

Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken

S. Winter, P. Dietsch

Zusammenfassung Der Eurocode 5, mittlerweile schon parallel zur DIN 1052 anwendbar, wird diese ab Juli 2012 als allein bauaufsichtlich gültige Bemessungsnorm für Holzbauwerke ablösen. Da die aktuelle Fassung der DIN 1052 auf Grundlage des Eurocode 5 erarbeitet wurde, werden sich für den Anwender hinsichtlich der grundlegenden Bemessungsansätze keine großen Schwierigkeiten bei der Umstellung ergeben. Die für die praktische Anwendung wichtigsten Unterschiede werden vorgestellt. Sowohl DIN 1052 als auch Eurocode 5 spiegeln die beachtlichen Entwicklungen im Holzbau der letzten Jahrzehnte wieder. Die DIN 1052 ist durch die Berücksichtigung des fortgeschriebenen Standes der Technik dem Eurocode 5 praktisch um eine Normengeneration voraus. Daher wurden die Ansätze, die im Eurocode 5 noch keinen Eingang fanden, im Nationalen Anhang Deutschlands als zusätzliche, nicht widersprechende Regelungen aufgenommen. Die Gesamtfassung bietet somit eine gute technische Grundlage für die kommende Überarbeitung des Eurocode 5. Die zukünftige Entwicklung sollte eine Vereinfachung der Anwendung ermöglichen, aber dennoch ein Normenwerk für alle Holzbauwerke darstellen. Zur Vereinfachung werden Ansätze zur Verbesserung der Navigation wie auch zur vereinfachten Bemessung von Standardkonstruktionen vorgestellt. Aufgrund der weiten Spreizung des Anwenderkreises und der Anwendungsfälle – vom Dachstuhl bis zum weitgespannten, frei geformten Tragwerk – wird gegebenenfalls eine verkürzte Ausgabe für 80% der üblichen Fälle zusätzlich erforderlich sein.

Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Technische Universität München und
Finnish Distinguished Professor (2009 – 2012)
Aalto University, Helsinki
winter@bv.tum.de

Philipp Dietsch, Dipl.-Ing.
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Technische Universität München
80333 München
dietsch@bv.tum.de

Eurocode 5 – Design of Timber Structures

Abstract Eurocode 5 will replace DIN 1052 as the only applicable timber design code in July 2012. Since the current version of DIN 1052 was developed on the basis of Eurocode 5, the user should not experience major difficulties of adjustment. The most important differences for the practical application will be presented. Both DIN 1052 and Eurocode 5 mirror the remarkable developments in the timber construction sector over the last decades. Since DIN 1052 contains more recent developments of the state of the art and design concepts, it is actually one generation ahead of Eurocode 5. This was accounted for by incorporating the concepts missing in Eurocode 5 in the German National Annex as non-contradictory complementary information. It therefore constitutes a good technical basis for the future revision of Eurocode 5. Despite this, more focus should be given to a simplified application. In this context, recommendations towards a simplified navigation as well as a simplified design of standard applications will be given. The wide range of users and applications – from simple roofs to large-span free form structures – might make it necessary to develop a shortened version, covering 80% of the standard applications.

Einleitung

„Alles bleibt besser“! Kann man so im Grundsatz Normung beschreiben? Brauchen wir überhaupt – noch dazu für einen seit Jahrhunderten verwendeten Werkstoff wie Holz – umfassende Bemessungsnormen? Wird nicht das, was wir sowieso schon wissen hier nur bürokratisiert, kompliziert, verklausuliert? Sollte man also eher sagen: „Alles bleibt – nichts ist besser“?
Die Antwort lautet wohl eindeutig: „Nein!“ – Wir brauchen eine Fort- und Beschreibung unseres Wissens in den einzelnen Bereichen des Bauingenieurwesens – und damit auch im Holzbau. Dieser wiederum hat sich bemüht hochwissenschaftliche Beschreibungen und Verfahren aus den neuen Normengenerationen heraus zu halten und sich auf das zu beschränken, was als Beschreibung des aktuellen Standes der Technik im Holzbau wirklich nötig ist (siehe Bild 1).

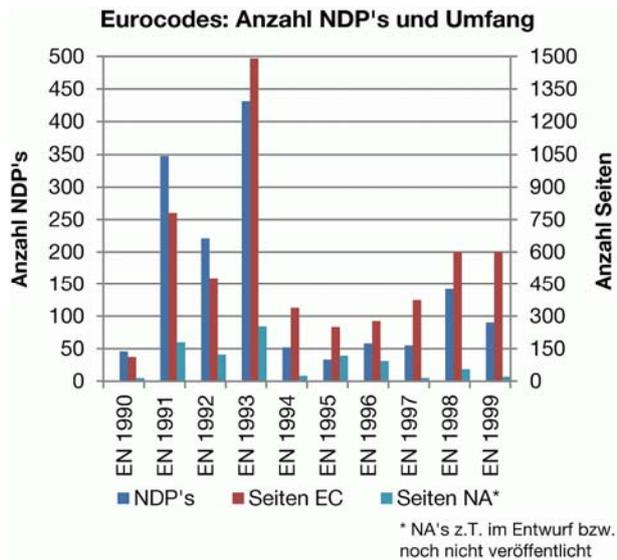


Bild 1: Anzahl der national festzulegenden Parameter (NDP's) und Seitenumfang der Eurocode-Pakete sowie Umfang der zugehörigen deutschen Nationalen Anhänge (NA's).

Figure 1: Number of NDP's and number of pages of the Eurocode-packages as well as amount of pages of the associated German National Annexes (NA's).

Dabei kann man davon ausgehen, dass die mittlerweile seit einigen Jahren bauaufsichtlich eingeführte Fassung der DIN 1052 Holzbauwerke (DIN 1052:2008-12 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau“) gegenüber dem Eurocode 5 bereits die nächste Normengeneration darstellt. Zeitlich nach dem Eurocode 5 erarbeitet, nimmt sie einen erheblichen Teil der erforderlichen Weiterentwicklung des Eurocodes 5 vorweg, basiert aber in den Grundlagen eben auf genau diesem. Damit ist für die heutigen Anwender die gute Nachricht verbunden, dass sie sich nicht auf eine erneute Umstellung der Bemessungssystematik beim Übergang von DIN 1052 auf Eurocode 5 einstellen müssen.

