

V. Cornelius, K. Morgen, Viktor Sigrist, Martin Ziegler,  
Oliver Chyra, Tobias Krebber

# **Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung anwendungs- freundlicher und praxistauglicher Bemessungsnormen**

F 2825

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- 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

2013

ISBN 978-3-8167-8992-5

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/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)



RWTHAACHEN  
UNIVERSITY



TUHH mB

Abschlussbericht für das Forschungsvorhaben:

## **Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung anwendungsfreundlicher und praxistauglicher Bemessungsnormen**

Projektleitung:

Dr.-Ing. V. Cornelius (Verband Beratender Ingenieure VBI)

Dr.-Ing. K. Morgen (Bundesvereinigung der Prüfindenieure für Bautechnik e.V.)

Univ.-Prof. Dr. Viktor Sigrist (TUHH)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler (RWTH Aachen)

Forschungsstellen:

TU Hamburg-Harburg, Institut für Massivbau

Univ.-Prof. Dr. Viktor Sigrist, Dipl.-Ing. Oliver Chyra

21071 Hamburg

RWTH Aachen, Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Dipl.-Ing. Tobias Krebber

52074 Aachen

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

(Aktenzeichen: SF – 10.08.18.7- 09.3 / II 2 – F20-08-1-049)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

## Kurzfassung

Im Mai 2009 wurde das im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) eingereichte Forschungsprojekt „Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung anwendungsfreundlicher und praxistauglicher Bemessungsnormen“ bewilligt. Es wurde durch Dr. V. Cornelius (VBI), Dr. K. Morgen, (BVPI), Prof. V. Sigrist (TUHH) und Prof. M. Ziegler (RWTH) geleitet und am Institut für Massivbau der TU Hamburg-Harburg (Prof. V. Sigrist, Dipl.-Ing. O. Chyra) sowie am Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen (Prof. M. Ziegler, Dipl.-Ing. T. Krebber) bearbeitet. Zur Klärung der rechtlichen Aspekte wurden die Forscher durch Rechtsanwalt G.-F. Drewsen unterstützt.

Der Fokus der Untersuchungen lag auf dem Programm der sogenannten Tragwerksnormen (Eurocodes), das aus den Grundlagen- und Einwirkungsnormen sowie den Bemessungsnormen besteht. Die Zielsetzung des Forschungsprojektes umfasste die Analyse der heutigen Situation und die Klärung der Randbedingungen für das Normenschaffen in Europa und Deutschland, die Entwicklung eines Konzepts für zukünftige Normen (technische Ebene) und die Erarbeitung eines Vorschlags für die Organisation des Normenschaffens (organisatorische Ebene). Die Untersuchungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Normen sollen die anerkannten Regeln der Technik in gut lesbaren, leicht verständlichen und knapp gehaltenen Texten wiedergeben. Um den Anspruch zu erfüllen, die anerkannten Regeln der Technik wiederzugeben, ergibt sich u.a. die rechtlich begründete Forderung, dass an der Erstellung von Normen höchster Sachverstand und die interessierten Kreise der am Bau Beteiligten gleichberechtigt beteiligt sein müssen. Die Verfahrensregeln des DIN bieten dafür auch in Zukunft die Basis.
- Durch die Eurocodes ist für die Tragwerksnormen eine solide und entwicklungsfähige Struktur vorgegeben. Die Erstellung anwendungsfreundlicher und praxistauglicher Normen bedingt eine Beschränkung auf Wesentliches, die Vereinheitlichung der Gliederung der einzelnen Normen, die konsistente Verwendung der Fachbegriffe, die konsequente und einheitliche Umsetzung wichtiger Grundsätze sowie die Definition eindeutiger Schnittstellen. Die Bemessungswerte der Einwirkungen und Widerstände sollen weiterhin auf Grundlage des bekannten semiprobabilistischen Konzepts mit Teilsicherheitsbeiwerten bestimmt werden. Die Kombinationsregeln sind hingegen zu vereinfachen, und es könnte ein universeller Kombinationsbeiwert eingeführt werden.
- Für die Organisation des Normenschaffens soll auch in Zukunft das DIN zuständig sein. Die Vorbereitung, Begleitung und fachliche Vertretung von Normungsprojekten sind aber in ein professionelles Umfeld zu verlagern. Dazu gehört, dass die in den Ausschüssen tätigen Vertreter auf ein entsprechendes "Backoffice" zurückgreifen können, in dem z.B. Textvorschläge erarbeitet und Vergleichsrechnungen durchgeführt werden, die dann entsprechend Eingang in die Ausschüsse finden. Da diese zeitintensive Arbeit nicht mehr ehrenamtlich zu erledigen ist, müssen diese Arbeiten wie Ingenieuraufträge vergütet und terminiert werden.

Zur Gewährleistung einer kontinuierlichen Bearbeitung werden Modelle benötigt, bei dem sich das "Backoffice" aus sowohl permanenten als auch freien Mitarbeitern zusammensetzt; Gruppengröße und fachliche Ausrichtung können so den jeweils aktuellen Fragestellungen angepasst werden. Die Finanzierung soll mit jährlichen Beitragszahlungen der interessierten Kreise sichergestellt werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage .....	1
1.2 Auftrag und Inhaltsübersicht.....	2
<b>2 Gegenwärtige Normen</b> .....	<b>3</b>
2.1 Motivation für Normungsarbeit .....	3
2.1.1 Allgemeine Motivation zur Normenschaffung.....	3
2.1.2 Besonderheiten bei Bemessungsnormen .....	3
2.1.3 Motivation der interessierten Kreise für die Mitarbeit in den Gremien für Bemessungsnormen .....	4
2.2 Normenlandschaft.....	8
2.2.1 Das Deutsche Institut für Normung (DIN e.V.) .....	8
2.2.2 Weitere Normungsgremien und Verfasser von Regelwerken .....	9
2.2.3 Gemeinsame Europäische Normung .....	9
2.2.4 Normung in den europäischen Nachbarstaaten .....	12
2.3 Normenschaffen.....	15
2.3.1 Entstehung von Normen im DIN e.V. - Nationale Normung .....	15
2.3.2 Entstehung von Normen im CEN - Europäische Normen.....	17
2.4 Rechtliche Aspekte von Normen .....	20
2.5 Defizite der Normen .....	24
2.5.1 Inhaltliche und technische Defizite .....	24
2.5.2 Strukturelle und organisatorische Defizite .....	26
2.5.3 Erwartete Entwicklung .....	27
<b>3 Anforderungen an Tragwerksnormen</b> .....	<b>29</b>
3.1 Allgemeine Anforderungen .....	29
3.2 Formale und inhaltliche Anforderungen.....	32
<b>4 Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen</b> .....	<b>34</b>
4.1 Struktur des Normenprogramms.....	34
4.1.1 Normen für den Tragwerksbau.....	34
4.1.2 Anforderungen an die Struktur.....	36
4.1.3 Struktur der Eurocodes .....	36
4.1.4 Empfohlene Struktur der Tragwerksnormen .....	38
4.1.5 Grundlagen der Tragwerksplanung .....	39
4.1.6 Einwirkungen auf Tragwerke .....	41
4.1.7 Bemessungsnormen.....	43

4.2	Gliederung der Bemessungsnormen .....	47
4.2.1	Anforderungen an die Gliederung .....	47
4.2.2	Vorschlag für die Gliederung der Bemessungsnormen .....	49
4.2.3	Gliederung und Inhalte der Kapitel .....	50
4.3	Sicherheitskonzept .....	55
4.3.1	Sicherheitskonzept der Eurocodes .....	55
4.3.2	Schnittgrößen .....	62
4.3.3	Kombinationsregeln .....	65
4.3.4	Tragwiderstand .....	68
4.4	Bemessungsverfahren .....	71
4.5	Redaktionelle Vorgaben .....	72
4.5.1	Allgemeines .....	72
4.5.2	Inhaltliches .....	72
4.5.3	Formale Vorgaben .....	74
<b>5</b>	<b>Empfehlungen zur Verbesserung der Normungsarbeit .....</b>	<b>80</b>
5.1	Professionalisierung .....	80
5.1.1	Notwendigkeit der Professionalisierung .....	80
5.1.2	Ausgestaltung der Professionalisierung .....	81
5.2	Optimierung der Normungsarbeit .....	89
5.2.1	Ausgeglichene Besetzung nationaler Gremien .....	89
5.2.2	Beschleunigung des Normungsprozesses .....	90
5.2.3	Nationale Gesamtstrategie für Tragwerksnormen .....	90
5.3	Einflussnahme auf das europäische Normenschaftern .....	91
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Folgerungen .....</b>	<b>93</b>
6.1	Auftrag und Zielsetzung .....	93
6.2	Anforderungen an Normen .....	93
6.3	Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen .....	94
6.4	Empfehlungen zur Verbesserung des Normenschafterns .....	96
	<b>Literatur .....</b>	<b>98</b>
	Anhang A: Gegenüberstellung der Kapitelbezeichnungen der Eurocodes .....	A1
	Anhang B: Beispielhafte Inhaltsverzeichnisse .....	A2
	Anhang C: Einfluss der Begleiteinwirkungen .....	A12
	Anhang D: Einfluss der Kombinationsbeiwerte bei der geotechnischen Bemessung .....	A21
	Anhang E: Vereinfachte Kombinationsregeln: Vergleichsrechnungen .....	A23

# Formelzeichen

## Lateinische Buchstaben

$a_d$	Bemessungswert einer geometrischen Größe
$a_k$	Charakteristischer Wert einer geometrischen Größe
$a_{\text{nom}}$	Nennwert einer geometrischen Größe
$A$	Außergewöhnliche Einwirkung
$A_d$	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
$A_{\text{Ed}}$	Bemessungswert einer Einwirkung infolge Erdbeben
$A_s$	Querschnittsfläche des Betonstahls
$b$	Breite
$C_d$	Bemessungswert eines Gebrauchstauglichkeitskriteriums
$d$	statische Nutzhöhe
$E$	Auswirkung der Einwirkungen
$E_d$	Bemessungswert der Auswirkungen
$E_{d,\text{dst}}$	Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkung
$E_{d,\text{fat}}$	Bemessungswert der Auswirkungen beim Nachweis gegen Ermüdung
$E_{d,\text{stb}}$	Bemessungswert der stabilisierenden Einwirkung
$f_c$	Einaxiale Druckfestigkeit von Beton
$f_{cd}$	Bemessungswert der einaxialen Druckfestigkeit von Beton
$f_{ck}$	Charakteristische einaxiale Druckfestigkeit von Beton
$f_y$	Streckgrenze des Betonstahls
$f_{yd}$	Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls
$f_{yk}$	Charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls
$F_d$	Bemessungswert einer Einwirkung
$F_k$	Charakteristischer Wert einer Einwirkung
$F_{\text{rep}}$	Repräsentativer Wert einer Einwirkung
$G_k$	Charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen
$G_d$	Bemessungswert der ständigen Einwirkungen
$h$	Höhe

$l$	Länge
$M$	Biegemoment
$M_{Ed}$	Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments
$M_R$	Biege­widerstand
$M_{Rd}$	Bemessungswert des Biege­widerstandes
$N$	Normalkraft
$N_{Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
$P_k$	Charakteristischer Wert der Vorspannkraft
$Q_k$	Charakteristischer Wert einer veränderlichen Einwirkung
$Q_{Ed}$	Bemessungswert einer veränderlichen Einwirkung
$R_d$	Bemessungswert eines Widerstands
$R_{d,fat}$	Bemessungswert eines Widerstands beim Nachweis gegen Ermüdung
$R_{d,stab}$	Bemessungswert der stabilisierenden Auswirkung bzw. Reaktion
$R_k$	Charakteristischer Wert eines Widerstands
$V$	Querkraft
$V_{Ed}$	Bemessungswert einer einwirkenden Querkraft
$w_0$	Vorverformung
$X_d$	Bemessungswert einer Baustoff - oder Produkteigenschaft
$X_k$	Charakteristischer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft

### Griechische Buchstaben

$\gamma_c$	Teilsicherheitsbeiwert für Beton zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft
$\gamma_G$	Teilsicherheitsbeiwert für Beton zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft, geometrischen Abweichungen und Unsicherheiten des verwendeten Bemessungsmodells (Modellunsicherheit)
$\gamma_I$	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen zur Berücksichtigung möglicher Abweichungen von repräsentativen Werten
$\gamma_F$	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen zur Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen der Einwirkungen
$\gamma_{F,Mittel}$	Gemittelter Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen

$\gamma_g$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen zur Berücksichtigung von Größenabweichungen
$\gamma_G$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen zur Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen der ständigen Einwirkungen
$\gamma_{G,inf}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen für die Berechnung mit unteren Bemessungswerten
$\gamma_{G,sup}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen für die Berechnung mit oberen Bemessungswerten
$\gamma_m$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft, geometrischen Abweichungen und Modellunsicherheiten
$\gamma_P$	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen aus Vorspannung
$\gamma_Q$	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen
$\gamma_{Rd}$	Teilsicherheitswert zur Berücksichtigung der Modellunsicherheit des Widerstandsmodells
$\gamma_s$	Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft
$\gamma_S$	Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl zur Berücksichtigung von Schwankungen der Baustoffeigenschaft, geometrischen Abweichungen und Modellunsicherheiten
$\gamma_{sd}$	Teilsicherheitswert zur Berücksichtigung der Modellunsicherheit der Idealisierung von Einwirkungen und/oder Auswirkungen
$\eta$	Umrechnungsbeiwert von Baustoffeigenschaften
$\psi_0$	Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen
$\psi_1$	Beiwerte für häufigen Wert von veränderlichen Einwirkungen
$\psi_2$	Beiwerte für quasi-ständigen Wert von veränderlichen Einwirkungen
$\psi_{uni}$	Universeller Kombinationsbeiwert für veränderliche Einwirkungen

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Kennzeichnend für die gegenwärtige Normungssituation ist die große Anzahl an Normen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, wobei die einzelnen Dokumente eine unterschiedliche Regelungstiefe mit zum Teil überlappenden und auch sich widersprechenden Inhalten aufweisen. Zudem wuchsen sowohl die Anzahl als auch der Umfang der Normen in den vergangenen Jahrzehnten stetig an. Durch den erhöhten Textumfang mit immer mehr Querverweisen zu anderen Regelwerken besteht die Gefahr, dass der Anwender die Übersicht verliert und möglicherweise wichtige Regelungsinhalte übersieht.

Weiterhin kann festgestellt werden, dass die Komplexität von Berechnungsverfahren zunimmt. Viele Problemstellungen, die einst durch übersichtliche Handrechnungen zu bearbeiten waren, bedingen mittlerweile den Einsatz umfangreicher Computerprogramme. Dem Anwender bleiben dabei oft die physikalischen Hintergründe verborgen, was zu Fehlbeurteilungen und Irrtümern führen kann. Als Folge der komplexeren Normen hat auch der Arbeitsaufwand zugenommen, wodurch die Wirtschaftlichkeit der planerischen Tätigkeit beeinträchtigt wird. Als problematisch erweisen sich auch die Schnittstellen zwischen den Regelwerken. Obwohl sie aufeinander aufbauen oder Bezug nehmen, ergeben sich aufgrund der Tatsache, dass sie aus verschiedenen Fachtraditionen stammen, häufig Probleme. Eine Kompatibilität z.B. für die Übergabe von Schnittgrößen ist oftmals nicht gegeben. Durch solche Schnittstellenprobleme kann es zu unwirtschaftlichen oder sogar unsicheren Konstruktionen kommen.

Eine wichtige Ursache für die skizzierten Probleme ist in den Prozessen der Erstellung und Überarbeitung der (heute mehrheitlich internationalen bzw. europäischen) Normen zu sehen. Die Themenvielfalt und die Fülle an fach- sowie länderspezifischen Anforderungen und Lösungsansätzen machen eine umfassende Bearbeitung der Normen nahezu unmöglich; sie erschweren auch das Engagement der nationalen Vertreter auf europäischer Ebene. Zudem fehlt eine übergeordnete Strategie, die die Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit fordert. Der ehrenamtliche Charakter der Normungsarbeit ist folglich in vielen Bereichen an seine Grenzen gestoßen.

Durch die verbindliche Einführung der europäischen Normen (Eurocodes) werden die oben genannten Schwierigkeiten noch zunehmen. Auch wenn viele nationale Normen in den letzten Jahren den Eurocodes angeglichen wurden, um einen reibungslosen Übergang zu gewährleisten, sind Probleme bei der Umstellung zu erwarten. Die europäischen Normen sind in der Regel umfangreicher als die Vorläuferdokumente und nur in Kombination mit zusätzlichen Dokumenten, den sogenannten Nationalen Anhängen, anwendbar; die Unübersichtlichkeit der Normenlandschaft dürfte damit eher zu- als abnehmen.

## 1.2 Auftrag und Inhaltsübersicht

Im Mai 2009 wurde das im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) eingereichte Forschungsprojekt „Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung anwendungsfreundlicher und praxistauglicher Bemessungsnormen“ bewilligt. Es wurde durch Dr. V. Cornelius (VBI), Dr. K. Morgen, (BVPI), Prof. V. Sigrist (TUHH) und Prof. M. Ziegler (RWTH) geleitet und am Institut für Massivbau der TU Hamburg-Harburg (Prof. V. Sigrist, Dipl.-Ing. O. Chyra) sowie am Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen (Prof. M. Ziegler, Dipl.-Ing. T. Krebber) bearbeitet. Zur Klärung der rechtlichen Aspekte wurden die Forscher durch Rechtsanwalt G.-F. Drewsen unterstützt. Die Zielsetzung des Forschungsprojektes umfasste die Analyse der heutigen Situation und die Klärung der Randbedingungen für das Normenschaftern in Europa und Deutschland, die Entwicklung eines Konzepts für zukünftige Normen (technische Ebene) und die Erarbeitung eines Vorschlags für die Organisation des Normenschafterns (organisatorische Ebene).

Diese generelle Zielsetzung findet ihren Niederschlag im vorliegenden Bericht, der folgende inhaltlichen Schwerpunkte umfasst:

- Motivation und **Funktion der Normung** - speziell im Bauwesen bzw. im konstruktiven Ingenieurbau und in der Geotechnik - werden erläutert.
- Die gegenwärtige **Normenlandschaft** wird dokumentiert, und eine Bestandsaufnahme der nationalen und europäischen Normungseinrichtungen wird vorgenommen.
- Die **Prozesse des Normenschafterns** sowie der Aufbau und die Organisation der einzelnen Normungsinstitute werden dargestellt. Darauf aufbauend werden die **rechtliche Relevanz** und schließlich die Defizite der heutigen Tragwerksnormen, d.h. deren inhaltliche Mängel und auch die Schwächen der Organisationsform, diskutiert.
- Anschließend werden **Anforderungen** an moderne Tragwerksnormen definiert: Unterschieden werden allgemeine Anforderungen bezüglich Sicherheit, Vereinheitlichung, Rechtsverbindlichkeit und Qualitätssicherung sowie formale und inhaltliche Anforderungen wie Lesbarkeit, Einheitlichkeit, Nachvollziehbarkeit und Eindeutigkeit.
- Als Ergebnis der umfangreichen Untersuchungen werden Empfehlungen zur **Verbesserung der Tragwerksnormen** gemacht. Diese beziehen sich einerseits auf Struktur und Gliederung der Normen, andererseits aber auf das Sicherheitskonzept, die Bemessungsverfahren sowie redaktionelle Vorgaben.
- Ein weiteres Untersuchungsergebnis bezieht sich auf die **Verbesserung der Normungsarbeit**. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie das Normenschaftern professionalisiert werden kann und wie entsprechende Organisationsformen zu entwickeln sind.

## **2 Gegenwärtige Normen**

### **2.1 Motivation für Normungsarbeit**

#### **2.1.1 Allgemeine Motivation für das Normenschaffen**

Ganz allgemein weist Deml (2009) Normen die folgenden fünf Hauptfunktionen zu, ohne dabei schon zwischen den unterschiedlichen Normenarten zu differenzieren:

##### **1. Ordnungsfunktion**

Die Ordnungsfunktion hat zum Ziel, im genormten Gebiet einen optimalen Ordnungsgrad zu schaffen. Damit soll angesichts der Fülle an technischen Normen eine ausreichende Transparenz erreicht werden.

##### **2. Rationalisierungsfunktion**

Diese Funktion wirkt vor allem für Produkte, die in großen Mengen hergestellt werden. Die Vereinheitlichung bringt Rationalisierungseffekte hervor, die bei Massenprodukten zu Kosteneinsparungen führen.

##### **3. Informationsfunktion**

Durch die Anwendung einer Norm erhält der Einzelne Auskunft zum Stand der Technik. Normen erleichtern weiterhin die Kommunikation zwischen den einzelnen Marktteilnehmern durch eine „gemeinsame Sprache“ für die „Produkte und Dienstleistungen“. Durch die einheitliche Sprache wird auch die Grundlage für die Rechtsverbindlichkeit der Normen geschaffen.

##### **4. Vereinheitlichungsfunktion**

Durch Normen werden Produkte und Dienstleistungen vereinheitlicht. Dadurch werden die Produkte verschiedener Hersteller austauschbar und kombinierbar. Die Vereinheitlichung dient auch der Qualitäts- und Produktsicherung.

##### **5. Innovationsfunktion**

Normen sorgen durch die Vorgabe von Formatstandards dafür, dass diese (Massen)Produkte schnell vermarktet werden können (s. z.B. DVD).

#### **2.1.2 Besonderheiten bei Bemessungsnormen**

Bemessungsnormen im Bauwesen müssen gegenüber Produktnormen differenziert betrachtet werden. Sie definieren nicht ein Produkt, das dank der Normung reproduzierbar hergestellt werden kann, sondern eine Vorgehensweise zur Dimensionierung von Bauwerken. Bemessungsnormen bilden somit für die entwerfenden Ingenieure eine gemeinsame Grundlage zur Bestimmung der Sicherheit der von ihnen gestalteten Bauwerke. Vor diesem Hintergrund lassen sich

die zuvor allgemein definierten Funktionen von Normen im Fall von Bemessungsnormen wie nachfolgend aufgezählt konkretisieren. Aus diesen Funktionen leiten sich dann auch die unterschiedlichen Motivationen der an der Normung Beteiligten ab.

### **1. Ordnungsfunktion**

Ihr kommt im Fall von Bemessungsnormen eine besondere Bedeutung zu, denn sie legt die Hierarchie und den Umfang der bei einer Bauwerksdimensionierung zu beachtenden Regelwerke fest. Die Struktur der Eurocodes ist geeignet, diese Funktion zu erfüllen.

### **2. Rationalisierungsfunktion**

Diese Funktion ist bei Bemessungsnormen eher untergeordnet zu sehen, da es sich bei den normativ zu behandelnden Objekten um Unikate und nicht um Massenprodukte handelt. Die Standardisierung von Nachweisen erlaubt allerdings die weitgehend automatisierte Berechnung und Dimensionierung von Bauwerken mit Hilfe von kommerziellen Rechenprogrammen.

### **3. Informationsfunktion**

Dieser Funktion kommt bei Bemessungsnormen insbesondere im Hinblick auf die Rechtssicherheit eine hohe Bedeutung zu. Aufgrund des Entstehungsprozesses von Normen wird unterstellt, dass sie die anerkannten Regeln der Technik wiedergeben (Näheres zur Rechtsverbindlichkeit von Normen in Kapitel 2.4). Die Einhaltung von Normen stellt damit sowohl für Auftraggeber als auch Auftragnehmer eine wichtige Voraussetzung dar, um die Mängelfreiheit eines Bauwerks zu erreichen, wenngleich die Einhaltung der Normen nicht die Mängelfreiheit garantiert.

### **4. Vereinheitlichungsfunktion**

Diese Funktion ist bei Bemessungsnormen insbesondere vor dem Hintergrund zu sehen, dass durch die Vorgabe der Berechnungs- und Bemessungsverfahren eine gemeinsame Basis geschaffen wird, die den Vergleich und die Bewertung der rechnerisch erhaltenen Sicherheiten erlaubt.

### **5. Innovationsfunktion**

Ähnlich wie bei Punkt 2 kommt dieser Funktion eine untergeordnete Bedeutung zu, da durch die Normung keine Standards von Massenprodukten festgelegt werden, die helfen würden, diese schneller zu vermarkten. Innovation entsteht allenfalls dadurch, dass bei der Erstellung der Normen auch neuere Erkenntnisse der Wissenschaft einfließen können, so dass eine schnelle Verbreitung dieser Erkenntnisse erreicht wird.

## **2.1.3 Motivation der interessierten Kreise für die Mitarbeit in den Gremien für Bemessungsnormen**

Normen werden in Ausschüssen erstellt, denen eine Vielzahl interessierter Kreise angehört, die die unterschiedlichen Interessenslagen bei der Erstellung eines Bauwerks widerspiegeln. Entsprechend unterschiedlich sind daher auch die Anforderungen und Wünsche an den Normenin-

halt und die Interessen bei der Normenerstellung. Nachfolgend wird darauf kurz für die einzelnen Gruppen eingegangen:

### **Planer und beratende Ingenieure**

Planende Ingenieure sind in ihrer täglichen Arbeit mit am stärksten von der konkreten Ausgestaltung der Normen betroffen. Ihr Interesse liegt in erster Linie darin, eindeutige und einfach handhabbare Normen zu erarbeiten, die ihre tägliche Arbeit erleichtern. Eine Vielzahl planender Ingenieure schätzt auch, wenn Normen möglichst präzise vorgeben, wie eine Bemessung durchzuführen ist. Dies bietet Rechtssicherheit und erzeugt zumindest bei vielen den Eindruck, die Verantwortung für das gewählte Bemessungsverfahren an die Vorgaben der Norm abgeben zu können. Andererseits gibt es eine ganze Reihe von entwerfenden Ingenieuren, die gerade bei anspruchsvollen Bauwerken sich oft durch die Regelungsdichte von Normen eingeengt fühlen. Sie erwarten von Normen, dass ihnen in solchen Fällen auch der kreative Freiraum geboten wird, um mit höchstem Ingenieursachverstand die anstehende Aufgabe zu lösen. Planende Ingenieure haben daher unabhängig von ihrer Erwartungshaltung an die Normen ein persönliches Interesse, sich engagiert an der Normungsarbeit zu beteiligen. Diesem gewünschten Engagement steht allerdings entgegen, dass es in vielen Büros - speziell solchen mit unter zehn Mitarbeitern - nicht möglich ist, hierfür entsprechend Personal abzustellen.

Anders als bei den planenden Ingenieuren kann bei den rein beratenden Ingenieuren die Tendenz auch dahin gehen, die Komplexität von Normen eher hoch zu halten, um daraus später in der Anwendung eine entsprechende Nachfrage für die angebotene Dienstleistung zu erzeugen.

### **Ausführende Firmen**

Auch die ausführenden Firmen sind direkt von den Normungsinhalten und der Regelungstiefe betroffen, da die Ausführungsplanung oft zusammen mit dem Bauauftrag vergeben wird und bei Sondervorschlägen oder bei funktionalen Ausschreibungen ohnehin die gesamte Planungsleistung zu erbringen ist. Im Schadens- oder Mängelfall wird meist zuerst geprüft, ob die entsprechenden Normen eingehalten wurden. Da der Aufwand für Kontrollen und auch die Gefahr, gegen Normen verstoßen zu haben, mit zunehmender Regelungsdichte steigt, neigen ausführende Firmen eher dazu, diese in Normen geringer zu halten. Entsprechend groß sollte ihr Interesse an der Normenerstellung sein. Seit einigen Jahren ist aber zu beobachten, dass große Unternehmen sich zunehmend aus dem Normenschaftern zurückziehen. Aus wirtschaftlichen Gründen sehen sich die Unternehmen oft nicht mehr in der Lage, Mitarbeiter in dem Maß für die Normungsarbeit freizustellen, dass diese auch nachhaltig den Inhalt der Normung beeinflussen könnten. Normenarbeit wird halbherzig betrieben, indem Mitarbeiter nur noch sporadisch, in wechselnder Besetzung und schlecht vorbereitet zu Sitzungen der Normenausschüsse erscheinen.

## **Produkthersteller**

Produkthersteller sind in erster Linie an der Mitarbeit in den Normenausschüssen interessiert, in denen Spezifikationen für ihr Produkt erstellt werden. Die Mitarbeit bei Bemessungsnormen steht daher weniger im Fokus, es sei denn, es können in diesen Anforderungen verankert werden, die den Einsatz eines bestimmten Produktes begünstigen.

## **Teilnehmer aus dem wissenschaftlichen Umfeld**

Die Mitarbeit von Teilnehmern aus dem wissenschaftlichen Umfeld in Normenausschüssen erfolgt im Wesentlichen aus zwei Motiven. Das erste besteht darin, die eigenen Forschungsergebnisse in die Normung einzubringen. Durch die als Innovationsfunktion angesprochenen Mechanismen werden diese schnell verbreitet und etabliert und steigern somit die Reputation des Wissenschaftlers. Der zweite Grund für das Engagement von Wissenschaftlern besteht darin, dass die endgültige Übernahme von Verfahren oder Grenzwerten in eine Norm oft noch einer wissenschaftlichen Überprüfung durch zusätzliche Versuche oder Nachrechnungen bedarf. Über die Normenarbeit lassen sich folglich zusätzliche Forschungsaufträge generieren. Diese werden für wissenschaftliche Einrichtungen zunehmend bedeutsamer, da die Ressourcenzuteilung in immer stärkerem Maß von den eingeworbenen Drittmitteln abhängt.

## **Bauaufsicht / Prüfsingenieure**

Aufgabe der Bauaufsicht ist die Gewährleistung der Sicherheit beim Bauen. Normen definieren einen Mindeststandard, dessen Erfüllung in der Regel durch die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik gewährleistet wird. Werden Normen bauaufsichtlich eingeführt, geben sie ein allgemein anerkanntes Sicherheitsniveau (gesetzliches Mindestniveau) durch Konkretisierung der gesetzlichen Anforderungen vor. Durch die eingeführten technischen Baubestimmungen werden auch anerkannte Verfahren zum Nachweis der Erfüllung der Sicherheitsanforderungen definiert. Ein Abweichen von diesen eingeführten Baubestimmungen ist erlaubt, wenn entsprechende zusätzliche oder andere Nachweise geführt werden. Die Einhaltung von Normen sichert daher einen bestimmten Qualitätsstandard und gewährleistet in der Regel auch sicheres Bauen. Das Interesse der Bauaufsicht geht daher in Richtung klarer und im Umfang auf das Erforderliche begrenzter Regelungen in den Normen.

## **Behörden als Auftraggeber**

Behörden treten in vielen Bereichen des Bauens als wichtiger Auftraggeber auf. Dies trifft zum Beispiel für den Bau und die Unterhaltung von Infrastrukturobjekten zu. Normen stellen dabei einen wichtigen Vertragsbestandteil dar. Sofern die zu erbringende Leistung darin ausführlich beschrieben wird, reicht es, im Vertrag, nur noch auf die entsprechende Norm zu verweisen. Damit ist der Auftragsgegenstand und das Bausoll bei definiertem Qualitätsstandard ausreichend beschrieben, was Rechtssicherheit in der späteren Abwicklung mit sich bringt. Hieraus resultiert auf Behördenseite ein Interesse an umfangreichen und möglichst detaillierten Normen.

Im Prinzip gelten diese Ausführungen auch für private Auftraggeber, wobei diese aber oft eine eher geringere Regelungsdichte vorziehen, um selbst in der Realisierung ihres Bauwerks nicht zu großen Restriktionen ausgesetzt zu sein.

### **Interessens- und Berufsverbände**

Die unterschiedlichen Interessens- und Berufsverbände vertreten in der Regel eine der vorge-nannten Gruppen. Ihre Interessenslage wird sich daher an den Interessen der jeweils vertretenen Gruppe ausrichten. Sonstige Verbände stehen eher außerhalb und werden daher nur wenig Mo-tivation für die Erstellung von Bemessungsnormen aufbringen.

Im Prozess der Normenerstellung müssen die unterschiedlichen Interessen der einzelnen Grup-pen zu einem Konsens zusammengeführt werden. Nur wenn dies gelingt, erlangt eine Norm eine ausreichende Legitimation.

## 2.2 Normenlandschaft

### 2.2.1 Das Deutsche Institut für Normung (DIN e.V.)

Die nationale Normungsorganisation in Deutschland ist das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN). Es wurde am 22. Dezember 1917 unter dem Namen *Normenausschuss der deutschen Industrie (NADI)* gegründet und seit 1920 als eingetragener Verein geführt. 1962 wurde der NADI in *Deutscher Normenausschuss (DNA)* umbenannt. Im Mai 1975 erfolgte eine erneute Namensänderung in *DIN Deutsches Institut für Normung e.V.* Am 5. Juni 1975 unterzeichneten das DIN e.V. und die Bundesrepublik Deutschland den bis heute gültigen Normenvertrag, der das DIN e.V. als einzige zuständige Organisationseinheit sowohl für die nationale als auch die internationale Normung anerkennt. Das DIN e.V. wird durch den Vertrag verpflichtet, das öffentliche Interesse zu berücksichtigen und dabei auch die Partizipation schwächerer Wirtschaftspartner zu ermöglichen. Weiterhin verpflichtet sich das DIN e.V., zwischenstaatliche Vereinbarungen zum Abbau technischer Hindernisse nicht zu behindern. Der organisatorische Aufbau des DIN e.V. ist in Bild 2.1 dargestellt. Die Grundsätze der Normungsarbeit sind in DIN 820 geregelt. Die Abbildung zeigt am Beispiel der Geotechnik die Zuständigkeit eines Arbeitsausschusses für die nationale und gleichzeitig auch für die europäische Fachnorm.

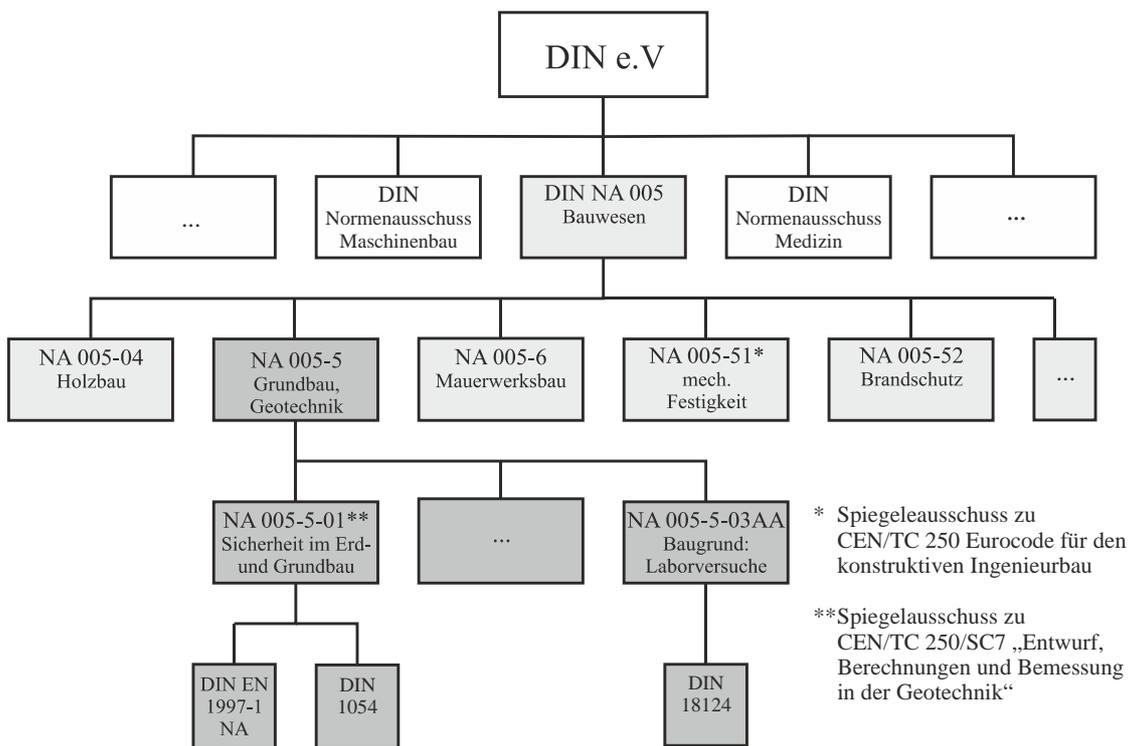


Bild 2.1 Aufbau des DIN e.V. für das Beispiel der Geotechnik [aus DIN-Akademie (2009)]

### **2.2.2 Weitere Normungsgremien und Verfasser von Regelwerken**

Im Bauwesen gibt es eine Vielzahl an Organisationen und Verbänden, die zu den Normen weitere ergänzende fachspezifische Regelwerke veröffentlichen. Aus den Bereichen Massivbau und Geotechnik seien hier Beispiele genannt.

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) veröffentlicht Richtlinien, die in der Regel auch bauaufsichtlich eingeführt werden. Die DAfStb-Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ [SVB-Richtlinie (2003)] beispielsweise ergänzt Abschnitte der DIN 1045-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3 sowie der DIN EN 206-1. Der DAfStb erstellt Normen z.B. dann, wenn auf europäischer Ebene kein Normungsverfahren zustande kommt oder die schnelle Umsetzung von Forschungsergebnissen erwünscht ist.

Im Bereich der Geotechnik sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben [EAB (2006)] und die Empfehlungen des Arbeitsausschusses für Ufereinfassungen [EAU (2004)] Regelwerke von hoher Bedeutung. Die EAB sind das Arbeitsergebnis des Arbeitskreises 2.4 Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), die die Empfehlungen herausgibt. Die EAU (2004) werden von der DGGT und der Hafentechnischen Gesellschaft (HTG) gemeinsam herausgegeben. Auf beide Werke wird in der übergeordneten Sicherheitsnorm DIN 1054 Bezug genommen. Sie ergänzen damit die Grundnorm und liefern wertvolle Regelungen für die Bemessung geotechnischer Bauwerke.

### **2.2.3 Gemeinsame Europäische Normung**

Aufgrund des Artikels 114 der Römischen Verträge (vormals Artikel 95) beschloss die Europäische Kommission 1975 Maßnahmen zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Europäisches Ziel ist die Harmonisierung der nationalen Normen. Zur Umsetzung wurde das CEN gegründet.

