl unter 300°C zu halten, damit keine thermische Zersetzung stattfinden kann und die Querkraftübertragung aus der Brettstapel-Beton-Vebunddecke in das Slim-Floor-Profil weiterhin sichergestellt ist (vgl. Abb. 7.2).

Damit sind folgende Maßnahmen, die bei reinen Stahlbeton-Platten mit integriertem Slim-Floor-Profil angewandt werden, bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil nicht möglich

- Eine Brandschutzbewehrung kann aus folgenden Gründen nicht angesetzt werden:
  - Die vorhandenen Betonfläche im Bereich des Slim-Floor-Profils reicht nicht aus, um nennenswerte Zugkräfte zu übernehmen.
  - Der Betonanteil ist gerade in diesem Bereich zu gering, um die Bewehrung zu kühlen
  - Die gesamte Querkraft aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke muss durch den Flansch übertragen werden (vgl. Abs. 2.2).

- Schutzschaumbildende Anstriche: Die schutzschaumbildenden Anstriche sind darauf ausgelegt, die Temperatur im Stahlprofil unter 550°C zu halten. Dies bedeutet, dass Temperaturen größer als 300°C zugelassen sind. Allerdings beginnt beim Holz die thermische Zersetzung bereits bei 300°C , so dass die üblichen Anstriche für das Holz zu große Temperaturen erlauben. Damit würde ggf. ein Zersetzen des Holzes im Auflagerbereich beginnen, so dass die Querkraftübertragung aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in den integrierten Stahl-Beton-Verbundträger nicht sichergestellt ist.

Deshalb kann der ausreichende Brandschutz nur durch folgende Maßnahmen sichergestellt werden

- Aktive Systeme wie Sprinklerung, die einerseits den Brand löschen, andererseits die Temperatur im Brandraum reduzieren.
- Verkleidung des Stahlprofils

Für die Verkleidung wird als Verkleidungsdicke der größere Wert der Brandschutzbekleidung eines Deckenprofils und einer Decke in Holzbauweise maßgebend. So werden in [Promat 2006] die in Tab. 7.1 dargestellten Mindestdicken für eine Holzbalkendecke und für ein Stahl-Deckenprofil angegeben, wobei für die Bestimmung der Dicke der Verkleidung des Stahlprofils ein U/A-Verhältnis nach Gl. (7.2) anzusetzen ist (vgl. Abb. 7.3).

$$\frac{U}{A} = \frac{2 \cdot t_{\text{Flansch}} + b_{\text{Flansch}}}{t_{\text{Flansch}} \cdot b_{\text{Flansch}}} \tag{7.2}$$

mit b_{Flansch} Breite des Flansches
t_{Flansch} Dicke des Flansches

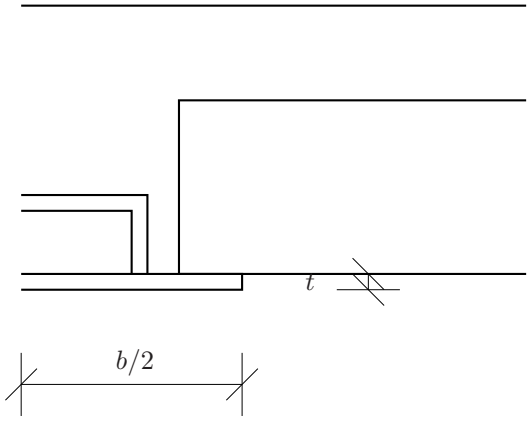


Abbildung 7.3: Bestimmung des U/A-Verhältnisses bei Slim-Floor-Profile nach Gl. (7.2)

Wird dieses Verhältnis für Slim-Floor-Profile ausgewertet, stellt man fest, dass das U/A-Verhältnis dann maximal wird, wenn die Breite und die Dicke des Flansches möglichst klein sind (vgl. Abb. 7.4).

Werden nun die erforderlichen Slim-Floor-Profile nach Kap. 6 zusammengestellt, kann festgehalten werden, dass der im Rahmen dieser Untersuchungen kleinste Flanschquerschnitt der Abmessung 240mm $\times$ 8 mm entspricht. Daraus lässt sich das im Rahmen dieser Untersuchungen ungünstigste U/A-Verhältnis zu 133,33 m^{-1} bestimmen. Mit diesem U/A-Verhältnis

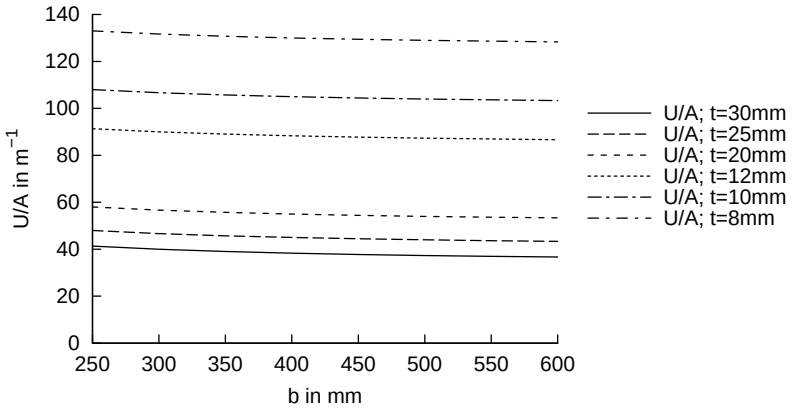


Abbildung 7.4: U/A-Verhältnisse typischer Slim-Floor-Profile

lassen sich dann die erforderlichen Brandschutzbekleidungen aus [Promat 2006] zu den in Tab. 7.1 gegebenen Werten bestimmen (vgl. Abb. 7.5).

Tabelle 7.1: Erforderliche Dicke der Brandschutzplatten am Beispiel von Brandschutzplatten nach [Promat 2006]

Widerstandsdauer	Holzbalkendecke	Stahlträger
F30-B	Promatect®-H Typ A; $d \geq 8mm$	Promatect®-H Typ A; $d \geq 6mm$
F60-B	Promatect®-H Typ A; $d = 12 + 10mm$	Promatect®-H Typ A; $d \geq 12mm$
F90-B	Promatect®-H Typ A; $d = 20 + 15mm$	Promatect®-H Typ A; $d \geq 20mm$

Sollte eine glatte Untersicht gewünscht sein, kann dies durch eine Ausklinkung des Brettstapels erfolgen (vgl. Abb. 7.6). Anzumerken ist, dass bei Ausführung nach Abb. 7.6 der Brettstapel ausgeklinkt werden muss. Damit sinkt die Tragfähigkeit dieses Anschlusses jedoch stark ab. Diese Reduktion der Ausklinkung ist in [DIN 1052 2004] geregelt und innerhalb des Bemessungstools in Modul nach Abs. A.11.4 berücksichtigt.

Durch diese Verkleidung ist somit sichergestellt, dass

- der integrierte Stahl-Beton-Verbundträger und insbesondere das Stahlprofil eine ausreichende Feuerwiderstandsdauer besitzen und
- die Querkraft aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke in den integrierten Stahl-Beton-Verbundträger eingeleitet werden kann.

Da die Beplankung nur im Bereich des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers erfolgt, muss die Tragfähigkeit der Brettstapel-Beton-Verbunddecke unter Berücksichtigung des Abbrandes separat nachgewiesen werden (vgl. Abs. 7.1.2).

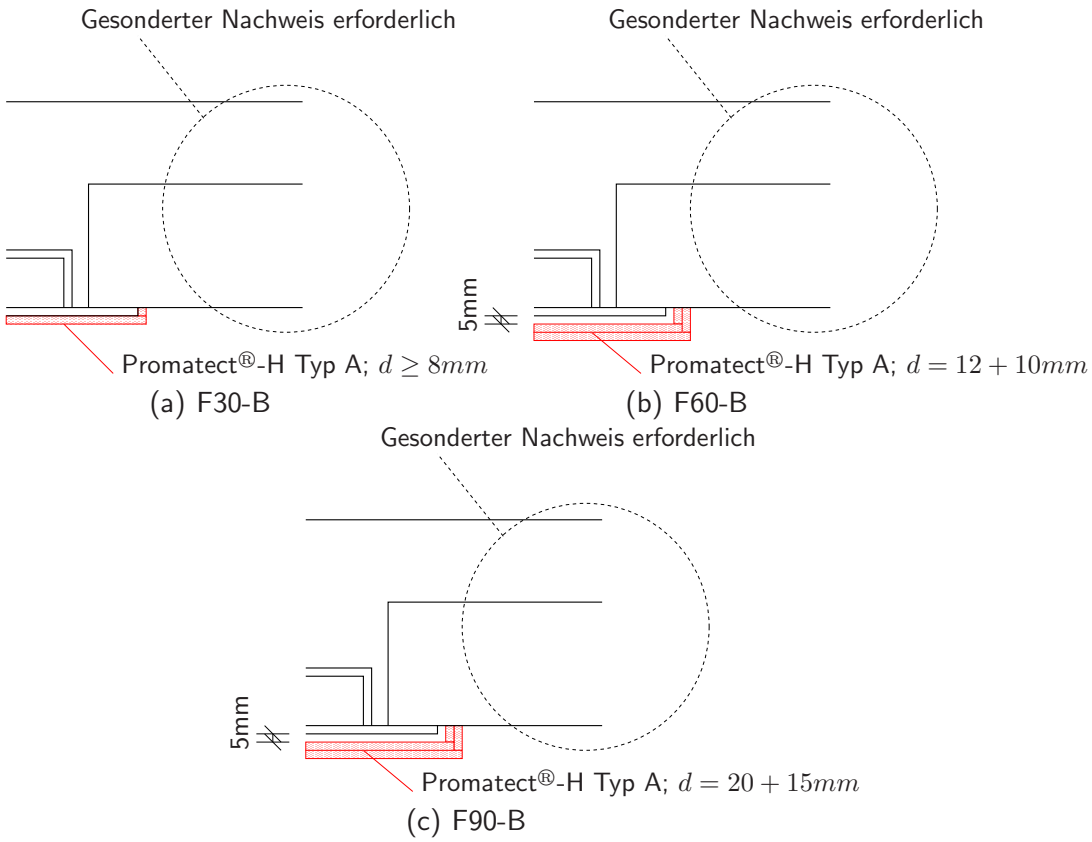


Abbildung 7.5: Mögliche Aufbauten zur Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers im Brandfall

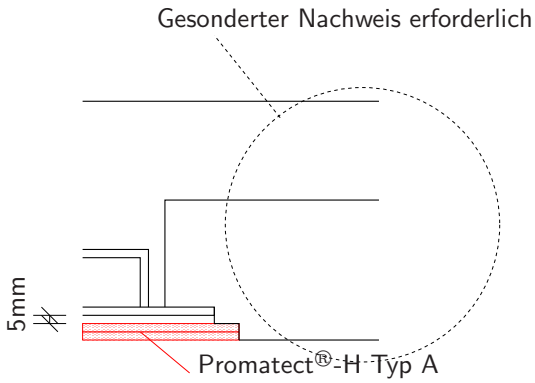


Abbildung 7.6: Alternative Ausführung für eine glatte Untersicht

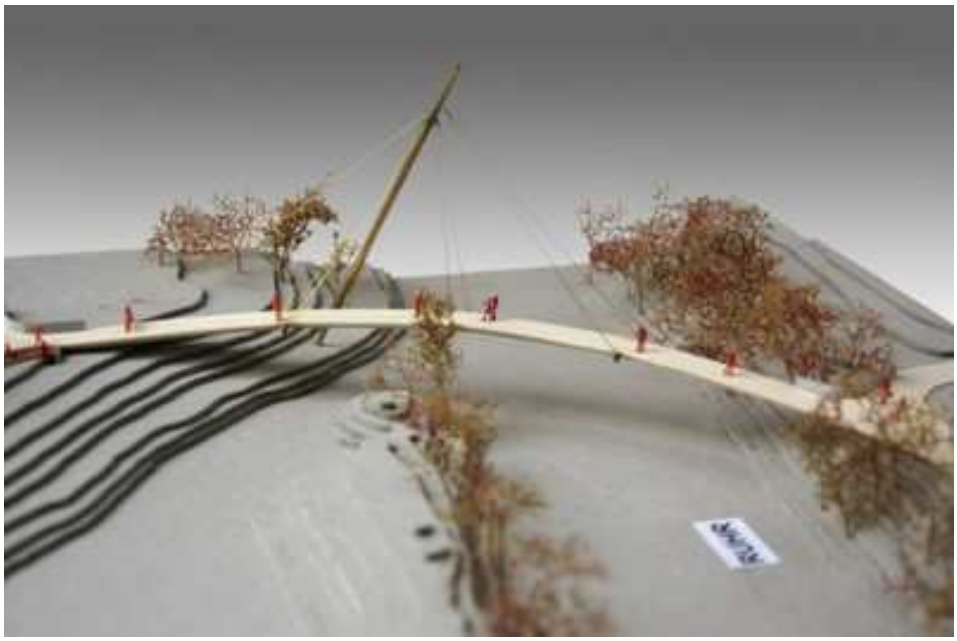
8 Realisierung

Für eine erste Realisierung dieser Bauweise wurde von Ingenieurbüro Graf, Schwäbisch Gmünd und den Architekten Klaiber + Oettle, Schwäbisch Gmünd in Zusammenarbeit mit dem Institut für Konstruktion und Entwurf im Rahmen des Wettbewerbs "Fuß- und Radwegbrücke Ruhr-/Uferstraße" ein Entwurf für diese Brücke entwickelt (vgl. [Stadt Arnsberg 2006]). Dabei ist geplant, die Fahrbahn als Holz-Beton-Verbundlösung zu realisieren, die durch den integrierten Stahl-Beton-Verbundträger mit Slim-Floor-Profilen die Last an die Hänger abgibt (vgl. Abb. 8.1 und Abb. 8.2).

Vorteilhaft bei dieser Bauweise ist, dass die Ortbetonplatte sowohl die Fahrbahn als auch den Wetterschutz für die Holzkonstruktion darstellt. Damit kann ein aufwändiges Dach entfallen, ohne dass die Dauerhaftigkeit des Holzes beeinflusst wird.

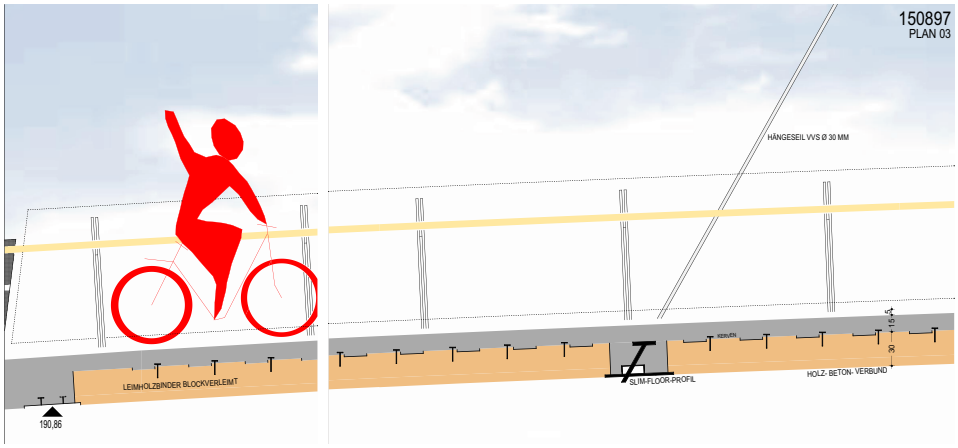
Dieser Entwurf hat mittlerweile den Wettbewerb gewonnen und soll innerhalb dieses Jahres realisiert werden. Zwar entspricht dieser Entwurf nicht dem ursprünglich angedachten Anwendungsbereich, allerdings zeigt er dennoch, dass eine Anwendung selbst in so sensiblen Bereichen wie dem Brückenbau mit besonderen Herausforderungen hinsichtlich Dauerhaftigkeit, Schwingungsverhalten etc., möglich und interessant ist.

(a) Ansicht

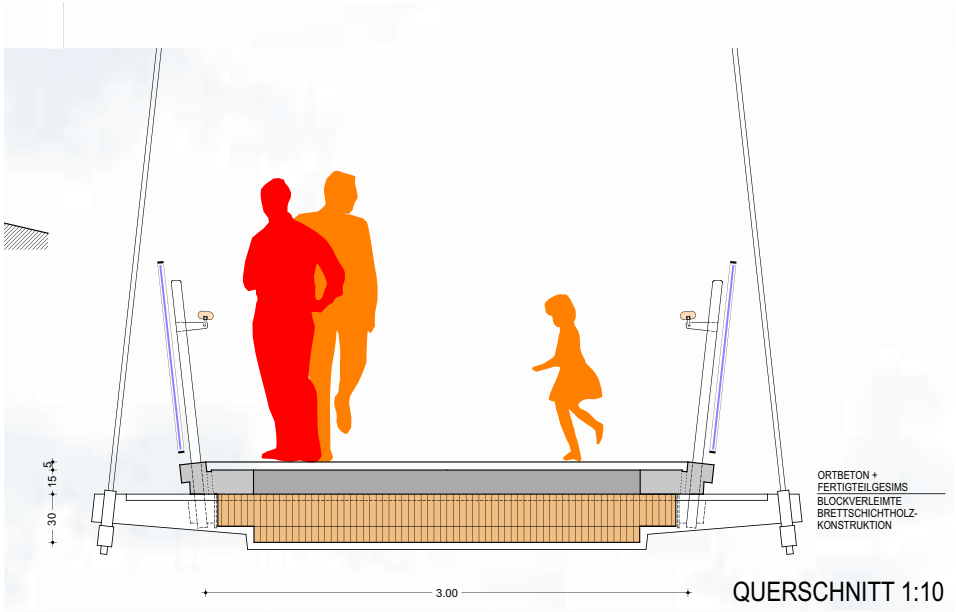


(b) Modell

Abbildung 8.1: Entwurf der Brücke mit Holz-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil



(a) Längsschnitt



(b) Querschnitt

Abbildung 8.2: Querschnitt der Brücke

9 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studien wurde das Trag- und Verformungsverhalten von Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil untersucht. Wie in den vorangegangenen Untersuchungen gezeigt, lässt sich die Bauweise Brettstapel-Beton-Verbunddecken mit integriertem Slim-Floor-Profil anwenden. Als Besonderheiten dieses Verbundes gelten, dass

- die Brettstapel-Beton-Verbunddecke für die Ermittlung der Beanspruchungen der Brettstapel-Beton-Verbunddecken als eine Reihe von Einfeldträgern angenommen werden, während für die Ermittlung des Stahl-Beton-Verbundträgers die Brettstapel-Beton-Verbunddecke als Durchlaufsystem angenommen werden muss;
- die Querkraft nur über den Flansch abgetragen werden kann, da das Holz deutlich weicher als der Beton ist, so dass bei unterschiedlichen Verformungen das Versagen eintritt;
- die mittragende Breite des Betonsgurts als ein reinen Scheibenzustand angesehen werden muss, da sich dieser bei typischen Abmessungen einstellt;
- die Kopfbolzenddübel sowohl als stehende als auch als liegende Kopfbolzendübel betrachtet werden müssen, da der Brettstapel nur eine zu geringe Halterung gegenüber den Spaltzugkräften im Fußbereich des Kopfbolzendübels darstellt.

Werden diese Besonderheiten berücksichtigt, lässt sich diese Bauweise anhand den Normen bemessen. Um die Bemessung zu vereinfachen, ist ein Bemessungstool entwickelt worden. Mit dessen Hilfe ist eine schnelle und einfache Bemessung möglich.

Um auch ohne dieses Bemessungstool eine Vorbemessung zu ermöglichen, sind Bemessungstabellen entwickelt worden, in denen die erforderlichen Abmessungen und Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Belastung und der Spannweite angegeben sind. Einschränkend ist anzumerken, dass infolge der möglichen Variationen der Querschnittsabmessungen und Verbindungsmitteltypen die Bemessungstabellen nur eine von mehreren möglichen Ausführungen darstellt. Je nach Randbedingung, zum Beispiel je nach ausführendem Betrieb können auch andere Verbindungsmitteltypen oder Querschnittsabmessungen zur Ausführung kommen. Damit lassen sich auf einfache Art und Weise die Aufwendungen für diese Decke bestimmen.

Damit können die Vorteile der Brettstapel-Beton-Verbunddecke mit integriertem Slim-Floor-Profil wie z.B. geringes Eigengewicht, punktförmige Lagerung etc. auf einfache Art und Weise genutzt werden.

10 Literaturverzeichnis

[Anderson u. a. 1999] Anderson, D. ; Aribert, J.-M. ; Bode, H. ; Huber, G. ; Jaspart, J.-P. ; Kronenberger, H.-J. ; Tschemmernegg, F. ; Anderson, D. (Hrsg.): *Design of composite joints for buildings*. Bd. 109. ECCS Technical Committee 11 – Composite Structures, 1999

[ANSYS 2006] ANSYS: *Rev. 10.0, Programmsystem*. Inc. Southpoint, Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, 2006

[Becker 2002] Becker, P.: *Modellierung des zeit- und feuchteabhängigen Materialverhaltens zur Untersuchung des Langzeitverhaltens von Druckstäben aus Holz*, Bauhaus-Universität Weimar, Dissertation, Januar 2002

[Breuninger 2000] Breuninger, U.: *Zum Tragverhalten liegender Kopfbolzendübel unter Längsschubbeanspruchung*, Institut für Konstrukiton und Entwurf, Universität Stuttgart, Dissertation, Februar 2000

[Chwalla 1936] Chwalla, E.: Die Formeln zur Berechnung der voll mittragenden Breite dünner Gurt und Rippenplatten. In: *Stahlbau* 9 (1936), 10, S. 73–78

[Dabaon u. a. 1993] Dabaon, M. ; Tschemmernegg, F. ; Hassen, K. ; Lateef, T. A.: Zur Tragfähigkeit von Verbundträgern bei teilweiser Verdübelung. In: *Stahlbau* 62 (1993), S. 3–9

[DGfH & KE 2003] DGfH & KE (Hrsg.): *Fachtagung Holz-Beton-Verbundbau*. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung & Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Oktober 2003

[DIN 1045-1 2001] DIN 1045-1: *DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung unmd Konstruktion*. 2001

[DIN 1052 1988] DIN 1052: *Holzbauwerke T.1. Berechnung und Ausführung und T. 2. Mechanische Verbindungsmittel mit Ergänzungen A1 und A2 (1996)*. 1988

[DIN 1052 2004] DIN 1052: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken - Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau*. 2004

[DIN 1075 1981] DIN 1075: *Betonbrücken; Bemessung und Ausführung*. 1981

[DIN 18800 1990] DIN 18800: *Stahlbauten – Bemessung und Konstruktion*. 1990

[Eurocode 2 1992] Eurocode 2: *DIN V ENV 1992 Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*. 1992

[Eurocode 4 1994] Eurocode 4: *DIN EN 1994: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton Teil 1-1: Allgemeine Bemesusngsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau*. 1994

[Eurocode 5 1994] Eurocode 5: *DIN V ENV 1995 Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau*. 1994

[Fragiacomo 2000] Fragiacomo, M.: *Comportamento a lungo termine di travi composte legno-calcestruzzo*, Universität Trieste, Dissertation, 2000

[Fragiacomo und Ceccotti 2004] Fragiacomo, M. ; Ceccotti, A.: A simplified approach for long-term evaluation of timber-concrete composite beams. In: *Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering*, WCTE 2004, Juni 2004, S. 537–542

[Grosse u. a. 2003] Grosse, M. ; Hartnack, R. ; Lehmann, S. ; Rautenstrauch, K.: Modellierung von diskontinuierlich verbundenen Holz-Beton-Verbundkonstruktionen. In: *Bautechnik* 80 (2003), S. 534 – 541 und 693 – 701

[Haller und Pannke 1999] Haller, P. ; Pannke, K.: Beiträge zur Statik und Bauphysik von Brettstapel-Decken und -Wänden. In: Haller, P. (Hrsg.): *Brettstapelbauweise und ökologische Dämmstoffe*, TU Dresden, Institut für Baukonstruktion und Holzbau, 1999

[Hamm 2004] Hamm, P.: Schwingungen von Wohnungsdecken und Fußgängerbrücken. In: *Holz ... im Zusammenspiel mit anderen Baustoffen – Fachtagungen Holzbau 2004*, Informationsdienst Holz, 2004, S. 152–160

[Hamm 2005] Hamm, P.: Schwingungen bei Decken und Brücken – Theoretische Prognosen und praktische Analyse. In: *Ingenieurholzbau Karlsruher Tage – Forschung für die Praxis*, Univeristät Karlsruhe, 2005, S. 26–36

[Haßlacher 2001] Hasslacher, S.: Die mittragende Breite von Betongurten für Biegebeanspruchung / Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart. 2001. – Diplomarbeit, Mitteilung Nr. 2001-38x

[Hofmann und Ramm 1993] Hofmann, T. J. ; Ramm, E.: *Erfassung der mittragenden Breite durch eine verfeinerte Balkentheorie*. 1993, S. 107–125

[Holtz u. a. 1999] Holtz, F. ; Hessinger, J. ; Buschbacher, H.-J. ; Rabold, A.: *Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken*. Informationsdienst Holz, 1999 (holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3)

[Johansen 1949] Johansen, K. W.: *Theory of timber connections*. 1949

[Joint Committee on Structural Safety 2001] Joint Committee on Structural Safety: *Probabilistic Model Code*. www.jcss.ethz.ch/, 2001

[Kleinschmitt 2003] Kleinschmitt, J.: *Probabilistisch fundierte Bewertung nichtlinearer Berechnungskonzepte für die Traglastermittlung von Verbundstützen aus einbetonierten I-Profilen*. Bd. 69. Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik, TU Darmstadt, 2003

[Kreuzinger 1994] KREUZINGER, H.: *Verbundkonstruktionen Holz / Beton*. 1994

[Kuhlmann u. a. 2001] KUHLMANN, U. ; FRIES, J. ; RIEG, A.: Composite Girders with Reduced Height. In: *Connections between Steel and Concrete* RILEM, Proceedings PRO 21, RILEM Publications S.A.R.L., 2001, S. 1371–1381

[Kuhlmann und Hauf 2006] KUHLMANN, U. ; HAUF, G.: Effiziente Dimensionierung niedriger Verbundträger / Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart. 2006. – Forschungsvorhaben SIF NR. S 668 (noch nicht abgeschlossen)

[Kuhlmann u. a. 2002] KUHLMANN, U. ; IMMINGER, T. ; KÜHNEMUND, F. ; SCHÄFER, M.: Steifenlose Lasteinleitung: Vorteile durch das Komponentenverfahren im Stahl- und Verbundbau. In: LUMPE, G. (Hrsg.): *Wissenschaft und Praxis, 24. Stahlbauseminar 2002, Veröffentlichung der Fachhochschule Biberach*, 2002

[Kuhlmann und Rieg 2004] KUHLMANN, U. ; RIEG, A.: Mittragende Betongurtbreite niedriger Verbundträger / Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart. 2004. – AiF-Forschungsvorhaben Nr. 13460 N/1

[Kuhlmann und Schänzlin 2002a] KUHLMANN, U. ; SCHÄNZLIN, J.: Baukostensenkung durch weiterentwickelte Brettstapel-Beton-Verbunddecken / Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart. 2002. – Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung BBR (Z6-5.4.00-14/II 13-80 01 00-14)

[Kuhlmann und Schänzlin 2002b] KUHLMANN, U. ; SCHÄNZLIN, J.: Erweiterung des Anwendungsbereichs von Holz-Beton-Verbunddecken durch Erfassung des Kriechens und des Schwindens am Beispiel der Brettstapel-Beton-Verbunddecke / Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München; vgl. auch Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart. 2002. – Forschungsbericht AiF 12421 N

[Kuhlmann u. a. 2002] KUHLMANN, U. ; SEDLACEK, G. ; KÜHNEMUND, F. ; STANGENBERG, H.: Vorhandene Rotationskapazität wirtschaftlicher Anschlußkonstruktionen auf der Basis des Komponentenverhaltens für die Anwendung plastischer Bemessungskonzepte im Stahlbau. 2002. – Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag der Stiftung Industrieforschung. – 478 S

[Kupfer 1958] KUPFER, H.: Kräfteumlagerung durch Kriechen bei unterschiedlichen Kriechzahl der verwendeten Baustoffe. In: *Monographie der DYWIDAG* (1958)

[Kupfer und Kirmair 1987] KUPFER, H. ; KIRMAIR, H.: Verformungsmoduln zur Berechnung statisch unbestimmter Systeme aus zwei Komponenten mit unterschiedlichen Kriechzahlen. In: *Bauingenieur* 62 (1987), S. 371–377

[Lippert 2002] LIPPERT, P.: *Biegesteife Rahmenecken mit eingeklebten Gewindestangen*, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Dissertation, 2002

[Nakajima 2003] NAKAJIMA, S.: *Definition of Effective Widths for Composite Girders based on Numerical Studies considering the Cracking Behaviour*, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Master Thesis, 2003

[Natterer 1997] Natterer, J.: Concepts and details of mixed timber-concrete structures. In: *Composite construction - conventional and innovative, Conference Report, Innsbruck*, 1997, S. 175 – 180

[Ožbolt 1999] Ožbolt, J.: *MASA - MAcroscopic Space Analysis – Bericht zur Beschreibung des FE-Programms MASA*. Institute for Construction Materials, University of Stuttgart, 1999

[Ožbolt u. a. 2001] Ožbolt, J. ; Li, Y. ; Kožar, I.: Microplane Model for Concrete with Relaxed Kinematic Constraint. In: *International Journal of Solids and Structures* 38 (2001), S. 2683–2711

[Ožbolt u. a. 1999] Ožbolt, J. ; Mayer, U. ; Vocke, H. ; Eligehausen, R.: Verschmierte Rissmethode. In: *Beton- und Stahlbetonbau* 10 (1999), Nr. 94, S. 403–412

[Postulka 1997] Postulka, J.: Holz-Beton-Verbunddecken - 36jährige Erfahrung. In: *Bautechnik* 75 (1997), Nr. 7, S. 478–480

[Promat 2006] Promat: *Promat-Handbuch: Bautechnischer Brandschutz A2.1*. 2006

[Rieg 2006] Rieg, A.: *Verformungsbezogene mittragende Breite niedriger Verbundträger*, Insitut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Dissertation, 2006

[Schäfer 2005] Schäfer, M.: *Zum Rotationsnachweis teiltragfähiger Verbundknoten in verschieblichen Verbundrahmen*, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Dissertation, 2005

[Schänzlin 2003] Schänzlin, J.: *Zum Langzeitverhalten von Brettstapel-Beton-Verbunddecken*, Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart, Dissertation, 2003

[Schegk 2004] Schegk, I.: *Skript zur Vorlesung Baukonstruktionen: www.fh-weihenstephan.de / la / 06skripten / bauko / bauko1 / ho / downloads / holzeigenschaft.PDF*. 2004

[Schmidt und Peil 1976] Schmidt, H. ; Peil, U.: *Berechnung von Balken mit breiten Gurten*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1976

[Stadt Arnsberg 2006] Stadt Arnsberg: Wettbewerb Fuß- und Radwegbrücke Ruhr-/Uferstraße / Stadt Arnsberg. 2006. – http://www.arnsberg.de/stadtentwicklung/bruecke-uferstrasse.php

A Beschreibung der Module

A.1 Start des Programms

A.1.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.1)

Durch Ausführen der BSBVSFP.exe wird als erstes das Formular frmStart.frm gestartet. Beim Start werden dabei die Datei /ini/BSBViSFP.ini im Anwendungspfad gelesen. Dabei wird der Standardordner und das Standardlaufwerk festgelegt. Anschließend wird das Startformular aufgerufen (vgl. Abb. A.1), das eine zentrale Steuerung erlaubt (vgl. auch Anhang B.1).

Abbildung A.1: Ausgangsformular

A.1.2 Abhängigkeiten des Moduls

Dieses Modul hängt lediglich von der Datei /ini/BSBViSFP.ini ab.

A.1.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Dieses Modul stellt den Aufruf der weiteren Eingabemasken zur Verfügung. Zusätzlich liest es den Standardordner für die Berechnung aus der /ini/BSBViSFP.ini ein.
Das Modul hat jedoch direkt keinen Einfluss auf die Berechnungsdatenbank.

A.2 Dateiverwaltung: Neue Datei erstellen

A.2.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.2)

Durch Aufruf des Moduls wird das in Abb. A.2 dargestellte Formular geöffnet, bei dem den Speicherort und den Namen der Datenbank festlegt wird. Dazu wird zuerst der Pfad und

Abbildung A.2: Datei neu

Dateiname der Datenbank in das Startformular auf die Variable txtpathaktuell geschrieben. Anschließend wird das Modul DBErzeugen aufgerufen (vgl. Anhang B.2.2), das die komplette Datenbank für die weitere Berechnung generiert.

A.2.2 Abhängigkeiten des Moduls

Folgende Abhängigkeiten dieses Moduls von vorangegangenen Prozessen sind vorhanden:

- der Standardordner und das Standardlaufwerk für das Erstellen der Datei wird durch das Startmodul (vgl. Abs. A.1) vorgegeben.

A.2.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Dieses Modul bewirkt Folgendes

- Erstellung der zentralen Berechnungsdatenbank, von der alle weiteren Prozesse abhängen.
- Definition des Pfads zur zentralen Berechungsdatenbank, so dass alle weitere Prozesse auf die Datenbank zugreifen können.

A.3 Dateiverwaltung: Vorhandene Datei öffnen

A.3.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.3)

Bei Aufruf dieses Moduls wird das in Abb. A.3 dargestellte Formular geöffnet. Dabei lässt sich der Pfad und Dateiname zu der bereits vorhandenen Datenbank eingeben. Nach Abschluss dieses Moduls wird dieser Pfad auf die Variable txtpathaktuell geschrieben

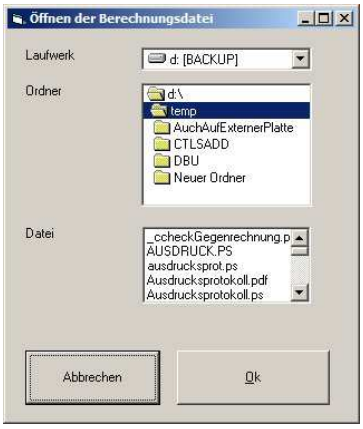


Abbildung A.3: Datei öffnen

A.3.2 Abhängigkeiten des Moduls

Diese Modul ist unabhängig von vorangegangenen Aktionen.

A.3.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Definition des Pfads zur zentralen Berechungsdatenbank, so dass alle weitere Prozesse auf die Datenbank zugreifen können.

A.4 Eingabe der Spannweiten des Systems

A.4.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.4)

Für die Eingabe des Systems wird das Formular frmAusgang.frm aufgerufen (vgl. Abb. A.4). Dabei sind die Spannweiten der Brettstapel-Beton-Verbunddecken und der Stahl-Beton-Verbundträger mit Slim-Floor-Profilen in Einheit Meter einzugeben.

Beim Öffnen des Formulars wird bereits geprüft, ob in der Berechungsdatenbank bereits Werte vorhanden sind. Sind Werte vorhanden, werden diese angezeigt. Um eine visuelle Kontrolle zu ermöglichen, wird bereits während der Eingabe das skizzierte System aktualisiert.

A.4.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Datenbank vorhanden sein.

A.4.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Spannweiten der Systeme in das Tabellenblatt "Geometrie" geschrieben.

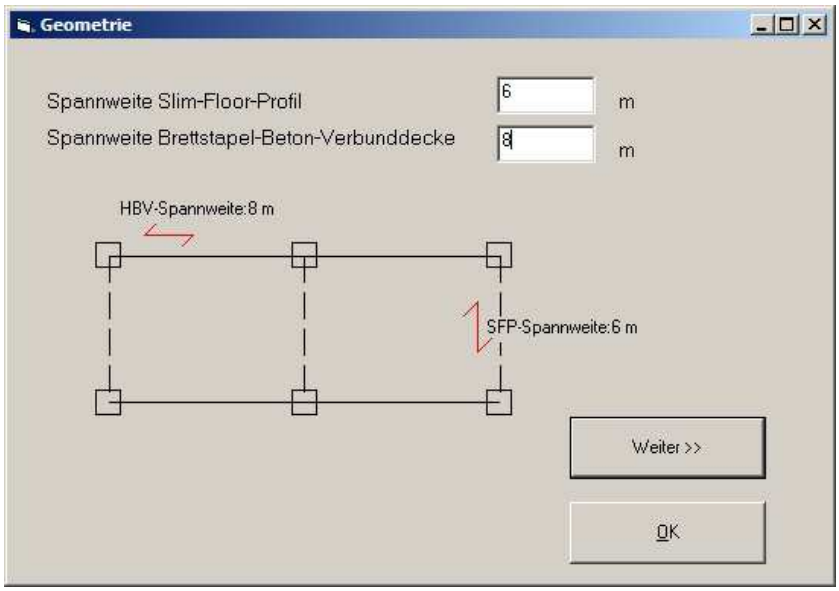


Abbildung A.4: Eingabe der Spannweite des Systems

A.5 Eingabe der Belastung

A.5.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.5)

Um die Belastung einzugeben, wird das Formular frmBelastung.frm aufgerufen (vgl. Abb. A.5). Dabei werden folgende Eingaben erforderlich:

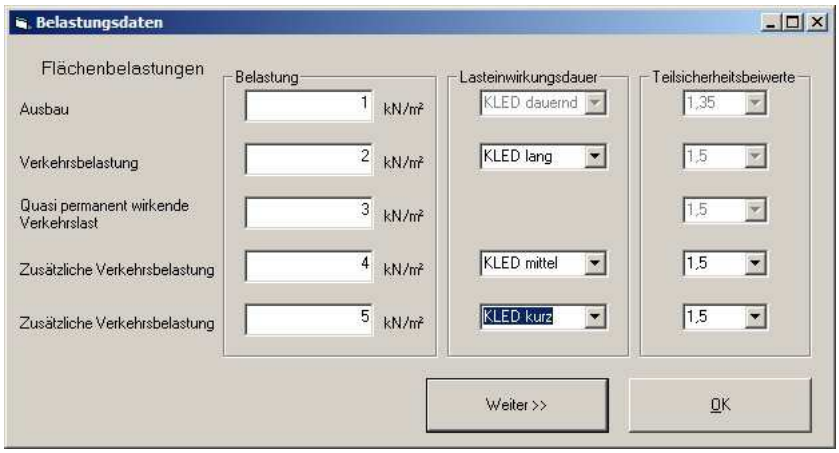


Abbildung A.5: Eingabe der Belastung des System

- Größe der Belastung in kN/m^2
- Klasse der Lasteinwirkung (KLED) nach [DIN 1052 2004] bzw. [Eurocode 5 1994]
- Teilsicherheitsbeiwert γ_F

Diese Eingabewerte werden einerseits in die Tabelle "Angegebene_Belastung" geschrieben, andererseits werden die Bemessungslasten der einzelnen Klassen der Lasteinwirkung unter Berücksichtigung der Kombination der einzelnen Lasten bestimmt. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine Last als Eigengewicht wirkt, wenn der Teilsicherheitsbeiwert γ_F zu 1,35 gewählt wird. Bei der Kombination der einzelnen Lasten wird die vereinfachte Kombinationsregel der [DIN 1052 2004] angewandt. Die kombinierten Belastungen werden zusammengefasst und in die einzelnen Klassen der Lasteinwirkung eingeteilt. Abschließend werden sie in das Tabellenblatt "Maßgebende_Belastung" geschrieben.

Anzumerken ist, dass bei der Tabelle "Angegebene_Belastung" nicht die Teilsicherheitsbeiwerte und die Klassen der Lasteinwirkungsdauern eingetragen werden, sondern lediglich die Stelle innerhalb des Drop-Down-Feldes angegeben.

A.5.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Datenbank vorhanden sein.

A.5.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Belastungen sowohl als reine Eingabewerte in die Tabelle "Angegebene_Belastung" als auch als kombinierte Belastungen in die Tabelle "Maßgebende_Belastung" geschrieben.

A.6 Eingabe der Materialien

A.6.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.6)

Für die Eingabe der Materialien wird das in Abb. A.6 dargestellte Formular geöffnet. Dabei

Abbildung A.6: Eingabe der Materialien des Systems

werden die Materialdaten aus der externen Datenbank ini/Materialdaten.mdb die Bezeichnungen der Materialien in die jeweiligen Drop-Downfelder eingelesen. Diese Datenbank liegt

im MS-Access®-Dateiformat vor. Da das Modul bei jedem Start die Bezeichner der Materialien aus der Materialdatenbank komplett einliest, kann diese Materialdatenbank auch um bisher nicht berücksichtigte Materialien erweitert werden.

Nach Beenden des Moduls werden die Materialdaten in folgende Tabellen geschrieben:

- Verwendete_Betongüte:
  → Betoneigenschaften und Bewehrungseigenschaften, wie Festigkeit, E-Modul etc.
- Verwendete_Holzgüte:
  → Holzeigenschaften wie Festigkeit, E-Modul etc.
- Verwendete_Stahlgüte:
  → Eigenschaften des Flansches, wie Festigkeit, E-Modul etc.
- Verwendete_UPE_Stahlgüte:
  → Eigenschaften des UPE-Profils wie Festigkeit, E-Modul etc.

Um einen Überblick über die verwendeten Materialien zu erhalten, werden die Bezeichner zusätzlich in das Tabellenblatt "Material_Übersicht" geschrieben.

A.6.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul müssen die Berechnungsdatenbank und die Materialdatenbank /ini/Materialdaten.mdb vorhanden sein.

A.6.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Materialdaten in folgende Tabellenblätter geschrieben:

- Verwendete_Betongüte
- Verwendete_Holzgüte
- Verwendete_Stahlgüte
- Verwendete_UPE_Stahlgüte
- Material_Übersicht

A.7 Eingabe der Querschnitte

A.7.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.7)

Durch dieses Modul werden die Querschnittsabmessungen definiert. Um auch in diesem Fall eine visuelle Kontrolle zu erhalten, werden die Eingabedaten in eine maßstäbliche Skizze umgesetzt, die bei der Eingabe aktualisiert werden.

Diese Daten werden in das Tabellenblatt "Geometrie" geschrieben.

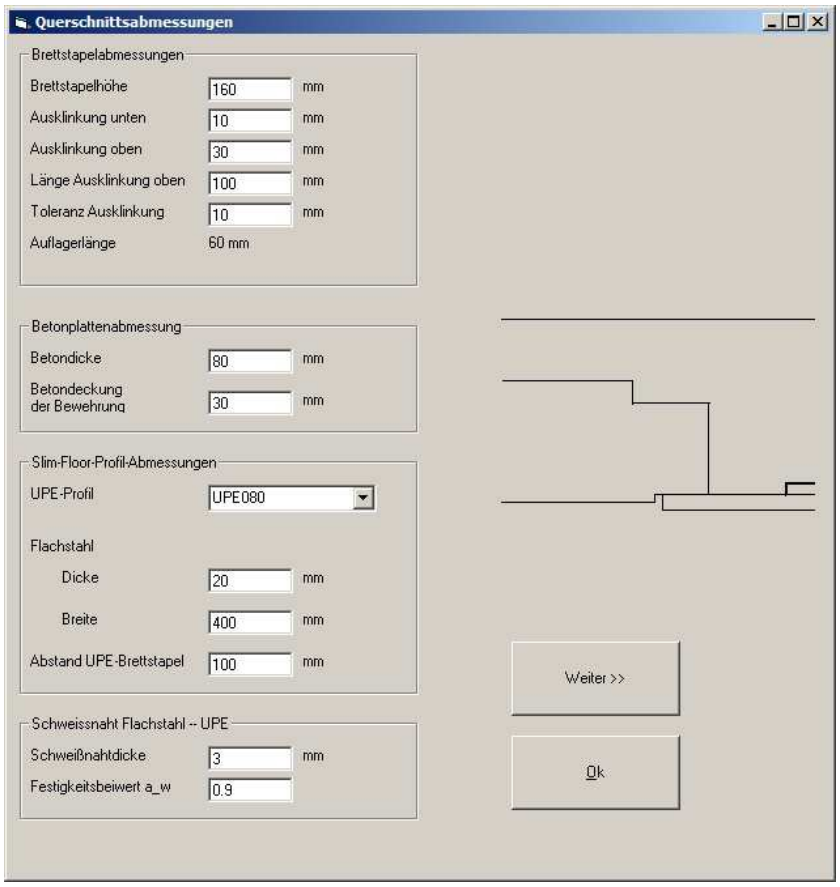


Abbildung A.7: Eingabe der Querschnittsabmessungen

A.7.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Berechnungsdatenbank vorhanden sein.

A.7.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Geometriedaten in das Tabellenblatt "Geometrie" geschrieben.

A.8 Eingabe der Holz-Beton-Verbindungsmittel

A.8.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.8)

Durch dieses Modul wird das Verbindungsmittel zwischen Holz und Beton definiert (vgl. Abb. A.8). Beim Öffnen wird dazu die Datenbank /ini/HBV-VBM.mdb eingelesen und die einzelnen Verbindungsmittel in das Drop-Down-Feld geladen. Da die Datenbank mit den Verbindungsmitteln immer komplett durchsucht wird, kann diese Datenbank beliebig erweitert werden.

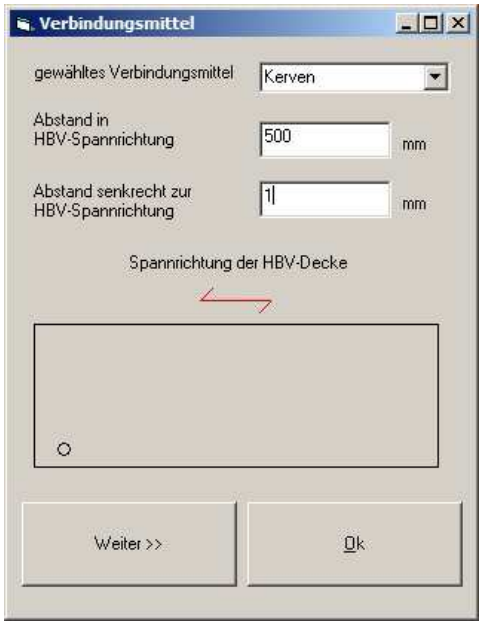


Abbildung A.8: Eingabe der Verbindungsmittel zwischen Holz und Beton

Um auch in diesem Fall eine visuelle Kontrolle zu erhalten, ist geplant, die Eingabedaten in eine maßstäbliche Skizze umzusetzen.

Diese Daten werden in das Tabellenblatt "VBM" geschrieben.

A.8.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul müssen die Berechnungsdatenbank und die Datenbank mit den Verbindungsmittel /ini/HBV-VBM.mdb vorhanden sein.

A.8.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Verbindungsmitteldaten in das Tabellenblatt "VBM" geschrieben.

A.9 Eingabe der Eigenschaften der Kopfbolzendübel des Stahl-Beton-Verbundträgers

A.9.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.9)

Beim Aufruf dieses Moduls (vgl. Abb. A.9) werden zuerst Geometriedaten eingelesen, um die maximale Höhe und der minimale Durchmesser der Kopfbolzendübel zu bestimmen. Anschließend wird aus der Datenbank /ini/Materialdaten.mdb mögliche Stahlgüten in das Drop-Down-Feld eingelesen.

Diese Daten der Kopfbolzendübel werden in das Tabellenblatt "Geometrie" geschrieben.

Abbildung A.9: Eingabe der Kopfbolzendübel

A.9.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul müssen die Berechnungsdatenbank und die Datenbank mit den Verbindungsmittel /ini/Materialdaten.mdb vorhanden sein.

A.9.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Verbindungsmitteldaten in das Tabellenblatt "Geometrie" geschrieben.

A.10 Eingabe der Umgebungsbedingungen

A.10.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.10)

Beim Aufruf dieses Moduls (vgl. Abb. A.10) werden die Luftfeuchte, Dauer der Nachbehandlung und der Zeitpunkt der ersten Belastung bestimmt, da das zeitabhängige Verhalten sowohl des Betons als auch des Holzes von diesen Randbedingungen abhängen.

Diese Daten werden in das Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" geschrieben.

A.10.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Berechnungsdatenbank vorhanden sein.

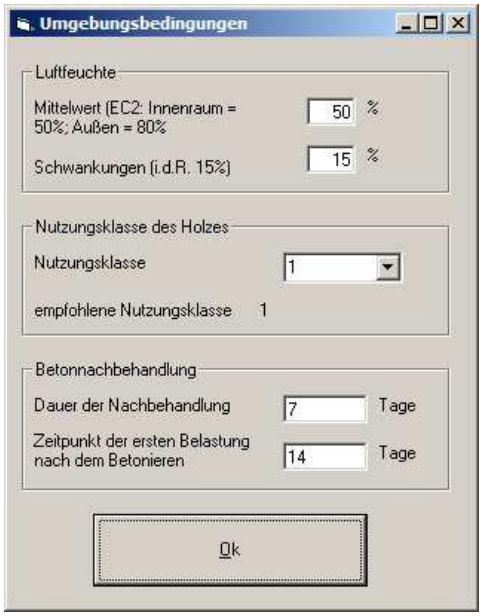


Abbildung A.10: Eingabe der Umgebungsbedingungen

A.10.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Verbindungsmitteldaten in das Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" geschrieben.

A.11 Start der Berechnung

A.11.1 Allgemeines

Durch das Starten der Berechnung (vgl. Abb. A.1) werden mehrere Unterprogramme gestartet.

1. Bestimmung der gesamten Schnittgrößen
2. Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke
3. Spannungsnachweis der Holz-Beton-Verbunddecke
    - Spannungsnachweis des Holzes
    - Spannungsnachweis des Betons
    - Nachweis der Holz-Beton-Verbundmittel
    - Nachweis der Verformung
4. Plastische Bemessung der Stahl-Beton-Verbunddecke inklusive des Nachweises der Verbundfuge
5. Nachweis der Verformung

Diese Unterprogramme beziehen die erforderlichen Daten aus der zentralen Datenbank, führen die Berechnungen durch und schreiben die Ergebnisse wieder zurück in die Datenbank. Dadurch können auch Daten von extern – wie z.B. eine alternative Schnittgrößenermittlung o.ä. – bei der Berechnung berücksichtigt werden.