Beide Normenwerke benutzen ein semi-probabilistisches Sicherheitskonzept, d.h. eine Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten. Diese Systematik ist sicherlich einer der wesentlichen Gründe für die zum Teil ablehnende Haltung der

Praxis gegenüber der neuen Normengeneration. Das Konzept der Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten erfordert die Aufstellung und Bewertung von unterschiedlichen Lastkombinationen mit einer entsprechenden Vielzahl von Einwirkungskombinationen und deren Auswirkungen. Hinzu kommen fortgeschriebene Normen für Lasten und der zunehmende Gebrauch von zum Teil undurchsichtigen Computerprogrammen. In diesem Dschungel ist es leicht, den Überblick zu verlieren. Und leider geht dabei manchmal auch der Blick für die Vorteile verloren: Die unterschiedlichen Sicherheitsfaktoren auf der Last- und der Materialseite ermöglichen bessere Optimierungsmöglichkeiten, da die Einflüsse auf der Einwirkungs- und der Widerstandsseite deutlicher werden. Als Beispiel kann hier die Bemessung in außergewöhnlichen Bemessungssituationen wie einem Brandfall herangezogen werden, für welche die Sicherheitsfaktoren auf beiden Seiten zu 1,0 gesetzt werden und die Lastkombinationen eine einfache Reduzierung z.B. der Schneelasten erlauben.

Diese praktisch zeitgleich auftretenden Änderungen führen zusammen mit einem gewachsenen Normenumfang zu großem Unmut und einer pauschalen Ablehnung des gesamten neuen Normenpaketes. Das ist zu einem großen Teil nachvollziehbar, denn der in der Praxis tätige Ingenieur benötigt viel Zeit für die erforderlichen Umstellungen. Er fühlt sich orientierungslos und bleibt dabei doch für sein Tun voll verantwortlich. Aber was sollen die Normenmacher – und das sind alle beteiligten Kreise von den Ingenieuren über die Ausführenden bis zu den Wissenschaftlern – der werkstoffbezogenen Bemessungsnormen denn tun? Sie sollen den Stand der Technik abbilden.

Und der hat sich auch im Holzbau in den letzten 20 Jahren bedeutend weiter entwickelt: Zu einer Reihe neuer Holzwerkstoffe (z.B. Oriented Strand Board (OSB), Furnierschichtholz (LVL)) kommt eine rasante Ausbreitung des Massivholzbbaus mit Brettsperrholz (BSP) und Brettstapelbauteilen. Vor allen Dingen erleben aber die Verbindungsmittel, insbesondere die Schrauben, eine sprunghafte Entwicklung (siehe Bild 2).



Bild 2: Entwicklung von Verbindungsmitteln im Holzbau: Klammern, Rillennägeln, Schlüsselschrauben, selbstbohrende Schrauben.

Figure 1: Development of fasteners for timber construction: staples, threaded nails, lag screws and self-tapping screws.

Zur Bemessung von Brettstichtholzbauteilen und Querkzugverstärkungen gibt es ebenso neue, inzwischen in der Praxis bewährte Erkenntnisse, wie zum Beispiel zur Querkdruckbemessung. Auch die nun eingeführten Verfahren zur Bemessung von Anschlüssen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln bilden die Realität korrekter ab als die bisher angewendeten Ansätze. Hinzu kommt die Erkenntnis, dass die in Abhängigkeit der vorhandenen Feuchte veränderlichen Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Naturwerkstoffes Holz sinnvoller als früher und nicht nur grob pauschal abgebildet werden sollten. Trotz aller Anstrengungen und Selbstbeschränkungen war daher auch im Holzbau eine Erweiterung der Regeln notwendig – Entwicklung erfordert ergänzende Beschreibung!

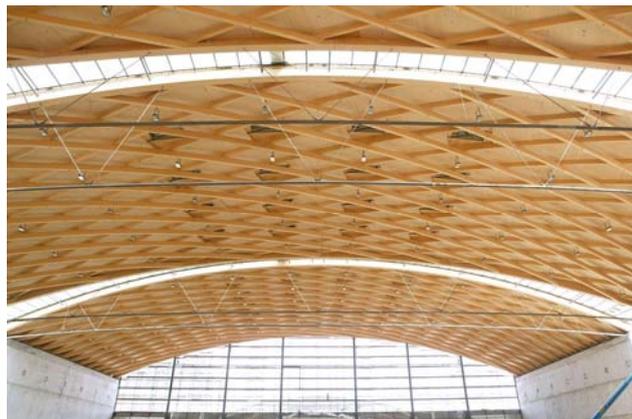
Zudem ist in Bezug auf das Fortschreiben der technischen Entwicklung im Holzbau eine weitere Besonderheit zu berücksichtigen – die Heterogenität des Clusters Forst&Holz. Die Anwender im Holzbau reichen von Kleinstbetrieben bis zum global tätigen Unternehmen, der Aktionsradius damit von lokal bis fast global – jedenfalls europäisch. Für sie alle stellt

die Europäische Union ein Mosaik aus 27 individuellen Nationen dar, die historisch bedingt eine voneinander unabhängige Gesetzgebung besitzen. Dies erklärt die Tatsache, dass die Europäische Kommission zwar mandatiert ist, die Regulierungen (z.B. Bemessungsnormen) zu definieren, jedoch nicht die Anforderungen (z.B. Sicherheitsanforderungen) festzulegen, welche immer noch unter nationales Recht fallen. Zu einer Europäischen Bauordnung hat es noch nicht gereicht – selbst bundesdeutsch wurde das leider noch nicht realisiert.

Für die Baubranche stellt der Eurocode 5 trotzdem einen wichtigen Schritt hin zu einer europäischen Harmonisierung der Bemessung und Ausführung von Holzkonstruktionen dar. Dadurch, dass der Eurocode 5 allgemeingültige Bemessungsansätze und Konstruktionsprinzipien darlegt, mittels denen die spezifischen Anforderungen an Holzbauwerke erfüllt werden können, unterstützt er ein über die Grenzen hinweg gemeingültiges Verständnis zwischen Bauherren, Planern und Ausführenden. Dies wiederum erleichtert den Austausch von Bauleistungen wie auch die Entwicklung und das Marketing von neuen Bauprodukten.