Das CEN (Comité Européen de Normalisation) mit Sitz in Brüssel ist eine internationale, nicht gewinnorientierte Organisation unter belgischem Recht. Innerhalb des CEN werden europäische Normen unter Mitwirkung der 31 Mitgliedsstaaten erstellt. Die Mitgliedsstaaten setzen sich aus 27 EU-Staaten, Kroatien sowie drei EFTA-Staaten zusammen. Der Aufbau des CEN ist in Bild 2.2 dargestellt.

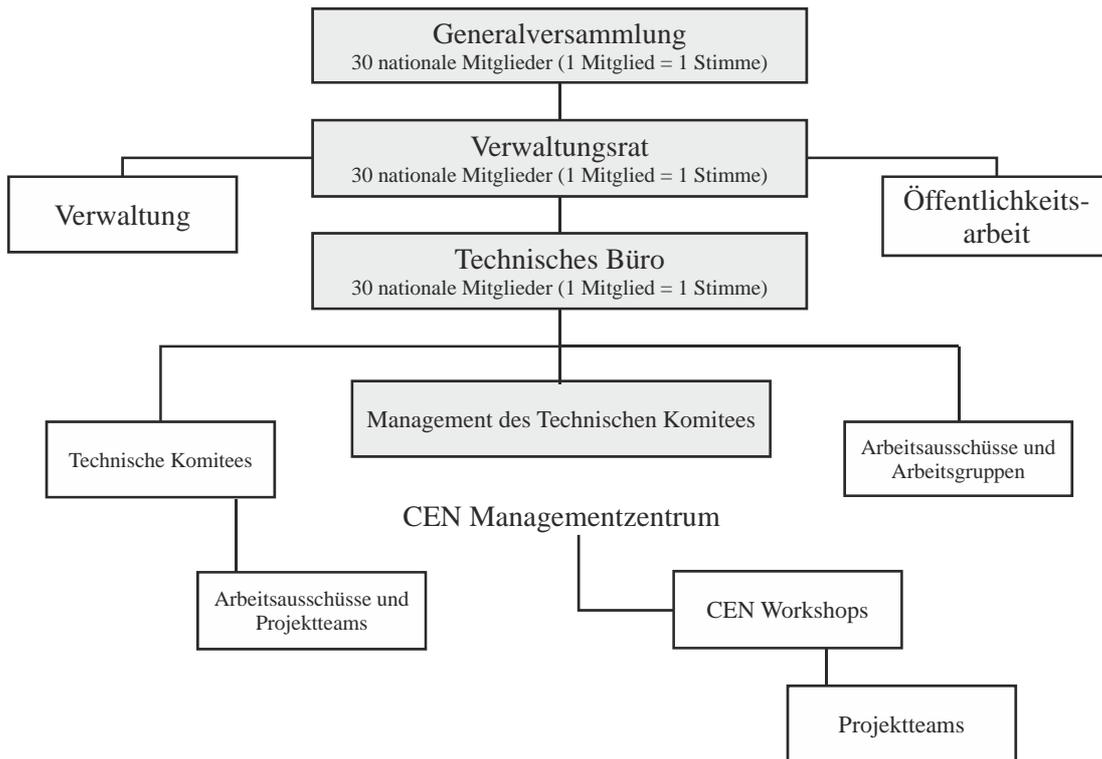


Bild 2.2 Aufbau des CEN [aus [www.cen.eu](http://www.cen.eu)]

Die Normungsarbeit wird durch die nationalen Normungsorganisationen, z.B. in Deutschland das DIN e.V., gewährleistet. Die fachliche Arbeit in Europa muss daher durch nationale Vertreter bzw. Fachleute sichergestellt werden. Jedem europäischen Ausschuss ist auf nationaler Ebene ein Spiegelausschuss zugeordnet, der die sogenannte nationale Meinung ermittelt und Delegierte benennt, die diese Meinung in den europäischen Ausschüssen vertreten.

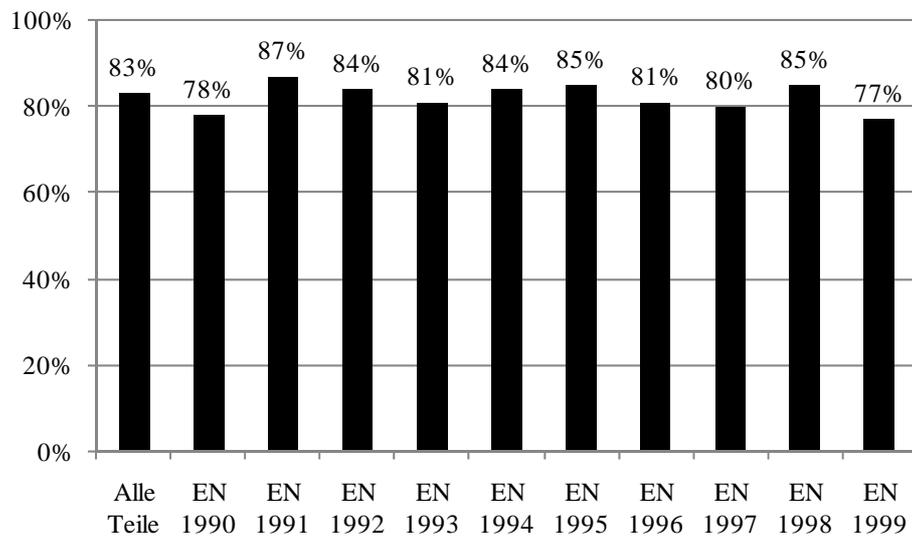
Von den Delegierten wird bei der Arbeit in europäischen Gremien erwartet, dass sie die nationale Meinung vertreten und ihre persönliche zurückstellen, falls diese nicht der nationalen entspricht. Um aktuell immer die nationale Meinung zu kennen, sind sie aufgefordert, regelmäßigen Kontakt zu den Spiegelgremien zu halten.

Normungsanträge auf europäischer Ebene dürfen durch die nationalen Normungsorganisationen, europäische und internationale Gruppen sowie durch die EU-Kommission eingebracht werden. Sofern eine Norm im Auftrag der Europäischen Kommission erarbeitet wird, spricht man von einer mandatierten Norm.

### Umsetzung der Eurocodes in den europäischen Nachbarstaaten

Die Einführung der Eurocodes in die nationalen Normen ist laut dem European Joint Research Center weit fortgeschritten (s. Bild 2.3). Inwieweit die Einführung in den einzelnen Mitgliedsstaaten bereits verbindlich ist, lässt sich derzeit noch nicht abschließend klären. In Deutschland werden die Eurocodes voraussichtlich am Stichtag 1.7.2012 bauaufsichtlich eingeführt. Nationale Normen müssen dann zurückgezogen werden. Aus den Nachbarstaaten wird berichtet, dass europäische Normen in der Liste anzuwendender Normen bei Bauprojekten oft noch fehlen

[Barth et al.(2011)]. Als Begründung hierfür werden Bedenken wegen wirtschaftlicher Nachteile vermutet.



*Bild 2.3 Grad der Einführung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten am 25.10.2010  
[aus <http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>]*

## 2.2.4 Normung in den europäischen Nachbarstaaten

Anhand der Anzahl besetzter CEN-Sekretariate lassen sich neben dem DIN e.V. noch das „British Standard Institution“ (BSI, England) sowie die „Association Française de Normalisation“ (AFNOR, Frankreich) als größte Normungsorganisationen in Europa identifizieren (Bild 2.4). In den folgenden Abschnitten soll deren Aufbau sowie die Finanzierung aufgezeigt werden, um einen Überblick über die Normungsarbeit europäischer Nachbarn aufzuzeigen.

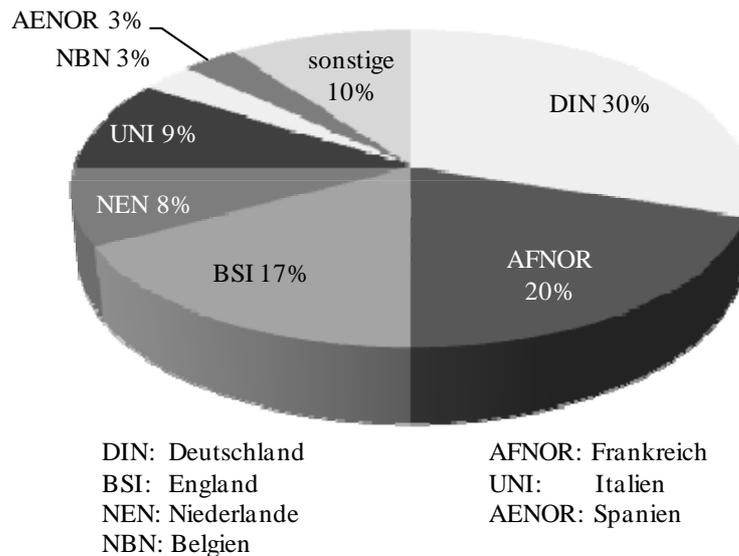


Bild 2.4 Verteilung der CEN Sekretariate (Stand Februar 2010), [aus [www.din.de](http://www.din.de)]

### Frankreich

Die französische Normungsarbeit ist in drei Ebenen gegliedert (s. Bild 2.5). Die erste Ebene wird durch die französische Regierung repräsentiert. Hier legt der französische Industrieminister die Normungspolitik des Staates für alle Normungsgebiete fest. Er ist oberste Instanz der Normungsarbeit, legt Richtlinien der Normungsarbeit fest und überwacht die Normungsausschüsse. Diese Funktion ist vergleichbar mit dem Präsidium des DIN e.V. in Deutschland. Entscheidender Unterschied ist jedoch die staatliche Kontrolle in Frankreich gegenüber der betont nichtstaatlichen Organisationsstruktur in Deutschland. Unterstützt wird der Industrieminister durch den „interministeriellen Normungsausschuss“ („groupe interministériel des normes“). Der interministerielle Normungsausschuss empfiehlt die Ausrichtung der nationalen und internationalen Normungspolitik. Die Leitung des interministeriellen Ausschusses ist einem auf Ratschlag der Minister bestellten „interministeriellem Normenabgeordneten“ übertragen. Dieser übernimmt gleichzeitig die Aufgaben des Regierungsbeauftragten bei der französischen Normungsorganisation „Association Française de Normalisation“ (AFNOR). Der interministerielle Normenabgeordnete hat in der tatsächlichen Arbeit die Befugnisse des Industrieministers übernommen [Thünen (1997)].

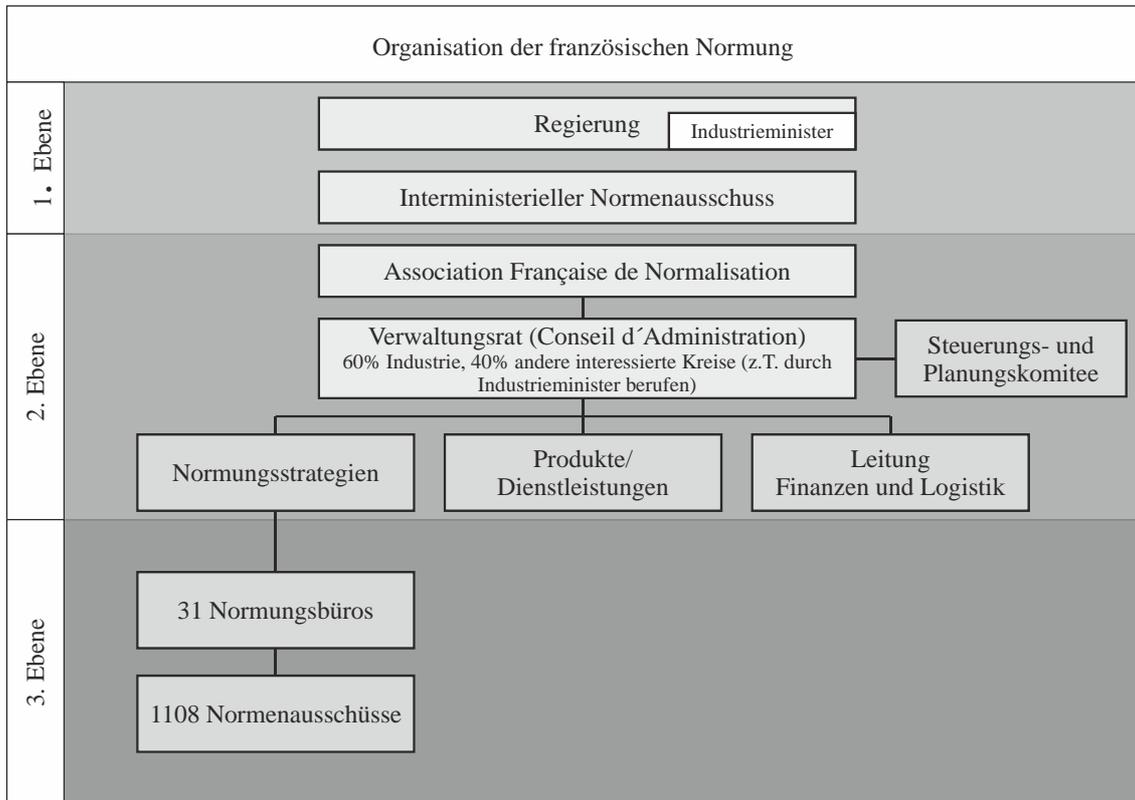


Bild 2.5 Organisation der französischen Normung (Stand 2009) [aus Thüinen (1997)]

In der zweiten Ebene ist die Association Française de Normalisation Träger der überbetrieblichen Normungsarbeit. Sie wurde am 1. Juli 1901 gegründet und ist als eingetragener Verein des privaten Rechts eine nicht gewinnorientierte Normungsorganisation. Der Verwaltungsrat des AFNOR wird durch ein Steuerungs- und Planungskomitee unterstützt. Dieses legt die Ziele und Prioritäten der Normungsarbeit fest und stellt die Kohärenz der Normungsprogramme sicher. Des Weiteren schätzt das Komitee die Gesamtmittel für die einzelnen Programme ab und macht Vorschläge zur Verbesserung des Gesamtsystems [Thüinen (1997)].

Das Steuerungs- und Planungskomitee ist für die gesamte Normungsarbeit in Frankreich zuständig. Durch das Komitee soll die Qualität der Normen für Frankreich sichergestellt werden. Es entwickelt Strategien zur Verbesserung der Qualität und überwacht deren Umsetzung.

Die dritte Ebene bezeichnet Thüinen als operative Ebene. Die Normungsbüros sind überwiegend den verschiedenen Berufs- und Industrieverbänden zugeordnet und verfügen je über eine Vielzahl an Normungsausschüssen. Alle Normungsbüros besitzen einen eigenen rechtlichen Status als privatrechtliche, öffentlich-rechtliche oder öffentlich-privatrechtliche Organisation. Die Normungsbüros führen die anfallenden administrativen Arbeiten durch. In den Normungsausschüssen wird die reguläre Normungsarbeit geleistet.

### England

Das British Standards Institution (BSI) wurde im Jahr 1901 gegründet und dessen Aufgaben in einer Royal Charter festgelegt. Somit erhält es den Status einer zentralen, für die Normung zuständigen Organisation. Die Royal Charter ist das englische Pendant zum deutschen Normen-

vertrag, der das DIN e.V. zur zuständigen Normungsorganisation erklärt. Die Arbeitsergebnisse des BSI prägen die Normen des gesamten Commonwealth. Die Normungsarbeit wird in Arbeitsgruppen geleistet. Diese Arbeitsgruppen sind zu technischen Komitees zusammengefasst. Der Ablauf bei der Entstehung der englischen Normen ist mit dem deutschen Weg vergleichbar.

Die Finanzierung des BSI unterscheidet sich aber deutlich von der des DIN e.V. Lagen 1971 die staatlichen projektbezogenen Zuschüsse für das DIN e.V. bei 6% des Jahresumsatzes, erhielt das BSI 49% Zuschüsse [Reihlen (1974)]. Im gleichen Zeitraum hatte das BSI 940 hauptamtliche Mitarbeiter. Heute verfügt das BSI über 2.562 hauptamtliche Mitarbeiter. Zum Vergleich, das DIN e.V hatte 377 Mitarbeiter, davon 76 mit projektbezogenen und nur befristeten Arbeitsverhältnissen.

In einem aktuellen Vergleich zwischen dem DIN e.V., dem BSI und der AFNOR zeigen sich größere Unterschiede beim Umsatz, bei den angestellten Mitarbeitern sowie der Beteiligung von Experten (siehe Tabelle 2.1). Dies erklärt zumindest zum Teil, weshalb die deutsche Normung sich im europäischen Umfeld schwer tut. Zu beachten ist allerdings, dass durch das BSI und die AFNOR auch Dienstleistungsfunktionen wahrgenommen werden, so dass die angegebenen Gesamtumsätze nicht direkt vergleichbar sind.

*Tabelle 2.1 Zahlen zu den drei großen europäischen Normungsorganisationen*

	<b>DIN e.V. (Geschäftsbericht 2008)</b>	<b>BSI (GB 2008)</b>	<b>AFNOR (GB 2009)</b>
<b>Gesamtumsatz in Mio. €</b>	62,46	240,0	124
<b>Umsätze durch Normen in Mio. €</b>	62,46	46,60	25,167
– davon eigene Erträge	37,86	-	
– davon Projektmittel der Wirtschaft	13,51	-	
– davon Projektmittel der öffentlichen Hand	11,09	-	
<b>Dienstleistungen</b>		193,4	95,658
<b>Gewinn in Mio. €</b>	-	13,10	3,648
<b>Normenbestand</b>	31.021	31.438	34.858
<b>neu veröffentlichte Normen</b>	2.237	1.831	1.986
<b>Mitglieder</b>	1.772	15.507	6.500 (1992)
– davon Unternehmen			3.000 (1992)
<b>angestellte Mitarbeiter</b>	377	2.445	748 (1992)
<b>Normungsausschüsse/Kommissionen</b>	72/5	-/-	
<b>Arbeitsausschüsse</b>	3.439	1.278	
<b>Experten der interessierten Kreise</b>	28.443	8.248	20.000
<b>Sekretariatsvorsitz im CEN</b>	91 (2010)	70 (2010)	12
<b>Sekretariatsvorsitz im CENELEC</b>	22 (2010)	28	

## 2.3 Normenschaffen

### 2.3.1 Entstehung von Normen im DIN e.V. - Nationale Normung

In Deutschland kann jedermann die Erstellung einer Norm beim DIN e.V. beantragen. Im Regelfall wird die Beantragung aus einem Kreis interessierter Fachleute oder einem Interessenverband heraus geschehen. Mit dem Antrag auf eine neu zu erstellende Norm soll gleichzeitig ein Konzept für diese vorgelegt werden. Weiterhin muss eine Grundfinanzierung für die Normungsarbeit sichergestellt werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass die durch das DIN e.V. zu tätigen Verwaltungs- und Sekretariatsarbeiten im Zusammenhang mit der neuen Norm finanziert sind. Dadurch wird eine hohe Eingangshürde aufgebaut, die dafür sorgen soll, dass nur Normen beantragt werden, an denen auch ein echtes Interesse besteht.

Beim DIN e.V. wird anschließend entschieden, ob für die beantragte Norm ein regionales (europäisches) oder internationales Interesse bestehen könnte und die Normungsarbeit auf der jeweiligen Ebene geschehen soll. Im Falle einer Bearbeitung auf ausschließlich nationaler Ebene wird anschließend der Normungsantrag dem Lenkungsausschuss des zuständigen Fachbereichs weitergeleitet, der das Projekt inhaltlich und finanziell prüft. Bei Zustimmung wird er das Projekt an den dafür zuständigen Arbeitsausschuss weiterleiten (s. Bild 2.7). Falls ein solcher noch nicht existiert, wird er die interessierten Kreise auffordern, Experten zu benennen, um einen neuen Arbeitsausschuss zu gründen. Sofern die beantragte Norm im europäischen oder internationalen Kontext steht, ist der Ausschuss gleichzeitig auch Vertreter und Ansprechpartner für Projekte gleichen Inhalts auf europäischer und internationaler Ebene.

Im Normenvertrag und in der DIN 820 ist geregelt, dass alle an der Norm interessierten Kreise an deren Erstellung beteiligt werden sollen. Die interessierten Kreise setzen sich zusammen aus Vertretern vieler Fachrichtungen (s. Bild 2.6)

Je Arbeitsausschuss sollen 10 bis 20 Mitglieder mitarbeiten. In jedem Normungsausschuss (NA) wird ein Vorsitzender, der sogenannte Obmann, gewählt. Weiterhin wird vom DIN e.V. ein hauptamtlicher Sekretär für die Formalien gestellt. Dieser kann, je nach Arbeitsaufwand, für mehrere Arbeitsausschüsse zuständig sein.

Die Beteiligung aller interessierten Kreise ist Voraussetzung, um Normen im Konsens zu erstellen. Konsens ist die „*allgemeine Zustimmung, die durch das Fehlen aufrechterhaltenen Widerspruchs gegen wesentliche Inhalte seitens irgendeines wichtigen Anteiles der betroffenen Interessen [...] gekennzeichnet ist*“ [DIN EN 45020 (2007)]. Er kann demnach nur erzielt werden, wenn es gelingt, Formulierungen zu finden, aufgrund derer vorhandene Gegenargumente nicht weiter aufrecht erhalten werden. Konsens bedeutet dabei nicht notwendigerweise Einstimmigkeit. Mitarbeiter in Normenausschüssen können, auch wenn sie anderer Meinung sind, z.B. durch Enthaltung bei der Abstimmung den Normungsprozess beschleunigen, sofern sie gegen die verabschiedete Regelung keine Sicherheitsbedenken haben.

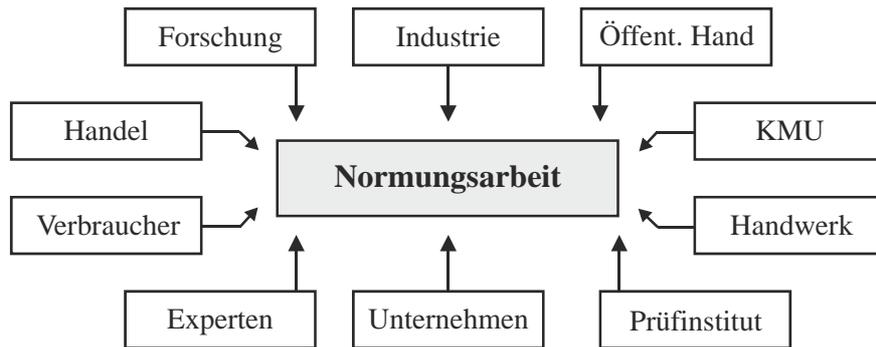


Bild 2.6 Interessierte Kreise in der Normungsarbeit [aus DIN-Akademie (2009)]

Sollte die Konsensfindung nicht schon im Arbeitsausschuss gelingen, verfügt das DIN über verschiedene Stufen von Schlichtungsverfahren. Nur die Erstellung von Normen im Konsens schafft maximale Akzeptanz. Dies ist darüber hinaus auch Voraussetzung, dass Normen vor Gericht den Status *Anerkannte Regel der Technik* zu sein überhaupt erhalten können (s. Kapitel 2.4).

Für die Erstellung von DIN-Normen gibt es formale Regelungen, die in DIN 820 festgehalten sind. DIN 820 gliedert sich in die Teile 1-4, in denen Grundsätze (Teil 1), Gestaltung von Normen (Teil 2), Begriffe (Teil 3) sowie Teil 4 (Geschäftsgang) beschrieben werden. Weiterhin gibt es Teile für die Gestaltung von Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen (Teile 11-12 und 120) sowie zur Übernahme europäischer (Teil 13) und internationaler (Teil 15) Normen.

Das erarbeitete Manuskript der Norm wird als Entwurf der (Fach-)Öffentlichkeit für eine Stellungnahme zugänglich gemacht. Durch diese Stellungnahme kann wiederum jedermann Einfluss auf das Werk nehmen. Die Einsprüche sollen begründet eingereicht werden, um die Bearbeitung durch den NA zu ermöglichen. Die Verfasser der Einsprüche werden persönlich zu der Sitzung eingeladen, um ihren Standpunkt darzustellen. Alle Einsprüche werden gesammelt und vom Normungsausschuss diskutiert und gegebenenfalls eingearbeitet. Im Zweifelsfall kann ein Schieds- und Schlichtungsverfahren angewendet werden. Das Ergebnis ist eine Deutsche DIN-Norm; der Ablauf der Entstehung einer DIN-Norm ist in Bild 2.7 dargestellt.

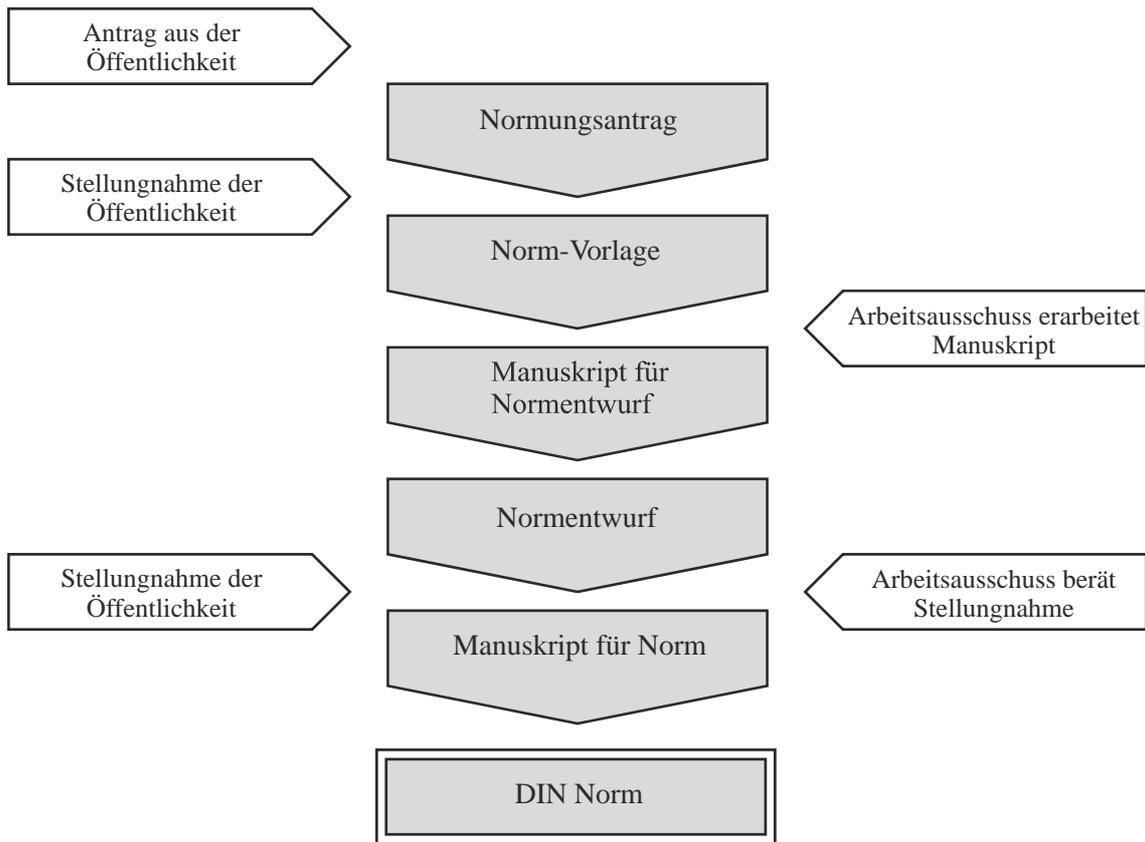


Bild 2.7 Ablauf der Entstehung einer nationalen Norm [aus DIN-Akademie (2009)]

### 2.3.2 Entstehung von Normen im CEN - Europäische Normen

Normungsanträge auf europäischer Ebene dürfen durch die nationalen Normungsorganisationen, europäische und internationale Gruppen sowie durch die EU-Kommission eingebracht werden. Der Ablauf bei der Entstehung einer CEN-Norm ist in Bild 2.8 dargestellt.

Im Falle der Zustimmung zum Antrag, ausreichender Bereitschaft zur Mitarbeit der beteiligten Normungsorganisationen und einer gesicherten Finanzierung wird das Normungsvorhaben an das zuständige Technische Komitee vergeben. Sofern vorhanden, wird der Antrag an die zuständige Arbeitsgruppe (Work Group) übergeben. Die Technischen Komitees werden von Sekretariaten geleitet, wovon derzeit ca. 30% dem DIN e.V. zugeordnet sind [Hartlieb et al. (2009)].

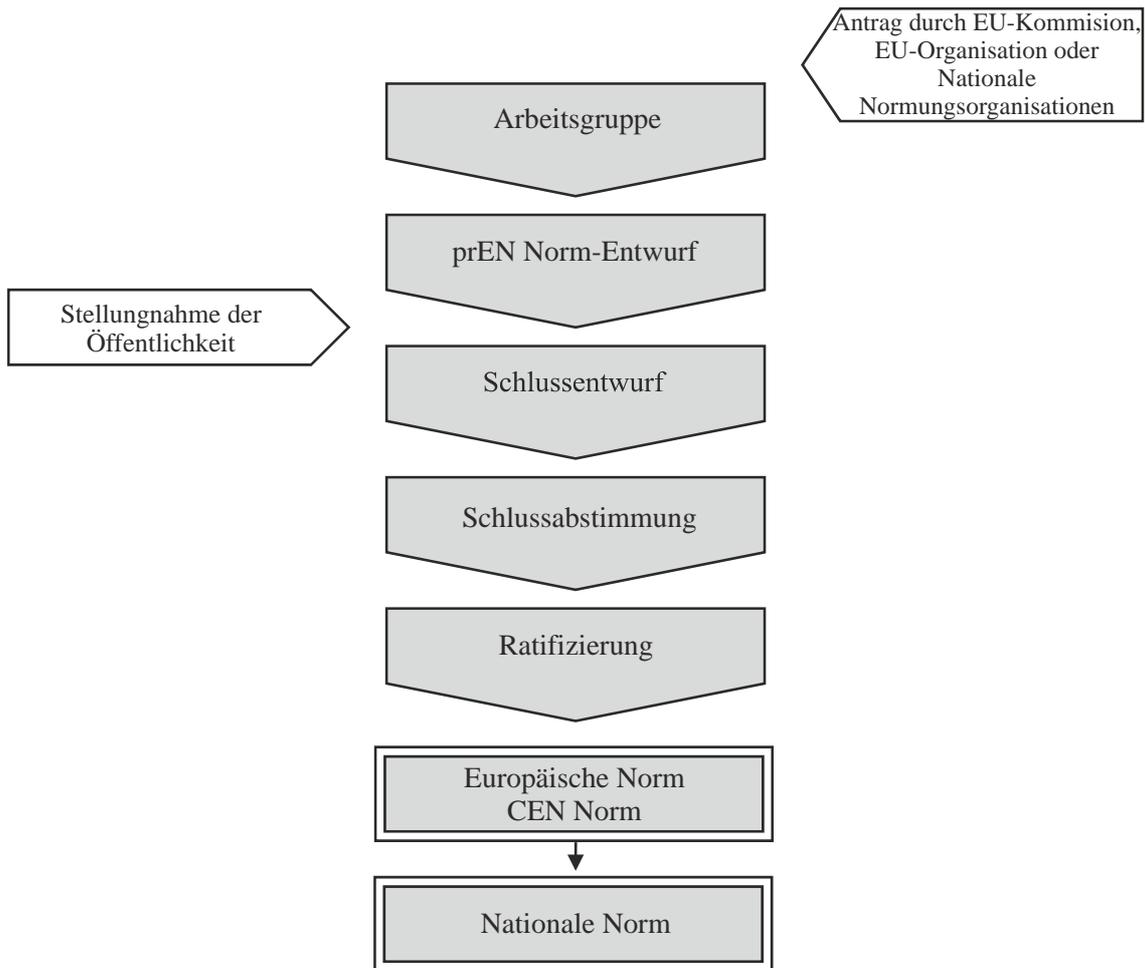


Bild 2.8 Entstehung einer CEN-Norm [aus DIN Akademie (2009)]

Für Normungsverfahren gibt es eine 3-Jahres-Frist, binnen derer das Normungsvorhaben abgeschlossen sein soll. Im begründeten Fall kann die Frist verlängert werden. Im Falle einer Überschreitung der Fristen, wird das Normungsvorhaben abgebrochen. Auf europäischer Ebene gibt es allerdings finanzielle Mittel mit denen die Workgroups gezielt Arbeitsaufträge an Projektteams vergeben können, um die Normungsarbeit zu beschleunigen. Die Projektteams werden im Gegenzug verpflichtet, die Ergebnisse innerhalb der vorgesehenen Frist zu präsentieren.

Nach dem Erarbeiten eines Normentwurfs wird dieser der Öffentlichkeit zur Stellungnahme (Inquiry) vorgelegt. Dies geschieht dreisprachig (englisch, französisch, deutsch). Die Möglichkeit zur Stellungnahme ist jedermann gegeben. Somit wird gewährleistet, dass auch „schwache“ Gruppen Gehör finden. Die Einsprüche werden jedoch national gesammelt und vom entsprechenden Normungsausschuss zu einer gemeinsamen nationalen Stellungnahme verarbeitet.

Auf Basis der nationalen Stellungnahmen erarbeitet die europäische Arbeitsgruppe einen Schlussentwurf, der den nationalen Normungsorganisationen zur Abstimmung vorgelegt wird. Die Entscheidung muss innerhalb von zwei Monaten der Arbeitsgruppe vorgelegt werden. Es erfolgt eine zweifache Abstimmung. Zum einen muss die einfache Mehrheit der Mitglieder für die Norm stimmen. Zum anderen erfolgt eine Abstimmung gewichtet nach Ländern gemäß Bild 2.9. Eine Norm gilt als angenommen, wenn 71% der gewichteten Stimmen dafür votieren. Im

Falle einer Annahme ist die Übernahme der Norm für alle Mitgliedsstaaten des CEN verpflichtend.

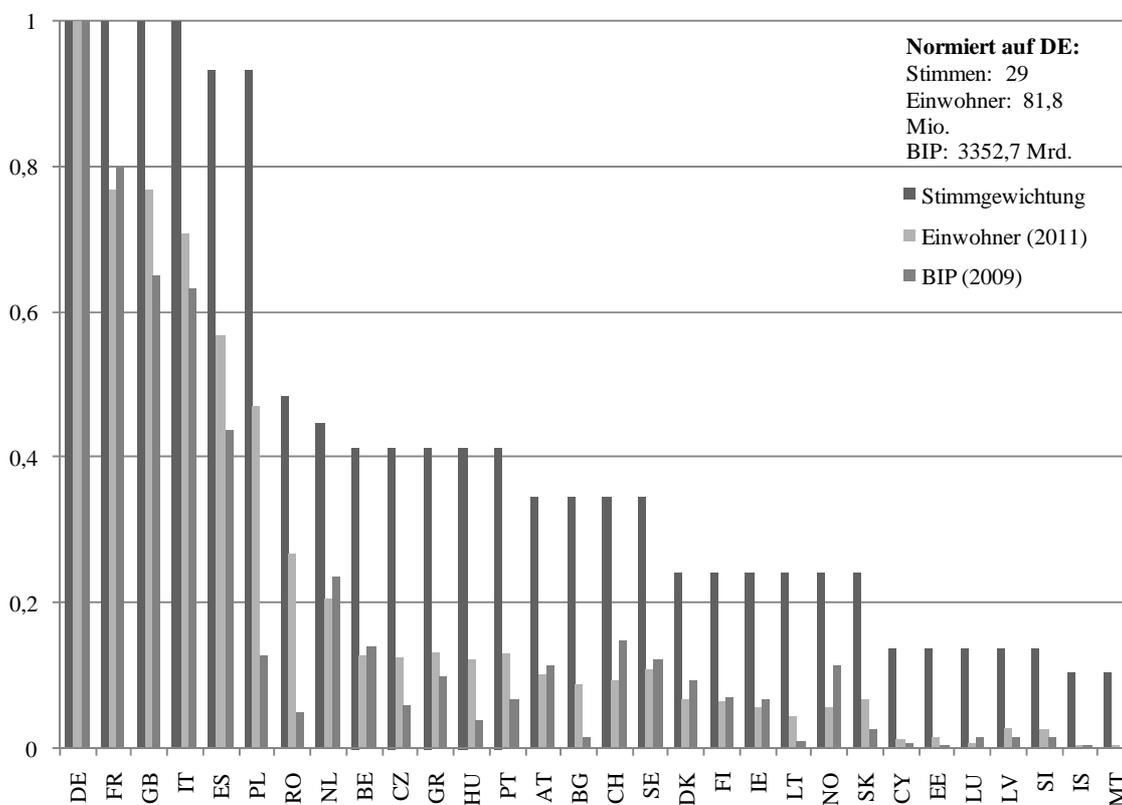


Bild 2.9 Stimmgewichtung der Mitgliedsstaaten im CEN [aus [www.cen.eu](http://www.cen.eu)]

Die gewichtete Abstimmung benachteiligt große Länder mit etablierten Normungssystemen. Will ein Land die eigenen Interessen besser durchsetzen, muss es sich mit anderen Ländern verbünden, was im Sinne verbesserter Kommunikation und Kooperation als Chance zu sehen ist.

## 2.4 Rechtliche Aspekte von Normen

Ein wesentliches Argument für die Verwendung von Normen ist die vermeintlich damit erhaltene Rechtssicherheit. Viele Anwender gehen davon aus, dass Normen den Stand der Technik wiedergeben und eine Werkleistung mängelfrei erbracht sei, wenn die für die Erbringung der Werkleistung relevanten Normen eingehalten wurden. Dem ist beileibe nicht so, wie nachfolgend im Einzelnen noch ausgeführt wird. Zunächst soll aber der Begriff „Norm“ im rechtlichen Sinn definiert werden.