A.11.2 Bestimmung der gesamten Schnittgrößen

A.11.2.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.12)

Die Bestimmung der Schnittgrößen am Gesamtsystem erfolgt an den beiden statischen Systemen:

- Berechnung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke: Brettstapel-Beton-Verbunddecke als Einfeldträger
- Berechnung des Stahl-Beton-Verbundträgers Brettstapel-Beton-Verbunddecke als Durchlaufträger
  Stahl-Beton-Verbundträger als Einfeldträgersystem

Damit bestimmen sich die maßgebenden Schnittgrößen durch

$$M = q \cdot \frac{L^2}{8} \tag{A.1}$$

$$V = q \cdot \frac{L}{2} \tag{A.2}$$

Während für die Brettstapel-Beton-Verbunddecke die Schnittgrößen aller Klassen der Lasteinwirkung bestimmt werden, werden für den Stahl-Beton-Verbundträger nur die maximalen Schnittgrößen der Beanspruchungen bestimmt.

Da ein Reißen des Betons nicht sichergestellt ist, wird die Belastung des Stahl-Beton-Verbundträgers infolge der Kräfte aus der Brettstapel-Beton-Verbunddecke im 25% erhöht, da davon ausgegangen wird, dass in diesem ungünstigen Fall, die Brettstapel-Beton-Verbunddecke als Zweifeldträger wirkt (vgl. auch Abs. 2.1).

A.11.2.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Geometrie im Tabellenblatt "Geometrie", die Materialien in den jeweiligen Materialtabellen "Verwendete_Betongüte", "Verwendete_Holzgüte", "Verwendete_Stahlgüte", "Verwendete_UPE_Stahlgüte" und die Belastung im Tabellenblatt "Maßgebende_Belastung" vorhanden sein.

A.11.2.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Schnittgrößen in das Tabellenblatt "DesignHBV-Gesamtschnittgrößen" und "DesignSBVGesamtschnittgrößen" geschrieben.

A.11.3 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.3.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.1)

Dieses Modul steuert die Berechnung der Teilschnittgrößen der Brettstapel-Beton-Verbunddecke. Dazu werden zuerst die Kriechzahlen zu jedem der drei kritischen Zeitpunkte und für jede Klasse der Lasteinwirkungsdauer analog Abs. 4.3.2, so dass die Schnittgrößen von insgesamt 15 Fälle berechnet werden. Die Berechnung der Schnittgrößen erfolgt analog Abs. 4.2 durch die in Anhang refsubsec:Berechung-Teilschnittgroessen-Daboan dargestellten Funktionen.

Dabei werden die Geometrie-, Belastungs- und Umgebungsdaten eingelesen, die Schnittgrößen berechnet und je nach Zeitpunkt in die Tabellen "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3-7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a" geschrieben.

A.11.3.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Geometrie im Tabellenblatt "Geometrie", die Materialien in den jeweiligen Materialtabellen "Verwendete_Betongüte", "Verwendete_Holzgüte", "Verwendete_Stahlgüte", "Verwendete_UPE_Stahlgüte", die Umgebungsbedungungen aus dem Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" und die Belastung im Tabellenblatt "Maßgebende_Belastung" vorhanden sein.

A.11.3.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Schnittgrößen in die Tabellenblätter "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3-7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a" in Abhängigkeit der Klasse der Lasteinwirkung

A.11.4 Nachweis des Holz der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.4.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.3)

Innerhalb dieses Funktionsaufrufs werden die Schnittgrößen zum jeweiligen Zeitpunkt und die Materialeigenschaften aus der zentralen Berechnungsdatenbank und die k_{mod} aus der /ini/Materialdaten.mdb eingelesen. Anschließend werden die Spannungsnachweise nach Abs. 4.2 geführt und die Ausnutzungen zurück in das jeweilige Tabellenblatt eingetragen.

Für den Nachweis der Auflagerpressung und der Ausklinkung werden die Gesamtschnittgrößen aus der Tabelle "DesignHBVGesamtschnittgrößen" eingelesen und der Nachweis geführt.

A.11.4.2 Abhängigkeiten des Moduls

Diese Funktion greift auf folgende Tabellenblätter zu

- /ini/Materialdaten.mdb
- HBVTeilSchnittgrößen_t_0

- HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a
- HBVTeilSchnittgrößen_t_50a
- Verwendete_Holzgüte
- DesignHBVGesamtschnittgrößen

A.11.4.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Diese Funktion schreibt die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise in die Tabellenblätter "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a"

A.11.5 Nachweis des Betons der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.5.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.4)

Innerhalb dieses Funktionsaufrufs werden die Schnittgrößen zum jeweiligen Zeitpunkt und die Materialeigenschaften aus der zentralen Berechnungsdatenbank eingelesen. Anschließend werden die Spannungsnachweise nach Abs. 4.2 geführt und die Ausnutzungen zurück in das jeweilige Tabellenblatt eingetragen.

A.11.5.2 Abhängigkeiten des Moduls

Diese Funktion greift auf folgende Tabellenblätter zu

- HBVTeilSchnittgrößen_t_0
- HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a
- HBVTeilSchnittgrößen_t_50a
- Verwendete_Betongüte

A.11.5.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Diese Funktion schreibt die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise in die Tabellenblätter "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a"

A.11.6 Nachweis des Verbindungsmittels der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.6.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.5)

Innerhalb dieses Funktionsaufrufs werden die Schnittgrößen zum jeweiligen Zeitpunkt und die Materialeigenschaften aus der zentralen Berechnungsdatenbank eingelesen. Anschließend wird der Verbindungsmittelnachweis nach Abs. 4.2 geführt und die Ausnutzungen zurück in das jeweilige Tabellenblatt eingetragen.

A.11.6.2 Abhängigkeiten des Moduls

Diese Funktion greift auf folgende Tabellenblätter zu

- HBVTeilSchnittgrößen_t_0
- HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a
- HBVTeilSchnittgrößen_t_50a
- VBM

A.11.6.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Diese Funktion schreibt die Ausnutzungen der einzelnen Nachweise in die Tabellenblätter "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a"

A.11.7 Nachweis der Verformung der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.7.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.6)

Im Rahmen dieser Funktion werden zuerst die Geometrie- und Beastungsdaten aus dem Tabellenblatt "Geometrie" bzw. "Angegebene_Belastung" eingelesen. Die Lasten werden nach [DIN 1052 1988] in dauernd wirkende Lasten mit Berücksichtigung der Kriechverformung und in kurzzeitig wirkenden Lasten ohne Kriechen zusammengefasst. Anschließend werden die Kriechzahlen nach Abs. 4.3.2 bestimmt und mit diesen Kriechzahlen die Verformungen unter dauernd wirkenden Lasten zu den jeweiligen Zeitpunkten bestimmt. Zusätzlich wird die rein elastische Verformung bestimmt. Beide Anteile werden überlagert, so dass die verschiedene Verformungen infolge der zu berücksichtigenden Lastfallkombinationen nach [DIN 1052 2004] bestimmt werden können.

A.11.7.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Geometrie im Tabellenblatt "Geometrie", die Materialien in den jeweiligen Materialtabellen "Verwendete_Betongüte", "Verwendete_Holzgüte", "Verwendete_Stahlgüte", "Verwendete_UPE_Stahlgüte", die Umgebungsbedungungen aus dem Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" und die Belastung im Tabellenblatt "Maßgebende_Belastung" vorhanden sein.

A.11.7.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Nach Abschluss dieses Moduls werden die Nachweise in die Tabellenblätter "HBVTeilSchnittgrößen_t_0", "HBVTeilSchnittgrößen_t_3-7a" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_50a" in Abhängigkeit der Klasse der Lasteinwirkung eingetragen.

A.11.8 Ausgabe der Nachweise der Holz-Beton-Verbunddecke

A.11.8.1 Funktion des Moduls (vgl. Anhang. B.13.7)

Zum Abschluss der Berechnungen wird eine Zusammenstellung der Ausnutzungen der einzelnen Nachweise als Formular ausgegeben, so dass sofort ersichtlich wird, ob die Dimensionen und die verwendeten Werkstoffe der Decke ausreichend für die angegebene Geometrie und Belastung sind. Dazu werden die im Rahmen der Berechnungen in das Tabellenblatt "Ausnutzungen" erzeugten Ausnutzungen der jeweiligen Nachweise eingelesen und im Formular dargestellt.

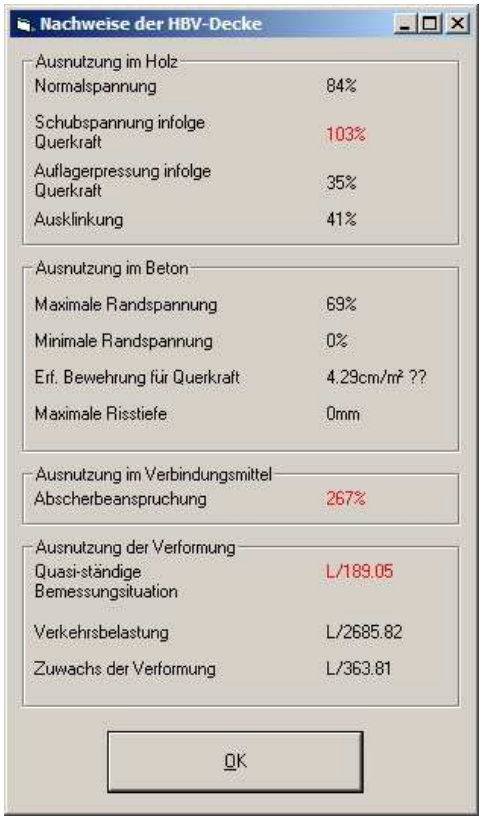


Abbildung A.11: Ausgabe der Ausnutzungen der einzelnen Nachweise der Bretstapel-Beton-Verbunddecke

A.11.8.2 Abhängigkeiten des Moduls

Dieses Modul greift auf das Tabellenblatt "Ausnutzungen" zu.

A.11.8.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Da durch dieses Modul nur die Ausnutzung ausgegeben wird, besteht keine weitere Abhängigkeit.

A.11.9 Bestimmung der plastischen Momententragfähigkeit des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor (vgl. Anhang. B.14)

A.11.9.1 Funktion dieses Moduls

innerhalb diesem Moduls wird die plastische Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung des elastisch-plastischen Verhaltens des Stahls und des plastischen Verhaltens des Betons bestimmt. Dazu wird von einer Betondehnung an der Oberseite von 0.35% ausgegangen und die Krümmung des Querschnitts so lange variiert, bis das horizontale Kräftegleichgewicht mit einer Genauigkeit von 0,1% erfüllt ist.

Anschließend wird der Querkraftnachweis, die Bestimmung der erforderlichen Kopfbolzendübel und die Bestimmung der erforderliche Längsbewehrung unter Berücksichtigung einer teilweisen Verdübelung durchgeführt

A.11.9.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Geometrie im Tabellenblatt "Geometrie", die Materialien in den jeweiligen Materialtabellen "Verwendete_Betongüte","Verwendete_Stahlgüte", "Verwendete_UPE_Stahlgüte", die Umgebungsbedungungen aus dem Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" und die Schnittgrößen im Tabellenblatt "DesignSBVGesamtschnittgrößen" vorhanden sein.

A.11.9.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Zum Ende des Moduls werden die ermittelten Ausnutzungen in das Tabellenblatt "NachweisSFP" und die ermittelten Geometrien in das Tabellenblatt "GeometrieSFP" eingetragen

A.11.10 Ermittlung der Verformung des Stahl-Beton-Verbundträgers (vgl. Anhang. B.15)

A.11.10.1 Funktion des Moduls

Für die Bestimmung der Verformung ist der Berechnungsablauf nach Abs. 4.4.2 in das Modul umgesetzt worden. Dabei werden die Belastungen aus dem Tabellenblatt "Gebrauchslast", die Geometrien aus den Tabellenblättern "GeometrieSFP" und "Geometrie" eingelesen, die Berechnungen durchgeführt und die Verformungen in die Tabelle "NachweisSFP" und in die Tabelle "Ausnutzungen" eingetragen.

A.11.10.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul muss die Geometrie im Tabellenblatt "Geometrie", die Materialien in den jeweiligen Materialtabellen "Verwendete_Betongüte","Verwendete_Stahlgüte", "Verwendete_UPE_Stahlgüte", die Umgebungsbedungungen aus dem Tabellenblatt "Umgebungsbedingungen" und die Belastungen im Tabellenblatt "Gebrauchslast" vorhanden sein.

A.11.10.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Zum Ende des Moduls werden die ermittelten Ausnutzungen in das Tabellenblatt "NachweisSFP" und in das Tabellenblatt "Ausnutzungen" eingetragen.

A.11.11 Ausgabe der Ergebnisse (vgl. Anhang. B.15.2)

A.11.11.1 Funktion des Moduls

Durch Aufruf dieses Moduls werden die Ausnutzungen zusammengestellt und als Formular ausgegeben. Damit wird eine Kontrolle der Bemessung ermöglicht.

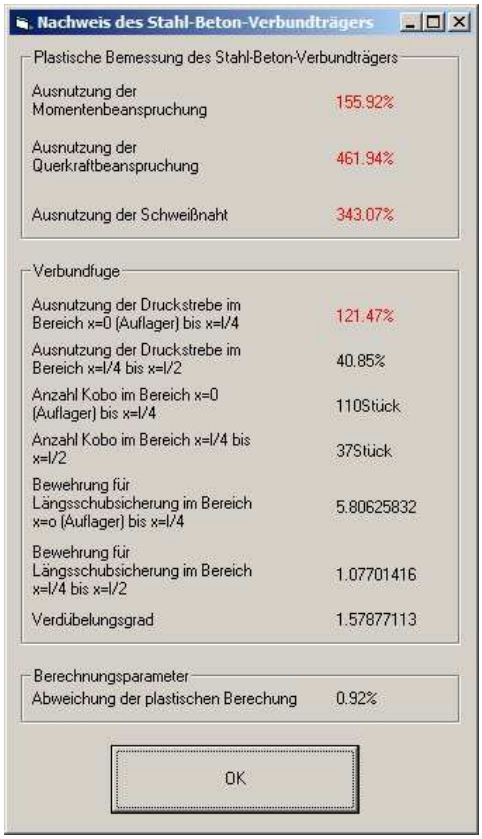


Abbildung A.12: Ausgabe der Ausnutzungen der einzelnen Nachweise des integrierten Stahl-Beton-Verbundträgers

A.11.11.2 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul müssen die Eintragungen im Tabellenblatt "NachweisSFP" vorhanden sein.

A.11.11.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Da durch dieses Modul nur die Ausnutzung ausgegeben wird, besteht keine weitere Abhängigkeit.

A.12 Schwingungsnachweis (vgl. Anhang. B.15.1)

A.12.1 Funktion des Moduls

Dieses Modul führt den Spannungsnachweis nach Abs. 4.5.

A.12.1.1 Abhängigkeiten des Moduls

Für dieses Modul müssen die Eintragungen in den Tabellenblätter "NachweisSFP", "Geometrie" und "HBVTeilSchnittgrößen_t_0" vorhanden sein.

A.12.1.2 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Da durch dieses Modul nur die Eigenfrequenz, die Resonanzbeschleunigung und die Verformung unter Mannlast ausgegeben wird, besteht keine weitere Abhängigkeit.

A.13 Ausgabe (vgl. Anhang. B.16)

A.13.1 Funktion des Moduls

Für die Ausgabe wird die Funktion AusgabeWerte(Text, Wert) aufgerufen und sowohl der Ausgabetext als auch der dazugehörige Wert übergeben. Diese Funktion sucht in einem ersten Schritt,ob der Text bereits im Tabellenblatt "Ergebnisvektor" vorhanden ist. Trifft dies zu, wird der Wert neu überschrieben; ansonsten wird ein neuer Datensatz in diesem Ergebnisvektor erzeugt und mit mit diesem neuen Datensatz gefüllt.

A.13.2 Abhängigkeiten des Moduls

Dieses Modul gibt Größen der einzelnen Modul während des Aufrufs dieser Module in das Tabellenblatt "Ergebnisvektor" aus. Damit hängt es zusätzlich zu den Anforderungen der einzelnen die Module, aus denen es aufgerufen wird, nur vom Ergebnisvektor ab.

A.13.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Dieses Modul erzeugt die Werte des Tabellenblatts "Ergebnisvektor".

A.14 Ausdruck auf den Standarddrucker (vgl. Anhang. B.17)

A.14.1 Funktion des Moduls

Der Ausdruck erfolgt, indem Zeilenweise der Ergebnisvektor gelesen wird und auf den Drucker "geschickt" wird. Da die Reihenfolge der Ergebnisse durch die Verarbeitung in der Datenbank

unter Umständen nicht die selbe Reihenfolge hat, wie der Aufruf der Funktion ist zusätzlich eine Spalte mit laufender Nummer ausgegeben. Anhand dieser laufenden Nummer wird die Reihenfolge der Ausgabe bestimmt.

Da auch Daten von extern weiterverarbeitet und ausgedruckt werden sollen, sind bei der Ausgabe keine festen Kapitelnummerierungen angegeben, sondern durch die Bezeichnungen "chapter", "section" und "subsection" definiert. Intern werden diese Bezeichnungen durch einen Zähler ersetzt, so dass auch nur Teile des Programms ausgeführt werden können, ohne dass die Nummerierung der Ausgabe durcheinander gerät.

A.14.2 Abhängigkeiten des Moduls

Das Tabellenblatt "Ergebnisvektor" muss vorhanden sein.

A.14.3 Abhängigkeiten der weiteren Prozesse

Dieses Modul druckt die Ergebnisse aus, so dass keine weitere Abhängigkeit des Prozesses besteht.

B Quellcode des VBA-Tools zur Bemessung von Brettstapel-Beton-Verbunddecken

B.1 Startmodul

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmStart
   Caption         =   "Berechnung von BSBVISFP"
   ClientHeight    =   6690
   ClientLeft      =   150
   ClientTop       =   795
   ClientWidth     =   3510
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   6690
   ScaleWidth      =   3510
   Begin VB.CommandButton cmdIndividuell
      Caption         =   "Individuelle Berechnung"
      Height          =   615
      Left            =   120
      TabIndex        =   26
      Top             =   4560
      Width           =   1575
   End
   Begin VB.CommandButton cmdtodo
      Caption         =   "Todo"
      Height          =   615
      Left            =   1800
      TabIndex        =   24
      Top             =   9000
      Width           =   1575
   End
   Begin VB.CommandButton cmdZusammenstellungAusgeben
      Caption         =   "Zusammenstellung ausgeben"
      Height          =   615
      Left            =   1800
      TabIndex        =   23
      Top             =   4560
      Width           =   1575
   End
   Begin VB.CommandButton cmdSchwingung
      Caption         =   "Schwingungsnachweis"
      Height          =   615
      Left            =   1800
      TabIndex        =   21
      Top             =   11160
      Width           =   1575
   End
   Begin VB.CommandButton cmdBerechnungKomplett
      Caption         =   "Berechnung Brettstapel-Beton-verbunddecke mit integriertem
          Slim-FloorProfil"
      Height          =   735
      Left            =   120
      TabIndex        =   20
      Top             =   3720
      Width           =   3255
   End
```

```
Begin VB.CommandButton cmdDruckStandard
   Caption         =   "Ausdruck auf Standarddrucker"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   18
   Top             =   5280
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdVerformung
   Caption         =   "SFP-Verformungsnachweis"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   17
   Top             =   10440
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdSFPBer
   Caption         =   "Stahl-Beton-Verbundtrger"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   16
   Top             =   9720
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdKoBo
   Caption         =   "KoBo"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   15
   Top             =   2280
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdSpNW
   Caption         =   "HBV-Spanungsnachweise"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   14
   Top             =   11160
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdUmgebungsbedingung
   Caption         =   "Umgebung + Belastungsablauf"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   13
   Top             =   3000
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdOptionen
   Caption         =   "&Optionen"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   12
   Top             =   6000
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdInfo
   Caption         =   "&Info"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   11
   Top             =   5280
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdTeilschnitt
   Caption         =   "Teilschnittgr en bestimmen"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   10
   Top             =   10440
   Width           =   1575
End
```

```
Begin VB.CommandButton cmdHBVBM
   Caption         =   "Verbindungsmittel zwischen Holz-Beton"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   9
   Top             =   2280
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdSchnittgroessen
   Caption         =   "&Schnittgr en berechnen"
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   8
   Top             =   9720
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdQSGeometrie
   Caption         =   "&Querschnitte"
   Enabled         =   0   'False
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   7
   Top             =   1560
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdDateiOeffnen
   Caption         =   "Datei &ffnen"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   5
   Top             =   120
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdBelastung
   Caption         =   "&Belastung"
   Enabled         =   0   'False
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   4
   Top             =   840
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdEnde
   Caption         =   "Ende"
   Height          =   615
   Left            =   1800
   TabIndex        =   3
   Top             =   6000
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdSysEing
   Caption         =   "&Geometrie eingeben"
   Enabled         =   0   'False
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   2
   Top             =   840
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdMatAusw
   Caption         =   "&Material auswhlen"
   Enabled         =   0   'False
   Height          =   615
   Left            =   120
   TabIndex        =   1
   Top             =   1560
   Width           =   1575
End
Begin VB.CommandButton cmdDateineu
   Caption         =   "Datei &neu"
   Height          =   615
   Left            =   120
```

```
        TabIndex        =   0
        Top             =   120
        Width           =   1575
    End
    Begin VB.Label txtAppPath
        Caption         =   "ApplicationPath"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   27
        Top             =   8640
        Width           =   8775
    End
    Begin VB.Label lbldebugmode
        Caption         =   "Debugmode"
        Height          =   255
        Left            =   1800
        TabIndex        =   25
        Top             =   8160
        Width           =   1575
    End
    Begin VB.Label txtZusammenstellung
        Caption         =   "Ausgabesteuerung"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   22
        Top             =   8160
        Width           =   1575
    End
    Begin VB.Label txtprovider
        Caption         =   "Provider f r DB"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   19
        Top             =   6840
        Width           =   3255
    End
    Begin VB.Label txtpathaktuell
        Caption         =   "Aktueller Pfad"
        Height          =   615
        Left            =   120
        TabIndex        =   6
        Top             =   7320
        Width           =   3255
    End
End
Attribute VB_Name = "frmStart"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim oControl As Object

Private Sub cmdBelastung_Click()
    Steuerung.Knoepfe (False)
    frmBelastung.Show
End Sub

Private Sub cmdBerechnungKomplett_Click()
cmdSchnittgroessen_Click ' Berechnung der gesamten Schnittgr en
cmdTeilschnitt_Click ' Berechnung der Teilschnittgr en
cmdSpNW_Click ' Spannungs- + Verformungsnachweis in HBV-Decken
cmdSFPBer_Click ' Stahlbetondecke berechnen
cmdVerformung_Click ' Verformungsnachweis
cmdSchwingung_Click
End Sub

Private Sub cmdDateineu_Click()
    Ausgabe.AusgabeClose
    frmDberzeugen.Show
    Steuerung.Knoepfe (False)
```

```
End Sub

Private Sub CmdStart_Click()
frmAusgang.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub cmdDateiOeffnen_Click()
    Ausgabe.AusgabeClose
    frmOpenDat.Show
    Steuerung.StartKnoepfe (True)

End Sub

Private Sub cmdDruckStandard_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
frmAusdruck.Show
End Sub

Private Sub cmdEnde_Click()
Ausgabe.AusgabeClose
Dim Quelle As String
Dim Speichern As Integer
Quelle = frmStart.txtpathaktuell & ".tmp"
Set fs = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
If fs.FileExists(Quelle) Then
    ' Temporre Datei vorhanden
    Speichern = MsgBox("Sollen die nderungen in der Datei " & frmStart.txtpathaktuell
        & " gespeichert werden?", vbYesNo)
        If Speichern = 7 Then
            Kill (frmStart.txtpathaktuell)
            Name frmStart.txtpathaktuell & ".tmp" As frmStart.txtpathaktuell
        Else
            Kill (frmStart.txtpathaktuell & ".tmp")
        End If
End If
End
End Sub

Private Sub cmdHBVBM_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    frmVBMprop.Show
End Sub

Private Sub cmdIndividuell_Click()
    frmIndividuelleBerechnung.Show
End Sub

Private Sub cmdInfo_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    frmInfo.Show
End Sub

Private Sub cmdKoBo_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    frmKobo.Show
End Sub

Private Sub cmdMatAusw_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    frmMaterial.Show
End Sub

Private Sub cmdOptionen_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
frmOption.Show
End Sub

Private Sub cmdQSGeometrie_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    frmQSGeometrie.Show
End Sub
```

```
Sub cmdSchnittgroessen_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
'Check ob alle Eingaben bearbeitet wurden
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Bearbeitungsstand", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
        MsgBox ("Geometrie noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmAusgang.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.Fields("Geometrie").ActualSize = 0 Then
        MsgBox ("Geometrie noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmAusgang.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.Fields("Belastung").ActualSize = 0 Then
        MsgBox ("Belastung noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmBelastung.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
        If rsControls.Fields("Material").ActualSize = 0 Then
        MsgBox ("Material noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmMaterial.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.Fields("QSGeometrie").ActualSize = 0 Then '<> 1 Then
        MsgBox ("Querschnittsgeometrie noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmQSGeometrie.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.Fields("HBV-VBM").ActualSize = 0 Then '<> 1 Then
        MsgBox ("Verbindungsdaten noch nicht eingegeben")
        cnControls.Close
        frmVBMprop.Show
        Steuerung.Knoepfe (True)
        Exit Sub
    End If
    cnControls.Close
frmBerechnung.Caption = "Schnittgr enermittlung"
frmBerechnung.txtBerechnung.Caption = "Schnittgr en werden ermittelt"
frmBerechnung.Show
Dim check As Boolean
check = schnittgroessenermittlung()
If check = False Then
    MsgBox ("Schnittgr en konnten nicht berechnet werden")
End If
frmBerechnung.Hide
Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub

Sub cmdSchwingung_Click()
Schwingung.Schwingungsnachweis
End Sub

Sub cmdSFPBer_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)

Dim check As Boolean
    check = NachweisSFP()
```

```
        Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub

Sub cmdSpNW_Click()
Dim check As Boolean
    Steuerung.Knoepfe (False)
    check = Spannungsnachweis()
    frmHBVNachweisAktuell.Show
    Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub

Private Sub cmdSysEing_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
frmAusgang.Show
End Sub

Sub cmdTeilschnitt_Click()
Steuerung.Knoepfe (False)
    value = TeilschnittgroessenHBV()
Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub


Private Sub cmdUmgebungsbedingung_Click()
    Steuerung.Knoepfe (False)
    frmUmgebungsbedingungen.Show
End Sub

Sub cmdVerformung_Click()
Dim check As Boolean
Steuerung.Knoepfe (False)
    check = SFPVerformung()
Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub

Private Sub cmdZusammenstellungAusgeben_Click()
    ZusammenstellungAusgabe.ZusammenstellungAusgabe
End Sub


Private Sub Form_Load()
inidateiladen
ChDir App.Path
frmStart.BorderStyle = 2
'txtprovider = "Microsoft.Jet.OLEDB.3.51"
txtprovider = "Microsoft.Jet.OLEDB.4.0"
' Hier knnen auch andere Provider noch angegeben werden
Steuerung.StartKnoepfe (False)
txtAppPath = App.Path
End Sub
```

B.2 Erstellen der Datenbank

B.2.1 Steuerungselement

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmDberzeugen
   Caption         =   "Datei speichern unter"
   ClientHeight    =   3195
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4680
   LinkTopic       =   "Form2"
   ScaleHeight     =   3195
   ScaleWidth      =   4680
   StartUpPosition =   2   'Bildschirmmitte
   Begin VB.TextBox txtDatname
      Height          =   285
      Left            =   1920
```

```
        TabIndex        =   4
        Text            =   "*.mdb"
        Top             =   2160
        Width           =   2415
    End
    Begin VB.CommandButton cmdOk
        Caption         =   "Ok"
        Height          =   375
        Left            =   2520
        TabIndex        =   3
        Top             =   2640
        Width           =   2055
    End
    Begin VB.CommandButton cmdCancel
        Caption         =   "Abbruch"
        Height          =   375
        Left            =   120
        TabIndex        =   2
        Top             =   2640
        Width           =   2055
    End
    Begin VB.DirListBox combodir
        Height          =   1215
        Left            =   1920
        TabIndex        =   1
        Top             =   720
        Width           =   2415
    End
    Begin VB.DriveListBox comboDrive
        Height          =   315
        Left            =   1920
        TabIndex        =   0
        Top             =   240
        Width           =   2415
    End
    Begin VB.Label Label2
        Caption         =   "Dateiname"
        Height          =   255
        Left            =   360
        TabIndex        =   7
        Top             =   2160
        Width           =   1335
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption         =   "Laufwerk"
        Height          =   255
        Left            =   360
        TabIndex        =   6
        Top             =   240
        Width           =   1335
    End
    Begin VB.Label L
        Caption         =   "Verzeichnis"
        Height          =   255
        Left            =   375
        TabIndex        =   5
        Top             =   765
        Width           =   1335
    End
End
Attribute VB_Name = "frmDberzeugen"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Dim DBPAth As String

Private Sub cmdCancel_Click()
Unload Me
Steuerung.StartKnoepfe (False)
End Sub
```

```
Private Sub cmdOK_Click()
' Was passiert wenn kein Name angegeben wird
If txtDatname = "*.mdb" Or txtDatname = "" Or txtDatname = ".mdb" Then
    MsgBox ("Bitte Dateinamen angeben")
    Exit Sub
End If
' Dateiendung anpassen
If Right(txtDatname, 4) <> ".mdb" Then txtDatname = txtDatname & ".mdb"
DBPAth = combodir & "\" & txtDatname
'Ausblenden des aktuellen Forms
        Unload Me
        value = MakeNewDatabase(DBPAth)
        If value = False Then MsgBox ("Neue Datenbank mit Stamdaten konnte nicht
            erzuegt werden")
Steuerung.Knoepfe (True)
End Sub

Private Sub comboDrive_Change()
Dim DriveLetter As String
Dim PathString As String
    DriveLetter = Left(comboDrive, 1)
    ChDrive DriveLetter
    frmDberzeugen.Refresh
    Unload Me
    frmDberzeugen.Show
    Unload Me
    frmDberzeugen.Show
    combodir.Refresh
End Sub
```

B.2.2 Erzeugung der Datenbank

```
Attribute VB_Name = "DBerzeugen"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Public Function MakeNewDatabase(DBFilename) As Boolean
Dim pWS As Workspace
Dim DB As Database
Dim TD As TableDef

Set pWS = Workspaces(0)
'DB erzeugen
Set DB = pWS.CreateDatabase(DBFilename, dbLangGeneral)

Set TD = DB.CreateTableDef("Bearbeitungsstand")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Geometrie", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("QSGeometrie", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Belastung", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Material", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("HBV-VBM", dbInteger)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Geometrie")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Spannweite_Slimfloor", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Spannweite_Brettstapel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Hhe_Brettstapel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausklinkung_unten", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausklinkung_oben", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("L_Ausklinkung_oben", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("ToleranzAusklinkung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Hhe_Betonplatte", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Betondeckung_Bew", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Abstand_UPE_Brettstapel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_h", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_b", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_s", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_t", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_A", dbDouble)
```

```
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_J", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_ez", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("UPE_Gewicht", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Breite_Flansch", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Dicke_Flansch", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Jya", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Schweinahtdicke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Alpha_w", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Anzahl_Kobo", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("KoboLaenge", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("KoboDurchmesser", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bez_Festigkeit_Kobo", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Festigkeit_Kobo", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bewehrung", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Material_Uebersicht")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Holz", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Stahl_UPE", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Stahl_Flansch", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Beton", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bewehrungsstahl", dbText)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Verwendete_Holzgte")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fmk", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("ft0k", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fc90k", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fVk", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Emean", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("E005", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Roh", dbDouble)

DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Verwendete_Stahlgte")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fyk", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("E", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Roh", dbDouble)

DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Verwendete_UPE_Stahlgte")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fyk", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("E", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Verwendete_Betongte")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fck", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fcm", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("ft05", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("tauck", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("E", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Roh", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("epscu", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Alpha", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Betonstahlbezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("fsk", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Angegebene_Belastung")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("q", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("KLED", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("gamma_f", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Magebende_Belastung")
```

```
TD.Fields.Append TD.CreateField("Sehr_kurz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Kurz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Mittel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Lang", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Permanent", dbDouble) '
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Gebrauchslast")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Dauernd_BSB", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Gesamtlast_BSB", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Dauernd_SFP", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Gesamtlast_SFP", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("VBM")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("N_k", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("C_u", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("C_mean", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("epbs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("esbs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("eminpbs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("eminsbs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Typ", dbText)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("DesignHBVGesamtschnittgr en")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Mmax", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Qmax", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("AusnutzungQuerpressung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("AusnutzungAusklinkung", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("HBVTeilSchnittgr en_t_0")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("permanent", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("lang", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("mittel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("kurz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("sehr_kurz", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("HBVTeilSchnittgr en_t_3_7a")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("permanent", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("lang", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("mittel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("kurz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("sehr_kurz", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("HBVTeilSchnittgr en_t_50a")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Bezeichner", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("permanent", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("lang", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("mittel", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("kurz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("sehr_kurz", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("DesignSBVGesamtschnittgr en")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Mmax", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Qmax", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("qLastmax", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("qLastmax_Ohne_EG", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("OptionenLangzeitverhalten")
TD.Fields.Append TD.CreateField("EC2", dbBoolean)
TD.Fields.Append TD.CreateField("DIN1045", dbBoolean)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Hanhijaervi", dbBoolean)
```

```
TD.Fields.Append TD.CreateField("DIN1052", dbBoolean)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Umgebungsbedingungen")
TD.Fields.Append TD.CreateField("RH", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("DRH", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("NKL", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Nachbehandlung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Erstbelastung", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("NachweisSFP")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausnutzung_Mplrd", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausnutzung_VRD", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausnutzung_Schweinaht", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausnutzung_Druckstrebe_Laengsschub_1", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Ausnutzung_Druckstrebe_Laengsschub_2", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Elastische_Gesamtdurchbiegung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Elastische_EGdurchbiegung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("EGdurchbiegung00", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("SchwindenVerformung", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("GesamteDurchbiegunT00", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Zuwachs_Kriechen_Schwinden_Verkehr", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Genauigkeit_Iteration", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

Set TD = DB.CreateTableDef("Schwingung")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Eigenfrequenz_HBV_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Eigenfrequenz_SFP_Traeger", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Eigenfrequenz_Gesamter_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformMannlast_HBV_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformMannlast_SFP_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformMannlast_Gesamte_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Beschleungigung_HBV_Decke", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Beschleungigung_SFP_Decke", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD


Set TD = DB.CreateTableDef("GeometrieSFP")
TD.Fields.Append TD.CreateField("Aa", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Jya", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("beff", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Anzahl_Kobo_Bereich_1", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Zweireihig_1", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("e_1", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Querbewehrung_1", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Anzahl_Kobo_Bereich_2", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Zweireihig_2", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("e_2", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Querbewehrung_2", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VDueGrad", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("erf_Bue_Bew", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD

'Blatt um alle Ergebnisse rauszuschreiben
Set TD = DB.CreateTableDef("ErgebnisVektor")
TD.Fields.Append TD.CreateField("String", dbText)
TD.Fields.Append TD.CreateField("lfdNr", dbInteger)
TD.Fields.Append TD.CreateField("maxNr", dbInteger)
DB.TableDefs.Append TD

'Blatt mit Ausnutzungen zur schnellen Kontrolle
Set TD = DB.CreateTableDef("Ausnutzungen")
TD.Fields.Append TD.CreateField("NormalspannungHolz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("SchubspannungHolz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("AuflagerpressungHolz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("AusklinkungHolz", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("maxNormalspannungBeton", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("minNormalspannungBeton", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("SchubBeton", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("Risstiefe", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("HBVVBM", dbDouble)
```

```
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformVerkehr", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformZuwachs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("VerformQuasiStaendig", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("BezVerformVerkehr", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("BezVerformZuwachs", dbDouble)
TD.Fields.Append TD.CreateField("BezVerformQuasiStaendig", dbDouble)
DB.TableDefs.Append TD


DB.Close
On Error GoTo 0
'Rckgabewert fr Funktion auf True setzen, da alles fehlerfrei gelaufen ist
frmStart.txtpathaktuell.Caption = DBFilename
MakeNewDatabase = True

'Initialisieren der Werte
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & DBFilename
    rsControls.Open "select * from OptionenLangzeitverhalten", cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.Fields("EC2").value = True
        rsControls.Fields("Din1045").value = False
        rsControls.Fields("Hanhijaervi").value = True
        rsControls.Fields("Din1052").value = False
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.Fields("RH").value = 50
        rsControls.Fields("DRH").value = 15
        rsControls.Fields("NKL").value = 0
        rsControls.Fields("Nachbehandlung").value = 7
        rsControls.Fields("Erstbelastung").value = 14
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    cnControls.Close

    'Test ob das mit Ausgabe so klappt
    Ausgabe.AusgabeIni
Exit Function

Fehler:
    MsgBox ("Berechnungsdatei konnte nicht initialisiert werden")
    frmStart.txtpathaktuell.Caption = "???"

MakeNewDatabase = False

End Function
```

B.3 Öffnen einer vorhandenen Datenbank

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmOpenDat
   Caption         =   "ffnen der Berechnungsdatei"
   ClientHeight    =   5250
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4680
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   5250
   ScaleWidth      =   4680
   StartUpPosition =   2   'Bildschirmmitte
   Begin VB.CommandButton cmdOpenCancel
      Caption         =   "Abbrechen"
      Height          =   735
      Left            =   240
```

```
      TabIndex        =   7
      Top             =   4320
      Width           =   1815
   End
   Begin VB.CommandButton cmdOpenGo
      Caption         =   "&Ok"
      Height          =   735
      Left            =   2280
      TabIndex        =   3
      Top             =   4320
      Width           =   2055
   End
   Begin VB.FileListBox cmbOpenFile
      Height          =   1065
      Left            =   1800
      TabIndex        =   2
      Top             =   2640
      Width           =   2295
   End
   Begin VB.DirListBox cmbOpenDir
      Height          =   1665
      Left            =   1800
      TabIndex        =   1
      Top             =   720
      Width           =   2295
   End
   Begin VB.DriveListBox cmbOpenDrive
      Height          =   315
      Left            =   1800
      TabIndex        =   0
      Top             =   240
      Width           =   2295
   End
   Begin VB.Label Label3
      Caption         =   "Datei"
      Height          =   375
      Left            =   240
      TabIndex        =   6
      Top             =   2640
      Width           =   1335
   End
   Begin VB.Label Label2
      Caption         =   "Ordner"
      Height          =   375
      Left            =   240
      TabIndex        =   5
      Top             =   720
      Width           =   735
   End
   Begin VB.Label Label1
      Caption         =   "Laufwerk"
      Height          =   255
      Left            =   240
      TabIndex        =   4
      Top             =   240
      Width           =   1335
   End
End
Attribute VB_Name = "frmOpenDat"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim oControl As Object

Private Sub cmbOpenDir_Change()
Dim PathString As String
    PathString = cmbOpenDir.Path
    cmbOpenFile.Path = PathString
```

```
End Sub

Private Sub cmbOpenDrive_Change()
Dim DriveLetter As String
Dim PathString As String
    DriveLetter = Left(cmbOpenDrive, 1)
    ChDrive DriveLetter
    frmOpenDat.Refresh
    Unload Me
    frmOpenDat.Show
    Unload Me
    frmOpenDat.Show
    cmbOpenFile.Refresh
End Sub


Private Sub cmdOpenCancel_Click()
Steuerung.StartKnoepfe (False)
Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOpenGo_Click()
Dim Quelle As String
Dim Ziel As String
    If cmbOpenFile = "" Then
        MsgBox ("Keine Datei gewhlt")
        Exit Sub
    End If
    If cmbOpenDir = "" Then
        MsgBox ("Keine Datei gewhlt")
        Exit Sub
    End If
    If Right(cmbOpenFile, 4) <> ".mdb" Then
        MsgBox ("Falsches Dateiformat gewhlt")
        Exit Sub
    End If
    frmStart.txtpathaktuell = cmbOpenDir & "\" & cmbOpenFile
    Steuerung.Knoepfe (True)
    Unload Me
Ausgabe.AusgabeIni
End Sub
```

B.4 Eingabe der Spannweiten des Systems

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmAusgang
   Caption         =   "Geometrie"
   ClientHeight    =   5340
   ClientLeft      =   4275
   ClientTop       =   1425
   ClientWidth     =   8085
   FillColor       =   &H00808080&
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   5340
   ScaleWidth      =   8085
   Begin VB.CommandButton cmdWeiter
      Caption         =   "Weiter >>"
      Default         =   -1  'True
      Height          =   615
      Left            =   5520
      TabIndex        =   9
      Top             =   3720
      Width           =   1935
   End
   Begin VB.CommandButton cmdWeiterGeometrie
      Caption         =   "&OK"
      Height          =   615
      Left            =   5520
      TabIndex        =   6
      Top             =   4560
```

```
    Width           =   1935
End
Begin VB.TextBox txtBs
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   1
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   1
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   4800
    TabIndex        =   3
    Top             =   840
    Width           =   975
End
Begin VB.TextBox txtsfp
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   1
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   1
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   4800
    TabIndex        =   2
    Top             =   360
    Width           =   975
End
Begin VB.Line Zlipfosfp
    BorderColor     =   &H000000C0&
    X1              =   4080
    X2              =   4200
    Y1              =   3000
    Y2              =   2880
End
Begin VB.Line Zlipfusfp
    BorderColor     =   &H000000FF&
    X1              =   4320
    X2              =   4200
    Y1              =   3480
    Y2              =   3600
End
Begin VB.Line Zlicsfp
    BorderColor     =   &H000000FF&
    X1              =   4200
    X2              =   4200
    Y1              =   2880
    Y2              =   3600
End
Begin VB.Line ZlipfBso
    BorderColor     =   &H000000FF&
    X1              =   1320
    X2              =   1440
    Y1              =   1920
    Y2              =   1800
End
Begin VB.Line zlipfbsu
    BorderColor     =   &H000000FF&
    X1              =   1800
    X2              =   1680
    Y1              =   1920
    Y2              =   2040
End
Begin VB.Line ZlipfcBs
    BorderColor     =   &H000000FF&
    X1              =   1320
```

```
    X2              =   1800
    Y1              =   1920
    Y2              =   1920
End
Begin VB.Label lblBsSp
    Caption         =   "HBV-Spannweite"
    Height          =   255
    Left            =   1080
    TabIndex        =   8
    Top             =   1560
    Width           =   2175
    WordWrap        =   -1  'True
End
Begin VB.Label lblsfps
    Caption         =   "Slimfloorspannweite"
    Height          =   255
    Left            =   4560
    TabIndex        =   7
    Top             =   3000
    Width           =   2175
    WordWrap        =   -1  'True
End
Begin VB.Label lblm
    Caption         =   "m"
    BeginProperty Font
       Name            =   "MS Sans Serif"
       Size            =   9.75
       Charset         =   0
       Weight          =   400
       Underline       =   0   'False
       Italic          =   0   'False
       Strikethrough   =   0   'False
    EndProperty
    Height          =   255
    Left            =   6000
    TabIndex        =   5
    Top             =   960
    Width           =   615
End
Begin VB.Line ZLiUKrBs
    X1              =   2760
    X2              =   4440
    Y1              =   4320
    Y2              =   4320
End
Begin VB.Line ZliOkrBS
    X1              =   2760
    X2              =   4440
    Y1              =   2160
    Y2              =   2160
End
Begin VB.Line Zlisfpr
    BorderStyle     =   2   'Strich
    X1              =   4440
    X2              =   4440
    Y1              =   4320
    Y2              =   2160
End
Begin VB.Shape Zstueur
    Height          =   255
    Left            =   4320
    Top             =   4200
    Width           =   255
End
Begin VB.Shape Zstueor
    Height          =   255
    Left            =   4320
    Top             =   2040
    Width           =   255
End
Begin VB.Shape Zstueom
    Height          =   255
```

```
    Left            =   2640
    Top             =   2040
    Width           =   255
End
Begin VB.Shape Zstueum
    Height          =   255
    Left            =   2640
    Top             =   4200
    Width           =   255
End
Begin VB.Shape Zstueul
    Height          =   255
    Left            =   840
    Top             =   4200
    Width           =   255
End
Begin VB.Shape Zstueol
    Height          =   255
    Left            =   840
    Top             =   2040
    Width           =   255
End
Begin VB.Line Zlisfpm
    BorderStyle     =   2   'Strich
    X1              =   2760
    X2              =   2760
    Y1              =   4320
    Y2              =   2160
End
Begin VB.Line ZliUKlBS
    X1              =   1200
    X2              =   2760
    Y1              =   4320
    Y2              =   4320
End
Begin VB.Line Zlisfpl
    BorderStyle     =   2   'Strich
    X1              =   960
    X2              =   960
    Y1              =   2160
    Y2              =   4320
End
Begin VB.Line ZliOklBS
    X1              =   960
    X2              =   2760
    Y1              =   2160
    Y2              =   2160
End
Begin VB.Label lblmslp
    Caption         =   "m"
    BeginProperty Font
        Name            =   "MS Sans Serif"
        Size            =   9.75
        Charset         =   0
        Weight          =   400
        Underline       =   0   'False
        Italic          =   0   'False
        Strikethrough   =   0   'False
    EndProperty
    Height          =   255
    Left            =   6000
    TabIndex        =   4
    Top             =   480
    Width           =   615
End
Begin VB.Label lblSpaBSBVD
    Caption         =   "Spannweite Brettstapel-Beton-Verbunddecke"
    BeginProperty Font
        Name            =   "MS Sans Serif"
        Size            =   9.75
        Charset         =   0
        Weight          =   400
```

```
            Underline       =   0   'False
            Italic          =   0   'False
            Strikethrough   =   0   'False
        EndProperty
        Height          =   255
        Left            =   360
        TabIndex        =   1
        Top             =   840
        Width           =   4215
    End
    Begin VB.Label lblSpwSlFl
        Caption         =   "Spannweite Slim-Floor-Profil"
        BeginProperty Font
            Name            =   "MS Sans Serif"
            Size            =   9.75
            Charset         =   0
            Weight          =   400
            Underline       =   0   'False
            Italic          =   0   'False
            Strikethrough   =   0   'False
        EndProperty
        Height          =   255
        Left            =   360
        TabIndex        =   0
        Top             =   480
        Width           =   2655
    End
End
Attribute VB_Name = "frmAusgang"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim oControl As Object

Private Sub cmdEnd_Click()
End
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
    cmdWeiterGeometrie_Click
    frmBelastung.Show
End Sub

Private Sub cmdWeiterGeometrie_Click()
    If txtsfp.Text = "" Or txtBs.Text = "" Then
        value = MsgBox("Fehlerhafte Eingabe", vbCritical)
        Exit Sub
    End If
    'Rausschreiben der Daten in die Masterdatei
    Datname = frmStart.txtpathaktuell
    tabname = "Geometrie"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
        rsControls.AddNew
    End If
    If rsControls.BOF = False And rsControls.EOF = False Then rsControls.MoveFirst
    rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value = txtBs.Text
    rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value = txtsfp.Text
    rsControls.MoveNext
    cnControls.Close
    Success = Kontrolldat(Datname, "Geometrie")
    ' Werte rausschreiben..
    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Eingabe der Spannweite", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Spannweite der Brettstapel-Beton-Verbunddecke", txtBs.Text &
        "m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Spannweite des Stahl-Beton-Verbundtrgers", txtsfp.Text & "m"
    Steuerung.Knoepfe (True)
```

```
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
' DB ffnen und Werte eintragen
Dim Datname As String
Dim tabname As String
Datname = frmStart.txtpathaktuell
tabname = "Geometrie"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
    ' Datenbank ffnen
    If rsControls.EOF = True And rsControls.BOF = True Then
        cnControls.Close
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.EOF = False Then rsControls.MoveFirst
    ' Werte in die einzelnen Zellen der Datei schreiben
    If rsControls.EOF = False Then
        If rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value <> "" Then txtsfp =
            rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value
        If rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value <> "" Then txtBs =
            rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value
    End If
    cnControls.Close
    Exit Sub
FindErr:
End Sub

Private Sub txtBs_Change()
    If Val(txtBs.Text) <= 0 And txtBs.Text <> "" Then
        value = MsgBox("Eingabefehler bei der Spannweite des
            Brettstapel-Beton-Verbunds", vbCritical)
        Exit Sub
    End If

    updatedrawing Val(txtsfp.Text), Val(txtBs.Text)
End Sub

Private Sub txtsfp_Change()
    If Val(txtsfp.Text) <= 0 And txtsfp.Text <> "" Then
        value = MsgBox("Eingabefehler bei der Spannweite des Slim-Floor-Profils",
            vbCritical)
        Exit Sub
    End If
    updatedrawing Val(txtsfp.Text), Val(txtBs.Text)
End Sub

Private Sub updatedrawing(sfp, hbv)
        Randx = 840
        Randy = 2000
        maxx = 4700
        maxy = 5000
            lblBsSp.Caption = "HBV-Spannweite:" & hbv & " m"
            lblsfps.Caption = "SFP-Spannweite:" & sfp & " m"
        If hbv = 0 Or hbv = "" Then hbv = 10
        If sfp = 0 Or sfp = "" Then sfp = 10
        If (maxy - Randy) / sfp > (maxx - Randx) / (2 * hbv) Then
        Faktor = (maxx - Randx) / (2 * hbv)
        Else
        Faktor = (maxy - Randy) / (sfp)
        End If
        Spannweite = txtsfp.Text
        If Spannweite = "" Then Spannweite = 0
        ' Labels anpassen
          lblsfps.Top = sfp / 2 * Faktor + Randy
          lblsfps.Left = 2 * hbv * Faktor + Randx

        'Untere Stzenreihe anpassen
        Zstueur.Top = Randy
        Zstueul.Top = Randy
        Zstueum.Top = Randy
```

```
        'obere Stützenreihe anpassen
        Zstueor.Top = sfp * Faktor + Randy
        Zstueol.Top = sfp * Faktor + Randy
        Zstueom.Top = sfp * Faktor + Randy
        'Lage der Linien anpassen
            'Brettstapel-Aussenkante
            ZliOklBS.Y1 = Randy + Zstueul.Height / 2
            ZliOklBS.Y2 = Randy + Zstueum.Height / 2
            ZliOkrBS.Y1 = Randy + Zstueum.Height / 2
            ZliOkrBS.Y2 = Randy + Zstueur.Height / 2
            ZliUKlBS.Y1 = sfp * Faktor + Randy + Zstueul.Height / 2
            ZliUKlBS.Y2 = sfp * Faktor + Randy + Zstueum.Height / 2
            ZLiUKrBs.Y1 = sfp * Faktor + Randy + Zstueum.Height / 2
            ZLiUKrBs.Y2 = sfp * Faktor + Randy + Zstueur.Height / 2
            'Slimfloor-Aussenkante
            Zlisfpl.Y1 = Randy + Zstueul.Height / 2
            Zlisfpl.Y2 = sfp * Faktor + Randy + Zstueul.Height / 2
            Zlisfpm.Y1 = Randy + Zstueum.Height / 2
            Zlisfpm.Y2 = sfp * Faktor + Randy + Zstueum.Height / 2
            Zlisfpr.Y1 = Randy + Zstueur.Height / 2
            Zlisfpr.Y2 = sfp * Faktor + Randy + Zstueur.Height / 2
        'Linke Stützenreihe anpassen
        Zstueur.Left = Randx
        Zstueor.Left = Randx
        'Mittlere Reihe
        Zstueum.Left = hbv * Faktor + Randx
        Zstueom.Left = hbv * Faktor + Randx
        'obere Stützenreihe anpassen
        Zstueul.Left = 2 * hbv * Faktor + Randx
        Zstueol.Left = 2 * hbv * Faktor + Randx
        'Lage der Linien anpassen
            'Brettstapel-Aussenkante
            ZliOklBS.X1 = Randx + Zstueul.Height / 2
            ZliOklBS.X2 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            ZliOkrBS.X1 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            ZliOkrBS.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx + Zstueur.Height / 2
            ZliUKlBS.X1 = Randx + Zstueul.Height / 2
            ZliUKlBS.X2 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            ZLiUKrBs.X1 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            ZLiUKrBs.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx + Zstueur.Height / 2
            'Slimfloor-Aussenkante
            Zlisfpl.X1 = Randx + Zstueul.Height / 2
            Zlisfpl.X2 = Randx + Zstueul.Height / 2
            Zlisfpm.X1 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            Zlisfpm.X2 = hbv * Faktor + Randx + Zstueum.Height / 2
            Zlisfpr.X1 = 2 * hbv * Faktor + Randx + Zstueur.Height / 2
            Zlisfpr.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx + Zstueur.Height / 2

            'Pfeile mit Richtung
                'Slim-Floor
            Zlicsfp.Y1 = sfp / 2 * Faktor + Randy + 350
            Zlicsfp.X1 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100
            Zlicsfp.Y2 = sfp / 2 * Faktor + Randy - 150
            Zlicsfp.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100

            Zlipfusfp.Y1 = sfp / 2 * Faktor + Randy + 350
            Zlipfusfp.X1 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100
            Zlipfusfp.Y2 = sfp / 2 * Faktor + Randy + 350 - 150
            Zlipfusfp.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100 + 150

            Zlipfosfp.Y1 = sfp / 2 * Faktor + Randy - 150
            Zlipfosfp.X1 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100
            Zlipfosfp.Y2 = sfp / 2 * Faktor + Randy - 150 + 150
            Zlipfosfp.X2 = 2 * hbv * Faktor + Randx - 100 - 150
End Sub
```