Bild 3 / Figure 3: Metropol Parasol Sevilla



**Bild 4 / Figure 4: Neue Messe Karlsruhe
(Bild: WIEHAG GmbH, Gerber Architekten)**



**Bild 5:
TES-Element bei der
Montage.**
Figure 5: Erection of
TES-Element



**Bild 6:
4-geschossiger
Holzbau, Bad Aibling
(Bild: Huber&Sohn
GmbH)**
Figure 6: Four-storey
timber building



**Bild 7 / Figure 7: Staffenbrücke Kössen
(Bild: Grossmann Bau)**

Zwei Beispiele für besondere Holzbauwerke gerade in diesem Sinne stellen der Metropol Parasol in Sevilla (siehe Bild 3 sowie [1] und [2]), ausgeführt durch ein deutsches Unternehmen, und die Neue Messe in Karlsruhe (siehe Bild 4 sowie [3] und [4]), ausgeführt durch ein österreichisches Unternehmen, dar.

Die beiden Bauwerke stellen außerdem das eine Ende der durch die Bemessungsnorm abzudeckenden Bauwerke dar – Freiform und weitgespanntes Tragwerk. Am anderen Ende sind Einfamilienhäuser angesiedelt. Aber auch diese werden zunehmend anspruchsvoller. Die fortschreitende Elementierung im Holzbau ist Teil der Veränderung vom handwerklichen zum zunehmend industriellen Bauen und erfordert zusätzliche Detaillierungsgrade, ob im vorgefertigten Element zur energetischen Bestandssanierung (siehe Bild 5) und [5]) oder in dem eine Renaissance erlebenden mehrgeschossigen Holzbau (Bild 6). Nicht zu vergessen die im Eurocode 5 - Teil 2 abgedeckte Königsdisziplin: Holzbrücken (siehe Bild 7 und [6]).

Entsprechend der großen Spreizung der Anwendung sieht sich der Holzbau und damit der Eurocode 5, ähnlich dem Massivbau, der besonderen Herausforderung eines sehr heterogenen Anwenderkreises gegenübergestellt. Auf der einen Seite stehen die international tätigen Holzbaubetriebe, deren Ingenieure regelmäßig mit dem Eurocode 5 zu tun haben. In den klassischen Planungsbüros macht der Holzbau meist nicht mehr als 10% der Planungsleistungen aus, im besten Fall hält sich das Büro einen auch im Holzbau ausgebildeten Ingenieur. Am anderen Ende sind die Zimmermeister und die große Gruppe der sehr kleinen Ingenieurbüros angesiedelt, die sehr einfach anzuwendende Regeln für die herkömmlichen Fälle des Holzbaus erwarten.

Dieser Effekt tritt bei den anderen Hauptwerkstoffen nur gedämpft auf, da der Holzbau- und Stahlbauingenieur immer auch die Grundlagen des Betonbaus versteht, umgekehrt dies aber häufig nicht zutrifft. Diese Entwicklung wird durch die mehr und mehr zur Spezialisierung neigenden Studienpläne an deutschen Universitäten und Fachhochschulen noch unterstützt.

Es ist daher selbsterklärend, dass aus diesem Anwenderkreis sehr unterschiedliche, teils gegensätzliche Anforderungen an eine Bemessungsnorm im Holzbau gestellt werden. Auf diesen Sachverhalt wird in den folgenden Abschnitten noch näher eingegangen.

Stand der deutschen Norm zur Bemessung von Holzbauwerken – DIN 1052:2008-12

Die momentan bauaufsichtlich eingeführte Holzbaunorm DIN 1052 bildet den aktuellen Stand der Technik ab. Sie wurde nach erscheinen der ENV Fassungen der Eurocodes entwickelt und im Jahr 2008 abschließend veröffentlicht. Die Grundlagen orientieren sich am Eurocode 5 und den bisherigen

Fassungen der DIN 1052. Sie wurde durch den aktuellen Stand der Technik wie Verstärkungen und das Bemessungsverfahren der Schubanalogie (BSP) erweitert. Zusätzlich enthält sie viele für den Ingenieur nützliche Informationen, wie Materiakenwerte für eine Vielzahl von im Holzbau verwendeten Materialien (Anhang F) oder für Verbindungsmittel und Verbindungen (Anhang G). Die Neubearbeitung der DIN 1052 wurde damals durch die interessierten Kreise beschlossen, um eine nationale Grundlage für die weitere Entwicklung des Eurocodes 5 zu haben. Sie stellt daher heute praktisch die Folgegeneration des Eurocodes dar. Die nicht widersprechenden Regeln (NCI) im Nationalen Anhang (NA) zu Eurocode 5 konnten daher häufig unverändert aus DIN 1052 übernommen werden. Zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung ist DIN 1052:2008-12 noch bauaufsichtlich eingeführt. Der bauaufsichtliche Übergang zu Eurocode 5 soll bekanntermaßen am 01. Juli 2012 erfolgen. Der Eurocode kann allerdings bereits heute als „gleichwertige Lösung“ auch in bauaufsichtlichen Verfahren angewendet werden.

Europäische Norm zur Bemessung von Holzbauwerken – EN 1995-1-1

Die heutige Fassung des Eurocode 5 wurde durch CEN TC 250 SC 5 erarbeitet. Das CEN TC 250 - "Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau" wurde im Jahr 1990 gegründet und übernahm die bereits 1977 begonnene Arbeit. Vorläufer der dann durch CEN TC 250 veröffentlichten ENV Fassungen (ENV 1995-1-1:1993) war der Bericht der Europäischen Kommission „Eurocode 5 – commission report 9887“ von 1987 (siehe Bild 8 und [7]). Zusammen mit dem Teil 1-1 wurde der zugehörige Brandschutzteil ENV 1995-1-2:1994 erarbeitet und veröffentlicht, der Brückenteil ENV 1995-2 folgte erst deutlich später. Diese Fassungen wurden auch als DIN V ENV 1995-x-x bauaufsichtlich eingeführt, allerdings in der Praxis leider kaum angewendet. Alleine an diesen wenigen Daten kann man ersehen, dass der europäische Normungsprozess sehr langwierig war. Es mussten viele nicht nur technische Fragen sondern auch kulturelle Eigenheiten und traditionelle Besonderheiten berücksichtigt werden. Der Stand der Technik hatte in dieser Zeit schon wieder zum Überholen angesetzt, was den Anstoß für die oben beschriebene Neufassung von DIN 1052 gab.