Nach dem Bundesverwaltungsgericht (BVerwG 1997) sind

*„Normen eine Sammlung von Erfahrungssätzen, die in bestimmten zeitlichen Abständen die überarbeiteten Abstimmungsergebnisse einer Anzahl von kompetenten Fachleuten und Vertretern interessierter Kreise darstellen“.*

In der DIN 820-1 (2009) wird folgender Grundsatz definiert:

*„Durch die Normung wird eine planmäßige, durch die interessierten Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit erreicht“.*

In Normen sind demnach bestimmte technische Regeln festgeschrieben, die sich bewährt haben und in der Praxis anerkannt werden. Sie stellen daher für die tägliche Arbeit in der Praxis eine wertvolle Orientierungshilfe dar. Die Erstellung von technischen Normen und Richtlinien geschieht in privaten Organisationen, unter denen das Deutsche Institut für Normung DIN e.V. die wichtigste ist. Generell ist festzuhalten, dass technische Normen keine Rechtsnormen sind, da ihre Verwendung auf freiwilliger Basis erfolgt. Allerdings können Normen rechtlich verbindlich werden. Dies ist zunächst immer dann der Fall, wenn eine Norm direkt zwischen den Partnern vertraglich vereinbart wird. Die rechtliche Verbindlichkeit kann aber auch durch die Aufnahme in ein Gesetz oder eine Verordnung (z.B. DIN 4420 in die Gerüstordnung) geschehen. Die Einführung einer Norm als technische Bauvorschrift durch die Länder aufgrund ihrer Bauordnungen stellt eine gewisse Verbindlichkeit dar, von der aber in begründeten Fällen mit zusätzlichen Nachweisen abgewichen werden darf.

Im Hinblick auf die Wertung und Verbindlichkeit von technischen Normen tauchen immer wieder die Begriffe „Anerkannte Regeln der Technik“, „Stand der Technik“ und „Stand von Wissenschaft und Technik“ auf, die daher nachstehend erläutert werden sollen:

Anerkannte Regeln der Technik werden vom Bundesverwaltungsgericht wie folgt definiert:

*„Anerkannte technische Regeln sind diejenigen Prinzipien und Lösungen, die in der Praxis erprobt und bewährt sind und die sich bei der Mehrheit der Praktiker durchgesetzt haben“.*

Davon abgesetzt ist der Stand der Technik, wie er beispielsweise in §5 Nr.2 des Bundesimmis-sionsschutzgesetzes verlangt wird. Dort heißt es in §3 Abs. 6:

*„Der Stand der Technik ist erreicht, wenn die Wirksamkeit fortschrittlicher vergleichbarer Verfahren in der Betriebspraxis (auch experimentelle Tests) nachgewiesen werden kann ohne sich über bereits längere Zeit bewährt zu haben“.*

In Bezug auf den Detaillierungsgrad der Untersuchungen noch weiterreichender ist der Stand von Wissenschaft und Technik, der beispielsweise für die Planung kerntechnischer Anlagen nach §7 II Nr. 3 Atomgesetz gefordert wird. Dort heißt es:

*„Der Begriff „Stand von Wissenschaft und Technik“ verlangt höchste Anforderungen an die Vorsorge gegen Gefahren oder Schäden, die nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten werden“.*

Das Problem ist, dass die vorgenannten Standards durch den Gesetzgeber technisch nicht präzisiert werden. Dieser Verzicht auf Rechtsicherheit und Rechtsklarheit wird vom Gesetzgeber aber bewusst in Kauf genommen, um den technischen Fortschritt nicht zu behindern. Denn wäre eine bestimmte technische Regel rechtlich festgeschrieben, müsste erst das Gesetz oder die Verordnung geändert werden, um eine davon abweichende Regelung anwenden zu können. Der Gesetzgeber hat daher den Weg gewählt, nur allgemeine Schutzziele zu definieren (wie z.B. den Schutz der Beschäftigten) und die Erreichung dieser Schutzziele in den zugehörigen Rechtsverordnungen durch allgemeine Generalklauseln zu sichern. Diese verweisen dann auf die allgemein anerkannten Regeln der Technik, den Stand der Technik oder den Stand von Wissenschaft und Technik. Da der Gesetzgeber aber die vorgenannten Standards technisch nicht näher präzisiert, bleibt natürlich in jedem Einzelfall die Frage zu klären, welche Leistung tatsächlich geschuldet ist, um ein Bauwerk als mängelfrei deklarieren zu können.

Bei der Beantwortung dieser Frage spielen Normen eine wichtige Rolle, allerdings nicht an erster Stelle. Nach Bayerlein (2008) stellt eine im Bauvertrag vereinbarte Beschaffenheitsvereinbarung die erste Anforderung für eine Mängelfreiheit dar (z.B. die Druckfestigkeit eines Baustoffs). Die Nichteinhaltung einer solchen Beschaffenheitsvereinbarung schafft im Rechtsinne ein mangelhaftes Bauwerk, auch wenn im konkreten Anwendungsfall die verlangte Druckfestigkeit nach der zuständigen Norm oder sogar objektiv gar nicht erforderlich gewesen wäre.

Ist eine ausdrückliche Beschaffenheitsanforderung im Bauvertrag nicht gefordert, so ist im Einzelfall durch Vertragsauslegung zu prüfen, ob das Werk frei von Sachmängeln ist. Dies kann nach Bayerlein (2008) dann bejaht werden, *wenn sich das Werk für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken gleicher Art üblich sind und die der Besteller nach der Art des Werks erwarten kann.* In Streitfällen obliegt die Auslegung des Vertrags dem Gericht, das sich bei fehlendem Fachwissen Unterstützung durch Sachverständige sucht. Diese werden in der Regel in ihren Gutachten auf Normen zurückgreifen. Allerdings ist es nicht immer hinreichend, dass das Sachverständigengutachten feststellt, dass die relevanten Normen eingehalten wurden, um einem fertig gestellten Werk zu bestätigen, dass es nach den anerkannten Regeln der Technik errichtet worden sei. Das Gericht kann und muss vielmehr in jedem Einzelfall in Eigenverantwortung prüfen, ob dies ausreicht, um die aus der Vertragsauslegung abgeleiteten Beschaffenheitsanforderungen zu erfüllen. Es kann dabei durchaus zu dem Schluss kommen, dass die Anforderungen höher sind als die nach den Anerkannten Regeln der Technik erforderlichen. Aber selbst wenn diese ausreichen, kann es sein, dass die in der Norm niedergeschriebenen Anforderungen noch geringer ausfallen als die Anerkannten Regeln der Technik. Dies kann alleine schon dadurch gegeben sein, dass eine

Norm nicht mehr aktuell ist und insofern die Regelungen der Norm hinter den Anerkannten Regeln der Technik zurückbleiben.

Nur wenn keine Beschaffenheitsanforderung im Vertrag vorgegeben ist und sich eine solche auch nicht aus dem Vertrag ableiten lässt, werden die anerkannten Regeln der Technik als geforderter Mindeststandard definiert und insoweit als vertragliches Soll herangezogen. Wie zuvor schon ausgeführt, garantiert die Einhaltung von Normen allerdings nicht zwangsläufig, dass damit auch die Anerkannten Regeln der Technik eingehalten sind.

Jedoch darf derjenige, der die Normen anwendet, für sich zunächst in Anspruch nehmen, dass er die anerkannten Regeln der Technik eingehalten hat. Allerdings kann diese Vermutung aber aufbauend auf einem entsprechenden Sachverständigengutachten durch richterliche Wertung widerlegt werden. Umgekehrt wird demjenigen, der die Normen nicht eingehalten hat, auferlegt zu beweisen, dass er dennoch die anerkannten Regeln der Technik eingehalten hat. Der große Unterschied mit auch weitreichenden Folgen für die Praxis besteht hier in der Beweislastumkehr. Im ersten Fall muss dem Verwender der Normen nachgewiesen werden, dass er trotz Verwendung der Normen nicht die anerkannten Regeln der Technik in vollem Umfang eingehalten hat, während im zweiten Fall derjenige, der auf die Anwendung der Normen verzichtet hat, beweisen muss, dass er dennoch die anerkannten Regeln der Technik eingehalten hat. Besonders deutlich werden diese Unterschiede im Schadensfall. Hier muss der Nichtanwender der Normen nachweisen, dass der Schaden auch bei Anwendung der Normen entstanden wäre, was wesentlich schwieriger sein dürfte, als dem Verwender der Normen nachzuweisen, dass er hätte erkennen müssen, dass er trotz Einhaltung der Normen einen Schaden verursachen werde.

Trotz der zuvor gemachten Einschränkungen hinsichtlich der Rechtssicherheit für den Verwender von Normen kommt durch den letzten Abschnitt dennoch die besondere Bedeutung der Normen zum Ausdruck. Denn juristisch spricht für den Anwender der Norm der Beweis des ersten Anscheins, der besagt, dass derjenige, der die Normen beachtet hat, die erforderliche Sorgfalt hat walten lassen. Für das Gegenteil ist der Beweis zu erbringen.

Diese hervorgehobene Stellung der Normen ist in ihrem Entstehungsprozess begründet. Denn wie in Kapitel 2.3 ausgeführt entstehen Normen in einem streng geregelten und mehrstufigen Prozess, bei dem Vertreter mit höchstem Sachverstand aus allen interessierten Kreisen beteiligt sind. Die Verabschiedung einer Norm geschieht im Konsens und nicht aufgrund von formellen Mehrheitsentscheidungen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Inhalt einer Norm die überwiegende Meinung der maßgebenden Fachleute darstellt.

Aufgrund dieses hohen Qualitätsstandards werden Normen von Gerichten in vielen Fällen als sogenanntes antizipiertes, d.h. vorweggenommenes Sachverständigengutachten gewertet. Obwohl eine Norm natürlich nicht direkt einen konkreten Fall behandeln kann, sind die in der Norm aufgestellten Regeln aber fachlich dennoch so fundiert, dass ihre Anwendung auf einen konkreten Fall zu dem gleichen Ergebnis führt wie ein speziell für den konkreten Anwendungsfall angefertigtes Sachverständigengutachten. Die Norm als antizipiertes Sachverständigengutachten vergrößert praktisch das Fachwissen des Gerichts und bewirkt, dass ein Sachverständigengutachten nur noch in geringerem Umfang oder möglicherweise überhaupt nicht mehr eingeholt werden muss. Damit eine Norm aber diesen hohen Stellenwert einnehmen kann, sind die

organisatorischen Anforderungen zur Erstellung einer Norm gemäß Kapitel 2.3 zu schaffen und auch einzuhalten.

Die Ansprüche, die an die Interessierten Kreise bei der Erstellung einer Norm gestellt werden, werden derzeit aber nur noch unzureichend erfüllt. Denn die angestrebte Konsensentscheidung findet in vielen Fällen gar nicht mehr statt, da einzelne Gruppen aus den schon genannten Gründen gar nicht mehr adäquat an der Normungsarbeit mitgewirkt haben. Dieser von vielen Seiten beklagte Zustand kann neben der Erzeugung schlechter und wenig praktikabler Normen auch juristische Folgen haben. Denn die Anforderungen, die ein Gericht an eine Norm stellt, um sie als antizipiertes Sachverständigengutachten zu werten, sind nicht mehr erfüllt. Damit entfällt für eine Norm aber auch der Beweis des ersten Anscheins, demzufolge sie die Anerkannten Regeln der Technik wiedergibt. Dies nachzuweisen ist nun vielmehr Aufgabe eines eigenständigen Sachverständigengutachtens.

## 2.5 Defizite der Normen

### 2.5.1 Inhaltliche und technische Defizite

In den letzten Jahren ist der Unmut der Anwender über die Bemessungsnormen gestiegen. Die Weiterentwicklung der Regelwerke sorgte zunehmend für einen erhöhten Berechnungsaufwand sowie für Einbußen hinsichtlich Nachvollziehbarkeit und Transparenz. Die daraus resultierenden Defizite der aktuellen Normen sind:

- zu großer Umfang der einzelnen Normendokumente und des gesamten Normenwerks,
- zu hohe Komplexität und/oder fehlende Nachvollziehbarkeit der Berechnungsverfahren,
- mangelnde Plausibilität des Konzepts der Teilsicherheitsbeiwerte,
- fehlender physikalischer Bezug zu den aufwändigen Kombinationsregeln,
- ungeklärte Schnittstellen zwischen den Normen,
- mangelnde Übersichtlichkeit und sprachliche Defizite.

Es lässt sich leicht belegen, dass der Umfang der Bemessungsnormen von Ausgabe zu Ausgabe stets zugenommen hat. Diese Entwicklung ist teilweise auf Fortschritte in Forschung und Bau-praxis zurückzuführen bzw. darauf, dass immer mehr Bauverfahren und Konstruktionstechniken zum Stand der Technik avancieren und somit einer Regelung in den Normen bedürfen. Andererseits werden auch die analytischen und numerischen Methoden kontinuierlich erweitert, so dass mit den Berechnungen immer komplexere Sachverhalte erfasst und höhere Genauigkeiten erreicht werden können. Viele dieser vermeintlich exakteren Berechnungsverfahren finden ihren Niederschlag in den Normen, obwohl bewährte einfachere Verfahren zur Verfügung stehen, mit denen sich die meisten Fälle der Ingenieurpraxis behandeln lassen. Als Beispiel kann die Berechnung stiftförmiger Verbindungsmittel im Holzbau nach DIN 1052 (2008) angeführt werden; Bernhard et al. (2009) zeigen auf, dass für diese im Holzbau ganz alltägliche Bemessungsaufgabe ein Berechnungsaufwand betrieben werden muss, der den Computereinsatz erfordert und der einen möglichen wirtschaftlichen Vorteil häufig nicht aufwiegt. Der Umstand, dass eine zunehmende Zahl von Bemessungsverfahren vom Anwender nicht mehr ohne weiteres bewältigt und oft auch nicht mehr nachvollzogen werden kann, trägt zu der immer größeren Bedeutung der entsprechenden Computersoftware bei.

Mit dem Anspruch umfassender und genauer bemessen zu können steigt in der Regel die Anzahl der Nachweisschritte und -gleichungen. Zudem erhöht sich häufig die Anzahl der Eingangsparameter. Allerdings nimmt dadurch generell die Fehleranfälligkeit der Berechnung zu. Die Vielzahl von Parametern und Gleichungen, die eigentlich eine möglichst detaillierte und exakte Berechnung ermöglichen soll, stellt oft das Hauptproblem dar; lange, wenig transparente und unverständliche Verfahren sind die Folge. In einigen Fällen (z.B. wenn die Eingangsparameter stark streuen) können sich die Verhältnisse gar ins Absurde verkehren: Hertle (2009) diskutiert die Ermittlung des Böenreaktionsfaktors nach DIN 1055-4 (2005), die aufgrund ihrer Komplexität für einen Ingenieur kaum noch durchführbar ist. Er weist nach, dass trotz Reduzierung auf wesentliche Parameter ein differenziertes Vorgehen möglich wäre und sich vergleichbar genaue Ergebnisse erzielen ließen.

Ein weiterer Grund für mögliche Unübersichtlichkeiten in der Berechnung ist die Umsetzung des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts, das sich in der Wissenschaft vor mehr als 30

Jahren etabliert hat und mit der Einführung der Eurocodes nun alle Bereiche der Tragwerksplanung und Geotechnik erreicht. Die Grundidee ist einfach und überzeugend: Jede für die Bemessung relevante Größe soll unter Berücksichtigung ihrer Streuung Eingang in die Berechnung finden, so dass beim Vergleich von Beanspruchung (z.B. Spannung) und Widerstand (z.B. Festigkeit) ein möglichst einheitliches Niveau eingehalten werden kann. Die Umsetzung dieser Idee gestaltet sich aber als äußerst schwierig, weshalb in der Bemessungspraxis lediglich das vereinfachte Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte (Partialfaktoren) zur Anwendung gelangt. Mit Hilfe der Beiwerte sollen Unsicherheiten dort erfasst werden, wo sie auftreten; neben den Streuungen der Werkstoffeigenschaften, der geometrischen Größen und der einwirkenden Lasten sollen auch die Ungenauigkeiten der Last- und Widerstandsmodelle abgedeckt werden.

Mit diesem Vorgehen nimmt man in Kauf, dass eine relativ große Anzahl von Sicherheitsbeiwerten individuell festzulegen ist und mitunter viele Kombinationen von Einwirkungen zu untersuchen sind. Das Ziel, ein für alle Arten von Bauwerken und Fragestellungen einheitliches Sicherheitsniveau zu gewährleisten, wird jedoch nicht erreicht, was einerseits am Fehlen verlässlicher Angaben zu den Streuungen der Parameter liegt, andererseits daran, dass man nicht ohne Not von Ergebnissen abweichen sollte, die durch eine langjährige Erfahrung abgesichert sind. So wird in Schuppener (1999) die Umsetzung des semiprobabilistischen Konzepts für die Geotechnik erläutert, bei der die Partialfaktoren an den bewährten globalen Sicherheitsbeiwerten kalibriert wurden; Berechnungen nach DIN EN 1997 liefern folglich trotz erhöhtem Arbeitsaufwand gleiche Ergebnisse wie zuvor. Eine andere zweifelhafte Anwendung des Konzepts der Teilsicherheitsbeiwerte wird von Graubner et al. (2005) beschrieben: Die charakteristischen Windlasten repräsentieren üblicherweise die 50 Jahre-Maximalwerte; durch Erhöhung mit dem Teilsicherheitsbeiwert werden diese zu (theoretischen) 1100 Jahre-Maximalwerten.

Ein weiteres Problem stellen die Kombinationsregeln für die Einwirkungen dar. Bei komplexeren Systemen, bei denen viele verschiedene Einwirkungen in unterschiedlicher Kombination zu beachten sind, lassen sich die jeweils maßgebenden Auswirkungen (Schnittgrößen) nur noch mithilfe entsprechender Computerprogramme ermitteln. Der Anwender läuft hierbei Gefahr, die Übersicht zu verlieren, und das Zurückverfolgen, welche Kombination für einen Maximalwert der Schnitt- oder Auflagergrößen verantwortlich war, ist kaum noch möglich. Der Bemessung werden sodann zwangsläufig Einzelwerte von Schnittgrößen und keine physikalisch sinnvollen Beanspruchungszustände zugrunde gelegt; für die korrekte konstruktive Gestaltung eines Tragwerks und insbesondere der Verankerungs- und Krafteinleitungsbereiche sind letztere aber eigentlich unabdingbar.

Das Problem wird zudem durch die uneinheitliche Anwendung der Kombinationsregeln und Bildung der Bemessungswerte verschärft. Obwohl die DIN 1055-100 (2001) den allgemeinen Umgang vorgibt, weichen einige Regelwerke davon ab. Nach DIN 1054 (2005) besitzt die Geotechnik eine ähnliche Kombinationsphilosophie, es werden jedoch komplett andere Bezeichnungen verwendet. Darüber hinaus enthält die Norm eine Reihe von Sonderfällen zur vereinfachten Bemessung.

Häufig führen Fragestellungen, zu deren Bearbeitung mehrere Bemessungsnormen benötigt werden zu Anwendungs- oder Interpretationsproblemen. Als Beispiel kann die Bemessung eines Einzelfundaments angeführt werden: Für die Bestimmung der Kippsicherheit sind zwei Kombi-

nationen zu untersuchen, eine für den Nachweis der Baugrundsicherheit nach DIN 1054 (2005) und eine für den Nachweis der Lagesicherheit nach DIN 1055-100 (2001). Die Bemessung des Fundaments erfolgt schließlich für die Lastfallkombination nach DIN 1045-1 (2008) [siehe Fingerloos (2005)].

Mit steigendem Umfang der Normen und zunehmender Komplexität der darin behandelten Sachverhalte vermindern sich die Übersichtlichkeit der Dokumente und die Nachvollziehbarkeit der Berechnungsverfahren. Dies liegt einerseits an der Vielzahl von Querbezügen innerhalb der Dokumente sowie zu anderen Normen oder Richtlinien, die unterschiedlich aktuell sind bzw. in unterschiedlichen Zeitabständen aktualisiert werden. Die Anlagen und Anhänge sind zum Teil umfangreicher als die Dokumente selbst, und nicht selten erscheinen nach der Veröffentlichung in regelmäßigen Abständen Ergänzungen und Stellungnahmen. Insgesamt entsteht dadurch eine weitreichend vernetzte Dokumentenstruktur, die sich „permanent“ verändert. Andererseits lassen sich bei vielen der aktuellen Normen sprachliche Inkonsistenzen und Formulierungsdefizite ausmachen. Diese Mängel sind auf die sich verändernde Fachsprache, insbesondere aber auch auf die Internationalisierung des Normenschaffens zurückzuführen.

Der hier beschriebene Zustand wird mittlerweile von vielen, auch prominenten Fachleuten beklagt. Fest steht, dass die große Zahl an Regelwerken und Richtlinien - zu denen Gesetze, Erlasse, Zulassungen, Hinweise, Empfehlungen, Lieferbedingungen, Mitteilungen, Regelblätter, Richtlinien, Anleitungen, Arbeitsblätter, Arbeitshilfen, Verordnungen, Leitlinien, Grundsätze, Merkblätter, Stellungnahmen, DIN und DIN EN Normen gehören - die Handlungsfähigkeit der Ingenieure zunehmend hemmt [Eibl et al. (2005), Scheffler (2010)].

### **2.5.2 Strukturelle und organisatorische Defizite**

Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil der inhaltlichen Mängel aus den strukturellen und organisatorischen Defiziten resultieren. Dies äußert sich allein schon dadurch, dass es keine übergeordnete Strategie für das Normenschaffen gibt, die die Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit der Regelwerke im Fokus hat. Die Lenkungsorgane und Fachausschüsse, die für die Koordinierung der Normungsarbeit im jeweiligen Fach verantwortlich sind, scheinen hierfür nicht ausreichend sensibilisiert zu sein. Auch bezüglich der Kommunikation zwischen den Ausschüssen müssen aufgrund der zahlreichen Inkompatibilitäten der einzelnen Normen Mängel vermutet werden.

Der heutigen Normengeneration wird häufig Praxisferne attestiert, was gemeinhin auf die mangelnde Beteiligung von Praktikern in den Arbeitsausschüssen zurückgeführt wird. Das hehre Prinzip, dass die Normungsarbeit aus rein ideellen Motiven zu leisten sei und der verbundene Arbeitsaufwand folglich nicht vergütet werde, führte in den vergangenen Jahren dazu, dass sich die Vertreter aus Planungsbüros und ausführenden Firmen aus den Fach- und Arbeitsausschüssen zurückgezogen haben. Viele Arbeitgeber können es sich bei dem heutzutage herrschenden wirtschaftlichen Druck nicht mehr leisten, die hierfür benötigten finanziellen und personellen Ressourcen freizustellen.

Für viele Ausschussmitglieder erweist sich auch die zeitliche Belastung als Problem. Oft gelingt es Ihnen nicht, sich ausreichend auf die Treffen vorzubereiten, weshalb es Ihnen nicht möglich

ist, zu Diskussionspunkten Stellung zu nehmen. Vertreter von Hochschulen in den Ausschüssen verfügen in der Regel über den Vorteil, sich auch in ihrer Haupttätigkeit mit grundlegenden Fragen zur Analyse und Bemessung von Tragwerken zu befassen. Häufig dient die Normungsarbeit sogar als Katalysator für die eigene Forschung, und die Ausschusssitzungen können als Diskussionsforum genutzt werden. Nicht selten finden auf diesem Weg Forschungsergebnisse direkt Eingang in die Norm, wobei die Aspekte Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit in den Hintergrund geraten.

Der große Zeitbedarf für die Erarbeitung, Abstimmung und Inkraftsetzung von Normen stellt einen weiteren strukturellen Mangel des Normenschaffens dar; dieser kann auf zwei Ebenen zutage treten. Liegen neue gesicherte Erkenntnisse vor und sind überholte Dokumente zu ersetzen, kann es von Bedeutung sein, die aktuellen Regeln der Technik möglichst schnell wieder adäquat zu dokumentieren, so dass keine größeren Lücken entstehen. Wird andererseits im Rahmen z.B. der europäischen Normung ein neues Thema angegangen, zu dem erst wenig Erkenntnisse und Erfahrungen verfügbar sind, wäre es wünschenswert, möglichst umgehend entsprechende Untersuchungen durchführen und die Fachdiskussion konstruktiv begleiten zu können. In beiden Fällen erweist sich die ehrenamtliche Mitwirkung in den Normungsgremien als untaugliche Arbeitsgrundlage.

Die Erfahrung zeigt, dass zwei bis drei Sitzungen pro Jahr für die meisten Ausschussmitglieder das Maximum an Belastung darstellt. Die großen Sitzungsintervalle erfordern jeweils eine erneute Einarbeitung in die aktuellen Sitzungsthemen und viele Diskussionspunkte müssen deshalb in der Regel mehrfach besprochen werden.

Als besonders nachteilig und folgenschwer ist die in vielen Fachbereichen unbefriedigende Einflussnahme auf die europäische Normung zu beurteilen. In dieser Hinsicht macht sich das Fehlen einer übergeordneten Strategie besonders bemerkbar, die Prioritäten und Ziele der Normungsarbeit definiert. Ohne eine solche Strategie ist es auch nicht möglich andere Ländervertreter für die eigenen Ziele zu gewinnen. Hinzu kommt, dass die deutschen Delegierten in den europäischen Sub-Komitees oftmals nicht kontinuierlich und langfristig für eine Umsetzung der deutschen Interessen eintreten können, da auch diese Aufgaben nur ehrenamtlich wahrgenommen werden.

### **2.5.3 Erwartete Entwicklung**

Die Einführung der Eurocodes, die zunächst die Koexistenz mit den nationalen Regelwerken vorsieht, zwingt die beratenden und prüfenden Ingenieure zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der neuen Materie. Obwohl in den letzten Jahren die nationalen Bemessungsnormen den Eurocode-Vornormen angeglichen wurden, werden die Anwender teilweise mit unüblichen Normeninhalten konfrontiert. Um bis zum Rückzug der nationalen Normen einen ausreichend sicheren Umgang mit den Eurocodes zu gewährleisten, ist das Studieren und Erproben der neuen Regelwerke unerlässlich. Dieser Prozess, der z.B. mit der Schulung der Mitarbeiter und dem Erwerb neuer Software verbunden ist, wird Zeit und Geld kosten, sowie anfänglich mit einem Verlust an Effizienz in der Anwendung einher gehen. In einer Übergangsphase ist folglich mit einem spürbar höheren Aufwand zu rechnen. Dies könnte für die Büros allerdings auch ein

Grund dafür sein, die Eurocodes bis zum Rückzug der nationalen Regelwerke gänzlich zu ignorieren.

Es ist absehbar, dass für die Anwender der Umgang mit den Eurocodes komplizierter sein wird als mit den nationalen Normen. Allein die Tatsache, dass die Eurocodes jeweils in Kombination mit den nationalen Anhängen zu nutzen sind trägt dazu bei. Erschwerend kommt die sprachliche Ungenauigkeit der Eurocodes hinzu. Die Übersetzung aus dem Englischen dürfte vereinzelt Verständnisprobleme nach sich ziehen und kann auch zu Fehlinterpretationen führen (Fingerloos (2010)). Zu Bemängeln ist auch, dass die Eurocodes zum Zeitpunkt ihrer Einführung einen bereits wieder „veralteten“ Stand der Technik wiedergeben werden.

Die Skepsis gegenüber den Eurocodes ist groß. Umfangreiche vergleichende Untersuchungen und Probeanwendungen von der DIN 1045-1 (2008) und dem Eurocode 2 haben jedoch gezeigt, dass durch die Einführung der Eurocodes weder die Sicherheit noch die Wirtschaftlichkeit der Bauwerke vermindert werden [Fingerloos (2010)].

Um die vorgenannten Missstände zu beseitigen, muss das Normenwesen professionalisiert werden. Wege dazu werden in Kapitel 4 und 5 aufgezeigt. Der formale Weg zur Entstehung der Normen in den bestehenden Normungsorganisationen braucht dabei nicht verlassen zu werden, was insbesondere im Hinblick auf Europa ohne weitreichende Gesetzesänderungen auch gar nicht möglich wäre.

## 3 Anforderungen an Tragwerksnormen

### 3.1 Allgemeine Anforderungen

Technische Normen haben unter anderem eine zentrale wirtschaftliche Bedeutung. Aus diesem Grund erteilte die Europäische Gemeinschaft (EG) im Jahr 1978 verschiedenen Expertengruppen den Auftrag, einheitliche Normen für das Bauwesen zu erarbeiten. Grundlage hierfür stellte Artikel 100 der Römischen Verträge von 1957 dar: Dieser Artikel verpflichtet die EU-Mitgliedsländer zum Abbau von Handelshemmnissen und zur Schaffung von Rahmenbedingungen für den freien Verkehr von Waren, Kapital und Dienstleistungen.

In Artikel 100a der Einheitlichen Europäischen Akte, die am 1. Juli 1987 in Kraft gesetzt wurde, heißt es unter anderem: „... Der Rat erlässt auf Vorschlag der Kommission in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Parlament und nach Anhörung des Wirtschafts- und Sozialausschusses mit qualifizierter Mehrheit die Maßnahmen ..., die die Schaffung und das Funktionswesen des Binnenmarktes zum Gegenstand haben.“

Für das Bauwesen resultierte daraus u.a. die Bauprodukterichtlinie (Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaft zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte), die neben der Informationsrichtlinie und der Baukoordinierungsrichtlinie zur Vergabe öffentlicher Aufträge ein wesentliches Instrument zur Öffnung des europäischen Marktes darstellt.

Dieses Beispiel illustriert die Rahmenbedingungen für das heutige Normenschaftern. Für die Normung von Bauprodukten oder Prüfverfahren lassen sich daraus relativ klare Anforderungen ableiten. Etwas komplizierter ist dies für die Tragwerksnormen (z.B. Eurocodes), da in diesen Dokumenten nicht konkrete Gegenstände oder Vorgehensweisen behandelt werden können. Diese Normen beziehen sich vielmehr auf die Grundlagen der Planung, die zu berücksichtigenden Umstände und Einwirkungen sowie die eigentliche Bemessung der Tragwerke. Die Tragwerksnormen nehmen deshalb (und nahmen immer schon) eine besondere Stellung ein. Für die Anwender sind sie vor allem in technischer und rechtlicher Hinsicht bedeutsam, und es lassen sich folgende grundlegenden Anforderungen formulieren.

- **Sicherheit:** Die Tragwerksnormen sollen Festlegungen zu den einzuhaltenden Sicherheiten enthalten und Anleitung geben, wie diese rechnerisch nachzuweisen bzw. organisatorisch zu gewährleisten sind.
- **Vereinheitlichung:** Mit den Tragwerksnormen sollen die Prinzipien der Analyse- und Nachweisverfahren vereinheitlicht werden, so dass durch die planerischen Festlegungen die wirtschaftliche Vergleichbarkeit sowie gleiche Sicherheitsstandards gewährleistet werden.
- **Rechtssicherheit:** Die Tragwerksnormen sollen die Anerkannten Regeln der Technik dokumentieren und damit dem Anwender Rechtssicherheit bieten.
- **Qualitätssicherung:** Die Anwendung der Tragwerksnormen soll im Sinne der Qualitätssicherung die Einhaltung von Mindeststandards garantieren.

Für die Tragwerksplanung bedeutet dies in erster Linie die Vorgabe eines verbindlichen Sicherheitsniveaus, um für die Ersteller und die Nutzer des Bauwerks sowie Dritte im Einflussbereich des Bauwerks eine Gefahr für Leib und Leben ausschließen zu können (Vereinheitlichung der Schutzziele).

Eine weitere wichtige Aufgabe der Tragwerksnormen ist die Vereinheitlichung der grundsätzlichen Verfahren und Ausgangsparameter. Hierdurch sollen unter anderem sichergestellt werden, dass die Fülle möglicher Vorgehensweisen und Berechnungsverfahren auf eine sinnvolle Anzahl reduziert wird und für gleiche Fragestellungen ähnliche Berechnungsergebnisse erzielt werden. Ebenso muss dadurch das wirtschaftliche Bemessen von Konstruktionen unter Einhaltung einer definierten Qualität gewährleistet werden. Ein Regelwerk wird nur dann die Akzeptanz der Öffentlichkeit finden, wenn beide Kriterien bestmöglich eingehalten sind.

Gerade unter den Aspekten der Tragwerkssicherheit und -qualität sollten die Regelwerke den Anwendern eine rechtlich verlässliche Grundlage bieten. Für die Kommunikation zwischen Planern und Prüfern sowie bei Schuldfragen im Schadensfall besitzt dieser Aspekt eine hohe Relevanz. Die Legitimierung einer Norm vor dem Gesetz muss sichergestellt und die Aktualität der Inhalte stets (bestmöglich) gewährleistet sein. Die in den Normen beschriebenen Verfahren müssen deshalb als Anerkannte Regeln der Technik gelten und so den Stand der Technik widerspiegeln. Mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit und Rechtssicherheit ist es zudem wichtig, dass die einzelnen Normen unabhängig und unparteiisch sind und somit nicht zur nachteiligen Behandlung Einzelner bzw. zur Bevorzugung bestimmter Interessen führen. Dies bedeutet beispielsweise, dass alle Werkstoffe gleichwertig zu behandeln sind und die entsprechenden Normen denselben Grundsätzen verpflichtet sind.

Darüber hinaus sollen die Tragwerksnormen die Rationalisierung des Planungsprozesses begünstigen und dadurch wirtschaftliches Arbeiten ermöglichen. Sie stellen somit auch Hilfsmittel dar, die die tägliche Arbeit der Planer (Ingenieure) erleichtern sollen. Letzteres kann durch Einhaltung der nachfolgend aufgeführten Grundsätze erreicht werden.

- Durch die in den Tragwerksnormen beschriebenen Vorgehensweisen und Berechnungsverfahren sollen **Arbeitsaufwand** und mögliche bzw. erforderliche Planungs- und **Rechengenauigkeit** in ein sinnvolles Verhältnis gebracht werden.
- In den Tragwerksnormen sind nur die aus bauaufsichtlicher Sicht zwingenden **Notwendigkeiten** zu regeln.
- Durch die Anwendung der Tragwerksnormen wird die **Verantwortung des Ingenieurs** nicht geschmälert; die Normen sollen Entscheidungshilfen bei Fragestellungen bieten, die den direkten Erfahrungsbereich des Einzelnen überschreiten.
- Die Dokumente des Normenprogramms sollen **konsistent** sein, d.h. in sich stimmig sein und untereinander keine Widersprüche aufweisen.

Der erste Punkt besagt, dass der Aufwand angemessen sein soll. So stellt sich beispielsweise die Frage, ob im Falle stark streuender oder schwer zu erfassender Eingangswerte aufwändige oder komplizierte Untersuchungen zweckmäßig sind. Nicht selten erweisen sich in solchen Fällen einfache und übersichtliche Berechnungen als ausreichend genau; sie sind zudem interpretierbar und stellen somit eine solide Grundlage für die zu treffende ingenieurtechnische Entscheidung dar. Auch der Stellenwert eines Verfahrens innerhalb einer Untersuchung oder dessen Bedeu-

tung für das Ergebnis kann für die Angemessenheit des Umfangs einer Berechnung eine Rolle spielen. Im Sinne der Anwendungsfreundlichkeit einer Norm kann es deshalb sinnvoll sein, mehrstufige Verfahren einzuführen. Generell sollten aber möglichst einfache Standardverfahren in die Normen aufgenommen werden, wobei auf Nachvollziehbarkeit und Plausibilität (siehe unten) zu achten ist.

Die allgemeinen Anforderungen an die Tragwerksnormen werden weiter verdeutlicht, indem auch falsche Erwartungen aufgezeigt werden. Folgende vier Punkte sind in diesem Zusammenhang von Bedeutung:

- Mit den Normen lassen sich nicht alle Probleme lösen. Sie enthalten keine Angaben zu seltenen und/oder besonders komplizierten Sachverhalten; in einem solchen Fall kann und soll die aktuelle Fachliteratur zurate gezogen werden.
- Normen machen den ingenieurmäßigen Sachverstand nicht überflüssig. Die Anwendung einer Norm ist immer fallbezogen zu hinterfragen; falls neue Entwicklungen dies erfordern und das Vorgehen durch Erfahrung oder neue Erkenntnisse begründet werden kann, soll von Normen abgewichen werden können.
- Die projektbezogene Kommunikation der Fachplaner wird nicht durch Normen geregelt; es werden lediglich die Schnittstellen festgelegt, nicht aber Art und Umfang des erforderlichen Informationsaustausches.
- Die Anwendung der Normen kann die ingenieurmäßige Plausibilitätsprüfung nicht ersetzen. Gerade bei komplizierten Untersuchungen oder Anwendung numerischer Verfahren darf das kritische Hinterfragen der Ergebnisse nicht unterbleiben; einfache Kontrollrechnungen sind unverzichtbar.

Oft wird fälschlicherweise davon ausgegangen, dass in den Normen die technischen Sachverhalte umfassend darzustellen seien. Gemäß den in diesem Abschnitt eingangs aufgeführten grundlegenden Anforderungen geht es aber einzig und allein darum, die Sicherheitsanforderungen zu definieren, die Verfahren zu vereinheitlichen, die Rechtssicherheit zu gewährleisten und die Einhaltung von Mindeststandards zu garantieren.

Auf keinen Fall sollen Normen den Charakter von Fach- oder Lehrbüchern aufweisen. Auch sind sie nicht dafür gedacht, die neusten Forschungsergebnisse darzustellen. Eine klare Abgrenzung zur Fachliteratur ist in all jenen Fällen schwer einzuhalten, in denen das Berechnungs- bzw. Nachweisverfahren stark empirisch geprägt ist und es folglich einer Vielzahl geometrischer und physikalischer Festlegungen bedarf (z.B. Anwendungsgrenzen sowie Rand- und Übergangsbedingungen). Liegt der Berechnung hingegen ein physikalisches Modell zugrunde, ist der erläuternde Text in der Regel kurz gehalten, und es kann vorausgesetzt werden, dass das entsprechende Grundlagenwissen bereits in der Ausbildung erworben wurde. Zu beobachten ist auch, dass neue Themen oder technische Probleme, die noch wenig bekannt und theoretisch aufgearbeitet sind, in den Normen besonders viel erklärenden Text benötigen. Allerdings stellt sich dann auch die Frage, ob solche Themen überhaupt Eingang in eine Norm finden sollen oder ob sie nicht vorerst in Fachpublikationen besser aufgehoben wären.