B.5 Eingabe der Belastung

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmBelastung
```

```
    Caption         =   "Belastungsdaten"
    ClientHeight    =   4575
    ClientLeft      =   4995
    ClientTop       =   3135
    ClientWidth     =   9225
    LinkTopic       =   "Form1"
    ScaleHeight     =   4575
    ScaleWidth      =   9225
    Begin VB.CommandButton cmdNextFrm
       Caption         =   "Weiter >>"
       Default         =   -1  'True
       Height          =   615
       Left            =   4680
       TabIndex        =   30
       Top             =   3840
       Width           =   2055
    End
    Begin VB.ComboBox cboxgfZusBel2
       Height          =   315
       ItemData        =   "frmBelastung.frx":0000
       Left            =   7560
       List            =   "frmBelastung.frx":000A
       TabIndex        =   10
       Text            =   "1,5"
       Top             =   3000
       Width           =   975
    End
    Begin VB.ComboBox cboxgfZusBel
       Height          =   315
       ItemData        =   "frmBelastung.frx":0019
       Left            =   7560
       List            =   "frmBelastung.frx":0023
       TabIndex        =   7
       Text            =   "1,5"
       Top             =   2400
       Width           =   975
    End
    Begin VB.ComboBox cboxgfPermVerkehr
       Enabled         =   0   'False
       Height          =   315
       ItemData        =   "frmBelastung.frx":0032
       Left            =   7560
       List            =   "frmBelastung.frx":003C
       TabIndex        =   29
       Text            =   "1,5"
       Top             =   1800
       Width           =   975
    End
    Begin VB.ComboBox cboxgfVerkehr
       Enabled         =   0   'False
       Height          =   315
       ItemData        =   "frmBelastung.frx":004B
       Left            =   7560
       List            =   "frmBelastung.frx":0055
       TabIndex        =   28
       Text            =   "1,5"
       Top             =   1200
       Width           =   975
    End
    Begin VB.ComboBox cboxgfAusbau
       Enabled         =   0   'False
       Height          =   315
       ItemData        =   "frmBelastung.frx":0064
       Left            =   7560
       List            =   "frmBelastung.frx":006E
       Locked          =   -1  'True
       TabIndex        =   19
       Text            =   "1,35"
       Top             =   600
       Width           =   975
    End
    Begin VB.ComboBox cboxAusbau
```

```
    Enabled         =   0    'False
    Height          =   315
    ItemData        =   "frmBelastung.frx":007D
    Left            =   5280
    List            =   "frmBelastung.frx":0090
    Locked          =   -1   'True
    TabIndex        =   18
    Text            =   "KLED dauernd"
    Top             =   600
    Width           =   1455
End
Begin VB.ComboBox cboxquasipermV
    Enabled         =   0    'False
    Height          =   315
    ItemData        =   "frmBelastung.frx":00D5
    Left            =   5280
    List            =   "frmBelastung.frx":00E8
    TabIndex        =   17
    Text            =   "KLED dauernd"
    Top             =   1800
    Visible         =   0    'False
    Width           =   1455
End
Begin VB.ComboBox cboxVerkehr
    Height          =   315
    ItemData        =   "frmBelastung.frx":012D
    Left            =   5280
    List            =   "frmBelastung.frx":0140
    TabIndex        =   3
    Text            =   "KLED dauernd"
    Top             =   1200
    Width           =   1455
End
Begin VB.ComboBox cboxZusBel
    Height          =   315
    ItemData        =   "frmBelastung.frx":0185
    Left            =   5280
    List            =   "frmBelastung.frx":0198
    TabIndex        =   6
    Text            =   "KLED dauernd"
    Top             =   2400
    Width           =   1455
End
Begin VB.ComboBox cboxZusBel2
    CausesValidation=   0    'False
    Height          =   315
    ItemData        =   "frmBelastung.frx":01DD
    Left            =   5280
    List            =   "frmBelastung.frx":01F0
    TabIndex        =   9
    Text            =   "KLED dauernd"
    Top             =   3000
    Width           =   1455
End
Begin VB.CommandButton cmdWeiter
    Caption         =   "&OK"
    Height          =   615
    Left            =   6960
    TabIndex        =   11
    Top             =   3840
    Width           =   2055
End
Begin VB.TextBox txtZusatzBel2
    Alignment       =   1   'Rechts
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   0
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   0
```

```
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   2640
    TabIndex        =   8
    Text            =   "0.0"
    Top             =   3000
    Width           =   1455
End
Begin VB.TextBox txtZusatzbel
    Alignment       =   1   'Rechts
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   0
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   0
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   2640
    TabIndex        =   5
    Text            =   "0.0"
    Top             =   2400
    Width           =   1455
End
Begin VB.TextBox txtquasipermVerkehr
    Alignment       =   1   'Rechts
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   0
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   0
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   2640
    TabIndex        =   4
    Text            =   "0.0"
    Top             =   1800
    Width           =   1455
End
Begin VB.TextBox txtVerkehrslast
    Alignment       =   1   'Rechts
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   0
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   0
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   2640
    TabIndex        =   2
    Text            =   "0.0"
    Top             =   1200
    Width           =   1455
End
Begin VB.TextBox txtAusbaulast
    Alignment       =   1   'Rechts
    BeginProperty DataFormat
        Type            =   0
        Format          =   "0"
        HaveTrueFalseNull=  0
        FirstDayOfWeek  =   0
        FirstWeekOfYear =   0
        LCID            =   1031
        SubFormatType   =   0
```

```
    EndProperty
    Height          =   375
    Left            =   2640
    TabIndex        =   1
    Text            =   "0.0"
    Top             =   600
    Width           =   1455
End
Begin VB.Frame Frame1
    Caption         =   "Belastung"
    Height          =   3255
    Left            =   2400
    TabIndex        =   20
    Top             =   360
    Width           =   2415
    Begin VB.Label lblEinheit
        Caption         =   "kN/m"
        Height          =   255
        Index           =   0
        Left            =   1800
        TabIndex        =   25
        Top             =   360
        Width           =   495
    End
    Begin VB.Label lblEinheit
        Caption         =   "kN/m"
        Height          =   255
        Index           =   1
        Left            =   1800
        TabIndex        =   24
        Top             =   960
        Width           =   495
    End
    Begin VB.Label lblEinheit
        Caption         =   "kN/m"
        Height          =   255
        Index           =   2
        Left            =   1800
        TabIndex        =   23
        Top             =   1560
        Width           =   495
    End
    Begin VB.Label lblEinheit
        Caption         =   "kN/m"
        Height          =   255
        Index           =   3
        Left            =   1800
        TabIndex        =   22
        Top             =   2160
        Width           =   495
    End
    Begin VB.Label lblEinheit
        Caption         =   "kN/m"
        Height          =   255
        Index           =   4
        Left            =   1800
        TabIndex        =   21
        Top             =   2760
        Width           =   495
    End
End
Begin VB.Frame Frame2
    Caption         =   "Lasteinwirkungsdauer"
    Height          =   3255
    Left            =   4920
    TabIndex        =   26
    Top             =   360
    Width           =   2055
End
Begin VB.Frame Frame3
    Caption         =   "Teilsicherheitsbeiwerte"
    Height          =   3255
```

```
        Left            =   7080
        TabIndex        =   27
        Top             =   360
        Width           =   1935
    End
    Begin VB.Label lblzusBel2
        Caption         =   "Zustzliche Verkehrsbelastung"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   16
        Top             =   3120
        Width           =   2295
    End
    Begin VB.Label lblzusBel1
        Caption         =   "Zustzliche Verkehrsbelastung"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   15
        Top             =   2520
        Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label lblqpermVerkehr
        Caption         =   "Quasi permanent wirkende Verkehrslast"
        Height          =   375
        Left            =   120
        TabIndex        =   14
        Top             =   1800
        Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label lblVerkehr
        Caption         =   "Verkehrsbelastung"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   13
        Top             =   1320
        Width           =   1455
    End
    Begin VB.Label lblAusbau
        Caption         =   "Ausbau"
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   12
        Top             =   720
        Width           =   855
    End
    Begin VB.Label lblUeberschrift
        Caption         =   "Flchenbelastungen"
        BeginProperty Font
            Name            =   "MS Sans Serif"
            Size            =   9.75
            Charset         =   0
            Weight          =   400
            Underline       =   0   'False
            Italic          =   0   'False
            Strikethrough   =   0   'False
        EndProperty
        Height          =   255
        Left            =   360
        TabIndex        =   0
        Top             =   240
        Width           =   3255
    End
End
Attribute VB_Name = "frmBelastung"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim oControl As Object
```

```
Private Sub cmdback_Click()
Unload Me
frmAusgang.Show
End Sub

Private Sub cmdExit_Click()
End
End Sub

Private Sub cmdNextFrm_Click()
cmdweiter_Click
frmMaterial.Show
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim K As Integer
    Dim Success As Boolean
    Dim Datname As String
    Dim tabname As String
    Dim Spalte As String
    Dim Bez(5) As String
    Dim Lasten(5) As Double
    Dim KLED(5) As Integer
    Dim LastTemp  As Double
    Dim gammafindex(5) As Integer
    Dim gammaf(5) As Double
    Dim LastenKLED(5) As Double
    Dim LastenKledFeld(5, 5) As Double
    Dim LastenKLEDkombi(5) As Double
    Dim LastenKLEDSum(5) As Double
    Dim LastenKLEDkombiSum(5) As Double
    Dim MinLastenKLED(5) As Double
    Dim kombi(10) As Double
    Dim psi2 As Double
    Dim sumlast As Double
    'Kombinationsbeiwert
    psi2 = 0.7
    ' Initialiesierung der Tabellenblätter
    Bez(0) = "Ausbaulast"
    Bez(1) = "Verkehrslast"
    Bez(2) = "quasi permanente Verkehrslast"
    Bez(3) = "Zusatzbelastung"
    Bez(4) = "zweite Zusatzbelastung"
    'Einlesen der Lasten
    Lasten(0) = txtAusbaulast.Text
    Lasten(1) = txtVerkehrslast.Text
    Lasten(2) = txtquasipermVerkehr.Text
    Lasten(3) = txtZusatzbel.Text
    Lasten(4) = txtZusatzBel2.Text
    'Einlesen der Klassne der Lasteinwirkungsdauern
    KLED(0) = cboxAusbau.ListIndex
    KLED(1) = cboxVerkehr.ListIndex
    'KLED(2) = cboxquasipermV.ListIndex
    KLED(2) = cboxVerkehr.ListIndex
    KLED(3) = cboxZusBel.ListIndex
    KLED(4) = cboxZusBel2.ListIndex
    ' Alle nicht genderten Werte auf dauernd wirkend setzen
    For i = 0 To 4
        If KLED(i) < 0 Then KLED(i) = 0
    Next
    gammafindex(0) = 0
    gammafindex(1) = 1
    gammafindex(2) = 1
    gammafindex(3) = cboxgfZusBel.ListIndex
    gammafindex(4) = cboxgfZusBel2.ListIndex
    For i = 3 To 4
        If gammafindex(i) <> 0 Then gammafindex(i) = 1
    Next
    For i = 0 To 4
```

```
    If gammafindex(i) = 0 Then
        gammaf(i) = 1.35
        Else
        gammaf(i) = 1.5
    End If
Next

'Rausschreiben der Belastung
Datname = frmStart.txtpathaktuell
tabname = "Angegebene_Belastung"
Spalte = "Bezeichner"
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
    rsControls.AddNew
End If
' Belastung ausgeben
Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Belastung", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "\section Eingegebene Belastungen", " "

If rsControls.BOF = False And rsControls.EOF = False Then rsControls.MoveFirst
    For i = 0 To 4
            If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = Bez(i)
            rsControls.Fields("q").value = Lasten(i)
            rsControls.Fields("KLED").value = KLED(i)
            rsControls.Fields("gamma_f").value = gammafindex(i)
            rsControls.MoveNext
                ' Werte rausschreiben..
Ausgabe.AusgabeWerte Bez(i), Lasten(i) & "kN/m ; KLED: " & TranslateKLED(KLED(i)) &
    "; gamma_f: " & gammaf(i)

    Next
rsControls.Close


For i = 0 To 4
    LastenKLED(i) = 0
    MinLastenKLED(i) = 0
    LastenKLEDkombi(i) = 0
    LastenKLEDSum(i) = 0
    LastenKLEDkombiSum(i) = 0
Next
' Bercksichtigen aller KLED
' Matrix auf Null setzen
    For i = 0 To 4
        For j = 0 To 4
            LastenKledFeld(i, j) = 0
        Next
    Next
' Alle KLED einzeln durchgehen und da die Kombination rausschreiben; wenn bereits
    schon kombiniert, dann einen Flag setzen
    For i = 0 To 4
        For j = KLED(i) To 4
            LastenKledFeld(j, i) = Lasten(i)
        Next
    Next
' Verkehrslast zusammenziehen
    For i = 0 To 4
            LastenKledFeld(i, 1) = LastenKledFeld(i, 1) + LastenKledFeld(i, 2)
            LastenKledFeld(i, 2) = 0
    Next
    ' Einzelne Lasten abprfen
    For i = 0 To 4
        For j = 1 To 4
            If LastenKLEDkombi(i) < gammaf(j) * LastenKledFeld(i, j) Then
                LastenKLEDkombi(i) = gammaf(j) * LastenKledFeld(i, j)
        Next
    Next
    ' berprfen ob die Summe der kombinierten Lasten gr er ist
    For i = 0 To 4
```

```
            sumlast = 0
            For j = 1 To 4
                sumlast = sumlast + PositivValue(psi2Ber(gammaf(j)) * LastenKledFeld(i,
                    j) * gammaf(j))
            Next
            If LastenKLEDkombi(i) < sumlast Then LastenKLEDkombi(i) = sumlast
        Next
        ' Zurckschreiben auf LastenKLED
    For i = 0 To 4
        LastenKLED(i) = LastenKLEDkombi(i)
    Next
    'Addition der Ausbaulast (keine Kombination n tig)
    For i = 0 To 4
        LastenKLED(i) = LastenKLED(i) + Lasten(0) * gammaf(0)
    Next
    rsControls.Open "select * from Magebende_Belastung", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
        rsControls.AddNew
    End If
    If rsControls.BOF = False And rsControls.EOF = False Then rsControls.MoveFirst
    rsControls.Fields("Permanent").value = LastenKLED(0)
    rsControls.Fields("Lang").value = LastenKLED(1)
    rsControls.Fields("Mittel").value = LastenKLED(2)
    rsControls.Fields("Kurz").value = LastenKLED(3)
    rsControls.Fields("Sehr_Kurz").value = LastenKLED(4)
    rsControls.MoveNext
    'Db schliessen
    cnControls.Close
    Success = Kontrolldat(Datname, "Belastung")
' Kombinierte Belastung
        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Kombinierte Belastungen", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "gamma_f * g + gamma_f * p bzw. ", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "gamma_f * g + psi_2 *Summe(gamma_(f,i) * p_i)", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "KLED dauernd:", LastenKLED(0) & "kN/m"
        Ausgabe.AusgabeWerte "KLED lang:", LastenKLED(1) & "kN/m"
        Ausgabe.AusgabeWerte "KLED Mittel:", LastenKLED(2) & "kN/m"
        Ausgabe.AusgabeWerte "KLED kurz:", LastenKLED(3) & "kN/m"
        Ausgabe.AusgabeWerte "KLED sehr kurz:", LastenKLED(4) & "kN/m"
'Schlie en des Fensters
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
' DB ffnen und Werte eintragen
Dim Datname As String
Dim tabname As String
Dim Spalte As String
Datname = frmStart.txtpathaktuell
tabname = "Angegebene_Belastung"
Spalte = "q"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls

    If rsControls.EOF = True And rsControls.BOF = True Then
        cnControls.Close
        Exit Sub
    End If
    If rsControls.EOF = False Then rsControls.MoveFirst
    ' Werte in die einzelnen Zellen der Datei schreiben
    If rsControls.EOF = False Then
        txtAusbaulast = rsControls.Fields("q").value
        rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = False Then
            txtVerkehrslast = rsControls.Fields(Spalte).value
            cboxVerkehr.ListIndex = rsControls.Fields("KLED").value
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = False Then
                txtquasipermVerkehr = rsControls.Fields(Spalte).value
                rsControls.MoveNext
                If rsControls.EOF = False Then
```

```
                    txtZusatzbel = rsControls.Fields(Spalte).value
                    cboxZusBel.ListIndex = rsControls.Fields("KLED").value
                    cboxgfZusBel.ListIndex = rsControls.Fields("gamma_f").value
                    rsControls.MoveNext
                    If rsControls.EOF = False Then
                        txtZusatzBel2 = rsControls.Fields(Spalte).value
                        cboxZusBel2.ListIndex = rsControls.Fields("KLED").value
                        cboxgfZusBel2.ListIndex = rsControls.Fields("gamma_f").value
                    End If
                End If
            End If
        End If
    End If
    cnControls.Close
    Exit Sub
FindErr:
End Sub


Private Function TranslateKLED(KLED As Integer)
   Select Case KLED
        Case 0
            TranslateKLED = "dauernd"
        Case 1
            TranslateKLED = "lang"
        Case 2
            TranslateKLED = "mittel"
        Case 3
            TranslateKLED = "kurz"
        Case 4
            TranslateKLED = "sehr kurz"
        End Select
End Function

Private Function PositivValue(Wert As Double)
If Wert > 0 Then
    PositivValue = Wert
    Else
    PositivValue = 0
End If
End Function

Private Function psi2Ber(psiwert As Double)
If psiwert = 1.5 Then
    psi2Ber = 0.9
    Else
    psi2Ber = 1
End If
End Function
```

B.6 Eingabe der Materialien

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmMaterial
   Caption         =   "Materialauswahl"
   ClientHeight    =   4215
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4680
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   4215
   ScaleWidth      =   4680
   StartUpPosition =   3  'Windows-Standard
   Begin VB.CommandButton cmdweiter
      Caption         =   "Weiter >>"
      Height          =   615
      Left            =   240
      TabIndex        =   11
      Top             =   3240
      Width           =   1935
```

```
End
Begin VB.ComboBox cmbBewehrungsstahl
   Height          =   315
   Left            =   240
   TabIndex        =   9
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   2640
   Width           =   1935
End
Begin VB.ComboBox cbxflachstahl
   Height          =   315
   Left            =   2400
   TabIndex        =   8
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   1680
   Width           =   1815
End
Begin VB.ComboBox cbxStahlUpe
   Height          =   315
   Left            =   240
   TabIndex        =   7
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   1680
   Width           =   1935
End
Begin VB.ComboBox cbxBeton
   Height          =   315
   Left            =   2400
   TabIndex        =   6
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   600
   Width           =   1815
End
Begin VB.ComboBox cbxBrettstapel
   Height          =   315
   Left            =   240
   TabIndex        =   5
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   600
   Width           =   1935
End
Begin VB.CommandButton cmdMAtOK
   Caption         =   "OK"
   Height          =   615
   Left            =   2400
   TabIndex        =   4
   Top             =   3240
   Width           =   1935
End
Begin VB.Label Label5
   Caption         =   "Bewehrungsstahl"
   Height          =   255
   Left            =   240
   TabIndex        =   10
   Top             =   2280
   Width           =   1095
End
Begin VB.Label Label4
   Caption         =   "Flachstahl"
   Height          =   255
   Left            =   2400
   TabIndex        =   3
   Top             =   1320
   Width           =   1095
End
Begin VB.Label Label3
   Caption         =   "Stahl - UPE"
   Height          =   255
   Left            =   240
   TabIndex        =   2
   Top             =   1320
   Width           =   1095
```

```
    End
    Begin VB.Label Label2
       Caption         =   "Beton"
       Height          =   255
       Left            =   2400
       TabIndex        =   1
       Top             =   240
       Width           =   1095
    End
    Begin VB.Label Label1
       Caption         =   "Brettstapel"
       Height          =   255
       Left            =   240
       TabIndex        =   0
       Top             =   240
       Width           =   1095
    End
End
Attribute VB_Name = "frmMaterial"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databcon As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset

Dim oControl As Object


Private Sub cmdMAtOK_Click()
    Dim datnam As String
    Dim tabnam(3) As String
    Dim Spalte As String
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim Success As Boolean
    Dim Zusatz As String
    Dim EG As Double
    EG = 0
    ' Inititlisierung
    datnam = App.Path & "\" & "ini\Materialdaten.mdb"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
    tabnam(0) = "Holz"
    tabnam(1) = "Beton"
    tabnam(2) = "Stahl"
    tabnam(3) = "Bewehrungsstahl"
    Spalte = "Bezeichner"
    'Werte zurckschreiben!!
    Dim indexMat(4) As String
    indexMat(0) = cbxBrettstapel
    indexMat(1) = cbxBeton
    indexMat(2) = cbxStahlUpe
    indexMat(3) = cbxflachstahl
    indexMat(4) = cmbBewehrungsstahl

    ' Ausgabe der einzelnen Materialdaten

    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Verwendete Materialien", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section bersicht", " "
    For i = 0 To 4
        j = i
        Zusatz = ":"
        If i >= 3 Then j = i - 1
        If i = 2 Then Zusatz = "; UPE:"
        If i = 3 Then Zusatz = "; Flansch:"
        Ausgabe.AusgabeWerte tabnam(j) & Zusatz, indexMat(i)
    Next

    ' Rausschreiben der Materialkennwerte in die Berechnugnsdatei
```

```
'Zieldatenbank ffnen

databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
databrs.Open "select * from Material_Uebersicht", databcon, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
databrs.MoveFirst
databrs.Fields("Holz").value = indexMat(0)
databrs.Fields("Stahl_UPE").value = indexMat(2)
databrs.Fields("Stahl_Flansch").value = indexMat(3)
databrs.Fields("Beton").value = indexMat(1)
databrs.Fields("Bewehrungsstahl").value = indexMat(4)
databrs.MoveNext
databrs.Close
databrs.Open "select * from Verwendete_Holzgte", databcon, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
databrs.MoveFirst
'Materialdatenbank ffnen und Recordset auf Holz setzen
'---- Holz rausschreiben
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(0) & " order by " & Spalte,
        cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    i = 0
    rsControls.MoveFirst
    Do While rsControls.Fields(Spalte) <> indexMat(i)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    databrs.Fields("Bezeichner").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    databrs.Fields("fmk").value = rsControls.Fields("fmk").value
    databrs.Fields("ft0k").value = rsControls.Fields("ft0k").value
    databrs.Fields("fc90k").value = rsControls.Fields("fc90k").value
    databrs.Fields("fVk").value = rsControls.Fields("fVk").value
    databrs.Fields("Emean").value = rsControls.Fields("E0mean").value
    databrs.Fields("E005").value = rsControls.Fields("E005").value
    databrs.Fields("Roh").value = rsControls.Fields("Roh").value
    databrs.MoveNext
    ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Holz:",
            rsControls.Fields("Bezeichner").value
        Ausgabe.AusgabeWerte "char. Biegefestigkeit fmk:",
            rsControls.Fields("fmk").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "char Zugfestigkeit parallel Faser ft0k:",
            rsControls.Fields("ft0k").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "char Druckfestigkeit 90 fc90k: ",
            rsControls.Fields("fc90k").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "char Schubfestigkeit fVk:",
            rsControls.Fields("fVk").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Mittlerer E-Modul E_mean:",
            rsControls.Fields("E0mean").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "5%-Fraktilwert des E-Moduls E005:",
            rsControls.Fields("E005").value & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Roh-Dichte des Holzes:",
            rsControls.Fields("Roh").value & " kg/m"
rsControls.Close
databrs.Close
'Betondaten rausschreiben
databrs.Open "select * from Verwendete_Betongte", databcon, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
databrs.MoveFirst

rsControls.Open "select * from " & tabnam(1) & " order by " & Spalte, cnControls,
    adOpenKeyset, adLockOptimistic
    i = 1
    rsControls.MoveFirst
    Do While rsControls.Fields(Spalte) <> indexMat(i)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    databrs.Fields("Bezeichner").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    databrs.Fields("fck").value = rsControls.Fields("fck").value
    databrs.Fields("fcm").value = rsControls.Fields("fcm").value
```

```
        databrs.Fields("ft05").value = rsControls.Fields("fctk005").value
        databrs.Fields("E").value = rsControls.Fields("E").value
        databrs.Fields("Roh").value = rsControls.Fields("Roh").value
        databrs.Fields("epscu").value = rsControls.Fields("epscuQB").value
        databrs.Fields("Alpha").value = rsControls.Fields("Alpha").value
        databrs.Fields("tauck").value = rsControls.Fields("tauck").value
        databrs.MoveNext
        ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
            Ausgabe.AusgabeWerte "\section Beton:",
                rsControls.Fields("Bezeichner").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "Char Druckfestigfkeit fck:",
                rsControls.Fields("fck").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Mittlere Druckfestigkeit:",
                rsControls.Fields("fcm").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "5%-Fraktilwert der Zugspannung:",
                rsControls.Fields("fctk005").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "E-Modul:", rsControls.Fields("E").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Dehnung:",
                rsControls.Fields("epscuQB").value & " [--]"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Dauerstandsbeiwert:",
                rsControls.Fields("Alpha").value & " [--]"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Schubfestigkeit:", rsControls.Fields("tauck").value &
                " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Roh-Dichte:", rsControls.Fields("Roh").value & "
                N/mm"

    rsControls.Close

    ' Bewerhungsstahl zu Betoneigenschaften hinzufgen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(3) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
        databrs.MoveFirst
        i = 4
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields(Spalte) <> indexMat(i)
            rsControls.MoveNext
        Loop
        databrs.Fields("Betonstahlbezeichner").value =
            rsControls.Fields("Bezeichner").value
        databrs.Fields("fsk").value = rsControls.Fields("fsk").value
        databrs.MoveNext
        ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
            Ausgabe.AusgabeWerte "verwendeter Bewehrungsstahl:",
                rsControls.Fields("Bezeichner").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "Char. Zugfestigkeit der Bewehrung fsk:",
                rsControls.Fields("fsk").value & " N/mm"
    rsControls.Close
    databrs.Close
    'Flachstahl rausschreiben
    databrs.Open "select * from Verwendete_Stahlgte", databcon, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
    databrs.MoveFirst

    rsControls.Open "select * from " & tabnam(2) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
        i = 2
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields(Spalte) <> indexMat(i)
            rsControls.MoveNext
        Loop
        databrs.Fields("Bezeichner").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
        databrs.Fields("fyk").value = rsControls.Fields("fyk").value
        databrs.Fields("E").value = rsControls.Fields("E").value
        databrs.Fields("Roh").value = rsControls.Fields("Roh").value
        databrs.MoveNext
        ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
            Ausgabe.AusgabeWerte "\section Stahlgte des UPEs: ",
                rsControls.Fields("Bezeichner").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "Char. Festigkeit fyk (UPE):",
                rsControls.Fields("fyk").value & " N/mm"
```

```
            Ausgabe.AusgabeWerte "E-Modul (UPE): ", rsControls.Fields("E").value & "
                N/mm"
    rsControls.Close
    databrs.Close
    'Flachstahl rausschreiben
    databrs.Open "select * from Verwendete_UPE_Stahlgte", databcon, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
    databrs.MoveFirst

    rsControls.Open "select * from " & tabnam(2) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
        i = 3
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields(Spalte) <> indexMat(i)
            rsControls.MoveNext
        Loop
        databrs.Fields("Bezeichner").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
        databrs.Fields("fyk").value = rsControls.Fields("fyk").value
        databrs.Fields("E").value = rsControls.Fields("E").value
        databrs.MoveNext
        ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
            Ausgabe.AusgabeWerte "\section Stahlgte des Flansches: ",
                rsControls.Fields("Bezeichner").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "Char. Festigkeit fyk (Flansch): ",
                rsControls.Fields("fyk").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "E-Modul (Flansch): ", rsControls.Fields("E").value &
                " N/mm"
    rsControls.Close
    databrs.Close
    cnControls.Close
    databcon.Close
    Unload Me
    Steuerung.Knoepfe (True)
    Success = Kontrolldat(frmStart.txtpathaktuell, "Material")
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
cmdMAtOK_Click
frmQSGeometrie.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
' Pfadvariablen
    Dim datnam As String
    Dim tabnam(3) As String
    Dim Init(4) As String
    Dim Spalte As String
    datnam = App.Path & "\" & "ini\Materialdaten.mdb"
    tabnam(0) = "Holz"
    tabnam(1) = "Beton"
    tabnam(2) = "Stahl"
    tabnam(3) = "Bewehrungsstahl"
    Spalte = "Bezeichner"

    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
    'Brettstapel einlesen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(0) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cbxBrettstapel.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxBrettstapel.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close

    'Beton einlesen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(1) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
```

```
    Do Until rsControls.EOF
        cbxBeton.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxBeton.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close

    ' UPE einlesen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(2) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cbxStahlUpe.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxStahlUpe.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close

    ' FLachstahl einlesen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(2) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cbxflachstahl.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxflachstahl.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close

    ' Bewehrungsstahl einlesen
    rsControls.Open "select * from " & tabnam(3) & " order by " & Spalte, cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cmbBewehrungsstahl.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cmbBewehrungsstahl.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close
    cnControls.Close


    ' Inititlisierung mit den bisherigen Werten
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Material_Uebersicht", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
    ' Ohne Eintrag Standardwerte verwenden
    cbxBeton = "C20/25"
    cbxBrettstapel = "C24"
    cbxStahlUpe = "S235"
    cbxflachstahl = "S235"
    cmbBewehrungsstahl = "BSt 420 S"
    Else
    rsControls.MoveFirst
    cbxBrettstapel.Text = rsControls.Fields("Holz").value
    cbxBeton.Text = rsControls.Fields("Beton").value
    cbxStahlUpe.Text = rsControls.Fields("Stahl_UPE").value
    cbxflachstahl.Text = rsControls.Fields("Stahl_Flansch").value
    cmbBewehrungsstahl.Text = rsControls.Fields("Bewehrungsstahl").value
    End If
    cnControls.Close
    Exit Sub
'---- Was passiert bei Fehler....
FindErr:
    If Err.Number = -2147467259 Then
        MsgBox ("Konnte die Materialdatenbank " & datnam & " nicht finden")
```

```
    End If
    Exit Sub
End Sub
```

B.7 Eingabe der Querschnitte

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmQSGeometrie
   Caption         =   "Querschnittsabmessungen"
   ClientHeight    =   9660
   ClientLeft      =   1065
   ClientTop       =   1245
   ClientWidth     =   9420
   DrawMode        =   1  'Schwarzintensitt
   FillColor       =   &H00C0C0C0&
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   9660
   ScaleWidth      =   9420
   Begin VB.CommandButton cmdweiter
      Caption         =   "Weiter >>"
      Height          =   855
      Left            =   5760
      TabIndex        =   46
      Top             =   6960
      Width           =   1935
   End
   Begin VB.CommandButton cmdKontrolle
      Caption         =   "Kontrolle der Eingabewerte"
      Height          =   735
      Left            =   5760
      TabIndex        =   40
      Top             =   6000
      Visible         =   0   'False
      Width           =   1935
   End
   Begin VB.Frame Frame3
      Caption         =   "Schweissnaht Flachstahl -- UPE"
      Height          =   1215
      Left            =   120
      TabIndex        =   34
      Top             =   7800
      Width           =   4575
      Begin VB.TextBox txtswFestigkeitsbeiwert
         Height          =   285
         Left            =   2160
         TabIndex        =   11
         Top             =   720
         Width           =   975
      End
      Begin VB.TextBox txtSchweissnahtdicke
         Height          =   285
         Left            =   2160
         TabIndex        =   10
         Top             =   360
         Width           =   975
      End
      Begin VB.Label Label21
         Caption         =   "Festigkeitsbeiwert a_w"
         Height          =   375
         Left            =   120
         TabIndex        =   37
         Top             =   720
         Width           =   1815
      End
      Begin VB.Label Label17
         Caption         =   "mm"
         Height          =   375
         Left            =   3240
         TabIndex        =   36
         Top             =   360
```

```
      Width           =   1095
   End
   Begin VB.Label Label18
      Caption         =   "Schweinahtdicke"
      Height          =   375
      Left            =   120
      TabIndex        =   35
      Top             =   360
      Width           =   1815
   End
End
Begin VB.Frame Frame2
   Caption         =   "Betonplattenabmessung"
   Height          =   1335
   Left            =   120
   TabIndex        =   29
   Top             =   3240
   Width           =   4575
   Begin VB.TextBox txtBetondeckungBew
      Height          =   285
      Left            =   2160
      TabIndex        =   41
      Top             =   840
      Width           =   975
   End
   Begin VB.TextBox txtBetonHoehe
      Height          =   285
      Left            =   2160
      TabIndex        =   5
      Top             =   360
      Width           =   975
   End
   Begin VB.Label Label25
      Caption         =   "mm"
      Height          =   375
      Left            =   3240
      TabIndex        =   43
      Top             =   840
      Width           =   1095
   End
   Begin VB.Label Label24
      Caption         =   "Betondeckung der Bewehrung"
      Height          =   375
      Left            =   120
      TabIndex        =   42
      Top             =   720
      Width           =   1215
   End
   Begin VB.Label Label1
      Caption         =   "Betondicke"
      Height          =   255
      Left            =   120
      TabIndex        =   31
      Top             =   360
      Width           =   1215
   End
   Begin VB.Label Label6
      Caption         =   "mm"
      Height          =   375
      Left            =   3240
      TabIndex        =   30
      Top             =   360
      Width           =   1095
   End
End
Begin VB.Frame Frame1
   Caption         =   "Slim-Floor-Profil-Abmessungen"
   Height          =   2775
   Left            =   120
   TabIndex        =   20
   Top             =   4800
   Width           =   4575
```

```
Begin VB.TextBox txtAbstand
   Height          =   285
   Left            =   2160
   TabIndex        =   9
   Top             =   2280
   Width           =   975
End
Begin VB.TextBox txtFlachstahlDicke
   Height          =   285
   Left            =   2160
   TabIndex        =   7
   Top             =   1320
   Width           =   975
End
Begin VB.TextBox txtFlachstahlBreite
   Height          =   285
   Left            =   2160
   TabIndex        =   8
   Top             =   1800
   Width           =   975
End
Begin VB.ComboBox cbxuprofil
   Height          =   315
   Left            =   2160
   TabIndex        =   6
   Text            =   "cbxuprofil"
   Top             =   360
   Width           =   1935
End
Begin VB.Label Label11
   Caption         =   "Abstand UPE-Brettstapel"
   Height          =   375
   Left            =   120
   TabIndex        =   28
   Top             =   2280
   Width           =   1815
End
Begin VB.Label Label12
   Caption         =   "mm"
   Height          =   375
   Left            =   3240
   TabIndex        =   27
   Top             =   2280
   Width           =   1095
End
Begin VB.Label Label3
   Caption         =   "UPE-Profil"
   Height          =   255
   Left            =   120
   TabIndex        =   26
   Top             =   360
   Width           =   1215
End
Begin VB.Label Label4
   Caption         =   "Flachstahl"
   Height          =   255
   Left            =   120
   TabIndex        =   25
   Top             =   960
   Width           =   1215
End
Begin VB.Label Label7
   Caption         =   "mm"
   Height          =   375
   Left            =   3240
   TabIndex        =   24
   Top             =   1320
   Width           =   1095
End
Begin VB.Label Label8
   Caption         =   "mm"
   Height          =   375
```

```
        Left            =   3240
        TabIndex        =   23
        Top             =   1800
        Width           =   1095
    End
    Begin VB.Label Label9
        Caption         =   "Dicke"
        Height          =   255
        Left            =   480
        TabIndex        =   22
        Top             =   1320
        Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label Label10
        Caption         =   "Breite"
        Height          =   255
        Left            =   480
        TabIndex        =   21
        Top             =   1800
        Width           =   1215
    End
End
Begin VB.Frame frameBSprop
    Caption         =   "Brettstapelabmessungen"
    Height          =   2775
    Left            =   120
    TabIndex        =   12
    Top             =   120
    Width           =   4575
    Begin VB.TextBox txtLAusklinkungOben
        Height          =   285
        Left            =   2160
        TabIndex        =   3
        Top             =   1440
        Width           =   975
    End
    Begin VB.TextBox txtTolAuskl
        Height          =   285
        Left            =   2160
        TabIndex        =   4
        Top             =   1800
        Width           =   975
    End
    Begin VB.TextBox txtBSHoehe
        Height          =   285
        Left            =   2160
        TabIndex        =   0
        Top             =   360
        Width           =   975
    End
    Begin VB.TextBox txtAusklunten
        Height          =   285
        Left            =   2160
        TabIndex        =   1
        Top             =   720
        Width           =   975
    End
    Begin VB.TextBox txtAuskloben
        Height          =   285
        Left            =   2160
        TabIndex        =   2
        Top             =   1080
        Width           =   975
    End
    Begin VB.Label lblauflagerlaenge
        Caption         =   "Auflagerlaenge"
        Height          =   255
        Left            =   2160
        TabIndex        =   45
        Top             =   2160
        Width           =   1575
    End
```

```
Begin VB.Label Label26
   Caption         =   "Auflagerlnge"
   Height          =   255
   Left            =   120
   TabIndex        =   44
   Top             =   2160
   Width           =   1815
End
Begin VB.Label Label23
   Caption         =   "mm"
   Height          =   255
   Left            =   3240
   TabIndex        =   39
   Top             =   1440
   Width           =   375
End
Begin VB.Label Label22
   Caption         =   "Lnge Ausklinkung oben"
   Height          =   375
   Left            =   120
   TabIndex        =   38
   Top             =   1440
   Width           =   1815
End
Begin VB.Label Label20
   Caption         =   "mm"
   Height          =   255
   Left            =   3240
   TabIndex        =   33
   Top             =   1800
   Width           =   375
End
Begin VB.Label Label19
   Caption         =   "Toleranz Ausklinkung"
   Height          =   255
   Left            =   120
   TabIndex        =   32
   Top             =   1800
   Width           =   1815
End
Begin VB.Label Label2
   Caption         =   "Brettstapelhhe"
   Height          =   255
   Left            =   120
   TabIndex        =   19
   Top             =   360
   Width           =   1215
End
Begin VB.Label Label5
   Caption         =   "mm"
   Height          =   255
   Left            =   3240
   TabIndex        =   18
   Top             =   360
   Width           =   375
End
Begin VB.Label Label16
   Caption         =   "Ausklinkung unten"
   Height          =   375
   Left            =   120
   TabIndex        =   17
   Top             =   720
   Width           =   1815
End
Begin VB.Label Label15
   Caption         =   "mm"
   Height          =   255
   Left            =   3240
   TabIndex        =   16
   Top             =   720
   Width           =   375
End
```

```
    Begin VB.Label Label14
       Caption         =   "Ausklinkung oben"
       Height          =   375
       Left            =   120
       TabIndex        =   15
       Top             =   1080
       Width           =   1815
    End
    Begin VB.Label Label13
       Caption         =   "mm"
       Height          =   255
       Left            =   3240
       TabIndex        =   14
       Top             =   1080
       Width           =   375
    End
End
Begin VB.CommandButton cmdOK
    Caption         =   "&Ok"
    Height          =   855
    Left            =   5760
    TabIndex        =   13
    Top             =   8040
    Width           =   1935
End
Begin VB.Line LiUPEre
    X1              =   7800
    X2              =   7800
    Y1              =   2520
    Y2              =   2880
End
Begin VB.Line LiUKUPE
    X1              =   8520
    X2              =   7800
    Y1              =   2400
    Y2              =   2400
End
Begin VB.Line liOKUPE
    X1              =   7800
    X2              =   8520
    Y1              =   2280
    Y2              =   2280
End
Begin VB.Line liUpeLi
    X1              =   7680
    X2              =   7680
    Y1              =   2880
    Y2              =   2280
End
Begin VB.Line liOKFlansch
    X1              =   7680
    X2              =   8520
    Y1              =   3000
    Y2              =   3000
End
Begin VB.Line liUKFlansch
    X1              =   7200
    X2              =   8520
    Y1              =   3240
    Y2              =   3240
End
Begin VB.Line liFLanschSeite
    X1              =   7080
    X2              =   7080
    Y1              =   3120
    Y2              =   3240
End
Begin VB.Line liAusklUUk
    X1              =   7440
    X2              =   6960
    Y1              =   3000
    Y2              =   3000
```

```
    End
    Begin VB.Line liHirnholz
       X1              =   7560
       X2              =   7560
       Y1              =   2520
       Y2              =   3000
    End
    Begin VB.Line liOkAuskOben
       X1              =   6480
       X2              =   7440
       Y1              =   2520
       Y2              =   2520
    End
    Begin VB.Line liAusklLi
       X1              =   6360
       X2              =   6360
       Y1              =   2160
       Y2              =   2520
    End
    Begin VB.Line liOkBs
       X1              =   5640
       X2              =   6240
       Y1              =   2160
       Y2              =   2160
    End
    Begin VB.Line liAusklStirn
       X1              =   6840
       X2              =   6840
       Y1              =   3360
       Y2              =   3000
    End
    Begin VB.Line LiUKBs
       X1              =   5640
       X2              =   6720
       Y1              =   3360
       Y2              =   3360
    End
    Begin VB.Line liOKBeton
       BorderColor     =   &H000000FF&
       DrawMode        =   1  'Schwarzintensitt
       X1              =   8520
       X2              =   5640
       Y1              =   1560
       Y2              =   1560
    End
End
Attribute VB_Name = "frmQSGeometrie"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim databcon As New ADODB.Connection


Private Sub cbxuprofil_Change()
            updateAuflagerlaenge
End Sub

Private Sub cmdKontrolle_Click()
Dim value As Boolean
value = updatedrawing()
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()
' Wieder Werte einlesen
    Dim Success As Boolean
    Dim datnam As String
    ' Databanken ffnen und daten wieder rausschreiben
```

```
databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
databrs.Open "select * from Geometrie", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then
Else
    databrs.MoveFirst
    databrs.Fields("Hhe_Brettstapel").value = txtBSHoehe
    databrs.Fields("Ausklinkung_oben").value = txtAuskloben
    databrs.Fields("Ausklinkung_unten").value = txtAusklunten
    databrs.Fields("L_Ausklinkung_oben").value = txtLAusklinkungOben
    databrs.Fields("ToleranzAusklinkung").value = txtTolAuskl
    databrs.Fields("Hhe_Betonplatte").value = txtBetonHoehe
    databrs.Fields("Betondeckung_Bew").value = txtBetondeckungBew
    databrs.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value = txtAbstand
    databrs.Fields("Dicke_Flansch").value = txtFlachstahlDicke
    databrs.Fields("Breite_Flansch").value = txtFlachstahlBreite
    databrs.Fields("Schweinahtdicke").value = txtSchweissnahtdicke
    databrs.Fields("Alpha_w").value = txtswFestigkeitsbeiwert
    databrs.MoveNext
End If

datnam = App.Path & "\" & "ini\UProfile.mdb"
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
'U-Profil einlesen
rsControls.Open "select * from Uprofil", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
' Werte bertragen
If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
    Do While rsControls.Fields("Bezeichner") <> cbxuprofil
        rsControls.MoveNext
    Loop
    databrs.MoveFirst
    databrs.Fields("UPE").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    databrs.Fields("UPE_h").value = rsControls.Fields("h").value
    databrs.Fields("UPE_b").value = rsControls.Fields("b").value
    databrs.Fields("UPE_s").value = rsControls.Fields("s").value
    databrs.Fields("UPE_t").value = rsControls.Fields("t").value
    databrs.Fields("UPE_A").value = rsControls.Fields("A").value
    databrs.Fields("UPE_J").value = rsControls.Fields("J").value
    databrs.Fields("UPE_ez").value = rsControls.Fields("ez").value
    databrs.Fields("UPE_Gewicht").value = rsControls.Fields("m").value
    databrs.MoveNext
' Ausgabe der Werte
    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Eingegebene Geometriedaten", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Abmessung der Bretstapelelemente", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Brettstapelhhe:", txtBSHoehe & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung oben:", txtAuskloben & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung_unten:", txtAusklunten & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Lnge der oberen Ausklinkung:", txtLAusklinkungOben &
        " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "ToleranzAusklinkung:", txtTolAuskl & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand zwischen UPE und Brettstapel:", txtAbstand &
        " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Auflagerlnge des Brettstapels auf Flachstahl:",
        (txtFlachstahlBreite - Right(cbxuprofil, 3)) / 2 - txtAbstand & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Abmessung der Betonplatte", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Hhe_Betonplatte:", txtBetonHoehe & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Betondeckung der Bewehrung:", txtBetondeckungBew & " mm"

    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Abmessung des UPEs", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "gewhltes UPE:", rsControls.Fields("Bezeichner").value &
        " mit folgenden Querschnittsdaten:"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Hhe (UPE):", rsControls.Fields("h").value & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Breite (UPE):", rsControls.Fields("b").value & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Stegdicke (UPE):", rsControls.Fields("s").value & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Flanschdicke (UPE):", rsControls.Fields("t").value &
        " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Flche (UPE):", rsControls.Fields("A").value & " mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Trgheitsmoment (UPE):", rsControls.Fields("J").value &
        " mm^4"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht (UPE):", rsControls.Fields("m").value &
        " kg/m"
```

```
        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Abmessung des Flansches", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Dicke des Flansches:", txtFlachstahlDicke & " mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Breite des Flansches:", txtFlachstahlBreite & " mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Schweissnaht zwischen UPE und Flansch", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Schweinahtdicke:", txtSchweissnahtdicke & " mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert f r die Schweinahtfestigkeit:",
            txtswFestigkeitsbeiwert & " [-]"
    rsControls.Close
databcon.Close
cnControls.Close
'Rausschreiben der Kontrolldaten
Success = Kontrolldat(frmStart.txtpathaktuell, "QSGeometrie")
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
cmdOK_Click
frmVBMprop.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim value As Boolean

' Wieder Werte einlesen
    Dim datnam As String
    datnam = App.Path & "\" & "ini\UProfile.mdb"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
    'Brettstapel einlesen
    rsControls.Open "select * from Uprofil", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cbxuprofil.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxuprofil.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value


    ' Falls alte Werte bereits drin sind, diese aufnehmen
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    databrs.Open "select * from Geometrie", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then
            txtBetondeckungBew = 30
    Else
    databrs.MoveFirst
     If databrs.Fields("Hhe_Brettstapel").value <> "" Then txtBSHoehe =
         databrs.Fields("Hhe_Brettstapel").value
     If databrs.Fields("Hhe_Betonplatte").value <> "" Then txtBetonHoehe =
         databrs.Fields("Hhe_Betonplatte").value
     If databrs.Fields("Betondeckung_Bew").value <> "" Then
            txtBetondeckungBew = databrs.Fields("Betondeckung_Bew").value
            Else
            txtBetondeckungBew = 30
     End If

     If databrs.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value <> "" Then txtAbstand =
         databrs.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value
     If databrs.Fields("UPE").value <> "" Then cbxuprofil.Text =
         databrs.Fields("UPE").value
     If databrs.Fields("Dicke_Flansch").value <> "" Then txtFlachstahlDicke =
         databrs.Fields("Dicke_Flansch").value
     If databrs.Fields("Breite_Flansch").value <> "" Then txtFlachstahlBreite =
         databrs.Fields("Breite_Flansch").value
     If databrs.Fields("Ausklinkung_oben").value <> "" Then txtAuskloben =
         databrs.Fields("Ausklinkung_oben").value
     If databrs.Fields("L_Ausklinkung_oben").value <> "" Then txtLAusklinkungOben =
         databrs.Fields("L_Ausklinkung_oben").value

     If databrs.Fields("Ausklinkung_unten").value <> "" Then txtAusklunten =
         databrs.Fields("Ausklinkung_unten").value
```

```
        If databrs.Fields("ToleranzAusklinkung").value <> "" Then txtTolAuskl =
            databrs.Fields("ToleranzAusklinkung").value
        If databrs.Fields("Schweinahtdicke").value <> "" Then txtSchweissnahtdicke =
            databrs.Fields("Schweinahtdicke").value
        If databrs.Fields("Alpha_w").value <> "" Then txtswFestigkeitsbeiwert =
            databrs.Fields("Alpha_w").value
        databrs.MoveNext
    End If
    databcon.Close
    cnControls.Close

