

Johannes Niedermeyer, Georg Keilholz,  
Dieter Schmid, Anke Blume

# **Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen durch pränormative Arbeit – Teilantrag 4: Holzbau**

F 3065

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2018

ISBN 978-3-7388-0190-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/bauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/bauforschung)

# PraxisRegelnBau

Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V.  
Kurfürstenstraße 129 ■ 10785 Berlin



## **Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen durch pränormative Arbeit – Teilantrag 4: Holzbau**

**BBSR-Forschungsvorhaben  
Az.: II 3-F20-10-1-085\_PG4 / SWD-10.08.18.7-15.05  
Zuwendungsbescheid vom 26.05.2015**

## **ENDBERICHT**

### **Berichtszeitraum:**

Mai 2015 bis Dezember 2017

### **Forschende Stelle:**

**Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V.  
10117 Berlin, Kronenstraße 55-58**

Aufgestellt: 18.12.2017  
Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer  
Vorsitzende: Dipl.-Ing. (FH) Georg Keilholz  
Dipl.-Ing. (FH) Dieter Schmid  
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Anke Blume

*Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.*

*Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.*

Dieser Endbericht umfasst 148 Seiten und 181 Seiten Anhang.

Vorstand: Prof. Manfred Nußbaumer (München), Dr. Peter Warnecke (Braunschweig), Dr. Heinrich Bökamp (Münster)  
Geschäftsführer: Dr. Lars Meyer (Berlin)  
Sitz des Vereins: Der Verein ist eingetragen unter VR 30946 B beim Vereinsregister am Amtsgericht Charlottenburg von Berlin.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Abkürzungen .....</b>	<b>7</b>
<b>0 Einführung.....</b>	<b>8</b>
<b>0.1 Ziel und Vorgehensweise.....</b>	<b>8</b>
<b>0.2 Struktur des Berichts .....</b>	<b>9</b>
<b>0.3 Bearbeiter .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Wording sowie Mechanische Herleitung von Formeln .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Motivation .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Teil 1 – Redaktionelle Durchsicht .....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Anamnese und Diagnose .....	12
1.2.2 Therapie .....	13
<b>1.3 Teil 2 – Wording.....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Anamnese und Diagnose .....	13
1.3.2 Therapie .....	14
<b>1.4 Teil 3 – Mechanische Herleitung von Formeln .....</b>	<b>16</b>
1.4.1 Anamnese und Diagnose .....	16
1.4.2 Therapie .....	17
<b>2 Vereinfachte Regeln für Lastkombinationen.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Einführung, Motivation.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Modifikationsbeiwert <math>k_{mod}</math> für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt .....</b>	<b>18</b>
2.2.1 Anamnese und Diagnose .....	18
2.2.2 Therapie .....	20
<b>2.3 Lastkombinationen.....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Anamnese .....	22
2.3.2 Diagnose .....	24
2.3.3 Therapie .....	25
<b>3 Verstärkungen – Sperrwirkungen .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Motivation .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Anamnese + Diagnose /Bestandsanalyse .....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Stand des Wissens – wissenschaftliche Untersuchungen .....	29
3.2.2 Klimatische Bedingungen im Bauwerk.....	30

3.2.3	Umfrage unter Planern und Betrieben .....	31
<b>3.3</b>	<b>Therapie .....</b>	<b>32</b>
3.3.1	Erarbeiten von Konstruktions- und Detaillierungsregeln .....	32
3.3.2	Diskussion des Ansatzes .....	34
3.3.3	Aufbereitung des Ansatzes.....	34
<b>4</b>	<b>Verstärkungen – Querdruck .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Motivation .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Anamnese .....</b>	<b>36</b>
4.2.1	Stand von Wissenschaft und Technik/ Bemessungsansätze und Versuchsergebnisse	36
4.2.2	Umfrage unter Planern und Betrieben .....	36
<b>4.3</b>	<b>Diagnose.....</b>	<b>37</b>
4.3.1	Allgemeines .....	37
4.3.2	Nachweis gegen das Querdruckversagen im Holz.....	38
4.3.3	Nachweis gegen das Stabilitätsversagen der Schrauben im Holz .....	42
<b>4.4</b>	<b>Therapie .....</b>	<b>42</b>
4.4.1	Erarbeiten eines Bemessungsansatzes.....	42
4.4.2	Diskussion des Ansatzes .....	43
4.4.3	Aufbereitung des Ansatzes.....	43
<b>5</b>	<b>Nachweis der Gebrauchstauglichkeit – Durchbiegungsnachweis .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>Motivation .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2</b>	<b>Bestandsaufnahme (Anamnese und Diagnose).....</b>	<b>44</b>
5.2.1	Schutzziele .....	44
5.2.2	Entwicklung der Durchbiegungsnachweise in Deutschland.....	44
5.2.3	Durchbiegungsnachweis nach EC 5 .....	48
5.2.4	Erkenntnisse .....	50
<b>5.3</b>	<b>Therapie .....</b>	<b>51</b>
5.3.1	Schutzziele .....	51
5.3.2	Klasseneinteilung.....	53
5.3.3	Bemessungsvorschlag .....	54
<b>5.4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>Nachweis der Gebrauchstauglichkeit – Schwingungsnachweis .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1</b>	<b>Einleitung, Motivation.....</b>	<b>60</b>
<b>6.2</b>	<b>Bestandsanalyse .....</b>	<b>60</b>

6.2.1	Chronologische Entwicklung .....	60
6.2.2	EC 5 und NA.....	61
6.2.3	Konstruktions- und Bemessungsregeln – Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben .	62
6.2.4	Vorschlag Kreuzinger /Mohr .....	65
<b>6.3</b>	<b>Therapie: Bemessungsvorschlag für den Schwingungsnachweis bei Holzdecken .....</b>	<b>66</b>
6.3.1	Allgemein bei starr (auf Wänden) gelagerten Decken .....	66
6.3.2	Ergänzung für nachgiebig (auf Unterzügen) gelagerte Decken .....	71
6.3.3	Besondere Untersuchung falls die Eigenfrequenz kleiner ist als $f_{\text{grenz}}$ .....	75
<b>6.4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>Stiftförmige Verbindungsmittel .....</b>	<b>78</b>
<b>7.1</b>	<b>Motivation .....</b>	<b>78</b>
<b>7.2</b>	<b>Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen.....</b>	<b>80</b>
7.2.1	Anamnese/Diagnose: Sachstand DIN 1052 [R18] und EC 5 [R1].....	80
7.2.2	Therapie .....	82
<b>7.3</b>	<b>Stahl-Holz-Verbindungen .....</b>	<b>86</b>
7.3.1	Anamnese/Diagnose: Sachstand DIN 1052 und EC 5 .....	86
7.3.2	Therapie .....	86
<b>7.4</b>	<b>Verbindungen mit Nägeln.....</b>	<b>87</b>
7.4.1	Allgemeines .....	87
7.4.2	Wirksame Verbindungsmittelanzahl.....	89
7.4.3	Verbindungsmittelabstände .....	90
<b>7.5</b>	<b>Verbindungen mit Klammern .....</b>	<b>91</b>
7.5.1	Allgemein.....	91
7.5.2	Verbindungsmittelabstände .....	92
<b>7.6</b>	<b>Verbindungen mit Bolzen sowie Stabdübeln und Passbolzen .....</b>	<b>93</b>
7.6.1	Anamnese/Diagnose.....	93
7.6.2	Therapie .....	94
<b>7.7</b>	<b>Verbindungen mit Schrauben .....</b>	<b>95</b>
7.7.1	Anamnese/Diagnose.....	95
7.7.2	Therapie .....	95
<b>7.8</b>	<b>Zusammenfassung, Ausblick.....</b>	<b>96</b>
<b>8</b>	<b>Vereinfachte Regeln für Wandtafeln .....</b>	<b>98</b>
<b>8.1</b>	<b>Motivation .....</b>	<b>98</b>

<b>8.2</b>	<b>Anamnese</b> .....	<b>98</b>
8.2.1	Einwirkungen auf die Wandtafeln .....	98
8.2.2	Berechnung, Bemessung und Nachweis der Wandtafeln .....	100
<b>8.3</b>	<b>Diagnose</b> .....	<b>102</b>
<b>8.4</b>	<b>Therapie</b> .....	<b>105</b>
<b>9</b>	<b>Erweiterte Schubfeldtheorie für Deckentafeln</b> .....	<b>106</b>
<b>9.1</b>	<b>Motivation</b> .....	<b>106</b>
<b>9.2</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>106</b>
9.2.1	Begriffe .....	106
9.2.2	Konstruktive Randbedingungen .....	108
9.2.3	Tafeltypen .....	109
9.2.4	Plattentypen .....	111
<b>9.3</b>	<b>Erweiterter Bemessungsvorschlag</b> .....	<b>112</b>
9.3.1	Bemessungsvorschlag „Cluster“-Ausschuss .....	112
9.3.2	Erweiterter Bemessungsvorschlag .....	113
<b>10</b>	<b>EC 5-1-2: Vereinfachte Regeln für die Bemessung im Brandfall</b> .....	<b>119</b>
<b>10.1</b>	<b>Motivation</b> .....	<b>119</b>
<b>10.2</b>	<b>Bestandsanalyse (Anamnese und Diagnose)</b> .....	<b>119</b>
10.2.1	Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 2.4.2 .....	120
10.2.2	Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 4.2 .....	125
10.2.3	Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6 .....	129
10.2.4	Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6.2.1.1 .....	129
10.2.5	Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6.2.2.1 .....	130
10.2.6	Zu EC 5-1-2:2010-12 Anhang D .....	133
10.2.7	Zu DIN EN 1995-1-2:2010-12 Anhang E .....	133
<b>10.3</b>	<b>Empfehlungen für zusätzliche Regelungen und Bemessungsverfahren</b> .....	<b>134</b>
10.3.1	Allgemein .....	134
10.3.2	Nachweise für kombiniertes Brettschichtholz .....	134
10.3.3	Nachweise für gekrümmte Träger und veränderliche Querschnitte .....	134
10.3.4	Nachweise für Verstärkungen .....	135
10.3.5	Schubnachweise .....	135
10.3.6	Querdrucknachweise .....	136
10.3.7	Heißbemessungskriterium .....	136

<b>10.4 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>136</b>
<b>11 EC 5-2: Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Vergleich von baupraktischen Erfahrungen mit den Anwendungsregeln der Norm; Ausführung baulicher Holzschutz .....</b>	<b>138</b>
11.1 Motivation .....	138
11.2 Anamnese .....	138
11.3 Diagnose .....	138
11.4 Therapie .....	140
<b>12 Zusammenfassung.....</b>	<b>141</b>
<b>13 Schrifttum .....</b>	<b>142</b>
13.1 Normen und Regelwerke.....	142
13.2 Literatur.....	143
13.3 PRB-Berichte .....	147

## Abkürzungen

In diesem Bericht werden folgende Abkürzungen verwendet:

abZ	<u>a</u> llgemeine <u>b</u> auaufsichtliche <u>Z</u> ulassung
CEN	Europäisches Komitee für Normung (Comité Européen de Normalisation, European Committee for Standardization)
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EC 5-1-1	DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
EC 5-1-2	DIN EN 1995-1-2: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
EC 5-2	DIN EN 1995-2: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 2: Brücken
ETA	europäische technische Zulassung ( <u>E</u> uropean <u>T</u> echnical <u>A</u> pproval bzw. <u>E</u> uropean <u>T</u> echnical <u>A</u> ssessment)
GZG	<u>G</u> renzzustände der <u>G</u> ebrauchstauglichkeit
GZT	<u>G</u> renzzustände der <u>T</u> ragfähigkeit
NA	<u>N</u> ationaler <u>A</u> nhang
NABau	<u>N</u> ormenausschuss <u>B</u> auwesen (im DIN)
NCI	nicht widersprechende zusätzliche Angaben und Regeln zur Anwendung von EC5-1-1, EC5-1-2 und EC5-2 ( <u>N</u> on-Contradictory <u>C</u> omplementary <u>I</u> nformation) im jeweiligen NA
NDP	national festzulegende Parameter ( <u>N</u> ational <u>D</u> etermined <u>P</u> arameters) in den NA
PG4	<u>P</u> rojektgruppe 4: Holzbau
PRB	Initiative <u>P</u> ragisgerechte <u>R</u> egelwerke im <u>B</u> auwesen e.V.

Länderkennzeichen (ISO 3166-1):

AT	– Österreich	FI	– Finnland
BE	– Belgien	FR	– Frankreich
BG	– Bulgarien	IT	– Italien
CY	– Zypern	LU	– Luxemburg
CZ	– Tschechische Republik	LT	– Litauen
DE	– Deutschland	PL	– Polen
DK	– Dänemark	SE	– Schweden
ES	– Spanien	UK	– Großbritannien

## 0 Einführung

### 0.1 Ziel und Vorgehensweise

Ziel des Forschungsvorhabens ist die pränormative Forschung im Vorfeld der praxismgerechten Überarbeitung und Weiterentwicklung des Eurocode 5 (EC 5) für den Holzbau. Der EC 5 besteht derzeit aus 3 Teilen (EC 5-1-1 [R1], EC 5-1-2 [R3], EC 5-2 [R5]) mit ca. 250 Seiten europäischem Normtext und 3 Nationalen Anhängen NA [R2], [R4], [R6] mit ca. 160 Seiten nationalen Anwendungsregeln. Das Regelwerk ist zu komplex und unstrukturiert geworden.

Das Vorhaben folgt dem Grundsatz, dass zunächst in einer Anamnese Schwachstellen und Überregulierungen des EC 5 zusammengetragen werden. Dann wird in einer Diagnose geprüft, inwieweit diese Defizite in der Praxis Bedeutung haben, um anschließend Verbesserungen und Vereinfachungen im Sinne einer Therapie zu erarbeiten und soweit erforderlich durch Vergleichsrechnungen zu validieren.

Bedarfsweise werden die Auswirkungen der Verbesserungsvorschläge zum EC 5 auch an konkreten Beispielen untersucht und mit den Bemessungsergebnissen des bisherigen EC 5 verglichen.

Die Arbeit in PG4 ist auf eine enge Kooperation mit den nationalen und europäischen Normungsgremien, die frühzeitige Einbindung europäischer Fach- und Verkehrskreise sowie ein offenes Kommunizieren und Diskutieren der Arbeitsergebnisse ausgerichtet. Mit der COST<sup>1</sup> Action FP-1402 "Basis of Structural Timber Design" zum TC250/SC5 steht dafür eine hervorragende Plattform zur Verfügung. Zweimal jährlich werden in 4 Arbeitsgruppen Treffen europäischer Kollegen zum Austausch über vorhandenes praxisrelevantes Wissen ermöglicht. Zudem wurde die PG4 parallel zur Struktur des TC250/SC5 sowie des Spiegelausschusses SpA AK 01 angelegt (Abb. 0-1). Die Durchgängigkeit für den Transport der PRB-Ergebnisse wird damit gewährleistet.

Die Therapievorschläge münden teilweise bereits in überarbeitete und praxistaugliche Entwürfe von Normtexten für den EC5 und die zugehörigen Nationalen Anhänge.

---

<sup>1</sup> COST (European Cooperation in Science and Research) ist eine internationale Initiative zur europäischen Zusammenarbeit im Bereich der wissenschaftlichen und technischen Forschung, bei der nationale Forschungsarbeiten koordiniert werden. Aufgabe von COST ist es, europäische Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Unternehmen zur Realisierung eines gemeinsamen Forschungsvorhabens zusammenzuführen. Ziel ist es, nationale Forschungsprojekte in konzertierten Aktionen zu bündeln und dadurch europaweit vorhandene Kapazitäten von Wissen, technischer Ausstattung und finanziellen Ressourcen effektiv zu nutzen und dauerhafte Forschungsnetzwerke zu schaffen.

CEN/TC 250/SC 5			SpA AK 01		PRB PG 4
CLT	WG 1	Wiegand (DE)	01-01	Wiegand	Wiegand
TCC	WG 2	Dias (PT)	01-02	Schänzlin	Götz
Cluster	WG 3	De Proft (BE)	01-03	Hartmann	Hartmann
Fire	WG 4	Frangi (CH)	01-04	Peter	Peter
Connections	WG 5	Munch-Andersen (DK)	01-05	Görlacher	Bernhard
Bridges	WG 6	Malo (NO)	01-06	Schiermeyer	Gerold
Reinforcement	WG 7	Dietsch (DE)	01-07	Dietsch	Wiegand
Seismic design	WG 8	Fragiacomo (IT)	01-08	Seim	Seim
Execution	WG 9	Lawrence (UK)	01-09	Kuhlenkamp	Schopbach

Abb. 0-1 Organisation CEN/TC 250/SC5 – DIN NA 005-04-01-01 – PRB

## 0.2 Struktur des Berichts

Der vorliegende Abschlussbericht gliedert sich in 11 Kapitel. Die Abschnitte 1 bis 9 beziehen sich auf den EC 5-1-1. Neben einer redaktionellen Durchsicht werden hier ausgewählte Themen analysiert und praxisgerecht aufbereitet, die für die Holzbaupraxis derzeit die höchste Relevanz aufweisen. Abschnitt 10 befasst sich mit der Bemessung von Holzkonstruktionen im Brandfall nach EC 5-1-2 und Abschnitt 11 mit Holzbrücken nach EC 5-2.

Die Struktur der einzelnen Abschnitte folgt in der Regel jeweils der oben aufgeführten Methodik aus Anamnese, Diagnose und Therapie.

Aufgrund der Komplexität und des Umfangs des Forschungsvorhabens sind die Kapitel 1-11 nur auszugsweise aus den Teilberichten entnommen, welche der PRB vorliegen (s. Abschnitt 13.3). Gleiches gilt für pränormativ erarbeitete Normentexte und NDP-Zusammenstellungen, die in separaten Dokumenten zusammengefasst sind.

Tabelle 0-1 zeigt eine Zuordnung der einzelnen Abschnitte dieses Berichtes zu den PRB-Teilprojekten sowie den Bezugsstellen im EC 5.

**Tabelle 0-1 Zuordnung der Projekte zu den Bezugsstellen im EC 5**

Kapitel im Bericht		PRB-Bericht	Bezugsstelle EC 5
EC 5-1-1			
1	Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Wording sowie Mechanische Herleitung von Formeln	PRB 4.6 (2015) PRB 4.7 (2015)	1 – 10
2	Vereinfachte Regeln für Lastkombinationen	PRB 4.3 (2015)	1 3.1.3
3	Verstärkungen – Sperrwirkung	PRB 4.9 (2015) PRB 4.10 (2015)	2.3 6.4
4	Verstärkungen – Querdruck	PRB 4.14 (2015) PRB 4.15 (2015)	6.1.5.2 6.1.7 8.7.2
5	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit – Durchbiegungsnachweis	PRB 4.8 (2016)	7.1 7.2
6	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit – Schwingungsnachweis	PRB 4.7 (2016)	7.1 7.3
7	Stiftförmige Verbindungsmittel	PRB 4.11 (2015) PRB 4.9 (2016)	8.1 – 8.7
8	Vereinfachte Regeln für Wandtafeln	PRB 4.4 (2015) PRB 4.1 (2017) PRB 4.2 (2017)	9.2.4
9	Erweiterte Schubfeldtheorie für Deckentafeln	PRB 4.4 (2015) PRB 4.5 (2016) PRB 4.6 (2016)	9.2.3
EC 5-1-2			
10	Vereinfachte Regeln für die Bemessung von Holzkonstruktionen im Brandfall	PRB 4.13 (2015)	1 – 7 Insbesondere 2.4.2 4.2 6.2.1.1/6.2.2.1 Anhang D / E
EC 5-2			
11	Holzbrücken	PRB 4.8 (2015)	1 – 9

### 0.3 Bearbeiter

Die Forschungsarbeiten wurden von verschiedenen Bearbeitern durchgeführt (Tabelle 0-2). Die Experten sind in der Praxis tätige Tragwerksplaner, die in Ingenieurbüros, Baufirmen oder Bauverbänden langjährige Erfahrung mit der Anwendung von Normen im Holzbau haben.

**Tabelle 0-2 Mitarbeiter der PRB PG4**

Name	Adresse
Dipl.-Ing. (FH) Georg Keilholz	K + B Keilholz + Becker Ingenieure GmbH Lachfelderstr. 1, 90427 Nürnberg
Dipl.-Ing. (FH) Dieter Schmid	Holzbau Schmid e.K. Adolf-Schwarzer-Straße 2, D-83308 Trostberg
Dipl.-Ing. Markus Bernhard	IngPunkt GmbH Heilig-Kreuz-Str. 24, 86152 Augsburg
Prof. Dr.-Ing. Francois Colling	Ingenieurbüro für Holzbau Colling Reifersbrunnerstr. 14, 86415 Mering
Dr.-Ing. Philipp Dietsch	Cosimastr. 54, 81927 München
Dipl.-Ing. Matthias Gerold	Harrer Ingenieure GmbH Reinhold-Frank-Str. 48 b, 76133 Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Patricia Hamm	Hamm Ingenieurbüro Saliterstr. 90, 87616 Marktobendorf
Prof. Dr.-Ing. Martin H. Kessel	Innovationsgesellschaft TU Braunschweig mbH Zentrum für Baukonstruktion und Holzbau Schleinitzstraße 21A, 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. Marion Kleiber	Harrer Ingenieure Gesellschaft VBI mbH Reinhold-Frank-Straße 48 b
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Niedermeyer	Holzbau Deutschland-Institut Kronenstr. 55 -58, 10117 Berlin
Dr.-Ing. Mandy Peter	bauart Konstruktions GmbH & Co. KG Destouchesstr. 65, 80796 München
Prof. Dr.-Ing. Mike Sieder	Innovationsgesellschaft TU Braunschweig mbH Zentrum für Baukonstruktion und Holzbau Schleinitzstraße 21A, 38106 Braunschweig
Dr.-Ing. Tobias Wiegand	Studiengemeinschaft Holzleimbau Heinz-Fangman-Str. 2, 42287 Wuppertal

# **1 Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Wording sowie Mechanische Herleitung von Formeln**

## **1.1 Motivation**

Die umfangreichen Normenwerken und teilweise schwer verständlichen Inhalte haben in der Praxis häufig zu Problemen geführt. Missverständliche Formulierungen führen dazu, dass unnötige Diskussionen zwischen Aufstellern und den prüfenden Instanzen geführt werden müssen. Zudem erhöht sich das Risiko der Fehleranfälligkeit.

Zur EC 5-1-1 [R1] und dem zugehörigen Nationalen Anhang [R2] erfolgte eine redaktionelle Durchsicht. Ziel ist eine Kürzung, Korrektur oder Änderung des Normtextes und eine Umgestaltung oder Umordnung, um eine anwenderfreundliche Nutzung des EC 5 auch in Bezug auf die anderen Eurocode-Teile zu erreichen.

Das Projekt gliedert sich in drei Teile:

1. Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm
2. „Wording“, Abgleich Begrifflichkeiten auch zu DIN EN 1993, Inhalt, Struktur und Gliederung, Abgrenzung zu anderen Eurocodes
3. Mechanische Herleitung von Formeln

## **1.2 Teil 1 – Redaktionelle Durchsicht**

### **1.2.1 Anamnese und Diagnose**

Im Rahmen der Bearbeitungsphase „Anamnese und Diagnose“ erfolgte eine redaktionelle Durchsicht der EC 5-1-1 [R1] und EC 5-1-1/NA [R2]. Dabei wurden überflüssige Textpassagen, Dopplungen und Formulierungen mit Lehrbuchwissen ermittelt. Auch die handwerkliche Qualität und Sprache der Norm wurde überprüft. Manche Textpassagen sind unverständlich formuliert oder erlauben eine vielfältige Auslegung. Oftmals handelt es sich dabei auch um schlechte Übersetzungen aus dem englischen Originaltext. Auch diese Abschnitte wurden identifiziert, sodass Vorschläge erarbeitet werden konnten, den Normtext in einer besseren Sprache wiederzugegeben.

Hinsichtlich der Gliederung wurden insbesondere Normstellen mit Querverweisen auf andere Kapitel und Abschnitte sowie offensichtlich nicht logisch aufgebaute Passagen herausgefiltert.

## 1.2.2 Therapie

Die Umsetzung der Bearbeitungsphasen „Anamnese, Diagnose und Therapie“ erfolgte innerhalb eines Bearbeitungsschrittes in tabellarischer Form (s. Anlage 1-1). Tabelle 1-1 zeigt einen Auszug aus dieser tabellarischen Zusammenstellung.

**Tabelle 1-1 Auszug aus der Anlage 1-1 „Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung“**

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.7 Schub	(NA.6)	6.1.7(3) gilt sinngemäß auch für Querkraft aus Linienlasten.	Paragraph (NA.6) ist gleichbedeutend mit (NA.5) -> Paragraph (NA.6) streichen  es ergibt sich jeweils die maßgebende Querkraft im Abstand h zum Auflager- rand	
6.1.8 Torsion	(1)P (NA.2)	...	Paragraph (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 6.1.8 (NA.2)
NCI Schub bei Doppelbiegung und aus Querkraft und Torsion NA.6.1.9	(NA.1)	Bei Kombination von Schub aus Querkraft und Torsion muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $\left(\frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}}\right) + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1$ (NA.56)  ANMERKUNG Der Faktor $k_{cr}$ ist für Einwirkungen rechtwinklig zu möglichen Rissebenen anzusetzen.	Zusammenfassung (NA.1) und NCI Zu 6.1.7 (NA.4)	Bei Doppelbiegung in Rechteckquerschnitten und Kombination von Schub aus Querkraft und Torsion muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $\left(\frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}}\right) + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1$ (6.11)  ANMERKUNG Der Faktor $k_{cr}$ ist für Einwirkungen rechtwinklig zu möglichen Rissebenen anzusetzen.

Im Zuge der Bearbeitung wurde zunächst eine betroffene Normtextstelle identifiziert. Dies waren z.B. überflüssige Textpassagen, schlechte Formulierungen oder unlogisch aufgebaute Abschnitte. Anschließend wurde die daraus entstehende Problematik analysiert und ein Lösungsvorschlag, z. B. durch streichen, umformulieren oder umordnen der Normtextstelle, erarbeitet.

## 1.3 Teil 2 – Wording

### 1.3.1 Anamnese und Diagnose

Unter dem Überbegriff „wording“ erfolgte ein Abgleich der Begrifflichkeiten sowohl innerhalb des EC 5, als auch im Vergleich zu anderen Eurocode-Teilen.

Dabei sollten gleiche Formelzeichen mit unterschiedlichen Definitionen bzw. gleiche Begrifflichkeiten mit unterschiedlichen zugeordneten Formelzeichen aufgedeckt werden.

Für eine anwenderfreundliche Handhabung der Eurocodes ist es zwingend erforderlich die Definitionen gleicher Formelzeichen innerhalb eines Normenteiles, aber auch zwischen verschiedenen Eurocode-Teilen abzugleichen. Oft werden Holz- und Stahlbauteile im Zusam-

menhang verwendet (Abtragung von Holzbalkendecken über Stahlträger, Stahlstützen unter Holzunterzügen etc.). Verschiedene Bedeutungen für gleiche Formelzeichen können demzufolge zu Missverständnissen und Verwirrungen führen.

Die Bearbeitung erfolgte mittels Tabellen.

- Abgleich Formelzeichen zwischen EC 3 (Stahlbau) und EC 5

Es wurden die Normenteile DIN EN 1993 Teil 1-1 (Allgemeine Bemessungsregeln), Teil 1-8 (Verbindungen) sowie EC 5-1-1 und der zugehörige deutsche Nationale Anhang betrachtet.

- Abgleich Formelzeichen zwischen EC 0 (Grundlagen der Bemessung) und EC 5

Eine Vereinheitlichung aller Formelzeichen durch die EN 1990 ist wünschenswert. Daher wurde im nächsten Schritt ein Abgleich der Formelzeichen zwischen dem EC 0 und dem EC 5 durchgeführt.

- Abgleich Formelzeichen innerhalb des EC 5

Im Zuge des Abgleichs der Begrifflichkeiten zwischen dem EC 5 und dem EC 3 bzw. EC 0 konnte festgestellt werden, dass es eine Vielzahl an Formelzeichen gibt, die innerhalb des gleichen Normenteiles unterschiedliche Definitionen aufweisen. Daher wurde abschließend ein Abgleich der Formelzeichen innerhalb des EC 5 durchgeführt.

Neben dem Abgleich der Begrifflichkeiten wurde auch ein Abgleich des Inhaltes, der Struktur und der Gliederung des EC 5 in Bezug auf die anderen Eurocode-Teile vorgesehen. Für eine anwenderfreundliche Handhabung der Eurocodes ist eine Vereinheitlichung der Kapitelüberschriften sowie deren Inhalte – soweit es werkstoffübergreifend möglich ist – wünschenswert.

### 1.3.2 Therapie

Die Umsetzung der Bearbeitungsphasen „Anamnese, Diagnose und Therapie“ erfolgte innerhalb eines Bearbeitungsschrittes in tabellarischer Form (s. Anlage 1-2). Tabelle 1-2 zeigt einen Auszug aus dieser tabellarischen Zusammenstellung.

Es wurden gleiche Formelzeichen mit unterschiedlichen Definitionen ermittelt und für diese wurden Änderungs-, Ergänzungs- und Korrekturvorschläge ausgearbeitet. Es konnte nicht für alle Fälle ein Lösungsvorschlag gefunden werden. Diese Felder sind rot hinterlegt gekennzeichnet. Teilweise sind diese durch andere Projektgruppe (z. B. PRB PG 3) zu erar-

beiten; die restlichen Fälle sind vom Normenausschuss zum EC 5 zu klären.

**Tabelle 1-2 Auszug aus der Anlage 1-2a „Abgleich der Formelzeichen EC 3 und EC 5“**

FORMELZEICHEN								
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA		Anmerkungen
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	
i	Trägheitsradius für die maßgebende Knickebene bezogen auf den Bruttoquerschnitt	i	Zahlenindex zur Bestimmung von Bauteilen eines Anschlusses (ff.)	i	Neigung der Ausklümmungsneigung			
ℓ	Länge	ℓ	Knicklänge eines Bauteils	ℓ	Stützweite; Länge Kontaktlänge			
				ℓ <sub>c</sub>	Kontaktlänge			
				ℓ <sub>ef</sub>	wirksame Länge; wirksame Länge einer Verteilung			
m	Anzahl der Stützen in einer Reihe			m	Masse pro Flächeneinheit	m	bezogenes Moment	streichen -> nicht im Normtext vorh. keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich

**Tabelle 1-3 Auszug aus der Anlage 1-2b „Abgleich der Formelzeichen EC 0 und EC 5“**

FORMELZEICHEN							
EC0: Teil 1-1			Anmerkung	EC5: Teil 1-1			Anmerkung
Zeichen	Definition	Abschnitt		Zeichen	Definition	Abschnitt	
F <sub>d</sub>	Bemessungswert einer Einwirkung	1.6		F <sub>d</sub>	Bemessungswert der Kraft	1.6	
				F <sub>d</sub>	Bemessungswert der Stabilisierungskraft	9.2.5.2 (3)	
				F <sub>d</sub>	die der Bemessungswert der Normalkraft in der einseitig beanspruchten Lasche	NCI NA 8.1.6 (NA.3)	
G	Ständige Einwirkung	1.6		G	Ständige Einwirkung	2.2.3 (5)	
G <sub>d</sub>	Bemessungswert einer ständigen Einwirkung	1.6		G <sub>d</sub>	Bemessungswert des Schubmoduls	1.6	
				G <sub>mean</sub>	der Mittelwert eines Schubmoduls	1.6	neu
				G <sub>mean,d</sub>	Bemessungswert eines Schubmoduls	1.6	
				G <sub>mean,d</sub>	Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils	2.4.1 (2)P	

**Tabelle 1-4 Auszug aus der Anlage 1-2c „Abgleich der Formelzeichen innerhalb EC 5“**

FORMELZEICHEN							
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			Anmerkungen	EC5: Teil 1-1 / NA			Anmerkungen
Zeichen	Definition	Abschnitt		Zeichen	Definition	Abschnitt	
b h <sub>p</sub>	b als Scheiben Tafelhöhe	9.2.3.2 (1)	Index p für "panel"	b h <sub>p</sub>	Scheiben Tafelhöhe	NCI Zu 9.2.3.2 (NA.8)	Index p für "panel"
b h <sub>min</sub>	die kleinere Querschnittsabmessung	6.1.8 (1)	h <sub>min</sub> = min (b;h)	b h <sub>p</sub>	Tafelhöhe	NCI Zu 9.2.3.2 (NA.9)	
b	die Deckenbreite in m	7.3.3 (5)					
b	die Breite b des Klammerrückens	8.4 (3)					
b <sub>1</sub>	Breite der Wandscheibe i (in 9.2.4.2) oder Wandlänge i (in 9.2.4.3)	1.6					
b <sub>1</sub>	die Wandscheibenbreite	9.2.4.2 (4)					
b <sub>1</sub>	die Wandlänge in m	9.2.4.3.2 (3)	in Deutschland ist Verfahren A				
b <sub>1</sub>	die Breite der Wand die Wandlänge	9.2.4.3.2 (5)	anzuwenden				

Anlage 1-2d zeigt den Abgleich der Inhaltsverzeichnisse zwischen den Eurocodes 2 bis 6 Teile 1-1 in tabellarischer Form. Änderungsvorschläge und Ergänzungen können lediglich für den EC 5 vorgenommen werden. Die anderen Eurocode-Teile müssen in den jeweiligen zuständigen Projektgruppen überarbeitet werden, sodass lediglich Hinweise auf eine erforderliche Anpassung gegeben werden können.

Gleiche Kapitelüberschriften in den Eurocode-Teilen wurden grün hinterlegt; Kapitelüberschriften, die voneinander abweichen, in rot.

Der Abgleich fand unter Berücksichtigung der vorgelegten Neustrukturierung des EC 5 des Chairman des europäischen Normenausschusses Prof. Stefan Winter statt.

**Tabelle 1-5 Auszug aus der Anlage 1-2d „Abgleich der Inhaltsverzeichnisse EC 5 gegenüber EC 2, EC 3, EC 4 und EC 6“**

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
1 Allgemeines	1 Allgemeines	1 Allgemeines	1 Allgemeines	1 Allgemeines
1.1 Anwendungsbereich	1.1 Anwendungsbereich	1.1 Anwendungsbereich	1.1 Anwendungsbereich	1.1 Anwendungsbereich
1.1.1 Anwendungsbereich der EN 1995	1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2	1.1.1 Anwendungsbereich von Eurocode 3	1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 4	1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 6
1.1.2 Anwendungsbereich der EN 1995-1-1	1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1	1.1.2 Anwendungsbereich von Eurocode 3 Teil 1-1	1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 1 - 1	1.1.2 Anwendungsbereich von Teil 1-1 des Eurocodes 6
1.2 Normative Verweise	1.2 Normative Verweise	1.2 Normative Verweise	1.2 Normative Verweise	1.2 Normative Verweise
	1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	1.2.1 Allgemeines
	1.2.2 Weitere normative Verweisungen	1.2.2 Normative Verweisungen zu schweißgeeigneten Baustählen	1.2.2 Weitere normative Verweisungen	1.2.2 Normen, auf die Bezug genommen wird
1.3 Annahmen	1.3 Annahmen	1.3 Annahmen	1.3 Annahmen	1.3 Annahmen
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	1.4 Unterscheidung zwischen verbindlichen Regeln und Anwendungsregeln
1.5 Begriffe und Definitionen	1.5 Begriffe	1.5 Begriffe	1.5 Begriffe	1.5 Begriffe
1.5.1 Allgemeines	1.5.1 Allgemeines		1.5.1 Allgemeines	1.5.1 Allgemeines
1.5.2 Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Europäischen Norm	1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm		1.5.2 Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Norm	1.5.2 Mauerwerk

## 1.4 Teil 3 – Mechanische Herleitung von Formeln

### 1.4.1 Anamnese und Diagnose

Teil 3 umfasst die Ermittlung von Formeln und Bemessungsregeln, deren mechanische Herleitung nicht eindeutig erkennbar ist bzw. Zweifel an der Richtigkeit besteht.

Dabei wurden die Themenkomplexe „Verbindungsmittel“ und „Stabilität“ nicht untersucht. Bezüglich der Verbindungsmittel wird auf Abschnitt 7 verwiesen.

Die Bemessungsregeln sollten nach den Grundregeln der Mechanik entwickelt werden. Empirisch ermittelte und in die Formeln eingebrachte Parameter bzw. Berechnungsanteile wurden herausgefunden und gekennzeichnet.

Die modernen Nachweisformate wurden mit einem Anspruch auf Exaktheit formuliert, welcher sich in der gebauten Realität nicht wiederfindet. Dies betrifft sowohl die Einwirkungs- als auch die Widerstandsseite. Rechenprozesse, die sich einer einfachen Handrechnung entziehen, sollen durch grafische und/oder tabellarische Auswertung einfach anwendbar gemacht werden; hierzu sind mögliche Themengebiete herauszufiltern.

### 1.4.2 Therapie

Die Umsetzung der Bearbeitungsphasen „Anamnese, Diagnose und Therapie“ erfolgte innerhalb eines Bearbeitungsschrittes in tabellarischer Form (s. Anlage 1-3). Tabelle 1-6 zeigt einen Auszug aus dieser tabellarischen Zusammenstellung.

Ziel war es, zu den ermittelten Formeln und Bemessungsregeln Kommentare, Fragen und Vorschläge zur Verbesserung der Verständlichkeit zu erarbeiten.

**Tabelle 1-6 Auszug aus der Anlage 1-3 „Mechanische Herleitung von Formeln“**

Kapitel	Gleichung aus DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Anmerkung / Frage / Vorschlag
6.1.8 Torsion	$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$ $k_{shape} = \begin{cases} 1,2 & \text{für einen runden Querschnitt} \\ \min \left\{ 1 + 0,5 \frac{h}{b} \right. & \text{für einen rechteckigen Querschnitt} \\ 1,3 & \end{cases} \quad (6.15)$	<p><math>k_{shape}</math> stellt einen Erhöhungsfaktor um bis zu 30 % dar                  Wie ist dieser begründet?                  In DIN 1052:2008 gab es diesen Erhöhungsfaktor nicht.</p>
6.2.2 Druck unter einem Winkel zur Faser  NCI Versätze NA.12.1	$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{r,90} \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (6.16)$ $\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1 \quad (NA.161)$ $\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A} \quad (NA.162)$ $f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (NA.163)$	<p>Berechnung der Druckfestigkeit unter einem Winkel zur Faser nach „Hankinson“.</p> <p>Berechnung der Druckfestigkeit unter einem Winkel zur Faser aus DIN 1052:2008 übernommen.                  -&gt; Berechnung erfolgt auf Basis der Mechanik</p> <p>Beide Bemessungsgleichungen (6.16) und (NA.163) sind sehr aufwendig zu lösen und damit fehleranfällig.</p>

## 2 Vereinfachte Regeln für Lastkombinationen

### 2.1 Einführung, Motivation

Die Ermittlung der bemessungsmaßgebenden Lastkombination auf Grundlage der derzeitigen Regeln der DIN EN 1990 [R12] und DIN EN 1991 [R14] stellt einen hohen Rechenaufwand dar.

Dieser wird im Holzbau noch dadurch erhöht, dass die Widerstandsseite mit der Einwirkungsseite über den Beiwert  $k_{mod}$  verknüpft ist, der seinerseits vom Umgebungsklima (Nutzungsstufe: NKL) und der Lasteinwirkungsdauer (Klasse der Lasteinwirkungsdauer: KLED) abhängig ist.

Damit wird im Holzbau nicht automatisch diejenige Lastkombination maßgebend, die die höchste Einwirkung liefert, sondern die Einwirkung ist immer in Relation zum jeweils zugehörigen Widerstand zu betrachten. Die Ermittlung der maßgebenden Lastkombination erfordert daher im Vergleich zu anderen Baustoffen einen deutlich erhöhten Rechenaufwand, der nicht immer gerechtfertigt erscheint.

Ziel dieses Antrages war es, Vorschläge für vereinfachte Regeln zu erarbeiten.

### 2.2 Modifikationsbeiwert $k_{mod}$ für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt

#### 2.2.1 Anamnese und Diagnose

Im EC 5 sind insgesamt 5 Klassen der Lastwirkungsdauern (KLEDs) definiert:

„ständig“      „lang“      „mittel“      „kurz“      „sehr kurz“

Im NA-Deutschland wird für Wind eine zusätzliche Klasse „kurz/sehr kurz“ eingeführt. Hier wäre zu überprüfen, ob auf diese zusätzliche Klasse nicht verzichtet werden könnte.

Eine Einteilung von Einwirkungen in diese KLEDs erfolgt in den NAs der Länder.

Für jede dieser (in Deutschland) 6 Klassen werden im EC 5 und NA  $k_{mod}$  - Werte angegeben.

In Tabelle 2-1 sind die entsprechenden Angaben aus EC 5 und NA-Deutschland zusammengefasst.

Aus dieser Zusammenstellung wird ersichtlich, dass die Vielzahl an KLEDs und die Vielzahl von Baustoffen zu einer noch größeren Vielzahl an  $k_{mod}$  - Werten führt, die für einen in der Holzbau-Bemessung ungeübten Ingenieur verwirrend sein mag.

Insbesondere die Vielzahl an unterschiedlichen Holzwerkstoffen und zugehörigen Typen beinhaltet die Gefahr von Verwechslungen und damit von Fehlern in der Bemessung. Hier ist eine „Verschlankung“ anzustreben

**Tabelle 2-1 Zusammenfassung der  $k_{mod}$  - Werte nach EC 5 (Tabelle 3.1) und NA (Tabelle NA.4)**

	Baustoffe	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
				ständige Einwirkung	lange Einwirkung	mittlere Einwirkung	kurze Einwirkung	sehr kurze Einwirkung
EC 5-1-1	Vollholz	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
	Brettschicht- holz	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
	Furnier- schichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
	Sperrholz	EN 636 TYP EN 636-1 TYP EN 636-2 TYP EN 636-3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
	OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
			1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
	Spanplatten	EN 312 Typ P4, Typ P5 TYP P5 TYP P6, Typ P7 Typ P7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
			2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
			1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
	Holzfaser- platten, hart	EN 622-2 HB.LA HB.HLA1 oder 2 HB.HLA1 oder 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
			2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Holzfaser- platten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
			2	-	-	-	0,45	0,80
	Holzfaser- platten, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
2			-	-	-	0,45	0,80	
EC 5-1-1/NA	Balkenschicht- holz, Brettsperrholz, Massivholz- platten	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
	Gipsplatten (Typen GKBa, GKFa, GKBI und GKFI), Gipsfaser- platten	DIN 18180, DIN EN 15283-2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
			2	0,15	0,30	0,45	0,60	0,80
	Zementge- bundene Spanplatten	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10	
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80	
a nur Nutzungsklasse 1								

## 2.2.2 Therapie

### Vorschlag Reisser

Reisser / Gerold machten in einem internen Arbeitspapier der PG 4 („Eyecatcher PRB-PG4“) den Vorschlag, nur noch zwei Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) zu definieren, nämlich eine für ständig wirkende Lasten und eine für alle veränderliche Lasten.

Weiterhin werden alle Baustoffe in nur 4 Baustoffklassen gruppiert, zu denen  $k_{mod}$  - Werte angegeben werden. Der Vorschlag ist Tabelle 2-2 zusammengefasst.

**Tabelle 2-2 Vorschlag  $k_{mod}$  - Werte nach Reisser / Gerold**

Material	Norm	Service class	Load-duration-class	
			Permanent action	Variable actions
Solid wood, Glued laminated timber, Laminated veneer lumber (LVL), Plywood	EN 14081-1 EN 14080	1+2	0,60	0,80
	EN 14374, EN 14279 EN 636	3	0,50	0,65
OSB	EN 300	1+2	0,30	0,60
Particle-board	EN 312	1+2	0,30	0,50
Fibreboard	EN 622-2 EN 622-3 EN 622-5	1+2	0,20	0,50

Der Fall „ständige Lasten“ wäre nur dann zu betrachten, wenn Wind als einzige veränderliche Einwirkung vorhanden ist.

Dieser Vorschlag würde eine deutliche Vereinfachung der Bemessung darstellen.

Allerdings beinhaltet er auch den Nachteil, dass bei kurz und sehr kurz einwirkenden Lasten einiges „verschenkt“ wird, was Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Holzkonstruktionen haben kann (insbesondere im Zusammenhang mit der Aussteifung von Gebäuden gegen Windlasten).

### Weiterer Vorschlag

Die Grundidee von Gerold, nämlich die Reduzierung von KLEDs und die Gruppierung von Baustoffen wurde aufgegriffen und ein weiterer Vorschlag ausgearbeitet.

Hierbei wurden die nachfolgenden drei Klassen der Lasteinwirkungsdauer definiert:

- ständig / lang
- mittel / kurz (für die meisten veränderlichen Lasten)
- sehr kurz (für Wind und außergewöhnliche Lasten)

In der nachfolgenden **Tabelle 2-3** sind die Wertebereiche für  $k_{mod}$  nach EC 5 [R1] für diese neuen KLEDs zusammengestellt.

**Tabelle 2-3**  $k_{mod}$  - Werte nach EC 5

Baustoff	NKL	KLED		
		ständig/lang	mittel/kurz	sehr kurz
VH, BSH, LVL, SpH, BASH, BSPH, MP	1 + 2	0,6 - 0,7	0,8 - 0,9	1,1
	3	0,5 - 0,55	0,65 - 0,7	0,9
OSB/3 u. 4, P6 <sup>1</sup> u. P7	1	0,4 - 0,5	0,7 - 0,9	1,1
	2	0,3 - 0,4	0,55 - 0,7	0,9
OSB/2 <sup>1</sup> , P4 <sup>1</sup> u. P5, HFH, ZSp	1	0,3 - 0,45	0,65 - 0,85	1,1
	2	0,2 - 0,3	0,45 - 0,6	0,8
HFM <sup>2</sup> , MDF <sup>2</sup> , GP, GF	1	0,2 - 0,4	0,6 - 0,8	1,1
	2	0,15 - 0,3	0,45 - 0,6	0,8
<sup>1</sup> Nur in NKL 1 <sup>2</sup> In NKL 2 nur kurz und sehr kurz				
VH = Vollholz nach EN 14081 BSH = Brettschichtholz nach EN 14080 LVL = Furnierschichtholz nach EN 14374 und EN 14279 SpH = Sperrholz nach EN 636 BASH = Balkenschichtholz nach EN 14080 BSPH = Brettsperrholz nach EN 16351 MP = Massivholzplatten nach DIN EN 13353 OSB = OSB-Platten nach EN 300 Px = Spanplatten nach EN 312 HFH = harte Holzfaserplatten nach EN 312 HFM = mittelharte Holzfaserplatten nach EN 622-3 MDF = mittelharte Holzfaserplatten nach EN 622-5 GP = Gipsplatten nach DIN 18180 GF = Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2				

Auf der Grundlage der in Tabelle 2-3 für die neuen KLEDs angegebenen Wertebereiche für  $k_{mod}$  könnten neue  $k_{mod}$  - Werte festgelegt werden. In der nachfolgenden Tabelle 2-4 ist ein Vorschlag hierzu angegeben, wobei die angegebenen  $k_{mod}$  - Werte meist auf der sicheren Seite liegend für die längere Einwirkungsdauer übernommen wurden. In einigen Fällen wurde jedoch auch der Mittelwert der  $k_{mod}$  - Werte der zusammengefassten KLEDs gebildet.

**Tabelle 2-4 Vorschlag für vereinfachte  $k_{mod}$  - Werte**

Baustoff	NKL	KLED		
		ständig/lang	mittel/kurz	sehr kurz
VH, BSH, LVL, SpH, BASH, BSPH, MP	1 u. 2	0,6	0,85	1,1
	3	0,5	0,65	0,9
OSB/3 u. 4, P6 <sup>1</sup> u. P7	1	0,4	0,8	1,1
	2	0,3	0,6	0,9
OSB/2 <sup>1</sup> , P4 <sup>1</sup> u. P5, HFH, ZSp	1	0,3	0,7	1,1
	2	0,25	0,5	0,8
HFM <sup>2</sup> , MDF <sup>2</sup> , GP, GF	1	0,2	0,6	1,1
	2	0,15	0,45	0,8

<sup>1</sup> Nur in NKL 1    <sup>2</sup> In NKL 2 nur kurz und sehr kurz

VH = Vollholz nach EN 14081  
 BSH = Brettschichtholz nach EN 14080  
 LVL = Furnierschichtholz nach EN 14374 und EN 14279  
 SpH = Sperrholz nach EN 636  
 BASH = Balkenschichtholz nach EN 14080  
 BSPH = Brettsperrholz nach EN 16351  
 MP = Massivholzplatten nach DIN EN 13353  
 OSB = OSB-Platten nach EN 300  
 Px = Spanplatten nach EN 312  
 HFH = harte Holzfaserverplatten nach EN 312  
 HFM = mittelharte Holzfaserverplatten nach EN 622-3  
 MDF = mittelharte Holzfaserverplatten nach EN 622-5  
 GP = Gipsplatten nach DIN 18180  
 GF = Gipsfaserverplatten nach DIN EN 15283-2

## 2.3 Lastkombinationen

### 2.3.1 Anamnese

#### 2.3.1.1 Berechnung nach DIN EN 1990

Der Bemessungswert von Einwirkungen ist nach EN 1990 [R12] wie folgt zu berechnen:

$$E_d = \sum 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Gl.(2.1)}$$

mit

- $E_d$  = Bemessungswert der Einwirkung
- $G_k$  = char. Wert der Eigenlast
- $Q_{k,1}$  = Veränderliche Einwirkung 1
- $Q_{k,i}$  = weitere veränderliche Einwirkungen
- $\psi_{0,i}$  = Lastkombinationsbeiwerte

Für den Fall eines Bauteils, das durch drei verschiedene veränderliche Einwirkungen belastet wird, ergibt sich die maximale Einwirkung (Bemessungswert)  $E_d$  aus dem Größtwert der nachfolgenden Lastkombinationen (LK):

- LK 1:  $g + q_1 + q_2 + q_3$  (=  $g+q_1+q_3+q_2$   $q_2$  und  $q_3$  vertauscht)
- LK 2:  $g + q_2 + q_1 + q_3$  (=  $g+q_2+q_3+q_1$ )
- LK 3:  $g + q_3 + q_1 + q_2$  (=  $g+q_3+q_2+q_1$ )

Üblicherweise wird diejenige Lastkombination maßgebend, bei der die betragsmäßig größte veränderliche Einwirkung (= „leitende“ Einwirkung) voll, d.h. ohne Lastkombinationsbeiwerte  $\psi_o$  angesetzt wird.

Nach Weiterleitung der Reaktionskräfte aus diesen Lastkombinationen auf die stützenden Bauteile (darunter liegende Bauteile) sind zur Ermittlung der zugehörigen maximalen Schnittgrößen erneute Berechnungen erforderlich, wobei neu hinzukommende Einwirkungen zu berücksichtigen sind.

Dies bedeutet, dass eine Vielzahl von Lastkombinationen zu berücksichtigen sind, was eine Handrechnung nahezu unmöglich macht. Hier sind Vereinfachungen wünschenswert.

Für Holzbauteile ist der Aufwand noch um ein Vielfaches höher, weil hier wegen des Einflusses der Lasteinwirkungsdauer (KLED) und der Umgebungsbedingungen (Nutzungsklasse NKL) und des zugehörigen Modifikationsbeiwertes  $k_{mod}$  durchaus eine LK bemessungsmaßgebend sein kann, die nicht den größten Wert der Einwirkung liefert.

Daher müssen für Holzbauteile die nachfolgend aufgeführten Lastkombinationen betrachtet werden:

- LK 1:  $g$
- LK 2a:  $g+q_1$
- LK 2b:  $g+q_2$
- LK 2c:  $g+q_3$
- LK 3a:  $g+q_1+q_2$
- LK 3b:  $g+q_1+q_3$
- LK 3c:  $g+q_2+q_1$
- LK 3d:  $g+q_2+q_3$
- LK 3e:  $g+q_3+q_1$
- LK 3f:  $g+q_3+q_2$
- LK 4a:  $g+q_1+q_2+q_3$  (=  $g+q_1+q_3+q_2$ )
- LK 4b:  $g+q_2+q_1+q_3$  (=  $g+q_2+q_3+q_1$ )
- LK 4c:  $g+q_3+q_1+q_2$  (=  $g+q_3+q_2+q_1$ )

Die bemessungs**maßgebende** Lastkombination ist nun nicht mehr diejenige Lastkombination, die die höchste Einwirkung  $E_d$  liefert, sondern diejenige, die den größten Verhältniswert  $E_d / k_{mod}$  liefert (bei gleichartig wirkenden Lasten, z.B. Vertikallasten).

### 2.3.1.2 Auswertung bisheriger Vorschläge und Berechnungen

#### Vorschlag der PG 1

Im Forschungsbericht [2] der PRB-Projektgruppe 1 wurde für Grundkombinationen nach DIN EN 1990 [R12] folgende Vereinfachung für die Ermittlung der **maximalen Einwirkung** vorgeschlagen:

$$E_d = \sum 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} Q_{k,i} \quad \text{Gl.(2.2)}$$

mit

- $E_d$  = Bemessungswert der Einwirkung
- $G_k$  = char. Eigenlast
- $Q_{k,1}$  = "leitende" veränderliche Einwirkung
- $Q_{k,i}$  = weitere veränderliche Einwirkungen

Dieser Vorschlag basiert im Wesentlichen auf dem Verzicht der Kombinationsbeiwerte  $\psi_0$ .

Mit Hilfe von Vergleichsrechnungen wurde diese Vereinfachung - mit Ausnahme der Gebäudekategorie E - als sehr gute Näherung für die Berechnung der maximalen Einwirkung angesehen. Daher wurde seitens der PG 1 auch empfohlen, diese Vereinfachung nur für Hochbauten mit den Nutzlastkategorien A bis D und H anzuwenden.

#### Vergleichsrechnungen der Harrer Ingenieure

Gerold/Kleiber führten zur Überprüfung des PG1-Vorschlags in [3] mehrere Vergleichsrechnungen für Holztragwerke durch. Dabei wurden Holzbauteile aus bereits umgesetzten Bauwerken mit der Vereinfachung neu berechnet und auf die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Querschnittsänderung in keinem Fall erforderlich gewesen wäre und keine sicherheitsrelevanten Abweichungen aufgetreten sind.

Hinsichtlich der Praxistauglichkeit wurde allerdings angemerkt, dass die Vereinfachung nicht die Anzahl der zu prüfenden Lastkombinationen reduziert, weil die PG1-Vereinfachung sich nur auf die **maximale Last**, nicht jedoch auf die - unter Berücksichtigung der  $k_{mod}$  - Werte - **maßgebende Last** auswirkt.

### 2.3.2 Diagnose

Die in Abschnitt 2.3.1.1 aufgezeigte Auflistung an zu überprüfenden Lastkombinationen für Holzkonstruktionen zeigt, dass die Findung der **maßgebenden** Lastkombination deutlich aufwändiger und komplexer ist, als bei anderen Baustoffen. Berücksichtigt man weiterhin,

dass Ingenieurbüros mit der Bemessung von Holzkonstruktionen i.d.R. weniger vertraut sind als mit der Bemessung von Stahlbeton- und Stahlkonstruktionen, so sind für den Holzbau Vereinfachungen im Zusammenhang mit den Lastkombinationen nicht nur wünschenswert, sondern dringend notwendig, auch um einer erhöhten Fehlerquote in der Anwendung vorzubeugen.

Die von der PG 1 vorgeschlagene Vereinfachung stellt eine gute Näherung für übliche Hochbauten dar. Sie betrifft aber nur die Berechnung der **maximalen** Einwirkung, nicht aber die nach EC 5 zu ermittelnde **maßgebende** Einwirkung (unter Verwendung der  $k_{mod}$  - Werte).

Daher wurden weitere Betrachtungen im Hinblick auf mögliche Vereinfachungen bei der Findung der maßgebenden Einwirkungen für notwendig erachtet.

### 2.3.3 Therapie

Für Holzkonstruktionen wird nicht automatisch diejenige Lastkombination maßgebend, die den größten Bemessungswert der Einwirkung liefert, sondern wegen der Verknüpfung mit der Widerstandsseite ( $k_{mod}$ ) kann auch eine Lastkombination maßgebend werden, die betragsmäßig eine kleinere Last liefert.

Dies wird beeinflusst von folgenden Faktoren:

- dem Anteil der Einwirkung mit der kürzeren Lasteinwirkungsdauer (KLED):  
Ist der Anteil der Last mit kürzerer Lasteinwirkungsdauer sehr gering, so wird eine Lastkombination ohne diese Einwirkung maßgebend.
- dem Unterschied zwischen Einwirkungsdauern der verschiedenen Lasten, insbesondere bei Wind:  
Bei veränderlichen Lasten ohne Wind sind die Lasteinwirkungsdauern meist als „mittel“ oder „kurz“ definiert. Daher ergibt sich die maßgebende Lastkombination meist aus der Summe aller Einwirkungen.  
Wird Wind als „kurz“ eingestuft, so ist die Mitwirkung ähnlich der der anderen Lasten zu sehen, d.h. die maßgebende Lastkombination ergibt sich erneut aus der Summe aller Lasten.  
Wird Wind jedoch als „kurz/sehr kurz“ (wie in Deutschland) oder gar als „sehr kurz“ (wie in anderen Ländern) eingestuft, so wächst je nach Anteil dieser Windlast die Wahrscheinlichkeit, dass eine Lastkombination ohne Wind maßgebend wird.

Bei der Suche nach möglichen Vereinfachungen waren folgende Kriterien wichtig:

- die Vereinfachung sollte für häufige und praxisübliche Fälle auf der sicheren Seite liegen,
- sie sollte für typische und übliche Tragwerke anwendbar sein,
- sie sollte eine Hand- bzw. Überschlagsrechnung ermöglichen.

Es wurden mehrere Möglichkeiten einer Vereinfachung betrachtet und deren „Erfolg“ mit Hilfe von Vergleichsrechnungen überprüft. Auf eine Darstellung aller untersuchten Varianten wird an dieser Stelle mit Verweis auf den Bericht PRB-4.3 (2016) verzichtet.

Im Zuge dieses Vorhabens wurde folgender Vorschlag für die Vereinfachung von Lastkombinationen abgeleitet:

Randbedingungen:

- $g/q \leq \text{ca. } 0,6$
- Nutzlasten für Gebäudekategorien A, B, C und D  
→ nicht für Gebäudekategorie E mit lang einwirkenden Lasten (KLED = lang)

Berücksichtigung der nachfolgenden Lastkombinationen:

$$\text{LK 1a: } E_{d1a} = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,1}$$

$$\text{LK 1b: } E_{d1b} = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,2}$$

$$\text{LK 2: } E_{d2} = 1,35 \cdot (G_k + \sum Q_{k,i})$$

mit

$E_{d1a}$  = Bemessungswert mit  $Q_{k,1}$  als leitende veränderliche Einwirkung

$E_{d1b}$  = Bemessungswert mit  $Q_{k,2}$  als 2. leitende veränderliche Einwirkung

$E_{d2}$  = Bemessungswert mit allen Einwirkungen

$Q_{k,1}$  = „leitende“ veränderliche Einwirkung

$\sum Q_{k,i}$  = Summe aller veränderlichen Einwirkungen

Die LK 1b mit der 2. leitenden Einwirkung  $Q_{k,2}$  ist nur dann zu untersuchen, wenn diese eine andere Beanspruchung bewirkt als die 1. leitende Einwirkung (z.B. Doppelbiegung).

Die maßgebende Lastkombination ergibt sich durch den größeren der beiden nachfolgenden Werte:

$$\text{LK 1 } \frac{E_{d1a}}{k_{\text{mod},1}} \quad \text{und falls erforderlich: } \frac{E_{d1b}}{k_{\text{mod},1}}$$

$$\text{LK 2 } \frac{E_{d2}}{k_{\text{mod},2}}$$

mit

$k_{\text{mod},1}$  =  $k_{\text{mod}}$  - Wert für die „leitende“ veränderliche Einwirkung  $Q_{k,1}$  bzw.  $Q_{k,2}$

$k_{\text{mod},2}$  =  $k_{\text{mod}}$  - Wert für die veränderliche Einwirkung  $Q_{k,i}$  mit der kürzesten Lasteinwirkungsdauer (KLED)

Die Vergleichsrechnungen zeigten folgende Ergebnisse:

- Bei nur **einer veränderlichen Einwirkung** sind die Ergebnisse der LK 1 identisch mit der „genauen“ Berechnung nach EC 0 [R12] und EC 5 [R1].

- Bei **zwei veränderlichen Einwirkungen** treten meist nur „positive“ Abweichungen auf. Die seltenen „negativen“ Abweichungen (auf der unsicheren Seite) betragen max. 3%. Größere negative Abweichungen treten nur bei Lastkombinationen mit sehr dominantem Wind auf, aber auch nur wenn dieser als „sehr kurz“ wirkend eingestuft ist.
- Bei **mehr als zwei veränderlichen Einwirkungen** wird meist die Lastkombination mit dem pauschalen Lasterhöhungsfaktor von 1,35 maßgebend, wobei die Abweichungen dann nahezu immer auf der sicheren Seite liegen.

Der Vorschlag führt somit zu folgenden Vereinfachungen:

- Die Anzahl der zu betrachtenden Lastkombinationen wird deutlich reduziert (auf max. 3).
- Die Findung der maßgebenden Lastkombination im Holzbau wird deutlich erleichtert.
- Die Weiterleitung von Einwirkungen und die Berücksichtigung neu hinzukommender Lasten werden durch den pauschalen Faktor von 1,35 deutlich erleichtert.

Diese Vereinfachungen könnten als **Alternative** zur genaueren Ermittlung der maßgebenden Lastkombination aufgenommen werden. Diese Alternative liegt bei „einfachen“ Konstruktionen meist auf der sicheren Seite.

Die Ergebnisse wurden bereits im Rahmen der COST Action Meetings in Pamplona und Stockholm mit dem europäischen Ausland kommuniziert und in der anschließenden Diskussion mit unterschiedlichen Reaktionen zur Kenntnis genommen.

### 3 Verstärkungen – Sperrwirkungen

#### 3.1 Motivation

Holzbauteile, die quer zur Faser beansprucht werden, müssen aufgrund der in dieser Beanspruchungsrichtung geringen Festigkeiten und Steifigkeiten häufig verstärkt werden. Diese Verstärkungen, zumeist in Form von quer zur Faser eingebrachten Schrauben oder Gewindestangen aus Stahl, behindern aber das freie Schwinden bzw. Quellen des Holzes bei Feuchteänderungen. Diese Sperrwirkung führt zu feuchteinduzierten Spannungen quer zur Faser, die im Fall von Schwindspannungen zu tiefen Schwindrissen und einer damit verbundenen Reduzierung der Tragsicherheit führen können.

Normativ wird die Sperrwirkung quer oder schräg zur Faser eingebrachter Verstärkungen derzeit nicht berücksichtigt. Eine rechnerische Erfassung der Sperrwirkung von Verstärkungsmaßnahmen bei Klimawechsel wie auch die Angabe eines zugehörigen Nachweisformats ist sehr komplex. Für die Entwicklung eines Nachweisformats sind weitere umfangreiche experimentelle und analytische Untersuchungen erforderlich, die zum Zeitpunkt des Abschluss dieses Berichtes nicht vorliegen. Es existieren aber langjährige Erfahrungen mit querzugbewehrten Bauteilen und Anschlüssen. Insbesondere auf diese Erfahrungen soll im Rahmen dieses Projektes zurückgegriffen werden.

Ziel ist eine Konsolidierung und Harmonisierung der in den ausführenden Betrieben vorliegenden, firmeninternen Regelungen zur Detaillierung und Ausführung von Verstärkungen im Holzbau. Auf dieser Basis sollen sichere, ausführbare und wirtschaftliche Konstruktions- und Detailregeln zu Verstärkungen in Holzbauteilen unter Berücksichtigung möglicher Holzfeuchteänderungen entwickelt und für die kommende Generation des EC 5 vorgeschlagen werden.

Die Methodik zur Lösung der Aufgabe ist in Abb. 3-1 dargestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte werden im Folgenden erläutert.

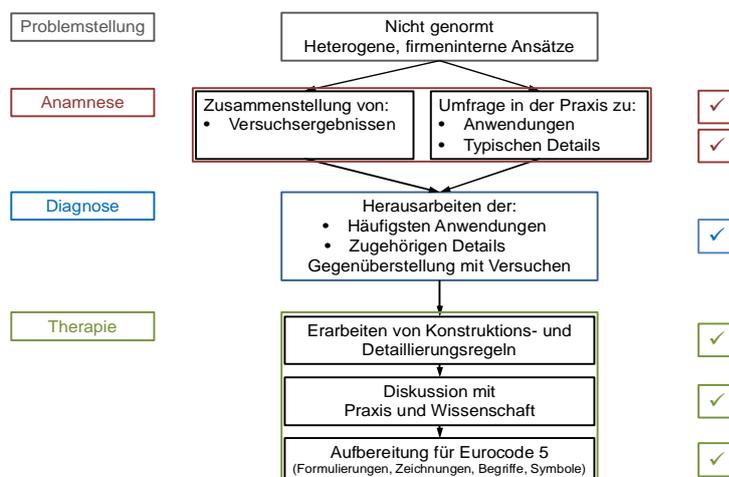


Abb. 3-1 Methodik im Teilprojekt Verstärkungen – Sperrwirkung

## 3.2 Anamnese + Diagnose /Bestandsanalyse

### 3.2.1 Stand des Wissens – wissenschaftliche Untersuchungen

Zum Einfluss von Holzfeuchteänderungen auf verstärkte Holzbauteile kann eine Handvoll an wissenschaftlichen Untersuchungen ([9]-[13]) zu mittels Schrauben oder Gewindestangen verstärkten Brettschichtholz(BSH)-Bauteilen herangezogen werden. Diese umfassen sowohl experimentelle als auch analytische Untersuchungen. Die für die praktische Anwendung von Verstärkungen wichtigsten Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen sind:

- Die Sperrwirkung der Verstärkungselemente führt zu einzelnen, tiefen Schwindrissen. Eine Rissverteilung, wie sie aus dem Stahlbetonbau bekannt ist, stellt sich nicht ein.
- Die Sperrwirkung der Verstärkungselemente auf die freie Verformbarkeit des Holzquerschnitts steigt bei
  - zunehmender Höhe des verstärkten Bereiches und mit
  - abnehmenden Abständen zwischen den Verstärkungselementen.
- Bei senkrecht zur Faser mit einer Gewindestange ( $l_{GS} > 1$  m) verstärkten BSH-Bauteilen kann bereits eine Reduktion der Holzfeuchte in Querschnittsmitte von etwa 3 - 4 % zu Rissen infolge Schwinddehnungen führen. Bei abnehmenden Abständen zwischen den Verstärkungselementen sinken die tolerierbaren Holzfeuchteänderungen merklich.
- Eine Änderung der Neigung der Schrauben oder Gewindestangen von 90° auf 45° reduziert die entstehenden Querzugspannungen etwa um die Hälfte.
- Der Einfluss der Verbundsteifigkeit (eingedreht / eingeklebt) auf die Größe der Sperrwirkung ist vergleichsweise gering.
- Ein analytischer Ansatz zur Quantifizierung der Sperrwirkung der Verstärkungselemente ist aktuell nicht bekannt.

Im Rahmen eines Pilotprojektes werden seit ca. 2 Jahren Messdaten zum Einfluss von seitlich aufgeklebten Holzwerkstoffplatten auf die Holzfeuchte von großformatigen Brettschichtholzbauteilen generiert. Die Ergebnisse des in Zusammenarbeit zwischen der TU München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion und der Studiengemeinschaft Holzleimbau durchgeführten Forschungsprojektes zeigen einen deutlich positiven Effekt der seitlich aufgeklebten Holzwerkstoffplatten auf das Ausmaß und die Geschwindigkeit von Änderungen der Holzfeuchte der Brettschichtholzbauteile [14].

Das von der TU München in Zusammenarbeit mit der Studiengemeinschaft Holzleimbau und weiteren Praxispartnern beantragte und mittlerweile bewilligte Forschungsprojekt „Verhalten verstärkter Brettschichtholzbauteile unter Schwindbeanspruchung“ (Zukunft Bau, 2017 – 2019) wird es ermöglichen, den experimentellen Erfahrungsschatz der oben genannten

Problematik zu erweitern und die unten beschriebenen Lösungsansätze mittels praxisnaher Versuchsaufbauten zu validieren und zu präzisieren.

### 3.2.2 Klimatische Bedingungen im Bauwerk

Im Bereich der in der Praxis auftretenden Feuchtebeanspruchungen, d.h. der klimatischen Umgebungsbedingungen in Bauwerken unterschiedlicher Nutzung und ihres Einflusses auf die Holzfeuchte der Bauteile, gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen, zumeist an Einzelobjekten. In [15] wurden systematisch Messungen des Raumklimas und resultierender Holzfeuchten in insgesamt 21 Bauwerken aus 7 unterschiedlichen Nutzungen über den Zeitraum von über zwei Jahren durchgeführt.

In der Gruppe der gedämmten und beheizten Gebäude stellten sich durchschnittlich Temperaturen  $\geq 20^{\circ}\text{C}$  (für Schwimmbäder ca.  $30^{\circ}\text{C}$ ) und i.d.R. relative Luftfeuchten  $< 50\%$  ein. Die aus diesen klimatischen Randbedingungen resultierenden Holzfeuchten lagen im Bereich von 7 – 10 % bei jährlichen Amplituden von  $< 2\%$  (vgl. Tabelle 3-1) Der hinsichtlich des Gefährdungspotentials für die Entstehung von Schwindrissen bei dieser Gruppe kritischste Zeitraum ist zumeist der erste Winter nach Erstellung des Gebäudes.

**Tabelle 3-1 Anhaltswerte zu Raumklima und Holzfeuchten für die Gruppe der gedämmten und beheizten Gebäude unter Normalbetrieb**

Nutzung	Holzfeuchte		Temp.	rel. Luftf.
	MW [%]	Amp [%]	MW [ $^{\circ}\text{C}$ ]	MW [%]
Schwimmen (klimat.)	8 - 9	$< 1,5$	$\approx 30$	$< 50$
Sport	8 - 10	$< 2$	$\approx 20$	$< 50$
Prod. u. Verkauf	6 - 7	$< 2$	15 - 25	$< 40$
$\emptyset$ gedämmt, beheizt	7 – 10	$< 2$	$> 20$	$< 50$

Für die Kategorie der teiloffenen, ungedämmten und unbeheizten Gebäude konnten im Mittel Temperaturen im Bereich von  $10^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$  und relative Luftfeuchten größer 65 % beobachtet werden. Die mittlere Holzfeuchte stellt sich zwischen 12 und 16 % ein. Durch die schwankenden klimatischen Randbedingungen ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Amplitude der Holzfeuchte von 4 % (vgl. Tabelle 3-2). Bei geschlossenen Eissporthallen wurde eine mittlere relative Luftfeuchte zwischen 60 und 70 % bei aufgrund der Nutzung schwankenden Temperaturen festgestellt. Die Holzfeuchte lag bei durchschnittlich 15,5 % bei einer jährlichen Amplitude von ca. 3,5 %. Bei teiloffenen, unbeheizten Eissporthallen können deutlich höhere Luft- und Holzfeuchten auftreten.

**Tabelle 3-2 Anhaltswerte zu Raumklima und Holzfeuchten für die Gruppe der teiloffenen, ungedämmten und unbeheizten Gebäude unter Normalbetrieb**

Nutzung	Holzfeuchte		Temp.	rel. Luftf.
	MW [%]	Amp [%]	MW [°C]	MW [%]
Reiten	14 - 17	3 - 5	10 - 15	70 - 80
Viehbetrieb	14 - 17	4 - 5	10 - 15	65 - 75
Lager	11 - 14	4 - 5	10 - 15	60 - 75
∅ teiloffen, ungedämmt, unbeheizt	12 - 16	4	10 - 15	> 65

### 3.2.3 Umfrage unter Planern und ausführenden Holzleimbaubetrieben

Im Rahmen einer Umfrage unter Planern und ausführenden Betrieben wurden zunächst die häufigsten Anwendungsfälle und Ausführungsarten für Querszugverstärkungen sowie Erfahrungen zu Schädigungen der Holzbauteile aufgrund des Sperreffektes der verschiedenen Verstärkungsarten abgefragt. Abschließend wurden die Teilnehmer um Angabe gebeten, welche Vorgehensweise bzw. normative Angaben zum Sperreffekt von Querszugverstärkungen auf verstärkte Holzbauteile als praktikabel und zielführend betrachtet werden. Die Umfrage wurde unter allen Mitgliedsbetrieben der Studiengemeinschaft Holzleimbau sowie ausgewählten Planern und Gutachtern (Planerpool von Holzbau Deutschland und VPI) verteilt. Die wichtigsten Ergebnisse aus der ausgewerteten Umfrage lauten:

- Vollgewindeschrauben (VGS) bzw. vorgebohrte, eingedrehte Gewindestangen (GS) sind die am häufigsten verwendeten Verstärkungselemente. Gründe sind die höhere Wirtschaftlichkeit und die einfacheren Nachweise.
- Des Weiteren werden vor allem bei Sanierungen aber auch in Bereichen unter kombinierten Querszug- und Schubbeanspruchungen oder in Bereichen in denen eine geringe Holzfeuchte erwartet wird (Oberlichter, Lüftungsleitungen etc.) Verstärkungen mit aufgeklebten Holzwerkstoffplatten (HWS) ausgeführt. Als Nachteile dieser Ausführungsvariante werden die geringere Wirtschaftlichkeit und die Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes genannt.
- Verstärkungen mit eingeklebten Gewindestangen sowie aufgeklebten Vollholz- oder HWS-Streifen werden seltener ausgeführt.
- Satteldachträger und gekrümmte Träger werden zumeist mit eingedrehten GS, selten mit aufgeklebten HWS verstärkt.
- Durchbrüche werden sowohl mit aufgeklebten HWS als auch mit VGS verstärkt. Letztere werden senkrecht zur Faser eingebracht.

- Ausklinkungen werden fast ausschließlich mit VGS verstärkt. Diese werden senkrecht zur Faser eingebracht.
- Queranschlüsse werden fast ausschließlich mit senkrecht zur Faser eingebrachten VGS verstärkt.
- Im Falle geringer ( $\leq 7\%$ ) oder stark schwankender Holzfeuchten werden vollflächig seitlich aufgeklebte HWS oder aber VGS / GS in Kombination mit einem diffusionshemmenden Anstrich als praktikabel und zielführend genannt. Häufig aber werden die zu erwartenden Holzfeuchten und Holzfeuchteschwankungen bei der Auswahl der Verstärkungsmaßnahmen nicht berücksichtigt.
- Die sog. „Teilbewehrung“, d.h. eine Verstärkung, die nur einen Teil der auftretenden Quersugbeanspruchungen aufnimmt, wird vor dem Hintergrund der Schwindrissbildung durch Austrocknen von einigen Herstellern abgelehnt.

### 3.3 Therapie

#### 3.3.1 Erarbeiten von Konstruktions- und Detaillierungsregeln

Unter Berücksichtigung der bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse sowie von Seiten der Praxis übermittelten Erfahrungen und in Ermangelung eines analytischen Ansatzes zur rechnerischen Abbildung des Sperreffektes von Verstärkungselementen auf Holzbauteile wird vorgeschlagen, Planer und Ausführende in EN 1995-1-1, Abschnitte 2.3 „Basisvariable“ sowie 6.4 „Bauteile mit besonderen Anforderungen aufgrund ihrer geometrischen Form“ (letzterer enthält Bemessungsvorschriften für Bauteile unter Quersugbeanspruchung sowie die zugehörigen Verstärkungen) in Form von allgemeinen Formulierungen zu informieren und zu sensibilisieren. Der vorgeschlagene Normtext ist in Anlage 3-1 gegeben.

Es wurde angestrebt, den Normtext so allgemein gültig wie möglich zu halten. Es wurden jedoch weitere für die praktische Anwendung nützliche und belastbare Informationen zusammengestellt, welche für eine Aufnahme in das sog. „Background Document“ vorgeschlagen werden. Der für das „Background Document“ vorgeschlagene Text ist in Anlage 3-2 gegeben.

Es wird vorgeschlagen, im Rahmen der Bemessungs- und Konstruktionsregeln stärker zwischen Verstärkungen im Bereich reiner Quersugbeanspruchung und Verstärkungen im Bereich von Quersug- und Schubbeanspruchungen zu unterscheiden. Quersugverstärkungen werden in der Regel so bemessen, dass diese die vollen Quersugspannungen im betrachteten Querschnitt übertragen können. Ein Riss im Holz aufgrund hoher Schwindspannungen aus Sperreffekt und/oder aus planmäßigen Quersugspannungen reduziert die Tragsicherheit des Querschnitts auf Quersug also nicht. Ist der (gerissene) Querschnitt zusätzlich auf Schub beansprucht, so können die Schubspannungen von senkrecht zur Faserrichtung ein-

gebrachten Schrauben / Gewindestangen jedoch nicht übertragen werden. Hierfür eignen sich jedoch seitlich aufgeklebte Holzwerkstoffplatten oder aber schräg eingebrachte Schrauben / Gewindestangen. In der Praxis existieren z.T. heute schon firmeninterne Grenzwerte, ab deren Überschreitung die Verstärkung nicht nur für die auftretenden Querkzugspannungen, sondern auch für die auftretenden Schubspannungen nachzuweisen ist (z.B. bei einem Ausnutzungsgrad  $\eta_{\text{Schub}} \geq 40\%$ ). Im Hinblick auf diese Fragestellung bietet sich auch ein Blick auf den in den Erläuterungen zu DIN 1052:2004 [16] enthaltenen Nachweis der erhöhten Schubspannungen bei verstärkten Durchbrüchen an, siehe Gleichung (3.1). Der Faktor  $\kappa_{\text{max}}$  kann mit dem Kehrwert des Ausnutzungsgrades  $\eta_{\text{Schub}}$  gleichgesetzt werden.

$$\tau_{\text{max}} = \kappa_{\text{max}} \cdot \frac{1,5 \cdot V_d}{b_{\text{ef}} \cdot (h - h_d)} = 1,84 \cdot \left[ 1 + \frac{a}{h} \right] \cdot \left( \frac{h_d}{h} \right)^{0,2} \cdot \frac{1,5 \cdot V_d}{b_{\text{ef}} \cdot (h - h_d)} \quad \text{Gl. (3.1)}$$

mit:

$h$  Trägerhöhe

$h_d$  Durchbruchshöhe

$a$  Durchbruchlänge

Ist dieser Nachweis überschritten, können senkrecht zur Faserrichtung eingebrachte Schrauben / Gewindestangen nicht zur Anwendung kommen. Eine Auswertung des Erhöhungsfaktors  $\kappa_{\text{max}}$  zeigt, dass dieser für übliche Geometrien von Durchbrüchen Erhöhungen ergibt, die in der Größenordnung den o.g. firmeninternen Grenzen liegen, siehe Abb. 3-2. Dementsprechend wird vorgeschlagen, den o.g. Nachweis für die nächste Generation des EC 5 aufzubereiten.

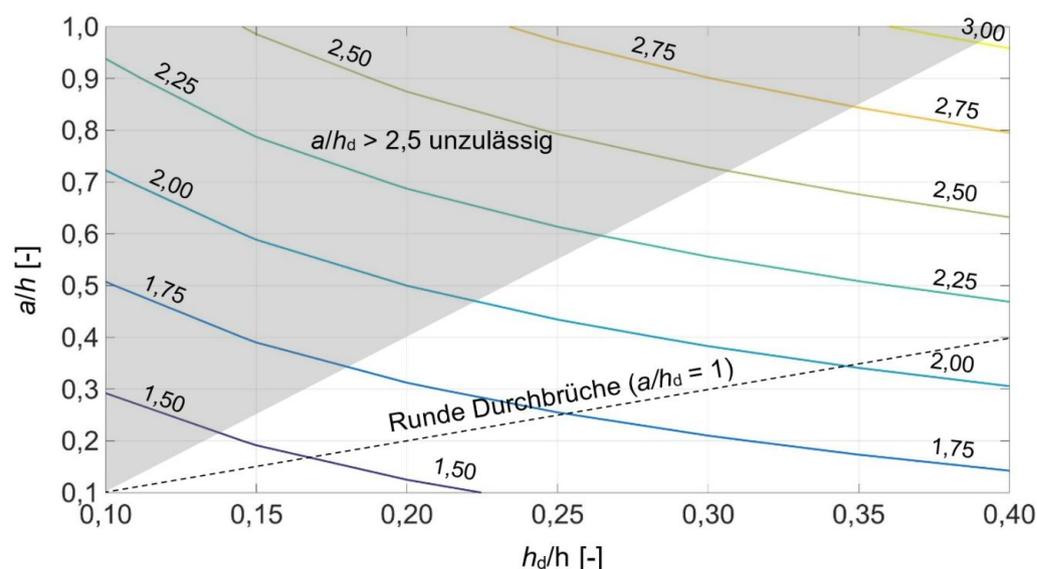
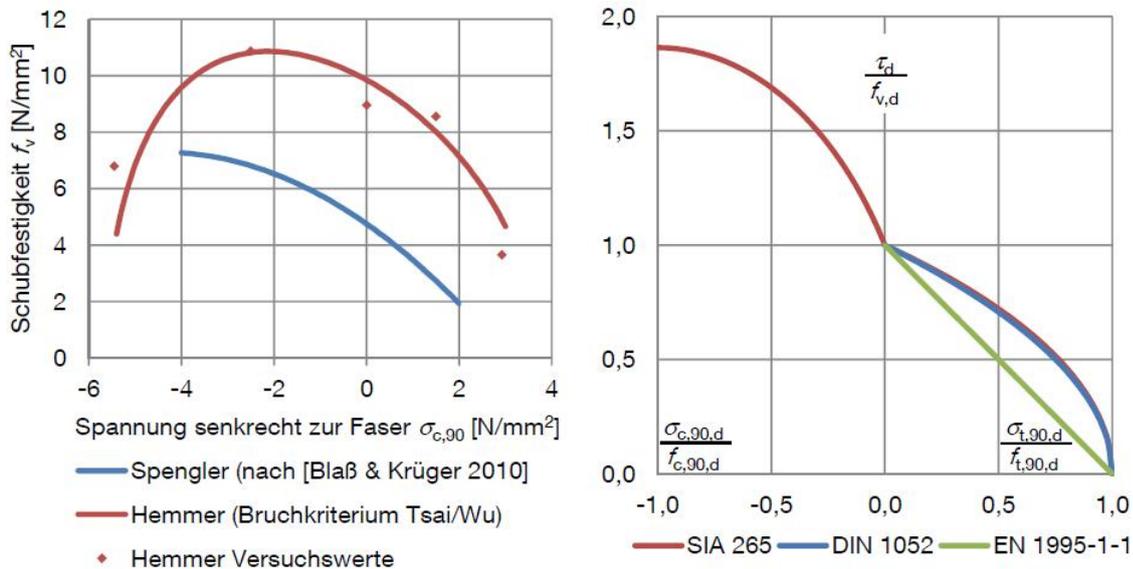


Abb. 3-2 Größe des Erhöhungsfaktors  $\kappa_{\text{max}}$  in Abhängigkeit der Größe und Geometrie des Durchbruchs

Im Rahmen einer Diskussion um eine präzisere Festlegung der Grenze des Ausnutzungsgrades auf Schub kann zudem auf die Erkenntnisse zur Schub-Querspannungs-Interaktion zurückgegriffen werden, siehe Abb. 3-3. Aufgrund des Umfangs der hierzu notwendigen Diskussionen mit Fachexperten weltweit wird die Festlegung eines belastbaren Grenzwertes für diese Forderung bis zum Abschluss des Teilprojektes nicht möglich sein.



**Abb. 3-3 Interaktion zwischen Querspannungen und Schubbeanspruchbarkeit (aus [13])**

### 3.3.2 Diskussion des Ansatzes

Die erarbeiteten Textvorschläge wurden mit Experten aus der Wissenschaft und Vertretern der Baupraxis diskutiert, angepasst und mit positivem Ergebnis abgestimmt. Diese Abstimmung erfolgte bereits auch auf europäischer Ebene im Rahmen der Ausschüsse CEN/TC 250/SC 5/WG 7 „Reinforcement“ sowie Project Team SC5.T1 „CLT and Reinforcement“.

### 3.3.3 Aufbereitung des Ansatzes

Die mit Experten aus der Wissenschaft und Vertretern der Baupraxis abgestimmten Konstruktions- und Detaillierungsregeln wurden für die neue Generation des EC 5 aufbereitet. Hierbei wurden Vorschläge erstellt, an welcher Stelle im EC 5 diese eingepflegt werden sollten. Alle Verweise, Nummerierungen, Begriffe, Symbole und Zeichnungen wurden entsprechend angepasst (Anlage 3-1; Anlage 3-2).

## 4 Verstärkungen – Querdruck

### 4.1 Motivation

Holzbauteile, die quer zur Faser beansprucht werden, müssen aufgrund der in dieser Beanspruchungsrichtung geringen Festigkeiten und Steifigkeiten häufig verstärkt werden. EN 1995-1-1 enthält derzeit keine Angaben zu Entwurf und Bemessung von Querkzug- oder Querdruckverstärkungen.

Der deutsche nationale Anhang EC 5-1-1/NA regelt Entwurf und Berechnung von Querkzugverstärkungen. Zu den in der Baupraxis inzwischen ebenfalls häufigen Querdruckverstärkungen fehlen dagegen bislang aber Angaben. Diese müssen daher bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ, ETAs) entnommen werden, deren Regelungen heterogen sind.

Dies führt dazu, dass momentan in der Baupraxis unterschiedliche (und potentiell unsichere bzw. unwirtschaftliche) Ansätze für den Entwurf und die Berechnung von Querdruckverstärkungen angewendet werden. Im Rahmen des Systematic Review zu EN 1995-1-1 wurde daher die Forderung nach der Aufbereitung eines allgemein anwendbaren Ansatzes für EN 1995-1-1 erhoben.

Ziel ist eine Vereinfachung der Handhabung bei der Bemessung von Querdruckverstärkungen (ease-of-use). Die momentan in der einschlägigen Literatur und bauaufsichtlichen Zulassungen enthaltenen Ansätze sollen durch einen allgemeingültigen, sicheren, anwendbaren und wirtschaftlichen Ansatz ersetzt werden. Dieser soll rechtzeitig in die europäische Diskussion um Regeln zu Verstärkungen im Holzbau (Project Team SC5.T1 „CLT and Reinforcement“: 2016-2018) eingebracht werden.

Die Methodik zur Lösung der Aufgabe ist in Abb. 3-1 dargestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte werden im Folgenden erläutert.

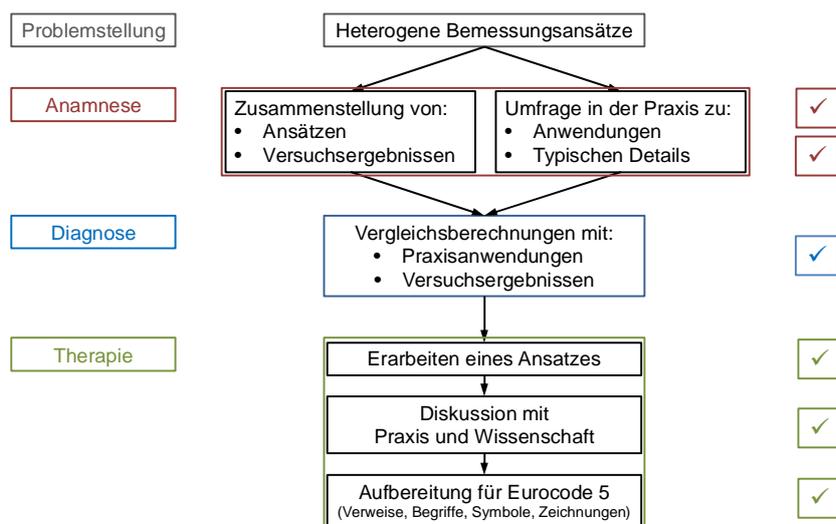


Abb. 4-1 Methodik im Teilprojekt Verstärkungen – Querdruck

## 4.2 Anamnese

### 4.2.1 Stand von Wissenschaft und Technik – Bemessungsansätze und Versuchsergebnisse

Die Idee, Auflagerbereiche zu verstärken um der geringen Querdruckbeanspruchbarkeit von Holz entgegenzuwirken, ist alt. Europaweit nahm die Forschungstätigkeit in diesem Feld seit den 70er und 80er Jahren zu, u.a. [17], [18], [19]. Hierbei zeigten sich bündig zur Holzoberfläche eingeklebte Gewindestangen als besonders leistungsfähig. Für eine Übersicht der frühen Entwicklungen wird auf Ehlbeck (1985) [20] verwiesen. Eine breite praktische Anwendung blieb, vor allem wegen der aufwändigen Herstellung, jedoch aus. Erste Versuche zur Verstärkung von Auflagerbereichen mittels selbstbohrenden Schrauben wurden von Colling (2000) [21] durchgeführt. Aufgrund der einfachen Herstellung fand diese Methode bald gesteigertes Interesse der Praxis. Umfassende Untersuchungen und Versuche zu Querdruckverstärkungen mittels selbstbohrender Vollgewindeschrauben wurden von Bejtka (2005) [22] durchgeführt. Diese mündeten in einen Bemessungsvorschlag, der Grundlage späterer Zulassungen war. Im Rahmen der Entwicklung bauaufsichtlicher Zulassungen für Vollgewindeschrauben wurde zumeist auf letztgenannte Forschungsarbeit zurückgegriffen, z.B. ETA-11/0024, ETA-11/0190, ETA-12/0063, ETA-12/0114, ETA-12/0132 und ETA-12/0373, [R26], [R27]. Andere mögliche Querdruckverstärkungen, z.B. in die Seitenflächen eingepresste Nagelplatten, werden laut den Ergebnissen der im folgenden Abschnitt 4.2.2 beschriebenen Umfrage nicht oder sehr selten angewendet. Zudem ist der Kenntnisstand für eine Normung dieser Ausführung zu wenig abgesichert.

### 4.2.2 Umfrage unter Planern und ausführenden Betrieben

Im Rahmen einer Umfrage unter Planern und ausführenden Betrieben wurden zunächst die häufigsten Anwendungsfälle und Ausführungsarten für Querdruckverstärkungen abgefragt. Anschließend wurde um Erfahrungen bei der Bemessung, Detaillierung und Ausführung der verschiedenen Verstärkungsarten gebeten. Die Umfrage wurde unter allen Mitgliedsbetrieben der Studiengemeinschaft Holzleimbau sowie ausgewählten Planern und Gutachtern (Planerpools von Holzbau Deutschland und VPI) verteilt. Die wichtigsten Ergebnisse aus der ausgewerteten Umfrage lauten:

- Häufig werden Querdruckverstärkungen an Trägerauflagern (Mittelaufleger, Endaufleger) eingesetzt. Hauptgrund hierfür sind zu kurze Auflagerlängen, hohe Lasten aufgrund Durchlaufwirkung (Mittelaufleger) sowie ein geringer Randabstand zum Hirnholz (Endaufleger).
- Seltener werden Querdruckverstärkungen in Bereichen direkter Lasteinleitung (Schwellendruck) eingesetzt. Grund sind wirtschaftlichere alternative Lösungen wie brei-

tere Rippen/Pfosten, Schwellen aus Furnierschichtholz, Stahlplatten zur Lastverteilung oder durchgeführte Stützen.

- Selbstbohrende Vollgewindeschrauben (VGS) (seltener vorgebohrte, eingedrehte Gewindestangen (GS)) sind die mit Abstand am häufigsten verwendeten Verstärkungselemente. Grund ist die Wirtschaftlichkeit und die einfache praktische Umsetzung.
- Verstärkungen mit eingeklebten Gewindestangen (aufwendig), eingeklebten Hartholzdübeln (nur bei der Sanierung historischer Konstruktionen) und aufgeklebten Holzwerkstoffplatten (Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes) werden nur noch sehr selten ausgeführt.
- Die häufigste Ausführungsvariante bei Trägenerauflagern sind bündig zur Holzoberfläche eingedrehte Vollgewindeschrauben unter denen eine Stahlplatte sowie eine Elastomerschicht zur Lastweiterleitung angeordnet werden.
- Selten angewendet wird die Variante der angeschraubten Stahlplatte, d.h. die Schrauben werden durch Löcher in der Stahlplatte in das Holz geschraubt, die Stahlplatte bewirkt somit eine Einspannung der Vollgewindeschrauben. Ein Grund für die seltene Anwendung ist, dass die hierfür notwendigen Fräsungen der Stahlplatte exakt der Geometrie der Schraubenköpfe entsprechen müssen. Die Schraubenköpfe der am Markt erhältlichen Vollgewindeschrauben weisen jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Geometrien auf.
- Es kommen Vollgewindeschrauben der Durchmesser 7 – 13 mm zum Einsatz, zumeist in Mengen zwischen 4 bis 20 Schrauben je Auflager. Das Verhältnis zwischen Einschraubtiefe und Trägerhöhe beträgt zumeist  $l_{ef}/l > 0.5$ . Die großen Schraubenlängen begründen sich durch die so erreichbaren hohen effektiven Auflagerlängen. Die Abstände der Schrauben werden nach Zulassung gewählt, nur der Randabstand  $a_{4,c}$  wird zumeist größer gewählt um ein seitliches Austreten der Schraube aus dem Holzquerschnitt zu verhindern.

### 4.3 Diagnose

#### 4.3.1 Allgemeines

Die Zielsetzung eines sicheren aber auch wirtschaftlichen Ansatzes wird mittels Vergleichsrechnungen unterstützt. Die vorab dargestellten Ergebnisse der Umfrage unter Praxisbetrieben zeigen, dass in der Praxis vor allem Verstärkungen an Auflagern mittels selbstbohrender Vollgewindeschrauben ausgeführt werden. Für diese sind die drei folgenden Nachweise zu führen, u.a. [24]:

1. Nachweis gegen das Hineindrücken der Vollgewindeschrauben ins Holz. Die Tragfähigkeit auf Hineindrücken entspricht der Tragfähigkeit auf Herausziehen.

2. Nachweis gegen das Querdruckversagen im Holz am Ende des verstärkten Bereiches, d.h. an den Schraubenspitzen.
3. Nachweis gegen das Stabilitätsversagen, d.h. Ausknicken der Schrauben im Holz.

Die Tragfähigkeit selbstbohrender Vollgewindeschrauben gegenüber Herausziehen bzw. Hineindrücken wurde umfangreich untersucht, die zugehörigen Bemessungsansätze (u.a. [R1], [R26], [R27]) sind Stand der Technik. Im Hinblick auf die beiden anderen Nachweise wurden Untersuchungen und Vergleichsberechnungen vorgenommen. Die Vergleichsberechnungen wurden durch eine Bachelorarbeit unterstützt [26]. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dargestellt. Aus den Vergleichsberechnungen wurden in Absprache mit der Praxis Lösungsvorschläge erarbeitet. Diese werden im folgenden Abschnitt 4.4 erläutert.

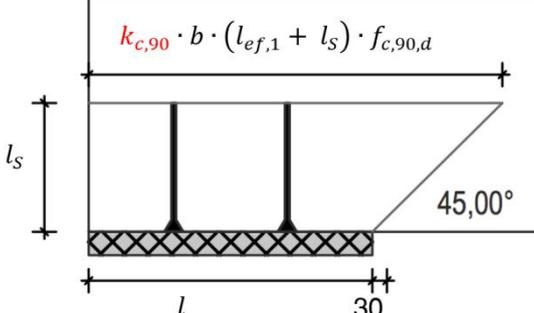
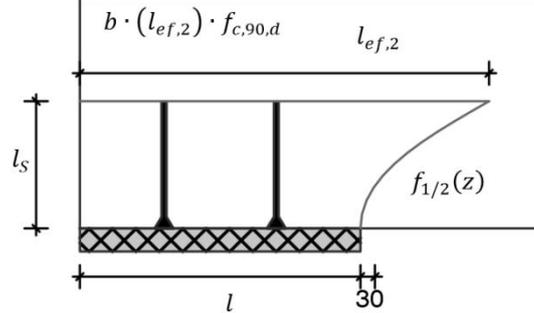
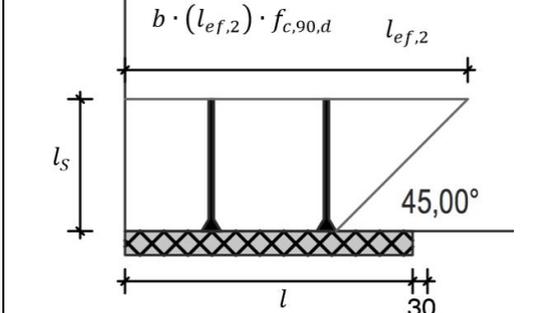
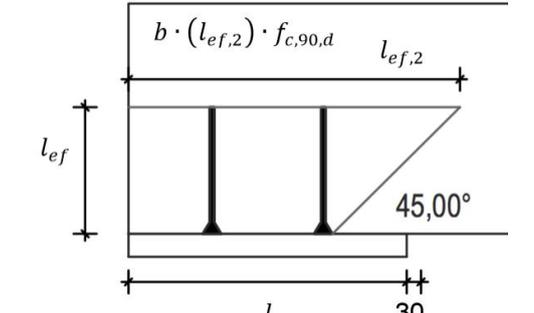
#### 4.3.2 Nachweis gegen das Querdruckversagen im Holz

Für den Nachweis gegen das Querdruckversagen im Holz am Ende des verstärkten Bereiches, d.h. an den Schraubenspitzen, lassen sich in der einschlägigen Literatur drei Bemessungsansätze finden, siehe Tabelle 4-1. Die drei Ansätze unterscheiden sich vor allem in ihrem Ansatz zur Ermittlung der wirksamen Länge  $l_{ef,2}$ , also der ansetzbaren Länge zur Bestimmung der Tragfähigkeit auf Querdruck auf Höhe der Schraubenspitze.

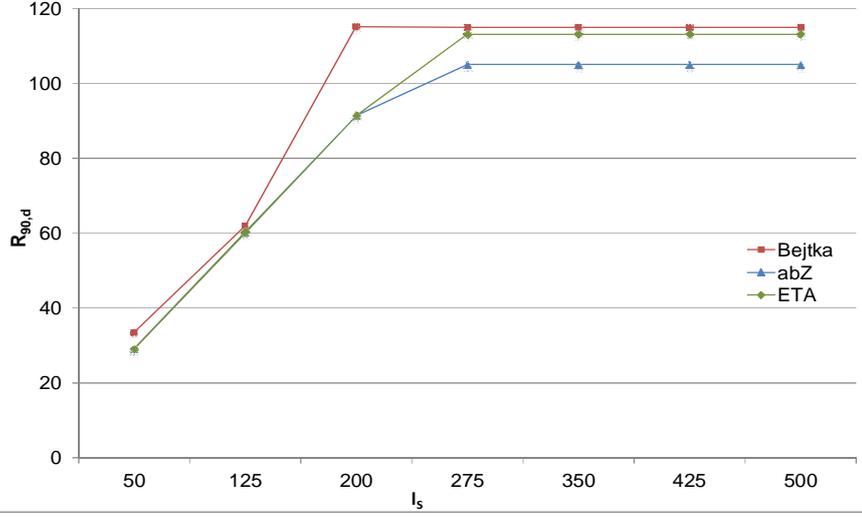
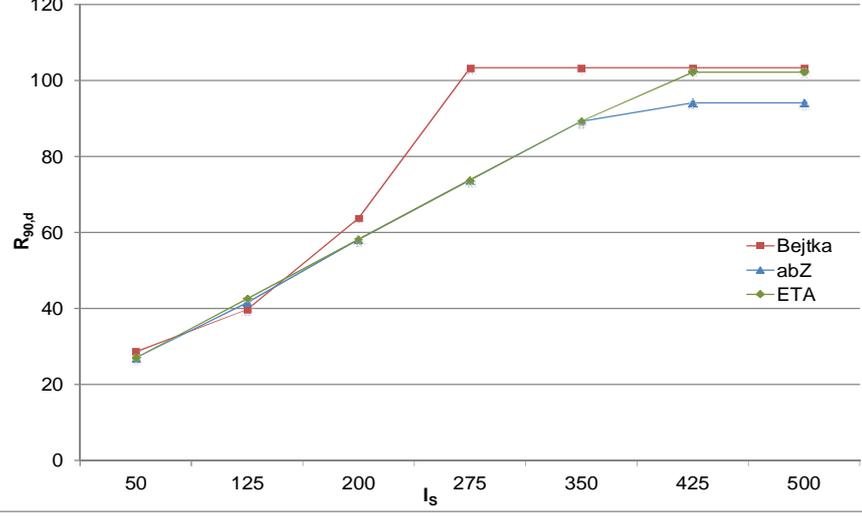
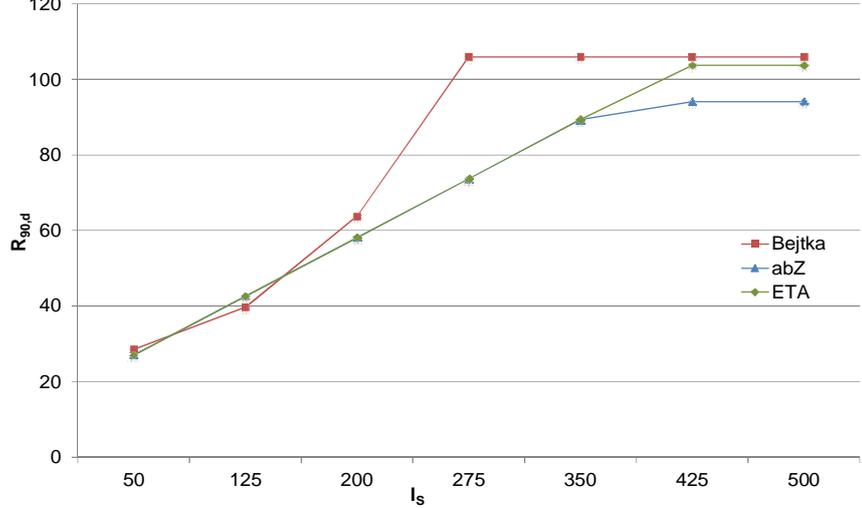
Vergleichsrechnungen zu den einschlägigen Ansätzen zeigen, dass diese für einen Großteil der möglichen Geometriebedingungen vergleichbare Ergebnisse liefern, siehe beispielhaft dargestellte Ergebnisse in Tabelle 4-2.

Für Schraubenlängen, welche knapp unter den Grenzlängen für ein Stabilitätsversagen liegen (horizontale Äste der Graphen auf der rechten Seite der Abbildungen in Tabelle 4-3) ergibt der exponentielle Ansatz von Bejtka [24], [25] wirtschaftlichere Ansätze als der lineare Ansatz aus den Zulassungen [R26], [R27]. Die Abweichungen sind für die einseitige Lastausbreitung (Endauflager) größer als für eine beidseitige Lastausbreitung (Mittelaullager). Vergleichsrechnungen der in [24] beschriebenen Versuche mit den drei dargestellten Ansätzen zur Ermittlung der wirksamen Länge  $l_{ef,2}$  deuten an, dass alle Ansätze Ergebnisse liefern die im Bereich der Versuchswerte liegen, siehe Tabelle 4-3. Die leicht abweichenden Übereinstimmungen begründen sich dadurch, dass die drei Versagensmodi auf unterschiedlichen Lastniveaus maßgebend werden.