Viele wissenschaftliche Grundlagen für die Eurocodes wurden auf internationaler Ebene in der Arbeitsgruppe CIB-W18 des International Council for Research and Innovation in Building and Construction - Working Commission W18 - Timber Structures erarbeitet und international im Rahmen von normativer Abstimmungen diskutiert. Hier und in einer Vielzahl von nationalen und europäischen Arbeitsgruppen fand die wissenschaftliche Absicherung der verwendeten Verfahren statt. Im Holzbau konnte dabei weitgehend vermieden werden, dass einzelne Wissenschaftler völlig neue Ansätze in die Norm einbringen.

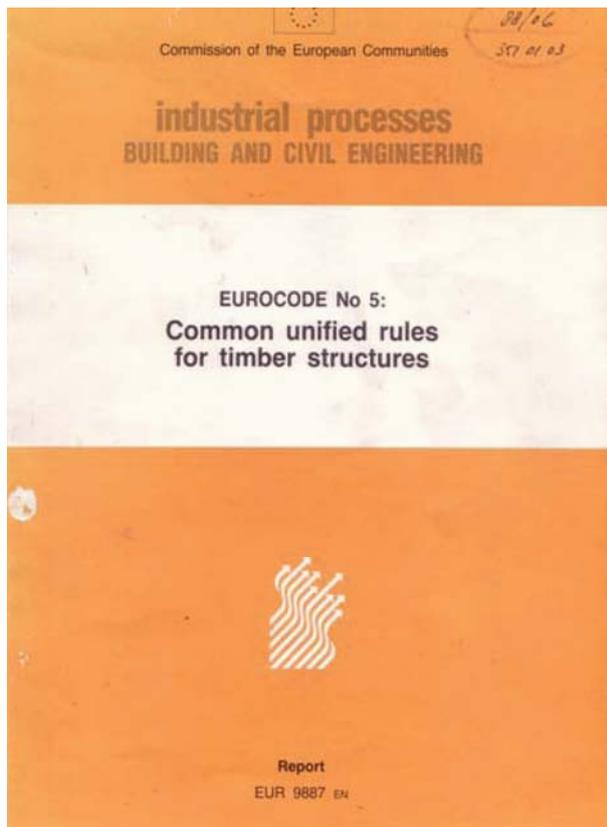


Bild 8: Common Unified Rules for Timber Structures (1987) [7] – Grundlage für den Eurocode 5

Figure 8: Common Unified Rules for Timber Structures (1987) [7] – Basis for Eurocode 5

Es wurden nur bewährte Verfahren übernommen, allerdings erscheinen diese zum Teil wesentlich wissenschaftlicher, als einige der noch auf dem deterministischen Verfahren beruhende Bemessungsansätze. Typische Beispiele des Holzbaus sind die Bemessung von stiftförmigen Verbindungsmitteln (die nach ihrem Entwickler benannten „Johansen-Gleichungen“ aus dem Jahre 1949 [8]) oder die Einführung der Faktoren k_{mod} und k_{def} zur Modifizierung der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften in Abhängigkeit der Lasteinwirkungsdauer und der klimatischen Umgebungsbedingungen. Beide Fälle sind aber nicht wirklich neu und wurden in anderen Ländern teilweise seit Jahrzehnten angewendet. Und der große Vorteil des Werkstoffes Holz, seine natürliche Herkunft, stellt in Form der feuchteabhängigen Veränderungen der Werkstoffeigenschaften für den Anwender einen Nachteil dar, da nur durch aufwendige technische Prozesse beeinflussbar (Thermoholz). Es ist daher sinnvoll, diese Eigenschaften nicht nur wie bisher durch einen pauschalen Faktor für die Nutzungsklasse 3 zu erfassen, sondern die tatsächlichen Einbaubedingungen genauer zu beschreiben, um zu einer optimierten Werkstoffausnutzung zu kommen.

Da zudem auf europäischer Ebene möglichst alle in Europa praktizierten Anwendungen in den Normen abgebildet werden sollen, führt das zu einer teilweise

unvermeidbaren Erweiterung des Umfangs und zur Einführung von Verfahren, die in einzelnen Ländern bisher nicht angewendet wurden. Ein Beispiel im Holzbau ist die Einführung von zwei alternativen Verfahren zur Bemessung der Scheibenbeanspruchbarkeit von Wandtafeln. Welches der Verfahren in den jeweiligen Ländern angewendet werden darf, kann im Rahmen der national wählbaren Parameter (NDP) festgelegt werden. Bei diesen war der Holzbau in Summe sehr zurückhaltend (13 NDP), wie aus Bild 1 abzulesen ist. Dennoch sollten in Zukunft hier weitere Vereinheitlichungen stattfinden. Die Eurocodes sollten möglichst einfach grenzüberschreitend anwendbar sein, eine Vielzahl abweichender nationaler Regelungen behindern dies.

Nationaler Anhang zum Eurocode 5 - DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12

Der Nationale Anhang Deutschlands enthält zunächst die Auswahl Deutschlands zu den national festzulegenden Parametern. In den überwiegenden Fällen folgt Deutschland den bevorzugten Angaben des Eurocode 5 (Abschnitt NA.2.2). Die Abschnitte sind jeweils mit „NDP Zu x.x.x“ bezeichnet. Der Abschnitt NDP Zu 2.3.12(2)P „Zuordnung von „Klassen der Lasteinwirkungsdauer““ enthält z.B. die Tabelle NA.1 in der die Einwirkungen nach DIN 1055 den Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) zugeordnet werden. Damit wiederum werden die k_{mod} und k_{def} -Faktoren bestimmt, analog DIN 1052:2008-12. Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die in EN 1995-1-1 enthaltenen, national festzulegenden Parameter.