## 3.2 Formale und inhaltliche Anforderungen

Um Normen möglichst anwendungsfreundlich zu gestalten, sind aus formaler Sicht folgende Anforderungen einzuhalten:

- **Lesbarkeit:** Die in den Tragwerksnormen enthaltenen Informationen sollen sinnvoll geordnet und in einer logischen Struktur aufbereitet sein. Die Normentexte sollen gut lesbar, leicht verständlich und knapp gehalten sein.
- **Einheitlichkeit:** Die Normen eines Programms (z.B. die Tragwerksnormen) sollen
  - sich auf einheitliche (technische) Grundlagen beziehen,
  - einheitliche Fachbegriffe verwenden und
  - eine einheitliche Dokumentenstruktur und -gliederung aufweisen.
- **Nachvollziehbarkeit:** Wenn immer möglich sollen die den Analyse- und Nachweisverfahren zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge erkennbar bleiben.
- **Eindeutigkeit:** Eine Tragwerksnorm soll je Fragestellung ein (ggf. mehrstufiges) Verfahren anbieten und dadurch eindeutige Ergebnisse liefern. Für jedes Verfahren sind auch Anwendungsgrenzen zu definieren.

Gut lesbare, leicht verständliche und knapp gehaltene Texte sind unbestrittenermaßen der Grundbaustein einer guten Norm. Trotzdem müssen die Sachverhalte vollständig wiedergegeben werden, wobei von fachlich ausreichend qualifizierten Anwendern ausgegangen werden kann. Da die neueren Normen in der Regel in einem internationalen Kontext und somit zunächst in englischer Sprache verfasst werden, kommt der sprachlichen Sorgfalt eine besondere Bedeutung zu. Darüber hinaus sind alle relevanten Fachbegriffe und Formelzeichen eindeutig zu definieren und in allen Dokumenten des Normenprogramms einheitlich zu verwenden. Normen dienen schließlich auch, was nicht unwesentlich ist, der Verständigung und müssen allein schon deshalb begrifflich konsistent sein.

Als weiterer wichtiger Punkt ist die Bezugnahme auf einheitliche technische Grundlagen zu nennen; gemeint sind damit die Prinzipien für die Analyse und Bemessung von Tragwerken (siehe unten). Diese sind fachübergreifend (d.h. für alle Bau- und Werkstoffe) zu definieren und zu handhaben. Diese Festlegungen bilden den Inhalt der sogenannten Grundlagennorm (Grundlagen der Tragwerksplanung).

Der inhaltlichen Gliederung der Bemessungsnormen kommt eine große Bedeutung zu. Die Transparenz der Dokumente und deren effiziente Nutzung hängen stark von der Gliederung ab. Vorteilhaft wäre die Verwendung einheitlicher Kapitelnummern und -überschriften in allen Bemessungsnormen (Kapitel 4.1). Die Kapittelfolge soll logisch sein und kann bis zu einem gewissen Grad dem Vorgehen bei der Bearbeitung entsprechen. Die Kapitelüberschriften müssen eindeutig sein und die Inhalte widerspiegeln. Den Anwendern könnte dadurch die Orientierung in den einzelnen Normen, aber auch innerhalb des gesamten Normenprogramms deutlich erleichtert werden.

Eine kontrovers diskutierte Frage betrifft den Detaillierungsgrad, den eine Norm aufweisen soll [Sigrist (2009)]. Grundsätzlich sollten sich die Autoren von Normen an die in den vorhergehenden Abschnitten angegebenen Anforderungen halten. Zusätzlich sollten aber folgende (inhaltlichen) Prinzipien beachtet werden [in Anlehnung an SIA 260 (2003)]:

- Baustoff-, Bauprodukt- und Baugrundeigenschaften werden durch charakteristische Werte dargestellt; diese sind in der Regel durch genormte Prüfverfahren zu ermitteln und ggf. auf die im Tragwerk bzw. Baugrund vorliegenden Bedingungen umzurechnen.
- Einwirkungen sind nach ihrem Ursprung (resultierend aus der Nutzung oder infolge von Umwelteinflüssen) und nach ihrer Art zu unterscheiden. Sie werden durch Modelle beschrieben, und ihre Größen werden mithilfe skalarer Angaben zunächst als charakteristische Werte vorgegeben. In die Tragwerksanalyse gehen sie dann durch Vorgabe von Kombinationsregeln mit unterschiedlichen repräsentativen Werten ein.
- Das Tragwerksmodell verbindet Einwirkungen, geometrische Größen sowie Baustoff- und Baugrundeigenschaften zum Zwecke der Tragwerksanalyse. Das gewählte Modell muss sich zur Vorhersage des Verhaltens in den zu betrachtenden Bemessungssituationen eignen.
- Grundsätzlich sind ein Nachweis der Tragfähigkeit und ein Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, ggf. unter Beachtung der vorgesehenen Nutzungsdauer, zu erbringen. Die dabei einzuhaltende Zuverlässigkeit ist auf Erfahrung und theoretische Überlegungen abzustützen.
- Durch die Einwirkungen (mechanische, andere physikalische, chemische, biologisch) werden im Tragwerksmodell die sogenannten Auswirkungen (Beanspruchungen) hervorgerufen (Spannungen, Schnittgrößen, Reaktionen, Verformungen, Verschiebungen, Gefügeveränderungen, andere bauweisenspezifische Auswirkungen); diese beiden Gruppen von Einflüssen bilden einen Gleichgewichtszustand. Die Auswirkungen sind mit den Tragwiderständen (Festigkeiten der Baustoffe, Bauteilwiderstände) und den stabilisierend bzw. lagesichernd wirkenden Größen zu vergleichen und dürfen diese nicht übersteigen.
- Die konstruktive Durchbildung soll dem der Tragwerksanalyse zugrunde gelegten Tragwerksmodell entsprechen, eine einwandfreie Verarbeitung der Baustoffe und Montage der Bauprodukte ermöglichen und eine auf die vorgesehene Nutzungsdauer abgestimmte Dauerhaftigkeit gewährleisten.

Die hier zusammengefassten inhaltlichen (technischen) Anforderungen an die Tragwerksnormen ergeben sich aus den in Kapitel 3.1 erläuterten allgemeinen Anforderungen. Verfasser von Normen müssen sich folglich zunächst Klarheit über den Zweck der Normen verschaffen und konkrete Vorstellungen bezüglich der thematischen Breite entwickeln. Unter Beachtung der formalen Anforderungen lassen sich sodann systematisch die Normentexte entwickeln.

## 4 Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen

### 4.1 Struktur des Normenprogramms

#### 4.1.1 Normen für den Tragwerksbau

Bild 4.1 zeigt die Prozessschritte in der Planung von Tragwerken; es handelt sich dabei um eine Übersichtsdarstellung, die in ähnlicher Form in der Norm SIA 260 (2003) zu finden ist. Die Figur enthält einige zentrale Begriffe, ordnet die Prozessschritte und verdeutlicht die Beziehungen zwischen verschiedenen Planungselementen. Die Figur dient dazu, die den Lebenszyklus eines Tragwerks betreffenden Bearbeitungsschritte, die eine ingenieurmäßige Planung erfordern, aufzuzeigen. Die Planung neuer Tragwerke (der Neubau) steht dabei im Vordergrund, weshalb die Tragwerksplanung mit den wesentlichen Schritten „Entwurf - Tragwerksanalyse – Bemessung“ besonders detailliert dargestellt ist. In fachlicher Hinsicht werden die entsprechenden Tätigkeiten durch die Tragwerksnormen abgedeckt.

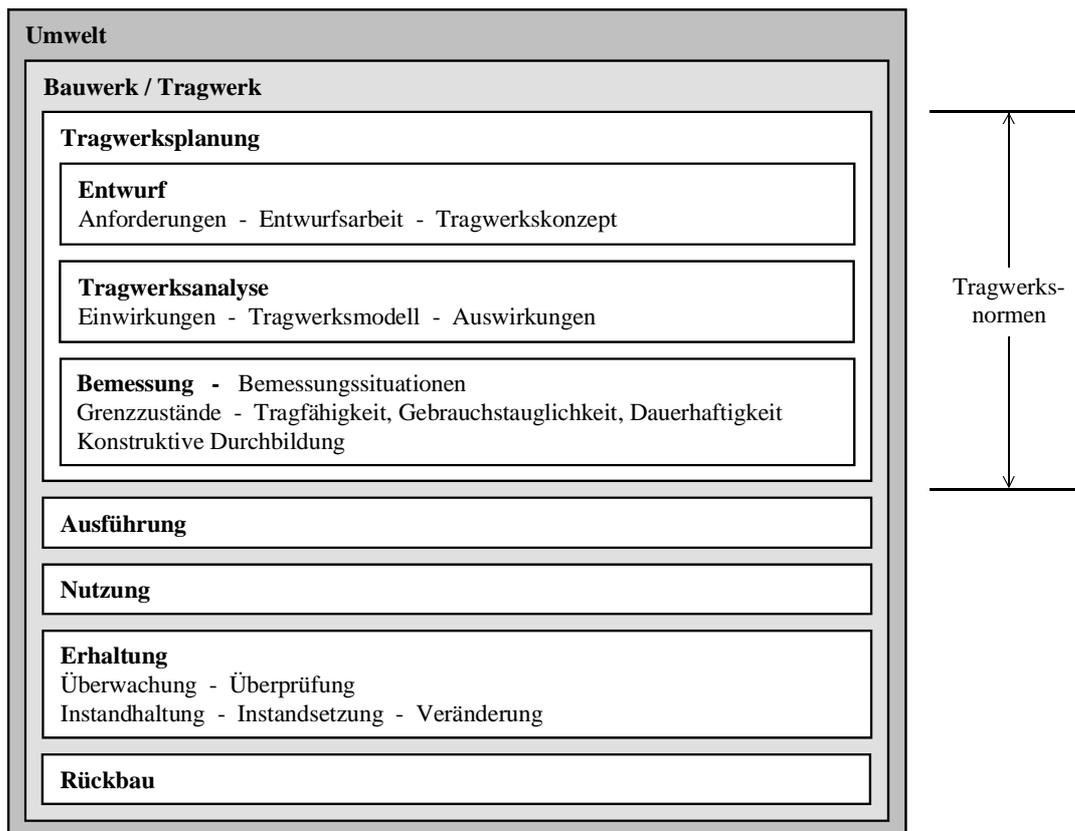


Bild 4.1: Prozessschritte in der Planung von Tragwerken.

Das Normenprogramm für den Tragwerksbau umfasst eine Vielzahl von Dokumenten (Bild 4.2). Generell [Ritz et al. (1999), Litzner (2000)] lassen sich diese Dokumente folgenden drei Gruppen von Normen zuordnen:

### Tragwerksnormen

Die für die Tragwerksplanung benötigten Normen betreffenden die Grundlagen der Tragwerksplanung (die Grundsätze und sicherheitsrelevanten Festlegungen bzw. das Sicherheitskonzept), die Einwirkungen auf Tragwerke sowie die eigentliche Bemessung (mit den zulässigen Verfahren, den Nachweiskriterien und den konstruktiven Regeln).

### Normen für Baustoffe, Bauprodukte und die Ausführung

Die Normen für Baustoffe und Bauprodukte und die Ausführungsvorschriften beziehen sich auf die einzelnen Baustoffe (z.B. Beton, Stahl), Bauweisen (z.B. Betonbau, Stahlbau) und ggf. auf spezielle Anwendungsgebiete (z.B. Hochbau, Brückenbau). In diesen Dokumenten sind die Anforderungen an die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Baustoffe und Bauprodukte sowie die technischen Belange der Bauausführung aufgeführt.

### Prüfnormen

Die Normen für die technische Prüfung von Baustoffen und Bauprodukten beziehen sich unmittelbar auf die Baustoff- und Bauproduktenormen; diese Normen ermöglichen eine einheitliche Beurteilung hinsichtlich der geforderten Eigenschaften.

Der hier skizzierte Aufbau lässt den Sonderstatus der Tragwerksnormen innerhalb des Normenprogramms erahnen: Diese Normen sind nicht auf die Vereinheitlichung von Produkten ausgerichtet, sondern auf einheitliche Festlegungen in Bezug auf die Sicherheit und die Benutzbarkeit der Tragwerke.

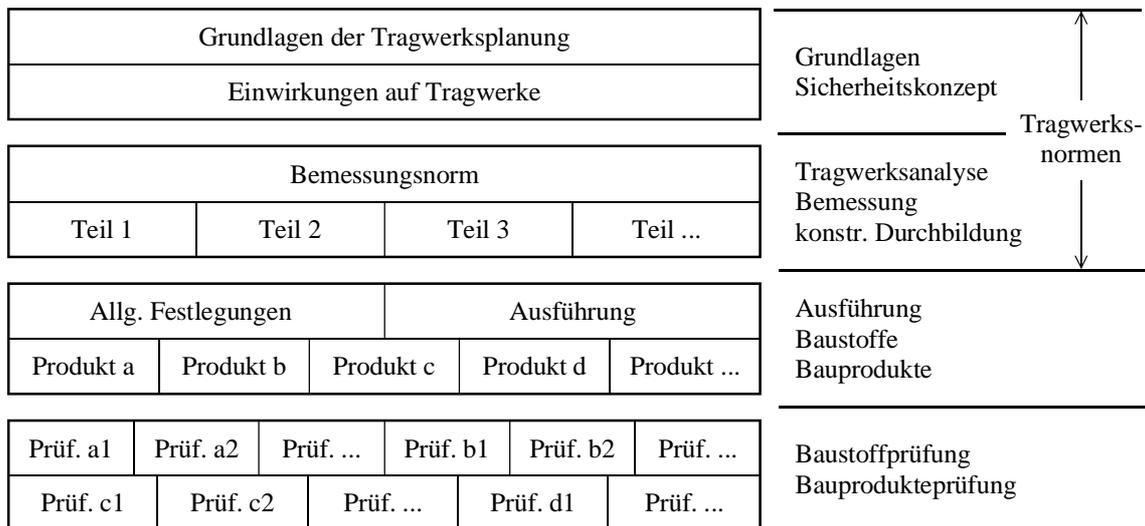


Bild 4.2: Aufbau des Normenprogramms für den Tragwerksbau

#### **4.1.2 Anforderungen an die Struktur**

Unter dem Begriff Struktur werden im vorliegenden Bericht die Ordnung innerhalb einer Gruppe von Normen und die Beziehung der Dokumente untereinander verstanden. Mit Blick auf die Anwendungsfreundlichkeit der Normen spielt die Struktur eine ausschlaggebende Rolle. Es stellt sich folglich die Frage, welche Aspekte bei der Entwicklung der Normenstruktur zu beachten sind. Entscheidend dürfte sein, dass die Struktur

- in ihrem Aufbau nachvollziehbar und logisch ist, und somit eine intuitive Handhabung begünstigt,
- alle für die Tragwerksplanung relevanten Dokumente benennt,
- die Hierarchie und die gegenseitige Verknüpfung der Dokumente erkennbar macht,
- jeden Themenbereich eindeutig positioniert,
- möglichst wenig inhaltliche Doppelungen erforderlich macht,
- Weiterentwicklungen und innovative Neuerungen zulässt.

Der Anwendungsbereich einer Norm sollte durch die Anordnung innerhalb der Struktur erkennbar sein, und die Gesamtzahl der Dokumente sollte möglichst gering gehalten werden. Der Nutzer muss die Möglichkeit haben, bei einer gegebenen Problemstellung alle zur Bearbeitung erforderlichen Regelwerke ohne übermäßigen Aufwand ausfindig zu machen. Langwierige Recherchen in den einzelnen Dokumenten, um zu prüfen ob deren Inhalt von Belang sein könnte, sollten sich erübrigen. Die Gefahr relevante Regelwerke zu übersehen, da Geltungsbereiche, Abhängigkeiten und Verknüpfungen nicht ersichtlich sind, ist zu minimieren.

Einheitliche Prinzipien, die in allen Bemessungsnormen Gültigkeit haben, sind übergeordnet zu definieren. Die Dokumente sind inhaltlich so zu konzipieren, dass Überlappungen und Wiederholungen möglichst vermieden werden. Die Aktualisierung einer Norm betrifft dann in der Regel nur wenige Abschnitte, und die Gefahr, dass sich Widersprüche ergeben, kann auf diese Weise klein gehalten werden.

#### **4.1.3 Struktur der Eurocodes**

Die Eurocodes sind ein seit 1989 vom CEN (Comité Européen de Normalisation) erarbeitetes Normungsprojekt (siehe Kap. 3.1), das die Tragwerksplanung zum Gegenstand hat. Im Rahmen der Arbeiten an den europäischen Normen wurden zum Aufbau (Struktur) der Tragwerksnormen und zur Gliederung der einzelnen Dokumente bereits ausführlich Überlegungen angestellt. Aus diesem Grund soll zunächst auf die Struktur der Eurocodes eingegangen werden.

Wie in Bild 4.3 dargestellt besitzen die Eurocodes vier Ebenen. In der obersten Ebene ist die Norm EN 1990 („Basis of structural design“) angesiedelt, die die Grundlagen der Tragwerksplanung behandelt. Darauf folgt die Norm EN 1991 („Actions on structures“), in der die Einwirkungen beschrieben sowie deren Modelle und Größen festgelegt werden. Diese beiden Regelwerke sind den nachfolgenden Dokumenten in dem Sinne übergeordnet, als sie deren Grundlage darstellen. Jede tragwerksplanerische Tätigkeit bedingt die Berücksichtigung dieser Normen. Die Normen EN 1992 bis EN 1996 und EN 1999 („Design of ... structures“) bilden eine eigene Hierarchieebene. Es sind dies die Normen, die die Analyse sowie die Bemessungen von

Tragwerken umfassen, die aus industriell hergestellten und güteklassifizierten Baustoffen gefertigt werden. In der Eurocode-Hierarchie sind darunter einerseits die Geotechnik-Norm EN 1997 („Geotechnical design“) und andererseits die Erdbeben-Norm EN 1998 („Design of structures for earthquake resistance“) eingeordnet. Letztere sollen, ähnlich wie die Grundlagennorm, mit allen Bemessungsnormen in Beziehung stehen.

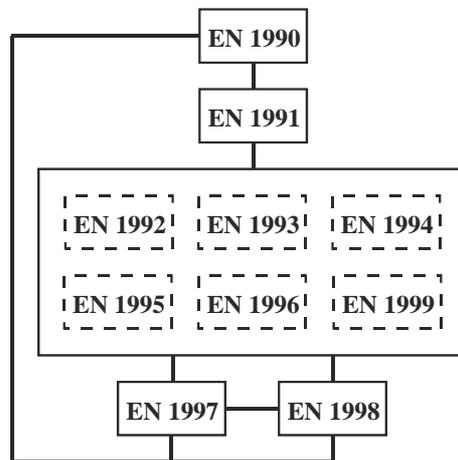


Bild 4.3: Struktur der Eurocodes [aus <http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>]

Diese Struktur ist relativ einfach, gut nachvollziehbar und widerspiegelt fachliche Abhängigkeiten. Die Verbindungen und Zusammenhänge innerhalb des Normenprogramms können als weitgehend logisch angesehen werden. Die Positionierung der Normen EN 1997 und EN 1998 kann allerdings hinterfragt werden. Die Geotechnik-Norm befasst sich einerseits mit der Analyse und der Bemessung von Tragwerken der Geotechnik wie Stützwände oder Tunnel und kann demzufolge direkt der Ebene der Bemessungsnormen zugeordnet werden. Über die Gründung wird sie jedoch auch zu einem Teil der anderen Bauweisen. Trotz der bestehenden Interaktion zwischen Bauwerk und Boden erfolgt die Bemessung des eigentlichen Tragwerks und der Gründungskonstruktion in der täglichen Praxis jedoch weitgehend voneinander getrennt, so dass entsprechende Festlegungen bei der Konstruktion des aufgehenden Tragwerks nicht vorweggenommen werden. Für die Auslegung des geotechnischen Tragwerks ist als weitere Besonderheit der Geotechnik aber zu beachten, dass dieses nicht nur die Gründungslasten aus dem aufgehenden Bauwerk abzutragen hat, sondern durch zusätzliche geotechnische Einwirkungen belastet werden kann, die je nach Baugrund unterschiedlich ausfallen aber das aufgehende Tragwerk nicht direkt beeinflussen (z.B. negative Mantelreibung bei Pfahlgründungen). Als weitere Besonderheit ist dabei zu nennen, dass diese geotechnischen Einwirkungen nicht nur Einfluss auf die Beanspruchung der Gründung haben, sondern auch die Widerstände im und aus dem Baugrund beeinflussen (z.B. Vertikallast bei einem Fundament ist Teil der Beanspruchung aber gleichzeitig auch über die aus ihr generierte Reibungskraft Teil des Widerstands). Ähnlich schwierig verhält es sich mit der Erdbeben-Norm EN 1998. Sie beinhaltet in erster Linie (und sehr ausführlich) die Ermittlung der Erdbebeneinwirkungen, deren Ursachen zunächst unabhängig von der Bauweise sind, sich dann aber je nach Bauart unterschiedlich auswirken. Die Norm beschäftigt sich daher bauweisenbezogen mit den unterschiedlichen Methoden der Bemessung für die verschiedenen Arten von Tragwerken (Hochbau, Brücken, Türme) und nimmt entspre-

chende Festlegungen vor. Beide Normen sind somit keiner der Hierarchieebenen eindeutig zuzuordnen. Insgesamt stellt die Struktur der Eurocodes aber einen vertretbaren Kompromiss dar.

#### 4.1.4 Empfohlene Struktur der Tragwerksnormen

Da das Konzept des CEN einen großen Teil der zuvor aufgeführten Anforderungen erfüllt, kann sich die Empfehlung für eine verbesserte Struktur der Tragwerksnormen an diesem orientieren. Im Hinblick auf die Realisierbarkeit von Verbesserungen ist es ohnehin (generell) zweckmäßig, positiv zu beurteilende bestehende Elemente beizubehalten. Je weniger Veränderungen man dem Anwendern zumutet und je gezielter die Verbesserungen in die bestehen Normen eingearbeitet werden können, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit einer (zeitnahen) Umsetzung. Das Bild 4.4 stellt die Empfehlung dar.

Die Unterschiede der Empfehlung zu dem Konzept des CEN sind beim Vergleich von Bild 4.3 und Bild 4.4 schnell ersichtlich. Markant ist, dass die Geotechnik in die Ebene der Bemessungsnormen aufgenommen wird. Zudem wird von einer separaten Norm für Erdbeben abgesehen. Zu den Regelungen für den Erdbebenfall sollen, wie auch für den Brandfall, entsprechende Teile der jeweiligen Normen verfasst werden (siehe nachfolgende Erläuterungen).

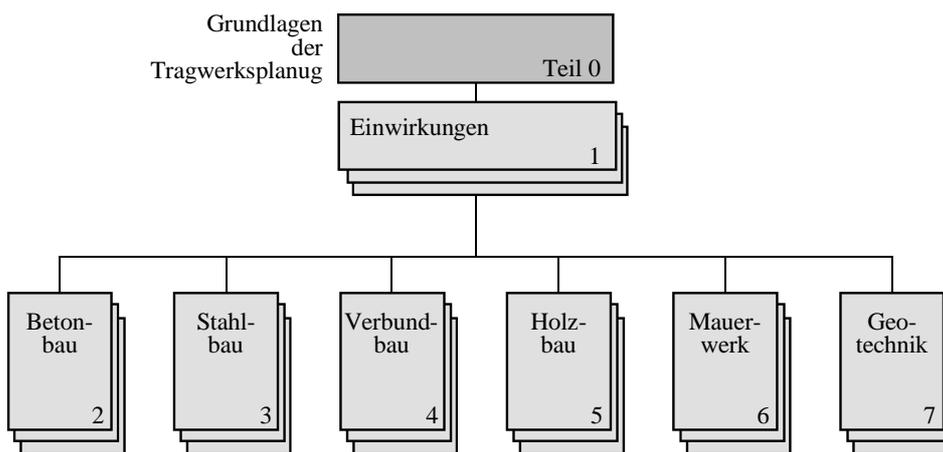


Bild 4.4: Empfohlene Struktur der Tragwerksnormen

#### Dokumentengruppe 0 - Grundlagen der Tragwerksplanung

Die Grundlagen der Tragwerksplanung bilden die Basis zur Nutzung des gesamten Regelwerks (Dokumentengruppe 0). Dieses Dokument ist allen weiteren Normen übergeordnet. Es umfasst neben den Grundsätzen, z.B. zur Festlegung repräsentativer Werte oder zum Sicherheitskonzept, auch die prinzipielle Vorgehensweise bei der Planung von Tragwerken. In Kapitel 4.1.5 wird diese Norm näher erläutert.

#### Dokumentengruppe 1 - Einwirkungen auf Tragwerke

Regelungen zu den Einwirkungen werden der Dokumentengruppe 1 zugeordnet. Alle für den üblichen Hoch- und Ingenieurbau benötigten Informationen (z.B. Spezifische Gewichte und Modelle für Verkehrs-, Schnee- und Windlasten) sind hier zu behandeln. Diese Dokumenten-

gruppe umfasst mehrere Dokumente bzw. „Teile“, so dass eine klare Gliederung nach Arten von Einwirkungen (Windlasten) und Anwendungsfällen (Nutzlasten in Gebäuden) möglich ist. Der Anwender sollte den für seine Problemstellung relevanten Teil ohne Schwierigkeiten ausfindig machen können. Für die Brand- und, abweichend von den Eurocodes, auch die Erbebeneinwirkungen sollen separate Teile dieser Norm erstellt werden. Die Festlegungen zu den Einwirkungen besitzen für alle Bauweisen Gültigkeit, d.h. die Bemessungsnormen funktionieren nur in Verbindung mit ihnen. In Kapitel 4.1.6 werden Struktur und Inhalt dieser Dokumente ausführlich dargestellt.

### **Dokumentengruppen 2 bis 7 - Bemessungsnormen**

Wie bereits erwähnt, wird eine Norm, die bezogen auf eine Bauweise (z.B. Stahlbau) die Tragwerksanalyse und die Bemessung zum Gegenstand hat, als Bemessungsnorm bezeichnet. Die Bemessungsnormen sollten alle gängigen Bauweisen, d.h. den Betonbau, den Stahlbau, den Stahl-Beton-Verbundbau, den Holzbau, das Mauerwerk und, anders als in den Eurocodes, auch die Geotechnik (bzw. die geotechnischen Bauwerke) umfassen. Weitere Bauweisen wie der Aluminiumbau (vgl. EN 1999) oder in Zukunft auch das Bauen mit faserverstärkten Kunststoffen können ergänzt werden. Alle diese Normen beziehen sich auf die Dokumentengruppen 0 und 1 und verfügen folglich über gemeinsame Grundsätze und einheitliche Definitionen, was die Einwirkungen und das Sicherheitskonzept betrifft. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, dass die Regelungen an den Schnittstellen (z.B. zur Übergabe der Lasten, Auflagerreaktionen oder Schnittgrößen) kompatibel sind. Die prinzipielle Vorgehensweise der Nachweisführung soll für alle Bauweisen identisch sein, so dass sich die Anwendung so einfach wie möglich gestaltet und auch nicht ausgewiesenen Spezialisten offen steht.

Jede Bemessungsnorm soll in verschiedene Teile gegliedert sein, was zur Ordnung und Übersichtlichkeit beiträgt und den Umfang der einzelnen Dokumente begrenzt hält. Das Konzept der Unterteilung soll für jede Bemessungsnorm gleich sein; es soll einer inneren Logik folgen und dem Anwender helfen, Querbezüge herstellen zu können.

Die Anwendungsfreundlichkeit kann weiter verbessert werden, indem die (Kapitel-)Gliederung der einzelnen Dokumente einheitlich gehalten wird. Allein über die Angleichung von Kapitelnummern und -überschriften lässt sich ein verlässliches Orientierungssystem aufbauen. Die vorgeschlagene Gliederung wird in Kapitel 4.2 detailliert erläutert.

#### **4.1.5 Grundlagen der Tragwerksplanung**

Die Norm „Grundlagen der Tragwerksplanung“ behandelt die prinzipielle Vorgehensweise bei der Planung von Tragwerken sowie die Grundsätze der Festlegung repräsentativer Werte und des Sicherheitskonzepts. Die Festlegungen betreffen End- und Bauzustände sowie permanente und temporäre Tragwerke. Anzuwendende Regeln und zu berücksichtigende Bedingungen werden in der Reihenfolge aufgeführt, in der sie im Planungsprozess üblicherweise auftreten. Dem Planer dient das Dokument, da

- es den Umgang mit den Dokumenten der Tragwerksnormen erläutert,
- es einen Großteil der zu beachtenden Bedingungen aufführt und somit zur Strukturierung und Überprüfung der eigenen Planung geeignet ist, und

- verbindlich einzuhaltende Verfahren vorgegeben werden, auf die in den Bemessungsnormen Bezug genommen wird.

Ein wichtiger, dem Anwender zu vermittelnder Grundsatz lautet, dass Gegenstand und Umfang der Untersuchungen der Bedeutung des Tragwerks und der Komplexität der Problemstellung anzupassen sind. Dies bedeutet, dass dem Planer in der Gestaltung des Planungsprozesses ein gewisser Spielraum gewährt und somit Verantwortung übertragen wird. Die einzelnen Planungsschritte sowie der Detaillierungsgrad in Analyse und Bemessung sind somit nicht festgeschrieben, sondern individuell festzulegen. Dies bedeutet, dass fallbezogene Vereinfachungen zulässig sind. Die Entscheidung in Bezug auf die Angemessenheit des Vorgehens und damit ggf. auch hinsichtlich wirtschaftlich relevanter Festlegungen obliegt damit unter Einhaltung staatlicher Schutzziele und der Ansprüche an die Qualität dem Planer.

Zur Strukturierung des Planungsprozesses sollten in den Tragwerksnormen folgende Bearbeitungsebenen unterschieden werden:

- Tragwerksentwurf,
- Tragwerksanalyse,
- Bemessung.

Die Reihenfolge entspricht der üblichen Vorgehensweise in der Tragwerksplanung. Die Bedeutung der einzelnen Ebenen wird nachfolgend kurz beschrieben.

### **Tragwerksentwurf**

Die Zielsetzung beim Entwerfen besteht darin, Tragwerke zu entwickeln, die bei angemessener Einpassung, Gestaltung und Zuverlässigkeit (worunter Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit fallen) wirtschaftlich, robust und dauerhaft sind. Obwohl der Tragwerksentwurf für die Planung und die Qualität der technischen und wirtschaftlichen Lösungen eine zentrale Bedeutung hat, wird ihm in den heutigen Normen nur wenig Platz eingeräumt.

Die Frage, ob der Entwurf in den Normen überhaupt behandelt werden soll, wird kontrovers diskutiert. Zu unterscheiden ist zwischen dem Entwerfen (Tätigkeit) und dem Entwurf (Ergebnis dieser Tätigkeit). Während das Entwerfen tatsächlich nicht genormt werden sollte (als kreativer Prozess auch nicht genormt werden kann), lassen sich für den Entwurf sehr wohl Anforderungen und Randbedingungen definieren, die im Sinne der Normung Beachtung finden sollten. Zudem - und dies ist in Zeiten, in denen der Berechnung oft ein zu hoher Stellenwert eingeräumt wird ebenso wichtig - wird das Thema dadurch seiner Bedeutung gemäß repräsentiert.

### **Tragwerksanalyse**

Die Tragwerksanalyse - oder allgemeiner, die Analyse - beinhaltet alle Untersuchungen, die der Beurteilung des Verhaltens eines Tragwerks unter allgemeinen Einwirkungen (physikalischen und chemischen) dienen. Die Methoden der Tragwerksanalyse sollen auf anerkannten, nötigenfalls experimentell bestätigten Theorien und auf aktueller Ingenieurpraxis beruhen. Die wichtigste Art der Analyse ist wohl die (statische) Berechnung. Im Rahmen der Analyse werden aus den Einwirkungen mithilfe eines Tragwerksmodells die Auswirkungen (z.B. Schnittgrößen) ermittelt. Das Tragwerksmodell umfasst Angaben zur Geometrie und zum Berechnungsmodell sowie Annahmen bezüglich des Verhaltens der Baustoffe oder des Bodenmaterials.

Der entsprechende Abschnitt der Norm muss Klarheit schaffen in Bezug auf die Festlegung all dieser Eingangsgrößen. Darüber hinaus müssen die Anforderungen an die zu verwendenden Berechnungsmodelle und -verfahren definiert werden.

## **Bemessung**

In diesem Abschnitt der Grundlagennorm sind allgemeingültige Angaben zur Bemessung von Tragwerken zu machen, und das Sicherheitskonzept ist zu erläutern. Im Rahmen der Bemessung sind die Abmessungen, die Baustoffe (inkl. ihrer Eigenschaften) und die konstruktive Durchbildung eines Tragwerks festzulegen [SIA 260 (2003)]. Die Bemessung wird in der Regel nach Grenzzuständen (Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit) vorgenommen, wobei bestimmte Bemessungssituationen (andauernde, vorübergehende, außergewöhnliche) zu betrachten sind, und es sind Nachweise zu erbringen, dass die relevanten Grenzzustände nicht überschritten werden.

Die Festlegungen zur Art der Nachweisführung bilden den technischen Kern der Grundlagennorm. Für das heute übliche semiprobabilistische Sicherheitskonzept sind folgende Aspekte zu klären:

- Definition und Art der Ermittlung der **Bemessungswerte**
  - der Einwirkungen,
  - der geometrischen Größen,
  - der Baustoff- und Baugrundeigenschaften,
  - der Auswirkungen (bzw. der Beanspruchungen) und
  - des Tragwiderstandes;
- Festlegung der für die Ermittlung der Bemessungswerte anzusetzenden **Teilsicherheitsbeiwerte**;
- Regelungen bezüglich der für die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit zu betrachtenden **Kombinationen von Einwirkungen**.

Da diese Festlegungen für das gesamte Regelwerk Gültigkeit haben und sie mit Blick auf die Anwendungsfreundlichkeit eine wichtige Rolle spielen, sollten darauf geachtet werden, dass die Bestimmungen möglichst einfach und für alle Bauweisen einheitlich gehalten sind. Auf die damit zusammenhängenden Schwierigkeiten wird in Kapitel 4.3 detailliert eingegangen.

## **Formale Aspekte**

Die Grundlagennorm muss neben technischen auch formale Festlegungen umfassen. Dabei geht es insbesondere um Informationen zur Nutzung der Tragwerksnormen. Dazu gehört der Geltungsbereich, der die Voraussetzungen für die Nutzung, die Anwendungsgrenzen sowie den Umgang mit Ausnahmen beinhaltet. Ebenso sind Fachbegriffe und Formelzeichen, die in allen Bereichen der Tragwerksplanung verwendet werden, zu definieren. Damit wird die Norm auch der Vereinheitlichungsfunktion (siehe Kapitel 2.1) sowie ihrer Rolle als Informationsvermittler gerecht.

### **4.1.6 Einwirkungen auf Tragwerke**

Die Ermittlung der Einwirkungen stellt in der Tragwerksplanung einen fundamentalen Arbeitsschritt dar. Er umfasst die Klärung der zu berücksichtigenden Einwirkungen sowie die Bestimmung der Eingangswerte. Die Effizienz in der Bearbeitung hängt folglich von der Übersicht-

lichkeit der Darstellung und der Komplexität der Definitionen ab. Struktur und Gliederung der Norm spielen dabei eine wichtige Rolle; der Benutzer muss schnell auf die von ihm benötigten Daten zugreifen können.

### **Aufbau der Norm**

Die Norm Einwirkungen auf Tragwerke sollte in vier Dokumente unterteilt werden:

- Teil 1      Allgemeine Einwirkungen
- Teil 2      Ergänzende Regeln
- Teil 3      Einwirkungen infolge Brand
- Teil 4      Einwirkungen infolge Erdbeben

Teil 1 splittet sich in die Allgemeinen Regeln und die Besonderheiten für spezielle Bauwerkstypen (Brücken, Behälter und Silos). Die Allgemeinen Regeln beinhalten generelle Informationen zu allen relevanten Einwirkungen (Lasten, Kräfte, andere physikalische sowie chemische und biologische Einwirkungen) auf übliche Tragwerke des Hoch- und Ingenieurbaus. Die entsprechenden Bestimmungen sollen für alle normalen Fälle und Gegebenheiten gelten, diese aber abschließend beschreiben. Eine Gliederung dieses Teils nach der Art der Lasten und Kräfte ist zwingend, um dem Benutzer einen schnellen Zugriff auf die gesuchte Information zu ermöglichen. Gliederung und Umfang der Kapitel sollen jedoch so sein, dass sie den Stellenwert einer Einwirkung und die Häufigkeit ihres Auftretens widerspiegeln. Einwirkungen, deren Berücksichtigung selten erforderlich ist, können gemäß dieser Logik in separate Kapitel (z.B. Teil 1.2 - Besonderheiten für den Brückenbau) oder Dokumente (z.B. Teil 3 - Brand) ausgelagert werden. In Tabelle 4.1 ist dieses Konzept dargestellt.

*Tabelle 4.1: Aufbau der Norm „Einwirkungen auf Tragwerke“*

<b>1</b>	<b>Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1</b>
1.1	Allgemeine Regeln
1.1.1	Wichten und Eigengewichte
1.1.2	Nutzlasten
1.1.3	Schneelasten
1.1.4	Windlasten
1.1.5	Temperatureinwirkungen
1.1.6	Einwirkungen während der Bauausführung
1.1.7	Außergewöhnliche Einwirkungen
1.2	Besonderheiten für den Brückenbau
1.3	Besonderheiten für den Behälter- und Silobau
<b>2</b>	<b>Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2</b>
2.1	(z.B.) Ergänzende Regeln - Windeinwirkungen (dynamisch)
2.2	(z.B.) Ergänzende Regeln - Krane und Maschinen
2.3	(z.B.) Ergänzende Regeln - ...
<b>3</b>	<b>Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 3</b>
3.1	Brand
<b>4</b>	<b>Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4</b>
4.1	Erdbeben

Der Teil 2 der Norm enthält ergänzende Regeln, zu denen ausführlichere Betrachtungen einzelner Beanspruchungsarten und/oder spezielle Anwendungsbereiche gezählt werden. Beanspru-

chungen, die nur bei bestimmten Bauwerken auftreten oder die bei üblichen Bauaufgaben vereinfacht berücksichtigt werden können, sollten hier behandelt werden.