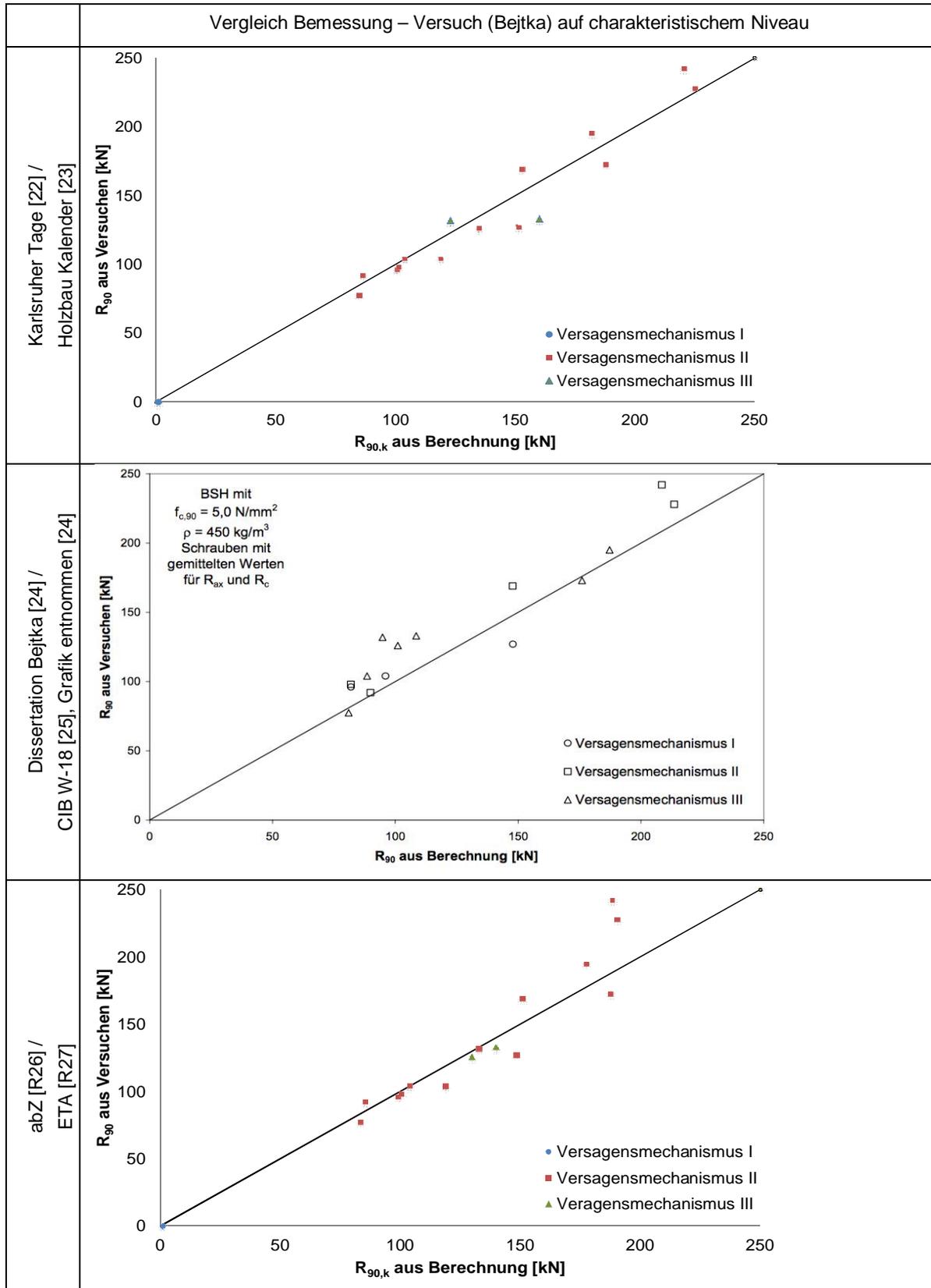
**Tabelle 4-1** Gegenüberstellung der Bemessungsansätze zu Auflagerverstärkungen mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben [26]

	Indirekte Lasteinleitung (Auflager)	Direkte Lasteinleitung (z.B. Schwelle)
Karlsruher Tage [22] / Holzbau Kalender [23]		
Dissertation Bejtka [24] / CIB W-18 [25]		
abZ [R26] / ETA [R27]		

**Tabelle 4-2 Vergleich der Bemessungsansätze zu Auflagerverstärkungen mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben [26]**

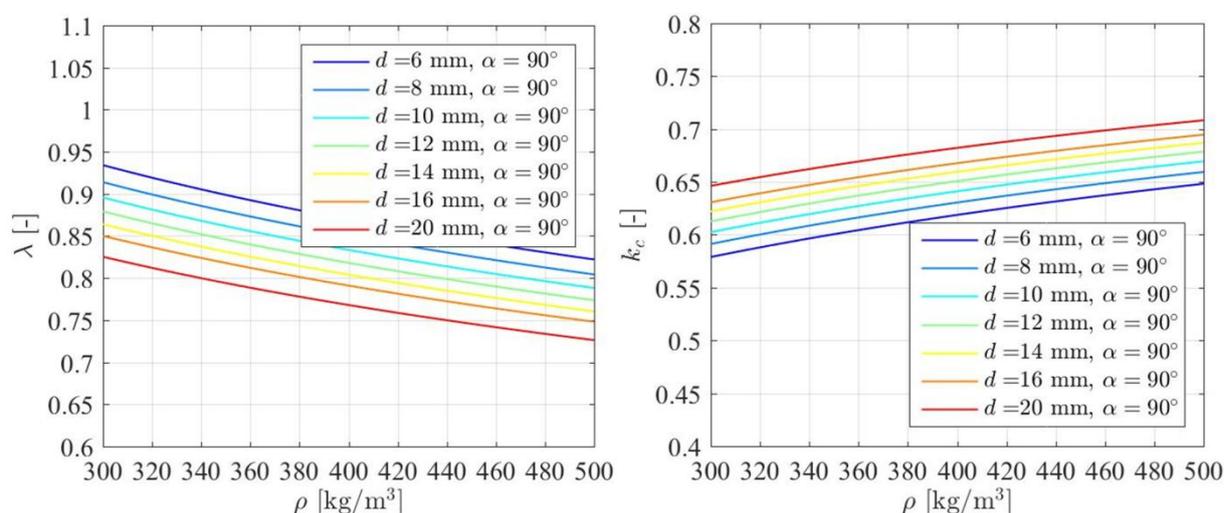
<p>4xHeco-Topix-CC, <math>d = 8</math> mm,  <math>h = 500</math> mm, beidseitige Lastausbreitung</p>	 <table border="1"> <caption>Data for 4xHeco-Topix-CC, d=8mm, h=500mm, beidseitige Lastausbreitung</caption> <thead> <tr> <th><math>l_s</math></th> <th>Bejtka</th> <th>abZ</th> <th>ETA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>32</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>125</td><td>60</td><td>60</td><td>60</td></tr> <tr><td>200</td><td>115</td><td>95</td><td>95</td></tr> <tr><td>275</td><td>115</td><td>105</td><td>115</td></tr> <tr><td>350</td><td>115</td><td>105</td><td>115</td></tr> <tr><td>425</td><td>115</td><td>105</td><td>115</td></tr> <tr><td>500</td><td>115</td><td>105</td><td>115</td></tr> </tbody> </table>	$l_s$	Bejtka	abZ	ETA	50	32	28	28	125	60	60	60	200	115	95	95	275	115	105	115	350	115	105	115	425	115	105	115	500	115	105	115
$l_s$	Bejtka	abZ	ETA																														
50	32	28	28																														
125	60	60	60																														
200	115	95	95																														
275	115	105	115																														
350	115	105	115																														
425	115	105	115																														
500	115	105	115																														
<p>4xHeco-Topix-CC, <math>d = 8</math> mm,  <math>h = 500</math> mm, einseitige Lastausbreitung</p>	 <table border="1"> <caption>Data for 4xHeco-Topix-CC, d=8mm, h=500mm, einseitige Lastausbreitung</caption> <thead> <tr> <th><math>l_s</math></th> <th>Bejtka</th> <th>abZ</th> <th>ETA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>28</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>125</td><td>40</td><td>42</td><td>42</td></tr> <tr><td>200</td><td>65</td><td>58</td><td>58</td></tr> <tr><td>275</td><td>105</td><td>75</td><td>75</td></tr> <tr><td>350</td><td>105</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>425</td><td>105</td><td>95</td><td>105</td></tr> <tr><td>500</td><td>105</td><td>95</td><td>105</td></tr> </tbody> </table>	$l_s$	Bejtka	abZ	ETA	50	28	28	28	125	40	42	42	200	65	58	58	275	105	75	75	350	105	90	90	425	105	95	105	500	105	95	105
$l_s$	Bejtka	abZ	ETA																														
50	28	28	28																														
125	40	42	42																														
200	65	58	58																														
275	105	75	75																														
350	105	90	90																														
425	105	95	105																														
500	105	95	105																														
<p>4x Würth ASSY VG, <math>d = 8</math> mm,  <math>h = 500</math> mm, einseitige Lastausbreitung</p>	 <table border="1"> <caption>Data for 4x Würth ASSY VG, d=8mm, h=500mm, einseitige Lastausbreitung</caption> <thead> <tr> <th><math>l_s</math></th> <th>Bejtka</th> <th>abZ</th> <th>ETA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>28</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>125</td><td>40</td><td>42</td><td>42</td></tr> <tr><td>200</td><td>65</td><td>58</td><td>58</td></tr> <tr><td>275</td><td>105</td><td>75</td><td>75</td></tr> <tr><td>350</td><td>105</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>425</td><td>105</td><td>95</td><td>105</td></tr> <tr><td>500</td><td>105</td><td>95</td><td>105</td></tr> </tbody> </table>	$l_s$	Bejtka	abZ	ETA	50	28	28	28	125	40	42	42	200	65	58	58	275	105	75	75	350	105	90	90	425	105	95	105	500	105	95	105
$l_s$	Bejtka	abZ	ETA																														
50	28	28	28																														
125	40	42	42																														
200	65	58	58																														
275	105	75	75																														
350	105	90	90																														
425	105	95	105																														
500	105	95	105																														

**Tabelle 4-3 Vergleich der Bemessungsansätze zu Auflagerverstärkungen mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben mit Versuchswerten auf Mittelwertniveau [26], [24]**



### 4.3.3 Nachweis gegen das Stabilitätsversagen der Schrauben im Holz

Das Stabilitätsverhalten von Vollgewindeschrauben im Holz ist komplex und von vielen Randbedingungen (u.a. Schlankheit, Verhältnis Außen- zu Kerndurchmesser, Streckgrenze, E-Modul, Bettung, Rohdichte des Holzes) abhängig. Es liegen jedoch umfangreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen vor [24]. Aus diesen Untersuchungen wurde eine Nachweisgleichung abgeleitet [24], [25]. Diese ist jedoch von vielen Beiwerten (Bettung, Schlankheit, Knickbeiwert, s.o.) abhängig. Von einem Mitglied der Arbeitsgruppe „Verstärkungen“ (Dr. Jockwer, ETHZ) durchgeführte Vergleichsrechnungen zeigen einen Einfluss der Rohdichte und des Schraubendurchmessers auf den bemessungsrelevanten Knickbeiwert  $k_c$  in einer Größenordnung von jeweils 5 – 10 %, siehe Abb. 4-2. Aus der Abbildung lässt sich ablesen, dass für die Erarbeitung eines vereinfachten Bemessungsansatzes auf der sicheren Seite auf eine Referenzkonfiguration mit geringem Schraubendurchmesser und geringer Rohdichte zurückgegriffen werden könnte.



**Abb. 4-2** Stabilitätsversagen von Schrauben im Holz – Einfluss des Schraubendurchmessers  $d$  und der Rohdichte  $\rho$  auf die Schlankheit  $\lambda$  (links) und den Knickbeiwert  $k_c$  (rechts)

## 4.4 Therapie

### 4.4.1 Erarbeiten eines Bemessungsansatzes

#### 4.4.1.1 Nachweis gegen das Querdruckversagen im Holz

Die möglichen Ansätze und ihre Auswirkungen wurden im Rahmen mehrerer Sitzungen mit Vertretern der Praxis diskutiert, siehe folgender Abschnitt. Es zeigte sich, dass ein einfacher Ansatz einem in Teilbereichen wirtschaftlicheren Ansatz vorgezogen wird (ease-of-use). Dementsprechend wird der aus Zulassungen bekannte, lineare Ansatz der Lastausbreitung, ausgehend von den Schraubenköpfen, für die nächste Generation des EC 5 aufbereitet, siehe Anlage 4-1.

#### 4.4.1.2 Nachweis gegen das Stabilitätsversagen der Schrauben im Holz

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Vergleichsberechnungen (siehe vorheriger Abschnitt) wurde von einem Mitglied der Arbeitsgruppe „Verstärkungen“ (Dr. Jockwer, ETHZ) ein vereinfachter Bemessungsvorschlag erarbeitet, welcher den Rechenaufwand von knapp einer Seite auf wenige Zeilen reduziert. Für die Tabellierung der zugehörigen Beiwerte wurde eine auf der sicheren Seite liegende Referenzkonfiguration ( $d = 8 \text{ mm}$ ,  $\rho = 350 \text{ kg/m}^3$ ) gewählt, siehe Abb. 4-2. Für größere Rohdichten und Schraubendurchmesser ergeben sich Ergebnisse, die im Vergleich zum genaueren Ansatz um 10 % ( $d = 14 \text{ mm}$ ,  $\rho = 450 \text{ kg/m}^3$ ) auf der sicheren Seite liegen. Im Gespräch mit Vertretern der Praxis zeigte sich, dass ein einfacher Ansatz einem in Teilbereichen der Anwendungen wirtschaftlicheren Ansatz vorgezogen wird. Dementsprechend wird der vereinfachte Ansatz für den Hauptteil des EC 5 (ease-of-use), der genauere Ansatz für eine potentielle Aufnahme in einen Anhang des EC 5 aufbereitet, siehe Anlage 4-1.

#### 4.4.2 Diskussion des Ansatzes

Die erarbeiteten Textvorschläge wurden mit Experten aus der Wissenschaft und Vertretern der Baupraxis diskutiert, angepasst und mit positivem Ergebnis abgestimmt. Diese Abstimmung erfolgte bereits auch auf europäischer Ebene im Rahmen der Ausschüsse CEN/TC 250/SC 5/WG 7 „Reinforcement“ sowie Project Team SC5.T1 „CLT and Reinforcement“.

#### 4.4.3 Aufbereitung des Ansatzes

Der mit der Gruppe von Experten aus der Wissenschaft und Vertretern der Baupraxis abgestimmte Bemessungsansatz mit Detaillierungsregeln wird für die neue Generation des EC 5 aufbereitet. Hierbei wurden Vorschläge erstellt, an welcher Stelle im EC 5 diese eingepflegt werden sollten. Alle Verweise, Nummerierungen, Begriffe, Symbole und Zeichnungen wurden entsprechend angepasst und aussagekräftige Zeichnungen erstellt (siehe Anlage 4-1).

## 5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit – Durchbiegungsnachweis

### 5.1 Motivation

Die Regelungen im EC 5 zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind sehr unübersichtlich und wenig praxistauglich.

Bei den Durchbiegungsnachweisen war lange Zeit unklar, wie die Verformungen konkret zu berechnen sind (seltene oder quasi-ständige Bemessungssituation, Berücksichtigung von Kriechverformungen). Hier waren mehrere Ergänzungen im NA und NA/A1 notwendig.

Nach derzeitigem Stand sind 3 Durchbiegungsnachweise zu führen, was einen nicht unerheblichen Rechenaufwand darstellt, der nicht immer gerechtfertigt erscheint. Auch sind die beabsichtigten Schutzziele nicht erkennbar.

Ziel dieses Teilprojektes war es, die Durchbiegungsnachweise transparenter zu gestalten und Vereinfachungen zu erarbeiten.

### 5.2 Bestandsaufnahme (Anamnese und Diagnose)

#### 5.2.1 Schutzziele

Größere Verformungen können die Gebrauchstauglichkeit von Gebäuden, Konstruktionen und Bauteilen beeinträchtigen. In ISO 4356 [R29] sind mögliche Beeinträchtigungen aufgeführt, die zwar schwerpunktmäßig auf Konstruktionen des Massivbaus (Stahlbetonbau) bezogen sind, die aber prinzipiell auf alle Bauweisen und damit auch auf Holzkonstruktionen übertragen werden können.

Im Wesentlichen werden folgende Beeinträchtigungen gesehen:

- Schäden an angrenzenden Bauteilen,
- Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes,
- Beeinträchtigung der geplanten Nutzung.

#### 5.2.2 Entwicklung der Durchbiegungsnachweise in Deutschland

In der nachfolgenden Abb. 5-1 sind verschiedene Durchbiegungsanteile und die zugehörigen Bezeichnungen dargestellt.

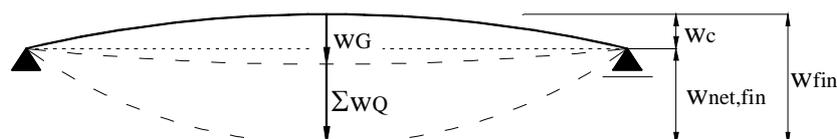


Abb. 5-1 Durchbiegungsanteile

Erläuterung der Durchbiegungsanteile:

- $w_c$  = planmäßige Überhöhung  
 $w_G$  = Durchbiegung infolge Eigengewicht  
 =  $w_{G,inst} + w_{G,creep}$   
 $w_{G,inst}$  = elastischer Durchbiegungsanteil  
 $w_{G,creep}$  = Anteil infolge Kriechen  
 =  $k_{def} \cdot w_{G,inst}$   
 $\Sigma w_Q$  = Durchbiegungen infolge veränderlicher Lasten  
 =  $\Sigma w_{Q,inst} + \Sigma w_{Q,creep}$   
 $\Sigma w_{Q,inst}$  = Summe aller elastischen Durchbiegungsanteile  
 $\Sigma w_{Q,creep}$  = Summe aller Kriechanteile infolge veränderlicher Lasten  
 =  $k_{def} \cdot \psi_2 \cdot \Sigma w_{Q,inst}$   
 $w_{net,fin}$  = „Netto-Durchbiegung“ bezogen auf eine - die Auflager verbindende - Gerade, auch als Durchhang bezeichnet  
 $w_{fin}$  = Enddurchbiegung  
 $k_{def}$  = Kriechbeiwert nach EC 5  
 $\psi_2$  = quasi-ständiger Kombinationsbeiwert nach EC 5

In der nachfolgenden Abb. 5-2 ist am Beispiel eines Dachbauteils (Sparren) der Verlauf der Durchbiegungen über die Zeit schematisch dargestellt (in Anlehnung an [28]).

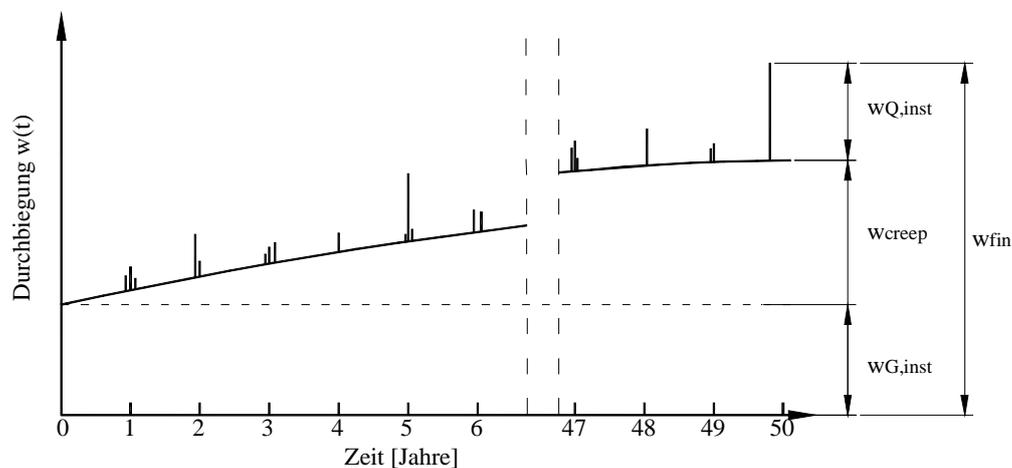


Abb. 5-2 Verlauf der Durchbiegung über die Zeit für einen Sparren

Aus diesem Bild ist Folgendes zu erkennen:

- Zum Zeitpunkt 0 (unmittelbar nach Fertigstellung bzw. Beginn der Nutzung) weist das Bauteil eine Durchbiegung auf, die dem elastischen Anteil aus Eigengewicht entspricht:

$$w(t=0) = w_{G,inst} \quad \text{Gl.(5.1)}$$

- Im Laufe der Zeit nimmt diese Verformung zu, bedingt durch das Kriechverhalten des Bauteils. Am Ende einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ist mit folgender Zunahme der Verformung zu rechnen:

$$w_{creep} = w_{G,creep} + w_{Q,creep} = k_{def} \cdot (w_{G,inst} + \psi_2 \cdot w_{Q,inst}) \quad \text{Gl.(5.2)}$$

mit

$k_{def}$  = Kriechbeiwert nach EC 5 bzw. NA

$\psi_2$  = quasi-ständiger Kombinationsbeiwert nach EC 5

Erläuterung: bei veränderlichen Lasten werden Kriechverformungen nur durch die quasi-ständigen Lastanteile verursacht.

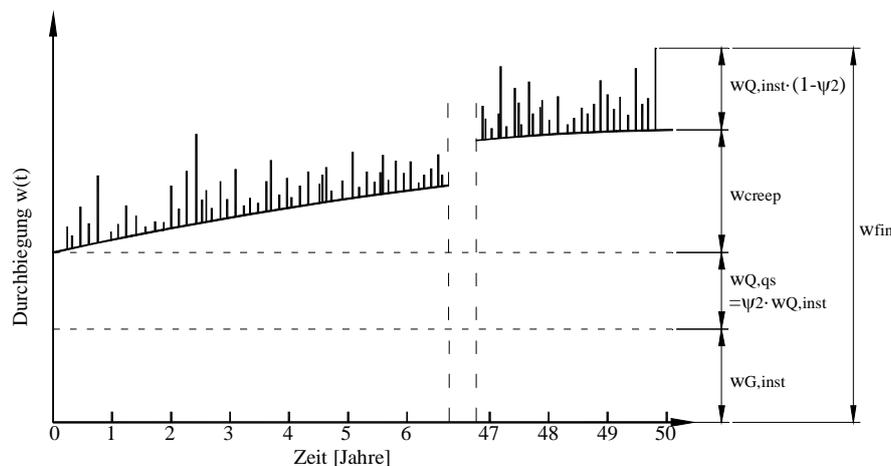
*Anmerkung:*

*nach DIN 1052:1988 waren Kriechverformungen nur bei schweren Konstruktionen, bei denen die ständige Last mehr als 50% der Gesamtlast betrug. Auch wurden die Kriechverformungen anders berechnet.*

- Während der Nutzungsdauer treten „Durchbiegungsspitzen“ auf, die den elastischen Verformungen infolge Schnee entsprechen:  $w_{Q,inst}$
- Die Enddurchbiegung  $w_{fin}$  zum Zeitpunkt  $t = 50$  Jahre ergibt sich somit zu

$$\begin{aligned} w(t = 50 \text{ y}) = w_{fin} &= w_{G,inst} + w_{Q,inst} + w_{creep} \\ &= (w_{G,inst} + w_{Q,inst}) + k_{def} \cdot (w_{G,inst} + \psi_2 \cdot w_{Q,inst}) \end{aligned} \quad \text{Gl.(5.3)}$$

In der nachfolgenden Abb. 5-3 ist der Verlauf der Durchbiegungen über die Zeit für einen Deckenbalken schematisch dargestellt.



**Abb. 5-3** Verlauf der Durchbiegung über die Zeit für eine Decke

Im Unterschied zum Dachbauteil aus Abb. 5-2 wird das Deckenbauteil außer dem Eigengewicht auch noch durch den quasi-ständigen Anteil der Nutzlast (z.B. Möbel) ständig beansprucht. Die Durchbiegungsspitzen aus der Nutzlast entsprechen dann nur noch dem über diesen quasi-ständigen Anteil hinausgehenden Anteil ( $1 - \psi_2$ ).

Die Entwicklung der Durchbiegungsnachweise in den verschiedenen Normen ist in der Tabelle 5-1 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 5-1 Entwicklung der Durchbiegungsnachweise**

Norm	Nachweis	Bemerkung
DIN 1052:1988 [R16]	Bauteile <b>ohne</b> Überhöhung: $w_{fin} \leq \ell / 300$	Bei Decken unter und über Wohn-, Büro- und ähnlichen Räumen sowie unter Fabrik- und Werkstatträumen, sowie bei Pfetten, Sparren und Balken im Bereich des oberen Raumabschlusses von Wohn-, Büro- und ähnlichen Räumen.
	$w_{fin} \leq \ell / 200$	Bei Sparren und Pfetten im Allgemeinen, bei Balken von Stalldecken, Scheunen und dergleichen sowie im landwirtschaftlichen Bauwesen.
	Bauteile <b>mit</b> Überhöhung: $w_{Q,fin} \leq \ell / 300$ $w_{fin} \leq \ell / 200$	
EC 5:1995 [R10]	$w_{Q,inst} \leq \ell / 300$ $w_{Q,fin} \leq \ell / 200$ $w_{net,fin} = w_{fin} - w_c \leq \ell / 200$	Alle Nachweise in der häufigen Bemessungssituation.
DIN 1052:2004/2008 [R17]	$w_{Q,inst} \leq \ell / 300$ $w_{fin} - w_{G,inst} \leq \ell / 200$	Beide Nachweise in der charakteristischen Bemessungssituation.
	$w_{net,fin} = w_{fin} - w_c \leq \ell / 200$	Nachweis in der quasi-ständigen Bemessungssituation.
EC 5:2010/NA [R1]; [R2]	Im Allgemeinen: $w_{inst} \leq \ell / 300$ $w_{fin} \leq \ell / 200$	Beide Nachweise in der charakteristischen Bemessungssituation.
	$w_{net,fin} = w_{fin} - w_c \leq \ell / 300$	Nachweis in der quasi-ständigen Bemessungssituation.
	Bauteile mit <b>Überhöhung, untergeordnete</b> Bauteile, wie Sparren und Pfetten sowie Bauteile landwirtschaftlicher Gebäude $w_{inst} \leq \ell / 200$ $w_{fin} \leq \ell / 150$	Beide Nachweise in der charakteristischen Bemessungssituation.
	$w_{net,fin} = w_{fin} - w_c \leq \ell / 250$	Nachweis in der quasi-ständigen Bemessungssituation.

### 5.2.3 Durchbiegungsnachweis nach EC 5

Nach EC 5 sind in Verbindung mit dem NA folgende Durchbiegungsnachweise zu führen:

- Nachweis gegen Schäden an anderen Bauteilen  
 Nachweis der elastischen Durchbiegung in der char. Kombination:

$$\text{NW 1a: } \sum w_{\text{inst, char}} \leq \frac{1}{300} \quad \text{Gl. (5.4)}$$

Nachweis der Enddurchbiegung in der char. Kombination:

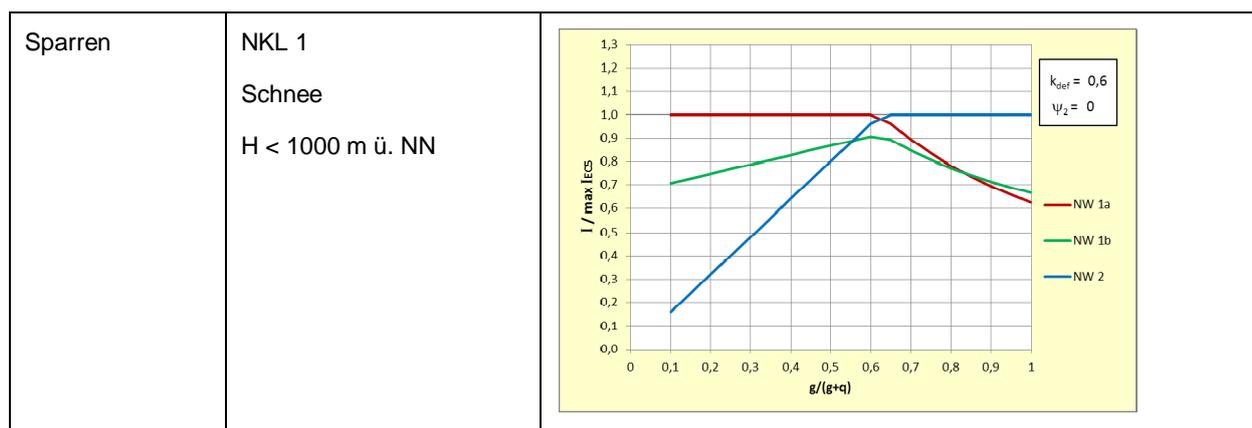
$$\text{NW 1b: } \sum w_{\text{fin, char}} = \sum w_{\text{inst, char}} + k_{\text{def}} \cdot \sum w_{\text{qs}} \leq \frac{1}{200} \quad \text{Gl. (5.5)}$$

- Nachweis gegen optische Beeinträchtigung in der quasi-ständigen Kombination:

$$\text{NW 2: } \sum w_{\text{net, fin}} = \sum w_{\text{fin, qs}} - w_c = \sum w_{\text{qs}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) - w_c \leq \frac{1}{300} \quad \text{Gl. (5.6)}$$

In den meisten Fällen tritt nur eine veränderliche Last auf (Eigengewicht + Schnee bzw. Eigengewicht + Nutzlast). Auch ist bei Vollholzbalken keine Überhöhung  $w_c$  vorhanden.

In den nachfolgenden Diagrammen sind für verschiedene Bemessungssituationen die zu jedem Nachweis gehörende Verhältniszerte  $I / \max I_{\text{EC5}}$  in Abhängigkeit vom Lastanteil  $g/(g+q)$  dargestellt. Aus dieser Darstellung ist zu erkennen, wann welcher Nachweis maßgebend wird.



	<p>NKL 1 Schnee H &gt; 1000 m ü. NN</p>	
	<p>NKL 2 Schnee H &lt; 1000 m ü. NN</p>	
	<p>NKL 2 Schnee H &gt; 1000 m ü. NN</p>	
<p>Flachdach</p>	<p>NKL 1 Nutzlast Kat. A+B</p>	

	NKL 2 Nutzlast Kat. A+B	
Deckenbalken	NKL 1 Nutzlast Kat. A+B	

Aus diesen Diagrammen ist folgendes zu erkennen:

- Bei kleineren  $g/(g+q)$  - Verhältnissen wird stets der Nachweis der elastischen Durchbiegung (NW 1a) maßgebend, bei schwereren Konstruktionen mit höherem  $g/(q+q)$  - Anteil wird der Nachweis der optischen Beeinträchtigung (NW 2) maßgebend.
- Der Nachweis der Enddurchbiegung (NW 1b) wird nie maßgebend. Dieser Nachweis würde erst ab einem Grenzwert von  $< \text{ca. } \lambda/230$  im mittleren Bereich von  $g/(q+q)$  maßgebend werden.

#### 5.2.4 Erkenntnisse

Aus den Bestandsaufnahmen in den vorherigen Abschnitten können folgende Erkenntnisse gezogen werden:

- Die in ISO 4356 [R29] definierten Beeinträchtigungen der Gebrauchstauglichkeit - und die damit verbundenen Schutzziele - sind zwar schwerpunktmäßig auf den Massivbau bezogen, sie lassen sich aber prinzipiell auch auf Holzkonstruktionen übertragen.
- Mit jeder Normenänderung wurden z.T. gravierende Änderungen bei den Durchbiegungsnachweisen vorgenommen. Die Beweggründe, die zu diesen Änderungen geführt haben, sind nicht immer nachvollziehbar.

- Die Schutzziele, die mit den Nachweisen erreicht werden sollen, sind für den praktischen Ingenieur nicht immer erkennbar. So ist z.B. die Sinnhaftigkeit des Nachweises für die elastische Durchbiegung  $w_{inst}$  nach EC 5:2010/NA (s. Tabelle 5-1) nicht klar.
- Die Auswertung der NPDs in den NAs der Mitgliedsländer [1] zeigt, dass es z.T. erhebliche Unterschiede in der Handhabung der Durchbiegungsnachweise gibt. Die in den NAs festgelegten Grenzwerte weichen z.T. deutlich voneinander ab.
- Weiterhin scheint der Bedarf an einer Differenzierung der Nachweise bzw. der festgelegten Grenzwerte im Hinblick auf bestimmte Einsatzbereiche zu bestehen. So wird beispielsweise in manchen NAs zwischen „üblichen“ Bauteilen (z.B. in Wohnräumen) und „untergeordneten“ Bauteilen (z.B. in landwirtschaftlichen Gebäuden) unterschieden.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird im nachfolgenden Abschnitt ein Vorschlag für modifizierte Durchbiegungsnachweise diskutiert.

## 5.3 Therapie

### 5.3.1 Schutzziele

Auf der Grundlage der möglichen Beeinträchtigungen der Gebrauchstauglichkeit erscheinen für den Holzbau die nachfolgenden Schutzziele als beachtenswert:

1. Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen:
  - Risse in untergehängten Schalungen/Bekleidungen,
  - Risse in aufliegenden Bauelementen (Dacheindeckungen, Fußbodenaufbauten u.ä.),
  - Risse an aufliegenden Wänden,
  - Schäden an untergebauten Bauteilen (Wände, Verglasungen u.ä.) durch Aufliegen.
2. Vermeidung einer optischen Beeinträchtigung.
3. Vermeidung einer Beeinträchtigung durch Schwingungen.

Nachfolgend wird nur auf die Schutzziele 1 und 2 eingegangen. Das Schutzziel 3 (Schwingungen) wird in Abschnitt 6 ausführlich behandelt.

#### Zum Schutzziel 1: Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen

Schäden/Risse an angrenzenden Bauteilen entstehen vorrangig bei zu großen Krümmungen der untersuchten Bauteile. Diese Krümmung kann durch einen - auf die Stützweite bezogenen - Grenzwert für die Durchbiegung begrenzt werden.

Zur Vermeidung des Aufliegens auf untergebauten Wänden/Fenstern u.ä. wäre zu überlegen, zusätzlich ein Absolutmaß für die max. Durchbiegung aufzunehmen (z.B. 20 mm).

Zur Erreichung dieses Schutzzieles sind sämtliche Durchbiegungen einschl. zugehöriger Kriechverformungen zu berücksichtigen ( $w_{fin}$ ). Dementsprechend wäre ein zugehöriger Nachweis in der seltenen bzw. charakteristischen Bemessungssituation zu führen.

Im Massivbau dürfen Verformungen, die vor dem Einbau der angrenzenden Bauteile bereits vorhanden sind, unberücksichtigt bleiben. D.h. bei einem entsprechenden Durchbiegungsnachweis bräuchten diese Anteile nicht berücksichtigt werden. Für den Holzbau ist fraglich, ob eine solche Regelung (wie in DIN 1052:2004 enthalten) tatsächlich Sinn macht. Dies soll an einigen Fallbeispielen erläutert werden:

- Eine auf einer Decke aufliegende leichte Wand erfährt geringere Verformungen, weil die Decke zum Zeitpunkt des Einbaus bereits eine Vorverformung infolge Eigengewicht erfahren hat. Damit sind für die aufliegende Wand tatsächlich nur diejenigen Verformungen der Decke „schädlich“, die nach dem Einbau auftreten.
- Ein Bodenaufbau einschließlich der Fliesen stellt selbst einen Teil des Eigengewichts der Decke dar. Prinzipiell gilt zwar das Gleiche wie im Fall der aufliegenden Wand, allerdings wäre hier zu klären, welcher Anteil der Durchbiegung aus Eigengewicht unberücksichtigt bleiben dürfte.
- Gleiches gilt für den Fall einer Dacheindeckung oder einer angehängten Bekleidung.
- Auch für den Fall einer untergebauten nichttragenden Wand ist die Sache nicht eindeutig. Wird z.B. die Wand erst nach vorherigem Aufmaß gefertigt, so sind wieder nur diejenigen Durchbiegungsanteile „schädlich“, die nach dem Aufmaß auftreten. Die Frage dabei ist allerdings, ob zum Zeitpunkt des Aufmaßes bereits das volle Eigengewicht auf den oberseitigen Bauteilen vorhanden war, oder nur Teile davon. Wird die Wand hingegen nach Plan (d.h. ohne vorheriges Aufmaß) gefertigt, so dürften Durchbiegungen infolge Eigengewicht grundsätzlich nicht abgezogen werden.

Die Nichtberücksichtigung von Verformungsanteilen infolge Eigengewicht mag in manchen Fällen durchaus sinnvoll sein. Hierbei ist aber unklar, ob dabei der gesamte Anteil der Durchbiegung infolge Eigengewicht unberücksichtigt bleiben darf, oder nur Teile davon. Da weiterhin das Eigengewicht im Holzbau keine so dominante Rolle spielt wie im Massivbau, wird auf der sicheren Seite liegend empfohlen, beim Nachweis zur Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen die Durchbiegungen infolge Eigengewicht vollständig zu berücksichtigen.

Schäden an angrenzenden Bauteilen werden durch die Summe aller Verformungen verursacht, die im Laufe der Nutzung auftreten. Daher ist ein zugehöriger Nachweis **unter Berücksichtigung der Kriechverformungen** zu führen. Ein zusätzlicher Nachweis für die elastischen Verformungen ( $w_{inst}$ ) ergibt keinen wirklichen Sinn, weil diese ja in der Endverformung enthalten sind. Daher wird vorgeschlagen, auf diesen - derzeit vorgesehenen - Nachweis zu verzichten.

Eine planmäßige Überhöhung von Bauteilen führt zwar zu einer geringeren Krümmung der untersuchten Bauteile und damit einer geringeren Gefahr hinsichtlich Schäden, die angrenzenden Bauteile müssen aber trotzdem die gesamte Verformung mitmachen. Daher wird empfohlen, die Überhöhung bei diesem Nachweis nicht zu berücksichtigen.

Beim Nachweis könnte hinsichtlich der Bedeutung des angestrebten Schutzzieles für die untersuchten Bauteile differenziert werden. So ist z.B. die Vermeidung von Schäden/Rissen in Räumen, bei denen häufig Gipsbekleidungen als Raumabschluss verwendet werden, dringlicher als bei Dachbauteilen ohne risseempfindliche Bekleidungen oder in landwirtschaftlichen Gebäuden.

#### Zum Schutzziel 2: Vermeidung einer optischen Beeinträchtigung

Bei diesem Schutzziel geht es um eine Beeinträchtigung, die täglich wahrgenommen werden kann. Daher ist ein entsprechender Nachweis in der quasi-ständigen Bemessungssituation mit den zugehörigen quasi-ständigen Lasten zu führen.

Zeitlich begrenzte größere Durchbiegungen infolge veränderlicher Lasten werden - sofern diese keinen Schaden anrichten (→ Schutzziel 1) toleriert.

Bei diesem Nachweis ist eine planmäßige Überhöhung der Bauteile hilfreich, so dass diese bei der Berechnung der Durchbiegungen angesetzt, d.h. abgezogen werden kann.

Auch bei diesem Schutzziel könnte - wie beim Schutzziel 1 - hinsichtlich der Bedeutung einer optischen Beeinträchtigung für die untersuchten Bauteile differenziert werden. So spielt die Optik in Wohnräumen eine deutlich größere Rolle als bei landwirtschaftlichen Gebäuden.

Bei gekrümmten Trägern und Satteldachträgern, die häufig im Hallenbau eingesetzt werden, macht ein Nachweis der optischen Beeinträchtigung keinen Sinn, weil auch nach Auftreten der Durchbiegungen ein überhöhtes Erscheinungsbild erhalten bleibt.

#### 5.3.2 Klasseneinteilung

Auf europäischer Ebene wird diskutiert, die große Streubreite „zulässiger“ Grenzwerte für Verformungen durch die Definition verschiedener Klassen zu reduzieren.

Holzbau Deutschland [34] schlägt diesbezüglich in Anlehnung an [40] die Einführung von Qualitätsklassen vor. Diese werden im nachfolgenden Bemessungsvorschlag berücksichtigt und sind in Tabelle 5-2 definiert.

### 5.3.3 Bemessungsvorschlag

Auf der Grundlage der bisherigen Ausführungen wird der nachfolgende Bemessungsvorschlag gemacht.

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist folgender Nachweis zu führen:

- **NW 1:** Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen:

$$w_{\text{fin,char}} \leq w_{\text{Grenz,1}} \quad \text{Nachweis in der char. Lastkombination} \quad \text{Gl.(5.7)}$$

Für Bauteile mit einem Anteil Eigengewicht von mehr als 60% an der Gesamtlast wird empfohlen, zusätzlich folgenden Nachweis zu führen:

- **NW 2** Vermeidung einer optischen Beeinträchtigung:

$$w_{\text{fin,qs}} - w_c \leq w_{\text{Grenz,2}} \quad \text{Nachweis in der quasi-ständigen Lastkombination} \quad \text{Gl.(5.8)}$$

$w_{\text{fin,char}}$  = Enddurchbiegung in der charakteristischen Bemessungssituation

$w_{\text{fin,qs}}$  = Enddurchbiegung in der quasi-ständigen Bemessungssituation

$w_c$  = planmäßige Überhöhung

$w_{\text{Grenz}}$  = empfohlene Grenzwerte für die Durchbiegungen

Bei gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmten Untergurt nach EC 5:2010, Abschnitt 6.4.3 kann auf Nachweis 2 verzichtet werden.

Die Grenzwerte für die Durchbiegungen können Tabelle 5-2 entnommen werden.

In den nachfolgenden Diagrammen sind für verschiedene Bemessungssituationen die Verhältniswerte  $I_{\text{PRB}} / \max I_{\text{EC5}}$  in Abhängigkeit vom Lastanteil  $g/(g+q)$  dargestellt. Aus dieser Darstellung ist zu erkennen, in welchen Bereichen der hier vorgeschlagene Nachweis größere Werte für das erforderliche Trägheitsmoment liefert als nach derzeitiger Bemessungspraxis nach EC 5 (Verhältnswert > 1).

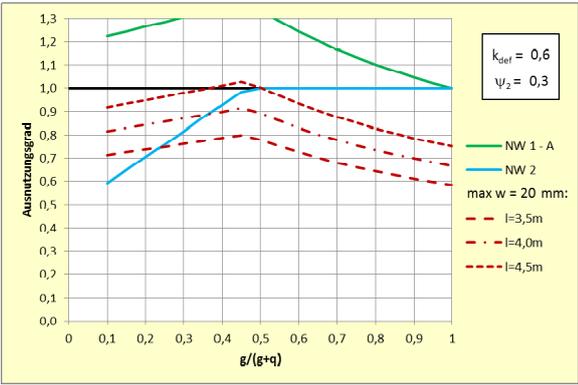
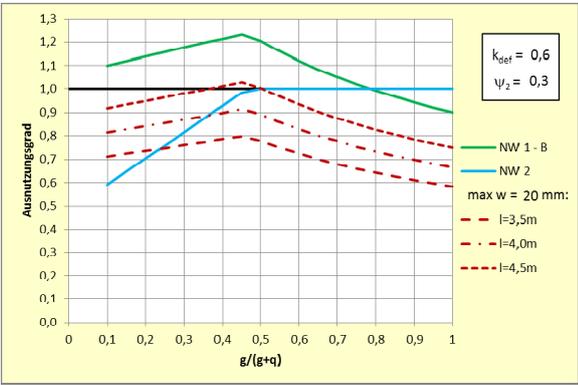
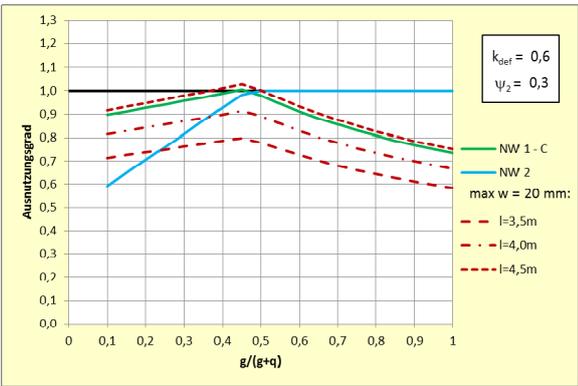
Bereiche < 1 bedeuten kleinere Querschnitte im Vergleich zum EC 5.

Die Kurven für die vorgeschlagene Grenzdurchbiegung von  $w_{\text{Grenz,1}} = 20$  mm sind dabei getrennt in rot eingezeichnet, um zu erkennen, ob diese Forderung maßgebend wird oder nicht.

**Tabelle 5-2 Grenzwerte für Durchbiegungen**

Kategorie (Qualitäts- klasse)	Erläuterung	Beispiele für Bauteile	Grenzwerte	
			WGrenz,1 (Schäden)	WGrenz,2 (Optik)
A	Überdurchschnittliche Anforderungen gegenüber „normalen“ Anforderungen bei wohnlicher Nutzung	Wohnungstrenndecken in Mehrfamilienhäusern und Bürogebäuden.	1 / 300 <sup>a) b)</sup>	1 / 300 <sup>a)</sup>
B	Anforderungen bei wohnlicher Nutzung innerhalb einer Nutzungseinheit (Ein-/ Zweifamilienhaus) oder normale Büronutzung. Die Verformungen und Schwingungen sind nur mit besonderer Aufmerksamkeit wahrnehmbar.	Balken und Unterzüge von Wohnungsdecken zwischen fremden Nutzungseinheiten (Zweifamilienhäuser).	1 / 270 <sup>a) b)</sup>	1 / 300 <sup>a)</sup>
		Sparren, Pfetten von ausgebauten Dachgeschossen und von Flachdächern.	1 / 250 <sup>a) b)</sup>	1 / 300 <sup>a)</sup>
C	Anforderungen bei Baulichkeiten, deren Verformungen ohne besondere Aufmerksamkeit wahrnehmbar sind, jedoch nicht das Gesamterscheinungsbild prägen, wie z.B. bei Einfamilienhäusern und Büros mit jeweils geringen Anforderungen an das Schwingungsverhalten von Decken.	Balken und Unterzüge von Wohnungsdecken innerhalb einer Nutzungseinheit.  Balken und Unterzüge von Decken in einfachen Bürogebäuden (eine Nutzungseinheit).	1 / 220 <sup>a) b)</sup>	1 / 300 <sup>a)</sup>
		Sparren, Pfetten von nicht ausgebauten Dachgeschossen.	1 / 200 <sup>a) b)</sup>	1 / 300 <sup>a)</sup>
D	Anforderungen bei Baulichkeiten, bei denen wahrnehmbare Verformungen das Gesamtbild prägen dürfen.	Bauteile, bei denen Durchbiegungen von untergeordneter Bedeutung sind, wie z.B. gewerbliche Betriebsgebäude (Ställe, Scheunen, Werkstätten, Gerätehallen), landwirtschaftliche Gebäude, Garagen, Carports, Unterstände.	1 / 170 <sup>a)</sup>	1 / 250 <sup>a)</sup>
<p>a) Bei Kragarmen mit der Länge <math>l_k</math> gilt: <math>l_k = 2 \cdot l_k</math></p> <p>b) In den Kategorien A - C gilt zusätzlich ein Grenzwert von <math>w_{\text{Grenz},1} \leq 20 \text{ mm}</math></p>				

<p>Sparren <b>Kat. B</b></p>	<p>NKL 1 Schnee H &gt; 1000 m ü. NN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NW 2 (Optik) greift erst ab <math>g/(g+q) &gt; 0,7</math>.</li> <li>Niveau meist über dem des EC 5.</li> <li><math>w_{Grenz,1} = 20 \text{ mm}</math> kommt bis zu Stützweiten von <math>\lambda \leq 5,0 \text{ m}</math> <u>nicht</u> zum Tragen.</li> </ul>
<p>Sparren <b>Kat. C</b></p>	<p>NKL 1 Schnee H &gt; 1000 m ü. NN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NW 2 (Optik) greift ab <math>g/(g+q) &gt; 0,45</math>.</li> <li>Niveau bei <math>g/(g+q) &lt; 0,45</math> unter dem des EC 5.</li> <li><math>w_{Grenz,1} = 20 \text{ mm}</math> wird ab <math>\lambda &gt; 4,0 \text{ m}</math> maßgebend.</li> </ul>
<p>Sparren <b>Kat. D</b></p>	<p>NKL 1 Schnee H &gt; 1000 m ü. NN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NW 2 (Optik) greift ab <math>g/(g+q) &gt; 0,5</math></li> <li>Keine Beschränkung der absoluten Durchbiegung in dieser Klasse.</li> </ul>

<p>Deckenbalken <b>Kat. A</b></p>	<p>NKL 1 Nutzlast Gebäude-Kat. A+B</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>NW 1 (Enddurchbiegung) wird immer maßgebend.</li> <li>Niveau deutlich über dem des EC 5.</li> <li><math>w_{Grenz,1} = 20 \text{ mm}</math> kommt erst ab sehr großen Stützweiten zum Tragen.</li> </ul>
<p>Deckenbalken <b>Kat. B</b></p>	<p>NKL 1 Nutzlast Gebäude-Kat. A+B</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>NW 1 (Enddurchbiegung) wird nahezu immer maßgebend.</li> <li>Niveau über dem des EC 5.</li> <li>NW 2 (Optik) wird erst ab <math>g/(g+q) \geq 0,8</math> maßgebend.</li> <li><math>w_{Grenz,1} = 20 \text{ mm}</math> kommt bis zu Stützweiten von <math>\lambda \leq 5,0 \text{ m}</math> <u>nicht</u> zum Tragen.</li> </ul>
<p>Deckenbalken <b>Kat. C</b></p>	<p>NKL 1 Nutzlast Gebäude-Kat. A+B</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>NW 2 (Optik) wird ab <math>g/(g+q) \geq 0,5</math> maßgebend.</li> <li>Niveau entspricht in etwa EC 5.</li> <li><math>w_{Grenz,1} = 20 \text{ mm}</math> kommt bis zu Stützweiten von <math>\lambda = 4,5 \text{ m}</math> <u>nicht</u> zum Tragen.</li> </ul>

Auf der Grundlage dieser Parameterstudien sind folgende Tendenzen erkennbar:

- Bei den Kategorien A und B wird immer NW 1 maßgebend, wobei das Niveau über dem des EC 5 liegt (größere Querschnitte erforderlich).  
Die Beschränkung der Enddurchbiegung auf  $w_{\text{Grenz},1} = 20$  mm greift erst bei unrealistisch großen Stützweiten.
- Bei Kategorie C greift der Nachweis gegen optische Beeinträchtigung (NW 2) ab einem Verhältnis von  $g/(g+q) > \text{ca. } 0,5$ . Das Niveau entspricht in etwa dem des EC 5.  
Die Beschränkung der Enddurchbiegung auf  $w_{\text{Grenz},1} = 20$  mm führt bei Stützweiten von  $> 4,50$  m zu größeren Querschnitten.

#### 5.4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Teilprojektes PRB-4.8(2016)-Projektes wurden zunächst Beeinträchtigungen der Gebrauchstauglichkeit und die zugehörigen Schutzziele diskutiert.

Im weiteren Verlauf erfolgte eine Bestandsaufnahme über die geschichtliche Entwicklung von Durchbiegungsnachweisen und ein Vergleich mit der Bemessungspraxis bei andern Baustoffen.

Anhand von Parameterstudien wurden verschiedene vorliegende Vorschläge mit der derzeitigen Bemessungspraxis verglichen. Darauf aufbauend wurde ein vereinfachter Bemessungsvorschlag abgeleitet, nach dem für übliche Holzkonstruktionen **nur noch ein Nachweis** zu führen ist (Nachweis der Enddurchbiegung). Lediglich bei schweren Konstruktionen mit einem Eigengewichtsanteil von mehr als 60% an der Gesamtlast wird ein zweiter Nachweis empfohlen (Nachweis der optischen Beeinträchtigung).

Die derzeit im EC 5 angegebenen Grenzwerte weisen große Bandbreiten auf, ohne dass Empfehlungen für eine sinnvolle Wahl gemacht werden. Der Tragwerksplaner ist somit bei der Festlegung von „passenden“ Grenzwerten auf sich alleine gestellt.

Daher wurden in Abhängigkeit von der Nutzung von Gebäuden und der zugehörigen Bedeutung der Bauteile insgesamt 4 Kategorien (Qualitätsklassen) definiert, für die abgestufte Grenzwerte vorgeschlagen werden. Damit konnte die derzeit bestehende große Bandbreite der Grenzwerte sinnvoll unterteilt werden.

Damit wurden im Rahmen dieses Teilprojektes Vorschläge erarbeitet, mit denen folgende PRB-Ziele erreicht werden können:

- Vereinfachung der Bemessung:  
für übliche Konstruktionen ist nur noch ein Nachweis notwendig, anstatt wie bisher drei Nachweise.

- Verständlichkeit der Bemessung:  
die bisherige große Bandbreite für Durchbiegungs-Grenzwerte konnte in Abhängigkeit von der Nutzung bzw. der Bedeutung der Bauteile unterteilt werden (4 Kategorien bzw. Qualitätsklassen).
- Der erarbeitete Vorschlag wird in folgende Ausschüsse eingebracht:
  - Cluster-Gruppe des NABau (NA 005-04-01-13 AK) sowie die zugehörige WG 3 von CEN TC 250 SC 5,
  - Gruppe „Grundlagen der Bemessung“ im NABau (NA 005-04-01-10 AK) sowie die zugehörige WG 10 von CEN TC 250 SC 5.

## 6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit – Schwingungsnachweis

### 6.1 Einleitung, Motivation

Der aktuell vorliegende Schwingungsnachweis nach EC 5 ist sowohl inhaltlich als auch in den Anwendungsgrenzen unbefriedigend. Was die Nutzung betrifft, beschränkt er sich auf Wohnungsdecken und streng genommen gilt er nur für Holzbalkendecken ohne Berücksichtigung weiterer Steifigkeiten im Aufbau, ohne Berücksichtigung alternativer Deckenkonstruktionen (Brettschichtholz-Decke, Brettsperrholz-Decke, Holz-Beton-Verbund-Decke), deren oberer Aufbau (z.B. Estrich) und der flankierenden Steifigkeiten (Wände usw.). Die Grenzwerte sind sehr ungenau (schwanken zwischen 0,5mm und 4mm), der Nachweis der Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion greift selbst bei schlechten Decken nicht, die Eignung des Aufbaus wird nicht überprüft.

Ziel sollte es sein, ausgehend von einer ein- oder zweiachsig tragenden Deckenstruktur und untergliedert in normale und erhöhte Anforderungen (Wohnungsdecke / Wohnungstrenndecke) und unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren wie Estrichaufbau, nichttragende Querwände usw. einen einfachen und gleichzeitig ausreichenden Schwingungsnachweis zu erhalten.

An der TU München wurde 2010 [39] ein Forschungsvorhaben zu diesem Thema fertiggestellt. Darauf aufbauend sollen dem Anwender Regeln an die Hand gegeben werden, um das Schwingungsverhalten von Holzdecken zutreffend bemessen zu können.

### 6.2 Bestandsanalyse

#### 6.2.1 Chronologische Entwicklung

- Die „alte“ Holzbaunorm [R15] enthält zum Thema Gebrauchstauglichkeit nur einen Nachweis der Durchbiegungen/Verformungen unter statischer Einwirkung, keinen Nachweis für Schwingungen.
- Im EC 5: 1993 [R9] ist ein Nachweis für „Schwingungen“ für „Wohnungsdecken“ enthalten. Diese Fassung des EC 5 war aber nicht verbindlich für Deutschland.
- 1999 wurde der Forschungsbericht [35] fertig gestellt. Er behandelt das Thema „Gebrauchstauglichkeit von Wohnungsdecken“ und ergänzt sowie verschärft die Nachweise aus [R9]. Die Ergebnisse wurden immer wieder, z. B. in [36] veröffentlicht.
- 2004 erschien eine überarbeitete Fassung des EC 5 [R10]. Der darin enthaltene Schwingungsnachweis hat sich gegenüber der Fassung von 1993 nicht geändert.
- Ebenfalls 2004 wurde mit DIN 1052: 2004 [R17] eine völlig neu überarbeitete Holzbaunorm herausgegeben. Sie enthält einen Schwingungsnachweis für Wohnungsdecken, „um Unbehagen verursachende Schwingungen zu vermeiden“. Der Schwingungsnachweis ist

in der Form einer Durchbiegungsbegrenzung. Die zugehörigen Erläuterungen [16] geben ergänzende Hinweise und weitere Nachweisverfahren zum Thema Schwingungen von Decken.

- Mit [32] wird ein populär-wissenschaftlicher Aufsatz veröffentlicht, der die Notwendigkeit des Schwingungsnachweises erklärt und die wichtigsten Nachweise aus den Erläuterungen herausgreift.

Trotzdem waren noch Wissenslücken in der Nachweisführung vorhanden, vor allem was den Frequenzbereich bei Eigenfrequenzen kleiner als 8 Hz betrifft. Zwischen 2007 und 2009 wurde an der TU München ein Forschungsvorhaben zum Thema „Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken“ bearbeitet. Der Schlussbericht [39] erschien 2010. Eine neue und wichtige Erkenntnis ist, dass der Aufbau der Decken eine wesentliche Rolle für das Empfinden der Schwingungen spielt.

#### 6.2.2 EC 5 und NA

In der neuen Auflage des EC 5: 2010 [R1] bleibt der Nachweis „7.3 Schwingungen“ bei „7.3.3 Wohnungsdecken“ gegenüber der Vorgänger-Ausgaben unverändert. Im Nationalen Anhang wird ergänzt:

*„ANMERKUNG: Das Schwingungsverhalten von Decken sollte, ebenso wie die Begrenzung von Durchbiegungen, immer im Hinblick auf die vorgesehene Nutzung beurteilt werden und die Anforderungen, gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Bauherrn, entsprechend festgelegt werden.“*

Der überarbeitete Nationale Anhang [R2] enthält folgenden Hinweis auf die Erläuterungen und das Forschungsvorhaben [39]:

*„NCI Zu 7.3.3 „Wohnungsdecken“*

*(NA.6) Für Bauteile ohne nennenswerte Querbiegesteifigkeit kann die Schwinggeschwindigkeit auch nach [NA.3], Tabelle 9/4 und 9/5, mit zugehöriger Erläuterung, ermittelt werden.*

*ANMERKUNG Genauere Angaben zu sinnvollen Grenzwerten für unterschiedliche Deckensysteme sind [NA.7] zu entnehmen. "*

„[NA.7]“ ist die Literaturstelle [39].

Der Schwingungsnachweis besteht aus drei Teilen:

- Eigenfrequenz,
- Durchbiegung unter Einzellast
- Schwinggeschwindigkeit

Der Wert für die Mindestfrequenz liegt hier bei 8 Hz, allerdings nur bei ständiger Einwirkung (ohne quasi-ständigen Verkehrslastanteil). Für Wohnungsdecken mit einer Eigenfrequenz von höchstens 8 Hz ( $f_1 < 8\text{Hz}$ ) sollte eine besondere Untersuchung durchgeführt werden, welche allerdings nicht weiter beschrieben ist.

Folgendes Diagramm zeigt den dreiteiligen Schwingungsnachweis nach EC 5:

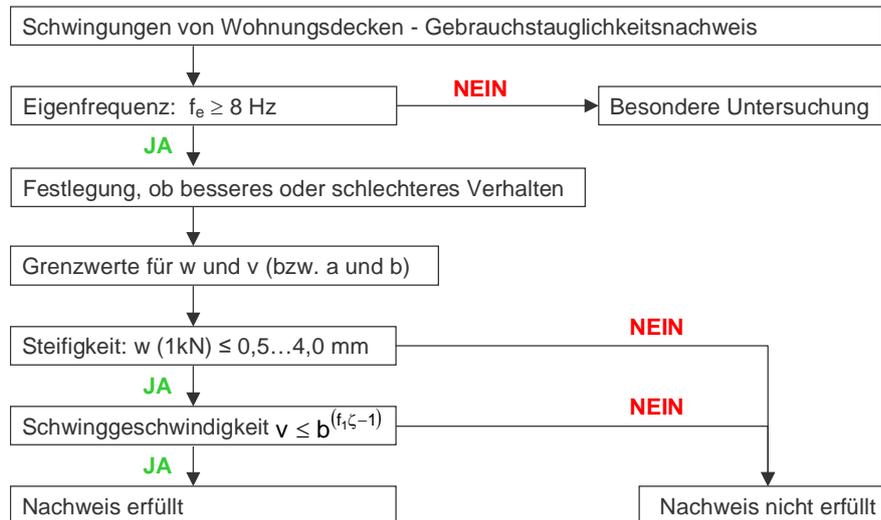


Abb. 6-1 Nachweis nach EC 5

### 6.2.3 Konstruktions- und Bemessungsregeln – Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben

Das Schwingungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der TU München [39] untersucht. Dabei wurden die Nachweise aus dem Eurocode auf Relevanz überprüft und ergänzt. Ergebnis sind Konstruktions- und Bemessungsregeln für den Schwingungsnachweis von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken.

Der Schwingungsnachweis nach dem Forschungsbericht besteht aus drei Kriterien:

1. die Eigenfrequenz der Decke
2. die Durchbiegung unter einer Einzellast
3. die Konstruktion inkl. Aufbau der Decke

Viele Tragwerksplaner wenden die Regeln an, manche Bemessungsprogramme wie z. B. Dlubal, mbAEC Software und Dietrichs´ haben die Ergebnisse ganz oder teilweise in ihre Software aufgenommen.

Der Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V. hat ein Technisches Merkblatt über die „Gebrauchstauglichkeit von Holzdecken“ zusammengestellt [29]. Auch hier sind Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben eingeflossen.

Von den Anwendern gab es positives Feedback zu den Konstruktions- und Bemessungsregeln. Teilweise war zu hören, dass v.a. das Steifigkeitskriterium bemessungsrelevant und z.T. zu streng sei.

Um dies zu untersuchen, wurden unterschiedliche Diagramme erstellt, siehe auch [30]. Nachfolgend sind die Nachweisdiagramme für Holzbalkendecken als Einfeldträger für vier Fälle dargestellt.

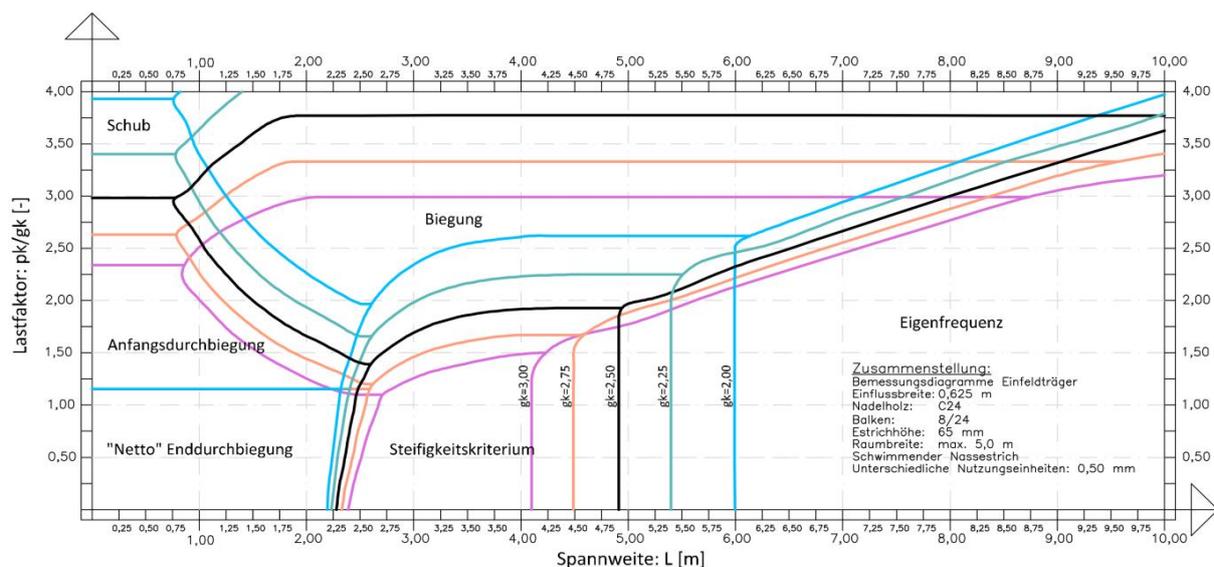
- Decke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten mit Nassestrich
- Decke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten mit Trockenstrich
- Decke innerhalb einer Nutzungseinheit mit Nassestrich
- Decke innerhalb einer Nutzungseinheit mit Trockenstrich

Holzbalkendecke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten als Einfeldträger mit unterschiedlichem Eigengewicht, mit einem Nassestrich-Aufbau von 65 mm.

Das Diagramm (Abb. 6-3) zeigt welche Nachweise bemessungsrelevant wird, je nach Spannweite und Eigengewicht.

Bei kleinen Spannweiten sind die Durchbiegungnachweise maßgebend, bei Spannweiten zwischen 2,3 m und ca. 4 – 6 m das Steifigkeitskriterium und bei größeren Spannweiten das Frequenzkriterium.

Je schwerer die Decke ist, desto größer ist der Bereich, in dem das Frequenzkriterium maßgebend ist und desto kleiner ist zugleich der Bereich des Steifigkeitskriteriums. Dies bedeutet, dass bei schwereren Holzbalkendecken die Eigenfrequenz schon bei geringeren Spannweiten bemessungsrelevant wird.



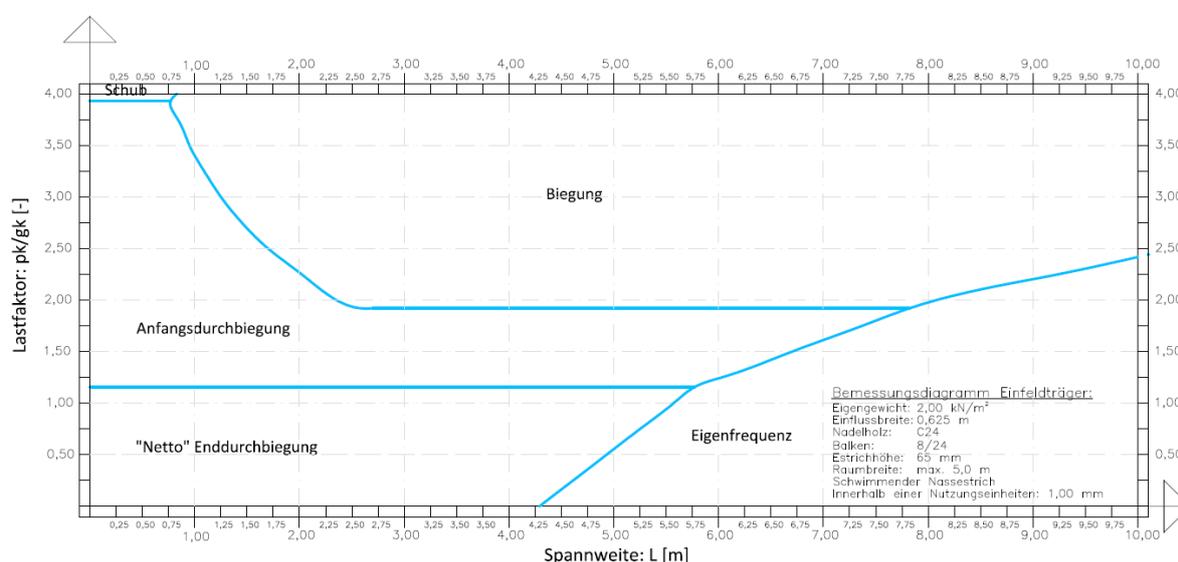
**Abb. 6-2** Nachweisdiagramm Einfeldträger - Variables Eigengewicht für Nassestrich 65 mm / unterschiedliche Nutzungseinheiten

### Holzbalkendecke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten als Einfeldträger mit einem Trockenestrich-Aufbau.

Dieser Aufbau „Trockenestrich auf einer Holzbalkendecke“ „zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten“, also höhere Anforderungen an die Decke, ist in dem Forschungsbericht als nicht geeignet eingestuft worden. Die Schwingungen werden als unangenehm empfunden, weil die Decke zu leicht ist und zu wenig Querverteilung der Last hat.

### Holzbalkendecke innerhalb einer Nutzungseinheit als Einfeldträger mit einem Nassestrich-Aufbau von 65 mm.

Folgende Abbildung zeigt die maßgebenden Nachweise bei einer Holzbalkendecke mit Nassestrich innerhalb einer Nutzungseinheit. Es stellt deutlich dar, dass **das Steifigkeitskriterium in diesem Fall nicht maßgebend** wird.



**Abb. 6-3 Nachweisdiagramm Einfeldträger – Nassestrich innerhalb einer Nutzungseinheit,  $g = 2,0 \text{ kN/m}^2$**

### Holzbalkendecke innerhalb einer Nutzungseinheit als Einfeldträger mit Trockenestrich.

Abb. 6-5 zeigt den maßgebenden Nachweis beim Einfeldträger innerhalb einer Nutzungseinheit mit einem Trockenestrich-Aufbau. Den Berechnungen für dieses Diagramm ist eine doppelte Lage mit insgesamt 4,6 mm Trockenestrich zugrunde gelegt. In allen üblicherweise vorkommenden Spannweiten (1 m bis ca. 6,5 m) wird das Steifigkeitskriterium mit einer Durchbiegungsbegrenzung von 1mm unter einer Einzellast von 2 kN maßgebend.

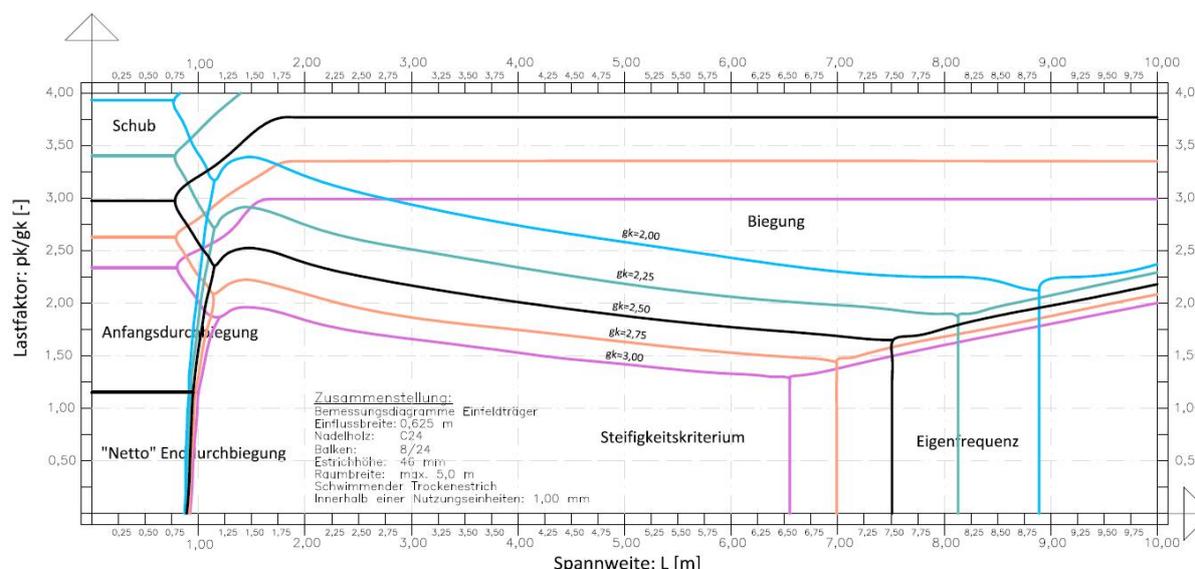


Abb. 6-4 Nachweisdiagramm Einfeldträger – Trockenestrich innerhalb einer Nutzungseinheit

Insgesamt fällt auf, dass das Steifigkeitskriterium beim Nassestrich eine untergeordnete Rolle spielt. Innerhalb einer Nutzungseinheit wird das Steifigkeitskriterium mit Nassestrichaufbau gar nicht maßgebend. Hier werden die Durchbiegungsnachweise bei geringeren Verkehrslasten in diesen Bereichen bemessungsrelevant. Weiter kann festgestellt werden, dass das Eigenfrequenzkriterium bei der Verwendung eines Nassestrichs bereits ab ca. 4,0 bis 5,0 m ausschlaggebend wird. Beim Trockenestrich wird diese entweder gar nicht oder erst bei untypisch großen Spannweiten ab ca. 6,50 m maßgebend.

Bei Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten gibt es einen Bereich (Spannweiten zwischen 2,3 m und ca. 5 m), bei dem das Steifigkeitskriterium maßgebend wird, vgl. Abb. 6-3.

#### 6.2.4 Vorschlag Kreuzinger /Mohr [35]

Das Steifigkeitskriterium ist ein wichtiger Baustein zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens einer Decke. Es wird empfohlen, die Grenzen einzuhalten. Bei Decken mit hohem Dämpfungsmaß, wie es bei den Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten wegen Schallschutzaufbauten ohnehin vorhanden ist, kann eine Erhöhung der Grenzwerte angedacht werden.

Im Bericht [35] wird vorgeschlagen, den Grenzwert mit Faktor 1,25 zu multiplizieren, wenn ausreichend Dämpfung vorhanden ist. Damit wäre der neue Grenzwert  $1,25 \cdot 0,5 \text{ mm} = 0,625 \text{ mm}$ .

Hintergrund:

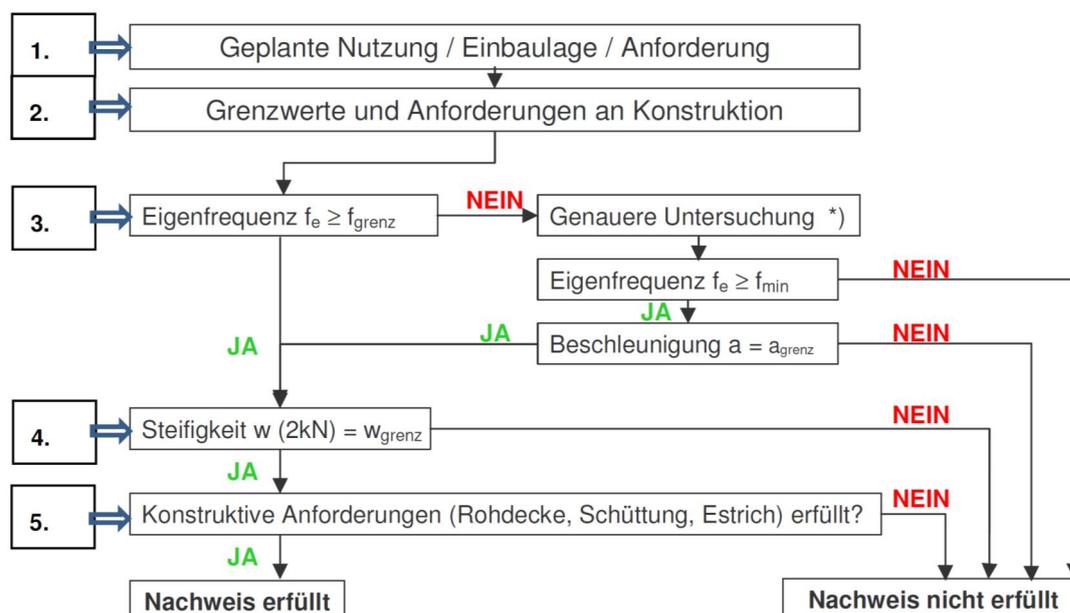
Bei hohen Dämpfungswerten klingen die Schwingungen schneller ab und werden deshalb als weniger störend empfunden.

### 6.3 Therapie: Bemessungsvorschlag für den Schwingungsnachweis bei Holzdecken

#### 6.3.1 Allgemein bei starr (auf Wänden) gelagerten Decken

In Anlehnung an den Forschungsbericht [39] wird folgendes Vorgehen beim Schwingungsnachweis von Holzdecken, vgl. Abb. 6-6 empfohlen. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden erklärt. Falls die Decke nachgiebig auf Unterzügen gelagert ist, ist zusätzlich Abschnitt 6.3.2 zu beachten.

Die Einteilung in Qualitätsklassen entsprechend Abschnitt 5.3.2, Tabelle 5-2 wird im Bemessungsvorschlag berücksichtigt.



\*) Die genauere Untersuchung ist i. A. nur bei schweren Decken, z. B. bei Holz-Beton-Verbunddecken Erfolg versprechend.

Abb. 6-5 Nachweis nach den Konstruktions- und Bemessungsregeln aus [39].

Im Folgenden wird das Schaubild in Abb. 6-5 erläutert:

#### Zu 1.: Geplante Nutzung / Einbaulage / Anforderung

- **Höhere Anforderungen** für Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten, z.B. Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude, Schulen, Kindergärten, auch kostspielige Einfamilienhäuser etc.:

„Bewertung 1,0 bis 1,5“ bzw. „Qualitätsklasse A“

- **Geringere Anforderungen** für Decken innerhalb einer Nutzungseinheit, z.B. normale Einfamilienhäuser:

„Bewertung 1,5 bis 2,5“, bzw. „Qualitätsklassen B und C“

- **Keine Anforderungen** für Decken unter untergeordneten Räumen, z. B. nicht ausgebaute Dachräume oder im Bestand. Immer mit Bauherrn- Zustimmung:  
 „Bewertung 2,5 bis 4,0“ bzw. „Qualitätsklasse D“

### Zu 2.: Grenzwerte und Anforderungen an Konstruktion

Die empfohlenen Grenzwerte (Tabelle 6-1) für die Eigenfrequenz und Durchbiegung unter Einzellast sind dem Forschungsbericht [39] entnommen und um die Qualitätsklassen [34] ergänzt.

**Tabelle 6-1 Grenzwerte für die Eigenfrequenz und Durchbiegung unter Einzellast**

Bewertung	1,0 bis 1,5	1,5 bis 2,5			2,5 bis 4,0
Beschreibung nach [39].	MFH, auch Büros, Klassenräume in Schulen, Kindergärten		EFH		
Qualitätsklasse nach [34]	A	B		C	D
	Überdurchschnittliche Anforderungen gegenüber üblichen Anforderungen	Anforderungen innerhalb einer Nutzungseinheit (z.B. Ein-/Zweifamilienhaus oder übliche Büronutzung). Die Verformungen und Schwingungen des Tragwerks sind nur mit besonderer Aufmerksamkeit wahrnehmbar		Anforderungen an Bauteile, deren Verformungen ohne besondere Aufmerksamkeit wahrnehmbar sind, jedoch nicht das Gesamterscheinungsbild prägen, z.B. Decken bei Einfamilienhäusern und Büros jeweils mit geringen Anforderungen an das Schwingungsverhalten	Anforderungen an Bauteile, bei denen wahrnehmbare Verformungen das Gesamtbild prägen dürfen. Keine Anforderungen an das Schwingungsverhalten
$f_{\text{Grenz}}$	8 Hz	6,3 Hz	6 Hz	5,6 Hz	Keine Anforderung
$w_{\text{Grenz}}$	0,5 mm	0,75 mm	1,0 mm	1,5 mm	Keine Anforderung

### Zu 3. Eigenfrequenz

Die Eigenfrequenz der Decke soll größer sein als der Grenzwert  $f_{\text{grenz}}$  nach Tabelle 6-1. Die Eigenfrequenz kann durch Messung oder Berechnung ermittelt werden.

Eine Messung kann z.B. bei Standarddecken im Vorfeld im Betrieb sinnvoll sein. Bei der Berechnung darf das tatsächliche statische System angesetzt werden, z. B. eine

Durchlaufträgerwirkung. Die Biegesteifigkeit des Estrichs darf rechnerisch angesetzt werden. Für die Masse darf allein die Eigenmasse angesetzt werden. Verkehrslast und Trennwandzuschlag müssen nicht eingerechnet werden. Lagerungen auf nachgiebigen Unterzügen müssen berücksichtigt werden, vgl. Abschnitt 6.3.2.

$$f_{e,\text{Einfeld-Balken}} = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_L}{m}} \quad \text{Gl.(6.1)}$$

Eigenfrequenz eines Einfeldträgers mit

$$I = \frac{h^3 \cdot b_{\text{Balken}}}{12} \quad \text{Gl.(6.2)}$$

Eigenfrequenz eines Zweifeldträgers mit  $k_f$  nach Tabelle 6-2

$$f_{e,\text{Zweifeld-Balken}} = k_f \cdot f_{e,\text{Einfeld-Balken}} \quad \text{Gl.(6.3)}$$

Eigenfrequenz einer Platte mit vierseitiger gelenkiger Lagerung

$$f_{e,\text{Platte}} = f_{e,\text{Balken}} \cdot \sqrt{1 + 1/\alpha^4} \quad \text{Gl.(6.4)}$$

Beiwert zur Berechnung der zweiachsigen Tragwirkung

$$\alpha = \frac{b}{L} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_L}{EI_b}} \quad \text{Gl.(6.5)}$$

- L: Spannweite beim Einfeldträger.  
Beim Mehrfeldträger: Spannweite des größten Feldes.
- $L_1$ : Beim Zweifeldträger: Spannweite des kleineren Feldes
- m: Masse infolge Eigengewicht der Decke in [kg/m<sup>2</sup>]  
ohne Verkehrslast und Trennwandzuschlag
- b: Spannweite der Decke in Querrichtung oder Deckenfeldbreite
- $EI_L$ : effektive Biegesteifigkeit in Längsrichtung je Meter Breite in [Nm<sup>2</sup>/m]:  
Biegesteifigkeit der Decke + Biegesteifigkeit des Estrichs \*\*)
- $EI_b$ : effektive Biegesteifigkeit in Querrichtung in [Nm<sup>2</sup>/m] mit  $(EI)_L > (EI)_b$ :  
Biegesteifigkeit der Decke + Biegesteifigkeit des Estrichs \*\*)
- $E_{\text{Estrich}}$ : Falls kein genauere Wert bekannt ist, wird empfohlen mit einem  
E-Modul für den Nassestrich von  $E = 15\,000 \text{ N/mm}^2$  zu rechnen.
- $EI_{\text{quer BST}}$ : Brettstapel, genagelt oder gedübelt:  $EI_{\text{quer}} = 0,0005 EI_{\text{längs}}$   
Brettstapel geklebt:  $EI_{\text{quer}} = 0,03 EI_{\text{längs}}$
- \*\*): Bei Installationsführungen oder Fugen im Estrich oder Ausführung als Fertigteil mit Fugen ist die Biegesteifigkeit des Estrichs entsprechend zu reduzieren. Nicht kraftschlüssig ausgeführte Stöße zwischen Elementen müssen bei der Ermittlung der Querbiegesteifigkeit berücksichtigt werden.

**Tabelle 6-2 Faktor zur Umrechnung der Eigenfrequenz von Einfeldträger auf Zweifeldträger**

$L_1 / L$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
$k_f$	1,0	1,09	1,15	1,20	1,24	1,27	1,30	1,33	1,38	1,42	1,56

Zu 4.: Steifigkeit bzw. Nachweis der Durchbiegung unter Einzellast

Die Durchbiegung unter einer Einzellast von 2 kN soll kleiner sein als der Grenzwert  $w_{\text{grenz}}$  nach Tabelle 6-1.

Durchbiegung unter einer Einzellast von 2 kN

$$w(2kN) = \frac{2 \cdot L^3}{48 \cdot EI_L \cdot b_{w(2kN)}} \quad \text{Gl.(6.6)}$$

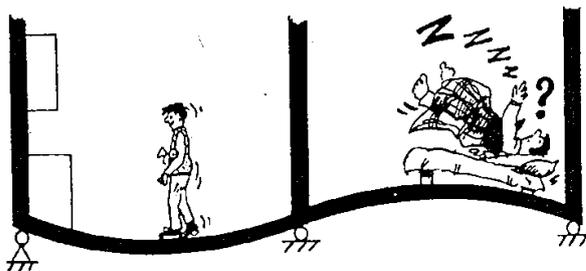
mittragende Breite

$$b_{w(2kN)} = \min \left\{ \begin{matrix} b_{ef} \\ b \end{matrix} \right\} \quad b_{ef} = \frac{L}{1,1} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_L}} = \frac{b}{1,1 \cdot \alpha} \quad \text{Gl.(6.7)}$$

$$\text{Bei Trockenestrich: } b_{w(2kN)} = \left\{ \begin{matrix} 2\text{-facher Balkenabs tan d} \\ 2\text{-fache Elementbreite} \end{matrix} \right\} \quad \text{Gl.(6.8)}$$

Anmerkungen und Hintergründe:

- Bei Durchlaufträgern darf die Durchlaufwirkung nicht berücksichtigt werden. Hier erfolgt der Nachweis am Ersatzsystem eines beidseitig gelenkig gelagerten Einfeldträgers, L ist gleich die Spannweite des größten Feldes.
- Hintergrund ist die Tatsache, dass das Schwingungsempfinden bei Durchlaufträgern ungünstiger ist als bei Einfeldträgern (vgl. Abb. 6-7). Das liegt zum einen daran, dass sich ein Feld nach unten und das andere (unerwartet) nach oben bewegt und zum anderen der Schwingungserreger wegen evtl. vorhandenen Wänden nicht gesehen wird. Dieses ungünstige Verhalten von Durchlaufträgern wird rechnerisch nicht berücksichtigt, dafür wird die günstig wirkende Einspannung bei der Berechnung der Durchbiegung unter Einzellast ebenfalls nicht angesetzt.



**Abb. 6-6 Schwingungen bei Durchlaufträgern (aus [37])**

- Bei Decken ohne nennenswerte Querbiegesteifigkeit, z. B. bei Trockenestrichaufbau kann für die mitragende Breite der zweifache Balkenabstand angesetzt werden. Hier liegt die Annahme zugrunde, dass die Last zwischen zwei Balken aufgebracht wird und sich beide Balken an der Lastabtragung beteiligen.
- Bei Elementdecken, z. B. Leimstapeldecken, dürfen zwei Elemente angesetzt werden, wenn diese miteinander verbunden sind.

Liegt die Decke nachgiebig auf Unterzügen auf, so ist bei der Berechnung der Eigenfrequenz und der Durchbiegung unter der Einzellast  $w$  (2kN) die Nachgiebigkeit der Unterzüge zusätzlich zu berücksichtigen, vgl. Abschnitt 6.3.2.

#### Zu 5.: Konstruktive Anforderungen an den Aufbau der Decke

Entscheidend für das Schwingungsempfinden ist neben der Eigenfrequenz und der Steifigkeit auch der Aufbau der Decke.

- Eine schwimmende Lagerung des Estrichs ist in jedem Fall erforderlich.
- Nassestriche sind aufgrund ihrer höheren Masse und höheren Steifigkeit gegenüber Trockenestrichen günstiger zu bewerten.
- Eine (möglichst schwere) Schüttung verbessert das Schwingungsverhalten. Gleichzeitig bietet sie die Möglichkeit der Installationsführung. Je schwerer die Schüttung, desto größer die Verbesserung der subjektiven Bewertung. Als „schwere“ Schüttung werden Schüttungen mit einem Flächengewicht von mindestens 60 kg/m<sup>2</sup> bezeichnet. Dies entspricht z.B. einer 4 cm dicken Kalksplittschicht. Ob und welche Art der Schüttung erforderlich ist, kann Tabelle 6-3 entnommen werden.

**Tabelle 6-3 Konstruktive Anforderung je nach Art der Rohdecke, Einbaulage und Bewertung**

Art der Rohdecke	Art des Estrichs	Bewertung 1,0 bis 1,5 Qualitätsklasse A	Bewertung 1,5 bis 2,5 Qualitätsklasse B und C
Flächige Massivholzdecken (Brettsperrholz-, Brettstapeldecken)	schwimmender Nassestrich	schwimmend auf schwerer oder leichter Schüttung	schwimmend (auch ohne Schüttung)
	schwimmender Trockenestrich	schwimmend auf schwerer Schüttung ***)	schwimmend auf schwerer Schüttung ***)
Holzbalkendecken oder Trägerroste	schwimmender Nassestrich	schwimmend auf schwerer Schüttung	schwimmend (auch ohne Schüttung)
	schwimmender Trockenestrich	nicht möglich	schwimmend auf schwerer Schüttung

\*\*\*) ... bis jetzt nur im Labor getestet.

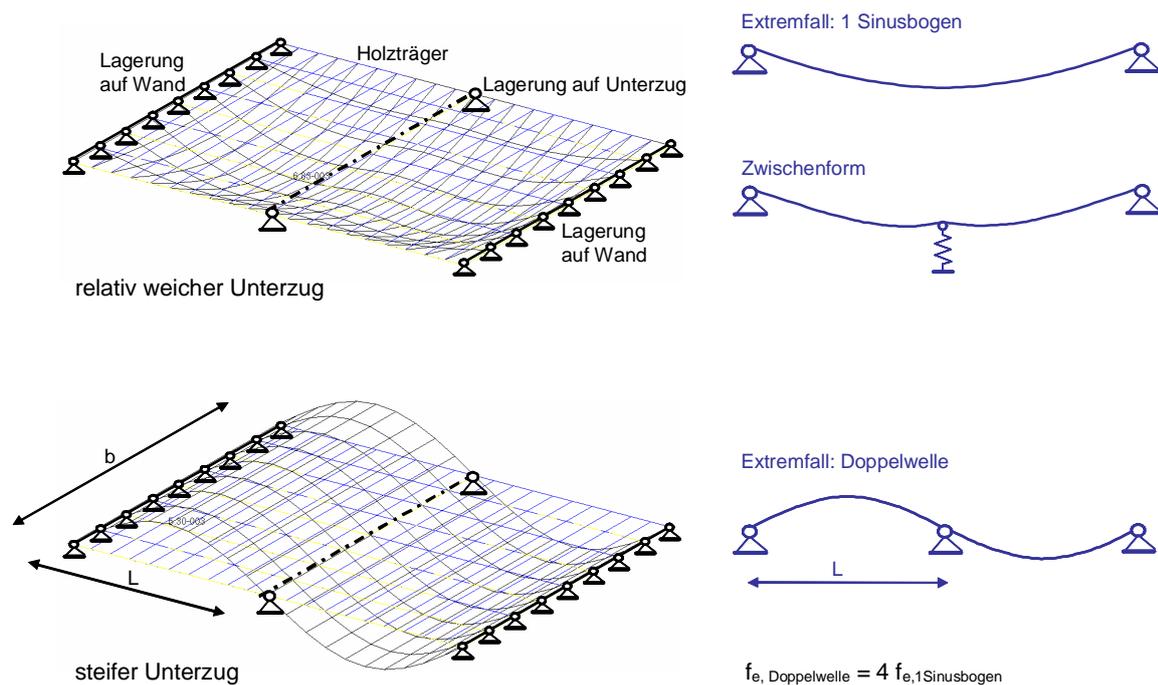
### 6.3.2 Ergänzung für nachgiebig (auf Unterzügen) gelagerte Decken

Die unter 6.3.1 beschriebenen Berechnungen für die Eigenfrequenz und die Durchbiegung unter Einzellast gehen von festen Auflagern auf Wänden auf. Oft treten Probleme auf, weil die Decke nachgiebig auf Unterzügen aufliegt und die Nachgiebigkeit in der Berechnung nicht berücksichtigt wurde. Haupt- und Nebenträger sind dann nicht mehr getrennt zu betrachten, sondern als ein kombiniertes System, wie Abbildung 16 verdeutlicht. Wie die gemeinsame Wirkung Holzdecke und Unterzug als gesamtes System rechnerisch erfasst werden kann, wird im Folgenden beschrieben.

#### Holzträger als Durchlaufträger:

Vor allem bei Decken mit durchlaufenden Holzbalken und Unterzügen als Mittelaufleger spielt das Verhältnis der Steifigkeiten Holzbalken zu Unterzug eine große Rolle.

Holzbalken, die als Durchlaufträger über ein Mittelaufleger geführt werden, werden je nach Verhältnis der Steifigkeiten überwiegend Schwingungen mit einem „großem“ Sinusbogen (Abb.6-8 oben) oder Schwingungen mit einer Doppelwelle (Abb.6-8 unten) ausführen. Zwischen den Eigenfrequenzen der beiden Extremfälle liegt Faktor 4.



**Abb. 6-7 Erste Eigenform der Decke gesamt sowie eines einzelnen Holzträgers je nach Steifigkeit des Unterzugs**

Im Rahmen mehrerer Abschlussarbeiten an der Hochschule Biberach, z.B. [Stumpf, 2015] wurden Korrekturfaktoren  $e_f$  zur Ermittlung der resultierenden Eigenfrequenz berechnet.

Die Korrekturfaktoren  $e_f$  werden wie folgt verwendet:

$$f_{e,nachgiebig} = f_{e,ges} = e_f \cdot f_{e,starr}$$

Gl.(6.9)

Darin sind  $e_f$  der Korrekturfaktor nach den Tabellen im Anhang und  $f_{e,starr}$  die Eigenfrequenz der Decke, wenn sie starr (z.B. auf Wänden) gelagert wäre. Unter bestimmten Bedingungen ergeben sich rechnerisch Korrekturfaktoren  $e_f > 1$ . In diesen Fällen sollte mit  $e_f = 1$  gerechnet werden.

Die Korrekturfaktoren  $e_f$  sind abhängig

- von den Steifigkeitsverhältnissen Decke zu Unterzug
- von den Spannweiteverhältnissen Deckenfeld (mit L oder  $L_{Decke}$  bezeichnet) zu Unterzug (mit b oder  $L_{Unterzug}$  bezeichnet) und
- von den absoluten Spannweiten der Decke.

Im Bericht PRB-4.7(2016) wurden Diagramme und Tabellen für unterschiedliche absolute Spannweiten aufbereitet. Abb. 6-8 zeigt exemplarisch den Korrekturfaktor für einen Einfeldträger.

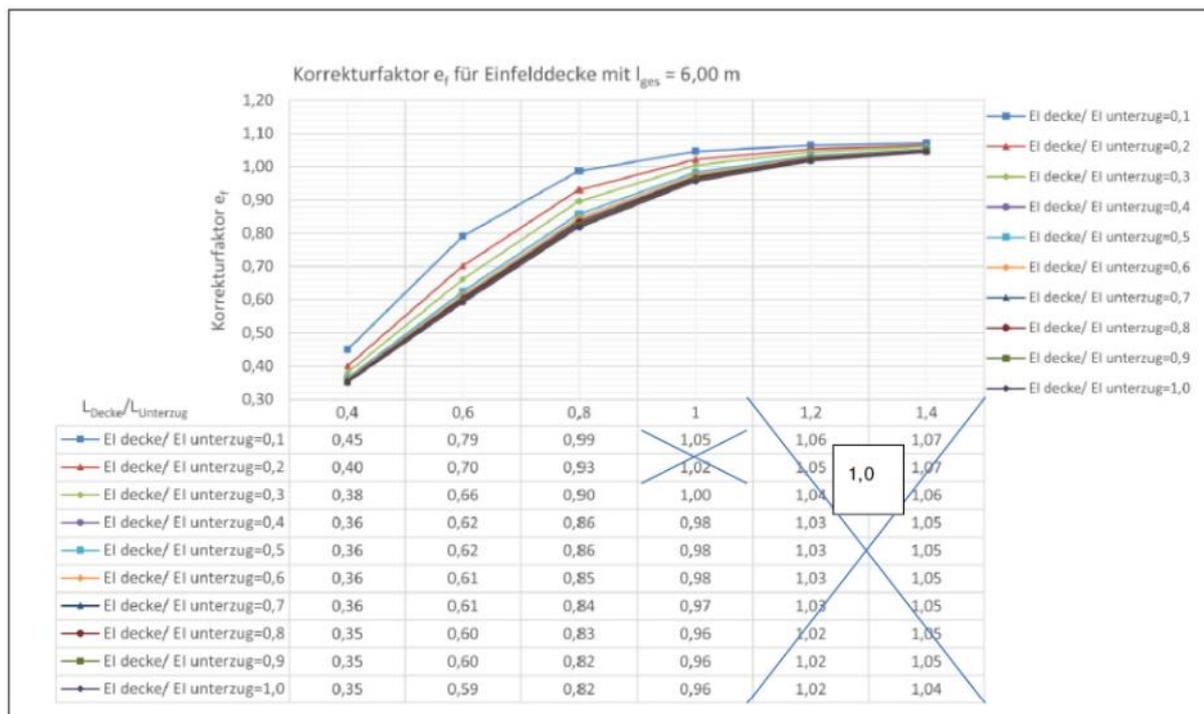


Abb. 6-8 Korrekturfaktor  $e_{ef}$  für einen Einfeldträger mit  $l_{ges} = 6,00$  m

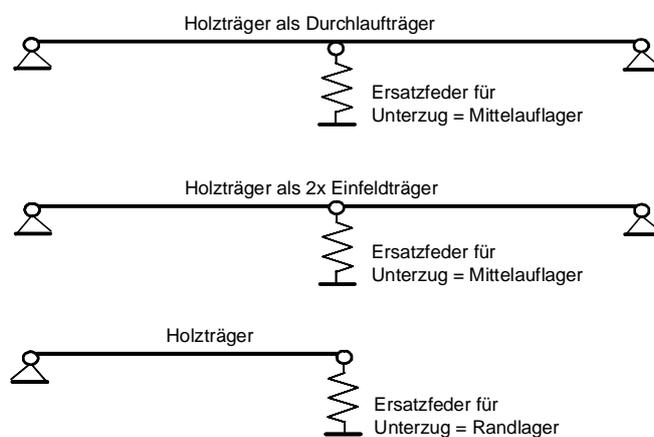
### Rechnerische Erfassung der resultierenden Eigenfrequenz

Rechnerisch kann die resultierende Eigenfrequenz entweder mit Hilfe von FE Programmen erfasst werden, oder mit Hilfe der Näherungsformel Gl.(6.10).

$$f_{e,ges} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{f_{e,starr}^2} + \frac{1}{3 \cdot f_{e,Unterzug}^2}}} \quad \text{Gl.(6.10)}$$

$f_{e,starr}$  ist die Eigenfrequenz der Decke, wenn sie starr gelagert wäre,  $f_{e,Unterzug}$  die Eigenfrequenz des Unterzugs unter Berücksichtigung der Masse, die auf ihm lagert.

Mit dieser Näherungsformel (Gl. (15)) können die Systeme nach Abb. 6-9 erfasst werden.

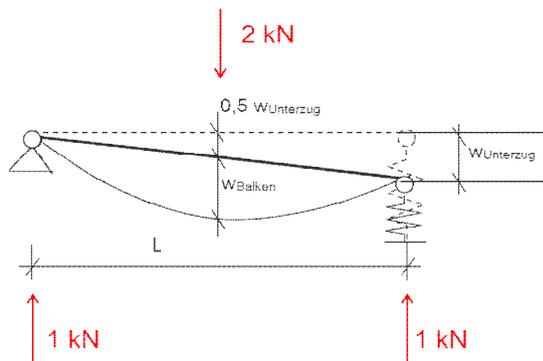


**Abb. 6-9** Schematische Darstellung der Lagerung von Holzträgern auf Unterzügen, aus [Hamm, 2008]

### Berechnung der Durchbiegung unter Einzellast (Steifigkeitskriterium)

Auch bei der Berechnung der Durchbiegung unter der Einzellast  $w$  (2kN) muss die Nachgiebigkeit des Unterzugs berücksichtigt werden. Wenn die Last von 2kN mittig angreift, sind die Auflagerkräfte beim Lager und beim Unterzug jeweils 1kN. Der Unterzug erfährt eine Durchbiegung  $w_{UZ}$  (1kN) unter 1kN, die linear vom (starr)en Lager zum UZ zunimmt. Die Durchbiegungen können dann entsprechend Gl.(6.11) addiert werden.

$$w_{res} = 0,5 \cdot w_{Unterzug} + w_{Balken} = 0,5 \cdot w_{UZ}(1kN) + w(2kN) \quad \text{Gl.(6.11)}$$



**Abb. 6-10** Rechenmodell für nachgiebig gelagerte Decken

Durch die Addition der Durchbiegungen erhält man die größtmögliche Durchbiegung, d.h. die Methode ist vermutlich auf der sicheren Seite. Deshalb wird angestrebt, auch für die Durchbiegung unter Einzellast Hilfsdiagramme zu erstellen. Aktuell wird eine Abschlussarbeit mit dieser Thematik an der Hochschule Biberach betreut.

### Nachweise

Die einfachste Regel für die Mindeststeifigkeit eines Unterzugs findet sich im Forschungsbericht [35]. Nach Ansicht der Autorin ist sie nach wie vor gültig und wichtig für eine erste Einschätzung, sollte aber um die genannten Nachweise ergänzt werden, s.u.

„Unterzüge als Zwischenaufleger sollten möglichst steif ausgeführt werden. Die Übertragung der Schwingungen zwischen zwei Einfeldträgern ist durch einen gemeinsamen „weichen“ Unterzug möglich. Der Unterzug sollte für erhöhte Anforderungen bemessen werden.“

Für den Einfeldträger heißt das:

$$w_{\text{Unterzug}} = \frac{1 \text{ kN} \cdot L_{\text{Unterzug}}^3}{48 \cdot EI_{\text{Unterzug}}} \leq 0,25 \text{ mm} \quad \text{Gl.(6.12)}$$

Weiterhin gilt:

$$f_{e, \text{ges}} \geq f_{\text{grenz}} \quad \text{Gl.(6.13)}$$

$$w_{\text{res}} \leq w_{\text{grenz}} \quad \text{Gl.(6.14)}$$

### 6.3.3 Besondere Untersuchung, falls die Eigenfrequenz kleiner ist als $f_{\text{grenz}}$

Vor allem bei Decken mit großen Spannweiten wird das Frequenzkriterium bemessungsrelevant. Es können auch Decken mit Eigenfrequenzen kleiner als die Grenzfrequenz ausgeführt werden, wenn die Schwingbeschleunigung nach Gl.(6.17) begrenzt wird und eine Mindestfrequenz nach Gl.(6.15) eingehalten wird.

Der Nachweis der Schwingbeschleunigung führt in der Regel nur bei ausreichend schweren Decken (hauptsächlich großflächigen Holz-Beton-Verbunddecken) zum Erfolg.

$$f_{\min} \leq f_e < f_{\text{grenz}} \quad \text{Gl.(6.15)}$$

$$f_{\min} = 4,5 \text{ Hz} \quad \text{Gl.(6.16)}$$

$$a \leq a_{\text{grenz}} \quad \text{Gl.(6.17)}$$

$$a_{\text{grenz}} = 0,05 \text{ m/s}^2 \text{ für Bewertung 1,0 bis 1,5, Qualitätsklasse A} \quad \text{Gl.(6.18)}$$

$$a_{\text{grenz}} = 0,10 \text{ m/s}^2 \text{ für Bewertung 1,5 bis 2,5, Qualitätsklasse B und C} \quad \text{Gl.(6.19)}$$

Die Beschleunigung für ein einachsig oder zweiachsig gespanntes Deckenfeld als Einfeldträger mit der (Raum-) Breite  $b$  infolge einer gehenden Person kann wie folgt berechnet werden: Die anzusetzende dynamische Kraft ist abhängig von der Eigenfrequenz der Decke und kann aus Abbildung 19 abgelesen werden.

$$a \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = \frac{0,4 \cdot F(t) [\text{N}]}{m [\text{kg/m}^2] \cdot 0,5 \cdot L [\text{m}] \cdot 0,5 \cdot b [\text{m}] \cdot 2D} \quad \text{Gl.(6.20)}$$

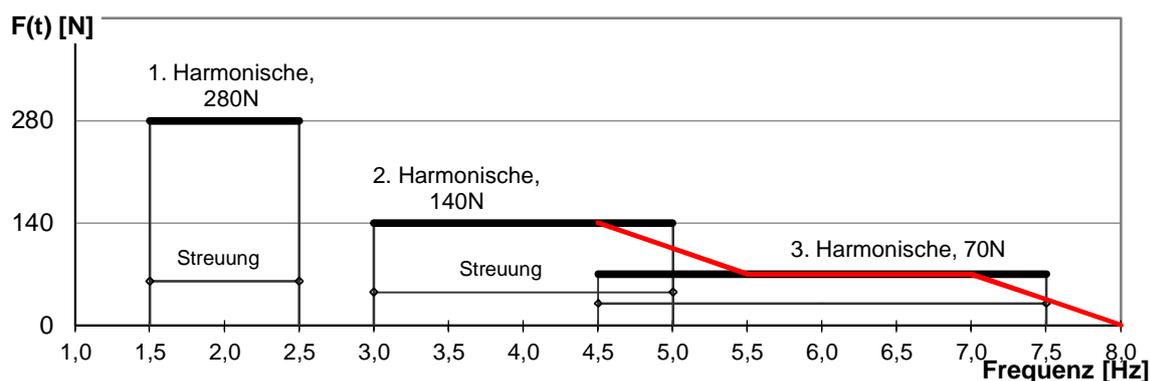
Die Dämpfung  $D$ , auch bezeichnet als Lehr'sches Dämpfungsmaß, kann Tabelle 6-4 entnommen werden.

Als mitschwingende Masse wurde in der Gleichung die halbe Spannweite  $L$  und die halbe Breite  $b$  angesetzt. Das ist für vierseitig gelagerte Einfeldträger mit einer ausreichenden Querbiegesteifigkeit eine gute Näherung. Eine ausreichende Querbiegesteifigkeit ist z. B. vorhanden bei Holz-Beton-Verbunddecken, flächigen Massivholzdecken oder Aufbauten mit Nassestrich. Für die Raumbreite  $b$  sollte der kleinere Wert aus der tatsächlichen Breite und das 1,5-fache der Spannweite eingesetzt werden (bei Holz-Beton-Verbund und Brettsperrholz-Decken). Bei linienförmigen Elementen gilt der kleinere Wert aus der tatsächlichen Breite und der Spannweite.