End Sub


Private Function updatedrawing()
' Funktion mit der die Zeichnung upgedatet wird
' Brettstapel zeichnen
Dim x0 As Double
    x0 = 5640
Dim y0 As Double
    y0 = 5360
Dim Faktor As Double
    Faktor = 5
Dim gesamtebreite As Double
    gesamtebreite = 600
Dim Hoeheupe As Double
    Hoeheupe = Right(cbxuprofil.Text, 3) / 2
Dim tupe As Double
    tupe = Hoeheupe * 0.06
Dim bupe As Double
    bupe = 0.41 * Hoeheupe
Dim bbeton As Double
    bbeton = txtFlachstahlBreite / 2

On Error GoTo Fehler

gesamtebreite = bbeton + txtTolAuskl + txtFlachstahlBreite / 2
Faktor = (9240 - 5640) / gesamtebreite
LiUKBs.X1 = x0
LiUKBs.Y1 = y0
LiUKBs.X2 = LiUKBs.X1 + Faktor * bbeton
LiUKBs.Y2 = LiUKBs.Y1

liAusklStirn.X1 = LiUKBs.X2
liAusklStirn.Y1 = LiUKBs.Y2
liAusklStirn.X2 = liAusklStirn.X1
liAusklStirn.Y2 = liAusklStirn.Y1 - Faktor * txtAusklunten


liAusklUUk.X1 = liAusklStirn.X2
liAusklUUk.Y1 = liAusklStirn.Y2
liAusklUUk.X2 = liAusklUUk.X1 + Faktor * (txtTolAuskl + (txtFlachstahlBreite -
    Right(cbxuprofil, 3)) / 2 - txtAbstand)
liAusklUUk.Y2 = liAusklUUk.Y1

liHirnholz.X1 = liAusklUUk.X2
liHirnholz.Y1 = liAusklUUk.Y2
liHirnholz.X2 = liHirnholz.X1
liHirnholz.Y2 = liHirnholz.Y1 - Faktor * (txtBSHoehe - txtAusklunten - txtAuskloben)

liOkAuskOben.X1 = liHirnholz.X2
liOkAuskOben.Y1 = liHirnholz.Y2
liOkAuskOben.X2 = liOkAuskOben.X1 - Faktor * txtLAusklinkungOben
liOkAuskOben.Y2 = liOkAuskOben.Y1

liAusklLi.X1 = liOkAuskOben.X2
liAusklLi.Y1 = liOkAuskOben.Y2
liAusklLi.X2 = liAusklLi.X1
liAusklLi.Y2 = liAusklLi.Y1 - Faktor * txtAuskloben

liOkBs.X1 = liAusklLi.X2
liOkBs.Y1 = liAusklLi.Y2
```

```
liOkBs.X2 = x0
liOkBs.Y2 = liOkBs.Y1
' Betonoberkante
liFLanschSeite.X1 = liAusklUUk.X1 + Faktor * txtTolAuskl
liFLanschSeite.Y1 = liAusklUUk.Y1
liFLanschSeite.X2 = liFLanschSeite.X1
liFLanschSeite.Y2 = liFLanschSeite.Y1 + Faktor * txtFlachstahlDicke

liUKFlansch.X1 = liFLanschSeite.X2
liUKFlansch.Y1 = liFLanschSeite.Y2
liUKFlansch.X2 = liUKFlansch.X1 + Faktor * (Right(cbxuprofil.Text, 3) / 2 + txtAbstand
    + (txtFlachstahlBreite - Right(cbxuprofil, 3)) / 2 - txtAbstand)
liUKFlansch.Y2 = liUKFlansch.Y1

liOKFlansch.X1 = liFLanschSeite.X2
liOKFlansch.Y1 = liFLanschSeite.Y2 - Faktor * txtFlachstahlDicke
liOKFlansch.X2 = liUKFlansch.X2
liOKFlansch.Y2 = liUKFlansch.Y1 - Faktor * txtFlachstahlDicke

liOKBeton.X1 = liOkBs.X2
liOKBeton.Y1 = liOkBs.Y2 - Faktor * txtBetonHoehe
liOKBeton.X2 = liOKFlansch.X2
liOKBeton.Y2 = liOKBeton.Y1

' Zeichnen des UPES
liUpeLi.X1 = liAusklUUk.X2 + Faktor * txtAbstand
liUpeLi.Y1 = liAusklUUk.Y2
liUpeLi.X2 = liUpeLi.X1
liUpeLi.Y2 = liUpeLi.Y1 - Faktor * bupe

LiUPEre.X1 = liUpeLi.X1 + Faktor * tupe
LiUPEre.Y1 = liUpeLi.Y1
LiUPEre.X2 = LiUPEre.X1
LiUPEre.Y2 = LiUPEre.Y1 - Faktor * (bupe - tupe)


LiUKUPE.X1 = LiUPEre.X2
LiUKUPE.Y1 = LiUPEre.Y2
LiUKUPE.X2 = liUKFlansch.X2
LiUKUPE.Y2 = LiUKUPE.Y1

liOKUPE.X1 = liUpeLi.X1
liOKUPE.Y1 = LiUKUPE.Y1 - Faktor * tupe
liOKUPE.X2 = liUKFlansch.X2
liOKUPE.Y2 = liOKUPE.Y1
updatedrawing = True
Fehler:
updatedrawing = False
End Function


Private Sub txtAbstand_Change()
    updateAuflagerlaenge
    updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtAuskloben_Change()
    updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtAusklunten_Change()
    updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtBetondeckungBew_Change()
updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtBetonHoehe_Change()
updateZeichnung
End Sub
```

```
Private Sub txtBSHoehe_Change()
    updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtFlachstahlBreite_Change()
updateAuflagerlaenge
updateZeichnung
End Sub


Private Sub updateAuflagerlaenge()
    If txtFlachstahlBreite <> "" And Right(cbxuprofil, 3) <> "" And txtAbstand <> ""
        Then
        lblauflagerlaenge.Caption = (txtFlachstahlBreite - Right(cbxuprofil, 3)) / 2 -
            txtAbstand & " mm"
        Else
        lblauflagerlaenge.Caption = "Eingabe nicht vollendet"
    End If
End Sub


Private Sub updateZeichnung()
    If txtBSHoehe <> "" And txtAusklunten <> "" And _
    txtAuskloben <> "" And txtLAusklinkungOben <> "" And _
    txtTolAuskl <> "" And txtBetonHoehe <> "" And _
    txtFlachstahlDicke <> "" And txtFlachstahlBreite <> "" And _
    txtAbstand <> "" Then
    updatedrawing
    End If
End Sub

Private Sub txtFlachstahlDicke_Change()
updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtLAusklinkungOben_Change()
updateZeichnung
End Sub

Private Sub txtTolAuskl_Change()
updateZeichnung
End Sub
```

B.8 Eingabe der Holz-Beton-Verbindungsmittel

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmVBMprop
   Caption         =   "Verbindungsmittel"
   ClientHeight    =   5820
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   7995
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   5820
   ScaleWidth      =   7995
   StartUpPosition =   2   'Bildschirmmitte
   Begin VB.CommandButton cmdWeiter
      Caption         =   "Weiter >>"
      Height          =   855
      Left            =   120
      TabIndex        =   10
      Top             =   4680
      Width           =   2175
   End
   Begin VB.TextBox txtAbstandsenkrecht
      Height          =   375
      Left            =   2520
      TabIndex        =   7
      Top             =   1440
      Width           =   1335
```

```
End
Begin VB.TextBox txtAbstandparallel
   Height          =   375
   Left            =   2520
   TabIndex        =   4
   Top             =   840
   Width           =   1335
End
Begin VB.CommandButton cmdOK
   Caption         =   "&Ok"
   Height          =   855
   Left            =   2400
   TabIndex        =   2
   Top             =   4680
   Width           =   2175
End
Begin VB.ComboBox cbxVbm
   Height          =   315
   Left            =   2520
   TabIndex        =   1
   Text            =   "Combo1"
   Top             =   240
   Width           =   4935
End
Begin VB.Shape Shape1
   Height          =   135
   Left            =   480
   Shape           =   3  'Kreis
   Top             =   4080
   Width           =   135
End
Begin VB.Line Line7
   BorderColor     =   &H000000FF&
   X1              =   2040
   X2              =   1920
   Y1              =   2520
   Y2              =   2640
End
Begin VB.Line Line6
   BorderColor     =   &H000000FF&
   X1              =   2520
   X2              =   2640
   Y1              =   2760
   Y2              =   2640
End
Begin VB.Line Line5
   BorderColor     =   &H000000FF&
   X1              =   1920
   X2              =   2640
   Y1              =   2640
   Y2              =   2640
End
Begin VB.Label Label6
   Caption         =   "Spannrichtung der HBV-Decke"
   Height          =   255
   Left            =   1200
   TabIndex        =   9
   Top             =   2160
   Width           =   2295
End
Begin VB.Line Line4
   X1              =   4320
   X2              =   4320
   Y1              =   2880
   Y2              =   4320
End
Begin VB.Line Line3
   X1              =   4320
   X2              =   240
   Y1              =   4320
   Y2              =   4320
End
```

```
    Begin VB.Line Line2
       X1              =   240
       X2              =   240
       Y1              =   4320
       Y2              =   2880
    End
    Begin VB.Line Line1
       X1              =   240
       X2              =   4320
       Y1              =   2880
       Y2              =   2880
    End
    Begin VB.Label Label5
       Caption         =   "mm"
       Height          =   255
       Left            =   3960
       TabIndex        =   8
       Top             =   1560
       Width           =   615
    End
    Begin VB.Label Label4
       Caption         =   "Abstand senkrecht zur HBV-Spannrichtung"
       Height          =   495
       Left            =   240
       TabIndex        =   6
       Top             =   1440
       Width           =   2055
    End
    Begin VB.Label Label3
       Caption         =   "mm"
       Height          =   255
       Left            =   3960
       TabIndex        =   5
       Top             =   960
       Width           =   615
    End
    Begin VB.Label Label2
       Caption         =   "Abstand in HBV-Spannrichtung"
       Height          =   495
       Left            =   240
       TabIndex        =   3
       Top             =   720
       Width           =   2055
    End
    Begin VB.Label Label1
       Caption         =   "gewhltes Verbindungsmittel"
       Height          =   255
       Left            =   240
       TabIndex        =   0
       Top             =   240
       Width           =   2055
    End
End
Attribute VB_Name = "frmVBMprop"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim databcon As New ADODB.Connection

Private Sub cbxVbm_Change()
frmVBMprop.Show
End Sub

Private Sub cmdOk_Click()
    Dim Success As Boolean
    Dim datnam As String
    ' Databanken ffnen und daten wieder rausschreiben
```

```
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    databrs.Open "select * from VBM", databcon, adOpenKeyset ', adLockOptimistic
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
        databrs.MoveFirst
        databrs.Fields("epbs").value = txtAbstandparallel
        databrs.Fields("esbs").value = txtAbstandsenkrecht
        databrs.MoveNext

    datnam = App.Path & "\" & "ini\HBV-VBM.mdb"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
    'U-Profil einlesen
    rsControls.Open "select * from VBM", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    ' Werte bertragen
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then databrs.AddNew
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner") <> cbxVbm
            rsControls.MoveNext
        Loop
        databrs.MoveFirst
        databrs.Fields("Bezeichner").value = rsControls.Fields("Bezeichner").value
        databrs.Fields("N_k").value = rsControls.Fields("Nk").value
        databrs.Fields("C_u").value = rsControls.Fields("C_u").value
        databrs.Fields("C_mean").value = rsControls.Fields("C_mean").value
        databrs.Fields("eminpbs").value = rsControls.Fields("eminpbs").value
        databrs.Fields("eminsbs").value = rsControls.Fields("eminsbs").value
        databrs.Fields("Typ").value = rsControls.Fields("Einbau").value

        databrs.MoveNext
        ' Ausgabe der Festigkeitsdaten
            Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Verbindung zwischen Holz und Beton", " "
            Ausgabe.AusgabeWerte "gew. VBM:", rsControls.Fields("Bezeichner").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "Tragfhigkeit:", rsControls.Fields("Nk").value & " N"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Mittlerer Verschiebungsmodul:",
                rsControls.Fields("C_mean").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Verschiebungsmodul im Zustand der Tragfhigkeit:",
                rsControls.Fields("C_u").value & " N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand in Spannrichtung der
                Brettstapel-Beton-Verbunddecke:", txtAbstandparallel & " mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand senkrecht zur Spannrichtung der
                Brettstapel-Beton-Verbunddecke:", txtAbstandsenkrecht & " mm"
        ' Ende der Ausgabe
    rsControls.Close

    databcon.Close
    cnControls.Close
    'Rausschreiben der Kontrolldaten
    Success = Kontrolldat(frmStart.txtpathaktuell, "HBV-VBM")

    Steuerung.Knoepfe (True)
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
cmdOk_Click
frmKobo.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
' Wieder Werte einlesen
    Dim datnam As String
    datnam = App.Path & "\ini\HBV-VBM.mdb"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & datnam
    'Einlesen der Datenbank
    rsControls.Open "select * from VBM", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cbxVbm.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
    cbxVbm.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
```

```
    ' Falls alte Werte bereits drin sind, diese aufnehmen
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    databrs.Open "select * from VBM", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    If databrs.BOF = True And databrs.EOF = True Then
    Else
    databrs.MoveFirst
    cbxVbm.Text = databrs.Fields("Bezeichner").value
    txtAbstandparallel = databrs.Fields("epbs").value
    txtAbstandsenkrecht = databrs.Fields("esbs").value
        If databrs.Fields("Typ").value <> "p" Then
            txtAbstandsenkrecht.Text = 1
            Else
            txtAbstandsenkrecht.Visible = True
        End If
        If databrs.Fields("Typ").value = "f" Then
            txtAbstandparallel.Text = 1
            Else
            txtAbstandparallel.Visible = True
        End If
    databrs.MoveNext
    End If
    databcon.Close
    cnControls.Close
'---- Zeichnung
Shape1.Visible = True
End Sub
```

B.9 Eingabe der Kopfbolzendübel

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmKobo
   Caption         =   "Kopfbolzendübel"
   ClientHeight    =   6225
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4680
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   6225
   ScaleWidth      =   4680
   StartUpPosition =   3   'Windows-Standard
   Begin VB.CommandButton cmdweiter
      Caption         =   "Weiter >>"
      Height          =   855
      Left            =   240
      TabIndex        =   18
      Top             =   5160
      Width           =   1935
   End
   Begin VB.Frame Frame2
      Caption         =   "Festigkeit des Kobos"
      Height          =   855
      Left            =   120
      TabIndex        =   13
      Top             =   4080
      Width           =   4455
      Begin VB.ComboBox cmbKoBoFestigkeit
         Height          =   315
         Left            =   2280
         TabIndex        =   3
         Text            =   "Combo1"
         Top             =   360
         Width           =   1215
      End
      Begin VB.Label label6
         Caption         =   "Festigkeit"
         Height          =   375
         Left            =   240
         TabIndex        =   15
         Top             =   360
```

```
        Width           =   2055
    End
    Begin VB.Label Label7
        Caption         =   "N/mm"
        Height          =   255
        Left            =   3600
        TabIndex        =   14
        Top             =   360
        Width           =   615
    End
End
Begin VB.Frame Frame1
    Caption         =   "Geometrie"
    Height          =   3495
    Left            =   120
    TabIndex        =   4
    Top             =   360
    Width           =   4455
    Begin VB.TextBox txtKoboDurchmesser
        Height          =   285
        Left            =   2400
        TabIndex        =   1
        Top             =   960
        Width           =   1215
    End
    Begin VB.TextBox txtKoboLaenge
        Height          =   285
        Left            =   2400
        TabIndex        =   2
        Top             =   2040
        Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label lblmaxHoehe
        Caption         =   "MaxHoehe"
        Height          =   255
        Left            =   2400
        TabIndex        =   17
        Top             =   2520
        Width           =   1575
    End
    Begin VB.Label Label9
        Caption         =   "Maximale Hhe der Kobos "
        Height          =   375
        Left            =   120
        TabIndex        =   16
        Top             =   2520
        Width           =   2295
    End
    Begin VB.Label lblminHoeheKobos
        Caption         =   "MinHoehe"
        Height          =   255
        Left            =   2400
        TabIndex        =   12
        Top             =   1440
        Width           =   1815
    End
    Begin VB.Label txtminHoeheKobo
        Caption         =   "Minimale Hhe der Kobos f r duktiles Verhalten"
        Height          =   495
        Left            =   120
        TabIndex        =   11
        Top             =   1440
        Width           =   2295
    End
    Begin VB.Label Label1
        Caption         =   "Durchmesser "
        Height          =   255
        Left            =   120
        TabIndex        =   10
        Top             =   960
        Width           =   1815
    End
```

```
        Begin VB.Label Label2
            Caption         =   "L nge"
            Height          =   255
            Left            =   120
            TabIndex        =   9
            Top             =   2040
            Width           =   1815
        End
        Begin VB.Label Label3
            Caption         =   "Maximaler Durchmesser"
            Height          =   255
            Left            =   120
            TabIndex        =   8
            Top             =   600
            Width           =   2175
        End
        Begin VB.Label Label4
            Caption         =   "mm"
            Height          =   255
            Left            =   3720
            TabIndex        =   7
            Top             =   960
            Width           =   375
        End
        Begin VB.Label Label5
            Caption         =   "mm"
            Height          =   255
            Left            =   3720
            TabIndex        =   6
            Top             =   2040
            Width           =   375
        End
        Begin VB.Label txtminDurchmesser
            Caption         =   "Label6"
            Height          =   255
            Left            =   2400
            TabIndex        =   5
            Top             =   600
            Width           =   1575
        End
    End
    Begin VB.CommandButton cmdOK
        Caption         =   "&Ok"
        Height          =   855
        Left            =   2520
        TabIndex        =   0
        Top             =   5160
        Width           =   1935
    End
End
Attribute VB_Name = "frmKobo"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Private Sub cmdOk_Click()
' Rckschreiben der Werte
    Dim fydKobo As Double
    Dim BEzeichner As String
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & App.Path &
        "\ini\Materialdaten.mdb"
    rsControls.Open "select * from Stahl", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner") <> cmbKoBoFestigkeit
            rsControls.MoveNext
        Loop
        fydKobo = rsControls.Fields("fuk").value
        BEzeichner = rsControls.Fields("Bezeichner").value
```

```
    rsControls.Close
    cnControls.Close
' Festigkeit eingelesen

    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    txtminDurchmesser.Caption = 2.5 * 1.26 * rsControls.Fields("UPE_s").value & "mm"
    If txtKoboDurchmesser.Text * 1 > 2.5 * 1.26 * rsControls.Fields("UPE_s").value Then
        MsgBox ("Dbeldurchmesser zu gross gewhlt")
    End If
    rsControls.Fields("KoboDurchmesser").value = txtKoboDurchmesser.Text
    rsControls.Fields("KoboLaenge").value = txtKoboLaenge.Text
    rsControls.Fields("Bez_Festigkeit_Kobo").value = BEzeichner
    rsControls.Fields("Festigkeit_Kobo").value = fydKobo
    rsControls.MoveNext
    cnControls.Close
    Steuerung.Knoepfe (True)
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdweiter_Click()
cmdOk_Click
frmUmgebungsbedingungen.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
' Einlesen der Combobox
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & App.Path &
        "\" & "ini\Materialdaten.mdb"
    rsControls.Open "select * from Stahl order by Bezeichner", cnControls,
        adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Do Until rsControls.EOF
        cmbKoBoFestigkeit.AddItem (rsControls.Fields("Bezeichner").value)
        rsControls.MoveNext
    Loop
    rsControls.MoveFirst
        cmbKoBoFestigkeit.Text = rsControls.Fields("Bezeichner").value
    rsControls.Close
    cnControls.Close
    ' Inititlisierung mit den bisherigen Werten
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    txtminDurchmesser.Caption = 1.26 * 2.5 * rsControls.Fields("UPE_s").value & "mm"
    lblminHoeheKobos.Caption = 4 * 2.5 * 1.26 * rsControls.Fields("UPE_s").value & "mm"
    lblmaxHoehe.Caption = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value +
        rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value - _
    rsControls.Fields("Ausklinkung_Unten").value - rsControls.Fields("UPE_b").value -
        rsControls.Fields("Betondeckung_Bew").value & "mm"
    If rsControls.Fields("KoboDurchmesser").value <> "" Then txtKoboDurchmesser.Text =
        rsControls.Fields("KoboDurchmesser").value
    If rsControls.Fields("KoboLaenge").value <> "" Then txtKoboLaenge.Text =
        rsControls.Fields("KoboLaenge").value
    If rsControls.Fields("Bez_Festigkeit_Kobo").value <> "" Then cmbKoBoFestigkeit.Text
        = rsControls.Fields("Bez_Festigkeit_Kobo").value
    cnControls.Close


End Sub

Private Sub txtKoboDurchmesser_Change()
    If txtKoboDurchmesser.Text <> "" Then lblminHoeheKobos.Caption =
        txtKoboDurchmesser.Text * 4 & "mm"
End Sub
```

B.10 Eingabe der Umgebungsbedingungen

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmUmgebungsbedingungen
   Caption         =   "Umgebungsbedingungen"
   ClientHeight    =   5730
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4680
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   5730
   ScaleWidth      =   4680
   StartUpPosition =   3  'Windows-Standard
   Begin VB.Frame frameBeton
      Caption         =   "Betonnachbehandlung"
      Height          =   1335
      Left            =   120
      TabIndex        =   13
      Top             =   3240
      Width           =   4335
      Begin VB.TextBox txtErstbelastung
         Height          =   285
         Left            =   2640
         TabIndex        =   18
         Text            =   "Text3"
         Top             =   840
         Width           =   855
      End
      Begin VB.TextBox txtNachbehandlung
         Height          =   285
         Left            =   2640
         TabIndex        =   15
         Text            =   "Text3"
         Top             =   360
         Width           =   855
      End
      Begin VB.Label Label10
         Caption         =   "Tage"
         Height          =   255
         Left            =   3600
         TabIndex        =   19
         Top             =   840
         Width           =   495
      End
      Begin VB.Label Label9
         Caption         =   "Zeitpunkt der ersten Belastung nach dem Betonieren"
         Height          =   495
         Left            =   120
         TabIndex        =   17
         Top             =   720
         Width           =   2175
      End
      Begin VB.Label Label8
         Caption         =   "Tage"
         Height          =   255
         Left            =   3600
         TabIndex        =   16
         Top             =   360
         Width           =   495
      End
      Begin VB.Label Label7
         Caption         =   "Dauer der Nachbehandlung"
         Height          =   255
         Left            =   120
         TabIndex        =   14
         Top             =   360
         Width           =   2175
      End
   End
   Begin VB.Frame Frame1
      Caption         =   "Nutzungsklasse des Holzes"
```

```
    Height            =   1215
    Left              =   120
    TabIndex          =   9
    Top               =   1800
    Width             =   4335
    Begin VB.ComboBox cmbNKL
       Height         =   315
       ItemData       =   "frmUmgebungsbedingungen.frx":0000
       Left           =   2640
       List           =   "frmUmgebungsbedingungen.frx":000D
       TabIndex       =   11
       Text           =   "Combo1"
       Top            =   360
       Width          =   1215
    End
    Begin VB.Label txtEmfpohleneNKL
       Caption        =   "Label11"
       Height         =   255
       Left           =   2400
       TabIndex       =   20
       Top            =   840
       Width          =   1575
    End
    Begin VB.Label txtempfNutzungsklasse
       Caption        =   "empfohlene Nutzungsklasse"
       Height         =   255
       Left           =   120
       TabIndex       =   12
       Top            =   840
       Width          =   2175
    End
    Begin VB.Label Label6
       Caption        =   "Nutzungsklasse"
       Height         =   255
       Left           =   120
       TabIndex       =   10
       Top            =   360
       Width          =   1455
    End
End
Begin VB.TextBox txtDRH
    Alignment         =   1  'Rechts
    BeginProperty DataFormat
       Type           =   1
       Format         =   "0"
       HaveTrueFalseNull=   0
       FirstDayOfWeek =   0
       FirstWeekOfYear =   0
       LCID           =   1031
       SubFormatType  =   1
    EndProperty
    Height            =   285
    Left              =   3000
    TabIndex          =   6
    Text              =   "15"
    Top               =   1080
    Width             =   495
End
Begin VB.CommandButton cmdOk
    Caption           =   "&Ok"
    Height            =   735
    Left              =   840
    TabIndex          =   3
    Top               =   4800
    Width             =   2775
End
Begin VB.Frame frmLuftfeuchte
    Caption           =   "Luftfeuchte"
    Height            =   1335
    Left              =   120
    TabIndex          =   0
    Top               =   240
```

```
      Width           =   4335
      Begin VB.TextBox txtRH
         Alignment       =   1  'Rechts
         BeginProperty DataFormat
            Type            =   1
            Format          =   "0"
            HaveTrueFalseNull=   0
            FirstDayOfWeek  =   0
            FirstWeekOfYear =   0
            LCID            =   1031
            SubFormatType   =   1
         EndProperty
         Height          =   285
         Left            =   2880
         TabIndex        =   4
         Text            =   "50"
         Top             =   360
         Width           =   495
      End
      Begin VB.Label Label5
         Caption         =   "%"
         Height          =   255
         Left            =   3480
         TabIndex        =   8
         Top             =   840
         Width           =   375
      End
      Begin VB.Label Label3
         Caption         =   "%"
         Height          =   375
         Left            =   3480
         TabIndex        =   5
         Top             =   360
         Width           =   375
      End
      Begin VB.Label Label2
         Caption         =   "Schwankungen (i.d.R. 15%)"
         Height          =   255
         Left            =   120
         TabIndex        =   2
         Top             =   960
         Width           =   2055
      End
      Begin VB.Label Label1
         Caption         =   "Mittelwert (EC2: Innenraum = 50%; Auen = 80%"
         Height          =   495
         Left            =   120
         TabIndex        =   1
         Top             =   360
         Width           =   2175
      End
   End
   Begin VB.Label Label4
      Caption         =   "%"
      Height          =   255
      Left            =   3600
      TabIndex        =   7
      Top             =   1080
      Width           =   375
   End
End
Attribute VB_Name = "frmUmgebungsbedingungen"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Private Sub cmdOK_Click()
```

```
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.Fields("RH").value = txtRH
        rsControls.Fields("DRH").value = txtDRH
        If cmbNKL.ListIndex < 0 Then
            rsControls.Fields("NKL").value = 0
        Else
            rsControls.Fields("NKL").value = cmbNKL.ListIndex
        End If
        rsControls.Fields("Nachbehandlung").value = txtNachbehandlung
        rsControls.Fields("Erstbelastung").value = txtErstbelastung
        rsControls.MoveNext
    cnControls.Close
    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Umgebungsbedingungen + Herstellung", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Umgebungsbedingungen", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "mittlere Luftfeuchte:", txtRH & "%"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Schwankung der Luftfeuchte:", txtDRH & "%"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Nutzungsklasse:", cmbNKL.ListIndex + 1
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Herstellung", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Dauer der Nachbehandlung:", txtNachbehandlung & " Tage"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Zeitpunkt der Erstbelastung:", txtErstbelastung & " Tage"
    Steuerung.Knoepfe (True)
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then
    ' nix soll passieren
    Else
        txtRH = rsControls.Fields("RH").value
        txtDRH = rsControls.Fields("DRH").value
        cmbNKL.ListIndex = rsControls.Fields("NKL").value
        txtNachbehandlung = rsControls.Fields("Nachbehandlung").value
        txtErstbelastung = rsControls.Fields("Erstbelastung").value
    End If
    ' Anpassen der Empfehlung
    If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 65 Then
        txtEmfpohleneNKL.Caption = "1"
        Else
        If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 85 Then
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "2"
            Else
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "3"
        End If
    End If
    cnControls.Close
End Sub

Private Sub txtDRH_Change()
    If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 65 Then
        txtEmfpohleneNKL.Caption = "1"
        Else
        If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 85 Then
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "2"
            Else
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "3"
        End If
    End If
End Sub

Private Sub txtRH_Change()
    If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 65 Then
        txtEmfpohleneNKL.Caption = "1"
        Else
        If (txtRH * 1 + txtDRH * 1) <= 85 Then
```

```
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "2"
            Else
            txtEmfpohleneNKL.Caption = "3"
        End If
    End If
End Sub
```

B.11 Berechnung und Bemessung des Deckensystems

B.12 Bestimmung der Schnittgrößen am Gesamtsystem

```
Attribute VB_Name = "SchnittgroessenermittlungModul"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim oControl As Object

Function schnittgroessenermittlung()
' Daten aus Datenbank einlesen
    Dim tabname As String
    Dim spsfp As Double
    Dim spbs As Double
    Dim hobet As Double
    Dim hobs As Double
    Dim rhoHolz As Double
    Dim rhoBeton As Double
    Dim LastenKLED(5) As Double
    Dim Bez(5) As String
    Dim hupe As Double
    Dim bupe As Double
    Dim mupe As Double
    Dim tolHBV As Double
    Dim EGSBV As Double
    Dim bflansch As Double
    Dim hflansch As Double
    Dim rhoflansch As Double
    Dim tiefeAusklinkung  As Double
    Bez(0) = "permanent"
    Bez(1) = "lang"
    Bez(2) = "mittel"
    Bez(3) = "kurz"
    Bez(4) = "sehr kurz"

    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Gesamtschnittgr en der Holz-Beton-Verbunddecke
        (Tragfhigkeit)", ""
    Ausgabe.AusgabeWerte "Diese Schnittgr en sind unabh ngig vom Zeitpunkt,da
        Kriechen", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "die globalen Schnittgr en nicht beeinflusst", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Gesamtschnittgr en der Holz-Beton-Verbunddecke", "
        "
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    tabname = "Magebende_Belastung"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
        LastenKLED(0) = rsControls.Fields("Permanent").value
        LastenKLED(1) = rsControls.Fields("Lang").value
        LastenKLED(2) = rsControls.Fields("Mittel").value
        LastenKLED(3) = rsControls.Fields("Kurz").value
        LastenKLED(4) = rsControls.Fields("Sehr_Kurz").value
    rsControls.Close
    tabname = "Geometrie"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
        spsfp = rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value
        spbs = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value
        hobet = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value / 1000
        hobs = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value / 1000
        tolHBV = rsControls.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value / 1000
        hupe = rsControls.Fields("Upe_h").value / 1000
```

```
    bupe = rsControls.Fields("Upe_b").value / 1000
    mupe = rsControls.Fields("Upe_Gewicht").value / 100
    bflansch = rsControls.Fields("Breite_Flansch").value / 1000
    hflansch = rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value / 1000
    tiefeAusklinkung = rsControls.Fields("Ausklinkung_unten").value / 1000
rsControls.Close
tabname = "Verwendete_Holzgte"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
    rhoHolz = rsControls.Fields("Roh").value / 100
rsControls.Close
tabname = "Verwendete_Betongte"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
    rhoBeton = rsControls.Fields("Roh").value / 100
rsControls.Close
tabname = "Verwendete_Stahlgte"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls
    rhoflansch = rsControls.Fields("Roh").value / 100
rsControls.Close
cnControls.Close
Dim MmaxHBV(5) As Double
Dim QmaxHBV(5) As Double
Dim QMaxSBV(5) As Double
Dim MmaxSBV(5) As Double
Dim qLMaxSBV(5) As Double
Dim QmaxSBVtot As Double
Dim MmaxSBVtot As Double
Dim qLMaxSBVtot As Double
Dim i As Integer
'Berechnung der Gesamtschnittgren
'HBV-Decke
For i = 0 To 4
    MmaxHBV(i) = (MaxMEinfeld(LastenKLED(i) + 1.35 * rhoHolz * hobs + 1.35 *
        rhoBeton * hobet, spbs))
    QmaxHBV(i) = (MaxQEinfeld(LastenKLED(i) + 1.35 * rhoHolz * hobs + 1.35 *
        rhoBeton * hobet, spbs))
    Ausgabe.AusgabeWerte "Belastung der HBV-Decke in der KLED " & Bez(i),
        rundenge(LastenKLED(i), 2) & "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke fr KLED " &
        Bez(i) & "=1.35 * rhoHolz * hobs ", runden(1.35 * rhoHolz * hobs) & "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht des Betons der HBV-Decke fr KLED " &
        Bez(i) & "=1.35 * rhoBeton * hobet ", runden(1.35 * rhoBeton * hobet) &
        "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamte Belastung der HBV-Decke fr KLED " & Bez(i) & "
        ", runden(LastenKLED(i) + 1.35 * rhoHolz * hobs + 1.35 * rhoBeton * hobet)
        & "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamtmoment der HBV-Decke fr KLED " & Bez(i) & " =
        q*l^2/8", runden(MmaxHBV(i)) & "kNm/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamtquerkraft der HBV-Decke fr KLED " & Bez(i) & " =
        q*l/2 ", runden(QmaxHBV(i)) & "kN/m"
Next

Ausgabe.AusgabeWerte "\section Gesamtschnittgren des Stahl-Beton-Verbundtrgers",
    " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Wegen einer eventuellen Durchlaufwirkung -- verursacht durch
    die", ""
Ausgabe.AusgabeWerte "statistischen Streuungen der Materialien -- muss die Last um
    25% erht werden", " "
'SBV-Trger
'Anteil Beton
EGSBV = 1.35 * rhoBeton * (tolHBV * 2 * bupe + (hobs - bupe - tiefeAusklinkung) *
    (2 * tolHBV + hupe))
'Anteil UPE
EGSBV = EGSBV + 1.35 * mupe 'Angaben in kg/m = 1000 g/1000mm = g/mm = 0.01 N/mm =
    0.01 kN/m
'Anteil Flansch
EGSBV = EGSBV + 1.35 * hflansch * bflansch * rhoflansch
Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht des Betonanteils am SBV", _
runden(1.35 * rhoBeton * (tolHBV * 2 * bupe + (hobs - bupe - tiefeAusklinkung) * (2
     * tolHBV + hupe))) & "kN/m"
Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht des UPES am SBV", rundenge(1.35 * mupe, 3) &
    "kN/m"
```

```
    Ausgabe.AusgabeWerte "Eigengewicht des Flansches am SBV", runden(1.35 * hflansch *
        bflansch * rhoflansch) & "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamtes Eigengewicht des SBV-Trgers", runden(EGSBV) &
        "kN/m"
    For i = 0 To 4
        MmaxSBV(i) = (MaxMEinfeld(QmaxHBV(i) * 1.25 * 2 + EGSBV, spsfp))
        QMaxSBV(i) = (MaxQEinfeld(QmaxHBV(i) * 1.25 * 2 + EGSBV, spsfp))
        qLMaxSBV(i) = QmaxHBV(i) * 1.25 * 2 + EGSBV
    Next
    'Maximale Schnittgren fr SBV-Trger raussuchen
    MmaxSBVtot = 0
    QmaxSBVtot = 0
    For i = 0 To 4
        If MmaxSBV(i) > MmaxSBVtot Then MmaxSBVtot = MmaxSBV(i)
        If QMaxSBV(i) > QmaxSBVtot Then QmaxSBVtot = QMaxSBV(i)
        If qLMaxSBV(i) > qLMaxSBVtot Then qLMaxSBVtot = qLMaxSBV(i)
    Next
    Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Belastung aus beidseitiger HBV-Decke (25% Erhhung
        infolge Durchlaufwirkung)", qLMaxSBVtot - EGSBV
    Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Belastung des SBV-Trgers incl. Eigengewicht",
        runden(qLMaxSBVtot) & "kN/m"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Querkraft des SBV-Trgers", runden(QmaxSBVtot) &
        "kN"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Maximales Biegemoment des SBV-Trgers", runden(MmaxSBVtot) &
        "kNm"

    ' Schnittgren zurckschreiben
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    tabname = "DesignHBVGesamtschnittgren"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
    rsControls.MoveFirst
    For i = 0 To 4
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.Fields("Bezeichner").value = Bez(i)
        rsControls.Fields("Mmax").value = MmaxHBV(i)
        rsControls.Fields("Qmax").value = QmaxHBV(i)
        rsControls.MoveNext
    Next
    rsControls.Close

    tabname = "DesignSBVGesamtschnittgren"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
    rsControls.MoveFirst
        rsControls.Fields("Mmax").value = MmaxSBVtot
        rsControls.Fields("Qmax").value = QmaxSBVtot
        rsControls.Fields("qLastmax").value = qLMaxSBVtot
        rsControls.Fields("qLastmax_Ohne_EG").value = qLMaxSBVtot - EGSBV
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
    cnControls.Close
    schnittgroessenermittlung = True
    Exit Function
FindErr:
    schnittgroessenermittlung = False

End Function

Private Function MaxMEinfeld(Q, L)
    MaxMEinfeld = Q * L ^ 2 / 8
End Function

Private Function MaxQEinfeld(Q, L)
    MaxQEinfeld = Q * L / 2
End Function
```

B.13 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke

B.13.1 Steuerung der Berechnung

```
Attribute VB_Name = "HBVSchnittgroessen"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Function TeilschnittgroessenHBV()
' Definition der Variablen

    frmBerechnung.Caption = "Teilschnittgr en"
    frmBerechnung.txtBerechnung.Caption = "HBV-Teilschnittgr en werden ermittelt"
    frmBerechnung.Show
    Dim check As Boolean
    Dim Datname As String
    Dim tabname As String
    Dim hh As Double
    Dim hob As Double
    Dim hp As Double
    Dim brh As Double
    Dim brb As Double
    Dim L As Double
    Dim Eh As Double
    Dim Eb As Double
    Dim fcm As Double
    Dim ftmd As Double
    Dim srandBeton As Double
    Dim CVBM As Double
    Dim esbs As Double
    Dim epbs As Double
    Dim c As Double
    Dim RH As Double
    Dim DRH As Double
    Dim NKL As Integer
    Dim to_h As Double
    Dim AC_in_m As Double
    Dim u_in_m As Double
    Dim t_h As Double
    Dim t0_h As Double
    Dim phib As Double
    Dim phih As Double
    Dim Last(5) As Double
    Dim Mbet(3, 5) As Double
    Dim Qbet(3, 5) As Double
    Dim Nbet(3, 5) As Double
    Dim MHo(3, 5) As Double
    Dim Qho(3, 5) As Double
    Dim NHo(3, 5) As Double
    Dim VBMBel(3, 5) As Double
    Dim Mbetres(3, 5) As Double
    Dim Qbetres(3, 5) As Double
    Dim Nbetres(3, 5) As Double
    Dim MHores(3, 5) As Double
    Dim Qhores(3, 5) As Double
    Dim NHores(3, 5) As Double
    Dim VBMBelres(3, 5) As Double
    Dim EBeff As Double
    Dim Eheff As Double
    Dim k1h(3, 5) As Double
    Dim k2h(3, 5) As Double
    Dim k3h(3, 5) As Double
    Dim k1b(3, 5) As Double
    Dim k2b(3, 5) As Double
    Dim k3b(3, 5) As Double
    Dim keshr(3, 5) As Double
    Dim DWL As Double
```

```
Dim GL As Double
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim ik As Integer
Dim phihVerbund As Double
Dim phibVerbund As Double
Dim eshr As Double
Dim Tabbez(3) As String
Dim KLED(5) As String
Dim rhoHolz As Double
Dim rhoBeton As Double
Dim hpbeton(5) As Double
Tabbez(0) = "HBVTeilSchnittgroessen_t_0"
Tabbez(1) = "HBVTeilSchnittgroessen_t_3_7a"
Tabbez(2) = "HBVTeilSchnittgroessen_t_50a"
Dim Zbez(3) As String
Dim t0_s As Double
Zbez(0) = "(t=0) "
Zbez(1) = "(t=3-7a) "
Zbez(2) = "(t= 00) "

KLED(0) = "permanent"
KLED(1) = "Lang"
KLED(2) = "mittel"
KLED(3) = "kurz"
KLED(4) = "sehr_kurz"

'Zeitpunkt t=0
k1h(0, 0) = 0
k1h(0, 1) = 0
k1h(0, 2) = 0
k1h(0, 3) = 0
k1h(0, 4) = 0
k1b(0, 0) = 0
k1b(0, 1) = 0
k1b(0, 2) = 0
k1b(0, 3) = 0
k1b(0, 4) = 0
k2h(0, 0) = 0
k2h(0, 1) = 0
k2h(0, 2) = 0
k2h(0, 3) = 0
k2h(0, 4) = 0
k2b(0, 0) = 0
k2b(0, 1) = 0
k2b(0, 2) = 0
k2b(0, 3) = 0
k2b(0, 4) = 0
k3h(0, 0) = 0
k3h(0, 1) = 0
k3h(0, 2) = 0
k3h(0, 3) = 0
k3h(0, 4) = 0
k3b(0, 0) = 0
k3b(0, 1) = 0
k3b(0, 2) = 0
k3b(0, 3) = 0
k3b(0, 4) = 0
'Zeitpunkt t=3-7a
k1h(1, 0) = 0.4
k1h(1, 1) = 0.4
k1h(1, 2) = 0.3
k1h(1, 3) = 0.03
k1h(1, 4) = 0#
k1b(1, 0) = 0.85
k1b(1, 1) = 0.85
k1b(1, 2) = 0.6
k1b(1, 3) = 0.06
k1b(1, 4) = 0#
k2h(1, 0) = 0.1
k2h(1, 1) = 0.1
k2h(1, 2) = 0#
```

```
    k2h(1, 3) = 0#
    k2h(1, 4) = 0#
    k2b(1, 0) = 0.05
    k2b(1, 1) = 0.05
    k2b(1, 2) = 0#
    k2b(1, 3) = 0#
    k2b(1, 4) = 0#
    k3h(1, 0) = 0#
    k3h(1, 1) = 0#
    k3h(1, 2) = 0#
    k3h(1, 3) = 0#
    k3h(1, 4) = 0#
    k3b(1, 0) = 0#
    k3b(1, 1) = 0#
    k3b(1, 2) = 0#
    k3b(1, 3) = 0#
    k3b(1, 4) = 0#
    'Zeitpunkt t=50a
    k1h(2, 0) = 0.4
    k1h(2, 1) = 0.4
    k1h(2, 2) = 0.3
    k1h(2, 3) = 0.03
    k1h(2, 4) = 0#
    k1b(2, 0) = 0.85
    k1b(2, 1) = 0.85
    k1b(2, 2) = 0.6
    k1b(2, 3) = 0.06
    k1b(2, 4) = 0#
    k2h(2, 0) = 0.2
    k2h(2, 1) = 0.2
    k2h(2, 2) = 0#
    k2h(2, 3) = 0#
    k2h(2, 4) = 0#
    k2b(2, 0) = 0.15
    k2b(2, 1) = 0.15
    k2b(2, 2) = 0#
    k2b(2, 3) = 0#
    k2b(2, 4) = 0#
    k3h(2, 0) = 0.4
    k3h(2, 1) = 0.1
    k3h(2, 2) = 0#
    k3h(2, 3) = 0#
    k3h(2, 4) = 0#
    k3b(2, 0) = 0#
    k3b(2, 1) = 0#
    k3b(2, 2) = 0#
    k3b(2, 3) = 0#
    k3b(2, 4) = 0#
    'Effektive Schwinddehnung bestimmen
    For i = 0 To 3
        For j = 0 To 5
            keshr(i, j) = 0
        Next
    Next
    keshr(1, 0) = 0.5
    keshr(2, 0) = 0.8

' Ausgabe der Schnittgr en:
    check = AusgabeDaboanGenerell()

    'Datei ffnen und Variablen holen
    Datname = frmStart.txtpathaktuell
    tabname = "Geometrie"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        hh = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value
        hob = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value
        brh = 1
        brb = 1
        L = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value * 1000
    rsControls.Close
```

```
tabname = "verwendete_Holzgte"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    Eh = rsControls.Fields("Emean").value
    rhoHolz = rsControls.Fields("Roh").value / 1000 ^ 2 / 100
rsControls.Close
tabname = "verwendete_Betongte"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    Eb = rsControls.Fields("E").value
    fcm = rsControls.Fields("fcm").value
    ftmd = rsControls.Fields("ft05").value / 1.5
    rhoBeton = rsControls.Fields("Roh").value / 1000 ^ 2 / 100
rsControls.Close
tabname = "VBM"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    CVBM = rsControls.Fields("C_u").value
    esbs = rsControls.Fields("esbs").value
    c = CVBM / esbs * brb
    epbs = rsControls.Fields("epbs").value
rsControls.Close
tabname = "Umgebungsbedingungen"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    RH = rsControls.Fields("RH").value
    DRH = rsControls.Fields("DRH").value
    NKL = rsControls.Fields("NKL").value + 1
    t0_h = rsControls.Fields("Erstbelastung").value * 24
    t0_s = rsControls.Fields("Nachbehandlung").value
rsControls.Close
tabname = "Magebende_Belastung"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    Last(0) = 0
    Last(1) = rsControls.Fields("permanent").value / 1000
    Last(2) = rsControls.Fields("Lang").value / 1000
    Last(3) = rsControls.Fields("Mittel").value / 1000
    Last(4) = rsControls.Fields("Kurz").value / 1000
    Last(5) = rsControls.Fields("Sehr_kurz").value / 1000
rsControls.Close
For i = 1 To 5
    Last(i) = Last(i) + 1.35 * rhoBeton * hob + 1.35 * rhoHolz * hh
Next
DWL = Last(1)
GL = Last(5)
AC_in_m = hob * brb / 1000 / 1000
u_in_m = brb / 1000
t_h = 50 * 24
t_h = t_h * 365
tabname = "OptionenLangzeitverhalten"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    If rsControls.Fields("DIN1045").value = True Then
        phib = Kriechen_Beton_DIN1045(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
        eshr = eshr_best_DIN1045()
        Else
        If rsControls.Fields("EC2").value = True Then
            phib = Kriechen_Beton_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
            eshr = eshr_best_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, t0_s, fcm)
            Else
            MsgBox ("Panik, keine Auswahl des Berechnungsmodels")
            frmOption.Show
            Exit Function
        End If
    End If
    If rsControls.Fields("Hanhijaervi").value = True Then
        phih = Kriechzahl_Holz(DWL, GL, RH, DRH)
        Else
        If rsControls.Fields("DIN1052").value = True Then
            phih = Kriechen_Holz_DIN1052(NKL)
            Else
```

```
            MsgBox ("Panik, keine Auswahl des Berechnungsmodels")
            frmOption.Show
            Exit Function
        End If
    End If

' Schwinddehnung bestimmen
rsControls.Close
cnControls.Close
' Ausgabe der Kriechzahlen
Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Bestimmung der Kriechzahlen der HBV-Decke", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection Materialkriechzahlen (HBV-Decke) nach Norm
    bzw. rheologischem Modell", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Kriechzahl des Betons der HBV-Decke: ", runden(phib) & "[-]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Kriechzahl des Holzes der HBV-Decke: ", runden(phih) & "[-]"
Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection Ermittlung der Verbundkriechzahlen", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Durch das unterschiedliche Kriechen beider Werkstoffe", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "ist die elastische Dehnung beider Quershcnittsteile ", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "zeitlich nicht konstant. Durch die Vernderung nimmt ", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "elastische Dehnung zu bzw. ab. Da aber die Kriechzahl", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "das Verhltnis zwischen Kriechdehnug und elastischer", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Dehnung ist, wird auch sie durch die nderung der ", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "elastischen Dehnung beeinflusst.", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Basierend auf [Kreuzinger] wird im Folgenden eine", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Verbundkriechzahl bestimmt, die diese Spannungsumlageungen",
    " "
Ausgabe.AusgabeWerte "und die zeitlich unterschiedliche Entwicklung
    bercksichtigt:", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Vorfaktor der Verbundkriechzahlen ", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "psi1 = ((phiHolz * Ab * gamma + phiBeton * Ah * n) * Jb + ",
    " "
Ausgabe.AusgabeWerte "          phiBeton * a1s * a1s * gamma * n * Ah * Ab) * Jh + ",
    " "
Ausgabe.AusgabeWerte "          phiHolz * gamma * Jb * a2s * a2s * Ah * Ab", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "psi2 = ((Ab * gamma + Ah * n) * Jb + a1s * a1s * gamma * n *
    Ah * Ab) * Jh", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "           + gamma * Jb * a2s * a2s * Ab * Ah", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "psi = psi1 / psi2", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "mit: gamma = Kennzahl des Verbunds nach DIN 1052:1988 ", " "
Ausgabe.AusgabeWerte " entspricht k nach DIN1052:2004", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  phi = Kriechzahl", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  A = Flche", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  J = Flchentrgheitsmoment", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  n = Verhltnis der E-Moduli", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  a2s = z / (1 + EBeton * Jb / (EHolz * Jh))", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  a1s = z - e0", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "  z = Abstand der Schwerpunkte der Teilquerschnitte", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Mit diesem psi-Wert lsst sich die VErbundkriechzahl
    bestimmen zu", " "
Ausgabe.AusgabeWerte " Verbundkriechzahl = phi1 * ((1 + phi2) / (phi2 - Exp(-psi) *
    (phi2 - psi)) - 1 / psi)", " "

'Berechnung ber die einzelnen Zeitpunkte
For j = 0 To 2
hp = 0
    srandBeton = 1
    Do While srandBeton > 0
' Berechnung ber die einzelnen KLEDs
        For i = 0 To 4
            phihVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i),
                k2b(j, i), k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb,
                Eh, Eb, c, epbs, L, True)
            phibVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i),
                k2b(j, i), k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb,
                Eh, Eb, c, epbs, L, False)
            ' Ausgabe
            Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection Verbundkriechzahlen (VKZ) nach
                Schnzlin fr HBV-Decken zum Zeitpunkt " & Zbez(j), " "
            Ausgabe.AusgabeWerte "VKZ(Beton); KLED: " & KLED(i) & "; Zeitpunkt
                " & Zbez(j) & "=", runden(phibVerbund) & "[-]"
            Ausgabe.AusgabeWerte "VKZ(Holz); KLED: " & KLED(i) & "; Zeitpunkt
                " & Zbez(j) & "=", runden(phihVerbund) & "[-]"
```

```
                Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED:
                    " & KLED(i) & "; Zeitpunkt " & Zbez(j) & "=", rundenge(keshr(j,
                     i) * eshr, 4) & "[-]"
                ' ende der Ausgabe
                Eheff = Eh / (1 + phihVerbund)
                EBeff = Eb / (1 + phibVerbund)
                Ausgabe.AusgabeWerte "Design-Gleichstreckenlast; KLED: " &
                    KLED(i) & "; Zeitpunkt " & Zbez(j) & "=", Last(i + 1) & "N/mm"
                VBMBel(j, i) = Schlupf(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh
                     / 12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb,
                    L, L / 2, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                Mbet(j, i) = Mbeton(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                    0, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                Qbet(j, i) = Qbeton(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, L
                     / 2, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                Nbet(j, i) = Nbeton(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                    0, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                MHo(j, i) = MHolz(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                    0, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                Qho(j, i) = Qholz(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, L
                     / 2, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                NHo(j, i) = NHolz(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                    12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                    0, epbs, Last(i + 1) - Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
            Next
            'Betonspannung ermittel
            srandBeton = 0
            For ik = 0 To 4
            ' Aufaddieren aller Schnittgr en
               srandBeton = srandBeton + Mbet(j, ik) / (hob - hp) ^ 2 * 6 + Nbet(j,
                   ik) / (hob - hp)
            Next
            If srandBeton <= ftmd Then
                Exit Do
            Else
                If hp < 0.75 * hob Then
                    hp = hp + 1#
                    Else
                    hp = hp + 0.1
                End If
                If hp >= hob Then
                    MsgBox ("Beton durchgerissen")
                    Exit Function
                End If
            End If
        Debug.Print hp
        Debug.Print srandBeton
        Loop

        hpbeton(j) = hp
    Next
    'Werte aufaddieren --> Zusammenfassen in die einzelnen KLED
    For i = 0 To 2
        For j = 0 To 4
            Mbetres(i, j) = 0
            Qbetres(i, j) = 0
            Nbetres(i, j) = 0
            MHores(i, j) = 0
            Qhores(i, j) = 0
            NHores(i, j) = 0
            VBMBelres(i, j) = 0
        Next
    Next
    'dauernd wirkende Last hinzuaddieren
    For i = 0 To 2
            Mbetres(i, 0) = Mbet(i, 0)
            Qbetres(i, 0) = Qbet(i, 0)
```

```
            Nbetres(i, 0) = Nbet(i, 0)
            MHores(i, 0) = MHo(i, 0)
            Qhores(i, 0) = Qho(i, 0)
            NHores(i, 0) = NHo(i, 0)
            VBMBelres(i, 0) = VBMBel(i, 0)
    Next
    ' restliche Lasten aufaddieren
    For i = 0 To 2
        For j = 1 To 4
            Mbetres(i, j) = Mbetres(i, j - 1) + Mbet(i, j)
            Qbetres(i, j) = Qbetres(i, j - 1) + Qbet(i, j)
            Nbetres(i, j) = Nbetres(i, j - 1) + Nbet(i, j)
            MHores(i, j) = MHores(i, j - 1) + MHo(i, j)
            Qhores(i, j) = Qhores(i, j - 1) + Qho(i, j)
            NHores(i, j) = NHores(i, j - 1) + NHo(i, j)
            VBMBelres(i, j) = VBMBelres(i, j - 1) + VBMBel(i, j)
        Next
    Next
    'Ausgabe programmieren
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    For i = 0 To 2
    rsControls.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.MoveFirst
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "MBeton"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = Mbetres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "NBeton"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = Nbetres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "QBeton"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = Qbetres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "MHolz"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = MHores(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "NHolz"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = NHores(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "QHolz"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = Qhores(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "SchubFuge"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = VBMBelres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "Schub pro VBM"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = CVBM * VBMBelres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
```

```
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "MGesamt"
            For j = 0 To 4
                rsControls.Fields(KLED(j)).value = NHores(i, j) * (hh + (hob -
                    hpbeton(i)) + 2 * hpbeton(i)) / 2 + MHores(i, j) + Mbetres(i, j)
            Next
            rsControls.MoveNext
        If rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "Risstiefe"
                rsControls.Fields(KLED(0)).value = hpbeton(i)
            rsControls.MoveNext
        ' Ausgabe des Ganzens:
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Teilschnittgr en nach Daboan " & Zbez(i), "
            "
        For j = 0 To 4
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " M_Beton" & Zbez(i),
                runden(Mbetres(i, j)) & "Nmm/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " M_Holz" & Zbez(i),
                runden(MHores(i, j)) & "Nmm/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " N_Beton" & Zbez(i),
                runden(Nbetres(i, j)) & "N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " N_Holz" & Zbez(i),
                runden(NHores(i, j)) & "N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " Q_Beton" & Zbez(i),
                runden(Qbetres(i, j)) & "N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " Q_Holz" & Zbez(i),
                runden(Qhores(i, j)) & "N/mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " Schubbeanspruchung der
                Verbindungsmittel" & Zbez(i), runden(CVBM * VBMBelres(i, j)) & "N/" &
                esbs & "mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "KLED:" & KLED(j) & " maximale Risstiefe" & Zbez(i),
                hpbeton(i) & "mm"
        Next
    rsControls.Close
    Next
    cnControls.Close

frmBerechnung.Hide
TeilschnittgroessenHBV = True
End Function

Function Verbundkriechzahl(k1h, k1b, k2h, k2b, k3h, k3b, phih, phib, hoh, brh, hob,
    brb, Eh, Eb, c, e, L, Holz)
    Dim psi As Double
    Dim phihn1 As Double
    Dim phibn1 As Double
    Dim phihn2 As Double
    Dim phibn2 As Double
    Dim phihn3 As Double
    Dim phibn3 As Double
    'Kriechzahlen bestimmen
        If k1h <> 0 Or k1b <> 0 Then
            psi = PsiFaktor(k1h * phih, k1b * phib, hoh, brh, hob, brb, Eh, Eb, c, e,
                L)
            phihn1 = Kriechzahl(k1h * phih, k1b * phib, psi)
            phibn1 = Kriechzahl(k1b * phib, k1h * phih, psi)
        Else
            phihn1 = 0
            phibn1 = 0
        End If

            Debug.Print "psi1:" & psi
            Debug.Print "phihn1:" & phihn1
            Debug.Print "phibn1:" & phibn1
            Debug.Print "k1h:" & k1h
            Debug.Print "k1b:" & k1b

        If k2h <> 0 Or k2b <> 0 Then
            psi = PsiFaktor(k2h * phih, k2b * phib, hoh, brh, hob, brb, Eh, Eb, c, e,
                L)
            phihn2 = Kriechzahl(k2h * phih, k2b * phib, psi)
            phibn2 = Kriechzahl(k2b * phib, k2h * phih, psi)
```

```
        Else
            phihn2 = 0
            phibn2 = 0
        End If

            Debug.Print "psi2:" & psi
            Debug.Print "phihn2:" & phihn2
            Debug.Print "phibn2:" & phibn2
            Debug.Print "k2h:" & k2h
            Debug.Print "k2b:" & k2b


        If k3h <> 0 Or k3b <> 0 Then
            psi = PsiFaktor(k3h * phih, k3b * phib, hoh, brh, hob, brb, Eh, Eb, c, e,
                L)
            phihn3 = Kriechzahl(k3h * phih, k3b * phib, psi)
            phibn3 = Kriechzahl(k3b * phib, k3h * phih, psi)
        Else
            phihn3 = 0
            phibn3 = 0
        End If

            Debug.Print "psi3:" & psi
            Debug.Print "phihn3:" & phihn3
            Debug.Print "phibn3:" & phibn3
            Debug.Print "k3h:" & k3h
            Debug.Print "k3b:" & k3b


        If Holz = True Then
        Verbundkriechzahl = phihn1 + phihn2 + phihn3
        Else
        Verbundkriechzahl = phibn1 + phibn2 + phibn3
        End If
End Function

Private Function PsiFaktor(phiHolz, phiBeton, HoheHolz, BreiteHolz, HoheBeton,
    BreiteBeton, EHolz, EBeton, CVB, AbstandVBM, Spannweite)
    Dim Ab As Double
    Dim Ah As Double
    Dim Jb As Double
    Dim Jh As Double
    Dim pi As Double
    Dim n As Double
    Dim gamma As Double
    Dim z As Double
    Dim e0 As Double
    Dim a1s As Double
    Dim a2s As Double
    Dim psi1 As Double
    Dim psi2 As Double
    Dim psi As Double
    Dim K As Double
    pi = 3.141
    Ab = HoheBeton * BreiteBeton
    Ah = HoheHolz * BreiteHolz
    Jb = HoheBeton ^ 3 * BreiteBeton / 12
    Jh = HoheHolz ^ 3 * BreiteHolz / 12
    n = EHolz / EBeton
    K = pi * pi * EBeton * Ab * AbstandVBM / (Spannweite * Spannweite * CVB)
    gamma = 1 / (1 + K)
    z = (HoheHolz + HoheBeton) / 2
    e0 = z / (1 + EBeton * Jb / (EHolz * Jh))
    a1s = z - e0
    a2s = e0
    psi1 = ((phiHolz * Ab * gamma + phiBeton * Ah * n) * Jb + phiBeton * a1s * a1s *
        gamma * n * Ah * Ab) * Jh + phiHolz * gamma * Jb * a2s * a2s * Ah * Ab
    psi2 = ((Ab * gamma + Ah * n) * Jb + a1s * a1s * gamma * n * Ah * Ab) * Jh + gamma
        * Jb * a2s * a2s * Ab * Ah
    psi = psi1 / psi2
    PsiFaktor = psi
End Function
```

```
'Berechnung der Kriechzahl
Private Function Kriechzahl(phi1, phi2, psi)
    Kriechzahl = phi1 * ((1 + phi2) / (phi2 - Exp(-psi) * (phi2 - psi)) - 1 / psi)
End Function
```