Die Teile 3 und Teil 4 behandeln die Einwirkungen im Brandfall und im Falle eines Erdbebens. Auch wenn der Stellenwert dieser Einwirkungen für die Tragfähigkeit einer Struktur bedeutsam sein kann, sollten sie getrennt behandelt werden, da zu ihrer Berücksichtigung in der Regel spezielle Verfahren und gesonderte Arbeitsschritte nötig sind.

Es ist anzumerken, dass die gewählte Struktur sinngemäß auf die Bemessungsnormen übertragen werden soll. Durch die Einheitlichkeit soll es dem Anwender einfacher gemacht werden, sich zurechtzufinden; das Konzept soll verinnerlicht werden können, so dass eine intuitive Nutzung der Normen möglich wird.

#### **4.1.7 Bemessungsnormen**

Auffallend an der vorgeschlagenen Struktur der Tragwerksnormen (Bild 4.4) ist, dass alle Bemessungsnormen auf der gleichen Ebene rangieren. Auch die Norm für die Bauwerke der Geotechnik ist den anderen Bemessungsnormen gleichgestellt. Dies resultiert aus der Überlegung, dass die Planungsprozesse in allen Fachbereichen grundsätzlich gleich gestaltet sind. Folglich ist es für den Anwender der Normen vorteilhaft, wenn sich die einzelnen Prozessschritte über die Struktur der Normen identifizieren lassen.

#### **Geltungsbereich der Bemessungsnormen**

In Kapitel 3 dieses Berichts sind die allgemeinen sowie die formalen und inhaltlichen Anforderungen an die Normen aufgeführt. Ein wichtiger Aspekt betrifft die Normentexte, die gut lesbar, leicht verständlich und knapp gehalten sein sollen. Normen sollen zudem eindeutig sein, d.h. pro Fragestellung soll ein (ggf. mehrstufiges) Verfahren angeboten werden, dessen Anwendungsgrenzen klar zu definieren sind. Auch für das einzelne Normendokument ist der Geltungsbereich festzulegen. In der Regel beziehen sich Bemessungsnormen auf den Entwurf, die Analyse (Berechnung) und Bemessung von Tragwerken und Bauteilen in üblicher Bauweise und für konventionelle Ausführungsbedingungen; außergewöhnliche Baulösungen werden in den Normen hingegen nicht behandelt. Über den für alle Tragwerksnormen geltenden Ausnahmeartikel, sind neue und innovative Lösungen aber dennoch zu ermöglichen; dieser könnte folgenden Wortlaut haben [SIA 262 (2003)]:

*„Ausnahmen von der Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen. Liegen Verhältnisse vor, die in dieser Norm nicht erfasst werden, ist das Vorgehen zwischen Projektverfassenden und Bauherrschaft sowie allfälligen Genehmigungsinstanzen abzusprechen. Das gewählte Vorgehen ist stufengerecht in der Nutzungsvereinbarung und in der Projektbasis zu dokumentieren.“*

Auf diese Weise ist sichergestellt, dass keine Planungswillkür entsteht und ggf. kompetente Fachplaner hinzugezogen werden. Damit ist auch die Rechtssicherheit gewährleistet.

Im Weiteren ist für die Bemessungsnormen zu klären, inwieweit das Thema Bauausführung - für das es ein spezielles Regelwerk gibt (siehe Bild 4.2) - integriert werden soll. Im Sinne der

Anwendungsfreundlichkeit wäre es sicher zu begrüßen, die für die Planung relevanten Aspekte der Ausführung auch in den Bemessungsnormen zu behandeln. Damit würden allerdings, entgegen dem Prinzip der Konsistenz, Normeninhalte verdoppelt und möglicherweise Widersprüche erzeugt. Dennoch werden diese und ähnliche Bezugnahmen nicht ganz zu vermeiden sein, weshalb ihnen (speziell bei der Überarbeitung und Fortschreibung von Normen) besondere Beachtung zu schenken ist.

### **Aufbau der Bemessungsnormen**

Die Gliederung der Bemessungsnormen folgt dem in Kapitel 4.1.6 geschilderten Konzept. Gemäß heutigem Kenntnisstand sind auch hier 4 Teile vorzusehen.

Der Teil 1 beinhaltet die allgemeinen Regeln der Bemessung sowie die Besonderheiten für spezielle Arten von Bauwerken (z.B. Brücken). Unter die allgemeinen Regeln fallen alle Bestimmungen, die für das Bemessen und Konstruieren von üblichen Tragwerken einzuhalten sind. Anzustreben ist, dass ein Großteil der möglichen Fragestellungen in diesem Teil der Norm behandelt werden kann. Die Anzahl der Ausnahmen und Sonderregelungen kann so reduziert und der Umfang des Regelwerks insgesamt verringert werden. Wie bereits erwähnt, soll in den Normen pro Fragestellung ein Lösungsverfahren aufgeführt werden, das bei Bedarf durchaus auch mehrstufig sein kann, so dass sich sowohl übliche als auch spezielle Fälle behandeln lassen.

Um dem Anwender eine möglichst komplette Übersicht über die zu berücksichtigenden Regelungen zu geben, sollten grundlegende Aspekte des Brandschutzes und der Erdbebensicherung bereits im Teil 1 der Norm aufgeführt werden. Hierbei sollte es sich um vereinfachte Regeln und Verfahren handeln, die für Standardfälle ausreichend genau und sicher sind und eine Anwendung ohne vertiefte Abklärungen ermöglichen. Umfassende Betrachtungen zur Bemessung für den Brandfall bzw. für Erdbebeneinwirkung enthalten die Teile 3 und 4. Die Tabelle 4.2 stellt den hier vorgestellten Aufbau der Norm exemplarisch für den Beton- und Stahlbetonbau dar.

*Tabelle 4.2: Aufbau der Norm „Beton- und Stahlbetonbau“*

<b>1</b>	<b>Beton- und Stahlbetonbau - Teil 1</b>
1.1	Allgemeine Bemessungsregeln
1.2	Besonderheiten für den Brückenbau
1.3	Besonderheiten für den Behälter- und Silobau
<b>2</b>	<b>Beton- und Stahlbetonbau - Teil 2</b>
2.1	(z.B.) Ergänzende Regeln für Stahlfaserbeton
2.2	(z.B.) Ergänzende Regeln für ultrahochfesten Beton
2.3	(z.B.) Ergänzende Regeln für die Befestigungstechnik
<b>3</b>	<b>Beton- und Stahlbetonbau - Teil 3</b>
3.1	Bemessung für den Brandfall
<b>4</b>	<b>Beton- und Stahlbetonbau - Teil 4</b>
4.1	Bemessung für Erdbebeneinwirkung

Teil 2 betrifft ergänzende Regeln. In diese Kapitel (oder Dokumente) der Norm sollen Themen aufgenommen werden, die als Ergänzung bzw. Erweiterung der Allgemeinen Regeln zu verstehen sind und die spezielle Baustoffe und/oder Anwendungsfälle zum Gegenstand haben. Auch

in diesen Dokumenten ist sicherzustellen, dass die übergeordneten Grundsätze eingehalten werden. Zudem ist auf die Kompatibilität zu den Allgemeinen Regeln zu achten, so dass die Möglichkeit besteht, darauf Bezug zu nehmen. Der Teil 2 soll aber insbesondere auch neuen Themen offen stehen. So könnten beispielsweise neu entwickelte Baustoffe oder Bauweisen zunächst diesem Teil der Norm zugeordnet werden (siehe Beispiele in Tabelle 4.2); wenn sich die Neuerung zu einem „üblichen Fall“ entwickelt hat, kann sie dann in die Allgemeinen Regeln aufgenommen werden.

Teil 3 widmet sich der Tragwerksbemessung für den Brandfall. Im Unterschied zu Teil 1 (siehe oben) behandelt dieses Dokument das Thema erschöpfend. Anwender dieser Norm werden hauptsächlich Spezialisten sein, die sich ggf. ausschließlich mit diesem Aspekt der Bemessung befassen. Selbstverständlich soll sich aber auch ein nicht spezialisierter Tragwerksplaner für eine außerordentliche Untersuchung auf dieses Dokument beziehen können. Gleiches gilt für den Teil 4 der Norm, der die Auslegung von Tragwerken gegen Erdbeben zum Inhalt hat.

### **Besonderheiten im Stahlbau**

Das derzeit gültige Regelwerk für den Stahlbau hat einen weitaus größeren Umfang als die Bemessungsnormen anderer Bauweisen. Um dennoch handhabbare Dokumente zu erhalten, ist es in diesem Fall angezeigt, die Allgemeinen Regeln thematisch weiter zu unterteilen. In Tabelle 4.3 ist der Aufbau der Norm beispielhaft dargestellt.

*Tabelle 4.3: Aufbau der Norm „Stahlbau“*

<b>1</b>	<b>Stahlbau - Teil 1</b>
1.1.1	Allgemeine Bemessungsregeln - Stabförmige Bauteile
1.1.2	Plattenförmige Bauteile
1.1.3	Schalen
1.1.4	Bemessung von Anschlüssen
1.1.5	Ermüdung
1.2	Besonderheiten für den Brückenbau
1.3.1	Besonderheiten für den Bau von Silos
1.3.2	Besonderheiten für Tankbauwerke
1.3.3	Besonderheiten für den Bau von Rohrleitungen
1.4	Besonderheiten für Pfähle und Spundwände
1.5	Besonderheiten für Kranbahnen
<b>2</b>	<b>Stahlbau - Teil 2</b>
2.1	Ergänzende Regeln für kaltverformte Bleche
2.2	Ergänzende Regeln für nichtrostende Stähle
2.3	Ergänzende Regeln für Zugglieder aus Stahl
2.4	Ergänzende Regeln für Stahlgüten bis S700
<b>3</b>	<b>Stahlbau - Teil 3</b>
3.1	Bemessung für den Brandfall
<b>4</b>	<b>Stahlbau - Teil 4</b>
4.1	Bemessung für Erdbebeneinwirkung

### **Besonderheiten in der Geotechnik**

Die Besonderheit der Geotechnik besteht darin, dass in der Regel mit dem natürlich anstehenden Material (dem Baugrund) gearbeitet werden muss, das nur in Grenzen in seinen Eigenschaften

ten veränderbar ist. Hinzu kommt, dass Einwirkungen gleichzeitig auch Widerstände sein können. Weiter werden in den Grenzzustandsgleichungen für die einzelnen geotechnischen Konstruktionen die Widerstände meist nicht als reine Materialfestigkeiten eingesetzt, sondern daraus abgeleitete summarische Größen. So ist z.B. der Widerstand eines Pfahls die Summe aus dem Spitzenwiderstand und der Mantelreibung, jeweils integriert über die zugehörige Fläche. Dies erschwert es, die Struktur der Bemessungsnormen direkt für diese Anwendungen zu übernehmen. Durch entsprechende Erkundungen und Untersuchungen und die Klassifizierung des Baugrunds wird jedoch mindestens eine mit den anderen Bauweisen vergleichbare Grundlage geschaffen. Zu beachten ist auch, dass die Normen der Geotechnik stark von den Regelungen der anderen Bauweisen abhängen und somit mit den entsprechenden Dokumenten relativ eng verknüpft sind. Wie einleitend ausgeführt wurde, soll trotz dieser Unterschiede eine Strukturierung analog der anderen Bemessungsnormen vorgenommen werden. Ausschlaggebend ist die Tatsache, dass die geotechnischen Berechnungen die gleichen Schritte durchlaufen, wie die Berechnungen anderer Disziplinen. Dazu ist es allerdings erforderlich, die Allgemeinen Bemessungsregeln (Punkt 1.1) sehr stark nach den einzelnen Anwendungen zu untergliedern.

*Tabelle 4.4: Aufbau der Norm „Bauwerke der Geotechnik“*

<b>1</b>	<b>Bauwerke der Geotechnik - Teil 1</b>
1.1.1	Allgemeine Bemessungsregeln
1.1.2	Flach- und Flächengründungen
1.1.3	Pfahlgründungen
1.1.4	Verankerungen
1.1.5	Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch
1.1.6	Gesamtstandsicherheit
1.2	Besonderheiten für Stützbauwerke und im Boden eingebettete Bauwerke
1.3	(z.B.) Besonderheiten für den Tunnelbau
<b>2</b>	<b>Bauwerke der Geotechnik - Teil 2</b>
2.1	Ergänzende Regeln - Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
<b>3</b>	(leer)
<b>4</b>	<b>Bauwerke der Geotechnik - Teil 4</b>
4.1	Bemessung für Erdbebeneinwirkung

Wie bereits für den Stahlbau wird empfohlen, die allgemeinen Bemessungsregeln thematisch feiner zu strukturieren; damit kann eine gute Handhabbarkeit der Dokumente gewährleistet werden. Auf diese Weise entsteht ein Aufbau, der sich an der Bauaufgabe bzw. der Art der Gründung orientiert. Diese Struktur ist in Tabelle 4.4 dargestellt.

## 4.2 Gliederung der Bemessungsnormen

### 4.2.1 Anforderungen an die Gliederung

Wie bereits in Abschnitt 4.1.2 erwähnt, stellt sich die Frage, wie durch Optimierung von Struktur und Gliederung die Anwendungsfreundlichkeit einer Bemessungsnorm erhöht werden kann. Ziel ist es, dem Anwender ein schnelles und sicheres Auffinden der gesuchten Inhalte zu ermöglichen; er soll sich intuitiv in einem Dokument zurechtfinden. Kriterien hierfür sind

- ein logischer und einfacher Aufbau,
- eine Gliederung, die eine eindeutige Zuordnung der Inhalte ermöglicht und
- Kapitelüberschriften, die das Einfügen von Neuerungen erlauben.

Für die Gestaltung des Aufbaus, d.h. die Gliederung der Norm, ist ein Leitbild zu definieren, an dem man sich orientiert. Zur Berücksichtigung der Praxistauglichkeit empfiehlt es sich, den üblichen Planungsprozess zum Vorbild zu nehmen. Die Reihenfolge der Planungsschritte sollte sich in der Gliederung widerspiegeln. Zu beachten ist auch, dass viele Nutzer sich an die Gliederungen der bestehenden Normen gewöhnt haben, weshalb nicht zu stark von den bewährten Strukturen abgewichen werden sollte.

#### **Einheitliche Gliederung für alle Bemessungsnormen**

Auch bei der Gliederung gilt, was bereits in Kapitel 3.1 als wichtige Anforderung postuliert wurde: Übersichtlichkeit durch Vereinheitlichung. Alle Bemessungsnormen sollten eine einheitliche Gliederung aufweisen, was zu einer Vereinfachung im Umgang mit den Normen führt.

#### **Vorbild Eurocodes**

Der Blick in die Bemessungsnormen der Eurocodes (EC2 bis EC7) macht deutlich, dass die oben aufgeführten Anforderungen an die Gliederung in diesem Normenwerk weitgehend umgesetzt werden. Der Aufbau wird im groben durch die Punkte Baustoffe, Grundlagen der Tragwerksberechnung und Nachweise (Grenzzustände) bestimmt und entspricht somit dem üblichen Vorgehen in der Bemessung (siehe auch Abschnitt 4.1.5). Formale Aspekte und Grundlagen der Bemessung werden zu Beginn jeder Norm aufgeführt, konstruktive Regeln finden am Ende Platz. Der prinzipielle Aufbau dieser Normen kann als gute und bereits bewährte Lösung angesehen werden.<sup>1</sup>

Die Vereinheitlichung der Gliederung wurde durch das CEN vorgeschrieben [CEN (2004)]. Die Vorgabe ist in Bild 4.5 dargestellt. Die Normen EC 2 bis EC 6 besitzen bis etwa zu Kapitel 7 tatsächlich diesen Aufbau (siehe Anhang A, Gegenüberstellung der Kapitelbezeichnungen). Die Überschriften und Inhalte der nachfolgenden Kapitel weichen jedoch stark voneinander ab, was unter anderem daran liegt, dass ab diesem Kapitel keine klaren Vorgaben mehr gemacht wurden. Art und Anzahl der Folgekapitel wurde den Projekt-Teams überlassen. Die Gliederung des EC 7, die Norm für die Geotechnik, entspricht sogar nur bis zum dritten Kapitel der dargestell-

---

<sup>1</sup> Dies wird durch die Tatsache bestätigt, dass neben den Eurocodes auch die DIN-Normen z.T. diese Gliederung besitzen.

ten Gliederung. Dies ist jedoch der bereits angemerkten Tatsache geschuldet, dass die Geotechnik eine Sonderstellung in der Struktur der Tragwerksnormen des CEN besitzt.

Vorwort	
Kapitel 1	Allgemeines
Kapitel 2	Grundlagen der Tragwerksplanung
Kapitel 3	Baustoffe
Kapitel 4	Dauerhaftigkeit
Kapitel 5	Grundlagen der Tragwerksberechnung
Kapitel 6	Grenzzustände der Tragfähigkeit
Kapitel 7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
Kapitel ...	z.B. Details/Verbindungen
Kapitel ...	z.B. Besonderheiten
Kapitel ...	z.B. Ausführung
Kapitel ...	z.B. Versuchsgestützte Bemessung
Anhang (Normativ)	
Anhang (Informativ)	

*Bild 4.5: Durch CEN/TC250 vorgegebene einheitlichen Gliederung [CEN (2004)]*

Bei den Eurocodes kann weiter bemängelt werden, dass die vereinheitlichte Gliederung nicht auf alle Teile der Norm übertragen wird. In den Allgemeinen Regeln (Teil 1.1 des jeweiligen Eurocodes) entspricht die Gliederung der Vorgabe, in den weiteren Dokumenten der Norm (z.B. in den Teilen 1.2 oder 2, die teilweise einen größeren Umfang besitzen) wird das Prinzip jedoch nicht streng weiterverfolgt.

Auch wenn die Eurocodes in ihrer Struktur und Gliederung ein schlüssiges Konzept verfolgen, können sie bezüglich Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit nicht als optimale Lösung angesehen werden. So nimmt beispielsweise die Geotechnik eine Sonderrolle im System des CEN ein, was dazu führt, dass Struktur und Anwendung dieser Norm nicht den Regeln der übrigen Bemessungsnormen entspricht. Ein Regelwerk, das bei nahezu allen Projekten von Belang ist und somit häufig genutzt wird, sollte so anwendungsfreundlich wie möglich gestaltet sein. Die Anliegen der Nutzer sollten in den Vordergrund gestellt werden.

Generell sollte die Vereinheitlichung der Gliederung konsequent umgesetzt werden. Dazu muss auch festgelegt werden, für welchen Dokumententyp die vorgegebene Gliederung sinnvoll ist. Dokumententypen, die einen anderen Charakter besitzen, wie z.B. die Teile Brand oder Erdbeben, sollten wiederum eine eigene, spezifisch vereinheitlichte Gliederung erhalten; so lässt sich das Prinzip der Vereinheitlichung sinnvoll erweitern.

#### 4.2.2 Vorschlag für die Gliederung der Bemessungsnormen

Im Folgenden wird eine Gliederung vorgestellt, die unter Beachtung der im Abschnitt 4.2.1 formulierten Anforderungen entwickelt wurde und gegenüber heute gewisse Verbesserung bringen würde. Es muss allerdings angemerkt werden, dass die Umsetzung einer einheitlichen Gliederung bei gewissen Dokumenten einen hohen Aufwand mit sich bringen würde. Insofern könnte die Sinnhaftigkeit der Maßnahme angezweifelt werden. Langfristig wird dieser Schritt jedoch für eine Verbesserung der Anwendungsfreundlichkeit sorgen. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass es keine Lösung gibt, die für alle Bauweisen ein Optimum darstellt. Es soll aber versucht werden, eine möglichst große Schnittmenge der Ansprüche zu finden. Die auf dieser Grundlage entwickelte Gliederung ist in Bild 4.6 dargestellt. Sie ist dem Aufbau der Eurocodes ähnlich, die Kapitelbezeichnungen wurden allerdings etwas allgemeiner und kürzer gehalten.

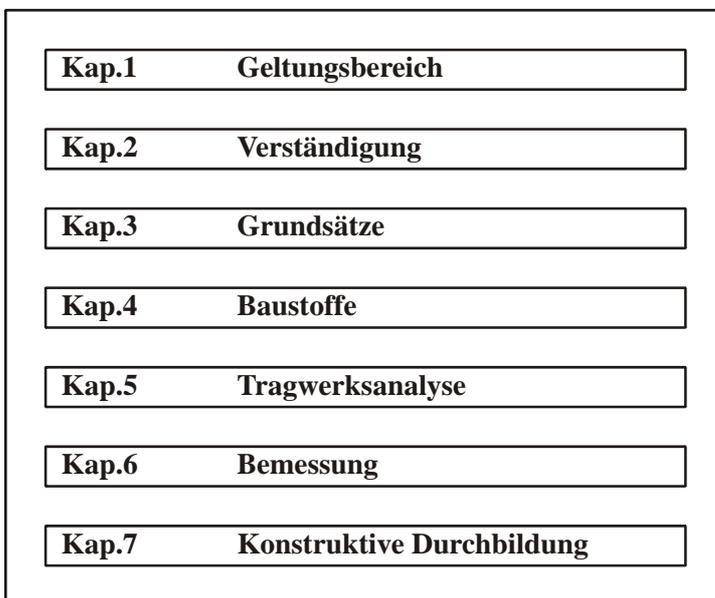


Bild 4.6: Gliederung der Bemessungsnormen

Jede Bemessungsnorm soll sich auf die sieben in Bild 4.6 dargestellten Kapitel beschränken. Alle in Bemessungsnormen vorzusehenden Informationen sind in diese Abschnitte einzuteilen oder aber als ergänzende Regeln auszulagern.

Bei der Untersuchung der Inhalte der Dokumente, die dem Teil 1 einer Norm zuzuordnen sind (Allgemeine Regeln und Besonderheiten), zeigt sich, dass sie mit der Einheitsgliederung sinnvoll zu strukturieren sind. Im Anhang B sind entsprechende Inhaltsverzeichnisse beispielhaft aufgeführt. Alle inhaltlichen Bausteine der heutigen Regelwerke lassen sich einem der Kapitel zuordnen. Ein Umsortieren ist in vielen Fällen noch nicht einmal nötig.

Auch für die Ergänzenden Regeln (Teil 2 einer Bemessungsnorm) kann die einheitliche Gliederung verwendet werden. Zwar werden sich in diesen Teilen die Verweise auf die allgemeinen Regeln häufen, so dass manche Kapitel äußerst kurz ausfallen dürften; als Preis für die Umsetzung des Konzepts ist dies aber akzeptabel.

Die Dokumente für Brand und Erdbeben (Teile 3 und 4) besitzen einen Aufbau, der nicht mit demjenigen der Teile 1 und 2 vergleichbar ist. Ein Festhalten an der Einheitsgliederung ist hier nicht zweckmäßig. Wünschenswert wäre jedoch, die Teile 3 und 4 aller Bemessungsnormen ihrerseits einheitlich zu gestalten, damit das Prinzip der Vereinheitlichung weitestmöglich fortgeführt wird.

### 4.2.3 Gliederung und Inhalte der Kapitel

Im Weiteren stellt sich die Frage, ob sich die Vereinheitlichung auch auf die einzelnen Kapitel der Normen erstrecken kann. Fest steht, je detaillierter Vorgaben zur Gliederung der Normen sind, umso größer wird die Ähnlichkeit der einzelnen Dokumente untereinander. Für den Anwender ergibt sich dadurch eine größere Transparenz. Andererseits ist es so, dass die Vorgaben nicht für alle Bauweisen gleichermaßen zweckmäßig sind; dadurch werden die Kapitel in den Normen unterschiedlich umfangreich ausfallen oder gar ohne Inhalt bleiben. Der Erfolg der Vereinheitlichung hängt somit von einer Aufteilung der Kapitelinhalte ab, die bei allen Bauweisen als sinnvoll erachtet werden kann.

Für die Wahl der Unterkapitel gelten die gleichen Anforderungen wie bereits für die Kapitel: Logisch im Aufbau und eindeutig, was die Zuordnung der Inhalte betrifft. Im Folgenden wird eine denkbare einheitliche Kapitelgliederung vorgestellt und kurz erläutert.

#### Kap. 1: Geltungsbereich

1	Geltungsbereich
1.1	Abgrenzungen
1.2	Voraussetzungen
1.3	Verweisungen
1.4	Ausnahmen

*Bild 4.7: Abschnitte des Kapitels 1*

Das präzise Definieren des Geltungsbereiches ist eine formale Notwendigkeit eines jeden Regelwerks (siehe Kapitel 4.1.7); es umfasst auch die Erläuterung der Stellung des Dokuments innerhalb des Normenwerks. Es empfiehlt sich dieses Kapitel in vier Abschnitte zu unterteilen:

- 1.1 Abgrenzung: Definition des Geltungsbereiches, Beschreibung der Verbindungen zu anderen Dokumenten des Normenwerks und ggf. Erläuterungen zur Regelungstiefe der Inhalte.
- 1.2 Voraussetzungen: Voraussetzungen für die Anwendung des Regelwerks sowie Anforderungen an Planer, Ausführende und Nutzer.
- 1.3 Verweise: Auflistung aller Dokumente, auf die in der Norm konkret Bezug genommen wird.
- 1.4 Ausnahmen: Erläuterungen, wie mit Fällen umzugehen ist, die thematisch dem Anwendungsbereich der Norm zuzuordnen sind, jedoch nicht gemäß deren Regelungen behandelt werden können.

## Kap. 2: Verständigung

<b>2</b>	<b>Verständigung</b>
2.1	Fachausdrücke
2.2	Formelzeichen

*Bild 4.8: Abschnitte des Kapitels 2*

In den Normen ist sicherzustellen, dass die Inhalte unmissverständlich kommuniziert werden können. Das Definieren von Fachausdrücken sowie das Festlegen von Formelzeichen gewährleistet diese Eindeutigkeit. Das Kapitel 2 kann in zwei Abschnitte gegliedert werden:

- 2.1 Fachausdrücke: Festlegung und Erläuterung der in dem Regelwerk verwendeten Fachausdrücke, Verweise auf Regelwerke, in denen allgemeine Fachausdrücke aufgeführt werden.
- 2.2 Formelzeichen: Festlegung und Erläuterung aller verwendeten Formelzeichen und SI-Einheiten.

## Kap. 3: Grundsätze

<b>3</b>	<b>Grundsätze</b>
3.1	Allgemeines
3.2	Baustoffe/Baugrund
3.3	Tragwerksanalyse und Bemessung
3.4	Dauerhaftigkeit
3.5	Konstruktive Durchbildung

*Bild 4.9: Abschnitte des Kapitels 3*

Dieses Kapitel beinhaltet die Grundsätze der Tragwerksplanung. Hier sind allgemeine Aspekte bzw. auf die jeweilige Bauweise abgestimmte Inhalte der Grundlagennorm zu behandeln, die sich auf den Tragwerksentwurf, die Tragwerksanalyse und die Bemessung beziehen. Erforderliche allgemeine Grundlagen, zu beachtende Punkte und Bezüge zu anderen Normen können aufgeführt werden. Die Überschriften der Unterkapitel orientieren sich an der Kapitelfolge der Norm. Die Abschnitte und Inhalte können wie folgt zusammengefasst werden:

- 3.1 Allgemeines: Hinweise auf übergeordnete Regelwerke und deren Einfluss auf den Planungsprozess. Aufführen von bauweisenspezifischen Entwurfsrandbedingungen und Entwurfsprinzipien.
- 3.2 Baustoffe: Kriterien zur Wahl der Baustoffe. Hinweis auf Dokumente, die für Festlegungen der Eigenschaften und die Baustoffprüfung zu beachten sind. Hinweis zur Notwendigkeit der Baugrunduntersuchung.

- 3.3 Tragwerksanalyse und Bemessung: Allgemeine Angaben zu den durch die Norm geregelten Analysemöglichkeiten sowie zum Umgang mit nicht geregelten Analyseverfahren. Erläuterung zur Umsetzung des Nachweis- und Sicherheitskonzepts.
- 3.4 Dauerhaftigkeit: Erläuterung der Maßnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit. Einteilung in Beanspruchungskategorien sowie deren Einfluss auf Wahl der Baustoffe und die konstruktive Durchbildung.
- 3.5 Konstruktive Durchbildung: Prinzipien der konstruktiven Durchbildung. Einfluss auf Tragwerksentwurf und Berechnungsmodelle.

Bei dem gewählten Gliederungskonzept werden die allgemeinen Aspekte der Dauerhaftigkeit in Kapitel 3 behandelt. Angesprochen werden die Angemessenheit des Instandhaltungsaufwandes, die (geplante) Nutzungsdauer und die Sicherstellung von Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Die Dauerhaftigkeit hat eine übergeordnete Bedeutung und betrifft den gesamten Planungsprozess; folglich findet sie auch in allen folgenden Abschnitten der Norm einen Niederschlag. Die Zuordnung zu den Grundsätzen unterstreicht aber den für die Planung elementaren Stellenwert des Themas.

#### **Kap. 4 Baustoffe / Baugrund**

In der Berechnung stellt die Festlegung der anzusetzenden Baustoff- und/oder Baugrundkenngrößen einen wichtigen Schritt dar. Im Vergleich entsprechender Dokumente zeigt sich, dass diese Kapitel in den Bemessungsnormen nicht einheitlich zu strukturieren sind. Besonders große Unterschiede bestehen zwischen der Geotechniknorm und den übrigen Bemessungsnormen. Der Umgang mit Böden erfordert Erkundungen vor Ort, eine Klassifizierung des Bodeneigenschaften und spezifische Laboruntersuchungen. Erst danach können die anzusetzenden Eigenschaften definiert werden. Aufgrund dieser Unterschiede ist es schwierig, für dieses Kapitel eine feste Gliederung vorzugeben.

Dennoch wäre es erstrebenswert, die Angaben zu den Baustoffen in den Normen einheitlich zu strukturieren, was bei industriell gefertigten Baustoffen problemlos möglich ist. Es wird deshalb empfohlen, für jeden Baustoff zunächst die im Rahmen der Anwendung der Norm benötigten Definitionen (Herstellung, Kennzeichnung, Klassen) vorzunehmen. Anschließend sollten die Eigenschaften des Baustoffes aufgeführt werden; dazu gehören z.B. die Verformungseigenschaften, die Festigkeiten und andere physikalische und chemische Eigenschaften. Somit lassen sich zumindest die zwei Abschnitte „Allgemeines“ und „Eigenschaften“ vorgeben. Das Kapitel „Baustoffe“ könnte folglich bei einem Großteil der Normen einheitlich gegliedert sein. Damit könnte das Grundprinzip der Vereinheitlichung auch in diesem Kapitel fortgeführt werden.

## Kap. 5 Tragwerksanalyse

<b>5</b>	<b>Tragwerksanalyse</b>
5.1	Allgemeines
5.2	Einwirkungen u. Auswirkungen
5.3	Tragwerksmodelle
5.4	Berechnungsverfahren

Bild 4.10: Abschnitte des Kapitels 5

Die Tragwerksanalyse umfasst die mithilfe eines Tragwerksmodells durchgeführte Ermittlung von Auswirkungen wie z. B. Schnittgrößen, Auflagerreaktionen und Verformungen. Dieses Thema lässt sich in folgende vier Abschnitte gliedern.

- 5.1 Allgemeines: Erläuterungen zu den Methoden der Tragwerksanalyse
- 5.2 Einwirkungen und Auswirkungen: Beschreibung der Handhabung spezieller Einwirkungen (z.B. aufgezwungene Verformungen) sowie von Einwirkungskombinationen. Erläuterungen zur Ermittlung von Auswirkungen.
- 5.3 Tragwerksmodelle: Erläuterungen zur Modellbildung und zu den Möglichkeiten der Vereinfachung, zur Berücksichtigung von Imperfektionen und zur Interaktion mit anderen Werkstoffen oder dem Boden.
- 5.4 Berechnungsverfahren: Ausführungen zu den möglichen Berechnungsverfahren, zu Anwendungsvoraussetzungen und -bedingungen sowie zu möglichen Vereinfachungen.

## Kap. 6 Bemessung

<b>6</b>	<b>Bemessung</b>
6.1	Bemessungswerte
6.2	Nachweis der Tragfähigkeit
6.3	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Bild 4. 11: Abschnitte des Kapitels 6

Sämtliche Nachweise werden im Kapitel „Bemessung“ beschrieben. Eine Gliederung der Nachweise in die Grenzzustandskategorien „Tragfähigkeit“ und „Gebrauchstauglichkeit“ bietet sich an (und ist auch in den Eurocodes so vorgesehen). Um den Umfang der Nachweiserläuterungen so gering wie möglich zu halten, sollten die in der Bemessung zu verwendenden Größen und Werte zusammengestellt werden. Dadurch können Wiederholungen vermieden und die Transparenz erhöht werden. Es ergeben sich folgende Abschnitte:

- 6.1 Bemessungswerte: Definition der Festigkeiten und/oder Bauteilwiderstände.
- 6.2 Nachweis der Tragfähigkeit
  - Lagesicherheit (EQU)
  - Versagen des Tragwerks / Bauteils (STR)
  - Versagen des Baugrunds (GEO)
  - Ermüdungsversagen (FAT)

- 6.3 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
- Verformungen
  - Aussehen, Risse, Dichtigkeit
  - Schwingungsverhalten

### **Kap. 7 Konstruktive Durchbildung**

<b>7</b>	<b>Konstruktive Durchbildung</b>
7.1	Allgemeine Konstruktionsregeln
7.2	Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke

*Bild 4.12: Abschnitte des Kapitels 7*

Die konstruktive Durchbildung wird in den Bemessungsnormen als letzter Punkt aufgeführt. Es ist jedoch zu beachten, dass Ausführungsdetails für den Entwurf und die Bemessung von Tragwerken entscheidend sein können. Eine Sensibilisierung diesbezüglich sollte bereits frühzeitig stattfinden. Aus diesem Grund soll das Thema bereits im Kapitel 3 „Grundsätze“ erwähnt werden.

Grundsätzliche Konstruktionsregeln, die bei jedem Bauvorhaben zu beachten sind, sollten vorweg in einem separaten Abschnitt behandelt werden. Bauteil- bzw. bauwerksbezogene Konstruktionsregeln können im Folgekapitel zusammengestellt werden. In der Regel lassen sich die Konstruktionsregeln nach der Art der Bauteile (z.B. Balken, Platten, Stützen, Wände) gliedern. In einigen Normen, wie z.B. der Geotechniknorm, ist es jedoch sinnvoll, eine Aufteilung nach Bauwerkstypen vorzunehmen. Auch eine Mischung beider Varianten kann zweckmäßig sein. Die Regeln sollten jedoch für den Anwender stets nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt werden und der Anwendungsbereich sollte immer eindeutig erkennbar sein.

## 4.3 Sicherheitskonzept

### 4.3.1 Sicherheitskonzept der Eurocodes

Bevor Empfehlungen zur Verbesserung des Sicherheitskonzepts im Sinne der Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit gegeben werden, soll kurz das semiprobabilistische Sicherheitskonzept der Eurocodes erläutert werden; damit kann eine Basis für die nachfolgenden Überlegungen geschaffen werden. Im Gegensatz zu dem früher gebräuchlichen deterministischen Sicherheitskonzept mit „globalen“ Sicherheitsbeiwerten, beruht das semiprobabilistische Sicherheitskonzept auf der Nachweisführung mit Teilsicherheitsbeiwerten und verfolgt die Idee, dass die deterministisch festgelegten Einflussgrößen (z.B. Lastmodelle, Festigkeiten) unter Berücksichtigung „der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens“ Eingang in die Berechnung finden sollen. Der Einsatz vollständig probabilistischer Verfahren ist zwar möglich, für die praktische Anwendung aber deutlich zu aufwändig. Über die Teilsicherheitsbeiwerte werden deshalb vereinfachend die Streuungen der Werkstoffeigenschaften, der geometrischen Größen und der einwirkenden Lasten und Kräfte, aber auch die Ungenauigkeiten der Last- und Widerstandsmodelle erfasst.

#### Nachweise

Um die Tragfähigkeiten von Strukturen, deren Teilen und Verbindungen zu ermitteln, sind Nachweise zu führen. Bei Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ist zu zeigen, dass für die zu betrachtenden Bemessungssituationen im Vergleich der Bemessungswerte der Einwirkungen und der Bemessungswerte der Tragwiderstände kein relevanter Grenzzustand überschritten wird. Die Nachweise der Eurocodes lassen sich in die zwei Kategorien

- Grenzzustände der Tragfähigkeit und
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

gliedern. Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sind gemäß DIN EN 1990 (2010) folgende Typen von Grenzzuständen zu betrachten:

- der Verlust der Lagersicherheit (EQU),
- das Versagen des Tragwerks bzw. seiner Bauteile (STR),
- das Versagen (oder übermäßiges Verformen) des Baugrundes (GEO) und
- das Ermüdungsversagen des Tragwerks bzw. seiner Bauteile (FAT)

In der Geotechnik können zudem der Verlust der Lagersicherheit aufgrund von Hebung durch Wasserdruck (UPL) und das Versagen durch hydraulischen Grundbruch (HYD) von Bedeutung sein.

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit beinhaltet die Einhaltung der sogenannten Gebrauchsgrenzen ( $C_d$ ). Die zu erfüllenden Bedingungen in beiden Nachweiskategorien sind in der Tabelle 4.5 aufgeführt.

Tabelle 4.5: Nachweise für die Grenzzustände

Grenzzustände der Tragfähigkeit	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
Nachweis der Lagesicherheit (EQU) $E_{d,dst} \leq R_{d,stb}$ bzw. $E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit $E_d \leq C_d$
Versagen von Tragwerken (STR, GEO) $E_d \leq R_d$	
Versagen infolge von Ermüdung (FAT) $E_{d,fat} \leq R_{d,fat}$	

### Bemessungswerte

Ausgangspunkte für die Ermittlung der Bemessungswerte der Auswirkungen sind die repräsentativen Werte der Einwirkungen. Diese erhält man aus dem Produkt eines Kombinationsbeiwerts  $\psi$  mit dem charakteristischen Wert  $F_k$  einer Einwirkung. Der charakteristische Wert ergibt sich aus dem vorsichtig festgelegten Mittelwert einer Größe. Bei starker Auswirkung auf das Ergebnis ist er mit einem oberen bzw. unteren Grenzwert in die Berechnung einzuführen; in einigen Fällen wird auch der Nennwert benutzt. Generell ist der charakteristische Wert so festzulegen, dass er in einem bestimmten Bezugszeitraum mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit weder unter- noch überschritten wird. Der Bezugszeitraum entspricht dabei in der Regel der Nutzungsdauer des Bauwerks. Bei mehreren Einwirkungen kann im Allgemeinen mithilfe der Kombinationsbeiwerte ein repräsentativer Wert ermittelt werden, der die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens der Einwirkungen zum Ausdruck bringt. Die Wahl des Kombinationsbeiwerts hängt von der Art der Einwirkung sowie der Nachweiskategorie und der Bemessungssituation ab. Zudem gibt es Unterschiede zwischen den Bauwerkstypen; für Brücken sind z.B. andere Kombinationsbeiwerte als für Hochbauten einzusetzen. Die Kombinationen beinhalten in der Regel eine sogenannte Leiteinwirkung (dominierende veränderliche Einwirkung).