**Tabelle 6-4 Dämpfungswerte in Abhängigkeit von der Tragkonstruktion und dem Aufbau der Decke**

Material und Aufbau	Lehr'sches Dämpfungsmaß $D$	Quelle
(Holz-) Decken ohne schwimmenden Estrich	1,0 %	[16]
Decken aus verleimten Brettstapelelementen mit schwimmendem Estrich	2,0 %	
Holzbalkendecken und mechanisch verbundene Brettstapeldecken mit schwimmendem Estrich	3,0 %	
Brettsper Holzdecken ohne bzw. mit leichtem Aufbau, zweiseitig gelagert	2,5 %	[31] [33]
Brettsper Holzdecken mit schwimmendem Estrich (schwerer Aufbau) auf Stahl oder punktförmig oder zweiseitig gelagert	2,5 %	
Brettsper Holzdecken mit schwimmendem Estrich, vierseitig gelagert	3,5 %	
Brettsper Holzdecken mit schwimmendem Estrich, vierseitig auf Holzwänden gelagert	4,0 %	
Holz-Beton-Verbunddecke als Rohdecke	2,5 %	aus Mes- sung
Holz-Beton-Verbunddecke mit schwimmendem Estrich	3,5 %	

Die einwirkende Kraft auf die Decke  $F(t)$  ist zeit- und ortveränderlich. Sie wird in Gleichung 25 mit dem Faktor 0,4 reduziert, weil die Einwirkungsstelle wechselt und die Einwirkungs-dauer begrenzt ist, vgl. [35].



**Abb. 6-11 Zusammenhang zwischen der Frequenz und der abgegebenen Kraft beim Gehen**

## 6.4 Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchungen wurde zunächst zusammengestellt, wie der Schwingungsnachweis für Holzdecken bis jetzt geführt wurde. Im weiteren Verlauf wurde auf die Ergebnisse des 2010 abgeschlossenen Forschungsvorhabens eingegangen, ebenso wurden die Rückmeldungen aus der Praxis aufgezeigt und diskutiert.

In den Bemessungsvorschlag sind nun eingearbeitet worden:

- die mittragende Breite
- die mitschwingende Breite
- die Korrekturfaktoren bei nachgiebig gelagerten Decken
- die Einteilung in die Qualitätsklassen von Holzbau Deutschland

Der erarbeitete Vorschlag wird in ein Bemessungsprogramm aufgenommen, das kostenfrei auf der Homepage der Hochschule Biberach zur Verfügung gestellt werden wird.

## 7 Stiff förmige Verbindungsmittel

### 7.1 Motivation

Der Nachweis von Verbindungen stellt einen Großteil der planerischen Leistung im Holzbau dar. Die Dimensionen der anschließenden Bauteile ergeben sich häufig aus dem Platzbedarf für die Verbindungsmittel. Die Nachweise für „Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln“ werden in der EC 5-1-1:2010-12 (kurz: EC 5) [R1] im Kapitel 8 dargestellt.

Die Verbindungsmittel können in stiff förmige (Nägel, Schrauben, Klammern, etc.) und flächige (Nagelplatten, Dübel besonderer Bauart) unterteilt werden. Als mechanische Grundlage für die Berechnung von stiff förmigen Verbindungsmitteln unter Beanspruchung auf Abscheren dient die Theorie nach Johansen [41].

In der Ursprungsform der Theorie nach Johansen wurden einfache Formeln zur Berechnung von Scherverbindungen angegeben. Diese einfachen Berechnungen wurden im Laufe der Zeit immer mehr erweitert. Die aktuellen Nachweise nach Johansen wurden mit der Einführung des EC 5 in den Kerntext übernommen.

Der vereinfachte Nachweis, welcher im Kerntext der DIN 1052:2008-12 [R18] (kurz: DIN 1052) angegeben war, wurde in den nationalen Anhang verschoben. Dies bedeutet einen erheblichen rechnerischen Mehraufwand für den Planer. Für den Nachweis einer Verbindung sind dadurch oft mehrere iterative Schritte nötig geworden.

Neben den vielen Nachweisformaten im Kerntext der Norm finden sich auch mechanisch nicht nachvollziehbare Werte. Exemplarisch kann das Fließmoment des Verbindungsmittels genannt werden. Das plastische Widerstandsmoment für einen Rundquerschnitt wird mechanisch über die Formel  $M_{y,pl} = \alpha_{pl} \cdot f_{u,k} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot r^3$  ermittelt. Im EC 5 wird der Wert über die Formel  $M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$  ermittelt. Da es sich bei diesem Wert um ein teilplastisches Widerstandsmoment handelt, führt die Bezeichnung von  $M_{y,Rk}$  als charakteristisches Fließmoment zu Verwirrung. Die Ermittlung dieses Werts wurde in früheren Veröffentlichungen [42] bereits diskutiert und befindet sich auch derzeit wieder in Diskussion [43].

Im Zuge der Praxis Regeln Bau sollen deshalb dem Planer zur Vereinfachung wieder einfache Formeln an die Hand gegeben werden, welche einen Großteil der baupraktischen Anwendungsfälle abdecken.

Derzeit sind für die Berechnung einer Verbindung nach aktuellem Stand der Normung mehrere Schritte notwendig. Zudem erfolgen in der Norm mehrere Verweise zwischen den einzelnen Kapiteln. Die große Vielzahl an derzeitigen Nachweisen inkl. Verknüpfungen in der Norm ist anhand folgender Tabelle deutlich zu erkennen.

**Tabelle 7-1 Nachweisformate nach EC 5**

Verbindungsmittelart	Verbindungsart				
	Holz-Holz-Verbindung		Stahlblech-Holz-Verbindung		
Nägel: $d \leq 6mm$	Nachweis 1	Nachweis 2	Nachweis 3	Nachweis 4	Nachweis 5
Nägel: $6mm < d \leq 8mm$	Nachweis 6	Nachweis 7	Nachweis 8	Nachweis 9	Nachweis 10
Nägel: $d > 8mm$	Verweis auf Nachweis 11	Verweis auf Nachweis 12	Verweis auf Nachweis 13	Verweis auf Nachweis 14	Verweis auf Nachweis 15
Bolzen:	Nachweis 11	Nachweis 12	Nachweis 13	Nachweis 14	Nachweis 15
Stabdübel und Paßbolzen:	Verweis auf Nachweis 11	Verweis auf Nachweis 12	Verweis auf Nachweis 13	Verweis auf Nachweis 14	Verweis auf Nachweis 15
Klammern:	Verweis auf Nachweis 1	Verweis auf Nachweis 2	Verweis auf Nachweis 3	Verweis auf Nachweis 4	Verweis auf Nachweis 5
Schrauben: $d \leq 6mm$	Verweis auf Nachweis 1	Verweis auf Nachweis 2	Verweis auf Nachweis 3	Verweis auf Nachweis 4	Verweis auf Nachweis 5
Schrauben: $d > 6mm$	Verweis auf Nachweis 11	Verweis auf Nachweis 12	Verweis auf Nachweis 13	Verweis auf Nachweis 14	Verweis auf Nachweis 15

Durch die Verwendung der Johansen-Formeln im Kerntext der Normung ergibt sich zusätzlich zu den verschiedenen Nachweisen eine Vielzahl an Formeln, welche jeweils berechnet werden müssen.

Exemplarisch hierfür ist die Berechnung einer einschnittigen Holz-Holz-Verbindung mit Stabdübeln. Um in diesem Fall den Widerstand der Verbindung zu erhalten, muss der Planer im ungünstigsten Fall 19 verschiedene Arbeitsschritte durchführen. Wird nach der Berechnung der erforderliche Tragwiderstand nicht erreicht, muss eventuell der ganze Berechnungsvorgang wiederholt werden. Dies ist mit einem erheblichen Aufwand und einer großen Fehleranfälligkeit verbunden.

Vor allem in der Entwurfsphase, in der die wichtigsten Details festgelegt werden, erweist sich die Konstruktion und Dimensionierung solcher Verbindungen als zeitaufwendig und mühsam.

Im Zuge der Anamnese und der Diagnose wurden Defizite und Vereinfachungsmöglichkeiten in den einzelnen Kapiteln untersucht. Im Zuge der Therapie wurden Verbesserungsvorschläge erarbeitet und diese mittels Vergleichsberechnungen überprüft.

## 7.2 Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

### 7.2.1 Anamnese/Diagnose: Sachstand DIN 1052 [R18] und EC 5 [R1]

Die Ermittlung der Tragfähigkeit von ein- und mehrschnittigen Verbindungen erfolgt mittels der Fließtheorie nach Johansen. Beim Nachweis nach EC 5 werden die Tragwiderstände abhängig von den einzelnen Versagensmodi ermittelt.

Für **einschnittige Verbindungen** ergeben sich somit sechs mögliche Versagensmechanismen mit unterschiedlichen Tragwiderständen, von welchen der kleinste Wert maßgebend wird.

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \quad (a) \\ f_{h,2,k} t_2 d \quad (b) \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1+\beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (c) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2+\beta} \left[ \sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (d) \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1+2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1+\beta) + \frac{4\beta(1+2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (e) \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (f) \end{array} \right. \quad \text{Gl.(7.1)}$$

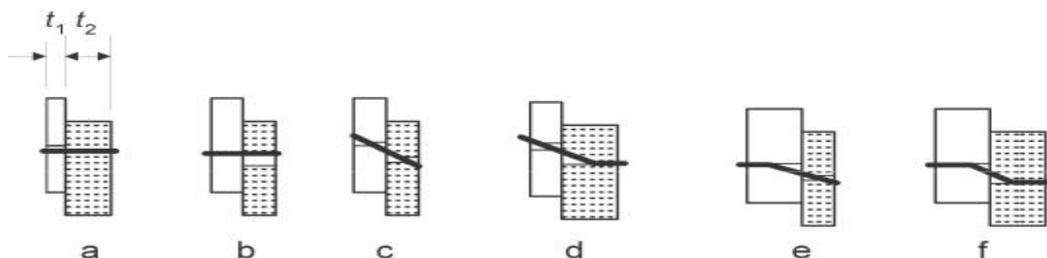


Abb. 7-1 Tragfähigkeit einschnittige Verbindung nach EC 5

Bei den einzelnen Nachweisen werden die Fließgrenze, die Lochleibungsfestigkeiten, die Holzdicken und der Auszieh Widerstand berücksichtigt. Abhängig von dem Verhältnis der Werte wird ein anderes Versagen der Verbindung maßgebend. Zusätzlich wird in der Be-

rechnung der sogenannte Seileffekt der Verbindungsmittel über den Ausziehwiderstand berücksichtigt.

Diese Form der Nachweisführung ist analog zu den damaligen Gleichungen der DIN 1052 Anhang G, lediglich der Seileffekt blieb damals unberücksichtigt.

Im Gegensatz zu den sechs Widerstandsberechnungen wurde die Tragfähigkeit einer Verbindung in der DIN 1052 mittels einer Formel bestimmt. Dieses Nachweisformat wird im nationalen Anhang des EC 5 verwendet.

Vereinfachter Nachweis nach NA-D EC 5:

$$F_{v,Rk} = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{Gl.(7.2)}$$

Die Gleichung entspricht dem Versagensmechanismus (f) nach dem genauen Nachweisverfahren. Bei Holzversagen beträgt der Materialsicherheitsbeiwert 1,3, bei Stahlversagen 1,1. Um die unterschiedlichen Sicherheitsbeiwerte anzupassen wird die Formel für die erforderliche Holzdicke mit dem Faktor 1,15 multipliziert. Ziel ist ein duktiles Bauteilversagen durch Bilden eines Fließgelenks der Verbindungsmittel zu erreichen. Um ein solches Bauteilversagen zu erreichen sind gewisse Holzdicken erforderlich. Diese werden im nationalen Anhang durch folgende Gleichungen ermittelt.

Erforderliche Holzdicken nach NA-D EC 5:

$$t_{1,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \quad \text{(Seitenholz 1)} \quad \text{Gl.(7.3)}$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad \text{(Seitenholz 2)} \quad \text{Gl.(7.4)}$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1 + \beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad \text{(Mittelholz)} \quad \text{Gl.(7.5)}$$

Werden diese erforderlichen Holzdicken nicht erreicht, so muss der Widerstand linear über das Verhältnis  $\frac{t_{vor}}{t_{req}}$  reduziert werden.

Bei **zweischnittigen bzw. mehrschnittigen Verbindungen** verhält es sich ähnlich. Beim genauen Nachweis sind vier verschiedene Gleichungen zu berechnen. Beim vereinfachten Nachweis ist die Berechnungsformel analog derer für einschnittige Verbindungen.

## 7.2.2 Therapie

### Vorschlag vereinfachtes Verfahren

Durch Verwendung des vereinfachten Verfahrens nach nationalem Anhang könnte die Anzahl der Einzelschritte für einen Nachweis für ein- bzw. mehrschnittige Holz-Holzverbindungen deutlich reduziert und vereinfacht werden. Das Verschieben der genauen Nachweise in den Anhang des EC 5, analog der damaligen DIN 1052, könnte zudem mit geringem Aufwand durchgeführt werden.

Durch Vergleichsrechnungen (s. Bericht zum Projekt PRB-4.9(2016)) wurde auch der Einfluss des  $\beta$ -Faktors auf den Widerstand der Verbindung untersucht. Der  $\beta$ -Faktor ist abhängig von den Lochleibungsfestigkeiten der angrenzenden Hölzer.

Die Formel zur Berechnung des Faktors lautet.

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} \quad \text{Gl.(7.6)}$$

Der Lochleibungswiderstand ist abhängig von der Rohdichte sowie dem Durchmesser des Verbindungsmittels.

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} \text{ nicht vorgebohrt} \quad \text{Gl.(7.7)}$$

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \rho_k \text{ vorgebohrt} \quad \text{Gl.(7.8)}$$

Bei Stabdurchmessern größer als 6 mm muss zudem der Kraft-Faser-Winkel berücksichtigt werden.

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{Gl.(7.9)}$$

Der Kraft-Faser-Winkel beschreibt den Winkel zwischen der einwirkenden Kraft und der Faserrichtung des Holzes. Bei einem Winkel von  $90^\circ$ , senkrecht zur Faserrichtung, ist der Widerstand der Lochleibungsfestigkeit am geringsten.

Bei den Vergleichsrechnungen wurde von einer üblichen Nadelholz- zu Nadelholzverbindung ausgegangen. Für die Berechnungen wurde ein Minimalwert von  $350 \text{ kg/m}^3$ , entspricht C24, und ein Maximalwert von  $430 \text{ kg/m}^3$ , GL32h, vorausgesetzt. Als Grundlage für die Berechnung der Lochleibung diente die Formel für die Berechnung von vorgebohrten Hölzern.

Die Vergleichsrechnungen zeigen, dass beim größtmöglichen Unterschied der Rohdichte, die Erhöhung der Tragfähigkeit maximal 17% beträgt. Bei gleicher Rohdichte beträgt die Erhöhung maximal 13%. Wird diese Erhöhung auf der sicheren Seite vernachlässigt, so kann die Gleichung für die Tragfähigkeit nochmals vereinfacht werden:

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{Gl.(7.10)}$$

Um die Berechnung auf der sicheren Seite liegend zu führen muss der Wert  $f_{h,1,k}$  dem kleineren Wert der Lochleibung entsprechen.

Diese Formel wird beim vereinfachten Nachweis für Holz-Holz-Nagelverbindungen und Stahl-Blech-Holzverbindungen mit dünnen außenliegenden Stahlblechen bereits im nationalen Anhang des EC 5 verwendet.

### Neuer Bemessungsansatz

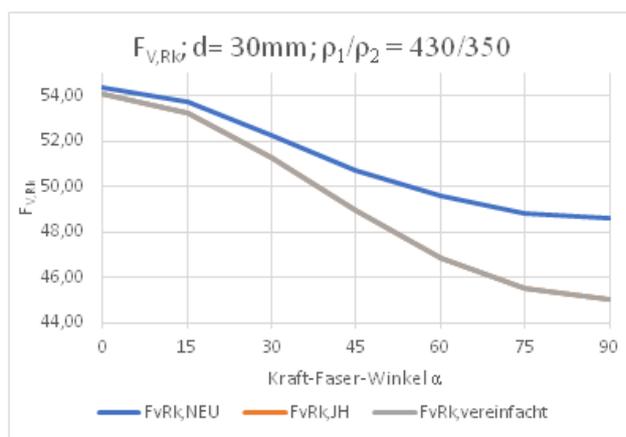
Wie bereits vorhergehend beschrieben liegt diese Berechnung unter Berücksichtigung der geringeren Lochleibungsfestigkeit auf der sicheren Seite. Zusätzliche Vereinfachungen der Formeln wurden hier früher betrachtet [46]. Alternativ wäre eine Berechnung mit dem mittleren Wert der Lochleibungsfestigkeiten denkbar:

$$f_{h,m,k} = \frac{f_{h,1,k} + f_{h,2,k}}{2} \quad \text{Gl.(7.11)}$$

Unter Berücksichtigung des Mittelwerts würde sich die Formel für die Tragfähigkeit wie folgt ändern:

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,m,k} \cdot d} \quad \text{Tragfähigkeit pro Scherfuge} \quad \text{Gl.(7.12)}$$

Im ungünstigsten Fall, maximaler Rohdichteunterschied,  $f_{u,k} = 800 \text{ N/mm}^2$ , ausreichende Holz厚ken und  $d = 30 \text{ mm}$  ergeben sich folgende Tragfähigkeitsverläufe für die verschiedenen Formeln:



**Abb. 7-2** Tragfähigkeitskurve

Beim Nachweis mit dem Mittelwert der Lochleibungsspannung ergibt sich für die ungünstigste Verbindung ein Wert für  $F_{v,Rk}$  von 48,6 kN.

Beim vereinfachten Nachweis analog zum Nationalen Anhang des EC 5 ergibt sich ein Wert für  $F_{V,Rk}$  von 45,0 kN.

Hieraus ergibt sich eine Überschreitung von 8 % im ungünstigsten Fall.

Inwiefern diese Überschreitung in statischer Sicht problematisch ist, müssen weitere Vergleichsrechnungen zeigen.

Es ist jedoch zu erwähnen, dass es bereits bei der bestehenden Norm ebenfalls zu Überschreitungen von einfachen Nachweisen im Vergleich zum genauen Rechenverfahren gibt.

Werden zum Beispiel bei einer Holz-Holz-Nagelverbindung zwei Hölzer mit 350 kg/m<sup>2</sup> und 430 kg/m<sup>2</sup> verbunden, so ist es nach NCI 8.3.1.2, erlaubt die höhere Lochleibungsfestigkeit bei einhalten einer Mindestdicke von  $9 \cdot d$  zu verwenden. Dies ergibt eine Überschreitung von 6% im Vergleich zum genauen Nachweis.

#### Erforderliche Holzdicken $t_{req}$

Um eine duktilen Versagen mit dem vereinfachten Nachweis zu erreichen muss die erforderliche Holzdicke eingehalten werden. Diese wird über das Verhältnis von Fließmoment zu Lochleibungsfestigkeit und Durchmesser bestimmt. Hier wird ebenfalls für die Seiten- bzw. Mittelhölzer, abhängig vom  $\beta$ -Faktor, die erforderliche Dicke vermindert bzw. erhöht.

*Seitenhölzer:*

$$t_{1,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1+\beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \quad \text{Gl.(7.13)}$$

Wird der  $\beta$ -Faktor mit einem Wert von 1,0 angesetzt so ergibt sich ein rechnerischer Vorfaktor von 3,92 für Seitenhölzer. Dies entspricht dem Vorfaktor bei der Formel für Stahlblech-Holzverbindungen mit dünnen außenliegenden Stahlblechen.

$$t_{1,req} = 1,15 \cdot (2 + \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad \text{Gl.(7.14)}$$

Berücksichtigt man nun den maximalen bzw. minimalen  $\beta$ -Faktor von 2,2 bzw. 0,45 (s. Vergleichsrechnungen Bericht zum Projekt PRB-4.9(2016)) so ergibt sich eine Erhöhung bzw. Verminderung der Holzdicke um ca. 7 % für die Seitenhölzer.

*Mittelhölzer:*

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1+\beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad \text{Gl.(7.15)}$$

Bei einem  $\beta$ -Faktor von 1,0 entspricht der Vorfaktor 3,25. Dies entspricht wiederum dem Vorfaktor für Mittelhölzer bei Stahlblech-Holzverbindungen mit zweiseitig beanspruchten Verbindungsmittel.

$$t_{1,req} = 1,15 \cdot (2 \cdot \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad \text{Gl.(7.16)}$$

Unter Berücksichtigung der maximalen  $\beta$ -Werte ergibt sich eine Erhöhung bzw. Abminderung des Vorfaktors bis maximal 26 %.

Es ist wiederum fraglich, ob die Berücksichtigung dieser Vorfaktoren für den Nachweis eine wichtige Rolle spielt. Eventuell ist es denkbar, den Vorfaktor als konstanten Wert aufzuführen, analog den Stahl-Blech-Holzverbindungen.

Bei der Berechnung wird eine erforderliche Verbindungsmittelanzahl ermittelt. Um keine zusätzliche Exzentrizitäten im Anschluss zu verursachen, wird in der Regel ein symmetrisches Anschlussbild gewählt. Somit ergibt sich für die Anzahl der Verbindungsmittel ein Vielfaches von zwei für die Verbindungsmittelanzahl. Zudem ist zu beachten, dass sich die größten Abweichungen für durchaus unübliche Kombinationen von Festigkeit, Holzdicke und Verbindungsmitteldurchmesser ergeben. Inwiefern eine vereinfachte Berechnung Einfluss auf bestehende Tragwerke hat muss deshalb durch weitere Vergleichsrechnungen verifiziert werden.

#### Vergleichsrechnungen

Es wurden weitere Vergleichsberechnungen an zwei typischen Holz-Holz-Verbindungen unter Berücksichtigung der vorangegangenen Erkenntnisse durchgeführt (s. Bericht PRB-4.9(2016)).

Im Zuge dieser Vergleichsrechnungen konnten gute Übereinstimmungen zwischen genauem Nachweis nach Johansen, vereinfachten Nachweis nach NA und neuem Nachweiskonzept mit dem Mittelwert der Lochleibungsfestigkeit festgestellt werden.

Unter Berücksichtigung der verminderten Tragfähigkeit aufgrund zu geringer Seitenholzdicken ergaben sich jedoch große Differenzen beim Nachweis mit festen Faktoren und dem Mittelwert der Lochleibungsfestigkeit.

Deshalb erfolgte ein weiterer Vergleich mit festen Vorfaktoren und den Lochleibungsfestigkeiten der einzelnen Hölzer. Hier ergaben sich bessere Übereinstimmungen.

Der Nachweis mit dem vereinfachten Verfahren mit dem Mittelwert der Lochleibungsfestigkeit und den festen Vorfaktoren bei der Mindestholzdicke sollte deshalb weiterverfolgt werden und mit weiteren Vergleichsrechnungen verifiziert werden.

## 7.3 Stahl-Holz-Verbindungen

### 7.3.1 Anamnese/Diagnose: Sachstand DIN 1052 und EC 5

Im EC 5 werden für Stahl-Holz-Verbindungen ebenfalls die Johansen Gleichungen als Grundgleichungen angegeben. Bei außenliegenden Blechen muss zusätzlich zwischen dicken und dünnen Blechen unterschieden werden. Für eine **einschnittige Verbindung** ergeben sich in Analogie zu 7.2.1 fünf mögliche Versagensmechanismen mit unterschiedlichen Tragwiderständen.

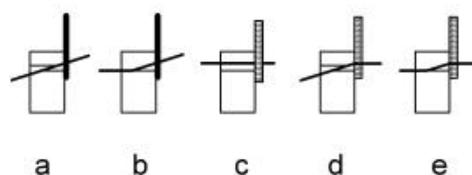


Abb. 7-3 Nachweise für einschnittige Stahl-Blechholzverbindungen

Für **mehrschnittige Verbindungen** ergeben sich sieben verschiedene Versagensmechanismen welche zu berücksichtigen sind.

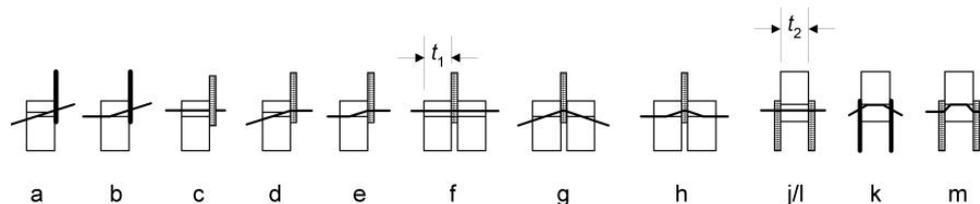


Abb. 7-4 Nachweise für einschnittige Stahl-Blechholzverbindungen

Nach nationalem Anhang ist ein vereinfachter Nachweis möglich. Dieser war in der DIN 1052 im Kerntext enthalten. Abhängig vom der Dicke bzw. der Anordnung der Bleche ergeben sich zwei verschiedene Widerstandsformeln:

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{innenliegend und außen liegend dick} \quad \text{Gl.(7.17)}$$

$$F_{v,Rk} = \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad \text{außen liegend dünn} \quad \text{Gl.(7.18)}$$

Wird die erforderliche Holzdicke nicht erreicht, versagt die Verbindung wegen Überschreitung der Lochleibungsspannung. Um dies zu vermeiden wird der Tragwiderstand über das

Verhältnis von  $\frac{t_{vor}}{t_{req}}$  abgemindert.

### 7.3.2 Therapie

Die Übernahme der vereinfachten Formeln in den Hauptteil der Normung erscheint an dieser Stelle sinnvoll. Die genauen Nachweise sollten, analog der DIN 1052, in den Anhang verschoben werden. Wird bei den Holz-Holz-Verbindungen zudem der  $\beta$ -Faktor angepasst bzw.

entfallen, so wäre es möglich die Gleichungen für Holz-Holz-Verbindungen und Stahl-Holz-Verbindungen in ein Nachweisformat zu integrieren.

## 7.4 Verbindungen mit Nägeln

### 7.4.1 Allgemeines

#### Bestandsanalyse

Nach aktueller Definition der Normung können Nägel bis zu einem Durchmesser von 8 mm als Nagel bezeichnet werden. Ist der Nageldurchmesser größer als 8 mm ist der Nachweis für Verbindungen mit Bolzen zu führen.

Der größte Unterschied der beiden Nachweiskonzepte besteht in der Berücksichtigung des Kraft-Faser-Winkels für die Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit. Somit muss der Kraft-Faser-Winkel beim Bolzen bzw. Stabdübel mit einem Durchmesser von 8 mm berücksichtigt werden.

Bei einem Nagel hingegen ist keine Berücksichtigung erforderlich. Dies ist mechanisch nicht nachvollziehbar.

Eine weitere Unterteilung für Nägel ergibt sich durch das Vorbohren der Verbindung. Bei nicht vorgebohrten Hölzern ergibt sich eine geringere Lochleibungsfestigkeit als bei vorgebohrten. Für das Bohren sind zwei Werte zu berücksichtigen. Ab einem Durchmesser größer als 6 mm oder einer Rohdichte von 500 kg/m<sup>3</sup> sind Nägel vorzubohren.

Durch die verschiedenen Grenzen: Vorbohren 6 mm und Nagel bis 8 mm, ergibt sich für Nägel zwischen 6 und 8 mm eine „Grauzone“.

#### Therapie

Als Grundlage für die Beanspruchung auf Abscheren dient bei allen Verbindungsmitteln die Johansen Theorie. Die Mechanik ist somit bei allen Verbindungsmittelarten gleich. Es stellt sich daher die Frage nach einer Unterteilung unabhängig von der Art der Verbindungsmittel. Vielmehr erscheint eine Unterteilung abhängig vom Durchmesser sinnvoll.

Als Grenzwert könnten hier 6 mm gewählt werden. Bis zu diesem Grenzwert wird meist nicht vorgebohrt. Zudem befindet sich dort derzeit die Grenze für die Berücksichtigung des Kraft-Faser-Winkels für die Berechnung der Lochleibungsfestigkeit.

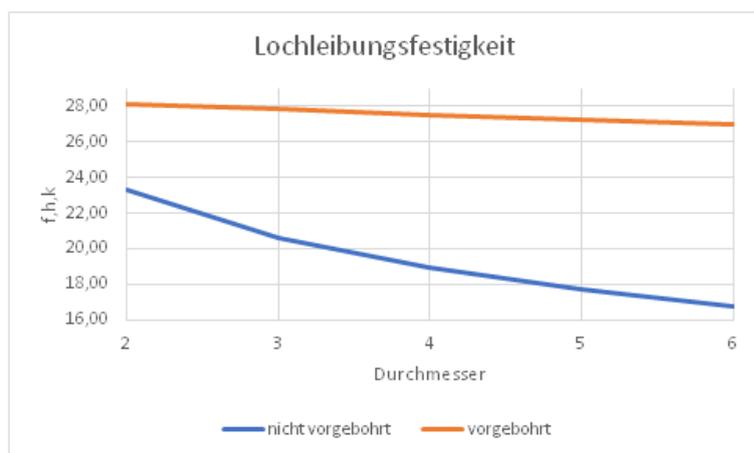
Neuunterteilung:

- $d \leq 6 \text{ mm}$  → schlankes stiftförmiges Verbindungsmittel, Lochleibung unabhängig vom Kraft-Faser-Winkel
- $d > 6 \text{ mm}$  → gedrungenes stiftförmiges Verbindungsmittel, Lochleibung abhängig vom Kraft-Faser-Winkel

Bei diesem Vorgehen könnte in einem Bemessungskapitel vorab der Widerstand der Verbindung bemessen werden. In den Konstruktionskapiteln würden anschließend Abstände und zusätzliche Randbedingungen festgelegt werden.

Im Folgenden wird der Einfluss des Vorbohrns auf den Widerstand der Verbindung untersucht.

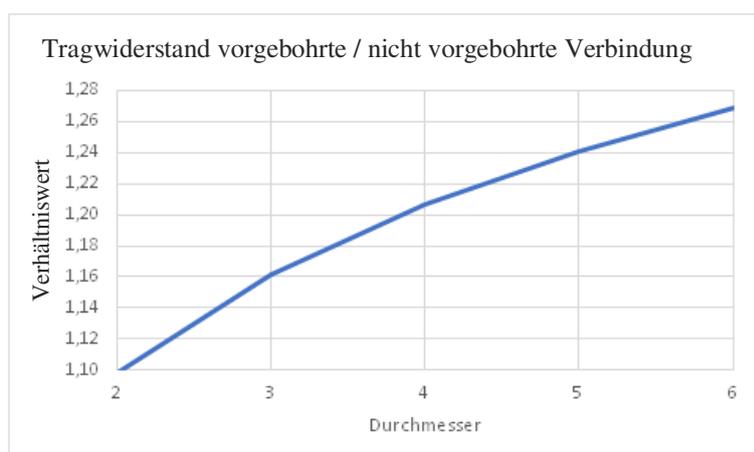
Die anschließende Grafik zeigt die Lochleibungsfestigkeit für vorgebohrte und nicht vorgebohrte Verbindungen für ein Holz mit einer Rohdichte von  $350 \text{ kg/m}^3$ .



**Abb. 7-5 Vergleich Lochleibungsfestigkeit vorgebohrt zu nicht vorgebohrt**

Für einen Durchmesser von 6 mm ergibt sich eine Erhöhung der Lochleibungsfestigkeit von ca. 60 % durch das Vorbohren der Hölzer.

Bei der Widerstandsberechnung der Verbindung ist die Lochleibungsfestigkeit als Radikand in der Gleichung. Dadurch ergibt sich folgende Abweichung zwischen vorgebohrten und nicht vorgebohrten Verbindungen.



**Abb. 7-6 Verhältnis der Tragwiderstände einer vorgebohrten zu einer nicht vorgebohrten Verbindung**

Aufgrund der großen Abweichungen der Widerstände erscheint es sinnvoll, die Unterteilung von nicht vorgebohrt und vorgebohrt auch bei Verbindungsmitteln mit kleinerem Durchmesser beizubehalten.

#### 7.4.2 Wirksame Verbindungsmittelanzahl

##### Bestandsanalyse

Bei mehreren Verbindungsmitteln parallel zur Faserrichtung in einer Reihe kann es zum Aufspalten des Holzes kommen [7]. Deshalb ist nach EC 5 die Tragfähigkeit der Verbindung über eine Reduktion der wirksamen Verbindungsmittelanzahl abzumindern.

$$n_{ef} = n^{k_{ef}} \quad \text{Gl.(7.19)}$$

Die Angabe des Werts  $k_{ef}$  für die Abminderung erfolgt in Tabellenform.

Nach DIN 1052 war für Nagelverbindungen keine Berücksichtigung einer effektiven Anzahl erforderlich. Erst ab einem Durchmesser größer als 6 mm wurde auf die Reduktion für Stabdübel verwiesen.

##### Therapie

Laut Abstandstabelle ist bei einem Kraft-Faser-Winkel von  $0^\circ$  ein Mindestabstand von  $10 \cdot d$  für nicht vorgebohrte Nägel erforderlich. Bei vorgebohrten ist ein Mindestabstand von  $5 \cdot d$  möglich. Die Abminderung für vorgebohrte Verbindungsmittel könnte analog der Abminderung für Stabdübel ausgeführt werden. In der Tabelle 7-2 könnten somit die Werte für die Abminderung erst ab dem Abstand  $10 \cdot d$  beginnen. Ein Großteil der Tabelle würde somit entfallen.

**Tabelle 7-2      Angepasste Tabelle für die Abminderung der Nägel**

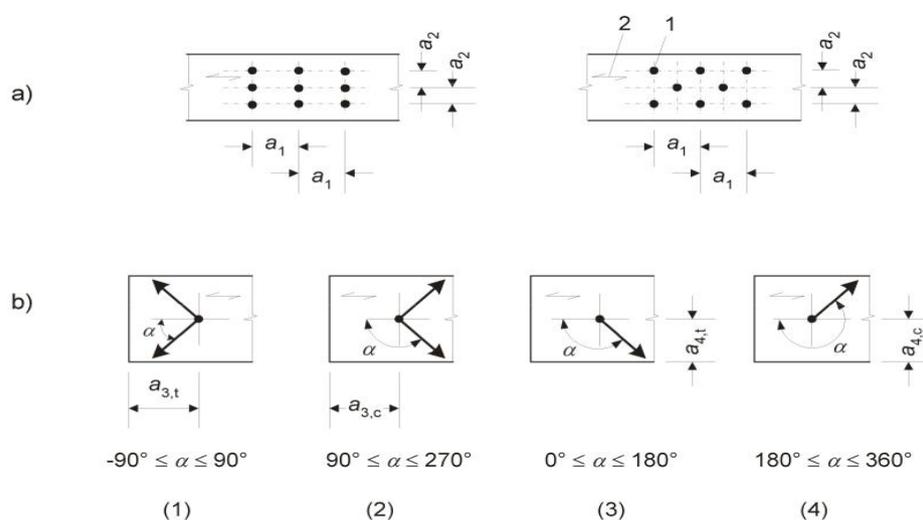
Nagelabstand <sup>a</sup>	$k_{ef}$	
	nicht vorgebohrt	vorgebohrt
$a_1 \geq 14 d$	1,0	1,0
$a_1 = 10 d$	0,85	0,85
<del><math>a_1 = 7 d</math></del>	<del>0,7</del>	<del>0,7</del>
<del><math>a_1 = 4 d</math></del>	<del>–</del>	<del>0,5</del>
a Für Zwischenwerte der Nagelabstände ist eine lineare Interpolation für $k_{ef}$ zulässig.		

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob für schlanke stiftförmige Verbindungsmittel eine Abminderung erfolgen muss. Diese wurde nach DIN 1052 ebenfalls nicht berücksichtigt. Ein Entfall von  $n_{eff}$  für Verbindungsmittel mit  $d \leq 6$  mm wäre deshalb denkbar. Wie bereits oben beschrieben sollte die Abminderungsformel für Bolzen für alle vorgebohrten Verbindungsmittel verwendet werden.

### 7.4.3 Verbindungsmittelabstände

#### Bestandsanalyse

Die Darstellung der Mindestabstände im EC 5 von Nagelverbindungen erfolgt in Tabellenform (Tabelle 7-3).



#### Legende

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| (1) beanspruchtes Hirnholzende   | (a) Abstände in Faserrichtung innerhalb einer Reihe und rechtwinklig zur Faserrichtung zwischen den Reihen |
| (2) unbeanspruchtes Hirnholzende | (b) Abstände vom Hirnholzende und vom Rand   |
| (3) beanspruchter Rand           |  |
| (4) unbeanspruchter Rand         |  |
| 1 Verbindungsmittel              |  |
| 2 Faserrichtung des Holzes       |  |

**Abb. 7-7** Definition der Verbindungsmittelabstände

Bei nicht vorgebohrten Hölzern erfolgt eine Unterscheidung abhängig von der Rohdichte. Das Brettschichtholz mit der höchsten Rohdichte, welches derzeit in der Praxis eingesetzt wird, ist GL 32h. Dies besitzt eine charakteristische Rohdichte von 430 kg/m<sup>3</sup>. Größere Rohdichten werden in der Praxis nur durch Laubhölzer erreicht. Das Laubholz mit der geringsten Rohdichte entspricht einem D 30 mit einer Rohdichte von 530 kg/m<sup>3</sup>. Deshalb muss bei Laubhölzern grundsätzlich vorgebohrt werden. Der Sinn der zusätzlichen Spalte für Holz mit Rohdichten von 420 bis 500 kg/m<sup>3</sup> ist somit fraglich.

Zudem werden für vorgebohrte Nägel Mindestabstände angegeben, diese Werte entsprechen in etwa den Werten für Abstände von Bolzen bzw. Stabdübeln.

#### Therapie

Für die 2. Tabellenspalte mit Rohdichten von < 420 kg/m<sup>3</sup> ist derzeit nur das Holz GL 32h mit einer Rohdichte von 430 kg/m<sup>3</sup> zu berücksichtigen. Durch ein Verschieben der Grenze auf 430 kg/m<sup>3</sup> könnte somit die komplette Tabellenspalte entfallen.

Bei den vorgebohrten Verbindungsmittel könnte ein Verweis auf Stabdübel und Paßbolzen erfolgen. Dadurch würde sich die Tabelle für die Verbindungsmittelabstände deutlich reduzieren.

**Tabelle 7-3 Angepasste Tabelle Verbindungsmittelabstände**

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel $\alpha$	Mindestabstände		
		ohne Vorbohrung		mit Vorbohrung
		$\rho_k \leq 430 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	
Abstand $a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5 + 5 \cos \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5 + 7 \cos \alpha) d$	<del><math>(7 + 8 \cos \alpha) d</math></del>	<del><math>(4 + 1 \cos \alpha) d</math></del>
Abstand $a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	<del><math>7 d</math></del>	<del><math>(3 + 1 \sin \alpha) d</math></del>
Abstand $a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha) d$	<del><math>(15 + 5 \cos \alpha) d</math></del>	<del><math>(7 + 5 \cos \alpha) d</math></del>
Abstand $a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10 d$	<del><math>15 d</math></del>	<del><math>7 d</math></del>
Abstand $a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5 + 2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5 + 5 \sin \alpha) d$	<del><math>d &lt; 5 \text{ mm}</math>: <math>(7 + 2 \sin \alpha) d</math> <math>d \geq 5 \text{ mm}</math>: <math>(7 + 5 \sin \alpha) d</math></del>	<del><math>d &lt; 5 \text{ mm}</math>: <math>(3 + 2 \sin \alpha) d</math> <math>d \geq 5 \text{ mm}</math>: <math>(3 + 4 \sin \alpha) d</math></del>
Abstand $a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	<del><math>7 d</math></del>	<del><math>3 d</math></del>

## 7.5 Verbindungen mit Klammern

### 7.5.1 Allgemein

#### Anamnese/Diagnose

In der ursprünglichen Fassung des EC 5 und der DIN 1052 wurde die Formel für die Bestimmung des Fließmoments mit  $M_{y,Rk} = 240 \cdot d^{2,6}$  angegeben. Die Zugfestigkeit wurde mit  $800 \text{ N/mm}^2$  berücksichtigt. Dies entspricht der Formel  $M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$ , wie sie in allen anderen Unterkapitel des Kapitel 8 verwendet wird.

Mit dem Änderungsdokument vom Mai 2014 [R8] wurde diese Formel wie folgt geändert:

$$M_{y,Rk} = 150 \cdot d^3 \quad \text{Gl.(7.20)}$$

Es ergeben sich hierbei folgende Abweichungen:

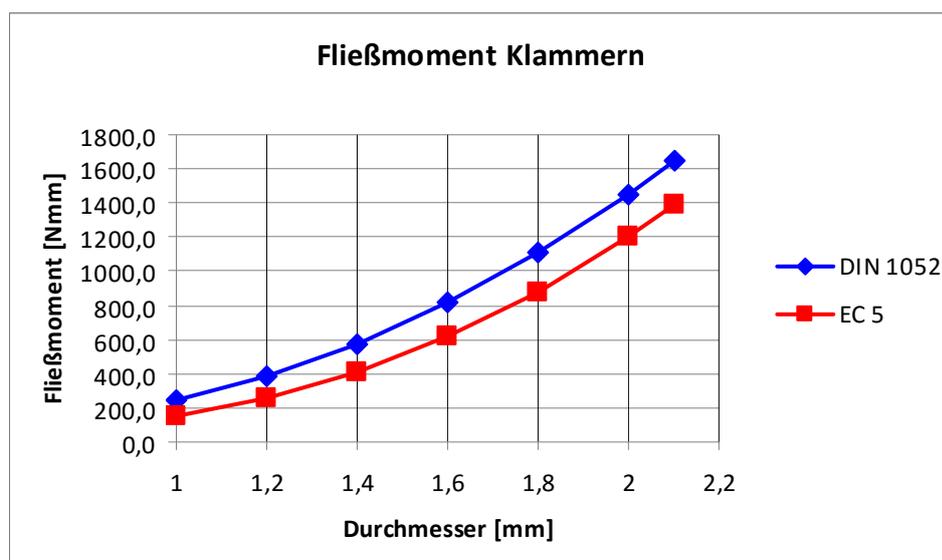


Abb. 7-8 Vergleich Fließmoment Klammern

### Therapie

Im Zuge der Anpassung der Norm könnte die ursprüngliche Formel zur Bemessung des Fließmoments wiederverwendet werden. Dies wäre mechanisch konsequent und für den Planer nachvollziehbar. Der Wert für die Zugfestigkeit sollte nicht in der Formel berücksichtigt werden sondern im Text angegeben sein.

### 7.5.2 Verbindungsmittelabstände

Mit der Einführung des Eurocodes änderten sich die Werte für die Randabstände. Die Abstandswerte differieren hierbei von den in der DIN 1052 genannten.

Vor allem der Abstand der Klammern vom unbeanspruchten Rand wirkt sich im Holzrahmenbau auf die Dimensionierung der Steher am Plattenstoß aus. Um einen größtmöglichen Wärmeschutz zu gewährleisten, ist die Breite der Steher relativ gering zu wählen. In Deutschland werden deshalb meist Steher mit einer Breite von 60 mm ausgeführt. Die Klammerverbindungen werden allgemein mit einem Winkel von  $30^\circ$  zur Faserrichtung ausgeführt. Nach DIN 1052 konnte somit eine Klammer bis zu einem Durchmesser zu 2 mm eingesetzt werden, da der Wert für den unbeanspruchten Rand:  $7,5 \cdot d$  ( $\beta = 30^\circ$ ) beträgt. Bei einem Randabstand von  $10 \cdot d$ , wie nach aktueller Norm gefordert, müsste somit der Steher bei 2 mm Klammern eine Mindestbreite von 80 mm aufweisen.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass für Holz-Holzwerkstoffverbindungen mit Klammern keine Verbindungsmittelabstände genannt werden.

## Therapie

Wie bereits erläutert wirken sich die neuen Verbindungsmittelabstände für Klammern deutlich auf den Holzrahmenbau in Deutschland aus. Inwiefern diese Verbindungsmittelabstände statisch erforderlich oder eventuell auch aufgrund von Toleranzen in den Eurocode eingeflossen sind, konnte bisher noch nicht ermittelt werden. Eine Rückführung der „alten“ Verbindungsmittelabstände bzw. Aufnahme von Verbindungsmittelabständen für Holz-Holzwerkstoffverbindungen erscheint hier sinnvoll, zumal keine darauf zurückführenden Schäden bekannt sind.

## 7.6 Verbindungen mit Bolzen sowie Stabdübeln und Passbolzen

### 7.6.1 Anamnese/Diagnose

Bolzenverbindungen sind im EC 5 in Kapitel 8.5 geregelt. Für Verbindungen mit Stabdübel und Passbolzen wird auf diese Regelungen verwiesen. Bei Bolzenverbindungen hat der Kraft-Faser-Winkel einen Einfluss auf den Widerstand der Verbindung. Wie bereits im Abschnitt 7.4 „Verbindungen mit Nägeln“ beschrieben, besteht derzeit eine Grauzone für Verbindungsmittel mit einem Durchmesser zwischen 6 und 8 mm. Eine Einteilung abhängig vom Durchmesser und unabhängig von der Verbindungsmittelart erscheint sinnvoll.

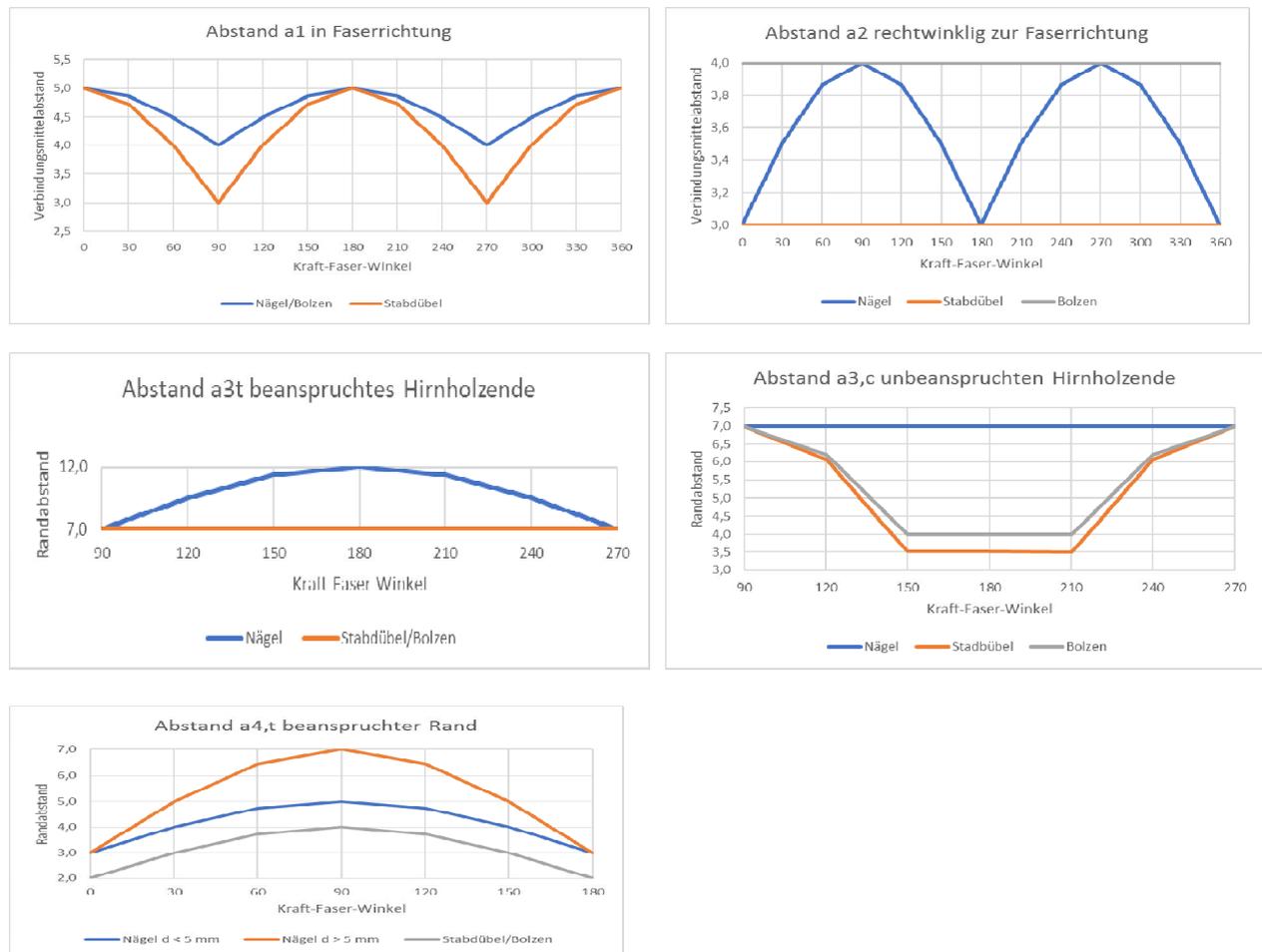
Für die Verbindungsmittel sind die Mindestabstände über Tabellenwerte angegeben. Auch hier wirkt sich der Kraft-Faser-Winkel auf die Abstände der Verbindungsmittel aus.

Die folgende Tabelle zeigt die Verbindungsmittelabstände für vorgebohrte Nägel, Stabdübel und Bolzen.

**Tabelle 7-4 Verbindungsmittelabstände**

Abstände	Winkel	Vorgebohrte Nägel	Stabdübel/Passbolzen	Bolzen
Abstand $a_1$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) \cdot d$	$(3 + 2  \cos \alpha ) \cdot d$	$(4 +  \cos \alpha ) \cdot d$
Abstand $a_2$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 +  \sin \alpha ) \cdot d$	$3 \cdot d$	$4 \cdot d$
Abstand $a_{3,t}$	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(7 + 5  \cos \alpha ) \cdot d$	Max $(7 \cdot d; 80 \text{ mm})$	Max $(7 \cdot d; 80 \text{ mm})$
Abstand $a_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$7 \cdot d$	$a_{3,t} \cdot  \sin \alpha $	$(1 + 6 \cdot \sin \alpha) \cdot d$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$7 \cdot d$	max $(3,5 \cdot d; 40 \text{ mm})$	$4 \cdot d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$7 \cdot d$	$a_{3,t} \cdot  \sin \alpha $	$(1 + 6 \cdot \sin \alpha) \cdot d$
Abstand $a_{4,t}$	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(3 + 2 \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(3 + 4 \sin \alpha) \cdot d$	Max $[(2 + 2 \sin \alpha) \cdot d; 3 \cdot d]$	Max $[(2 + 2 \sin \alpha) \cdot d; 3 \cdot d]$
Abstand $a_{4,c}$	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 \cdot d$	$3 \cdot d$	$3 \cdot d$

Um die Unterschiede bei den Abständen der einzelnen Verbindungsmittel zu verdeutlichen, sind die verschiedenen Vorfaktoren dargestellt.



**Abb. 7-9** Verbindungsmittel- und Randabstände abhängig vom Kraft-Faser-Winkel

Anhand der Grafiken ist ersichtlich, dass in Teilbereichen die Differenz der Abstände relativ klein ist. Zur Vereinfachung bzw. Vereinheitlichung der Tabelle ist ein Zusammenführen von bestimmten Werten denkbar.

### 7.6.2 Therapie

Wie bereits unter Abschnitt 7.4.1 angemerkt, ist eine Neuunterteilung der Verbindungsmittel abhängig vom Durchmesser und nicht von der Art der Verbindungsmittel sinnvoll.

Neben der Neuunterteilung ist auch die Vereinfachung bzw. das Zusammenführen der Tabelle für die Mindestabstände für vorgebohrte Verbindungsmittel denkbar.

**Tabelle 7-5 Angepasste Verbindungsmittelabstände**

Abstände	Winkel	Vorgebohrte Nägel	Stabdübel/Passbolzen	Bolzen
Abstand $a_1$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) \cdot d$		
Abstand $a_2$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 +  \sin \alpha ) \cdot d$	$4 \cdot d$	
Abstand $a_{3,t}$	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(7 + 5  \cos \alpha ) \cdot d$	Max ( $7 \cdot d$ ; 80 mm)	
Abstand $a_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$7 \cdot d$	$a_{3,t} \cdot  \sin \alpha $	
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$7 \cdot d$	Max ( $3,5 \cdot d$ ; 40 mm)	
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$7 \cdot d$	$a_{3,t} \cdot  \sin \alpha $	
Abstand $a_{4,t}$	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ :	Max [ $(2 + 2 \sin \alpha) \cdot d$ ; $3 \cdot d$ ]	
		$(3 + 2 \sin \alpha) \cdot d$		
Abstand $a_{4,t}$	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d \geq 5 \text{ mm}$ :	Max [ $(2 + 2 \sin \alpha) \cdot d$ ; $3 \cdot d$ ]	
		$(3 + 4 \sin \alpha) \cdot d$		
Abstand $a_{4,c}$	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 \cdot d$		

## 7.7 Verbindungen mit Schrauben

### 7.7.1 Anamnese/Diagnose

Für Schrauben mit einem Durchmesser kleiner bzw. gleich 6 mm erfolgt ein Verweis auf das Kapitel: 8.3. Verbindungen mit Nägeln.

Für Schrauben mit einem Durchmesser größer als 6 mm erfolgt ein Verweis auf das Kapitel: 8.5: Verbindungen mit Bolzen.

Die Formel zur Bestimmung des charakteristischen Fließmoments ist in beiden Kapiteln identisch. Zur Bestimmung des charakteristischen Fließmoments ist die Angabe der Mindestzugfestigkeit erforderlich. Im EC 5 erfolgt keinerlei Angabe. Der Tragwerksplaner muss diese aus den bauaufsichtlichen Zulassungen oder europäisch technischen Zulassungen des jeweiligen Herstellers ermitteln. Dadurch muss sich der Aufsteller auf ein Produkt festlegen, eine produktneutrale Ausschreibung ist somit nicht mehr möglich.

### 7.7.2 Therapie

Einteilung der verschiedenen Schrauben in Tragfähigkeitsklassen bzw. Angabe der Zugfestigkeit des Schraubenwerkstoffs. Dadurch ist eine Berechnung unabhängig vom Schraubenhersteller möglich. Die Unterteilung der Schrauben kann ebenfalls in dünne und gedrungene stiftförmige Verbindungsmittel erfolgen.

## 7.8 Zusammenfassung, Ausblick

Die Durchsicht und Auswertung der Regelungen des EC 5-1-1 zu den Verbindungsmitteln wies einen erheblichen Arbeitsaufwand zur Verbesserung, beziehungsweise Vereinfachung des Kapitels auf.

Die „einfachste“ Möglichkeit das aktuelle Kapitel zu verkleinern besteht in der Übernahme der Formeln des NA-D in den Hauptteil der Norm. Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit besteht in der Neuunterteilung sowie der zusätzlichen Vereinfachung der Formeln zur Bemessung der Verbindungen.

Vergleichsrechnungen an einem Beispiel zeigten, dass ein Ansatz mit dem Mittelwert der Lochleibungsfestigkeit gute Übereinstimmung mit den derzeitigen Bemessungswiderständen ergibt.

Die Ermittlung der erforderlichen Holzdicken könnte mit einem festen Faktor und der Lochleibungsfestigkeit des jeweiligen Holzes erfolgen. Auch hier zeigten sich gute Übereinstimmungen mit den derzeitigen Rechenwerten.

Der Aufbau für die Berechnung einer Verbindung könnte sich wie folgt gliedern:

	<b>Fließmoment + Lochleibung</b>			
$M_{y,k}$	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$			
	Vorgebohrt		Nicht vorgebohrt	
$f_{h,k}$	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$		$0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3}$	
	$d > 6mm$	$d \leq 6mm$	$d > 6mm$	$d \leq 6mm$
$f_{h,\alpha,k}$	$f_{h,\alpha,k}$	$f_{h,k}$	$f_{h,\alpha,k}$	$f_{h,k}$
$f_{h,m,k}$	$f_{h,m,k} = \frac{f_{h,1,k} + f_{h,2,k}}{2}$			
	<b>Nachweis</b>			
Holz-Holz- + Stahlblech-Holz-Verbindung (Dünnes Außenblech)	$F_{v,Rk} = 1,41 \cdot \sqrt{M_{y,k} \cdot f_{h,m,k} \cdot d}$			
Stahlblech-Holz-Verbindung (Innenblech + Dickes Außenblech)	$F_{v,Rk} = 2,0 \cdot \sqrt{M_{y,k} \cdot f_{h,m,k} \cdot d}$			
	<b>Seitenholzdicke</b>			
Seitenholz: $t_{req}$	$3,9 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$			
Mittelholz: $t_{req}$	$3,25 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,2,k} \cdot d}}$			
	<b>Abminderung</b>			
$F_{v,Rk}$	$F_{v,Rk} = \frac{t_{vor}}{t_{req}} \cdot F_{v,Rk}$			

<b>Effektive Verbindungsmittelanzahl</b>	
$d > 6mm$	$d \leq 6mm$
$n_{ef} = n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}}$	$n_{ef} = n$

Durch das „neue“ Nachweisformat könnte somit die Anzahl der Nachweise deutlich verringert werden. Zudem würden sich die Formeln durch die Einführung von Konstanten ebenfalls vereinfachen.

## 8 Vereinfachte Regeln für Wandtafeln

### 8.1 Motivation

Der Nachweis der Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart stellt einen wesentlichen Bestandteil des Standsicherheitsnachweises dar. Im EC 5-1-1 sind die Regelungen zur Bemessung von scheibenartig beanspruchten Tafeln unvollständig und für den praktischen Ingenieur völlig unzureichend. Die Regelungen, die z.T. erhebliche und praxisferne Einschränkungen beinhalten, sind mechanisch nur bedingt nachzuvollziehen und daher als unbefriedigend zu bezeichnen.

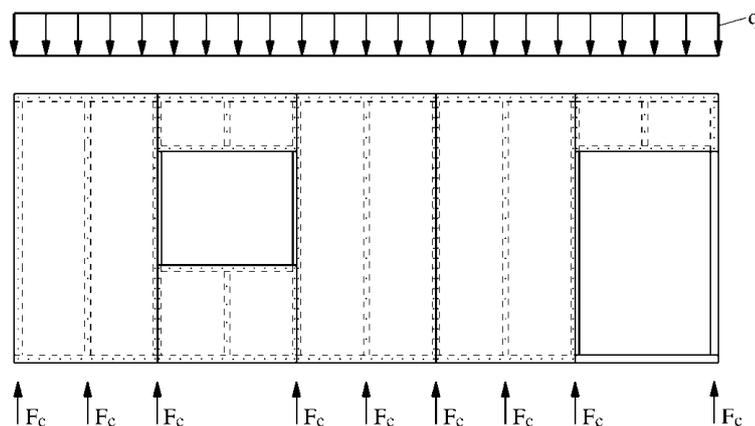
Auch hinsichtlich der Begrifflichkeiten erscheint es notwendig, klare - mechanisch auch korrekte - Bezeichnungen einzuführen. So ist der Begriff „Scheibe“ zwar jedem Tragwerksplaner bekannt, aber für eine scheibenartig beanspruchte Holztafel nicht zutreffend, da diese ein Verbundbauteil aus mehreren Komponenten (Rippen, Beplankung, Verbindungsmittel) darstellt und keine homogene Scheibe.

### 8.2 Anamnese

#### 8.2.1 Einwirkungen auf die Wandtafeln

##### Vertikale Einwirkungen

Bei der Abtragung vertikaler Lasten ist eine Modellbildung wie in Abb. 8-1 oder wie in Abb. 8-2 möglich. Bei Verwendung des Modells aus Abb. 8-1 wird die Kopfrippe zusätzlich auf Biegung beansprucht und muss dafür tragfähig sein.



**Abb. 8-1** Wandtafel mit einer vertikalen Gleichstreckenlast

Grundsätzlich beteiligen sich die Rippen und die Beplankung gemeinsam an der Lastabtragung. Vereinfachend kann aber angenommen werden, dass für die Abtragung vertikaler Lasten allein die Rippen herangezogen werden, wobei die Tragfähigkeit der Kopf- und Fußrippen quer zur Faser zu beachten ist.

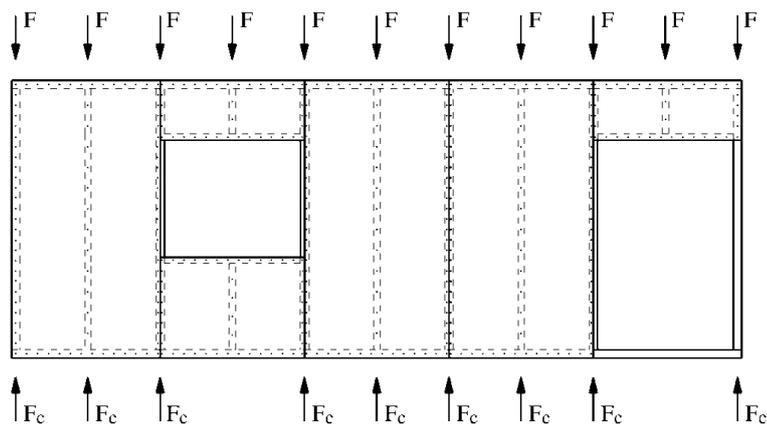


Abb. 8-2 Wandtafel mit vertikalen Einzellasten

### Horizontale Einwirkungen

Horizontale Einwirkungen auf Wandtafeln resultieren in der Regel aus Wind, Aussteifungslasten und gegebenenfalls Erdbebenlasten.

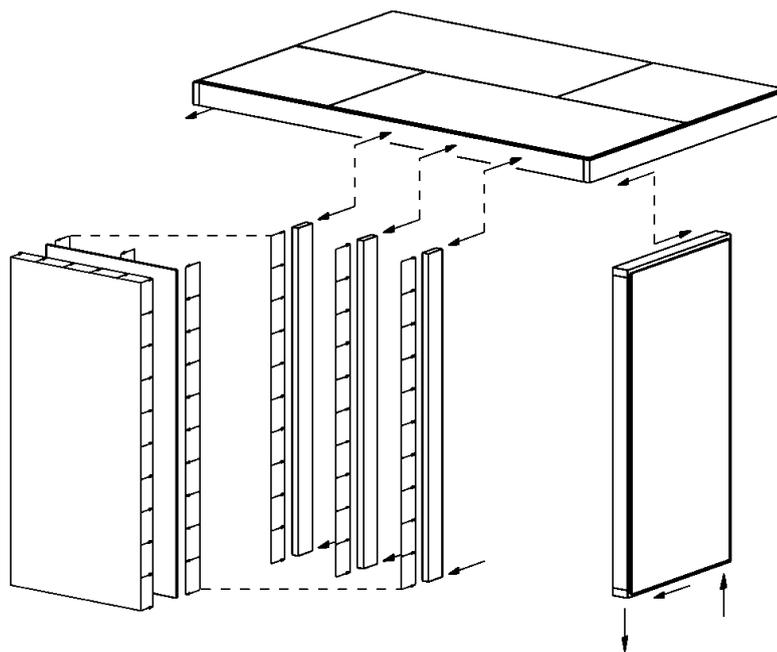


Abb. 8-3 Weiterleitung der Horizontalkräfte (Prinzip) von einer plattenartig beanspruchten Wandtafel über eine scheibenartig beanspruchte Decktafel zu scheibenartig beanspruchten Wandtafeln

Abb. 8-3 zeigt, wie eine horizontale Flächenlast, die eine Wandtafel plattenartig beansprucht, weitergeleitet wird. Die Kräfte werden über die Plattentragwirkung der äußeren Beplankung der Wandtafeln in die vertikalen Wandrippen und von diesen über Biegung in die jeweiligen Kopf- und Fußrippen weitergeleitet. Durch die kontinuierliche Verbindung der Kopfrippe der Außenwandtafel mit der Randrippe der Decktafel werden die Kräfte als Streckenlast in die

Deckentafel eingeleitet. Über die Scheibentragswirkung der Deckentafel gelangen die Kräfte in die Kopfrippen der in Lastrichtung unter der Decke stehenden Wandtafeln, wobei die Kopfrippen der Wandtafeln mit der Deckentafel kontinuierlich verbunden sind. Die dadurch scheibenartig beanspruchten Wandtafeln leiten die Zug-, Druck- und Schubkräfte in die Unterkonstruktion ein.

Wird eine Wand horizontal in ihrer Ebene beansprucht, wie in Abb. 8-4 dargestellt, so wird vereinfachend angenommen, dass sich nur die ungestörten Bereiche ohne Öffnungen an der Lastabtragung beteiligen. Daraus folgt eine Unterteilung der Wandtafel in einzelne tragende Abschnitte, die gegebenenfalls jeweils für sich zu verankern sind.

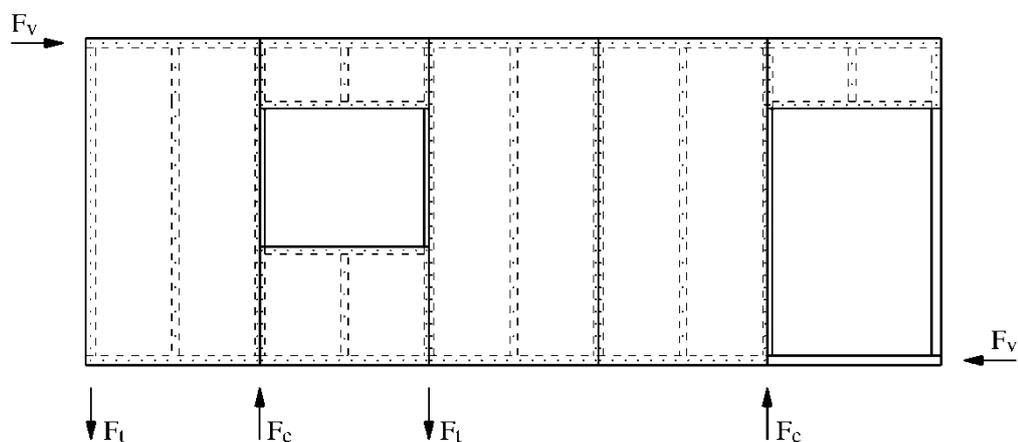


Abb. 8-4 Wandtafel mit einer horizontalen Einzellast

### 8.2.2 Berechnung, Bemessung und Nachweis der Wandtafeln

Für Wandtafeln werden 2 Verfahren zur Bemessung angegeben, von denen in Deutschland nur Verfahren A zulässig ist, das Verfahren B aber z.B. in den skandinavischen Ländern bevorzugt wird. In Großbritannien wird ein drittes Verfahren angewendet.

#### Verfahren A

Das Verfahren A basiert auf der Schubfeldtheorie, bei der die Verankerung der Wandtafel ausschließlich über die Randrippe erfolgt. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es mechanisch „korrekt“ und nachvollziehbar ist (Kräfte- und Momenten-Gleichgewichtsbedingungen sind an jedem Punkt erfüllt).

Die Regelungen des EC 5 beschränken sich dabei allerdings auf Wandtafeln ohne horizontalen Stoß. Da in der Praxis jedoch Wandtafeln häufig mit einem (oder mehreren) horizontalen Stößen ausgeführt werden, stellt die Regelung eine Einschränkung dar, die im NA-D insofern aufgehoben wird, als dass ein horizontaler Stoß erlaubt wird, der allerdings kraftschlüssig (schubfest) unterlegt sein muss.

Als Nachteil könnte aufgeführt werden, dass die Tragfähigkeit von Wandabschnitten mit Öffnungen nur mit größerem Aufwand berechnet werden kann, so dass meist auf deren Mitwirkung bei der Gebäudeaussteifung verzichtet wird.

Nach EC 5-1-1/NA ist dieses Verfahren in Deutschland anzuwenden. Es war bereits Basis für die Regelungen der DIN 1052:2004, so dass an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird.

### Verfahren B

Das Verfahren B ist zum großen Teil empirisch aus Versuchen abgeleitet und mechanisch daher nur bedingt nachvollziehbar. Diese Methode stellt eine Anlehnung an Regelungen in UK dar, nach denen unter bestimmten Bedingungen höhere Tragfähigkeiten möglich sind.

Bei diesem Verfahren ist eine Verankerung der Randrippe nicht notwendig. Sie kann aber rechnerisch berücksichtigt werden.

Bei diesem Verfahren B wurden einige sekundäre Faktoren (Tragreserven) unzutreffend interpretiert und umgesetzt. Daher darf dieses Verfahren in Deutschland nicht angewandt werden.

In [47] wurde ein Vergleich der beiden Verfahren durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dabei wie folgt zusammengefasst:

- Ohne vertikale Auflast liefert Verfahren A höhere Tragfähigkeiten als Verfahren B.
- Mit vertikaler Auflast und Wandlängen  $L > \text{ca. } 2 \text{ m}$  liefert Verfahren B höhere Tragfähigkeiten.
- Mit vertikaler Auflast und Wandlängen  $L < \text{ca. } 2 \text{ m}$  liefert Verfahren A höhere Tragfähigkeiten.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass ohne Berücksichtigung von Öffnungen das Verfahren B eine unrealistische Alternative zur Methode A darstellt.

### PD-Verfahren

In Großbritannien kommt ein drittes Verfahren, das sog. PD-Verfahren zur Anwendung [50], welches auf Untersuchungen von Källsner basiert [48],[49] und [52]. Dieses Verfahren stellt einen semi-empirischen Ansatz auf Grundlage der Plastizitätstheorie dar, der durch Korrekturfaktoren, die aus Versuchen und Prüfungen abgeleitet wurden, ergänzt wird. Ähnlich dem Verfahren B werden dabei mechanische Zusammenhänge modifiziert, um die gemessenen höheren Tragfähigkeiten aus den Versuchen berücksichtigen zu können.

Wesentliches Merkmal dieses Verfahrens ist, dass die abhebenden Kräfte nicht mehr über die windzugewandte Randrippe, sondern über die Fußrippe (Schwelle) übertragen werden.

Eine Verankerung der Randrippe ist nicht notwendig, kann aber rechnerisch berücksichtigt werden.

### 8.3 Diagnose

Mit dem Verfahren A lassen sich auf Grundlage der Schubfeldtheorie die Schnittgrößen von Wandtafeln infolge einer scheibenartigen Beanspruchung mechanisch nachvollziehbar berechnen. Nach EC 5-1-1 / NA ist dieses Verfahren in Deutschland anzuwenden. Trotzdem sind - wie oben beschrieben - noch einige Ergänzungen und Klarstellungen erforderlich. Aus deutscher Sicht sollte angestrebt werden, dieses Verfahren als einziges Verfahren im EC 5 durchzusetzen.

Verfahren B ist teilweise falsch und mechanisch nicht nachvollziehbar. Daher sollte dieses Verfahren gestrichen werden.

Im Zusammenhang mit der Überarbeitung des EC 5-1-1 gibt es von einigen Ländern Bestrebungen, das semi-empirische Verfahren von Källsner bzw. das PD-Verfahren einzuführen, allerdings nicht als weiteres (drittes) Verfahren, sondern als Ersatz für die bisherigen Verfahren A und B. Dies wäre nicht zu empfehlen, weil dieses Verfahren in Deutschland völlig unbekannt ist und für deutsche Ingenieure somit einen erheblichen Aufwand für die Einarbeitung nach sich zieht.

Für den Fall, dass dieses Verfahren als alternativer Vorschlag in die Überarbeitung des EC 5-1-1 aufgenommen wird, so sind detaillierte Vergleichsrechnungen notwendig, um das derzeitige Sicherheitsniveau zu überprüfen.

Bei dem in Deutschland anzuwendenden **Verfahren A** wird zu folgenden Regelungen Klärungsbedarf gesehen:

- Die charakteristische Schubflusstragfähigkeit der Verbindungsmittel darf pauschal um 20% erhöht werden (char. Wert → Mittelwert).

Nach dem NA-D darf diese Erhöhung aber nicht angesetzt werden, wenn auf einen Nachweis der Kopfverformung verzichtet werden soll.

Hier ist im Hinblick auf die Wahrung der Gleichbehandlung eine einheitliche Regelung erforderlich.

- Bei beidseitiger Beplankung sind Regelungen angegeben, mit deren Hilfe die gemeinsame Wirkung rechnerisch angesetzt werden kann.

Bei diesen Regeln werden Begriffe wie Beplankungen „gleicher Art“ und „gleicher Abmessungen“ sowie Verbindungsmittel mit „ähnlichen Verschiebungsmoduln“ verwendet, ohne dass diese technisch definiert wären.

Hier ist die Angabe von klaren Definitionen und Rechenwerten erforderlich.

- Es wird gefordert, dass die Verankerungskräfte in die darunterliegende Konstruktion über „steife“ Verbindungsmittel zu erfolgen hat.

Angeichts der Tatsache, dass im Holzbau üblicherweise mechanische Verbindungsmittel verwendet werden, die als „nachgiebig“ bezeichnet werden, ist die Forderung nach „steifen“ Verbindungsmitteln zu präzisieren.

- Für Nachweis des Stabilitätsversagens der „Rahmenstützen“ (gemeint sind wohl die Rippen) wird auf *Abschn. 6.3.2* verwiesen.

Dieser Verweis ist nicht ausreichend, da für Knicken in der Tafelebene die Stützung durch den Verbund mit der Beplankung eine wesentliche Rolle spielt.

Hier wird die Angabe von Regelungen für die Befestigung der Beplankung mit den Rippen (Durchmesser und Abstand der Verbindungsmittel) für erforderlich angesehen, unter denen die Rippen gegen Knicken in der Wandebene als gehalten angesehen werden können.

- Für Wandtafeln werden im EC 5 keine Regelungen zu zulässigen Öffnungen gemacht.

Im NA werden hierzu Angaben gemacht, die aber als „zu scharf“ anzusehen sind. So dürften z.B. Wandtafeln mit Einblasöffnungen für Zellulosedämmung nicht als aussteifend in Rechnung gestellt werden, weil die Einblasöffnungen als zu groß zu werten sind.

Weiterhin ist im NA angegeben, dass die Auswirkungen von größeren Öffnungen nachzuweisen sind. Allerdings werden keine Angaben gemacht, wie dies erfolgen könnte.

Hier sind genauere und praxisnahe Angaben für „zulässige“ Öffnungen und deren rechnerischen Berücksichtigung erforderlich.

- Nach dem EC 5 ist nur die Schubflusstragfähigkeit der Verbindungsmittel nachzuweisen. Ein Nachweis für die Beplankung wird nicht gefordert.

Hier wird bei Verwendung von Beplankungsmaterialien mit geringer Schubtragfähigkeit (z.B. Gipsplatten, Holzfaserplatten) die Notwendigkeit gesehen, entsprechende Nachweise für die Beplankung aufzunehmen (Nachweis der Schubspannung und Zugspannung, Beulen).

Im NA ist dies textlich so vorgesehen, allerdings wäre dies in Form einer Gleichung mit allen Nachweisen übersichtlicher.

- Im EC 5 werden keine Angaben zu Abtriebskräften infolge von ungewollten Schiefstellungen der Wandtafeln gemacht.

Hier wird empfohlen, die Regelungen des NA-D zu übernehmen.

- Nach dem EC 5 sind nur Wandtafeln ohne horizontalen Stoß geregelt. Dies ist bei großen Wohnraumhöhen nicht immer möglich.

Im NA sind Regelungen für Wandtafeln mit einem unterstützten Stoß angegeben.

Es wird empfohlen, diese Regelungen zu übernehmen.

- Nach dem EC 5 ist der Nachweis der Querdruckspannung in der Kontaktfuge zwischen Rippe und Schwelle für die volle Rippenkraft und ohne Erhöhung der Querdruckfestigkeit zu führen. Hierbei wird – im Gegensatz zu früheren Regelungen der DIN 1052 - keinerlei Mitwirkung der Beplankung an dieser Lastübertragung angesetzt.

Hier wird empfohlen, die 20%-ige Erhöhung der Querdruckfestigkeit aus dem NA zu übernehmen.

- Nur bei Verfahren B wird eine durchgehende Kopfrippe gefordert.

Hier wird empfohlen, diese Forderung auch für das Verfahren A zu übernehmen.

- Für die Verbindung von Beplankung mit den Rippen werden nur Nägel und Schrauben erwähnt. Die in Deutschland üblicherweise verwendeten Klammern fehlen!

Hier wird dringend empfohlen, Klammern als mögliche Verbindungsmittel aufzunehmen.

- Im EC 5-1-1 werden in *Abschnitt 8.4* „Verbindungen mit Klammern“ keine Angaben zu Klammerabständen bei Plattenwerkstoffen gemacht! Dies bedeutet, dass derzeit eine normgerechte Verwendung von Klammern bei Wandtafeln gar nicht möglich ist!

Hier ist darauf hinzuwirken, dass entsprechende Regelungen in den EC 5 aufgenommen werden.

- Im EC 5 fehlen Regelungen für Wände mit Diagonalaussteifungen (z.B. Brettern).

Hier wird empfohlen, die Regelungen aus dem NA-D zu übernehmen.

Desweiteren hat die Durchsicht des *EC 5-1-1, Abschnitt 9.2.4* ergeben, dass es eine Vielzahl an Unklarheiten und Missverständlichkeiten gibt, die einer Klarstellung, Umformulierung und auch einer Ergänzung bedürfen. :

- Die „Sprache“ und die Begrifflichkeiten sind häufig unklar oder gar falsch (siehe Anmerkung zum Begriff „Scheibe“).

Weiterhin sind die Regelungen ohne erkennbare Struktur zusammengestellt.

Hier wird eine Neustrukturierung und Verbesserung der Begrifflichkeiten als notwendig erachtet.

- Die Begrifflichkeiten sind auf den übrigen EC 5 abzustimmen.

Beispielhaft sei aufgeführt, dass die Länge einer Wandtafel als „Breite“ bezeichnet wird.

Weiterhin wird der Abstand der Verbindungsmittel untereinander mit „s“ angegeben. Im EC 5 wird dieser Abstand üblicherweise mit „a1“ bezeichnet.

- Die Angabe von mehreren – alternativ möglichen – Rechenverfahren zum Nachweis von scheibenartig beanspruchten Tafeln erschwert die Vergleichbarkeit von aussteifenden Wandtafeln.

Hier wird empfohlen, das Verfahren A als alleiniges Verfahren durchzusetzen.

- Zu *Punkt 9.2.4.1 (3)P*:

Nach diesem Abschnitt dürfen auch „biegesteife Verbindungen“ verwendet werden, was zu rahmenartigen Wandkonstruktionen führt. Diese tragen die Belastungen aber nicht als Scheibe ab, so dass die im EC 5 aufgeführten Regelungen gar nicht auf diese Ausbildung zutreffen.

Hier wird empfohlen, „rahmenartige“ Wandtafeln rauszunehmen.

- Zu *Punkt 9.2.4.1 (6)P*:

Hier wird gefordert, dass die Konstruktion eine angemessene Gebrauchstauglichkeit behält. Es werden allerdings keine Regeln angegeben, wie dies sichergestellt werden kann.

Hier wird empfohlen, Randbedingungen aufzunehmen, unter denen auf einen Nachweis verzichtet werden kann (z.B. aus NA-D).

Alternativ: Angabe von Regeln zur Nachweisführung (max. Kopfverschiebung!).

## 8.4 Therapie

Im Rahmen dieses Projekts ist das Verfahren A die Grundlage für die Überarbeitung und Weiterentwicklung, da es im Vergleich zu den anderen Verfahren auf begründeten mechanischen Modellen beruht. Das Verfahren A soll mit diesem Beitrag so weiterentwickelt und ergänzt werden, dass es möglichst allgemeine Lösungen für alle auftretenden Probleme liefert und dessen Nachteile ausgeräumt werden.

Im Rahmen der Therapie wurden die bestehenden Regelungen zum Verfahren A überarbeitet und erweitert. Diese wurden als Entwurf für die neue Generation des EC 5 aufbereitet (Anlage 8-1) und bereits in den europäischen Normungsgremien als Vorschlag für einen überarbeiteten *Abschnitt 9.2.4 „Wandscheiben“* des EC 5 eingereicht.

## 9 Erweiterte Schubfeldtheorie für Deckentafeln

### 9.1 Motivation

Die Regelungen im EC 5 zu Deckentafeln sind sehr unvollständig und für den praktischen Ingenieur völlig unzureichend. Es bestehen viele Unklarheiten, Missverständlichkeiten und es fehlen einige wichtige Regelungen. So beschränken sich die Regelungen beispielsweise auf Tafeln mit allseitig schubfest unterstützten Plattenrändern, was praxisfern und zumindest in Deutschland völlig unüblich ist.

Dem Wunsch vieler Ingenieure nach „Deckentafeln ohne rechnerischen Nachweis“ kann nur mit Hilfe von umfangreichen Parameterstudien nachgekommen werden, wobei hierfür ein Rechenverfahren erforderlich ist, das das Tragverhalten von Deckentafeln mit freien Stößen mechanisch korrekt und mit ausreichender Genauigkeit beschreibt. Nachfolgend wird eine von Kessel [55] entwickelte Erweiterung dieser Schubfeldtheorie vorgestellt, mit deren Hilfe es möglich ist, Tafeln genauer bzw. zutreffender zu bemessen.

Diese erweiterte Schubfeldtheorie bildet die Grundlage für Parameterstudien, mit deren Hilfe in einem fortführenden Projekt (PRB-4.15(2016)/Phase 2) Vorschläge für Vereinfachungen abgeleitet werden sollen.

### 9.2 Allgemeines

#### 9.2.1 Begriffe

Scheibe	Statische Idealisierung einer scheibenartig beanspruchten Tafel mit einer Spannweite oder Kraglänge $\lambda$ und einer Scheibenhöhe $h$ (in Lastrichtung gemessen).
Tafel	Verbundkonstruktion bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rippen mit Rechteckquerschnitt aus Bauschnittholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Holzwerkstoffen,</li> <li>- ein- oder beidseitig angeordneten Beplankungen aus Holz- oder Gipswerkstoffen, und</li> <li>- ihrem Verbund durch stiftförmige Verbindungsmittel im Abstand <math>a_1</math>.</li> </ul>
Scheibenartig beanspruchte Tafel	Tafel, die in ihrer Ebene durch äußere Einwirkungen beansprucht wird.
Plattenartig beanspruchte Tafel	Tafel, die rechtwinklig zu ihrer Ebene durch äußere Einwirkungen beansprucht wird.
Rippe	Sparren, Deckenbalken, Wandrippe (engl.: rib, Index „r“)
Auflagerrippe	Rippe zur Einleitung der Auflagerkraft (engl.: support, Index: „sup“)
Gurt	obere/untere Randrippe (engl.: chord, Index „ch“). Die Biegelängsspannungen werden, wie beim Schubfeldträ-

	ger üblich, sämtlich den Gurten in Form von Gurt-Normalkräften zugewiesen. Die übrigen Rippen (Innenrippen) bleiben im statischen Modell frei von Normalkräften.
Stoßholz	Teil einer schubsteifen Verbindung zweier Platten außerhalb der Rippen
Bepankung	besteht i.d.R. aus mehreren Platten aus Holz- oder Gipswerkstoffen, die mit allen Rippen kontinuierlich verbunden sind
Platte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umgangssprachlich eine Holz- oder Gipswerkstoffplatte ohne Bezug zu ihrer statischen Verwendung.</li> <li>2. Statisches Modell zur Beschreibung eines rechteckig zu seiner Ebene beanspruchten flächigen Bauteils.</li> <li>3. Im Zusammenhang mit scheibenartig beanspruchten Tafeln ist eine Holz- oder Gipswerkstoffplatte Teil der aussteifenden Bepankung.</li> </ol> (engl.: plate, Index: „p“)
Passplatte	Platte mit kleineren Abmessungen als die „regulären“ Platten zur Ergänzung der gewünschten Tafelabmessungen (engl.: adapting plate, Index: „ap“)
Verbund	Verbindung zwischen Rippen und Bepankung (Platten) mittels stiftförmigen Verbindungsmitteln
schubsteifer Plattenrand	Plattenrand, der schubsteif mit Rippe oder Stoßholz mittels stiftförmiger Verbindungsmittel verbunden ist
freier Plattenrand	nicht schubsteif mit Rippen verbundener Plattenrand (rechtwinklig zu den Rippen)
schwebender Plattenrand	unzulässiger freier Plattenrand parallel zu den Rippen verlaufend
$S_{v,0}$	Schubfluss im Verbund parallel zur Rippenachse
$S_{v,90}$	Schubfluss im Verbund rechtwinklig zur Rippenachse
$f_{v,d}$	Bemessungswert der Schubflusstragfähigkeit des Verbundes, z.B. in kN/m oder N/mm $= \frac{F_{v,Rd}}{a_1}$
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abscheren
$a_1$	Abstand der Verbindungsmittel in Rippenlängsrichtung
$a_r$	Abstand der Rippen/Deckenbalken
$\lambda$ bzw. $h$	Länge bzw. Höhe der Deckentafel
$\lambda_p$ bzw. $h_p$	Länge bzw. Höhe einer Platte
$\lambda_{ap}$ bzw. $h_{ap}$	Länge bzw. Höhe einer Passplatte
$n_{rp}$	Anzahl der Rippen pro Platte

### 9.2.2 Konstruktive Randbedingungen

Für die nachfolgend behandelten Deckentafeln gelten folgende Voraussetzungen:

- Alle Tafeln besitzen umlaufende Rippen und zug- und drucksteif durchlaufende Gurte.
- An den Auflagern, d.h. an den Stellen, an denen die Kräfte auf die darunter liegenden aussteifenden Wandtafeln übertragen werden, gehen die Auflagerrippen idealerweise über die gesamte Tafelhöhe durch, oder sie werden in Abschnitten zwischen den Rippen eingebaut.
- Die Länge  $\lambda_p$  einer Platte wird immer in Richtung der Stützweite der Deckentafel bezeichnet, die Höhe  $h_p$  immer in Richtung der Tafelhöhe. Dabei wechseln die Länge und die Höhe einer Tafel je nach Belastungsrichtung.

Mit der erweiterten Schubfeldtheorie können Tafeln mit oder ohne Kragarme berechnet werden.

Da die Einflüsse aus der Einleitung der äußeren Last und der freien Plattenränder berücksichtigt werden, ist keine versetzte Plattenanordnung mehr erforderlich. Dies erleichtert den Einsatz von vorgefertigten Deckentafeln.

Durchlaufende Deckentafeln dürfen vereinfachend wie Einfeldtafeln berechnet werden.

Werden die Auflagerkräfte einer durchlaufenden Deckentafel unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Wandtafeln berechnet, so sind die Schnittgrößen für die Deckentafel aus den Auflagerkräften rückzurechnen. Da der größte Anteil an der Durchbiegung einer Deckentafel durch Schubverformungen verursacht wird (infolge der Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel), wäre eine Berechnung der Schnittgrößen mit Hilfe herkömmlicher Programme für Durchlaufträger falsch, weil diese meist schubstarre Stäbe annehmen.

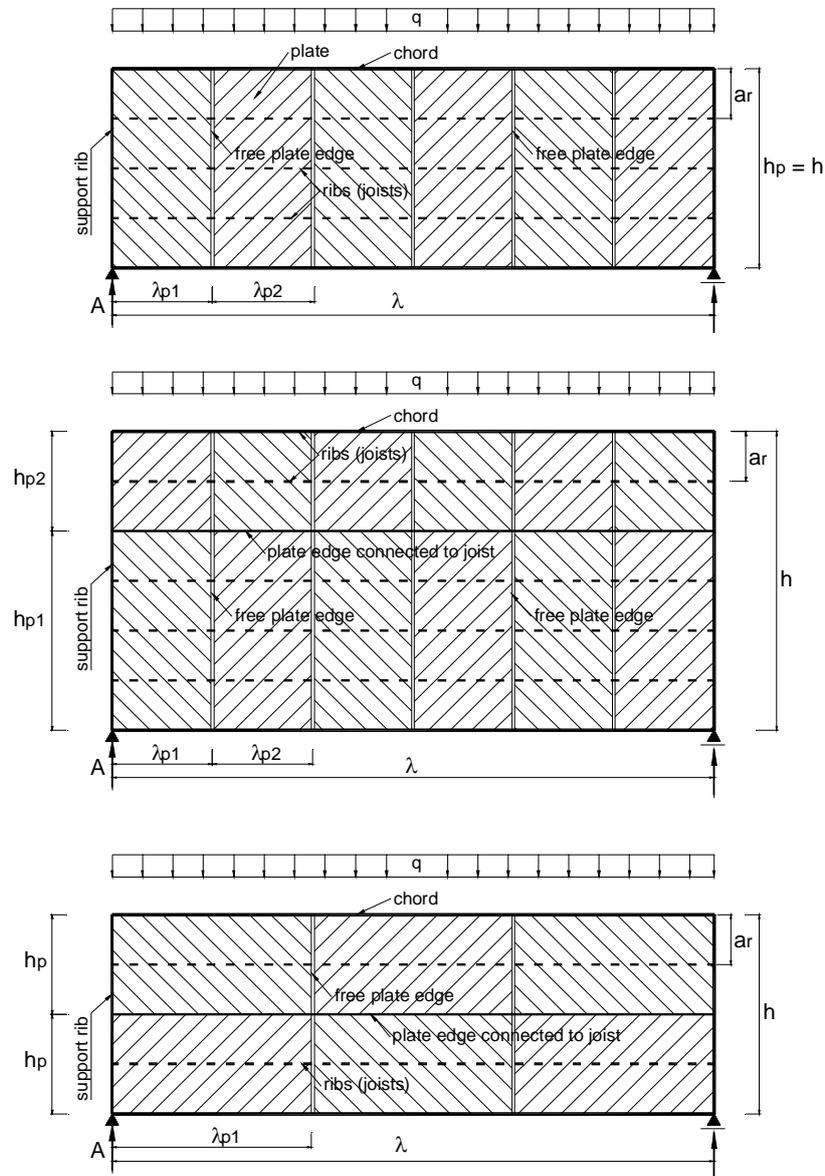
Im Rahmen der erweiterten Schubfeldtheorie werden weiterhin folgende Annahmen getroffen:

- Die Rippen (Gurte, Deckenbalken) sind im erweiterten Schubfeldmodell biegestarr, d.h. Biegeverformungen der Rippen werden vernachlässigt.
- Die Platten der Beplankung sind biegestarr.
- Da die Momente in den Rippen an den Stellen der freien Plattenränder nahe null sind, werden im statischen Modell dort Gelenke in den Rippen angeordnet, was bedeutet, dass die Rippen an diesen Stellen nur Querkräfte übertragen.
- Rippen oder Platten verteilen die Einwirkung  $q$  gleichmäßig über die Tafelhöhe  $h$ .

Die größten Beanspruchungen im Verbund zwischen Rippen und Platten sowie in den Platten selbst (Schubspannungen) treten in Bereichen mit hohen Querkräften auf. Dies bedeutet, dass auflagernahe Platten meist maßgebend für die Bemessung werden.

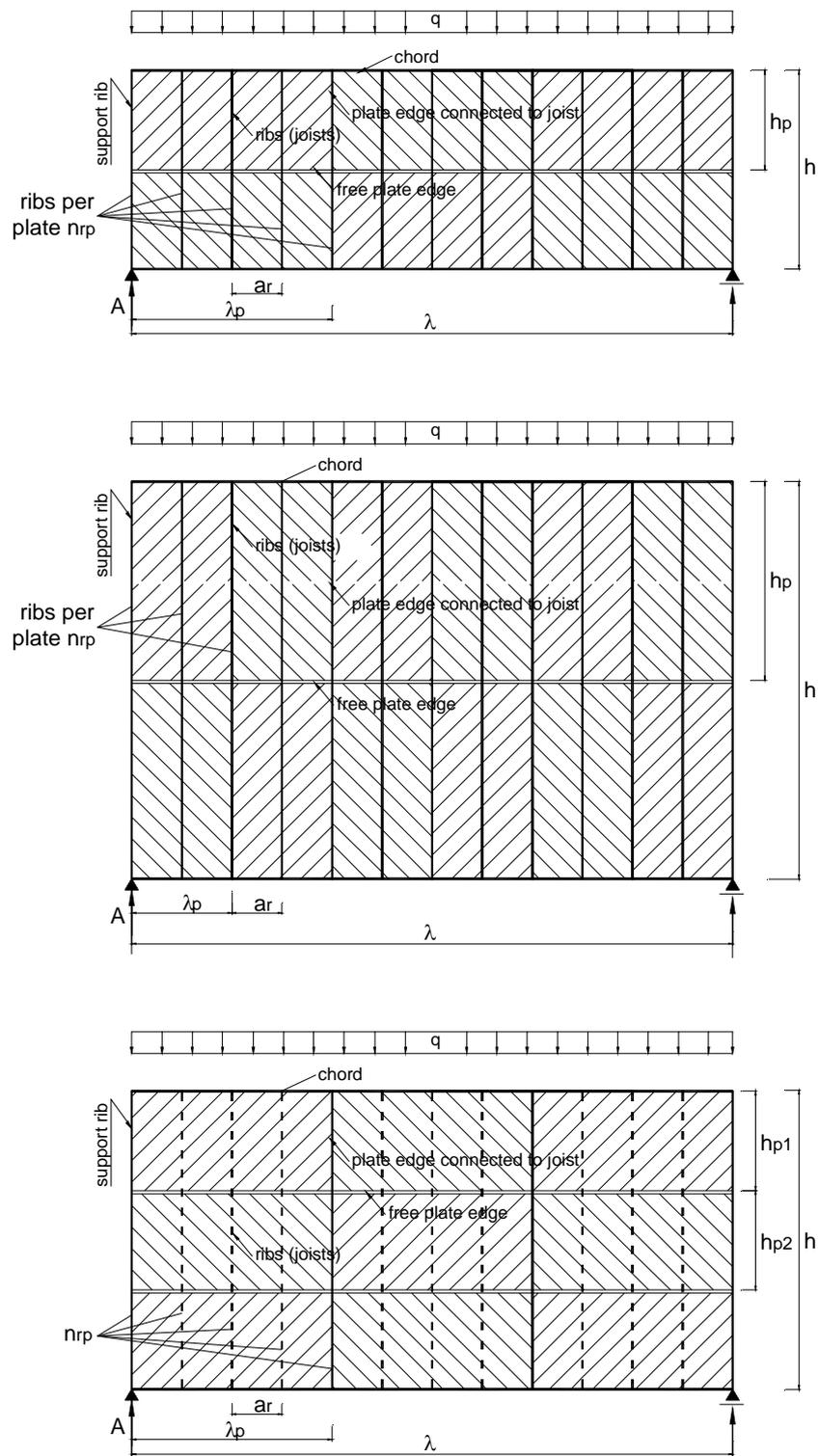
### 9.2.3 Tafeltypen

Bei **Tafeltyp 1** (Abb. 9-1) erfolgt die Lasteinleitung rechtwinklig zu den Rippen (Deckenbalken).



**Abb. 9-1 Beispiele des Tafeltyps 1**  
**oben:** quer zu den Deckenbalken verlegte Platten und 1 Plattenreihe  
**Mitte:** quer verlegte Platten und 2 Plattenreihen unterschiedlicher Höhe  
**unten:** längs verlegte Platten und 2 Plattenreihen

Bei **Tafeltyp 2** (Abb. 9-2) erfolgt die Lasteinleitung parallel zu den Deckenbalken.



**Abb. 9-2 Beispiele von Deckentafeln des Tafeltyps 2:**  
 oben: Verlegung der Platten quer zu den Deckenbalken  
 Mitte: Verlegung der Platten längs zu den Deckenbalken  
 unten: mehr als 2 Plattenreihen übereinander

### 9.2.4 Plattentypen

Für die Berechnung der maßgebenden Schubflüsse und der Schubspannungen in den Platten werden die in Abb. 9-3 und Abb. 9-4 dargestellten Plattentypen unterschieden.

In Tabelle 9-1 sind deren Eigenschaften und die an den maßgebenden Rippen auftretenden Beanspruchungen zusammengestellt.

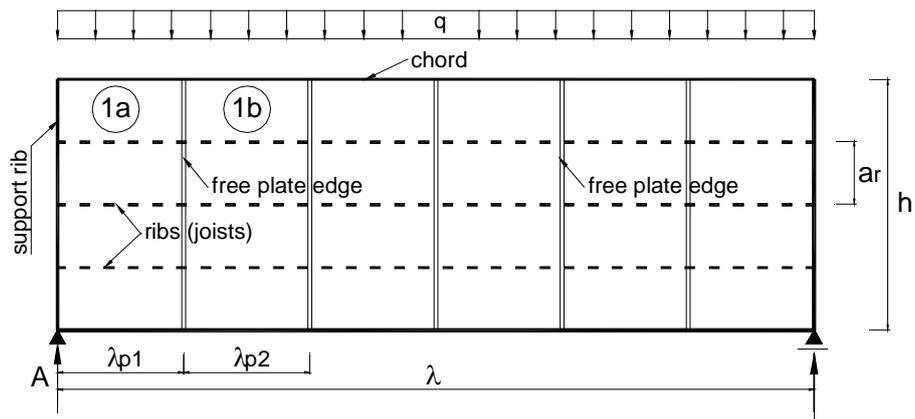


Abb. 9-3 Plattentyp 1a und 1b bei Tafeltyp 1

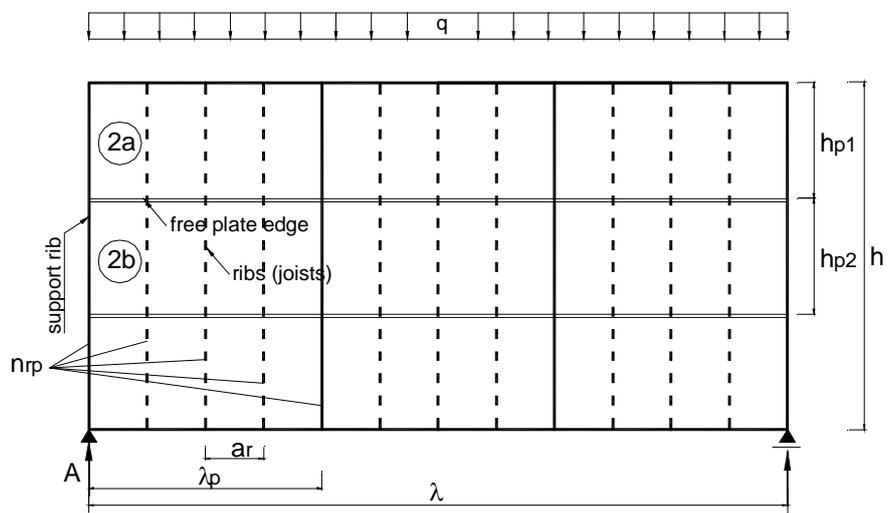
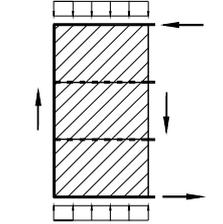
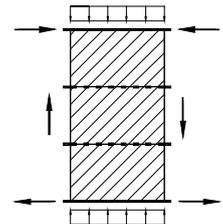
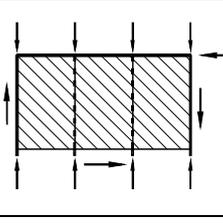
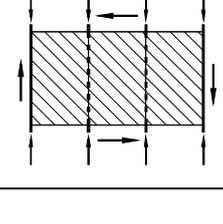


Abb. 9-4 Plattentyp 2a und 2b bei Tafeltyp 2

**Tabelle 9-1 Plattentyp und zugehörige Eigenschaften**

Plattentyp		Erläuterungen
1a		Dieser Plattentyp weist 3 schubsteif mit den Rippen verbundene Ränder auf. In der oberen Gurtrippe treten folgende Beanspruchungen auf: - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der äußeren Last $q$ - $s_{v,0}$ infolge Einleitung der Änderung der Gurt-Normalkraft - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der Rippen-Querkräfte am freien Plattenrand.
1b		Dieser Plattentyp weist 2 schubsteif mit den Rippen verbundene Ränder auf. In der oberen Gurtrippe treten folgende Beanspruchungen auf: - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der äußeren Last $q$ - $s_{v,0}$ infolge Einleitung der Änderung der Gurt-Normalkraft - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der Rippen-Querkräfte an den beiden freien Plattenrändern.
2a		Dieser Plattentyp weist 3 schubsteif mit den Rippen verbundene Ränder auf. In der Auflagerrippe treten folgende Beanspruchungen auf: - $s_{v,0}$ infolge Einleitung der Auflagerkraft - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der Rippen-Querkräfte am freien Plattenrand.
2b		Dieser Plattentyp weist 2 schubsteif mit den Rippen verbundene Ränder auf. In der Auflagerrippe treten folgende Beanspruchungen auf: - $s_{v,0}$ infolge Einleitung der Auflagerkraft - $s_{v,90}$ infolge Einleitung der Rippen-Querkräfte an den beiden freien Plattenrändern.

### 9.3 Erweiterter Bemessungsvorschlag

#### 9.3.1 Bemessungsvorschlag „Cluster“-Ausschuss

Im Zuge der Beratungen im sog. „Cluster“-Ausschuss (NA 005-04-01 AA AK 03) wurde mit [54] ein Diskussionsvorschlag erarbeitet, der bereits in die WG 3 eingereicht wurde.

Dieser Bemessungsvorschlag beinhaltet die nachfolgend aufgeführten Einschränkungen:

#### **Tafeltyp 1** (Belastung rechtwinklig zu den Deckenbalken):

- Es werden nur Tafeln mit einer Plattenreihe behandelt ( $h = h_p$ ). Es fehlen Angaben zur Bemessung von Tafeln mit mehreren Plattenreihen übereinander.

- Die angegebenen Gleichungen zur Berechnung der Schubflüsse gelten nur für Platten des Typs 1a. Plattentyp 1b, der bei größeren Stützweiten und bei Verwendung von Passplatten maßgebend werden kann, wird nicht berücksichtigt.
- Es wird nicht nach einseitiger und beidseitiger Lasteinleitung unterschieden.
- Es werden nur Tafeln mit Platten gleicher Plattenlänge betrachtet ( $\lambda_p = \text{konst.}$ ). Es fehlen Angaben zur Berücksichtigung von Passplatten.
- Zur Berechnung von auskragenden Tafeln werden keine genaueren Angaben gemacht.

#### **Tafeltyp 2 (Belastung parallel zu den Deckenbalken):**

- Es werden nur Tafeln mit zwei Plattenreihen übereinander behandelt ( $h = 2 \cdot h_p$ ). Es fehlen Angaben zur Bemessung von Tafeln mit mehr als zwei Plattenreihen übereinander.
- Die angegebenen Gleichungen zur Berechnung der Schubflüsse gelten nur für Platten des Typs 2a. Bei Tafeln mit mehr als 2 Plattenreihen übereinander wird der Plattentyp 2b maßgebend. Es fehlen Angaben zur Berechnung dieses Plattentyps.
- Es werden nur Tafeln mit Platten gleicher Plattenhöhe betrachtet ( $h_p = \text{konst.}$ ). Auf die Verwendung von Passplatten wird nicht eingegangen.
- Zur Berechnung von auskragenden Tafeln werden keine Angaben gemacht.