Zusätzlich enthält der Nationale Anhang Deutschlands eine umfangreiche Anzahl von nicht widersprechenden Regelungen und Erläuterungen (NCI). Damit soll dem Anwender im Paket ein Regelwerk geboten werden, mit welchem ihm der Umstieg von der deutschen Norm so leicht wie möglich gemacht wird und in welchem er die ihm aus der DIN 1052:2008-12 bekannten Bemessungsvorschriften wiederfindet.

Da der Eurocode 5 und zugehöriger Nationaler Anhang inklusive der in ihnen enthaltenen Verweise auf Referenznormen nicht den gesamten Geltungsbereich der DIN 1052 abdecken, wurde für diese Fälle eine national geltende, sogenannte Ergänzungsnorm geschrieben. Die DIN 1052-10 enthält hauptsächlich Anforderungen hinsichtlich der Herstellung und Ausführung von geklebten Produkten und Verbindungen. Zudem enthält sie Regelungen zu Bauprodukten, zu denen keine harmonisierte europäische Norm oder eine europäische technische Zulassung vorliegt oder in absehbarer Zeit vorliegen wird, wie z.B. im Fall von beharzten Klammern.

Tabelle 1: In EN 1995-1-1 enthaltene, national festzulegende Parameter

Table 1: Nationally Determined Parameters in EN 1995-1-1

National festzulegende Parameter in EN 1995-1-1
Zuordnung von Einwirkungen zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer
Zuordnung von Tragwerken zu Nutzungsklassen
Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften
Schub (Beiwert k_{cr} zur Berücksichtigung von Schwindrissen)
Satteldachträger, gekrümmte Träger (Einfluss der Auflast im Firstbereich auf die Querspannungen)
Grenzwerte für Durchbiegungen
Grenzwerte für Schwingungen
Holz-Holz-Nagelverbindungen: Regeln für Nägel in Hirnholz
Holz-Holz-Nagelverbindungen: Holzarten, die empfindlich gegen Aufspalten sind
Nachweisverfahren für Wandscheiben (Verfahren A und B)
Modifikationsbeiwerte für die Aussteifung von Biegestäben und Fachwerksystemen
Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die spannungslose seitliche Auslenkung
Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die Schiefstellung

Änderungen beim Übergang von DIN 1052 auf DIN EN 1995-1-1

Aus den vorangegangenen Abschnitten geht hervor, dass im Rahmen einer Bauteilbemessung zukünftig mehrere Dokumente zu berücksichtigen sind, z.B. der grundlegende Eurocode und der jeweils gültige nationale Anhang. Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung der bisher und zukünftig im Holzbau anzuwendenden Bemessungsnormen. Zum Zwecke einer vereinfachten Handhabung wurde in Deutschland begonnen, konsolidierte Fassungen der Bemessungsnormen herauszubringen, in denen der Eurocode, der zugehörige Nationale Anhang und ggf. weitere zugehörige Dokumente (Amendments, Corrigenda) zu einem durchgehenden Text zusammengeführt sind.

Hinsichtlich der Navigation in den Bemessungsnormen zeigt Tabelle 3, dass die grundlegende Struktur zwischen DIN 1052:2008 und DIN EN 1995-1-1:2010-12 weitestgehend übereinstimmend ist. Die Abfolge und Nummerierung der Abschnitte kann jedoch variieren. Dies ist dem nachvollziehbaren Ziel geschuldet, dass die Grundstruktur aller Eurocodes identisch sein soll.

Die Bemessungsansätze selbst sind zum großen Teil identisch. Tabelle 4 zeigt die wichtigsten Bemessungsaufgaben und Nachweisformate, bei denen sich Unterschiede finden.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der bisher und zukünftig im Holzbau anzuwendenden Bemessungsnormen

Table 2: Comparison of currently implemented timber design codes and their future replacement.

Bisher in Deutschland anzuwendende Bemessungsnormen		Zukünftig in Deutschland anzuwendende Bemessungsnormen
DIN 1052:2008-12	→	DIN EN 1995-1-1:2010-12 DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 DIN 1052-10:2011-xx
DIN 4102-4:1994-03 DIN 4104-4/A1:2004-11 DIN 4102-22:2004-11	→	DIN EN 1995-1-2:2010-12 DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12 DIN 4102-100:201x-xx
DIN 1074:2006-09	→	DIN EN 1995-2:2010-12 DIN EN 1995-2/NA:2011-xx

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Abschnitte in DIN 1052:2008-12 und DIN EN 1995-1-1:2010-12

Table 3: Comparison of main sections in DIN 1052:2008-12 and DIN EN 1995-1-1:2010-12

DIN 1052:2008-12		DIN EN 1995-1-1:2010-12	
1	Anwendungsbereich	1	Allgemeines
2	Normative Verweisungen	2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion
3	Begriffe, Formelzeichen und SI-Einheiten	3	Baustoffeigenschaften
4	Bautechnische Unterlagen	4	Dauerhaftigkeit
5	Grundlagen für Entwurf und Bemessung	5	Grundlagen der Berechnung
6	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	6	Grenzzustände der Tragfähigkeit
7	Baustoffe	7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
8	Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen	8	Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln
9	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit	9	Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke
10	Allgemeine Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	10	Ausführung und Überwachung
11	Verbindungen, Ausklinkungen, Durchbrüche und Verstärkungen		Anhänge A - D
12	Verbindungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln		
13	Verbindungen mit sonstigen mechanischen Verbindungsmitteln		
14	Klebungen		
15	Zimmermannsmäßige Verbindungen aus Holz		
16	Kennzeichnungen		
Anhänge A - J			

Der wahrscheinlich wesentlichste Unterschied bei der Anwendung der europäischen Dokumente besteht darin, dass im Eurocode 5 im Gegensatz zu DIN 1052:2008-12, Anhang F, keine Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften der zu verwendenden Materialien angegeben werden. Historisch ist das durch die zeitlich versetzte und in unterschiedlichen Normenausschüssen stattfindende Normung zur Bemessung und zu Werkstoffen begründet.