B.13.2 Bestimmung der Teilschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke

```
Attribute VB_Name = "DaboanSchnittgroessen"
Option Explicit

Private Function Coshyp(x)
Coshyp = (Exp(x) + Exp(-x)) / 2
End Function
Private Function sinhyp(x)
sinhyp = (Exp(x) - Exp(-x)) / 2
End Function

Function Schlupf(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
Schlupf = c * x - (c + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x)
End Function

Function Nbeton(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
```

```
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cfw = -K / p * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2)
Nbeton = (-K / p * (1 / 2 * c * x ^ 2 - (c + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L /
    2)) * Coshyp(alfa * x)) - cfw) * -1
End Function

Function NHolz(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cfw = -K / p * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2)
NHolz = -K / p * (1 / 2 * c * x ^ 2 - (c + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2)) *
     Coshyp(alfa * x)) - cfw
End Function

Function Mbeton(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
```

```
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cphiw = -A * (b * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
Mbeton = (A * (b * (1 / 2 * c * x ^ 2 - (c + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L /
    2)) * Coshyp(alfa * x)) - 1 / 2 * w * x ^ 2) + cphiw) * Ec * Ic
End Function


Function MHolz(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cphiw = -A * (b * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
MHolz = (A * (b * (1 / 2 * c * x ^ 2 - (c + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2))
    * Coshyp(alfa * x)) - 1 / 2 * w * x) + cphiw) * Ea * Ia
End Function

Function Qbeton(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
```

```
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cfw = -K / p * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2)
cphiw = -A * (b * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
cvw = -A * (b * (1 / 384 * c * L ^ 4 - (c + eshrc) / alfa ^ 4) - 1 / 384 * w * L ^ 4) -
    1 / 8 * cphiw * L ^ 2
Qbeton = (K / p * (c * x - (c + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa *
    x))) * (hp + hc / 2) - (A * (b * (c * x - (c + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L /
    2)) * sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ec * Ic
End Function

Function Qholz(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cfw = -K / p * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2)
cphiw = -A * (b * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
cvw = -A * (b * (1 / 384 * c * L ^ 4 - (c + eshrc) / alfa ^ 4) - 1 / 384 * w * L ^ 4) -
    1 / 8 * cphiw * L ^ 2
Qholz = (K / p * (c * x - (c + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa *
    x))) * (ha / 2) - (A * (b * (c * x - (c + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) *
    sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ea * Ia
End Function

Function Durchbiegung(ha, hp, hc, Ea, Ec, Ia, Ic, Aa, Ac, L, x, p, w, K, eshr)
Dim ast As Double ' Hebelarm
Dim n As Double ' E-Modulverhltnis
Dim I0 As Double
Dim invA0 As Double
Dim invAstrich As Double
Dim alfa2 As Double
Dim alfa As Double
Dim beta As Double
Dim A As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim cfw As Double
Dim cphiw As Double
Dim cvw As Double
Dim Verformung As Double
Dim eshrc As Double
eshrc = -eshr
ast = ha / 2 + hp + hc / 2
n = Ea / Ec
I0 = Ic / n + Ia
invA0 = n / (Ac) + 1 / Aa
invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
```

```
alfa2 = K / (p * Ea * I0) * invAstrich
alfa = (alfa2) ^ 0.5
beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
A = 1 / (Ea * I0)
b = K * ast / p
c = beta * w
'Konstanten bestimmen
cfw = -K / p * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2)
cphiw = -A * (b * (1 / 8 * c * L ^ 2 - (c + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
cvw = -A * (b * (1 / 384 * c * L ^ 4 - (c + eshrc) / alfa ^ 4) - 1 / 384 * w * L ^ 4) -
    1 / 8 * cphiw * L ^ 2
Verformung = A * (b * (1 / 24 * c * x ^ 4 - (c + eshrc) / (alfa ^ 4 * Coshyp(alfa * L /
    2)) * Coshyp(alfa * x)) - 1 / 24 * w * x ^ 4) + 1 / 2 * cphiw * x ^ 2 + cvw
Durchbiegung = Verformung * (-1)
End Function


Function AusgabeDaboanGenerell()
    Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Bestimmung der Schnittgr en der
        Brettstapel-Beton-Verbunddecke", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Generelles", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Die Ermittlung der Schnittgr en erfolgt nach Daboan", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "wobei folgende Gelchungen verwendet werden", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Eingangswerte", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Hebelarm zwischen den Schwerpunkten der Teilquerschnitte
        ast", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Verbindungsmittelsteifigkeit K", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Schwinddehnung eshrc", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gleichstreckenlast w", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand der in Reihe geschoben gedachten Verbindungsmittel
        p", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Hilfswerte", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Verh ltnis der E-Moduli: n0 = E_Holz / E_Beton", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Biegesteifigkeit der Teilquerschnitte: I0 = I_Beton / n0 +
        I_Holz", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert invA0 = n0 / (A_Beton) + 1 / A_Holz", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert alfa2 = K / (p * E_Holz * I0) * invAstrich", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert alfa = (alfa2) ^ 0.5", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert beta = 1 / invAstrich * p * ast / K", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert A = 1 / (E_Holz * I0)", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert B = K * ast / p", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Beiwert C = beta * w", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Weitere Integrationskonstanten sind:", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "~ cfw = -K / p * (1 / 8 * C * L ^ 2 - (C + eshrc) / alfa ^
        2)", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "~ cphiw = -A * (B * (1 / 8 * C * L ^ 2 - (C + eshrc) / alfa ^
        2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "~ cvw = -A * (B * (1 / 384 * C * L ^ 4 - (C + eshrc) / alfa ^
        4) - 1 / 384 * w * L ^ 4) - 1 / 8 * cphiw * L ^ 2", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Schnittgr en + Verformungen", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung = A * (B * (1 / 24 * C * x ^ 4 - (C + eshrc) /
        (alfa ^ 4 * Coshyp(alfa * L / 2)) * ", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "                Coshyp(alfa * x)) - 1 / 24 * w * x ^ 4) + 1 / 2
        * cphiw * x ^ 2 + cvw", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Schlupf = C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L /
        2)) * sinhyp(alfa * x)", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Nbeton = (-K / p * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^
        2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x))-", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte " cfw) * -1", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "NHolz = -K / p * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^ 2
        * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x)) - cfw", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Mbeton = (A * (B * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^
        2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x))", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "                - 1 / 2 * w * x ^ 2) + cphiw) * Ec * Ic", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "MHolz = (A * (B * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^
        2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x)) ", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "                - 1 / 2 * w * x) + cphiw) * Ea * Ia", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Qbeton = (K / p * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa
        * L / 2)) * sinhyp(alfa * x))) * (hp + hc / 2) - ", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "                (A * (B * (C * x - (C + eshrc) / (alfa *
        Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ec * Ic", " "
```

```
    Ausgabe.AusgabeWerte "Qholz = (K / p * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa *
        L / 2)) * sinhyp(alfa * x))) * (ha / 2) - ", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "     (A * (B * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L
        / 2)) * sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ea * Ia", " "
    AusgabeDaboanGenerell = True
End Function
```

B.13.3 Nachweis des Holzes in der Holz-Beton-Verbunddecke

```
Attribute VB_Name = "HBVHolzSpannungsnachweiseModul"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim databcon As New ADODB.Connection
Dim Ausrs As New ADODB.Recordset
Dim Ausnu As New ADODB.Recordset

Function Spannungsnachweis()
Dim check As Boolean
check = SpannungsnachweisHolz()
check = SpannungsnachweisBeton()
check = HBVVBMNachweis.VBMNachweisen
check = VerformungHBVBeton()
End Function


Private Function SpannungsnachweisHolz()
    Dim Tabbez(3) As String
    Dim KLED(5) As String
    Dim NKL As Integer
    Dim kmod(5) As Double
    Dim i As Integer
    Dim j  As Integer
    Dim A As Double
    Dim WT As Double
    Dim JT As Double
    Dim fmk As Double
    Dim ftk As Double
    Dim fVk As Double
    Dim fc90k As Double
    Dim z As Double
    Dim zh As Double
    Dim hh As Double
    Dim bh As Double
    Dim Sy As Double
    Dim Ausktol As Double
    Dim Ausktiefe As Double
    Dim AusklTiefeOben As Double
    Dim Iv As Double
    Dim Zbez(3) As String
    Dim check As Boolean
    Dim zhQ(4, 2) As Double
    Dim tauHo As Double
    Zbez(0) = "(t=0) "
    Zbez(1) = "(t=3-7a) "
    Zbez(2) = "(t= 00) "

    Tabbez(0) = "HBVTeilSchnittgr en_t_0"
    Tabbez(1) = "HBVTeilSchnittgr en_t_3_7a"
    Tabbez(2) = "HBVTeilSchnittgr en_t_50a"
    KLED(0) = "permanent"
    KLED(1) = "Lang"
    KLED(2) = "mittel"
    KLED(3) = "kurz"
    KLED(4) = "sehr_kurz"

'Ausgabe des Spannungsnachweises
Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Spannungsnachweise der Holz-Beton-Verbunddecke", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "\section Querschnittswerte", " "
```

```
' ffnen der kmod-Faktoren
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & App.Path &
        "\ini\Materialdaten.mdb"
    databrs.Open "select * from Holzkmod", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
' ffnen der Datenbank
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    Ausnu.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    If Ausnu.EOF = True And Ausnu.BOF = True Then Ausnu.AddNew
    Ausnu.MoveFirst
' Einlesen der Randbedingungen wie Nutzungsklasse
    NKL = rsControls.Fields("NKL").value + 1 '+1 wg. Index beginnt bei 0
    databrs.MoveFirst
    Do While databrs.Fields("NKL").value <> NKL
        databrs.MoveNext
    Loop
    For i = 0 To 4
        kmod(i) = databrs.Fields(KLED(i)).value
    Next
    rsControls.Close
    databrs.Close
' Einlesen der Querschnittsabmessungen
    rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    A = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value * 1 ' Da alles auf einen
        Einheitsbreite bezogen
    WT = (rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value) ^ 2 * 1 / 6
    JT = (rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value) ^ 3 * 1 / 12
    hh = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value
    lv = (rsControls.Fields("Breite_Flansch").value - (rsControls.Fields("UPE_h").value
        + 2 * rsControls.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value)) / 2
    Ausktol = rsControls.Fields("ToleranzAusklinkung").value
    Auskstiefe = rsControls.Fields("Ausklinkung_unten").value
    AusklTiefeOben = rsControls.Fields("Ausklinkung_oben").value
    Ausgabe.AusgabeWerte "Fl che d. Holzquerschnitts", runden(A) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Widerstandsmoment des Holzquerschnitts", runden(WT) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Hhe des Holzes", runden(hh) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "L nge Auflager
        lv=(b_Flansch-h_UPE-2*Abstand_UPE-Brettstapel)/2=", "(" &
        rsControls.Fields("Breite_Flansch").value & "-" &
        rsControls.Fields("UPE_h").value & "-2* " &
        rsControls.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value & ")/2=" & lv & "mm"

    rsControls.Close
' Festigkeiten einlesen
    rsControls.Open "select * from Verwendete_Holzgte", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    databrs.Open "select * from Holz", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <>
            databrs.Fields("Bezeichner").value
            databrs.MoveNext
        Loop
        fmk = databrs.Fields("fmk").value
        ftk = databrs.Fields("ft0k").value
        fVk = databrs.Fields("fVk").value
        fc90k = databrs.Fields("fc90k").value
    databcon.Close
    rsControls.Close
' Einlesen der Schnittgr en
    For i = 0 To 2
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection HolzSpannungsnachweise zum Zeitpunkt " &
            Zbez(i), " "
        'Datenbank ffnen
        rsControls.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        databrs.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        Ausrs.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
```

```
'RS auf Moment setzen
rsControls.MoveFirst
Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "MHolz"
    rsControls.MoveNext
Loop
databrs.MoveFirst
Do While databrs.Fields("Bezeichner").value <> "NHolz"
    databrs.MoveNext
Loop
Ausrs.MoveFirst
Do While Ausrs.Fields("Bezeichner").value <> "Ausnutzung Normalspg Holz"
    Ausrs.MoveNext
    If Ausrs.EOF = True Then Exit Do
Loop
If Ausrs.EOF = True Then
    Ausrs.AddNew
    Ausrs.Fields("Bezeichner").value = "Ausnutzung Normalspg Holz"
    Ausrs.MoveLast
End If
    For j = 0 To 4
            ' Moment
            Ausrs.Fields(KLED(j)).value = databrs.Fields(KLED(j)).value / A *
                1.3 / ftk / kmod(j) + rsControls.Fields(KLED(j)).value / WT *
                1.3 / fmk / kmod(j)
            check = Ausnuraus(i, j, "NormalspannungHolz",
                Ausrs.Fields(KLED(j)).value)
            'Ausgabe Ausnutzung Normalspannung
            Ausgabe.AusgabeWerte "MW Sig || H" & Zbez(i) & "; KLED " & KLED(j)
                & ":", _
            runden(databrs.Fields(KLED(j)).value) & "/" & A & "*" & 1.3 & "/" &
                 ftk & "/" & kmod(j) & "+" &
                runden(rsControls.Fields(KLED(j)).value) & "/" & runden(WT) &
                "*" & 1.3 & "/" & fmk & "/" & kmod(j) & "=" & _
            runden(databrs.Fields(KLED(j)).value / A * 1.3 / ftk / kmod(j) +
                rsControls.Fields(KLED(j)).value / WT * 1.3 / fmk / kmod(j))
            ' Bestimmung des Nulldurchgangs f r den Schubspannungsnachweis
            zhQ(j, i) = databrs.Fields(KLED(j)).value * JT /
                (rsControls.Fields(KLED(j)).value * A)
    Next
    Ausrs.MoveNext
'Neue Datensatz einlesen
'RS auf Querkraft setzen
rsControls.MoveFirst
Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "QHolz"
    rsControls.MoveNext
Loop
databrs.MoveFirst
Do While databrs.Fields("Bezeichner").value <> "SchubFuge"
    databrs.MoveNext
Loop
Ausrs.MoveFirst
Do While Ausrs.Fields("Bezeichner").value <> "Ausnutzung Schubspg Holz"
    Ausrs.MoveNext
    If Ausrs.EOF = True Then Exit Do
Loop
If Ausrs.EOF = True Then
    Ausrs.AddNew
    Ausrs.Fields("Bezeichner").value = "Ausnutzung Schubspg Holz"
    Ausrs.MoveLast
End If
' Querkraft
    For j = 0 To 4
            ' Querkraft
            bh = 1
            ' Nulldurchgang bei der Momentenbeanspruchung bereits bestimmt
            If zhQ(j, i) > hh / 2 Or zhQ(j, i) < -hh / 2 Then
                'Nullinie auerhalb des Querschnitts --> Rand wird magebend
                tauHo = databrs.Fields(KLED(j)).value
            Else
                ' Nullinie innerhalb des Querschnitts --> Stelle mit zhQ wird
                    magebend
```

```
                    tauHo = 1 / 2 * (zhQ(j, i) + hh / 2) *
                        ((rsControls.Fields(KLED(j)).value * (zhQ(j, i) + hh / 2) *
                         A + 2 * databrs.Fields(KLED(j)).value * JT)) / ((JT * A))
                End If
                Ausrs.Fields(KLED(j)).value = tauHo / fVk / kmod(j) * 1.3
                Ausgabe.AusgabeWerte "Querkraft im Holz " & KLED(j) & "; Zeitpunkt
                    " & Zbez(i), runden(rsControls.Fields(KLED(j)).value) & "N/mm"
                Ausgabe.AusgabeWerte "Schub in der Fuge " & KLED(j) & "; Zeitpunkt
                    " & Zbez(i), runden(databrs.Fields(KLED(j)).value) & "N/mm/mm
                    Deckenbreite"
                Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Stelle der Schubspannung KLED " &
                    KLED(j) & "; Zeitpunkt " & Zbez(i), runden(zhQ(j, i)) & "mm"
                Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Schubspannung KLED " & KLED(j) & ";
                    Zeitpunkt " & Zbez(i), runden(tauHo) & "N/mm"
                Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED " &
                    KLED(j) & "; Zeitpunkt " & Zbez(i),
                    runden(Ausrs.Fields(KLED(j)).value)
                check = Ausnuraus(i, j, "SchubspannungHolz",
                    Ausrs.Fields(KLED(j)).value)
            Next
            Ausrs.MoveNext
'Zeittab schlie en
        Ausrs.Close
        databrs.Close
        rsControls.Close
    Next
    ' Auflagerpressung + Ausklinkung nachweisen
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
        databrs.Open "select * from DesignHBVGesamtschnittgr en", cnControls,
            adOpenKeyset, adLockOptimistic
        databrs.MoveFirst
' Gesamte Querkraft nur  ber den Holztr ger --> Kein einfluss von Kriechen und
    Schwinden....
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Nachweis der Querpressung und der Ausklinkung
             des Holzes " & Zbez(i), " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamte Querkraft muss  ber das Holz abgetragen werden,
            da ", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "die Last-VErformungsbeziehungen von Holz senkrecht zur
            Faser", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Beton unter Querkraftbeanspruchung zu unterschiedlich
            sind.", " "
            For i = 0 To 4
                databrs.Fields("AusnutzungAusklinkung").value =
                    AusklinkungBerechnen(databrs.Fields("QMax").value, hh, 1,
                    Ausktiefe, AusklTiefeOben, lv, Ausktol, 5, 90) * 1.3 / (kmod(i) *
                    fVk)
                check = Ausnuraus(i, 0, "AusklinkungHolz",
                    databrs.Fields("AusnutzungAusklinkung").value)
                Ausgabe.AusgabeWerte "Auflagerkraft = Querkraft des Gesamttr gers; KLED
                     " & KLED(i), databrs.Fields("QMax").value & "N/mm"
                Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutzung Ausklinkung; KLED: " & KLED(i),
                    runden(databrs.Fields("AusnutzungAusklinkung").value) & "[-]"
                databrs.Fields("AusnutzungQuerpressung").value =
                    databrs.Fields("QMax").value / (lv + 30) * 1.3 / (kmod(i) * fc90k)
                check = Ausnuraus(i, 0, "AuflagerpressungHolz",
                    databrs.Fields("AusnutzungQuerpressung").value)
                Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: " & KLED(i),
                    runden(databrs.Fields("AusnutzungQuerpressung").value) & "[-]"
                databrs.MoveNext
            Next
    databcon.Close
    cnControls.Close
End Function


Private Function AusklinkungBerechnen(Q, Tr gerh he, Breite, Ausklinkungstiefe,
    ObenAusklinkungstiefe, AuflagerIn ge, ToleranzAuflagerIn ge, kn,
    Anschnittswinkel_Grad)
Dim Keps As Double
Dim K90 As Double
Dim alpha As Double
```

```
Dim he As Double
Dim hoben As Double
Dim h As Double
Dim c As Double
Dim eps As Double
eps = Anschnittswinkel_Grad * 3.141 / 180
hoben = ObenAusklinkungstiefe
h = Trgerhhe
he = Trgerhhe - Ausklinkungstiefe
alpha = he / Trgerhhe
he = he - ObenAusklinkungstiefe
c = AuflagerInge / 2 + ToleranzAuflagerInge
If alpha = 1 Then
    K90 = 1
    Else
    K90 = kn / (h ^ 0.5 * ((alpha * (1 - alpha)) ^ 0.5 + 0.8 * c / h * (1 / alpha -
        alpha ^ 2) ^ 0.5))
End If
If Anschnittswinkel_Grad < 90 Then
    Keps = (1 + 1.1 / (Tan(eps) * (h * Tan(eps)) ^ 0.5))
Else
    Keps = 1
End If
' Hier ausgabe ausfhren
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Trgerhhe h: ", h & " mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Oberer Ausklinkungstiefe h_Auskl_oben: ",
    ObenAusklinkungstiefe & " mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Oberer Ausklinkungstiefe h_Auskl_unten: ",
    Ausklinkungstiefe & " mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Restliche Trgerhhe h: ", he & " mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: alpha = he/h: ", alpha & " [-]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Exzentrizitt c: ", c & " [mm]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: Materialbeiwert k_n: ", kn & " [-]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: k_90: ", rundenge(K90, 4) & " [-]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Ausklinkung: k_eps: ", rundenge(Keps, 4) & " [-]"
'Ende Ausgabe
AusklinkungBerechnen = 1.5 * Q / K90 / Keps / Breite / he
End Function


Private Function Ausnuraus(i, j, Zieltab, Wert)
If i = 0 And j = 0 Then
    Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
Else
    If Ausnu.Fields(Zieltab).value < Wert Then Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
End If
Ausnuraus = True
End Function
```

B.13.4 Nachweis des Betons in der Holz-Beton-Verbunddecke

```
Attribute VB_Name = "HBVBetonNachweisModul"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim Ausnu As New ADODB.Recordset

Function SpannungsnachweisBeton()
    Dim hob As Double
    Dim hp As Double
    Dim Tabbez(3) As String
    Dim fck As Double
    Dim fctk As Double
    Dim taurd As Double
    Dim Mb As Double
    Dim NB As Double
    Dim Qb As Double
    Dim i As Integer
```

```
    Dim Zbez(2) As String
    Dim checkausnu  As Boolean

    Tabbez(0) = "HBVTeilSchnittgren_t_0"
    Tabbez(1) = "HBVTeilSchnittgren_t_3_7a"
    Tabbez(2) = "HBVTeilSchnittgren_t_50a"
    Zbez(0) = "(t=0)"
    Zbez(1) = "(t=3-7a)"
    Zbez(2) = "(t=50a)"

'ffnen der Datenbank
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    hob = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value
    rsControls.Close
    rsControls.Open "select * from Verwendete_Betongte", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    fck = rsControls.Fields("fck").value
    fctk = rsControls.Fields("ft05").value
    taurd = rsControls.Fields("tauck").value
    rsControls.Close

        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Nachweis des Betonquerschnitts", " "
        Ausnu.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic

For i = 0 To 2
        rsControls.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        'Moment aus DB besorgen
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "MBeton"
            rsControls.MoveNext
        Loop
        Mb = rsControls.Fields("sehr_kurz").value
        'Normalkraft aus DB besorgen
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "NBeton"
            rsControls.MoveNext
        Loop
        NB = rsControls.Fields("sehr_kurz").value
        'Querkraft aus DB besorgen
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "QBeton"
            rsControls.MoveNext
        Loop
        Qb = rsControls.Fields("sehr_kurz").value
        'Risstiefe aus DB besorgen
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "Risstiefe"
            rsControls.MoveNext
        Loop
        hp = rsControls.Fields("permanent").value
            Ausgabe.AusgabeWerte "BetonNW: Risstiefe  " & Zbez(i), hp & " mm"
        checkausnu = Ausnuraus(i, 0, "Risstiefe", hp)
        ' Betondruckspannungen .....
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "AusnutzungBetonDruck"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then Exit Do
        Loop
        If rsControls.EOF = True Then
            rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "AusnutzungBetonDruck"
            rsControls.MoveLast
        End If
        rsControls.Fields("sehr_kurz").value = ((-Mb / (hob - hp) ^ 2 * 6 + NB / (hob -
            hp)) / fck * 1.5) * -1
            Ausgabe.AusgabeWerte "BetonNW: Ausnu. Drucksp. (elast.) " & Zbez(i) &
                "=|(-Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fck*1.5|", runden(((-Mb / (hob - hp)
```

```
                ^ 2 * 6 + NB / (hob - hp)) / fck * 1.5) * -1) & "N/mm"
            checkausnu = Ausnuraus(i, 0, "MaxNormalspannungBeton",
                rsControls.Fields("sehr_kurz").value)

        rsControls.MoveNext
        ' Betonzugspannungen ....
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "AusnutzungBetonZug"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then Exit Do
        Loop
        If rsControls.EOF = True Then
            rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "AusnutzungBetonZug"
            rsControls.MoveLast
        End If
        If (Mb / (hob - hp) ^ 2 * 6 + NB / (hob - hp)) / fctk * 1.5 < 0 Then
        rsControls.Fields("sehr_kurz").value = 0
            Ausgabe.AusgabeWerte "BetonNW: Ausnu. Zugsp. (elastisch) " & Zbez(i) &
                "=(Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fctk*1.5", 0 & "N/mm"
            checkausnu = Ausnuraus(i, 0, "MinNormalspannungBeton",
                rsControls.Fields("sehr_kurz").value)
        Else
        rsControls.Fields("sehr_kurz").value = (Mb / (hob - hp) ^ 2 * 6 + NB / (hob -
            hp)) / fctk * 1.5
            Ausgabe.AusgabeWerte "BetonNW: Ausnu. Zugsp. (elast.) " & Zbez(i) &
                "=(Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fctk*1.5=", runden((Mb / (hob - hp) ^ 2
                 * 6 + NB / (hob - hp)) / fctk * 1.5) & "N/mm"
            checkausnu = Ausnuraus(i, 0, "MinNormalspannungBeton",
                runden(rsControls.Fields("sehr_kurz").value))
        End If
        rsControls.MoveNext
        ' Betonquerkraftnachweis .....
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "Erforderliche Bewehrung f r
            Querkraft"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then Exit Do
        Loop
        If rsControls.EOF = True Then
            rsControls.AddNew
            rsControls.Fields("Bezeichner").value = "Erforderliche Bewehrung f r
                Querkraft"
            rsControls.MoveLast
        End If
        ' Annahme einer mittig eingelegten Bewehurung
        rsControls.Fields("sehr_kurz").value = SFPBerechnung.Mindestbewehrung(hob,
            erfBVRD1Ber(hob / 2, fck, taurd, Qb)) * 1000 / 10 ^ 2 'Umrechung von mm --->
             mm/mm  = 10^2/1000  cm/m  cm/m
            Ausgabe.AusgabeWerte "BetonNW: erf. Bew. Querkraft Beton" & Zbez(i) & "=",
                runden(rsControls.Fields("sehr_kurz").value) & "cm/m"
            checkausnu = Ausnuraus(i, 0, "SchubBeton",
                rsControls.Fields("sehr_kurz").value)
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
Next
Ausnu.Close
cnControls.Close
End Function

Private Function erfBVRD1Ber(d_in_mm, fck_in_N_p_qmm, taurd_in_N_p_mm, VSD)
    Dim BetonArt_NB_oder_LB As String
        BetonArt_NB_oder_LB = "NB"
    Dim ssd_in_N_p_qmm As Double
        ssd_in_N_p_qmm = 0
    Dim Rhodichte As Double
        Rhodichte = 1 'Wert wird nur bei LB ben tigt
    Dim bw_in_mm As Double
        bw_in_mm = 1
erfBVRD1Ber = BewAQuerkrafttragfaehigkeitBeton(BetonArt_NB_oder_LB, d_in_mm, VSD,
    fck_in_N_p_qmm, taurd_in_N_p_mm, ssd_in_N_p_qmm, bw_in_mm, Rhodichte)
End Function
```

```
Private Function sqrt(x)
sqrt = x ^ 0.5
End Function

Private Function BewAQuerkrafttragfaehigkeitBeton(BetonArt_NB_oder_LB, d_in_mm, VSD,
    fck_in_N_p_mm, taurd_in_N_p_mm, ssd_in_N_p_qmm, bw_in_mm, Rhodichte)
Dim eta1 As Double
Dim kappa As Double
Dim rhoL As Double
'Beiwerte f r Beton berechnen
If BetonArt_NB_oder_LB = "NB" Then
    eta1 = 1
Else
    eta1 = 0.4 + 0.6 * Rhodichte / 2200
End If
kappa = 1 + sqrt(200 / d_in_mm)
Dim kbw As Double
kbw = 1.6 - d_in_mm / 1000
If kbw < 1 Then kbw = 1
rhoL = (VSD - 1.2 * taurd_in_N_p_mm * kbw * bw_in_mm * d_in_mm) / ((taurd_in_N_p_mm *
    (kbw * (bw_in_mm * (d_in_mm * 40)))))
BewAQuerkrafttragfaehigkeitBeton = rhoL * bw_in_mm * d_in_mm
' Kontrolle ob Druckstrebenkraft eingehalten?
If VSD > 0.5 * (0.7 - fck_in_N_p_mm / 200) * fck_in_N_p_mm / 1.5 * bw_in_mm * 0.9 *
    d_in_mm Then MsgBox ("Betonbruch bei Querkraftabtragung")
End Function

Private Function QBetonUngerissen(fctk005, ssd, b, h)
Dim i As Double
Dim s As Double
Dim al As Double
i = b * h ^ 3 / 12
s = b * h ^ 2 / 8
al = 1
QBetonUngerissen = i * b / s * sqrt((fctk005 / 1.5) ^ 2 - al * ssd * fctk005 / 1.5)
End Function


Private Function Ausnuraus(i, j, Zieltab, Wert)
If i = 0 And j = 0 Then
    Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
Else
    If Ausnu.Fields(Zieltab).value < Wert Then Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
End If
Ausnuraus = True
End Function
```

B.13.5 Nachweis des Verbindungsmittels in der Holz-Beton-Verbunddecke

```
Attribute VB_Name = "HBVVBMNachweis"
' Nachweis der Verbindungsmittel
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim databcon As New ADODB.Connection
Dim Ausnu As New ADODB.Recordset


Function VBMNachweisen()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim Tabbez(2) As String
    Dim KLED(4) As String
    Dim kmod(4) As Double
    Dim NKL As Double
```

```
    Dim NK As Double
    Dim checkausnu As Boolean
    Dim Zbez(2) As String
    Zbez(0) = "(t=0)"
    Zbez(1) = "(t=3-7a)"
    Zbez(2) = "(t=00)"
    Tabbez(0) = "HBVTeilSchnittgr en_t_0"
    Tabbez(1) = "HBVTeilSchnittgr en_t_3_7a"
    Tabbez(2) = "HBVTeilSchnittgr en_t_50a"
    KLED(0) = "permanent"
    KLED(1) = "Lang"
    KLED(2) = "mittel"
    KLED(3) = "kurz"
    KLED(4) = "sehr_kurz"

    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Nachweis der HBV-Verbindungsmittel", " "
' ffnen der kmod-Faktoren
    databcon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & App.Path &
        "\ini\Materialdaten.mdb"
    databrs.Open "select * from Holzkmod", databcon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
' ffnen der Datenbank
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    rsControls.Open "select * from Umgebungsbedingungen", cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
    Ausnu.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
' Einlesen der Randbedingungen wie Nutzungsklasse
    NKL = rsControls.Fields("NKL").value + 1 '+1 wg. Index beginnt bei 0
    databrs.MoveFirst
    Do While databrs.Fields("NKL").value <> NKL
        databrs.MoveNext
    Loop
    For i = 0 To 4
        kmod(i) = databrs.Fields(KLED(i)).value
    Next
    rsControls.Close
    databrs.Close
' Verbindungsmittel einlesen
    rsControls.Open "select * from VBM", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
        NK = rsControls.Fields("N_K").value
    rsControls.Close
'Beanspruchungen einlesen + nachweisen
    For i = 0 To 2
        rsControls.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        databrs.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        databrs.MoveFirst
        rsControls.MoveFirst

        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection Nachweis der VBM zum Zeitpunkt " &
            Tabbez(i), " "

        ' Cursor an die richtige Stelle setzen
        Do While databrs.Fields("Bezeichner").value <> "Ausnutzung VBM"
            databrs.MoveNext
            If databrs.EOF = True Then Exit Do
        Loop
        If databrs.EOF = True Then
            databrs.AddNew
            databrs.Fields("Bezeichner").value = "Ausnutzung VBM"
            databrs.MoveNext
            databrs.MovePrevious
        End If
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "Schub pro VBM"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then Exit Do
        Loop
        If rsControls.EOF = True Then
            MsgBox ("Teilschnittgr en noch nicht berechnet")
            Exit Function
```

```
        End If
        For j = 0 To 4
            Ausgabe.AusgabeWerte " Ausnutzung der VBM in KLED " & KLED(j) & ";
                Zeitpunkt " & Zbez(i), runden(rsControls.Fields(KLED(j)).value) & "*" &
                 1.3 & "/" & kmod(j) & "/" & NK & "=" &
                runden(rsControls.Fields(KLED(j)).value * 1.3 / kmod(j) / NK)
            databrs.Fields(KLED(j)).value = rsControls.Fields(KLED(j)).value * 1.3 /
                kmod(j) / NK
            checkausnu = Ausnuraus(i, j, "HBVVBM", databrs.Fields(KLED(j)).value)
        Next
        databrs.MoveNext
        rsControls.Close
        databrs.Close
    Next
    VBMNachweisen = True

    Ausnu.Close
    cnControls.Close
    databcon.Close
End Function


Private Function Ausnuraus(i, j, Zieltab, Wert)
If i = 0 And j = 0 Then
    Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
Else
    If Ausnu.Fields(Zieltab).value < Wert Then Ausnu.Fields(Zieltab).value = Wert
    Ausnu.MoveFirst
End If
Ausnuraus = True
End Function
```