#### 9.3.2 Erweiterter Bemessungsvorschlag

Im Rahmen des PRB-4.6(2016)-Projektes wurden für die unterschiedlichen Plattentypen Gleichungen zur Berechnung der Beanspruchung im Verbund und der max. Schubspannung in der Platte hergeleitet und erläutert. Aufbauend auf diesen Ausführungen wurden die Bemessungsgleichungen für einfach gestützte Deckentafeln (Einfeldtafel sowie auskragende Deckentafel) angegeben. Mit Hilfe der im PRB-4.6(2016)-Bericht aufgezeigten Herleitungen und den im Folgenden dargestellten Nachweisen ist es somit möglich, den bislang vorgelegten Cluster-Vorschlag in wichtigen Punkten zu ergänzen und zu korrigieren

#### Nachweis des Verbundes zwischen Rippen und Beplankung

Der größte im Verbund zwischen Rippen und Beplankung auftretende Schubfluss soll folgende Bedingung erfüllen:

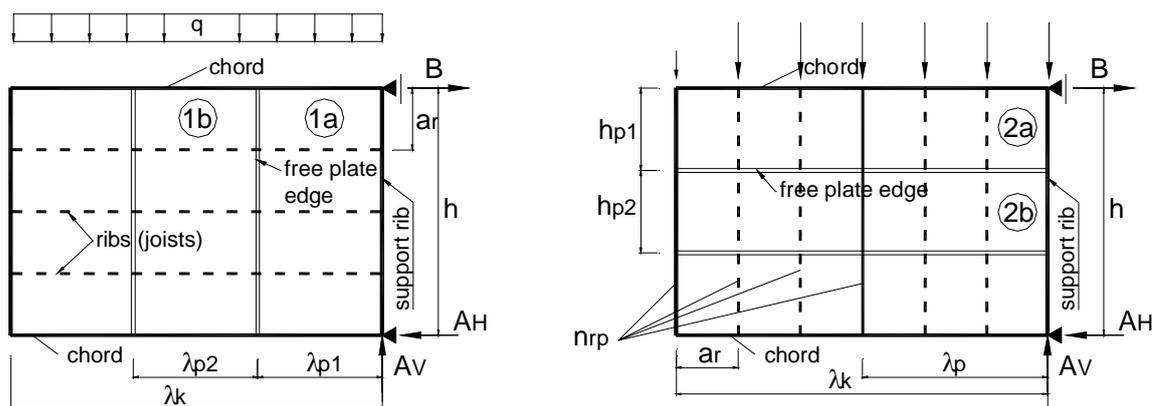
$$s_{v,res,d} \leq f_{v,j,d} = \frac{F_{v,Rd}}{a_1} \quad \text{Gl.(9.1)}$$

mit

- $s_{v,res,d}$  = Bemessungswert des resultierenden Schubflusses
- $f_{v,j,d}$  = Bemessungswert der Schubflusstragfähigkeit der Verbindungsmittel
- $F_{v,Rd}$  = Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abscheren
- $a_1$  = Abstand der Verbindungsmittel in Rippenlängsrichtung

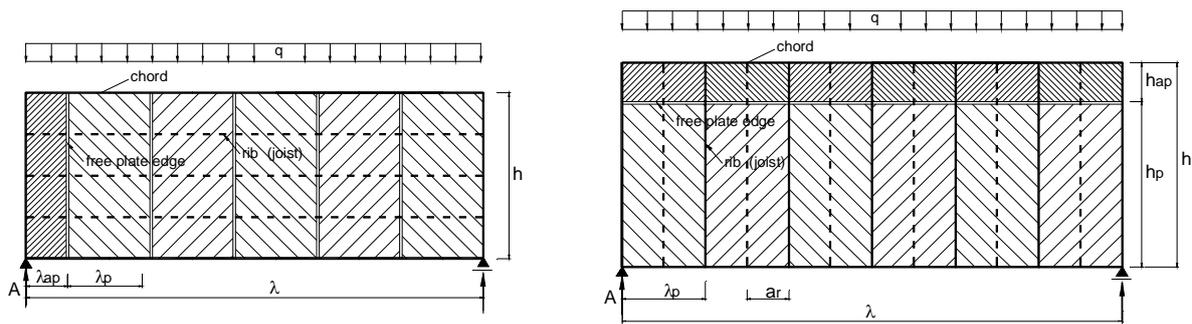
Die Berechnung von  $s_{v,res,d}$  kann nach Tabelle 9-2 erfolgen.

Bei auskragenden Deckentafeln nach Abb. 9-5 ist in den Gleichungen für die Stützweite  $\lambda$  die doppelte Kraglänge  $\lambda_k$  einzusetzen:  $l = 2 \cdot \ell_k$ .



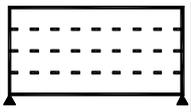
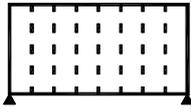
**Abb. 9-5 Auskragende Tafeln**  
 links: Tafeltyp 1  
 rechts: Tafeltyp 2

Bei Verwendung von Passplatten zur Ergänzung der Tafelabmessungen auf die gewünschte Länge bzw. Höhe (Abb. 9-6) sind in den Gleichungen von Tabelle 9-2 die Abmessungen  $\lambda_{ad}$  und  $h_{ad}$  der Passplatten einzusetzen (anstelle von  $\lambda_{p1}$  bzw.  $\lambda_{p2}$  und  $h_{p1}$  bzw.  $h_{p2}$ ).



**Abb. 9-6 Verwendung von Passplatten zur Ergänzung auf die gewünschte Länge bzw. Höhe**  
 links: Tafeltyp 1  
 rechts: Tafeltyp 2

**Tabelle 9-2 Berechnung des größten Schubflusses im Verbund**

Deckentafel	$S_{v,res,d}$	Nachweis für
Typ 1 	$\max \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_d \cdot \ell}{2 \cdot h} \\ q_d \cdot \sqrt{\left(\frac{\ell - \lambda_{p1}}{2h}\right)^2 + \left(k_q + \frac{2}{n_r} \cdot \frac{\ell - 2\lambda_{p1}}{\lambda_{p1}}\right)^2} \\ q_d \cdot \sqrt{\left(\frac{\ell - 2\lambda_{p1} - \lambda_{p2}}{2h}\right)^2 + \left(k_q + \frac{1}{n_r} \cdot \frac{3\ell - 6\lambda_{p1} - 4\lambda_{p2}}{\lambda_{p2}}\right)^2} \end{array} \right.$	Auflagerrippe
		Gurtrippe: 2 Plattenreihen: Typ 1a
		Gurtrippe: > 2 Plattenreihen: Typ 1b
Typ 2 	$\max \left\{ \begin{array}{l} \frac{q_d \cdot \ell}{2 \cdot h} \\ q_d \cdot \sqrt{\left(\frac{\ell - a_r}{2h}\right)^2 + \left(\frac{2}{n_{rp}} \cdot \frac{\ell_p}{h_{p1}} \cdot \frac{\ell - \ell_p}{h}\right)^2} \\ q_d \cdot \sqrt{\left(\frac{\ell - a_r}{2h}\right)^2 + \left(\frac{3}{n_{rp}} \cdot \frac{\ell_p}{h_{p2}} \cdot \frac{\ell - \ell_p}{h}\right)^2} \end{array} \right.$	Auflagerrippe
		Auflagerrippe: 1 freier Plattenrand: Typ 2a
		Auflagerrippe: 2 freie Plattenränder: Typ 2b
$q_d$ = Bemessungswert der einwirkenden Streckenlast $\lambda$ = Tafellänge $\lambda_{p1}$ = Länge der auflagernahen Platte mit 1 freien Rand $\lambda_{p2}$ = Länge der Platte mit 2 freien Plattenrändern (zweiten Platte vom Auflager her gesehen) $h$ = Tafelhöhe $h_{p1}$ = Höhe einer Platte mit 1 freien Plattenrand (an Gurten angeordnete Platte) $h_{p2}$ = Höhe einer Platte mit 2 freien Plattenrändern (mittlere Platte über die Höhe gesehen) $k_q$ = Beiwert zur Berücksichtigung der Lasteinleitung = 1 bei Deckentafeln mit einseitiger Lasteinleitung = 0,5 bei Deckentafeln mit beidseitiger Lasteinleitung $n_r$ = Anzahl der Verbindungsmittelreihen über die Tafelhöhe = $\frac{h}{a_r} + n_p$ $n_p$ = Anzahl der Plattenreihen übereinander (Typ 1) $n_{rp}$ = Anzahl der Verbindungsmittelreihen (= Rippen) pro Platte = $\frac{\ell_p}{a_r} + 1$ $a_r$ = Rippenabstand (Abstand der Deckenbalken)		

### Nachweis der Platte

Diese Schubspannung  $\tau$  entspricht der Hauptspannung, die im betrachteten Schubfeld auftritt. Sie wirkt somit auch als Zug- und Druckspannung im Schubfeld.

Für alle Plattentypen können folgende Nachweise geführt werden:

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{q_d \cdot \ell}{2 \cdot t \cdot h} \leq \min \begin{cases} k_{v,2} \cdot k_{p,v} \cdot f_{v,d} \\ k_{v,2} \cdot f_{t,\alpha,d} \\ k_{v,2} \cdot k_{p,c} \cdot f_{c,\alpha,d} \end{cases} \quad \text{Gl.(9.2)}$$

mit

- $\tau_d$  = Bemessungswert der Schubspannung (Hauptspannung) in der Platte
- $q_d$  = Bemessungswert der einwirkenden Streckenlast
- $\ell$  = Tafellänge
- $t$  = Plattendicke
- $h$  = Tafelhöhe
- $f_{v,d}$  = Bemessungswert der Schubfestigkeit der Platte
- $f_{t,\alpha,d}$  = Bemessungswert der Zugfestigkeit der Platte unter einem Winkel  $\alpha$
- $f_{c,\alpha,d}$  = Bemessungswert der Druckfestigkeit der Platte unter einem Winkel  $\alpha$
- $k_{v,2}$  = Faktor zur Berücksichtigung von Zusatzbeanspruchungen (*Verweis auf Abschn. 9.3.1 (5) des Cluster-Vorschlags*)  
 = 1/3 bei Tafeln mit einseitiger Beplankung
- $k_{p,v}$  = Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses lokalen Beulens auf die Schubfestigkeit  
 =  $\min\left(\frac{35 \cdot t}{a_r}; 1,0\right)$
- $k_{p,c}$  = Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses lokalen Beulens auf die Druckfestigkeit  
 =  $\min\left(\frac{20 \cdot t}{a_r}; 1,0\right)$

### Nachweis der Gurt-Normalspannung

Unter der Annahme, dass die Gurte durch die kontinuierliche Verbindung mit der Beplankung gegen seitliches Ausweichen (Knicken) gehalten sind, ist folgender Nachweis zu führen:

$$\frac{\max M_d}{h \cdot (b_r \cdot h_r)} \leq \begin{cases} f_{t,0,d} \\ f_{c,0,d} \end{cases} \quad \text{Gl.(9.3)}$$

mit

- $M_d$  = Bemessungswert des Momentes in der Deckentafel
- $h$  = Tafelhöhe
- $b_r, h_r$  = Breite bzw. Höhe des Gurtes
- $f_{t,0,d}$  = Bemessungswert der Zugfestigkeit
- $f_{c,0,d}$  = Bemessungswert der Druckfestigkeit

### Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

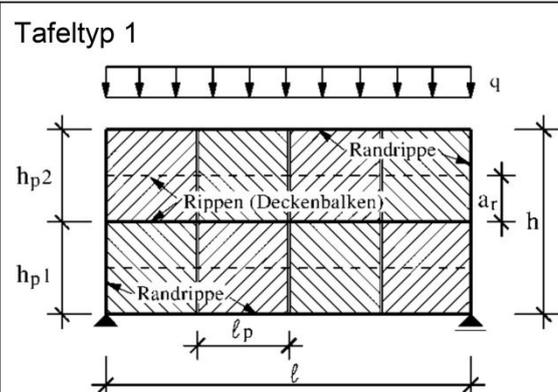
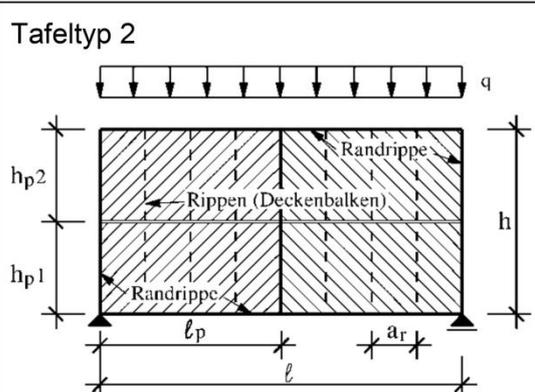
In Tabelle 9-3 sind die Gleichungen für eine vereinfachte Verformungsberechnung von Deckentafeln mit freien und schubsteif verbundenen Plattenrändern angegeben.

Für alle Deckentafeln werden an allen Tafelrändern Randrippen vorausgesetzt. Die Platten der Beplankung sind mit allen Rippen mit gleichen Verbindungsmitteln mit einem konstanten Verbindungsmittelabstand zu verbinden.

Die Verformungsanteile sind zu addieren.

$$v = v_G + v_E + v_{K,0} + v_{K,90} \quad \text{Gl.(9.4)}$$

**Tabelle 9-3 Verformungsanteile Decktafeln**

	Tafeltyp 1		Tafeltyp 2	
				
	Freie Plattenränder	Schubsteif verbundene Plattenränder	Freie Plattenränder	Schubsteif verbundene Plattenränder
$v_G$	$1,5 \frac{q \ell^2}{8 G h t}$	$\frac{q \ell^2}{8 G h t}$	$1,5 \frac{q \ell^2}{8 G h t}$	$\frac{q \ell^2}{8 G h t}$
$v_E$	$\frac{5}{192} \frac{q \ell^4}{E A h^2}$	$\frac{5}{192} \frac{q \ell^4}{E A h^2}$	$\frac{5}{192} \frac{q \ell^4}{E A h^2}$	$\frac{5}{192} \frac{q \ell^4}{E A h^2}$
$v_{K,0}$	$\left[ n_{hp} \frac{\ell^2}{4 h^2} + \frac{\ell}{2 h} \right] \frac{a_v}{K_{ser}} q$	$\frac{\ell}{4 h} \left[ \frac{\ell}{h_p} + \frac{\ell}{\ell_p} \right] \frac{a_v}{K_{ser}} q$	$\frac{\ell}{4 h} \left[ \frac{\ell}{h} + n_{lp} \right] \frac{a_v}{K_{ser}} q$	$\frac{\ell}{4 h} \left[ \frac{\ell}{h_p} + \frac{\ell}{\ell_p} \right] \frac{a_v}{K_{ser}} q$
$v_{K,90}$	$\left[ \frac{3}{2} n_{lp}^2 - 4 n_{lp} + n_{hp} n_{vr} + 2 \right] \frac{a_v}{K_{ser}} \frac{q}{n_{vr}}$	$n_{hp} \frac{a_v}{K_{ser}} q$	$\left[ \frac{3}{2} n_{hp} - 2 \right] \frac{\ell^2}{h^2} \frac{\ell_p}{h_p} \frac{a_v}{K_{ser}} \frac{q}{n_{vrp}}$	0

$V_{G,inst}$	=	Verformungsanteil infolge Beanspruchung der Beplankung
$V_{E,inst}$	=	Verformungsanteil infolge Beanspruchung der Rippen
$V_{K,0,inst}$	=	Verformungsanteil infolge Verbund-Beanspruchung $s_{v,0}$
$V_{K,90,inst}$	=	Verformungsanteil infolge Verbund-Beanspruchung $s_{v,90}$
$q$	=	Wert der einwirkenden Streckenlast
$G$	=	Gleitmodul des Plattenwerkstoffs der Beplankung
$t$	=	Dicke des Plattenwerkstoffs der Beplankung
$E$	=	Elastizitätsmodul der Rippen
$A$	=	Querschnittsfläche der Rippen
$a_v$	=	Abstand der Verbindungsmittel untereinander
$K_{ser}$	=	Verschiebungsmodul der Verbindungsmittel
$l$	=	Länge der Tafel
$l_p$	=	Länge einer Beplankungs-Platte
$h$	=	Höhe der Tafel
$h_p$	=	Höhe einer Beplankungs-Platte
$n_{tp}$	=	Anzahl der Platten in Richtung der Tafellänge $l$
$n_{hp}$	=	Anzahl der Platten in Richtung der Tafelhöhe $h$
$n_{vr}$	=	Anzahl der Verbindungsmittelreihen der Tafel in Lastrichtung
$n_{vrp}$	=	Anzahl der Verbindungsmittelreihen einer Platte
$a_r$	=	Abstand der Rippen untereinander

$$\Rightarrow n_{vrp} = \frac{l}{n_{tp} a_r} + 1$$

## **10 EC 5-1-2: Vereinfachte Regeln für die Bemessung im Brandfall**

### **10.1 Motivation**

Die EC 5-1-2 [R3] bietet für die Bemessung von Holzbauteilen und Verbindungen für den Brandfall eine Reihe von Nachweismöglichkeiten an. Bei einigen Nachweisen werden dabei sogar mehrere Bemessungsvarianten aufgeführt, die zum gleichen Ergebnis führen, ohne dass dies durch entsprechende Erläuterungen kenntlich gemacht wird. Diese Auswahlverfahren bieten in den üblichen Fällen keine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, führen jedoch bei den Anwendern zu einer Unsicherheit in der Anwendung der Regelungen, da nicht immer eindeutig erfassbar ist, welches Verfahren angewendet werden kann bzw. muss. Darüber hinaus sind einige Nachweisverfahren nicht immer leicht verständlich und zum Teil nur mit hohem Rechenaufwand anwendbar.

Maßgebliches Ziel dieses Projektes ist in erster Linie eine Vereinfachung der bestehenden Regelungen, aber auch eine Vervollständigung für bislang fehlende Nachweismöglichkeiten, die in der täglichen Praxis benötigt werden. Die Ergebnisse sollen als Vorschläge zur Aufnahme in die zukünftige Generation der Eurocodes dienen.

### **10.2 Bestandsanalyse (Anamnese und Diagnose)**

Im Zuge der unter 10.1 genannten Aufgabenstellung wurde zunächst eine interne Analyse des Eurocodes vorgenommen. Es zeigt sich dabei im Wesentlichen, dass sowohl für den Nachweis von Bauteilen, als auch für Verbindungen zum Teil für ein und dieselbe Nachweissituation unterschiedliche Verfahren bereitgestellt werden. Diese Struktur führt zu Unsicherheiten in der Anwendung und teilweise doppelter Nachweisführung und somit zu unwirtschaftlichen Bemessungen. Darüber hinaus wurde der Eurocode auf Vereinfachungspotenziale untersucht und auf fehlende, für die Praxis jedoch erforderliche Nachweisverfahren analysiert. Die Ergebnisse werden nachfolgend im Einzelnen zusammengestellt.

Im Anschluss an die interne Analyse wurde eine empirische Erhebung in Form einer Online-Umfrage durchgeführt. Das Ziel dieser Studie war es, die Erfahrung der Praxis im Hinblick auf die zuvor beschriebenen Aspekte zu überprüfen und Lösungsvorschläge aufzuzeigen. Es sollte eine Bestandsaufnahme zu den Regelungen für Bauteile und Verbindungen im Brandfall aus Sicht der praktizierenden Ingenieure erfolgen, um die üblicherweise vorkommenden Konstruktionen und Anschlüsse zu verifizieren. Die Auswertung der Umfrage ist im Bericht zum PRB-Projekt 4.13 (2015) zusammengestellt. Anhand dieser Ergebnisse sollen Vorschläge für eine Verbesserung der Bemessungsverfahren von Holzbauteilen und Verbindungen im Brandfall erarbeitet werden, mit welcher eine ausreichende Wirtschaftlichkeit für übliche Konstruktionen bei gleichzeitig einfacher, praxisgerechter Anwendung erreicht werden kann.

### 10.2.1 Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 2.4.2 „Bauteilberechnung“

In *Abschnitt 2.4.2 der EC 5-1-2* [R3] Bauteilberechnung sind zwei verschiedene Verfahren für die Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkungen angegeben:

- Die genauere Methode mit Einwirkungskombination nach *Abschnitt 2.4.2 (1)* [R3] in Verbindung mit *DIN EN 1991-1-2 Abschnitt 4.3.1* [R14] und *Gleichung (6.11b)* in *DIN EN 1990 Abschnitt 6.4.3.3* [R12].

$$E_{dA} = E \left( \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right) \quad \text{Gl.(10.1)}$$

und

- die vereinfachte Methode nach Gleichung (2.8) in *EC 5-1-2 [R3] Abschnitt 2.4.2 (2)*.

$$E_{dA} = \eta_{fi} \cdot E_d \quad \text{Gl.(10.2)}$$

verminderte Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte im Brandfall      Bemessungswert der Einwirkungen unter Normaltemperaturen

Abminderungsbeiwert  $\eta_{fi}$  ist gemäß *Gleichung (2.9) in EC 5-1-2 [R3] Abschnitt 2.4.2* wie folgt zu ermitteln:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad \text{Gl.(10.3)}$$

Für Lastkombination (6.10)  
nach DIN EN 1990:2002

Für den vereinfachten Abminderungsbeiwert  $\eta_{fi}$  ist gemäß *EC 5-1-2/NA, NPD zu Abschnitt 2.4.2 (3) Anmerkung 2* der Wert 0,6 anzunehmen. Eine Ausnahme hiervon bilden Bereiche mit größeren Nutzlasten entsprechend Kategorie E nach DIN EN 1991-2-1 für Flächen mit Anhäufungen von Gütern, einschließlich Zugangsbereichen. Für diese wird vereinfachend die Verwendung eines Wertes  $\eta_{fi}$  von 0,7 empfohlen.

Zunächst galt es zu klären, ab wann die vereinfachte Methode nach *EC 5-1-2 Gleichung (2.8)* und ab wann die genauere Methode nach *EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (1)* mit Einwirkungskombination zu empfehlen ist. Hierzu wurden die Vergleichsrechnungen durchgeführt.

Die nachfolgende Gleichung zeigt die im Holzbau relevanten Einwirkungskombinationen nach *DIN EN 1990 Abschnitt 6.5.3*.

ständige Einwirkung		Leiteinwirkung		Begleiteinwirkung
		–		–
		q <sub>k</sub>		–
g <sub>k</sub>	⊕	q <sub>k</sub>	⊕	s <sub>k</sub>
		s <sub>k</sub>		w <sub>k</sub>
		w <sub>k</sub>		s <sub>k</sub>

Für diese Einwirkungskombinationen wurden anhand von typischen Werten für die Eigen-, Schnee- und Windlasten zunächst Bemessungswerte nach *Gleichung (6.11b) in DIN EN 1990* mit Kombinationsbeiwerten für den außergewöhnlichen Lastfall gemäß *DIN EN 1990 Abschnitt 6.4.3.3 (3)* ermittelt.

$$E_{fi} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j_0} + \psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1} * Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \quad \text{Gl.(10.4)}$$

Die tatsächliche Abminderung zwischen den so ermittelten Einwirkungen im Brandfall  $E_{fi}$  auf Grundlage der genaueren Methode und den Einwirkungen für die Kaltbemessung  $E_d$  lässt sich mit dem Quotienten aus den beiden Einwirkungen wie folgt ermitteln:

$$\eta_{fi,g} = \frac{E_{fi}}{E_d} \quad \text{Gl.(10.5)}$$

Dieses Verhältnis  $\eta_{fi,g}$  wurde anhand der Vergleichsrechnungen mit dem nach *Gleichung (2.8) in EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (1)* (siehe Gl. 10.3) ermittelten Abminderungsbeiwert  $\eta_{fi}$  für die vereinfachte Methode verglichen. Diese Untersuchungen ergaben, dass die vereinfachte Methode nach *EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (2)* gegenüber der Ermittlung nach *DIN EN 1990 Abschnitt 6.4.3.3 (3)* immer auf der sicheren Seite liegt.

$$\eta_{fi,g} \leq \eta_{fi} \quad \text{Gl.(10.6)}$$

Weiterhin hat sich gezeigt, dass die Abminderungen  $\eta_{fi}$  und  $\eta_{fi,g}$  bei Einwirkungskombinationen mit ausschließlich ständigen, d.h. ohne veränderliche Lasten sowie bei Einwirkungskombinationen mit ständigen Lasten und nur einer veränderlichen Last, gleich sind. Erst ab zwei oder mehr veränderlichen Lasten führt die genauere Ermittlung der Lasteinwirkung nach *EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (1)* zu einem wirtschaftlicheren Ergebnis.

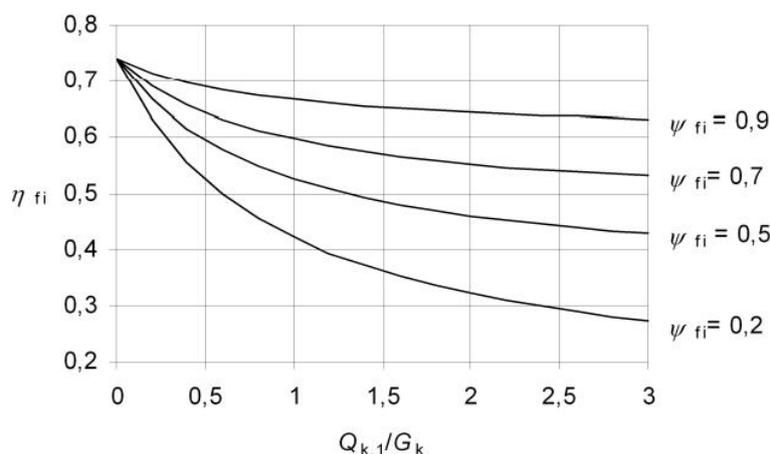
ständige Einwirkung		Leiteinwirkung		Begleiteinwirkung		
g <sub>k</sub>		–		–	→ $\eta_{fi,g} = \eta_{fi} = 0,74$	
g <sub>k</sub>	⊕	q <sub>k</sub>	⊕	–		$\eta_{fi,g} = \eta_{fi}$
g <sub>k</sub>		q <sub>k,1</sub>		q <sub>k,i</sub>		$\eta_{fi,g} \ll \eta_{fi}$

Es ist daher zu empfehlen, im Eurocode darauf hinzuweisen, dass die vereinfachte Methode immer anzuwenden ist, sofern es sich um Einwirkungskombinationen mit keinem oder einem einzigen veränderlichen Lastfall (z.B. Verkehr) handelt. Für eine solche Kombination ist die

Vereinfachung hinreichend wirtschaftlich und genau. In allen anderen Fällen für Kombinationen mehrerer veränderlicher Lastfälle (z.B. Wind führend und Schnee) kann die genauere Ermittlung der Einwirkungskombination nach *EC 5-1-2 Abschnitt 4.3.1* in Abhängigkeit des Verhältnisses der führenden veränderlichen zur ständigen Last zu wesentlich wirtschaftlicheren Ergebnissen, d.h. zu geringeren Einwirkungen führen. Es wird aus diesem Grund vorgeschlagen, *EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (1)* beizubehalten.

Im nachfolgenden wird untersucht, ab welchem Lastverhältnis die genauere Methode im Vergleich zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens mit pauschalem Abminderungsbeiwert  $\eta_{fi}$  von 0,6 bzw. 0,7 zu signifikant wirtschaftlicheren Ergebnissen führt und somit die Anwendung empfehlenswert ist.

Im nachfolgenden Diagramm (Abb. 10-1) sind die Abminderungsfaktoren  $\eta_{fi}$  nach *EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2* in Abhängigkeit des Verhältnisses der veränderlichen Lasten zu den ständigen Lasten sowie dem Kombinationsbeiwert  $\psi_{fi}$  der leitenden veränderlichen Einwirkung nach *EC 5-1-2 Abschnitt 4.3.1* (Einwirkungskombination) dargestellt.



**Abb. 10-1** Abminderungsfaktoren  $\eta_{fi}$  nach EC 5-1-2 mit  $\gamma_{GA}=1,0$ ,  $\gamma_A=1,35$  und  $\gamma_Q=1,5$

Die zugehörige Gleichung 2.9 nach EC 5-1-2 lautet:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad \text{Gl.(10.7)}$$

Die Empfehlung des Eurocodes,  $\eta_{fi}$  vereinfacht zu 0,6 anzunehmen, gründet sich auf den Hinweis, dass die im Holzbau üblichen ständigen Lasten vergleichsweise gering im Verhältnis zu den veränderlichen Lasten sind. Dies konnte in der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Studie bestätigt werden.

Die Größen der Kombinationsbeiwerte  $\psi_{fi}$  sind in *DIN EN 1990/NA Tabelle NA.A.1.1* geregelt. Gemäß *DIN EN 1991-1-2/NA NDP zu 4.3.1 (2)* darf dabei, mit Ausnahme der Fälle in denen die Leiteinwirkung aus Wind resultiert, der Beiwert  $\psi_2$  für quasi-ständige Werte der veränderlichen Einwirkungen verwendet werden. Die im Diagramm der Abb. 10-1 dargestell-

ten Werte von 0,9 und 0,7 entsprechen gemäß der Tabelle NA.A.1.1 der DIN EN 1990/NA keinem der in Deutschland anzuwendenden Faktoren. Ein Kombinationsbeiwert von 0,5 sollte national für sonstige, nicht-kategorisierbare Einwirkungen gewählt werden. Für Lagerflächen ist ein Kombinationsbeiwert von 0,8 anzunehmen. Die Werte 0,3 und 0,6 gelten für Nutzlasten in Abhängigkeit ihrer Kategorie. Ein Wert von 0 gilt in Deutschland für Nutzlasten auf Dächern, nichtführenden Wind sowie Schneelasten bis 1000 m.ü.NN. Damit zeigt sich, dass die Skalierung des Diagrammes Abb. 10-1 für die nationalen Anwendungen nur bedingt geeignet ist. Es werden überwiegend die Verläufe für die Beiwerte 0, 0,3 und 0,6 benötigt, gegebenenfalls noch für den Wert 0,2, der für Schneelasten bei Orten von mehr als 1000 m über NN anzusetzen ist. Diese sind im Diagramm der Abb. 10-2 dargestellt.

Das Diagramm in Abb. 10-2 zeigt über die zuvor beschriebenen Zusammenhänge hinaus, dass eine Verwendung des vereinfachten Beiwerts von  $\eta_{fi}$  mit 0,6 lediglich für geringe Verhältnisse der veränderlichen Lasten zu den ständigen Lasten sinnvoll ist. Seine Verwendung führt bei Kombinationen mit einer führenden veränderlichen Einwirkung, die einen  $\psi_{fi}$ -Wert von 0,6 erfordern, erst bei Lastverhältnissen von weniger als 0,625 zu wirtschaftlicheren Ergebnissen. Für führende veränderliche Einwirkungen aus Kategorien, die mit einem  $\psi_{fi}$ -Wert von 0,3 anzusetzen sind, wie beispielsweise Nutzlasten von Wohn- oder Bürogebäuden, ist dies bei Lastverhältnissen von weniger als 0,325 der Fall. Übliche Lastverhältnisse für Decken im Holzbau liegen jedoch in der Regel zwischen 0,5 und 1,0. Für diese beiden Grenzwerte wird die Wirtschaftlichkeit der Verwendung nachfolgend überprüft.

Nutzlasten der Kategorie A „Wohn- und Arbeitsräume“ und B „Büroräume“:

$$\psi_{fi} = 0,3 \qquad Q_{k,1}/G_k = 0,5 \qquad \eta_{fi} = 0,55$$

$$\psi_{fi} = 0,3 \qquad Q_{k,1}/G_k = 1,0 \qquad \eta_{fi} = 0,46$$

Nutzlasten der Kategorie C „Versammlungsräume“ und D „Verkaufsräume“ sowie F „Verkehrsflächen mit einer Fahrzeuglast von maximal 30 kN“:

$$\psi_{fi} = 0,6 \qquad Q_{k,1}/G_k = 0,5 \qquad \eta_{fi} = 0,62$$

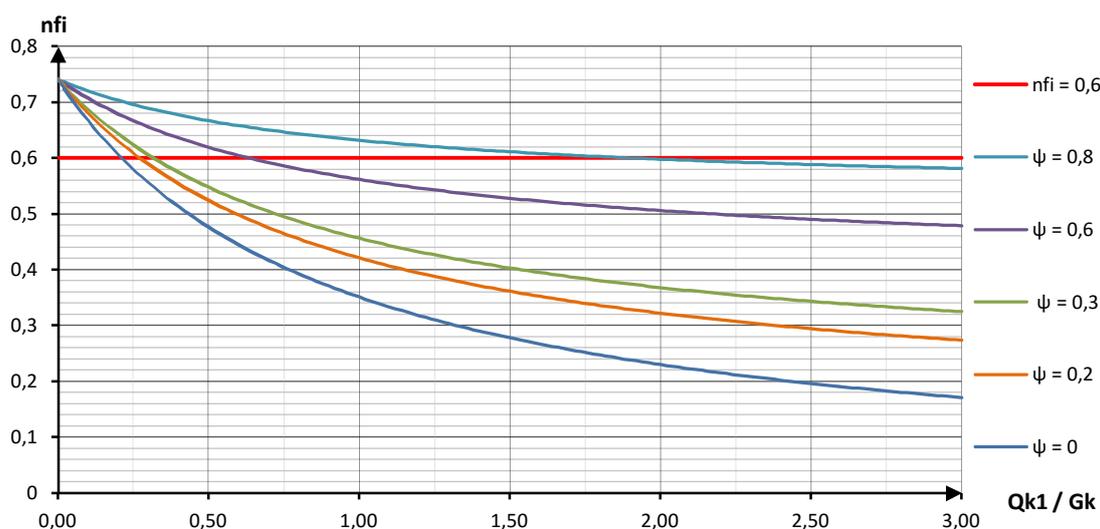
$$\psi_{fi} = 0,6 \qquad Q_{k,1}/G_k = 1,0 \qquad \eta_{fi} = 0,56$$

Bei führenden veränderlichen Lasten der Kategorien C, D und F führt der Ansatz der genaueren Ermittlung der Einwirkungen im Brandfall zu keinen oder nur geringfügig wirtschaftlicheren Ergebnissen. Hier ist der vereinfachte Ansatz mit 0,6 hinreichend genau. Bei den Kategorien A und B führt die Verwendung des vereinfachten Abminderungsbeiwerts von 0,6 im Vergleich zum genaueren Wert mit 0,46 bei einem Lastverhältnis von 1,0 bereits zu einer 30-prozentigen Erhöhung des Bemessungswertes der Einwirkungen im Brandfall. Hier kann die Anwendung der genaueren *Gleichung 2.9 aus EC 5-1-2* sinnvoll sein.

Im Holzbau-Taschenbuch [57] wurde bereits eine Vergleichsrechnung zwischen der Methode mit vereinfachter und genauer Ermittlung der Einwirkungen durchgeführt (jeweils mit der

Bemessungsmethode mit reduzierten Querschnitten und der Methode mit reduzierten Eigenschaften. Die Ergebnisse zeigen anschaulich an Beispielen noch einmal die zuvor beschriebenen Zusammenhänge. Um eine schnelle Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der beiden Verfahren vornehmen zu können, wird empfohlen, das Diagramm für die in Deutschland anzuwendenden Kombinationsbeiwerte  $\psi_{fi}$  aufzustellen, siehe Abb. 10-2. Hierbei sollte ebenfalls der Wert der Empfehlung für alle üblichen Fälle von 0,6 mit eingetragen werden, um einen schnellen Abgleich vornehmen zu können. Anhand des zu ermittelnden Verhältnisses der ständigen zur führenden veränderlichen Last  $Q_k/G_k$  kann in dem optimierten Diagramm auf den ersten Blick abgelesen werden, ob und in welchem Maße die Abminderung  $\eta_{fi,g}$  für den jeweils relevanten Kombinationsbeiwert der führenden veränderlichen Last unter dem empfohlenen Abminderungsbeiwert  $\eta_{fi}$  nach EC 5-1-2/NA liegt. Unter Berücksichtigung der graphischen Darstellung sowie der im Diagramm abgelesenen Differenz liegt es im Ermessen des Nachweisführenden, ob das genaue Verfahren angewendet wird.

Die oben beschriebene Vorgehensweise sowie die Formel zur Ermittlung des Abminderungsfaktors sollte erläuternd unter dem Diagramm beigefügt werden.



**Abb. 10-2** Empfehlung eines detaillierten Diagrammes für den Abminderungsfaktor  $\eta_{fi}$

Weiterhin wurde im Zuge der durchgeführten Studien durch die Umfrage in der Praxis festgestellt, dass die vereinfachte Methode nach EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (2) mit einem vereinfachten Abminderungsfaktor  $\eta_{fi}$  von 0,6 von den derzeit tätigen Ingenieuren bevorzugt angewendet wird.

### 10.2.2 Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 4.2 „Vereinfachte Regeln zur Bestimmung von Querschnittswerten“

In *EC 5-1-2 Abschnitt 4.2* sind zwei verschiedene Verfahren für die Bemessung der mechanischen Beanspruchbarkeit angegeben:

- die „Methode mit reduzierten Querschnitten“ nach *Abschnitt 4.2.2* und
- die „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ nach *Abschnitt 4.2.3*

Beide Methoden sind parallel gültig. Bei der „Methode der Bemessung mit reduzierten Querschnitten“ nach *EC 5-1-2 Abschnitt 4.2.2* wird ein ideeller Restquerschnitt ermittelt, indem der Ausgangsquerschnitt um eine ideale Abbrandtiefe reduziert wird. Die abgeminderten Werkstoffeigenschaften infolge Temperaturerhöhung werden anhand einer weiteren pauschalen Reduzierung des Querschnitts berücksichtigt. Unter Verwendung des ideellen Restquerschnitts kann eine Bemessung unter Normaltemperaturen nach EC 5-1-1 erfolgen. Die „Kaltbemessung“ nach EC 5-1-1 findet in der Praxis häufiger Anwendung als die „Heißbemessung“, da diese in der Anwendung wesentlich einfacher und somit wesentlich effizienter zu handhaben ist.

Bei der „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ nach *EC 5-1-2 Abschnitt 4.2.3* wird die Tragfähigkeit des Restquerschnitts für Biegung, Druck und Zug durch Modifikationsbeiwerte für den Brandfall  $k_{mod,fi}$  abgemindert. Dieser Modifikationsbeiwert ist abhängig vom Verhältnis des Umfangs des dem Feuer ausgesetzten Restquerschnitts zur Fläche des Restquerschnitts. Diese Methode liefert genauere Ergebnisse, ist aber in der Durchführung der Bemessung komplexer und zeitaufwendiger. Zudem gilt diese Methode nur für rechteckige und runde Querschnitte aus Nadelholz bei zweiseitiger und dreiseitiger Brandbeanspruchung.

Im Holzbau-Taschenbuch [57] wurde bereits eine Vergleichsrechnung zwischen der „Methode mit reduzierten Querschnitten“ und der „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ durchgeführt (jeweils mit vereinfachter und genauer Ermittlung der Einwirkungen), siehe nachfolgende Tabelle. Für das in [57] dargestellte Berechnungsbeispiel ergibt sich bei vereinfachter Ermittlung der Einwirkungen für die Bemessung mit reduzierten Querschnitten ein Auslastungsgrad von 0,45. Bei der Bemessung mit reduzierten Eigenschaften ergibt sich bei ebenfalls vereinfachter Ermittlung der Einwirkungen ein Auslastungsgrad von 0,38. Bei genauer Ermittlung der Einwirkungen ergeben sich Auslastungsgrade von 0,31 bzw. 0,26 für die verschiedenen Verfahren. Die Beträge der Differenzen von 7 % bzw. 5 % sind relativ gering und werden erst bei hohem Auslastungsgrad maßgebend.

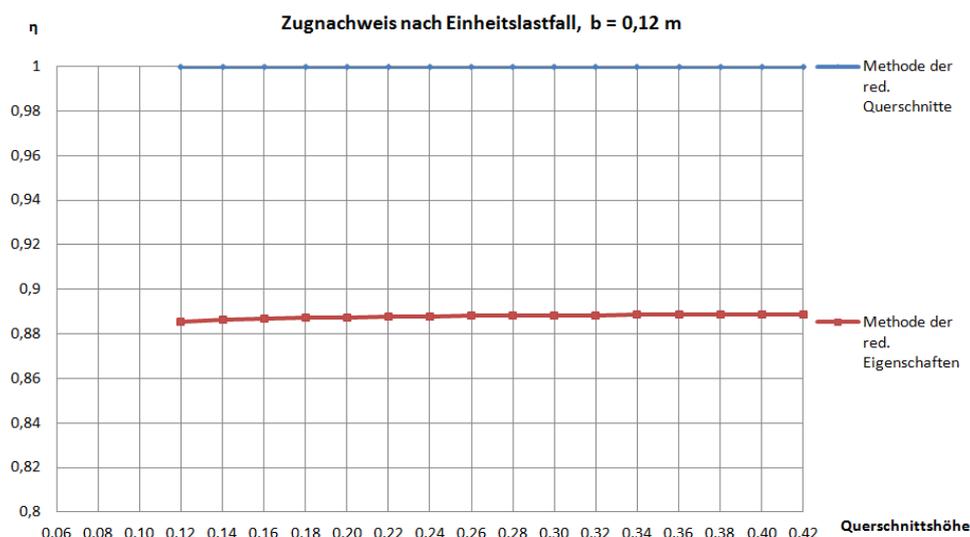
Bemessungselement	Bemessungsmethode	Einwirkungs- ermittlung	Auslastungs- grad
Seitenhölzer	vereinfachtes Verfahren (reduzierter Querschnitt) nach Abs. 4.2.2	vereinfacht	0,45
		genau	0,31
	genaueres Verfahren (reduzierte Eigenschaften) nach Abs. 4.2.3	vereinfacht	0,38
		genau $\psi_{2,1}$	0,26
Verbindung	vereinfachte Regeln nach Abs. 6.2.2.1	konstruktive Anforderungen	
	genaueres Verfahren (reduzierte Beanspruchungen) Verbindung nach Gl. (6.5)	genau	0,84
	genaueres Verfahren (reduzierte Beanspruchungen) Verbindung nach Gl. (6.7)	genau	34 min

**Abb. 10-3 Vergleich Ergebnisse der unterschiedlichen brandschutztechnischen Bemessungen [57]**

Im Zuge dieses Projektes wurde eine weitere Reihe von Vergleichsrechnungen durchgeführt, um festzustellen, welches der beiden Verfahren unter welchen Parametern zu einer wirtschaftlicheren Bemessung führt.

Untersucht wurden zunächst rechteckige Vollholz- (VH) und Brettschichtholzquerschnitte (BSH) mit einer Brandbeanspruchungsdauer von 60 Minuten. Für die durchgeführten Berechnungen wurden ausschließlich Beispiele mit dreiseitiger Beflammung betrachtet. Exemplarisch wurden für die Festigkeitsklassen C24 (Vollholz) und GL28h (BSH) übliche Querschnittsbreiten von 0,06 m bis 0,20 m (in Schritten von 0,02 m) betrachtet. Für jede dieser Querschnittsbreiten wurden im ersten Schritt Berechnungen über alle Querschnittshöhen bis zu einem maximalen Verhältnis von Nettohöhe zu Nettobreite von 3/1 für Vollholzquerschnitte bzw. 4/1 für Brettschichtholzquerschnitte durchgeführt.

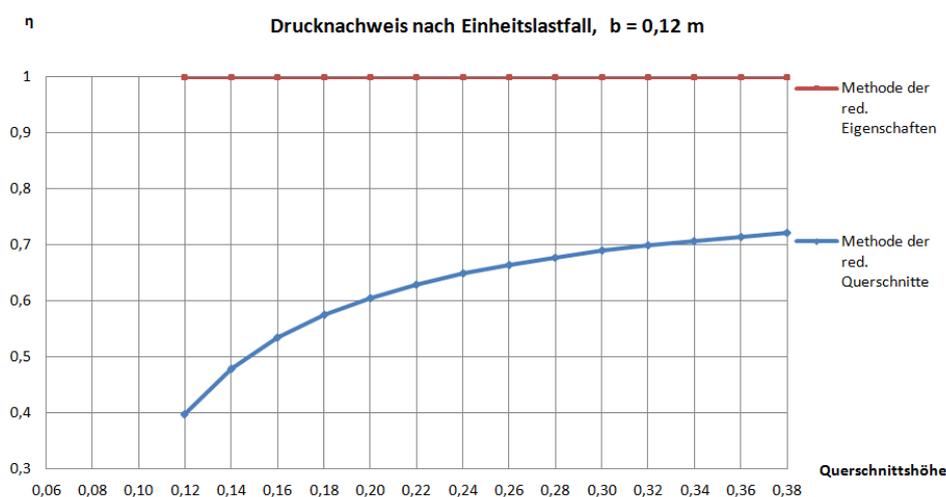
Je Querschnitt wurden die Beanspruchungsarten Zug, Druck, und Biegung jeweils einzeln untersucht. Für sie wurde jeweils ein ungünstiger Lastfall betrachtet. Da die „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ für Zug und Biegung zu wirtschaftlicheren Ergebnissen führt, wurde für die Vergleichsberechnungen jeweils eine Last angesetzt, die für die „Methode mit reduzierten Querschnitten“ zu einer hundertprozentigen Auslastung führt. Somit lag der Ausnutzungsgrad für die „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ bei gleicher Einwirkung jeweils darunter und konnte in direkten Vergleich gesetzt werden.



**Abb. 10-4** Vergleichsrechnung Methode der reduzierten Querschnitte - Methode der reduzierten Eigenschaften für Zugbeanspruchung, BSH GI28h, b = 0,12 m

Bei den Berechnungen zur Druckbeanspruchung wurde umgekehrt vorgegangen, da hier Ausnutzungsgrad für die „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ bei gleicher Einwirkung über dem Ausnutzungsgrad bei Anwendung der „Methode mit reduzierten Querschnitten“ liegt, siehe Abb. 10-5.

Die Untersuchungen zeigen, dass für die Beanspruchungen aus Zug und Biegung die „Methode der reduzierten Eigenschaften“ niedrigere Ausnutzungsgrade ergab. Bei Druckbeanspruchung ergab die „Methode der reduzierten Querschnitte“ wirtschaftlichere Ergebnisse. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass dieser Umstand dem Normenausschuss bereits bekannt ist. In der nächsten Generation der Eurocodes wird daher das vereinfachte Verfahren der Bemessung entsprechend überarbeitet.



**Abb. 10-5** Vergleichsrechnung Methode der reduzierten Querschnitte - Methode der reduzierten Eigenschaften für Druckbeanspruchung, BSH GI28h, b = 0,12 m

Die Ergebnisse der Vergleichsrechnungen zeigen, dass mit zunehmenden Querschnittsabmessungen der Einfluss der pauschalen Querschnittsreduzierung um 7 mm je beflamter Querschnittsseite nach der vereinfachten „Methode mit reduzierten Querschnitten“ im Vergleich zur Anwendung des genaueren Verfahrens abnimmt. Daher ist die Anwendung der genaueren „Methode mit reduzierten Eigenschaften“ nur bei geringen Querschnittsbreiten oder –höhen sinnvoll.

Die folgenden Tabellen stellen zusammenfassend dar, ab welcher Querschnittsbreite es hinreichend ist, die „Methode der reduzierten Querschnitte“ zu wählen. Diese Methode wird, wie oben bereits dargestellt, vom Anwender als praxisgerechtere Methode beschrieben und kann unter geringerem Rechenaufwand durchgeführt werden. Bei den in Tabelle 10-1 genannten Querschnittsbreiten weicht unter reiner Biegung oder reinem Zug die „Methode der reduzierten Eigenschaften“ um weniger als 10% von der Ausnutzung der Methode mit reduzierten Querschnitten ab. Die Wirtschaftlichkeiten der Bemessungen liegen damit nahe beieinander. Im Falle von Druckbeanspruchung führt die „Methode der reduzierten Querschnitte“ ohnehin immer zu wirtschaftlicheren Ausnutzungsgraden. Für diese Beanspruchungsart muss für das geänderte Verfahren der nächsten Eurocode-Generation eine neue Vergleichsbetrachtung durchgeführt werden.

**Tabelle 10-1 Bauteilberechnung: Mindestquerschnittsbreiten für Methode der reduzierten Querschnitte**

GL28h	t = 30 min	t = 60 min		C24	t = 30 min	t = 60 min
<b>Biegung</b>	b = 0,10 m	b = 0,14 m		<b>Biegung</b>	b = 0,12 m	<b>b = 0,16 m</b>
<b>Zug</b>	b = 0,14 m	b = 0,18 m		<b>Zug</b>	b = 0,14 m	<b>b = 0,20 m</b>
<b>Druck</b>	immer	immer		<b>Druck</b>	immer	<b>immer</b>

Anhand der Ergebnisse kann empfohlen werden, die „Methode der reduzierten Eigenschaften“ in den normativen Anhang auszugliedern. Sie gilt nur für einige Spezialfälle (rechteckige und runde Querschnitte; Nadelholz; zweiseitige und dreiseitige Brandbeanspruchung; Druck, Biegung und Zug) und bietet im Gesamtangebot der üblichen Querschnitte von Vollholz und Brettschichtholz nur im geringen Maße eine eindeutig verbesserte Wirtschaftlichkeit. In wenigen Fällen, also gerade bei Querschnitten mit einer Breite unter 0,14 m kann sie jedoch zu enormen Leistungsverbesserungen führen. Daher sollte diese Methode den Anwendern auch weiterhin in einem normativen Anhang zur Verfügung stehen. Durch eine Umfrage in der Praxis wurde zudem festgestellt, dass vor allem die Methode der reduzierten Querschnitte bevorzugt angewendet wird, siehe Abschnitt 4.

### 10.2.3 Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6 „Verbindungen“

In Abschnitt 6 ist der Nachweis für Verbindungen von Nägeln, Bolzen, Stabdübeln, Schrauben, Ringdübeln, Scheibendübeln und Nagelplatten geregelt.

Die Umfrage in der Praxis ergab, dass dies für einen überwiegenden Teil der in der Praxis tätigen Ingenieure alle relevanten Verbindungen abdeckt. Exemplarisch wurden im Folgenden zwei der ansonsten geforderten Verbindungsmittelarten auszugsweise diskutiert.

Nach DIN 4102-22 in Verbindung mit DIN 4102-4 konnten Holzverbinder für Feuerwiderstandsdauern von bis zu 30 Minuten mit Stahlblechformteilen einer Mindestdicke von 10 mm nachgewiesen werden. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes Stahl und der geringen Bauteildicke unterliegen außenliegende Stahlblechformteile einem hohen Temperaturanstieg innerhalb weniger Minuten nach Beginn der Brandbeanspruchungen. Nach 30 Minuten Brandbeanspruchung beträgt die Brandraumtemperatur nach ETK 822 °C. Bei dieser Temperatur stellt sich eine effektive Fließgrenze des Stahles von nur 9% des Ausgangswertes unter Normaltemperatur ein. Aufgrund dieser und einiger anderer Einflussfaktoren (vgl. auch [56]) erweist sich ein Nachweis solcher Verbindungsmittel als unwirtschaftlich. In EC 5 -1-2 ist ein Nachweis von Stahlblechformteilen nicht vorgesehen.

Ein Nachweis von zimmermannsmäßigen Verbindungen für den Brandfall ist nach EC 5 -1-2 nicht vorgesehen. Bei Bedarf kann jedoch ein Nachweis für geschützte und ungeschützte Stirn- bzw. Fersenversätze analog der DIN 4102-4 geführt werden, vergleiche hierzu auch S. 26 [56]. Für eine Überarbeitung der Eurocodes wird empfohlen, diese Nachweisverfahren in die EC 5-1-2 aufzunehmen.

Des Weiteren gelten die Regelungen des Abschnitts 6 in EC 5 -1-2, soweit nicht anders angegeben, für eine maximale Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten. Es galt zu prüfen, ob eine Dauer von 60 Minuten praxisgerecht ist, oder ob generell Bedarf an einem Nachweisverfahren für eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten besteht. Dies ist in den folgenden Kapiteln dargelegt sowie in Abschnitt 10.3 diskutiert.

### 10.2.4 Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6.2.1.1 „Ungeschützte Verbindungen – Vereinfachte Regeln“

In *Abschnitt 6.2.1.1* ist ein vereinfachter Nachweis für ungeschützte Verbindungen von Bauteilen geregelt. Er gilt für eine höchste Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten. Eine Umfrage in der Praxis ergab, dass eine Dauer von 30 Minuten praxisgerecht ist, allerdings generell Bedarf an Nachweisverfahren für Feuerwiderstandsdauern von 60 Minuten besteht, siehe Abschnitt 4.

### 10.2.5 Zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 6.2.2.1 „Ungeschützte Verbindungen – Methode mit reduzierten Beanspruchungen“

In *Abschnitt 6.2.2.1* sind zwei verschiedene Bemessungsverfahren für die Bemessung des Widerstandes von ungeschützten Verbindungen angegeben:

- Ermittlung des Bemessungswertes des mechanischen Widerstands nach Gleichung 6.5 sowie
- Ermittlung des Bemessungswertes der Feuerwiderstandsdauer nach Gleichung 6.7.

Beide Gleichungen sind parallel gültig. Sie beinhalten dieselben Parameter und führen somit zu dem gleichen Ergebnis, siehe nachfolgende Herleitung. Dies geht aus der EC 5-1-2 nicht eindeutig hervor.

Durch Anwendung der *Gleichungen (6.5) und (6.6) in EC 5-1-2* kann für eine erforderliche Feuerwiderstandsdauer die korrespondierende Tragfähigkeit für den Brandfall aus der Tragfähigkeit unter Normaltemperaturen ermittelt werden. In Abhängigkeit der Art der Verbindung sowie der angestrebten Feuerwiderstandsdauer ergibt sich aus *Gleichung (6.6) in EC 5-1-2* die Abminderung der Beanspruchbarkeit für den Brandfall. Dabei ist zu beachten, dass die Ausgangsfestigkeit für den Brandfall im Gegensatz zu einer Bemessung unter Normaltemperaturen mit dem 20 %-Quantil der Festigkeit anzusetzen ist. Gemäß dieser Regelung fehlt in der *Gleichung (6.5)* der Faktor  $k_{fi}$  nach *Tabelle 2.1* der Norm. Dieser muss zukünftig über eine Änderung zur EC 5-1-2 in die Gleichung aufgenommen werden. Die korrigierte *Gleichung (6.5) aus EC 5-1-2* zur Ermittlung des charakteristischen mechanischen Widerstandes eines Verbindungsmittels auf Abscheren für den Brandfall muss dementsprechend lauten:

$$F_{v,Rk,fi} = \eta \cdot k_{fi} \cdot F_{v,Rk} \quad \text{Gl.(10.8)}$$

Die *Gleichung (6.7) in EC 5-1-2* zur Ermittlung der vorhandenen Feuerwiderstandsdauer lässt sich aus den *Gleichungen (6.5) und (6.6) in EC 5-1-2* wie folgt herleiten.

$$\text{Gleichung (6.5) aus EC 5-1-2 nach } \eta \text{ umstellen: } \eta = \frac{F_{v,Rk,fi}}{k_{fi} \cdot F_{v,Rk}} \quad \text{Gl.(10.9)}$$

*Gleichung (6.6) aus EC 5-1-2:*

$$\eta = e^{-kt_{d,fi}} \quad \text{Gl.(10.10)}$$

Gl.(10.12) in Gl.(10.11) einsetzen:

$$e^{-kt_{d,fi}} = \frac{F_{v,Rk,fi}}{k_{fi} \cdot F_{v,Rk}} \quad \text{Gl.(10.11)}$$

$$\text{Nach } t_{d,fi} \text{ auflösen: } t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \cdot \ln \eta = -\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{F_{v,Rk,fi}}{k_{fi} \cdot F_{v,Rk}} \quad \text{Gl.(10.12)}$$

Nachweisbedingung unter Normaltemperatur:

$$\frac{E_d}{F_{v,Rd}} = \frac{E_d}{\frac{k_{\text{mod}} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M}} = \eta_0 \quad \text{Gl.(10.13)}$$

$$E_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot F_{v,Rk} \cdot \eta_0}{\gamma_M} \quad \text{Gl.(10.14)}$$

Nachweisbedingung für den Brandfall:

Die maximale Feuerwiderstandsdauer ergibt sich für eine 100%ige Auslastung der Tragfähigkeit der Verbindung im Brandfall.

$$\frac{E_{d,fi}}{F_{v,Rd,fi}} = \frac{E_{d,fi} \cdot \gamma_{M,fi}}{F_{v,Rk,fi}} = 1,0 \quad \text{Gl.(10.15)}$$

$$F_{v,Rk,fi} = E_{d,fi} \cdot \gamma_{M,fi} \quad \text{Gl.(10.16)}$$

EC 5-1-2, Gleichung (2.8):

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d \quad \text{Gl.(10.17)}$$

Mit Gleichung Gl.(10.14) folgt:

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot \frac{k_{\text{mod}} \cdot F_{v,Rk} \cdot \eta_0}{\gamma_M} \quad \text{Gl.(10.18)}$$

Mit Gleichung Gl.(10.17) folgt:

$$F_{v,Rk,fi} = \eta_{fi} \cdot \frac{k_{\text{mod}} \cdot F_{v,Rk} \cdot \eta_0}{\gamma_M} \cdot \gamma_{M,fi} \quad \text{Gl.(10.19)}$$

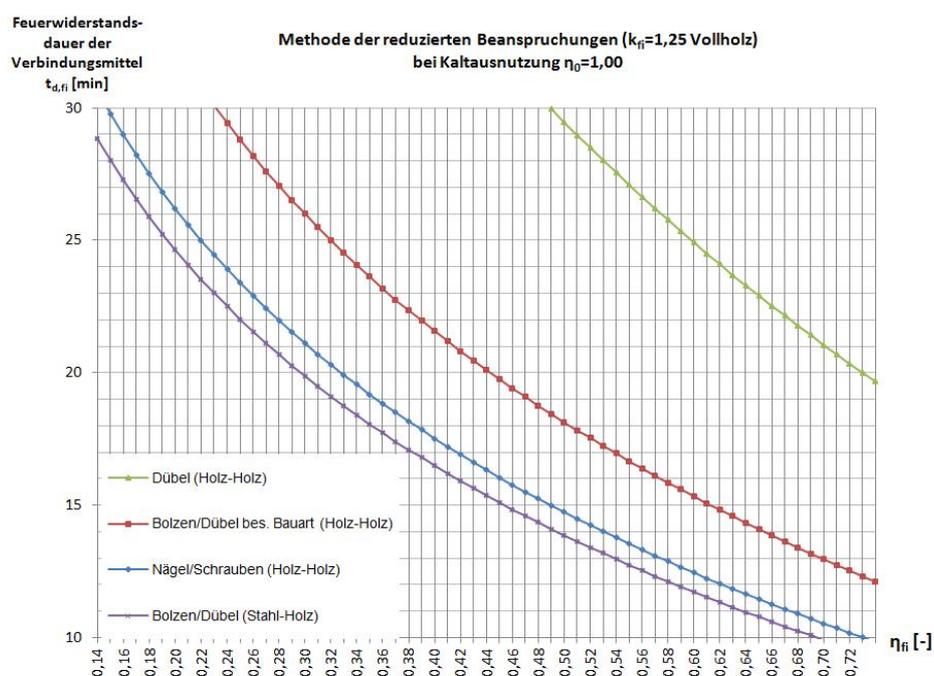
Mit Gleichung Gl.(10.13) folgt:

$$t_{d,fi} = -\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{\eta_{fi} \cdot \gamma_{M,fi} \cdot k_{\text{mod}} \cdot \eta_0}{\gamma_M \cdot k_{fi}} \quad \text{Gl.(10.20)}$$

Diese Gleichung entspricht *Gleichung (6.7) der EC 5-1-2*. Da somit sowohl die *Gleichung (6.5)* als auch *(6.7) der EC 5-1-2* zum gleichen Ergebnis führen, wird empfohlen, die *Gleichung (6.5) der EC 5-1-2* im Hauptteil der Norm zu belassen, da übliche Nachweisverfahren über einen Abgleich der möglichen Beanspruchbarkeit geführt werden. Das Verfahren der Ermittlung der genauen Feuerwiderstandsdauer gemäß *Gleichung (6.7) der EC 5-1-2* sollte jedoch über einen normativen Anhang erhalten bleiben. Bei Nichterreichen der geforderten Tragfähigkeit für eine angestrebte Feuerwiderstandsdauer kann die erzielbare Feuerwiderstandsdauer im Rahmen von Abweichungszulassungen interessant sein, z.B. sofern sich anstelle der geforderten Feuerwiderstandsdauer von beispielsweise 30 Minuten eine tatsächliche Beanspruchungsdauer von 28 oder 29 Minuten ergibt.

Es ist jedoch zu beachten, dass die maximal erzielbare Feuerwiderstandsdauer durch die in *Tabelle 6.3* der Norm angegebene maximale Gültigkeitsdauer für ungeschützte Verbindungen begrenzt ist.

Im Zuge des Projektes wurde zudem eine Reihe von Vergleichsrechnungen zwischen den Verfahren nach *Abschnitt 6.2.1.1* und *Abschnitt 6.2.2.1* der *EC 5-1-2* für ungeschützte Verbindungen durchgeführt, um einen Hinweis darauf zu erhalten, ab wann die Methode der reduzierten Beanspruchungen zu maßgeblich wirtschaftlicheren Ergebnissen führt als die vereinfachte Methode. Als Ergebnis dieser Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass beispielsweise für eine Holz-Holz Bolzenverbindung ausgeführt mit Vollholz erst ab einem geringen Abminderungsfaktor  $\eta_{fi} < 0,6$  der Einwirkungsermittlung die Methode der reduzierten Beanspruchungen maßgeblich zu wirtschaftlicheren Querschnittsabmessungen führt. Solche Werte für den Abminderungsfaktor lassen sich aber durchaus im üblichen Holzbau erzielen.



**Abb. 10-6** Feuerwiderstandsdauer für verschiedene Verbindungsmittelarten nach der Methode der reduzierten Beanspruchungen für Vollholz in Abhängigkeit des Abminderungsfaktors bei einer Kaltausnutzung von 100 %

Zur Vereinfachung der Anwendung von *EC 5-1-2* ist daher zu empfehlen, dass die Methode der reduzierten Beanspruchungen in den normativen Anhang ausgegliedert wird. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Methode der reduzierten Beanspruchungen zu wirtschaftlicheren Ergebnissen führen kann, wenn der Anteil der veränderlichen Lasten deutlich größer ist, als der der ständigen Lasten.

Des Weiteren kann empfohlen werden, dass für einen maximalen Feuerwiderstand der Faktor  $\eta_{fi}$  ähnlich S. 250 [56] vereinfacht tabellarisch aufgenommen wird, siehe *Tabelle 10-2*.

**Tabelle 10-2 Abminderungsfaktoren für maximale Gültigkeitsdauer nach EC 5-1-2 Gleichung (6.6)**

Verbindung mit	k	Maximale Gültigkeitsdauer für ungeschützte Verbindungen [min]	Abminderungsfaktor $\eta_{fi}$ für maximale Gültigkeitsdauer nach Gleichung 6.6
Nägeln und Schrauben	0,08	20	0,20
Bolzen, Holz-Holz mit $d \geq 12$ mm	0,065	30	0,14
Bolzen, Stahl-Holz mit $d \geq 12$ mm	0,085	30	0,08
Stabdübel, Holz-Holz <sup>a</sup> mit $d \geq 12$ mm	0,04	40	0,20
Stabdübel, Stahl-Holz <sup>a</sup> mit $d \geq 12$ mm	0,085	30	0,08
Verbindungsmittel entsprechend EN 912	0,065	30	0,14

#### 10.2.6 Zu EC 5-1-2:2010-12 Anhang D „Abbrand von Bauteilen in Wand- und Deckenkonstruktionen mit ungedämmten Hohlräumen“

In *Anhang D der EC 5-1-2* sind Bemessungsverfahren für den Abbrand von Bauteilen (Wand- und Deckenkonstruktionen) geregelt.

Die Umfrage in der Praxis ergab, dass die Verfahren nur von knapp zwei Drittel der in der Praxis tätigen Ingenieure angewendet werden. In der derzeitigen Form scheinen die Nachweise nicht praxistauglich und sollten vereinfacht werden.

Eine Reihe von Beiwerten für die Bemessung sind derzeit in Europäischen Technischen Zulassungen der Bauprodukte geregelt. Um eine Vereinfachung der Norm zu erzielen, sollten diese für übliche Produkte oder Produktgruppen in der Norm verankert werden.

#### 10.2.7 Zu DIN EN 1995-1-2:2010-12 Anhang E „Berechnung der raumabschließenden Funktion von Wand- und Deckenkonstruktionen“

In *Anhang E* ist ein Bemessungsverfahren für den Raumabschluss von Bauteilen (Wand- und Deckenkonstruktionen) geregelt. Es gilt für eine maximale Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten.

Die Umfrage in der Praxis ergab, dass das Verfahren nicht praxisgerecht ist und kaum angewendet wird.

Positive Effekte durch Trittschalldämmung, Estrich und Fußbodenbelag können bei Anwendung dieses Verfahrens nicht berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung dieser Effekte kann bei der Nachweisführung zu einer wirtschaftlicheren Bemessung führen und sollte daher künftig in Form von Tabellen in Anlehnung an DIN 4102-4 mit angerechnet werden können.

Das Verfahren gilt für Decken nur für eine Brandbeanspruchung von unten. Da der Raumabschluss von Decken üblicherweise für eine Brandbeanspruchung aus beiden Richtungen

erfüllt werden muss, ist hier ebenfalls ein Nachweisverfahren für eine Brandbeanspruchung von oben erforderlich. Zusätzlich sind im Hinblick auf eine deutliche Vereinfachung der Nachweisführung tabellierte Aufbauten für Decken wie in der DIN 4102-4 sinnvoll.

Eine Reihe von Beiwerten für die Bemessung sind derzeit in Europäischen Technischen Zulassungen der Bauprodukte geregelt. Um eine Vereinfachung der Norm zu erzielen, sollten diese für übliche Produkte oder Produktgruppen in der Norm verankert werden.

### **10.3 Empfehlungen für zusätzliche Regelungen und Bemessungsverfahren (Ergänzungen zu EC 5-1-2:2010-12 Abschnitt 4.2)**

#### 10.3.1 Allgemein

Des Weiteren sind einige Nachweise in den Normen nicht ausreichend geregelt. Nach EC 5-1-2 werden vereinzelt Nachweise gefordert, für die jedoch im Rahmen der Normung keine Nachweisverfahren festgelegt sind. Diese bisher zum Teil nur unzureichend festgehaltenen Bemessungsvorschriften werden im Folgenden betrachtet.

Durch die Umfrage in der Praxis wurde zudem festgestellt, welche Nachweise für die Bauteilberechnung von der Praxis noch gewünscht sind. Hierbei wurden von den Ingenieuren beispielsweise die nachfolgend diskutierten innenliegenden Verstärkungen von Durchbrüchen angegeben.

#### 10.3.2 Nachweise für kombiniertes Brettschichtholz

Nachweisverfahren für Querschnitte aus kombiniertem Brettschichtholz sind nach EC 5-1-2 bisher nicht geregelt. Nach [58] ergab sich, dass sich ab einer Höhe von 0,60 m die kombinierten Holzwerkstoffe analog zu homogenen Bauteilen verhalten. Darunterliegende Querschnitte sollten mit einer für den Brandfall auf 95 % abgeminderten Biegefestigkeit berechnet werden. Zug- und Druckfestigkeit bedürfen keiner Abminderung.

#### 10.3.3 Nachweise für gekrümmte Träger und veränderliche Querschnitte

Die EC 5-1-2 regelt Nachweise für Druck, Biegung und Zug lediglich für konstante runde und rechteckige Querschnitte. Der Praxis sind ebenfalls Verfahren für andere übliche Querschnitte beispielsweise mit veränderlicher Höhe zur Verfügung zu stellen. Gemäß *EC 5-1-2 Abschnitt 3.4.1 (3)* sollen die Eigenschaften eines Querschnitts auf der ermittelten Abbrandtiefe einschließlich Eckausrundungen basieren. Alternativ darf ein Nennquerschnitt ohne Eckausrundungen mit dem Nennwert der Abbrandtiefe berechnet werden. Gemäß *Abchnitt 3.4.1 (4)* sollte als Lage der Abbrandgrenze die Position der 300°-Isotherme angenommen werden. Wie diese zu ermitteln ist, wird allerdings nicht geregelt.

Auch gekrümmte Träger sind bisher nicht für den Brandfall geregelt. Die Bemessungsmethoden der DIN 4102-22 gelten nur für Träger mit konstantem Querschnitt und können somit nicht ohne weiteres auf gekrümmte Träger oder Träger veränderlicher Höhe angewendet werden [56]. Ein Querschnittsnachweis für gekrümmte und der Höhe nach veränderliche Träger ist nach *DIN 4102-22 Abschnitt 5.5.2.1* für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten für Träger mit einer Mindestbreite von 0,16 m und einem Seitenverhältnis von  $h/b \geq 3$  nicht erforderlich. In allen anderen Fällen sollte ein Nachweis in Anlehnung an DIN 1052 unter Anwendung der vereinfachten Bemessungsmethode nach *DIN 4102-22 Abschnitt 5.5.2.1 a)* geführt werden. In den Nachweisen ist anstelle des ideellen Restquerschnitts ein fiktiver Restquerschnitt anzusetzen, der sich aus dem ideellen Restquerschnitt sowie einer weiteren Querschnittsreduzierung von 20 mm je beflammteter Querschnittsseite ergibt. Die Bemessung kann dann unter der Annahme erfolgen, dass Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften nicht durch den Brand beeinflusst werden, vergleiche hierzu auch S. 182 i.V.m. S. 175 des Holz Brandschutz Handbuchs [56].

#### 10.3.4 Nachweise für Verstärkungen

Innenliegende Verstärkungen von Durchbrüchen sind nach EC 5-1-2 nicht explizit geregelt. Eine Regelung analog zu *DIN 4102-22:2004-11 Abschnitt 5.5.2.5* ist empfehlenswert. Hier wurde festgelegt, dass Verstärkungen von Durchbrüchen nicht gesondert nachgewiesen werden müssen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Eingeleimte Gewindestangen werden so eingebracht, dass die Gewindestange für die Dauer der Brandbeanspruchung vollständig innerhalb des ideellen Restquerschnitts liegt.
- Außenliegende Verstärkungen weisen unter Berücksichtigung des rechnerischen Abbrandes nach der geforderten Zeitdauer des Feuerwiderstandes noch eine Restdicke  $t$  nach der folgenden Gleichung auf:

$$t \geq 0,6 * t_r \quad \text{Gl.(10.21)}$$

Dabei ist  $t_r$  die erforderliche Mindestdicke der Verstärkung bei Normaltemperatur.

#### 10.3.5 Schubnachweise

Ein Schubnachweis darf nach *EC 5-1-2 4.3.1 (2)* für rechteckige und runde Querschnitte vernachlässigt werden. Für ausgeklinkte Träger sollte nachgewiesen werden, dass als Restquerschnitt im Bereich der Ausklinkung mindestens 60 % des bei Bemessung unter Normaltemperatur erforderlichen Querschnitts verbleiben.

Das Forschungsprojekt zur Bemessung von Voll- und Brettschichtholzbauteilen aus maschinell sortiertem Schnittholz für den Brandfall [59] beschreibt, dass gerade bei hohen Trägern unter Biegebeanspruchung ein Schubversagen im Brandfall eintreten kann, selbst wenn der

Nachweis unter Kaltbemessung nicht maßgebend ist. Im Gegensatz zu allen derzeit gültigen Normen schrieb auch die frühere nationale Norm DIN 4102-4:1994-03 vor, dass für Biegeträger, bei denen unter Normaltemperatur der Schubnachweis gegenüber dem Nachweis auf Biegung oder Biegung mit Längskraft maßgebend wird, ein mögliches Schubversagen für den Brandfall zu untersuchen ist. Es wird daher empfohlen, die Nachweise der DIN 4102-4 in die europäischen Regelungen aufzunehmen.

#### 10.3.6 Querdrucknachweise

Querdrucknachweise sind nach Abschnitt *EC 5-1-2 Abschnitt 4.3.1(1)* nicht zu führen. Es sei hier jedoch darauf verwiesen, dass sich im Brandfall durch größere Verformungen und Lastumlagerungen im Auflagerbereich ein frühzeitiges Versagen der Konstruktion einstellen kann, vergleiche hierzu auch S.168 im Holz Brandschutz Handbuch [56]. Es ist im Rahmen weiterführender Untersuchungen zu überprüfen, ob diese Nachweise für die Bemessung im Brandfall erforderlich sind und gegebenenfalls entsprechende Vorschläge für Nachweisverfahren zu formulieren.

#### 10.3.7 Heißbemessungskriterium

In der Regel ist nach dem Holz Brandschutz Handbuch S.138 [56] bei Querschnitten mit einer Mindestbreite von 0,12 m die Kaltbemessung maßgebend. Zur Absicherung dieses Erkenntnis wird empfohlen, weitere Untersuchungen anhand von Vergleichsrechnungen vorzunehmen. Im Falle einer Bestätigung könnte dieses Kriterium in die Regelungen der EC 5-1-2 für einen Entfall der Nachweisführungen im Brandfall aufgenommen werden. Diese Vorgehensweise würde eine wesentliche Erleichterung für die in der Praxis tätigen Ingenieure herbeiführen.

### 10.4 Zusammenfassung und Ausblick

Auf Grundlage der Umfrage sowie der Ergebnisse der internen Studie wurden im Wesentlichen die nachfolgend aufgelisteten Lösungsvorschläge erarbeitet:

- Aufnahme des Hinweises die vereinfachte Methode zur Ermittlung der Einwirkungen nach EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 (2) für Einwirkungskombinationen mit keinem oder einem einzigen veränderlichen Lastfall stets anzuwenden. Für eine Kombination mehrerer veränderlicher Lastfälle (z.B. Wind führend und Schnee) kann insbesondere bei führenden veränderlichen Lasten der Kategorien A und B die genaue Ermittlung der Einwirkungskombination nach Abschnitt 4.3.1 [R3] wirtschaftlicher sein. Ob dies der Fall ist, kann anhand des Verhältnisses der führenden veränderlichen zur ständigen Last  $Q_k/G_k$  im Diagramm abgelesen werden, dass hinsichtlich der relevanten Lastkombinationen und zugehörigen Kombinationsbeiwerte entsprechend des Vorschlags in Abbildung 2 zu überarbeiten ist
- Beibehaltung der Empfehlung  $\eta_{fi} = 0,6$  in Abschnitt 2.4.2 (2) [R3]. Zudem diese Empfehlung zentraler in den Mittelpunkt des Textes stellen, darunter ein detailliertes Diagramm

der Abminderungsfaktoren (Abb. 10-1 2) als Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der beiden Verfahren begeben und Gleichung (2.9) der EC 5-1-2 [R3] unterhalb dieses Diagrammes zufügen.

- Ausgliederung der Methode mit reduzierten Eigenschaften nach EC 5-1-2 Abschnitt 4.2.3 in den normativen Anhang aufgrund fehlender Anwendungsbreiten sowohl im Rechenverfahren, als auch in der Praxis. Festlegung von Grenzwerten in Bezug auf Querschnittsabmessungen, ab derer die Anwendung des genauen Verfahrens wirtschaftlich bzw. erforderlich ist und auf dieses verweisen.
- Ausgliederung der Methode der reduzierten Beanspruchungen in den normativen Anhang. Zudem Hinweis auf die Wirtschaftlichkeit dieses Nachweises anhand des Abminderungsfaktor  $\eta_{fi}$  nach EC 5-1-2 Abschnitt 2.4.2 [R3].
- Aufnahme des Parameters  $k_{fi}$  für das 20 %-Quantil der Beanspruchbarkeit in EC 5-1-2 Gleichung 6.5 [R3].
- Aufnahme eines Hinweises, dass EC 5-1-2 Gleichung 6.5 [R3] und Gleichung 6.7 [R3] denselben Ursprung haben.
- Tabellierung des Faktors  $\eta$  für EC 5-1-2 Gleichung 6.5 [R3] nach Gleichung 6.6 [R3] i.V.m. Tabelle 6.3.
- Entwicklung und Bereitstellung von Nachweisverfahren für zimmermannsmäßige Verbindungen
- Erweiterung des Nachweisverfahrens für ungeschützte Verbindungen auf eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten.
- Erweiterung des Nachweisverfahrens für geschützte Verbindungen auf eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten.
- Aufnahme von tabellierten Aufbauten für Wände, Decken und Dächer wie in der DIN 4102-4.
- Angaben zu bisher nicht explizit geregelten Nachweisverfahren für den Brandfall von:
  - Kombiniertes Brettschichtholz
  - Gebogenen Querschnitten und Querschnitten veränderlicher Höhe
  - Querszugbeanspruchung (beispielsweise mit einem verschärften Verfahren der reduzierten Querschnitte siehe S. 182 [56] i.V.m. S. 175 [56] regelbar)
  - Schubbeanspruchung im Hinblick auf die Forschungsergebnisse nach [59].
- Aufnahme eines Querschnittskriteriums für Heißbemessung von Bauteilen analog zu S.138 [56].

## **11 EC 5-2: Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Vergleich von baupraktischen Erfahrungen mit den Anwendungsregeln der Norm; Ausführung baulicher Holzschutz**

### **11.1 Motivation**

Vorrangiges Ziel ist es, einfache Bemessungsregeln in der Holzbrückennorm EN 1995-2 [R5] zu verankern, um die Bemessung des Großteiles der in der Baupraxis ausgeführten Bauwerke auf einfache und zügige Weise zu ermöglichen.

Neben den Vereinfachungen sollte der bauliche Holzschutz, so wie er zwischenzeitlich in den D-A-CH-Staaten gefordert wird (Unterscheidung zwischen Bauteilen „geschützt“ und „nicht geschützt“), Eingang in das europäische Normenwerk finden. Allerdings wird in einigen Staaten (z.B. Norwegen) bzw. von einigen Unternehmen (Deutsche Bundesbahn: Holzschwellen) ausschließlich chemisch geschützt. Auf die ökologischen Folgen (u.a. Sondermüll) soll hier nur am Rande hingewiesen werden. Die im deutschen NA zur EC 5-2 [R4] enthaltenen Hinweise zur konstruktiven Durchbildung (Mindestquerschnitte, Robustheit etc.) sind nochmals auf den Prüfstand zu stellen, um sie dann mit den Regelungen anderer europäischer Staaten abzugleichen und harmonisieren zu können.

### **11.2 Anamnese**

Zur Holzbrückennorm EN 1995-2 [R5] erfolgten eine redaktionelle Durchsicht auch des zugehörigen deutschen Nationalen Anhangs EC 5-2/NA [R6], Gespräche mit Planern und Betrieben zu häufig ausgeführten Konstruktionen und Detailausbildungen sowie Recherchen zu aktuell bekannten und angewendeten Ansätzen zu Entwurf und Berechnung. Desweiteren wurde ein Vergleich von baupraktischen Erfahrungen mit den Anwendungsregeln der Norm zur Identifizierung notwendiger Anpassungen im Hinblick auf das General Review vorgenommen.

### **11.3 Diagnose**

Die Recherche zu aktuell bekannten und angewendeten Ansätzen zu Entwurf und Berechnung ergab kurzfristig keinen nennenswerten Ergänzungs- oder Änderungsbedarf – langfristig jedoch zu den Themen

- Ergebnisse Brückenprüfungen nach DIN 1076 [R20]
- Baulich konstruktiver Holzschutz
- Ermüdung
- Holz-Beton-Verbund (TCC)
- Brettsperrholz (CLT)

Das Ziel, einfache Bemessungsregeln in der Norm zu verankern, um die Bemessung des Großteiles der in der Baupraxis ausgeführten Bauwerke auf einfache und zügige Weise zu ermöglichen, betrifft beim Holzbrückenbau zum Einen das dynamische Tragverhalten (u.a. Schwingungsnachweise, Ermüdung), zum Anderen die immer häufiger in Holz-Beton-Verbund ausgeführten Überbauten.

Von der Erarbeitung diesbezüglicher Grundlagen, wissenschaftliche Hintergründe und Randbedingungen wurde zum jetzigen Zeitpunkt abgesehen, da im September 2015 CEN erklärt hat, hierzu – zeitlich gestaffelt - zwei Projektgruppen zu beauftragen. Hierfür wurden die diesbezüglich bereits in der EN 1995-2 vorhandenen Abschnitte zusammengetragen und – teilweise mit Kommentaren versehen – Mitgliedern der Projektgruppe zur Berücksichtigung mit auf den Weg gegeben (s. Anlage 10-1).

Neben dem Holz-Beton-Verbund (TCC) wurde auch zum Brettsperrholz (CLT) in der ersten Runde von CEN eine Forschungsgruppe beauftragt. Die Regelungen sollten dann allerdings zuerst in die EN 1995-1-1 einfließen und anschließend überlegt werden, welche eventuellen erforderlichen Ergänzungen sich dann für die EN 1995-2 ergeben.

Die Ergebnisse der Brückenprüfungen nach DIN 1076 [R20] ergaben, dass dem baulich-konstruktiven Holzschutz die größte Beachtung zu schenken ist (siehe auch DIN 1052 [R18], DIN 1074 [R19] und DIN 68800 [R23]). Ferner wurde ein von Frau Prof. Simon an der Hochschule Erfurt beantragtes Forschungsvorhaben genehmigt, welches sich diesem Thema widmen wird. Auch hier sind die Ergebnisse abzuwarten; anschließend ergeben sich eventuell Ergänzungen oder Präzisierungen für die EN 1995-2 [R5].

Bei Umfragen unter Planern und Betrieben zu häufig ausgeführten Konstruktionen und Detailausbildungen wurde im Wesentlichen auf die Muster- bzw. Detailzeichnungen in [61] und [62] verwiesen. Im Hinblick auf die Verankerung des baulich konstruktiven Holzschutzes in der EN 1995-2 wurden Teile des deutschen EC 5-2/NA [R6] in das Englische übersetzt. Ein Vorschlag zur (besseren) Implementierung des baulichen Holzschutzes in EC 5-2 findet sich in Anlage 10-2. Dies ist den Holzbrückenbauern besonders wichtig im Hinblick auf die Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – kurz ABBV – des Bundes und der Länder [64]. Ungeschützte Brücken und Hochbauten haben den Holzbau auch in der Bevölkerung in Verruf gebracht – daher sollte auch auf eine möglichst große Übereinstimmung mit den Fachregeln von Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB (z.B. [63]) angestrebt werden.

Die Identifizierung und Vorschläge zum Streichen überflüssiger Textpassagen beschränken sich auf die Reduzierung des Allgemeinen Teiles. Auch eine Reduzierung und Vereinheitlichung der Formelzeichen und Begriffe auf den Holzbau ist möglich (s. Anlage 10-1).

Auch wurde auf Textpassagen hingewiesen, welche in den Hauptteil 1-1 der Norm aufgenommen und dann im Teil 1-2 gestrichen werden sollten. (s. Anlage 10-1).

Formulierungen mit Lehrbuchwissen wurden nur ganz untergeordnet erkannt; die Erstellung eines informativen Kommentars bzw. Anhang erscheint dennoch sinnvoll.

Hinsichtlich der Verbesserung der handwerklichen Qualität und der Sprache der Normen (die Sprache muss so exakt sein, dass Auslegungen eher die Ausnahme sind) sind einige Nachbesserungen erforderlich. (s. Anlage 10-1).

Dieser Vergleich von baupraktischen Erfahrungen mit den Anwendungsregeln der Norm zur Identifizierung notwendiger Anpassungen erfolgte sehr kurzfristig im Hinblick auf das General Review zur EN 1995-2.

An die entsprechende WG6 im CEN TC250/SC5 wurden einige Fragen gestellt im Hinblick auf in der Norm enthaltene Werte, deren Herkunft nicht bekannt ist. s. Anlage 10-1; lila Textpassagen).

Eine Reduzierung der NDP's hat über den Teil 1-1 zu erfolgen.

Die Einheitliche Gliederung in den Normen EC2, EC3 und EC5 (nur diese wurden verglichen) des konstruktiven Ingenieurbaus finden sich immer in den gleichen Kapiteln der Normenteile 1-2, d.h. unabhängig von der Bauweise stehen die wesentlichen Regelungen wie z.B. GZT oder GZG immer im gleichen Kapitel.

Die Ermüdungsnachweise stehen im Stahlbau im Kapitel 9 – es wird empfohlen, dass der Holzbau seine entsprechenden Hinweise ebenfalls in einem Kapitel 9 zusammenfasst und das jetzige Kapitel 9 zum Kapitel 10 wird.

#### **11.4 Therapie**

Die Erarbeitung von Vereinfachungen, Beseitigung von Doppelungen; u.a. Richtigstellungen usw. wurden tabellarisch zusammengefasst (Anlage 10-1) und sind bereits im Dezember 2016 in die deutsche Stellungnahme zum General Review eingeflossen.

## 12 Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens war die pränormative Forschung im Vorfeld der praxisgerechten Überarbeitung und Weiterentwicklung des EC 5 für den Holzbau (EN 1995-1-1; EN 1995-1-2; EN 1995-2).

Die Arbeiten folgten dem Grundsatz, dass zunächst in einer Anamnese Schwachstellen und Überregulierungen des EC 5 zusammengetragen wurden. Dann wurde in einer Diagnose geprüft, inwieweit diese Defizite in der Praxis Bedeutung haben, um anschließend Verbesserungen und Vereinfachungen im Sinne einer Therapie zu erarbeiten und soweit erforderlich durch Vergleichsrechnungen zu validieren.

Im Rahmen des Projektes wurden ausgewählte Themen analysiert und praxisgerecht aufbereitet, die für die Holzbaupraxis derzeit die höchste Relevanz aufweisen. Die Festlegung der relevanten Themenkomplexe erfolgte in Abstimmung mit den im Holzbau tätigen Ingenieuren und Ausführenden. Diese wurden in Forschungsanträgen spezifiziert und anschließend im Lenkungsausschuss der PRB vorgestellt, diskutiert und ggf. modifiziert.

Als verbesserungswürdige Schwerpunktthemen des EC 5 haben sich aus deutscher Anwendersicht insbesondere die Regelungen zu den stiftförmigen Verbindungsmittel sowie die Bemessung und Detaillierung von Verstärkungsmaßnahmen herausgestellt. Desweiteren wurden die Bemessung von Wand- und Deckentafeln sowie die Konkretisierung der Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit priorisiert.

Es wurden pränormative Verbesserungsvorschläge und Vereinfachungen im Sinne einer Therapie zu den meisten Kapiteln des EC 5 erarbeitet. Im Vordergrund stand die Verbesserung der Anwenderfreundlichkeit auf Basis der bisherigen Erfahrungen in Deutschland und der Analyse aktueller Fachliteratur. Bei allen bearbeiteten Themen wurde auch eine Reduktion der Anzahl der NDP und insbesondere der deutschen Zusatzregeln erreicht. Die Therapievorschläge mündeten in laufend überarbeitete und praxistaugliche Entwürfe von Normentexten für den EC 5 selbst und für den zugehörigen Nationalen Anhang. Sämtliche Ergebnisse wurden auf nationaler Ebene, teilweise bereits auch auf europäischer Ebene vorgestellt und diskutiert.

Im Rahmen der laufenden Auswertung der europäischen Kommentare aus der systematischen Überprüfung und bei der Überarbeitung des EC 5 bis zur Fertigstellung des neuen Normentwurfs etwa bis Ende 2020 müssen zukünftig Änderungs- und Verbesserungsvorschläge aus anderen Ländern diskutiert werden. Dabei kommt es darauf an, diese Vorschläge aus Sicht der Anwenderfreundlichkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zu beurteilen (z. B. durch Vergleichsrechnungen) und mit den deutschen Vorschlägen zu vergleichen.

Im Rahmen dieses Prozesses wird es zu weiterer Überarbeitung und Optimierung der Vorschläge kommen und es werden sich ggf. neue Forschungsthemen ergeben, die bisher noch nicht als Schwerpunkte identifiziert worden sind.

## 13 Schrifttum

### 13.1 Normen und Regelwerke

- [R1] EN 1995-1-1:2010-12: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [R2] DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
- [R3] EN 1995-1-2: 2010-12: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [R4] DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [R5] EN 1995-2: 2010-12: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 2: Brücken
- [R6] DIN EN 1995-2/NA:2011-08: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 2: Brücken
- [R7] DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [R8] DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07: Änderungspapier: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
- [R9] Eurocode 5: ENV 1995-1-1: 1993: Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holztragwerken - Teil 1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau. Deutsche Fassung.
- [R10] DIN EN 1995-1-1:1995: Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau
- [R11] EN 1995-1-1: 2008-09: Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings (includes Amendment A1:2008), English version
- [R12] DIN EN 1990:2010-12: Grundlagen der Tragwerksplanung (einschließlich Änderung A1); DIN, Berlin
- [R13] DIN EN 1990/NA:2010-12: Nationaler Anhang National festgelegte Parameter Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- [R14] DIN EN 1991:2010-12: Einwirkung auf Tragwerke, DIN, Berlin
- [R15] DIN 1052:1988-04-2: Holzbauwerke – Mechanische Verbindungen
- [R16] DIN 1052-1:1988-04: Holzbauwerke - Berechnung und Ausführung
- [R17] DIN 1052:2004-08: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- [R18] DIN 1052: 2008-12: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau

- [R19] DIN 1074: 2006-09: Holzbrücken - Berechnung und Ausführung
- [R20] DIN 1076: 1999-1: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung
- [R21] DIN 4102-4:1994-03: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [R22] DIN 4102-22:2003-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Teil 22: Anwendungsnorm zur DIN 4102-4
- [R23] DIN 68800:Holzschutz im Hochbau
  - Teil 1: 2011-10: Allgemeines
  - Teil 2: 2012-02: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (12/02)
  - Teil 3: 2012-02: Vorbeugender chemischer Holzschutz
- [R24] DIN EN 409:2009-08: Holzbauwerke – Prüfverfahren – Bestimmung des Fließmoments von stiftförmigen Verbindungsmitteln
- [R25] DIN EN 14080:2013-09: Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz-Anforderungen
- [R26] DIBt Z-9.1-XXX, diverse abZ von selbstbohrenden Vollgewindeschrauben (Spax, Würth, SFS, Heco, ...)
- [R27] ETA-XX/YYYY; diverse ETAs von selbstbohrenden Vollgewindeschrauben (Spax, Würth, SFS, Rothoblaas, Schmidt, Heco, Fischer, HSK, Eurotec, ...)
- [R28] New Zealand Standard 3603 Revision (Draft): Connection Chapter and Appendix
- [R29] ISO 4356:1977: Bases for the design of structure - Deformations of buildings at the serviceability limit states

### 13.2 Literatur

- [1] Kleinheinz, M.; Brunnschweiler, A. (2015): Deviation of existing National Determined Parameters (NDPs) of EN 1995-1-1, EN 1995-1-2 and EN 1995-2. CEN/TC/ 250/SC 5 - Timber Structures, Doc. N 509
- [2] Jäger, W. (2014): PRB-PG1\_0204-20150215-Combinations-of-actions-HS-WJ (Ergebnis aus internem Forschungsantrag: PRB-1.8)
- [3] Gerold, M.; Kleiber, M. (2015): Abschlussbericht, PRB Projektgruppe 1, Erprobung der Praxistauglichkeit der Vorschläge zu EN 1990, EN 1991-1-3 und EN 1991-1-4 - Vergleichsberechnungen Holzbau
- [4] Colling, F. (2014): Holzbau - Grundlagen und Bemessung nach EC5 und Holzbau-Beispiele. 4. Auflage, Springer-Vieweg
- [5] Colling, F.; Mikoschek, M. (2015): Simplification of basic design rules. COST FP1402, Meeting Pamplona, Spanien
- [6] Colling, F.; Mikoschek, M. (2016): Simplified load combination rules - economic aspects and reliability. COST FP1402, Meeting Stockholm, Schweden

- [7] JCSS, CodeCal - Reliability based code calibration, 2004
- [8] Joint Committee on Structural Safety JCSS (2001): Probabilistic Model Code, Part 1 – Basis of Design, Technical University of Denmark, [www.jcss.byg.dtu.dk/Publications/Probabilistic\\_Model\\_Code.aspx](http://www.jcss.byg.dtu.dk/Publications/Probabilistic_Model_Code.aspx)
- [9] Ehlbeck J., Belchior-Gaspard P., Gerold, M.: Eingeleimte Gewindestangen unter Axialbelastung bei Übertragung von großen Kräften und bei Aufnahme von Querkraften in Biegeträgern – Teil 2: Einfluß von Klimaeinwirkung und Langzeitbelastung. Forschungsbericht der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Abt. Ingenieurholzbau, Universität Karlsruhe, 1992
- [10] Hollinsky K.: In Brettschichtholz eingeklebte Stabelemente: Verhalten bei wechselnden klimatischen Bedingungen, Holzforschung und Holzverwertung , Nr. 1, 1992
- [11] Blaß H.-J., Krüger O.: Schubverstärkung von Holz mit Holzschrauben und Gewindestangen. Band 15 der Reihe Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2010
- [12] Wallner B.: Versuchstechnische Evaluierung feuchteinduzierter Kräfte in Brettschichtholz verursacht durch das Einbringen von Schraubstangen. Master Thesis. Institute of Timber Engineering and Wood Technology, Graz University of Technology, 2012
- [13] Dietsch P.: Einsatz und Berechnung von Schubverstärkungen für Brettschichtholzbauteile. Dissertation. Technische Universität München, 2012
- [14] Schulte-Wrede, M.: Klima- und holzfeuchtetechnisches Monitoring unterschiedlich durch Sonneneinstrahlung beanspruchter Trägerbereiche beim Bauvorhaben einer Lagerhalle in Hoya, Untersuchungsbericht, Untersuchungsbericht, MPA BAU, Prüfstelle Holzbau, Technische Universität München, 2017
- [15] Gamper, A., Dietsch, P., Merk, M., Winter, S., Gebäudeklima - Langzeitmessung zur Bestimmung der Auswirkungen auf Feuchtegradienten in Holzbauteilen, Abschlussbericht, Fraunhofer IRB Verlag 2015, ISBN 978-3-8167-9518-6, 2015
- [16] Blaß, H.-J., Ehlbeck, J., Kreuzinger, H., Steck, G., Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08, Bruderverlag, Karlsruhe, 2004
- [17] Burmester, A.; Verbesserung des Querdruckwiderstandes von Holz - Versuche insbesondere an Holzschwellen, Holz-Zentralblatt, 91:2128 – 2130, 1965
- [18] Moehler, K., Freiseis, C.; Erhöhung der Querdruckfestigkeit von Auflagerungen durch zusätzliche Konstruktionsmaßnahmen, Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen, TH Karlsruhe, 1980-81.
- [19] Lackner, R.; Auflagerverstärkung an Brettschichtholzträgern; eine Möglichkeit zur Erhöhung der Querdruckbelastbarkeit von Brettschichtholz. Holzforschung, Holzverwertung, 32:87–90; 33:81–87 und 34:10–12, 1980, 1981, 1982
- [20] Ehlbeck, J.; Möglichkeiten zur Erhöhung der Querdruck- und Querkraftbelastbarkeit von Holz, Holz als Roh- und Werkstoff, Vol. 43, No. 3, pp 105-109, 1985
- [21] Colling, F.; Erhöhung der Querdruckfestigkeit von Holz mittels Schnellbauschrauben, Forschungsbericht, FH Augsburg, 2000

- [22] Bejtka, I.; Querzug- und Querdruckverstärkungen – Aktuelle Forschungsergebnisse, in Tagungsband Ingenieurholzbau - Karlsruher Tage, Forschung für die Praxis, Bruderverlag, Karlsruhe, 2003, S. 7-18
- [23] Blaß, H.J., Bejtka, I.; Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, in: Holzbau Kalender, Bruderverlag Karlsruhe, 2004, S. 516 – 541
- [24] Bejtka, I.; Verstärkung von Bauteilen aus Holz mit Vollgewindeschrauben, Dissertation, Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau, Band 2, Universitätsverlag Karlsruhe, 2005
- [25] Bejtka, I, Blaß, H.J.; Self-tapping screws as reinforcement in beam supports, Proceedings of the CIB-W18 Meeting 39, Paper no. 39-7-2, Florence, Italy, 2006
- [26] Strasser, A.: Querdruckverstärkungen von Holzbauteilen, Bachelorarbeit, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München, 2016
- [27] Jockwer, R., Simplification of the design approach for buckling failure of reinforcement in compression, Kurzbericht, ETH Zurich, 2016
- [28] Thelandersson, S. 1995: Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit - Verformungen. STEP 1, Beitrag A17
- [29] BDF-Merkblatt 02-04: Gebrauchstauglichkeit von Holzbalkendecken. Verfasser: bauart Konstruktions GmbH & Co. KG. Stand 30.04.2015
- [30] Bender, M.: Bemessungsdiagramme für Holzbalkendecken bei unterschiedlichen Anforderungen an den Schwingungsnachweis. Masterthesis. Hochschule Biberach. 2016.
- [31] Fitz, M.: Untersuchung des Schwingungsverhaltens von Deckensystemen aus Brettsperrholz (BSP). Diplomarbeit an der TU Graz. 2008.
- [32] Hamm, P.: Warum Decken zu schwingen beginnen. In: bauen mit holz. 3/2006. S. 24-29.
- [33] Hamm, P., Richter, A.: Schwingung von Brettsperrholzplatten. In: BSPHandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. Hrsg.: G. Schickhofer, T. Bogensperger, T. Moosbrugger, TU Graz. 2009. S. D-57 – D-112.
- [34] Holzbau Deutschland: Entwurf: Information – Qualitätsklassen für zulässige Verformungen im Holzbau. Ostfildern. 24. Februar 2017. Nicht veröffentlicht.
- [35] Kreuzinger, H.; Mohr, B. Gebrauchstauglichkeit von Wohnungsdecken aus Holz; Abschlussbericht Januar 1999. TU München, Fachgebiet Holzbau. Forschungsvorhaben durchgeführt für die EGH, DGfH.
- [36] Mohr, B.: Deckenschwingungen. In: Bauen mit Holz. 11/2001. S. 29-38.
- [37] Ohlsson, S.: Floor vibrations and human discomfort. Department of Structural Engineering, Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden. 1982.
- [38] Stumpf, D.: Parameterstudie zum Einfluss der nachgiebigen Lagerung auf das Schwingungsverhalten von Holzdecken. Bachelorthesis. Hochschule Biberach. 2015.
- [39] Winter, S.; Hamm, P.; Richter, A.: Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken. Schlussbericht Juli 2010. TU München, Lehrstuhl für

- Holzbau und Baukonstruktion. Forschungsvorhaben gefördert aus den Haushaltsmitteln des BMWA über die AiF.
- [40] Fritzen, K.: Verformungsgrenzwerte im Holzbau – Empfehlunegn für die Planung. Bruderverlag, 2015.
- [41] Johansen, K.W.: Theory of timber connections. International Association für Bridge and Structural Engineering, Vol 9, p.249-262, 1949
- [42] Jorissen, A.; Blaß H. J.: The Fastener Yield Strength in Bending. International Council for Building Research Studies and Documentation, WC W 18: Timber Structures, Meeting Thirty-One Savonlinna Finland, 1998-08
- [43] Blaß H. J.: Connections with metal fastener, Vortrag im Zuge der COST FP 1402, 2015-10
- [44] Blaß H. J.: Vorlesungsunterlagen Ingenieurholzbau, Winstersemester 2013/2014
- [45] Kangas J et. al.: A smiple method für load-carrying capacity of dowel-type fastener. International Council for Building Research Studies and Documentation, WC W 18: Timber Structures, Metting Twenty-Nine Bordeaux France, 1996-08
- [46] Mischler A.: Influence of ductility on load-carrying capacity of joints with dowel-typ fasteners. International Council for Building Research Studies and Documentation, WC W 18: Timber Structures, Metting Twenty-Thirty Vancouver Canada, 1997-08
- [47] Griffiths R., Källsner B., Blass H.J., Enjily V.: A Unified Design Method for the Racking Resistance of Timber Framed Walls for Inclusion in EUROCODE 5 (CIB W18: 38-15-9), 2005
- [48] Källsner, B., Girhammar U.A.: Plastic design of partially anchored wood-framed wall diaphragms with and without openings (CIB W18: 38-15-5 und WCTE 2006), 2005
- [49] Källsner, B., Girhammar U.A., Vessby J.: Evaluation of two analytical plastic design models for light-frame shear walls (WCTE 2012), 2012
- [50] PD 6693-1-1: Published Document, Recommendations for the design of timber structures to Eurocode 5 - Part 1-1. British Standard Institution.
- [51] Källsner, B.,Girhammar, U.A.: A plastic lower bound method for design of wood-framed shear walls. Proceedings 8th World Conference on Timber Engineering, Lahti, Finland, 2004
- [52] Källsner, B.,Girhammar, U.A.: Influence of framing joints on plastic capacity of partially anchored wood-framed shear walls (CIB W18: 37), 2004
- [53] Porteous. J., Kermani, A.: Structural Timber Design to Eurocode 5. Wiley-Blackwell
- [54] Kessel, M.H.: Discussion paper for the revision of EC 5. Dokument NA 005-04-01-01 AK N 632 des Spiegelausschusses Holzbau im DIN,2016
- [55] Kessel, M.H., Schönhoff, T., Hall, C., Anheier, D., Sieder, M.: Nailed floor panels with free edges - extension of the shear field method, 2017
- [56] Holz Brandschutz Handbuch. Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V., Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 3. Auflage, 2009.

- [57] M. Peter, C. Scheer: Holzbau-Taschenbuch, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 11. Auflage, 2015.
- [58] M. Peter, C. Scheer, P. Lenke: Numerische Untersuchungen zur Tragfähigkeit von Holzbauteilen aus kombiniertem Brettschichtholz für den Brandfall, Technische Universität Berlin, 2006 (unveröffentlicht).
- [59] M. Peter, T. Göckel: Bemessung von Voll- und Brettschichtholzbauteilen aus maschinell sortiertem Schnittholz für den Brandfall Teil 2: Brandversuche zur Bestätigung der theoretischen Erkenntnisse, Forschungsbericht, Technische Universität Berlin, 2003.
- [60] V. Schleifer: Zum Verhalten von raumabschließenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall, Dissertation ETH Nr. 18156, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Zürich 2009
- [61] Gerold M., Krolak M.: Musterzeichnungen als Grundlage zur ZTV-ING 9-3 für Holzbrücken. In: Bauen mit Holz, Teil 1 (2006), H. 12, S. 36 - 38, Teil 2 (2007), H. 3, S. 33 – 37, 2006 / 2007
- [62] Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau e.V., Frielzheim: Detailzeichnungen zu einfachen Brückenbauwerken in Holzbauweise, [www.holzbrueckenbau.com](http://www.holzbrueckenbau.com)
- [63] Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen. Fachregel 01 des Zimmererhandwerks Bund Deutscher Zimmermeister BDZ (Hrsg.) im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, 2006
- [64] Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV) Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (Hrsg.), Ausgabe 1.7.2010

### 13.3 PRB-Berichte

- PRB 4.3 (2015) Colling, F., Mikoschek, M.: Vereinfachte Regeln für Lastkombinationen
- PRB 4.4 (2015) Colling, F., Mikoschek, M.: Vereinfachte Regeln für Wand- und Deckentafeln
- PRB 4.6 (2015) /  
PRB 4.7 (2015) Kleiber, M., Gerold, M.: Redaktionelle Durchsicht, Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung der Norm; Wording sowie Mechanische Herleitung von Formeln
- PRB 4.8 (2015) Gerold, M.: Holzbrücken
- PRB 4.9 (2015) /  
PRB 4.10 (2015) Dietsch, P., Wiegand, T.: Verstärkungen – Sperrwirrung
- PRB 4.11 (2015) Buchner, M., Bernhard, M.: Verbindungsmittel (Anamnese/Diagnose)

- PRB 4.13 (2015) Peter, M.: Vereinfachte Regeln für die Bemessung von Holzkonstruktionen im Brandfall
- PRB 4.14 (2015) /  
PRB 4.15 (2015) Dietsch, P., Wiegand, T.: Verstärkungen – Querdruck
- PRB 4.5 (2016) /  
PRB 4.6 (2016) Colling, F., Kessel, M.H., Sieder, M.: Erweiterte Schubfeldtheorie für Deckentafeln
- PRB 4.7 (2016) Hamm, P., Colling, F.: Vereinfachte Ansätze zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und zum Schwingungsnachweis nach EC 5 – Teil B Schwingungsnachweise
- PRB 4.8 (2016) Colling, F., Hamm, P.: Vereinfachte Ansätze zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und zum Schwingungsnachweis nach EC 5 – Teil A Durchbiegungsnachweise
- PRB 4.9 (2016) Buchner, M., Kleiber, M.: Verbindungsmittel (Therapie)
- PRB 4.1 (2017) /  
PRB 4.2 (2017) Colling, F., Sieder, M.: „Novellierung des Abschnitts 9.2.4 des EC 5 „Wandscheiben“ – Nachweisverfahren für scheibenartig beanspruchte Wände in Holztafelbauart“

## Verbesserung der Praxistauglichkeit der Baunormen durch pränormative Arbeit – Teilantrag 4: Holzbau

BBSR-Forschungsvorhaben

Az.: II 3-F20-10-1-085\_PG4 / SWD-10.08.18.7-15.05

Zuwendungsbescheid vom 26.05.2015

## ANHANG ZUM ABSCHLUSSBERICHT

### Berichtszeitraum:

Mai 2015 bis Dezember 2017

**Anlage 1-1:** Redaktionelle Durchsicht EC 5-1-1

**Anlage 1-2a:** Abgleich Formelzeichen zwischen EC 3 und EC 5

**Anlage 1-2b:** Abgleich Formelzeichen zwischen EC 0, EC 1 und EC 5

**Anlage 1-2c:** Abgleich Formelzeichen innerhalb EC 5

**Anlage 1-2d:** Abgleich Inhaltsverzeichnis EC 5 gegenüber EC 2, 3, 4, 6

**Anlage 1-3:** Mechanische Herleitung von Formeln

**Anlage 3-1:** Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

**Anlage 3-2:** Hintergrunddokument: Textvorschläge für die Aufnahme in das „Background Document for EN 1995“Redaktionelle Durchsicht EC 5

**Anlage 4-1:** Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

**Anlage 8-1:** Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

**Anlage 10-1:** Redaktionelle Durchsicht EC 5-2

**Anlage 10-2:** Implementierung baulicher Holzschutz

Vorstand: Prof. Manfred Nußbaumer (München), Dr. Peter Warnecke (Braunschweig), Dr. Heinrich Bökamp (Münster)  
Geschäftsführer: Dr. Lars Meyer (Berlin)  
Sitz des Vereins: Der Verein ist eingetragen unter VR 30946 B beim Vereinsregister am Amtsgericht Charlottenburg von Berlin.