Tabelle 4: Darstellung der wichtigsten Unterschiede in den Bemessungsansätzen zwischen DIN EN 1995-1-1:2010-12 und DIN 1052:2008-12

Table 4: Relevant differences in design approaches between DIN EN 1995-1-1:2010-12 and DIN 1052:2008-12

Beispiele für unterschiedliche Bemessungsansätze zwischen EC 5 und DIN 1052
<p>Schub aus Querkraft:</p> <p>Die Reduzierung der Schubbeanspruchbarkeit durch Schwindrisse wird im EC 5 über einen Beiwert k_{crack} zur Reduzierung der Querschnittsbreite und nicht mehr wie in DIN 1052 über eine pauschale Abminderung der Schubfestigkeit berücksichtigt.</p>
<p>Pultdachträger:</p> <p>Die Erhöhung der Normalspannungen am faserparallelen Rand wird im EC 5 vernachlässigt. Die Ansätze zur Berücksichtigung der Spannungsinteraktion am angeschnittenen Rand sind leicht differierend.</p>
<p>Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt:</p> <p>Der Einfluss des Größeneffekts auf die Querkzugbeanspruchbarkeit wird im EC 5 über einen Vergleich von beanspruchtem Volumen mit einem Referenzvolumen berücksichtigt. Bei der im Nationalen Anhang geregelten Bemessung notwendiger Querkzugverstärkungen wird jedoch auf den aus DIN 1052 bekannten und in der Praxis bewährten Ansatz eines Höheneffektes zurückgegriffen.</p>
<p>Verformungsnachweis:</p> <p>Die anzusetzenden Bemessungssituationen („selten“ und „quasi-ständig“) variieren. Bei den Verformungsnachweisen ist im EC5 die Anfangsdurchbiegung aus Eigengewicht nicht mehr abzuziehen.</p>
<p>Schwingungsnachweis:</p> <p>Im EC 5 sind Nachweise in Abhängigkeit der berechneten Eigenfrequenz zu führen. Der aus DIN 1052 bekannte, vereinfachte Nachweis über eine Durchbiegungsbeschränkung fehlt.</p>
<p>Queranschlüsse:</p> <p>Queranschlüsse werden im EC 5 nur noch indirekt über den Nachweis gegen Querkzugversagen bei Verbindungsmitteln unter einem Winkel zur Faserrichtung berücksichtigt. Anmerkung der Verfasser: Hierbei können sich höhere Beanspruchbarkeiten ergeben. Wie für alle planmäßig auf Querkzug beanspruchte Bereiche wird empfohlen, diese zu verstärken.</p>
<p>Schrauben:</p> <p>Mit dem ersten Amendment zum Eurocode 5 wurde ein neuer Ansatz zur Ermittlung der Beanspruchbarkeit selbstbohrender Schrauben auf Herausziehen eingeführt.</p>

Dies führt allerdings zu einer Vielzahl zusätzlich zu berücksichtigender Produktnormen mit der besonderen Schwierigkeit, dass damit auch noch die erforderliche Beurteilung der bauaufsichtlichen Verwendbarkeit europäisch genormter Baustoffe nach deutschem Baurecht verknüpft ist. Dazu ist u.a. die Bauregelliste B Teil 1 des DIBt zu berücksichtigen, die für Produkte nach harmonisierten europäischen Normen die zusätzlich zu beachtenden nationalen Regeln angibt. Beispiele zu beachtender Regeln aus dem Holzbau zur Bestimmung von Festigkeits- und Steifigkeitskennwerten sind in Tabelle 5 gegeben.

Tabelle 5: Überblick über die wichtigsten Bauprodukte des Holzbaus und der jeweils zu berücksichtigenden Regeln

Table 5: Overview of the most important products in timber construction and associated rules

Bauprodukt	Zukünftig in Deutschland zu berücksichtigende Regeln
Brettschichtholz	→ DIN EN 14080 mit DIN 20000-3 und DIN 1052-10
Vollholz	→ DIN EN 14081 mit DIN EN 338 und DIN 20000-5
Holzwerkstoffe	→ DIN EN 13986 mit DIN EN 12369-1 und -2 und DIN 20000-1
ggfs. noch Europäisch Technische Zulassungen (ETA), allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) und allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP)	

Es wird schnell ersichtlich, dass hier ein Paket der bauaufsichtlich eingeführten Bemessungsnormen incl. der für den Tragwerksplaner notwendigen Auszüge aus den relevanten Produkt- und „Wertennormen“, wie sie in den früheren DIN-Handbüchern oder den folgenden Materialsammlungen „Regelwerke und deren Anwendung“ gegeben waren, mehr als hilfreich wäre (idealerweise mit online-update). Eine in Zukunft anzustrebende Lösung wäre, dass das europäische Normungsgremium einen informativen Anhang verabschiedet, in welchem diese Werte zu finden sind (ähnlich dem Anhang F der DIN 1052:2008-12). Diese würden für den Tragwerksplaner auch dann anwendbar bleiben, wenn sich die zugehörige Produktnorm ändert.

Brandschutzbemessung nach DIN EN 1995-1-2:2010-12 mit /NA:2010-12

Zu jeder Bemessung bei Normaltemperatur gehört im Regelfall die Bemessung für den Brandfall. Zusammen mit dem Teil 1-1 wurde daher auch im Holzbau eine europäische Bemessungsregel für den Brandfall, der Teil 1-2 erarbeitet. Die wesentlichen Unterschiede gegenüber der nationalen DIN 4102-4 bestehen darin, dass keine tabellierten Werte mehr für Stützen und Träger und deren Einordnung in Feuerwiderstandsklassen in Abhängigkeit von Ausnutzungsraden angegeben werden, sondern Verfahren für die Berechnung des zeitabhängigen Abbrandes und die Bemessung der verbleibenden Restquerschnitte in Anlehnung an die „kalte“ Bemessung nach Teil 1-1. Auch für Wand- und Deckenbauteile werden nun Berechnungsverfahren statt Tabellen für die Ermittlung der Standsicherheit und des Raumabschlusses bis zu einer Branddauer von 60 Minuten angegeben. Dies führt zu einer sehr individuellen Beurteilbarkeit von Konstruktionen, da man nicht mehr an die starren Tabellenangaben gebunden ist. Zusätzlich sind die Grundlagen für die Anwendung genauerer Berechnungsverfahren gegeben.