Bemessungssituationen und Kombinationsregeln der Grenzzustände sind in den Tabellen 4.6 und 4.7 aufgeführt. Anzumerken ist, dass es sich dabei um die Kombinationsregeln für Bauwerke des Hoch- und Ingenieurbaus handelt. Für andere Bauwerkstypen können Abweichungen auftreten.

Tabelle 4.6: Bemessungssituationen und zugehörige Kombinationsregeln für die Nachweise der Tragfähigkeit gemäß DIN EN 1990 (2010)

<b>Grenzzustände der Tragfähigkeit</b>
<p>Ständige Bemessungssituation</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}\right\}$
<p>Vorübergehende Bemessungssituation</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}\right\}$
<p>Außergewöhnliche Bemessungssituation</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_d + (\psi_{1,1} \text{ oder } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}\right\}$
<p>Bemessungssituation bei Erdbeben</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}\right\}$

Tabelle 4.7: Kombinationsregeln für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit gemäß DIN EN 1990 (2010)

<b>Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit</b>
<p>Kombinationen für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen</p>
<p>Seltene (charakteristische) Kombination</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}\right\}$
<p>Häufige Kombination</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}\right\}$
<p>Quasi-ständige Kombination</p> $E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}\right\}$

Die Bemessungswerte der Widerstände werden auf Basis von charakteristischen Werten der Baustoffeigenschaften  $X_k$  und geometrischen Größen  $a_{nom}$  ermittelt, die wiederum Mittelwerte, Grenzwerte oder Nennwerte darstellen können. Der Vollständigkeit halber ist anzumerken, dass die Baustoffeigenschaften  $X_k$  in einigen Fällen mit einem Umrechnungsbeiwert  $\eta$  zu verrechnen sind, um z. B. Langzeit- oder Maßstabeffekte berücksichtigen zu können.

Um Bemessungswerte von Einwirkungen bzw. Werkstoffeigenschaften zu erhalten, sind die charakteristischen Werte mit den Teilsicherheitsbeiwerten zu erhöhen bzw. zu vermindern. Über die Teilsicherheitsbeiwerte sollen Streuungen z.B. der Festigkeiten oder Einwirkungen ( $\gamma_m$  oder  $\gamma_f$ ) und Ungenauigkeiten der Last- und Widerstandsmodelle ( $\gamma_{sd}$  oder  $\gamma_{rd}$ ) berücksichtigt werden. Bild 4.13 zeigt das hierfür im Rahmen der Arbeiten an den Eurocodes entwickelte Schema; es kann folglich von vier Teilsicherheitsbeiwerten ausgegangen werden, die aber, der einfacheren Handhabung wegen, häufig zu zwei Werten ( $\gamma_M$  oder  $\gamma_F$ ) zusammengefasst werden.

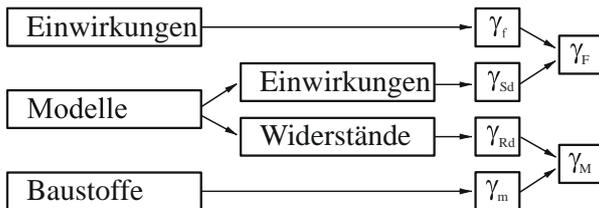


Bild 4.13: Beziehungen zwischen den Teilsicherheitsbeiwerten

Das Bilden der Bemessungswerte auf der Einwirkungs- und auf der Widerstandseite kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Die Beiwerte (einschließlich der Kombinationsbeiwerte  $\psi$ ) können vor der Ermittlung der Auswirkung bzw. des Widerstandes auf die charakteristischen Werte der Einwirkungen bzw. der Werkstofffestigkeiten geschlagen werden. Ebenso ist es möglich, diese erst nach der Bestimmung der Auswirkung bzw. des Widerstandes anzusetzen. Die unterschiedlichen Möglichkeiten sind in Bild 4.14 aufgezeigt.

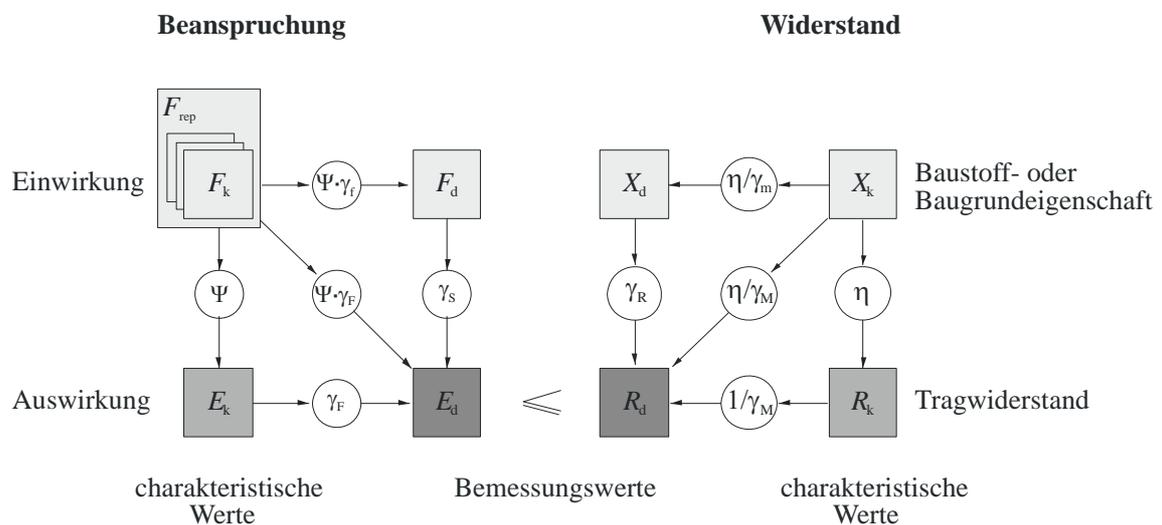


Bild 4.14: Möglichkeiten Bemessungswerte zu bilden [in Anlehnung an Lüchinger (2003)]

Zur Veranschaulichung von Bild 4.14 werden nachfolgend die Berechnungswege und die sich daraus ergebenden Unterschiede beispielhaft dargestellt.

### Beispiel „Pendelstütze aus Stahl“

Am Beispiel einer Pendelstütze aus Stahl werden die drei Möglichkeiten der Berücksichtigung der Beiwerte auf der Einwirkungsseite dargestellt; Bild 4.15 veranschaulicht die Problemstellung.

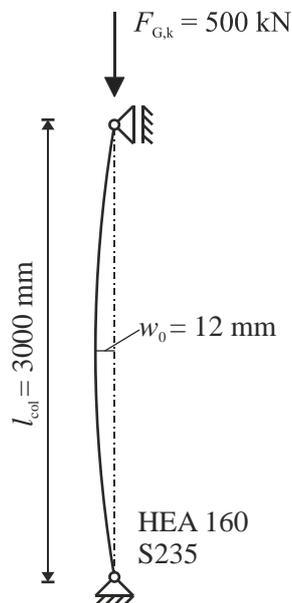


Bild 4.15: Beispiel „Pendelstütze aus Stahl“ – System und Belastung

Die Pendelstütze wird durch die Normalkraft  $F_{G,k}$  beansprucht. Vereinfachend wird als einzige Einwirkung die ständige Last  $F_{G,k}$  angesetzt, da dieser Fall zur Veranschaulichung genügt. Es wird angenommen, dass die Stütze eine Vorverkrümmung besitzt. Die daraus resultierende Exzentrizität in Stützenmitte wird gemäß DIN EN 1993-1-1 (2010) zu  $w_0 = l_{col}/250$  ermittelt. Für den Nachweis sind die Bemessungsnormalkraft  $N_{Ed}$  und das Bemessungsmoment  $M_{Ed}$  zu bestimmen. Die Ermittlung des Momentes erfolgt unter Berücksichtigung der geometrischen Nichtlinearität (Theorie II. Ordnung).

Der kombinierte Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_F$  beträgt gemäß DIN EN 1990 (2010), Tabelle A1.2(B)  $\gamma_{F,G} = 1,35$ . Möchte man den Teilsicherheitswert  $\gamma_{f,G}$  nutzen, so kann dieser gemäß der Formel

$$\gamma_{F,i} = \gamma_{Sd} \cdot \gamma_{f,i} \quad (4.1)$$

aus DIN EN 1990 (2010), Abs. 6.3.2 und der Empfehlung, dass für  $\gamma_{Sd}$  ein Betrag zwischen 1,05 und 1,15 verwendet werden soll [DIN EN 1990 (2010)], ermittelt werden. Hier wird  $\gamma_{Sd} = 1,10$  gewählt, was zu  $\gamma_{f,G} = 1,23$  führt. In der folgenden Tabelle sind die drei Berechnungswege und die daraus erhaltenen Ergebnisse aufgeführt.

Tabelle 4.8: Ergebnisse zum Beispiel „Pendelstütze aus Stahl“ - Gegenüberstellung der drei Möglichkeiten der Berücksichtigung der Beiwerte auf der Einwirkungsseite

$E_d = \gamma_F \cdot E \{ F_{\text{rep},i}; a_d \}$	$E_d = E \{ \gamma_F \cdot F_{\text{rep},i}; a_d \}$	$E_d = \gamma_{Sd} \cdot E \{ \gamma_{f,i} \cdot F_{\text{rep},i}; a_d \}$
<p><b><math>E_k</math>:</b></p> <p><math>F_{G,k} = 500 \text{ kN}</math></p> <p><math>N_k = 500 \text{ kN}</math></p> <p><math>M_k = 6,92 \text{ kNm}</math></p>	<p><b><math>E_d</math>:</b></p> <p><math>F_{G,k} = 500 \text{ kN}</math></p> <p><math>\gamma_F = 1,35</math></p>	<p><b><math>F_d</math>:</b></p> <p><math>F_{G,k} = 500 \text{ kN}</math></p> <p><math>\gamma_f = 1,23</math></p> <p><math>F_{G,d} = 615 \text{ kN}</math></p>
<p><b><math>E_d</math>:</b></p> <p><math>\gamma_F = 1,35</math></p> <p><math>N_{Ed} = 1,35 \cdot 500 = 675 \text{ kN}</math></p> <p><math>M_{Ed} = 1,35 \cdot 6,92 = 9,34 \text{ kNm}</math></p>	<p><b><math>E_d</math>:</b></p> <p><math>N_{Ed} = 675 \text{ kN}</math></p> <p><math>M_{Ed} = 9,78 \text{ kNm}</math></p>	<p><b><math>E_d</math>:</b></p> <p><math>\gamma_{Sd} = 1,10</math></p> <p><math>N_{Ed} = 1,10 \cdot 615 = 675 \text{ kN}</math></p> <p><math>M_{Ed} = 1,10 \cdot 8,82 = 9,70 \text{ kNm}</math></p>

Es zeigt sich, dass bei einem linearen Zusammenhang von Einwirkung und Auswirkung, wie er bei der Bestimmung der Bemessungsnormalkraft  $N_{Ed}$  vorliegt, das Ergebnis unabhängig von der Berechnungsvariante ist. Das Ergebnis für das Bemessungsmoment  $M_{Ed}$  hängt jedoch, da durch die Berechnung der Auswirkung nach Theorie II. Ordnung eine Nichtlinearität vorliegt, vom gewählten Weg ab.

### Beispiel „Querschnitt eines Stahlbetonbalkens“

Am Beispiel des Biege widerstandes  $M_{Rd}$  des in Bild 4.16 dargestellten Balkenquerschnitts aus Stahlbeton können die drei Möglichkeiten der Berücksichtigung der Beiwerte auf der Widerstandsseite aufgezeigt werden.

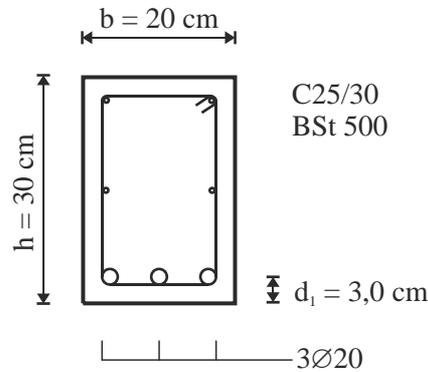


Bild 4.16: Beispiel „Querschnitt eines Stahlbetonbalkens“ – Geometrie und Baustoffe

Für die Berechnung wird lediglich die untere Längsbewehrung berücksichtigt; der Biege widerstand wird mithilfe der Formel

$$M_R = A_s f_y d \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{A_s f_y}{b d \cdot f_c} \right) \quad (4.2)$$

berechnet. Gemäß DIN EN 1992-1-1 (2011), Abs. 2.4.2.4 betragen die kombinierten Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  für Beton  $\gamma_c = 1,5$  und für Betonstahl  $\gamma_s = 1,15$ . Eine Reduzierung der Druckfestigkeit von Beton zur Berücksichtigung der Langzeitauswirkungen wird hier vernachlässigt (d.h.  $\eta = \alpha_{cc} = 1,0$ ).

Die Teilsicherheitsbeiwerte, die mögliche Abweichungen der Baustoffkennwerte berücksichtigen, können mit dem Ausdruck

$$\gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \cdot \gamma_{m,i} \quad (4.3)$$

gemäß DIN EN 1990 (2010), Abs. 6.3.5 ermittelt werden. Da es keine Festlegung des Wertes  $\gamma_R$  im Stahlbetonbau gibt, wird die Annahme  $\gamma_{Rd} = 1,15$  getroffen. Damit ergeben sich gemäß Gleichung (4.3) die Teilsicherheitswerte der Baustoffe zu  $\gamma_c = 1,30$  für Beton und  $\gamma_s = 1,00$  für Betonstahl.

In Tabelle 4.9 werden die Berechnungen einander gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass es im Stahlbetonbau keinen Teilsicherheitswert gibt, durch den ein charakteristischer Tragwiderstand in einen Bemessungswert überführt werden kann. Aus diesem Grund wird für die Berechnung gemäß der dritten Spalte von Tabelle 4.9 der erforderliche Teilsicherheitswert  $\gamma_M$  ermittelt, der zur Einhaltung des Sicherheitsniveaus benötigt wird.

Tabelle 4.9: Ergebnisse zu Beispiel „Querschnitt eines Stahlbetonbalkens“ - Gegenüberstellung der drei Möglichkeiten der Berücksichtigung der Beiwerte auf der Widerstandsseite

$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot R \left\{ \eta_i \cdot \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d \right\}$	$R_d = R \left\{ \eta_i \cdot \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i}}; a_d \right\}$	$R_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot R \left\{ \eta_i \cdot X_{k,i}; a_d \right\}$
<p><b>X<sub>d</sub>:</b></p> <p><math>\gamma_c = 1,30</math> (Annahme)  <math>\gamma_s = 1,00</math> (Annahme)</p> <p><math>f_{cd} = 25/1,30 = 19,23 \text{ N/mm}^2</math>  <math>f_{yd} = 500/1,00 = 500 \text{ N/mm}^2</math></p>	<p><b>R<sub>d</sub>:</b></p> <p><math>\gamma_c = 1,50</math>  <math>\gamma_s = 1,15</math></p> <p><math>f_{cd} = 25/1,50 = 16,67 \text{ N/mm}^2</math>  <math>f_{yd} = 500/1,15 = 435 \text{ N/mm}^2</math></p>	<p><b>R<sub>k</sub>:</b></p> <p><math>f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2</math>  <math>f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2</math></p> <p><math>M_{Rk} = 104,99 \text{ kNm}</math></p>
<p><b>R<sub>d</sub>:</b></p> <p><math>M_{Rd} = 1/1,15 \cdot 98,33 \text{ kNm}</math>  <math>= 85,50 \text{ kNm}</math></p>	<p><math>M_{Rd} = 85,46 \text{ kNm}</math></p>	<p><b>R<sub>d</sub>:</b></p> <p>erf. <math>\gamma_M = M_{Rk} / \text{erf. } M_{Rd}</math>  <math>= 104,99 / 85,46 = 1,23</math></p>

Anzumerken ist, dass der in der dritten Spalte ermittelte Teilsicherheitswert  $\gamma_M$  nur für die untersuchte Konstellation gilt: Ein anderer Bewehrungsgrad oder andere Festigkeiten hätten andere erforderliche Sicherheitsbeiwerte zur Folge. Hierzu wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens noch weitergehende Untersuchungen durchgeführt; weitere Hinweise dazu werden in Kapitel 4.3.4 gegeben.

### 4.3.2 Schnittgrößen

Seit der Umstellung auf das semiprobabilistische Sicherheitskonzept, das national in allen Bemessungsnormen Einzug gefunden hat, beklagen sich die Normennutzer vermehrt über einen Mangel an Anwendungsfreundlichkeit. Die kritischen Stimmen vergleichen die „neuen“ Regelungen mit dem deterministischen Sicherheitskonzept, das sich über Jahrzehnte in der Praxis bewährt hatte. Bei der Erarbeitung der Eurocodes (und anderer Normen dieser Welt) wurde die Bezugnahme auf Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen zur Berücksichtigung von Unsicherheiten

als wichtiger und notwendiger Schritt angesehen. Tatsächlich lassen sich bei nüchterner Betrachtung etliche gewichtige Vorteile dieses Konzepts erkennen.

Im Umgang mit den Einwirkungen ermöglicht das semiprobabilistische Sicherheitskonzept,

- einwirkungsabhängige Teilsicherheitsbeiwerte festzulegen, die auf probabilistischen Untersuchungen basieren und somit die jeweiligen Streuungen berücksichtigen, und
- Einwirkungen unter individueller Berücksichtigung von Unsicherheiten miteinander zu kombinieren.

Es ist zugegebenermaßen so, dass ein derart fein abgestuftes Vorgehen theoretisch wirken kann und in einigen Fällen lediglich den Berechnungsaufwand, nicht aber die Genauigkeit erhöht.

Die Nachteile des Konzepts im alltäglichen Umgang lassen sich wie folgt beschreiben:

- Das Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten erfordert einen höheren Berechnungsaufwand (viele Beiwerte, die an verschiedenen Stellen in den Normen zu suchen sind).
- Die Anteile der einzelnen Einwirkungen an den Auswirkungen (z.B. Schnittgrößen oder Auflagerreaktionen) können nur noch mit einem hohen Aufwand ermittelt werden; bei einer hohen Anzahl von Einwirkungen ist ein Zurückverfolgen nahezu unmöglich. Dies stellt insbesondere bei der Weitergabe von Kräften (z.B. an den Baugrund) ein Problem dar, da die Zerlegung in die Anteile aus ständigen und veränderlichen Lasten kaum noch möglich ist. Insbesondere ergeben sich bei der Ermittlung der charakteristischen bzw. repräsentativen Auswirkungen, die z.B. für nahezu alle geotechnischen Nachweise benötigt werden, Schwierigkeiten.
- Durch das frühe Einführen der Teilsicherheitsbeiwerte im Berechnungsablauf entfernt man sich von der Betrachtung wirklichkeitsnaher und damit aussagekräftiger Zustände. Das Abschätzen von tatsächlich vorliegenden Beanspruchungen und Widerständen wird dadurch erschwert.

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die Größe der Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen. Üblicherweise beträgt beim Nachweis der Tragfähigkeit der entsprechende Beiwert für Eigenlasten  $\gamma_F = 1,35$  und derjenige für Nutz- oder Verkehrslasten  $\gamma_F = 1,50$ . Es mag verwundern, dass die Unsicherheiten bezüglich Eigenlasten und Nutzlasten ähnlich groß sind, obwohl die Streuungen dieser Einwirkungsarten doch deutliche Unterschiede aufweisen. Man kann sich fragen, ob die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_{F,i}$  ohne signifikante Einbuße an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit verändert oder durch einen einzigen Wert  $\gamma_F$  ersetzt werden könnten.

Aus der allgemeinen Gleichung zur Bestimmung des Bemessungswerts der Auswirkungen

$$E_d = E\{\gamma_{F,i} F_{\text{rep},i}; a_d\} \quad i \geq 1 \quad (4.4)$$

könnten so die folgenden Beziehungen abgeleitet werden:

$$E_d = E\{\gamma_F F_{\text{rep},i}; a_d\} \quad i \geq 1 \quad (4.5)$$

$$E_d = \gamma_F E\{F_{\text{rep},i}; a_d\} \quad i \geq 1 \quad (4.6)$$

Bei Proportionalität zwischen Einwirkung und Auswirkung kann folglich immer ein (konservativ zu wählender) einheitlicher Wert  $\gamma_F$  eingesetzt werden. Unter der Annahme, dass sich auch

die Unsicherheiten der Widerstandsseite mit nur einem Sicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  abdecken lassen, ergibt sich

$$\gamma_F E_k \leq R_d = R_k / \gamma_M \quad (4.7)$$

bzw. die Gleichung

$$\frac{R_k}{E_k} \geq \gamma_F \gamma_M \quad (4.8)$$

Das Produkt  $\gamma_F \gamma_M$  entspricht dem früheren „globalen“ Sicherheitsbeiwert, wenn die Kombinationsbeiwerte vorerst unberücksichtigt bleiben.

Es ist anzumerken, dass bei nicht-proportionaler Abhängigkeit von Einwirkung und Auswirkung in vielen Fällen eher unwirtschaftliche Ergebnisse erzielt werden. Das Beispiel der Stütze verdeutlicht diesen Sachverhalt (siehe Bild 4.15 und Tabelle 4.8): Die zu berücksichtigenden Momente infolge geometrischer Nichtlinearität (Theorie II. Ordnung) sind umso höher, je größer die Druckbeanspruchung auf die Stütze ist. Somit gilt

$$\gamma_F M_{(N_k)}^{\text{II}} < M_{(\gamma_F N_k)}^{\text{II}}. \quad (4.9)$$

Dies ist ein Argument für das semiprobabilistische Konzept. Allerdings gibt es auch einen Fall, bei dem sich der Effekt umdreht: Bei der Berechnung von Seilkräften liegt man mit der Gleichung (4.4) bzw. (4.5) auf der unsicheren Seite. Insgesamt kann jedoch festgestellt werden, dass ein möglicher Fehler, der durch die Anwendung von Gleichung (4.6) gemacht wird, im Bauwesen als vernachlässigbar einzustufen ist.

Ein schwerwiegenderes Problem des deterministischen Sicherheitskonzepts stellt der Umgang mit günstig wirkenden Lasten dar. Da nach Formel (4.6) alle Einwirkungen mit einem Sicherheitsbeiwert multipliziert werden, besteht nicht die Möglichkeit eine günstige Einwirkung gesondert zu berücksichtigen. An dem System eines Kragarms soll dieser Fall verdeutlicht werden: Das in Bild 4.17 dargestellte Vordach soll für abhebende Kräfte bemessen werden (Bemessungssituation STR) und die Windlast sei größer als das Eigengewicht des Vordachs.

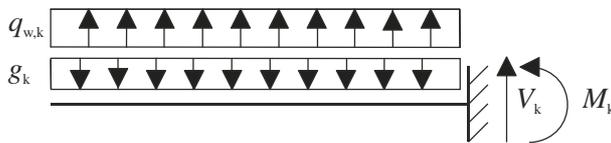


Bild 4.17: Vordach mit Windsogbeanspruchung

Um den maßgebenden Bemessungswert nach dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept zu erhalten, wird der Wind mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_Q$  multipliziert. Das Eigengewicht des Dachs wird mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{G,\text{inf}}$  beaufschlagt, der die günstige Wirkung berücksichtigt. So ergibt sich die Relation

$$M\{\gamma_{G,\text{inf}} g_k; \gamma_Q q_{w,k}\} > \gamma_F M\{g_k; q_{w,k}\}. \quad (4.10)$$

Das Beispiel zeigt, dass nach dem deterministischen Konzept der Bemessungswert der Biegebeanspruchung unterschätzt wird und sich somit ein Sicherheitsrisiko ergeben kann.

Auch wenn ein „globaler“ Sicherheitsbeiwert Vorteile für die Anwendung in der Praxis hat, kann die generelle Rückkehr zu einem deterministischen System nicht empfohlen werden. Eine Abkehr von dem auf probabilistischen Betrachtungen basierenden Konzept müsste als Rückschritt gewertet werden. Zudem ist die Tatsache hervorzuheben, dass das semiprobabilistische Konzept ausbaufähig ist und somit insbesondere auch neue Entwicklungen begünstigen kann.

Um trotz der Beibehaltung des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts, Verbesserungen in Bezug auf die Anwendungsfreundlichkeit und Praxistauglichkeit zu erreichen, werden folgende Empfehlungen gemacht:

- **Anzahl der Sicherheitsbeiwerte**

Für die Bemessung einfacher Systeme (z.B. übliche Decken im Wohnungsbau mit Nutzlasten  $< 4 \text{ kN/m}^2$  und Spannweiten  $< 7 \text{ m}$ ), steht es dem Anwender offen, auf der Einwirkungsseite mit nur einem Teilsicherheitsbeiwert zu arbeiten. Dieser Wert sollte - auf der sicheren Seite liegend - dem größten zu berücksichtigenden Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{F,i}$  entsprechen (in der Regel  $\gamma_F = 1,5$ ); alternativ kann ein fallbezogener gewichteter „mittlerer“ Beiwert bestimmt werden.

- **Übergabe von Auswirkungen**

Für die Übergabe von Auswirkungen müssen die Bemessungswerte in die Anteile aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen aufgeteilt werden können. Um nicht jeden Auswirkungsanteil in der Ergebnisausgabe darstellen zu müssen, sollte eine einfache Methode zur Berechnung der Anteile gewählt werden. So kann z.B. der charakteristische Anteil der Verkehrslast mithilfe von

$$E_{Q,k} = \frac{E_d}{\gamma_{F,\text{Mittel}}} - E_{G,k} \quad (4.11)$$

bestimmt werden, wobei ein Mittelwert  $\gamma_{F,\text{Mittel}}$  sowie der Bemessungswert  $E_d$  und der charakteristische Anteil  $E_{G,k}$  einzusetzen sind. Um mit dieser Schätzung stets auf der sicheren Seite zu liegen, sollte von  $\gamma_{F,\text{Mittel}} = \gamma_{G,\text{sup}} (=1,35$  für die Grenzzustände STR/GEO) ausgegangen werden. Da in vielen Fällen (insbesondere bei der Lastübergabe an den Baugrund) keine besonders hohen Anforderungen an die Genauigkeit bestehen, stellt diese Variante eine akzeptable Lösung dar.

### 4.3.3 Kombinationsregeln

Die Kombinationsregeln sind Bestandteil des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts. Sie dienen der Bestimmung eines Bemessungswertes der Auswirkungen. Wie bereits in Abschnitt 4.3.1 dargestellt sind für jede Bemessungssituation andere Kombinationsregeln zu beachten.

Für die Berechnung der Bemessungswerte spielt die Festlegung der sogenannten Leiteinwirkung eine wichtige Rolle. Diese stellt die dominierende veränderliche Einwirkung dar. Die übrigen, zeitgleich auftretenden veränderlichen Einwirkungen werden als Begleiteinwirkungen (oder Nebeneinwirkungen) bezeichnet.

Die Einführung der Kombinationsregeln sorgt in der Praxis für Unmut. Die Kritikpunkte sind:

- Die Anzahl der Regeln ist zu groß. Jede Bemessungssituation besitzt eine zugehörige Kombinationsregel. Bei Bauteilen, für die mehrere Bemessungssituationen zu untersuchen sind, bedingt dies die systematische Überprüfung aller denkbaren Kombinationen. Im Vergleich zum Nutzen steigt der Aufwand (insbesondere für die Handrechnung) unverhältnismäßig an.
- Die Anzahl der Kombinationswerte ist zu groß; diese können von der Art der Einwirkung, der Bemessungssituation und dem Bauwerkstyp abhängen.
- Es entsteht ein zusätzlicher Aufwand durch die Betrachtung verschiedener Leiteinwirkungen. Für jede Leiteinwirkung ist eine maßgebende Lastfallstellung zu bestimmen, die ihrerseits von der Größe der zugehörigen Kombinationsbeiwerte abhängen kann. Bei komplexen Systemen ist dieser Aufwand nur noch mit dem Computer zu bewältigen.
- Die Interpretation der Ergebnisse wird erschwert. Die Grenzwerte der Ergebnisse (z.B. Lagerreaktionen) sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Komponenten aufgrund unterschiedlicher Kombinationen zustande kommen. Oftmals werden Kräftekonstellationen ausgegeben, die physikalisch nicht möglich sind; für das Heraussuchen der korrekten Ergebnisse müsste aber ein hoher Aufwand betrieben werden. Unwirtschaftliche Konstruktionen sind die Folge.

Im Hinblick auf Verbesserungen muss untersucht werden, inwiefern Vereinfachungen möglich und sinnvoll sind. Nachvollziehbar und unverzichtbar ist die Unterscheidung der Bemessungssituationen für den Nachweis der Tragfähigkeit (Tabelle 4.6). Die Einwirkungen der „ständigen“, „vorübergehenden“ und „außergewöhnlichen“ Situationen unterscheiden sich z.T. grundlegend. Die differenzierte Betrachtung dieser Fälle ist notwendig und eine Vereinheitlichung zur Verbesserung der Anwendungsfreundlichkeit folglich nicht zweckmäßig.

Anders verhält es sich mit den Kombinationsregeln für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (siehe Tabelle 4.7); diese sind sich untereinander sehr ähnlich. In den Nachweisen werden jeweils die gleichen Einwirkungen angesetzt. Den Unterschied machen alleine die zu verwendenden Kombinationsbeiwerte aus. Da die Abweichungen zwischen den Ergebnissen oftmals geringfügig sind, kann angezweifelt werden, ob sich der Aufwand für das Kombinieren tatsächlich lohnt. Weiterhin ist anzumerken, dass der Großteil der Kombinationsbeiwerte die Begleiteinwirkungen betrifft; diese machen jedoch oft nur einen kleinen Teil der Gesamteinwirkung aus. Die Beispielrechnungen im Anhang C illustrieren diesen Sachverhalt.

Aufgrund der aufgeführten Kritikpunkte wird empfohlen, für übliche Fälle einen (universellen) Kombinationsbeiwert  $\psi_{\text{uni}}$  zu verwenden. Ein Blick auf die Kombinationsbeiwerte der DIN EN 1990 (2010) zeigt, dass mit einem Wert von  $\psi_{\text{uni}} = 0,7$  nahezu alle Einwirkungsarten gebührend berücksichtigt werden könnten.

Die gesonderte Stellung der Leiteinwirkung bei der Bestimmung des Bemessungswertes der Auswirkung sollte hingegen beibehalten werden. Auf diese Weise wird der Anwender dazu gezwungen, sich die Wichtigkeit der einzelnen Einflüsse zu vergegenwärtigen und sich grundsätzlich mit dem zu untersuchenden System zu befassen. Bei einfachen Tragwerken sollte dies keine Schwierigkeit darstellen, und auch bei komplexeren Systemen lassen sich in der Regel mithilfe elementarer Überlegungen die wichtigsten Zusammenhänge und Abhängigkeiten er-

kennen. Der Sinn dieser Vorgehensweise besteht insbesondere darin, den wichtigen Einwirkungen besondere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen.

Aus den bisherigen Ausführungen lassen sich folgende Empfehlungen für **vereinfachte Kombinationsregeln** ableiten:

Für übliche Fälle und bekannte Bauaufgaben (z.B. Hochbau) können beim Nachweis der **Tragfähigkeit** die Kombinationsregeln der Bemessungssituationen „ständig“ und „vorübergehend“ durch die Einführung des universellen Kombinationsbeiwertes in die Form

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \psi_{uni} \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} Q_{k,i}\right\} \quad (4.12)$$

gebracht werden. Für den Nachweis der **Gebrauchstauglichkeit** kann für „seltene“ Lastkombinationen von der Beziehung

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \psi_{uni} \sum_{i > 1} Q_{k,i}\right\}, \quad (4.13)$$

und für „quasi-ständige“ Lastkombinationen von

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \frac{\psi_{uni}}{2} Q_{k,1}\right\}, \quad (4.14)$$

ausgegangen werden. Anstelle von  $\psi_{uni}/2$  könnte in Gleichung (4.14) bei dauerhaft hoch belasteten Tragwerken (z.B. Lagerhäusern)  $\psi_{uni}$  und bei Bauwerken mit geringer Auslastung  $\psi_{uni} = 0$  eingesetzt werden. Damit würden Bemessungswerte erzeugt, die in den Bereich zu liegen kommen, der von den heutigen Normen vorgegeben wird.

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit entfällt in diesem Konzept die Lastfallkombination „häufig“; aufgrund ihrer Ähnlichkeit zur „quasi-ständigen“ Kombination kann deren Notwendigkeit ohnehin angezweifelt werden. Gemäß dem hier vorgeschlagenen Konzept wäre Gleichung (4.14) folglich auch für die „häufige“ Kombination anzuwenden.

Zu bedenken ist auch, dass die Ergebnisse dieser Kombinationen lediglich „rechnerische Größen“ darstellen, also keinen unmittelbaren Bezug zu den tatsächlichen Gegebenheiten haben. Um zu belegen, dass die Wirtschaftlichkeit infolge dieser Empfehlungen nicht signifikant leidet, wurden Beispielrechnungen des Stahlbetonbaus aus DBV (2009) auf Basis der Kombinationen (4.12) und (4.14) durchgeführt und mit den ursprünglichen Ergebnissen verglichen. Die Ergebnisse sind in Anhang E dargestellt.

In der Geotechnik wurde in DIN 1054 (2010) ebenfalls die Möglichkeit eröffnet, die Einwirkungen mit Kombinationsbeiwerten zu versehen. Dies geschah zunächst vor dem Hintergrund, die vom Tragwerksplaner ermittelten und bereits mit Kombinationsbeiwerten versehenen repräsentativen Einwirkungen direkt übernehmen zu können, wogegen prinzipiell nichts einzuwenden ist. Die jetzt zusätzlich eröffnete Möglichkeit, auch die geotechnischen Einwirkungen mit Kombinationsbeiwerten zu versehen, muss jedoch ernsthaft hinterfragt werden. Da bei geotechnischen Einwirkungen in der Regel die ständigen Einwirkungen aus Erd- und Wasserdruck gegenüber den veränderlichen Einwirkungen dominieren, ist der Einfluss der Kombinationsbeiwerte auf das Ergebnis relativ gering und rechtfertigt nicht den erhöhten Rechenaufwand. Dies konnte im Rahmen eines vom BBR finanzierten und soeben abgeschlossenen Forschungsvorha-

ben mit umfangreichen Vergleichsrechnungen eindrucksvoll gezeigt werden („Vergleichsrechnungen DIN 1054 zu EC7-1“ Aktenzeichen: ZP 52-5- 11.74-1350/09). Eine der dort behandelten Vergleichsrechnungen ist in Anhang D aufgeführt.

#### 4.3.4 Tragwiderstand

Wie in Kapitel 4.3.1 bereits ausgeführt erstreckt sich das semiprobabilistische Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten auch auf die Bestimmung der Tragwiderstände. Die Vorteile des Konzepts bestehen darin, dass

- baustoffabhängige Teilsicherheitsbeiwerte festgelegt werden, die auf probabilistischen Untersuchungen basieren und somit die jeweiligen Streuungen der Baustoffeigenschaften berücksichtigen und
- dadurch das (beliebige) Kombinieren verschiedener Baustoffe bzw. Werkstoffe ermöglicht wird.

Da jeder Baustoff mit „seinem“ Teilsicherheitsbeiwert in die Berechnung des Tragwiderstandes eingeht, können die Baustoffe beliebig kombiniert werden. Im Vergleich zum deterministischen Vorgehen können so sehr wirtschaftliche Ergebnisse erzielt werden; ein „globaler“ Sicherheitsbeiwert müsste stets den ungünstigsten Fall beinhalten.

Mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN EN 1990 (2010) können auch Unsicherheiten in Bezug auf die verwendeten Modelle und geometrischen Größen erfasst werden. Bild 4.13 verdeutlicht, dass die Unsicherheiten separat angesetzt oder über einen kombinierten Teilsicherheitsbeiwert berücksichtigt werden können. Da man bei der Ermittlung von Widerständen häufig mit nichtlinearen Abhängigkeiten von Baustoffeigenschaften  $X$  und Tragwiderständen  $R$  konfrontiert ist, spielt der Zeitpunkt des Ansetzens der Teilsicherheitsbeiwerte für das Ergebnis eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund haben sich unterschiedliche Wege zur Ermittlung der Widerstände ergeben. Die Varianten sind in Bild 4.14 schematisch dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. Der Bemessungswert des Tragwiderstands ist anhand der Gleichung

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R \{ X_{d,i}; a_d \} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R \left\{ \eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}; a_d \right\} \quad i \geq 1 \quad (4.15)$$

zu berechnen. In dieser Beziehung werden die Teilsicherheitsbeiwerte der Baustoffeigenschaften  $\gamma_m$  direkt mit den Baustoffkennwerten  $X_k$  verrechnet und der Teilsicherheitsbeiwert des Widerstandsmodells  $\gamma_{Rd}$  mit dem Tragwiderstand  $R$ . Eine Vereinfachung dieser Variante lautet

$$R_d = R \left\{ \eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i}}; a_d \right\} \quad i \geq 1 \quad (4.16)$$

und enthält den kombinierten Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ , der das Produkt aus  $\gamma_m$  und  $\gamma_{Rd}$  darstellt. Im Stahlbetonbau bedingt diese Variante, dass der Baustoff mit der größeren Unschärfe stärker gewichtet wird. In vielen Fällen liegt man mit dieser Vorgehensweise aber auf der sicheren Seite. Wenn es z. B. zur Gewährleistung der erforderlichen Zuverlässigkeit notwendig ist, die Sicherheiten erst auf den ermittelten Widerstand aufzuschlagen, kann nach DIN EN 1990 (2010) die Beziehung

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{M,1}} R \left\{ \eta_1 X_{k,1}, \eta_i X_{k,i} \frac{\gamma_{m,1}}{\gamma_{m,i}}; a_d \right\} \quad i > 1 \quad (4.17)$$

genutzt werden; diese Gleichung eignet sich für Bauprodukte oder Bauteile aus mehreren Baustoffen (z.B. Verbundbauteile) oder für geotechnische Nachweise.