**Anlage 1-1:**  
Redaktionelle Durchsicht EC 5-1-1

Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
1	Allgemeines			
1.1	Anwendungsbereich			
1.1.1	Anwendungsbereich der EN 1995	(1)P EN 1995 gilt für die Bemessung und Konstruktion von Hochbauten und Ingenieurbauwerken aus Holz (Vollholz, gesägt, gehobelt oder als Rundholz, Brett-schichtholz oder andere Bauprodukte aus Holz für tragende Zwecke, wie z. B. Furnierschichtholz) oder Holzwerkstoffen, die mit Klebstoffen oder mechanischen Verbindungsmitteln zusammengefügt sind. Es erfüllt die Grundsätze und Anforderungen nach EN 1990:2002 an die Sicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke und die Bemessungs- und Nachweisverfahren.	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
		(2)P ...		
		(3) EN 1995 ist vorgesehen für die Verwendung in Verbindung mit den folgenden Normen: EN 1990:2002, Grundlagen der Tragwerksplanung EN 1991, Einwirkungen auf Tragwerke ENs für Bauprodukte für Holzbau EN 1998, Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, wenn die Bauten in Erdbebengebieten liegen	Ist Paragraph (3) notwendig? -> Paragraph (3) streichen EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 1 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
1.1.1	Anwendungsbereich der EN 1995	(4) EN 1995 ist in mehrere Teile gegliedert: EN 1995-1, Allgemeine Regeln EN 1995-2, Brücken	Ist Paragraph (4) notwendig? -> Paragraph (4) streichen Paragraph (4) und (5) können zusammengefasst werden	EN 1995 ist in mehrere Teile gegliedert: EN 1995-1, Allgemeine Regeln EN 1995-1-1, Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau EN 1995-1-2, Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall EN 1995-2, Brücken
		(5) EN 1995-1, Allgemeine Regeln umfasst: EN 1995-1-1, Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau EN 1995-1-2, Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall	Ist Paragraph (5) notwendig? -> Paragraph (5) streichen Paragraph (4) und (5) können zusammengefasst werden	
		(6) EN 1995-2 nimmt Bezug auf die Allgemeinen Regeln in EN 1995-1-1. Die Abschnitte in EN 1995-2 ergänzen die Abschnitte in EN 1995-1-1.	Ist Paragraph (6) notwendig? -> Paragraph (6) streichen	
1.1.2	Anwendungsbereich der EN 1995-1-1	(1)		Text aus Kapitel 1.1.2 (1)
		(2) Die folgenden Themen werden in EN 1995-1-1 behandelt: Abschnitt 1: Allgemeines Abschnitt 2: Grundlagen der Bemessung und Konstruktion Abschnitt 3: Baustoffeigenschaften Abschnitt 4: Dauerhaftigkeit Abschnitt 5: Grundlagen der Berechnung Abschnitt 6: Grenzzustände der Tragfähigkeit Abschnitt 7: Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit Abschnitt 8: Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln	Die einzelnen Abschnitte sind im Inhaltsverzeichnis aufgelistet; eine weitere Aufzählung ist nicht notwendig. -> Paragraph (2) streichen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 2 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
1.1.2 Anwendungsbereich der EN 1995-1-1	Fortsetzung	<b>Abschnitt 9: Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke</b> <b>Abschnitt 10: Ausführung und Überwachung</b>		
	(3)P -> (2)P	...		
	(NA.4) -> (3)		Paragraph (NA.4) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 1.1.2 (NA.4)
	(NA.5) -> (4)			Text aus Kapitel NCI Zu 1.1.2 (NA.5)
	(NA.6) -> (5)			Text aus Kapitel NCI Zu 1.1.2 (NA.6)
1.2 Normative Verweisungen		... ISO-Normen: ... ISO 2631-2:1989, Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: continuous and shockinduced vibrations in buildings (1 bis 80 Hz) Europäische Normen: ... EN 1990:2002, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung	ISO 2631-2:1989 -> Jahreszahl notwendig?  EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	ISO 2631-2 und EN 1990  EN 1990
NCI Zu 1.2 Normative Verweisungen		... NA DIN EN 301:2006-09, Klebstoffe für tragende Holzbauteile ... ...	NA DIN EN 301:2006-09 -> Jahreszahl notwendig?	NA DIN EN 301

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 3 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Zu 1.2 Normative Verweisungen		NA DIN EN 1995-1-1:2010-12, Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten ... ... NA DIN EN 13986:2005-03, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen ... ... NA DIN EN ISO 12944-2:1998-07, Beschichtungsstoffe ...	NA DIN EN 1995-1-1:2010-12 -> Jahreszahl notwendig?  NA DIN EN 13986:2005-03 -> Jahreszahl notwendig?  NA DIN EN ISO 12944-2:1998-07 -> Jahreszahl notwendig?	NA DIN EN 1995-1-1  NA DIN EN 13986  NA DIN EN ISO 12944-2
	(1)P	<b>Es gelten die allgemeinen Annahmen der EN 1990:2002.</b>	Paragraph (1)P entspricht Kapitel 1.1.1(3) -> Paragraph (1)P streichen  EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
	(2) -> (1)	...	Paragraph (2) ist nicht zielführend Aber: Kapitel 1.3 ist einheitlich in allen Eurocode-Teilen enthalten. -> Paragraph (2) beibehalten	
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	(1)P	Es gelten die Regelungen in EN 1990:2002, Abschnitt 1.4	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
1.5 Begriffe				
1.5.1 Allgemeines	(1)P	Es gelten die Regelungen in EN 1990:2002, Abschnitt 1.5 angegebenen Begriffe	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 4 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
1.5.2	Zusätzliche Begriffe in dieser Europäischen Norm			
1.5.2.1	charakteristischer Wert	siehe EN 1990:2002, Unterabschnitt 1.5.4.1	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
1.6	Formelzeichen in EN 1995-1-1			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 5 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion			
2.1	Anforderungen			
2.1.1	Grundlegende Anforderungen	(1)P Die Berechnung und Bemessung von Holbauten ist in Übereinstimmung mit EN 1990:2002 durchzuführen.	Der Verweis auf EN 1990 ist bereits mehrfach erfolgt. -> Paragraph (1)P streichen EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
		(2)P Die zusätzlichen Vorschriften für Holbauten, die im Abschnitt 2 angegeben sind, müssen ebenfalls angewendet werden.	Welcher Abschnitt 2 ist gemeint? Im englischen Text heißt es: „The supplementary provision for timber structures given in this section shall also be applied.“ Ist Paragraph (2)P notwendig? -> Paragraph (2)P streichen	Die zusätzlichen Vorschriften für Holbauten, die in diesem Abschnitt angegeben sind, müssen ebenfalls angewendet werden.
		(3) -> (1) Die grundlegenden Anforderungen der EN 1990:2002, Abschnitt 2 werden als erfüllt betrachtet, wenn die Bemessung nach dem Prinzip der Grenzzustände zusammen mit der verwendeten Methode der Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990:2002 und EN 1991 für die Einwirkungen und deren Kombinationen und EN 1995 für die Widerstände, die Regeln für die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit angewendet werden.	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 6 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
2.1.2	Zuverlässigkeitsniveau	(1)	Wenn unterschiedliche Zuverlässigkeitsniveaus gefordert werden, sollten die Niveaus bevorzugt durch eine geeignete Wahl der Qualitätsanforderung bei der Berechnung und Bemessung der Ausführung entsprechend EN 1990:2002, Anhang C sichergestellt werden.	Satz ist nicht verständlich, Übersetzung überprüfen! EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
2.1.3	Geplante Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit	(1)	Es gilt EN 1990:2002, Abschnitt 2.3 und 2.4	EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	EN 1990
2.2	Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen				
2.2.1	Allgemeines	(1)P	...		
2.2.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit	(1)P	Bei der Durchführung einer statischen Berechnung sind folgende Steifigkeitseigenschaften anzunehmen:  - die Mittelwerte für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung für ein Tragwerk, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte nicht durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. für den Fall, dass alle Bauteile dieselben zeitabhängigen Eigenschaften besitzen);	schlechte Übersetzung	- für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung eines Tragwerkes, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte nicht durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. für den Fall, dass alle Bauteile dieselben zeitabhängigen Eigenschaften besitzen), sind die Mittelwerte zu verwenden;

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 7 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2.2.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit	Fortsetzung	- die Mittelwerte im Endzustand angepasst an den Lastanteil, der die größten Spannung im Verhältnis zu Festigkeit verursacht, für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung für ein Tragwerk, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. bei Bauteilen, die aus Materialien zusammengesetzt sind, die unterschiedliche zeitabhängige Eigenschaften besitzen);  - Bemessungswerte ohne Berücksichtigung der Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 2. Ordnung	- für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung eines Tragwerkes, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. bei Bauteilen, die aus Materialien zusammengesetzt sind, die unterschiedliche zeitabhängige Eigenschaften besitzen), sind die Mittelwerte im Endzustand angepasst an den Lastanteil, der die größten Spannungen im Verhältnis zur Festigkeit verursacht, zu verwenden;  - für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 2. Ordnung eines Tragwerkes sind Bemessungswerte ohne Berücksichtigung des Einflusses der Lasteinwirkungsdauer zu verwenden
		(2)	...	
<b>Normenvorschlag zu den Themen Verformungen und Schwingungen der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!</b>				
2.2.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit		In Kapitel 2.2.3 wird von Verformungen „u“ gesprochen und in Kapitel 7.2 von Durchbiegungen „w“ (vgl. auch (3)). Die unterschiedlichen Begrifflichkeiten und Buchstabenbezeichnungen sind verwirrend. -> Einheitliche Bezeichnung: <b>w</b> (entsprechend EN 1990)	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 8 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
2.2.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	(1)	...		
		(2)	Die Anfangsverformung $u_{inst}$ , siehe Bild 7.1, sollte für die charakteristischen Kombinationen von Einwirkungen nach EN 1990, 6.5.3(2)a), unter Verwendung von Mittelwerten der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln berechnet werden.	(2) und (3) können zusammengefasst werden	Die Verformungsberechnungen sind unter Verwendung von Mittelwerten der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln durchzuführen. Dabei ist die Anfangsverformung $u_{inst}$ , siehe Bild 7.1, für die charakteristischen Kombinationen von Einwirkungen nach EN 1990, 6.5.3(2)a) zu berechnen. Die Endverformung $u_{fin}$ , siehe Bild 7.1, sollte durch Überlagerung der Anfangsverformung $u_{inst}$ mit der Kriechverformung $u_{creep}$ infolge der quasi-ständige Kombination von Einwirkungen (siehe EN 1990:2002, 6.5.3(2)c)) unter Verwendung der in Tabelle 3.2 angegebenen Werte für $k_{def}$ ermittelt werden.
		(3)	Die Endverformung $u_{fin}$ , siehe z. B. $w_{fin}$ in Bild 7.1, sollte durch Überlagerung der Kriechverformung $u_{creep}$ infolge der quasi-ständige Kombination von Einwirkungen (siehe EN 1990:2002, 6.5.3(2)c)) mit der nach 2.2.3(2) berechneten Anfangsverformung $u_{inst}$ ermittelt werden. Die Kriechverformung sollte unter Verwendung der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln und der maßgebenden, in Tabelle 3.2 angegebenen Werte für $k_{def}$ berechnet werden.	$u_{fin} \ll w_{fin}$ (s.o.)	
		(4)	Besteht ein Tragwerk aus Bauteilen oder Komponenten mit unterschiedlichen Kriecheigenschaften, so sollten die Langzeitverformungen aufgrund der quasi-ständigen Kombination von Einwirkungen mit den Endwerten der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln nach 2.3.2.2(1) berechnet werden. Die Endverformung $u_{fin}$ wird dann durch	Die Berechnung der Endverformung ist anhand des Textes nicht verständlich. Die Angaben zur Berechnung sollten alle in einem Kapitel zusammengefasst werden. -> Paragraph hier (4) streichen und in Kapitel 7.2 verschieben	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2.2.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	Fortsetzung	Überlagerung der Anfangsverformung infolge der Differenz der charakteristischen und der quasi-ständigen Kombination von Einwirkungen mit der Langzeitverformung berechnet.	
		(5)	Für Tragwerke, die aus Bauteilen, Komponenten und Verbindungen bestehen, die das gleiche Kriechverhalten besitzen, darf unter Annahme eines linearen Zusammenhanges zwischen Einwirkungen und Verformungen als eine Vereinfachung von 2.2.3(3) die Endverformung $u_{fin}$ berechnet werden zu: $u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q,1} + \sum u_{fin,Q,i}$ (2.2) ... Wenn die Gleichungen (2.3) bis (2.5) angewendet werden, sollten die $\psi_2$ -Beiwerte in den Gleichungen (6.16a) und (6.16.b) aus EN 1990:2002 nicht angesetzt werden.	Die Angaben zur Berechnung sollten alle in einem Kapitel zusammengefasst werden. -> Paragraph hier (5) streichen und in Kapitel 7.2 verschieben
		(6) -> (3)	...	
		(NA.7)	Bei der Ermittlung der Endverformung ist immer die Anfangsverformung $u_{inst}$ nach Absatz (2) und der Kriechanteil in der quasi-ständigen Kombination zu berücksichtigen.	kann gestrichen werden -> Paragraph (NA.7) streichen -> siehe A2:2014-07 Änderung zu 2.2.3 (3)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2.2.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	(NA.8) <b>Für Tragwerke, die aus Bauteilen, Komponenten und Verbindungen bestehen, die das gleiche Kriechverhalten besitzen, darf unter Annahme eines linearen Zusammenhanges zwischen Einwirkungen und Verformungen die Endverformung <math>u_{net,fin}</math> berechnet werden zu:</b>  $u_{net,fin} = (u_{inst,C} + \sum_{i=1}^n \psi_{2,i} \cdot u_{inst,Q,i}) \cdot (1 + k_{def}) - u_c \text{ (NA.1)}$	Wie ist $u_{net,fin}$ definiert?  Die Angaben zur Berechnung sollten alle in einem Kapitel zusammengefasst werden. -> Paragraph(NA.8) hier streichen und in Kapitel 7.2 verschieben  Gl. (NA.1) und (7.2) sowie Bild 7.1 passen nicht zusammen	
2.3	Basisvariable			
2.3.1	Einwirkungen und Umgebungseinflüsse			
2.3.1.1	Allgemeines	(1) Beim Nachweis zu berücksichtigende Einwirkungen dürfen aus den entsprechenden Teilen der EN 1991 entnommen werden.  ANMERKUNG Die entsprechenden Teile der EN 1991 für die Verwendung beim Nachweis umfassen: EN 1991-1-1, Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau. EN 1991-1-3, Schneelasten. EN 1991-1-4, Windlasten. EN 1991-1-5, Temperatureinwirkungen. EN 1991-1-6, Einwirkungen während der Bauausführung. EN 1991-1-7, Außergewöhnliche Einwirkungen.	Ist die Anmerkung notwendig? -> Anmerkung streichen	
		(2)P ...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag																																										
2.3.1.1	Allgemeines	(3)P ...																																												
2.3.1.2	Klassen der Lasteinwirkungsdauer	(1)P ...  (2)P Für die Ermittlung von Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften sind die Einwirkungen einer der Klassen der Lasteinwirkungsdauer nach Tabelle 2.1 zuzuweisen.  <table border="1" style="width: 100%;"> <caption>Tabelle 2.1 – Klassen der Lasteinwirkungsdauer</caption> <thead> <tr> <th>Klasse der Lasteinwirkungsdauer</th> <th>Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ständig</td> <td>länger als 10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>lang</td> <td>6 Monate – 10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1 Woche – 6 Monate</td> </tr> <tr> <td>kurz</td> <td>kürzer als eine Woche</td> </tr> <tr> <td>sehr kurz</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <caption>Tabelle 2.2 – Beispiele für die Zuordnung zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer</caption> <thead> <tr> <th>Klasse der Lasteinwirkungsdauer</th> <th>Beispiele für die Lasteinwirkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ständig</td> <td>Eigengewicht</td> </tr> <tr> <td>lang</td> <td>Lagerstoffe</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>Verkehrslasten, Schnee</td> </tr> <tr> <td>kurz</td> <td>Schnee, Wind</td> </tr> <tr> <td>sehr kurz</td> <td>Wind und außergewöhnliche Einwirkungen</td> </tr> </tbody> </table>	Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung	ständig	länger als 10 Jahre	lang	6 Monate – 10 Jahre	mittel	1 Woche – 6 Monate	kurz	kürzer als eine Woche	sehr kurz		Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Beispiele für die Lasteinwirkung	ständig	Eigengewicht	lang	Lagerstoffe	mittel	Verkehrslasten, Schnee	kurz	Schnee, Wind	sehr kurz	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen	Tabelle 2.1 und 2.2 können zusammengefasst werden -> Tabelle 2.1neu/1 (NA.3) in Tabelle 2.1 ergänzen	Tabelle 2.1neu/1 – Klassen der Lasteinwirkungsdauer und Beispiele für die Zuordnung zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer  <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Klassen der Lasteinwirkungsdauer</th> <th>Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung</th> <th>Beispiele für die Lasteinwirkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ständig</td> <td>länger als 10 Jahre</td> <td>Eigengewicht</td> </tr> <tr> <td>lang</td> <td>6 Monate – 10 Jahre</td> <td>Lagerstoffe</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1 Woche – 6 Monate</td> <td>Verkehrslasten</td> </tr> <tr> <td>kurz</td> <td>kürzer als 1 Woche</td> <td>Schnee, Wind</td> </tr> <tr> <td>sehr kurz</td> <td>weniger als 1 Minute</td> <td>Wind und außergewöhnliche Einwirkungen</td> </tr> </tbody> </table>	Klassen der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung	Beispiele für die Lasteinwirkung	ständig	länger als 10 Jahre	Eigengewicht	lang	6 Monate – 10 Jahre	Lagerstoffe	mittel	1 Woche – 6 Monate	Verkehrslasten	kurz	kürzer als 1 Woche	Schnee, Wind	sehr kurz	weniger als 1 Minute	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung																																													
ständig	länger als 10 Jahre																																													
lang	6 Monate – 10 Jahre																																													
mittel	1 Woche – 6 Monate																																													
kurz	kürzer als eine Woche																																													
sehr kurz																																														
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Beispiele für die Lasteinwirkung																																													
ständig	Eigengewicht																																													
lang	Lagerstoffe																																													
mittel	Verkehrslasten, Schnee																																													
kurz	Schnee, Wind																																													
sehr kurz	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen																																													
Klassen der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung	Beispiele für die Lasteinwirkung																																												
ständig	länger als 10 Jahre	Eigengewicht																																												
lang	6 Monate – 10 Jahre	Lagerstoffe																																												
mittel	1 Woche – 6 Monate	Verkehrslasten																																												
kurz	kürzer als 1 Woche	Schnee, Wind																																												
sehr kurz	weniger als 1 Minute	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen																																												
NDP Zu 2.3.1.2	Zuordnung von Einwirkungen zu „Klassen der Lasteinwirkungsdauer“	(2)P Tabelle NA.1 enthält für die wesentlichen Einwirkungen nach den Normen der Reihe DIN EN 1991 die Zuordnungen.  Einwirkungen aus Temperatur- und Feuchteänderung sind der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „mittel“ zuzuordnen.  Einwirkungen aus ungleichmäßigen Setzungen sind der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „ständig“ zuzuordnen.	Einwirkungen aus Temperatur- und Feuchteänderung sowie ungleichmäßigen Setzungen können in Tabelle 2.1neu mit aufgenommen werden.																																											

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag																																																																																																												
NDP Zu 2.3.1.2	Zuordnung von Einwirkungen zu „Klassen der Lasteinwirkungsdauer“	<p><b>Fortsetzung</b></p> <p><b>Tabelle NA.1 – Einwirkung der Einwirkungen nach DIN EN 1995-1-1, DIN EN 1991-1-3, DIN EN 1991-1-4, DIN EN 1991-1-5, DIN EN 1991-2 und des zugehörigen Nationalen Anhangs in Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>KLED</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Einwirkung</td> <td>10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Wichten und Eigenlasten nach DIN EN 1991-1-1</td> <td>10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Lastliche Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3</td> <td>10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>A. Ständige, intermittierende und Anlaufbelastungen</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>B. Stöße, Anlaufbelastungen, Pläne</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>C. Stöße, Verschiebungslasten und Pläne, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien)</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>D. Verkehrslasten</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>E.1 Lager, Füllbehälter und Werkstoffe, Dämme, Lageräume und Zugänge</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>E.2 Flächen für den Betrieb mit Geländezugang</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>F. Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN)</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Zufahrtswege zu diesen Flächen</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>H. nicht begabene Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen, Reparaturen</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>K. Hubschrauber-Regenrinnen</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>1. Treppen und Treppengänge</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>2. Zugänge, Balkone und Anbauten</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>Horizontale Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>Horizontale Nutzlasten: 1000 kg/m², Personen auf Brücken, Geländen und anderen Konstruktionen, die als Abstützung dienen</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Horizontale Nutzlasten mit einer oder mehreren Längs- und Querspannen</td> <td>sehr kurz</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Horizontale Nutzlasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken</td> <td>sehr kurz</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>... für horizontale Nutzlasten</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>... für den Überwindungsdruck</td> <td>sehr kurz</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Windlasten nach DIN EN 1991-1-4</td> <td>kurz / sehr kurz</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Schneelast und Eislast nach DIN EN 1991-1-3</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m</td> <td>mehr</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Auswirkungen nach DIN EN 1991-1-7</td> <td>sehr kurz</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Horizontale Lasten aus Wind- und Masseneinwirkung nach DIN EN 1991-1-3</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Erschwerend den vorgenannten Lasten</td> <td>kurz</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Bei Wind darf für <math>k_{d,wind}</math> ein Wert aus kurz und sehr kurz verwendet werden.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	1	KLED	2	1	Einwirkung	10 Jahre	2	Wichten und Eigenlasten nach DIN EN 1991-1-1	10 Jahre	3	Lastliche Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3	10 Jahre	4	A. Ständige, intermittierende und Anlaufbelastungen	mehr	5	B. Stöße, Anlaufbelastungen, Pläne	mehr	6	C. Stöße, Verschiebungslasten und Pläne, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien)	kurz	7	D. Verkehrslasten	mehr	8	E.1 Lager, Füllbehälter und Werkstoffe, Dämme, Lageräume und Zugänge	mehr	9	E.2 Flächen für den Betrieb mit Geländezugang	mehr	10	F. Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN)	mehr	11	Zufahrtswege zu diesen Flächen	kurz	12	H. nicht begabene Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen, Reparaturen	kurz	13	K. Hubschrauber-Regenrinnen	kurz	14	1. Treppen und Treppengänge	kurz	15	2. Zugänge, Balkone und Anbauten	kurz	16	Horizontale Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3	kurz	17	Horizontale Nutzlasten: 1000 kg/m², Personen auf Brücken, Geländen und anderen Konstruktionen, die als Abstützung dienen	kurz	18	Horizontale Nutzlasten mit einer oder mehreren Längs- und Querspannen	sehr kurz	19	Horizontale Nutzlasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken	sehr kurz	20	... für horizontale Nutzlasten	kurz	21	... für den Überwindungsdruck	sehr kurz	22	Windlasten nach DIN EN 1991-1-4	kurz / sehr kurz	23	Schneelast und Eislast nach DIN EN 1991-1-3	kurz	24	Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m	kurz	25	Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m	mehr	26	Auswirkungen nach DIN EN 1991-1-7	sehr kurz	27	Horizontale Lasten aus Wind- und Masseneinwirkung nach DIN EN 1991-1-3	kurz	28	Erschwerend den vorgenannten Lasten	kurz	29	Bei Wind darf für $k_{d,wind}$ ein Wert aus kurz und sehr kurz verwendet werden.		<p>Sind alle Einwirkungen in Tabelle 2.1 neu erforderlich?</p> <p>Die Kategorien E2, F, K und Horizontallasten für Hubschrauberlandeplätze kommen im Holzbau eher selten vor und könnten gestrichen werden.</p>	<p><b>Tabelle 2.1 neu/2 – Klassen der Lasteinwirkungsdauer und Beispiel für die Zuordnung zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Klasse der Lasteinwirkungsdauer</th> <th>Dauer der überhöhten Lasteinwirkung</th> <th>Beispiel der Einwirkungen in die Klassen der Lasteinwirkungsdauer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ständige</td> <td>über 10 Jahre</td> <td>Wichten und Eigenlasten (nach EN 1991-1-1) Einwirkungen aus ungeschichteten Holztafeldecken</td> </tr> <tr> <td>lang</td> <td>6 Monate – 10 Jahre</td> <td>Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) Lager, Parkdecks und Werkstätten, Ställe, Lageräume und Zugänge (nach EN 1991-1-3)</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>1 Woche – 6 Monate</td> <td>Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Terrassen, Verhörs- und Aufstellflächen (nach EN 1991-1-3) Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN) Zufahrtswege zu diesen Flächen</td> </tr> <tr> <td>kurz</td> <td>kurzer als 1 Woche</td> <td>Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Balkone, Verandaflächen und Flächen, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien) Hubschrauber-Regenrinnen</td> </tr> <tr> <td>sehr kurz</td> <td>weniger als 1 Minute</td> <td>Horizontale Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Treppen und Treppengänge Zugänge, Balkone und Anbauten</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>* Bei Wind darf für <math>k_{d,wind}</math> ein Wert aus kurz und sehr kurz verwendet werden.</small></p>	Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Dauer der überhöhten Lasteinwirkung	Beispiel der Einwirkungen in die Klassen der Lasteinwirkungsdauer	ständige	über 10 Jahre	Wichten und Eigenlasten (nach EN 1991-1-1) Einwirkungen aus ungeschichteten Holztafeldecken	lang	6 Monate – 10 Jahre	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) Lager, Parkdecks und Werkstätten, Ställe, Lageräume und Zugänge (nach EN 1991-1-3)	mittel	1 Woche – 6 Monate	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Terrassen, Verhörs- und Aufstellflächen (nach EN 1991-1-3) Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN) Zufahrtswege zu diesen Flächen	kurz	kurzer als 1 Woche	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Balkone, Verandaflächen und Flächen, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien) Hubschrauber-Regenrinnen	sehr kurz	weniger als 1 Minute	Horizontale Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Treppen und Treppengänge Zugänge, Balkone und Anbauten
1	KLED	2																																																																																																														
1	Einwirkung	10 Jahre																																																																																																														
2	Wichten und Eigenlasten nach DIN EN 1991-1-1	10 Jahre																																																																																																														
3	Lastliche Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3	10 Jahre																																																																																																														
4	A. Ständige, intermittierende und Anlaufbelastungen	mehr																																																																																																														
5	B. Stöße, Anlaufbelastungen, Pläne	mehr																																																																																																														
6	C. Stöße, Verschiebungslasten und Pläne, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien)	kurz																																																																																																														
7	D. Verkehrslasten	mehr																																																																																																														
8	E.1 Lager, Füllbehälter und Werkstoffe, Dämme, Lageräume und Zugänge	mehr																																																																																																														
9	E.2 Flächen für den Betrieb mit Geländezugang	mehr																																																																																																														
10	F. Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN)	mehr																																																																																																														
11	Zufahrtswege zu diesen Flächen	kurz																																																																																																														
12	H. nicht begabene Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen, Reparaturen	kurz																																																																																																														
13	K. Hubschrauber-Regenrinnen	kurz																																																																																																														
14	1. Treppen und Treppengänge	kurz																																																																																																														
15	2. Zugänge, Balkone und Anbauten	kurz																																																																																																														
16	Horizontale Nutzlasten nach DIN EN 1991-1-3	kurz																																																																																																														
17	Horizontale Nutzlasten: 1000 kg/m², Personen auf Brücken, Geländen und anderen Konstruktionen, die als Abstützung dienen	kurz																																																																																																														
18	Horizontale Nutzlasten mit einer oder mehreren Längs- und Querspannen	sehr kurz																																																																																																														
19	Horizontale Nutzlasten für Hubschrauberlandeplätze auf Dachdecken	sehr kurz																																																																																																														
20	... für horizontale Nutzlasten	kurz																																																																																																														
21	... für den Überwindungsdruck	sehr kurz																																																																																																														
22	Windlasten nach DIN EN 1991-1-4	kurz / sehr kurz																																																																																																														
23	Schneelast und Eislast nach DIN EN 1991-1-3	kurz																																																																																																														
24	Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m	kurz																																																																																																														
25	Gesamtlast des Bauwerksdrückes über NN = 1 000 m	mehr																																																																																																														
26	Auswirkungen nach DIN EN 1991-1-7	sehr kurz																																																																																																														
27	Horizontale Lasten aus Wind- und Masseneinwirkung nach DIN EN 1991-1-3	kurz																																																																																																														
28	Erschwerend den vorgenannten Lasten	kurz																																																																																																														
29	Bei Wind darf für $k_{d,wind}$ ein Wert aus kurz und sehr kurz verwendet werden.																																																																																																															
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Dauer der überhöhten Lasteinwirkung	Beispiel der Einwirkungen in die Klassen der Lasteinwirkungsdauer																																																																																																														
ständige	über 10 Jahre	Wichten und Eigenlasten (nach EN 1991-1-1) Einwirkungen aus ungeschichteten Holztafeldecken																																																																																																														
lang	6 Monate – 10 Jahre	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) Lager, Parkdecks und Werkstätten, Ställe, Lageräume und Zugänge (nach EN 1991-1-3)																																																																																																														
mittel	1 Woche – 6 Monate	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Terrassen, Verhörs- und Aufstellflächen (nach EN 1991-1-3) Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast 1,30 kN) Zufahrtswege zu diesen Flächen																																																																																																														
kurz	kurzer als 1 Woche	Lastliche Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Balkone, Verandaflächen und Flächen, die der Auswirkung von Personen denen können (mit Ausnahme von unter A, B, D und E festgelegten Kategorien) Hubschrauber-Regenrinnen																																																																																																														
sehr kurz	weniger als 1 Minute	Horizontale Nutzlasten (nach EN 1991-1-3) auf Treppen und Treppengänge Zugänge, Balkone und Anbauten																																																																																																														
NCI Zu 2.3.1.2	„Klassen der Lasteinwirkungsdauer“	(NA.3)	Einwirkungen der Klasse der Lasteinwirkungsdauer „sehr kurz“ wirken weniger als eine Minute auf die Bauteile und Verbindungen.	<p>Tabelle NA.1 kann gekürzt und mit Tabelle 2.1 und 2.2 zusammengefasst werden -&gt; Tabelle 2.1 neu/2</p>																																																																																																												
2.3.1.3	Nutzungsklassen	(1)P ... (2)P ... (3)P ... (4)P ...																																																																																																														

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2.3.2	Baustoffe und Produkteigenschaften			
2.3.2.1	Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Festigkeit	(1) ... (2) ...		
2.3.2.2	Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Verformungen	(1) <p>Wenn das Tragwerk aus Bauteilen oder Komponenten mit unterschiedlichen zeitabhängigen Eigenschaften besteht, sollten für die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die Endwerten der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitätsmoduln <math>E_{mean,fin}</math>, der Schubmoduln <math>G_{mean,fin}</math> und der Verschiebungsmoduln <math>K_{ser,fin}</math>, die zur Ermittlung der Langzeitverformungen aufgrund der quasi-ständigen Kombination von Einwirkungen (siehe EN 1990:2002, 6.5.3(2)c)) benutzt werden, nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:</p> $E_{mean,fin} = \frac{E_{mean}}{(1+k_{def})} \quad (2.7)$ $G_{mean,fin} = \frac{G_{mean}}{(1+k_{def})} \quad (2.8)$ $K_{ser,fin} = \frac{K_{ser}}{(1+k_{def})} \quad (2.9)$	<p>Paragraph (1) ist nahezu eine Wiederholung von Paragraph (4) in Kapitel 2.2.3.</p> <p>-&gt; Paragraph (1) teilweise streichen und umformulieren</p> <p>EN 1990:2002 -&gt; Jahreszahl notwendig?</p>	<p>Die Endwerte der Mittelwerte der Elastizitätsmoduln <math>E_{mean,fin}</math>, der Schubmoduln <math>G_{mean,fin}</math> und der Verschiebungsmoduln <math>K_{ser,fin}</math> sollten nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:</p> $E_{mean,fin} = \frac{E_{mean}}{(1+k_{def})} \quad (2.7)$ $G_{mean,fin} = \frac{G_{mean}}{(1+k_{def})} \quad (2.8)$ $K_{ser,fin} = \frac{K_{ser}}{(1+k_{def})} \quad (2.9)$ <p>EN 1990</p>
		(2) ...	ANMERKUNG 2 Werte für $\psi_2$ werden in EN 1990:2002 angegeben.	EN 1990

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
2.3.2.2	Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Verformungen	(3)	Wenn eine Verbindung aus Holzbauteilen mit dem gleichen zeitabhängigen Verhalten besteht, sollte der Wert für $k_{def}$ verdoppelt werden.	Bezieht sich Paragraph (3) und (4) nur auf die Gleichungen (2.7) bis (2.9)? Falls ja, Ergänzung in Paragraph (3) und (4) vornehmen.	Wenn eine Verbindung aus Holzbauteilen mit dem gleichen zeitabhängigen Verhalten besteht, sollte der Wert für $k_{def}$ <b>in den Gleichungen (2.7) bis (2.9)</b> verdoppelt werden.
		(4)	Wenn eine Verbindung aus zwei holzhaltigen Baustoffen mit unterschiedlichem zeitabhängigen Verhalten besteht, dann sollte die Berechnung der Endverformung mit dem folgenden Verformungsbeiwert $k_{def}$ durchgeführt werden: $k_{def} = 2 \sqrt{k_{def,1} k_{def,2}} \quad (2.13)$ Dabei sind $k_{def,1}$ und $k_{def,2}$ die Verformungsbeiwerte für die beiden Holzteile.		Wenn eine Verbindung aus zwei holzhaltigen Baustoffen mit unterschiedlichem zeitabhängigen Verhalten besteht, dann sollte die Berechnung der Endverformung mit dem folgenden Verformungsbeiwert $k_{def}$ <b>in den Gleichungen (2.7) bis (2.9)</b> durchgeführt werden: $k_{def} = 2 \sqrt{k_{def,1} k_{def,2}} \quad (2.13)$ Dabei sind $k_{def,1}$ und $k_{def,2}$ die Verformungsbeiwerte für die beiden Holzteile.
2.4	Nachweis durch die Methode der Teilsicherheitsbeiwerte				
2.4.1	Bemessungswert der Baustoffeigenschaft	(1)P	...		
NDP Zu 2.4.1	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften	(1)P	... Tabelle NA.2 – Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_M$ für Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	Schreibfehler  Tabelle NA.2 – Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_M$ für Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 15 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NDP Zu 2.4.1	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften	Fortsetzung ... Tabelle NA.3 – Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_M$ für Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	Schreibfehler	Tabelle NA.3 – Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_M$ für Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen
2.4.1	Bemessungswert der Baustoffeigenschaft	(2)P	...	
		(NA.3)	Der Bemessungswert des Verschiebungsmoduls einer Verbindung $K_d$ ist zu berechnen zu: $K_d = \frac{K_u}{\gamma_M} \quad (NA.2)$ Dabei ist $K_u$ der Anfangsverschiebungsmodul im Grenzzustand der Tragfähigkeit.	Verweis auf Abs. 2.2.2(2)  Der Bemessungswert des Verschiebungsmoduls einer Verbindung $K_d$ ist zu berechnen zu: $K_d = \frac{K_u}{\gamma_M} \quad (NA.2)$ Dabei ist $K_u$ der Anfangsverschiebungsmodul im Grenzzustand der Tragfähigkeit <b>nach Abs. 2.2.2(2)</b> .
2.4.2	Bemessungswert der geometrischen Abmessungen	(1)	Geometrische Größen für Querschnitte und Systeme dürfen mit den Nennwerten aus den harmonisierten Produktnormen angenommen oder aus den Ausführungszeichnungen entnommen werden.	Ist Paragraph (1) notwendig? -> Paragraph (1) streichen
		(2)	Bemessungswerte für geometrische Imperfektionen in dieser Norm umfassen die Einflüsse der - geometrischen Imperfektionen der Bauteile - der strukturellen Imperfektionen aus Herstellung und Errichtung; - Inhomogenitäten der Baustoffe (z. B. infolge Äste).	In Kapitel 5.2 steht geschrieben, dass in der Berechnung geometrische und strukturelle Imperfektionen zu berücksichtigen sind. In der Anmerkung dazu steht geschrieben, dass diese durch die in dieser Norm angegebenen Bemessungsmethoden erfasst werden. -> Wiederholung -> Paragraph (2) streichen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 16 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
2.4.2	Bemessungswert der geometrischen Abmessungen	Fortsetzung	In Kapitel 5.2 bzw. der Anmerkung dazu ist nur die Rede von geometrischen und strukturellen Imperfektionen die Rede. Was ist mit Inhomogenitäten? Wie sind diese zu erfassen?	
2.4.3	Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	(1)P	...	
2.4.4	Nachweis des Gleichgewichts (EQU)	(1)	Das Zuverlässigkeitsformat für den Nachweis des statischen Gleichgewichts in Tabelle A1.2 (A) in Anhang A1 der EN 1990:2002 gilt, soweit zutreffend für die Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken, z. B. für die Bemessung von Verankerungen oder den Nachweise gegen Abheben an Auflagern von Durchlaufträgern.	EN 1990 EN 1990

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
3	Baustoffeigenschaften			
3.1	Allgemeines			
3.1.1	Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte	(1)P	schlechte Übersetzung	Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte sind auf der Grundlage von Versuchen für diejenigen Beanspruchungsarten, denen der Baustoff in der Konstruktion ausgesetzt ist, aufgrund von Versuchen oder aber auf der Grundlage von Vergleichen mit ähnlichen Holzarten und Klassen oder Holzwerkstoffen oder aufgrund bekannter Beziehungen zwischen den verschiedenen Eigenschaften zu bestimmen.
3.1.2	Spannungs-Dehnungs-Beziehungen	(1)P (2)	...	
3.1.3	Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer	(1)	Tabelle 3.1 kann gekürzt werden -> Tabelle 3.1 neu/1	Tabelle 3.1 neu/1 – Werte für $k_{mod}$

ES Tabelle 3.1 – Werte für  $k_{mod}$

Baustoff	Name	Nutzungsklasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			vorübergehend	gelegentlich	gelegentlich	gelegentlich	gelegentlich
Holz	S4-S5	1	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
Bemessungswert	EN 14080	1	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
Festigkeit	EN 14080	1	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
Dynamisch	Typ EN 14080-1	1	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,70	0,60	0,50	1,00
OOD	OSB2	1	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
Spanplatten	Typ PL, Typ PS	1	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
Holzwerkstoffe	HLS	1	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
Holzwerkstoffe	HLS	1	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
Holzwerkstoffe	HLS	1	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		2	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00
		3	0,90	0,65	0,60	0,50	1,00

(siehe auch Anlage 2)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag																																																																																																																																								
3.1.3	Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer	(2)  (NA.3)  Für Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten, Gipsplatten nach DIN 18180, Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2, Kunstharzgebundene Spanplatten und Zementgebundene Spanplatten sind die Werte für die Modifikationsbeiwerte $k_{mod}$ der Tabelle NA.4 zu entnehmen.  Tabelle NA.4 – Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte $k_{mod}$ für Holz, Holz- und Gipswerkstoffe <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">1</th> <th rowspan="2">Baustoff</th> <th rowspan="2">Norm</th> <th rowspan="2">Nutzungs-klasse</th> <th colspan="4">Klasse der Lasteinwirkungsdauer</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Balkenschichtholz</td> <td></td> <td></td> <td>0,80</td> <td>0,70</td> <td>0,60</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Brettsperrholz, Massivholzplatten</td> <td></td> <td></td> <td>0,80</td> <td>0,70</td> <td>0,60</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Gipsplatten (Typen Gips-Gips<sup>a</sup>, Gips-Gips und GKF1)</td> <td>DIN 18180</td> <td>1</td> <td>0,20</td> <td>0,40</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Gipsfaserplatten</td> <td>DIN EN 15283-2</td> <td>2</td> <td>0,15</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Zementgebundene Spanplatten</td> <td></td> <td>1</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,65</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>0,20</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,60</td> </tr> </tbody> </table>	1	Baustoff	Norm	Nutzungs-klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				1	2	3	4	1	Balkenschichtholz			0,80	0,70	0,60	0,50	2	Brettsperrholz, Massivholzplatten			0,80	0,70	0,60	0,50	3	Gipsplatten (Typen Gips-Gips <sup>a</sup> , Gips-Gips und GKF1)	DIN 18180	1	0,20	0,40	0,60	0,80	3	Gipsfaserplatten	DIN EN 15283-2	2	0,15	0,30	0,45	0,60	4	Zementgebundene Spanplatten		1	0,30	0,45	0,65	0,85				2	0,20	0,30	0,45	0,60	Tabelle NA.4 kann mit Tabelle 3.1 zusammengefasst werden -> Tabelle 3.1 neu/2	Tabelle 3.1 neu/2 – Werte für $k_{mod}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Baustoff / Norm</th> <th rowspan="2">Nutzungs-klasse</th> <th colspan="4">Klasse der Lasteinwirkungsdauer</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279</td> <td>1 und 2</td> <td>0,60</td> <td>0,70</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten<sup>a</sup></td> <td>3</td> <td>0,50</td> <td>0,55</td> <td>0,65</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>OSB/2 nach EN 300</td> <td>1</td> <td>0,30</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>OSB/3 und OSB/4 nach EN 300</td> <td>2</td> <td>0,40</td> <td>0,50</td> <td>0,70</td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td>Spanplatten nach EN 312 Typ P4<sup>a</sup> und Typ P5</td> <td>1</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,65</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td>Spanplatten nach EN 312 Typ P6<sup>a</sup> und Typ P7</td> <td>2</td> <td>0,30</td> <td>0,40</td> <td>0,55</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA<sup>a</sup>, HB, LA1 oder 2, Zementgebundene Spanplatten</td> <td>2</td> <td>0,20</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, HLS1 oder 2<sup>a</sup></td> <td>3</td> <td>0,30</td> <td>0,40</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA<sup>a</sup>, MDF, HLS</td> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>Gipsplatten (Typen Gips<sup>a</sup>, Gips<sup>a</sup>, Gips und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2</td> <td>1</td> <td>0,20</td> <td>0,40</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>0,15</td> <td>0,30</td> <td>0,45</td> <td>0,60</td> </tr> </tbody> </table> (siehe auch Anlage 3)	Baustoff / Norm	Nutzungs-klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				1	2	3	4	Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279	1 und 2	0,60	0,70	0,80	1,00	Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten <sup>a</sup>	3	0,50	0,55	0,65	0,70	OSB/2 nach EN 300	1	0,30	0,30	0,45	0,50	OSB/3 und OSB/4 nach EN 300	2	0,40	0,50	0,70	0,90	Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>a</sup> und Typ P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>a</sup> und Typ P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA <sup>a</sup> , HB, LA1 oder 2, Zementgebundene Spanplatten	2	0,20	0,30	0,45	0,60	Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, HLS1 oder 2 <sup>a</sup>	3	0,30	0,40	0,60	0,80	Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA <sup>a</sup> , MDF, HLS	3	-	-	-	0,40	Gipsplatten (Typen Gips <sup>a</sup> , Gips <sup>a</sup> , Gips und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2	1	0,20	0,40	0,60	0,80		2	0,15	0,30	0,45	0,60
1	Baustoff	Norm					Nutzungs-klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer																																																																																																																																				
			1	2	3	4																																																																																																																																						
1	Balkenschichtholz			0,80	0,70	0,60	0,50																																																																																																																																					
2	Brettsperrholz, Massivholzplatten			0,80	0,70	0,60	0,50																																																																																																																																					
3	Gipsplatten (Typen Gips-Gips <sup>a</sup> , Gips-Gips und GKF1)	DIN 18180	1	0,20	0,40	0,60	0,80																																																																																																																																					
3	Gipsfaserplatten	DIN EN 15283-2	2	0,15	0,30	0,45	0,60																																																																																																																																					
4	Zementgebundene Spanplatten		1	0,30	0,45	0,65	0,85																																																																																																																																					
			2	0,20	0,30	0,45	0,60																																																																																																																																					
Baustoff / Norm	Nutzungs-klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer																																																																																																																																										
		1	2	3	4																																																																																																																																							
Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279	1 und 2	0,60	0,70	0,80	1,00																																																																																																																																							
Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten <sup>a</sup>	3	0,50	0,55	0,65	0,70																																																																																																																																							
OSB/2 nach EN 300	1	0,30	0,30	0,45	0,50																																																																																																																																							
OSB/3 und OSB/4 nach EN 300	2	0,40	0,50	0,70	0,90																																																																																																																																							
Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>a</sup> und Typ P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85																																																																																																																																							
Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>a</sup> und Typ P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70																																																																																																																																							
Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA <sup>a</sup> , HB, LA1 oder 2, Zementgebundene Spanplatten	2	0,20	0,30	0,45	0,60																																																																																																																																							
Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, HLS1 oder 2 <sup>a</sup>	3	0,30	0,40	0,60	0,80																																																																																																																																							
Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA <sup>a</sup> , MDF, HLS	3	-	-	-	0,40																																																																																																																																							
Gipsplatten (Typen Gips <sup>a</sup> , Gips <sup>a</sup> , Gips und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2	1	0,20	0,40	0,60	0,80																																																																																																																																							
	2	0,15	0,30	0,45	0,60																																																																																																																																							
3.1.4	Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen	(1)  Es sind in der Regel die Werte für die Verformungsbeiwerte $k_{def}$ nach Tabelle 3.2 zu verwenden.	Tabelle 3.2 kann gekürzt werden -> Tabelle 3.2 neu/1																																																																																																																																									

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag																																																																																																																																						
3.1.4	Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen	Fortsetzung  E) Tabelle 3.2 – Werte für $k_{def}$ für Holz und Holzwerkstoffe <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Baustoff</th> <th rowspan="2">Norm</th> <th colspan="3">Nutzungs-klasse</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vollholz</td> <td>EN 14081-1</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Brettschichtholz</td> <td>EN 14080</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Furnierschichtholz (VL)</td> <td>EN 14374, EN 14279</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Spertholz</td> <td>EN 636 Typ EN 636-1</td> <td>0,80</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Typ EN 636-2</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Typ EN 636-3</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>OSB</td> <td>EN 300 OSB2</td> <td>2,25</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OSB3, OSB4</td> <td>1,50</td> <td>2,25</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Spanplatten</td> <td>EN 312 Typ P4</td> <td>2,25</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Typ P5</td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Typ P6</td> <td>1,50</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Typ P7</td> <td>1,50</td> <td>2,25</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, hart</td> <td>EN 622-2 HB, LA, HB, LA1, HB, LA2</td> <td>2,25</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>HB, LA1, HB, LA2</td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, mittelhart</td> <td>EN 622-3 MHB, LA1, MHB, LA2</td> <td>3,00</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MHB, HLS1, MHB, HLS2</td> <td>3,00</td> <td>4,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, MDF</td> <td>EN 622-5 MDF, LA</td> <td>2,25</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MDF, HLS</td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Baustoff	Norm	Nutzungs-klasse			1	2	3	Vollholz	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00	Brettschichtholz	EN 14080	0,60	0,80	2,00	Furnierschichtholz (VL)	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00	Spertholz	EN 636 Typ EN 636-1	0,80	-	-		Typ EN 636-2	0,80	1,00	-		Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50	OSB	EN 300 OSB2	2,25	-	-		OSB3, OSB4	1,50	2,25	-	Spanplatten	EN 312 Typ P4	2,25	-	-		Typ P5	2,25	3,00	-		Typ P6	1,50	-	-		Typ P7	1,50	2,25	-	Holzfasersplatten, hart	EN 622-2 HB, LA, HB, LA1, HB, LA2	2,25	-	-		HB, LA1, HB, LA2	2,25	3,00	-	Holzfasersplatten, mittelhart	EN 622-3 MHB, LA1, MHB, LA2	3,00	-	-		MHB, HLS1, MHB, HLS2	3,00	4,00	-	Holzfasersplatten, MDF	EN 622-5 MDF, LA	2,25	-	-		MDF, HLS	2,25	3,00	-		Tabelle 3.2 neu/1 – Werte für $k_{def}$ für Holz und Holzwerkstoffe <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Baustoff / Norm</th> <th colspan="3">Nutzungs-klasse</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279,</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Spertholz nach Typ EN 636-1<sup>a</sup>, Typ EN 636-2<sup>a</sup>, Typ EN 636-3</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4<sup>a</sup> und P5,</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA<sup>a</sup>, HB, LA1 oder 2,</td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA<sup>a</sup>, MDF, HLS</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6<sup>a</sup> und Typ P7</td> <td>1,50</td> <td>2,25</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, LA1 oder 2<sup>a</sup>, MHB, HLS1 oder 2</td> <td>3,00</td> <td>4,00</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> (siehe auch Anlage 4)	Baustoff / Norm	Nutzungs-klasse			1	2	3	Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279,	0,60	0,80	2,00	Spertholz nach Typ EN 636-1 <sup>a</sup> , Typ EN 636-2 <sup>a</sup> , Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50	OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>a</sup> und P5,				Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA <sup>a</sup> , HB, LA1 oder 2,	2,25	3,00	-	Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA <sup>a</sup> , MDF, HLS				OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>a</sup> und Typ P7	1,50	2,25	-	Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, LA1 oder 2 <sup>a</sup> , MHB, HLS1 oder 2	3,00	4,00	-	
Baustoff	Norm	Nutzungs-klasse																																																																																																																																								
		1	2	3																																																																																																																																						
Vollholz	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00																																																																																																																																						
Brettschichtholz	EN 14080	0,60	0,80	2,00																																																																																																																																						
Furnierschichtholz (VL)	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00																																																																																																																																						
Spertholz	EN 636 Typ EN 636-1	0,80	-	-																																																																																																																																						
	Typ EN 636-2	0,80	1,00	-																																																																																																																																						
	Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50																																																																																																																																						
OSB	EN 300 OSB2	2,25	-	-																																																																																																																																						
	OSB3, OSB4	1,50	2,25	-																																																																																																																																						
Spanplatten	EN 312 Typ P4	2,25	-	-																																																																																																																																						
	Typ P5	2,25	3,00	-																																																																																																																																						
	Typ P6	1,50	-	-																																																																																																																																						
	Typ P7	1,50	2,25	-																																																																																																																																						
Holzfasersplatten, hart	EN 622-2 HB, LA, HB, LA1, HB, LA2	2,25	-	-																																																																																																																																						
	HB, LA1, HB, LA2	2,25	3,00	-																																																																																																																																						
Holzfasersplatten, mittelhart	EN 622-3 MHB, LA1, MHB, LA2	3,00	-	-																																																																																																																																						
	MHB, HLS1, MHB, HLS2	3,00	4,00	-																																																																																																																																						
Holzfasersplatten, MDF	EN 622-5 MDF, LA	2,25	-	-																																																																																																																																						
	MDF, HLS	2,25	3,00	-																																																																																																																																						
Baustoff / Norm	Nutzungs-klasse																																																																																																																																									
	1	2	3																																																																																																																																							
Vollholz nach EN 14081-1, Brettschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (VL) nach EN 14374, EN 14279,	0,60	0,80	2,00																																																																																																																																							
Spertholz nach Typ EN 636-1 <sup>a</sup> , Typ EN 636-2 <sup>a</sup> , Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50																																																																																																																																							
OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>a</sup> und P5,																																																																																																																																										
Holzfasersplatten, hart nach EN 622-2 HB, LA <sup>a</sup> , HB, LA1 oder 2,	2,25	3,00	-																																																																																																																																							
Holzfasersplatten, MDF nach EN 622-5 MDF, LA <sup>a</sup> , MDF, HLS																																																																																																																																										
OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>a</sup> und Typ P7	1,50	2,25	-																																																																																																																																							
Holzfasersplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB, LA1 oder 2 <sup>a</sup> , MHB, HLS1 oder 2	3,00	4,00	-																																																																																																																																							
	(2)		neuer Paragraph (2)	Text aus 3.2 (4) übernehmen																																																																																																																																						

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag																																																									
3.1.4	Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen	(NA.2) -> (3) Die Verformungsbeiwerte $k_{def}$ für Brettsperrholz, Balkenschichtholz, Massivholzplatten, Gipsplatten, Gipsfaserplatten, Kunstharzgebundene Spanplatten und Zementgebundene Spanplatten sind Tabelle NA.5 zu entnehmen.  <table border="1"> <caption>Tabelle NA.5 – Werte für <math>k_{def}</math> für Holz und Holz- und Gipswerkstoffe</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">1</th> <th rowspan="2">Baustoff</th> <th rowspan="2">2</th> <th colspan="2">3</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten</td> <td>Norm</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Gipsplatten (Typen GKB, GKF, GKB und GKF), Gipsfaserplatten</td> <td>DIN 18180, DIN EN 15283-2</td> <td>3,00</td> <td>4,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Zementgebundene Spanplatten</td> <td></td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> </tr> </tbody> </table>	1	Baustoff	2	3		1	2	1	Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten	Norm	0,60	0,80	2	Gipsplatten (Typen GKB, GKF, GKB und GKF), Gipsfaserplatten	DIN 18180, DIN EN 15283-2	3,00	4,00	3	Zementgebundene Spanplatten		2,25	3,00	Tabelle NA.5 kann mit Tabelle 3.2 zusammengefasst werden -> Tabelle 3.2 neu/2	Tabelle 3.2 neu/2 – Werte für $k_{def}$ für Holz und Holzwerkstoffe  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Baustoff / Norm</th> <th colspan="3">Nutzungsklasse</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vollholz nach EN 14081-1, Bretterschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (LVL) nach EN 144374, EN 14279, Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatte*</td> <td>0,60</td> <td>0,80</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>Sperrholz nach Typ EN 636-1<sup>1</sup>, Typ EN 636-2<sup>1</sup>, Typ EN 636-3</td> <td>0,80</td> <td>1,00</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4<sup>1</sup> und P5, Holzfaserplatten, hart nach EN 622-2 HB-LA<sup>1</sup>, HB-HLA oder 2, Holzfaserplatten, MDF nach EN 622-5 MDF-LA<sup>1</sup>, MDF-HLS</td> <td>2,25</td> <td>3,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Zementgebundene Spanplatten</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6<sup>1</sup> und Typ P7</td> <td>1,50</td> <td>2,25</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Holzfaserplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB-LA1 oder 2<sup>1</sup>, MHB-HLS1 oder 2,</td> <td>3,00</td> <td>4,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gipsplatten (Typen GKB<sup>1</sup>, GKF<sup>1</sup>, GKB1 und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, DIN EN 15283-2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>1</sup> nur Nutzungsklasse 1 <sup>2</sup> nur Nutzungsklasse 1 und 2</p> (siehe auch Anlage 5)	Baustoff / Norm	Nutzungsklasse			1	2	3	Vollholz nach EN 14081-1, Bretterschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (LVL) nach EN 144374, EN 14279, Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatte*	0,60	0,80	2,00	Sperrholz nach Typ EN 636-1 <sup>1</sup> , Typ EN 636-2 <sup>1</sup> , Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50	OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>1</sup> und P5, Holzfaserplatten, hart nach EN 622-2 HB-LA <sup>1</sup> , HB-HLA oder 2, Holzfaserplatten, MDF nach EN 622-5 MDF-LA <sup>1</sup> , MDF-HLS	2,25	3,00	-	Zementgebundene Spanplatten				OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>1</sup> und Typ P7	1,50	2,25	-	Holzfaserplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB-LA1 oder 2 <sup>1</sup> , MHB-HLS1 oder 2,	3,00	4,00	-	Gipsplatten (Typen GKB <sup>1</sup> , GKF <sup>1</sup> , GKB1 und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, DIN EN 15283-2			
1	Baustoff	2				3																																																							
			1	2																																																									
1	Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatten	Norm	0,60	0,80																																																									
2	Gipsplatten (Typen GKB, GKF, GKB und GKF), Gipsfaserplatten	DIN 18180, DIN EN 15283-2	3,00	4,00																																																									
3	Zementgebundene Spanplatten		2,25	3,00																																																									
Baustoff / Norm	Nutzungsklasse																																																												
	1	2	3																																																										
Vollholz nach EN 14081-1, Bretterschichtholz nach EN 14080, Furnierschichtholz (LVL) nach EN 144374, EN 14279, Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Massivholzplatte*	0,60	0,80	2,00																																																										
Sperrholz nach Typ EN 636-1 <sup>1</sup> , Typ EN 636-2 <sup>1</sup> , Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50																																																										
OSB/2 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P4 <sup>1</sup> und P5, Holzfaserplatten, hart nach EN 622-2 HB-LA <sup>1</sup> , HB-HLA oder 2, Holzfaserplatten, MDF nach EN 622-5 MDF-LA <sup>1</sup> , MDF-HLS	2,25	3,00	-																																																										
Zementgebundene Spanplatten																																																													
OSB/3 und OSB/4 nach EN 300, Spanplatten nach EN 312 Typ P6 <sup>1</sup> und Typ P7	1,50	2,25	-																																																										
Holzfaserplatten, mittelhart nach EN 622-3 MHB-LA1 oder 2 <sup>1</sup> , MHB-HLS1 oder 2,	3,00	4,00	-																																																										
Gipsplatten (Typen GKB <sup>1</sup> , GKF <sup>1</sup> , GKB1 und GKF1), Gipsfaserplatten nach DIN 18180, DIN EN 15283-2																																																													
NCI NA. 3.1.5	Ausgleichsfeuchten	(NA.1) (NA.2)	Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.1.5 (NA.1) Text aus Kapitel NCI NA.3.1.5 (NA.2)																																																									
NCI NA. 3.1.6	Schwind- und Quellmaße	(NA.1) (NA.2)	Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.1.6 (NA.1) Text aus Kapitel NCI NA.3.1.6 (NA.2)																																																									

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
3.2	Vollholz	(1)P ... (2) ... (3) Für Vollholz mit Rechteckquerschnitt und einer charakteristischen Rohdichte $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$ beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit 150 mm. Für Bauteile aus Vollholz mit Rechteckquerschnitt und Querschnittshöhen bei Biegung oder Querschnittsbreite bei Zug, die weniger als 150 mm betragen, dürfen die charakteristischen Werte für $f_{m,k}$ und $f_{t,0,k}$ mit dem Beiwert $k_h$ erhöht werden, mit: $k_h = \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} \cdot 1,3 \quad (3.1)$ Dabei ist h die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. Querschnittsdicke bei Zug des Bauteils in mm.  (4) Für Vollholz, das mit einer Feuchte gleich oder nahe dem Fasersättigungspunkt eingebaut wird und voraussichtlich unter Belastung austrocknet, sind in der Regel die Werte für $k_{def}$ nach Tabelle 3.2 um 1,0 zu erhöhen.	Bezeichnung Querschnittshöhe bzw. Querschnittsbreite ist nicht eindeutig und bessere Formulierung möglich  siehe auch NCI Zu 3.2(3)  Sollte bei $h > 150 \text{ mm}$ eine Abminderung der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit vorgenommen werden?  -> Paragraph (4) hier streichen und in Kapitel 3.1.4 verschieben	Für Vollholz mit Rechteckquerschnitt und einer charakteristischen Rohdichte $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$ beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit 150 mm. Für Bauteile, bei denen die statischen Höhe bei Biegung bzw. die größere der beiden Querschnittsabmessungen bei Zug, weniger als 150 mm betragen, dürfen die charakteristischen Werte für $f_{m,k}$ und $f_{t,0,k}$ mit dem Beiwert $k_h$ erhöht werden, mit: $k_h = \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} \cdot 1,3 \quad (3.1)$ Dabei ist h die statische Höhe des Bauteils bei Biegung bzw. die größere Querschnittsabmessung bei Zug des Bauteils in mm.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
3.2 Vollholz	(5) -> (4)	...		
	(NA.6) -> (5)		Paragraph (NA.6) und (NA.7) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 3.2 (NA.6)
	(NA.7) -> (6)			Text aus Kapitel NCI Zu 3.2 (NA.7)
3.3 Brettschichtholz	(1)P	...		
	(2)	...		
	(3)	<p>Für Brettschichtholz mit Rechteckquerschnitt beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit und die Bezugsdicke für den charakteristischen Wert der Zugfestigkeit 600 mm. Bei einer Querschnittshöhe bei Biegung oder einer Querschnittsbreite bei Zug von Brettschichtholz, die weniger als 600 mm beträgt, dürfen die charakteristischen Werte für <math>f_{m,k}</math> und <math>f_{t,o,k}</math> mit dem Beiwert <math>k_h</math> erhöht werden, wobei:</p> $k_h = \begin{pmatrix} \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} \\ 1,1 \end{pmatrix} \quad (3.2)$ <p>Dabei ist h die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. Querschnittsdicke bei Zug des Bauteils in mm.</p>	<p>Bezeichnung Querschnittshöhe bzw. Querschnittsbreite ist nicht eindeutig und bessere Formulierung möglich</p> <p>siehe auch NCI Zu 3.3(3)</p> <p>Sollte bei <math>h &gt; 600</math> mm eine Abminderung der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit vorgenommen werden?</p>	<p>Für Brettschichtholz mit Rechteckquerschnitt beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit 150 mm. Für Bauteile, bei denen die statische Höhe bei Biegung bzw. die größere der beiden Querschnittsabmessungen bei Zug, weniger als 600 mm betragen, dürfen die charakteristischen Werte für <math>f_{m,k}</math> und <math>f_{t,o,k}</math> mit dem Beiwert <math>k_h</math> erhöht werden, mit:</p> $k_h = \begin{pmatrix} \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} \\ 1,1 \end{pmatrix} \quad (3.2)$ <p>Dabei ist h die statische Höhe des Bauteils bei Biegung bzw. die größere Querschnittsabmessung bei Zug des Bauteils in mm.</p>

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 23 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
3.3 Brettschichtholz	(4)P			Text aus Kapitel 3.3 (4)P
	(5)P	Der Einfluss der Bauteilabmessungen auf die Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung ist zu berücksichtigen.	Wie ist dies zu berücksichtigen?	
	(NA.6)		Paragraph (NA.6) bis (NA.10) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 3.3 (NA.6)
	(NA.7)			Text aus Kapitel NCI Zu 3.3 (NA.7)
	(NA.8)			Text aus Kapitel NCI Zu 3.3 (NA.8)
	(NA.9)			Text aus Kapitel NCI Zu 3.3 (NA.9)
(NA.10)		Text aus Kapitel NCI Zu 3.3 (NA.10)		
3.4 Furnierschichtholz (LVL)	(1)P	Furnierschichtholz (LVL) für tragende Bauteile muss die Anforderungen der EN 14374 erfüllen.	Ergänzung aus 3.5 (1)P	Furnierschichtholz (LVL) für tragende Bauteile muss die Anforderungen der EN 14374 erfüllen. LVL als Plattenbauteil muss den Anforderungen von EN 14279 entsprechen.
	(2)P	...		
	(3)	...		
	(4)	...		
	(5)P	...		
	(6)P	...		
	(7)P	Bei Furnierschichtholz, bei dem im Wesentlichen alle Furniere in einer Richtung verlaufen, ist der Einfluss der Bauteilgröße auf die Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung ist zu berücksichtigen.	Wie ist dies zu berücksichtigen?	
	(NA.8)		Paragraph (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 3.4 (NA.8)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 24 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
3.4 Furnierschichtholz (LVL)	(NA.9)	Furnierschichtholz der Klasse LVL/1 nach DIN EN 14279 darf nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.	(NA.9) bis (NA.11) können zusammengefasst werden	Die Verwendung von Furnierschichtholz nach DIN EN 14279 ist begrenzt auf die Nutzungsklasse 1 für Furnierschichtholz der Klasse LVL/1 und auf die Nutzungsklassen 1 und 2 für die Klasse LVL/2. Furnierschichtholz der Klasse LVL/3 darf in allen Nutzungsklassen verwendet werden.
	(NA.10)	Furnierschichtholz der Klasse LVL/2 nach DIN EN 14279 darf nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.		
	(NA.11)	Furnierschichtholz der Klasse LVL/3 nach DIN EN 14279 darf in den Nutzungsklassen 1, 2 und 3 verwendet werden.		
	(NA.12)		Paragraph (NA.12) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 3.4 (NA.12)
3.5 Holzwerkstoffe	(1)P	Holzwerkstoffe müssen den Anforderungen von EN 13986 entsprechen. <b>LVL als Plattenbauteil muss den Anforderungen von EN 14279 entsprechen.</b>	-> Paragraph (1)P hier teilweise streichen und in Kapitel 3.4 (1)P verschieben	
	(2)	...		
NCI NA. Sperrholz 3.5.1				
NCI NA. Anforderungen 3.5.1.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.1.1 (NA.1)
	(NA.2)	Sperrholz der technischen Klasse „Trocken“ nach DIN EN 13986 darf nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.	(NA.2) bis (NA.4) können zusammengefasst werden	Die Verwendung von Sperrholz nach DIN EN 13986 ist begrenzt auf die Nutzungsklasse 1 für Sperrholz der technischen Klasse „Trocken“ und auf die Nutzungsklassen 1 und 2 der technischen Klasse „Feucht“. Sperrholz der technischen Klasse „Außen“ darf in allen Nutzungsklassen verwendet werden.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 25 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA. Anforderungen 3.5.1.1	(NA.3)	Sperrholz der technischen Klasse „Feucht“ nach DIN EN 13986 darf nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.	(NA.2) bis (NA.4) können zusammengefasst werden	
	(NA.4)	Sperrholz der technischen Klasse „Außen“ nach DIN EN 13986 darf nur in den Nutzungsklassen 1, 2 und 3 verwendet werden.		
	(NA.5) -> (3)		Paragraph (NA.5) und (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.1.1 (NA.5)
	(NA.6) -> (4)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.1.1 (NA.6)
NCI NA. Mindestdicken 3.5.1.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.1.2 (NA.1)
NCI NA. OSB-Platten (Oriented Strand Board)				
NCI NA. Anforderungen 3.5.2.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.2.1 (NA.1)
	(NA.2)	OSB-Platten der technischen Klasse OSB/2 nach DIN EN 13986 dürfen nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.	(NA.2) und (NA.3) können zusammengefasst werden	Die Verwendung von OSB-Platten nach DIN EN 13986 ist begrenzt auf die Nutzungsklasse 1 für Platten der technischen Klasse OSB/2 und auf die Nutzungsklassen 1 und 2 der technischen Klassen OSB/3 und OSB/4.
	(NA.3)	OSB-Platten der technischen Klassen OSB/3 und OSB/4 nach DIN EN 13986 dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.		
NCI NA. Mindestdicken 3.5.2.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.2.2 (NA.1)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 26 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA. 3.5.3				
NCI NA. 3.5.3.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.3.1 (NA.1)
	(NA.2)	Kunstharzgebundene Spanplatten der technischen Klassen P4 und P6 nach DIN EN 13986 dürfen nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.	(NA.2) und (NA.3) können zusammengefasst werden	Die Verwendung von Spanplatten nach DIN EN 13986 ist begrenzt auf die Nutzungsklasse 1 für Platten der technischen Klassen P4 und P6 und auf die Nutzungsklassen 1 und 2 der technischen Klassen P5 und P7.
	(NA.3)	Kunstharzgebundene Spanplatten der technischen Klassen P5 und P7 nach DIN EN 13986 dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.		
NCI NA. 3.5.4				
NCI NA. 3.5.4.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.4.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.4.1 (NA.2)
NCI NA. 3.5.4.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.4.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.4.2 (NA.2)
NCI NA. 3.5.4.3	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.4.3 (NA.1)
NCI NA. 3.5.5				
NCI NA. 3.5.5.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.5.1 (NA.1)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 27 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA. 3.5.5.1	(NA.2)	Faserplatten der technischen Klasse MBH.LA2 nach DIN EN 13986 dürfen für tragende und aussteifende Zwecke nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.	(NA.2) und (NA.3) können zusammengefasst werden	Die Verwendung von Faserplatten nach DIN EN 13986 ist für tragende und aussteifende Zwecke begrenzt auf die Nutzungsklasse 1 für Platten der technischen Klasse MBH.LA2 und auf die Nutzungsklassen 1 und 2 der technischen Klasse HB.HLA2.
	(NA.3)	Faserplatten der technischen Klasse HB.HLA2 nach DIN EN 13986 dürfen für tragende und aussteifende Zwecke nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.		
NCI NA. 3.5.5.2	(NA.1)	Die Mindestdicke von Faserplatten der technischen Klasse HB.HLA2 nach DIN EN 13986 für tragende und aussteifende Zwecke beträgt 4 mm.	(NA.1) und (NA.2) können zusammengefasst werden	Die Mindestdicke von Faserplatten nach DIN EN 13986 für tragende und aussteifende Zwecke beträgt 4 mm für Platten der technischen Klasse HB.HLA2 und 6 mm der technischen Klassen MBH.LA2
	(NA.2)	Die Mindestdicke von Faserplatten der technischen Klasse HB.HLA2 nach DIN EN 13986 für tragende und aussteifende Zwecke beträgt 4 mm.		
NCI NA. 3.5.5.3	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.5.3 (NA.1)
NCI NA. 3.5.6				
NCI NA. 3.5.6.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.6.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.6.1 (NA.2)
NCI NA. 3.5.6.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.6.2 (NA.1)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 28 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag		
NCI NA. 3.5.6.3	Festigkeits- und Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.6.3 (NA.1)	
NCI NA. 3.5.7	Faserverstärkte Gipsplatten					
NCI NA. 3.5.7.1	Anforderungen	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.7.1 (NA.1)	
		(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.7.1 (NA.2)	
NCI NA. 3.5.7.2	Mindestdicken	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.7.2 (NA.1)	
NCI NA. 3.5.7.3	Festigkeits- und Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.7.3 (NA.1)	
NCI NA. 3.5.8	Brettsperrholz	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.8 (NA.1)	
		(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.5.8 (NA.2)	
NCI NA. 3.5.9	Massivholzplatten (SWP)					
NCI NA. 3.5.9.1	Anforderungen	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.5.9.1 (NA.1)	
		(NA.2)	Massivholzplatten der technischen Klasse SWP/1 tragend nach DIN EN 13986 dürfen nur in der Nutzungsklasse 1 verwendet werden.			(NA.2) und (NA.3) können zusammengefasst werden
		(NA.3)	Massivholzplatten der technischen Klassen SWP/2 tragend und SWP/3 tragend nach DIN EN 13986 dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 29 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
NCI NA. 3.5.9.2	Mindestdicken	(NA.1)	Die Mindestdicke tragender Massivholzplatten beträgt 12 mm.	Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Für tragende Massivholzplatten beträgt die Mindestdicke 12 mm und die maximale Dicke 80 mm.
		(NA.2)	Die maximale Dicke tragender Massivholzplatten beträgt 80 mm.		
3.6	Klebstoffe	(1)P	...		
		(2)	...		
		(3)	...		
		(NA.4)		Paragraph (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 3.6 (NA.4)
	(NA.5)	Klebstoffe müssen dem Klebstofftyp I nach DIN EN 301:2006-09 zugeordnet werden können.	siehe 3.6 (2) und (3) -> Paragraph (NA.5) streichen DIN EN 301:2006-09 -> Jahreszahl notwendig?		DIN EN 301
3.7	Metallische Verbindungsmittel	(1)P			Text aus Kapitel 3.7 (1)P
NCI NA. 3.8	Balkenschichtholz	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.3.8 (NA.1)
		(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.3.8 (NA.2)
		(NA.3)			Text aus Kapitel NCI NA.3.8 (NA.3)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 30 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
4	Dauerhaftigkeit			
4.1	Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen	(1)P ...		
4.2	Korrosionsschutz	(1)P ...		
		(2) ...		
		(NA.3)	Paragraph (NA.3) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 4.2 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI Zu 4.2 (NA.4)
		(NA.5)		Text aus Kapitel NCI Zu 4.2 (NA.5)
(NA.6)	Text aus Kapitel NCI Zu 4.2 (NA.6)			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
5	Grundlagen der Berechnung			
5.1	Allgemeines	(1)P Die Berechnungen sind unter Verwendung geeigneter Bemessungsmodelle (falls erforderlich, auch durch Versuche ergänzt) unter Berücksichtigung aller maßgebenden Parameter durchzuführen. <del>Die Rechenmodelle müssen ausreichend genau sein, um das Tragverhalten im Einklang mit der erreichbaren Ausführungsgenauigkeit und der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten, auf denen die Bemessung beruht, vorhersagen zu können.</del>	schlechte Übersetzung  Der zweite Abschnitt von Paragraph (1) ist nicht zielführend. -> zweiter Abschnitt von Paragraph (1) streichen	Die Berechnungen sind unter Verwendung geeigneter Bemessungsmodelle (ergänzt durch Versuche sofern erforderlich) unter Berücksichtigung aller maßgebenden Parameter durchzuführen.
		(2) Das gesamte Verhalten der Konstruktion sollte durch eine Berechnung der Effekte der Einwirkungen mit Hilfe eines linearen Modells (lineares Baustoffverhalten) beurteilt werden.	schlechte Übersetzung	Das globale Verhalten der Konstruktion sollte durch eine Berechnung der Ergebnisse infolge Einwirkungen mit einem linearen Materialmodell (elastisches Baustoffverhalten) beurteilt werden.
		(3) Bei Konstruktionen, die in der Lage sind, die inneren Kräfte über Verbindungen entsprechender Duktilität umzuverteilen, dürfen elastisch-plastische Methoden zur Berechnung der inneren Kräfte in den Bauteilen verwendet werden.	Bezug auf (4)P?	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
5.1	Allgemeines	(4)P	Das Rechenmodell zur Bestimmung der inneren Kräfte in der Konstruktion oder in Teilen derselben muss Einflüsse aus Nachgiebigkeit von Verbindungen berücksichtigen.	schlechte Übersetzung  In welchem Bezug steht Paragraph (4)P? Der Zusammenhang zwischen Paragraph (3), (4)P und (5) ist nicht klar.	Das Modell zur Berechnung der inneren Kräfte einer Konstruktion oder eines Teiles von ihr muss die Auswirkungen der Nachgiebigkeit in den Verbindungen berücksichtigen.
		(5)	Im Allgemeinen sollte der Einfluss der Nachgiebigkeit von Verbindungen durch ihre Steifigkeit (beispielsweise der Verdreh- oder Verschiebungssteifigkeit) oder durch festgelegte Verschiebungsgrößen in Abhängigkeit von der Lasthöhe in der Verbindung berücksichtigt werden.	schlechte Übersetzung Bezug auf (4)P?	Im Allgemeinen sollt der Einfluss der Nachgiebigkeit in den Verbindungen durch ihre Steifigkeit (z. B. Rotations- oder Translationssteifigkeit) oder durch festgelegte Verschiebungsgrößen in Abhängigkeit des Lastniveaus in der Verbindung berücksichtigt werden.
5.2	Bauteile	(1)P	In der Berechnung muss Folgendes berücksichtigt werden: - geometrische Imperfektionen, - strukturelle Imperfektionen.  ANMERKUNG Geometrische und strukturelle Imperfektionen werden durch die in dieser Norm angegebenen Bemessungsmethoden erfasst.	Was ist mit den im Kapitel 2.4.2 angegebenen Inhomogenitäten? Wie sind diese zu erfassen?	
		(2)P	...		
		(3)	...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 33 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
5.2	Bauteile	(4)	Bei der Bestimmung des wirksamen Querschnitts im Bereich von Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln sind in der Regel alle Querschnittschwächungen als in diesem Querschnitt vorhanden zu betrachten, die um diesen Querschnitt in einem Abschnitt von weniger als dem halben Mindestabstand in Faserrichtung des Holzes liegen.	schlechte Übersetzung Verständlichkeit!	Bei der Bestimmung der wirksamen Querschnittsfläche in einer Verbindung sollten alle Löcher von einem gegebenen Querschnitt innerhalb eines Abstandes von der Hälfte des Mindestabstandes des Verbindungsmittels in Faserrichtung als in diesem Querschnitt vorkommend betrachtet werden.
5.3	Verbindungen	(1)P	...		
		(2)P	...		
		(3)P	...		
5.4	Zusammengesetzte Tragwerke				
5.4.1	Allgemeines	(1)P	...		
		(2)	...		
		(3)	...		
5.4.2	Rahmentragwerke	(1)P	Rahmentragwerke sind bei der Bestimmung der Stabkräfte und –momente unter Berücksichtigung der Verformungen der Stäbe und Verbindungen, des Einflusses von Auflagerausmittigkeiten und der Steifigkeit der Unterkonstruktion zu berechnen, siehe Bild 5.1 für die Definition der Struktur und der Modellelemente.	schlechte Übersetzung	Rahmentragwerke sind so zu berechnen, dass bei der Ermittlung der Stabschnittgrößen die Verformungen der Stäbe und Konten, der Einflusses der Anschlusszentritäten und die Steifigkeit der Unterkonstruktion berücksichtigt wird; siehe Bild 5.1 für die Definition der Tragwerksgestaltung und den Modellelementen.
		(2)P	...		
		(3)P	...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 34 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
5.4.2	Rahmentragwerke	(4)	Fiktive Balkenelemente und Federelemente dürfen bei der Modellierung exzentrischer Verbindungen und Auflager verwendet werden. Die Richtung fiktiver Balkenelemente und die Anordnung von Federelementen sollten bestmöglich der tatsächlichen Verbindungsausbildung angepasst sein.	schlechte Übersetzung	Fiktive Balkenelemente und Federelemente dürfen verwendet werden, um exzentrische Anschlüsse oder Auflager abzubilden. Die Ausrichtung der fiktiven Balkenelemente und die Lage der Federelemente sollten so genau wie möglich mit der tatsächlichen Kontenausbildung übereinstimmen.
		(5)	...		
		(6)	...		
		(7)	...		
		(8)	...		
		(9)	Stoßverbindungen in Fachwerkträgern dürfen als rotationssteif modelliert werden, wenn die tatsächliche Verdrehung unter Lasteinwirkung keine signifikanten Einfluss auf die Schnittgrößen hat. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn eine der folgenden Bedingungen eingehalten wird:  - die Stoßverbindung besitzt eine Tragfähigkeit, die mindestens dem 1,5fachen der Beanspruchung aus der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht;  - die Stoßverbindung hat eine Tragfähigkeit, die mindestens der Beanspruchung aus der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht, vorausgesetzt, dass die Holz-	Schreibfehler  schlechte Übersetzung	Stoßverbindungen in Fachwerkträgern dürfen als rotationssteif modelliert werden, wenn die tatsächliche Verdrehung unter Lasteinwirkung keinen signifikanten Einfluss auf die Schnittgrößen hat. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn eine der folgenden Bedingungen eingehalten wird:  - die Stoßverbindung besitzt eine Tragfähigkeit, die mindestens dem 1,5fachen der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht;  - die Stoßverbindung besitzt eine Tragfähigkeit, die mindestens der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht, unter der Voraussetzung, dass die Biegespannungen in den Holzbauteilen kleiner sind als das

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 35 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
5.4.2	Rahmentragwerke	(9)	bauteile nicht Bemessungswerten der Biegespannungen ausgesetzt sind, die größer sind als das 0,3fache des Bemessungswertes der Biegefestigkeit der Teile und dass das Tragwerk stabil bleibt, wenn alle derartigen Verbindungen wie ein Gelenk wirken.		0,3fache des Bemessungswertes der Biegefestigkeit der Elemente und dass die Verbindung stabil bleibt, wenn alle derartigen Verbindungen als Gelenk wirken.
		(NA.10)		falsche Nummerierung Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.4.2 (NA.1)
5.4.3	Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise	(1)	...		Text aus Kapitel 5.4.3 (1)
		(2)	...		Text aus Kapitel 5.4.3 (2)
		(3)	...		Text aus Kapitel 5.4.3 (3)
5.4.4	Ebene Rahmen und Bögen	(1)P	...		Text aus Kapitel 5.4.4 (1)P
		(2)	...		Text aus Kapitel 5.4.3 (2)
NCI	Flächentragwerke	NA.5.5			
NCI	Allgemeines	NA.5.5.1	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.1 (NA.1)
		(NA.2)	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.1 (NA.2)		
		(NA.3)	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.1 (NA.3)		
		(NA.4)	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.1 (NA.4)		
NCI	Flächen mit zusammengeklebten Schichten	NA.5.5.2	(NA.1)	Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.2 (NA.1)
		(NA.2)	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.2 (NA.2)		
NCI	Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten	NA.5.5.3	(NA.1)	Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.3 (NA.1)
		(NA.2)	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.3 (NA.2)		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 36 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Flächen aus Nadelholzlamellen NA.5.5.4	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.5.4 (NA.1)
NCI Flächen aus Schichten – Steifigkeitswerte und Spannungsbeziehung NA.5.6				
NCI Allgemeines NA.5.6.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.1 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.1 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.1 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.1 (NA.5)
NCI Flächen mit zusammengeklebten Schichten NA.5.6.2				
NCI NA. Allgemeines 5.6.2.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.1 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.1 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.1 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.1 (NA.5)
NCI NA. Plattenbeanspruchung 5.6.2.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.5)
	(NA.6)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.6)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 37 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA. Plattenbeanspruchung 5.6.2.2	(NA.7)		Paragraph (NA.1) bis (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.7)
	(NA.8)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.2 (NA.8)
NCI NA. Scheibenbeanspruchung 5.6.2.3	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.5)
	(NA.6)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.2.3 (NA.6)
NA.5.6.3 Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten				
NCI NA. Berechnungsmodell 5.6.3.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.1 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.1 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.1 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.1 (NA.5)
NCI NA. Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche A 5.6.3.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.2 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.2 (NA.3)
NCI NA. Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche B 5.6.3.3	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.4)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 38 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA. 5.6.3.3	(NA.5)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.5)
	(NA.6)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.3 (NA.6)
NCI NA. 5.6.3.4	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.5)
	(NA.6)			Text aus Kapitel NCI Zu 5.6.3.4 (NA.6)
NA.5.7	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.7 (NA.1)
NA.5.8	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.8 (NA.1)
NA.5.9	(NA.1)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 5.9 (NA.1)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 39 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit			
6.1	Querschnittsnachweise und Nachweise für Querschnitte unter Spannungskombinationen		Zusammenfassung Kapitel 6.1 und 6.2 -> neues Kapitel 6.1 mit ergänzter Kapitelüberschrift	
6.1.1	Allgemeines	(1)	6.1 gilt für tragende, gerade Produkte konstanten Querschnitts und im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Holzfasern aus Vollholz, Brettschichtholz oder Holzwerkstoffen (siehe Bild 6.1). Es wird vorausgesetzt, dass das Bauteil Spannungen in nur einer der Hauptachsenrichtungen (außer Schubspannungen) ausgesetzt ist.	6.1 gilt für tragende, gerade Produkte konstanten Querschnitts und im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Holzfasern aus Vollholz, Brettschichtholz oder Holzwerkstoffen (siehe Bild 6.1). Die Bauteile können Spannungen in nur einer der Hauptachsenrichtungen (außer Schubspannungen) aber auch Spannungen aus kombinierten Einwirkungen oder Spannungen in Richtung zweier oder dreier Hauptachsen des Baustoffes (außer Schubspannungen) ausgesetzt sein.
6.1.2	Zug in Faserrichtung, Biegung und Kombination Biegung und Zug in Faserrichtung	(1)P	Die folgende Bedingung muss erfüllt sein: $\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$ (6.1) Dabei ist $\sigma_{t,0,d}$ der Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung $f_{t,0,d}$ der Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung.	Zusammenfassung Kapitel 6.1.2, 6.1.6 und 6.2.3 -> neues Kapitel 6.1.2 mit ergänzter Kapitelüberschrift -> Paragraph (1)P hier streichen und teilweise in neuen Paragraph (1) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 40 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.2	Zug in Faserrichtung, Biegung und Kombination Biegung und Zug in Faserrichtung	(1)P	Zusammenfassung Kapitel 6.1.2, 6.1.6 und 6.2.3 -> neues Kapitel 6.1.2	Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein: $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{red} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.1)$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_{red} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.2)$ Dabei sind: $\sigma_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung; $f_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung; $\sigma_{m,y,d}$ und $\sigma_{m,z,d}$ Bemessungswerte der Biegespannungen um die Hauptachsen, wie in Bild 6.1 dargestellt; $f_{m,y,d}$ und $f_{m,z,d}$ zugehörige Bemessungswerte der Biegefestigkeiten. ANMERKUNG Der Beiwert $k_{red}$ berücksichtigt die Spannungsverteilungen in Verbindung mit den Inhomogenitäten des Baustoffs in einem Querschnitt.
		(2)	Zusammenfassung Kapitel 6.1.2, 6.1.6 und 6.2.3 -> neues Kapitel 6.1.2	Der Wert für den Beiwert $k_{red}$ ist in der Regel anzunehmen zu: - für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz: bei Rechteckquerschnitten: $k_{red} = 0,7$ bei anderen Querschnitten: $k_{red} = 1,0$ - für andere tragende Holzwerkstoffe, bei allen Querschnitten: $k_{red} = 1,0$ .

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.2	Zug in Faserrichtung, Biegung und Kombination Biegung und Zug in Faserrichtung	(3)P		Zusätzlich sind Stabilitätsnachweise zu führen (siehe 6.2).
6.1.3	Zug rechtwinklig zur Faserrichtung	(1)P	Der Einfluss der Bauteilgröße ist zu berücksichtigen.	Wie ist dies zu berücksichtigen?
6.1.4	Druck in Faserrichtung, Biegung und Kombination Biegung und Druck in Faserrichtung	(1)P	Die folgende Bedingung muss erfüllt sein: $\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \quad (6.2)$ Dabei ist $\sigma_{c,0,d}$ der Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung; $f_{c,0,d}$ der Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung. ANMERKUNG Regeln für stabilitätsgefährdete stabförmige Bauteile sind in 6.3 angegeben.	Zusammenfassung Kapitel 6.1.4, 6.1.6 und 6.2.4 -> neues Kapitel 6.1.4 mit ergänzter Kapitelüberschrift -> Paragraph (1)P hier streichen und teilweise in neuen Paragraph (1)P übernehmen
		(1)P		Zusammenfassung Kapitel 6.1.4, 6.1.6 und 6.2.4 -> neues Kapitel 6.1.4 für den Fall nur Druck in Faserrichtung führt die Quadrierung zu geringeren Ausnutzungen; da jedoch zusätzlich Stabilitätsnachweise zu führen sind, werden diese i. A. maßgebend

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.4	Druck in Faserrichtung, Biegung und Kombination Biegung und Druck in Faserrichtung	Fortsetzung	Zusammenfassung Kapitel 6.1.4, 6.1.6 und 6.2.4 -> neues Kapitel 6.1.4	$f_{c,0,d}$ der Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung; $\sigma_{m,y,d}$ und $\sigma_{m,z,d}$ Bemessungswerte der Biegespannungen um die Hauptachsen, wie in Bild 6.1 dargestellt; $f_{m,y,d}$ und $f_{m,z,d}$ zugehörige Bemessungswerte der Biegefestigkeiten. ANMERKUNG Der Beiwert $k_{red}$ berücksichtigt die Spannungsverteilungen in Verbindung mit den Inhomogenitäten des Baustoffs in einem Querschnitt. Für $k_{red}$ gelten die Werte nach 6.1.2. Zum Nachweis der Stabilität kann das Verfahren in 6.2 mit $\sigma_{c,0,d} = 0$ angewendet werden.
	(2)P			
	(3)P			

**Normenvorschlag zum Thema „Druck rechtwinklig zur Faser“ der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!**

6.1.5	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	(1)P	...		
		(2)	...		
		(3)	...		
		(4)	Für Bauteile auf Einzelabstützungen, die durch verteilte Lasten und / oder Einzellasten, die weiter als $l_1 = 2h$ von der Abstützung entfernt sind, beansprucht werden, siehe Bild 6.2(b), ist in der Regel der Wert für $k_{c,90}$ anzunehmen zu:	schlechte Formulierung ggf. Bild 6.2(c) ergänzen (Bauteil auf Einzellagerung unter Gleichstreckenlast)	Für Bauteile auf Einzelabstützungen, die durch Einzellasten im Abstand $l_1 \geq 2h$ , siehe Bild 6.2(b), und / oder Gleichstreckenlasten beansprucht werden, ist in der Regel der Wert für $k_{c,90}$ anzunehmen zu:

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 43 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
6.1.5	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	Fortsetzung	- $k_{c,90} = 1,5$ bei Vollholz aus Nadelholz; - $k_{c,90} = 1,75$ bei Brettschichtholz aus Nadelholz, vorausgesetzt es gilt: $l \leq 400$ mm wobei $h$ die Höhe des Bauteils und $l$ die Kontaktlänge ist. Eine Reihe von Einzellasten, die nahe beieinander wirken (z.B. Rippen oder Querhölzer mit einem Abstand < 610 mm), darf als verteilte Last betrachtet werden.	Der Grenzwert von 610 mm ist für herkömmliche Konstruktionen kaum einzuhalten; Pfettenabstände zwischen 80 und 200 cm sind üblich; oder sollen bei einem Pfettenabstand $\geq 610$ mm die Regelungen für Einzellasten gelten? -> ggf. ist eine Abgrenzung über die Trägerhöhe des nachzuweisenden Bauteils sinnvoll -> Klarstellung erforderlich	- $k_{c,90} = 1,5$ bei Vollholz aus Nadelholz; - $k_{c,90} = 1,75$ bei Brettschichtholz aus Nadelholz, vorausgesetzt es gilt: $l \leq 400$ mm wobei $h$ die Höhe des Bauteils und $l$ die Kontaktlänge ist. Eine Reihe von Einzellasten, die nahe beieinander wirken (z.B. aus Rippen oder Pfetten mit einem Abstand < 610 mm), darf als Gleichstreckenlast betrachtet werden.
		(NA.5)		Paragraph (NA.5) und (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 6.1.5 (NA.5)
		(NA.6)			Text aus Kapitel NCI Zu 6.1.5 (NA.6)
6.1.6	Biegung	(1)P Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein: $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \sqrt{\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}} \leq 1$ (6.11) $\sqrt{\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ (6.12) Dabei sind $\sigma_{m,y,d}$ und $\sigma_{m,z,d}$ Bemessungswerte der Biegespannungen um die Hauptachsen, wie in Bild 6.1 dargestellt; $f_{m,y,d}$ und $f_{m,z,d}$ zugehörige Bemessungswerte der Biegefestigkeiten. ANMERKUNG Der Beiwert $k_{red}$ berücksichtigt die Spannungsverteilungen in Verbindung mit den Inhomogenitäten des Baustoffs in einem Querschnitt.	Zusammenfassung Kapitel 6.1.2, 6.1.6 und 6.2.3 -> Kapitel 6.1.6 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.1.2 verschieben  Index „m“ in Index „red“ ändern -> siehe Kapitel 6.2.3		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 44 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.6 Biegung	(2)	Der Wert für den Beiwert $k_m$ ist in der Regel anzunehmen zu: - für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz: bei Rechteckquerschnitten: $k_m = 0,7$ bei anderen Querschnitten: $k_m = 1,0$ - für andere tragende Holzwerkstoffe, bei allen Querschnitten: $k_m = 1,0$ .		
	(3)P	Zusätzlich sind Stabilitätsnachweise zu führen (siehe 6.3).		
6.1.7 Schub	(1)P	...		
	(2)	...		
	(3)	Bei Auflagern darf der Anteil an der gesamten Querkraft einer Einzelkraft F, die auf der Oberseite des Biegestabes innerhalb eines Abstandes h oder $h_{eff}$ vom Auflager rand wirkt, unberücksichtigt bleiben (siehe Bild 6.6). Für Biegestäbe mit einer Ausklinkung am Auflager gilt diese Abminderung der Querkraft nur, wenn die Ausklinkung sich auf der Gegenseite des Auflagers befindet.	schlechte Übersetzung bzw. Formulierung Paragraph (3) und (NA.5) können zusammengefasst werden Welches h ist bei Trägern mit geneigtem Rand anzusetzen? -> Regelung aus (NA.5)	An Auflagern darf der Anteil der gesamten Querkraft einer Einzelkraft F, die auf der Oberseite des Biegestabes angreift und innerhalb eines Abstandes h oder $h_{eff}$ vom Auflager rand wirkt, unberücksichtigt bleiben (siehe Bild 6.6). Für Biegestäbe mit einer Ausklinkung am Auflager gilt diese Abminderung der Querkraft nur, wenn sich die Ausklinkung auf der Gegenseite des Auflagers befindet. Für Biegeträger mit Auflagerung am unteren und Lastangriff am oberen Träger rand darf der Nachweis der Schubspannungen und gegebenenfalls der Schubverbindungs mittel im Bereich von End- und Zwischenlagern mit der maßgebenden Querkraft geführt werden, wenn dort keine Ausklinkungen oder Durch-

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.7 Schub	Fortsetzung			brüche sind. Als maßgebende Querkraft darf die Querkraft im Abstand h (h = Trägerhöhe über der Auflagermitte) vom Auflager rand angenommen werden. Bei Trägern mit geneigtem Rand kann die Bauteilhöhe über Symmetrieachse des Auflagers angesetzt werden.
	(NA.4)	Bei Doppelbiegung in Rechteckquerschnitten muss die folgende Bedingung erfüllt sein: $\left(\frac{\tau_{x,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1 \text{ (NA.55)}$ ANMERKUNG Der Faktor $k_{cr}$ ist für Einwirkungen rechtwinklig zu möglichen Rissebenen anzusetzen.	Zusammenfassung (NA.4) und Kapitel NA.6.1.9 (NA.1) -> (NA.4) hier streichen und teilweise in Kapitel NA.6.1.9 (NA.1) verschieben	
	(NA.5)	Für Biegeträger mit Auflagerung am unteren Trägerrand und Lastangriff am oberen Trägerrand darf der Nachweis der Schubspannungen und gegebenenfalls der Schubverbindungs mittel im Bereich von End- und Zwischenlagern, wenn dort keine Ausklinkungen oder Durchbrüche sind, mit der maßgebenden Querkraft geführt werden. Als maßgebende Querkraft darf die Querkraft im Abstand h (h = Trägerhöhe über der Auflagermitte) vom Auflager rand angenommen werden. Bei Trägern mit geneigtem Rand kann die Bauteilhöhe über Symmetrieachse des Auflagers angesetzt werden.	Paragraph (3) und (NA.5) können zusammengefasst werden	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.1.7	Schub	(NA.6) 6.1.7(3) gilt sinngemäß auch für Querkraft aus Linienlasten.	Paragraph (NA.6) ist gleichbedeutend mit (NA.5) -> Paragraph (NA.6) streichen  es ergibt sich jeweils die maßgebende Querkraft im Abstand h zum Auflager- rand	
6.1.8	Torsion	(1)P ...  (NA.2)		Paragraph (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen
NCI NA.6.1.9	Schub bei Doppelbiegung und aus Querkraft und Torsion	(NA.1) Bei Kombination von Schub aus Querkraft und Torsion muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $\left(\frac{\tau_{\text{tor},d}}{k_{\text{shape}} \cdot f_{v,d}}\right) + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1$ (NA.56)  ANMERKUNG Der Faktor $k_{cr}$ ist für Einwirkungen rechtwinklig zu möglichen Rissebenen anzusetzen.	Zusammenfassung (NA.1) und NCI Zu 6.1.7 (NA.4)	Bei Doppelbiegung in Rechteckquerschnitten und Kombination von Schub aus Querkraft und Torsion muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $\left(\frac{\tau_{\text{tor},d}}{k_{\text{shape}} \cdot f_{v,d}}\right) + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1$ (6.11)  ANMERKUNG Der Faktor $k_{cr}$ ist für Einwirkungen rechtwinklig zu möglichen Rissebenen anzusetzen.
6.1.10	Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung	(1)P (2) (3)	neues Kapitel 6.1.10	Text aus Kapitel 6.2.2 (1)P übernehmen Text aus Kapitel 6.2.2 (2) übernehmen Text aus Kapitel NCI Zu 6.2.2 (NA.3) übernehmen
6.1.11	Zug unter einem Winkel zur Faserrichtung	(1)	neues Kapitel 6.1.11	Text aus Kapitel NCI NA.6.2.5 (NA.1) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 47 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2	Nachweise für Querschnitte unter Spannungs-kombinationen		Zusammenfassung Kapitel 6.1 und 6.2 -> Kapitel 6.2 streichen	
6.2.1	Allgemeines	(1)P 6.2 gilt für tragende, gerade Produkte konstanten Querschnitts und im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Holzfasern aus Vollholz, Brettschichtholz oder Holzwerkstoffe. Es wird angenommen, dass das Bauteil Spannungen aus kombinierten Einwirkungen oder Spannungen in Richtung zweier oder dreier Hauptachsen des Baustoffes ausgesetzt ist.	Zusammenfassung Kapitel 6.1 und 6.2 -> Kapitel 6.2 streichen	
6.2.2	Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung	(1)P ... (2) ... (NA.3) ...	-> Kapitel 6.2.2 hier streichen und in neues Kapitel 6.1.10 verschieben	
6.2.3	Biegung und Zug	(1)P Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:  $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.17)$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_{\sigma} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.18)$  (2) Für $k_{\sigma}$ gelten die Werte nach 6.1.6.  ANMERKUNG Zum Nachweis der Stabilität kann das Verfahren in 6.3 mit $\sigma_{t,0,d} = 0$ angewendet werden.	Zusammenfassung Kapitel 6.1.2, 6.1.6 und 6.2.3 -> Kapitel 6.2.3 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.1.2 verschieben  Index „m“ in Index „red“ ändern -> siehe Kapitel 6.2.3	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 48 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.4 Biegung und Druck	(1)P	Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein: $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + i \circ \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + i \circ \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$	Zusammenfassung Kapitel 6.1.4, 6.1.6 und 6.2.4 -> Kapitel 6.2.4 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.1.4 verschieben  Index „m“ in Index „red“ ändern -> siehe Kapitel 6.2.3	
	(2)P	Für $k_{\sigma}$ gelten die Werte nach 6.1.6. ANMERKUNG: Hinweise zu Stabilitätsnachweisen enthält 6.3.		
NCI Zug unter einem Win-NA.6.2.5 kel $\alpha$	(NA.1)	...	-> Kapitel NCI NA.6.2.5 hier streichen und in neues Kapitel 6.1.11 verschieben Umbenennung analog zu Kapitel 6.2.2	

**Normenvorschlag zum Thema „stabilitätsgefährdete Bauteile“ der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!**

**Aufgrund der Zusammenfassung von Kapitel 6.1 und 6.2 müssen die nachfolgenden Kapitelnummerierungen entsprechend angepasst werden.**

6.3 Stabilität von Bauteilen				
6.3.1 Allgemeines 6.2.1	(1)P	...		
	(2)P	...		
	(3)	Die Stabilität von durch Druck oder Druck und Biegung beanspruchten Stützen sollte nach 6.3.2 nachgewiesen werden (Biegeknicken).	Zusammenfassung (3) und (4) die Begriffe Stütze und Träger sind irritierend	Die Stabilität von durch Druck und / oder Biegung beanspruchten Querschnitten sollte nach 6.2.2 nachgewiesen werden (Biegeknicken / Biegedrillknicken).
	(4)	Die Stabilität von durch Biegung oder Druck und Biegung beanspruchten Trägern sollte nach 6.3.3 nachgewiesen werden (Biegedrillknicken).	völlig unterschiedliche Nachweisformate für Biegeknicken und Biegedrillknicken auch in Verbindung mit den zusätzlichen Angaben im NA -> Nachweisführung aus DIN 1052:2008 übernehmen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 49 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.1 Allgemeines 6.2.1	(NA.5) -> (4)		Paragraph (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 6.3.1 (NA.5)
6.3.2 Biegeknicken von Druckstäben	(1)	Der bezogene Schlankheitsgrad sollte angenommen werden zu: $\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \sqrt{E_{0,05}}} \quad (6.21)$ $\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \sqrt{E_{0,05}}} \quad (6.22)$ Dabei ist $\lambda_y$ und $\lambda_{rel,y}$ der Schlankheitsgrad für Biegung um die y-Achse (Ausbiegung in z-Richtung); $\lambda_z$ und $\lambda_{rel,z}$ der Schlankheitsgrad für Biegung um die z-Achse (Ausbiegung in y-Richtung); $E_{0,05}$ 5%-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung.	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> Kapitel 6.3.2 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.2.2 verschieben	
	(2)	Sind sowohl $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ als auch $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ , dann sollten für die Spannungen die Bedingungen (6.19) und (6.20) erfüllt sein.		
	(3)	In allen anderen Fällen sollten die Spannungen, die sich infolge von Durchbiegungen erhöhen, die folgenden Bedingungen erfüllen: $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + i \circ \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$ $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + i \circ \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$	Textpassage ist nicht zielführend, eher verwirrend	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 50 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.2	Biegeknicen von Druckstäben	Fortsetzung mit den Formelzeichen nach folgender Definition : $k_{rel,y} = \frac{1}{\beta_c \sqrt{\lambda_{rel,y}^2 - 0,3}} \quad (6.25)$ $k_{rel,z} = \frac{1}{\beta_c \sqrt{\lambda_{rel,z}^2 - 0,3}} \quad (6.26)$ $k_{rel,y} = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 \quad (6.27)$ $k_{rel,z} = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 \quad (6.28)$ Dabei ist $\beta_c$ ein Imperfektionsbeiwert nach Abschnitt 10; $\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{für Vollholz;} \\ 0,1 & \text{für Brettstichholz und Furnierholz;} \end{cases} \quad (6.29)$ nach 6.1.6	kein oberer Grenzwert für $k_c$ angegeben, grundsätzlich ist der Druckspannungsnachweise zu führen -> besser Angabe einer oberen Grenze $k_c \leq 1,0$ Nachweisformat aus DIN 1052:2008 übernehmen -> Gleichung (6.23) und (6.24) durch Gleichungen aus DIN 1052:2008 ersetzen Index „m“ in Index „red“ ändern -> siehe Kapitel 6.3.3	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.2	Biegeknicen und Biegedrillknicken von Stäben	(1)	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2 -> Nachweisführung aus DIN 1052:2008 übernehmen	Der bezogene Schlankheitsgrad sollte angenommen werden zu: $\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \sqrt{E_{0,05}}} \quad (6.13)$ $\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \sqrt{E_{0,05}}} \quad (6.14)$ Dabei ist $\lambda_y$ und $\lambda_{rel,y}$ der Schlankheitsgrad für Biegung um die y-Achse (Ausbiegung in z-Richtung); $\lambda_z$ und $\lambda_{rel,z}$ der Schlankheitsgrad für Biegung um die z-Achse (Ausbiegung in y-Richtung); $E_{0,05}$ 5%-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung.
		(2)	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2	Der bezogene Kippschlankheitsgrad ist in der Regel anzunehmen zu: $\lambda_{rel,m} = \frac{f_{m,0}}{\sigma_{m,crit}} \quad (6.15)$

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.2	Biegeknicke und Biegedrillknicken von Stäben	Fortsetzung	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2	<p>Dabei ist</p> <p><math>\sigma_{m,crit}</math> die kritische Biegespannung nach der klassischen Stabilitätstheorie, berechnet mit den 5%-Quantilwerten der Steifigkeiten.</p> <p>Die kritische Biegespannung ist in der Regel anzunehmen zu:</p> $\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y} \quad (6.16)$ <p>Dabei ist</p> <p><math>E_{0,05}</math> der 5%-Quantilwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung;</p> <p><math>G_{0,05}</math> der 5%-Quantilwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung;</p> <p><math>I_z</math> das Trägheitsmoment 2. Grades um die schwache Achse z;</p> <p><math>I_{tor}</math> das Torsionsträgheitsmoment;</p> <p><math>l_{ef}</math> die wirksame Länge des Biegestabes, abhängig von den Auflagerbedingungen und der Art der Lasteinwirkung nach Tabelle 6.1;</p> <p><math>W_y</math> das Widerstandsmoment um die starke Achse y.</p>

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.2	Biegeknicke und Biegedrillknicken von Stäben	Fortsetzung	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2	<p>Für Nadelholz mit vollem Rechteckquerschnitt sollte <math>\sigma_{m,crit}</math> angenommen werden zu:</p> $\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} \quad (6.17)$ <p>Dabei ist</p> <p><math>b</math> die Querschnittsbreite;</p> <p><math>h</math> die Querschnittshöhe.</p> <p>Tabelle 6.1</p> <p>Die Spannungen müssen folgenden Bedingungen erfüllen:</p> $\frac{\sigma_{e,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m f_{m,y,d}} + k_{red} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.18)$ $\frac{\sigma_{e,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{red} \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$ <p>Dabei ist</p> <p><math>k_{c,y}</math> und <math>k_{c,z}</math> Knickbeiwert</p> <p><math>k_m</math> Beiwert zur Berücksichtigung der zusätzlichen Spannungen infolge des seitlichen Ausweichens</p>
		(3)		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.2	Biegeknicke und Biegedrillknicken von Stäben	Fortsetzung	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2 oberer Grenzwert $k_c \leq 1,0$	mit den Formelzeichen nach folgender Definition: $k_{c,y} = \min\left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, 1,0\right) \quad (6.20)$ $k_{c,z} = \min\left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, 1,0\right) \quad (6.21)$ $k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \quad (6.22)$ $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) \quad (6.23)$ dabei ist $\beta_c$ ein Imperfektionsbeiwert nach Abschnitt 10; $\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{für Vollholz;} \\ 0,1 & \text{für Brett-schichtholz und Furnierholz;} \end{cases} \quad (6.24)$ $k_{red}$ nach 6.1.6. Bei Biegestäben mit spannungsloser seitlicher Vorkrümmung innerhalb der in Abschnitt 10 festgelegten Grenzen darf $k_m$ nach Gleichung (6.25) bestimmt werden. $k_{m,i} = \begin{cases} \frac{1}{1,56 - 0,75 \lambda_{rel,i}} & \text{für } \lambda_{rel,i} \leq 0,75 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,i}} & \text{für } 0,75 < \lambda_{rel,i} \leq 1,4 \end{cases}$ (6.25).