Problematisch ist derzeit allerdings, dass durch den Teil 1-2 des Eurocode 5 nur die Teile abgedeckt sind, die auch im Teil 1-1 enthalten sind. Die im nationalen Anhang als NCI aufgenommenen Konstruktionen sind nicht enthalten, da die Bearbeitung der Dokumente zeitgleich stattfand. Zurzeit bemüht man sich daher, eine Harmonisierung der Brandschutzbemessungen herbeizuführen. Die in DIN 4102-4 und DIN 4102-22 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ enthaltenen Regeln und Konstruktionen, die zur bisherigen „Kaltbemessung“ der DIN 1052 gehören, sollen soweit zutreffend in einen überarbeiteten Nationalen Anhang zu Teil 1-2 überführt werden. Verbleibende Regeln und Konstruktionen, die nicht in DIN EN 1995-1-1 mit NA integrierbar sind, sollen in eine deutsche Restnorm (DIN 4102-100) überführt werden. Dies sind z.B. historische Konstruktionen, wie alte Fachwerkbauten. Erschwerend kommt hinzu, dass sich für viele der in DIN 4102-4 bisher geregelten Werkstoffe die Bezugsnormen von nationalen Normen auf europäische Normen verändert haben. Da sich hieraus nicht nur formale, sondern teilweise auch brandschutzrelevante Änderungen ergeben (z.B. Rohdichten, Schmelzpunkte), ist der erforderliche Arbeitsaufwand enorm. Es wird angestrebt, diese Aufgaben bis zur abschließenden bauaufsichtlichen Einführung der Eurocodes im Juli 2012 zu erledigen.

Zukünftige Entwicklung des Eurocode 5

Obwohl CEN TC 250 eine Fortschreibung der Eurocodes erst ab dem Jahre 2013 vorsieht, hat das für den Eurocode 5 zuständige Expertengremium schon seit Mai 2010 wieder seine Arbeit aufgenommen und kommt seitdem in halbjährlichen Sitzungen zusammen. Ein wichtiger Punkt dabei: das Feedback der Anwender, wie es z.B. von den Verfassern im Rahmen eines Forschungsprojektes ausgewertet und in konkrete Verbesserungsvorschläge umgearbeitet wurde [9]. In Verbindung mit der anfänglich angesprochenen Heterogenität der Anwender generieren sich aus dem erhaltenen Feedback zwei parallele Anforderungen. Zum einen ist dies die Vereinfachung der Teile aller Eurocodes, welche vornehmlich für die Bemessung von Standardbauwerken angewendet werden. Auf der anderen Seite steht eine Gruppe von Ingenieuren und Holzbauunternehmen, welche sich umfassende und genaue Regelungen wünschen, um mit diesen wettbewerbsfähige Holzbauwerke unter bestmöglicher Ausnutzung des Baumaterials Holz zu entwickeln.

Die Anzahl der im Eurocode 5-1 national festgelegten Parameter ist mit 13 NDP's (entspricht 3 % aller Regelungen) sehr überschaubar. Trotzdem sollte versucht werden, sie weiter auf die Parameter zu reduzieren, welche einen eindeutigen Bezug zu spezifischen nationalen Gegebenheiten und Sicherheitsanforderungen aufweisen. Im Sinne einer gesteigerten Transparenz sollten sie zudem soweit wie möglich in ein System von deklarierten Werten und Leistungsklassen konvertiert werden.

In Ländern mit einer langen Holzbaukultur haben die im nationalen Anhang zum Eurocode 5 enthaltenen zusätzlichen, nicht widersprechenden Regelungen und Erläuterungen (NCI) einen weitaus größeren Umfang, als die national festgelegten Parameter. Trotz momentan möglicherweise empfundener Hemmnisse bietet hier gerade der deutsche Nationale Anhang eine unverzichtbare Quelle für potentiell europaweit zu übernehmende Regelungen, welche schon auf nationaler Ebene (mit der DIN 1052) erfolgreich eingeführt und angewendet wurden. Es sollte also angestrebt werden, dass bezüglich der Inhalte die konsolidierte Fassung aus Eurocode 5 und Nationalem Anhang Deutschlands die wesentliche technische Grundlage der zukünftigen Fassung des Eurocode 5 wird. Dabei sollte der Eurocode selbst ein zusammenfassendes Dokument werden, das zur Bemessung aller Tragwerke herangezogen werden kann und den Stand der Technik umfassend darstellt. Obwohl eine Änderung der Grundstruktur der Eurocodes nicht erwünscht ist, sollte weiter versucht werden, die Struktur innerhalb der Hauptabschnitte so zu verbessern, dass die Navigation in den Eurocodes während der einzelnen Bemessungsschritte vereinfacht wird. Zur Vereinfachung der Anwendung gehört sicher auch die Angabe der in Bezug genommenen Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften der relevanten Baustoffe.

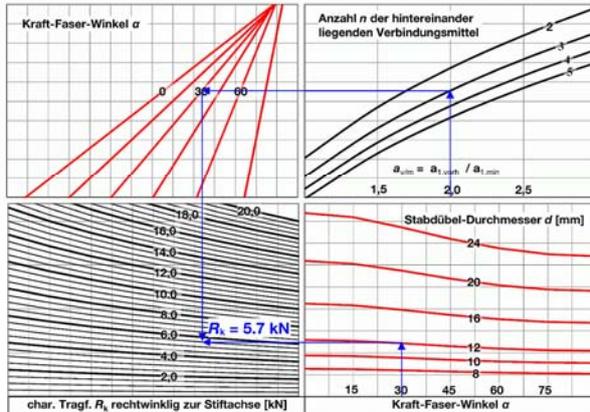
Auf dieser Basis wäre es möglich, vereinfachte nationale Dokumente herauszugeben, die 70 – 80% aller Anwendungsfälle abdecken und in Form von konsolidierten Fassungen alle Angaben zur Anwendung im jeweiligen Land enthalten. Auch Erläuterungen und bestimmte Regeln zu nationalen Besonderheiten könnten aufgenommen werden, solange durch textliche Kennzeichnung deutlich bleibt, welche Teile zu den gemeinsamen Eurocodes gehören. Es ist denkbar, Konstruktionen für die ein ausreichender Erfahrungsschatz hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit vorliegt, derart aufzubereiten, dass durch die Angabe von konstruktiven Regeln (z.B. einzuhaltender Geometrieparameter) auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden kann. Bemessungsdiagramme, z.B. zur Vorbemessung von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln (siehe Bild 9) würden eine weitere Erleichterung darstellen.