Bei Anwendung geometrisch und/oder Baustoff bedingter nichtlinearer Verfahren kann es allerdings zweckmäßig sein, mit den Mittelwerten der Baustoffkenngrößen zu arbeiten. Gerade bei Tragstrukturen und Systemen aus verschiedenen Bau- bzw. Werkstoffen ist dies zu beachten. Solche Spezialuntersuchungen sind aber nicht die Regel und die entsprechenden „globalen“ Sicherheitsbeiwerte lassen sich häufig nur auf den konkreten Fall bezogen festlegen.

Bei Tragwerken oder Bauteilen aus einem einzigen Werkstoff (z.B. Stahlbau oder Holzbau) bestehen im Allgemeinen lineare Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen und Tragwiderständen, so dass nach DIN EN 1990 (2010) die Berechnung auf Grundlage der Beziehung

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (4.18)$$

vorgenommen werden kann.

Die Kritik an dem hier wiedergegebenen Konzept der Ermittlung der Tragwiderstände kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Das Ansetzen der Teilsicherheitsbeiwerte verursacht zusätzlichen Aufwand; zudem stellt es eine Fehlerquelle dar.
- Das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte stellt keine Verbesserung dar, da es an dem bewährten „globalen“ Sicherheitskonzept kalibriert wurde.
- Die ermittelten Tragwiderstände haben nicht viel mit tatsächlich zu erwartenden Zuständen zu tun. Das Verhalten der Bauteile richtet sich (in der Regel) nach den Mittelwerten der Steifigkeiten und Festigkeiten.
- Bei steifigkeitsbasierter Schnittgrößenermittlung oder Anwendung nichtlinearer Verfahren muss gesondert mit Mittelwerten der Baustoffkenngrößen gearbeitet werden.
- Die verschiedenen (und in einigen Normen inkonsistent umgesetzten) Vorgehensweisen zur Berechnung der Bemessungswerte der Tragwiderstände verwirren die Anwender, verursachen einen erhöhten Aufwand und erhöhen die Fehleranfälligkeit.

In Rahmen des Forschungsvorhabens wurde untersucht, wie sich die Einführung eines „globalen“ Widerstandsbeiwerts  $\gamma_{M, glob}$  auswirken würde. Im Fokus stand der Stahlbetonbau, der als „Verbundbauweise“ von diesen Problemen besonders betroffen ist. Der „globale“ Widerstandsbeiwerts wurde - in Angleichung an Gleichung (4.18) - gemäß

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{M, glob}} R \left\{ \eta_i X_{k,i}; a_{nom} \right\} \quad i \geq 1 \quad (4.19)$$

festgelegt. Dies hätte den Vorteil, dass stets mit den charakteristischen Werten gearbeitet werden könnte und die Berechnungen somit die „physikalischen“ Gegebenheiten besser erfassen würden. In ähnlichen Studien [z.B. Fingerloos (2010)] wurden die Möglichkeiten eines solchen Vorgehens bereits aufgezeigt.

Die Untersuchungen zeigen, dass sich diese Vereinfachung lediglich auf bestimmte Gruppen von Tragwerken (z.B. Gebäude des Wohnungsbaus) oder Bemessungsaufgaben (z.B. Biegung) sinnvoll anwenden ließe. Eine Übertragung auf allgemeine Fälle würde bedingen, dass die charakteristischen Baustoffkennwerte und/oder die Sicherheitsbeiwerte abhängig von der Art des Nachweises neu definiert werden. Hierdurch erhielte man eine Fülle von zusätzlichen Sicherheitsbeiwerten, und die erhoffte Verbesserung der Anwendungsfreundlichkeit würde nicht erreicht. Gleichwohl steht es dem Anwender aber offen, für bestimmte (klar umrissene) Aufgaben auf Gleichung (4.19) zurückzugreifen.

Mit einer Umstellung auf einen „globalen“ Sicherheitsbeiwert würde man sich zudem die Möglichkeit nehmen, Werkstoffe beliebig kombinieren zu können. Die Einführung neuer, innovativer Verbundbauweisen würde hierdurch erschwert.

Es lässt sich zusammenfassend folgern, dass die Einführung eines „globalen“ Widerstandsbeiwerts in einzelnen Fällen zwar (geringfügige) Vereinfachungen bewirken kann, insgesamt aber kein entwicklungsfähiges Konzept darstellt. Aus diesem Grund sollte an dem mittlerweile bekannten und auch international weit verbreiteten semiprobabilistischen Sicherheitskonzept festgehalten werden.

Formal lassen sich in den Normen aber gleichwohl erhebliche Verbesserungen erzielen. Hierfür werden folgende Vorschläge gemacht:

- **Bemessungswerte**

Da in den Normen unterschiedliche Wege zur Ermittlung der Bemessungswerte der Tragwiderstände genutzt werden, ist es besonders wichtig, dem Anwender diese Möglichkeiten an zentraler Stelle (in der Grundlagennorm) aufzuzeigen und zu erläutern. In den Bemessungsnormen muss leicht ersichtlich sein, welche der Varianten genutzt wird.

- **Konsistenz**

Auf eine konsistente und konsequente Umsetzung der gewählten Variante innerhalb einer Bemessungsnorm ist zu achten.

- **Teilsicherheitsbeiwerte**

Einer Bemessungsnorm müssen alle Teilsicherheitsbeiwerte schnell und unkompliziert zu entnehmen sein. Ort und Art der Darstellung sollten in allen Bemessungsnormen identisch sein.

Für bestimmte (klar umrissene) Aufgaben kann eine Reduktion der Anzahl der Teilsicherheitsbeiwerte oder die Verwendung eines „globalen“ Beiwerts sinnvoll sein; diese Ersatzwerte müssten allerdings individuell festgelegt werden.

## 4.4 Bemessungsverfahren

Die Nutzung der Normen wird durch aufwändige und komplexe sowie ggf. physikalisch nicht nachvollziehbare Verfahren erschwert. Dies führt, häufig ohne Erkenntnisgewinn, zu einem erhöhten Berechnungsaufwand, vergrößert aber gleichzeitig die Fehleranfälligkeit der Berechnungen; je umfangreicher und unverständlicher die Verfahren sind, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten von Fehlern. Besorgniserregend sind in diesem Zusammenhang nicht einmal so sehr die ebenfalls häufiger werdenden Flüchtigkeitsfehler, sondern vielmehr die aufgrund der Tatsache, dass sich eine Berechnung nicht mehr nachvollziehen lässt, auftretenden Irrtümer.

Da der Tiefgang der Verfahren in erster Linie von der Komplexität der zu behandelnden Materie abhängt, können keine generellen Vereinfachungsstrategien verfolgt werden. Dennoch ist es sinnvoll, Kriterien zu formulieren, an denen sich Normschreiber orientieren sollten.

- **Nachvollziehbarkeit**  
Die physikalischen Hintergründe von Bemessungsverfahren sollten in der Berechnung erkennbar sein. Der Ursprung und der Stellenwert der Eingangsparameter sollten vom Anwender nachvollzogen werden können.
- **Eindeutigkeit**  
Pro Fragestellung soll es ein (ggf. mehrstufiges) Analyse- bzw. Nachweisverfahren geben. Das Aufführen unterschiedlicher Verfahren für verschiedene Bauwerkstypen oder Anwendungsfälle ist zu unterlassen.
- **Angemessenheit**  
Umfang und Komplexität der Verfahren sollten der Bedeutung der Problemstellung in der Praxis angepasst sein. Falls eine ausreichende Zuverlässigkeit gewährleistet ist und keine gravierenden wirtschaftlichen Nachteile damit verbunden sind, ist dem einfachen und gut handhabbaren Verfahren immer der Vorzug zu geben.
- **Streuungen**  
Bei der Entwicklung von Analyse- und Nachweisverfahren ist zu beachten, dass der Arbeitsaufwand und die mögliche bzw. erforderliche Rechengenauigkeit in ein sinnvolles Verhältnis gebracht werden. Die möglichen Streuungen der Eingangsparameter und die erreichbare Ausführungsgenauigkeit spielen dabei eine wesentliche Rolle. Ein besonders detailliertes Verfahren liefert unter Umständen lediglich eine Scheingenauigkeit, nicht aber eine verlässliche Entscheidungsgrundlage.

Weitere allgemeine Anforderungen an die Normen sind in Kapitel 3 aufgeführt.

## 4.5 Redaktionelle Vorgaben

### 4.5.1 Allgemeines

Bemessungsnormen sollen gut ausgebildete Ingenieure bei der sicheren Projektierung von Bauprojekten unterstützen. In Kapitel 3.2 wurden die grundsätzlichen formalen und inhaltlichen Anforderungen an die Normen aufgeführt. DIN 820-2 (2009) fordert, dass Normen

- möglichst vollständig im Rahmen des Anwendungsbereichs sowie
- eindeutig, deutlich und genau sind,
- den aktuellen Stand der Technik berücksichtigen,
- einen Rahmen für künftige technische Entwicklungen bieten,
- für qualifizierte Personen verständlich sind, auch wenn sie nicht an ihrer Erstellung mitgewirkt haben und
- die Grundsätze der Abfassung von Dokumenten berücksichtigen.

Nachfolgend werden diese Punkte anhand von Beispielen, die vorwiegend dem Bereich der Geotechnik entnommen sind, sich in anderen Fachrichtungen aber sicher ähnlich wiederfinden, erläutert.

### 4.5.2 Inhaltliches

#### Klare Aussagen

Jeder Teil einer Norm muss verständlich sein. Hierzu sind eindeutige Formulierungen verbunden mit klaren, knappen Sätzen erforderlich.

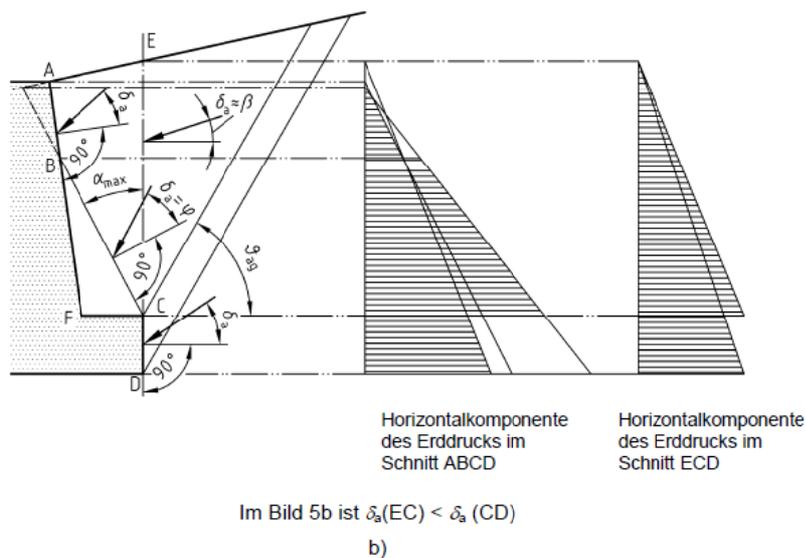
*Beispiel:*

*DIN 4085:2007-10 (Baugrund – Berechnung der Erddrucks, Abschnitt: Erddruck bei nichtebener Wand)*

*„Bei einer zurückspringenden Wand [...] darf der Erddruck entweder an der Fläche ABCD oder näherungsweise im Schnitt ECD angesetzt werden [...]. Im ersten Fall ist die Eigenlast des Erdkörpers BCF, im zweiten Fall die Eigenlast des Erdkörpers AECF als der Eigenlast der Wand zugehörig zu berücksichtigen.*

*Beim Erddruckansatz für die Bemessung einer Winkelstützwand ist der Erddruck aus Eigenlast des Bodens direkt an der Wand AF [...] anzusetzen]“*

Diese Formulierungen sind nicht eindeutig. Es wird nicht deutlich, in welchem Fall der Erddruck auf die Flächen ABCD bzw. ECD oder auf die Fläche AF anzusetzen ist.



**Bild 5 — Näherung bei nicht ebener Wand**

*Bild 4.18: Beispiel aus DIN4085: Nicht eindeutige Aussagen*

Gemeint ist eigentlich, dass für die Bestimmung der Bauteilbemessungen nach der Massivbau-Norm DIN 1045 der Erddruck auf die Fläche AF anzusetzen ist, während bei den geotechnischen Nachweisen für das Gesamtsystem Schwergewichtswand und Boden die Fläche ABCD oder näherungsweise ECD gilt. Es fehlt auch ein Hinweis, ob es Einschränkungen für die Näherung gibt.

Eindeutig wären folgende Formulierungen:

*„Für die Bemessung des Bauteils nach der Norm DIN EN 1992-1-1 ist der Erddruck auf die Fläche AF anzusetzen, für die geotechnischen Nachweise des Gesamtsystems Winkelstützwand und Boden hingegen auf die Fläche ABCD. Näherungsweise und auf der sicheren Seite liegend darf er im zweiten Fall auf die Ersatzwand ECD angesetzt werden, wobei dann die Neigung  $\delta$  des Erddrucks im Bereich EC gleich wie die Geländeneigung  $\beta$  zu wählen ist.“*

### **Verzicht auf Selbstverständlichkeiten**

In Normen sollte auf Selbstverständlichkeiten bzw. auf Aussagen, die sich von selbst verstehen, gänzlich verzichtet werden. Normen sind Anwendungsdokumente für gut ausgebildete Ingenieure, denen ein hohes Maß an Eigenverantwortung zugetraut werden darf und muss. Nachfolgend sind einige verzichtbare Regelungen aus dem Entwurf der neuen Ausführungsnorm für Anker aufgeführt:

*Beispiel:*

*E DIN EN 1537:2009-12 – Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker, Kapitel 5 Geotechnische Untersuchungen*

### *Abschnitt 5.1 Allgemeines*

*(5.1.2) Um eine zuverlässige Bemessung und Ausführung von speziellen geotechnischen Arbeiten zu ermöglichen, muss der geotechnische Untersuchungsbericht rechtzeitig zur Verfügung stehen.*

*(5.1.3) Die geotechnischen Untersuchungen sind dahingehend zu überprüfen, ob sie für die Bemessung und Ausführung von speziellen geotechnischen Arbeiten ausreichend sind.*

*(5.1.4) Falls die geotechnischen Untersuchungen nicht ausreichend sind, muss eine ergänzende Untersuchung durchgeführt werden.*

### *Abschnitt 5.2*

*(5.2.1) Der Baugrund ist ein wesentlicher Bestandteil des Ankersystems; deshalb ist eine gründliche Kenntnis der Baugrundrandbedingungen unbedingt erforderlich.*

*(5.2.2) Das kann durch die Durchführung einer angemessenen Baugrunduntersuchung erreicht werden oder durch Bezugnahme auf bereits vorhandene Informationen zu umgebenden Baugrundbedingungen.*

*(5.2.5) Sämtliche geotechnischen Untersuchungen sind entsprechend den Anforderungen und Empfehlungen von EN 1997-1 und EN 1997-2 durchzuführen.*

Ausreichend wäre an dieser Stelle der Hinweis, dass eine geotechnische Untersuchung nach DIN EN 1997 (3.2: „Geotechnische Untersuchung“) durchgeführt werden muss. Der Anwender muss selbstständig entscheiden können, ob diese Untersuchung ausreichend zur Lösung der Fragestellung ist oder nicht. Er wird daher auch entscheiden können, bis wann die Unterlagen zur Verfügung stehen müssen und ob Nachuntersuchungen erforderlich sind.

### **4.5.3 Formale Vorgaben**

#### **Klare Gliederung und typografische Differenzierung**

In vielen Fällen zählen Normen Elemente und Bedingungen in Textform auf. Um auf den ersten Blick erkennen zu können, ob der betreffende Absatz relevant ist, wird vorgeschlagen, alle Aufzählungen in Form von Stichpunkten anzugeben. Hierdurch wird die Übersichtlichkeit erhöht und die Orientierung im Text verbessert.

*Beispiel:*

*DIN 1054:2005-01 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Abschnitt 11 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch)*

*„(1) Das Aufschwimmen eines Gründungskörpers, eines gesamten Bauwerks, einer Bodenschicht oder einer Baugrubenkonstruktion infolge der hydrostatischen Auftriebskraft von Wasser und das Anheben von Bodenschichten infolge des*

*nach oben gerichteten Strömungsdruckes von strömendem Grundwasser ist ein Verlust der Lagesicherheit im Sinne des Grenzzustandes GZ 1A“*

Um die nach GZ 1A nachzuweisenden Elemente aufzuzählen, bieten sich Stichpunkte an:

*Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch werden im GZ 1A nachgewiesen. Der Verlust der Lagesicherheit nach GZ 1A ist wie folgt nachzuweisen:*

- *Aufschwimmen*
  - *eines Gründungskörpers,*
  - *eines gesamten Bauwerks,*
  - *einer Bodenschicht oder*
  - *einer Baugrubenkonstruktion ;**infolge der hydrostatischen Auftriebskraft von Wasser.*
  
- *Hydraulischer Grundbruch*
  - *mit Anheben von Bodenschichten**infolge des nach oben gerichteten Strömungsdrucks von strömendem Grundwasser.*

Auf diese Weise wird auf einen Blick deutlich, welche Fälle durch welche Art des Versagens betroffen sind.

### **Deutliche Hervorhebung sicherheitsrelevanter Passagen**

Normen sollen grundsätzlich nur wesentliche Inhalte haben. Dennoch gibt es Stellen, an denen eine detaillierte Beschreibung notwendig ist, da eine falsche Anwendung zu erheblichen Schäden führen kann. Diese Stellen sollten eindeutig gekennzeichnet sein, um deutlich zu machen, dass hier höchster Sachverstand in der Planung und/oder größte Sorgfalt in der Ausführung erforderlich sind.

*Beispiel:*

*DIN 1054:2006-01 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Abschnitt 11.5 (2):*

*(2) Die Strömungskraft  $S'_k$  ist [...] zu ermitteln. [...] Hierbei sind alle ungünstigen Einflüsse zu berücksichtigen, insbesondere eine Bodenschichtung mit einer Konzentration des Druckgefälles in der aufbruchgefährdeten Bodenschicht sowie die räumliche Wirkung bei schmalen, runden und rechteckigen Baugruben. [...]*“

An dieser Stelle wird nicht deutlich, dass das Druckgefälle im Falle schmaler Baugruben um bis zum 5-fachen des Wertes bei normal breiten Baugruben ansteigen kann. Aus dem (sehr langen) Absatz, geht das Risiko nicht hervor. An dieser Stelle muss auf das erhöhte Risiko hingewiesen werden, wobei es ausreicht, auf vorhandene Fachliteratur [z.B. Ziegler (2009)] zu verweisen, um Spezialfälle in der Norm nicht weiter auszuweiten.

## **Inhaltliche Hinweise bei Querverweisen**

Normen verweisen auf andere Regelwerke, um Wiederholungen zu vermeiden. Dies wird vor allem im Zusammenhang mit den Eurocodes konsequent durchgeführt. Hier dürfen sich in keiner Norm Passagen des Eurocodes wiederholen oder Inhalte von dort wiedergeben werden. Dies führt aber dazu, dass der Anwender für jeden Querverweis im entsprechenden Regelwerk nachschlagen muss. Eine Hilfestellung wäre, wenn bei dem Bezug nicht nur die entsprechende Absatznummer, sondern auch ein Stichwort gegeben würde. Der erfahrene Nutzer weiß dann sofort, um welche Regelung es sich handelt und ob er diese nachschlagen muss. Das Stichwort sollte allerdings nicht bei jeder Textänderung der Bemessungsnorm geändert werden müssen.

*Beispiel:*

*DIN 1054:2005-01 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Abschnitt 11.1 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch, Abs. 5)*

*„Die nachfolgenden Nachweise setzen ein duktileres Verhalten von Baugrund und Bauwerk voraus; siehe 4.3.4 und 5.3.2 (7)“*

Die Zitate beziehen sich auf folgende Passagen:

*„4.3.4: Duktilität des Gesamtsystems*

*Beim Nachweis der Grenzzustände GZ 1B und GZ 1C wird eine ausreichende Duktilität des aus Baugrund und Bauwerk bestehenden Gesamtsystems vorausgesetzt, d.h. eine Möglichkeit für eine unschädliche Umlagerung von Kräften im Baugrund und Bauwerk“*

*„5.3.2 (7) Bei lotrecht oder zur Lotrechten geneigter Durchströmung nichtbindiger oder bindiger Böden kann die wirksame Wichte vergrößert oder verringert werden. Ebenso wie in diesem Fall sind besondere Untersuchungen auch dann anzustellen, wenn bei wassergesättigtem Schluff- oder Feinsandböden durch Baugrubenaushub oder andere Maßnahmen ein örtlicher Druckhöhenunterschied entsteht und der Boden dadurch Fließeigenschaften annimmt“*

Es wird deutlich, dass der zitierende Satz widersprüchlich ist, denn die Formulierung lässt vermuten, dass es sich bei beiden Abschnitten um Hinweise zur Duktilität des Bauwerks handelt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Der erste Abschnitt ist an dieser Stelle für sich gut gelöst. Aus dem Hinweis wird deutlich, worauf sich der zitierende Absatz bezieht (Duktilität). Das zweite Zitat aber spricht die effektive Wichte an, die nichts mit der Duktilität zu tun hat. Es sollte separat aufgeführt und ebenfalls mit einem Stichwort versehen werden (z.B. „effektive Wichte“) oder direkt im Text den Bezug haben.

*Vorschlag:*

*Abs. 5) Die nachfolgenden Nachweise setzen ein duktileres Verhalten von Baugrund und Bauwerk voraus, siehe Abschnitt 4.3.4.*

*Abs. 6) Die Ermittlung der veränderlichen Wichte infolge Strömung ist Abschnitt 5.3.2 (7) zu entnehmen.*

Ein weiteres Beispiel für die unnötige und verwirrende Verschachtelung von Normen findet sich im Abschnitt zum Nachweis bei Mitwirkung von Scherkräften beim Nachweis gegen Aufschwimmen in DIN 1054:2005:

*Beispiel:*

*DIN 1054:2005-01 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Abschnitt 11.3.2 Nachweis bei Mitwirkung von Scherkräften*

*(1) Wirken auf ein Bauwerk Scherkräfte ein, die der hydraulischen Auftriebskraft entgegen gerichtet sind, dann ist nachzuweisen, dass für den Grenzzustand GZ 1A die Bedingung*

$$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{Q,dst} \leq G_k \cdot \gamma_{G,stb} + F_k \cdot \gamma_{G,stb}$$

*erfüllt ist [...]*

*(2) Die zusätzlich als Einwirkung angesetzte Scherkraft kann z.B. sein:*

*- die Reibungskraft*

$$F_{s,k} = \eta \cdot E_{ah,k} \cdot \tan \delta_a$$

*...*

*In beiden Fällen darf die Reibungskraft wie die Vertikalkomponente eines aktiven Erddruckes behandelt werden. Der Anpassungsfaktor ist mit  $\eta=0,8$  in den Lastfällen LF 1 und LF 2 bzw.  $\eta=0,9$  im LF 3 anzusetzen.*

Schlägt man im Kapitel 6.1.3 Grundbauspezifische Einwirkungen unter (2) Erddruck nach, so findet sich dort zunächst der Hinweis, dass dazu Kapitel 10 Stützbauwerke zu Rate zu ziehen ist. Dort findet sich dann schließlich in Absatz 10.3.1 (7)

*(7) In den Absätzen (1) bis (6) wird die Ermittlung des oberen charakteristischen Wertes des Erddrucks geregelt. Sofern es sich für die Bemessung ungünstiger auswirkt, ist der untere charakteristische Wert anzusetzen. Bei nichtbindigen Böden ist dies in der Regel die Hälfte des oberen charakteristischen Wertes, bei bindigen Böden ist es  $E_{ah}=0$ , sofern keine genaueren Untersuchungen angestellt werden.*

Nur der kundige Normenanwender weiß, dass es auch einen unteren Grenzwert für den Erddruck gibt, der in diesem Fall die anzusetzende günstige Kraft um die Hälfte reduziert. An der maßgebenden Stelle erfolgt hier kein entsprechender Hinweis. Der durchschnittliche Nutzer wird daher erst gar nicht auf die Idee kommen, die gezeigte Verweiskette zu verfolgen und daher ein unsicheres Ergebnis erhalten.

Deutlich anwendungsfreundlicher wäre der Hinweis:

*„In beiden Fällen darf die Reibungskraft wie die Vertikalkomponente eines aktiven Erddrucks behandelt werden. Der aktive Erddruck ist hier mit dem unteren Grenzwert nach 10.3.1 (7) anzusetzen.“*

Im Zeitalter der Informationstechnologien ist es weiterhin denkbar, die Normen in elektronischer Form zu veröffentlichen und alle Querverweise mit ihren Inhalten zu hinterlegen. Diese

könnten durch einen Mausklick in einem separaten Fenster angezeigt werden und damit direkt ersichtlich sein (siehe Bild 4.17).

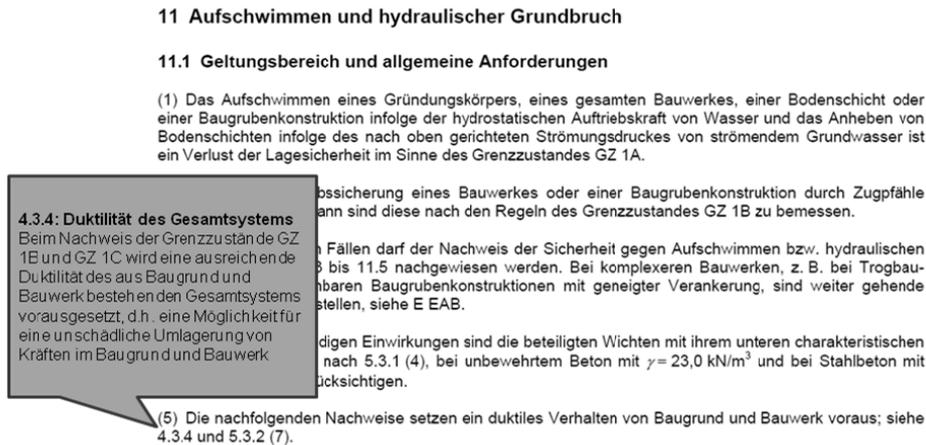


Bild 4.19: Beispiel für direkte Querverweise [aus DIN 1054(2005)]

### Detailierungsgrad einheitlich halten

Derzeit gibt es keinen einheitlichen Stand zum Detaillierungsgrad von Bemessungsnormen. Je nach Forschungsinteresse oder -schwerpunkt von Ausschussmitgliedern divergiert die Regelungstiefe stark. Ein einheitlicher und begrenzter Detaillierungsgrad ist für die Anerkennung von Bemessungsnormen durch die „Praktiker“ aber anzustreben. Hierfür lässt sich allerdings nur schwer ein Maß definieren.

*Beispiel:*

*DIN 1054:2005-01 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Abschnitt 6.1.2 Gründungslasten*

*„Bei nichtlinearen Systemen dürfen die ermittelten Bemessungsbeanspruchungen aufgrund eines am untersuchten Tragwerk orientierten Kriteriums [...] aufgeteilt [...] werden.“*

Aus diesem Abschnitt ist kein technisch richtiges Handeln abzuleiten. An dieser Stelle ist der Detaillierungsgrad nicht ausreichend.

Im Gegensatz dazu ist die Ermittlung des Bemessungswertes der Verankerungslänge nach DIN EN 1992-1-1 (2004) als zu detailliert zu betrachten:

*Beispiel:*

*DIN 1991-1-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

#### 8.4.4 Bemessungswert der Verankerungslänge

*(1) Der Bemessungswert der Verankerungslänge  $l_{bd}$  darf wie folgt ermittelt werden:*

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

Die Beiwerte  $\alpha_i$  berücksichtigen Einflüsse aus Verankerungsart, Mindestbetondeckung, Querbewehrung sowie Druck quer zur Spaltzug-Riss-Ebene. Für die Festlegung der Verankerungslänge sind somit fünf verschiedene Einflüsse zu ermitteln, und es wird der (falsche) Eindruck vermittelt, dass es sich hier um eine „exakt zu berechnende“ Größe handelt. Die Wahl der Verankerungslänge richtet sich aber eigentlich nach den Regeln guten Konstruierens und sollte insbesondere auch die Bedingungen der Ausführung mitberücksichtigen. Gemäß DIN 1045:2008-08 kann dieser Nachweis mit nur einem Beiwert (Einfluss der Biegeform) geführt werden.

*nach DIN 1045:2008-05 ergibt sich die erforderliche Verankerungslänge  $l_{b,net}$  zu:*

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \geq l_{b,min}$$

### **Normen sind keine Lehr- oder Fachbücher**

DIN 820-1 (2009) definiert Normen als Ergebnisse der Normungsarbeit. Normen sollen regeln, müssen die (technischen) Zusammenhänge aber nicht im Detail erklären. Dennoch müssen sie für sich schlüssig sein und sollten den physikalischen Bezug noch erkennen lassen. Der Regelungsumfang und der Detaillierungsgrad kann begrenzt werden, wenn nur ca. „80% der Fälle“ in Normen behandelt werden. Spezialfälle sind der Fachliteratur zu überlassen.

### **Einheitliches Glossar**

Ein einheitliches Glossar im Bauwesen in deutscher und englischer Sprache ist zu erstellen und konsequent zu nutzen. Hierbei geht es darum, für die gleichen technischen Sachverhalte einheitliche Fachausdrücke zu verwenden.

## **5 Empfehlungen zur Verbesserung der Normungsarbeit**

### **5.1 Professionalisierung**

#### **5.1.1 Notwendigkeit der Professionalisierung**

Die Missstände bei der Erstellung von Normen sind bereits ausführlich in Kapitel 2.5 beschrieben worden. Tatsache ist, dass insbesondere die Vertreter der ausführenden Firmen, sowie der planenden und prüfenden Ingenieurbüros zwar noch an den entsprechenden Sitzungen der Normenausschüsse teilnehmen, die dafür notwendige Vor- und Nachbereitung jedoch meist auf der Strecke bleibt. Dies ist insofern bedenklich und auch verwunderlich, als genau diese Gruppen tagein tagaus mit diesen Normen ihre Projekte bearbeiten müssen und die zunehmende Unhandlichkeit derselben das Arbeiten deutlich erschwert und aufwändiger macht. Diese Entwicklung ist vor allem dem zunehmenden wirtschaftlichen Druck in diesen Unternehmen geschuldet, der für freiwillige und ehrenamtliche Normungsarbeit einfach keinen Freiraum mehr bietet. Den Vertretern in den Normenausschüssen fehlt die qualifizierte Zuarbeit von Ingenieuren aus dem eigenen Haus, wenn es darum geht, neue Formulierungsvorschläge zu erarbeiten, zeitintensive Literaturrecherchen zu betreiben oder wichtige Vergleichsrechnungen durchzuführen. Insbesondere letztere sind unverzichtbar, um bei neuen Berechnungsvorschlägen zu überprüfen, ob das bisher bewährte Sicherheitsniveau auch weiterhin eingehalten wird oder ob sich im Gegenzug möglicherweise auch unwirtschaftliche Lösungen ergeben oder ein nicht akzeptabler Nachweisaufwand entsteht. Diese Arbeit unterbleibt aber aus den genannten Gründen zunehmend mit der Folge, dass aufgrund der mangelnden Vorbereitung und fehlender eigener Initiativen dann in den Normenausschüssen oft Entwürfe durchgewunken oder Kompromisse akzeptiert werden, die bei intensiver Vorbereitung so nicht mitgetragen worden wären.

Es ist daher unumgänglich, dass die Normungsarbeit wieder mit der Intensität betrieben wird, die dem Ziel und Anspruch der Normung gerecht wird. Dazu brauchen die Vertreter der einzelnen interessierten Kreise insbesondere aus dem Umfeld der ausführenden Firmen und Ingenieurbüros aber entsprechende Unterstützung aus ihren Unternehmen oder Verbänden. Dies ist aber nur dann realisierbar, wenn qualifiziertes Personal gegen entsprechende Bezahlung bereit gestellt wird. Die Zuarbeit zu Normen muss wie ein Ingenieurauftrag mit Pflichtenheft und fest vereinbarten Fristen für die Fertigstellung betrachtet und auch entsprechend vertraglich geregelt werden. Eine Professionalisierung der Normungsarbeit, d.h. der vorbereitenden und begleitenden Arbeiten innerhalb des Normenschaffens ist unverzichtbar.

Diese Einschätzung zur Notwendigkeit der Professionalisierung deckt sich prinzipiell mit Vorschlägen, wie sie beispielsweise von einem vom NABau-Beirat eingesetzten Sonderausschuss zur „Erarbeitung eines Konzepts zur Verbesserung der Anwendbarkeit von Normen in der Praxis“ [NABAU (2010)] vorgeschlagen werden.

### 5.1.2 Ausgestaltung der Professionalisierung

Für die im vorherigen Abschnitt angesprochene Professionalisierung bei der Erstellung der Tragwerksnormen gibt es drei wichtige Voraussetzungen:

1. Die interessierten Kreise und dabei insbesondere die ausführenden Firmen und planenden Ingenieurbüros müssen bereit sein, hochrangige Vertreter in die Normenausschüsse zu entsenden, die aufgrund ihrer beruflichen Erfahrung und ihrer Reputation die notwendige Akzeptanz finden und in der Lage sind, mit den übrigen Vertretern insbesondere aus dem Bereich der Wissenschaft auf Augenhöhe zu diskutieren. Sie müssen regelmäßig und gut vorbereitet an den Sitzungen teilnehmen, wobei die Sacharbeit von den nachfolgend noch beschriebenen „Zuarbeitern“ erbracht werden kann. Es wäre dabei wünschenswert, wenn diese Vertreter auch die deutschen Interessen in den europäischen Ausschüssen und Gremien für einen längeren Zeitraum wahrnehmen würden, um für entsprechende Kontinuität und Durchgängigkeit zu sorgen und rechtzeitig die Weichen auch auf europäischer Ebene zu stellen.
2. Um die arbeitsintensive Zuarbeit leisten zu können, muss von den Firmen und Büros entsprechend qualifiziertes Personal abgestellt werden. Dabei ist wichtig, dass es sich um erfahrenes Personal handelt, das den täglichen Umgang mit Normen und die daraus entstehenden Schwierigkeiten kennt. Auch wenn diese Leute für das Tagesgeschäft äußerst wertvoll sind, müssen sie für die Normungsarbeit freigestellt werden. Die von Ihnen zu erbringende Arbeit erfordert zumindest zeitweise ihren ganzen Einsatz, wofür sie aber auch bezahlt werden sollen. Die Arbeit ist keineswegs in Randzeiten oder nur gelegentlich zu erbringen, wenn gerade das Tagesgeschäft einmal etwas Luft dafür lässt. Insbesondere darf die Aussicht, dass diese Mitarbeiter bezahlt werden sollen, nicht dazu genutzt werden, gering qualifizierte Mitarbeiter, die auch sonst nur wenig effektiv eingesetzt werden können, für diese Arbeit abzustellen.
3. Um die unter Punkt 2 angesprochene Zuarbeit finanzieren zu können, müssen entsprechende Geldmittel bereitgestellt werden. Diese können u.a. durch direkte Beiträge von entsprechend interessierten und vor allem von der Normung betroffenen Berufsverbänden wie z.B. dem Verband Beratender Ingenieure (vbi), dem Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB), dem Hauptverband der deutschen Bauindustrie (HDB) und weiteren aufgebracht werden. Es ist aber auch denkbar, dass von den sich beteiligenden Verbänden direkt von jedem Mitglied ein Festbetrag zweckgebunden für die Normungsarbeit eingebracht wird. Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit bei der Bauaufsicht oder den zuständigen Ministerien über entsprechend begründete Forschungsanträge zusätzliche Mittel einzuwerben (z.B. für Vergleichsrechnungen bei sicherheitsrelevanten Fragestellungen). Direkte Mittel werden von dieser Seite aus rechtlicher Sicht eher nicht bereitgestellt werden können.

Für die Organisation der Zuarbeit bieten sich zwei grundsätzlich verschiedene Wege an: Das „Support-Modell“ (SM) und das „Verbände-Modell“ (VM).

## **Modell 1: Das Support-Modell**

Beim sogenannten Support-Modell tragen möglichst alle an der Normung beteiligten interessierten Kreise zur Finanzierung eines Fonds bei. Jedem der Hauptnormungsausschüsse wird damit ein Budget zur Verfügung gestellt, aus dem dann bei Bedarf Aufträge an eine kleine Gruppe von fachkundigen Ingenieuren vergeben werden, die eine klar umrissene Aufgabenstellung zu bearbeiten haben (Bild 5.1). Das kann z.B. die Ausarbeitung eines Teils eines Normentextes sein oder die Durchführung von Vergleichsrechnungen. Die Auftragnehmer für diese Arbeiten sind entweder externe Dienstleister oder aber Vertreter der in den jeweiligen Normenausschüssen vertretenen interessierten Kreise mit ihren Mitarbeitern im Hintergrund. Über die Vergabe von Aufträgen entscheidet der jeweilige Normen-Arbeitsausschuss im Rahmen seines Budgets selbst. Er ist lediglich im Rahmen eines summarischen Jahresrückblicks gegenüber einem Beirat Rechenschaft über die verausgabten Mittel schuldig. Sofern die Aufträge in einem überschaubaren Rahmen bleiben, kann die Abwicklung der Aufträge direkt ohne weitere Organisationseinheit vom jeweiligen Normenausschuss selbst vorgenommen werden.