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.2.2	Biegeknicke und Biegedrillknicken von Stäben	(4)	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> neues Kapitel 6.2.2	Bei Biegestäben, bei denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes über die gesamte Länge verhindert wird und an den Auflagern eine Gabelagerung besteht, darf der Beiwert $k_m$ zu 1,0 angenommen werden.
		(5)	Vereinfachung aus DIN 1052 Abs. 10.3.2 (8) übernehmen	Bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt und $\frac{l_{eff} \cdot h}{b^2} \leq 140$ darf $k_m = 1$ gesetzt werden. Dabei ist $b$ die Trägerbreite.
		(6)		Bei Beanspruchung infolge Zug und Biegung können die Nachweise nach Gl. (6.18) und (6.19) mit $\sigma_{x,0,d} = 0$ angewendet werden.
6.3.3	Biegedrillknicken von Biegestäben	(1)P	Biegedrillknickenachweise sind sowohl im Fall reiner Biegemomentenbeanspruchung um die starke Achse $y$ als auch im Falle einer kombinierten Beanspruchung aus Biegemoment $M_y$ und Drucknormalkraft $N_c$ zu führen.	
		(2)	Der bezogene Kippschlankheitsgrad ist in der Regel anzunehmen zu: $\lambda_{rel,i,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,cr,i}}} \quad (6.30)$	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.3	Biegedrillknicken von Biegestäben	<p>Fortsetzung</p> <p>Dabei ist</p> <p><math>\sigma_{m,crit}</math> die kritische Biegespannung nach der klassischen Stabilitätstheorie, berechnet mit den 5%-Quantilwerten der Steifigkeiten.</p> <p>Die kritische Biegespannung ist in der Regel anzunehmen zu:</p> $\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{eff} W_y}$ <p>6.31)</p> <p>Dabei ist</p> <p><math>E_{0,05}</math> der 5%-Quantilwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung;</p> <p><math>G_{0,05}</math> der 5%-Quantilwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung;</p> <p><math>I_z</math> das Trägheitsmoment 2. Grades um die schwache Achse z;</p> <p><math>I_{tor}</math> das Torsionsträgheitsmoment;</p> <p><math>l_{eff}</math> die wirksame Länge des Biegestabes, abhängig von den Auflagerbedingungen und der Art der Lasteinwirkung nach Tabelle 6.1;</p> <p><math>W_y</math> das Widerstandsmoment um die starke Achse y.</p>	<p>Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3</p> <p>-&gt; Kapitel 6.3.3 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.2.2 verschieben</p>	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.3	Biegedrillknicken von Biegestäben	<p>Für Nadelholz mit vollem Rechteckquerschnitt sollte <math>\sigma_{m,crit}</math> angenommen werden zu:</p> $\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{eff}} E_{0,05} \quad (6.32)$ <p>Dabei ist</p> <p><math>b</math> die Querschnittsbreite;</p> <p><math>h</math> die Querschnittshöhe.</p> <p>(3) Im Fall, dass nur ein Biegemoment um die starke Achse vorhanden ist, sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen:</p> $\sigma_{m,d} = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$ <p>Dabei sind</p> <p><math>\sigma_{m,d}</math> Bemessungswert der Biegebeanspruchung;</p> <p><math>f_{m,d}</math> Bemessungswert der Biegefestigkeit;</p> <p><math>k_{crit}</math> Beiwert zur Berücksichtigung der zusätzlichen Spannungen infolge des seitlichen Ausweichens.</p> <p>Tabelle 6.1</p>	<p>Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3</p> <p>-&gt; Kapitel 6.3.3 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.2.2 verschieben</p> <p>-&gt; Nachweisführung aus DIN 1052:2008 übernehmen</p> <p>-&gt; Gleichung (6.33) durch Gleichungen aus DIN 1052:2008 ersetzen</p> <p>Die Bezeichnung <math>k_{crit}</math> ist irreführend. Index „crit“ in Index „m“ ändern.</p> <p>-&gt; Nachweis Biegeknicken mit Index „c“ für compression und Nachweis Biegedrillknicken mit Index „m“ für moment. Dadurch muss der Beiwert <math>k_m</math> in Kapitel 6.1.6, 6.2.3 und 6.2.4 angepasst werden: Index „m“ in Index „red“ ändern.</p> <p>Vereinfachung aus DIN 1052 Abs. 10.3.2 (8) übernehmen:</p> <p>„Bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt und <math>\frac{l_{eff}}{b} \leq 140</math> darf <math>k_m = k_{crit} = 1</math> gesetzt werden. Dabei ist b die Trägerbreite.“</p>	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.3 Biegedrillknicken von Biegestäben	(4)	Bei Biegestäben mit spannungsloser seitlicher Vorkrümmung innerhalb der in Abschnitt 10 festgelegten Grenzen darf $k_{crit}$ nach Gleichung (6.34) bestimmt werden. $k_{crit} = \begin{cases} 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & \text{für } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{für } 0,75 < \lambda_{rel,m} < 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{für } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$ (6.34)	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> Kapitel 6.3.3 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.2.2 verschieben -> Nachweisführung aus DIN 1052:2008 übernehmen -> Gleichung (6.35) durch Gleichungen aus DIN 1052:2008 ersetzen Die Bezeichnung $k_{crit}$ ist irreführend. Index „crit“ in Index „m“ ändern.	
	(5)	Bei Biegestäben, bei denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes über die gesamte Länge verhindert wird und an den Auflagern eine Gabellagerung besteht, darf der Beiwert $k_{crit}$ zu 1,0 angenommen werden.		
	(6)	Besteht eine Kombination eines Biegemomentes $M_y$ um die starke Achse y mit einer Normalkraft $N_x$ , dann sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen: $\left( \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$ (6.35) Dabei ist $\sigma_{m,d}$ der Bemessungswert der Biegebeanspruchung; $\sigma_{c,0,d}$ der Bemessungswert der Druckbeanspruchung;		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.3.3 Biegedrillknicken von Biegestäben	Fortsetzung	$f_{c,0,d}$ der Bemessungswert der Druckbeanspruchung; $k_{c,z}$ nach Gleichung (6.26).	Zusammenfassung Kapitel 6.3.2 und 6.3.3 -> Kapitel 6.3.3 hier streichen und teilweise in neues Kapitel 6.2.2 verschieben	
	(NA.7)	Bei zweiachsiger Biegung und Querschnittsverhältnissen $h/b \leq 4$ darf der Nachweis wie folgt geführt werden: $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} + \left( \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \right)^2 \leq 1$ (NA.60) $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \left( \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ (NA.61) Dabei ist $k_{c,y}$ der Knickbeiwert nach Gleichung (6.25) für Knicken um die y-Achse; $k_{c,z}$ der Knickbeiwert nach Gleichung (6.26) für Knicken um die z-Achse; $k_{crit}$ der Kippbeiwert nach Gleichung (6.34).	Nach verschiedenen Aussagen aus Fachkreisen sind die Gleichungen (NA.60) und (NA.61) nicht wissenschaftlich belegt. -> Paragraph (NA.7) streichen	
6.4 Nachweise für Querschnitte in Bauteilen mit veränderlichem Querschnitt oder gekrümmter Form				
6.4.1 Allgemeines 6.3.1	(1)P	Die Wirkung einer Kombination von Normalkraft und Biegemoment ist zu berücksichtigen.	Paragraph (1)P ist nicht zielführend -> Paragraph (1)P streichen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.4.1 Allgemeines 6.3.1	(2) -> (1)	...		
	(3)	Die Spannung in einem Querschnitt infolge einer Normalkraft darf berechnet werden zu: $\sigma_N = \frac{N}{A} \quad (6.36)$ Dabei ist $\sigma_N$ die Normalspannung; $N$ die Normalkraft; $A$ die Querschnittsfläche.	Paragraph (3) ist nicht zielführend -> Paragraph (3) streichen	
	(2)		Ergänzung	Angaben zu Verstärkungsmaßnahmen für die Aufnahme zusätzlicher klimabedingter Querspannungen sowie für die vollständige Aufnahme von Querspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt sind in Kapitel 6.7.2 und 6.7.3 enthalten.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.4.2 Pultdachträger 6.3.2	(1)P	...		
	(2)	Die Bemessungswerte der Biegespannungen $\sigma_{m,\alpha,d}$ und $\sigma_{m,0,d}$ (siehe Bild 6.8) dürfen wie folgt bestimmt werden: $\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = \frac{6M_d}{b h^2} \quad (6.37)$ Am angeschnittenen Rand mit den angeschnittenen Holzfasern sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen: $\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} f_{m,d} \quad (6.38)$ Dabei ist $\sigma_{m,\alpha,d}$ der Bemessungswert der Biegebeanspruchung unter Berücksichtigung des Trägeranschnittes; $f_{m,d}$ der Bemessungswert der Biegefestigkeit; $k_{m,\alpha}$ sollte wie folgt berechnet werden: Für Zugspannungen entlang des angeschnittenen Randes: $k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 \cdot f_{t,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \quad (6.39)$ Für Druckspannungen entlang des angeschnittenen Randes: $k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{t,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \quad (6.40)$	Ergänzung der Bemessungsgleichung für faserparallelen Rand schlechte Formulierung  Bezeichnung $k_{m,\alpha}$ gleich für Zugspannungen und Druckspannungen entlang des angeschnittenen Randes -> Ergänzung Index „t“ und „c“	Die Bemessungswerte der Biegespannungen $\sigma_{m,\alpha,d}$ und $\sigma_{m,0,d}$ (siehe Bild 6.8) dürfen wie folgt bestimmt werden: $\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = \frac{6M_d}{b h^2} \quad (6.37)$ Am faserparallelen Rand sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen: $\sigma_{m,0,d} \leq f_{m,d} \quad (6.39)$ Am Rand schräg zur Faserrichtung sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen: $\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} f_{m,d} \quad (6.38)$ Dabei ist $\sigma_{m,\alpha,d}$ der Bemessungswert der Biegebeanspruchung unter Berücksichtigung des Trägeranschnittes; $f_{m,d}$ der Bemessungswert der Biegefestigkeit; $k_{m,\alpha}$ sollte wie folgt berechnet werden: Für Zugspannungen entlang des angeschnittenen Randes: $k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 \cdot f_{t,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \quad (6.39)$

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.4.2 6.3.2 Pultdachträger	Fortsetzung			Für Druckspannungen entlang des angeschnittenen Randes: $\sigma_{\perp, \text{max}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,d}} \tau_{2n} \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,d}} \tau_{2n} \alpha\right)^2}} \quad (6.40)$
	(NA.3)		Paragraph (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 6.4.2 (NA.3)
6.4.3 6.3.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	(1)	...		
	(2)	Die Anforderungen nach 6.4.2 gelten für die geraden Bereiche des Biegestabes mit angeschnittenen Holzfasern.	schlechte Formulierung	Die Anforderungen nach 6.4.2 gelten für die faserparallelen Ränder und die Ränder mit schräg verlaufenden Fasern.
	(3)	... ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt entspricht der Firstbereich dem gekrümmten Bereich der Träger.	schlechte Übersetzung	... ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt erstreckt sich der Firstbereich über den gekrümmten Bereich des Trägers.
	(4)	...		
	(5)	...		
	(6)	... Dabei ist ... V das querzugbeanspruchte Volumen im Firstbereich, in m³ (siehe Bild 6.9), sollte nicht größer sein als 2V <sub>B</sub> /3, mit V <sub>B</sub> als Gesamtvolumen des Biegestabes, angenommen werden.	Schreibfehler, schlechte Formulierung	... Dabei ist ... V das querzugbeanspruchte Volumen im Firstbereich, in m³ (siehe Bild 6.9), dieses sollte nicht größer als 2V <sub>B</sub> /3, mit V <sub>B</sub> als Gesamtvolumen des Biegestabes, angenommen werden.
	(7)	...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 63 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.4.3 6.3.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	(8)	... Bild 6.9 ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt entspricht der Firstbereich dem gekrümmten Bereich der Träger.	schlechte Übersetzung	... Bild 6.9 ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt erstreckt sich der Firstbereich über den gekrümmten Bereich des Trägers.
NCI Zu 6.4.3 6.3.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt		ANMERKUNG 1: DIN EN 1995-1-1 regelt nur Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt, die keine Querzugverstärkung enthalten. Bauteile, die Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querzugspannungen enthalten sind in NCI NA.6.8.5 geregelt. Bauteile, die Verstärkungen zur vollständigen Aufnahme der Querzugspannungen enthalten, sind in NCI NA.6.8.6 geregelt.  ANMERKUNG 2: Im Hinblick auf zusätzliche klimabedingte Querzugspannungen werden für gekrümmte Biegeträger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt immer Verstärkungen nach NCI NA.6.8.5 empfohlen. Für Satteldachträger mit geradem Untergurt werden ab einem Ausnutzungsgrad $\eta \geq 0,8$ im Nachweis der Querzugspannungen	Kapitel Verstärkungen in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen. -> Anmerkung 1 streichen  neues Kapitel 6.7.2 -> Anmerkung 2 hier streichen und in neues Kapitel 6.7.2 verschieben	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 64 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Zu 6.4.3 6.3.3	Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	nach Gleichung (6.50) und (6.53) Verstärkungen nach NCI NA.6.8.5 empfohlen.  ANMERKUNG 3: Hinweise zu Trägern mit sogenannter „hochgesetzter Trockenfuge“ bzw. bei Trägern mit unterschiedlicher Neigung des Ober- und Untergurtes können [NA.2] entnommen werden.		
6.3.4	Fischbauchträger	Kapitel weder in DIN EN 1995-1-1 noch in DIN EN 1995-1-1/NA enthalten	neues Kapitel 6.3.4	ergänzende Regelungen zu Fischbauchträgern aufnehmen
6.5 6.4	Ausgeklinte Bauteile			
6.5.1 6.4.1	Allgemeines	(1)P ... (2) ... (NA.3) -> (3) (4)	Paragraph (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen  Text aus Kapitel 6.5.1 (2)	Text aus Kapitel NCI Zu 6.5.1 (NA.3)  Querzugverstärkungen für rechtwinklige Ausklinkungen an den Enden von Biegestäben mit Rechteckquerschnitt sind in Kapitel 6.7.4 enthalten.
6.5.2 6.4.2	Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager	(1) ... (2) Es sollte nachgewiesen werden, dass $k_{v,cl} = \frac{1,5 \sqrt{f}}{k_{ef} h_{ef}} \leq k_{v,cl} f_{v,cl}$ (6.60) Dabei ist $k_{v,cl}$ ein Abminderungsfaktor, wie folgt definiert:	Zusammenfassung Paragraph (2) und (NA.3) -> (2) und (NA.3) teilweise streichen schlechte Formulierung bzw. Reihenfolge	Es sollte nachgewiesen werden, dass $k_{v,cl} = \frac{1,5 \sqrt{f}}{k_{ef} h_{ef}} \leq k_{v,cl} f_{v,cl}$ (6.60) Dabei ist $k_{v,cl}$ ein Abminderungsfaktor, wie folgt definiert:

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.5.2 6.4.2	Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager	Fortsetzung  - für auf der Gegenseite des Auflagers ausgeklinte Biegestäbe (siehe Bild 6.11b) $k_{v,cl} = 1,0$  - für an der Auflagerseite ausgeklinte Biegestäbe (siehe Bild 6.11a): $k_{v,cl} = \min \left\{ \frac{1}{\sqrt{h} \left( \sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,5 \frac{x}{h} \sqrt{1-\alpha^2} \right)} \right\}$ (6.62) Dabei ist $\alpha$ die Neigung der Ausklingung (siehe Bild 6.11a); $h$ die Höhe des Biegestabes in mm; $x$ der Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklingungsecke, in mm; $\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$ $k_{v,cl} = \begin{cases} 4,5 & \text{für Furnierschichtholz} \\ 5 & \text{für Vollholz} \\ 6,5 & \text{für Brettschichtholz} \end{cases}$ (6.63) Bild 6.11	Zusammenfassung Paragraph (2) und (NA.3) -> (2) und (NA.3) teilweise streichen schlechte Formulierung bzw. Reihenfolge	$k_{v,cl} = \min \left\{ \frac{1}{\sqrt{h} \left( \sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,5 \frac{x}{h} \sqrt{1-\alpha^2} \right)} \right\}$ (6.62) Dabei ist $\alpha$ die Neigung der Ausklingung (siehe Bild 6.11a); $h$ die Höhe des Biegestabes in mm; $x$ der Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklingungsecke, in mm; $\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$ $k_{v,cl} = \begin{cases} 4,5 & \text{für Furnierschichtholz} \\ 5 & \text{für Vollholz} \\ 6,5 & \text{für Brettschichtholz} \end{cases}$ (6.63) Bild 6.11 Falls $x < h_{ef}$ ist, darf $k_{v,cl}$ wie folgt bestimmt werden: $k_{v,cl} = \left( \frac{h}{h_{ef}} \right) \left[ 1 - \frac{(h-h_{ef})x}{h h_{ef}} \right]$ (NA.62) Für auf der Gegenseite des Auflagers ausgeklinte Biegestäbe (siehe Bild 6.11b) darf $k_{v,cl} = 1,0$ angesetzt werden. Für Bauteile mit einer Voute sind zusätzlich der kombinierte Spannungsnachweis am angeschnittenen Rand und der Schubspannungsnachweis
(NA.3)	Für Träger mit Ausklinkungen auf der Gegenseite des Auflagers (siehe Bild 6.11) ist $k_{v,cl} = 1$ .  Falls $x < h_{ef}$ ist, darf $k_{v,cl}$ wie folgt bestimmt werden:			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag												
6.5.2 6.4.2	Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager	Fortsetzung $k_{cr} = \left(\frac{h_c}{h_{eff}}\right) \left[1 - \frac{(h_c - h_{eff})^2}{h_c^2}\right]$ (NA.62) Dabei ist $x$ der Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke, in mm. Für Bauteile mit einer Voute sind zusätzlich der kombinierte Spannungsnachweis am angeschnittenen Rand und der Schubspannungsnachweis im Voutenquerschnitt mit der minimalen Höhe zu führen.		im Voutenquerschnitt mit der minimalen Höhe zu führen.												
6.6	Systemfestigkeit		Kapitel 6.6 hier streichen und in neues Kapitel 6.8 verschieben													
NCI NA.6.7 6.5	Unverstärkte Durchbrüche und Queranschlüsse	(NA.1) -> (1) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"><tr><td><math>l_{\perp} \geq d</math></td><td><math>l_{\perp} \geq 5l</math>, jedoch mindestens 300 mm</td><td><math>l_{\perp} \geq 9d</math></td><td><math>A_{90} \geq 0,33 \cdot A</math></td><td><math>\beta \leq 0,4</math></td><td><math>A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A</math></td></tr></table>	$l_{\perp} \geq d$	$l_{\perp} \geq 5l$ , jedoch mindestens 300 mm	$l_{\perp} \geq 9d$	$A_{90} \geq 0,33 \cdot A$	$\beta \leq 0,4$	$A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A$	Kapitel Unverstärkte Durchbrüche in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen. Queranschlüsse in eigenes Kapitel (6.6) verschieben Mindest- und Höchstmaße als Tabelle angeben	... Es gelten die Mindest- und Höchstmaße gemäß Tabelle X. Tabelle X – Mindest- und Höchstmaße für unverstärkte Durchbrüche <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"><tr><td><math>l_{\perp} \geq d</math></td><td><math>l_{\perp} \geq 5l</math>, jedoch mindestens 300 mm</td><td><math>l_{\perp} \geq 9d</math></td><td><math>A_{90} \geq 0,33 \cdot A</math></td><td><math>\beta \leq 0,4</math></td><td><math>A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A</math></td></tr></table>	$l_{\perp} \geq d$	$l_{\perp} \geq 5l$ , jedoch mindestens 300 mm	$l_{\perp} \geq 9d$	$A_{90} \geq 0,33 \cdot A$	$\beta \leq 0,4$	$A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A$
$l_{\perp} \geq d$	$l_{\perp} \geq 5l$ , jedoch mindestens 300 mm	$l_{\perp} \geq 9d$	$A_{90} \geq 0,33 \cdot A$	$\beta \leq 0,4$	$A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A$											
$l_{\perp} \geq d$	$l_{\perp} \geq 5l$ , jedoch mindestens 300 mm	$l_{\perp} \geq 9d$	$A_{90} \geq 0,33 \cdot A$	$\beta \leq 0,4$	$A_{\beta} \leq 0,15 \cdot A$											
		(NA.2) -> (2)	Paragraph (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NA.6.7 (NA.2)												
		(NA.3) -> (3)	Beträgt das lichte Maß $d \leq 50$ mm, dann müssen dennoch die Regeln für Querschnittsschwächungen beachtet werden. eindeutige Formulierung	Beträgt das lichte Maß $d \leq 50$ mm, dann müssen dennoch die Regeln gemäß Tabelle X für Querschnittsschwächungen beachtet werden.												
		(NA.4) -> (4)	Paragraph (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NA.6.7 (NA.4)												

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 67 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.6.7 6.5	Unverstärkte Durchbrüche und Queranschlüsse	(NA.5) Für unverstärkte Queranschlüsse gelten die Regelungen aus DIN EN 1995-1-1:2010-12, 8.1.4 und NCI Zu 8.1.4.	eigenes Kapitel NA.6.6 für Queranschlüsse -> Paragraph (NA.5) hier streichen und in Kapitel 6.7 verschieben	
		(5)	Ergänzung	Querzugverstärkungen für Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt sind in Kapitel 6.7.5 enthalten.
NCI NA.6.7 6.6	Unverstärkte Durchbrüche und Unverstärkte Queranschlüsse		Kapitel Unverstärkte Durchbrüche in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen. Regelungen aus Kapitel 8.1.4 und NCI Zu 8.1.4 übernehmen und zusammenfassen -> neues Kapitel 6.6	
6.6	Unverstärkte Queranschlüsse	(1)P Wenn eine Kraft in einer Verbindung unter einem Winkel zur Faserrichtung wirkt (siehe Bild 8.1), dann ist die Gefahr eines Querzugversagens infolge der Querzugkraft $F_{Ed} \sin \alpha$ zu berücksichtigen.  (NA.6) Werden Bauteile mit Rechteckquerschnitt durch eine Kräfteinleitung unter einem Winkel zur Holzfaserrichtung beansprucht (siehe z. B. Bild NA.13), dürfen die durch eine Querzugkraft $F_{V,Ed} = F_{Ed} \sin \alpha$ verursachten Querzugspannungen wie folgt berücksichtigt werden: Für Queranschlüsse mit $h_e/h > 0,7$ ist ein Nachweis nicht erforderlich. Queranschlüsse mit $h_e/h < 0,2$ dürfen nur durch kurze Lasteinwirkungen (z. B. Windsogkräfte) beansprucht werden.	Zusammenfassung Kapitel 8.1.4 (1)P und NCI Zu 8.1.4 (NA.6) -> neues Kapitel 6.6 schlechte Formulierung	Werden Bauteile mit Rechteckquerschnitt durch eine Kräfteinleitung unter einem Winkel zur Holzfaserrichtung beansprucht (siehe z. B. Bild 8.1 oder Bild NA.13), dann ist die Gefahr eines Querzugversagens infolge der Querzugkraft $F_{Ed} \cdot \sin \alpha$ zu berücksichtigen. Für Queranschlüsse mit $h_e/h > 0,7$ ist kein Nachweis erforderlich. Für Queranschlüsse mit $h_e/h \leq 0,7$ ist ein Nachweis nach (3) oder (5) zu führen. Queranschlüsse mit $h_e/h < 0,2$ dürfen nur durch kurze Lasteinwirkungen (z. B. Windsogkräfte) beansprucht werden.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 68 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.6 Unverstärkte Queranschlüsse	(2)P	Um die Möglichkeit eines Querkzugversagens infolge der Querkzugkraft $F_{Ed} \cdot \sin \alpha$ zu berücksichtigen, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $F_{v,Ed} \leq F_{90,Rd}$ (8.2)  mit  $F_{v,Ed} = \max \left\{ \begin{matrix} F_{v,Ed,1} \\ F_{v,Ed,2} \end{matrix} \right.$  Dabei ist  $F_{90,Rd}$ der Bemessungswert der Querkzugtragfähigkeit, ermittelt aus der charakteristischen Querkzugtragfähigkeit $F_{90,Rk}$ nach 2.4.3  $F_{v,Ed,1}$ , $F_{v,Ed,2}$ die Bemessungswerte der Querkraft auf beiden Seiten der Verbindung (siehe Bild 8.1)	Zusammenfassung Kapitel 8.1.4 (2)P und NCI Zu 8.1.4 (NA.5) -> neues Kapitel 6.6 -> Paragraph (2)P und (NA.5) teilweise streichen  Gilt das Verfahren nur für Anschlüsse mit einer Verbindungsmittelspalte? -> Besser nur ein Verfahren angegeben -> Verfahren aus deutschem NA übernehmen	Um die Möglichkeit eines Querkzugversagens infolge der Querkzugkraft $F_{Ed} \cdot \sin \alpha$ zu berücksichtigen, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:  $F_{v,Ed} \leq F_{90,Rd}$ (8.2)  mit  $F_{v,Ed} = \max \left\{ \begin{matrix} F_{v,Ed,1} \\ F_{v,Ed,2} \end{matrix} \right.$  bei Anschlüssen mit einer Verbindungsmittelspalte  Dabei ist  $F_{v,Ed,1}$ , $F_{v,Ed,2}$ die Bemessungswerte der Querkraft auf beiden Seiten der Verbindung (siehe Bild 8.1)  $F_{v,Ed}$ Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Faserrichtung bei Anschlüssen mit mehreren Verbindungsmittelspalten  $F_{90,Rd}$ der Bemessungswert der Querkzugtragfähigkeit
	(NA.5)	Für die nicht in Bild 8.1 erwähnten Fälle (z. B. Anschlüsse mit mehreren Verbindungsmittelspalten) ist die Beanspruchbarkeit wie nachfolgen angegeben zu berechnen.		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 69 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.6 Unverstärkte Queranschlüsse	(3)	Bei Nadelhölzern ist i.d.R. die charakteristische Beanspruchbarkeit auf Querkzug  ...	neues Kapitel 6.6  Gilt das Verfahren nur für Anschlüsse mit einer Verbindungsmittelspalte? -> Besser nur ein Verfahren angegeben -> Verfahren aus deutschem NA übernehmen  Gilt das Verfahren nur für Nadelhölzer?	Für Anschlüsse mit einer Verbindungsmittelspalte ist bei Nadelhölzern i.d.R. die charakteristische Beanspruchbarkeit auf Querkzug  ...
	(4)		neues Kapitel 6.6	Text aus Kapitel NCI Zu 8.1.4 (NA.4) übernehmen
	(NA.7) -> (5)	Für Queranschlüsse mit $h_e/h \leq 0,7$ ist die folgende Bedingung einzuhalten:  ...		Für Anschlüsse mit mehreren Verbindungsmittelspalten und mit $h_e/h \leq 0,7$ ist die folgende Bedingung einzuhalten:  ...
	(6)			Text aus Kapitel NCI Zu 8.1.4 (NA.8) übernehmen
	(7)			Text aus Kapitel NCI Zu 8.1.4 (NA.9) übernehmen
	(8)	Sind mehrere Verbindungsmittelgruppen nebeneinander angeordnet, darf der Bemessungswert der Tragfähigkeit $F_{90,Rd}$ für eine Verbindungsmittelgruppe nach Gleichung (NA.104) ermittelt werden, wenn der lichte Abstand in Faserrichtung zwischen den Verbindungsmitteln mindestens $2h$ beträgt.	schlechte Formulierung	Der gegenseitige Einfluss mehrerer nebeneinander angeordneter Verbindungsmittelgruppen darf vernachlässigt werden, wenn der lichte Abstand in Faserrichtung mindestens $2h$ beträgt. Der Bemessungswert der Tragfähigkeit $F_{90,Rd}$ darf dann nach Gleichung (NA.104) ermittelt werden.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 70 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.6 Unverstärkte Queranschlüsse	(9)	Beträgt der lichte Abstand in Faserrichtung zwischen mehreren nebeneinander angeordneten Verbindungsmittelgruppen nicht mehr als 0,5h, sind die Verbindungsmittel dieser Gruppe als eine Verbindungsmittelgruppe zu betrachten.	schlechte Formulierung	Beträgt der lichte Abstand in Faserrichtung zwischen mehreren nebeneinander angeordneten Verbindungsmittelgruppen weniger als 0,5h, sind diese als eine Verbindungsmittelgruppe zu betrachten.
	(10)		neues Kapitel 6.6	Text aus Kapitel NCI Zu 8.1.4 (NA.12) übernehmen
	(11)			Text aus Kapitel NCI Zu 8.1.4 (NA.13) übernehmen
	(12)		Ergänzung	Querzugverstärkungen für Queranschlüsse sind in Kapitel 6.7.6 enthalten.

**Normenvorschlag zum Thema „Verstärkungen“ der WG 7 (Reinforcement) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!**

NCI Verstärkungen NA.6.8 6.7			Kapitel Verstärkungen in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen.	
NCI Allgemeines NA.6.8.1 6.7.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.4)
	(NA.5)	Die Abstände a <sub>2</sub> der Stahlstäbe untereinander (siehe Bild NA.9) müssen mindestens 3d <sub>f</sub> betragen. Die Endabstände (sofern im weiteren nichts anderes angegeben wird) und die Randabstände a <sub>2,c</sub> der Stahlstäbe müssen mindestens 2,5 d <sub>f</sub> betragen.	falscher Bildbezug Ergänzung der Bezeichnung für die Endabstände aus Bild NA.10 -> Abstand zum unbeanspruchten Himholzende -> besser Verwendung der Bezeichnung a <sub>3,c</sub> entsprechend Verbindungsmittel	Die Abstände a <sub>2</sub> der Stahlstäbe untereinander (siehe Bild NA.10) müssen mindestens 3d <sub>f</sub> betragen. Die Endabstände a <sub>1,c</sub> (sofern im weiteren nichts anderes angegeben wird) und die Randabstände a <sub>2,c</sub> der Stahlstäbe müssen mindestens 2,5 d <sub>f</sub> betragen.

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 71 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Allgemeines NA.6.8.1 6.7.1	(NA.6)		Paragraph (NA.6) bis (NA.9) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.6)
	(NA.7)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.7)
	(NA.8)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.8)
	(NA.9)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.1 (NA.9)
NA.6.8.2 Querzugverstärkungen für Queranschlüsse			Reihenfolge entsprechend der Reihenfolge für die unverstärkten Bauteile anpassen -> Satteldachträger und gekrümmte Träger -> ausgeklinkte Bauteile -> Durbrüche -> Queranschlüsse  Kapitel NA.6.8.2 hier streichen und in neues Kapitel 6.7.6 verschieben	
6.7.2 Verstärkungen für die Aufnahme zusätzlicher klimabedingter Querzugspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	(NA.1)	Für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt mit Verstärkungen nach Absätzen (NA.2) bis (NA.6) für die Aufnahme zusätzlicher, klimabedingter Querzugspannungen dürfen in den Nutzungsklassen 1 und 2 die Bedingungen nach Gleichung (6.50) und Gleichung (6.53) unbeachtet bleiben, sofern die maximale Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes im Firstquerschnitt Gleichung (6.93) erfüllt:  $\frac{\sigma_{t,90,d}}{f_{t,90,d}} + \left(\frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}}\right)^2 \leq 1 \text{ (NA.93)}$	Der Bezug auf die Bemessungsgleichung aus DIN 1052:2008 unter Berücksichtigung des Höheneinflusses ist verwirrend. Dieser Abschnitt bringt keine merkenswerten Erleichterung. -> Paragraph (NA.1) streichen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 72 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.7.2 Verstärkungen für die Aufnahme zusätzlicher klimabedingter Querkzugspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	Fortsetzung	Dabei ist $k_{diag} = 1,3$ für Satteldachträger mit geradem oder gekrümmtem Untergurt; $k_{diag} = 1,15$ für gekrümmte Träger; $h_g = 600$ mm; $\sigma_{t,90,d}$ = Bemessungswert der Querkzugspannungen nach DIN EN 1995-1-1:2010-12, 6.4.3(8).		
	(1)		neues Kapitel 6.7.2 Text aus Anmerkung 2 Kapitel NCI Zu 6.4.3	Im Hinblick auf zusätzliche klimabedingte Querkzugspannungen werden für gekrümmte Biegeträger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt immer Verstärkungen nach diesem Abschnitt empfohlen. Für Satteldachträger mit geradem Untergurt werden ab einem Ausnutzungsgrad $\eta \geq 0,8$ im Nachweis der Querkzugspannungen nach Gleichung (6.50) und (6.53) Verstärkungen nach diesem Abschnitt empfohlen.
	(2)		neues Kapitel 6.7.2 Paragraph (NA.2) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.5 (NA.2) übernehmen
	(3)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.5 (NA.3) übernehmen
	(4)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.5 (NA.4) übernehmen
	(5)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.5 (NA.5) übernehmen
	(6)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.5 (NA.6) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 73 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.7.3 Verstärkungen für die vollständige Aufnahme von Querkzugspannungen für Satteldachträger, gekrümmter Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	(1)		neues Kapitel 6.7.3 Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.6 (NA.1) übernehmen
	(2)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.6 (NA.2) übernehmen
	(3)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.6 (NA.3) übernehmen
	(4)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.6 (NA.4) übernehmen
	(5)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.6 (NA.5) übernehmen
NA.6.8.3 Querkzugverstärkungen für rechtwinklige Ausklinkungen an den Enden von Biegestäben mit Rechteckquerschnitt	(1)		Neues Kapitel 6.7.4 Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.1) übernehmen
	(2)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.2) übernehmen
	(3)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.3) übernehmen
	(4)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.4) übernehmen
	(5)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.5) übernehmen
	(6)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.3 (NA.6) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 74 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag												
6.7.5 Querzugverstärkungen für Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt	(1)	<p>Für Durchbrüche, bei denen die geometrischen Randbedingungen nachfolgender Tabelle eingehalten sind, darf die Verstärkung des Durchbruchs für eine Zugkraft <math>F_{t,90,d}</math> nach Gleichung (NA.66) bemessen werden. Die Zugkraft <math>F_{t,90,d}</math> ist bei rechteckigen Durchbrüchen in der Höhe der querzugbeanspruchten Durchbruchsecken (siehe Bild NA.11) und bei kreisförmigen Durchbrüchen in der Höhe der querzugbeanspruchten Durchbruchsränder unter 45° zur der Trägerachse vom Kreismittelpunkt aus (siehe Bild NA.11) anzunehmen. Die Nachweise sind für jeden gefährdeten Bereich zu führen. Es gelten folgende Mindest- und Höchstmaße.</p> <table border="1"> <tr> <td><math>r_d \geq 3</math></td> <td><math>r_d \leq 3</math>, jedoch mindestens 300 mm</td> <td><math>f_{td} \geq 0,5</math></td> <td><math>f_{td} \leq 0,25 \cdot k</math></td> <td><math>\alpha \leq 1</math></td> <td><math>A_{90} \leq 0,3 \cdot A^*</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><math>f_{td} \leq 2,5</math></td> <td></td> <td><math>\alpha \geq 0,4</math></td> <td><math>A_{90} \geq 0,4 \cdot A^*</math></td> </tr> </table> <p>* bei innen liegender Verstärkung                  † bei außen liegender Verstärkung                  ‡ bei <math>r_d</math> nicht ganzzahlig</p>	$r_d \geq 3$	$r_d \leq 3$ , jedoch mindestens 300 mm	$f_{td} \geq 0,5$	$f_{td} \leq 0,25 \cdot k$	$\alpha \leq 1$	$A_{90} \leq 0,3 \cdot A^*$			$f_{td} \leq 2,5$		$\alpha \geq 0,4$	$A_{90} \geq 0,4 \cdot A^*$	Neues Kapitel 6.7.5 schlechte Formulierung	Die Verstärkung eines Durchbruchs darf für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gleichung (NA.66) bemessen werden. Die Zugkraft $F_{t,90,d}$ ist bei rechteckigen Durchbrüchen in der Höhe der querzugbeanspruchten Durchbruchsecken (siehe Bild NA.11) und bei kreisförmigen Durchbrüchen in der Höhe der querzugbeanspruchten Durchbruchsränder unter 45° zur der Trägerachse vom Kreismittelpunkt aus (siehe Bild NA.11) anzunehmen. Die Nachweise sind für jeden gefährdeten Bereich zu führen. Dabei sind die Mindest- und Höchstmaße gemäß Tabelle X einzuhalten. Tabelle X – Mindest- und Höchstmaße für verstärkte Durchbrüche
	$r_d \geq 3$	$r_d \leq 3$ , jedoch mindestens 300 mm	$f_{td} \geq 0,5$	$f_{td} \leq 0,25 \cdot k$	$\alpha \leq 1$	$A_{90} \leq 0,3 \cdot A^*$										
			$f_{td} \leq 2,5$		$\alpha \geq 0,4$	$A_{90} \geq 0,4 \cdot A^*$										
(2)		Neues Kapitel 6.7.5	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.2) übernehmen													
(3)		Paragraph (NA.2) und (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.3) übernehmen													

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.7.5 Querzugverstärkungen für Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt	(4)	Bei rechteckigen Durchbrüchen mit innen liegenden Verstärkungen sind die erhöhten Schubspannungen im Bereich der Durchbrüche nachzuweisen.	Angabe der Bemessungsgleichungen zur Durchführung der Nachweis -> Regelungen aus „Ingenieurholzbau Grundlagen der Bemessung“ (Blaß, Sandhaas) übernehmen	Bei rechteckigen Durchbrüchen mit innen liegenden Verstärkungen sind die erhöhten Schubspannungen im Bereich der Durchbrüche wie folgt nachzuweisen: $T_{max} \leq k_{max} \frac{1,5V_d}{b(h-t)} (X.X)$ mit $k_{max} = 1,84 \cdot \left(1 + \frac{a}{h}\right) \left(\frac{h_1}{h}\right)^{0,2} (X.X)$ und $0,1 \leq a/h \leq 1,0$ und $0,1 \leq h_1/h \leq 0,4$
	(5)		Neues Kapitel 6.7.5	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.5) übernehmen
	(6)		Paragraph (NA.5) bis (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.6) übernehmen
	(7)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.7) übernehmen
	(8)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.4 (NA.8) übernehmen
6.7.6 Querzugverstärkungen für Querschlüsse	(1)		Neues Kapitel 6.7.6	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.1) übernehmen
	(2)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.2) übernehmen
	(3)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.3) übernehmen
	(4)			Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.4) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.7.6 Querzugverstärkungen für Querschlüsse	(5)		Neues Kapitel 6.7.6	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.5) übernehmen
	(6)		Paragraph (NA.1) bis (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.6.8.2 (NA.6) übernehmen
NA.6.8.4 Querzugverstärkungen für Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt			Kapitel NA.6.8.4 hier streichen und in neues Kapitel 6.7.5 verschieben	
NA.6.8.5 Verstärkungen für die Aufnahme zusätzlicher klimabedingter Querzugspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt			Kapitel NA.6.8.5 hier streichen und in neues Kapitel 6.7.2 verschieben	
NA.6.8.6 Verstärkungen für die vollständige Aufnahme von Querzugspannungen für Satteldachträger, gekrümmter Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt			Kapitel NA.6.8.6 hier streichen und in neues Kapitel 6.7.3 verschieben	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 77 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
6.8 Systemfestigkeit	(1)			Text aus Kapitel 6.6 (1) übernehmen
	(2)			Text aus Kapitel 6.6 (2) übernehmen
	(3)			Text aus Kapitel 6.6 (3) übernehmen
	(4)			Text aus Kapitel 6.6 (4) übernehmen
	(5)		Paragraph (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 6.6 (NA.5) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 78 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
---------	-----------	---	-------------------	---------------

**Normenvorschlag zu den Themen Verformungen und Schwingungen der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!**

7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit			
7.1	Nachgiebigkeit der Verbindungen	(1)	Für Verbindungen mittels stiftförmiger Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart sollte der Verschiebungsmodul $K_{ser}$ je Scherfuge und Verbindungsmittel unter Gebrauchslast der Tabelle 7.1 entnommen werden. ...	Für Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen mittels stiftförmiger Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart sollte der Verschiebungsmodul $K_{ser}$ je Scherfuge und Verbindungsmittel unter Gebrauchslast der Tabelle 7.1 entnommen werden. ...
		(2)	Bei unterschiedlichen mittleren Rohdichten $\rho_{m,1}$ und $\rho_{m,2}$ von zwei miteinander verbundenen Holzwerkstoffteilen ist i.d.R. $\rho_m$ in den o.g. Ausdrücken mit ...	Bei unterschiedlichen mittleren Rohdichten $\rho_{m,1}$ und $\rho_{m,2}$ von zwei miteinander verbundenen Holz- bzw. Holzwerkstoffteilen ist i.d.R. $\rho_m$ in den o.g. Ausdrücken mit ...
		(3)	...	...
		(NA.4) -> (4)		Paragraph (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen
7.2	Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben	(1)	Die Durchbiegungsanteile aus einer Einwirkungskombination (siehe 2.2.3(5)) sind in Bild 7.1 dargestellt; die Symbole bedeuten wie folgt (siehe 2.2.3): - $w_c$ Überhöhung (falls vorhanden); - $w_{inst}$ Anfangsdurchbiegung; - $w_{creep}$ Durchbiegung infolge Kriechens; - $w_{fin}$ Enddurchbiegung;	Die unterschiedlichen Begrifflichkeiten und Buchstabenbezeichnungen (Verformungen „u“ und Durchbiegungen „w“) in den Kapiteln 2.2.3 und 7.2 sind verwirrend. -> Einheitliche Bezeichnung: w (entsprechend EN 1990)

rot = Textpassage streichen

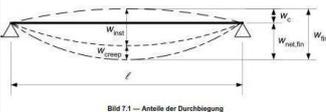
grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 79 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
---------	-----------	---	-------------------	---------------

7.2	Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben	Fortsetzung	- $w_{net,fin}$ gesamte Enddurchbiegung (Enddurchbiegung abzüglich Überhöhung).  Bild 7.1 – Anteile der Durchbiegung		
		(2)	Die angenommene Enddurchbiegung bezogen auf eine die Auflager verbindende Gerade, $w_{net,fin}$ , sollte wie folgt angenommen werden: $w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$ (7.2)	Gl. (7.2) und (NA.1) sowie Bild 7.1 passen nicht zusammen (siehe Seite 9)	
		(3)		neuer Paragraph (3)	Text aus Kapitel 2.2.3 (4) übernehmen
		(4)	... Wenn die Gleichungen (2.3) bis (2.5) angewendet werden, sollten die $\psi_2$ -Beiwerte in den Gleichungen (6.16a) und (6.16.b) aus EN 1990:2002 nicht angesetzt werden.	schlechte Formulierung  EN 1990:2002 -> Jahreszahl notwendig?	Dabei sind die Anfangsverformungen $u_{inst}$ für die 1,0-fachen Einwirkungen aus G und Q zu ermitteln. alternativ (besser) in der Legende: $u_{inst,G}, u_{inst,Q,1}, u_{inst,Q,i}$ die Anfangsverformung infolge der 1,0-fachen Einwirkungen G, Q <sub>1</sub> und Q <sub>i</sub> EN 1990
		(5)		neuer Paragraph (5) Paragraph (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 2.2.3 (NA.8) übernehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 80 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
7.3	Schwingungen			
7.3.1	Allgemeines	(1)P	...	
		(2)	...	
		(3)	...	
7.3.2	Durch Maschinen verursachte Schwingungen	(1)P	...	
		(2)	...	
7.3.3	Wohnungsdecken	(1)	Für Wohnungsdecken mit einer Eigenfrequenz von höchstens 8 Hz ( $f_1 \leq 8$ Hz) sollte eine besondere Untersuchung durchgeführt werden.	Für Wohnungsdecken mit einer Eigenfrequenz von höchstens 8 Hz ( $f_1 \leq 8$ Hz) sollte eine besondere Untersuchung durchgeführt werden.  Ergänzende Regelungen zu Durchführung der besonderen Untersuchungen können [den Erläuterungen zur DIN 1052:2004 oder andere Literaturstellen] entnommen werden.  Alternativ: Angabe der ergänzenden Regelungen
		(2)	... Dabei ist w die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten statischen Einzellast F, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung; ...	Ergänzung aus Kapitel 7.3.3 (3)  ... Dabei ist w die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten statischen Einzellast F, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung infolge Eigengewicht und anderer ständiger Einwirkungen; ...

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 81 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
7.3.3	Wohnungsdecken	(3)	Die Berechnungen in 7.3.3 (2) sind i.d.R. unter der Annahme durchzuführen, dass die Decke nur durch Eigengewicht und anderen ständigen Einwirkungen belastet ist.	Gilt dies sowohl für die Berechnung der Durchbiegung als auch für die Berechnung der Eigenfrequenz?  Falls ja, Paragraph hier streichen und bei den jeweiligen Berechnungsgleichungen bzw. Erläuterungen in Kapitel 7.3.3 (2), (4) und (5) einfügen.
		(4) -> (3)	... Dabei ist m die Masse je Flächeneinheit in kg/m <sup>2</sup> ...	Ergänzung aus Kapitel 7.3.3 (3)  ... Dabei ist m die Masse je Flächeneinheit infolge Eigengewicht und anderer ständiger Einwirkungen in kg/m <sup>2</sup> ...
		(5) -> (4)	... Dabei ist ... m die Masse je Flächeneinheit in kg/m <sup>2</sup> ...	Ergänzung aus Kapitel 7.3.3 (3)  ... Dabei ist ... m die Masse je Flächeneinheit infolge Eigengewicht und anderer ständiger Einwirkungen in kg/m <sup>2</sup> ...
		(NA.6) -> (5)		Paragraph (NA.6) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 82 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
---------	-----------	---	-------------------	---------------

**Kapitel 8 wird mit Ausnahme Kapitel 8.1.4 nicht bearbeitet, da eine komplette Umstrukturierung im Zuge der Neugestaltung des Eurocodes vorgesehen und bereits seitens des Normenausschusses sowie im Rahmen der COST-Action FP 1402 in Arbeit ist.**

8	Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln				
8.1	Allgemeines				
8.1.1	Anforderungen an Verbindungsmittel				
8.1.2	Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln				
8.1.3	Mehrschnittige Verbindungen				
8.1.4	Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung	(1)P	...	Kapitel 8.1.4 und NCI Zu 8.1.4 hier streichen und in neues Kapitel NA 6.7 verschieben	
		(2)P	...		
		(3)	...		
		(NA.4)	...		
		(NA.5)	...		
		(NA.6)	...		
		(NA.7)	...		
		(NA.8)	...		
		(NA.9)	...		
		(NA.10)	...		
		(NA.11)	...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 83 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
---------	-----------	---	-------------------	---------------

8.1.4	Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung	(NA.12)	...	Kapitel 8.1.4 und NCI Zu 8.1.4 hier streichen und in neues Kapitel NA 6.7 verschieben	
		(NA.13)	...		
8.1.5	Wechselbeanspruchungen				
NA.8.1.6	Zugverbindungen				
NA.8.1.6	Zugverbindungen				
8.2	Tragfähigkeit metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel auf Abscheren				
8.2.1	Allgemeines				
8.2.2	Holz-Holz und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen				
8.2.2	Holz-Holz und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen				
8.2.3	Stahl-Holz-Verbindungen				
NA.8.2.4	Verbindungen von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen				
NA.8.2.5	Stahlblech-Holz-Verbindungen				

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 84 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
8.3	Verbindungen mit Nägeln			
8.3.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren)			
8.3.2	Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)			
8.3.2	Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)			
8.3.3	Kominierte Beanspruchung von Nägeln			
8.4	Verbindungen mit Klammern			
8.5	Verbindungen mit Bolzen			
8.5.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse (Abscheren)			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
8.5.2	Beanspruchung in Richtung der Bolzenachse (Herausziehen)	<p>(1) Die Tragfähigkeit in Richtung der Bolzenachse und der Auszieh Widerstand eines Bolzens sollten als der kleinere der beiden folgenden Werte angenommen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugfestigkeit des Bolzens;</li> <li>- Tragfähigkeit der Unterlegscheibe oder (bei Stahlblech-Holz-Verbindungen) des Stahlbleches.</li> </ul> <p>(2) Die Tragfähigkeit einer Unterlegscheibe sollte unter Annahme eines charakteristischen Wertes der Druckfestigkeit in der Berührungsfläche von <math>3,0f_{c,90,k}</math> berechnet werden.</p>	eindeutige Formulierung	<p>Die Tragfähigkeit in Richtung der Bolzenachse und der Auszieh Widerstand eines Bolzens sollten als der kleinere der beiden folgenden Werte angenommen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugfestigkeit des Bolzens;</li> <li>- Tragfähigkeit der Unterlegscheibe oder (bei Stahlblech-Holz-Verbindungen) des Stahlbleches;</li> <li>- <b>Querdruckfestigkeit des Holzes.</b></li> </ul> <p>Die Tragfähigkeit einer Unterlegscheibe sollte unter Annahme eines charakteristischen Wertes der Druckfestigkeit <b>senkrecht zur Faser</b> in der Berührungsfläche von <math>3,0f_{c,90,k}</math> berechnet werden.  <b>Für den Nachweis der Querdruckfestigkeit darf der charakteristischen Wertes der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser ebenfalls zu <math>3,0f_{c,90,k}</math> angenommen werden.</b></p>
NA.8.5.3	Allgemeines			
8.6	Verbindungen mit Stabdübeln oder Passbolzen			
8.7	Verbindungen mit Holzschrauben			
8.7.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren)			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
8.7.2	Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Herausziehen)			
8.7.3	Kominierte Beanspruchung von Schrauben			
8.8	Verbindungen mit Nagelplatten			
8.8.1	Allgemeines			
8.8.2	Nagelplattengeometrie			
8.8.3	Plattentragfähigkeiten			
8.8.4	Nageltragfähigkeiten			
8.8.5	Tragfähigkeitsnachweise			
8.9	Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln			
8.10	Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen			
NA.8.11	Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln in Hirnholzflächen			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 87 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
9	Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke				
9.1	Zusammengesetzte Bauteile				
9.1.1	Geklebte Biegestäbe mit schmalen Stegen	(1) ...			
		(3) -> ...	Falsche Nummerierung		
		(2)			
		(4) -> ...	Falsche Nummerierung		
		(3)			
		(5) -> ...	Wenn andere Werte nicht bekannt sind, sind für die Bemessungswerte der Biegedruck- und Biegezugfestigkeiten der Stege die Bemessungswerte der Zug- oder Druckfestigkeiten anzunehmen.	Falsche Nummerierung Verständlichkeit!	
		(4)			
		(6)P -> ...	Falsche Nummerierung		
9.1.2	Geklebte Tafel-elemente	(5)P			
		(7) -> ...	Falsche Nummerierung		
		(6)			
		(8) -> ...	Falsche Nummerierung		
		(7)			
		(1)			
		(2)			
		(3)			
(4)					
(5)					

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 88 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.1.2 Geklebte Tafel-elemente	(6)	...		
	(7)	...		
	(8)P	...		
	(9)	...		
9.1.3 Nachgiebig verbundene Biegestäbe	(1)P	...		
	(2)	Für die Berechnung ist in der Regel eine geradlinige Beziehung zwischen Kräfte und Verformungen anzunehmen.	Paragraph (2) ist nicht zielführend -> Paragraph (2) streichen	
	(3) -> (2)	...		
	(NA.4)	Für Teilquerschnitte aus Beton darf der Elastizitätsmodul $E_{cm}$ nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA angesetzt werden. Beim Nachweis für den Endzustand darf vereinfachend das Kriechen des Betonteilquerschnittes durch Division des Elastizitätsmoduls durch 3,5 berücksichtigt werden.	Neues Kapitel oder Normenteil für HBV-Konstruktionen	
	(NA.5)	Bestehen die Teilquerschnitte eines Verbundbauteils aus unterschiedlichen Baustoffen, ist bei der Ermittlung der Schnittgrößen der Teilquerschnitte das unterschiedliche Verformungsverhalten dieser Baustoffe während der Nutzungsdauer zu berücksichtigen. Die Schnittgrößen sind erforderlichenfalls für den Anfangs- und den Endzustand zu berechnen.	Neues Kapitel oder Normenteil für HBV-Konstruktionen	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 89 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.1.4 Druckstäbe mit nachgiebigen und geklebten Verbindungen	(1)P	...		
9.2 Zusammengesetzte Tragwerke				
9.2.1 Fachwerke	(1)	Für Fachwerke, die vorwiegend in den Knotenpunkten belastet werden, ist in der Regel die Summe der Verhältnisse der kombinierten Biege- und Normaldruckspannungen nach den Gleichungen (6.19) und (6.20) auf 0,9 zu begrenzen.	Ist damit gemeint, dass der jeweilige Ausnutzungsgrade nach Gleichung (6.19) und (6.20) auf 90 % begrenzt wird?	Für Fachwerke, die vorwiegend in den Knotenpunkten belastet werden, sind in der Regel die Ausnutzungsgrade nach den Gleichungen (6.19) und (6.20) auf 0,9 zu begrenzen.
	(2)	...		
	(3)	...		
	(4)	...		
	(5)	Wenn für Fachwerke, die nur in den Knotenpunkten belastet werden, ein vereinfachtes Bemessungsverfahren angewendet wird, sind in der Regel die Ausnutzungsgrade der Zug- und Druckfestigkeiten und der Tragfähigkeiten der Verbindungen auf 70 % zu begrenzen.	Ist mit dem vereinfachten Bemessungsverfahren das Verfahren nach 5.4.3 „Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise“ gemeint?	Wenn für Fachwerke in Nagelplattenbauweise, die nur in den Knotenpunkten belastet werden, ein vereinfachtes Bemessungsverfahren nach 5.4.3 angewendet wird, sind in der Regel die Ausnutzungsgrade der Zug- und Druckfestigkeiten und der Tragfähigkeiten der Verbindungen auf 70 % zu begrenzen.
	(6)P	...		
	(7)P	...		
	(8)	...		
	(NA.9)		Paragraph (NA.9) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.1 (NA.9)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 90 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.2 Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen	(1)P	...		
	(2)	...		
	(3)	...		
	(4)	...		
	(5)	...		
<b>Normenvorschlag zum Thema „Wandtafeln“ der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!</b>				
9.2.3 Dach- und Deckenscheiben				
9.2.3.1 Allgemeines	(1)	...		
	(2)	...		
9.2.3.2 Vereinfachter Nachweis von Dach- und Deckenscheiben	(1)	...		
	(2)	...		
	(3)	...		
	(4)	...		
	(NA.5)		Paragraph (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.5)
	(NA.6)	... Die aus dem Abstand von Rippenachsen und Beplankungsmittelflächen und aus diskontinuierlichen und rechtwinklige zu den Rippenachsen gerichteten Kräfte resultierenden zusätzlichen Beanspruchungen der Beplankung dürfen durch eine Verringerung der Schubtragfähigkeit der Platten mit dem Faktor 0,5	Besser Angabe in Form von Formeln anstatt in Textform -> Formeln aus DIN 1052:2008 Kapitel 10.6	... Es sind folgende Bedingungen einzuhalten: $\frac{S_{v,0,d}}{f_{v,0,d}} \leq 1$ (X.X) $\frac{S_{v,90,d}}{f_{v,90,d}} \leq 1$ (X.X)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.3.2 Vereinfachter Nachweis von Dach- und Deckenscheiben	Fortsetzung	bei beidseitiger und 0,33 bei einseitiger Beplankung berücksichtigt werden. Das Beulen der Beplankung ist bei Plattendicken t kleiner 1/35 des Rippenabstandes b, durch eine Verminderung der Tragfähigkeit mit dem Faktor 35t/b, zu berücksichtigen. ...	Besser Angabe in Form von Formeln anstatt in Textform -> Formeln aus DIN 1052:2008 Kapitel 10.6	mit $f_{v,0,d} = \min \begin{cases} k_{v1} \cdot R_d / a_{v1} \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot t \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot 35 \cdot t^2 / b_f \end{cases}$ (X.X) $f_{v,90,d} = \min \begin{cases} R_d / a_{v1} \\ k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot t \\ k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot 25 \cdot t^2 / b_f \end{cases}$ (X.X) Dabei ist S <sub>v,0,d</sub> Bemessungswert des Schubflusses der Beplankung; f <sub>v,0,d</sub> Bemessungswert der längenbezogenen Schubfestigkeit der Beplankung unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Verbindung und der Platte sowie des Beulens; f <sub>v,d</sub> Bemessungswert des Schubfestigkeit der Beplankung; S <sub>v,90,d</sub> Bemessungswert des längenbezogenen Beanspruchung der Beplankung; f <sub>v,90,d</sub> Bemessungswert der längenbezogenen Festigkeit der Beplankung unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Verbindung und der Platte sowie des Beulens; f <sub>c,d</sub> Bemessungswert des Druckfestigkeit der Beplankung;

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.3.2	Vereinfachter Nachweis von Dach- und Deckenscheiben	Fortsetzung		<p><math>R_d</math> Bemessungswert des Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abschneiden;</p> <p><math>a_n</math> Abstand der Verbindungsmittel untereinander;</p> <p><math>k_{v1}</math> Beiwert zur Berücksichtigung der Anordnung und Verbindungsart der Beplankung;</p> <p><math>k_{v2}</math> Beiwert zur Berücksichtigung der Zusatzbeanspruchungen aus dem Abstand von Rippenachsen und Beplankungsmittelflächen und aus diskontinuierlichen und rechtwinklig zu den Rippenachsen gerichteten Kräften,</p> <p><math>t</math> Dicke der Platte</p> <p><math>b_r</math> Abstand der Rippen.</p> <p>Der Beiwert <math>k_{v1}</math> darf angenommen werden zu:</p> <p><math>k_{v1} = 1,0</math> für Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern;</p> <p><math>k_{v1} = 0,66</math> für Tafeln mit nicht allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern</p> <p>Wenn kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Platten für die Zusatzbeanspruchungen geführt wird, darf der Beiwert <math>k_{v2}</math> angenommen werden zu:</p> <p><math>k_{v2} = 0,33</math> bei einseitiger Beplankung;</p> <p><math>k_{v2} = 0,5</math> bei beidseitiger Beplankung.</p>

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 93 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
9.2.3.2	Vereinfachter Nachweis von Dach- und Deckenscheiben	(NA.7)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.7)	
		(NA.8)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.8)	
		(NA.9)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.9)	
		(NA.10)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.10)	
		(NA.11)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.11)	
		(NA.12)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.12)	
		(NA.13)		Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.3.2 (NA.13)	
<b>Normenvorschlag zum Thema „Wandtafeln“ der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!</b>					
9.2.4	Wandscheiben				
9.2.4.1	Allgemeines	(1)P	...		
		(2)P	...		
		(3)P	...		
		(4)P	...		
9.2.4.1	Allgemeines	(5)P	...		
		(6)P	Die Reaktion von Wandscheiben <b>zufolge</b> Einwirkungen ist so zu begrenzen, dass die Konstruktion eine angemessene Gebrauchstauglichkeit behält.	Schlechte Übersetzung bzw. Formulierung	Die Verformungen einer Wandscheibe sind auf ein angemessenes Maß zu reduzieren.
		(7)	...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 94 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A	(1)	...		
	(2)	...		
	(3)	Für eine aus mehreren Wandtafeln zusammengesetzte Wand sollte der Bemessungswert der <b>Wandscheibenbentragfähigkeit einer Wand aus</b> ... <b>berechnet werden</b> , mit $F_{i,v,Rd}$ Bemessungswert der Wandscheibenbentragfähigkeit der Wandtafel nach 9.2.4.2(4) und 9.2.4.2(5).	Schlechte Formulierung	Für eine aus mehreren Wandtafeln zusammengesetzte Wand sollte der Bemessungswert der <b>Tragfähigkeit wie folgt berechnet werden</b> ... <b>Dabei ist</b> $F_{i,v,Rd}$ Bemessungswert der <b>Tragfähigkeit jeder</b> Wandtafel nach 9.2.4.2(4) und 9.2.4.2(5).
	(4)	Der Bemessungswert der <b>Wandscheibenbentragfähigkeit</b> jeder Wandtafel $F_{i,v,Rd}$ gegenüber der Kraft $F_{i,v,Ed}$ nach Bild 9.5 sollte berechnet werden <b>aus</b> ...	Schlechte Formulierung	Der Bemessungswert der <b>Tragfähigkeit</b> jeder Wandtafel $F_{i,v,Rd}$ gegenüber <b>einer einwirkenden</b> Kraft $F_{i,v,Ed}$ nach Bild 9.5 sollte berechnet werden <b>zu</b> ...
	(5)	...		
	(6)	...		
	(7)	...		
	(8)	Die äußeren Kräfte $F_{i,c,Ed}$ und $F_{i,t,Ed}$ nach Bild 9.5 sollten berechnet werden <b>aus</b> ...	Schlechte Formulierung	Die äußeren Kräfte $F_{i,c,Ed}$ und $F_{i,t,Ed}$ nach Bild 9.5 sollten berechnet werden <b>zu</b> ...

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 95 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A	(9)	... <b>Wo die Enden vertikaler Bauteile auf horizontale Bauteile Druckkräfte übertragen, sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung der horizontalen Bauteile nach 6.1.5 nachgewiesen werden.</b>	letzten Absatz in Paragraph (9) gleichbedeutend mit Paragraph (14) -> schlechte Formulierung -> ersetzen des letzten Absatz in Paragraph (9) durch Paragraph (14)	... <b>In den Kontaktflächen zwischen vertikalen Pfosten und horizontalen Holzbauteilen sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung in den Holzbauteilen nachgewiesen werden.</b>
	(10)	...		
	(11)	...		
	(12)	...		
	(13)	...		
	(14)	<b>In den Kontaktflächen zwischen vertikalen Pfosten und horizontalen Holzbauteilen sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung in den Holzbauteilen nachgewiesen werden.</b>	Paragraph (14) gleichbedeutend mit dem letzten Absatz in Paragraph (9), bessere Formulierung -> Paragraph (14) hier streichen und für den letzten Absatz in Paragraph (9) einsetzen	
	(NA.15)	...		
(NA.16)	... <b>Die aus dem Abstand von Rippenachsen und Beplankungsmittelflächen und aus diskontinuierlichen und rechtwinklige zu den Rippenachsen gerichteten Kräfte resultierenden zusätzlichen Beanspruchungen der Beplankung dürfen durch eine Verringerung der Schubtragfähigkeit der Platten mit dem Faktor 0,5 bei beidseitiger und 0,33 bei einseitiger Beplankung berücksichtigt werden.</b>	Besser Angabe in Form von Formeln anstatt in Textform -> Formeln aus DIN 1052:2008 Kapitel 10.6	Siehe 9.2.3.2 (NA.6)	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 96 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A	Fortsetzung	Das Beulen der Beplankung ist bei Plattendicken $t$ kleiner $1/35$ des Rippenabstandes $b$ , durch eine Verminderung der Tragfähigkeit mit dem Faktor $35t/b$ , zu berücksichtigen. ...		
	(NA.17)		Paragraph (NA.17) bis (NA.20) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.17)
	(NA.18)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.18)
	(NA.19)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.19)
	(NA.20)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.20)
(NA.21)	Für den Nachweis der Durchleitung von Rippendruckkräften durch quer verlaufende Rippen (Schwellen) nach 9.2.4.2 (14) darf die charakteristische Tragfähigkeit mit 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden.	Schlechte Formulierung	Für den Nachweis der Durchleitung von Rippendruckkräften durch quer verlaufende Rippen (Schwellen) nach 9.2.4.2 (14) darf der charakteristische Wert der Querdruckfestigkeit $f_{c,90,k}$ mit 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden.	
9.2.4.3 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren B			Das Verfahren ist in Deutschland nicht anzuwenden	
9.2.4.4 Verbretterte Wandscheiben	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel 9.2.4.2 (NA.5)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 97 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
<b>Normenvorschlag zum Thema „stabilitätsgefährdete Bauteile“ der WG 3 (Cluster) des Spiegelausschusses zum EC 5 beachten!</b>				
9.2.5 Verbände				
9.2.5.1 Allgemeines	(1)P	...		
	(2)P	...		
	(3)P	...		
9.2.5.2 Druckbeanspruchte Einzelbauteile	(1)	...		
	(2)	...		
		Der Bemessungswert der Stabilisierungskraft $F_d$ an jeder Abstützung ist in der Regel anzunehmen zu: $F_d = \begin{cases} N_d & \text{für Vollholz} \\ k_{f,1} \cdot N_d & \text{für Brettschichtholz} \\ k_{f,2} \cdot N_d & \text{für Furnierschichtholz LVL} \end{cases} \quad (9.35)$ Dabei ist $k_{f,1}$ und $k_{f,2}$ Modifikationsbeiwert	Zusammenfassung Paragraph (3) und (4) -> (3) und (4) teilweise streichen	Der Bemessungswert der Stabilisierungskraft $F_d$ an jeder Abstützung ist in der Regel anzunehmen zu: $F_d = \begin{cases} N_d & \text{für Vollholz} \\ k_{f,1} \cdot N_d & \text{für Brettschichtholz} \\ k_{f,2} \cdot N_d & \text{für Furnierschichtholz LVL} \end{cases} \quad (9.35)$ Dabei ist $k_{f,1}$ und $k_{f,2}$ Modifikationsbeiwert
	(3)	ANMERKUNG Für $k_{f,1}$ und $k_{f,2}$ siehe Anmerkung in 9.2.5.3(1). Bild 9.9	Zusammenfassung Paragraph (3) und (4) -> (3) und (4) teilweise streichen	ANMERKUNG Für $k_{f,1}$ und $k_{f,2}$ siehe Anmerkung in 9.2.5.3(1). Für einen rechteckigen Biegestab gilt
	(4)	Der Bemessungswert der Stabilisierungskraft $F_d$ für den Druckgurt eines rechteckigen Biegestabes ist in der Regel zu bestimmen nach 9.2.5.2(3) mit: $N_d = (1 - k_{crit}) \frac{M_d}{h} \quad (9.36)$	schlechte Formulierung	$N_d = (1 - k_{crit}) \frac{M_d}{h} \quad (9.36)$ mit $k_{crit}$ nach 6.3.3(4) $M_d$ Bemessungswert des maximalen Momentes im Biegestab

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 98 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag	
9.2.5.2	Druckbeanspruchte Einzelbauteile	Fortsetzung Der Wert $k_{crit}$ sollte nach 6.3.3(4) für den nicht gestützten Biegestab bestimmt werden, und $M_d$ ist der Bemessungswert des Größtmoments im Biegestab der Höhe $h$ .		$h$ Querschnittshöhe des Biegestabes Bild 9.9	
9.2.5.3	Aussteifung von Trägern und Fachwerken	(1)	Für eine Reihe von $n$ parallelen Bauteilen, die in den Knotenpunkten A, B (siehe Bild 9.10) seitliche Abstützungen benötigen, sollte ein Aussteifungsverband vorgesehen werden, der zusätzlich zu den äußeren horizontalen Lastenwirkungen (z. B. Wind) in der Lage sein sollte, die nachfolgend angegebene, innere Aussteifungskraft je Längeneinheit $q_d$ aufzunehmen: $q_d = k_i \frac{n N_d}{k_{f,2} l} \quad (9.37)$ ...	Schreibfehler	Für eine Reihe von $n$ parallelen Bauteilen, die in den Knotenpunkten A, B (siehe Bild 9.10) seitliche Abstützungen benötigen, sollte ein Aussteifungsverband vorgesehen werden, der zusätzlich zu den äußeren horizontalen Lastenwirkungen (z. B. Wind) in der Lage sein sollte, die nachfolgend angegebene, innere Aussteifungskraft je Längeneinheit $q_d$ aufzunehmen: $q_d = k_i \frac{n N_d}{k_{f,2} l} \quad (9.37)$ ...
		(2)	Die horizontale Ausbiegung des Aussteifungsverbands aus $q_d$ und anderen äußeren Einwirkungen (z. B. Wind) sollte $l/500$ nicht übersteigen.	Unter welcher Lastkombination ist die horizontale Ausbiegung nachzuweisen? -> da es sich um ein Steifigkeitskriterium im Bemessungszustand handelt, wird davon ausgegangen, dass der Nachweis unter der ständigen und vorübergehende Lastkombination zu führen ist -> eindeutige Formulierung	Die horizontale Ausbiegung des Aussteifungsverbands aus $q_d$ und anderen äußeren Einwirkungen (z. B. Wind) sollte <b>unter Zugrundelegung der ständigen und vorübergehenden Lastkombination</b> $l/500$ nicht übersteigen.
		(NA.1) -> (3)		Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NDP Zu 9.2.5.3 (NA.1)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 99 von 110



Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
9.2.5.3	Aussteifung von Trägern und Fachwerken	(NA.3) -> (4)	Paragraph (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.5.3 (NA.3)
		(NA.4) -> (5)	Die Auflager von Biegestäben sollten so bemessen werden, dass je Auflager ein Moment nach Gleichung (NA.140) durch die Gabelagerung oder einen entsprechende Verband aufgenommen werden kann. $M_{cov,d} = M_d / 80 \quad (NA.140)$ Dabei ist $M_d$ der Bemessungswert des größten Biegemoments im Stab. Der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit an Auflagern darf bei Bauteilen ohne Berücksichtigung der Torsionsanteile aus Gabelmoment erfolgen, wenn die mit der Ersatzstablänge $l_{ef}$ ermittelte Kippschlankheit $\lambda_{ef} = \frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} \leq 225$ ist und die Stabilisierungskräfte im Bereich der Auflagergabel abgeleitet werden.	eindeutige Definition von $l_{ef}$
	(NA.5) -> (6)		Paragraph (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI Zu 9.2.5.3 (NA.5)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 100 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.9.3		Flächentragwerke aus zusammengeklebten oder nachgiebig miteinander verbundenen Schichten		
NCI NA.9.3.1		Flächen aus Schichten	Paragraph (NA.1) bis (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel 9.2.3.1 (NA.1)
	(NA.1)			Text aus Kapitel 9.2.3.1 (NA.2)
	(NA.2)			Text aus Kapitel 9.2.3.1 (NA.3)
	(NA.3)			Text aus Kapitel 9.2.3.1 (NA.4)
	(NA.4)			Text aus Kapitel 9.2.3.1 (NA.5)
NCI NA.9.3.2		Flächen aus Vollholzlamellen	Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel 9.2.3.2 (NA.1)
	(NA.1)			Text aus Kapitel 9.2.3.2 (NA.2)
	(NA.2)			Text aus Kapitel 9.2.3.2 (NA.3)
	(NA.3)			Text aus Kapitel 9.2.3.2 (NA.4)
NCI NA.9.3.3		Theorie II. Ordnung, Stabilitätsnachweise	Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel 9.2.3.3 (NA.1)
	(NA.1)			Text aus Kapitel 9.2.3.3 (NA.2)
	(NA.2)			Text aus Kapitel 9.2.3.3 (NA.3)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 101 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
10		Ausführung und Überwachung		
10.1	(1)P	Allgemeines	...	
10.2	(1)	Baustoffe	...	
	(2)		...	
	(3)		...	
10.3	(1)	Geklebte Verbindungen	...	
	(2)		...	
	(3)		...	
	(NA.4)			Paragraph (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen
10.4		Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln		
10.4.1	(1)P	Allgemeines	...	
10.4.2	(1)	Nägel	...	
	(2)		...	
	(3)		...	
	(NA.4)			Paragraph (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen
10.4.3	(1)	Bolzen und Unterlegscheiben	...	
	(2)		...	
	(3)		...	
	(4)		...	

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 102 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
10.4.4	Stabdübel und Passbolzen	(1) ...		
10.4.5	Schrauben	(1) ...		
		(2) ...		
		(3)P ...		
10.5	Zusammenbau von Bauteilen	(1) ...		
10.6	Transport und Montage	(1) ...	Paragraph (NA.2) bis (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.4)
		(NA.5)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.5)
		(NA.6)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.6)
		(NA.7)		Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.7)
(NA.8)	Text aus Kapitel NCI Zu 10.6 (NA.8)			
10.7	Überwachung	(1) ...		
10.8	Besondere Regeln für Scheiben			
10.8.1	Decken- und Dach-scheiben Dach- und Decken-scheiben		Bezeichnung der Überschrift analog zu Kapitel 9.2.3	
		(1) ...		
10.8.2	Wandscheiben	(1) ...		
10.9	Besondere Regeln für Nagelplattenbinder			

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 103 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
10.9.1	Herstellung			
10.9.2	Montage	(1) ...		
		(2) ...		
		(3) ...		
		(4) ...		

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 104 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.11	Geklebte Verbindungen			
NCI NA.11.1	Allgemeines	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.1 (NA.1)
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI NA.11.1 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI NA.11.1 (NA.3)
NCI NA.11.2	Verbindungen mit eingeklebten Stahlstäben			
NCI NA.11.2.1	Allgemeines	(NA.1)	Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.2.1 (NA.1)
NCI NA.11.2.2	Beanspruchung rechtwinklig zur Stabachse	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.1)
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.4)
		(NA.5)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.5)
		(NA.6)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.6)
		(NA.7)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.7)
NCI NA.11.2.3	Beanspruchung in Richtung der Stabachse	(NA.1)	Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.2.3 (NA.1)
		(NA.2)	Falls eine ungleichmäßige Beanspruchung nicht ausgeschlossen werden kann, muss für die Tragfähigkeit der Verbindung die Tragfähigkeit des Stahlstabes und nicht die Festigkeit des Holzes oder der Klebefuge maßgebend sein.	schlechte Formulierung

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 105 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Paragraph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.11.2.3	Beanspruchung in Richtung der Stabachse	(NA.3)	Paragraph (NA.3) bis (NA.7) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.4)
		(NA.5)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.5)
		(NA.6)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.5)
		(NA.7)		Text aus Kapitel NCI NA.11.2.2 (NA.7)
NCI NA.11.2.4	Kombinierte Beanspruchung	(NA.1)	Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.2.4 (NA.1)
NCI NA.11.3	Universal-Keilzinkenverbindungen von Brettschichtholz und Balkenschichtholz	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.7) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.1)
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.4)
		(NA.5)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.5)
		(NA.6)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.6)
		(NA.7)		Text aus Kapitel NCI NA.11.3 (NA.7)
NCI NA.11.4	Schäftungsverbindungen	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.3) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.4 (NA.1)
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI NA.11.4 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI NA.11.4 (NA.3)
NCI NA.11.5	Verbundbauteile aus Brettschichtholz und Brettsperrholz	(NA.1)	Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.11.5 (NA.1)
		(NA.2)		Text aus Kapitel NCI NA.11.5 (NA.2)
		(NA.3)		Text aus Kapitel NCI NA.11.5 (NA.3)
		(NA.4)		Text aus Kapitel NCI NA.11.5 (NA.4)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 106 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Zimmermannsmäßige Verbindungen NA.12				
NCI Versätze NA.12.1	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.12.1 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.12.1 (NA.2)
	(NA.3)	Abweichend von 6.2.2 darf für die Druckspannungen in der Stirnfläche des Versatzes folgender Nachweis geführt werden: $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (NA.161)$ Dabei ist $\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d,d}}{A} \quad (NA.162)$ $f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \sin \alpha \cos \alpha\right)^2 + \cos^2 \alpha}}$ (NA.163) und A die Stirnfläche des Versatzes; $\alpha$ der Winkel zwischen der Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung Holzes. Bild NA.22	unterschiedliche Formel zur Berechnung von $f_{c,0,d}$ im Vergleich zu Kapitel 6.2.2 -> Vereinheitlichung	Abweichend von 6.2.2 darf für die Druckspannungen in der Stirnfläche des Versatzes folgender Nachweis geführt werden: $\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (NA.161)$ Dabei ist $\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d,d}}{A} \quad (NA.162)$ $f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}} \quad (6.16)$ und A die Stirnfläche des Versatzes; $\alpha$ der Winkel zwischen der Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung Holzes: $k_{c,90}$ der Beiwert nach 6.1.5, der den Einfluss der Spannungen rechtwinklig zur Faserrichtung berücksichtigt. Bild NA.22
	(NA.4)		Paragraph (NA.4) und (NA.5) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.12.1 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI NA.12.1 (NA.5)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 107 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI Versätze NA.12.1	(6)	keine Angaben zur konstruktiven Vorholzlänge enthalten	neuer Paragraph (6)	ergänzende Angaben zur konstruktiven Vorholzlänge aufnehmen
NCI Zapfenverbindungen NA.12.2	(NA.1)		Paragraph (NA.1) und (NA.2) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.12.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.12.2 (NA.2)
NCI Holznagelverbindungen NA.12.3	(NA.1)		Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.12.3 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.12.3 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI NA.12.3 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI NA.12.3 (NA.4)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 108 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.13		Knicklängenbeiwerte und Kippbeiwerte für Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren		
NCI NA.13.1	(NA.1)	Allgemeines	Paragraph (NA.1) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.13.1 (NA.1)
NCI NA.13.2	(NA.1)	Knicklängenbeiwerte (Biegeknicken)	Paragraph (NA.1) bis (NA.8) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.4)
	(NA.5)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.5)
	(NA.6)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.6)
	(NA.7)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.7)
	(NA.8)			Text aus Kapitel NCI NA.13.2 (NA.8)
	(NA.9)	Das Zusatzmoment in der elastischen Feder bei den Systemen 2, 3 und 5 nach Tabelle NA.24 darf wie folgt angenommen werden: $M = N \cdot \frac{h}{6} \left( \frac{1}{k_c} - 1 \right) \quad (NA.171)$ Dabei ist h die Querschnittshöhe des an die Felder angeschlossenen Stabes; k <sub>c</sub> der Knickbeiwert nach 6.3.2, Gleichung (6.25) und (6.26) des an die Felder angeschlossenen Stabes.	Erläuterung -> siehe Vorlesung „Ingenieurholzbau II“ FH Stuttgart (2003) (siehe Anlage 6)	Die Momente für die Bemessung Verbindungen (Rahmenecke, Fußeinspannung) sind grundsätzlich unter Berücksichtigung der Verformungen der Stütze und ggf. der Verdrehung der Einspannstelle zu ermitteln. Erfolgt die Berechnung der Stütze bzw. des Rahmensystems nach dem Ersatzstabverfahren mit Spannungs- und Stabilitätsnachweisen nach Theorie I. Ordnung, so muss für die Bemessung der Verbindungen bei den Systemen 2, 3 und 5 nach Tabelle NA.24 unter Be-

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 109 von 110



Anhang 1: Redaktionelle Durchsicht EC 5 – Anwendungsbereich, Inhalt, Struktur und Gliederung

Kapitel	Para-graph	Normtext DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Kommentar / Frage	Textvorschlag
NCI NA.13.2		Knicklängenbeiwerte (Biegeknicken)		
	Fortsetzung	Bei System 5 ist das Moment für den Stiel und den Riegel zu berechnen, das größere ist maßgebend.		rücksichtigung eines Zusatzmomentes $\Delta M$ durchgeführt werden: $\Delta M = N \cdot \frac{h}{4} \left( \frac{1}{k_c} - 1 \right) \quad (NA.171)$ Dabei ist h die Querschnittshöhe des an die Felder angeschlossenen Stabes; k <sub>c</sub> der Knickbeiwert nach 6.3.2, Gleichung (6.25) und (6.26) des an die Felder angeschlossenen Stabes. Bei System 5 ist das Moment für den Stiel und den Riegel zu berechnen, das größere ist maßgebend.
NCI NA.13.3	(NA.1)	Kippbeiwerte (Biege-drillknicken, Kippen)	Paragraph (NA.1) bis (NA.4) in DIN EN 1995-1-1 aufnehmen	Text aus Kapitel NCI NA.13.3 (NA.1)
	(NA.2)			Text aus Kapitel NCI NA.13.3 (NA.2)
	(NA.3)			Text aus Kapitel NCI NA.13.3 (NA.3)
	(NA.4)			Text aus Kapitel NCI NA.13.3 (NA.4)

rot = Textpassage streichen

grün = Ergänzung / Änderung / Korrektur Normtext

gelb hinterlegt = Hinweise, Hervorhebungen

Seite 110 von 110



**Anlage 1-2a:**

Abgleich Formelzeichen zwischen EC 3 und EC 5

FORMELZEICHEN						
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen
a	Verhältnis der Stegfläche zur Bruttoquerschnittsfläche			a	Abstand	
a	Bindeleabstand					
a	Abstand zwischen der Achse des Bauteils mit Fließgelenk und der Achse der Abstützung der aussteifenden Bauteile					keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich
b	Querschnittsbreite			b	Querschnittsbreite	
		$b_1$	Gesamtbreite eines RHP-Bauteils $i$ ( $i = 0, 1, 2$ oder $3$ ), quer zur Tragwerkebene	$b_1$	<del>Breite der Wand</del> <del>(<math>0, 2, 4, 2</math>) oder Wandlänge</del> <del>(<math>0, 2, 4, 2</math>)</del>	
		$b_w$	wirksame (effektive) Breite des Stegblechs eine Gurtstabes	$b_w$	Stegblechbreite	
c	Breite oder Höhe eines Querschnitts					
c	Voutenfaktor					
d	Höhe des geraden Stegteils			d	Verbindungsmitteldurchmesser;	
d	Außendurchmesser runder Hohlquerschnitte				<del>Gewindeaußendurchmesser von</del> <del>Schrauben</del>	
d	Länge eines Gitterstabes einer Gitterstütze	d	Nennwert des Schraubendurchmessers, des Bolzendurchmessers oder des Durchmessers des Verbindungsmittels			
		$d_c$	Höhe des Stützenstegs zwischen den Ausrundungen (Höhe des geraden Stegteils)	$d_c$	Dübeldurchmesser	keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich
$d_0$	Lochdurchmesser	$d_0$	Lochdurchmesser für eine Schraube, eine Niet oder einen Bolzen			
h	Querschnittshöhe			h	Querschnittshöhe	
h	Stockwerkshöhe					
h	Tragwerkshöhe			$h_p$	<del>Wand</del> Tafelhöhe	
				<del>t</del> , $t_w$	Steghöhe	

FORMELZEICHEN						Anmerkungen	
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA	
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition
i	Trägheitsradius für die maßgebende Knickebene bezogen auf den Bruttoquerschnitt	i	Zahlenindex zur Bestimmung von Bauteilen eines Anschlusses (ff.)	i	<del>Neigung der Auslenkung</del> <b>Neigung der Auslenkungseigenung</b>		
l	Länge	l	Knicklänge eines Bauteils	l	Stützweite; <b>Länge Kontaktlänge</b>		
				l <sub>c</sub>	<b>Kontaktlänge</b>		
				l <sub>ef</sub>	wirksame Länge; <del>wirksame Länge einer Verteilung</del>		
m	<b>Anzahl der Stützen in einer Reihe</b>			m	Masse pro Flächeneinheit	<del>bezugene-Moment</del>	streichen -> nicht im Normtext vorh.
n	Anzahl der Löcher längs einer kritischen Risslinie (in einer Diagonalen oder Zickzacklinie), die sich über den Querschnitt oder über Querschnittsteile erstreckt	n	Anzahl der Reibflächen bei reibfesten Verbindungen oder Anzahl der Löcher für Verbindungsmittel im schubbeanspruchten Querschnitt				keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich
n	Verhältnis von N <sub>ED</sub> zu N <sub>pl,Rd</sub>	n	Verhältnis ( $\sigma_{0,Ed}/f_{y0}$ )/ $\gamma_{M5}$ (für RHP-Gurtstäbe)				streichen -> nicht im Normtext vorh.
n	Anzahl der ebenen Gitterstäbe oder Bindebleche					n	Anzahl, <del>bezugene-Normalkraft</del>
p	Lochabstand bei versetzten Löchern gemessen als Abstand der Lochachsen in der Projektion senkrecht zur Bauteilachse	p	Projektion der Anschlusslänge einer Strebe auf die Oberfläche des Gurtstabes, ohne Berücksichtigung der Überlappung, siehe Bild 1.3(b)				
q	Ersatzkraft pro Längeneinheit auf ein stabilisierendes System äquivalent zur Wirkung von Imperfektionen	q	Länge der Überlappung, gemessen an der Oberfläche des Gurtstabes zwischen den Strebenachsen eines K- und N-Anchlusses, siehe Bild 1.3(b)			<del>bezugene-Querkraft</del>	streichen -> nicht im Normtext vorh.
r	Austrundungsradius	r	Nummer einer Schraubenreihe	r	Krümmungsradius		
		r	Austrundungsradius von I- oder H-Profilen oder Eckradien von rechteckigen Hohlprofilen				

FORMELZEICHEN					
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1	
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition
s	Lochabstand bei versetzten Löchern gemessen als Abstand der Lochachsen in der Projektion parallel zur Bauteilachse			⊕	<del>Abstand</del>
t <sub>f</sub>	Flanschdicke	t <sub>f</sub>	Flanschdicke von I- und H-Profilen		
		t <sub>p</sub>	Blechkdicke der Unterlegscheibe (unter der Schraube oder der Mutter)		
		t <sub>p</sub>	Blechkdicke		
t <sub>w</sub>	Stegdicke	t <sub>w</sub>	Blechkdicke des Steges	⊕ t <sub>w</sub>	Steghöhe
		t <sub>w</sub>	Stegdicke von I- und H-Profilen		
u-u	starke Querschnittshauptachse (falls diese nicht mit der y-y Achse übereinstimmt)			⊕ w	Verformung
u-u	Hauptachse (wenn diese nicht mit der y-y Achse übereinstimmt)			⊕ w	<del>Verschiebung</del> Verformung
v-v	schwache Querschnittshauptachse (falls diese nicht mit der z-z Achse übereinstimmt)			⊕ w <sub>lin</sub>	Endverformung
v-v	Nebenachse (wenn diese nicht mit der z-z Achse übereinstimmt)			v	die Einheitsimpulsgeschwindigkeit
x-x	Längsachse eines Bauteils				
x-x	längs des Bauteils				
y-y	Querschnittsachse				
y-y	Querschnittsachse parallel zu den Flanschen				
y-y	Achse parallel zum kleineren Schenkel				
z-z	Querschnittsachse				
z-z	Querschnittsachse rechtwinklig zu den Flanschen				
z-z	Achse rechtwinklig zum kleineren Schenkel				
					Anmerkungen
					Änderung im EC 5 s -> a

FORMELZEICHEN							Anmerkungen
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA	
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition
A	Querschnittsfläche	A	Brutto-Querschnittsfläche einer Schraube (Scharf)	A	Querschnittsfläche		
A <sub>f</sub>	Fläche des zugbeanspruchten Flansches			A <sub>f</sub>	Querschnittsfläche eines Flansches		Änderung im EC 3
A <sub>f</sub>	Fläche eines Flansches						
A <sub>v</sub>	wirksame Schubfläche	A <sub>v</sub>	Schubfläche des Gurtstabes				
		A <sub>v,eff</sub>	wirksame Schubfläche				
		A <sub>v,eff</sub>	wirksame Schubfläche des Gurtstabes				
A <sub>0</sub>	Anfangsquerschnittsfläche	A <sub>0</sub>	Querschnittsfläche des Nietlochs				
C <sub>m</sub>	äquivalenter Momentenbeiwert						
C <sub>m</sub>	Modifikationsfaktor zur Berücksichtigung eines linearen Momentenverlaufs						
		F <sub>v,Ed</sub>	Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit	F <sub>v,Ed</sub>	Bemessungswert der <del>Einwirkung</del> <del>Tragfähigkeit auf Abscheren pro</del> <del>Scherfuge des Verbindungsmittels</del>		Änderung im EC 3, Fehler im EC 5
		F <sub>v,Rd</sub>	Bemessungswert der Abschertragfähigkeit einer Schraube	F <sub>v,Rd</sub>	Bemessungswert der <del>Tragfähigkeit pro Scherfuge</del> <del>und Verbindungsmittel</del>		Änderung im EC 3
				F <sub>v,Rd</sub>	Bemessungswert der <del>Tragfähigkeit einer Wandbohrbetontragfähigkeit</del>		Änderung im EC 5
G <sub>k</sub>	Nennwert einer ständigen Einwirkung						
G <sub>k</sub>	charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung G						
L	Bauteillänge	L	Systemlänge eines Bauteils				
L	Systemlänge						
M <sub>y,Rk</sub>	charakteristischer Wert der Momentenragfähigkeit (y-y Achse)			M <sub>y,Rk</sub>	charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels		keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich

FORMELZEICHEN									
EC3: Teil 1-1			EC3: Teil 1-8			EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA	
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition
$N_{ED}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft (Druck)								
$N_{ED}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft								
$N_{Rk}$	charakteristischer Wert der Normalkrafttragfähigkeit eines Querschnitts								
$N_{Rk}$	charakteristischer Wert der Normalkrafttragfähigkeit								
$R_d$	Bemessungswert einer Beanspruchbarkeit	$R_d$			Bemessungswert einer Beanspruchbarkeit <del>Tragfähigkeit</del>				
$R_k$	charakteristischer Wert einer Beanspruchbarkeit	$R_k$			charakteristischer Wert einer <del>der</del> Beanspruchbarkeit <del>Tragfähigkeit</del>				
S	Statisches Flächenmoment							S	Schubfestigkeit für die Verformungen infolge der Querkräfte $q_x$ und $q_z$ in z-Richtung
S	Schubfestigkeit der Bleche im Hinblick auf die Verformungen des Trägers in der Blechebene								keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich
$V_{ED}$	Bemessungswert der gesamten vertikalen, vom Stockwerk (Stockwerksdruck) übertragene, Last am Tragwerk								
$V_{ED}$	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft								
X	Abminderungsbeiwert entsprechend der maßgebenden Knicklinie								
X	Abminderungsbeiwert entsprechend der maßgebenden Knickkurve								
$X_k$	charakteristischer Wert einer Werkstoffeigenschaft	$X_k$			charakteristischer Wert einer Werkstoff <del>Tragfähigkeit</del> eigenschaft				

FORMELZEICHEN						Anmerkungen
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1 / NA		
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	
$\alpha$	Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha$	Beiwert, wie in Tabelle erklärt	$\alpha$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Kraft bei einer Nagelplatte	keine sinnvolle Anpassung zwischen EC 3 und EC 5 möglich, da zu viele verschiedene Definitionen im EC 3
$\alpha$	Imperfektionsbeiwert			$\alpha$	Winkel zwischen Kraft bzw. Schraubachse und Faserrichtung;	
$\alpha$	Anteil eines Querschnittsteils unter Druckbeanspruchung				<del>Winkel zwischen der Kraftrichtung und dem Beanspruchungs-Hinzelende oder Rand</del>	
$\alpha$	Parameter für den Querschnittsnachweis bei Biegung um beide Hauptachsen					
$\alpha$	Winkel zwischen den Schwerachsen von Gitterstäben und Gurtstäben					
$\alpha_{cr}$	Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um die ideale Verzweigungslast zu erreichen					
$\alpha_{cr}$	Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um die ideale Verzweigungslast bei Ausweichen aus der Ebene zu erreichen					
$\alpha_h$	Abminderungsfaktor in					
$\alpha_h$	Abhängigkeit der Stützhöhe h Beiwert, h= Aufbiegung (en: hogging)					
$\alpha_{ult,k}$	Kleinster Vergrößerungsfaktor (ff.)					
$\alpha_{ult,k}$	Vergrößerungsbeiwert (ff.)					
$\beta$	Parameter für den Querschnittsnachweis bei Biegung um beide Hauptachsen	$\beta$	Verhältnis der mittleren Durchmesser oder mittleren Breiten von Strebe und Gurtstab	$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung und der Kraftrichtung	
$\beta$	Korrekturfaktor der Biegedrillknicklinie für gewalzte und geschweißte Querschnitte				<del>beieiner Nagelplatte</del>	

FORMELZEICHEN								
EC3: Teil 1-1		EC3: Teil 1-8		EC5: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1 / NA		Anmerkungen
Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	Zeichen	Definition	
		$\gamma$	Verhältnis der Breite oder des Durchmessers des Gurtstabes zum zweifachen seiner Wanddicke	$\alpha_{ms}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Fugenrichtung bei einer Nagelplatte			
$\gamma_m$	Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit			$\gamma_m$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffbeiwert <del>unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten und von geometrischen Abweichungen</del>			Änderung im EC 3
$\xi$	Dehnung							
$\xi$	Faktor in Abhängigkeit von $f_y$							
$\eta$	Umrechnungsfaktor	$\eta$	Verhältnis der Höhe der Strebe zu Durchmesser oder Breite des Gurtstabes					
$\eta$	Beiwert für die wirksame Schubfläche							
$\mu$	Wirkungsgrad	$\mu$ $\mu$	Reibbeiwert Beiwert, wie in Tabelle erklärt					
$\sigma$	Normalspannung			$\sigma_N$	Normalspannung			
$\phi$	Anfangsschiefstellung	$\phi$	Rotationswinkel eines Anschlusses					
$\psi$	Spannungs- oder Dehnungsverhältnis							
$\psi$	Momentenverhältnis in einem Bauteilabschnitt							

**Anlage 1-2b:**

Abgleich Formelzeichen zwischen EC 0, EC 1 und EC 5





FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
				ℓ	Länge die <b>Gesamtlänge des Gitterstabes</b> <del>Stablänge</del> Kontaktlänge Der Abstand der <b>seitlichen Abstützungen</b> <del>zwischen den Stetten</del> , an denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes verhindert wird
				ℓ <sub>c</sub> ℓ <sub>a</sub>	
				ℓ <sub>n</sub>	Länge der Platte längs der Fuge
m	die Gesamtmasse von Überbau und Fahrbahn in t	NCI Zu zu A2.4.4.2.4 (3)		m	Masse pro Flächeneinheit
				m	die Masse je Flächeneinheit in kg/m <sup>2</sup>
				<del>m</del>	<del>bezogene Normwert</del>
n	Anzahl experimenteller oder numerischer Testresultate	D.2	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung	n	Anzahl
				n	Anzahl, <del>bezogene Normwertkraft</del> die Anzahl der Stahlstäbe
				n	die Anzahl der Stahlstäbe
				n	die Anzahl der Stahlstäbe
				n	die Anzahl der Verstärkungselemente im Bereich innerhalb der Länge a <sub>1</sub>
				n	Anzahl der Verbindungsmittelreihen
				n	die Anzahl der zur Übertragung der Scher- kraft in Richtung der Kraft F <sub>d</sub> hinter- einander angeordneten Verbindungsmittel
				n	die <b>Anzahl der Nägel</b> <del>Hegeleanzahl</del> in der Reihe
				n	die Anzahl der Bolzen in der Reihe
				n	die Gesamtanzahl der Stabdübel in den Stabdübelkreisen
				n	die Anzahl der Schrauben, die in einer Verbindung zusammenwirken
				n	die Anzahl von Dübeln besonderer Bauart in einer Linie in Faserrichtung des Holzes
				n	die Anzahl der mitwirkenden Lamellen
				n	die Anzahl der Einzelstäbe
				n	die Anzahl der Nägel in den Diagonalen
					Index c für "contact"
					Index n für "nailplate"
					streichen → im Normtext nicht vorh. neu
					streichen → im Normtext nicht vorh.
					NCI Zu 1.6
					NCI NA.6.8.2 (NA.2)
					NCI NA.6.8.3 (NA.2)
					NCI NA.6.8.4 (NA.2)
					NCI NA.6.8.5 (NA.2)
					NCI Zu. 8.1.4 (NA.7)
					NCI NA.8.1.6 (NA.3)
					8.3.1.1 (8)
					8.5.1.1 (4)
					NCI Zu 8.6 (NA.11)
					8.7.2 (8)
					8.9 (12)
					NCI NA.9.3.2 (NA.1)
					C.3.2 (2)
					C.4.1 (2)

FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
r	Änderung des Krümmungsradius	A2.4.4.2.4 (2)		n	Nagelanzahl
r	Wert der Widerstandsfunktion	D.2	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung	n	die Nagelanzahl in einer Diagonalen
s	Spurweite eines Gleises	A.2.4.4.2.2 (2)		r	Krümmungsradius
s	Schätzwert für die Standardabweichung $\sigma$	D.2	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung	$r_{a,n}$	der Abstand vom Schwerpunkt der wirksamen Nagelplattenfläche zur segmentären Nagelplattenfläche dA
t	Zeitpunkt t	4.1.2 (6)		$r_r$	Krümmungsradius
t	maximale Verwindung	A2.4.4.2.2 (2)		<del>r</del>	<del>Abstand</del>
				s	der Exponent für den Größeneinfluss
				<del>a</del>	der Verbindungsmittelabstand
				<del>a</del>	der Verbindungsmittelabstand
				<del>a</del>	der <del>Abstand</del> <del>der</del> Verbindungsmittelabstand entlang des Umfanges der Beplankung
				<del>a</del>	der <del>Abstand</del> <del>der</del> Verbindungsmittelabstand
				<del>a</del>	der Abstand der Gurte
				t	Dicke
				t	konstanter Schubfluss
				t	die Dicke der Lasche
				t	Holzdicke
				t	die Dicke des Bauteils auf der Seite des Nagelkopfes
				t	Holzdicke
				$t_{lam}$	die Lamellendicke
				$t_{min}$	die Mindestholzdicke in mm
				$t_s$	die Plattendicke in mm
				$t_s$	die Plattendicke, in mm
				$t_s$	die Plattendicke in mm
				$t_s$	Stahlblechdicke
				$t_s$	die Beplankungsdicke
				$t_s$	die Beplankungsdicke
				$t_s$	die Beplankungsdicke

FORMELZEICHEN				EC5: Teil 1-1		Anmerkung	
EC0: Teil 1-1		EC5: Teil 1-1		Anmerkung		Anmerkung	
Zeichen	Definition	Abschnitt	Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	
$\rightarrow w_h$	Horizontalverschiebung eines Tragwerkes oder Bauteils	1.6	$\rightarrow w_{fin}$ $\rightarrow w_{net,fin}$	Endverformung <b>Netto-Endverformung abzüglich Überhöhung</b>	2.2.3 (5) NCI Zu.2.2.3 (NA.8)		
$\rightarrow w_h$	Seitliche Gesamtverschiebung des Gebäudes über die Gebäudehöhe H	A.1.4.3 (7)	$\rightarrow w_x$ $\rightarrow w_y$	Verformung <b>Verschiebung Verformung</b>	NCI NA.5.6.3.1 (NA.1) NCI NA.5.6.3.3 (NA.5)		
v	Geschwindigkeit	NCI Zu A2.4.4.2.4 (3)	v	Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion	1.6 7.3.3 (2)		
w	Durchbiegung eines Bauteils	1.6	$\rightarrow w_y$ $\rightarrow w_y$ v	Verformung <b>Verschiebung Verformung</b> die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion in $m/(Ns^2)$	NCI NA.5.6.3.1 (NA.1) NCI NA.5.6.3.1 (NA.5) 7.3.3 (5)	neu	
$w_c$	„Spannungslose Werkstoffform“ mit Überhöhung	A.1.4.3 (2)	w	<b>Durchbiegung, Verformung</b>	1.6 NCI NA.5.6.3.1 (NA.1)		
$\rightarrow E_A$	Außergewöhnliche Einwirkung	1.6	$w_z$ w	Verformung die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast F, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung ermittelt	7.3.3 (2)		
$E_k$	Charakteristischer Wert der Auswirkung der Einwirkung	1.6	$\rightarrow k_w$	der Modifikationsbeiwert	8.1.4 (3)		
E	Mittelwert	D.2	$w_c$	Überhöhung	1.6		
$E_d$	Bemessungswert <del>einer</del> der Auswirkung einer Einwirkung	1.6	A	Querschnittsfläche	1.6		
$E_d$	Bemessungswert der Auswirkung <del>einer</del> einer Einwirkung	6.4.2 (3)	$E_{0,05}$ $E_{mean}$	5 %-Quantilwert eines Elastizitätsmoduls der Mittelwert eines Elastizitätsmoduls $(E_{I,ef} = \sum_{i=1}^3 (E_{i,I} + \gamma_i E_{i,A_i d^2}))$	1.6 1.6 Gl. (B.1) B.2 (1)		
F	Einwirkung	1.6	$E_{mean}$ $E_d$ $E_{mean,d}$ $E_{mean,d}$	<b>Mittelwert des Elastizitätsmoduls</b> <b>Bemessungswert ohne Elastizitätsmodul</b> Bemessungswert der <del>Bemessung</del> <b>Auswirkung einer Einwirkung</b> <b>Bemessungswert des Mittelwertes des Elastizitätsmoduls</b> Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils	1.6 1.6 2.4.1 (2)P	neu	
			F	Kraft	1.6		
			F	<del>Einzelwert</del> Kraft	6.1.7 (3)		

FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
$F_d$	Bemessungswert einer Einwirkung	1.6		$F_d$	Bemessungswert der Kraft
				$F_d$	Bemessungswert der Stabilisierungskraft
				$F_d$	<del>die</del> der Bemessungswert der Normalkraft in der einseitig beanspruchten Lasche
G	Ständige Einwirkung	1.6		G	Ständige Einwirkung
$G_d$	Bemessungswert einer ständigen Einwirkung	1.6		$G_d$	<del>Bemessungswert eines Schubmoduls</del>
				$G_{mean}$	der Mittelwert eines Schubmoduls
				$G_{mean,d}$	Bemessungswert eines Schubmoduls
				$G_{mean,d}$	Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils
H	Gebäudehöhe	A.1.4.3 (7)		<del>H</del>	<del>Gesamthöhe eines Fachwerkträgers</del>
Q	Veränderliche Einwirkung	1.6		Q	Veränderliche Einwirkung
R	Widerstand	1.6		<del>R</del>	Krümmungsradius
R	Bauwerkswiderstand	C.7	Anhang C - Zuverlässigkeitsanalyse		
$R_d$	Bemessungswert <del>einer Bauteileigenschaft</del> der Beanspruchbarkeit	1.5.4.2		$R_d$	Bemessungswert <del>einer Tragfähigkeit</del> der Beanspruchbarkeit
$R_d$	Bemessungswert <del>eines Widerstandes</del> der Beanspruchbarkeit	1.6		$R_d$	Bemessungswert der Beanspruchbarkeit
$R_d$	Bemessungswert <del>der (zugeh.)</del> Beanspruchbarkeit	6.3.5 (1)			
$R_d$	<del>Bewertewiderstand</del> Bemessungswert der Beanspruchbarkeit	C.8 (4)	Anhang C - Zuverlässigkeitsanalyse		
$R_d$	Bemessungswert	D.7.1 (3)	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung		
$R_k$	charakteristischer Wert <del>einer Bauteileigenschaft</del> der Beanspruchbarkeit	1.5.4.2		$R_k$	charakteristische Wert der <del>Tragfähigkeit</del> Beanspruchbarkeit
$R_k$	charakteristischer Wert <del>eines Widerstandes</del> der Beanspruchbarkeit	1.6		$R_k$	der charakteristische Wert <del>einer</del> der Beanspruchbarkeit
$R_k$	charakteristischer Wert	D.7.1 (3)	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung		

FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
S	Grenzzustandsfunktion	C.7 (1)	Anhang C - Zuverlässigkeitsanalyse	S	Ersatzsteifigkeit - Bild NA.4 Schubsteifigkeiten für die Verformungen infolge der Querkräfte $\alpha_x$ und $\alpha_y$ in z-Richtung
V	Geschwindigkeitsbereich	A2.4.4.2.2 (2)		S	Steifigkeit
V	Zuggeschwindigkeit	A2.4.4.3.2 (1)		S	Schwerpunkt
V	Geschwindigkeit	A2.4.4.3.2 (3)		V	<del>Querkraft</del> Volumen
V	Variationskoeffizient	C.7 (6)		V	das querzugbeanspruchte Volumen im Firstbereich
V	Standardabweichung/Mittelwert	D.2		$V_{Ek}$	charakteristischer Wert der Querkraft
$X_d$	Bemessungswert einer <del>Bauteil</del> Werkstoff- oder Produkteigenschaft	1.5.4.2	vgl. Abgleich Inhaltsverzeichnis	$V_{Ed}$	Bemessungswert der Querkraft
$X_d$	Bemessungswert der <del>Bauteil</del> Werkstoff- eigenschaft oder Produkteigenschaft	1.6		$X_d$	Bemessungswert einer <del>Feuchtigkeit</del> Werkstoffeigenschaft
$X_d$	die Bemessungswerte der Basisvariablen	C.8 (1)	Anhang C - Zuverlässigkeitsanalyse		
$X_d$	Bemessungswert	C.8 (3)			neu
$X_d$	Bemessungswerte für <del>Bauteil</del> Werkstoff- eigenschaften				neu
$X_d$	Bemessungswert einer Größe X	D.7.2 (1)	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung		vgl. Abgleich Inhaltsverzeichnis
$X_k$	charakteristische Wert einer <del>Bauteil</del> Werkstoff- oder Produkteigenschaft	1.5.4.1	vgl. Abgleich Inhaltsverzeichnis	$X_k$	charakteristische Wert einer <del>Feuchtigkeit</del> Werkstoffeigenschaft
$X_k$	charakteristische Wert der <del>Bauteil</del> Werkstoffeigenschaft oder Produkteigenschaft	1.6		$X_k$	der charakteristische Wert einer <del>Feuchtigkeit</del> Werkstoffeigenschaft
$X_k$	Widerstand	C.8 (3)	Anhang C - Zuverlässigkeitsanalyse		
$X_{k(n)}$	charakteristische Wert unter Berücksichtigung der statischen Ungenauigkeit infolge der Probenzahl n	D.2	Anhang D - Versuchsgestützte Bemessung		
$\beta$	Zuverlässigkeitsindex	B.2		$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung und der Kraftrichtung <del>bei einer Lageplatte</del>
$\beta$	Zielwert des Zuverlässigkeitsindex	C.6 (1)		$\beta$	das Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten der Bauteile zueinander

FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
					Abschnitt
$\gamma$				$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung des Holzes und der Kraffrichtung
				$\beta$	Knicklängenbeiwert
				$\beta_{C_2}$	Beiwert
				$\beta$	Knicklängenbeiwert
	Teilsicherheitsbeiwert	1.6		$\gamma_{Sns}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Fugenrichtung bei einer Nagelplatte
				$\gamma_{Sns}$	Winkel zwischen x-Richtung und der Fugenrichtung
				$\gamma_{Sns}$	der Anschlusswinkel
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert	1.5.4.2		$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoff
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Bauteileigenschaft unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen	1.6			<del>Beiwert</del> - eigenschaft, <del>unter-Berück-</del> <del>sichtigung der Modellunsicherheiten und von geometrischen Abweichungen</del>
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M$ für die Werkstoff- <del>Beiwert</del> -, Bauprodukt- und Bauteileigenschaften	6.5.4 (1)		$\gamma_M$	der Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffeigenschaft
				$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert
				$\gamma_M$	der Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffeigenschaft
				$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert
				$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert
				$\gamma_M$	der Teilsicherheitsbeiwert <del>für Verbindungen nach Tabelle NA.2 oder Tabelle NA.3</del>
				$\gamma_M$	der Teilsicherheitsbeiwert <del>für Verbindungen</del>
				$\gamma_M$	(ANMERKUNG) Teilsicherheitsbeiwert
				$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert
$\eta$	Umrechnungsfaktor	1.6		$\eta$	der Beiwert nach Tabelle C.1
$\eta$	der Umrechnungsbeiwert zwischen Probeneigenschaften und maßgebenden Eigenschaften im Bauteil	6.3.3 (1)		$\eta$	Ausnutzungsgrad
$\psi_0$	Kombinationswerte einer veränderlichen Einwirkungen	1.6		$\psi_0$	Kombinationsbeiwert für veränderliche Einwirkungen

FORMELZEICHEN					
EC0: Teil 1-1			EC5: Teil 1-1		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkung	Zeichen	Definition
$\psi_2$	Beiwert	1.5.3. 18		$\psi_2$	Beiwert für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung
$\psi_2$	Beiwert für quasi-ständige Werte der veränderlichen Einwirkungen	1.6		$\psi_2$	Beiwert für den quasi-ständigen Anteil der Einwirkung, die die größte Spannung im Verhältnis zur Festigkeit hervorruft
$\psi_2$	Kombinationsbeiwert	A. 1.2.2 (1)			
$\psi_2$	$\psi$ - Faktor	A. 1.2.2 (1)			
					1.6 2.3.2.2 (2)
					Anmerkung

**Anlage 1-2c:**  
Formelzeichen innerhalb EC 5



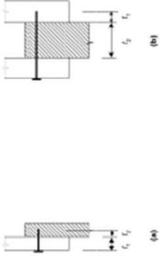
FORMELZEICHEN						
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)		EC5: Teil 1-1 / NA				
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen		
				Definition		
				Abschnitt		
$h_p$	die <del>Stahlbreite</del> Tafelhöhe	9.2.3.2 (1)	Index p für "panel"	<del>Stahlbreite</del> Tafelhöhe	NCI Zu 9.2.3.2 (NA.8) NCI Zu 9.2.3.2 (NA.9)	Index p für "panel"
$h_{min}$	die kleinere Querschnittsabmessung	6.1.8 (1)	$h_{min} = \min(b;h)$			
b	die Deckenbreite in m	7.3.3 (5)				
b	die Breite b des Klammerrückens	8.4 (3)				
$b_i$	<del>Breite der Wandbohle</del> <del>(in 9.2.4.2) oder</del> Wandlänge <del>(in 9.2.4.3)</del>	1.6				
$b_i$	die Wandbohlenbreite	9.2.4.2 (4)				
$b_i$	die Wandlänge in m	9.2.4.3.2 (3)	in Deutschland ist Verfahren A			
$b_i$	die Breite der Wand die Wandlänge	9.2.4.3.2 (5)	anzuwenden			
$b_w$	Stegbreite	1.6		$b_w$	NCI NA.13.2 (NA.2)	
$b_w$	die Stegbreite jedes Steges	9.1.1 (7)		$c_1$	NCI NA.13.3 (NA.2)	c für "constant"
d	Verbindungsdurchmesser;	1.6		d	NCI NA.6.8.2 (NA.2)	
d	<del>Gewindeaußendurchmesser von Schrauben</del> der Verbindungsdurchmesser	8.2.2 (1)		d	NCI Zu 8.1.4 (NA.8) NCI NA.8.2.4 (NA.1)	
d	<del>des Verbindungsmittels</del> der Verbindungsdurchmesser	8.2.3 (3)		d	NCI Zu 8.3.1.3 (NA.6) NCI Zu 8.3.1.3 (NA.16)	
d	<del>des Verbindungsmittels</del> Nageldurchmesser	8.3.1.1 (2)		d	NCI Zu 10.4.2 (NA.4) NCI NA.11.2.1 (NA.1)	
d	der Nageldurchmesser oder Seitenmaß in mm	8.3.1.1 (4)		d	NCI NA.11.2.3 (NA.4) NCI NA.11.2.3 (NA.5)	Definition Nenndurchmesser
d	der Nageldurchmesser in mm	8.3.1.1 (5)		d		
d	der Nageldurchmesser in mm	8.3.1.2 (6)		d		
d	der Nageldurchmesser in mm	8.3.1.3 (3)		d		
d	der Nageldurchmesser nach 8.3.1.1	8.3.2 (4)		d		
d	der Durchmesser des Klammerschafts in mm	8.4 (6)		d		
d	der Bolzendurchmesser <del>des Bolzens</del> in mm	8.5.1.1 (1)		d		
d	der Bolzendurchmesser in mm	8.5.1.1 (2)		d		
d	der Bolzenverbindungsdurchmesser	8.5.1.1 (4)		d		
d	der Bolzendurchmesser in mm	8.5.1.2 (1)		d		
d	Bolzendurchmesser	8.5.2 (3)		d		
d	der Gewindeaußendurchmesser der Schraube	8.7.2 (4)		d		
d	<del>des Gewinnes</del> Bolzendurchmesser in mm	8.10 (5)		d		

FORMELZEICHEN					
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)		EC5: Teil 1-1 / NA		Anmerkungen	
Zeichen	Definition	Abschnitt	Zeichen	Definition	Abschnitt
d	der <del>Verbindungs</del> mittel <b>d</b> urchmesser	9.2.4.3.2 (4)			
d	Nageldurchmesser	10.4.2 (3)			
d	Bolzendurchmesser	10.4.3 (1)			
d	der <del>Bolz</del> en <b>d</b> urchmesser <del>des Bolzens</del> in mm	10.4.3 (4)			
d	der Verbindungsmitteldurchmesser	Anh. A (1)			
d <sub>c</sub>	Dübeldurchmesser	1.6		lichtes Maß Durchbrüche	NCI NA.6.7 (NA.1)
d <sub>c</sub>	der Dübeldurchmesser in mm	8.9 (1)		lichtes Maß Durchbrüche	NCI NA.6.7 (NA.3)
d <sub>c</sub>	der Dübeldurchmesser in mm	8.9 (8)		Dübeldurchmesser	NCI Zu 8.9 (NA. 14)
d <sub>c</sub>	- Durchmesser der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C1, C2, C6, C7, C10 und C 11 in mm	8.10 (2)		Dübeldurchmesser	NCI Zu 8.9 (NA. 14)
d <sub>c</sub>	- Seitenlänge der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C5, C8 und C9 in mm			<b>Dübel</b> urchmesser	NCI NA.8.11 (NA.1)
d <sub>c</sub>	- Wurzel aus dem Produkt der Seitenlängen der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C3 und C4 in mm			der Dübeldurchmesser in mm	NCI NA.8.11 (NA.4)
d <sub>c</sub>	Durchmesser des Dübels besonderer Bauart in mm	10.4.3 (4)		Dübeldurchmesser	NCI NA.8.11 (NA.20)
d <sub>c1</sub>	Durchmesser des Bolzenloches im Dübel besonderer Bauart	10.4.3 (4)		der Durchmesser des <del>Bolzen</del> <b>Mittel</b> loches im Dübel besonderer Bauart	NCI NA.8.11 (NA.19)
d <sub>h</sub>	Kopfdurchmesser <del>des Verbindungs</del> mittels <del>von Schrauben</del>	1.6			
d <sub>h</sub>	der <del>Kopf</del> durchmesser des Nagelkopfes <del>Verbindungs</del> mittels	8.3.2 (4)			
d <sub>h</sub>	Durchmesser des Schraubenkopfes in mm	8.7.2 (6)			
d <sub>1</sub>	der <del>Gewinde</del> innendurchmesser <del>der Schraube</del>	1.6			
d <sub>1</sub>	der <del>Gewinde</del> innendurchmesser <del>der Schraube</del>	8.7.2 (4)			
d <sub>1</sub>	der <del>Gewinde</del> innendurchmesser <del>der Schraube</del>	10.4.5 (3P)			

FORMELZEICHEN					
EC5: Teil 1-1 / NA					
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition
$h$	Querschnittshöhe; <del>Wandhöhe</del>	1.6			
<del><math>h_w</math></del>	Steghöhe	1.6			
$h$	die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. <del>Querschnittshöhe</del> die größere Querschnitts- abmessung bei Zug des Bauteils in mm	3.2 (3)			<del>NCI Zu 3.2 (3)</del>
$h$	die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. <del>Querschnittshöhe</del> die größere Querschnitts- abmessung bei Zug des Bauteils in mm	3.3 (3)			<del>NCI Zu 3.3 (3)</del>
$h$	die <del>Beuteil</del> Querschnittshöhe in mm	3.4 (3)		$h$	Träger Querschnittshöhe über Auflagermitte
$h$	<del>die Höhe des Bauteils</del> Querschnittshöhe	6.1.5 (3)		$h$	Höhe des Bauteils Querschnittshöhe in mm
$h$	die Querschnittshöhe	6.3.3 (2)		$h$	die <del>Querschnittshöhe</del> Querschnittshöhe, in mm
$h$	die Querschnittshöhe <del>des Bauteils</del> in mm	6.5.2 (2)		$h$	<del>Querschnittshöhe</del> die Querschnittshöhe in mm
$h$	<del>die Höhe des Holzbauteils</del> Querschnittshöhe in mm	8.1.4 (3)		$h$	die Querschnittshöhe des eingeschnittenen Holzes
$h$	die <del>Querschnittshöhe</del> Querschnittshöhe	8.8.5.1 (4)		$h$	die Querschnittshöhe des an die Feder angeschlossenen Stabes
$h$	<del>Höhe-Biegestab</del> Querschnittshöhe	9.2.5.2 (4)		$h$	die Dicke der Platte
$h$	die Höhe des Tragwerks oder Länge des Bauteils, in m	5.4.4 (2)		$h$	
$h_{max}$	die größere Querschnittsabmessung	6.1.8 (1)	$h_{max} = \max(b;h)$		
<del><math>h_{min}</math></del>	die kleinere Querschnittsabmessung	6.1.8 (1)	$h_{min} = \min(b;h)$		
$h_{ec}$	Einlass- / Einpresstiefe (bei Dübeln besonderer Bauart)	1.6	Index c in Anlehnung an den Durchmesser $d_c$	$h_{ec}$	Einlass- / Einpresstiefe
$h_{ec}$	die Einbindetiefe in mm	8.9 (1)	Einlass- / Einpress- oder Einbindetiefe?		
$h_{ec}$	die Einbindetiefe der Zähne des Dübels	8.10 (4)			
$h_e$	Abstand vom beanspruchten <del>belegten</del> Rand	1.6		$h_e$	Abstand des vom beanspruchten Holzrand am weitesten entfernt angeordneten Verbindungsmittels oder Nagelplattenrandes
$h_e$	der Abstand des vom beanspruchten Holzrand am weitesten entfernt angeordneten Verbindungsmittels oder Nagelplattenrandes	8.1.4 (3)		$h_e$	weites entfernt angeordneten Verbindungsmittels in mm
	<del>vom beanspruchten Holzrand</del> in mm				
$h_{ef}$	die größte Höhe der wirksamen Anschlussfläche rechtwinklig zur längsten Seite	8.8.5.1 (2)		$h_{ef}$	die Maße nach Bild NA.23
<del><math>h_p</math></del>	<del>die</del> <del>Tabletten</del> Tafelhöhe	9.2.3.2 (1)	Index p für "panel"	<del><math>h_p</math></del>	<del>Tabletten</del> Tafelhöhe
$h_p$	Tafelhöhe	1.6		<del><math>h_p</math></del>	Tafelhöhe
$h_p$	die <del>Wand</del> Tafelhöhe	9.2.4.2 (4)		<del><math>h_p</math></del>	die Höhe der Tafel Tafelhöhe
<del><math>h_p</math></del>	die <del>Wand</del> Tafelhöhe	9.2.4.2 (8)		<del><math>h_p</math></del>	



FORMELZEICHEN						
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			EC5: Teil 1-1 / NA			
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition	
					Abschnitt	
n	die Anzahl von Dübeln besonderer Bauart in einer Linie in Faserrichtung des Holzes	8.9 (12)		n	Anzahl der Verbindungsmittelreihen	NCI Zu. 8.1.4 (NA.7)
n	die Anzahl der Einzelstäbe	C.3.2 (2)		n	die Anzahl der zur Übertragung der Scherkraft in Richtung der Kraft $F_d$ hintereinander angeordneten Verbindungsmittel	NCI NA.8.1.6 (NA.3)
n	die Anzahl der Nägel in den Diagonalen	C.4.1 (2)		n	die Gesamtanzahl der Stabdübel in den Stabdübelkreisen	NCI Zu 8.6 (NA.11)
n	Nagelanzahl	C.4.2 (3)		n	die Anzahl der mitwirkenden Lamellen	NCI NA.9.3.2 (NA.1)
n	die Nagelanzahl in einer Diagonalen	C.4.2 (5)		n	Krümmungsradius	NCI NA.11.5 (NA.3)
r	Krümmungsradius	1.6		<del>r</del> r		
<del>r</del> a <sub>n</sub>	der Abstand vom Schwerpunkt der wirksamen Nagelplattenfläche zur segmentären Nagelplattenfläche dA	8.8.5.1 (1)	Index n für "nailplate"			
<del>e</del> s	<del>Abstand</del> der Exponent für den Größeneinfluss	<del>4-6</del> 3.4 (3)				
<del>e</del> a	der Verbindungsmittelabstand	9.2.4.2 (4)		<del>e</del> a	der Verbindungsmittelabstand	NCI Zu 9.2.4.2 (NA.16)
<del>e</del> a	der <del>Abstand</del> <del>des</del> Verbindungsmittelabstand entlang des Umfangs der Beplankung	9.2.4.3.2 (4)				
<del>e</del> a	der <del>Abstand</del> <del>des</del> Verbindungsmittelabstand	B.1.2 (1)				
<del>r</del> a	der Abstand der Gurte	C.4.2 (3)				
t	Dicke	1.6		t	konstanter Schubfluss	NCI NA.5.6.3.3 (NA.5)
t	die Dicke des Bauteils auf der Seite des Nagelkopfes	8.3.2 (4)		t	die Dicke der Lasche	NCI NA.8.1.6 (NA.3)
t	Holzdicke	8.7.2 (2)		t	Holzdicke	NCI NA.8.2.5 (NA.4)
				t <sub>ef</sub>	wirksame Anschlussiefe in mm	NCI Zu 8.1.4 (NA.7)
t <sub>i</sub>	die Holz- oder Holzwerkstoffdicke oder Einbindetiefe, mit i entweder 1 oder 2	8.2.2		<del>t<sub>i</sub></del> t <sub>i</sub>	die Holz- oder Holzwerkstoffdicken oder Einbindetiefe <del>des Verbindungsmittels</del> mit i entweder 1 oder 2	NCI NA.8.2.4 (NA.1)
t <sub>lam</sub>	Lamellendicke	6.4.3 (5)		<del>t<sub>lam</sub></del> t <sub>lam</sub>	Lamellendicke	NCI Zu 1.6
				<del>t<sub>lam</sub></del> t <sub>lam</sub>	Bild NA.2	NCI NA.5.5.4 (NA.1)
				<del>t<sub>lam</sub></del> t <sub>lam</sub>	<del>die Dicke</del> <del>der</del> Lamellendecke nach Bild NA.2	NCI NA.9.3.2 (NA.1)
				<del>t<sub>lam</sub></del> t <sub>lam</sub>	<del>Die</del> <del>des</del> <del>Einzelbauteils</del> Lamellendicke	NCI NA.11.5 (NA.3)
t <sub>min</sub>	die Mindestholzdicke in mm	8.3.1.2 (6)				
				t <sub>r</sub>	die Dicke einer Verstärkungsplatte	NCI Zu 1.6
				t <sub>r</sub>	die Dicke einer Verstärkungsplatte	NCI NA.6.8.2 (NA.4)
				t <sub>r</sub>	die Dicke einer Verstärkungsplatte	NCI NA.6.8.3 (NA.5)
				t <sub>r</sub>	die Dicke einer Verstärkungsplatte	NCI NA.6.8.5 (NA.6)

FORMELZEICHEN					
EC 5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			EC 5: Teil 1-1 / NA		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition
			Anmerkungen	Abschnitt	
$t_s$	die Plattendicke in mm	8.3.1.3 (3)	Index s für "sheet"	$t_s$	Stahlblechdicke
$t_s$	die Plattendicke in mm	8.5.1.2 (2)		$t_s$	die Plattendicke, in mm
$t_s$	Stahlblechdicke	8.5.2 (3)		$t_s$	die Beplankungsdicke
$t_s$	Beplankungsdicke	9.2.4.2 (11)			
$t_s$	Beplankungsdicke	9.2.4.3.2 (7)			
$h_{Av}$	Steghöhe	1.6			
$t_1$	der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Einbindringtiefe	8.2.3 (3)	VORSCHLAG: Bild 8.4 und Definition $t_1$		
$t_1$	die Holzdicke des Bauteils auf der Seite des Nagelkopfes	8.3.2 (4)	 <p>Legende:                  (A) einseitige Verbindung                  (B) zweiseitige Verbindung                  Bild 8.4 — Definitionen von <math>t_1</math> und <math>t_2</math></p>		
$t_1$	die Holzdicke auf der Seite des Nagelkopfes in einer einschnittigen Verbindung; die kleinere der Holzicken auf der Seite des Nagelkopfes oder und die Einbindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze in einer zweiseitigen Verbindung (der kleiner Wert wird maßgebend)	8.3.1.1 (1)			
$t_1$	Seitenholzdicke	8.10 (4)			
$t_1$	die Dicke des Holzbauteils oder Einbindringtiefe des Verbindungsmittels	Anhang A			
$t_2$	die Einbindtiefe auf der Seite der Nagelspitze in einer einschnittigen Verbindung; die Mittelholzdicke in einer zweiseitigen Verbindung	8.3.1.1 (1)			
$t_2$	Verbindung	8.2.3 (3)			
$t_2$	Verbindung	8.10 (4)			
$t_2$	Mittelholzdicke	8.3.2 (4)			
$t_{pen2}$	Einringtiefe auf der Seite der Nagelspitze oder Länge des profilierten Schaftteils im Bauteil mit der Nagelspitze			$t_{pen2}$	die Eindringtiefe der Verbindungsmittel in mm
					NCI Zu 8.1.4 (NA.7)

FORMELZEICHEN					
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			EC5: Teil 1-1 / NA		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition
					Abschnitt
$w$	<b>Durchbiegung, Verformung</b>	1.6	neu		
$w_{fin}$	Endverformung	2.2.3 (5)		$w_{net,fin}$	Netto-Endverformung <b>abzüglich Überhöhung</b>
$v$	Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion	1.6		$w_x$	Verformung
$v$	die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion, ...	7.3.3 (2)		$w_x$	<del>Verformung</del> <b>Verformung</b>
$v$	die Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion	7.3.3 (5)		$w_y$	Verformung
	in $m/(Ns^2)$			$w_y$	<del>Verformung</del> <b>Verformung</b>
$w$	die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen statischen Einzellast F, an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung ermittelt	7.3.3 (2)		$w_z$	Verformung
$w_c$	Überhöhung	1.6			
$k_M$	der Modifikationsbeiwert	8.1.4 (3)			
A	Querschnittsfläche	1.6		A	die <b>Querschnitts</b> Stirnfläche des Versatzes
A	die Querschnittsfläche	6.4.1 (3)			
$A_v$	die Querschnittsfläche Einzelstab	C.4.2 (3)			
$A_f$	Querschnittsfläche eines Flansches	1.6		A	der Faktor nach Tabelle NA.14
$E_{0,05}$	5 %-Quantilwert eines Elastizitätsmoduls	1.6		A	der Faktor nach Tabelle NA.15
$E_{mean}$	der Mittelwert eines Elastizitätsmoduls	1.6			
$E_{mean}$	$(E_{I,ef}) = \sum_{i=1}^n (E_i \cdot I_i + \gamma_i E_i \cdot A_i \cdot \alpha_i^2)$	Gl. (B.1)			
$E_{mean,d}$	<b>Mittelwert des Elastizitätsmoduls</b>	B.2 (1)			
$E_{mean,d}$	<b>Bemessungswert des Mittelwertes des Elastizitätsmoduls</b>	1.6	neu		
$E_{mean,d}$	Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils	2.4.1 (2)P			
					besser Ausdruck Bezugsdicke statt Dicke verwenden sonst Verwechslungsgefahr mit Mindestdicke wegen Spaltgefahr bei Nägeln

FORMELZEICHEN						
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)						
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition	Abschnitt
$E_d$	<del>Bemessungswert eines Elastizitätsmoduls</del> Bemessungswert der <del>Beanspruchung</del> Auswirkung einer Einwirkung	1.6				
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der <del>Einwirkung</del> Tragfähigkeit <del>auf Abscheren</del> <del>pro Scheitfuge</del> des <del>Verbindungs</del> mittels	1.6	Fehler	$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Faserrichtung in N	NCI Zu 8.1.4 (NA.7)
$F_{v,Ed,i}$	die Bemessungswerte der Querkraft auf beiden Seiten der Verbindung (siehe Bild 8.1)	8.1.4 (2)				
$F_{v,Ed}$	<del>Bemessungswert der Kraft</del> <del>Lee</del> rechtwinklig zur Nagelachse	8.3.3 (1)				
$F_{v,Ed}$	<del>Bemessungswert der Kraft</del> , die am Kopf einer auskragenden, gegen Abscheren (durch vertikale Einwirkungen oder Verankerungskräfte) gesicherten Tafel einwirkt	9.2.4.2 (2)	Verfahren A ist in Deutschland anzuwenden			
$F_{v,Ed}$	<del>Bemessungswert der Kraft</del> am Kopfende einer auskragenden Wand, die gegen Abheben und Gleiten durch vertikale Einwirkungen und/oder Verankerung gesichert ist	9.2.4.3.2 (1)				NCI Zu 8.1.4 (NA.13)
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit <del>pro Scheitfuge</del> <del>und Verbindungsmittel</del>	1.6				
$F_{v,Rd}$	<del>Bemessungswert der Scheitbrenntragfähigkeit</del> Bemessungswert der Tragfähigkeit der Verbindungen unter Lasten rechtwinklig zur Nagelachse	8.3.3 (1)				
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der <del>Tragfähigkeit einer Wand</del> <del>scheitbrenntragfähigkeit</del>	9.2.4.2 (3)				
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der <del>Tragfähigkeit einer Wandscheitbrenntragfähigkeit</del>	9.2.4.3.2 (1) 9.2.4.3.2 (2)				
G	Ständige Einwirkung	2.2.3 (5)				
<del>G</del>	<del>Bemessungswert des Schubmoduls</del>	<del>4-6</del>				
$G_{mean}$	der Mittelwert eines Schubmoduls	1.6				
$G_{mean,d}$	<del>Bemessungswert eines Schubmoduls</del>	1.6				
$G_{mean,d}$	Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils	2.4.1 (2)P	neu			

FORMELZEICHEN						
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)		EC5: Teil 1-1 / NA				
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition	Abschnitt
$M_{y,Rk}$	charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels	1.6		$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels	NCI NA.8.2.4 (NA.1)
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels	8.2.2 (1)				
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels	8.2.3 (3)				
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes in Nmm	8.3.1.1 (4)				
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes in Nmm	8.4 (6)				
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes in Nmm	8.5.1.1 (1)				
$M_{y,Rk}$	der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels	Anh. A (1)				
$R_d$	Bemessungswert <del>einer</del> <b>Freigängigkeit</b> der Beanspruchbarkeit	1.6		$r$	Krümmungsradius	NCI NA.11.5 (NA.3)
$R_d$	Bemessungswert der Beanspruchbarkeit ( <del>Freigängigkeit</del> )	2.4.3 (1)P				
$R_k$	charakteristischer Wert der <del>Freigängigkeit</del> Beanspruchbarkeit	1.6				
$R_k$	der charakteristische Wert <del>einer</del> der Beanspruchbarkeit	2.4.3 (1)P				
				S	Schubsteifigkeiten für die Verformungen infolge der Querkräfte $q_x$ und $q_y$ in z-Richtung	NCI Zu 1.6
				S	Ersatzsteifigkeit - Bild NA.4	NA.5.6.3.3
				S	Steifigkeit	NCI NA.5.6.3.3 (NA.5)
				S	Schwerpunkt	NA .13.3
V	<del>Querkraft</del> Volumen	1.6				
V	das querzugbeanspruchte Volumen im Firstbereich	6.4.3 (6)				
$V_{Ek}$	charakteristischer Wert der Querkraft	1.6	neu			
$V_{Ed}$	Bemessungswert der Querkraft	1.6	neu			

FORMELZEICHEN					
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			EC5: Teil 1-1 / NA		
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition
			Anmerkungen	Abschnitt	
$X_k$	charakteristischer Wert einer <b>Werkstoff-Festigkeit</b> eigenschaft	1.6			
$X_k$	der charakteristische Wert einer <b>Werkstoff-Festigkeit</b> eigenschaft	2.4.1 (1)			
$X_d$	Bemessungswert einer <del>Festigkeit</del> <b>Werkstoffeigenschaft</b>	1.6	vgl. Abgleich Inhaltsverzeichnis		
$\alpha$	Winkel zwischen Kraft bzw. Schraubenachse und Faserrichtung; <del>Winkel zwischen der Krafttrichtung und dem beeenpruekten-Himholzendes-oder-Rand</del>	1.6		$\alpha$	Winkel zwischen <del>Beeenpruehungseroehohtung</del> Kraft und Faserrichtung
$\alpha_{\zeta_{nt}}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Kraft bei einer Nagelplatte;	1.6	Index n für "nailplate", Index f für "force"	$\alpha$	Winkel zwischen <del>Beeenpruehungseroehohtung</del> Kraft und der Faserrichtung des Holzes
$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung und der Krafttrichtung <del>bei einer Nagelplatte</del>	1.6		$\alpha$	Winkel zwischen <del>Beeenpruehungseroehohtung</del> Kraft und der Faserrichtung und der Kraft senkrecht zur Fuge wirkend
$\alpha$	Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung	8.3.1.2 (5)			Beiwert
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.2			
$\alpha$	Winkel zwischen der Krafttrichtung und des belasteten Randes (oder Himholzendes)	8.3.1.3 (2)	Verständlichkeit		
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.3			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	8.5.1.1 (2)			
$\alpha$	der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung	8.5.1.1 (2)			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.4			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.5			
$\alpha$	der Winkel zwischen der Schraubenachse und der Faserrichtung, mit $\alpha \geq 30^\circ$	8.7.2 (4)			
$\alpha_{\zeta_{nt}}$	Winkel zwischen x-Richtung und der Krafttrichtung (Zug: $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , Druck: $90^\circ \leq \gamma < 180^\circ$ )	8.8.2 (1)	Index n für "nailplate", Index f für "force"		
$\alpha$	Krafttrichtung unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung des Holzes	8.9 (8)			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.7			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.8			
$\alpha$	Winkel Kraft zur Faserrichtung	Tabelle 8.9			
					c für "constant"



FORMELZEICHEN							
EC5: Teil 1-1 (inkl. Änderung A2)			EC5: Teil 1-1 / NA				
Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen	Zeichen	Definition	Abschnitt	Anmerkungen
$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung und der Kraft- <del>bei einer Nagelplatte</del> richtung	1.6		$\beta$	Knicklängenbeiwert	NCI NA.13.2 (NA.1)	c für "constant"
$\beta$	Winkel zwischen der Faserrichtung des Holzes und der Kraft- richtung	8.8.2 (1)		$\beta$	Beiwert Knicklängenbeiwert	NCI NA.13.3 (NA.2) Tabelle NA.24	
$\beta$	das Verhältnis der Lochleibungs- festigkeiten der Bauteile zueinander	8.2.2 (1)					
$\gamma_{\text{Sns}}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Fugenrichtung bei einer Nagelplatte	1.6		$\gamma_{\xi}$	der Anschlusswinkel	NCI NA.12.1 (NA.1)	
$\gamma_{\text{Sns}}$	Winkel zwischen x-Richtung und der Fugenrichtung	8.8.2 (1)					
$\gamma_{\text{M}}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine <del>Werkstoff- Beiwert- eigenschaft, unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten und von geometrischen Abweichungen</del>	1.6		$\gamma_{\text{M}}$	Teilsicherheitsbeiwert	NPD Zu 2.4.1(1)P	$\gamma_{\text{M}}$ nach NA gleich für alle  Nachweise (Ausnahme Nagelplatten)
$\gamma_{\text{M}}$	der Teilsicherheitsbeiwert für eine <del>Werkstoff- Beiwert- eigenschaft</del>	2.4.1 (1)P		$\gamma_{\text{M}}$	Teilsicherheitsbeiwert	NCI NA.5.5.1 (NA.1)	
$\gamma_{\text{M}}$	der Teilsicherheitsbeiwert für eine <del>Werkstoff- Beiwert- eigenschaft</del>	2.4.3 (1)		$\gamma_{\text{M}}$	Teilsicherheitsbeiwert <del>Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen</del> der Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen der Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen <del>nach Tabelle NA.2 oder Tabelle NA.3</del>	NCI NA.5.6.1 (NA.5)	
				$\gamma_{\text{M}}$	(ANMERKUNG) Teilsicherheitsbeiwert	NCI NA.8.11 (NA.6)	
				$\gamma_{\text{M}}$	Teilsicherheitsbeiwert	NCI NA.8.11 (NA.8)	
$\xi$	<del>Neigung der Ausklünnungseigenschaft</del> die Neigung der Ausklünnung (siehe Bild 6.11a)	1.6 6.5.2 (2)		$\xi$	der Anschlusswinkel	NCI Zu 9.2.5.3 NCI NA.9.3.3 (NA.1)	
$\xi_{\text{Snt}}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Kraft bei einer Nagelplatte;	1.6		$\xi$	der Anschlusswinkel	NCI NA.12.1 (NA.1)	
$\xi_{\text{Sns}}$	Winkel zwischen der x-Richtung und der Fugenrichtung bei einer Nagelplatte	1.6					
$\xi_{\text{Snt}}$	Winkel zwischen x-Richtung und der Kraft- richtung (Zug: $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , Druck: $90^\circ \leq \gamma < 180^\circ$ )	8.8.2 (1)					
$\sigma_{\text{N}}$	Normalspannung	1.6					
$\sigma_{\text{N}}$	die Normalspannung	6.4.1 (3)					

**Anlage 1-2d:**  
Abgleich Inhaltsverzeichnis EC 5  
gegenüber EC 2, 3, 4, 6

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>1</b> Allgemeines	<b>1</b> Allgemeines	<b>1</b> Allgemeines	<b>1</b> Allgemeines	<b>1</b> Allgemeines
<b>1.1</b> Anwendungsbereich	<b>1.1</b> Anwendungsbereich	<b>1.1</b> Anwendungsbereich	<b>1.1</b> Anwendungsbereich	<b>1.1</b> Anwendungsbereich
<b>1.1.1</b> Anwendungsbereich der EN 1995	<b>1.1.1</b> Anwendungsbereich des Eurocode 2	<b>1.1.1</b> Anwendungsbereich von Eurocode 3	<b>1.1.1</b> Anwendungsbereich des Eurocode 4	<b>1.1.1</b> Anwendungsbereich des Eurocode 6
<b>1.1.2</b> Anwendungsbereich der EN 1995-1-1	<b>1.1.2</b> Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1	<b>1.1.2</b> Anwendungsbereich von Eurocode 3 Teil 1-1	<b>1.1.2</b> Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 1 - 1	<b>1.1.2</b> Anwendungsbereich von Teil 1-1 des Eurocodes 6
<b>1.2</b> Normative Verweise	<b>1.2</b> Normative Verweise	<b>1.2</b> Normative Verweise	<b>1.2</b> Normative Verweise	<b>1.2</b> Normative Verweise
	<b>1.2.1</b> Allgemeine normative Verweisungen	<b>1.2.1</b> Allgemeine normative Verweisungen	<b>1.2.1</b> Allgemeine normative Verweisungen	<b>1.2.1</b> Allgemeines
	<b>1.2.2</b> Weitere normative Verweisungen	<b>1.2.2</b> Normative Verweisungen zu schweißgeeigneten Baustählen	<b>1.2.2</b> Weitere normative Verweisungen	<b>1.2.2</b> Normen, auf die Bezug genommen wird
<b>1.3</b> Annahmen	<b>1.3</b> Annahmen	<b>1.3</b> Annahmen	<b>1.3</b> Annahmen	<b>1.3</b> Annahmen
<b>1.4</b> Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	<b>1.4</b> Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	<b>1.4</b> Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	<b>1.4</b> Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	<b>1.4</b> Unterscheidung zwischen verbindlichen Regeln und Anwendungsregeln
<b>1.5</b> Begriffe und Definitionen	<b>1.5</b> Begriffe	<b>1.5</b> Begriffe	<b>1.5</b> Begriffe	<b>1.5</b> Begriffe
<b>1.5.1</b> Allgemeines	<b>1.5.1</b> Allgemeines		<b>1.5.1</b> Allgemeines	<b>1.5.1</b> Allgemeines
<b>1.5.2</b> Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Europäischen Norm	<b>1.5.2</b> Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm		<b>1.5.2</b> Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Norm	<b>1.5.2</b> Mauerwerk
				<b>1.5.3</b> Festigkeit von Mauerwerk
				<b>1.5.4</b> Mauersteine
				<b>1.5.5</b> Mörtel
				<b>1.5.6</b> Füllbeton
				<b>1.5.7</b> Bewehrung
				<b>1.5.8</b> Ergänzungsbauteile
				<b>1.5.9</b> Mörtelfugen
				<b>1.5.10</b> Wandarten
				<b>1.5.11</b> Verschiedenes
<b>1.6</b> Formelzeichen <del>EN 1995-1-1</del>	<b>1.6</b> Formelzeichen	<b>1.6</b> Formelzeichen	<b>1.6</b> Formelzeichen	<b>1.6</b> Formelzeichen
		<b>1.7</b> Definition der Bauteilachsen		

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
2 Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion	2 Grundlagen der Tragwerksplanung	2 Grundlagen für die Tragwerksplanung	2 Grundlagen der Tragwerksplanung	2 Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung
2.1 Anforderungen	2.1 Anforderungen	2.1 Anforderungen	2.1 Anforderungen	2.1 Grundlegende Anforderungen
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	2.1.1 Grundlegende Anforderungen	2.1.1 Grundlegende Anforderungen		2.1.1 Allgemeines
2.1.2 Zuverlässigkeit <del>von</del> Behandlung der Zuverlässigkeit	2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit		2.1.2 Zuverlässigkeit
2.1.3 Geplante Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit	2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung	2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit		2.1.3 Vorgesehene Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung <del>von</del> mit Grenzzuständen	2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	2.2 Prinzipien im Grenzzustand der Tragfähigkeit
2.2.1 Allgemeines				
2.2.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit				
2.2.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit				
2.3 Basisvariablen	2.3 Basisvariablen	2.3 Basisvariable	2.3 Basisvariablen	2.3 Grundlegende Größen
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	2.3.1 Einwirkungen
2.3.2 <del>Bestehende</del> Werkstoff- und Produkteigenschaften	2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen	2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	2.3.2 Bemessungswerte der Einwirkungen
2.3.3 <del>Feuchteinduzierte Spannungen</del>	2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons		2.3.3 Klassifizierung von Einwirkungen	2.3.3 Material- und Produkteigenschaften
	2.3.4 Geometrische Angaben			
2.4 Nachweisverfahren <del>der</del> mit Methode <del>der</del> mit Teilsicherheitsbeiwerten	2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	2.4 Nachweis nach der Teilsicherheitsmethode
2.4.1 Bemessungswert <del>der</del> von <del>Bestehender</del> Werkstoffeigenschaft	2.4.1 Allgemeines	2.4.1 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften	2.4.1 Bemessungswerte	2.4.1 Bemessungswerte der Materialeigenschaften
2.4.2 Bemessungswert der geometrischen <del>Abmessungen</del> Größen	2.4.2 Bemessungswerte	2.4.2 Bemessungswerte der geometrischen Größen	2.4.2 Kombinationsregeln für Einwirkungen	2.4.2 Einwirkungskombinationen
2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen	2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	2.4.3 Nachweis der Lagesicherheit (EQU)	2.4.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit
2.4.4 Nachweis <del>der</del> <del>Gleichgewichte</del> der Lagesicherheit (EQU)	2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit	2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit (EQU)		2.4.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
	2.5 Versuchsgestützte Bemessung	2.5 Versuchsgestützte Bemessung	2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen	2.5 Bemessung auf der Grundlage von Versuchen

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
	2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen			
	2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel			



<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>3</b> <del>Baustoffeigenschaften</del> <b>Werkstoffe</b>	<b>3</b> Baustoffe	<b>3</b> Werkstoffe	<b>3</b> Werkstoffe	<b>3</b> Baustoffe
<b>3.1</b> Allgemeines	<b>3.1</b> Beton	<b>3.1</b> Allgemeines	<b>3.1</b> Beton	<b>3.1</b> Mauersteine
<b>3.1.1</b> Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte	<b>3.1.1</b> Allgemeines			<b>3.1.1</b> Mauersteinarten und deren Gruppierung
<b>3.1.2</b> Spannungs-Dehnungs-Beziehungen	<b>3.1.2</b> Festigkeiten			<b>3.1.2</b> Eigenschaften der Mauersteine - Druckfestigkeit
<b>3.1.3</b> Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer	<b>3.1.3</b> Elastische Verformungseigenschaften			
<b>3.1.4</b> Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen	<b>3.1.4</b> Kriechen und Schwinden			
	<b>3.1.5</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen			
	<b>3.1.6</b> Bemessungswert der Betondruck und Betonzugfestigkeit			
	<b>3.1.7</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung			
	<b>3.1.8</b> Biegezugfestigkeit			
	<b>3.1.9</b> Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung			
<b>3.2</b> Vollholz	<b>3.2</b> Betonstahl	<b>3.2</b> Baustahl	<b>3.2</b> Betonstahl	<b>3.2</b> Mörtel
	<b>3.2.1</b> Allgemeines	<b>3.2.1</b> Werkstoffeigenschaften		<b>3.2.1</b> Mörtelarten
	<b>3.2.2</b> Eigenschaften	<b>3.2.2</b> Anforderungen an die Duktilität		<b>3.2.2</b> Festlegungen zu Mauermörtel
	<b>3.2.3</b> Festigkeiten	<b>3.2.3</b> Bruchzähigkeit		<b>3.2.3</b> Mörtel Eigenschaften
	<b>3.2.4</b> Duktilitätsmerkmale	<b>3.2.4</b> Eigenschaften in Dickenrichtung		
	<b>3.2.5</b> Schweißen	<b>3.2.5</b> Toleranzen		
	<b>3.2.6</b> Ermüdung	<b>3.2.6</b> Bemessungswerte der Materialkonstanten		
	<b>3.2.7</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>3.3</b> Brettschichtholz	<b>3.3</b> Spannstahl <b>3.3.1</b> Allgemeines <b>3.3.2</b> Eigenschaften <b>3.3.3</b> Festigkeiten <b>3.3.4</b> Duktilitätseigenschaften <b>3.3.5</b> Ermüdung <b>3.3.6</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung <b>3.3.7</b> Spannstähle in Hüllrohren	<b>3.3</b> Verbindungsmittel <b>3.3.1</b> Schrauben, Bolzen, Nieten <b>3.3.2</b> Schweißwerkstoffe	<b>3.3</b> Baustahl	<b>3.3</b> Füllbeton <b>3.3.1</b> Allgemeines <b>3.3.2</b> Festlegungen für Füllbeton <b>3.3.3</b> Füllbetoneigenschaften
<b>3.4</b> <b>Brettspertholz (CLT)</b>	<b>3.4</b> Komponenten von Spannsystemen <b>3.4.1</b> Verankerungen und Spanngliedkopplungen <b>3.4.1.1</b> Allgemeines <b>3.4.2</b> Externe Spannglieder ohne Verbund <b>3.4.2.1</b> Allgemeines	<b>3.4</b> Andere vorgefertigte Produkte im Hochbau	<b>3.4</b> Verbindungs- und Verbundmittel <b>3.4.1</b> Allgemeines <b>3.4.2</b> Kopfbolzendübel	<b>3.4</b> Bewehrungsstahl <b>3.4.1</b> Allgemeines <b>3.4.2</b> Eigenschaften der Bewehrungsstähle
<b>3.5</b> <b>3.5</b> Furnierschichtholz (LVL)			<b>3.5</b> Profilbleche für Verbunddecken in Tragwerken des Hochbaus	<b>3.5</b> Spannstahl Lagerfugenbewehrung
<b>3.6</b> <b>3.6</b> Holzwerkstoffe				<b>3.6</b> Mechanische Eigenschaften von Mauerwerk <b>3.6.1</b> Charakteristische Druckfestigkeit von Mauerwerk <b>3.6.2</b> Charakteristische Schubfestigkeit von Mauerwerk <b>3.6.3</b> Charakteristische Biegefestigkeit von Mauerwerk <b>3.6.4</b> Charakteristische Verbundfestigkeit der Bewehrung <b>3.7</b> Verformungseigenschaften von Mauerwerk <b>3.7.1</b> Spannungs-Dehnungs-Linie <b>3.7.2</b> Elastizitätsmodul <b>3.7.3</b> Schubmodul

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
				<b>3.7.4</b> Kriechen, Quellen oder Schwinden und Wärmedehnung
<b>3.8</b> Metallische Verbindungsmittel				<b>3.8</b> Ergänzungsbauteile
				<b>3.8.1</b> Feuchtesperrschichten
				<b>3.8.2</b> Maueranker
				<b>3.8.3</b> Zugbänder, Auflager und Konsolen
				<b>3.8.4</b> Vorgefertigte Stürze
				<b>3.8.5</b> Spannstahlzubehör

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>		Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>		Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>		Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>		Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>	
4	Dauerhaftigkeit	4	Dauerhaftigkeit und Betondeckung	4	Dauerhaftigkeit	4	Dauerhaftigkeit	4	Dauerhaftigkeit
4.1	Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen	4.1	Allgemeines			4.1	Allgemeines	4.1	Allgemeines
4.2	<del>Korrosion</del> Schutz von Stahlbauteilen gegen Korrosion	4.2	Umgebungsbedingungen			4.2	Profileleche für Verbunddecken in Tragwerken des Hochbaus	4.2	Klassifizierung der Umweltbedingungen
		4.3	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit			4.3	Dauerhaftigkeit von Mauerwerk	4.3	Dauerhaftigkeit von Mauerwerk
						4.3.1	Mauersteine	4.3.1	Mauersteine
						4.3.2	Mörtel	4.3.2	Mörtel
						4.3.3	Bewehrungsstahl	4.3.3	Bewehrungsstahl
						4.3.4	Spannstahl	4.3.4	Spannstahl
						4.3.5	Spannstahlzubehör	4.3.5	Spannstahlzubehör
						4.4	Ergänzungsbauteile und Auflagerwinkel	4.3.6	Ergänzungsbauteile und Auflagerwinkel
		4.4	Nachweisverfahren			4.4	Mauerwerk im Erdreich	4.4	Mauerwerk im Erdreich
		4.4.1	Betondeckung						

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>5</b> <del>Grundlagen der Berechnung</del> Tragwerksberechnung	<b>5</b> ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖSSEN	<b>5</b> Tragwerksberechnung	<b>5</b> Tragwerksberechnung	<b>5</b> Ermittlung der Schnittkräfte
<b>5.1</b> Allgemeines	<b>5.1</b> Allgemeines	<b>5.1</b> Statische Systeme	<b>5.1</b> Statisches System für die Berechnung	<b>5.1</b> Allgemeines
	<b>5.1.1</b> Grundlagen	<b>5.1.1</b> Grundlegende Annahmen	<b>5.1.1</b> Statisches System und grundlegende Annahmen	
	<b>5.1.2</b> Besondere Anforderungen an Gründungen	<b>5.1.2</b> Berechnungsmodelle für Anschlüsse	<b>5.1.2</b> Berechnungsmodelle für Anschlüsse	
	<b>5.1.3</b> Lastfälle und Einwirkungskombinationen	<b>5.1.3</b> Bauwerks-Boden-Interaktion	<b>5.1.3</b> Bauwerks-Boden-Interaktion	
	<b>5.1.4</b> Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung)			
<b>5.2</b> Bauteile	<b>5.2</b> Imperfektionen	<b>5.2</b> Untersuchung von Gesamttragwerken	<b>5.2</b> Globale Tragwerksberechnung	<b>5.2</b> Tragverhalten in außergewöhnlichen Fällen (ausgenommen Erdbeben und Brand)
		<b>5.2.1</b> Einflüsse der Tragwerksverformung	<b>5.2.1</b> Einflüsse aus der Tragwerksverformung	
		<b>5.2.2</b> Stabilität von Tragwerken	<b>5.2.2</b> Schnittgrößenermittlung für Tragwerke des Hochbaus	
<b>5.3</b> <b>Geklebte Bauteile</b>	<b>5.3</b> Idealisierungen und Vereinfachungen	<b>5.3</b> Imperfektionen	<b>5.3</b> Imperfektionen	<b>5.3</b> Imperfektionen
<b>5.3.1</b> Allgemeines	<b>5.3.1</b> Tragwerksmodelle für statische Berechnungen	<b>5.3.1</b> Grundlagen	<b>5.3.1</b> Grundlagen	
<b>5.3.2</b> Brettsperrholz (CLT)	<b>5.3.2</b> Geometrische Angaben	<b>5.3.2</b> Imperfektionen für die Tragwerksberechnung	<b>5.3.2</b> Imperfektionen für Tragwerke des Hochbaus	
<b>5.3.3</b> Furnierschichtholz (LVL)		<b>5.3.3</b> Imperfektionen zur Berechnung aussteifer Systeme		
<del><b>5.3.4</b></del> <b>5.4</b> Verbindungen	<b>5.4</b> Linear-elastische Berechnung	<b>5.3.4</b> Bauteilimperfektionen		
		<b>5.4</b> Berechnungsmethoden	<b>5.4</b> Schnittgrößenermittlung	<b>5.4</b> Theorie II. Ordnung
		<b>5.4.1</b> Allgemeines	<b>5.4.1</b> Verfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen	
		<b>5.4.2</b> Elastische Tragwerksberechnung	<b>5.4.2</b> Linear-elastische Tragwerksberechnung	
		<b>5.4.3</b> Plastische Tragwerksberechnung	<b>5.4.3</b> Nicht lineare Tragwerksberechnung	

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
			5.4.4 Elastische Tragwerksberechnung mit begrenzter Schnittgrößenumlagerung für Tragwerke des Hochbaus	
			5.4.5 Berechnung nach der Fließgelenktheorie bei Tragwerken des Hochbaus	
5.5 Zusammengesetzte Tragwerke	5.5 Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung	5.5 Klassifizierung von Querschnitten	5.5 Klassifizierung von Querschnitten	5.5 Schnittkraftberechnung von Bauteilen
<del>5.4.1</del> Allgemeines		5.5.1 Grundlagen	5.5.1 Allgemeines	5.5.1 Vertikal beanspruchte Mauerwerkswände
<del>5.4.2</del> <del>Reihentragwerke Vereinfachte</del>				
5.5.2 Berechnung für Fachwerke		5.5.2 Klassifizierung	5.5.2 Klassifizierung von Verbundquerschnitten ohne Kammerbeton	5.5.2 Vertikal beanspruchte Bauteile aus bewehrtem Mauerwerk
<del>5.4.3</del> Vereinfachte Berechnung für			5.5.3 Klassifizierung für kammerbetonierte Verbundquerschnitte bei Tragwerken des Hochbaus	5.5.3 Schubbeanspruchte Aussteifungswände
5.5.3 Fachwerke in Nagelplattenbauweise				
<del>5.4.4</del> Ebene Rahmen und Bögen				5.5.4 Bewehrte Mauerwerksbauteile unter Schubbeanspruchung
5.5.4				5.5.5 Querbelastete Mauerwerkswände
	5.6 Verfahren nach der Plastizitätstheorie	5.6 Anforderungen an Querschnittsformen und Aussteifungen am Ort der Fließgelenkbildung		
	5.6.1 Allgemeines			
	5.6.2 Balken, Rahmen und Platten			
	5.6.3 Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation			
	5.6.4 Stabwerksmodelle			
	5.7 Nichtlineare Verfahren			
	5.8 Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung			
	5.8.1 Begriffe			
	5.8.2 Allgemeines			
	5.8.3 Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
	5.8.4 Kriechen			
	5.8.5 Berechnungsverfahren			
	5.8.6 Allgemeines Verfahren			
	5.8.7 Verfahren mit Nennsteifigkeiten			
	5.8.8 Verfahren mit Nennkrümmung			
	5.8.9 Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte			
	5.9 Seitliches Ausweichen schlanker Träger			
	5.10 Spannbetontragwerke			
	5.10.1 Allgemeines			
	5.10.2 Vorspannkraft während des Spannvorgangs			
	5.10.3 Vorspannkraft nach dem Spannvorgang			
	5.10.4 Sofortige Spannkraftverluste bei sofortigem Verbund			
	5.10.5 Sofortige Spannkraftverluste bei nachträglichem Verbund			
	5.10.6 Zeitabhängige Spannkraftverluste bei sofortigem und nachträglichem Verbund			
	5.10.7 Berücksichtigung der Vorspannung in der Berechnung			
	5.10.8 Grenzzustand der Tragfähigkeit			
	5.10.9 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung			
	5.11 Berechnung für ausgewählte Tragwerke			



<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>6</b> Grenzzustände der Tragfähigkeit	<b>6</b> Nachweis in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)	<b>6</b> Grenzzustände der Tragfähigkeit	<b>6</b> Grenzzustände der Tragfähigkeit	<b>6</b> Grenzzustände der Tragfähigkeit
<b>6.1</b> Querschnittsnachweise	<b>6.1</b> Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein	<b>6.1</b> Allgemeines	<b>6.1</b> Träger	<b>6.1</b> Unbewehrtes Mauerwerk unter vertikaler Belastung
<b>6.1.1</b> Allgemeines			<b>6.1.1</b> Träger für Tragwerke des Hochbaus	<b>6.1.1</b> Allgemeines
<b>6.1.2</b> Zug in Faserrichtung			<b>6.1.2</b> Mittragende Gurtbreite beim Nachweis der Querschnittstragfähigkeit	<b>6.1.2</b> Nachweis unbewehrter Mauerwerkswände unter vorwiegend vertikaler Belastung
<b>6.1.3</b> Zug rechtwinklig zur Faserrichtung				<b>6.1.3</b> Wände mit Teilflächenlasten
<b>6.1.4</b> Druck in Faserrichtung				
<b>6.1.5</b> Druck rechtwinklig zur Faserrichtung				
<b>6.1.6</b> Biegung				
<b>6.1.7</b> Schub				
<b>6.1.8</b> Torsion				
<b>6.2</b> Nachweise für Querschnitte unter Spannungscombinationen	<b>6.2</b> Querkraft	<b>6.2</b> Beanspruchbarkeit von Querschnitten	<b>6.2</b> Querschnittstragfähigkeit von Verbundträgern	<b>6.2</b> Unbewehrtes Mauerwerk unter Schubbelastung
<b>6.2.1</b> Allgemeines	<b>6.2.1</b> Nachweisverfahren	<b>6.2.1</b> Allgemeines	<b>6.2.1</b> Momententragfähigkeit	
<b>6.2.2</b> Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung	<b>6.2.2</b> Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung	<b>6.2.2</b> Querschnittswerte	<b>6.2.2</b> Querkrafttragfähigkeit	
<b>6.2.3</b> Biegung und Zug	<b>6.2.3</b> Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung	<b>6.2.3</b> Zugbeanspruchung		
<b>6.2.4</b> Biegung und Druck	<b>6.2.4</b> Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten	<b>6.2.4</b> Druckbeanspruchung		
	<b>6.2.5</b> Schubkraftübertragung in Fugen	<b>6.2.5</b> Biegebeanspruchung		
		<b>6.2.6</b> Querkraftbeanspruchung		
		<b>6.2.7</b> Torsionsbeanspruchung		
		<b>6.2.8</b> Beanspruchung aus Biegung und Querkraft		
		<b>6.2.9</b> Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft		
		<b>6.2.10</b> Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft		

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>6.3</b> Stabilität von Bauwerken	<b>6.3</b> Torsion	<b>6.3</b> Stabilitätsnachweise für Bauteile	<b>6.3</b> Querschnittstragfähigkeit von kammerbetonierten Trägern in Tragwerken des Hochbaus	<b>6.3</b> Unbewehrte, durch Horizontal-lasten auf Plattenbiegung beanspruchte Mauerwerkswände
<b>6.3.1</b> Allgemeines	<b>6.3.1</b> Allgemeines	<b>6.3.1</b> Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck	<b>6.3.1</b> Anwendungsbereich	<b>6.3.1</b> Allgemeines
<b>6.3.2</b> Biegeknicke von Druckstäben	<b>6.3.2</b> Nachweisverfahren	<b>6.3.2</b> Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse	<b>6.3.2</b> Momententragfähigkeit	<b>6.3.2</b> Wände unter Bogentragwirkung
<b>6.3.3</b> Biegedrillknicken von Biegestäben	<b>6.3.3</b> Wölbkrafttorsion	<b>6.3.3</b> Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile	<b>6.3.3</b> Querkrafttragfähigkeit	<b>6.3.3</b> Mauerwerkswände unter Windlast
		<b>6.3.4</b> Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile	<b>6.3.4</b> Biegung und Querkraft	<b>6.3.4</b> Mauerwerkswände unter Erd- und Wasserdruck
		<b>6.3.5</b> Biegedrillknicken von Bauteilen mit Fließgelenken		<b>6.3.5</b> Mauerwerkswände unter horizontaler Belastung infolge außergewöhnlicher Einwirkungen
<b>6.4</b> <del>Nachweise für Querschnitts- Bauteile mit veränderlicher Querschnitt oder gekrümmter Form</del> Bemessung von Bauteilen mit besonderen Anforderungen aufgrund geometrischer Formen	<b>6.4</b> Durchstanzen	<b>6.4</b> Mehrteilige Bauteile	<b>6.4</b> Biegedrillknicken bei Verbundträgern	<b>6.4</b> Unbewehrte Mauerwerkswände unter kombinierter vertikaler und horizontaler Belastung
<b>6.4.1</b> Allgemeines	<b>6.4.1</b> Allgemeines	<b>6.4.1</b> Allgemeines	<b>6.4.1</b> Allgemeines	<b>6.4.1</b> Allgemeines
<b>6.4.2</b> <del>Pultträger</del> Feuchtigkeitsinduzierte Spannungen	<b>6.4.2</b> Lastenleitung und Nachweisschnitte	<b>6.4.2</b> Gitterstützen	<b>6.4.2</b> Biegedrillknicknachweis für Durchlaufträger des Hochbaus mit Querschnitten der Klassen 1,2 und 3	<b>6.4.2</b> Verfahren unter Anwendungen des $\phi$ -Faktors
<b>6.4.3</b> <del>Satteldräger, gekrümmte Träger und Satteldräger mit gekrümmtem Untersatz</del> Nachweis für Querschnitte in Bauteilen mit veränderlichem Querschnitt oder gekrümmter Form	<b>6.4.3</b> Nachweisverfahren	<b>6.4.3</b> Stützen mit Bindeblechen (Rahmenstützen)	<b>6.4.3</b> Vereinfachter Nachweis ohne direkte Berechnung für Tragwerke des Hochbaus	<b>6.4.3</b> Verfahren unter Anwendung einer erhöhten Biegefestigkeit
<b>6.4.4</b> Ausgeklinte Bauteile	<b>6.4.4</b> Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung	<b>6.4.4</b> Mehrteilige Bauteile mit geringer Spreizung		<b>6.4.4</b> Verfahren unter Verwendung äquivalenter Momentenverteilungszahlen

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
<b>6.4.5</b> Durchbrüche	<b>6.4.5</b> Durchstanzzwischenstand für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung			
<b>6.4.6</b> Zusätzliche Regelungen für die Bemessung von Verstärkungen				
<b>6.5</b> <del>Ausgeklammerte</del> Bauteile Systemfestigkeit	<b>6.5</b> Stabwerkmodelle		<b>6.5</b> Stege mit Querbelastung	<b>6.5</b> Maueranker
<del>6.5.1</del> Allgemeines	<b>6.5.1</b> Allgemeines		<b>6.5.1</b> Allgemeines	
<del>6.5.2</del> Biegestäbe mit Ausklammungen am Auflager	<b>6.5.2</b> Bemessung der Druckstreben		<b>6.5.2</b> Flanschinduziertes Stegblechbeulen	
	<b>6.5.3</b> Bemessung der Zugstreben			
	<b>6.5.4</b> Bemessung der Knoten			
<b>6.6</b> <del>Systemfestigkeit</del> Brettsperrholzelemente mit reduzierter Breite	<b>6.6</b> Verankerung der Längsbewehrung und Stöße		<b>6.6</b> Verdübelung	<b>6.6</b> Bewehrte Mauerwerksbauteile unter Biegung, Biegung und Längskraft oder Längskraft
			<b>6.6.1</b> Allgemeines	<b>6.6.1</b> Allgemeines
			<b>6.6.2</b> Ermittlung der Längsschubkräfte für Träger in Tragwerken des Hochbaus	<b>6.6.2</b> Nachweis von bewehrten Mauerwerksbauteilen bei Biegung und/oder Normalkraft
			<b>6.6.3</b> Kopfbolzendübel in Vollbetongurten und bei kammerbetonierten Trägern	<b>6.6.3</b> Zusammengesetzte bewehrte Plattenbalken
			<b>6.6.4</b> Bemessungswert der Längsschubtragfähigkeit von Kopfbolzendübeln in Kombination mit Profilblechen	<b>6.6.4</b> Wandscheiben
			<b>6.6.5</b> Konstruktions- und Ausführungsregeln für die Verbundsicherung	<b>6.6.5</b> Flachstürze
			<b>6.6.6</b> Längsschub in Betongurten	
	<b>6.7</b> Teilflächenbelastung		<b>6.7</b> Verbundstützen und druckbeanspruchte Verbundbauteile	<b>6.7</b> Mauerwerksbauteile unter Schubbelastung
			<b>6.7.1</b> Allgemeines	<b>6.7.1</b> Allgemeines
			<b>6.7.2</b> Allgemeines Bemessungsverfahren	<b>6.7.2</b> Nachweis bewehrter Mauerwerksbauteile unter horizontaler Belastung in der Ebene der Wand

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
			<b>6.7.3</b> Vereinfachtes Nachweisverfahren	<b>6.7.3</b> Nachweis von bewehrten Mauerwerksbalken unter Schubbelastung
			<b>6.7.4</b> Verbundsicherung und Kraffeinleitung	<b>6.7.4</b> Nachweis von Wandscheiben unter Schubbelastung
			<b>6.7.5</b> Bauliche Durchbildung	
	<b>6.8</b> Nachweis gegen Ermüdung		<b>6.8</b> Ermüdung	<b>6.8</b> vorgespanntes Mauerwerk
	<b>6.8.1</b> Allgemeines		<b>6.8.1</b> Allgemeines	<b>6.8.1</b> Allgemeines
	<b>6.8.2</b> Innere Kräfte und Spannungen beim Nachweis gegen Ermüdung		<b>6.8.2</b> Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Ermüdung für Tragwerke des Hochbaus	<b>6.8.2</b> Nachweis von Bauteilen
	<b>6.8.3</b> Einwirkungskombinationen		<b>6.8.3</b> Ermüdungsfestigkeit	
	<b>6.8.4</b> Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl		<b>6.8.4</b> Ermüdungsbelastung und Schnittgrößen	
	<b>6.8.5</b> Nachweis gegen Ermüdung über schädigungsäquivalente Schwingbreiten		<b>6.8.5</b> Spannungen	
	<b>6.8.6</b> Vereinfachte Nachweise		<b>6.8.6</b> Spannungsschwingbreiten	
	<b>6.8.7</b> Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung		<b>6.8.7</b> Nachweis gegen Ermüdung mit Nennspannungsschwingbreiten	
				<b>6.9</b> Eingefasstes Mauerwerk
				<b>6.9.1</b> Allgemeines
				<b>6.9.2</b> Nachweis von Bauteilen

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
<del>7.1</del> Nachweisbarkeit der Verbindungen Allgemeines	7.1 Allgemeines	7.1 Allgemeines	7.1 Allgemeines	7.1 Allgemeines
7.2 Grenzwerte für die Durchbiegung von Biegestäben	7.2 Begrenzung der Spannungen	7.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für den Hochbau	7.2 Spannungen	7.2 Unbewehrte Mauerwerkswände
7.2.1 Vertikale Durchbiegung		7.2.1 Vertikale Durchbiegung	7.2.1 Durchbiegung	
7.2.2 Horizontale Verformungen		7.2.2 Horizontale Verformungen	7.2.2 Begrenzung der Spannungen für Tragwerke des Hochbaus	
		7.2.3 Dynamische Einflüsse		
7.3 Schwingungen	7.3 Begrenzung von Rissbreiten		7.3 Verformungen bei Tragwerken des Hochbaus	7.3 Bewehrte Mauerwerksbauteile
7.3.1 Allgemeines	7.3.1 Allgemeines		7.3.1 Durchbiegungen	
7.3.2 Durch Maschinen verursachte Schwingungen	7.3.2 Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreiten		7.3.2 Schwingungen	
7.3.3 Wohnungsdecken	7.3.3 Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung			
	7.3.4 Berechnung der Rissbreite			
	7.4 Begrenzung der Verformungen		7.4 Rissbildung im Beton	7.4 Vorgespannte Mauerwerksbauteile
	7.4.1 Allgemeines		7.4.1 Allgemeines	
	7.4.2 Nachweis der Begrenzung der Verformungen ohne direkte Berechnung		7.4.2 Mindestbewehrung	
	7.4.3 Nachweis der Begrenzung der Verformungen mit direkter Berechnung		7.4.3 Begrenzung der Rissbreite infolge von direkten Einwirkungen	
				7.5 Eingefasste Mauerwerksbauteile
				7.6 Wände unter Teilflächenlasten



<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>8</b> Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln	<b>8</b> Allgemeine Bewehrungsregeln		<b>8</b> Verbundanschlüsse in Tragwerken des Hochbaus	<b>8</b> Bauliche Durchbildung
<b>8.1</b> Allgemeines	<b>8.1</b> Allgemeines		<b>8.1</b> Anwendungsbereich	<b>8.1</b> Ausbildung von Mauerwerk
<b>8.1.1</b> Anforderungen an Verbindungsmittel				<b>8.1.1</b> Mauerwerksbaustoffe
<b>8.1.2</b> Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln				<b>8.1.2</b> Mindestwanddicken
<b>8.1.3</b> Mehrschnittige Verbindungen				<b>8.1.3</b> Mindestwandfläche
<b>8.1.4</b> Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung				<b>8.1.4</b> Mauerwerksverband
<b>8.1.5</b> Wechselbeanspruchungen				<b>8.1.5</b> Mörtelfugen
<b>8.2</b> Tragfähigkeit metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel auf Abscheren	<b>8.2</b> Stababstände von Betonstählen		<b>8.2</b> Berechnung, Modellbildung und Klassifikation	<b>8.2</b> Ausbildung der Bewehrung
<b>8.2.1</b> Allgemeines			<b>8.2.1</b> Allgemeines	<b>8.2.1</b> Allgemeines
<b>8.2.2</b> Holz-Holz und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen			<b>8.2.2</b> Elastische Tragwerksberechnung	<b>8.2.2</b> Überdeckung der Bewehrung
<b>8.2.3</b> Stahl-Holz-Verbindungen			<b>8.2.3</b> Klassifikation von Verbindungen	<b>8.2.3</b> Mindestbewehrung
				<b>8.2.4</b> Maße der Bewehrung
				<b>8.2.5</b> Verankerung und Stöße
				<b>8.2.6</b> Umschließung der Druckbewehrung
				<b>8.2.7</b> Abstand der Bewehrung
<b>8.3</b> Verbindungen mit Nägeln	<b>8.3</b> Biegen von Betonstählen		<b>8.3</b> Nachweisverfahren	<b>8.3</b> Details zur Vorspannung
<b>8.3.1</b> Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren)			<b>8.3.1</b> Grundlagen und Anwendungsbereich	
<b>8.3.2</b> Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)			<b>8.3.2</b> Tragfähigkeit	
<b>8.3.3</b> Kombinierte Beanspruchung von Nägeln			<b>8.3.3</b> Rotationssteifigkeit	
			<b>8.3.4</b> Rotationskapazität	
<b>8.4</b> Verbindungen mit Klammern	<b>8.4</b> Verankerung der Längsbewehrung		<b>8.4</b> Tragfähigkeit von Grundkomponenten	<b>8.4</b> Eingefasstes Mauerwerk

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
	<b>8.4.1</b> Allgemeines		<b>8.4.1</b> Anwendungsbereich	
	<b>8.4.2</b> Bemessungswert der Verbundfestigkeit		<b>8.4.2</b> Grundkomponenten	
	<b>8.4.3</b> Grundwert der Verankerungslänge		<b>8.4.3</b> Stützenstege mit Querdrukbeanspruchung	
	<b>8.4.4</b> Bemessungswert der Verankerungslänge		<b>8.4.4</b> Stahlbetonkomponenten	
<b>8.5</b> Verbindungen mit Bolzen	<b>8.5</b> Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung		<b>8.5</b> Wandanschlüsse	
<b>8.5.1</b> Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse (Abscheren)			<b>8.5.1</b> Anschluss von Wänden an Decken und Dächern	
<b>8.5.2</b> Beanspruchung in Richtung der Bolzenachse (Herausziehen)			<b>8.5.2</b> Anschlüsse zwischen Wänden	
<b>8.6</b> Verbindungen mit Stabdübeln oder Passbolzen	<b>8.6</b> Verankerung mittels angeschweißter Stäbe		<b>8.6</b> Schlitze und Aussparungen in Wänden	
			<b>8.6.1</b> Allgemeines	
			<b>8.6.2</b> Vertikale Schlitze und Aussparungen	
			<b>8.6.3</b> Horizontale und schräge Schlitze	
<b>8.7</b> Verbindungen mit Holzschrauben	<b>8.7</b> Stöße und mechanische Verbindungen		<b>8.7</b> Feuchtsperrschichten	
<b>8.7.1</b> Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren)	<b>8.7.1</b> Allgemeines			
<b>8.7.2</b> Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse (Abscheren)	<b>8.7.2</b> Stöße			
<b>8.7.3</b> Kombinierte Beanspruchung von Schrauben	<b>8.7.3</b> Übergreifungslänge			
	<b>8.7.4</b> Querbewehrung im Bereich der Übergreifungsstöße			
	<b>8.7.5</b> Stöße von Betonstahlmatten aus Rippenstahl			
<b>8.8</b> Verbindungen mit Nagelplatten	<b>8.8</b> Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern		<b>8.8</b> Temperatur- und Langzeitverformung	
<b>8.8.1</b> Allgemeines				
<b>8.8.2</b> Nagelplattengeometrie				
<b>8.8.3</b> Plattentragfähigkeiten				

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>8.8.4</b> Nageltragfähigkeiten				
<b>8.8.5</b> Tragfähigkeitsnachweise				
<b>8.9</b> Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln	<b>8.9</b> Stabbindel			
	<b>8.9.1</b> Allgemeines			
	<b>8.9.2</b> Verankerung von Stabbindeln			
	<b>8.9.3</b> Gestoßene Stabbindel			
<b>8.10</b> Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen	<b>8.10</b> Spannglieder			
	<b>8.10.1</b> Anordnung von Spanngliedern und Hüllrohren			
	<b>8.10.2</b> Verankerung bei Spanngliedern im sofortigen Verbund			
	<b>8.10.3</b> Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im nachträglichen oder ohne Verbund			
	<b>8.10.4</b> Verankerungen und Spanngliederkopplungen für Spannglieder			
	<b>8.10.5</b> Umlenkstellen			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
<b>9</b> Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke	<b>9</b> Konstruktionsregeln		<b>9</b> Verbunddecken mit Profilblechen für Tragwerke des Hochbaus	<b>9</b> Ausführung
<b>9.1</b> Zusammengesetzte Bauteile	<b>9.1</b> Allgemeines		<b>9.1</b> Allgemeines	<b>9.1</b> Allgemeines
<b>9.1.1</b> Geklebte Biegestäbe mit schmalen Stegen			<b>9.1.1</b> Anwendungsbereich	
<b>9.1.2</b> Geklebte Tafелеlemente			<b>9.1.2</b> Definitionen	
<b>9.1.3</b> Nachgiebig verbundene Biegestäbe				
<b>9.1.4</b> Druckstäbe mit nachgiebigen und geklebten Verbindungen				
<b>9.2</b> Zusammengesetzte Tragwerke	<b>9.2</b> Balken		<b>9.2</b> Konstruktionsgrundsätze	<b>9.2</b> Bemessung und Konstruktion von Bauwerkstellen
<b>9.2.1</b> Fachwerke	<b>9.2.1</b> Längsbewehrung		<b>9.2.1</b> Deckdicke und Bewehrung	
<b>9.2.2</b> <del>Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen</del> Dach- und Deckenscheiben	<b>9.2.2</b> Querkraftbewehrung		<b>9.2.2</b> Zuschlagstoffe	
<b>9.2.3</b> <del>Dach- und Deckenscheiben</del> Wand-scheiben	<b>9.2.3</b> Torsionsbewehrung		<b>9.2.3</b> Auflagerung der Bleche	
<b>9.2.4</b> <del>Wandscheiben</del> Verbände	<b>9.2.4</b> Oberflächenbewehrung			
<b>9.2.5</b> <del>Verbände</del> Dach- und Deckenscheiben aus Brettspertholz	<b>9.2.5</b> indirekte Auflager			
<b>9.2.6</b> Wandscheiben aus Brettspertholz				
<b>9.2.7</b> Rippendecken aus Brettspertholz-scheiben und Brettschicht-holzbalken				
	<b>9.3</b> Vollbalken		<b>9.3</b> Einwirkungen und deren Auswirkungen	<b>9.3</b> Belastung von Mauerwerk
	<b>9.3.1</b> Biegebewehrung		<b>9.3.1</b> Bemessungssituationen	
	<b>9.3.2</b> Querkraftbewehrung		<b>9.3.2</b> Einwirkungen für den Nachweis des Profilbleches als Schalung	
			<b>9.3.3</b> Einwirkungen für die Verbunddecke	
	<b>9.4</b> Flachdecken		<b>9.4</b> Schnittgrößenermittlung	
	<b>9.4.1</b> Flachdecken im Bereich von Innenstützen		<b>9.4.1</b> Schnittgrößenermittlung für das Profilblech als Schalung	
	<b>9.4.2</b> Flachdecken im Bereich von Randstützen		<b>9.4.2</b> Schnittgrößenermittlung für die Verbunddecke	

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
9.4.3 Durchstanzbewehrung	9.4.3 Durchstanzbewehrung		9.4.3 Mittragende Breite bei Verbunddecken mit konzentrierten Einzel- und Linielasten	
9.5 Stützen	9.5 Stützen		9.5 Nachweise des Profilbleches als Schalung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit	
9.5.1 Allgemeines	9.5.1 Allgemeines			
9.5.2 Längsbewehrung	9.5.2 Längsbewehrung			
9.5.3 Querbewehrung	9.5.3 Querbewehrung			
9.6 Wände	9.6 Wände		9.6 Nachweise des Profilbleches als Schalung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
9.6.1 Allgemeines	9.6.1 Allgemeines			
9.6.2 Vertikale Bewehrung	9.6.2 Vertikale Bewehrung			
9.6.3 Horizontale Bewehrung	9.6.3 Horizontale Bewehrung			
9.6.4 Querbewehrung	9.6.4 Querbewehrung			
9.7 Wandartige Träger	9.7 Wandartige Träger		9.7 Nachweis der Verbunddecke im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
			9.7.1 Nachweisbedingungen	
			9.7.2 Biegung	
			9.7.3 Längsschub bei Decken ohne Endverankerung	
			9.7.4 Längsschub bei Decken mit Endverankerung	
			9.7.5 Querkraft	
			9.7.6 Durchstanzen	
9.8 Gründungen	9.8 Gründungen		9.8 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	
9.8.1 Pfahlkopplatten	9.8.1 Pfahlkopplatten		9.8.1 Rissbreitenbeschränkung	
9.8.2 Einzel- und Streifenfundamente	9.8.2 Einzel- und Streifenfundamente		9.8.2 Durchbiegungen	
9.8.3 Zerrbalken	9.8.3 Zerrbalken			
9.8.4 Einzelfundament auf Fels	9.8.4 Einzelfundament auf Fels			
9.8.5 Bohrpfähle	9.8.5 Bohrpfähle			
9.9 Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche)	9.9 Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche)			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
	<b>9.10</b> Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen			
	<b>9.10.1</b> Allgemeines			
	<b>9.10.2</b> Ausbildung von Zugankern			
	<b>9.10.3</b> Durchlaufwirkung und Verankerung von Zugankern			

Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
<b>10</b> Ausführung und Überwachung (in der Diskussion)	<b>10</b> Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen			
<b>10.1</b> Allgemeines	<b>10.1</b> Allgemeines			
<b>10.2</b> Baustoffe	<b>10.1.1.</b> Besondere Begriffe dieses Kapitels <b>10.2</b> Grundlagen für die Tragwerksplanung, Grundlegende Anforderungen			
<b>10.3</b> Geklebte Verbindungen	<b>10.3</b> Baustoffe			
	<b>10.3.1</b> Beton			
	<b>10.3.2</b> Spannstahl			
<b>10.4</b> Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln				
<b>10.4.1</b> Allgemeines				
<b>10.4.2</b> Nägel				
<b>10.4.3</b> Bolzen und Unterlegscheiben				
<b>10.4.4</b> Stabdübel und Passbolzen				
<b>10.4.5</b> Schrauben				
<b>10.5</b> Zusammenbau von Bauteilen	<b>10.5</b> Ermittlung der Schnittgrößen			
	<b>10.5.1</b> Allgemeines			
	<b>10.5.2</b> Spannkraftverluste			
<b>10.6</b> Transport und Montage				
<b>10.7</b> Überwachung				
<b>10.8</b> Besondere Regeln für Scheiben				
<b>10.8.1</b> Decken- und Dachscheiben				
<b>10.8.2</b> Wandscheiben				
<b>10.9</b> Besondere Regeln für Nagelplattenbinder	<b>10.9</b> Bemessungs- und Konstruktionsregeln			
<b>10.9.1</b> Herstellung	<b>10.9.1</b> Einspannmomente in Platten			
<b>10.9.2</b> Montage	<b>10.9.2</b> Wand-Decken-Verbindungen			
	<b>10.9.3</b> Deckensysteme			
	<b>10.9.4</b> Verbindungen und Lager für Fertigteile			
	<b>10.9.5</b> Lager			
	<b>10.9.6</b> Köcherfundamente			
	<b>10.9.7</b> Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
	<b>11</b> Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Leichtbeton			
	<b>11.1</b> Allgemeines			
	<b>11.1.1</b> Geltungsbereich			
	<b>11.1.2</b> Besondere Formelzeichen			
	<b>11.2</b> Grundlagen für die Tragwerksplanung			
	<b>11.3</b> Baustoffe			
	<b>11.3.1</b> Beton			
	<b>11.3.2</b> Elastische Verformungseigenschaften			
	<b>11.3.3</b> Kriechen und Schwinden			
	<b>11.3.4</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen			
	<b>11.3.5</b> Bemessungswert für Druck- und Zugfestigkeiten			
	<b>11.3.6</b> Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung			
	<b>11.3.7</b> Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung			
	<b>11.4</b> Dauerhaftigkeit und Betondeckung			
	<b>11.4.1</b> Umgebungseinflüsse			
	<b>11.4.2</b> Betondeckung			
	<b>11.5</b> Ermittlung von Schnittgrößen			
	<b>11.5.1</b> Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation			
	<b>11.6</b> Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZG)			
	<b>11.6.1</b> Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung			
	<b>11.6.2</b> Bauteile mit rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung			
	<b>11.6.3</b> Torsion			
	<b>11.6.4</b> Durchstanzen			

<b>Eurocode 5: Teil 1 - 1</b> <i>Holzbau</i>	<b>Eurocode 2: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	<b>Eurocode 3: Teil 1 - 1</b> <i>Stahlbau</i>	<b>Eurocode 4: Teil 1 - 1</b> <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	<b>Eurocode 6: Teil 1 - 1</b> <i>Mauerwerk</i>
	<b>11.6.7</b> Teilflächenbelastung			
	<b>11.6.8</b> Nachweis gegen Ermüdung			
	<b>11.7</b> Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)			
	<b>11.8</b> Allgemeine Bewehrungsregeln			
	<b>11.8.1</b> Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Betonstähle			
	<b>11.8.2</b> Bemessungswert der Verbundfestigkeit			
	<b>11.9</b> Konstruktionsregeln			
	<b>11.10</b> Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen			
	<b>11.12</b> Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton			



Eurocode 5: Teil 1 - 1 <i>Holzbau</i>	Eurocode 2: Teil 1 - 1 <i>Stahlbeton- und Spannbetontragwerke</i>	Eurocode 3: Teil 1 - 1 <i>Stahlbau</i>	Eurocode 4: Teil 1 - 1 <i>Verbundtragwerke aus Stahl und Beton</i>	Eurocode 6: Teil 1 - 1 <i>Mauerwerk</i>
	<b>12</b> Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton			
	<b>12.1</b> Allgemeines			
	<b>12.3</b> Baustoffe			
	<b>12.3.1</b> Beton			
	<b>12.5</b> Ermittlung der Schnittgrößen			
	<b>12.6</b> Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)			
	<b>12.6.1</b> Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein			
	<b>12.6.2</b> Örtliches Versagen			
	<b>12.6.3</b> Querkraft			
	<b>12.6.4</b> Torsion			
	<b>12.6.5</b> Auswirkungen von Verformungen von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung			
	<b>12.7</b> Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)			
	<b>12.9</b> Konstruktionsregeln			
	<b>12.9.1</b> Tragende Bauteile			
	<b>12.9.2</b> Arbeitsfugen			
	<b>12.9.3</b> Streifen- und Einzelfundamente			



**Anlage 1-3:**  
Mechanische Herleitung von Formeln

Kapitel	Gleichung aus DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Anmerkung / Frage /Vorschlag
6.1.8 Torsion	$\tau_{\text{tor,d}} \leq k_{\text{shape}} f_{\text{v,d}} \quad (6.14)$ $k_{\text{shape}} = \begin{cases} 1,2 & \text{für einen runden Querschnitt} \\ 1 + 0,5 \frac{h}{b} & \text{für einen rechteckigen Querschnitt} \end{cases} \quad (6.15)$	<p><math>k_{\text{shape}}</math> stellt einen Erhöhungsfaktor von bis zu 30 % dar                  Wie ist dieser begründet?                  In DIN 1052:2008 gab es diesen Erhöhungsfaktor nicht.</p>
6.2.2 Druck unter einem Winkel zur Faser  NCI NA.12.1  Versätze	$\sigma_{\text{c},\alpha,d} \leq \frac{f_{\text{c},\alpha,d}}{k_{\text{c90}} \cdot f_{\text{c},90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \quad (6.16)$ $\frac{\sigma_{\text{c},\alpha,d}}{f_{\text{c},\alpha,d}} \leq 1 \quad (NA.161)$ $\sigma_{\text{c},\alpha,d} = \frac{F_{\text{c},\alpha,d}}{A} \quad (NA.162)$ $f_{\text{c},\alpha,d} = \frac{f_{\text{c},\alpha,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{\text{c},\alpha,d}}{f_{\text{c},90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{\text{c},\alpha,d}}{2 \cdot f_{\text{v,d}}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (NA.163)$	<p>Berechnung der Druckfestigkeit unter einem Winkel zur Faser nach „Hankinson“.</p> <p>Berechnung der Druckfestigkeit unter einem Winkel zur Faser aus DIN 1052:2008 übernommen.                  -&gt; Berechnung erfolgt auf Basis der Mechanik</p> <p>Beide Bemessungsgleichungen (6.16) und (NA.163) sind sehr aufwendig zu lösen und damit fehleranfällig.</p>
NCI NA.6.2.5 Zug unter einem Winkel $\alpha$	$\frac{\sigma_{\text{t},\alpha,d}}{k_{\alpha} f_{\text{t},\alpha,d}} \leq 1 \quad (NA.58)$ $k_{\alpha} = \frac{f_{\text{t},\alpha,d} \sin^2 \alpha}{f_{\text{t},90,d}} \frac{1}{f_{\text{t},\alpha,d} \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (NA.59)$	<p>Berechnung der Zugfestigkeit unter einem Winkel zur Faser aus DIN 1052:2008 übernommen.</p> <p>Beide Bemessungsgleichungen (NA.59) ist sehr aufwendig zu lösen und damit fehleranfällig.</p>



6.4.2 Pultdachträger

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} \leq \frac{6 \cdot M_d}{b h^2} \quad (6.37)$$

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d} \quad (6.38)$$

Für Druckspannungen

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 \cdot f_{m,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{c_{90,d}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}} \quad (6.39)$$

Für Zugspannungen

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{m,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{c_{90,d}} \cdot \tan^2 \alpha\right)^2}} \quad (6.40)$$

Die Bemessungsgleichungen (6.39) und (6.40) sind sehr aufwendig zu lösen und damit fehleranfällig.  
 -> eine tabellarische Auswertung für die gängigen Holzgüten für einen Faseranschnittswinkel bis 24° wäre hilfreich

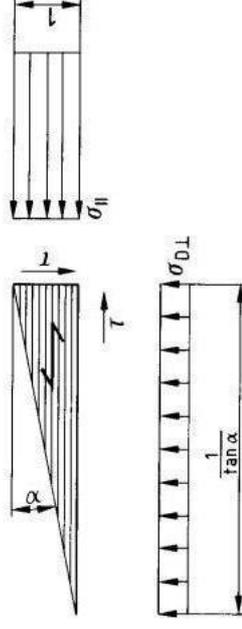
Vergleiche DIN 1052:1988

für den Biegezugrand

$$\left[ \frac{\sigma_{\parallel}}{\text{zul } \sigma_B} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma_{Z,L}}{1,25 \text{ zul } \sigma_{Z,L}} \right]^2 + \left[ \frac{\tau}{1,33 \text{ zul } \tau_s} \right]^2 \leq 1 \quad (31)$$

für den Biegedruckrand

$$\left[ \frac{\sigma_{\parallel}}{\text{zul } \sigma_B} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma_{D,L}}{\text{zul } \sigma_{D,L}} \right]^2 + \left[ \frac{\tau}{2,66 \text{ zul } \tau_s} \right]^2 \leq 1 \quad (32)$$



$\tau = \sigma_{\parallel} \cdot \tan \alpha$  Winkel zwischen dem Trägerend und der Faserrichtung  
 $\sigma_{D,L} = \sigma_{\parallel} \cdot \tan^2 \alpha$  Faserrichtung

Bild 13. Längs-, Quer- und Schubspannungen an einem dreiecksförmigen Element des Biegedruckrandes

Biegeandspannungen mechanisch ableitbar.

Kapitel	Gleichung aus DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Anmerkung / Frage /Vorschlag
6.4.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträ- ger mit gekrümmten Untergurt	$\sigma_{m,d} \leq k_y f_{m,d} \quad (6.41)$ $k_r = \begin{cases} 1 & \text{für } \frac{\eta_m}{t} \geq 240 \\ 0,76 + 0,001 \frac{\eta_m}{t} & \text{für } \frac{\eta_m}{t} < 240 \end{cases} \quad (6.49)$	Beiwert $k_r$ empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage be- kannt?
6.4.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträ- ger mit gekrümmten Untergurt	$\sigma_{m,d} \leq k_1 \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2} \quad (6.42)$ $k_1 = k_2 + k_3 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_4 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2 + k_5 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^3 \quad (6.43)$	Beiwerte $k_1$ und $k_2$ bis $k_4$ empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?
6.4.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträ- ger mit gekrümmten Untergurt	$\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d} \quad (6.50)$ $k_{vol} = \begin{cases} 1,0 & \text{für Vollholz} \\ \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} & \text{für Brettstichhölzer und Furnierschichthölzer} \\ & \text{mit allen Furnierlinien-Richtung der Stabachse} \end{cases} \quad (6.51)$ $k_{dis} = \begin{cases} 1,4 & \text{für Satteldachträger mit geradem Untergurt} \\ & \text{und konzentrisch gekrümmte Träger mit ge-} \\ & \text{krümmtem Untergurt} \\ 1,7 & \text{für Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt} \end{cases} \quad (6.52)$ $\sigma_{t,90,d} \leq k_p \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2} \quad (6.54)$ $k_p = k_5 + k_6 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_7 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2 \quad (6.56)$	Beiwerte $k_{dis}$ , $k_{vol}$ , $k_p$ und $k_5$ bis $k_7$ empirisch ermittelt? Mecha- nische Grundlage bekannt?



Kapitel	Gleichung aus DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit A2:2014-07 bzw. NA:2013-08	Anmerkung / Frage /Vorschlag
6.5.2 Biegestäbe mit Ausklinkungen  NCI Zu 6.5.2 Biegestäbe mit Ausklinkungen	$\tau_{td} = \frac{1,5V}{b_{ef}h_{ef}} \leq k_{ty} f_{t,d} \quad (6.60)$ $k_{ty} = \min \left\{ \frac{k_{70} \left( 1 + \frac{1,1t^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \left( \sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \left( \frac{1}{\alpha} - \alpha^2 \right) \right)} \quad (6.62)$ <p style="text-align: center;">(4,5 für Furnierschichtholz                      für Vollholz (6.63)                      6,5 für Brettschichtholz</p> $k_{ty} = \left( \frac{h}{h_{ef}} \right) \left[ 1 - \frac{(h-h_{ef})x}{h \cdot h_{ef}} \right] \quad (NA.62)$	Bewerte $k_{ty}$ und $k_{70}$ empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?
NCI Unverstärkte Durchbrüche und Querschlüsse NA:6.7	$\frac{F_{t,90,d}}{0,5 \cdot t_{t,90} \cdot b} \leq k_{t,90} \cdot f_{t,90,d} \leq 1 \quad (NA.63)$ mit $k_{t,90} = \min \{ 1; (450/h)^{0,5} \}$	Bewerte $k_{t,90}$ empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?
8.1.4 Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserichtung  NCI Zu 8.1.4 Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserichtung	$F_{90,R,k} = 14_{Dw} \sqrt{\frac{h_g}{1 - \frac{h_g}{h}}} \quad (8.4)$ $F_{90,R,d} = k_{ty} \cdot \left( 6,5 + \frac{18h_g^2}{h^2} \right) \cdot (t_{ef} \cdot t_{ty})^{0,8} \cdot f_{t,90,d} \quad (NA.104)$ $k_g = \max \left\{ 1; 0,7 + \frac{1,4\alpha_r}{h} \right\} \quad (NA.105)$ $k_y = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{h_1}{h_i} \right)^2} \quad (NA.106)$	Woher kommt der Vorfaktor „14“? Bewerte $k_s$ und $k_r$ empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?



<p>9.2.5.2 Druckbeanspruchte Einzelbauteile</p>	<p> <math display="block">C = \frac{N_d}{\alpha} \quad (9.34)</math> <math display="block">F_d = \frac{N_d}{k_s} \quad (9.35)</math> </p> <p>Tabelle 9.2 — Empfohlene Werte für die Modifikationsbeiwerte</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Modifikationsbeiwert</th> <th>Bereich</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>k_s</math></td> <td>4 bis 1</td> </tr> <tr> <td><math>k_{r,1}</math></td> <td>50 bis 80</td> </tr> <tr> <td><math>k_{r,2}</math></td> <td>80 bis 100</td> </tr> <tr> <td><math>k_{r,3}</math></td> <td>30 bis 80</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle NA.21 — Modifikationsbeiwerte <math>k_s</math> und <math>k_{r,i}</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>Modifikationsbeiwert</th> <th>Wert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td><math>k_s</math></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>k_{r,1}</math></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>k_{r,2}</math></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td><math>k_{r,3}</math></td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Modifikationsbeiwert	Bereich	$k_s$	4 bis 1	$k_{r,1}$	50 bis 80	$k_{r,2}$	80 bis 100	$k_{r,3}$	30 bis 80	1	Modifikationsbeiwert	Wert	2	$k_s$	4	3	$k_{r,1}$	50	4	$k_{r,2}$	80	5	$k_{r,3}$	30	<p>Beiwerte <math>k_s</math>, <math>k_{r,1}</math> und <math>k_{r,2}</math> empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?</p>
Modifikationsbeiwert	Bereich																										
$k_s$	4 bis 1																										
$k_{r,1}$	50 bis 80																										
$k_{r,2}$	80 bis 100																										
$k_{r,3}$	30 bis 80																										
1	Modifikationsbeiwert	Wert																									
2	$k_s$	4																									
3	$k_{r,1}$	50																									
4	$k_{r,2}$	80																									
5	$k_{r,3}$	30																									
<p>9.2.5.3 Aussteifung von Trägern und Fachwerken</p>	<p> <math display="block">q_d = \frac{m \cdot N_d}{k_{r,2} \cdot l} \quad (9.37)</math> <math display="block">k_i = m \cdot n \cdot \sqrt{\frac{15}{l}} \quad (9.38)</math> </p>	<p>Beiwert <math>k_i</math> empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?</p>																									



<p>NCI Zapfenverbindungen                  NA.12.2</p>	<p> <math display="block">F_{R,k} = \min \left\{ \frac{2}{3} b_e f_h (k_1 k_2 f_{v,k} + 1,7 b) \cdot z_e f_c f_{c,90,k} \right\} \quad (NA.164)</math> </p> <p>Dabei ist</p> <p><math>k_v</math> der Beiwert nach Gleichung (6.62)</p> $k_v = \min \left\{ \frac{1}{\sqrt{h} \left( \sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \left( \frac{1}{\alpha} - \alpha^2 \right) \right)} \right\} \quad (6.62)$ <p> <math>k_n = \begin{cases} 4,5 &amp; \text{für Furnierschichtholz} \\ 5 &amp; \text{für Vollholz} \\ 6,5 &amp; \text{für Brettschichtholz} \end{cases} \quad (6.63)</math> </p> <p><math>k_z</math> der Beiwert, abhängig von der Geometrie des Zapfens:</p> $k_z = \gamma \cdot \{1 + 2 \cdot (1 - \beta)^2\} \cdot (2 - \alpha)$ <p>mit</p> $\alpha = \frac{h_s}{h} \quad \text{und} \quad \beta = \frac{h_z}{h_s}$	<p>Beiwerte <math>k_z</math>, <math>k_v</math> und <math>k_n</math> empirisch ermittelt? Mechanische Grundlage bekannt?</p>
--	---	---



**Anlage 3-1:**

Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

**Normtext:**

**Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1**

**2.3.1.3 Service classes**

Drafting note: Leave (1)P - (4)P as is. Add:

*(5) The values indicated in Table 2.2a can be considered as guidance values for the equilibrium moisture content of timber members in use.*

**Table 2.2a — Equilibrium moisture contents of timber materials**

Service class	1	2	3
Equilibrium moisture content	(5 to 15) % <sup>a</sup>	(10 to 20) % <sup>b</sup>	(12 to 24) % <sup>c</sup>
<p><sup>a</sup> In insulated and heated conditions the average moisture content in most softwoods is usually in the range of 7 % - 10 % with variations of <math>\pm 3</math> %. Locally the moisture content can be lower or higher (for example in the proximity of skylights, ventilation outlets or transition zone to the outside air). More specific information may be given in the National Annex.</p> <p><sup>b</sup> In sheltered, non-insulated and unheated conditions, the moisture content in most softwoods is usually in the range of 12 % - 16 % with variations depending on the seasonal outdoor climate. More specific information may be given in the National Annex.</p> <p><sup>c</sup> Service class 3 also includes structures in open environment in which higher equilibrium moisture contents can be reached. Timber members submerged in water or soil require special expert investigation.</p>			

**2.3.3 Effects of moisture content changes** (drafting note: new sub-section)

*(1)P The effects of moisture content changes in the timber (e.g. shrinkage cracks) shall be taken into account.*

*(2) The effects of moisture content changes in the timber should be minimized. Potential measures to reduce the effects of moisture content changes include:*

- *Before being used in construction, timber should be dried as near as practicable to the moisture content appropriate to its climatic condition in the building in use, unless the structure is able to dry without any effect on the load-carrying capacity of its members;*
- *During transport, storage and assembly, timber should be protected to minimize detrimental changes of moisture content in the timber;*
- *In dry environments, controlled drying of the timber to service conditions should be planned.*

*NOTE: In the case of structures or members sensitive to moisture changes, temporary moisture control is recommended.*

**6.4.2 Effects of moisture content changes in reinforced timber** (new section)

(1) *The effects of reinforcement (or connections) that restrain moisture induced deformations of the timber member, should be minimized.*

*NOTE: external, plane reinforcement glued onto the entire surface area under tensile stresses perpendicular to the grain decelerates the process of moisture changes or drying of the timber member, hence such reinforcement may be favorable in applications with permanently dry or frequently changing climate.*

- (2) *Potential measures to reduce restraining effects from reinforcement include:*
- larger distances between reinforcement;*
  - reduction of height of the reinforced areas in the timber member;*
  - reducing the angle between dowel-type reinforcement and grain direction of the timber member.*

## **Anlage 3-2:**

Hintergrunddokument: Textvorschläge für die Aufnahme  
in das „Background Document for  
EN 1995“Redaktionelle Durchsicht EC 5

**Hintergrunddokument:**

**Textvorschläge für die Aufnahme in das „Background Document for EN 1995“**

**2.3.1.3 Service Classes**

(5) *The reaction of wood to moisture forms an integral part in the planning, execution and maintenance of buildings built with wood or wood-based products. The guidance values for equilibrium moisture contents of timber members in use are taken from [DIN EN 1995-1-1/NA 2013]. These are intended to give planners clearer indication on the range of equilibrium moisture contents in the different service classes. Note <sup>a</sup> and Note <sup>b</sup> are the result of a long-term monitoring project in buildings of different types of use [Gamper, Dietsch et. al. 2015] that were combined with measurements provided by members of CEN/TC 250/SC 5/WG 7 “Reinforcement”. The result are indicative mean values and annual amplitudes of timber moisture content, mean temperatures and mean relative humidity, see Table 1 and Table 2. The average moisture content of softwoods in heated and insulated buildings (Service Class 1) will in most cases be below 10 %, hence Note <sup>a</sup> is meant to increase awareness towards commonly prevailing dry climates. The second part of Note <sup>c</sup> aims at raising awareness that Service Class 3 is meant to cover structures in open environment but does not necessarily cover the effects of conditions such as submergence in water or soil.*

Table 3: Indicative values insulated and heated buildings during normal use.

Category	Timber Moisture Content		Temp.	rel. humidity
	mean [%]	A [%]	mean [°C]	mean [%]
Swimming pools	8 - 9	< 1,5	≈ 30	< 50
Gymnasium (sports facilities)	8 - 10	< 2	≈ 20	< 50
Production and sales	6 - 7	< 2	15 - 25	< 40
∅ insulated and heated	7 – 10	< 2	> 20	< 50

Table 4: Indicative values for partially open, non-insulated and non-heated buildings during normal use.

Category	Timber Moisture Content		Temp.	rel. humidity
	mean [%]	A [%]	mean [°C]	mean [%]
Riding rinks	14 - 17	3 - 5	10 - 15	70 - 80
Agricultural facilities (livestock)	14 - 17	4 - 5	10 - 15	65 - 75
Warehouses	11 - 14	4 - 5	10 - 15	60 - 75
∅ non-insulated, non-heated	12 - 16	4	10 - 15	> 65

### 2.3.3 Effects of moisture content changes

(1) Changes in wood moisture content lead to changes of virtually all physical and mechanical properties (e.g. strength and stiffness properties) of wood. An additional effect of changes of the wood moisture content is the shrinkage or swelling of the material and the associated internal stresses. If these stresses locally exceed the very low tensile strength perpendicular to the grain of wood, the result will be a stress relief in form of cracks, which can reduce the load-carrying capacity of structural timber elements in e.g. shear or tension perpendicular to the grain. Multiple evaluations of damages in timber structures, e.g. ([Frühwald, Serrano et. al. 2007], [Blaß & Frese 2010], [Dietsch, Gamper et. al. 2012]) show, that a prevalent type of damage is pronounced cracking in timber elements. Almost half of the damages in large-span glued-laminated timber structures can be attributed to low or high moisture content or severe changes of the same.

(2) Effects of moisture content changes include e.g. changes in strength and stiffness properties (covered by  $k_{mod}$  and  $k_{def}$ ). Another effect of moisture content changes are shrinkage cracks. These can be attributed to two different phenomena.

1. Large moisture gradient over the timber cross-section due to strong and fast wetting or drying (the latter prevailing in closed and heated buildings) of the timber member, e.g. throughout the process production – transport – storage – assembly – interior works – opening – operation (heating). Careful planning and moisture control during this process is recommended, especially if a dry environment is to be expected in the finished building. Specifications on moisture control could be given in an execution standard for timber structures.

2. Prevention of free shrinkage or swelling deformation of the cross section by restraining forces, e.g. from dowel-type connections or dowel-type

*reinforcements (see PT.1-6.4.2). In these cases, equilibrium of tensile and compressive moisture induced stresses is impeded, resulting in stresses of higher magnitude and eventually in deep shrinkage cracks.*

*Due to the fact that there is currently lack of a method to reliably predict the magnitude of tensile stresses perpendicular to the grain from moisture changes it was decided to introduce the term effects of moisture content changes.*

#### **6.4.2 Effects of moisture content changes**

*(1) It is referred to the information given for 2.3.3 (1)-(2).*

*(2) The restraining effect of dowel-type reinforcement was experimentally and analytically investigated by [Wallner 2012] and [Dietsch et. al. 2014], demonstrating the positive effect of measures such as increased distance, reduced height or reduced angle of dowel-type reinforcement.*

**Anlage 4-1:**

Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

## Normtext

### Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

#### **6.1.5.2 Reinforcement of members with compression stresses perpendicular to the grain** (drafting note: new sub-section)

(1) For members with reinforcement by means of fully threaded screws or screwed-in threaded rods to carry compression stresses perpendicular to the grain, provided:

- an equal distribution of screws in the reinforced contact area;
- a fully supported bearing area or a contact material of adequate stiffness and evenness to provide an equal distribution of the compression force over all screws;
- an angle between screw axis and grain direction  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ;
- the screw axis is perpendicular to the contact surface;
- the screw heads are flush with the contact surface;
- penetration of the screw heads is prevented by a contact material of adequate stiffness (e.g. a steel plate of adequate thickness).

the characteristic resistance of the reinforced contact area should be taken as the minimum value found from the following expression:

$$F_{c,90,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_{c,90} \cdot b \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,k} + n \cdot \min \{ F_{ax,\alpha,Rk}; F_{ki,Rk} \} \\ b \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \end{array} \right. \quad (6.5)$$

where

$k_{c,90}$  according to 6.1.5.1;

$b$  is the contact width, see Figure 6.3;

$l_{ef,1}$  is the effective contact length parallel to grain according to 6.1.5, see Figure 6.3;

$n = n_0 \cdot n_{90}$  is the number of fully threaded screws applied for reinforcement, see Figure 6.3;

$n_0$  is the number of fully threaded screws arranged in a row parallel to the grain;

$n_{90}$  is the number of fully threaded screws arranged in a row perpendicular to the grain;

$F_{ax,\alpha,Rk}$  is the characteristic withdrawal capacity according to 8.7.2 or Technical Assessment;

$F_{ki,Rk}$  is the characteristic capacity of the screw in axial compression according to 8.7.2 or Technical Assessment;

$l_{ef,2}$  is the effective distribution length parallel to grain in the plane defined by the screw tips, see Figure 6.3;

with

$$l_{ef,2} = l_{ad} + (n_0 - 1) \cdot a_1 + \min \{ l_{ad}; a_{3,c} \} \text{ for end supports, see Figure 6.3} \quad (6.6)$$

$$l_{ef,2} = 2 \cdot l_{ad} + (n_0 - 1) \cdot a_1 \quad \text{for intermediate supports, see Figure 6.3} \quad (6.7)$$

where

$l_{ad}$  is the point side penetration length of the threaded part of the screw in the timber member, see Figure 6.3;

$a_1, a_{1,c}$  are the spacing parallel to grain and end distance, see Figure 6.3.