Im Rahmen von Ablaufdiagrammen könnten für Standardnachweise die einzelnen Schritte und zugehörigen Abschnitte in der Norm referenziert werden. Auch ein vom europäischen Normungsgremium autorisiertes „text book“ in dem der Text des Eurocodes zusammen mit Erläuterungen abgedruckt wird, würde sich als zweckmäßig erweisen. Der Eurocode 5 selbst jedenfalls soll nach dem Willen aller bisher Beteiligten eine Norm im klassischen Sinne bleiben, d.h. Regeln festsetzen mit denen der Gesamtbereich der Bemessung im Holzbau abgedeckt wird ohne „Schulbuch“ zu sein.

Interaktionsdiagramm zur Bestimmung der Tragfähigkeit einer Holz-Holz-Verbindung mit Stabdübeln S 235 für VH C 24

$$a_{1,min} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d =$$

$$a_{v,lim} = a_{1,vorh} / a_{1,min} =$$



Umrechnungsfaktoren für von S 235 abweichende Stahlgüten:

$$R_k = R_k \cdot \Delta f_{i,k}$$

Stahlsorte	S 235	S 275	S 355
Umrechnungsfaktor $\Delta f_{i,k}$	1,0	1,09	1,19

Umrechnungsfaktoren für von C 24 abweichende Festigkeitsklassen von Festigkeitsklassen: $R_k = R_k \cdot \Delta f_k$

Festigkeitsklasse	C 14	C 16	C 18	C 20	C 22	C 24	C 27	C 30	C 35	C 40	C 45	C 50
Umrechnungsfaktor Δf_k	0,91	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,03	1,04	1,07	1,10	1,12	1,15

Umrechnungsfaktoren zur Umrechnung auf Bemessungswerte:

$$R_d = R_k \cdot \text{Umrechnungsfaktor}$$

k_{mod}	0,50	0,55	0,60	0,65	0,7	0,8	0,9	1,1
Umrechnungsfaktor	0,45	0,50	0,55	0,59	0,64	0,73	0,82	1,00

$$R_{d,gesamt} = R_d \cdot n_{Scherfugen} \cdot n_{gesamt}$$

Bild 9: Interaktionsdiagramm zur überschlägigen Ermittlung der Tragfähigkeit von auf Abscheren beanspruchten Stabdübeln in Holz-Holz-Verbindungen [10]

Figure 9: Design-Diagram for an approximation of the load-carrying capacity of dowelled wood-to-wood connections [10]

Ausblick

Abgesehen von der Arbeit zur Verbesserung der Eurocodes sollten Wissenschaft, Verbände und die Bauindustrie nicht das langfristige Ziel aus den Augen verlieren, welches darin besteht, technisch und politisch für eine europäische Bauordnung und gleiche Sicherheitsanforderungen für alle Europäer zu arbeiten. Dies würde innerhalb der europäischen Gemeinschaft als tatsächliche Harmonisierung empfunden werden. Die Anwendung der dazu gehörigen Normen würde durch den Wegfall einer Vielzahl länderspezifischer Regeln erheblich erleichtert. Es ist wohl wie (fast) immer: Gemeinsam geht es besser!

Literatur

Hinweis der Verfasser: aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die im Text benannten Normen nicht sämtlich im Literaturverzeichnis geführt. Es wird auf die Webseite www.din.de verwiesen.

- [1] Thurik, A., Schmid, V.: Hölzerne Pilze unter Spaniens Sonne. Bauen mit Holz, Heft 5, Bruderverlag, Karlsruhe, S. 8-14, 2011.
- [2] Thurik, A., Di Risio, T. et al.: Gelungene Verbindungen. Bauen mit Holz, Heft 5, Bruderverlag, Karlsruhe, 2011, S. 38-44, 2011.
- [3] Bollinger, K., Trautz, M.: Die Tragkonstruktionen der Gebäude für die Neue Messe in Karlsruhe. Bautechnik, Heft 11, Ernst&Sohn, Berlin, S. 757-765, 2003.
- [4] Hochreiner, G., Gerold, M. et al.: Die Neue Messe Karlsruhe – Sondervorschläge und ihre Vorteile. Bauen mit Holz, Heft 6, Bruderverlag, Karlsruhe, S. 8-15, 2003.
- [5] Lattke, F., Ott, S., Winter, S.: TES EnergyFacade – Vorfertigung bei der energetischen Modernisierung: Innovative vorgefertigte Fassadenelemente aus Holz. Innovative Fassadentechnik, Ernst&Sohn Spezial, Berlin, 2011.
- [6] Pohlmann, J.: Staffenbrücke Kössen. in: Winter, S. (Hg.), Symposium Brücken aus Holz, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München, S. 78-81, 2006.
- [7] Common Unified Rules for Timber Structures: Eurocode No. 5. Report EUR 9887, Europäische Kommission, Brüssel, 1987.
- [8] Johansen, K.W.: Theory of timber connections. International Association of Bridge and Structural Engineering, Publication No. 9, Bern, Schweiz, S. 249-262, 1949.
- [9] Dietsch, P., Winter, S., et al.: Revision of Eurocode 5 - Practical Needs and new Approaches. Proceedings Joint IABSE-fib Symposium on Codes in Structural Engineering, Dubrovnik, Kroatien, 2010.
- [10] Krüger, B.: Vereinfachung der Normung im Hinblick auf häufige Anwendungsfälle - Ansätze zur Vereinfachung der Verbindungsmittelbemessung, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München, 2009.