B.13.6 Nachweis des Verformung der Holz-Beton-Verbunddecke

```
Attribute VB_Name = "HBVVerformungsnachweis"
' Verformung der einzelnen Lasten zu allen drei Zeitpunkten berechnen
' Sortieren und Lastfallkombinationen bilden
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim databrs As New ADODB.Recordset
Dim Ausnu As New ADODB.Recordset


Function VerformungHBVBeton()
' Nachweis unter charakteristischer Bemessungsituation
' wqinst < l/300
' wfin-wGinst < l/200
' Quasi-stndiger BM-Situation
' wfin-w0 < l/200

' Definition der Variablen
    Dim wqinst As Double
    Dim wfin As Double
    Dim wginst As Double
    Dim w0 As Double
'------------------------
    Dim Datname As String
    Dim tabname As String
    Dim hh As Double
    Dim hob As Double
    Dim hp As Double
    Dim brh As Double
    Dim brb As Double
    Dim L As Double
    Dim Eh As Double
    Dim Eb As Double
    Dim fcm As Double
    Dim ftmd As Double
    Dim srandBeton As Double
```

```
Dim CVBM As Double
Dim esbs As Double
Dim epbs As Double
Dim c As Double
Dim RH As Double
Dim DRH As Double
Dim NKL As Integer
Dim to_h As Double
Dim AC_in_m As Double
Dim u_in_m As Double
Dim t_h As Double
Dim t0_h As Double
Dim phib As Double
Dim phih As Double
Dim Last(5) As Double
Dim Mbet(3, 5) As Double
Dim Qbet(3, 5) As Double
Dim Nbet(3, 5) As Double
Dim MHo(3, 5) As Double
Dim Qho(3, 5) As Double
Dim NHo(3, 5) As Double
Dim VBMBel(3, 5) As Double
Dim Mbetres(3, 5) As Double
Dim Qbetres(3, 5) As Double
Dim Nbetres(3, 5) As Double
Dim MHores(3, 5) As Double
Dim Qhores(3, 5) As Double
Dim NHores(3, 5) As Double
Dim VBMBelres(3, 5) As Double
Dim EBeff As Double
Dim Eheff As Double
Dim k1h(3, 5) As Double
Dim k2h(3, 5) As Double
Dim k3h(3, 5) As Double
Dim k1b(3, 5) As Double
Dim k2b(3, 5) As Double
Dim k3b(3, 5) As Double
Dim keshr(3, 5) As Double
Dim DWL As Double
Dim GL As Double
Dim i As Integer
Dim imax As Integer
Dim j As Integer
Dim ik As Integer
Dim phihVerbund As Double
Dim phibVerbund As Double
Dim eshr As Double
Dim Tabbez(3) As String
Dim KLED(5) As String
Dim rhoHolz As Double
Dim rhoBeton As Double
Dim hpbeton(5) As Double
Dim Verformung(3, 5) As Double
Dim Dverform(3) As Double
Dim Kverform(3) As Double
Dim Ausbauverform(3) As Double
Dim Zbez(3) As String
Dim LastTemp As Double
Dim t0_s As Double
Zbez(0) = "(t=0) "
Zbez(1) = "(t=3-7a) "
Zbez(2) = "(t= 00) "
Tabbez(0) = "HBVTeilSchnittgr en_t_0"
Tabbez(1) = "HBVTeilSchnittgr en_t_3_7a"
Tabbez(2) = "HBVTeilSchnittgr en_t_50a"
KLED(0) = "permanent"
KLED(1) = "Lang"
KLED(2) = "mittel"
KLED(3) = "kurz"
KLED(4) = "sehr_kurz"

'Zeitpunkt t=0
```

```
k1h(0, 0) = 0
k1h(0, 1) = 0
k1h(0, 2) = 0
k1h(0, 3) = 0
k1h(0, 4) = 0
k1b(0, 0) = 0
k1b(0, 1) = 0
k1b(0, 2) = 0
k1b(0, 3) = 0
k1b(0, 4) = 0
k2h(0, 0) = 0
k2h(0, 1) = 0
k2h(0, 2) = 0
k2h(0, 3) = 0
k2h(0, 4) = 0
k2b(0, 0) = 0
k2b(0, 1) = 0
k2b(0, 2) = 0
k2b(0, 3) = 0
k2b(0, 4) = 0
k3h(0, 0) = 0
k3h(0, 1) = 0
k3h(0, 2) = 0
k3h(0, 3) = 0
k3h(0, 4) = 0
k3b(0, 0) = 0
k3b(0, 1) = 0
k3b(0, 2) = 0
k3b(0, 3) = 0
k3b(0, 4) = 0
'Zeitpunkt t=3-7a
k1h(1, 0) = 0.4
k1h(1, 1) = 0.4
k1h(1, 2) = 0.3
k1h(1, 3) = 0.03
k1h(1, 4) = 0#
k1b(1, 0) = 0.85
k1b(1, 1) = 0.85
k1b(1, 2) = 0.6
k1b(1, 3) = 0.06
k1b(1, 4) = 0#
k2h(1, 0) = 0.1
k2h(1, 1) = 0.1
k2h(1, 2) = 0#
k2h(1, 3) = 0#
k2h(1, 4) = 0#
k2b(1, 0) = 0.05
k2b(1, 1) = 0.05
k2b(1, 2) = 0#
k2b(1, 3) = 0#
k2b(1, 4) = 0#
k3h(1, 0) = 0#
k3h(1, 1) = 0#
k3h(1, 2) = 0#
k3h(1, 3) = 0#
k3h(1, 4) = 0#
k3b(1, 0) = 0#
k3b(1, 1) = 0#
k3b(1, 2) = 0#
k3b(1, 3) = 0#
k3b(1, 4) = 0#
'Zeitpunkt t=50a
k1h(2, 0) = 0.4
k1h(2, 1) = 0.4
k1h(2, 2) = 0.3
k1h(2, 3) = 0.03
k1h(2, 4) = 0#
k1b(2, 0) = 0.85
k1b(2, 1) = 0.85
k1b(2, 2) = 0.6
k1b(2, 3) = 0.06
k1b(2, 4) = 0#
```

```
    k2h(2, 0) = 0.2
    k2h(2, 1) = 0.2
    k2h(2, 2) = 0#
    k2h(2, 3) = 0#
    k2h(2, 4) = 0#
    k2b(2, 0) = 0.15
    k2b(2, 1) = 0.15
    k2b(2, 2) = 0#
    k2b(2, 3) = 0#
    k2b(2, 4) = 0#
    k3h(2, 0) = 0.4
    k3h(2, 1) = 0.1
    k3h(2, 2) = 0#
    k3h(2, 3) = 0#
    k3h(2, 4) = 0#
    k3b(2, 0) = 0#
    k3b(2, 1) = 0#
    k3b(2, 2) = 0#
    k3b(2, 3) = 0#
    k3b(2, 4) = 0#
    'Effektive Schwinddehnung bestimmen
    For i = 0 To 3
        For j = 0 To 5
            keshr(i, j) = 0
        Next
    Next
    keshr(1, 0) = 0.5
    keshr(2, 0) = 0.8

    Dim psi0 As Double
    psi0 = 0.7

Ausgabe.AusgabeWerte "\section Verformungsnachweis der HBV-Decke", " "
    'Datei ffnen und Variablen holen
    Datname = frmStart.txtpathaktuell
    tabname = "Geometrie"
    cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" & Datname
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        hh = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value
        hob = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value
        brh = 1
        brb = 1
        L = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value * 1000 + 2 *
            rsControls.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value +
            rsControls.Fields("Upe_h").value
    rsControls.Close
    tabname = "verwendete_Holzgte"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        Eh = rsControls.Fields("Emean").value
        rhoHolz = rsControls.Fields("Roh").value / 1000 ^ 2 / 100
    rsControls.Close
    tabname = "verwendete_Betongte"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        Eb = rsControls.Fields("E").value
        fcm = rsControls.Fields("fcm").value
        ftmd = rsControls.Fields("ft05").value / 1.5
        rhoBeton = rsControls.Fields("Roh").value / 1000 ^ 2 / 100
    rsControls.Close
    tabname = "VBM"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        CVBM = rsControls.Fields("C_mean").value
        esbs = rsControls.Fields("esbs").value
        c = CVBM / esbs * brb
        epbs = rsControls.Fields("epbs").value
    rsControls.Close
    tabname = "Umgebungsbedingungen"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
```

```
    RH = rsControls.Fields("RH").value
    DRH = rsControls.Fields("DRH").value
    NKL = rsControls.Fields("NKL").value + 1
    t0_h = rsControls.Fields("Erstbelastung").value * 24
rsControls.Close
tabname = "Angegebene_Belastung"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    Last(0) = 1# * rhoBeton * hob + 1# * rhoHolz * hh
    For i = 1 To 5
        Last(i) = rsControls.Fields("q").value / 1000
        rsControls.MoveNext
    Next
    LastTemp = Last(3)
    Last(3) = Last(2)
    Last(2) = LastTemp
rsControls.Close

DWL = 0
For i = 0 To 2
    DWL = DWL + Last(i)
Next
GL = 0
' Bestimmen der maximalen Last
LastTemp = 0
For i = 3 To 5
    If LastTemp < Last(i) Then
        LastTemp = Last(i)
        imax = i
    End If
Next
For i = 3 To 5
    GL = GL + MaxLastBest(Last(i), i, imax, psi0)
Next
    GL = GL + DWL

tabname = "Gebrauchslast"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    If rsControls.EOF = True And rsControls.BOF = True Then rsControls.AddNew
    rsControls.MoveFirst
    rsControls.Fields("Dauernd_BSB").value = DWL
    rsControls.Fields("Gesamtlast_BSB").value = GL
    rsControls.MoveNext
rsControls.Close
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung: Eigengewicht der HBV-Decke", "=" & Last(0) &
    "[N/mm]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung: Dauernd wirkende Gebrauchslast: ", Last(0) & "+
    " & Last(1) & "+" & Last(2) & "=" & DWL & "[N/mm]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung: maximale Gebrauchslast: ", "=" & GL & "[N/mm]"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung: Kombinationsbeiwert psi_0", "=" & psi0 & "[-]"

AC_in_m = hob * brb / 1000 / 1000
u_in_m = brb / 1000
t_h = 50 * 24
t_h = t_h * 365
tabname = "OptionenLangzeitverhalten"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    If rsControls.Fields("DIN1045").value = True Then
        phib = Kriechen_Beton_DIN1045(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
        eshr = eshr_best_DIN1045()
        Else
        If rsControls.Fields("EC2").value = True Then
            phib = Kriechen_Beton_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
            eshr = eshr_best_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, t0_s, fcm)
            Else
            MsgBox ("Panik, keine Auswahl des Berechnungsmodels")
            frmOption.Show
            Exit Function
        End If
```

```
        End If
        If rsControls.Fields("Hanhijaervi").value = True Then
            phih = Kriechzahl_Holz(DWL, GL, RH, DRH)
            Else
            If rsControls.Fields("DIN1052").value = True Then
                phih = Kriechen_Holz_DIN1052(NKL)
                Else
                MsgBox ("Panik, keine Auswahl des Berechnungsmodels")
                frmOption.Show
                Exit Function
            End If
        End If
    rsControls.Close
    ' Ausgabe der Kriechzahlen
    Ausgabe.AusgabeWerte "Kriechzahl des Betons der HBV-Decke (Verformung): ",
        runden(phib)
    Ausgabe.AusgabeWerte "Kriechzahl des Holzes der HBV-Decke (Verformung): ",
        runden(phih)
    'Berechnung ber die einzelnen Zeitpunkte
    For j = 0 To 2
        hp = 0
        srandBeton = 1
        Do While srandBeton > 0
    ' Bestimmung der Risstiefe im gebrauchslastzustand
            For i = 0 To 5
                    phihVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i),
                        k2b(j, i), k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb,
                         Eh, Eb, c, epbs, L, True)
                    phibVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i),
                        k2b(j, i), k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb,
                         Eh, Eb, c, epbs, L, False)
                    ' Ausgabe
                    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Verbundkriechzahlen (VKZ) nach
                        Schnzlin f r HBV-Decken zum Zeitpkt " & Zbez(j) & "
                        (Verformung)", " "
                    Ausgabe.AusgabeWerte "VKZ(Beton, Verformung); KLED: " & KLED(i) &
                        "; Zeitpunkt " & Zbez(j) & "=", rundenge(phibVerbund, 6)
                    Ausgabe.AusgabeWerte "VKZ(Holz, Verformung); KLED: " & KLED(i) &
                        "; Zeitpunkt " & Zbez(j) & "=", rundenge(phihVerbund, 6)
                    Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive Schwinddehnung des Betons
                        (Verformung); KLED: " & KLED(i) & "; Zeitpunkt " & Zbez(j) &
                        "=", rundenge(keshr(j, i) * eshr, 5)

                    ' ende der Ausgabe
                    Eheff = Eh / (1 + phihVerbund)
                    EBeff = Eb / (1 + phibVerbund)
                    Mbet(j, i) = Mbeton(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                        12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                        0, epbs, Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
                    Nbet(j, i) = Nbeton(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
                        12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L,
                        0, epbs, Last(i), c, keshr(j, i) * eshr)
            Next
            'Betonspannung ermittel
            srandBeton = 0
            For ik = 0 To 4
            ' Aufaddieren aller Schnittgr en
               srandBeton = srandBeton + Mbet(j, ik) / (hob - hp) ^ 2 * 6 + Nbet(j,
                   ik) / (hob - hp)
            Next
            If srandBeton <= ftmd Then
                Exit Do
            Else
                If hp < 0.75 * hob Then
                    hp = hp + 1#
                    Else
                    hp = hp + 0.1
                End If
                If hp >= hob Then
                    MsgBox ("Beton durchgerissen")
                    Exit Function
                End If
```

```
            End If
        Loop
    ' Berechnung ber die einzelnen KLEDs
            ' Dauernd wirkende Belastung bercksichtigen
            i = 0
        phihVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i), k2b(j, i),
            k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb, Eh, Eb, c, epbs, L,
            True)
        phibVerbund = Verbundkriechzahl(k1h(j, i), k1b(j, i), k2h(j, i), k2b(j, i),
            k3h(j, i), k3b(j, i), phih, phib, hh, brh, hob, brb, Eh, Eb, c, epbs, L,
            False)
        Eheff = Eh / (1 + phihVerbund)
        EBeff = Eb / (1 + phibVerbund)
        Verformung(j, 0) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(0), c, keshr(j, 0) * eshr)
        Verformung(j, 1) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(1), c, keshr(j, 1) * eshr)
        Verformung(j, 2) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(2), c, keshr(j, 3) * eshr)
        'Verkehrsbelastung ohne Kriechen
        Eheff = Eh
        EBeff = Eb
        Verformung(j, 3) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(3), c, keshr(j, 2) * eshr)
        Verformung(j, 4) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(4), c, keshr(j, 4) * eshr)
        Verformung(j, 5) = Durchbiegung(hh, hp, hob - hp, Eheff, EBeff, hh ^ 3 * brh /
            12, (hob - hp) ^ 3 * brb / 12, hh * brh, (hob - hp) * brb, L, 0, epbs,
            Last(5), c, keshr(j, 5) * eshr)
    Next

  'Verformung bestimmen
        For j = 0 To 2
            For i = 0 To 2
                'dauernde Verformungen
                Dverform(j) = Dverform(j) + Verformung(j, i)
                ' kurzzeitige Verformung
                Kverform(j) = Kverform(j) + Verformung(j, i + 3)
            Next
            Ausbauverform(j) = Verformung(j, 0) + Verformung(j, 1)
        Next
' Verformungen zuordnen
' Elastische Verformung
' Kriechverformung
' Gesamtverformung
    wginst = Verformung(0, 0) + Verformung(0, 1) ' Elastische Verformung unter
        Eigengewicht + Ausbaulast
    wfin = Dverform(2) + Kverform(2)
    wqinst = Kverform(0)
    wqinst = Kverform(1)
    wqinst = Kverform(2)
    w0 = 0

    For i = 0 To 2
        rsControls.Open "select * from " & Tabbez(i), cnControls, adOpenKeyset,
            adLockOptimistic
        ' Dauernd wirkende Lasten
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "max. Verformung aus dauernd
            wirkende Lasten"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then
                rsControls.AddNew
                Exit Do
            End If
        Loop
```

```
        rsControls.Fields("Bezeichner").value = "max. Verformung aus dauernd wirkende
            Lasten"
        rsControls.Fields("Permanent").value = Dverform(i)
        ' Kurzzeitig wirkende Lasten
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "max. Verformung aus
            kurzzeitig wirkende Lasten"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then
                rsControls.AddNew
                Exit Do
            End If
        Loop
        rsControls.Fields("Bezeichner").value = "max. Verformung aus kurzzeitig
            wirkende Lasten"
        rsControls.Fields("Permanent").value = Kverform(i)
        ' Ausbaulasten
        rsControls.MoveFirst
        Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "max. Verformung aus
            Eigengewicht"
            rsControls.MoveNext
            If rsControls.EOF = True Then
                rsControls.AddNew
                Exit Do
            End If
        Loop
        rsControls.Fields("Bezeichner").value = "max. Verformung aus Eigengewicht"
        rsControls.Fields("Permanent").value = Ausbauverform(i)
        rsControls.MoveNext
                ' Ausgabe des Ganzens:
                    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Verformungen nach Daboan " &
                        Zbez(i), " "
                    Ausgabe.AusgabeWerte " maximale Risstiefe (Verformung)" & Zbez(i),
                        hpbeton(i) & "mm"
                    Ausgabe.AusgabeWerte " Verformung infolge dauernd wirkender Last" &
                         Zbez(i), runden(Dverform(i)) & "mm"
                    Ausgabe.AusgabeWerte " gesamte Verformung" & Zbez(i),
                        runden(Kverform(i) + Dverform(i)) & "mm"
                    Ausgabe.AusgabeWerte " Verformung infolge Ausbau" & Zbez(i),
                        runden(Ausbauverform(i)) & "mm"
            ' Ausgabe Ende
        rsControls.Close
    Next
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Zusammenstellung der magebenden Verformungen",
        ""
    Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung der charakt. Bemessungssituation unter
        Verkehrslast w_q,inst", _
            runden(wqinst) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung der charakt. Bemessungssituation auf Spannweite
        bezogen (w_q,inst)", _
            "L/" & runden(L / wqinst)
    Ausgabe.AusgabeWerte "Zuwachs der Verformung infolge Verkehr und Kriechen +
        Schwinden", _
            runden(wfin - wginst) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Zuwachs der Verformung infolge Verkehr und Kriechen +
        Schwinden bez. auf Spannweite", _
            "L/" & runden(L / (wfin - wginst))
    Ausgabe.AusgabeWerte "Quasi-st ndiger Bemessungssituation", _
            runden(wfin - w0) & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Quasi-st ndiger Bemessungssituation bez. auf Spannweite", _
            "L/" & runden(L / (wfin - w0))

    Ausnu.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    Ausnu.Fields("VerformVerkehr").value = wqinst
    Ausnu.Fields("VerformZuwachs").value = (wfin - wginst)
    Ausnu.Fields("VerformQuasiStaendig").value = wfin - w0
    Ausnu.Fields("BezVerformVerkehr").value = L / wqinst
    Ausnu.Fields("BezVerformZuwachs").value = L / (wfin - wginst)
    Ausnu.Fields("BezVerformQuasiStaendig").value = L / (wfin - w0)
    Ausnu.MoveFirst
    Ausnu.Close
    cnControls.Close
```

```
End Function

Private Function MaxLastBest(Last, i, imax, psi0)
If i = imax Then
    MaxLastBest = Last
Else
    MaxLastBest = psi0 * Last
End If
End Function
```

B.13.7 Zusammenstellung der Ausnutzungen der HBV-Decke

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmHBVNachweisAktuell
   Caption         =   "Nachweise der HBV-Decke"
   ClientHeight    =   7320
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4575
   ForeColor       =   &H000000FF&
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   7320
   ScaleWidth      =   4575
   StartUpPosition =   3  'Windows-Standard
   Begin VB.Frame Frame1
      Caption         =   "Ausnutzung der Verformung"
      Height          =   1455
      Left            =   120
      TabIndex        =   11
      Top             =   4920
      Width           =   4335
      Begin VB.Label txtVerkehrsBel
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   28
         Top             =   720
         Width           =   975
      End
      Begin VB.Label txtZuwachsVerform
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   27
         Top             =   1080
         Width           =   1095
      End
      Begin VB.Label txtquasiStaendig
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   26
         Top             =   240
         Width           =   1095
      End
      Begin VB.Label Label10
         Caption         =   "Zuwachs der Verformung"
         Height          =   255
         Left            =   120
         TabIndex        =   25
         Top             =   1080
         Width           =   2055
      End
      Begin VB.Label Label9
         Caption         =   "Quasi-st ndige Bemessungsituation"
         Height          =   495
         Left            =   120
         TabIndex        =   13
         Top             =   240
         Width           =   2175
      End
```

```
    Begin VB.Label Label8
       Caption         =   "Verkehrsbelastung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   12
       Top             =   720
       Width           =   2175
    End
End
Begin VB.Frame FrameVBM
    Caption         =   "Ausnutzung im Verbindungsmittel"
    Height          =   615
    Left            =   120
    TabIndex        =   9
    Top             =   4200
    Width           =   4335
    Begin VB.Label txtAbscheren
       Caption         =   "Label10"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   24
       Top             =   240
       Width           =   855
    End
    Begin VB.Label Label11
       Caption         =   "Abscherbeanspruchung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   10
       Top             =   240
       Width           =   2175
    End
End
Begin VB.Frame FrameBetonNachweise
    Caption         =   "Ausnutzung im Beton"
    Height          =   1935
    Left            =   120
    TabIndex        =   5
    Top             =   2160
    Width           =   4335
    Begin VB.Label txtRisstiefe
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   23
       Top             =   1440
       Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label Label1
       Caption         =   "Maximale Risstiefe"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   22
       Top             =   1440
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label txtRandspanBeton
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   21
       Top             =   360
       Width           =   615
    End
    Begin VB.Label txtMinRandSpanBeton
       Caption         =   "Label1"
       ForeColor       =   &H00000000&
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   20
       Top             =   720
       Width           =   615
```

```
    End
    Begin VB.Label txtQuerkraftBEton
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   19
       Top             =   1080
       Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label Label7
       Caption         =   "Maximale Randspannung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   8
       Top             =   360
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label6
       Caption         =   "Erf. Bewehrung f r Querkraft"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   7
       Top             =   1080
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label3
       Caption         =   "Minimale Randspannung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   6
       Top             =   720
       Width           =   1815
    End
End
Begin VB.CommandButton cmdOK
   Caption         =   "&OK"
   Height          =   615
   Left            =   1080
   TabIndex        =   4
   Top             =   6600
   Width           =   2535
End
Begin VB.Frame frameHolzNachweise
   Caption         =   "Ausnutzung im Holz"
   Height          =   1935
   Left            =   120
   TabIndex        =   0
   Top             =   120
   Width           =   4335
   Begin VB.Label txtAusklinkungHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   18
      Top             =   1560
      Width           =   735
   End
   Begin VB.Label Label14
      Caption         =   "Ausklinkung"
      Height          =   255
      Left            =   120
      TabIndex        =   17
      Top             =   1560
      Width           =   1815
   End
   Begin VB.Label txtSchubHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   16
      Top             =   720
      Width           =   735
```

```
        End
        Begin VB.Label txtAuflagerHo
           Caption         =   "Label10"
           Height          =   255
           Left            =   3000
           TabIndex        =   15
           Top             =   1200
           Width           =   735
        End
        Begin VB.Label txtRandSpHo
           Caption         =   "Label10"
           Height          =   255
           Left            =   3000
           TabIndex        =   14
           Top             =   240
           Width           =   735
        End
        Begin VB.Label Label5
           Caption         =   "Auflagerpressung infolge Querkraft"
           Height          =   375
           Left            =   120
           TabIndex        =   3
           Top             =   1080
           Width           =   1815
        End
        Begin VB.Label Label4
           Caption         =   "Schubspannung infolge Querkraft"
           Height          =   375
           Left            =   120
           TabIndex        =   2
           Top             =   600
           Width           =   2175
        End
        Begin VB.Label Label2
           Caption         =   "Normalspannung"
           Height          =   255
           Left            =   120
           TabIndex        =   1
           Top             =   240
           Width           =   2175
        End
    End
End
Attribute VB_Name = "frmHBVNachweisAktuell"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Private Sub cmdOK_Click()
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim check As Boolean
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
rsControls.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic

frmHBVNachweisAktuell.txtAbscheren = rundenge(rsControls.Fields("HBVVBM").value * 100,
    0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtAbscheren.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("HBVVBM").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtAuflagerHo =
    rundenge(rsControls.Fields("AuflagerpressungHolz").value * 100, 0) & "%"
```

```
frmHBVNachweisAktuell.txtAuflagerHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("AuflagerpressungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtAusklinkungHo =
    rundenge(rsControls.Fields("AusklinkungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtAusklinkungHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("AusklinkungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtQuerkraftBEton =
    runden(rsControls.Fields("SchubBeton").value) & "cm/m"

frmHBVNachweisAktuell.txtRandspanBeton =
    rundenge(rsControls.Fields("MaxNormalspannungBeton").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtRandspanBeton.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("minNormalspannungBeton").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtRandSpHo =
    rundenge(rsControls.Fields("NormalspannungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtRandSpHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("NormalspannungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtRisstiefe = runden(rsControls.Fields("Risstiefe").value) &
    "mm"

frmHBVNachweisAktuell.txtSchubHo =
    rundenge(rsControls.Fields("SchubspannungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtSchubHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("SchubspannungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtMinRandSpanBeton =
    rundenge(rsControls.Fields("minNormalspannungBeton").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtMinRandSpanBeton.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("maxNormalspannungBeton").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtZuwachsVerform = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformZuwachs").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtZuwachsVerform.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformZuwachs").value, 200, "gr er")


frmHBVNachweisAktuell.txtquasiStaendig = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformQuasiStaendig").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtquasiStaendig.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformQuasiStaendig").value, 200, "gr er")

frmHBVNachweisAktuell.txtVerkehrsBel = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformVerkehr").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtVerkehrsBel.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformVerkehr").value, 300, "gr er")

rsControls.Close
cnControls.Close
End Sub

Private Function FarbeAnpassen(Wert)
    If Wert < 1 Then
        FarbeAnpassen = &H0&
    Else
        FarbeAnpassen = &HFF&
    End If
End Function

Private Function FarbeAnpassenVal(Wert, Wert2, Stri)
    If Stri = "kleiner" Then
        If Wert < Wert2 Then
            FarbeAnpassenVal = &H0&
        Else
            FarbeAnpassenVal = &HFF&
        End If
    Else
        If Wert > Wert2 Then
            FarbeAnpassenVal = &H0&
```

```
        Else
            FarbeAnpassenVal = &HFF&
        End If
    End If
End Function
```

B.14 Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil

```
Attribute VB_Name = "SFPBerechnung"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection
Dim rsControlsZ As New ADODB.Recordset


Function NachweisSFP()
Dim check As Boolean
check = SpannungsNachweisSFP()
End Function



' Die Berechnung analog zum Fronmller implementieren
Function SpannungsNachweisSFP()
' Geometrische Gr en
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
'Geometrische Variablen
Dim tsteg As Double
    tsteg = rsControls.Fields("UPE_t").value
Dim sOG As Double
    sOG = rsControls.Fields("UPE_s").value
Dim AbstandBSBUPE As Double
    AbstandBSBUPE = rsControls.Fields("Abstand_UPE_Brettstapel").value
Dim LAuflager As Double
    LAuflager = rsControls.Fields("Breite_Flansch").value / 2 -
        rsControls.Fields("UPE_h").value / 2 - AbstandBSBUPE
Dim tflansch As Double
    tflansch = rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value
Dim hupe As Double
    hupe = rsControls.Fields("UPE_h").value
Dim bupe As Double
    bupe = rsControls.Fields("UPE_b").value
Dim exupe As Double
    exupe = rsControls.Fields("UPE_ez").value
Dim AUPE As Double
    AUPE = rsControls.Fields("UPE_A").value
Dim JUPE As Double
    JUPE = rsControls.Fields("UPE_A").value
Dim bflansch As Double
    bflansch = rsControls.Fields("Breite_Flansch").value
Dim SpannweiteSfp As Double
    SpannweiteSfp = rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value * 1000 ' Umrechnung
        von m in mm
Dim SpannweiteBsb As Double
    SpannweiteBsb = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value * 1000 '
        Umrechnung von m in mm

Dim hoh As Double
    hoh = rsControls.Fields("H he_Brettstapel").value
Dim hob As Double
    hob = rsControls.Fields("H he_Betonplatte").value
Dim TiefeAusklinkungUnten As Double
    TiefeAusklinkungUnten = rsControls.Fields("Ausklinkung_unten").value
Dim tAusklinkungoben As Double
    tAusklinkungoben = rsControls.Fields("Ausklinkung_oben").value
Dim bAusklinkungOben As Double
```

```
    bAusklinkungOben = rsControls.Fields("L_Ausklinkung_oben").value
Dim asw As Double
    asw = rsControls.Fields("Schweinahtdicke").value
Dim alphasw As Double
    alphasw = rsControls.Fields("Alpha_w").value
Dim fukKobo As Double
    fukKobo = rsControls.Fields("Festigkeit_Kobo").value
Dim dkobo As Double
    dkobo = rsControls.Fields("KoboDurchmesser").value
Dim hkobo As Double
    hkobo = rsControls.Fields("KoboLaenge").value
Dim Betondeckung As Double
    Betondeckung = rsControls.Fields("BEtondeckung_Bew").value

rsControls.Close
'Materialeigenschaften
rsControls.Open "select * from Verwendete_UPE_Stahlgte", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
Dim fydupe As Double
    fydupe = rsControls.Fields("fyk").value / 1.1
Dim Eupe As Double
    Eupe = rsControls.Fields("E").value

rsControls.Close

rsControls.Open "select * from Verwendete_Stahlgte", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
Dim fydflansch As Double
    fydflansch = rsControls.Fields("fyk").value / 1.1
Dim EFlansch As Double
    EFlansch = rsControls.Fields("E").value
rsControls.Close

rsControls.Open "select * from Verwendete_Betongte", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
Dim fcd As Double
    fcd = rsControls.Fields("fck").value / 1.5
Dim fck As Double
    fck = rsControls.Fields("fck").value
Dim alpha As Double
    alpha = rsControls.Fields("Alpha").value
Dim epscu As Double
    epscu = rsControls.Fields("epscu").value * (-1)
Dim Ecm As Double
    Ecm = rsControls.Fields("E").value
Dim taucd As Double
    taucd = rsControls.Fields("tauck").value
Dim fsd As Double
    fsd = rsControls.Fields("fsk").value / 1.1

rsControls.Close

' Belastungen
rsControls.Open "select * from DesignSBVGesamtschnittgren", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
Dim FauflagerBsB As Double
    FauflagerBsB = rsControls.Fields("qLastmax_ohne_EG").value
Dim Qmax As Double
    Qmax = rsControls.Fields("Qmax").value * 1000
    ' Qmax in kN --> Umrechnung auf N
Dim Mmax As Double
    Mmax = rsControls.Fields("Mmax").value * 1000 * 1000
    ' Angabe in kNm --> 1000 N * 1000 m
rsControls.Close

' Errechnete Variablen
Dim tStegeff As Double
Dim sOGeff As Double
Dim eAuflager As Double
Dim MaxmUG As Double
Dim mUGpl As Double
Dim tFlanscheff As Double
```

```
Dim DeltatFlansch As Double
Dim ASteg As Double
Dim AFlanscheff As Double
Dim AUPEeff As Double
Dim Aa As Double
Dim za As Double
Dim zaupe As Double
Dim zaelOKUPE As Double
Dim Vplrd As Double
Dim taurd As Double
    taurd = fydupe / (3 ^ (0.5))
Dim beffBeton As Double
Dim Nplard As Double
Dim heff As Double
Dim kappa As Double
Dim Fehler As Double
Dim zND As Double
Dim alphar As Double
Dim Nplcges As Double
Dim epsUkAusklinkung As Double
Dim zUAusklinkung As Double
Dim NUAusklinkung As Double
Dim epsNAusklinkung As Double
Dim zNAusklinkung As Double
Dim NNAusklinkung As Double
Dim epsOKUPE As Double
Dim zueUPE As Double
Dim NueUPE As Double
Dim epsStahlFlansch As Double
Dim NplFlansch As Double
Dim zFlansch As Double
Dim epsUKUPE As Double
Dim NplUpe As Double
Dim zupe As Double
Dim SumN As Double
Dim SumNalt As Double
Dim Mplrd1 As Double
Dim AusnutzungQ As Double
Dim AusnutzungM As Double
Dim SyFlansch As Double
Dim Jya As Double
Dim sigssw As Double
Dim taulsw As Double
Dim sigswres As Double
Dim Ausnutzungsw As Double
Dim Prd1 As Double
'Dim Prd2 As Double
Dim VKoBo As Double
Dim erfn As Double
Dim duktil As Boolean
Dim xpla As Double
Dim Mplard As Double
Dim aequidistType As Boolean
Dim aequidistEta As Boolean
Dim aequidistMpl As Boolean
Dim e(1) As Double
Dim nerfB(1) As Double
Dim zweireihig(1) As Boolean
Dim zges As Double
Dim zplUPE As Double
Dim alphaKobo As Double
Dim QSType As Integer
Dim AAKobo(4) As Double
Dim LAKobo(4) As Double
Dim VSD(4) As Double
Dim Acges As Double
Dim aslaengsschub(4) As Double
Dim Bruch As Boolean
Dim aslaengs As Double
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim AusnutzungDS As Double
```

```
Dim kriti As Integer
Dim MUPEel As Double
Dim diffeps As Double
Dim erfAsBue As Double
Dim arand As Double
Dim arandBue As Double
Dim AbstandKobo As Double
Dim sAbstandBue As Double
Dim Schleife As Boolean
' Feste Variablen
Dim FOG As Double ' Kraft im Obergurt... Muss noch angepasst werden!!
    FOG = 0
Dim maxFehler As Double
    maxFehler = 0.01
Dim sigwRD As Double
    If fydflansch < fydupe Then
            sigwRD = alphasw * fydflansch
        Else
            sigwRD = alphasw * fydupe
    End If
Dim deltatsteg As Double
    deltatsteg = 0 ' Durchlaufwirkung?
Dim eqKobo As Double
    eqKobo = 30 ' Abstand der Kobo von der Kante des UPEs
Dim neta As Double
    neta = 1     ' Normalbeton!!
Dim Schnitt(4) As String
    Schnitt(0) = "Schnitt a-a"
    Schnitt(1) = "Schnitt b-b"
    Schnitt(2) = "Schnitt c-c"
    Schnitt(3) = "Schnitt d-d"
    Schnitt(4) = "Schnitt e-e"
Dim counterCheck As Integer
    counterCheck = 0
Dim red As Boolean
    red = False

Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Bemessung des Stahl-Beton-Verbundtrgers mit integr.
    Slim-Floor-Profil", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "\section Nachweis der Querbiegung des Flansches", " "
rsControls.Open "select * from NachweisSFP", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
rsControlsZ.Open "select * from GeometrieSFP", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic

' Reduktion der Querschnitte des UPES
    tStegeff = tsteg - deltatsteg
    sOGeff = sOG - FOG / fydupe
'Reduktion des Flansches infolge Querbiegung
        Ausgabe.AusgabeWerte "Auflagerlnge des Brettstapels: ", runden(LAuflager) & "
            mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand UPE -- Brettstapel (BS) ", runden(AbstandBSBUPE)
            & " mm"
    eAuflager = AbstandBSBUPE + 2 / 3 * LAuflager '2/3 wegen dreicksfrmiger
        LAsteinleitung in Stahlprofil!
        Ausgabe.AusgabeWerte "Abstand UPE-Lasteinleitung Brettstapel: Abstand_UPE_Bs +
            2/3 * Auflagerlnge", runden(eAuflager) & " mm"
    MaxmUG = FauflagerBsB * eAuflager / 2 ' 1/2, da jeweils links und rechtas die
        gesamte Belastung eingeleitet wird
        ' --> Beanspruchung des Flansches ist nur halb so gro wie die gesamte Last
        Ausgabe.AusgabeWerte "Beanspruchung aus HBV-Decke pro Seite", FauflagerBsB / 2
            & "N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Flanschsmoment infolge Querbiegung", MaxmUG &
            "Nmm/mm"

    mUGpl = tflansch ^ 2 / 4 * fydflansch
        Ausgabe.AusgabeWerte "Festigkeit Flansch", runden(fydflansch) & " N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Dicke Flansch tFlansch", tflansch & " mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Plastisches Moment des Flansches", runden(mUGpl) & " Nmm"
    If (MaxmUG > mUGpl) Then
        MsgBox ("Flansch zu dnn zur Aufnahme der Auflagerlast aus dem Brettstapel")
        frmQSGeometrie.Show
        cnControls.Close
```

```
        Exit Function
    End If
    tFlanscheff = tflansch * (1 - MaxmUG / mUGpl) ^ 0.5
        Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive Flanschdicke mit tFlansch * (1 - MaxmUG /
            mUGpl) ^ 0.5:", runden(tFlanscheff) & "mm"
    DeltatFlansch = 0.5 * (tflansch - tFlanscheff)
        Ausgabe.AusgabeWerte "Reduktion der Flanschdicke DeltatFlansch = 0.5 *
            (tFlansch - tFlanscheff):", runden(DeltatFlansch) & " Nmm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Infolge Van-Mises-Fliebedingung muss nur der
            Druckbereich abgemindert werden", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "da sig_res=(sig_x^2+sig_y^2 - sig_x*sig_y)^0.5", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "daraus folgt, dass bei sig_x = sig_y keine Interaktion
            der Spannungen vorhanden ist.", " "

' effektiver Stahlquerschnitt
' Von Mises fliebegingung besagt dass
' sig_vergleich^2 = sig_x^2+sig_y^2-sig_x*sig_y
' --> bei Zug-Zug muss nichts abgemindert werden --> deswegen nur Druckseite
Ausgabe.AusgabeWerte "\section Bestimmung von Querschnittsflchen des SBV-Trgers", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Breite des UPE b_upe", bupe & "mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "Breite des Flansches b_Flansch", bflansch & "mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte "effektive Dicke des Stegs", tStegeff & "mm"

    ASteg = 2 * bupe * tStegeff
        Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive Stegfl che: A_Steg = 2 * b_upe * t_Stegeff:",
            runden(ASteg) & " mm"
    AFlanscheff = bflansch * (tflansch - DeltatFlansch)
        Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive Flanschfl che: b_Flansch * (t_Flansch -
            Deltat_Flansch):", runden(AFlanscheff) & " mm"
    AUPEeff = ASteg + (hupe - 2 * tStegeff) * sOGeff
        Ausgabe.AusgabeWerte "Effektive UPE-Fl che: ASteg + (hupe - 2 * tStegeff) *
            sOGeff:", runden(AUPEeff) & " mm"
    Aa = AFlanscheff + AUPEeff
        Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamtstahlfl che:", runden(Aa) & " mm"
    za = (AFlanscheff * (tFlanscheff / 2 + bupe) + ASteg * bupe / 2 + (hupe - 2 *
        tStegeff) * sOGeff ^ 2 / 2) / Aa
        Ausgabe.AusgabeWerte "Schwerpunkt Gesamtstahl von OK UPE:", runden(za) & " mm"
    zaupe = (ASteg * bupe / 2 + (hupe - 2 * tStegeff) * sOGeff ^ 2 / 2) / AUPEeff
        Ausgabe.AusgabeWerte "Schwerpunkt UPE von OK UPE:", runden(zaupe) & " mm"
    zaelOKUPE = ((hupe - sOGeff / 2) ^ 2 * tStegeff * 2 / 2) / AUPEeff

' plastische Querkrafttragf higkeit
    VplRd = taurd * ASteg
'Momententragf higkeit
    beffBeton = beffektiv(SpannweiteSfp, SpannweiteBsb) * 2
        Ausgabe.AusgabeWerte "effektive Breite des Betons:", runden(beffBeton) & " mm"
    If rsControlsZ.EOF = True And rsControlsZ.BOF = True Then rsControlsZ.AddNew
    rsControlsZ.Fields("beff").value = beffBeton
'Plastische Normalkraft im reduzierten Baustahlprofil
    Nplard = AUPEeff * fydupe + AFlanscheff * fydflansch
' Bercksichtigung einer unteren Ausklinkung --> effektive Bauteilh he wird bestimmt
    heff = hoh + hob - TiefeAusklinkungUnten
' Bestimmung der Lage des plastischen Nulllinie
    'Dehnung an der Oberkante = 0.0035
    kappa = epscu / heff
    Fehler = 1 + maxFehler
    Do While Fehler > maxFehler
        counterCheck = counterCheck + 1
        If counterCheck > 10000 Then
            Exit Do
        End If
        ' Bestimmung des Nulldurchgangs
        zND = epscu / kappa
        ' Bestimmung der Normalkraft
        alphar = alphaRBest(0.0035)
        NplRges = alphar * zND * beffBeton * alpha * fcd
        zges = kapIla(epscu) * zND
        ' Bestimmung des Anteils der unterhalb der Ausklinkung vorhanden ist
        epsUkAusklinkung = -epscu + kappa * (hob + tAusklinkungoben)
        If epsUkAusklinkung > 0 Then epsUkAusklinkung = 0
        alphar = alphaRBest(epsUkAusklinkung)
```

```
zUAusklinkung = kaplha(epsUkAusklinkung) * (zND - hob - tAusklinkungoben) + hob
    + tAusklinkungoben
NUAusklinkung = alphar * (zND - hob - tAusklinkungoben) * 2 * bAusklinkungOben
    * alpha * fcd
'Bestimmung des Anteils neben der Ausklinkung
epsNAusklinkung = -epscu + kappa * (hob)
If epsNAusklinkung > 0 Then epsNAusklinkung = 0
alphar = alphaRBest(epsNAusklinkung)
zNAusklinkung = kaplha(epsNAusklinkung) * (zND - hob) + hob
NNAusklinkung = alphar * (zND - hob) * (beffBeton - 2 * bAusklinkungOben - 2 *
    AbstandBSBUPE - hupe) * alpha * fcd
' Bestimmung des Anteils bis OK UPE
epsOKUPE = -epscu + kappa * (heff - bupe)
If epsOKUPE > 0 Then epsOKUPE = 0
alphar = alphaRBest(epsOKUPE)
zueUPE = kaplha(epsOKUPE) * (zND - heff + bupe) + heff - bupe
NueUPE = alphar * (zND - heff + bupe) * (2 * AbstandBSBUPE + hupe) * alpha *
    fcd

' Bestimmung der Normalkraft im Flansch
epsStahlFlansch = -epscu + kappa * (heff + tFlanscheff / 2)
If epsStahlFlansch > fydflansch / EFlansch Then
    NplFlansch = AFlanscheff * fydflansch
    Else
    NplFlansch = AFlanscheff * EFlansch * epsStahlFlansch
End If
zFlansch = heff + tFlanscheff / 2
' Bestimmung der Normalkraft im Flansch
epsOKUPE = -epscu + kappa * (heff - bupe)
epsUKUPE = -epscu + kappa * (heff)
' vollplastisch
If epsOKUPE > fydupe / Eupe Then
    NplUpe = AUPE * fydupe
    zupe = heff - bupe + zaupe
    zplUPE = 0
    MUPEel = 0
End If
'vollelastisch
If epsUKUPE < fydupe / Eupe Then
    NplUpe = AUPE * Eupe * ((epsUKUPE - epsOKUPE) / bupe * zaupe + epsOKUPE)
    zupe = heff - bupe + zaupe
    zplUPE = bupe
End If
' Teilplastischer Stahlquerschnitt
If epsUKUPE > fydupe / Eupe And epsOKUPE < fydupe / Eupe Then
    zplUPE = (fydupe / Eupe - epsOKUPE) / kappa
    ' Vollplastischer Anteil
    NplUpe = AUPE * fydupe
    zupe = NplUpe * zaupe
    ' Differenz der Dehnung
    diffeps = (fydupe / Eupe - (epsUKUPE - epsOKUPE) / bupe * (sOG / 2) -
        epsOKUPE)
    ' Reduktion des elastischen Anteils im Steg des UPES
    NplUpe = NplUpe - Eupe * (hupe - 2 * tStegeff) * sOGeff * diffeps
    zupe = zupe - sOG / 2 * Eupe * (hupe - 2 * tStegeff) * sOGeff * diffeps
    ' Reduktion des elastischen Anteils im Steg
    NplUpe = NplUpe - 1 / 2 * zplUPE * tStegeff * Eupe * diffeps
    zupe = zupe - 1 / 2 * zplUPE * tStegeff * Eupe * diffeps * zplUPE / 3
    'Bestimmung des Hebelarms
    zupe = heff - bupe + zupe / NplUpe
End If
' Summe der Horizontalkrfte
SumN = NplUpe + NplFlansch - Nplcges - NNAusklinkung - NUAusklinkung - NueUPE
Fehler = ((SumN / (NplUpe + NplFlansch)) ^ 2) ^ 0.5
If SumNalt * SumN >= 0 And red = False Then
    kappa = kappa + 0.0000001 * Fehler
    red = False
Else
    kappa = kappa - 0.0000001 * Fehler
    red = True
End If
SumNalt = SumN
```

```
        Debug.Print "Nplupe: " & NplUpe
        Debug.Print "NplFlansch: " & NplFlansch
        Debug.Print "Nplcges: " & Nplcges
        Debug.Print "NNAusklinkung: " & NNAusklinkung
        Debug.Print "NUAusklinkung: " & NUAusklinkung
        Debug.Print "NueUPE: " & NueUPE
        Debug.Print "SumN: " & SumN
        Debug.Print "Fehler: " & Fehler
        Debug.Print "epsuk " & epsUKUPE
        Debug.Print "epsok " & epsOKUPE
        Debug.Print "epsStahlFlansch  " & epsStahlFlansch
    Loop
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Plastische Biegebemessung des SBV-Trgers", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Dehnung OK Beton:", epscu & "[--]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Krmmung:", rundenge(kappa, 5) & "[--]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Abweichung der Normalkraft:", runden(Fehler * 100) & "%"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Stahldehnung OK UPE:", epsOKUPE & "[-]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Stahldehnung UK UPE = OK Flansch :", epsUKUPE & "[-]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Stahldehnung Schwerpunkt Flansch :", epsStahlFlansch & "[-]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "bergang elastischplastisch im UPE von OK Beton:", zplUPE &
        "mm"

    Ausgabe.AusgabeWerte "Kraftangriffspunkt im UPE von OK Beton:", zupe & "mm"

    Ausgabe.AusgabeWerte "Zugkraft im Stahlquerschnitt:", runden(NplUpe + NplFlansch) &
        " N"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Nulllinie der Dehnung von OK Beton:", runden(zND) & " mm"
' Iteriert, kappa richtig gefunden --> Mpl kann bestimmt werden
        'Betonanteil
        Mplrd1 = Nplcges * zges + zUAusklinkung * NUAusklinkung + zNAusklinkung *
            NNAusklinkung + zueUPE * NueUPE
        Mplrd1 = Mplrd1 - NplFlansch * zFlansch - NplUpe * zupe + MUPEel
        Mplrd1 = (Mplrd1 * Mplrd1) ^ 0.5
    Ausgabe.AusgabeWerte "Plastisches Widerstandsmoment:", runden(Mplrd1) & " Nmm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Plastische Querkrafttragfhigkeit:", runden(Vplrd) & " N"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Vorhandenes Moment:", runden(Mmax) & " Nmm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Vorhandene Querkraft:", runden(Qmax) & " N"

'-------------------------------------------------------------------------
' Bauteilnachweise fhren
'-------------------------------------------------------------------------
    AusnutzungQ = Qmax / Vplrd
    If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew

        rsControls.Fields("Ausnutzung_VRD").value = AusnutzungQ
        rsControls.Fields("Genauigkeit_Iteration").value = Fehler

    ' Momentennachweis
    AusnutzungM = Mmax / Mplrd1
        rsControls.Fields("Ausnutzung_Mplrd").value = AusnutzungM

    Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutzung des Moment:", runden(AusnutzungM) & " [-]"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutzung der Querkraft:", runden(AusnutzungQ) & " [-]"


'-------------------------------------------------------------------------
' Schweissnaht nachweisen
'-------------------------------------------------------------------------
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Schweinahtnachweis", " "
    ' Querschnittswerte bestimmen
        SyFlansch = AFlanscheff * (bupe + 0.5 * tFlanscheff - za)
            Ausgabe.AusgabeWerte "Sy_Flansch = A_Flanscheff * (b_upe + 0.5 *
                t_Flanscheff - za):", rundenge(SyFlansch, 0) & "mm"
        Jya = AUPE * za ^ 2 + AFlanscheff * (bupe + tFlanscheff / 2 - za) ^ 2 + JUPE +
            tFlanscheff ^ 3 * bflansch / 12
            Ausgabe.AusgabeWerte "Flchentrgheitsmoment des Stahlquerschnitts:",
                rundenge(Jya, 0) & "mm^4"
    ' Anteil aus Bretstapeleinleitung
        sigssw = FauflagerBsB / asw
            Ausgabe.AusgabeWerte "Schweinahtspannung senkrecht zur Naht infolge
                Lasteinleitung Brettstapel", runden(sigssw) & " N/mm"
    ' Anteil aus Lngsschub
```

```
        taulsw = Qmax * SyFlansch / (Jya * 2 * asw)
            Ausgabe.AusgabeWerte "Schweinahtspannung parallel zur Naht infolge
                Verbund", runden(taulsw) & " N/mm"
    ' Resultierende Beanspruchung
        sigswres = (sigssw ^ 2 + taulsw ^ 2) ^ (0.5)
            Ausgabe.AusgabeWerte "Vergleichsspannung Schweinaht", runden(sigswres) &
                "N/mm"
    ' Nachweis
            Ausgabe.AusgabeWerte "Maximale Scheinahtspannung sigwRD", runden(sigwRD) &
                "N/mm"
        Ausnutzungsw = sigswres / sigwRD
            Ausgabe.AusgabeWerte "Ausnutzung der Schweinaht", runden(Ausnutzungsw) &
                "[-]"

        rsControls.Fields("Ausnutzung_Schweinaht").value = Ausnutzungsw

'_____________________________________________________________________
' Kobos nachweisen
'_____________________________________________________________________
    Ausgabe.AusgabeWerte "\section Kopfbolzendbel nachweisen", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "\subsection Eigenschaften der Kopfbolzendbel", " "
    Ausgabe.AusgabeWerte "Durchmesser der Kopfbolzendbel", dkobo & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Lnge der Kopfbolzendbel", hkobo & "mm"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Festigkeit der Kopfbolzendbel", runden(fukKobo) & "N/mm"
    If hkobo >= 4 * dkobo Then 'And dKobo <= 22 Then
        duktil = True
    Else
        duktil = False
        MsgBox ("Da Dbel nicht duktil ist kein reduzierte Verdbelung mglich")
        erfn = Aufrunden(erfn)
    End If
    Ausgabe.AusgabeWerte "Erforderliche Anzahl bei voller Verdbelung:",
        Aufrunden(erfn) & " Stck/Trgerhlfte"

    If duktil = True Then
        ' Abklren ob Nullinie im Flansch oder nicht.
        If NplUpe > NplFlansch Then
            ' Nullinie im UPE
            xpla = (-1) / (4) * (NplFlansch - NplUpe) / (tStegeff * fydupe)
            Mplard = -AUPEeff * fydupe * zaupe _
            + AFlanscheff * fydflansch * (bupe + tFlanscheff / 2) _
            + 2 * fydupe * 2 * tStegeff * xpla * (bupe - xpla / 2)
            Else
            'Nullinie im Flansch
            xpla = (1) / (2) * (bflansch * tFlanscheff * fydflansch + AUPEeff *
                fydupe) / (bflansch * fydflansch)
            Mplard = -AUPEeff * fydupe * zaupe - fydflansch * bflansch * (tFlanscheff -
                xpla) * (bupe + (tFlanscheff - xpla) / 2) + fydflansch * bflansch *
                xpla * (bupe + tFlanscheff - xpla / 2)
        End If

        Ausgabe.AusgabeWerte "Plastische Nullinie des Stahlquerschnitts von OK UPE",
            xpla
        Mplard = (Mplard * Mplard) ^ 0.5
        Ausgabe.AusgabeWerte "Plastische Momententragfhigkeit des Stahlquerschnitts",
            Mplard

    'Erforderliche Anzahl bestimmen
    If NplUpe + NplFlansch > Nplcges + NNAusklinkung + NUAusklinkung + NueUPE Then
        VKoBo = Nplcges + NNAusklinkung + NUAusklinkung + NueUPE
        Else
        VKoBo = NplUpe + NplFlansch
    End If
    'erforderliche Anzahl pro Seite!!
    Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamte Schubkraft pro Trgerhlfte:", runden(VKoBo) & " N"

    arand = (2 * AbstandBSBUPE + hupe) / 2 - Betondeckung
    sAbstandBue = 1
    AbstandKobo = 1
    Schleife = False
KoboZweireihig:
```

```
    Prd1 = PrdKoboLiegenderKobo(fck, Ecm, fukKobo, hkobo, dkobo, arand, AbstandKobo,
        sAbstandBue, "Rand")
    erfn = VKoBo / Prd1
    erfn = Aufrunden(erfn * (Mmax - Mplard) / (Mplrd1 - Mplard))
    Ausgabe.AusgabeWerte "Reduzierte Verdbelung --> erf Anzahl Kobo (red.)", erfn &
        "Stck pro Trgerhlfte"
    ' Reduzierte VErdbelung errechnet....
    End If
'-----------------------------------
' Anordnung der Verbindungsmittel --> Abstufung
'-----------------------------------
    'Abfragen ob quidistante Anordnung berhaupt mglich
        aequidistType = aequidistantType(QSType)
        'Kontrolle ob minimaler VErdbelungsgrad eingehalten
        aequidistEta = aequidistantEta(Mmax, Mplrd1, Mplard, SpannweiteSfp / 2)
        'Kontrolle der einfachen deckung der Momentenlinie
        aequidistMpl = aequidistantMpl(Mplrd1, Mplard)
        If aequidistType = True And aequidistEta = True And aequidistMpl = True Then
            e(0) = SpannweiteSfp / 2 / erfn
            e(1) = e(0)
        Else
            'Abstufung ntig!!
            ' Annahme: 2 Bereiche wobei jeder bis zur TRgermitte L/4 lang ist
            nerfB(0) = Aufrunden(erfn * (0.75 * Mmax - Mplard) / (Mmax - Mplard))
            nerfB(1) = Aufrunden(erfn - nerfB(0))
            e(0) = SpannweiteSfp / 4 / nerfB(0)
            e(1) = SpannweiteSfp / 4 / nerfB(1)
        End If
            If e(0) > 5 * dkobo Then
                zweireihig(0) = False
                Else
                zweireihig(0) = True
            End If
            If e(1) > 5 * dkobo Then
                zweireihig(1) = False
                Else
                zweireihig(1) = True
            End If
        If (zweireihig(0) = True Or zweireihig(1) = True) And Schleife = False Then
            arand = AbstandBSBUPE - Betondeckung + 30
            Schleife = True
            GoTo KoboZweireihig
        End If
        Ausgabe.AusgabeWerte "davon mssen vom Auflager bis zur 1/4 der Spannweite ",
            nerfB(0) & " Stck; in " & translateReihe(zweireihig(0)) & " Anordnung"
        Ausgabe.AusgabeWerte "und vom 1/4 der Spannweite bis zur Mitte ", nerfB(1) & "
            Stck; in " & translateReihe(zweireihig(1)) & " Anordnung angeordnet
            werden"
    ' erforderliche Bgelbewehrung
        ' Auf der sicheren Seite liegend wird von einer mittigen Anordnung ausgegangen
        arandBue = (2 * AbstandBSBUPE + hupe) / 2 - Betondeckung
        erfAsBue = Prd1 * 0.3 * (1 - dkobo / arandBue) / fsd
        Ausgabe.AusgabeWerte "erforderliche Bgelbewehrung pro Dbel", erfAsBue / 100 &
            "cm/Dbel"


        Ausgabe.AusgabeWerte "\section Nachweis der Lastweiterleitung vom Kobo in die
            Betonplatte", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Im folgenden werden die Umrissflchen bestimmt, ber
            die", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "die Schubkraft aus den Kopfbolzendbeln in die
            Betonplatte", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "eingeleitet wird", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Dabei gibt es prinzipiell 5 zu untersuchende Schnitte",
            " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "          1. Schnitt a-a: Um die Kopfbolzendbel herum",
            " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "          2. Schnitt b-b: Im Bereich der Kopfbolzendbel
            ber die gesamte Plattenhhe", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "          3. Schnitt c-c: bergang UPE -- Betonplatte",
            " "
```

```
        Ausgabe.AusgabeWerte "          4. Schnitt d-d: bergang
            Stahl-Beton-Verbundtrger -- Holz-Beton-Verbunddecke", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "          5. Schnitt e-e: Ende der oberen Ausklinkung der
             Holz-Beton-Verbunddecke", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Fr diese 5 Schnitte wird jeweils die Umrisslnge
            bestimmt", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Um die Schubkraft zu bestimmen, wird davon ausgegangen,
            dass", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "die Spannung sich gleichmig ber die effektive Breite
            verteilt.", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Damit kann die Schubkraft in Abhngigkeit der
            Querschnittsflche", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "innerhalb des jeweiligen Schnitts in Verhltnis zur
            gesamten ", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Betonflche gesetzt werden", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "P_(Schub,Schnitt i-i) = A_(i-i)/A_(Beton, ges) *
            P_(Schub,ges)", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte "Aus diesem Grund werden nun die Lngen der Schnitte und
            die Quershcnittsflchen bestimmt", " "

' Lngsschubsicherung
        ' 5 Schnitte werden erforderlich
        '   ~ um Kobo herum a-a
        '   ~ Bereich der KoBos b-b
        '   ~ Kante UPE c-c
        '   ~ bergang Holz-Beton d-d-
        '   ~ bergang AusklinkungEnde Holz-Beton-Verbund e-e
' Bereiche einzeln abfragen
    For j = 0 To 1
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection Geometrische Gr en im Bereich" & j + 1 &
            " ", " "
    'Definition der Anschnittsflchen
        If zweireihig(j) = True Then
            'Koboumriss
            AAKobo(0) = hkobo * (hupe - 2 * eqKobo)
            LAKobo(0) = 2 * hkobo + hupe - 2 * eqKobo
            'Kobo-UPE
            AAKobo(1) = (hupe - 2 * eqKobo) * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten -
                bupe)
            LAKobo(1) = 2 * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten - bupe)
        Else
            'Koboumriss
            AAKobo(0) = hkobo * (dkobo)
            LAKobo(0) = 2 * hkobo + dkobo
            'Kobo-UPE
            AAKobo(1) = (dkobo) * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten - bupe)
            LAKobo(1) = 2 * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten - bupe)
        End If
         ' Kante - UPE
         AAKobo(2) = hupe * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten - bupe)
         LAKobo(2) = 2 * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten - bupe)
         ' Holz-Beton-bergang
         AAKobo(3) = (hupe + 2 * AbstandBSBUPE) * (hob + hoh - TiefeAusklinkungUnten -
             bupe)
         LAKobo(3) = 2 * (hob + tAusklinkungoben)
         ' Ende Ausklinkung
         AAKobo(4) = AAKobo(3) + 2 * bAusklinkungOben * (hob + tAusklinkungoben)
         LAKobo(4) = 2 * hob
         ' Gesamte Flche
         Acges = AAKobo(4) + hob * (beffBeton - (hupe + 2 * AbstandBSBUPE) - 2 *
             bAusklinkungOben)
         For i = 0 To 4
            Ausgabe.AusgabeWerte "Lnge des Anschnitts des " & Schnitt(i) & " im
                Bereich " & j + 1 & ":", LAKobo(i) & "mm"
            Ausgabe.AusgabeWerte "Querschnittsflche innerhalb des Anschnitts des " &
                Schnitt(i) & " im Bereich " & j + 1 & ":", AAKobo(i) & "mm"
         Next
         Ausgabe.AusgabeWerte "Gesamte Flche im Bereich " & j + 1, runden(Acges) &
             "mm"