(2) Minimum spacings and end and edge distances should be taken from Table 8.6 or the Technical Assessment.

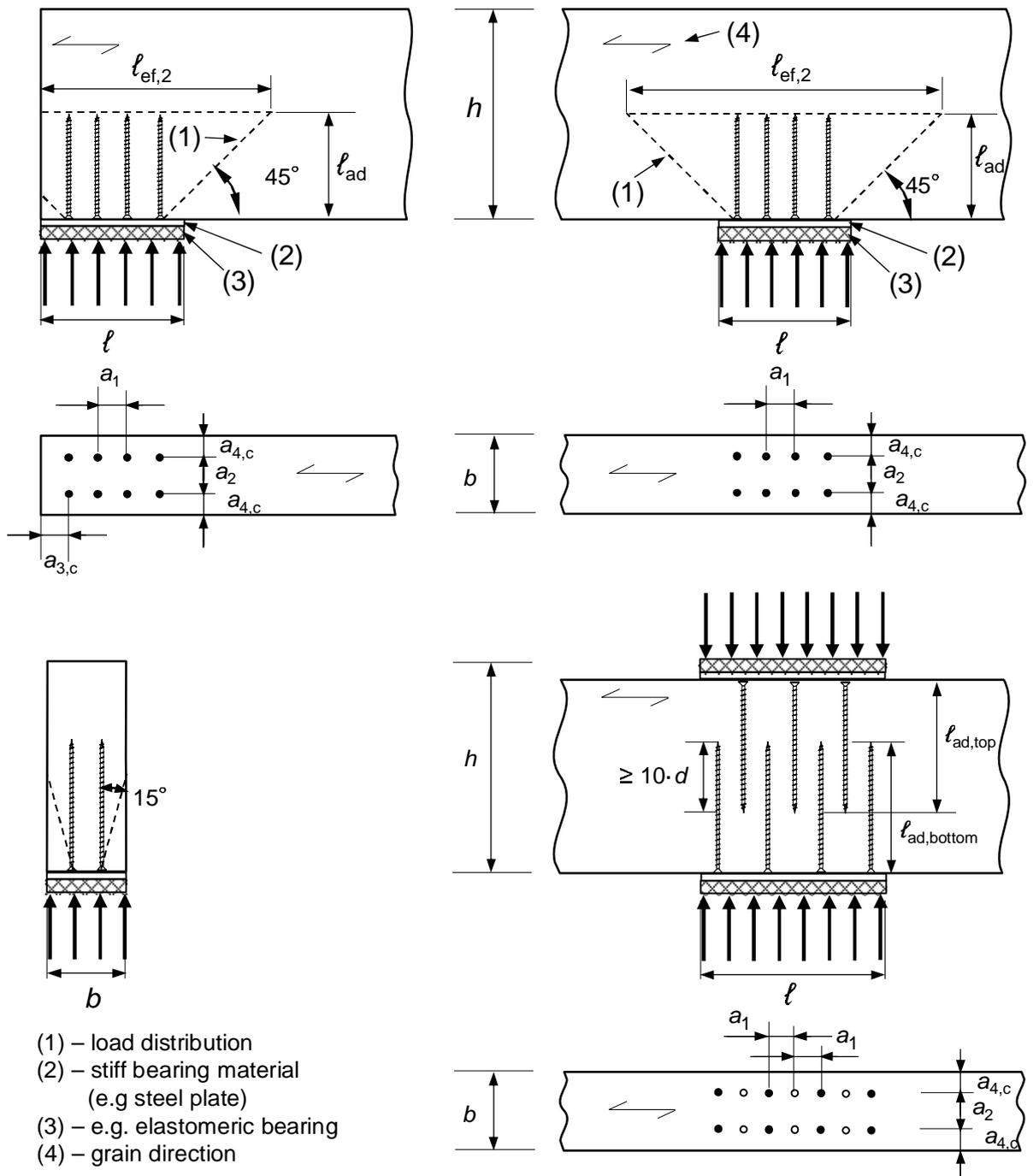
(3) The contact material (e.g. steel plate) should be designed for the loads introduced by the screw heads. The thickness of steel plates may be assumed adequate, if  $t [mm] \geq \min (5 \text{ mm}; \sqrt{F_{90,Rd} [kN]})$ .

(4) If screws are driven into the member from top and bottom and the screws are overlapping at least  $10 \cdot d$ , i.e.  $l_{ad,top} + l_{ad,bottom} \geq h + 10 \cdot d$ , the second condition in Equation 6.5 may be disregarded. The screws should be arranged symmetrical to the bearing area, see Figure 6.3.

(5) Reinforcement with glued-in rods may be designed in analogy to (1) – (4).

(6) Clauses 5.2 (2) and (3) apply.

(7) 6.4.2 applies.



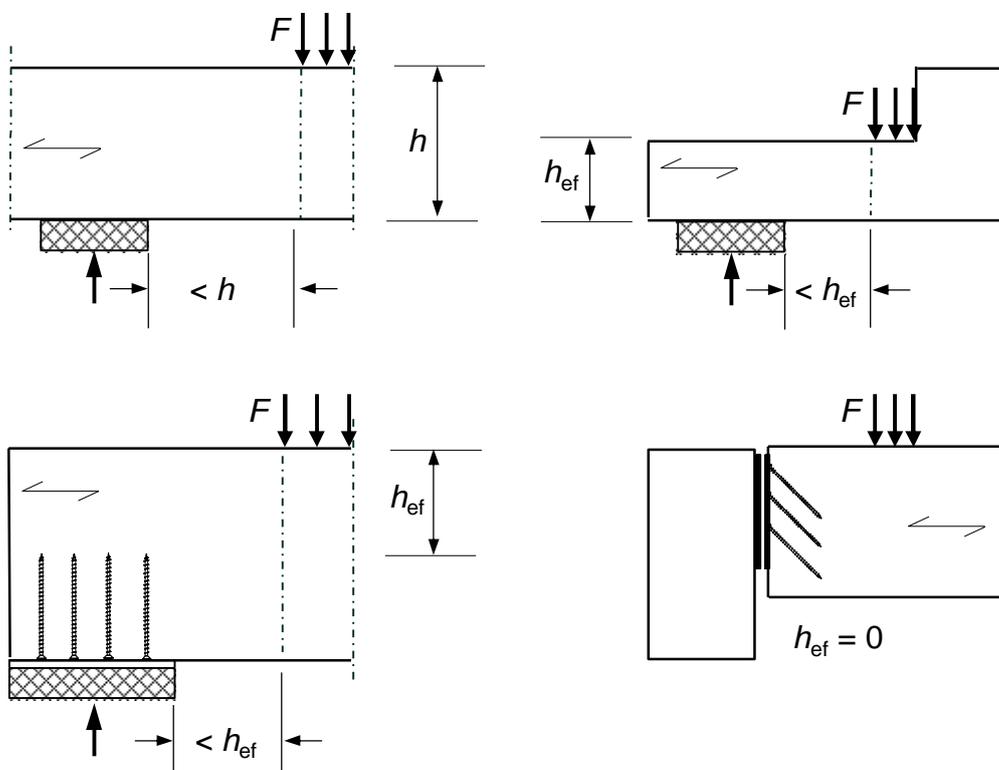
**Figure 6.3 – Reinforcement by means of fully threaded screws or threaded rods in areas of concentrated compression stresses perpendicular to the grain**

### 6.1.7 Shear

Drafting note: Leave (1)P - (3) as is. Add:

(4) At supports where the support force is not fully transferred at the contact area (e.g. in case of reinforced support area), only the contribution to the total shear force of a concentrated load  $F$  within a distance  $h_{ef}$  may be disregarded, where  $h_{ef}$  is the distance between the loaded beam edge and the plane defined by e.g. the screw tips or the fasteners closest to the loaded beam edge, see Figure 6.6. At supports where the support force is transferred via connections fastened to the end grain, the reduction of total shear force should not be applied, see Figure 6.6.

Drafting Note: Exchange existing Figure 6.6 with the following Figure.



**Figure 6.6 – Conditions at a support to determine whether the concentrated force  $F$  may be disregarded in the calculation of the shear force**

### 8.7.2 Axially loaded screws

Drafting note: Leave (1)P - (7) as is. Add:

(8) The characteristic compression resistance (pushing-in or buckling),  $F_{c,\alpha Rk}$ , should be taken as:

$$F_{c,\alpha,Rk} = \min\{F_{ax,\alpha,Rk}; F_{ki,Rk}\} \quad (8.40d)$$

where

$F_{ax,\alpha,Rk}$  is the characteristic withdrawal capacity according to Eq. (8.39) or Eq. (8.40), respectively;

$F_{ki,Rk} = 1.18 \cdot k_c \cdot N_{pl,k}$  is the characteristic capacity of the screw in axial compression;

with

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k}$$

and values  $k_c$  according to Table 8.6.a.

A more detailed approach to determine the characteristic capacity of the screw in axial compression is given in Annex R-A.

**Table 8.6.a – Reduction factors  $k_c$  for buckling of screws**

Characteristic value of yield strength of steel	Angle $\alpha$ between screw axis and grain	
	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 0^\circ$
$f_{y,k} = 1000 \text{ N/mm}^2$	$k_c = 0.6$	$k_c = 0.5$
$f_{y,k} = 800 \text{ N/mm}^2$ (e.g. hot dip galvanized steel)	$k_c = 0.65$	$k_c = 0.55$
$f_{y,k} = 500 \text{ N/mm}^2$ (e.g. stainless steel)	$k_c = 0.75$	$k_c = 0.65$

Drafting note: change the number of all following paragraphs by +1, e.g. (8) → (9)

## Annex R-A (Informative): Characteristic capacity of screws in axial compression (drafting note: new Annex)

(1) For screws in accordance with EN 14592 with

- $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$
- $0.6 \leq d_1/d \leq 0.75$

where

$d$  is the outer thread diameter;

$d_1$  is the inner thread diameter,

the characteristic compression resistance (pushing-in or buckling),  $F_{c,\alpha,Rk}$ , should be taken as:

$$F_{c,\alpha,Rk} = \min\{F_{ax,\alpha,Rk}; F_{ki,Rk}\} \quad (\text{R-A.1})$$

where

$F_{ax,\alpha,Rk}$  is the characteristic withdrawal capacity according to Eq. (8.39) or Eq. (8.40), respectively;

$$F_{ki,Rk} = k_c \cdot N_{pl,k} \text{ is the characteristic buckling capacity of the screw;} \quad (\text{R-A.2})$$

with

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{for } \bar{\lambda}_k \leq 0.2 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} & \text{for } \bar{\lambda}_k > 0.2 \end{cases} \quad (\text{R-A.4})$$

$$k = 0.5 \cdot \left[ 1 + 0.49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \quad (\text{R-A.4})$$

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \text{ is the relative slenderness ratio of the screw;} \quad (\text{R-A.6})$$

where

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} \text{ is the characteristic yield capacity of the screw,} \quad (\text{R-A.7})$$

$f_{y,k}$  is the characteristic yield strength of the screw;

and

$N_{ki,k} = \sqrt{c_h E_s I_s}$  is the characteristic ideal elastic buckling load; (R-A.8)

$c_h = (0.19 + 0.012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180^\circ} \right)$  (R-A.9)

is the elastic foundation of the screw for solid timber and glued laminated timber of softwood;

$\rho_k$  is the characteristic density of the wood-based member

$\alpha$  is the angle between screw axis and grain direction of the wood;

$E_s I_s = 210'000 \cdot \frac{\pi \cdot d_1^4}{64}$  is the bending stiffness of the screw.

## Hintergrunddokument

### Textvorschläge für die Aufnahme in das „Background Document for EN 1995“

#### **6.1.5.2 Reinforcement of members with compression stresses perpendicular to the grain**

*(1) Structural details in which the timber is loaded in compression perpendicular to the grain are very common, e.g. beam supports or sills/sole plates. The combination of high loads to be transferred over localized areas and low capacities in compression perpendicular to the grain can make it difficult to meet the associated verifications. Fully threaded, self-tapping screws or screwed-in rods are a means to improve the stress dispersion into the timber. The main developments in this field were achieved in the work of [Bejtka 2006].*

*In contrast to the design approach applied for reinforcement to carry tensile stresses perpendicular to the grain, the load-carrying capacity of a reinforced support can be determined under the assumption of an additive coaction between the timber under compression stresses perpendicular to the grain and the screws/rods under compression. This assumption is valid if certain deformations of the loaded edge are accepted. In addition, verification of the compression resistance of a fully threaded screw (pushing-in or buckling) is necessary, see 8.7.2, (8). Finally it should be verified that the compression capacity perpendicular to the grain of the timber is not exceeded at the screw tips (transition between reinforced and unreinforced section), in a plane defined by an effective length,  $l_{ef,2}$ . The effective length is not to be interpreted as a support length, hence the factor  $k_{c,90}$  is not applicable in this verification [Bejtka 2006]. At the screw tips, the failure behaviour under compression stresses perpendicular to the grain is characterized by transverse deformations (elongation) over the member width. Over supports, this deformation is prevented by the bearing material. The angle of stress distribution applied to determine the effective length used for verification at the screw tips may be taken as 45°, measured from the screw heads. The definition of stress distribution has changed over the years (linear load distribution under 45°, measured from the edge of the steel plate [Bejtka 2003]; exponential load distribution, measured from the edge of the steel plate [Bejtka & Blaß 2006]; linear load distribution under 45°, measured from the screw tips, e.g. [ETA-12/0114 2012]), hence different approaches can still be found in literature. The load distribution perpendicular to the grain, over the width of the member is smaller. If necessary, e.g. in block-glued members, the angle of load distribution perpendicular to the grain can be taken as 15°. The compression force must be evenly distributed to all screws and the compression stresses at the screw heads have to be absorbed by the bearing material. These two requirements can only be met by a hard bearing*

*material. This can be realized in form of a hard intermediate layer from e.g. steel, designed in adequate thickness and thus capable to transfer the load uniformly. The screws shall be equally distributed over the bearing area and the screw heads shall be on one line with the surface of the timber member. The distance requirements are the same as for screws in tension. It is not necessary to take into account an effective number of screws,  $n_{ef}$ . Reinforcement driven in from both edges of the beam to enable the transfer of compression perpendicular to grain stresses through the timber member has been studied by [Watson, van Berschoten et. al. 2013] and was subsequently introduced into Technical Approvals [DIBt Z-9.1-519 2014].*

*For information on the verification of the fully threaded screws or screwed-in rods in axial compression it is referred to the information given for 8.7.2 (8). [Bejtka & Blaß 2006] give information on the (increased) buckling resistance of fully threaded screws with a clamped head support. This can be achieved by e.g. clamping the screw heads into a steel plate featuring holes that are countersunk in the form of the screw heads in such a way as the surface of the screw heads is flush with the lower steel plate surface. In practice this can be a challenge due to the multitude of forms of screw heads available on the market. [Bejtka & Blaß 2006] also propose a calculation model to determine the stiffness of reinforced beam supports.*

### **6.1.7 Shear**

*(4) At supports where part of the support force is transferred into the beam (by e.g. reinforcement) or where the support force is transferred to connectors, fastened to the end grain, the development of compression stresses perpendicular to the grain is restrained, i.e. the shear capacity is reduced. The consequential restriction in reducing the shear force applied in shear verification is state of the art in concrete structures and has been included in [Komm. DIN 1052 1996] as well.*

### **8.7.2 Axially loaded screws**

*(8) The characteristic compression resistance of a fully threaded screw is taken as the smaller of the pushing-in or buckling capacity. The pushing-in capacity is considered equal to the withdrawal capacity of the fully threaded screw. The equations to determine the buckling capacity of fully threaded screws, given in Annex R-A, are the result of the work of [Bejtka 2006] and [Bejtka & Blaß 2006]. The simplification of equations given in proposed for 8.7.2 has been developed by [Jockwer 2016]. [Bejtka & Blaß 2006] also propose buckling capacities for the application of fully threaded screws with clamped heads in a steel plate. This application necessitates to countersink the steel plate in the form of the screw heads in such a way as the surface of the screw heads is flush with the lower steel plate surface, i.e. it necessitates exact manufacturing.*

**Anlage 8-1:**

Normtext: Textvorschläge für Aufnahme in EN 1995-1-1

## Novellierung des Abschnitts 9.3 des EC 5

Im Rahmen dieses PRB-Forschungsvorhabens wurde das folgende Kapitel erarbeitet. Inzwischen wurde der Inhalt dieses Kapitels als Vorschlag für einen überarbeiteten Abschnitt 9.2.4 „Wandscheiben“ der DIN EN 1995-1-1 bei den europäischen Normungsgremien gleichlaufend eingereicht. Die Nummerierung wurde dem Diskussionspapier für die Überarbeitung des EC 5 angepasst.

### Ausschnitt aus dem Diskussionspapier zur Überarbeitung des EC 5

#### Begriffe

Plattenartig beanspruchte Tafel	Plattenartig beanspruchte Tafeln sind Verbundkonstruktionen unter Verwendung von Rippen aus Bauschnittholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Holzwerkstoffen und mittragenden Beplankungen aus Vollholz oder Holzwerkstoffen, die ein- oder beidseitig angeordnet sein können. Rippen und Beplankung werden durch Klebung (quasi starr) oder durch mechanische Verbindungsmittel nachgiebig miteinander verbunden.
Platte	Statische Idealisierung einer plattenartig beanspruchten Tafel, statisches Modell.
Scheibenartig beanspruchte Tafel	Verbundkonstruktion bestehend aus <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rippen mit Rechteckquerschnitt aus Bauschnittholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Holzwerkstoffen,</li> <li>- ein- oder beidseitig angeordneten Beplankungen aus Vollholz, Holz- oder Gipswerkstoffen und</li> <li>- ihrem nachgiebigen Verbund durch stabförmige Verbindungsmittel im Abstand <math>a_v</math>.</li> </ul>
Scheibe	Statische Idealisierung einer scheibenartig beanspruchten Tafel, statisches Modell mit $l$ als Spannweite oder Kraglänge und $h$ als Scheibenhöhe in Lastrichtung gemessen.
Rippe	Sparren, Deckenbalken, Wandrippe
Stoßholz	Teil der Schubverbindung von zwei angrenzenden Platten
Beplankung	besteht in der Regel aus einer größeren Anzahl von Platten aus Holz- oder Gipswerkstoffen und wird mit allen Rippen kontinuierlich verbunden.
Platte	Teil der Beplankung mit Plattenlänge $l_p$ in Richtung Spannweite gemessen und Plattenhöhe $h_p$ in Lastrichtung gemessen.
Verbund	
Schubsteifer Plattenrand	Plattenrand schubsteif mit Rippe durch stabförmige Verbindungsmittel verbunden oder geklebt.
Freier Plattenrand	Senkrecht zur Stabachse der Rippen verlaufend.

Schwebender Plattenrand	Freier Plattenrand, parallel zur Stabachse der Rippen verlaufend, ist unzulässig.
-------------------------	---

## 9.3 neu Scheibenartig beanspruchte Tafeln

### 9.3.1 Allgemeines

- (1) Scheibenartig beanspruchte Tafeln sind Verbundkonstruktionen. Sie bestehen
- aus Rippen mit Rechteckquerschnitt aus Bauschnittholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Holzwerkstoffen,
  - aus ein- oder beidseitig angeordneten Beplankungen aus Vollholz, Holz- oder Gipswerkstoffen und
  - aus ihrem nachgiebigen Verbund durch stabförmige Verbindungsmittel im Abstand  $a_1$ .
- (2) Die Beplankung besteht in der Regel aus einer größeren Anzahl von Platten aus Holz- oder Gipswerkstoffen und wird mit allen Rippen kontinuierlich verbunden.
- (3P) Die Konstruktion der Tafeln ist so zu wählen, dass hierzu ein einfaches statisches Modell gefunden werden kann, mit dessen Hilfe die Beanspruchungen der betrachteten Grenz-zustände mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden können.
- (4) Tafeln, die scheibenartig beansprucht werden, müssen an allen Rändern durch Rippen (Randrippen) begrenzt sein. Die auf die Tafeln einwirkenden Kräfte werden über die Rippen (Randrippen und/oder Innenrippen) in Richtung der Rippenachsen in die tragende Beplankung kontinuierlich ein- und ausgeleitet.
- (5) Zusätzliche Beanspruchungen, die aus
- diskontinuierlichen Kräften,
  - rechtwinklig zu den Rippenachsen gerichteten Kräften,
  - nicht nur zur Lagesicherung dienenden gelenkigen Verbindungen von Rippen,
  - dem Abstand der Achsen einlagig angeordneter Rippen und Mittelflächen einseitig angeordneter Beplankungen und aus
  - dem Abstand der Achsen mehrlagig angeordneter Rippen
- resultieren, sind zu berücksichtigen.
- (6) Die Kontur scheibenartig beanspruchter Tafeln ist in der Regel drei- oder viereckig.

(7) Regel (5) in Abschnitt 5.1 folgend dürfen zur Beschreibung des Zusammenhangs von Verbindungsmittelkräften und gegenseitigen Verbundteilverschiebungen ideal elastisch-plastische Materialgesetze verwendet werden. Durch Verformungen der Tafel verursachte Zwängungen zwischen und rechtwinklig zu den Plattenrändern dürfen vernachlässigt werden.

(8) Ein direktes Zusammenwirken einlagig angeordneter Rippen über Kontakt ist zu gewährleisten. Die Randrippen von dreieckigen Tafeln sollten untereinander und mit der Unterkonstruktion so verbunden werden, dass sie ohne Mitwirkung der Beplankung als Stabwerk tragen.

(9) Sofern kein genauere Nachweis geführt wird, gelten druck- oder biegebeanspruchte Rippen als in Tafelebene ausreichend gegen Kippen und Knicken gesichert, wenn sie mit einer beidseitigen aussteifenden Beplankung mit einer Rohdichte von mindestens  $500 \text{ kg/m}^3$  kontinuierlich mit  $a_1 \leq 70 \text{ mm}$  verbunden sind (auch Innenrippen) und der Rippenabstand nicht größer als das 50fache der Beplankungsdicke ist. Dies gilt auch für Rippen mit einer einseitigen aussteifenden Beplankung mit einer Rohdichte von mindestens  $500 \text{ kg/m}^3$ , sofern sie mit Rechteckquerschnitt und einem Seitenverhältnis von  $h/b \leq 4$  und  $a_1 \leq 35 \text{ mm}$  ausgeführt werden.

Anmerkung: Die sehr kleinen Verbindungsmittelabstände sind erforderlich für Wandrippen in ständiger Kombination (z. B. für geklammerte Weichfaserplatten oder auch GKB), wenn keine Aussagen über die Steifigkeit und Tragfähigkeit des Verbundes unter Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit gemacht werden. Diese Regel ist noch abzustimmen mit Regeln (7) und (8) in 9.3.2.

(10) Für die Beanspruchungen des Verbundes von Beplankung und Rippen von Dach-, Decken- und Wandtafeln sind wahlweise die folgende Bedingung einzuhalten:

$$s_{v,d} = \sqrt{s_{v,0,d}^2 + s_{v,90,d}^2} \leq R_d/a_1$$

oder

$$s_{v,0,d} \leq k_{v1} \cdot R_d/a_1$$

Dabei ist

$s_{v,0,d}$  Bemessungswert der längenbezogenen Beanspruchung des Verbundes parallel zum Plattenrand wirkend,

- $s_{v,90,d}$  Bemessungswert der längenbezogenen Beanspruchung des Verbundes senkrecht zum Plattenrand wirkend,
- $R_d$  Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abscheren,
- $a_1$  Abstand der Verbindungsmittel untereinander,
- $k_{v1}$  Beiwert zur Berücksichtigung der Anordnung und Verbindungsart der Platten;  $k_{v1} < 1$ , wenn Beanspruchungen des Verbundes senkrecht zum Plattenrand für das Gleichgewicht der Platte erforderlich sind, aber rechnerisch nicht ermittelt bzw. nicht berücksichtigt werden.

(11) Der Beiwert  $k_{v1}$  darf angenommen werden zu:

Für Dach-, Decken- und Wandtafeln

$k_{v1} = 1,0$  für Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern.

Für Deckentafeln

$k_{v1} = 0,66$  für Tafeltyp 2.1 mit dreiseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern und Rippen als Verteiler,

$k_{v1} = 0,5$  für Tafeltyp 1.1 mit dreiseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern am Tafelrand, zweiseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern sonst und Platten als Verteiler

$k_{v1} = 0,33$  für Tafeltyp 1.2 mit nur zweiseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern und Platten als Verteiler

Für Wandtafeln

$k_{v1} = 0,33$  für Tafeltyp X (noch zu bestimmen)

(12) Für die Beanspruchungen der Bepankung von Dach-, Decken- und Wandtafeln sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

Schub

$$\frac{\tau_d}{k_{v,1} k_{v,2} k_{p,v} f_{v,d}} \leq 1 \quad \text{mit} \quad k_{p,v} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 35 \cdot t / a_r \end{array} \right.$$

Anmerkung:  $k_{p,v}$  zur Berücksichtigung von Biegebeanspruchungen infolge Beulens der quasi perfekt ebenen Platte (ohne Berücksichtigung von Imperfektionen) für Schub oder Schub aus Biegung.

Zug

$$\frac{\sigma_{t,\alpha,d}}{k_{v,1} k_{v,2} f_{t,\alpha,d}} \leq 1$$

Anmerkung: Ohne Berücksichtigung eines Volumeneffektes

Druck

$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{k_{v,1}k_{v,2}k_{p,c}f_{c,\alpha,d}} \leq 1 \quad \text{mit}$ $k_{p,c} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 20 \cdot t / a_r \end{array} \right.$	<p>Anmerkung: Das überkritische Tragvermögen der Beplankung, das sich durch die Membranwirkung der Platte im ausgebeulten Zustand einstellt, wird v. Kármán folgend durch den wirksamen Rippenabstand</p> $a_{r,ef} = \sqrt{\frac{f_{90,cr}}{f_{c,k}}} a_r = 20t$ <p>berücksichtigt, der in Tabelle 5 des Abschnitts 8.6.1 für das Druckbeulen angegebenen minimalen wirksamen Breite entspricht. Damit ergibt sich aus</p> $a_{r,ef} f_{c,k} = a_r f_{90,postcr, Karman}$ <p>der überkritische Grenzzustand auf Druck zu</p> $f_{90,postcr, Karman} = 20 \frac{t}{a_r} f_{c,k} \quad \text{in N/mm}^2.$
---	--

Anmerkung:  $k_{p,c}$  zur Berücksichtigung von Biegebeanspruchungen infolge Beulens der quasi perfekt ebenen Platte (ohne Berücksichtigung von Imperfektionen) für Druck oder Druck aus Biegung

Dabei ist

- $\tau_d$  Bemessungswert des Schubspannung der Beplankung,
- $f_{v,d}$  Bemessungswert der Schubfestigkeit der Platten,
- $f_{t,d}$  Bemessungswert der Zugfestigkeit der Platten,
- $f_{c,d}$  Bemessungswert der Druckfestigkeit der Platten,
- $R_d$  Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abscheren,
- $k_{v2}$  Beiwert zur Berücksichtigung der Zusatzbeanspruchung nach 9.3.1 (5) und (13),
- $t$  Dicke der Platten,
- $a_r$  Abstand der Rippen.

(13) Wenn kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Platten für die Zusatzbeanspruchungen nach 9.3.1 (5) geführt wird, darf der Beiwert  $k_{v2}$  angenommen werden zu:

$k_{v2} = 0,33$  bei einseitiger Beplankung,

$k_{v2} = 0,5$  bei beidseitiger Beplankung.

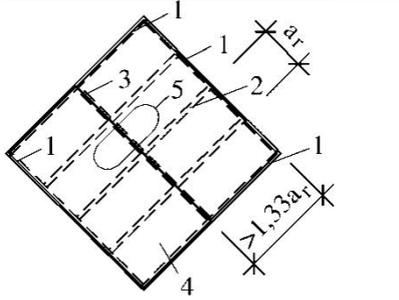
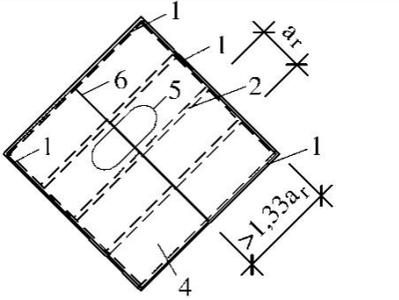
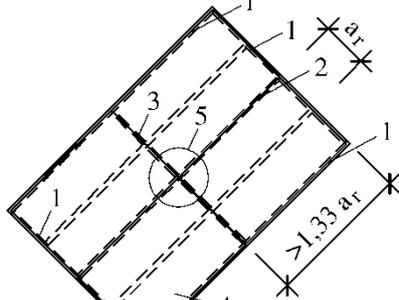
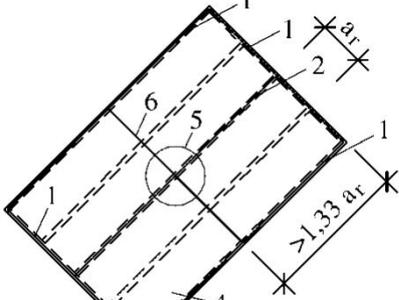
(14) Die Tragfähigkeit von Verbindungsmitteln an den Plattenrändern darf mit dem Faktor 1,2 gegenüber den Werten nach Abschnitt 8 erhöht angenommen werden.

Anmerkung: Für diese Regel gibt es bislang keinen experimentellen Nachweis.

(15) Bei gleichzeitiger Beanspruchung darf der kleinere Wert der Beanspruchungen  $s_{v,0}$  oder  $s_{v,90}$  vernachlässigt werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit mit dem Faktor 0,7 abgemindert wird.

### 9.3.2 Rechteckige Tafeln

(1) Rechteckige Tafeln besitzen umlaufende Randrippen und eine Schar randparalleler, durchlaufender Innenrippen im Abstand  $a_r$ . Die Platten der Beplankung sind in Reihen parallel oder rechtwinklig zu den durchlaufenden Rippen angeordnet, wobei die Plattenstöße der einen Richtung immer auf den Rippen erfolgen (Bild 9.1). Die Plattenränder in der anderen Richtung sind frei (Bilder 9.1a, 9.1b; Bild 9.2a) oder durch Stoßhölzer Schubsteif verbunden (Bild 9.1c; Bild 9.2b, 9.2c).

	alle Plattenränder Schubsteif auf Rippen oder Stoßhölzern verbunden	mit freien Plattenrändern senkrecht zu den Innenrippen
längere Plattenseite senkrecht zu den Innenrippen		
längere Plattenseite parallel zu den Innenrippen		

1 Randrippe 2 Innenrippe 3 Stoßholz 4 Platte

5 Beplankung aus mehreren Platten bestehend 6 freier Plattenrand

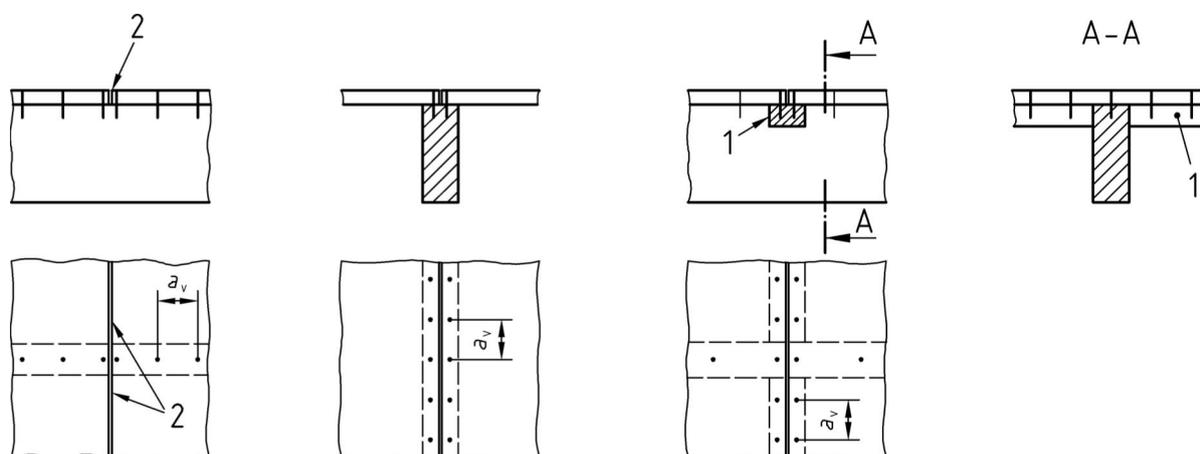
**Bild 9.1: Anordnung von Rippen und Platten**

(2) Freie Plattenränder sind nur bei Dach- und Deckentafeln zulässig. Die Platten müssen nicht versetzt angeordnet werden.

(3) Der Verbund von Beplankung und Rippe wird durch den bereichsweise für jede Rippe konstant angenommenen Schubfluss  $s_{v,0}$  in N/mm in Richtung der Stabachse der Rippe und parallel zum Plattenrand und gegebenenfalls durch die rechtwinklig zur Stabachse und zum Plattenrand gerichtete kontinuierliche Beanspruchung  $s_{v,90}$  in N/mm beansprucht.

(4) Werden Tafeln aus einzelnen Tafелеlementen zusammengesetzt, dann sind die Elemente so zu verbinden, dass der Schubfluss  $s_{v,0}$  und  $s_{v,90}$  der angrenzenden Beplankungsänder von Element zu Element übertragen werden kann (Bild 9.2a).

(5) Der Abstand  $a_1$  und der Durchmesser der Verbindungsmittel ist an allen Plattenrändern der Beplankung auf den Rippen und auf den Stoßhölzern konstant.



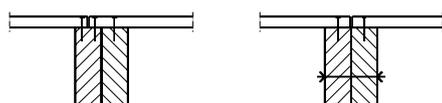
a) freie Plattenränder

b) Platten schubsteif über eine Rippe verbunden

c) Platten schubsteif über Stoßhölzer verbunden

**Legende:** 1 Stoßholz, 2 freie Plattenränder

**Bild 9.2: Plattenränder**



**Bild 9.2a: Übertragung des Schubflusses bei Tafeln aus mehreren Elementen**

~~(6) Wenn die Holzwerkstoffplatten versetzt angeordnet sind (siehe Bild 9.4), darf der Nagelabstand entlang den nicht durchlaufenden Plattenstößen mit dem Faktor 1,5 (bis zu einem Größtwert von 150 mm) ohne Reduzierung der Tragfähigkeit erhöht werden.~~

(7) Eine kontinuierliche Verbindung von Beplankung und Rippen nach 9.3.1 (2) darf angenommen werden, wenn der Abstand der Verbindungsmittel entlang den Plattenrändern bei beidseitiger Beplankung höchstens 70 mm und bei einseitiger Beplankung höchstens 35 mm beträgt.

(8) Der Verbindungsmittelabstand  $a_1$  muss mindestens  $20d$  betragen, sofern kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Platten geführt wird.

Anmerkung: Noch abzustimmen mit Regel (9) in 9.3.1

(9) Als Randabstände der Verbindungsmittel für Platten und Rippen darf bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern das Maß  $a_{4,c}$  gewählt werden. In Randbereichen, in denen die Rippen rechtwinklig zu ihrer Stabachse beansprucht werden, können andere Randabstände erforderlich sein. Bei allen Tafeln mit freien Plattenrändern muss als Randabstand der Verbindungsmittel aller Platten das Maß  $a_{4,t}$  gewählt werden.

(10) In einem Plattenabschnitt  $l_p \times a_r$  des Tafeltyps 1a, 1.1, 1.2 und 1.3 und in einem Plattenabschnitt  $h_p \times a_r$  des Tafeltyps 2a und 2.1 darf bei der Berechnung der Beanspruchungen eine einzelne Öffnung vernachlässigt werden, wenn ihre Abmessungen kleiner als  $a_r/2 \times a_r/2$  sind. Die Auswirkungen größerer Öffnungen sind nachzuweisen.

(11) Die Randrippen von Tafeln dürfen nicht gestoßen sein oder die Stöße sind verformungsarm auszuführen. Stöße sind verformungsarm in diesem Sinne, wenn der Bemessungswert der Tragfähigkeit des Stoßes größer als der 1,5fache Bemessungswert der Beanspruchung ist.

(12) Sofern kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Tafel erfolgt, sind bei Tafeln mit einem Rippenabstand, der größer ist als die 50fache Beplankungsdicke, die Lasten über Verteiler in die Tafeln einzuleiten. Freie Plattenränder sind bei diesen Tafeln nicht zulässig.



(2) Wandtafeln können in ihrer Ebene horizontal und vertikal beansprucht werden (Abbildung 8). Die Horizontal- und Vertikalkräfte werden in die Kopfrippe der Wandtafel eingeleitet. Die Tragfähigkeit der Kopfrippe für die durch Vertikalkräfte verursachten Biegebeanspruchungen ist nachzuweisen.

(3) Sofern für die charakteristische Länge der Kopfrippe gilt

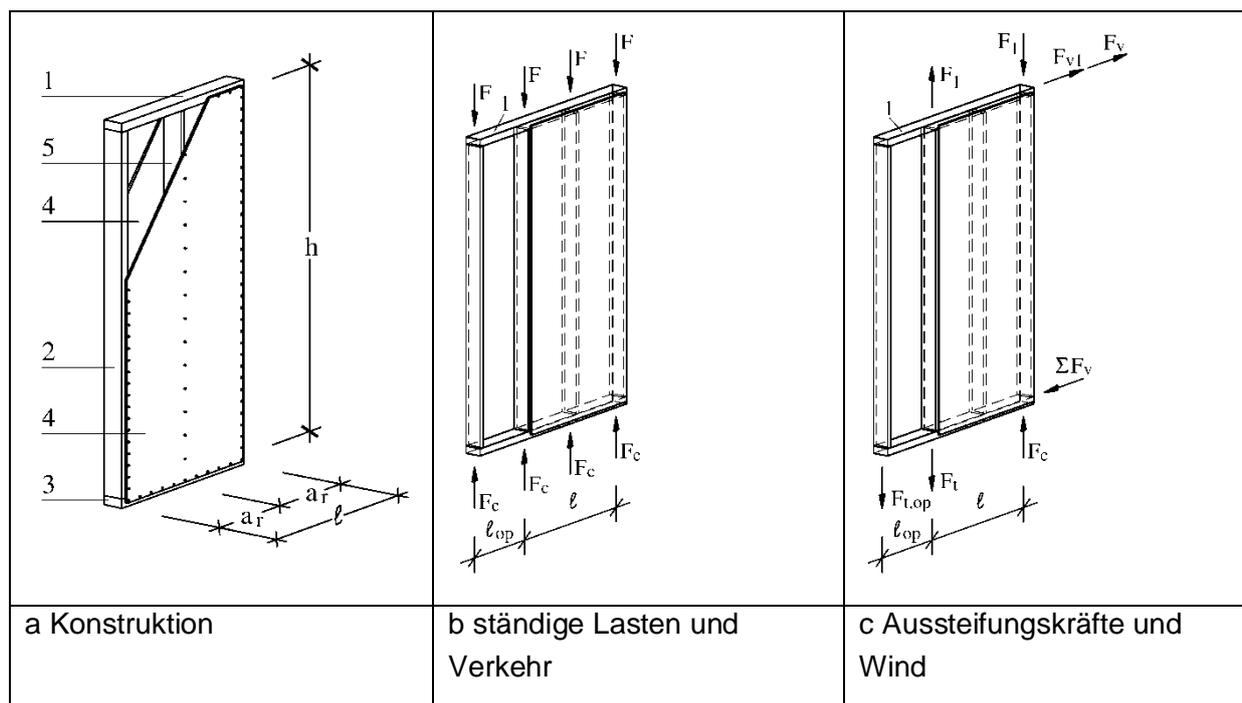
$$\ell_{char} = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} \geq ?$$

Gl. 1

und bei einstöckigen Gebäuden dürfen die durch Vertikalkräfte gleichzeitig verursachten Beanspruchungen des Verbundes der Kopfrippe mit der Beplankung und der Beplankung selbst unberücksichtigt bleiben.

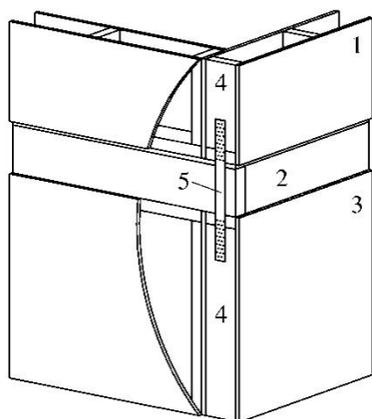
(4) Die Lagerung der Wandtafel für Horizontal- und Vertikalkräfte erfolgt in horizontaler Richtung über die Fußrippe und in vertikaler Richtung über die vertikalen Randrippen oder eine kontinuierliche Lagerung der Fußrippe. Kopf- und Fußrippe müssen darüber hinaus so gelagert werden, dass sich die Wandtafel auch senkrecht zur Wandebene in einer stabilen Gleichgewichtslage befindet (kein Umkippen oder Gleiten).

Anmerkung: Für Verdrehungen der Kopfrippe gegen die Fußrippe um eine vertikale Drehachse (Torsion) besitzt eine Wandtafel keine Steifigkeit.



- 1 Kopfriple, durchlaufend
- 2 Randrippe
- 3 Fußrippe
- 4 Beplankung, einseitig oder beidseitig
- 5 Innenrippe
- F ständige Lasten und Verkehrslasten
- $F_v$  Teile der Aussteifungskraft und Windlast eines Stockwerks
- $F_{v1}$  resultierende Aussteifungskraft und Windlast von Bauwerksteilen oberhalb des Stockwerks
- $F_1$  vertikale Lasten, die aus Windlasten oberhalb des Stockwerks resultieren
- $F_c, F_t, F_{t,op}$  in die Konstruktion unterhalb des Stockwerks weiterzuleitende Druck- und Zugkräfte

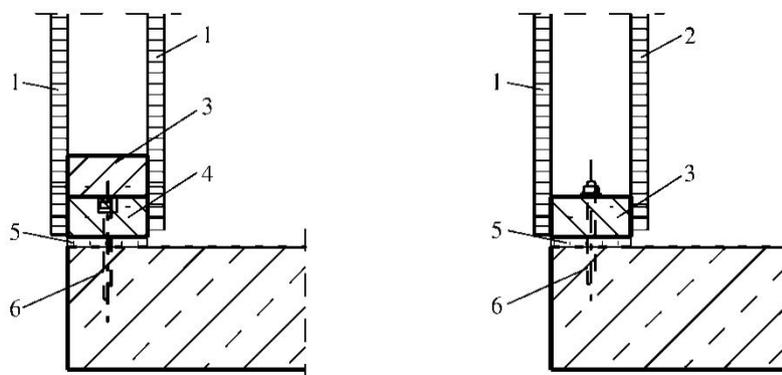
**Abbildung 8: Wandtafel eines Stockwerks**



- 1 obere Wandtafel
- 2 Deckentafel
- 3 untere Wandtafel
- 4 vertikale Rippe
- 5 Verbindungselement zur Weiterleitung von  $F_t$

**Abbildung 9: Verbindung der vertikalen Rippen übereinander stehender Wandtafeln**

(4) Die Lagesicherheit der Wandtafel ist in der Gleitfuge zwischen Fußrippe und Unterkonstruktion zu gewährleisten, wie in Abbildung als Prinzipskizzen dargestellt.



- 1 Beplankung in der Regel vorgefertigt
- 2 Beplankung auf der Baustelle montiert
- 3 Fußrippe
- 4 Richt-/Nivellierholz
- 5 Ausgleichsmörtel
- 6 Anker auf Abscheren und ggf. auf Zug beansprucht

**Abbildung 10: Varianten der Verbindung einer Wandtafel mit einer Stahlbetonplatte als Unterkonstruktion**

(5) Für eine Wandtafel, die in ihrer Ebene durch eine Kraft  $F_v$  horizontal zwischen Fuß- und Kopfrippe beansprucht wird, gelten die Regeln für Deckentafeln sinngemäß.

(6) Die Plattenabmessungen in beiden Richtungen, das sind die Plattenlänge  $l_p$  und die Plattenhöhe  $h_p$  (auch von Passstücken), betragen mindestens 625 mm.

(7) Die Ränder der Platten einer Wandtafel sind mit Rippen mit überall gleichen Verbindungsmitteln im Abstand  $a_1$  verbunden; eine Abstufung der Verbindungsmittelabstände ist nur auf Innenrippen zulässig, auf denen sich kein Plattenstoß befindet.

(8) Die ein- oder beidseitige Beplankung besteht aus über die volle Tafelhöhe durchgehenden Platten, die auf vertikalen Rippen (Stoßrippen) gestoßen sein dürfen.

(9) Abweichend von (8) darf die Beplankung horizontal einmal gestoßen sein, wenn die Plattenabmessungen in (6) eingehalten werden und die beiden Plattenränder schubsteif entsprechend (7) verbunden sind. Hiervon abweichende Konstruktionen und Beplankungen mit freien Plattenrändern sind nur zulässig, wenn über die Regeln dieses Abschnitts hinaus genauere Nachweise der Tragfähigkeit (einschl. Kippen und Knicken der vertikalen Rippen, siehe (9) in 9.3.1) und der Gebrauchstauglichkeit geführt werden.

#### 9.3.4.2 Plattenartige Beanspruchung durch Wind

(1) Für die plattenartige Beanspruchung durch Wind, entsprechend der Wandtafel W1 in Abbildung 7, darf angenommen werden, dass die Kraftübertragung von den vertikalen Rippen in die Kopf- und Fußrippen ohne zusätzliche Verbindungsmittel sichergestellt ist.

#### 9.3.4.3 Vertikale scheibenartige Beanspruchung

(1) Die Abtragung vertikaler Lasten erfolgt von der Kopf- in die Fußrippe über die vertikalen Rippen allein durch Querdruck  $\sigma_{c,90}$  oder im Zusammenwirken mit der Beplankung durch  $s_{v,90}$  im Verhältnis der Beanspruchbarkeiten von Querdruck in den Kontaktflächen und Verbund von Beplankung und Kopf- und Fußrippe.

(2) Die Nachweise für die Beanspruchungen der Rippen durch Querdruck  $\sigma_{c,90}$  sind nach Abschnitt 6.2.5 zu führen. Die Nachweise für die Beanspruchungen des Verbundes und der Beplankung durch  $s_{v,90}$  sind nach den Regeln (10) bis (13) des Abschnitts 9.3.1 neu zu führen.

(3) Sind die vertikalen Lasten nicht symmetrisch über die Länge  $l$  einer Wandtafel verteilt, so darf die lokale Wirkung des aus der Ausmitte  $e$  (Unsymmetrie) resultierenden Moments auf die Beanspruchungen des Verbundes von Beplankung und Rippen unberücksichtigt bleiben, wenn  $e$  kleiner  $l/6$  und  $h/6$  ist.

Anmerkung: Die globalen Wirkungen von unsymmetrischen Lasten auf das Gleichgewicht eines Tragwerks sind stets zu verfolgen.

(4) Die Auswirkung von Imperfektionen einer vertikal belasteten Wandtafel in Form einer Schrägstellung  $\phi$  nach Regel (6) des Abschnitts 5.5 und Bild 5.3b darf durch eine Ersatzlast  $F_\phi$  berücksichtigt werden (Abbildung 11). Für einstöckige Gebäude entsprechend Bild 5.3bneu gilt

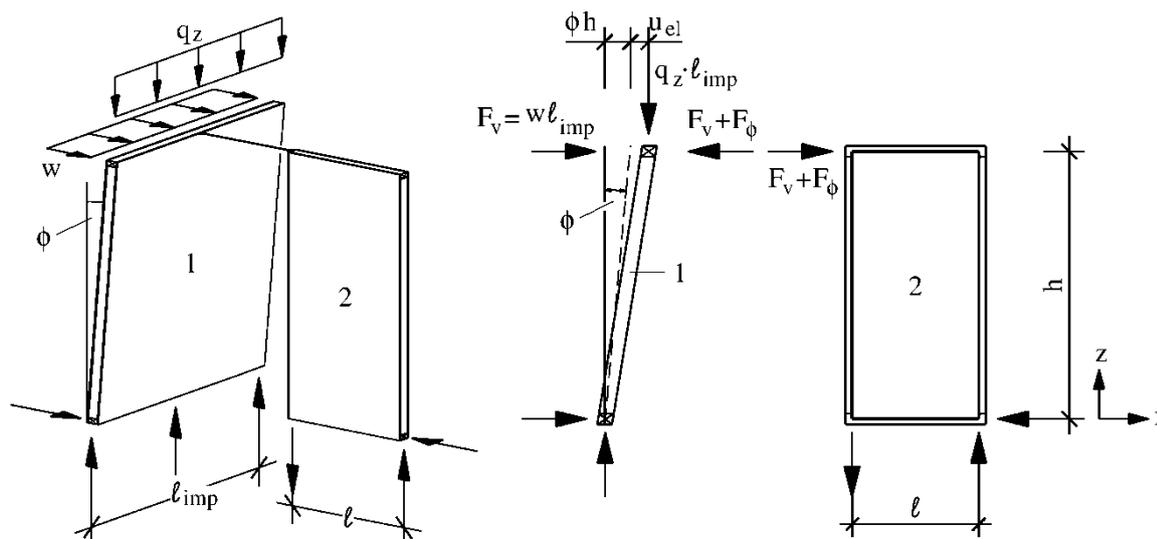
$$F_{\phi,d} = \frac{q_{z,d} \ell_{imp}}{70} \quad \text{Gl. 2}$$

$q_z$  vertikale Linienlast aus ständigen Lasten und Verkehrslasten

$\ell_{imp}$  Länge der auszusteifenden, imperfekten Wandtafel

Anmerkung: Bei einstöckigen Gebäuden mit ausgebautem (bewohntem) Dachstockwerk und Ziegeleindeckung beträgt das Verhältnis der vertikalen Linienlast zur Windlast  $q_{z,k}/w_k$  ungefähr 10.

(5) Bei Berücksichtigung einer Schrägstellung  $\phi$  durch eine Ersatzlast  $F_\phi$  nach Gl.16 darf die horizontale Verschiebung  $u_{ei}$  aus  $F_v + F_\phi$  in Abbildung das Maß  $h/100$  nicht überschreiten, falls kein genauere Nachweis nach Theorie 2.Ordnung erfolgt. Die Steifigkeitskennwerte und Verschiebungsmoduln sind dabei nach Abschnitt 2.4.1 zu bestimmen.



1 auszusteifende Wandtafel

2 aussteifende Wandtafel

**Abbildung 11: Auswirkungen der Schrägstellung  $\phi$  einer Wandtafel**

Anmerkung: Die Summe von Windlast  $F_v$  und Aussteifungskraft  $F_{\phi,d}$  beträgt nach Theorie 2. Ordnung

$$F_{v,d} + F_{\phi,d} = (\phi q_{z,d} + w_d) \ell_{imp} \frac{1}{1-\alpha} \quad \text{mit} \quad \alpha = \frac{q_{z,d} \ell_{imp}}{K_d h} \quad \text{Gl. 3}$$

und der Scheibensteifigkeit  $K_d$  der aussteifenden Wandtafel für Nachweise im Grenzzustand STR. Dabei sind die Nachgiebigkeiten der oberen und unteren Decke des Stockwerks, die wiederum die Wandtafel aussteifen, gegebenenfalls zu berücksichtigen.

(6) Die aus Schrägstellungen mehrerer Wände möglicherweise resultierende Verdrehung der oberen gegenüber der unteren Deckentafel darf in der Regel vernachlässigt werden.

(7) Die Auswirkung von Imperfektionen aus der Tafelebene einer auf Druck beanspruchten vertikalen Rippe in Form einer Vorkrümmung ist nachzuweisen. (Querschnittsnachweis nach Abschnitt 7.2 oder Bauteilnachweis nach Abschnitt 7.3 imperfektionsempfindlicher Bauteile)

Anmerkung: siehe auch „Plattenartig beanspruchte Tafeln“ in Abschnitt 9.2neu

(8) Die Auswirkung von Imperfektionen in der Tafelebene (Schrägstellung und Vorkrümmung) einer auf Druck beanspruchten vertikalen Rippe dürfen bei Wandhöhen  $h < 3$  m vernachlässigt werden, wenn die Anforderungen in Regel (9) des Abschnitts 9.3.1 (vereinfachter Nachweis von Kippen und Knicken) erfüllt werden. Sofern die Anforderungen nicht erfüllt werden, ist für die vertikale Rippe ein Nachweis als elastisch gelagerter Druckstab nach Theorie 2. Ordnung unter Berücksichtigung des Kriechens des Verbundes von Beplankung und Rippe zu führen.

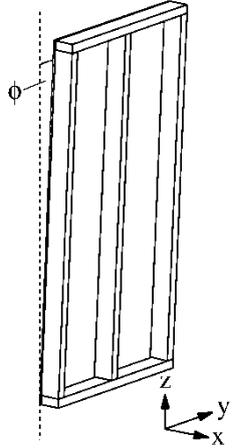
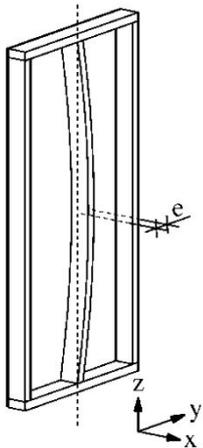
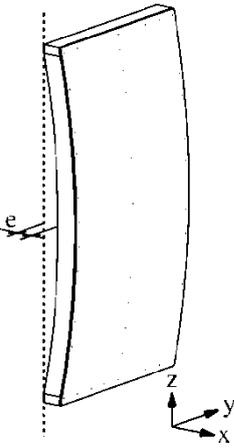
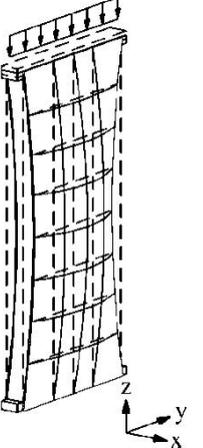
			
<p>Schrägstellung <math>\phi</math> der vertikalen Rippen</p>	<p>Vorkrümmung e einer vertikalen Rippe in der Tafelebene - Knicken</p>	<p>Vorkrümmung e der vertikalen Rippen aus der Tafelebene - Knicken</p>	<p>Druckbeulen infolge Vorkrümmung der mit 4 Randrippen verbundenen Beplankung</p>

Abbildung 12: Imperfektionen der vertikalen Rippen und der Beplankung einer Wandtafel

Anmerkung: Nachweis der vertikalen Rippe im Grenzzustand STR mit der Vorkrümmung e in der Tafelebene nach Abbildung 13 als elastisch gelagerten durch  $F_d$  beanspruchten Druckstab der Länge h in Abbildung nach Theorie 2. Ordnung

- Bemessungswert der Steifigkeit k des Verbundes der druckbeanspruchten Rippe mit der über h durchgehenden Platte (ungestoßene Beplankung) in N/mm/mm

$$k_d = \frac{2/3 K_{ser}}{\gamma_M a_1} \frac{1}{1+k_{def}} \quad \text{mit Abstand } a_1 \text{ der Verbindungsmittel,} \quad \text{Gl. 4}$$

- Bemessungswert der Steifigkeit k des Verbundes der Platte der Länge  $l_p$  mit der Kopf- und Fußrippe beträgt mindestens  $k_d$  und für die Plattenlänge gilt:  $l_p \geq 5a_1$ ,
- Ersatzstablänge in mm

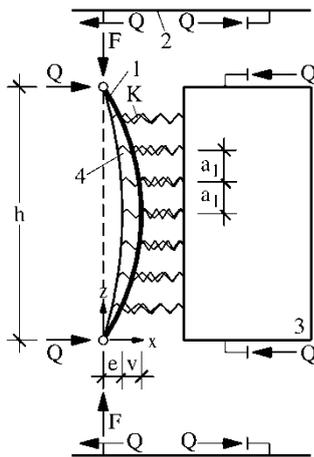
$$h_{ef} = h \sqrt[4]{\frac{\pi^2 F_{E,d}}{4h^2 k_d}} \quad \text{mit } F_{E,d} = F_{Euler,d} = \frac{\pi^2 E_{0,d} I}{h^2} \frac{1}{1+k_{def}}, \quad \text{Gl. 5}$$

- kritische Last der elastisch gelagerten Rippe in N

$$F_{crit,d} = F_{E,d} + \frac{h^2}{\pi^2} k_d \quad \text{und} \quad \alpha_d = \frac{F_d}{F_{crit,d}}, \quad \text{Gl. 6}$$

- horizontale Durchbiegung v der Rippe in mm und Beanspruchungen q, Q des Verbundes in N/mm

$$v = \frac{\alpha_d e}{1-\alpha_d} \sin \frac{\pi x}{h} \quad \text{und} \quad q_d = k_d v, \quad Q_d = \frac{h}{\pi} q_d \quad \text{Gl. 7}$$



- 1 vertikale Rippe
- 2 horizontale Rippe
- 3 Beplankung
- 4 Verbund

**Abbildung 13:** Statisches Modell einer vertikalen Rippe mit konstanter Normalkraft  $N = F$ , an den Enden durch indirekten Verbund mit der Beplankung über Kopf- und Fußrippe und über die Rippenlänge durch direkten Verbund mit der Beplankung seitlich ausgesteift

#### 9.3.4.4 Horizontale Scheibenbeanspruchung

(1) Die Verteilung der aus Wind resultierenden horizontalen Kräfte  $F_v$  auf die Wandtafeln eines Stockwerks erfolgt mit Hilfe eines statischen Modells, dessen vereinfachende Annahmen nachvollziehbar sind. Dabei sind die Auswirkungen der Windlasten auf Gebäudeteile oberhalb des Stockwerks zu berücksichtigen.

(2) Für die druckbeanspruchten vertikalen Rippen gelten die Regeln des Abschnitts 9.3.4.3 sinngemäß.

(3) Die Abtragung vertikaler Lasten erfolgt von der Kopf- in die Fußrippe über die vertikalen Rippen allein durch Querdruck  $\sigma_{c,90}$  oder im Zusammenwirken mit der Beplankung durch  $sv_{,90}$  im Verhältnis der Beanspruchbarkeiten von Querdruck in den Kontaktflächen und Verbund von Beplankung und Kopf- und Fußrippe. Ohne weiteren Nachweis darf bei beidseitiger tragender Beplankung dem Verbund  $\frac{1}{3}$  und bei einseitiger tragender Beplankung  $\frac{1}{4}$  der Rippenkraft zugeordnet werden.

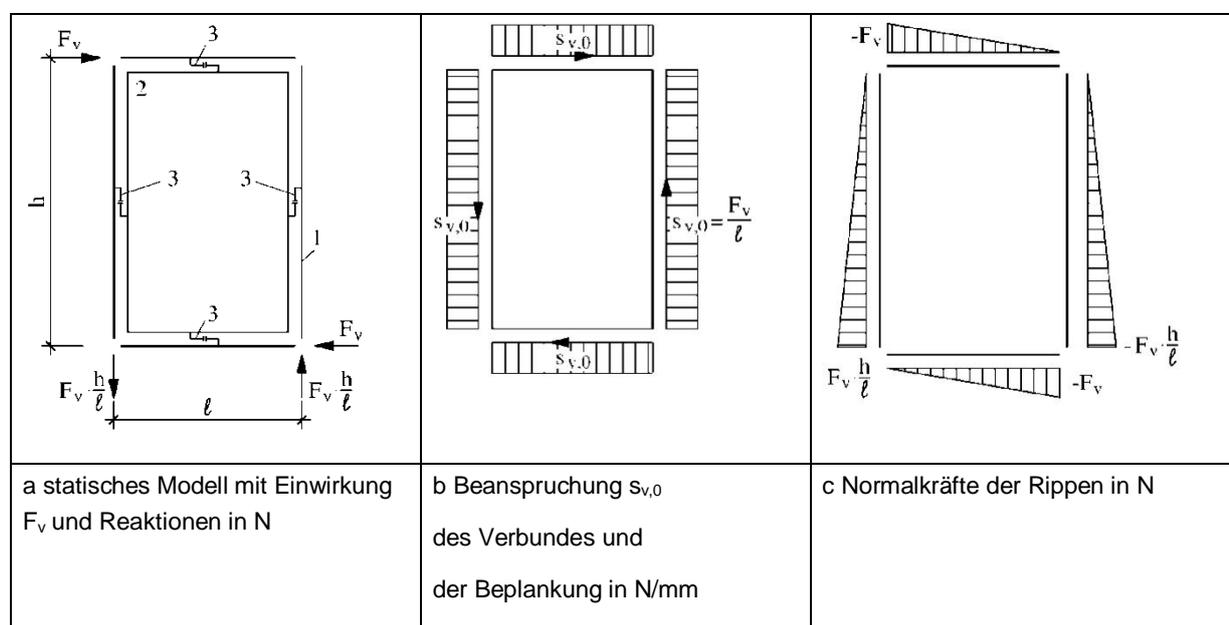
**- Verfahren A für einseitig oder beidseitig vorgefertigte Wandtafeln**

(1) Zur Berechnung der Beanspruchungen der Teile einer Wandtafel ohne Öffnungen darf das in Abbildung 14 dargestellte Schubfeld-Modell verwendet werden. Dann gilt für die vertikalen Lagerkräfte

$$F_{t,d} = F_{c,d} = \frac{h}{\ell} F_{v,d} \quad \text{Gl. 8}$$

und für den konstanten Schubfluss im Verbund von Beplankung und Randrippen

$$s_{v,0,d} = \frac{1}{\ell} F_{v,d} \quad \text{Gl. 9}$$



- 1 Stab als Modell der Rippe
- 2 Scheibe nach Scheibentheorie der Statik als Modell der Beplankung
- 3 Symbol für Verbund von Beplankung und Rippe

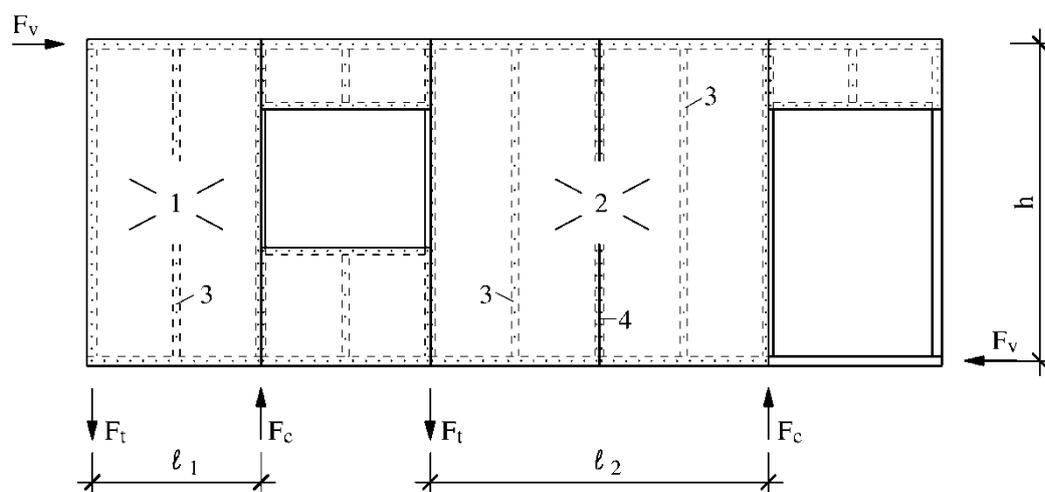
**Abbildung 14: Statisches Modell (Schubfeld-Modell) einer Wandtafel - Einwirkung, Reaktionen und Beanspruchungen**

(2) Die Nachweise für die Beanspruchungen des Verbundes und der Beplankung sind nach den Regeln (10) bis (13) des Abschnitts 9.3.1neu zu führen.

(3) Wenn kein besonderer Nachweis geführt wird, dürfen Wandtafelabschnitte mit Tür- und Fensteröffnungen für die Weiterleitung horizontaler Kräfte nicht in Rechnung gestellt werden.

(4) In der Regel besteht eine Wand aus einer Gruppe von Wandtafeln (Abbildung). Sofern alle Wandtafeln der Gruppe mit einer durchgehenden Kopf- und Fußrippe verbunden sind, darf die Horizontalkraft  $F_v$  auf die einzelnen Tafeln der Gruppe proportional zu den Tafellängen verteilt werden. Die Auflagerreaktionen der vertikalen Rippen der einzelnen Wandtafeln der Gruppe sind dann gleich und ergeben sich aus Gl. 16. Die Beanspruchungen  $s_{v,0}$  der Rippen und der Beplankung sind dann ebenfalls gleich und ergeben sich aus Gl. 17, wenn in beiden Gleichungen für  $l$  die Summe der einzelnen Tafellängen (ohne Öffnungsabschnitte) angesetzt wird.

Anmerkung: Gemäß (3) gilt für Wand in Abbildung  $l = l_1 + l_2$ .



- 1 Wandtafel 1 der Länge  $l_1$  ohne Öffnung, Beplankung einer Seite besteht aus einer Platte
- 2 Wandtafel 2 der Länge  $l_2$  ohne Öffnung, Beplankung einer Seite besteht aus zwei Platten
- 3 Innenrippe
- 4 Innenrippe als Stoßrippe

**Abbildung 15: Wand mit Öffnungen bestehend aus einer Gruppe von 2 Wandtafeln, Beplankung ein- oder beidseitig – Einwirkung und Reaktionen**

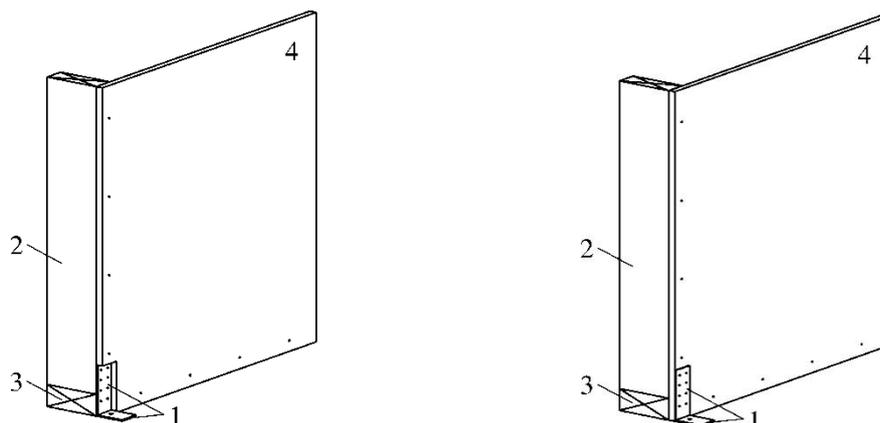
(5) Wenn eine Verankerung der Wandtafel erforderlich ist, ist für diese folgender Nachweis zu führen:

$$F_{t,d,dst} - F_{c,d,stab} \leq R_d \quad \text{Gl. 10}$$

$F_{t,d,dst}$  Bemessungswert der Ankerkraft aus destabilisierenden Einwirkungen

$F_{c,d,stab}$  Bemessungswert der Druckkraft aus stabilisierenden Einwirkungen

$R_d$  Bemessungswert der Tragfähigkeit der Verankerung



a direkte Verankerung der Randrippe

b indirekt durch die Beplankung als unverschiebliche Zwischenschicht

- 1 Verbindungselement
- 2 Randrippe
- 3 Fußrippe
- 4 Beplankung

Abbildung 16: Verankerungsvarianten

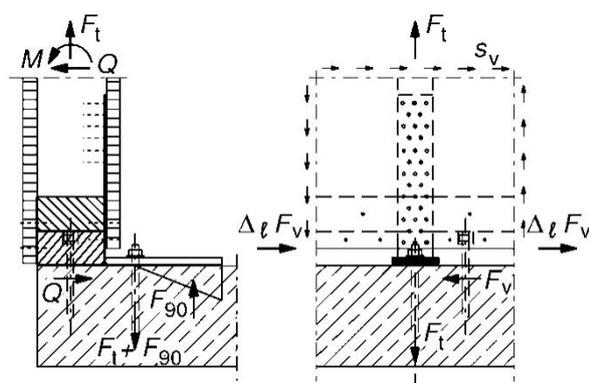


Abbildung 17: Beispiel einer direkten Zugverbindung der Randrippe einer Wandtafel durch ein Verbindungselement mit der Unterkonstruktion

(6) Die Verankerung erfolgt in der Regel durch ein Verbindungselement, das auf der einen Seite direkt an der vertikalen Randrippe der Wandtafel und auf der anderen Seite an der Unterkonstruktion angeschlossen wird (Abbildung 16a). Der Anschluss des Verbindungselements nicht direkt an die Rippe, sondern indirekt durch die Beplankung hindurch (Abbildung 16b), ist nur zulässig, wenn zur Bestimmung von  $R_d$  ein besonderer Nachweis geführt wird, der die Beplankung als unverschiebliche Zwischenschicht betrachtet. Der Grenzzustand der Tragfähigkeit, der durch Zugscherversagen der Beplankung eintritt, ist zu berücksichtigen. Die Anordnung von Verbindungselementen der Variante in Abbildung b auf Plattenstößen ist unzulässig.

(7) Der Bemessungswert  $R_d$  der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel des Verbundes von Beplankung und Rippen nach Abschnitt 8 darf bei Wandtafeln ohne freie Plattenränder um 20% erhöht werden.

(8) Als Randabstand der Verbindungsmittel für Platten und Rippen darf bei Wandtafeln ohne freie Plattenränder das Maß  $a_{4,c}$  gewählt werden.

(9) Für Wandtafeln einstöckiger Gebäude ist eine Berücksichtigung der Auswirkungen von Imperfektionen in Form einer Schrägstellung nach Abbildung 8 und ein Nachweis der horizontalen Kopfverschiebung  $u$  nicht erforderlich, wenn

- die Tafellänge mindestens  $h/2$  beträgt,
- die Wandtafel keine freien Plattenränder besitzt und direkt in einer steifen Unterkonstruktion gelagert ist,
- die Erhöhung der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel nach (7) nicht in Anspruch genommen wird.

(10) Die horizontale Kopfverschiebung  $u$  einer Wandtafel ergibt sich als Summe der Verschiebungsanteile

- $u_K$  des Verbundes aller Plattenränder mit den Rippen,
- $u_G$  der Schubverformungen der Platten und
- $u_A$  der Verbindung der Wandtafel mit der Unterkonstruktion.

Bei Wandtafeln ein- und zweistöckiger Gebäude mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern dürfen die Verformungen der Rippen vernachlässigt werden.

Anmerkung:

Der Verschiebungsanteil  $u_K$  des Verbundes aller Plattenränder mit den Rippen ergibt sich für die Wandtafel in Abbildung 8 und Abbildung 14 und die Wandtafel 1 in Abbildung 15 jeweils mit Beplankung aus einer Platte zu

$$u_{K,inst} = (2\ell + 2h) \frac{S_{v,0,d} \cdot a_1}{K_{ser} \ell} \quad \text{Gl. 11}$$

Der Verschiebungsanteil  $u_G$  der Schubverformungen der Platten ergibt sich zu

$$u_{G,inst} = \frac{S_{v,0,d} \cdot h}{Gt} \quad \text{Gl. 12}$$

Der Verschiebungsanteil  $u_A$  der Verbindung der Wandtafel mit der Unterkonstruktion ergibt sich zu

$$u_A = u_{A,t} + u_{A,c} = (w_t + w_c) \frac{h}{\ell} \quad \text{Gl. 13}$$

mit der Verformung  $w_t$  der Verankerung infolge  $F_t$  und der Eindrückung  $w_c$  der Fußrippe infolge  $F_c$ . Wird eine Wandtafel über biegesteif durchlaufende horizontale Rippen außerhalb der Wand selbst verankert, entstehen zusätzliche horizontale Kopfverschiebungen. Die geometrische Kompatibilität der Kopfverschiebungen aller Wände eines Stockwerks mit der Verformbarkeit der Deckentafeln ist zu beachten.

## - Verfahren B-neu für einseitig vorgefertigte Wandtafeln

### 9.3.4.5 Kombinierte vertikale und horizontale Scheibenbeanspruchung

(1) Vertikale und horizontale Scheibenbeanspruchungen sind in ihrer ungünstigsten Kombination nachzuweisen.

(2) ....

### 9.3.4.6 Beidseitig ungleiche Beplankungsmaterialien

(1) Bei beidseitigen Beplankungen mit gleichen Verbundsteifigkeiten darf die Tragfähigkeit der Wandtafel als Summe der Tragfähigkeiten der beiden Beplankungsseiten berechnet werden. Andernfalls darf die Tragfähigkeit der weicheren Beplankungsseite nur zu 80% in Rechnung gestellt werden.

Anmerkung: Diese Regel kann noch konkretisiert werden.

(2) ...

### 9.3.4.X Beplankung aus Brettschalung

?

### 9.3.4.7 Öffnungen

(1) Einzelne Öffnungen in der Beplankung dürfen bei der Berechnung der Beanspruchungen vernachlässigt werden, wenn ihr Durchmesser  $d_{op}$  kleiner oder die Länge  $l_{op}$  ihre längsten Diagonale kürzer als 200 mm ist und ihr Abstand zum Plattenrand größer als  $d_{op}$  bzw.  $l_{op}$  ist. Bei mehreren Öffnungen muss zusätzlich die Summe der Längen kleiner als 10% der Tafellänge und die Summe der Höhen kleiner als 10% der Tafelhöhe sein. Die Auswirkungen größerer Öffnungen sind mit Hilfe eines geeigneten statischen Modells und den Mindestabständen  $d_{op}$  bzw.  $l_{op}$  vom Plattenrand nachzuweisen.

(2) Die Reduktion der Tragfähigkeit einer Wandtafel auf Grund von Öffnungen zum Einblasen von losen Dämmstoffen in unmittelbarer Nähe des Tafelrandes in Abbildung 18 kann

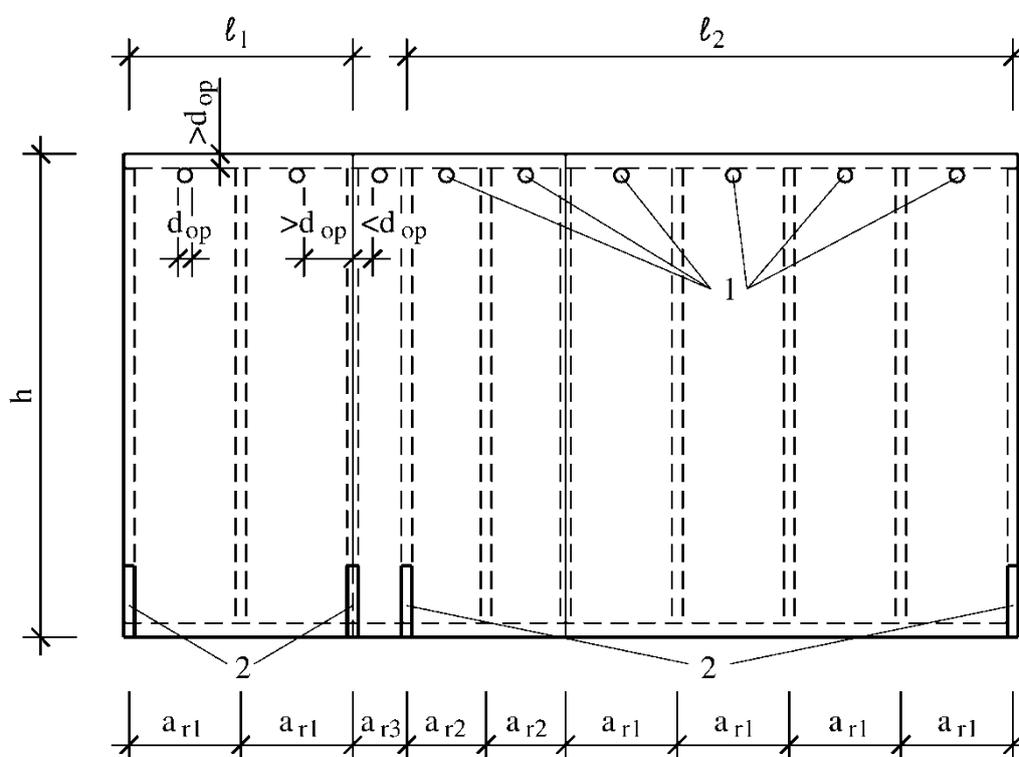
durch Abminderung der Schubfestigkeit der Beplankung durch den Beiwert  $k_{op}$  berücksichtigt werden

$$k_{op} = \frac{a_{r,mean} - d_{op}}{0,9a_{r,mean}} \quad \text{Gl. 14}$$

$a_{r,mean}$  mittlerer Rippenabstand

$d_{op}$  Durchmesser der Einblasöffnung

Der Einfluss der Einblasöffnungen auf das Beulen der Beplankung darf vernachlässigt werden.



1 Einblasöffnung mit Durchmesser  $d_{op}$

2 Verbindungselement nach Abbildung 16a

**Abbildung 18: Wand mit Einblasöffnungen, bestehend aus einer Gruppe von 2 Wandtafeln – Randabstände der Öffnungen**

Anmerkung: Die Wand muss statisch in 2 Wandtafeln zerlegt werden, da der Randabstand der Öffnung in Gefach 3 zum linken Plattenrand kleiner als ihr Durchmesser  $d_{op}$  ist.

### 9.3.4.8 Passplatten

(1) Wenn kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit geführt wird, beträgt die Plattenlänge  $l_p$  als Teil der Wandlänge  $l$  mindestens 625 mm.

(2) ...

#### 9.3.4.9 Nicht rechteckige Wandtafeln

(1) Die Reaktionen und Beanspruchungen nicht rechteckiger Wandtafeln, wie die in Abbildung 19, dürfen mit Hilfe von Schubfeld-Modellen berechnet werden, solange für das Gleichgewicht jeder einzelnen Platte der Beplankung keine Beanspruchungen  $s_{v,90}$  senkrecht zu einem Plattenrand berücksichtigt werden müssen. Gegebenenfalls sind an den Kräfteinleitungsstellen Verbindungen der Rippen herzustellen, um die Kraft  $F_v$  in Komponenten zerlegen zu können, die in Richtung der beteiligten Rippenachsen wirken.

	Konstruktion	Statisches Modell	Schubfluss	Normalkraft
A				
B				
C	Bild folgt		Bild folgt	Bild folgt
D				

- 1 Stab als Modell der Rippen
- 2 Scheibe nach Scheibentheorie der Statik als Modell der Beplankung
- 3 Symbol für Verbund von Beplankung und Rippe
- 4 Verbindung der Rippen

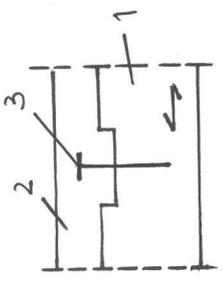
**Abbildung 19: Statische Modelle (Schubfeld-Modelle) nicht rechteckiger, trapezförmiger Wandtafeln**

**Anlage 10-1:**  
Redaktionelle Durchsicht EC 5-2

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/ Caption	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.1.1 1.1.2 1.2 2.1	(1), (3) (3) (1) (1)		EN 1990 is the only one dated	EN 1990 instead of EN 1990:2002
1.1.1	(1) P – (5)	<p><b>1.1.1 Scope of EN 1990</b></p> <p>(1) P EN 1990 applies to the design of buildings and civil engineering works in timber (solid timber, sawn, planed or in pole form, glued laminated timber or wood-based structural products e.g. LVL) or wood-based panels jointed together with adhesives or mechanical fasteners. It complies with the principles and requirements for the safety and serviceability of structures, and the basis of design and verification that are given in EN 1990:2002.</p> <p>(2) P EN 1995 is only concerned with requirements for mechanical resistance, serviceability, durability and fire resistance of timber structures. Other requirements, e.g. concerning thermal or sound insulation, are not considered.</p> <p>(3) EN 1990 is intended to be used in conjunction with:</p> <p>EN 1990:2002 Eurocode — Basis of structural design</p> <p>EN 1991 “Actions on structures”</p> <p>EN’s for construction products relevant to timber structures</p> <p>EN 1998 “Design of structures for earthquake resistance”, when timber structures are built in seismic regions</p> <p>(4) EN 1995 is subdivided into various parts: EN 1995-1 General EN 1995-2 Bridges</p> <p>(5) EN 1995-1 “General” comprises: EN 1995-1-1 General — Common rules and</p>	Text identical to EN 1995-1-1, 1.1.1	(1) See EN 1995-1-1, 1.1.1

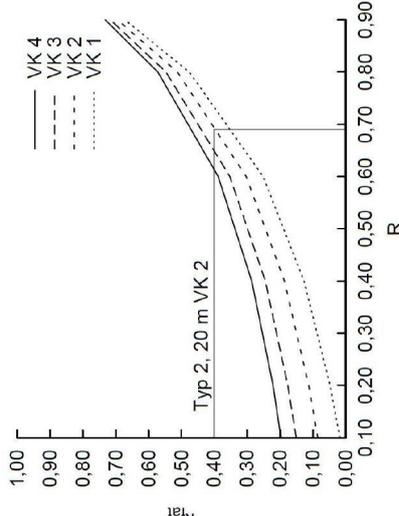
Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.1.2	(3)	rules for buildings EN 1995-1-2 General — Structural Fire Design (3) Section 1 and Section 2 also provide additional clauses to those given in EN 1990:2002 "Eurocode: Basis of structural design".	Section 1 necessary?	Delete Section 1
1.2	(1) First paragraph	<b>1.2 Normative references</b> (1) The following normative documents contain provisions which, through references in this text, constitute provisions of this European standard. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this European standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references the latest edition of the normative document referred to applies.  European Standards:	Text identical to EN 1995-1-1, 1.2 (1)	(1) See EN 1995-1-1, 1.2
1.2	(1) Second paragraph		Standards for bearings are missing	Add standard EN 1337 Add standard EN 1993-1-4
1.3	(1)		That clause is not necessary.	delete
1.5.1	(2) new		Definitions missing Import from EN 1993-2, 1.5 Definitions and for <b>Fatigue</b> from EN 1993-1-9 (1.2.1.1)	(2) For the purposes of this Part 2 of EN 1995, in addition to the definitions given in EN 1990 and EN 1995-1-1, the following definitions apply:  1.5.1.1 <b>Bridges</b> civil engineering construction works mainly intended to carry traffic or pedestrian loads over a natural obstacle or a communication line; railway bridges and bridges which carry canals, service pipes or other vehicles are also covered  1.5.1.2 <b>Abutment</b>

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
				<p>any end support of a bridge; a distinction is made between rigid abutments and flexible abutments where relevant</p> <p>1.5.1.3 <b>Integral abutment</b> an abutment that is connected to the deck without any movement joint</p> <p>1.5.1.4 <b>Pier</b> intermediate support of a bridge, situated under the deck</p> <p>1.5.1.5 <b>Bearing</b> structural support located between the superstructure and an abutment or pier of the bridge and transferring loads from the deck to the abutment or pier</p> <p>1.5.1.6 <b>Cable stay</b> a tensioned element which connects the deck of a bridge to the pylon or pylons above the deck</p> <p>1.5.1.7 <b>Headroom</b> the free height available for traffic</p> <p>1.5.1.8 <b>Secondary structural elements</b> structural elements that do not form part of the main structure of the bridge, but are provided for other reasons, such as guard rails, parapets, ladders and access covers</p> <p>1.5.1.9 <b>Fatigue</b> Damage in a structural part through crack initiation and/or crack propagation caused by repeated stress fluctuations</p>
1.5.2.1	Grooved connection		„The contacted parts are normally held together by mechanical fasteners.“	“The contacted parts are normally held together by mechanical fasteners or similar means.”

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.5.2.1	Figure 1.1		Two mechanical fasteners are not necessary Explanation should be given in EN 1995-1-1	One mechanical fastener in the middle of the notch in figure 1 
1.5.2.2			From figure 1.2 only a) is mentioned	Replace by: "See figure 1.2 a) and 1.3"
1.5.2.4	Figure 1.3		Wrong position of figure	Place figure 1.3 under 1.5.2.4
1.5.2.5	NOTE		figure 1.2 b to d	Replace by: figure 1.2 b) to d)
1.6			<p>F - definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>k_{mod}</math> – definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>k_{sys}</math> – definition given in EN 1995-1-1</p> <p>l (Span) – definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>\gamma_M</math> – definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>\rho_{mean}</math> – definition given in EN 1995-1-1</p> <p>m (mass per unit length; in EN 1995-1-1: m = mass per area)</p> <p><math>\alpha, \beta</math> → choose new variables or add definition given in EN 1995-1-1</p>	<p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Modify</p> <p>Modify</p>
2.1	(1)P		Reference is mentioned before	delete
2.2	(1)		Sentence should be added	(1) See EN 1995-1-1, 2.2 and Annex A2 of EN 1990.
2.3.1.2	(1)		Some informations on load-duration classes are missing in EN 1995-1-1	Changes in temperature and moisture → medium term action

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
2.3.1.2	(2)		"Initial pre-stressing forces perpendicular to the grain should be regarded as short-term actions." Why is it a short-term action and not a permanent action?	Irregular settlements → permanent action
2.4.1	NOTE		replace „For <i>fundamental</i> combinations ...“ These combinations are called „permanent and temporary combinations“ in EN 1990	„For permanent and temporary (fundamental) combinations ...“ instead of „For <i>fundamental</i> combinations ...“
2.4.1	Table 2.1		replace “ <i>normal</i> verification” Not a good explanation	“ <i>ULS</i> verification” or “ <i>strength</i> verification” instead of “ <i>normal</i> verification” Rows 1., 2. and 5. in Table 2.1
2.4.1	Table 2.1 Row 5.		$\gamma_{M,v} = 1,25$ Where does this value come from? It is deemed that the value is not constant for all connectors. The value depends on the failure mode.	In case of a grooved connection the value should be 1,3
3	(1)P		Important standards are not mentioned; change numbering (see above)	(4)P For concrete components see EN 1992-2. For steel components see EN 1993-2. Pre-stressing steels shall comply with EN 10138-1 and EN 10138-4.
5	(1)(1) new		Structural modelling and basic assumptions are part of EN 1995-1-1, 5	For the structural modelling and basic assumptions for components of bridges see EN 1995-1-1.
5.1.1 und 5.1.3			These subclauses should be given in EN 1995-1-1, because laminated deck plates are also used in building construction as floor and wall elements.	
5.1.3	Table 5.3		Where do the values come from?	
5.2			More general information	General formulation: „For <i>composite systems</i> , the influence ...“
5.3	(1)		“shall” instead of “should”	„The concrete part shall ...“
5.3	(2)		Reduction of the content to the key message	„Friction and adhesion between wood and concrete should not be taken into account.“
5.3	(1)		It should be mentioned that creep and shrinkage of concrete have to be considered.	(1) ... Add: Especially creep and shrinkage of concrete has to be considered according to EN

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
			The NOTE should be given, if 3.5 is mentioned in EN 1995-1-1 (TCC-chapter).	1992-2, Annex B. <b>NOTE</b> For simplification purposes, a final value of creep coefficient $\phi$ ( $\infty$ , $t_0$ ) = 3.5 can be considered.
5.3			Clause should be given in EN 1995-1-1 What is special regarding TCC bridges?	Delete clause in EN 1995-2 when it is included in EN 1995-1-1
6	(1) new		General information given in EN 1995-1-1, 6	(1) (1) For the calculation of typically used cross sections see EN 1995-1-1, 6
6.1.1			Should this subclause better be moved to DIN EN 1995-1-1?	
6.1.1	(1)		clause 6.7 doesn't exist	" ... in EN 1995-1-1 clause 6.6 apply."
6.1.1	(2)		Figure 6.14 doesn't exist	at $k_{sys}$ : „figure 6.12“
6.1.2	(8)		The paragraph is evident and should not be remarked separately.	delete
6.1.2	(9)		Where does this value come from?	
6.1.2	(11)		formulation is incomprehensible, new wording is recommended	
6.2	(2) new		Information on partial factor for fatigue loads is missing (see analogous information given in EN 1993-2, 9.3)	The partial factor for fatigue loads should be taken as $\gamma_{Fat}$ . Note: The National Annex may give the value for $\gamma_{Fat}$ . The use of $\gamma_{Fat} = 1.0$ is recommended.
6.2	(3) new		Information on combinations of actions for fatigue is missing see EN 1990, 6.4.1 (1) d) (see information given in EN 1990, German NA, NDP zu A.1.3.1(4))	Add a regulation for the combination of the actions in fatigue verifications “For fatigue verifications, partial factors of actions should be taken as 1.0 ( $\gamma_G, \gamma_Q = 1.0$ ).”
6.2	(1)P NOTE 1		Additional information	“ ... and bridges with dominating permanent loading.”
6.3 new			Reinforcement is recommended for constructions subjected to tension perpendicular to the grain. If EN 1995-1-1 will not give clauses for reinforcements, it should be added here.	<b>6.3 Reinforcement</b> (1) Members subjected to tension perpendicular to the grain, cross connections, notches and holes shall be reinforced as specified in DIN EN 1995-1-1.

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
7.2	Table 7.1		„low traffic load“ has to be defined There should be one limiting value given, not a range	
8.2.2	(4) Equation (8.1)		Where does the fixed value come from? Tension force depends on curvature and climate.	(4) ... with a <i>minimum</i> magnitude of:
8.2			Clause should be given in EN 1995-1-1 What is special regarding TCC bridges?	Delete clause in EN 1995-2 when it is included in EN 1995-1-1
9	(2)		This is a single remark for execution, which should be given for example in an ETA and not in EN 1995-2. Otherwise, it could be added in the new chapter “Execution” of EN 1995-1-1.	Delete, if it is moved into the new chapter “Execution” of EN 1995-1-1, Otherwise complete the content
A.1	(3)		Where do the values for ratio k come from? The given threshold values do not include important information on load ratio R or the governing traffic category (which correlates with $N_{obs}$ ) Constant amplitude fatigue limits (infinite number of load cycles bearable) are not proven for timber	Delete clause and substitute it by a new simplified verification, for example: Diagrams or tables in which $k_{fat}$ is evaluated according to Eq. (A.5) for different types of fatigue actions, 100 years service life and traffic categories 1 to 4 (EN 1991-2) In this diagrams or tables $k_{fat}$ depends on load ratio R, which should be calculated with fatigue load model 3 (but also load model 1 could be used, that would be on the safe side), and the traffic category “VK” 

See Paper Kudla / Kuhlmann No. 48-7-5 INTER

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
A.2	(1)		The meaning of this clause is not clear	meeting Sibenik, Croatia 2015 or Presentation Kudla WG 6 (meeting in Lisboa 28/10/2015) Delete clause and replace with: (1) The fatigue loading from traffic should be obtained from EN 1991-2.
A.2	(2)		Information on the preferred simplified fatigue load model are useful (see information given in EN 1993-2, 9.2.2)	Delete clause and replace with: (2) For the given simplified fatigue verifications (according to A.1 (3) and A.3) fatigue load model 3 (single vehicle model) in conjunction with the traffic data specified for the bridge location according to EN 1991-2 should be used.
A.3	(4)		Where does value $\beta$ come from?	Give some examples for $\beta=1$ and $\beta=3$
B.1 Note			If the rules will be found in the new version of EN 1991-2, it should be proven, what is still necessary to be regulated here.	
1.5.2.1 2.4.1 (Table 2.1 Row 5) 5.2 5.3 8.2			Clauses should be given in EN 1995-1-1 (timber-concrete composite chapter)	Delete, when the clauses have been included in EN 1995-1-1

Karlsruhe, den 04.10.2015

Matthias Gerold

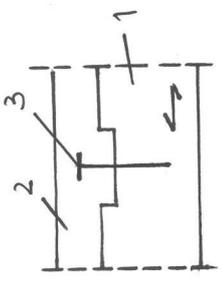
Harrer Ingenieure  
Gesellschaft beratender Ingenieure VBI mbH  
Reinhold-Frank-Straße 48b  
76133 Karlsruhe

**Anlage 10-2:**  
Implementierung baulicher Holzschutz

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.1.1 1.1.2 1.2 2.1	(1), (3) (3) (1) (1)		EN 1990 is the only one dated	EN 1990 instead of EN 1990:2002
1.1.1	(1) P – (5)	<p><b>1.1.1 Scope of EN 1990</b></p> <p>(1) P EN 1990 applies to the design of buildings and civil engineering works in timber (solid timber, sawn, planed or in pole form, glued laminated timber or wood-based structural products e.g. LVL) or wood-based panels jointed together with adhesives or mechanical fasteners. It complies with the principles and requirements for the safety and serviceability of structures, and the basis of design and verification that are given in EN 1990:2002.</p> <p>(2) P EN 1995 is only concerned with requirements for mechanical resistance, serviceability, durability and fire resistance of timber structures. Other requirements, e.g concerning thermal or sound insulation, are not considered.</p> <p>(3) EN 1990 is intended to be used in conjunction with:</p> <p>EN 1990:2002 Eurocode — Basis of structural design</p> <p>EN 1991 “Actions on structures”</p> <p>EN’s for construction products relevant to timber structures</p> <p>EN 1998 “Design of structures for earthquake resistance”, when timber structures are built in seismic regions</p> <p>(4) EN 1995 is subdivided into various parts: EN 1995-1 General EN 1995-2 Bridges</p> <p>(5) EN 1995-1 “General” comprises: EN 1995-1-1 General — Common rules and</p>	Text identical to EN 1995-1-1, 1.1.1	(1) See EN 1995-1-1, 1.1.1

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.1.2	(3)	rules for buildings EN 1995-1-2 General — Structural Fire Design (3) Section 1 and Section 2 also provide additional clauses to those given in EN 1990:2002 "Eurocode: Basis of structural design".	Section 1 necessary?	Delete Section 1
1.2	(1) First paragraph	<b>1.2 Normative references</b> (1) The following normative documents contain provisions which, through references in this text, constitute provisions of this European standard. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this European standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references the latest edition of the normative document referred to applies.  European Standards:	Text identical to EN 1995-1-1, 1.2 (1)	(1) See EN 1995-1-1, 1.2
1.2	(1) Second paragraph		Standards for bearings are missing	Add standard EN 1337 Add standard EN 1993-1-4
1.3	(1)		That clause is not necessary.	delete
1.5.1	(2) new		Definitions missing Import from EN 1993-2, 1.5 Definitions and for <b>Fatigue</b> from EN 1993-1-9 (1.2.1.1)	(2) For the purposes of this Part 2 of EN 1995, in addition to the definitions given in EN 1990 and EN 1995-1-1, the following definitions apply:  1.5.1.1 <b>Bridges</b> civil engineering construction works mainly intended to carry traffic or pedestrian loads over a natural obstacle or a communication line; railway bridges and bridges which carry canals, service pipes or other vehicles are also covered  1.5.1.2 <b>Abutment</b>

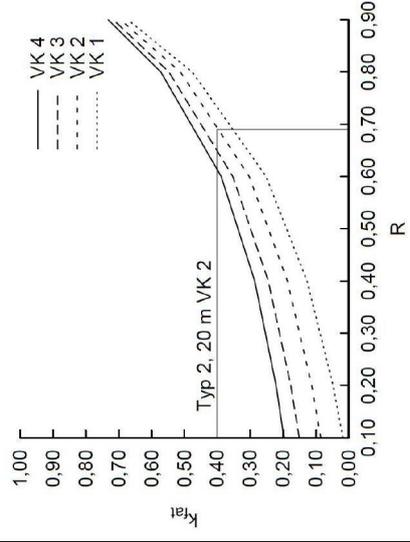
Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
				<p>any end support of a bridge; a distinction is made between rigid abutments and flexible abutments where relevant</p> <p>1.5.1.3 <b>Integral abutment</b> an abutment that is connected to the deck without any movement joint</p> <p>1.5.1.4 <b>Pier</b> intermediate support of a bridge, situated under the deck</p> <p>1.5.1.5 <b>Bearing</b> structural support located between the superstructure and an abutment or pier of the bridge and transferring loads from the deck to the abutment or pier</p> <p>1.5.1.6 <b>Cable stay</b> a tensioned element which connects the deck of a bridge to the pylon or pylons above the deck</p> <p>1.5.1.7 <b>Headroom</b> the free height available for traffic</p> <p>1.5.1.8 <b>Secondary structural elements</b> structural elements that do not form part of the main structure of the bridge, but are provided for other reasons, such as guard rails, parapets, ladders and access covers</p> <p>1.5.1.9 <b>Fatigue</b> Damage in a structural part through crack initiation and/or crack propagation caused by repeated stress fluctuations</p>
1.5.2.1	Grooved connection		„The contacted parts are normally held together by mechanical fasteners.“	“The contacted parts are normally held together by mechanical fasteners or similar means.”

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
1.5.2.1	Figure 1.1		Two mechanical fasteners are not necessary Explanation should be given in EN 1995-1-1	One mechanical fastener in the middle of the notch in figure 1 
1.5.2.2			From figure 1.2 only a) is mentioned	Replace by: "See figure 1.2 a) and 1.3"
1.5.2.4	Figure 1.3		Wrong position of figure	Place figure 1.3 under 1.5.2.4
1.5.2.5	NOTE		figure 1.2 b to d	Replace by: figure 1.2 b) to d)
1.6			<p>F - definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>k_{mod}</math> - definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>k_{sys}</math> - definition given in EN 1995-1-1</p> <p>l (Span) - definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>\gamma_M</math> - definition given in EN 1995-1-1</p> <p><math>\rho_{mean}</math> - definition given in EN 1995-1-1</p> <p>m (mass per unit length; in EN 1995-1-1: m = mass per area)</p> <p><math>\alpha, \beta</math> → choose new variables or add definition given in EN 1995-1-1</p>	<p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Delete</p> <p>Modify</p> <p>Modify</p>
2.1	(1)P		Reference is mentioned before	delete
2.2	(1)		Sentence should be added	(1) See EN 1995-1-1, 2.2 and Annex A2 of EN 1990.
2.3.1.2	(1)		Some informations on load-duration classes are missing in EN 1995-1-1	Changes in temperature and moisture → medium term action

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
2.3.1.2	(2)		"Initial pre-stressing forces perpendicular to the grain should be regarded as short-term actions." Why is it a short-term action and not a permanent action?	Irregular settlements → permanent action
2.4.1	NOTE		replace „For <i>fundamental</i> combinations...“ These combinations are called „permanent and temporary combinations“ in EN 1990	„For permanent and temporary (fundamental) combinations ...“ instead of „For <i>fundamental</i> combinations...“
2.4.1	Table 2.1		replace “ <i>normal</i> verification” Not a good explanation	“ <i>ULS</i> verification” or “ <i>strength</i> verification” instead of “ <i>normal</i> verification” Rows 1., 2. and 5. in Table 2.1
2.4.1	Table 2.1 Row 5.		$\gamma_{M,v} = 1,25$ Where does this value come from? It is deemed that the value is not constant for all connectors. The value depends on the failure mode.	In case of a grooved connection the value should be 1,3
3	(1)P		Important standards are not mentioned; change numbering (see above)	(4)P For concrete components see EN 1992-2. For steel components see EN 1993-2. Pre-stressing steels shall comply with EN 10138-1 and EN 10138-4.
5	(1)(1) new		Structural modelling and basic assumptions are part of EN 1995-1-1, 5	For the structural modelling and basic assumptions for components of bridges see EN 1995-1-1.
5.1.1 und 5.1.3			These subclauses should be given in EN1995-1-1, because laminated deck plates are also used in building construction as floor and wall elements.	
5.1.3	Table 5.3		Where do the values come from?	
5.2			More general information	General formulation: „For <i>composite systems</i> , the influence ...“
5.3	(1)		“shall” instead of “should”	„The concrete part shall ...“
5.3	(2)		Reduction of the content to the key message	„Friction and adhesion between wood and concrete should not be taken into account.“
5.3	(1)		It should be mentioned that creep and shrinkage of concrete have to be considered.	(1) ... Add: Especially creep and shrinkage of concrete has to be considered according to EN

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
			The NOTE should be given, if 3.5 is mentioned in EN 1995-1-1 (TCC-chapter).	1992-2, Annex B. <b>NOTE</b> For simplification purposes, a final value of creep coefficient $\phi(\infty, t_0) = 3.5$ can be considered.
5.3			Clause should be given in EN 1995-1-1 What is special regarding TCC bridges?	Delete clause in EN 1995-2 when it is included in EN 1995-1-1
6	(1) new		General information given in EN 1995-1-1, 6	(1) (1) For the calculation of typically used cross sections see EN 1995-1-1, 6
6.1.1			Should this subclause better be moved to DIN EN 1995-1-1?	
6.1.1	(1)		clause 6.7 doesn't exist	"... in EN 1995-1-1 clause 6.6 apply."
6.1.1	(2)		Figure 6.14 doesn't exist	at $k_{sys}$ : „figure 6.12“
6.1.2	(8)		The paragraph is evident and should not be remarked separately.	delete
6.1.2	(9)		Where does this value come from?	
6.1.2	(11)		formulation is incomprehensible, new wording is recommended	
6.2	(2) new		Information on partial factor for fatigue loads is missing (see analogous information given in EN 1993-2, 9.3)	The partial factor for fatigue loads should be taken as $\gamma_{Fat}$ . Note: The National Annex may give the value for $\gamma_{Fat}$ . The use of $\gamma_{Fat} = 1.0$ is recommended.
6.2	(3) new		Information on combinations of actions for fatigue is missing see EN 1990, 6.4.1 (1) d) (see information given in EN 1990, German NA, NDP zu A.1.3.1(4))	Add a regulation for the combination of the actions in fatigue verifications "For fatigue verifications, partial factors of actions should be taken as 1.0 ( $\gamma_G, \gamma_Q = 1.0$ )."
6.2	(1)P NOTE 1		Additional information	"... and bridges with dominating permanent loading."
6.3 new			Reinforcement is recommended for constructions subjected to tension perpendicular to the grain. If EN 1995-1-1 will not give clauses for reinforcements, it should be added here.	<b>6.3 Reinforcement</b> (1) Members subjected to tension perpendicular to the grain, cross connections, notches and holes shall be reinforced as specified in DIN EN 1995-1-1.

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/ Equation	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
7.2	Table 7.1		„low traffic load“ has to be defined There should be one limiting value given, not a range	
8.2.2	(4) Equation (8.1)		Where does the fixed value come from? Tension force depends on curvature and climate.	(4) ... with a <i>minimum</i> magnitude of:
8.2			Clause should be given in EN 1995-1-1 What is special regarding TCC bridges?	Delete clause in EN 1995-2 when it is included in EN 1995-1-1
9	(2)		This is a single remark for execution, which should be given for example in an ETA and not in EN 1995-2. Otherwise, it could be added in the new chapter "Execution" of EN 1995-1-1.	Delete, if it is moved into the new chapter "Execution" of EN 1995-1-1, Otherwise complete the content
A.1	(3)		Where do the values for ratio k come from? The given threshold values do not include important information on load ratio R or the governing traffic category (which correlates with $N_{obs}$ ) Constant amplitude fatigue limits (infinite number of load cycles bearable) are not proven for timber	Delete clause and substitute it by a new simplified verification, for example: Diagrams or tables in which $k_{fat}$ is evaluated according to Eq. (A.5) for different types of fatigue actions, 100 years service life and traffic categories 1 to 4 (EN 1991-2) In this diagrams or tables $k_{fat}$ depends on load ratio R, which should be calculated with fatigue load model 3 (but also load model 1 could be used, that would be on the safe side), and the traffic category "VK"



See Paper Kudla / Kuhlmann No. 48-7-5 INTER

Clause/ Subclause	Paragraph/ Figure/ Table/	existing text passage	Comments	Proposed change (Anlage 1)
A.2	(1)		The meaning of this clause is not clear	meeting Sibenik, Croatia 2015 or Presentation Kudla WG 6 (meeting in Lisboa 28/10/2015)  Delete clause and replace with: (1) The fatigue loading from traffic should be obtained from EN 1991-2.
A.2	(2)		Information on the preferred simplified fatigue load model are useful (see information given in EN 1993-2, 9.2.2)	Delete clause and replace with: (2) For the given simplified fatigue verifications (according to A.1 (3) and A.3) fatigue load model 3 (single vehicle model) in conjunction with the traffic data specified for the bridge location according to EN 1991-2 should be used.
A.3	(4)		Where does value $\beta$ come from?	Give some examples for $\beta=1$ and $\beta=3$
B.1 Note			If the rules will be found in the new version of EN 1991-2, it should be proven, what is still necessary to be regulated here.	
1.5.2.1 2.4.1 (Table 2.1 Row 5) 5.2 5.3 8.2			Clauses should be given in EN 1995-1-1 (timber-concrete composite chapter)	Delete, when the clauses have been included in EN 1995-1-1

Karlsruhe, den 04.10.2015

Matthias Gerold

Harrer Ingenieure  
Gesellschaft beratender Ingenieure VBI mbH  
Reinhold-Frank-Straße 48b  
76133 Karlsruhe