' Berechnung von aussen
         For i = 0 To 4
```

```
            VSD(i) = (1 - AAKobo(i) / Acges) * VKoBo * nerfB(j) / erfn / 0.25 /
                SpannweiteSfp
            Ausgabe.AusgabeWerte "Länge des Anschnitts des " & Schnitt(i) & " im
                Bereich " & j + 1, LAKobo(i)
        Next
        ' Bewehrung des Längsschubs bestimmen
        For i = 0 To 4
            aslaengsschub(i) = Bewlaengsschub(VSD(i), LAKobo(i), neta, taucd, 2, fsd,
                False, "NG", "NG")
        Next
        For i = 0 To 4
            If aslaengsschub(i) > aslaengs Then
                aslaengs = aslaengsschub(i)
                kriti = i
            End If
        Next
            aslaengsschub(kriti) = Bewlaengsschub(VSD(kriti), LAKobo(kriti), neta,
                taucd, 2, fsd, True, Schnitt(kriti), "Bereich " & j + 1)
        ' Umrechnung auf cm/m
        aslaengs = Mindestbewehrung(LAKobo(kriti) / 2, aslaengs) * 1000 / 10 ^ 2
        ' berprfen ob Bruchstrebenbruch vorhanden?
        Bruch = False
        kriti = 0
        For i = 0 To 4
            If Druckstrebenbruch(VSD(i), LAKobo(i), neta, fcd, Bruch, False, "NG",
                "NG") > AusnutzungDS Then
                AusnutzungDS = Druckstrebenbruch(VSD(i), LAKobo(i), neta, fcd, Bruch,
                    False, "NG", "NG")
                kriti = i
            End If
            If Druckstrebenbruch(VSD(i), LAKobo(i), neta, fcd, Bruch, False, "NG",
                "NG") > 1# Then
                Bruch = True
            End If
        Next
        'Ausgabe der gesamten Bewehrung
        rsControlsZ.Fields("Anzahl_Kobo_Bereich_" & j + 1).value = nerfB(j)
        rsControlsZ.Fields("Zweireihig_" & j + 1).value = zweireihig(j)
        rsControlsZ.Fields("e_" & j + 1).value = e(j)
        rsControlsZ.Fields("Querbewehrung_" & j + 1).value = aslaengs
        rsControlsZ.Fields("erf_Bue_Bew").value = erfAsBue / 100
        rsControls.Fields("Ausnutzung_Druckstrebe_Laengsschub_" & j + 1).value =
            AusnutzungDS

        AusnutzungDS = Druckstrebenbruch(VSD(kriti), LAKobo(kriti), neta, fcd, Bruch,
            True, Schnitt(kriti), "Bereich " & j + 1)
        'Initialisierung fr nchsten Schritt
        aslaengs = 0
        AusnutzungDS = 0
        Bruch = False
Next
    rsControlsZ.Fields("VDueGrad").value = (Mmax - Mplard) / (Mplrd1 - Mplard)
'Geometriewerte rausschreiben
    rsControlsZ.Fields("Jya").value = Jya
    rsControlsZ.Fields("Aa").value = Aa

    rsControlsZ.MoveNext
    rsControlsZ.Close
    rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
cnControls.Close
SpannungsNachweisSFP = True
End Function
' erforderliche Bewehrung infolge Längsschubtragfähigkeit infolge Versagen der
    Zugstrebe
Private Function Bewlaengsschub(VSD, Acvt, neta, taucd, Schnitte, fsd, Ausdruck As
    Boolean, Schnitt As String, Bereich As String)
    Bewlaengsschub = (VSD - 2.5 * Acvt * neta * taucd) / (Schnitte * fsd)
    If Ausdruck = True Then
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection " & Bereich & "Bestimmung der
            Längsbewehrung:", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Massgebender Schnitt:", Schnitt
```

```
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Schubbeanspruchung:", VSD
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Schubfläche:", Acvt
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "neta-Beiwert für Betongte:", neta
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Festigkeit für Schub nach EC4:", runden(taucd)
            & "N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Anzahl der Scherflächen:", Schnitte
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Festigkeit der Bewehrung:", runden(fsd) &
            "N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Erforderliche Bewehrung: (vsd - 2.5 * Acvt *
            neta * taucd) / (Schnitte * fsd)", runden((VSD - 2.5 * Acvt * neta *
            taucd) / (Schnitte * fsd) * 1000 / 10 ^ 2) & "cm/m"
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Mindestbewehrung: 0.2% der Betonfläche:",
            Mindestbewehrung(Acvt * 1000 / 10 ^ 2 / 2, (VSD - 2.5 * Acvt * neta *
            taucd) / (Schnitte * fsd) * 1000 / 10 ^ 2)
        '

            ^-- nur die Hlfte, da zwei Schnitte!
    End If
End Function

Private Function Druckstrebenbruch(VSD, Acv, neta, fcd, Bruch, Ausdruck As Boolean,
    Schnitt As String, Bereich As String)
     Druckstrebenbruch = VSD / (0.2 * Acv * neta * fcd)
     If Ausdruck = True Then
        If frmStart.lbldebugmode = True Then MsgBox ("Hier Schnitte bercksichtigtne?")
        Ausgabe.AusgabeWerte "\subsubsection " & Bereich & "Ausnutzung der Druckkraft
            im Beton (Druckstrebenbruch)", " "
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Schubbeanspruchung Druckstrebe", VSD
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Fläche der Druckstrebe", Acv
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "neta-Beiwert für Betongte der Druckstrebe ",
            neta
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Festigkeit des Betons der Druckstrebe ",
            runden(fcd) & "N/mm"
        Ausgabe.AusgabeWerte Bereich & "Ausnutzung der Druckstrebe = vsd / (0.2 * Acv *
             neta * fcd)", runden(VSD / (0.2 * Acv * neta * fcd))
    End If
End Function
'Kontrolle der ob QSTyp passt....
Private Function aequidistantType(QSType)
        If QSType = True Then
                aequidistantType = True
            Else
                aequidistantType = False
        End If
End Function
' Kontrolle ob Verdbelung eingehalten
Private Function aequidistantEta(Mges, Mplrd1, Mplard, span)
        If (Mges - Mplard) / (Mplrd1 - Mplard) > 0.4 * 0.03 * span Then
                aequidistantEta = True
            Else
                aequidistantEta = False
        End If
End Function
'Kontrolle der einfachen Deckung der Momentenlinie
Private Function aequidistantMpl(Mplrd1, Mplard)
        If Mplrd1 > 2.5 * Mplard Then
            aequidistantMpl = False
            Else
            aequidistantMpl = True
        End If
End Function
'Aufrunden der Werte
Private Function Aufrunden(value)
    If Int(value) = Int(value * 1000000000) / 1000000000 Then
        Aufrunden = value
    Else
        Aufrunden = Int(value) + 1
    End If
End Function

Private Function beffektiv(SpannweiteSfp, bvorhanden)
Dim k1k As Double
```

```
Dim k2k As Double
Dim k3k As Double
Dim k4k As Double
Dim k5k As Double
k1k = -0.192075491
k2k = 0.712263271
k3k = -0.047107588
k4k = 1.216675002
k5k = 5.476884308
If bvorhanden > SpannweiteSfp Then
    beffektiv = SpannweiteSfp / 8
Else
    beffektiv = (1 - tanhyp(k5k * (bvorhanden / SpannweiteSfp) ^ k4k + k3k) * k2k + k1k
        * (bvorhanden / SpannweiteSfp)) * bvorhanden
End If
End Function


Private Function alphaRBest(epsc)
Dim epsclokal As Double
epsclokal = epsc * 1000
If epsclokal > 2 Then
    alphaRBest = (3 * epsclokal - 2) / (3 * epsclokal)
Else
    alphaRBest = epsc * (6 - epsclokal) / 12
End If
End Function

Private Function kaplha(epsc)
Dim epsclokal As Double
epsclokal = epsc * 1000
If epsclokal > 2 Then
    kaplha = (epsclokal * (3 * epsclokal - 4) + 2) / (2 * epsclokal * (3 * epsclokal -
        2))
Else
    kaplha = (8 - epsclokal) / (4 * (6 - epsclokal))
End If
End Function

Private Function pi()
pi = 3.14159265358979
End Function

Private Function tanhyp(x)
tanhyp = sinhyp(x) / Coshyp(x)
End Function

Private Function sinhyp(x)
    sinhyp = (Exp(x) - Exp(-x)) / 2
End Function
Private Function Coshyp(x)
    Coshyp = (Exp(x) + Exp(-x)) / 2
End Function

Private Function translateReihe(value)
If value = True Then
    translateReihe = "zweireihiger"
Else
    translateReihe = "einreihiger"
End If
End Function

Private Function PrdKoboBestimmen(fukKobo, dkobo, hkobo, fck, Ecm)
Dim Prd1 As Double
Dim Prd2 As Double
Dim alphaKobo As Double
 'Festigkeiten der Kobos bestimmen
    Prd1 = 0.8 * fukKobo * pi() * dkobo ^ 2 / 4 / 1.25
    If hkobo / dkobo >= 4 Then
        alphaKobo = 1#
    Else
        alphaKobo = 2
```

```
        MsgBox ("Hhe Kobo nicht eingehalten --> anderer Druchmesser whlen, bzw.
            nachschauen in der Norm")
        rsControls.MoveNext
        rsControls.Close
        cnControls.Close
        Exit Function
    End If
    Prd2 = 0.25 * alphaKobo * dkobo ^ 2 * (fck * Ecm) ^ 0.5 / 1.25
    Ausgabe.AusgabeWerte "Max. Last bei Versagen des Dbels Prd1", runden(Prd1) & "N"
    Ausgabe.AusgabeWerte "Max. Last bei Versagen des Betons Prd2", runden(Prd2) & "N"

    If Prd1 > Prd2 Then Prd1 = Prd2
  PrdKoboBestimmen = Prd1
End Function

Private Function PrdKoboLiegenderKobo(fck, Ecm, fukKobo, hkobo, dkobo, arand,
    AbstandKobo, sAbstandBue, Lage)
Dim Af As Double
Dim PrdLieKobo As Double
Dim gammaM As Double
gammaM = 1.25
    If Lage = "Rand" Then
        Af = 1#
    Else
        Af = 1.14
    End If

    PrdLieKobo = 1.42 * (fck * dkobo * arand) ^ 0.4 * (AbstandKobo / sAbstandBue) ^ 0.3
        * Af / gammaM * 1000

    If PrdLieKobo > PrdKoboBestimmen(fukKobo, dkobo, hkobo, fck, Ecm) Then
            PrdKoboLiegenderKobo = PrdKoboBestimmen(fukKobo, dkobo, hkobo, fck, Ecm)
        Else
            PrdKoboLiegenderKobo = PrdLieKobo
    End If
    Ausgabe.AusgabeWerte "Max. Last bei Versagen des liegenden Dbels Prd3", PrdLieKobo
        & "N"
End Function

Function Mindestbewehrung(Betonflaeche, Avorhanden)
If Avorhanden > 0.002 * Betonflaeche Then
    Mindestbewehrung = Avorhanden
Else
    Mindestbewehrung = 0.002 * Betonflaeche
End If
End Function
```

B.15 Bestimmung der Verformung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integriertem Slim-Floor-Profil

```
Attribute VB_Name = "SFPVerformungsnachweis"
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Function SFPVerformung()

    Dim tabname As String
    Dim DWLBSB As Double
    Dim GLBSB As Double
    Dim DWL As Double
    Dim GL As Double
    Dim SpannweiteSfp As Double
    Dim SpannweiteBsb As Double
    Dim hob As Double
    Dim hoh As Double
    Dim effbb As Double
```

```
    Dim RH As Double
    Dim AC_in_m As Double
    Dim u_in_m As Double
    Dim t0_h  As Double
    Dim t_h As Double
    Dim phib As Double
    Dim zages As Double
    Dim tausklinkungUnten As Double
    Dim ast As Double
    Dim Jres As Double
    Dim fDWL As Double
    Dim fGL As Double
    Dim J00res As Double
    Dim Ji0neta1 As Double
    Dim fDWL00 As Double
    Dim fs00 As Double
    Dim fcm As Double
    Dim neta As Double
    Dim qtrag As Double
    Dim EBeton As Double
    Dim Ea As Double
    Dim Aa As Double
    Dim Astahl As Double
    Dim Jya As Double
    Dim eshr As Double
    Dim t0_s As Double
    Dim tolHBV As Double
    Dim hupe As Double
    Dim bupe As Double
    Dim rhoflansch As Double
    Dim bflansch As Double
    Dim hflansch As Double
    Dim mupe As Double
    Dim rhoBeton As Double
    Dim EGSBV As Double
    'Feste Variablen
    Dim aBew As Double
        aBew = 0
    Dim zbew As Double
        zbew = 1
    Dim EBew As Double
        EBew = 0

Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Verformungsnachweis des Stahl-Beton-Verbundtrgers
    (Slim-Floor-Profil)", " "
Ausgabe.AusgabeWerte "Berechnung nach Fries fr Slim-Floor-Trger", " "

cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell

    tabname = "Verwendete_Betongte"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        rsControls.MoveFirst
        fcm = rsControls.Fields("fck").value + 8
        EBeton = rsControls.Fields("E").value
        rhoBeton = rsControls.Fields("Roh").value
    rsControls.Close

    tabname = "Verwendete_Stahlgte"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        rsControls.MoveFirst
        Ea = rsControls.Fields("E").value
        rhoflansch = rsControls.Fields("Roh").value
    rsControls.Close

    tabname = "GeometrieSFP"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        rsControls.MoveFirst
        neta = rsControls.Fields("VDueGrad").value
```

```
    Aa = rsControls.Fields("Aa").value
    Jya = rsControls.Fields("Jya").value
    effbb = rsControls.Fields("beff").value
    Astahl = Aa
rsControls.Close

tabname = "Gebrauchslast"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    rsControls.MoveFirst
    DWLBSB = rsControls.Fields("Dauernd_BSB").value
    GLBSB = rsControls.Fields("Gesamtlast_BSB").value
rsControls.Close
tabname = "Geometrie"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    SpannweiteSfp = rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value * 1000
    SpannweiteBsb = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value * 1000
    hoh = rsControls.Fields("Hhe_Brettstapel").value
    hob = rsControls.Fields("Hhe_Betonplatte").value
    tausklinkungUnten = rsControls.Fields("Ausklinkung_unten").value
    zages = (rsControls.Fields("UPE_A").value * rsControls.Fields("UPE_ez").value +
    (rsControls.Fields("UPE_b").value + rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value /
        2) * rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value *
        rsControls.Fields("Breite_Flansch").value)
    / (rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value *
        rsControls.Fields("Breite_Flansch").value +
        rsControls.Fields("UPE_A").value)
    tolHBV = rsControls.Fields("ToleranzAusklinkung").value
    hupe = rsControls.Fields("UPE_h").value
    bupe = rsControls.Fields("UPE_b").value
    mupe = rsControls.Fields("UPE_Gewicht").value
    bflansch = rsControls.Fields("Breite_Flansch").value
    hflansch = rsControls.Fields("Dicke_Flansch").value
rsControls.Close

tabname = "DesignSBVGesamtschnittgren"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    qtrag = rsControls.Fields("qLastmax").value
rsControls.Close


tabname = "Umgebungsbedingungen"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    RH = rsControls.Fields("RH").value
    t0_h = rsControls.Fields("Erstbelastung").value * 24
    t0_s = rsControls.Fields("Nachbehandlung").value
rsControls.Close
AC_in_m = hob * effbb / 1000 / 1000
u_in_m = effbb / 1000
t_h = 50 * 24
t_h = t_h * 365
tabname = "OptionenLangzeitverhalten"
rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
    If rsControls.Fields("DIN1045").value = True Then
        phib = Kriechen_Beton_DIN1045(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
        eshr = -eshr_best_DIN1045()
        Else
        If rsControls.Fields("EC2").value = True Then
            phib = Kriechen_Beton_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, fcm, t0_h, t_h)
            eshr = -eshr_best_EC2(AC_in_m, u_in_m, RH, t0_s, fcm)
            Else
            MsgBox ("Panik, keine Auswahl des Berechnungsmodels")
            frmOption.Show
            Exit Function
        End If
    End If
rsControls.Close
```

```
    Ausgabe.AusgabeWerte " Kriechzahl des Betons des SFP (Verformung):", phib
    Ausgabe.AusgabeWerte " Schwinddehnung des Betons des SFP (Verformung):", eshr

    ' Bestimmung des Eigengewichts des Slim-Floor-Profils
    ' Umrechnen vo kg/m auf N/mm
    rhoBeton = rhoBeton / 1000 ^ 3 * 1000 * 0.01
    '                      ^          ^       ^-- 100g = 1 N
    '                      |          |-- 1 kg = 1000g
    '                     |--- 1m = 1000mm
    rhoflansch = rhoflansch / 1000 ^ 3 * 1000 * 0.01
    ' Umrechnung von kg/m auf g/mm auf N/mm
    mupe = mupe * 0.01
    '           ^--100g = 1 N
    'Anteil Beton
    EGSBV = rhoBeton * (tolHBV * 2 * bupe + (hoh - bupe) * (2 * tolHBV + hupe))
    'Anteil UPE
    EGSBV = EGSBV + mupe
    'Anteil Flansch
    EGSBV = EGSBV + hflansch * bflansch * rhoflansch

' Bestimmung der dauernd wirkenden Last auf den SFP (25% Erhhung da Durchlaufwirkung
    der BSB-Decke)
    DWL = 1.25 * DWLBSB * SpannweiteBsb + EGSBV
    GL = 1.25 * GLBSB * SpannweiteBsb + EGSBV

    tabname = "Gebrauchslast"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        If rsControls.EOF = True And rsControls.BOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.MoveFirst
        rsControls.Fields("Dauernd_SFP").value = DWL
        rsControls.Fields("Gesamtlast_SFP").value = GL
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close

Ausgabe.AusgabeWerte "Dauernde Gebrauchslast (SFP) = 1.25 * DWLBSB * SpannweiteBsb +
    EG_Stahl-Beton", rundenge(DWL, 2)
Ausgabe.AusgabeWerte "kurzzeitige Gesamtlast (SFP) = 1.25 * GLBSB * SpannweiteBsb+
    EG_Stahl-Beton", rundenge(GL, 2)

'Zeitpunkt t=0
    ' Querschnittswerte bestimmen
    ast = hob / 2 + hoh - bupe - tausklinkungUnten + zages
    Ausgabe.AusgabeWerte "Innerer Hebelarm der SFP", rundenge(ast, 2)

    Jres = JBer(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton, EBew, Ea, ast, Astahl, Jya, 0,
        "rein elastisch")
    Ausgabe.AusgabeWerte "elastische Biegesteifigkeit des SBV-Trgers mit integriertem
        Slim-Floor", rundenge(Jres, 2)
    ' Verformungsbestimmung
    Ausgabe.AusgabeWerte "el. Verformungsberechung mit 5 / 384 * Last * SpannweiteSfp ^
         4 / (Ea * Jres)", " "

    fDWL = 5 / 384 * DWL * SpannweiteSfp ^ 4 / (Ea * Jres)
    Ausgabe.AusgabeWerte "Elastische Verformung unter dauernd wirkender Last ",
        rundenge(fDWL, 2)

    fGL = 5 / 384 * GL * SpannweiteSfp ^ 4 / (Ea * Jres)
    Ausgabe.AusgabeWerte "Elastische Verformung unter gesamter Last ", rundenge(fGL, 2)

' Zeitpunkt t=00
    ' Querschnittswerte bestimmen
    ' Kriechen
    Jres = JBer(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton, EBew, Ea, ast, Astahl, Jya, phib,
        "Kriechen")
    Ausgabe.AusgabeWerte "Biegesteifigkeit des SBV-Trgers mit integriertem Slim-Floor
        inkl. Kriechen", runden(Jres)

    ' Kriechverformung
    fDWL00 = 5 / 384 * DWL * SpannweiteSfp ^ 4 / Ea / Jres
    Ausgabe.AusgabeWerte "Kriechverformung", rundenge(fDWL00 - fDWL, 2)
```

```
    ' Schwindverformung
    Jres = JBer(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton, EBew, Ea, ast, Astahl, Jya, phib,
        "Schwinden")

    fs00 = 0.5 * SpannweiteSfp / 4 * Mschwinden(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton,
        EBew, Ea, ast, Astahl, phib, eshr, Jya) * SpannweiteSfp / Ea / Jres
    Ausgabe.AusgabeWerte "Schwindverformung des SBV-Trgers", rundenge(fs00, 2)

' Verformung rausschreiben
    tabname = "NachweisSFP"
    rsControls.Open "select * from " & tabname, cnControls, adOpenKeyset,
        adLockOptimistic
        rsControls.MoveFirst
        If rsControls.BOF = True And rsControls.EOF = True Then rsControls.AddNew
        rsControls.Fields("Elastische_Gesamtdurchbiegung") = fGL
        rsControls.Fields("Elastische_EGdurchbiegung") = fDWL
        rsControls.Fields("EGdurchbiegung00") = fDWL00
        rsControls.Fields("SchwindenVerformung") = fs00
        rsControls.Fields("GesamteDurchbiegunT00") = fGL - fDWL + fDWL00 + fs00
        rsControls.Fields("Zuwachs_Kriechen_Schwinden_Verkehr").value = fGL - 2 * fDWL
            + fDWL00 + fs00
        rsControls.MoveNext
    rsControls.Close
    cnControls.Close
SFPVerformung = True
frmSFPNachweisAktuell.Show
End Function


Private Function Mschwinden(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton, EBew, Ea, ast, Astahl,
     phib, eshr, Jya)
Dim Ns As Double
    Dim Ac0 As Double
    Dim Ic0 As Double
    Dim Astges As Double
    Dim Ai0 As Double
    Dim zi0 As Double
    Dim Si0 As Double
    Dim Ii0 As Double
    Dim alphaF As Double
    Dim alphal As Double
    Dim psiF As Double
    Dim psiJ As Double
    Dim Jstreinerel As Double
    Dim phibb As Double
    Dim spktBeton As Double

    Dim i As Integer
    Ns = eshr * EBeton * hob * effbb / (1 + 0.8 * phib)
    Ausgabe.AusgabeWerte "Schwinddehnung im SBV-Trager", eshr
    Ausgabe.AusgabeWerte "Normalkraft infolge Schwinden = eshr * EBeton * hob * effbb /
        (1 + 0.8 * phib)", Ns
    phibb = 0
      For i = 0 To 1
        Ac0 = effbb * hob * EBeton / (Ea * (1 + psiF * phibb))
        spktBeton = (EBeton / (1 + psiJ * phibb) * hob ^ 3 * effbb + EBew * aBew *
            zbew) / (EBew * aBew + EBeton / (1 + psiJ * phibb) * hob * effbb)
        Ic0 = EBeton / (Ea * (1 + psiJ * phibb)) * hob ^ 3 * effbb / 12 + EBeton / (Ea
            * (1 + psiF * phib)) * hob * effbb * (hob / 2 - spktBeton) ^ 2 + EBew / Ea
            * aBew * (zbew - spktBeton) ^ 2
        Astges = Astahl + aBew
        Ai0 = Ac0 + Astges
        zi0 = Astges * ast / Ai0
        Si0 = zi0 * Ac0
        Ii0 = Ic0 + Jya + Si0 * ast
        alphaF = Astges * Jya / (Ai0 * (Ii0 - Ic0))
        alphal = Jya / (Ic0 + Jya)
         psiF = 0.5 + 0.05 * alphaF * phib
         psiJ = 0.5 + 0.08 * alphal * phib
        phibb = phib
    Next
```

```
    Mschwinden = Ns * zi0
    Ausgabe.AusgabeWerte "Hebelarm des Schwindens", zi0
    Ausgabe.AusgabeWerte "Moment infolge Schwinden", Mschwinden
End Function

Private Function JBer(hoh, hob, effbb, aBew, zbew, EBeton, EBew, Ea, ast, Astahl, Jya,
    phib, AType)
    Dim Ac0 As Double
    Dim Ic0 As Double
    Dim Astges As Double
    Dim Ai0 As Double
    Dim zi0 As Double
    Dim Si0 As Double
    Dim Ii0 As Double
    Dim alphaF As Double
    Dim alphaI As Double
    Dim psiF As Double
    Dim psiJ As Double
    Dim Jstreinerel As Double
    Dim phibb As Double
    Dim i As Integer
    Dim spktBeton As Double
    Dim Jsteineriel As Double
    phibb = 0
    psiF = 0
    psiJ = 0
      For i = 0 To 1
      effbb = 1500
      EBeton = 32000
        Ac0 = effbb * hob * EBeton / (Ea * (1 + psiF * phibb))
        spktBeton = (EBeton / (1 + psiJ * phibb) * hob * effbb * hob / 2 + EBew * aBew
            * zbew) / (EBew * aBew + EBeton / (1 + psiJ * phibb) * hob * effbb)
        Ic0 = EBeton / (Ea * (1 + psiJ * phibb)) * hob ^ 3 * effbb / 12 + EBeton / (Ea
            * (1 + psiF * phib)) * hob * effbb * (hob / 2 - spktBeton) ^ 2 + EBew / Ea
            * aBew * (zbew - spktBeton) ^ 2
        Astges = Astahl
        Ai0 = Ac0 + Astges
        zi0 = Astges * ast / Ai0
        Si0 = zi0 * Ac0
        Ii0 = Ic0 + Jya + Si0 * ast
        alphaF = Astges * Jya / (Ai0 * (Ii0 - Ic0))
        alphaI = Jya / (Ic0 + Jya)
        If AType = "Schwinden" Then
            psiF = 0.5 + 0.05 * alphaF * phib
            psiJ = 0.5 + 0.08 * alphaI * phib
        Else
            psiF = 1 / (1 - 0.5 * alphaF * phib + 0.08 * (alphaF * phib) ^ 2)
            psiJ = 1 / (1 - 0.5 * alphaI * phib + 0.08 * (alphaI * phib) ^ 2)
        End If
        phibb = phib
    Next
        Jsteineriel = Ac0 * zi0 * ast

    JBer = Jya + Ic0 + Ac0 * zi0 * ast
End Function
```

B.15.1 Schwingungsnachweis

```
Attribute VB_Name = "Schwingung"
' Modul zur Berechnung der Begrenzung der Schwingung
' Berechnung analog HAMM/Kreuzinger
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Sub Schwingungsnachweis()
' Bestimmung der Verformung
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
rsControls.Open "select * from NachweisSFP", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
Dim Verformsfp As Double
```

```
    Verformsfp = rsControls.Fields("Elastische_EGDurchbiegung").value
rsControls.Close
rsControls.Open "select * from HBVTeilSchnittgruppen_t_0", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
Dim VerformBSB As Double
    rsControls.MoveFirst
    Do While rsControls.Fields("Bezeichner").value <> "max. Verformung aus dauernd
        wirkende Lasten"
        rsControls.MoveNext
    Loop
    VerformBSB = rsControls.Fields("permanent").value
rsControls.Close
'Bestimmung der Masse
rsControls.Open "select * from Gebrauchslast", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
rsControls.MoveFirst
Dim dwmasseBSB As Double
    dwmasseBSB = rsControls.Fields("Dauernd_BSB").value / 9.81 * 1000 ^ 2
Dim dwmasseSFP As Double
    dwmasseSFP = rsControls.Fields("Dauernd_SFP").value / 9.81 * 1000 ^ 2
rsControls.Close
' Geometrie einlesen
rsControls.Open "select * from Geometrie", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
rsControls.MoveFirst
Dim spanBSB As Double
    spanBSB = rsControls.Fields("Spannweite_Brettstapel").value * 1000
Dim spansfp As Double
    spansfp = rsControls.Fields("Spannweite_Slimfloor").value * 1000
rsControls.Close

'Bestimmung der Eigenfrequenz
Dim Eigenfreq As Double
Eigenfreq = (9.81 * 1000 / (Verformsfp + VerformBSB)) ^ (0.5) / (2 * pi())
Dim EigenfreqBSB As Double
EigenfreqBSB = (9.81 * 1000 / (VerformBSB)) ^ (0.5) / (2 * pi())
Dim EigenfreqSFP As Double
EigenfreqSFP = (9.81 * 1000 / (Verformsfp)) ^ (0.5) / (2 * pi())
'                    ^-- Umrechnung m/s  auf mm/s
rsControls.Open "select * from Schwingung", cnControls, adOpenKeyset, adLockOptimistic
If rsControls.EOF = True And rsControls.BOF = True Then rsControls.AddNew
rsControls.MoveFirst
rsControls.Fields("Eigenfrequenz_HBV_Decke").value = EigenfreqBSB
rsControls.Fields("Eigenfrequenz_SFP_Traeger").value = EigenfreqSFP
rsControls.Fields("Eigenfrequenz_Gesamter_Decke").value = Eigenfreq
' Berechnung der Verformung unter Mannlast
Dim wHBV As Double
Dim wSFP As Double
Dim wges As Double
wHBV = 8 / 5 * 1 / (spanBSB * dwmasseBSB * 9.81 / 1000 ^ 2) * VerformBSB
wSFP = 8 / 5 * 1 / (spansfp * dwmasseSFP * 9.81 / 1000 ^ 2) * Verformsfp
wges = 8 / 5 * 1 / (spansfp * dwmasseSFP * 9.81 / 1000 ^ 2) * (Verformsfp + VerformBSB)
rsControls.Fields("VerformMannlast_HBV_Decke").value = wHBV
rsControls.Fields("VerformMannlast_SFP_Decke").value = wSFP
rsControls.Fields("VerformMannlast_Gesamte_Decke").value = wges
' Berechnung der Beschleunigung
Dim aHBV As Double
Dim aSFP As Double
Dim psi As Double
Dim n As Double
If spanBSB * 1.5 < spansfp Then
    n = spanBSB * 1.5
Else
    n = spansfp
End If
psi = 0.03
' Platte mit der Breite n auf m bezogen
aHBV = 0.4 * 0.1 * 700 / (dwmasseBSB * spanBSB / 1000 * n / 1000 / 4) * 1 / (2 * psi)
' Trger
aSFP = 28 / (spansfp / 1000 * dwmasseSFP * psi)
rsControls.Fields("Beschleungigung_HBV_Decke").value = aHBV
rsControls.Fields("Beschleungigung_SFP_Decke").value = aSFP
rsControls.MoveNext
```

```
cnControls.Close
Ausgabe.AusgabeWerte "\chapter Schwingungsnachweis", ""
Ausgabe.AusgabeWerte "Eigenfrequenz der BSB-Decke", EigenfreqBSB & "Hz"
Ausgabe.AusgabeWerte "Eigenfrequenz der SFP-Decke", EigenfreqSFP & "Hz"
Ausgabe.AusgabeWerte "Eigenfrequenz der gesamten Decke", Eigenfreq & "Hz"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung unter Mannlast der BSB-Decke", wHBV & "mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung unter Mannlast der SFP-Decke", wSFP & "mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Verformung unter Mannlast der gesamten Decke", wges & "mm"
Ausgabe.AusgabeWerte "Beschleungigung der BSB-Decke", aHBV & "m/s"
Ausgabe.AusgabeWerte "Beschleungigung der SFP-Trgers", aSFP & "m/s"
frmSchwingung.Show
End Sub

Private Function pi()
pi = 3.14159265358979
End Function
```

B.15.2 Zusammenstellung der Ausnutzungen des Stahl-Beton-Verbundträgers

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmHBVNachweisAktuell
   Caption         =   "Nachweise der HBV-Decke"
   ClientHeight    =   7320
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4575
   ForeColor       =   &H000000FF&
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   7320
   ScaleWidth      =   4575
   StartUpPosition =   3  'Windows-Standard
   Begin VB.Frame Frame1
      Caption         =   "Ausnutzung der Verformung"
      Height          =   1455
      Left            =   120
      TabIndex        =   11
      Top             =   4920
      Width           =   4335
      Begin VB.Label txtVerkehrsBel
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   28
         Top             =   720
         Width           =   975
      End
      Begin VB.Label txtZuwachsVerform
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   27
         Top             =   1080
         Width           =   1095
      End
      Begin VB.Label txtquasiStaendig
         Caption         =   "Label12"
         Height          =   255
         Left            =   3000
         TabIndex        =   26
         Top             =   240
         Width           =   1095
      End
      Begin VB.Label Label10
         Caption         =   "Zuwachs der Verformung"
         Height          =   255
         Left            =   120
         TabIndex        =   25
         Top             =   1080
         Width           =   2055
```

```
    End
    Begin VB.Label Label9
       Caption         =   "Quasi-st ndige Bemessungsituation"
       Height          =   495
       Left            =   120
       TabIndex        =   13
       Top             =   240
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label8
       Caption         =   "Verkehrsbelastung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   12
       Top             =   720
       Width           =   2175
    End
End
Begin VB.Frame FrameVBM
    Caption         =   "Ausnutzung im Verbindungsmittel"
    Height          =   615
    Left            =   120
    TabIndex        =   9
    Top             =   4200
    Width           =   4335
    Begin VB.Label txtAbscheren
       Caption         =   "Label10"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   24
       Top             =   240
       Width           =   855
    End
    Begin VB.Label Label11
       Caption         =   "Abscherbeanspruchung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   10
       Top             =   240
       Width           =   2175
    End
End
Begin VB.Frame FrameBetonNachweise
    Caption         =   "Ausnutzung im Beton"
    Height          =   1935
    Left            =   120
    TabIndex        =   5
    Top             =   2160
    Width           =   4335
    Begin VB.Label txtRisstiefe
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   23
       Top             =   1440
       Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label Label1
       Caption         =   "Maximale Risstiefe"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   22
       Top             =   1440
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label txtRandspanBeton
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   21
       Top             =   360
       Width           =   615
```

```
    End
    Begin VB.Label txtMinRandSpanBeton
       Caption         =   "Label1"
       ForeColor       =   &H00000000&
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   20
       Top             =   720
       Width           =   615
    End
    Begin VB.Label txtQuerkraftBEton
       Caption         =   "Label1"
       Height          =   255
       Left            =   3000
       TabIndex        =   19
       Top             =   1080
       Width           =   1215
    End
    Begin VB.Label Label7
       Caption         =   "Maximale Randspannung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   8
       Top             =   360
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label6
       Caption         =   "Erf. Bewehrung f r Querkraft"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   7
       Top             =   1080
       Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label3
       Caption         =   "Minimale Randspannung"
       Height          =   255
       Left            =   120
       TabIndex        =   6
       Top             =   720
       Width           =   1815
    End
End
Begin VB.CommandButton cmdOK
   Caption         =   "&OK"
   Height          =   615
   Left            =   1080
   TabIndex        =   4
   Top             =   6600
   Width           =   2535
End
Begin VB.Frame frameHolzNachweise
   Caption         =   "Ausnutzung im Holz"
   Height          =   1935
   Left            =   120
   TabIndex        =   0
   Top             =   120
   Width           =   4335
   Begin VB.Label txtAusklinkungHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   18
      Top             =   1560
      Width           =   735
   End
   Begin VB.Label Label14
      Caption         =   "Ausklinkung"
      Height          =   255
      Left            =   120
      TabIndex        =   17
      Top             =   1560
```

```
      Width           =   1815
    End
    Begin VB.Label txtSchubHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   16
      Top             =   720
      Width           =   735
    End
    Begin VB.Label txtAuflagerHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   15
      Top             =   1200
      Width           =   735
    End
    Begin VB.Label txtRandSpHo
      Caption         =   "Label10"
      Height          =   255
      Left            =   3000
      TabIndex        =   14
      Top             =   240
      Width           =   735
    End
    Begin VB.Label Label5
      Caption         =   "Auflagerpressung infolge Querkraft"
      Height          =   375
      Left            =   120
      TabIndex        =   3
      Top             =   1080
      Width           =   1815
    End
    Begin VB.Label Label4
      Caption         =   "Schubspannung infolge Querkraft"
      Height          =   375
      Left            =   120
      TabIndex        =   2
      Top             =   600
      Width           =   2175
    End
    Begin VB.Label Label2
      Caption         =   "Normalspannung"
      Height          =   255
      Left            =   120
      TabIndex        =   1
      Top             =   240
      Width           =   2175
    End
  End
End
Attribute VB_Name = "frmHBVNachweisAktuell"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim rsControls As New ADODB.Recordset
Dim cnControls As New ADODB.Connection

Private Sub cmdOK_Click()
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim check As Boolean
cnControls.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
    frmStart.txtpathaktuell
rsControls.Open "select * from Ausnutzungen", cnControls, adOpenKeyset,
    adLockOptimistic
```

```
frmHBVNachweisAktuell.txtAbscheren = rundenge(rsControls.Fields("HBVVBM").value * 100,
    0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtAbscheren.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("HBVVBM").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtAuflagerHo =
    rundenge(rsControls.Fields("AuflagerpressungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtAuflagerHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("AuflagerpressungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtAusklinkungHo =
    rundenge(rsControls.Fields("AusklinkungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtAusklinkungHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("AusklinkungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtQuerkraftBEton =
    runden(rsControls.Fields("SchubBeton").value) & "cm/m"

frmHBVNachweisAktuell.txtRandspanBeton =
    rundenge(rsControls.Fields("MaxNormalspannungBeton").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtRandspanBeton.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("minNormalspannungBeton").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtRandSpHo =
    rundenge(rsControls.Fields("NormalspannungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtRandSpHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("NormalspannungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtRisstiefe = runden(rsControls.Fields("Risstiefe").value) &
    "mm"

frmHBVNachweisAktuell.txtSchubHo =
    rundenge(rsControls.Fields("SchubspannungHolz").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtSchubHo.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("SchubspannungHolz").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtMinRandSpanBeton =
    rundenge(rsControls.Fields("minNormalspannungBeton").value * 100, 0) & "%"
frmHBVNachweisAktuell.txtMinRandSpanBeton.ForeColor =
    FarbeAnpassen(rsControls.Fields("maxNormalspannungBeton").value)

frmHBVNachweisAktuell.txtZuwachsVerform = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformZuwachs").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtZuwachsVerform.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformZuwachs").value, 200, "gr er")


frmHBVNachweisAktuell.txtquasiStaendig = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformQuasiStaendig").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtquasiStaendig.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformQuasiStaendig").value, 200, "gr er")

frmHBVNachweisAktuell.txtVerkehrsBel = "L/" &
    runden(rsControls.Fields("BezVerformVerkehr").value)
frmHBVNachweisAktuell.txtVerkehrsBel.ForeColor =
    FarbeAnpassenVal(rsControls.Fields("BezVerformVerkehr").value, 300, "gr er")

rsControls.Close
cnControls.Close
End Sub

Private Function FarbeAnpassen(Wert)
    If Wert < 1 Then
        FarbeAnpassen = &H0&
    Else
        FarbeAnpassen = &HFF&
    End If
End Function

Private Function FarbeAnpassenVal(Wert, Wert2, Stri)
    If Stri = "kleiner" Then
```

```
        If Wert < Wert2 Then
            FarbeAnpassenVal = &H0&
        Else
            FarbeAnpassenVal = &HFF&
        End If
    Else
        If Wert > Wert2 Then
            FarbeAnpassenVal = &H0&
        Else
            FarbeAnpassenVal = &HFF&
        End If
    End If
End Function
```

B.16 Erstellen des Ergebnisvektors

```
Attribute VB_Name = "Ausgabe"
Option Explicit
Dim opVal As New ADODB.Recordset
Dim opCon As New ADODB.Connection

Sub AusgabeIni()
    Ausgabe.AusgabeClose
    If opCon.State = 1 Then
        opCon.Close
    End If
    opCon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    opVal.Open "select * from ErgebnisVektor", opCon, adOpenKeyset, adOpenDynamic
End Sub

'Ausgabe schreiben
Sub AusgabeWerte(Text, Wert)
    Dim Laenge As Integer
    Dim MAxNum As Integer
    Dim Leerzeichen As String
    Leerzeichen = " "
    Laenge = Len(Text)
    If opVal.BOF = True And opVal.EOF = True Then
        opVal.AddNew
        opVal.MoveFirst
        opVal.Fields("maxNr").value = 0
        opVal.Fields("lfdNr").value = 0
    End If
    opVal.MoveFirst
    Do While IsNull(opVal.Fields("maxNr").value) = True
        opVal.MoveNext
        If opVal.EOF = True Then Exit Do
    Loop
    MAxNum = opVal.Fields("maxNr").value

        Do While Left(opVal.Fields("String").value, Laenge) <> Text And opVal.EOF =
            False
            opVal.MoveNext
            If opVal.EOF = True Then
                opVal.AddNew
                opVal.MoveFirst
                opVal.Fields("maxNr").value = MAxNum + 1
                opVal.MoveLast
                opVal.Fields("lfdNr").value = MAxNum + 1
                Exit Do
            End If
        Loop
        Debug.Print Text
        opVal.Fields("String").value = Text & Leerzeichen & Wert
        opVal.Update
        opVal.MoveNext
End Sub

Sub AusgabeClose()
```

```
    If opCon.State = 1 Then
    opVal.Close
    opCon.Close
    End If
End Sub
```

B.17 Steuerung des Ausdrucks

```
VERSION 5.00
Begin VB.Form frmAusdruck
   Caption         =   "Ausdruck der Ergebnisse"
   ClientHeight    =   2010
   ClientLeft      =   60
   ClientTop       =   345
   ClientWidth     =   4455
   LinkTopic       =   "Form1"
   ScaleHeight     =   2010
   ScaleWidth      =   4455
   StartUpPosition =   3  'Windows-Standard
   Begin VB.CommandButton cmdNein
      Caption         =   "nein"
      Height          =   855
      Left            =   2280
      TabIndex        =   2
      Top             =   960
      Width           =   1935
   End
   Begin VB.CommandButton cmdYes
      Caption         =   "Ja"
      Height          =   855
      Left            =   240
      TabIndex        =   0
      Top             =   960
      Width           =   1815
   End
   Begin VB.Label Label1
      Caption         =   "Soll ein Ausdruck auf den Standarddrucker erzeugt werden?"
      Height          =   855
      Left            =   360
      TabIndex        =   1
      Top             =   240
      Width           =   3855
   End
End
Attribute VB_Name = "frmAusdruck"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Option Explicit
Dim opVal As New ADODB.Recordset
Dim opCon As New ADODB.Connection


 'definiert den Abstand vom Blattkopf in cm
Const AbstandOben = 2

 'definiert den Abstand vom Blattfuss in cm
Const AbstandUnten = 1

 'definiert den Abstand von der linken Seite in cm
Const AbstandLinks = 2.5

 'definiert den Abstand von der rechten Seite in cm
Const AbstandRechts = 2.5

 'definiert den Abstand zwischen den einzelnen Objekten
Const TextAbstand = 0.1

 'definiert die Rahmenart
```

```
Const RahmenOben = True
Const RahmenUnten = True
Const RahmenLinks = True
Const RahmenRechts = True

 'legt fest, ob die Seiten gezählt werden
Const SeitenZaehlen = True

 'setzt den Zaehler für die Seitenzahlen
Dim Seiten As Integer

Private Sub cmdYes_Click()
  Dim i As Integer
  Dim DruckString As String
  Dim counterChap As Integer
  Dim counterSec As Integer
  Dim counterlfdnr As Integer
  Dim countermaxnr As Integer
    Seiten = 0

     'mit cm skalieren
    Printer.ScaleMode = 7

     'Schriftgröße wählen
    Printer.FontSize = "11"

    Call NeueSeite(False)

    'Datum + Uhrzeit ausgeben
    Call Links(Printer.CurrentY, "Datei: " & frmStart.txtpathaktuell)
    Call Links(Printer.CurrentY, "Erstellt am " & Date & " um " & Time & "Uhr")

    ' Datenbank öffnen
    opCon.Open "Provider=" & frmStart.txtprovider & ";Data source=" &
        frmStart.txtpathaktuell
    opVal.Open "select * from ErgebnisVektor", opCon, adOpenKeyset, adLockOptimistic
    opVal.MoveFirst

    Do While IsNull(opVal.Fields("maxNr").value) = True
        opVal.MoveNext
        If opVal.EOF = True Then Exit Do
    Loop

    countermaxnr = opVal.Fields("maxNr").value

    Do While opVal.EOF = False
        opVal.MoveFirst
        'kontrolle der Ausgabe der richtgien Reihenfolge
        If counterlfdnr > countermaxnr Then
            Exit Do
        End If
        Do While opVal.Fields("lfdNr").value <> counterlfdnr
            opVal.MoveNext
        Loop
        counterlfdnr = counterlfdnr + 1
      'Formatieren der Ausgabe
        Select Case Left(opVal.Fields("String").value, 8)
        Case "\chapter"
            counterSec = 0
            counterChap = counterChap + 1
            Printer.FontSize = "12"
            Printer.FontBold = True
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
            Call Links(Printer.CurrentY, counterChap & ". " &
                Right(opVal.Fields("String").value, Len(opVal.Fields("String").value) -
                8))
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
        Case "\section"
            counterSec = counterSec + 1
            Printer.FontSize = "12"
            Printer.FontBold = False
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
```

```
            Call Links(Printer.CurrentY, counterChap & "." & counterSec & ". " &
                Right(opVal.Fields("String").value, Len(opVal.Fields("String").value) -
                 8))
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
        Case "\subsect"
            Printer.FontSize = "10"
            Printer.FontBold = True
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
            Call Links(Printer.CurrentY, Right(opVal.Fields("String").value,
                Len(opVal.Fields("String").value) - 11))
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
        Case "\subsubs"
            Printer.FontSize = "10"
            Printer.FontBold = False
            Printer.FontItalic = True
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
            Call Links(Printer.CurrentY, "--" & Right(opVal.Fields("String").value,
                Len(opVal.Fields("String").value) - 14))
            Call Links(Printer.CurrentY, " ")
        Case Else
           'Schriftgr e whlen
            Printer.FontSize = "10"
            Printer.FontBold = False
            Call Links(Printer.CurrentY, opVal.Fields("String").value)
        End Select
    Loop
    Printer.EndDoc
    opVal.Close
    opCon.Close
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub

Private Sub NeueSeite(Newpage As Boolean)
  If Newpage = True Then
    Printer.Newpage
  End If

  Seiten = Seiten + 1

  If RahmenOben = True Then Printer.Line _
      (0 + AbstandLinks - TextAbstand, 0 + AbstandOben - _
      TextAbstand)-(Printer.ScaleWidth - AbstandRechts + _
      TextAbstand, 0 + AbstandOben - TextAbstand)

  If RahmenUnten = True Then Printer.Line _
      (0 + AbstandLinks - TextAbstand, Printer.ScaleHeight - _
      AbstandUnten + TextAbstand)-(Printer.ScaleWidth - _
      AbstandRechts + TextAbstand, Printer.ScaleHeight - _
      AbstandUnten + TextAbstand)

  If RahmenLinks = True Then Printer.Line _
      (0 + AbstandLinks - TextAbstand, 0 + AbstandOben - _
      TextAbstand)-(0 + AbstandLinks - TextAbstand, _
      Printer.ScaleHeight - AbstandUnten + TextAbstand)

  If RahmenRechts = True Then Printer.Line _
      (Printer.ScaleWidth - AbstandLinks + TextAbstand, 0 + _
      AbstandOben - TextAbstand)-(Printer.ScaleWidth - _
      AbstandLinks + TextAbstand, Printer.ScaleHeight - _
      AbstandUnten + TextAbstand)

  If SeitenZaehlen = True Then
    If RahmenUnten = False Then
      Printer.CurrentY = (Printer.ScaleHeight - AbstandUnten + _
            TextAbstand)

      Printer.CurrentX = (Printer.ScaleWidth - _
            Printer.TextWidth("- Seite " + Str(Seiten) + " -")) / 2

      Printer.Print "- Seite " + Str(Seiten) + " -"
    Else
```

```
      Printer.CurrentY = (Printer.ScaleHeight - AbstandUnten + _
            TextAbstand + 0.1)

      Printer.CurrentX = (Printer.ScaleWidth - _
            Printer.TextWidth("- Seite " + Str(Seiten) + " -")) / 2

      Printer.Print "- Seite " + Str(Seiten) + " -"
    End If
  End If

  Printer.CurrentY = AbstandOben
End Sub


'Ausgabe Zentriert ausgeben
Private Sub Zentriert(Height As Single, strText As String)
  If Printer.CurrentY + Printer.TextHeight(strText) >= _
   Printer.ScaleHeight - AbstandUnten Then
    Call NeueSeite(True)
    Height = Printer.CurrentY
  End If

   'hiermit wird der Text auf der X-Kooradinate zentriert
   'Schema: Seitenbreite - Textbreite / 2
  Printer.CurrentX = (Printer.ScaleWidth - _
          Printer.TextWidth(strText)) / 2

  Printer.CurrentY = Height
  Printer.Print strText
End Sub

'Ausgabe rechts ausgeben
Private Sub Rechts(Height As Single, strText As String)
  If Printer.CurrentY + Printer.TextHeight(strText) >= _
    Printer.ScaleHeight - AbstandUnten Then
      Call NeueSeite(True)
      Height = Printer.CurrentY
  End If

   'hiermit wird der Text auf der X-Kooradinate zentriert
   'Schema: Seitenbreite - Textbreite - AbstandvonRechts
  Printer.CurrentX = (Printer.ScaleWidth - _
        Printer.TextWidth(strText) - AbstandRechts)
  Printer.CurrentY = Height
  Printer.Print strText
End Sub

'Ausgabe links ausgeben
Private Sub Links(Height As Single, strText As String)
  If Printer.CurrentY + Printer.TextHeight(strText) >= _
    Printer.ScaleHeight - AbstandUnten Then
      Call NeueSeite(True)
      Height = Printer.CurrentY
  End If

   'hiermit wird der Text auf der X-Kooradinate zentriert
   'Schema: 0 + AbstandvonLinks
  Printer.CurrentX = (0 + AbstandLinks)
  Printer.CurrentY = Height
  Printer.Print strText
End Sub

Private Sub cmdNein_Click()
Steuerung.Knoepfe (True)
Unload Me
End Sub
```

C Ausdrucksprotokoll des Berechnungsprogramms

Datei: N:\DBU\Bemessungstools\BsBVISFP\Beispiel.mdb
Erstellt am 21.06.2006 um 13:26:24Uhr

1. Eingabe der Spannweite

Spannweite der Brettstapel-Beton-Verbunddecke 8m
Spannweite des Stahl-Beton-Verbundträgers 6m

2. Belastung

2.1. Eingegebene Belastungen

Ausbaulast 1kN/m²; KLED: dauernd; gamma_f: 1.35
Verkehrslast 1.5kN/m²; KLED: kurz; gamma_f: 1.5
quasi permanente Verkehrslast 1kN/m²; KLED: kurz; gamma_f: 1.5
Zusatzbelastung 0kN/m²; KLED: dauernd; gamma_f: 1.5
zweite Zusatzbelastung 0kN/m²; KLED: dauernd; gamma_f: 1.5

2.2. Kombinierte Belastungen

gamma_f * g + gamma_f * p bzw.
gamma_f * g + psi_2 *Summe(gamma_(f,i) * p_i)
KLED dauernd: 1.35kN/m²
KLED lang: 1.35kN/m²
KLED Mittel: 1.35kN/m²
KLED kurz: 5.1kN/m²
KLED sehr kurz: 5.1kN/m²

3. Verwendete Materialien

3.1. Übersicht

Holz: C24
Beton: C20/25
Stahl; UPE: S235
Stahl; Flansch: S235
Bewehrungsstahl: BSt 420 S

3.2. Holz: C24

char. Biegefestigkeit fmk: 24 N/mm²
char Zugfestigkeit parallel Faser ft0k: 14 N/mm²
char Druckfestigkeit 90° fc90k: 2.5 N/mm²
char Schubfestigkeit fVk: 2 N/mm²
Mittlerer E-Modul E_mean: 11000 N/mm²
5%-Fraktilwert des E-Moduls E005: 7333 N/mm²
Roh-Dichte des Holzes: 350 kg/m³

3.3. Beton: C20/25

Char Druckfestigfkeit fck: 20 N/mm²
Mittlere Druckfestigkeit: 28 N/mm²
5%-Fraktilwert der Zugspannung: 1.5 N/mm²
E-Modul: 29000 N/mm²
Maximale Dehnung: -0.0035 [--]
Dauerstandsbeiwert: 0.85 [--]
Schubfestigkeit: 0.24 N/mm²
Roh-Dichte: 2500 N/mm³
verwendeter Bewehrungsstahl: BSt 420 S
Char. Zugfestigkeit der Bewehrung fsk: 500 N/mm²

- Seite 1 -

3.4. Stahlgüte des UPEs: S235

Char. Festigkeit fyk (UPE): 235 N/mm²
E-Modul (UPE): 210000 N/mm²

3.5. Stahlgüte des Flansches: S235

Char. Festigkeit fyk (Flansch): 235 N/mm²
E-Modul (Flansch): 210000 N/mm²

4. Eingegebene Geometriedaten

4.1. Abmessung der Bretstapelelemente

Brettstapelhöhe: 220 mm
Ausklinkung oben: 0 mm
Ausklinkung_unten: 0 mm
Länge der oberen Ausklinkung: 0 mm
ToleranzAusklinkung: 0 mm
Abstand zwischen UPE und Brettstapel: 50 mm
Auflagerlänge des Brettstapels auf Flachstahl: 50 mm

4.2. Abmessung der Betonplatte

Höhe_Betonplatte: 200 mm
Betondeckung der Bewehrung: 30 mm

4.3. Abmessung des UPEs

gewähltes UPE: UPE200 mit folgenden Querschnittsdaten:
Höhe (UPE): 200 mm
Breite (UPE): 80 mm
Stegdicke (UPE): 6 mm
Flanschdicke (UPE): 11 mm
Fläche (UPE): 2900 mm²
Trägheitsmoment (UPE): 1873000 mm^4
Eigengewicht (UPE): 22.8 kg/m

4.4. Abmessung des Flansches

Dicke des Flansches: 25 mm
Breite des Flansches: 400 mm

4.5. Schweissnaht zwischen UPE und Flansch

Schweißnahtdicke: 5 mm
Beiwert für die Schweißnahtfestigkeit: 0.95 [-]

5. Verbindung zwischen Holz und Beton

gew. VBM: Kerven (Holz: C24; Beton C20/25; Tiefe: 2cm; Länge: 20 cm; Vorholzlänge 25cm)
Tragfähigkeit: 150 N
Mittlerer Verschiebungsmodul: 429 N/mm
Verschiebungsmodul im Zustand der Tragfähigkeit: 429 N/mm
Abstand in Spannrichtung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke: 400 mm
Abstand senkrecht zur Spannrichtung der Brettstapel-Beton-Verbunddecke: 1 mm

6. Umgebungsbedingungen + Herstellung

6.1. Umgebungsbedingungen

mittlere Luftfeuchte: 50%
Schwankung der Luftfeuchte: 15%
Nutzungsklasse: 1

6.2. Herstellung

Dauer der Nachbehandlung: 7 Tage
Zeitpunkt der Erstbelastung: 14 Tage

7. Gesamtschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke (Tragfähigkeit)

Diese Schnittgrößen sind unabhängig vom Zeitpunkt,da Kriechen
die globalen Schnittgrößen nicht beeinflusst

7.1. Gesamtschnittgrößen der Holz-Beton-Verbunddecke

Belastung der HBV-Decke in der KLED permanent 1.35kN/m²
Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke für KLED permanent=1.35 * rhoHolz * hobs 1.03kN/m²
Eigengewicht des Betons der HBV-Decke für KLED permanent=1.35 * rhoBeton * hobet 6.75kN/m²
Gesamte Belastung der HBV-Decke für KLED permanent 9.13kN/m²
Gesamtmoment der HBV-Decke für KLED permanent = q*l^2/8 73.11kNm/m
Gesamtquerkraft der HBV-Decke für KLED permanent = q*l/2 36.55kN/m
Belastung der HBV-Decke in der KLED lang 1.35kN/m²
Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke für KLED lang=1.35 * rhoHolz * hobs 1.03kN/m²
Eigengewicht des Betons der HBV-Decke für KLED lang=1.35 * rhoBeton * hobet 6.75kN/m²
Gesamte Belastung der HBV-Decke für KLED lang 9.13kN/m²
Gesamtmoment der HBV-Decke für KLED lang = q*l^2/8 73.11kNm/m
Gesamtquerkraft der HBV-Decke für KLED lang = q*l/2 36.55kN/m
Belastung der HBV-Decke in der KLED mittel 1.35kN/m²
Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke für KLED mittel=1.35 * rhoHolz * hobs 1.03kN/m²
Eigengewicht des Betons der HBV-Decke für KLED mittel=1.35 * rhoBeton * hobet 6.75kN/m²
Gesamte Belastung der HBV-Decke für KLED mittel 9.13kN/m²
Gesamtmoment der HBV-Decke für KLED mittel = q*l^2/8 73.11kNm/m
Gesamtquerkraft der HBV-Decke für KLED mittel = q*l/2 36.55kN/m
Belastung der HBV-Decke in der KLED kurz 5.09kN/m²
Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke für KLED kurz=1.35 * rhoHolz * hobs 1.03kN/m²
Eigengewicht des Betons der HBV-Decke für KLED kurz=1.35 * rhoBeton * hobet 6.75kN/m²
Gesamte Belastung der HBV-Decke für KLED kurz 12.88kN/m²
Gesamtmoment der HBV-Decke für KLED kurz = q*l^2/8 103.11kNm/m
Gesamtquerkraft der HBV-Decke für KLED kurz = q*l/2 51.55kN/m
Belastung der HBV-Decke in der KLED sehr kurz 5.09kN/m²
Eigengewicht des Holzes der HBV-Decke für KLED sehr kurz=1.35 * rhoHolz * hobs 1.03kN/m²
Eigengewicht des Betons der HBV-Decke für KLED sehr kurz=1.35 * rhoBeton * hobet 6.75kN/m²
Gesamte Belastung der HBV-Decke für KLED sehr kurz 12.88kN/m²
Gesamtmoment der HBV-Decke für KLED sehr kurz = q*l^2/8 103.11kNm/m
Gesamtquerkraft der HBV-Decke für KLED sehr kurz = q*l/2 51.55kN/m

7.2. Gesamtschnittgrößen des Stahl-Beton-Verbundträgers

Wegen einer eventuellen Durchlaufwirkung -- verursacht durch die
statistischen Streuungen der Materialien -- muss die Last um 25% erhöht werden
Eigengewicht des Betonanteils am SBV 1.68kN/m
Eigengewicht des UPES am SBV 0.307kN/m
Eigengewicht des Flansches am SBV 1.05kN/m
Gesamtes Eigengewicht des SBV-Trägers 3.05kN/m
Maximale Belastung aus beidseitiger HBV-Decke (25% Erhöhung infolge Durchlaufwirkung) 128.895
Maximale Belastung des SBV-Trägers incl. Eigengewicht 131.95kN/m
Maximale Querkraft des SBV-Trägers 395.85kN
Maximales Biegemoment des SBV-Trägers 593.77kNm

8. Bestimmung der Schnittgrößen der Brettstapel-Beton-Verbunddecke

8.1. Generelles

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt nach Daboan
wobei folgende Gelchungen verwendet werden

Eingangswerte

Hebelarm zwischen den Schwerpunkten der Teilquerschnitte ast
Verbindungsmittelsteifigkeit K
Schwinddehnung eshrc
Gleichstreckenlast w
Abstand der in Reihe geschoben gedachten Verbindungsmittel p

Hilfswerte

Verhältnis der E-Moduli: n0 = E_Holz / E_Beton
Biegesteifigkeit der Teilquerschnitte: I0 = I_Beton / n0 + I_Holz
Beiwert invA0 = n0 / (A_Beton) + 1 / A_Holz
Beiwert invAstrich = ast ^ 2 + I0 * invA0
Beiwert alfa2 = K / (p * E_Holz * I0) * invAstrich
Beiwert alfa = (alfa2) ^ 0.5
Beiwert beta = 1 / invAstrich * p * ast / K
Beiwert A = 1 / (E_Holz * I0)
Beiwert B = K * ast / p
Beiwert C = beta * w
Weitere Integrationskonstanten sind:
~ cfw = -K / p * (1 / 8 * C * L ^ 2 - (C + eshrc) / alfa ^ 2)
~ cphiw = -A * (B * (1 / 8 * C * L ^ 2 - (C + eshrc) / alfa ^ 2) - 1 / 8 * w * L ^ 2)
~ cvw = -A * (B * (1 / 384 * C * L ^ 4 - (C + eshrc) / alfa ^ 4) - 1 / 384 * w * L ^ 4) - 1 / 8 * cphiw * L ^ 2

Schnittgrößen + Verformungen

```
Verformung = A * (B * (1 / 24 * C * x ^ 4 - (C + eshrc) / (alfa ^ 4 * Coshyp(alfa * L / 2)) *
         Coshyp(alfa * x)) - 1 / 24 * w * x ^ 4) + 1 / 2 * cphiw * x ^ 2 + cvw
Schlupf = C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x)
Nbeton = (-K / p * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x))-
 cfw) * -1
NHolz = -K / p * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x)) - cfw
Mbeton = (A * (B * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x))
         - 1 / 2 * w * x ^ 2) + cphiw) * Ec * Ic
MHolz = (A * (B * (1 / 2 * C * x ^ 2 - (C + eshrc) / (alfa ^ 2 * Coshyp(alfa * L / 2)) * Coshyp(alfa * x))
         - 1 / 2 * w * x) + cphiw) * Ea * Ia
Qbeton = (K / p * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x))) * (hp + hc / 2) -
         (A * (B * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ec * Ic
Qholz = (K / p * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x))) * (ha / 2) -
    (A * (B * (C * x - (C + eshrc) / (alfa * Coshyp(alfa * L / 2)) * sinhyp(alfa * x)) - w * x)) * Ea * Ia
```

Bestimmung der Kriechzahlen der HBV-Decke

-- Materialkriechzahlen (HBV-Decke) nach Norm bzw. rheologischem Modell

Kriechzahl des Betons der HBV-Decke: 3.19[-]
Kriechzahl des Holzes der HBV-Decke: 1.04[-]

-- Ermittlung der Verbundkriechzahlen

Durch das unterschiedliche Kriechen beider Werkstoffe ist die elastische Dehnung beider Quershcnittsteile zeitlich nicht konstant. Durch die Veränderung nimmt elastische Dehnung zu bzw. ab. Da aber die Kriechzahl das Verhältnis zwischen Kriechdehnug und elastischer Dehnung ist, wird auch sie durch die Änderung der elastischen Dehnung beeinflusst.

- Seite 4 -

```
Basierend auf [Kreuzinger] wird im Folgenden eine
Verbundkriechzahl bestimmt, die diese Spannungsumlageungen
und die zeitlich unterschiedliche Entwicklung berücksichtigt:
Vorfaktor der Verbundkriechzahlen
psi1 = ((phiHolz * Ab * gamma + phiBeton * Ah * n) * Jb +
       phiBeton * a1s * a1s * gamma * n * Ah * Ab) * Jh +
       phiHolz * gamma * Jb * a2s * a2s * Ah * Ab
psi2 = ((Ab * gamma + Ah * n) * Jb + a1s * a1s * gamma * n * Ah * Ab) * Jh
        + gamma * Jb * a2s * a2s * Ab * Ah
psi = psi1 / psi2
mit: gamma = Kennzahl des Verbunds nach DIN 1052:1988
 entspricht k nach DIN1052:2004
  phi = Kriechzahl
  A = Fläche
  J = Flächenträgheitsmoment
  n = Verhältnis der E-Moduli
  a2s = z / (1 + EBeton * Jb / (EHolz * Jh))
  a1s = z - e0
  z = Abstand der Schwerpunkte der Teilquerschnitte
Mit diesem psi-Wert lässt sich die VErbundkriechzahl bestimmen zu
 Verbundkriechzahl = phi1 * ((1 + phi2) / (phi2 - Exp(-psi) * (phi2 - psi)) - 1 / psi)

-- Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpunkt (t=0)

VKZ(Beton); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0.0128895N/mm²
VKZ(Beton); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0.0128895N/mm²

-- Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpunkt (t=3-7a)

VKZ(Beton); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = 4.56[-]
VKZ(Holz);  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.47[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = -0.0003[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 4.56[-]
VKZ(Holz);  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.47[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 2.79[-]
VKZ(Holz);  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.27[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.2[-]
VKZ(Holz);  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.03[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.0128895N/mm²
VKZ(Beton); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
VKZ(Holz);  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons;  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast;  KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.0128895N/mm²
```

-- Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpunkt (t= 00)

VKZ(Beton); KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = 4.91[-]
VKZ(Holz); KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = 1.02[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = -0.0005[-]
Design-Gleichstreckenlast; KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 4.91[-]
VKZ(Holz); KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 0.67[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast; KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 2.79[-]
VKZ(Holz); KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 0.27[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast; KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 0.0091395N/mm²
VKZ(Beton); KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.2[-]
VKZ(Holz); KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.03[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast; KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.0128895N/mm²
VKZ(Beton); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
VKZ(Holz); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
Effektive Schwinddehnung des Betons; KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0[-]
Design-Gleichstreckenlast; KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.0128895N/mm²

Teilschnittgrößen nach Daboan (t=0)

KLED:permanent M_Beton(t=0) 11019.26Nmm/mm
KLED:permanent M_Holz(t=0) 7891.42Nmm/mm
KLED:permanent N_Beton(t=0) -245.28N/mm
KLED:permanent N_Holz(t=0) 245.27N/mm
KLED:permanent Q_Beton(t=0) 19.35N/mm
KLED:permanent Q_Holz(t=0) 17.19N/mm
KLED:permanent Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=0) 43.72N/1mm
KLED:permanent maximale Risstiefe(t=0) 22mm
KLED:Lang M_Beton(t=0) 11019.26Nmm/mm
KLED:Lang M_Holz(t=0) 7891.42Nmm/mm
KLED:Lang N_Beton(t=0) -245.28N/mm
KLED:Lang N_Holz(t=0) 245.27N/mm
KLED:Lang Q_Beton(t=0) 19.35N/mm
KLED:Lang Q_Holz(t=0) 17.19N/mm
KLED:Lang Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=0) 43.72N/1mm
KLED:Lang maximale Risstiefe(t=0) 22mm
KLED:mittel M_Beton(t=0) 11019.26Nmm/mm
KLED:mittel M_Holz(t=0) 7891.42Nmm/mm
KLED:mittel N_Beton(t=0) -245.28N/mm
KLED:mittel N_Holz(t=0) 245.27N/mm
KLED:mittel Q_Beton(t=0) 19.35N/mm
KLED:mittel Q_Holz(t=0) 17.19N/mm
KLED:mittel Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=0) 43.72N/1mm
KLED:mittel maximale Risstiefe(t=0) 22mm
KLED:kurz M_Beton(t=0) 15540.54Nmm/mm
KLED:kurz M_Holz(t=0) 11129.32Nmm/mm
KLED:kurz N_Beton(t=0) -345.92N/mm
KLED:kurz N_Holz(t=0) 345.91N/mm
KLED:kurz Q_Beton(t=0) 27.3N/mm
KLED:kurz Q_Holz(t=0) 24.25N/mm
KLED:kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=0) 61.67N/1mm
KLED:kurz maximale Risstiefe(t=0) 22mm
KLED:sehr_kurz M_Beton(t=0) 15540.54Nmm/mm
KLED:sehr_kurz M_Holz(t=0) 11129.32Nmm/mm
KLED:sehr_kurz N_Beton(t=0) -345.92N/mm
KLED:sehr_kurz N_Holz(t=0) 345.91N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Beton(t=0) 27.3N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Holz(t=0) 24.25N/mm
KLED:sehr_kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=0) 61.67N/1mm
KLED:sehr_kurz maximale Risstiefe(t=0) 22mm

Teilschnittgrößen nach Daboan (t=3-7a)

KLED:permanent M_Beton(t=3-7a) 10408.58Nmm/mm
KLED:permanent M_Holz(t=3-7a) 19823.04Nmm/mm
KLED:permanent N_Beton(t=3-7a) -204.22N/mm
KLED:permanent N_Holz(t=3-7a) 204.21N/mm
KLED:permanent Q_Beton(t=3-7a) 12.5N/mm
KLED:permanent Q_Holz(t=3-7a) 24.05N/mm
KLED:permanent Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=3-7a) -1.24N/1mm
KLED:permanent maximale Risstiefe(t=3-7a) 0mm
KLED:Lang M_Beton(t=3-7a) 10408.58Nmm/mm
KLED:Lang M_Holz(t=3-7a) 19823.04Nmm/mm
KLED:Lang N_Beton(t=3-7a) -204.22N/mm
KLED:Lang N_Holz(t=3-7a) 204.21N/mm
KLED:Lang Q_Beton(t=3-7a) 12.5N/mm
KLED:Lang Q_Holz(t=3-7a) 24.05N/mm
KLED:Lang Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=3-7a) -1.24N/1mm
KLED:Lang maximale Risstiefe(t=3-7a) 0mm
KLED:mittel M_Beton(t=3-7a) 10408.58Nmm/mm
KLED:mittel M_Holz(t=3-7a) 19823.04Nmm/mm
KLED:mittel N_Beton(t=3-7a) -204.22N/mm
KLED:mittel N_Holz(t=3-7a) 204.21N/mm
KLED:mittel Q_Beton(t=3-7a) 12.5N/mm
KLED:mittel Q_Holz(t=3-7a) 24.05N/mm
KLED:mittel Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=3-7a) -1.24N/1mm
KLED:mittel maximale Risstiefe(t=3-7a) 0mm
KLED:kurz M_Beton(t=3-7a) 16160.61Nmm/mm
KLED:kurz M_Holz(t=3-7a) 23206.45Nmm/mm
KLED:kurz N_Beton(t=3-7a) -303.57N/mm
KLED:kurz N_Holz(t=3-7a) 303.56N/mm
KLED:kurz Q_Beton(t=3-7a) 20.52N/mm
KLED:kurz Q_Holz(t=3-7a) 31.03N/mm
KLED:kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=3-7a) 16.38N/1mm
KLED:kurz maximale Risstiefe(t=3-7a) 0mm
KLED:sehr_kurz M_Beton(t=3-7a) 16160.61Nmm/mm
KLED:sehr_kurz M_Holz(t=3-7a) 23206.45Nmm/mm
KLED:sehr_kurz N_Beton(t=3-7a) -303.57N/mm
KLED:sehr_kurz N_Holz(t=3-7a) 303.56N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Beton(t=3-7a) 20.52N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Holz(t=3-7a) 31.03N/mm
KLED:sehr_kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t=3-7a) 16.38N/1mm
KLED:sehr_kurz maximale Risstiefe(t=3-7a) 0mm

Teilschnittgrößen nach Daboan (t= 00)

KLED:permanent M_Beton(t= 00) 10296.02Nmm/mm
KLED:permanent M_Holz(t= 00) 19162.19Nmm/mm
KLED:permanent N_Beton(t= 00) -200.73N/mm
KLED:permanent N_Holz(t= 00) 200.72N/mm
KLED:permanent Q_Beton(t= 00) 11.45N/mm
KLED:permanent Q_Holz(t= 00) 25.09N/mm
KLED:permanent Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t= 00) -16.76N/1mm
KLED:permanent maximale Risstiefe(t= 00) 15mm
KLED:Lang M_Beton(t= 00) 10296.02Nmm/mm
KLED:Lang M_Holz(t= 00) 19162.19Nmm/mm
KLED:Lang N_Beton(t= 00) -200.73N/mm
KLED:Lang N_Holz(t= 00) 200.72N/mm
KLED:Lang Q_Beton(t= 00) 11.45N/mm
KLED:Lang Q_Holz(t= 00) 25.09N/mm
KLED:Lang Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t= 00) -16.76N/1mm
KLED:Lang maximale Risstiefe(t= 00) 15mm
KLED:mittel M_Beton(t= 00) 10296.02Nmm/mm
KLED:mittel M_Holz(t= 00) 19162.19Nmm/mm
KLED:mittel N_Beton(t= 00) -200.73N/mm
KLED:mittel N_Holz(t= 00) 200.72N/mm
KLED:mittel Q_Beton(t= 00) 11.45N/mm
KLED:mittel Q_Holz(t= 00) 25.09N/mm

KLED:mittel Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t= 00) -16.76N/1mm
KLED:mittel maximale Risstiefe(t= 00) 15mm
KLED:kurz M_Beton(t= 00) 14870.98Nmm/mm
KLED:kurz M_Holz(t= 00) 22562.32Nmm/mm
KLED:kurz N_Beton(t= 00) -301.99N/mm
KLED:kurz N_Holz(t= 00) 301.98N/mm
KLED:kurz Q_Beton(t= 00) 19.28N/mm
KLED:kurz Q_Holz(t= 00) 32.27N/mm
KLED:kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t= 00) 1.31N/1mm
KLED:kurz maximale Risstiefe(t= 00) 15mm
KLED:sehr_kurz M_Beton(t= 00) 14870.98Nmm/mm
KLED:sehr_kurz M_Holz(t= 00) 22562.32Nmm/mm
KLED:sehr_kurz N_Beton(t= 00) -301.99N/mm
KLED:sehr_kurz N_Holz(t= 00) 301.98N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Beton(t= 00) 19.28N/mm
KLED:sehr_kurz Q_Holz(t= 00) 32.27N/mm
KLED:sehr_kurz Schubbeanspruchung der Verbindungsmittel(t= 00) 1.31N/1mm
KLED:sehr_kurz maximale Risstiefe(t= 00) 15mm

9. Spannungsnachweise der Holz-Beton-Verbunddecke

9.1. Querschnittswerte

Fläche d. Holzquerschnitts 220mm²
Widerstandsmoment des Holzquerschnitts 8066.66mm³
Höhe des Holzes 220mm
Länge Auflager lv=(b_Flansch-h_UPE-2*Abstand_UPE-Brettstapel)/2= (400-200-2* 50)/2=50mm

HolzSpannungsnachweise zum Zeitpunkt (t=0)

NW Sig || H(t=0) ; KLED permanent: 245.27/220*1.3/14/0.6+7891.42/8066.66*1.3/24/0.6=0.26
NW Sig || H(t=0) ; KLED Lang: 245.27/220*1.3/14/0.7+7891.42/8066.66*1.3/24/0.7=0.22
NW Sig || H(t=0) ; KLED mittel: 245.27/220*1.3/14/0.8+7891.42/8066.66*1.3/24/0.8=0.19
NW Sig || H(t=0) ; KLED kurz: 345.91/220*1.3/14/0.8+11129.32/8066.66*1.3/24/0.8=0.27
NW Sig || H(t=0) ; KLED sehr_kurz: 345.91/220*1.3/14/1.1+11129.32/8066.66*1.3/24/1.1=0.2
Querkraft im Holz permanent; Zeitpunkt (t=0) 17.19N/mm
Schub in der Fuge permanent; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t=0) 125.35mm
Maximale Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED permanent; Zeitpunkt (t=0) 0.11
Querkraft im Holz Lang; Zeitpunkt (t=0) 17.19N/mm
Schub in der Fuge Lang; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t=0) 125.35mm
Maximale Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED Lang; Zeitpunkt (t=0) 0.09
Querkraft im Holz mittel; Zeitpunkt (t=0) 17.19N/mm
Schub in der Fuge mittel; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t=0) 125.35mm
Maximale Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t=0) 0.1N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED mittel; Zeitpunkt (t=0) 0.08
Querkraft im Holz kurz; Zeitpunkt (t=0) 24.25N/mm
Schub in der Fuge kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.14N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t=0) 125.35mm
Maximale Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.14N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.11
Querkraft im Holz sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 24.25N/mm
Schub in der Fuge sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.14N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 125.35mm
Maximale Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.14N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 0.08

HolzSpannungsnachweise zum Zeitpunkt (t=3-7a)

NW Sig || H(t=3-7a) ; KLED permanent: 204.21/220*1.3/14/0.6+19823.04/8066.66*1.3/24/0.6=0.36
NW Sig || H(t=3-7a) ; KLED Lang: 204.21/220*1.3/14/0.7+19823.04/8066.66*1.3/24/0.7=0.31

*NW Sig || H(t=3-7a) ; KLED mittel: 204.21/220*1.3/14/0.8+19823.04/8066.66*1.3/24/0.8=0.27*
*NW Sig || H(t=3-7a) ; KLED kurz: 303.56/220*1.3/14/0.8+23206.45/8066.66*1.3/24/0.8=0.35*
*NW Sig || H(t=3-7a) ; KLED sehr_kurz: 303.56/220*1.3/14/1.1+23206.45/8066.66*1.3/24/1.1=0.25*
Querkraft im Holz permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) 24.05N/mm
Schub in der Fuge permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) -0.01N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) 41.55mm
Maximale Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.33
Querkraft im Holz Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) 24.05N/mm
Schub in der Fuge Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) -0.01N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) 41.55mm
Maximale Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.28
Querkraft im Holz mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) 24.05N/mm
Schub in der Fuge mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) -0.01N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) 41.55mm
Maximale Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.25
Querkraft im Holz kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 31.03N/mm
Schub in der Fuge kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.03N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 52.76mm
Maximale Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.49N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.39
Querkraft im Holz sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 31.03N/mm
Schub in der Fuge sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.03N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 52.76mm
Maximale Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.49N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 0.29

HolzSpannungsnachweise zum Zeitpunkt (t= 00)

*NW Sig || H(t= 00) ; KLED permanent: 200.72/220*1.3/14/0.6+19162.19/8066.66*1.3/24/0.6=0.35*
*NW Sig || H(t= 00) ; KLED Lang: 200.72/220*1.3/14/0.7+19162.19/8066.66*1.3/24/0.7=0.3*
*NW Sig || H(t= 00) ; KLED mittel: 200.72/220*1.3/14/0.8+19162.19/8066.66*1.3/24/0.8=0.26*
*NW Sig || H(t= 00) ; KLED kurz: 301.98/220*1.3/14/0.8+22562.32/8066.66*1.3/24/0.8=0.34*
*NW Sig || H(t= 00) ; KLED sehr_kurz: 301.98/220*1.3/14/1.1+22562.32/8066.66*1.3/24/1.1=0.25*
Querkraft im Holz permanent; Zeitpunkt (t= 00) 25.09N/mm
Schub in der Fuge permanent; Zeitpunkt (t= 00) -0.04N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t= 00) 42.24mm
Maximale Schubspannung KLED permanent; Zeitpunkt (t= 00) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED permanent; Zeitpunkt (t= 00) 0.32
Querkraft im Holz Lang; Zeitpunkt (t= 00) 25.09N/mm
Schub in der Fuge Lang; Zeitpunkt (t= 00) -0.04N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t= 00) 42.24mm
Maximale Schubspannung KLED Lang; Zeitpunkt (t= 00) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED Lang; Zeitpunkt (t= 00) 0.27
Querkraft im Holz mittel; Zeitpunkt (t= 00) 25.09N/mm
Schub in der Fuge mittel; Zeitpunkt (t= 00) -0.04N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t= 00) 42.24mm
Maximale Schubspannung KLED mittel; Zeitpunkt (t= 00) 0.3N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED mittel; Zeitpunkt (t= 00) 0.24
Querkraft im Holz kurz; Zeitpunkt (t= 00) 32.27N/mm
Schub in der Fuge kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t= 00) 53.98mm
Maximale Schubspannung KLED kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0.49N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0.39
Querkraft im Holz sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) 32.27N/mm
Schub in der Fuge sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0N/mm/mm Deckenbreite
Maximale Stelle der Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) 53.98mm
Maximale Schubspannung KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0.49N/mm²
Ausnutz. Schubspannung Holz; KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) 0.29

Nachweis der Querpressung und der Ausklinkung des Holzes

Gesamte Querkraft muss über das Holz abgetragen werden, da
die Last-VErformungsbeziehungen von Holz senkrecht zur Faser
Beton unter Querkraftbeanspruchung zu unterschiedlich sind.

- Seite 9 -

Ausklinkung: Trägerhöhe h: 220 mm
Ausklinkung: Oberer Ausklinkungstiefe h_Auskl_oben: 0 mm
Ausklinkung: Oberer Ausklinkungstiefe h_Auskl_unten: 0 mm
Ausklinkung: Restliche Trägerhöhe h: 220 mm
Ausklinkung: alpha = he/h: 1 [-]
Ausklinkung: Exzentrizität c: 25 [mm]
Ausklinkung: Materialbeiwert k_n: 5 [-]
Ausklinkung: k_90: 1 [-]
Ausklinkung: k_eps: 1 [-]
Auflagerkraft = Querkraft des Gesamtträgers; KLED permanent 36.558N/mm
Ausnutzung Ausklinkung; KLED: permanent 0.27[-]
Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: permanent 0.39[-]
Auflagerkraft = Querkraft des Gesamtträgers; KLED Lang 36.558N/mm
Ausnutzung Ausklinkung; KLED: Lang 0.23[-]
Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: Lang 0.33[-]
Auflagerkraft = Querkraft des Gesamtträgers; KLED mittel 36.558N/mm
Ausnutzung Ausklinkung; KLED: mittel 0.2[-]
Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: mittel 0.29[-]
Auflagerkraft = Querkraft des Gesamtträgers; KLED kurz 51.558N/mm
Ausnutzung Ausklinkung; KLED: kurz 0.28[-]
Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: kurz 0.41[-]
Auflagerkraft = Querkraft des Gesamtträgers; KLED sehr_kurz 51.558N/mm
Ausnutzung Ausklinkung; KLED: sehr_kurz 0.2[-]
Ausnutzung Auflagerpressung; KLED: sehr_kurz 0.3[-]

9.2. Nachweis des Betonquerschnitts

BetonNW: Risstiefe (t=0) 22 mm
*BetonNW: Ausnu. Drucksp. (elast.) (t=0)=|(-Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fck*1.5| 0.36N/mm²*
*BetonNW: Ausnu. Zugsp. (elast.) (t=0)=(Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fctk*1.5= 0.99N/mm²*
BetonNW: erf. Bew. Querkraft Beton(t=0)= 4cm²/m
BetonNW: Risstiefe (t=3-7a) 0 mm
*BetonNW: Ausnu. Drucksp. (elast.) (t=3-7a)=|(-Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fck*1.5| 0.29N/mm²*
*BetonNW: Ausnu. Zugsp. (elast.) (t=3-7a)=(Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fctk*1.5= 0.9N/mm²*
BetonNW: erf. Bew. Querkraft Beton(t=3-7a)= 4cm²/m
BetonNW: Risstiefe (t=50a) 15 mm
*BetonNW: Ausnu. Drucksp. (elast.) (t=50a)=|(-Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fck*1.5| 0.31N/mm²*
*BetonNW: Ausnu. Zugsp. (elast.) (t=50a)=(Mb/(hob-hp)^2*6+NB/(hob-hp))/fctk*1.5= 0.97N/mm²*
BetonNW: erf. Bew. Querkraft Beton(t=50a)= 4cm²/m

9.3. Nachweis der HBV-Verbindungsmittel

-- Nachweis der VBM zum Zeitpunkt HBVTeilSchnittgrößen_t_0

*Ausnutzung der VBM in KLED permanent; Zeitpunkt (t=0) 43.72*1.3/0.6/150=0.63*
*Ausnutzung der VBM in KLED Lang; Zeitpunkt (t=0) 43.72*1.3/0.7/150=0.54*
*Ausnutzung der VBM in KLED mittel; Zeitpunkt (t=0) 43.72*1.3/0.8/150=0.47*
*Ausnutzung der VBM in KLED kurz; Zeitpunkt (t=0) 61.67*1.3/0.8/150=0.66*
*Ausnutzung der VBM in KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) 61.67*1.3/1.1/150=0.48*

-- Nachweis der VBM zum Zeitpunkt HBVTeilSchnittgrößen_t_3_7a

*Ausnutzung der VBM in KLED permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) -1.24*1.3/0.6/150=-0.02*
*Ausnutzung der VBM in KLED Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) -1.24*1.3/0.7/150=-0.02*
*Ausnutzung der VBM in KLED mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) -1.24*1.3/0.8/150=-0.02*
*Ausnutzung der VBM in KLED kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 16.38*1.3/0.8/150=0.17*
*Ausnutzung der VBM in KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) 16.38*1.3/1.1/150=0.12*

-- Nachweis der VBM zum Zeitpunkt HBVTeilSchnittgrößen_t_50a

*Ausnutzung der VBM in KLED permanent; Zeitpunkt (t=00) -16.76*1.3/0.6/150=-0.25*
*Ausnutzung der VBM in KLED Lang; Zeitpunkt (t=00) -16.76*1.3/0.7/150=-0.21*
*Ausnutzung der VBM in KLED mittel; Zeitpunkt (t=00) -16.76*1.3/0.8/150=-0.19*
*Ausnutzung der VBM in KLED kurz; Zeitpunkt (t=00) 1.31*1.3/0.8/150=0.01*
*Ausnutzung der VBM in KLED sehr_kurz; Zeitpunkt (t=00) 1.31*1.3/1.1/150=0.01*

- Seite 10 -

9.4. Verformungsnachweis der HBV-Decke

Verformung: Eigengewicht der HBV-Decke =0.00577[N/mm²]
Verformung: Dauernd wirkende Gebrauchslast: 0.00577+ 0.001+0.001=0.00777[N/mm²]
Verformung: maximale Gebrauchslast: =0.00927[N/mm²]
Verformung: Kombinationsbeiwert psi_0 =0.7[-]
Kriechzahl des Betons der HBV-Decke (Verformung): 3.19
Kriechzahl des Holzes der HBV-Decke (Verformung): 1.05

Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpkt (t=0) (Verformung)

VKZ(Beton, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=0) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=0) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=0) = 0

Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpkt (t=3-7a) (Verformung)

VKZ(Beton, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = 4.538151
VKZ(Holz, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.48206
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t=3-7a) = -0.00028
VKZ(Beton, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 4.538151
VKZ(Holz, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.48206
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 2.787272
VKZ(Holz, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.283437
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.200459
VKZ(Holz, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0.030887
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t=3-7a) = 0

Verbundkriechzahlen (VKZ) nach Schänzlin für HBV-Decken zum Zeitpkt (t= 00) (Verformung)

VKZ(Beton, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = 4.888653
VKZ(Holz, Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = 1.043946
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: permanent; Zeitpunkt (t= 00) = -0.00045
VKZ(Beton, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 4.888653
VKZ(Holz, Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 0.68904
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: Lang; Zeitpunkt (t= 00) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 2.787272
VKZ(Holz, Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 0.283437
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: mittel; Zeitpunkt (t= 00) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.200459
VKZ(Holz, Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0.030887
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0

- Seite 11 -

VKZ(Holz, Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: sehr_kurz; Zeitpunkt (t= 00) = 0
VKZ(Beton, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t= 00) = 0
VKZ(Holz, Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t= 00) = 0
Effektive Schwinddehnung des Betons (Verformung); KLED: ; Zeitpunkt (t= 00) = 0

Verformungen nach Daboan (t=0)

maximale Risstiefe (Verformung)(t=0) 0mm
Verformung infolge dauernd wirkender Last(t=0) 5.33mm
gesamte Verformung(t=0) 6.36mm
Verformung infolge Ausbau(t=0) 4.64mm

Verformungen nach Daboan (t=3-7a)

maximale Risstiefe (Verformung)(t=3-7a) 0mm
Verformung infolge dauernd wirkender Last(t=3-7a) 21.58mm
gesamte Verformung(t=3-7a) 22.6mm
Verformung infolge Ausbau(t=3-7a) 19.86mm

Verformungen nach Daboan (t= 00)

maximale Risstiefe (Verformung)(t= 00) 0mm
Verformung infolge dauernd wirkender Last(t= 00) 29.31mm
gesamte Verformung(t= 00) 30.34mm
Verformung infolge Ausbau(t= 00) 27.26mm

Zusammenstellung der maßgebenden Verformungen

Verformung der charakt. Bemessungssituation unter Verkehrslast w_q,inst 1.02mm
Verformung der charakt. Bemessungssituation auf Spannweite bezogen (w_q,inst) L/8071.99
Zuwachs der Verformung infolge Verkehr und Kriechen + Schwinden 25.69mm
Zuwachs der Verformung infolge Verkehr und Kriechen + Schwinden bez. auf Spannweite L/323.03
Quasi-ständiger Bemessungssituation 30.34mm
Quasi-ständiger Bemessungssituation bez. auf Spannweite L/273.54

10. Bemessung des Stahl-Beton-Verbundträgers mit integr. Slim-Floor-Profil

10.1. Nachweis der Querbiegung des Flansches

Auflagerlänge des Brettstapels: 50 mm
Abstand UPE -- Brettstapel (BS) 50 mm
Abstand UPE-Lasteinleitung Brettstapel: Abstand_UPE_Bs + 2/3 * Auflagerlänge 83.33 mm
Beanspruchung aus HBV-Decke pro Seite 64.4475N/mm
Maximale Flanschsmoment infolge Querbiegung 5370.625Nmm/mm
Festigkeit Flansch 213.63 N/mm²
Dicke Flansch tFlansch 25 mm
Plastisches Moment des Flansches 33380.68 Nmm
Effektive Flanschdicke mit tFlansch * (1 - MaxmUG / mUGpl) ^ 0.5: 22.9mm
Reduktion der Flanschdicke DeltatFlansch = 0.5 * (tFlansch - tFlanscheff): 1.04 Nmm
Infolge Van-Mises-Fließbedingung muss nur der Druckbereich abgemindert werden
da sig_res=(sig_x^2+sig_y^2 - sig_x*sig_y)^0.5
daraus folgt, dass bei sig_x = sig_y keine Interaktion der Spannungen vorhanden ist.

10.2. Bestimmung von Querschnittsflächen des SBV-Trägers

Breite des UPE b_upe 80mm
Breite des Flansches b_Flansch 400mm
effektive Dicke des Stegs 11mm
Effektive Stegfläche: A_Steg = 2 * b_upe * t_Stegeff: 1760 mm²
Effektive Flanschfläche: b_Flansch * (t_Flansch - Deltat_Flansch): 9580.14 mm²
Effektive UPE-Fläche: ASteg + (hupe - 2 * tStegeff) * sOGeff: 2828 mm²
Gesamtstahlfläche: 12408.14 mm²
Schwerpunkt Gesamtstahl von OK UPE: 76.53 mm

Schwerpunkt UPE von OK UPE: 26.02 mm
effektive Breite des Betons: 1500 mm

Plastische Biegebemessung des SBV-Trägers

Dehnung OK Beton: 0.0035[--]
Krümmung: 0.00001[--]
Abweichung der Normalkraft: 0.99%
Stahldehnung OK UPE: 2.58150034641341E-03[-]
Stahldehnung UK UPE = OK Flansch : 4.01244160439304E-03[-]
Stahldehnung Schwerpunkt Flansch : 4.21725163624429E-03[-]
Übergang elastischplastisch im UPE von OK Beton: 0mm
Kraftangriffspunkt im UPE von OK Beton: 366.026874115983mm
Zugkraft im Stahlquerschnitt: 2666213.17 N
Nulllinie der Dehnung von OK Beton: 195.67 mm
Plastisches Widerstandsmoment: 890621631.05 Nmm
Plastische Querkrafttragfähigkeit: 217083.7 N
Vorhandenes Moment: 593775225 Nmm
Vorhandene Querkraft: 395850.15 N
Ausnutzung des Moment: 0.66 [-]
Ausnutzung der Querkraft: 1.82 [-]

10.3. Schweißnahtnachweis

*Sy_Flansch = A_Flanscheff * (b_upe + 0.5 * t_Flanscheff - za): 142849mm³*
Flächenträgheitsmoment des Stahlquerschnitts: 19522267mm^4
Schweißnahtspannung senkrecht zur Naht infolge Lasteinleitung Brettstapel 25.77 N/mm²
Schweißnahtspannung parallel zur Naht infolge Verbund 289.65 N/mm²
Vergleichsspannung Schweißnaht 290.79N/mm²
Maximale Scheißnahtspannung sigwRD 202.95N/mm²
Ausnutzung der Schweißnaht 1.43[-]

10.4. Kopfbolzendübel nachweisen

Eigenschaften der Kopfbolzendübel

Durchmesser der Kopfbolzendübel 16mm
Länge der Kopfbolzendübel 310mm
Festigkeit der Kopfbolzendübel 450N/mm²
Erforderliche Anzahl bei voller Verdübelung: 0 Stück/Trägerhälfte
Plastische Nullinie des Stahlquerschnitts von OK UPE 14.9853669921675
Plastische Momententragfähigkeit des Stahlquerschnitts 49662658.8596861
Gesamte Schubkraft pro Trägerhälfte: 2666213.17 N
Max. Last bei Versagen des Dübels Prd1 57905.83N
Max. Last bei Versagen des Betons Prd2 38992.75N
Max. Last bei Versagen des liegenden Dübels Prd3 54579.0942801163N
Reduzierte Verdübelung --> erf Anzahl Kobo (red.) 45Stück pro Trägerhälfte
davon müssen vom Auflager bis zur 1/4 der Spannweite 33 Stück; in zweireihiger Anordnung
und vom 1/4 der Spannweite bis zur Mitte 12 Stück; in einreihiger Anordnung angeordnet werden
erforderliche Bügelbewehrung pro Dübel 0.223038577487573cm²/Dübel

10.5. Nachweis der Lastweiterleitung vom Kobo in die Betonplatte

Im folgenden werden die Umrissflächen bestimmt, über die
die Schubkraft aus den Kopfbolzendübeln in die Betonplatte
eingeleitet wird
Dabei gibt es prinzipiell 5 zu untersuchende Schnitte

1. *Schnitt a-a: Um die Kopfbolzendübel herum*
2. *Schnitt b-b: Im Bereich der Kopfbolzendübel über die gesamte Plattenhöhe*
3. *Schnitt c-c: Übergang UPE -- Betonplatte*
4. *Schnitt d-d: Übergang Stahl-Beton-Verbundträger -- Holz-Beton-Verbunddecke*
5. *Schnitt e-e: Ende der oberen Ausklinkung der Holz-Beton-Verbunddecke*

Für diese 5 Schnitte wird jeweils die Umrisslänge bestimmt
Um die Schubkraft zu bestimmen, wird davon ausgegangen, dass

- Seite 13 -

die Spannung sich gleichmäßig über die effektive Breite verteilt.
Damit kann die Schubkraft in Abhängigkeit der Querschnittsfläche
innerhalb des jeweiligen Schnitts in Verhältnis zur gesamten
Betonfläche gesetzt werden
*P_(Schub,Schnitt i-i) = A_(i-i)/A_(Beton, ges) * P_(Schub,ges)*
Aus diesem Grund werden nun die Längen der Schnitte und die Quershcnittsflächen bestimmt

-- Geometrische Größen im Bereich1

Länge des Anschnitts des Schnitt a-a im Bereich 1 760
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt a-a im Bereich 1: 43400mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt b-b im Bereich 1 680
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt b-b im Bereich 1: 47600mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt c-c im Bereich 1 680
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt c-c im Bereich 1: 68000mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt d-d im Bereich 1 400
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt d-d im Bereich 1: 102000mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt e-e im Bereich 1 400
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt e-e im Bereich 1: 102000mm²
Gesamte Fläche im Bereich 1 342000mm²

-- Bereich 1Bestimmung der Längsbewehrung:

Bereich 1Massgebender Schnitt: Schnitt b-b
Bereich 1Schubbeanspruchung: 1122.06169719876
Bereich 1Schubfläche: 680
Bereich 1neta-Beiwert für Betongüte: 1
Bereich 1Festigkeit für Schub nach EC4: 0.24N/mm²
Bereich 1Anzahl der Scherflächen: 2
Bereich 1Festigkeit der Bewehrung: 454.54N/mm²
*Bereich 1Erforderliche Bewehrung: (vsd - 2.5 * Acvt * neta * taucd) / (Schnitte * fsd) 7.85cm²/m*
Bereich 1Mindestbewehrung: 0.2% der Betonfläche: 7.85467866918637

-- Bereich 1Ausnutzung der Druckkraft im Beton (Druckstrebenbruch)

Bereich 1Schubbeanspruchung Druckstrebe 914.724209672903
Bereich 1Fläche der Druckstrebe 400
Bereich 1neta-Beiwert für Betongüte der Druckstrebe 1
Bereich 1Festigkeit des Betons der Druckstrebe 13.33N/mm²
*Bereich 1Ausnutzung der Druckstrebe = vsd / (0.2 * Acv * neta * fcd) 0.85*

-- Geometrische Größen im Bereich2

Länge des Anschnitts des Schnitt a-a im Bereich 2 636
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt a-a im Bereich 2: 4960mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt b-b im Bereich 2 680
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt b-b im Bereich 2: 5440mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt c-c im Bereich 2 680
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt c-c im Bereich 2: 68000mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt d-d im Bereich 2 400
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt d-d im Bereich 2: 102000mm²
Länge des Anschnitts des Schnitt e-e im Bereich 2 400
Querschnittsfläche innerhalb des Anschnitts des Schnitt e-e im Bereich 2: 102000mm²
Gesamte Fläche im Bereich 2 342000mm²

-- Bereich 2Bestimmung der Längsbewehrung:

Bereich 2Massgebender Schnitt: Schnitt d-d
Bereich 2Schubbeanspruchung: 332.626985335601
Bereich 2Schubfläche: 400
Bereich 2neta-Beiwert für Betongüte: 1
Bereich 2Festigkeit für Schub nach EC4: 0.24N/mm²
Bereich 2Anzahl der Scherflächen: 2
Bereich 2Festigkeit der Bewehrung: 454.54N/mm²
*Bereich 2Erforderliche Bewehrung: (vsd - 2.5 * Acvt * neta * taucd) / (Schnitte * fsd) 1.01cm²/m*
Bereich 2Mindestbewehrung: 0.2% der Betonfläche: 4

- Seite 14 -

-- Bereich 2Ausnutzung der Druckkraft im Beton (Druckstrebenbruch)

Bereich 2Schubbeanspruchung Druckstrebe 332.626985335601
Bereich 2Fläche der Druckstrebe 400
Bereich 2neta-Beiwert für Betongüte der Druckstrebe 1
Bereich 2Festigkeit des Betons der Druckstrebe 13.33N/mm²
*Bereich 2Ausnutzung der Druckstrebe = vsd / (0.2 * Acv * neta * fcd) 0.31*

11. Verformungsnachweis des Stahl-Beton-Verbundträgers (Slim-Floor-Profil)

Berechnung nach Fries für Slim-Floor-Träger
Kriechzahl des Betons des SFP (Verformung): 3.19006056737563
Schwinddehnung des Betons des SFP (Verformung): 5.57577562273007E-04
*Dauernde Gebrauchslast (SFP) = 1.25 * DWLBSB * SpannweiteBsb + EG_Stahl-Beton 79.41*
*kurzzeitige Gesamtlast (SFP) = 1.25 * GLBSB * SpannweiteBsb+ EG_Stahl-Beton 94.41*
Innerer Hebelarm der SFP 317.46
elastische Biegesteifigkeit des SBV-Trägers mit integriertem Slim-Floor 1155448538.85
*el. Verformungsberechung mit 5 / 384 * Last * SpannweiteSfp ^ 4 / (Ea * Jres)*
Elastische Verformung unter dauernd wirkender Last 5.52
Elastische Verformung unter gesamter Last 6.56
Biegesteifigkeit des SBV-Trägers mit integriertem Slim-Floor inkl. Kriechen 634477736.82
Kriechverformung 4.53
Schwinddehnung im SBV-Trager 5.57577562273007E-04
*Normalkraft infolge Schwinden = eshr * EBeton * hob * effbb / (1 + 0.8 * phib) 1506945.82782029*
Hebelarm des Schwindens 131.259901569798
Moment infolge Schwinden 197801561.030709
Schwindverformung des SBV-Trägers 5.23

12. Schwingungsnachweis

Eigenfrequenz der BSB-Decke 6.82468147855407Hz
Eigenfrequenz der SFP-Decke 6.70767318375778Hz
Eigenfrequenz der gesamten Decke 4.78387335191678Hz
Verformung unter Mannlast der BSB-Decke 0.137326222518522mm
Verformung unter Mannlast der SFP-Decke 1.85456735699712E-05mm
Verformung unter Mannlast der gesamten Decke 3.64608721557429E-05mm
Beschleungigung der BSB-Decke 4.90990990990991E-02m/s²
Beschleungigung der SFP-Trägers 1.92159973807815E-05m/s²

- Seite 15 -