Um die externen Aufträge besser zu koordinieren, administrativ abzuwickeln und zu überwachen, bietet es sich an, eine eigene Organisationseinheit zu schaffen, die nachfolgend Normungsinitiative Praxis 1 (NIP-1) genannt wird. Sie beschäftigt dauerhaft einen Geschäftsführer, der die vorgenannten vorwiegend administrativen Aufgaben übernimmt. Die Finanzierung dieser Geschäftsstelle muss ebenfalls aus dem bereitgestellten Sonder-Budget zur Verfügung gestellt werden. Die extern beauftragten Personen werden arbeitsrechtlich nicht in die NIP-1 überstellt, sondern verbleiben bei den beauftragten Unternehmen. Insofern obliegt dem Geschäftsführer der NIP-1 nicht die Aufsicht über diese Personen, sondern lediglich die Termin- und Qualitätskontrolle des vergebenen Auftrags.

Durch die Abwicklung verschiedener Einzelaufträge aus den einzelnen Normungsausschüssen ist der Geschäftsführer weitgehend informiert, was in den einzelnen Normungsausschüssen erarbeitet wird. Sein Einfluss, Schnittstellenprobleme zu beseitigen beschränkt sich aber auf die Information der einzelnen Normungsausschüsse, da die Initiative zur Vergabe von Aufträgen ausschließlich von diesen ausgeht.

Prinzipiell sollen Normen im Konsens aller beteiligten interessierten Kreise gefunden werden. Problematisch an dem Support-Modell ist, dass die Sacharbeit nur von einer kleinen Gruppe vorgenommen wird, in der nicht alle interessierten Kreise beteiligt werden können. Dadurch besteht die Gefahr, dass das Ergebnis der Gruppe interessensbezogen ausfällt, je nachdem, aus welchem originären Arbeitsbereich die Mitglieder stammen. Es ist daher zu befürchten, dass bereits bei der Vergabe der Aufträge größere Diskussionen entstehen, die weniger davon geleitet werden, sachkundige Mitarbeiter zu gewinnen, als vielmehr die Arbeitsgruppe mit eigenen Interessensvertretern zu besetzen. Dadurch wird ein Teil der eigentlich im Arbeitssausschuss zu führenden Diskussionen in die Arbeitsgruppe verlagert, was einer ergebnisorientierten Sacharbeit weniger dienlich ist.

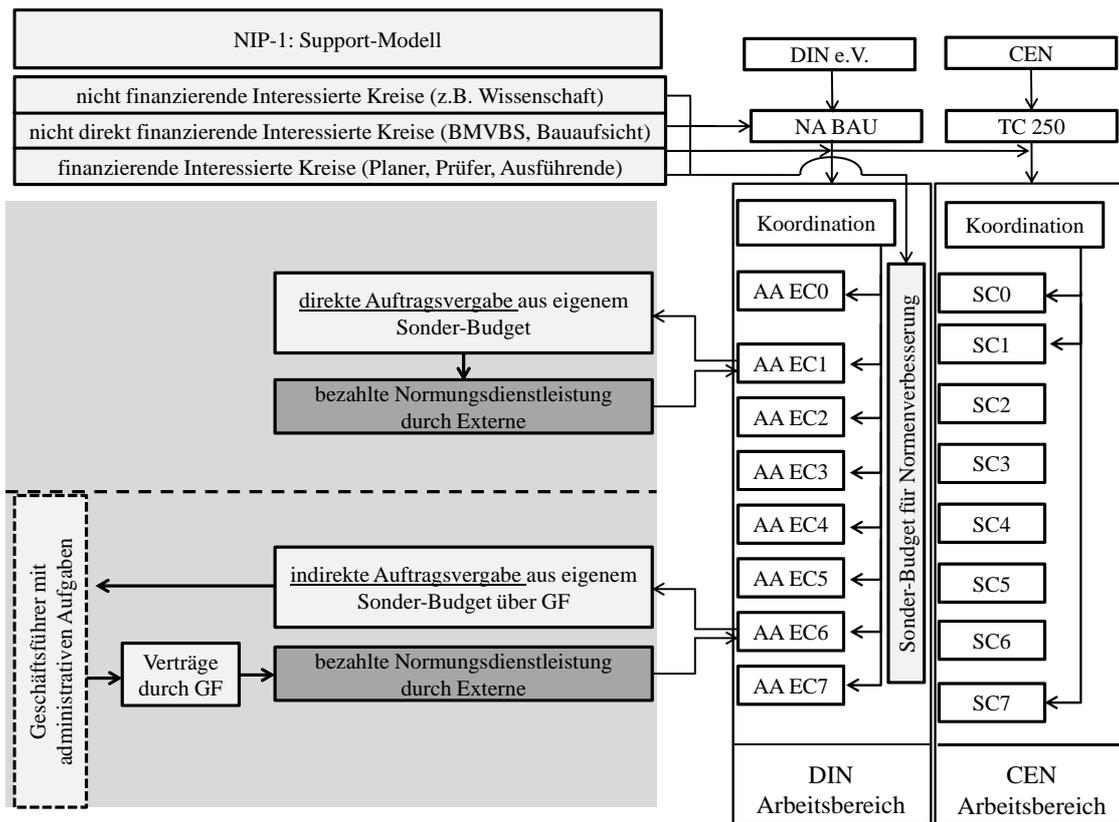


Bild 5.1: Struktur des „Support-Modells“ NIP-1

Aber selbst wenn es gelingt, die Interessenskonflikte aus den Arbeitsgruppen herauszuhalten, erfordert die Diskussion in den Normenausschüssen die vorherige intensive Beschäftigung mit den Ergebnissen der Arbeitsgruppe, um letztlich zu einem für alle Seiten tragfähigen Kompromiss zu gelangen. Dies bedingt, dass die in die Normenausschüsse entsandten Vertreter sich konsequenter und intensiver mit der Materie beschäftigen als bisher.

Generell stellt sich die Frage, inwieweit eine von allen interessierten Kreisen gemeinsam getragene Organisation wie die NIP-1 auch von allen Beteiligten finanziert werden wird bzw. aus rechtlichen Gründen überhaupt finanziert werden kann. Insbesondere bei den Vertretern aus dem öffentlichen Bereich wird dies nicht ohne Weiteres möglich sein. Aber selbst wenn dafür Wege gefunden werden, bleibt natürlich offen, ob die einzubringenden Mittel von allen Beteiligten in gleicher Höhe erfolgen. Wahrscheinlich wird es zu einer stärkeren Belastung der ausführenden und planenden Unternehmen kommen, wodurch die Gefahr entsteht, dass diese bei der Besetzung der Arbeitsgruppen entsprechend in ihrem Sinne intervenieren. Da die disziplinarrechtlichen Möglichkeiten des Geschäftsführers der NIP-1 beschränkt sind, bleibt offen, ob tatsächlich eine sachorientierte Arbeit über die Interessen von Einzelgruppen gestellt wird.

## Modell 2: Verbände-Modell

Beim sogenannten Verbände-Modell soll die Zuarbeit für die Normenausschüsse interessenorientiert von den Gruppen erfolgen, die am stärksten in ihrer Arbeit von den Normen betroffen sind, sie soll von diesen auch weitgehend eigenständig organisiert und finanziert werden.

Aufgrund der Tatsache, dass die Zuarbeit dabei nicht nur von Mitarbeitern eines einzelnen Unternehmens geleistet werden kann, ergibt sich in diesem Fall, zwingender als beim Support-Modell, die Notwendigkeit, dass eine rechtlich selbständige Organisationseinheit geschaffen wird; im Folgenden wird diese als Normungsinitiative Praxis 2 (NIP-2) bezeichnet. In die NIP-2 werden Mitarbeiter von Firmen zeitlich befristet abgestellt. Sie erhalten die Zusicherung, nach Abschluss eines Projekts bzw. Ablauf der Frist wieder in ihr entsendendes Unternehmen zurückkehren zu können. Umgekehrt kann das entsendende Unternehmen die Mitarbeiter während der Abstellungsfrist nicht ohne Zustimmung der NIP-2 in das Unternehmen zurückholen.

### NIP-2a: übergreifendes Verbände-Modell

Für das nachfolgend NIP-2a genannte Verbände-Modell gründen die von der Normung in der täglichen Arbeit besonders betroffenen Gruppen bzw. ihre Verbände eine eigene Organisationseinheit, in der die erforderliche Vorbereitung der Normung sowie die Zuarbeit zur Normungsarbeit stattfinden soll.

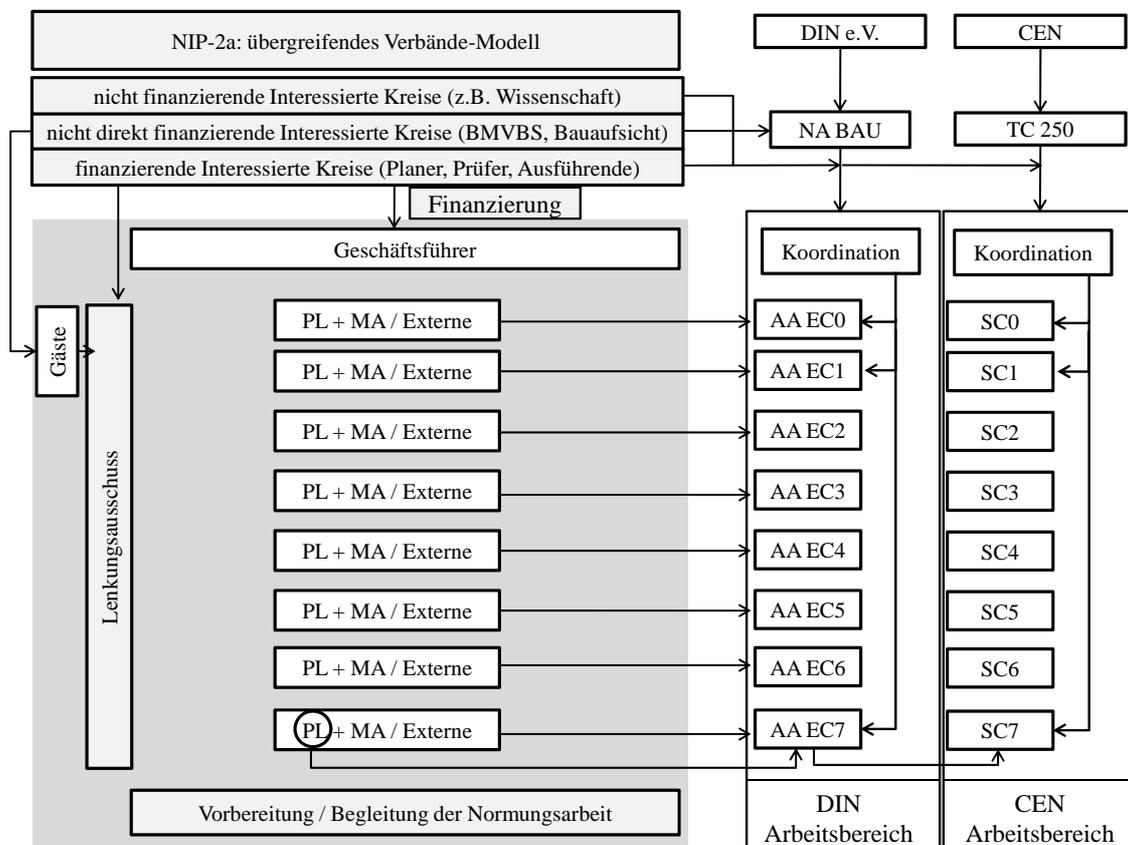


Bild 5.2: Struktur des übergreifenden Verbände-Modells NIP-2a

Die Mitarbeiter der NIP-2a werden von den Mitgliedsunternehmen für eine gewisse Zeitspanne entsandt. Sie unterstehen während dieser Zeit dem Geschäftsführer von NIP-2a, haben aber die Zusage, nach Ablauf ihrer Tätigkeit wieder in ihr entsendendes Unternehmen zurückkehren zu können. NIP-2a kann darüber hinaus eigene Mitarbeiter einstellen und auch Aufträge an Externe vergeben.

NIP-2a wird selbst nur wenige eigene Mitarbeiter (i.d.R. mit befristeten Arbeitsverträgen) beschäftigen. Leiter dieses Teams und Koordinator aller Aktivitäten von NIP-2a ist der Geschäftsführer. Diese Gruppe von Mitarbeitern kann, je nach thematischen Schwerpunktsetzungen und Arbeitsanfall, durch temporäre externe Mitarbeiter verstärkt werden. Für Themenbereiche, die als prioritär eingestuft werden, können Untergruppen mit je einem Projektleiter eingerichtet werden. Der Geschäftsführer und die Projektleiter sollten mit den Fach- und Arbeitsausschüssen des DIN e.V. und des CEN eng kooperieren und in die Arbeit dieser Gremien Einsicht erhalten oder sogar selbst Mitglied sein können. Den Planern in den Normungsausschüssen soll mit NIP-2a aber auch ein "Backoffice" zur Verfügung stehen.

NIP-2a übernimmt damit insbesondere die Aufgaben, Normenprojekte vorzubereiten, Vergleichsrechnungen durchzuführen, die Normungsarbeit zu begleiten und die Fachthemen in den Ausschüssen kompetent zu vertreten.

Ein wichtiger Aspekt bei der Arbeit von NIP-2a ist es, die Kontinuität sicherzustellen. Hierfür soll ein hochrangig besetzter Lenkungsausschuss eingerichtet werden. Dieser Ausschuss soll zusammen mit dem Geschäftsführer und in Abstimmung mit den Normungsausschüssen die fachlichen und strategischen Leitlinien für die Aktivitäten von NIP-2a definieren. Um die spätere Umsetzung der Normentwürfe in den Normenausschüssen zu verbessern, ist es sinnvoll, den Vertretern der Bauaufsicht und den Ministerien einen Gaststatus im Lenkungsgremium einzurichten. Für die Arbeit von NIP-2a gilt das Solidaritätsprinzip, das besagt, dass alle Fachverbände die Arbeit von NIP-2a unterstützen und zwar unabhängig davon, welches Themengebiet gerade schwerpunktmäßig bearbeitet wird. Diese Organisationsform ist bezüglich des erhaltenen Ergebnisses sicher mit am effektivsten, da die sie tragende Gruppe der Planer, Prüfer und Ausführenden weitgehend einheitliche Ziele verfolgt und aufgrund des Solidaritätsprinzips auch weitgehend unabhängig arbeiten kann.

Wie bereits erwähnt arbeitet NIP-2a auch als „Backoffice“ für die Mitglieder der Normenausschüsse. Die Diskussion der Normen soll aber nach wie vor in den Normenausschüssen erfolgen, so dass der eigentliche Prozess der Normenfindung im Konsens nicht beeinträchtigt wäre.

Da zukünftig der Fokus der Normenarbeit auf die europäische Ebene gelegt werden muss, ist es notwendig, die dafür vorgesehenen Gremien adäquat zu besetzen. Idealerweise nehmen Mitglieder der nationalen Normenausschüsse auch an der Arbeit der europäischen Ausschüsse teil. Dafür brauchen sie in wesentlich größerem Maß als bisher Unterstützung, da auch die europäische Normung durch Vorarbeit von Arbeitsgruppen und verschiedenen Taskforces entsteht. Auch hierfür kann die NIP-2a Leute abstellen, die dann auch möglichst in die nationale Arbeit integriert sein sollten.

## NIP-2b: fachgruppenbezogenes Verbände-Modell

Das Modell NIP-2a setzt voraus, dass die Aktivitäten durch alle Verbände in ähnlicher Weise unterstützt werden. Bei den Planern, Prüfern und Ausführenden bestehen aber verschiedene Fachgruppen, die sich in der inhaltlichen Ausrichtung und auch zahlenmäßig stark unterscheiden. Die Unterschiede bezüglich Interessenlage, Schwerpunktsetzung und finanzieller Möglichkeiten dürften aber zu Konflikten führen, wenn es um das Arbeitsprogramm und die Prioritätensetzung geht.

Diese Gefahr besteht weniger, wenn die NIP auf die einzelnen Fachbereiche herunter gebrochen wird. Dazu werden Fachgruppen gebildet, denen nur jene Verbände angehören, die von dem Thema inhaltlich tangiert werden. Die inhaltliche Identifikation mit dem jeweiligen Fachbereich ist dabei größer als beim Modell NIP-2a. Gleichwohl bedeutet dies für einzelne Fachverbände, wie z.B. für den Verband der beratenden Ingenieure (vbi), dass sie aufgrund der Mitgliederstruktur praktisch in allen Fachgruppen vertreten sein sollten, während andererseits z.B. die Deutsche Gesellschaft für Geotechnik lediglich in den Fachgruppen zum EC7 und eventuell noch bei den Grundnormen EC0 und EC1 beteiligt ist (Bild 5.3). Die einzelnen Fachgruppen erhalten ein Budget von den darin beteiligten Verbänden, wobei sich der Beitrag beispielsweise an der Anzahl der in diesem Bereich tätigen Mitglieder orientieren kann.

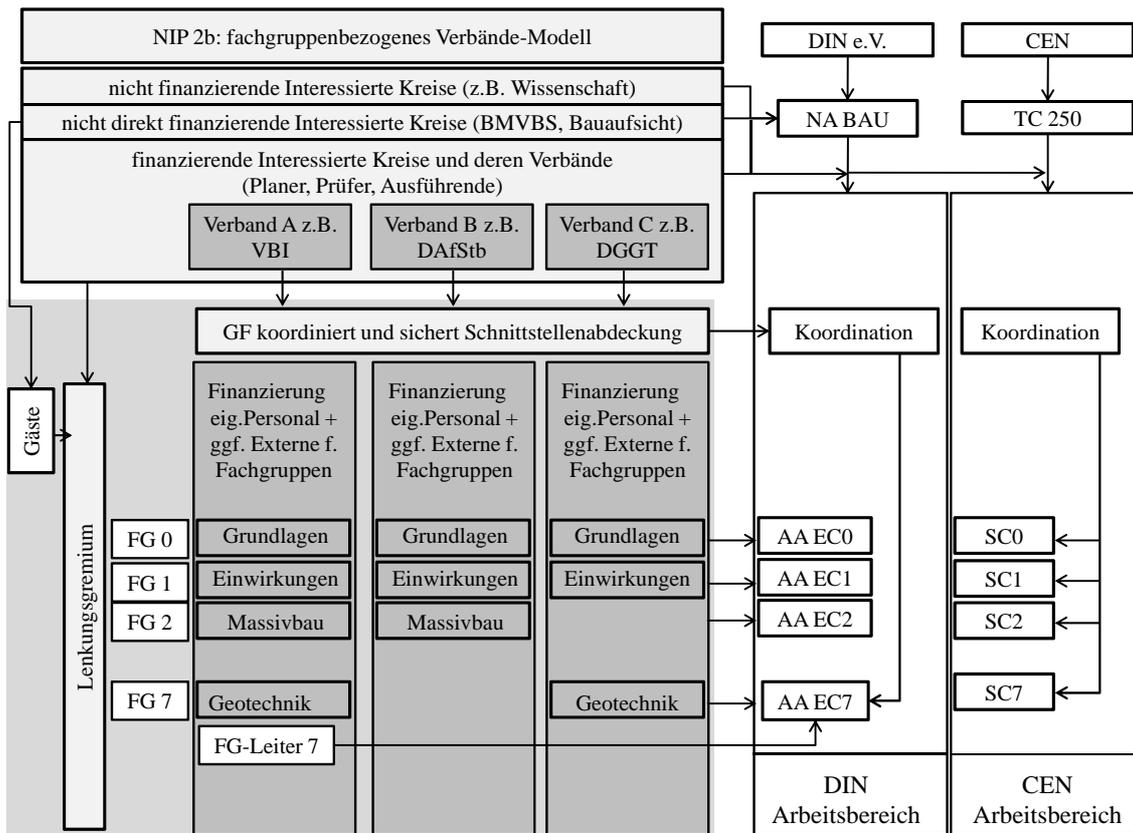


Bild 5.3: Struktur des fachgruppenbezogenen Verbände-Modells NIP-2b

Die Fachgruppen werden bei dem NIP-2b Modell nur von den Gruppen gebildet, die sich an der Finanzierung beteiligen und besonders von der Normung betroffen sind, d.h. Planer, Prüfer und Ausführende. Jede der Fachgruppen organisiert selbständig die Verwendung eingebrachter Mittel. Wie bei NIP-2a sollen diese auch dazu genutzt werden, um den Vertretern dieser Gruppe in den Normenausschüssen eine Art „Backoffice“ zu bieten. Dessen Aufgabe kann z.B. darin bestehen, einzelne Normtexte zu erarbeiten oder Vergleichsrechnungen durchzuführen. Die zeitlich befristeten Arbeiten werden von Mitarbeitern aus den Unternehmen dieser Gruppe erbracht, die dafür bezahlt und abgestellt werden, um eventuell auch in einem eigens hierfür eingerichteten Projektbüro diese Arbeiten zu erledigen. Bei Bedarf können der Projektgruppe auch Externe aus anderen Bereichen, z.B. aus der Hochschule, ebenfalls gegen Bezahlung, beigestellt werden.

Aus den Beiträgen der Mitgliedsorganisationen der einzelnen Gruppen wird von vorne herein eine Umlage einbehalten, aus der ein hauptamtlicher Geschäftsführer bezahlt werden kann, dessen Aufgabe zunächst darin besteht, die Aufträge administrativ zu verwalten und die einzelnen Fachgruppen zu koordinieren. Da er gleichermaßen für alle Ausschüsse arbeitet, ist er auch über den Stand der Dinge in den einzelnen Gruppen bestens informiert, erkennt eventuelle Schnittstellenprobleme und sorgt dafür, dass eine möglichst einheitliche Strategie in allen Normenausschüssen verfolgt wird, was insbesondere im Kontext der europäischen Normung wichtig ist.

Die Formulierung und auch Durchsetzung einer einheitlichen Normungsstrategie ist Hauptaufgabe des Lenkungsgremiums, das aus hochrangigen Vertretern der an NIP-2b beteiligten Verbände gebildet wird. Wie auch bei NIP-2a sollte den Vertretern der Bauaufsicht und den Ministerien in den Lenkungsgremien ein Gaststatus zugesprochen werden.

Formal läuft auch die Genehmigung und Abnahme der einzelnen Projekte aus den verschiedenen Fachgruppen über den Lenkungsausschuss. Dieser sollte jedoch nur dann eingreifen und Projekte ablehnen bzw. die Abnahme verweigern, wenn sich abzeichnet, dass damit eine zur allgemeinen Normungsstrategie gegenläufige Tendenz in der jeweiligen Fachgruppe verfolgt wird oder die Qualität mangelhaft ist. Ansonsten sollte die Verwendung der Mittel in der Souveränität der jeweils finanzierenden Gruppe bleiben.

Durch die weitgehende Zweckbindung der von den einzelnen Organisationen eingebrachten Mittel auf Projekte aus ihrer direkten Interessenssphäre wird eine hohe Akzeptanz für das Modell erwartet.

### **Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V.**

Noch während der Bearbeitungszeit dieses Projekts hat sich die Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V. gegründet (Pressemitteilung des DBV vom 18.01.2011). Diese kurz „PraxisRegelnBau“ genannte Initiative wurde am 13. Januar 2011 von den nachfolgend aufgeführten Organisationen gegründet:

- Verband Beratender Ingenieure e.V. (vbi),
- Bundesverband der Prüfindenieure e.V. (BVPI),
- Bundesingenieurkammer (BingK),
- Hauptverband der deutschen Bauindustrie (HDB),
- Zentralgewerbe des deutschen Baugewerbes (ZDB),

- Deutscher Beton- und Bautechnikverein e.V. (DBV),
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB),
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)
- Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. (DGfM),
- Deutscher Stahlbau-Verband e.V. (DSTV).

Organisatorisch ist sie ähnlich wie NIP-2b aufgebaut. Sie hat mittlerweile ihre Arbeit aufgenommen und die ersten Aufträge erteilt.

## 5.2 Optimierung der Normungsarbeit

### 5.2.1 Ausgeglichene Besetzung nationaler Gremien

Der derzeitige Entstehungsprozess von Normen wird trotz formaler Beteiligung aller interessierten Kreise einseitig von einzelnen Gruppen gestaltet. Insbesondere wird immer wieder bemängelt, dass in den Arbeitskreisen besonders viele Mitarbeiter mit wissenschaftlichem Hintergrund vertreten sind, die oftmals in erster Linie das Ziel verfolgen, ihre eigenen Forschungsergebnisse möglichst frühzeitig in den Normen zu verankern. Dies wird mit als Ursache für die oft zu detaillierten und komplexen Normenwerke gesehen.

Hingegen sind die von den Normen besonders betroffenen Gruppen der Planer, Prüfer und Ausführenden in immer geringerem Maß beteiligt, was insofern zunächst überrascht, da diese Gruppen später in der Anwendung am stärksten von der konkreten Ausgestaltung der Normung betroffen sind und zwar sowohl im späteren Tagesgeschäft, als auch schon bei der Schulung und Einarbeitung der Mitarbeiter, wobei der Aufwand hierfür mit zunehmender Komplexität der Normung stark ansteigt. Auf die Gründe, weshalb die genannten Gruppen sich dennoch in immer geringerem Maß für die Normung engagieren, wurde an verschiedenen Stellen dieses Berichts schon mehrfach eingegangen.

In den nationalen Arbeitskreisen wird die nationale Meinung entwickelt. Es werden grundlegende Standards für die Sicherheit definiert und Nachweisverfahren festgelegt. Diese Arbeit erfordert großen Sachverstand und bedeutet eine große Verantwortung. Sie kann daher nicht beliebig delegiert werden und schon gar nicht an ständig wechselnde Personen. Es gilt hier der Grundsatz, dass Normung Chefsache ist. Um diese Aufgabe mit diesem Anspruch auch wahrnehmen zu können, müssen hochrangige Vertreter in die Normungsausschüsse berufen werden, die dann aber auch entsprechende Zuarbeit in Anspruch nehmen können.

Die derzeitige Situation spiegelt ein anderes Bild wider. Insbesondere die Vertreter der Ingenieurbüros und der ausführenden Firmen nehmen nur noch sporadisch oder in wechselnder Besetzung an Sitzungen teil und wenn, dann sind sie schlecht oder überhaupt nicht vorbereitet, da sie nicht mehr über die entsprechenden „backoffice“-Ressourcen im eigenen Unternehmen verfügen. Dieser Rückgang des Engagements in der Normungsarbeit in der vergangenen Zeit ist vor allem der wirtschaftlichen Situation vieler Unternehmen geschuldet. Die Struktur der deutschen Ingenieurbürolandschaft ist vor allem durch kleine Büros mit weniger als zehn Mitarbeitern geprägt, für die die konstante Normungsarbeit eines Mitarbeiters, eventuell sogar in mehreren Ausschüssen, schlichtweg nicht realisierbar ist.

Zukünftig muss sichergestellt werden, dass wieder höchste Kompetenz von allen interessierten Kreisen in allen Arbeitskreisen vorhanden ist. Ihnen muss aber durch praktisch erfahrene Leute zugearbeitet werden. Dies ist jedoch nur zu erreichen, wenn hierfür ein entsprechender finanzieller Ausgleich geboten wird. Dies ist durch die vorgeschlagene NIP-Organisation und hier insbesondere die NIP-2a Variante realisierbar.

### **5.2.2 Beschleunigung des Normungsprozesses**

Der derzeitige Entstehungsprozess von Normen dauert zu lange. Typischerweise zieht sich der Prozess für die Neugestaltung einer Norm über mehrere Jahre hin. Die Sitzungen finden dabei nur in großen Abständen statt, sodass viele Dinge wieder rekapituliert oder auch neu diskutiert werden, weil sie sich mittlerweile anders darstellen. Bei diesen langen Zeiten für den Entstehungsprozess einer Norm bleibt zwangsläufig auch die Aktualität auf der Strecke.

Mit den vorgeschlagenen Praxisinitiativen besteht die Möglichkeit, die Normenarbeit zu beschleunigen. Voraussetzung ist, dass sich die jeweiligen Normenausschüsse einen entsprechend gestrafften Zeitplan vorgeben und um diesen einzuhalten auch die notwendige Zuarbeit durch Externe im Rahmen der NIP initialisieren. Es erfordert aber darüber hinaus von den Vertretern in den Normenausschüssen, dass diese sich dann mit den Ergebnissen dieser Zuarbeit auch rechtzeitig vor den jeweiligen Sitzungen beschäftigen, um dort dann auch wirklich zu Entscheidungen zu kommen.

### **5.2.3 Nationale Gesamtstrategie für Tragwerksnormen**

Die Eurocodes bilden prinzipiell ein einheitliches Grundgerüst für Tragwerksnormen. Dennoch haben sich die Normen mit den Nationalen Anhängen und den Ergänzenden Regelungen in den einzelnen Fachgewerken verschieden entwickelt, was sich schon allein am stark unterschiedlichen Umfang der einzelnen Normen und der unterschiedlichen Form der Nachweisführung manifestiert. In Deutschland existiert keine durchgängig erkennbare Strategie für Bemessungsnormen, die festlegt, welche Regelungstiefe und welchen Regelungsumfang die Normen in den einzelnen Bereichen haben sollen. Zwar hat das DIN e.V. die „Deutsche Normenstrategie“ [DIN e.V. (2004)] herausgegeben. Diese stellt jedoch nur die allgemeine Bedeutung von Normen dar. Auch hat der NABau im DIN e.V. einen Leitfaden „Empfehlung für Normungsarbeit im Bauwesen“ [NABau (2008)] herausgegeben, der einige Grundzüge einer Normungsstrategie aufzeigt. Diese bleiben jedoch solange Wunschvorstellung, wie sie nicht in der täglichen Praxis umgesetzt werden. Die Hauptdefizite liegen darin, dass die vorhandenen Institutionen nicht ausreichend genutzt werden, um eine einheitliche Normungsstrategie zu verfolgen.

Das Bestreben, möglichst alle Fälle der Praxis in einer Norm zu regeln, hat dazu geführt, dass die Normen unnötig aufgebläht und verkompliziert wurden. Der durchschnittliche Anwender hat dabei die Übersicht verloren und verlässt sich auf die eingesetzte Software. Er ist nicht mehr in der Lage, die dabei vorgenommenen Berechnungsgänge nachzuvollziehen und zu bewerten. Die ursprüngliche Absicht, einheitliche und nachvollziehbare Bemessungsregeln vorzugeben, deren Einhaltung für ein allgemein akzeptiertes Sicherheitsniveau sorgt, hat sich dadurch eher ins Gegenteil verkehrt. Die Anwendung der Norm sorgt nicht für mehr Sicherheit, sondern stellt im Gegenteil eher ein Sicherheitsrisiko dar, wenn die Norm vom Nutzer nicht mehr verstanden wird.

Es ist daher unerlässlich, sich bei allen Bemessungsnormen auf eine einheitliche Struktur zu verständigen und festzulegen, welchen Regelungsumfang Normen haben sollen. Es ist in der Fachwelt unumstritten, dass in Normen nicht alle möglichen Anwendungsfälle abgedeckt werden können. Als vernünftiger Regelungsumfang wird oftmals die 80/20-Regel postuliert, nach der

lediglich 80% der vorkommenden Fälle normativ geregelt sein müssen und bei den verbleibenden 20% auf Sekundärliteratur verwiesen werden kann. Diese Grenze wird sich in der Praxis nur schwer exakt ziehen lassen. Dies ist jedoch auch weniger bedeutend, wenn generell der Leitsatz gilt, dass ein Sicherheitsnachweis immer mit Ingenieursachverstand zu führen ist und nicht unreflektiert durch eine normative Regelung ersetzt werden soll.

Um das Verständnis für die Anwendung von Normen aus den verschiedenen Fachbereichen einander anzugleichen ist es zweckmäßig, für alle Bemessungsnormen eine einheitliche Struktur und Gliederung einzuführen (siehe Kapitel 4.1 und 4.2), die auch bei zukünftigen Normen immer wieder zu finden ist. Die einheitliche Struktur und Gliederung erleichtert auch das Schnittstellenmanagement, dem besondere Bedeutung beizumessen ist, wenn ein Austausch von Ergebnissen zwischen den Anwendern zweier Bemessungsnormen stattfinden muss. Dies gilt insbesondere dann, wenn wie derzeit üblich die Nachweisführung noch nach unterschiedlichen Nachweisverfahren erfolgt (s. Problematik der Gründungslasten zwischen Tragwerksplaner und Geotechniker).

Die Nutzung der NIP-Organisation unterstützt das Schnittstellenmanagement, da innerhalb der NIP gemeinsame Leitsätze für alle Fachgewerke gelten sollten. Es obliegt dem Geschäftsführer der NIP, unabhängig von deren organisatorischer Gestaltung auf Schnittstellenprobleme mit Normen anderer Fachbereiche hinzuweisen und auf eine Lösung hinzuarbeiten. Insbesondere sollte er auch durch Kommunikation mit den entsprechenden Lenkungsorganen des DIN e.V. auf eine möglichst synchrone Entwicklung der Normen hinwirken.

### **5.3 Einflussnahme auf das europäische Normenschaftern**

Auf europäischer Ebene sind die Probleme hinsichtlich der personellen Besetzung der verschiedenen Gremien eher noch gravierender als auf nationaler Ebene. Dabei muss man sich im Klaren sein, dass die künftige Normung auf europäischer Ebene stattfindet und nationale Eigenheiten nur dann eingebracht werden können, wenn sie dem jeweiligen Eurocode nicht widersprechen und dieser ausdrücklich Alternativen oder nationale Sonderregelungen zulässt. Allerdings sollte versucht werden, die nationalen Einlassungen auf ein Minimum zu beschränken, da sonst mit den unterschiedlichen nationalen Regelungen im Prinzip eine Vielzahl von Untervarianten der Eurocodes entsteht, die eine einheitliche Anwendung der Eurocodes in Europa stark erschweren. Insbesondere sollte angestrebt werden, einheitliche Nachweisverfahren und Sicherheitsfaktoren zu verwenden. Um hier die nationalen Interessen und Erfahrungen mit dem entsprechenden Gewicht einzubringen, ist allerdings eine adäquate Beteiligung in den europäischen Normungsgremien notwendig.

Die Mitarbeit in den europäischen Gremien zur Normung ist in den einzelnen Ländern stark unterschiedlich geregelt. Während von deutscher Seite eher „Einzelkämpfer“ auftreten, haben andere Länder wie Großbritannien die Arbeit wesentlich straffer und konsequenter organisiert. Die wichtigen Gremien werden über einen längeren Zeitraum von immer den gleichen Personen besetzt, die die dort zu leistende Arbeit zielgerichtet und auch gegen Bezahlung durchführen. Hinzu kommt der sprachliche Vorteil.

Auch wenn die bauaufsichtliche Einführung der Eurocodes erst im Sommer 2012 ansteht, laufen derzeit schon die Bemühungen, diese Eurocodes der ersten Generation zu überarbeiten und zu verbessern. Denn wie eine breit angelegte Umfrage unter den Mitgliedsländern gezeigt hat, ist die Unzufriedenheit über die mangelnde Praktikabilität der Eurocodes europaweit vorhanden. Im Bereich der Geotechnik laufen derzeit schon Aktivitäten, insgesamt 13 Task-Groups zu installieren, die sich mit Bemessungsfragen für die verschiedenen geotechnischen Themen beschäftigen sollen. Hier gilt es, von Anfang an in diesen Gruppen mit zu arbeiten. Diese erfordert allerdings einen deutlich höheren Einsatz an Personal als dies in der Vergangenheit der Fall war. Es wird nicht einfach sein, dafür entsprechend qualifizierte Leute zu finden. Hier sind die Mitglieder der NIP gefordert, entsprechendes Personal abzustellen. Durch die zumindest teilweise Vergütung der Arbeit könnte eine wichtige Hürde auf dem Weg zu einer erfolgreichen Beteiligung an der europäischen Normung beiseite geschafft werden. Voraussetzung ist, dass ausreichende finanzielle Mittel bereit gestellt werden.

Neben der entsprechenden Präsenz auf der europäischen Ebene ist es natürlich wichtig, dass die dort getroffenen Vereinbarungen auch in den nationalen Gremien entsprechend bekannt gemacht und umgesetzt werden. Von großem Vorteil wäre es daher, wenn z.B. die Vertreter aus den genannten Task-Groups auch in den Gruppen mitarbeiten, die als „Backoffice“ des NIP arbeiten.

Da durch die gewichteten Abstimmungen Staaten mit vergleichsweise wenig Einwohnern und kleinen Normungsorganisationen einen großen Einfluss auf die Abstimmungen zu den Normen haben (siehe Kapitel 2.3.2), kann die Unterstützung der deutschen Konzepte dadurch erreicht werden, dass entsprechende Allianzen mit anderen Ländern eingegangen werden.

## 6 Zusammenfassung und Folgerungen

### 6.1 Auftrag und Zielsetzung

Im Mai 2009 wurde das im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) eingereichte Forschungsprojekt „Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung anwendungsfreundlicher und praxistauglicher Bemessungsnormen“ bewilligt. Es wurde durch Dr. V. Cornelius (VBI), Dr. K. Morgen, (BVPI), Prof. V. Sigrist (TUHH) und Prof. M. Ziegler (RWTH) geleitet und am Institut für Massivbau der TU Hamburg-Harburg (Prof. V. Sigrist, Dipl.-Ing. O. Chyra) sowie am Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen (Prof. M. Ziegler, Dipl.-Ing. T. Krebber) bearbeitet. Zur Klärung der rechtlichen Aspekte wurden die Forscher durch Rechtsanwalt G.-F. Drewsen unterstützt.

Der Fokus der Untersuchungen lag auf dem Programm der sogenannten Tragwerksnormen (Eurocodes), das aus den **Grundlagen-** und **Einwirkungsnormen** sowie den **Bemessungsnormen** besteht. Die Zielsetzung des Forschungsprojektes umfasste die Analyse der heutigen Situation und die Klärung der Randbedingungen für das Normenschaffen in Europa und Deutschland, die Entwicklung eines Konzepts für zukünftige Normen (technische Ebene) und die Erarbeitung eines Vorschlags für die Organisation des Normenschaffens (organisatorische Ebene). Der vorliegende Bericht gliedert sich folglich in die drei Teile:

- Kapitel 2 und 3: Gegenwärtige Normen / Anforderungen an Tragwerksnormen
- Kapitel 4: Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen
- Kapitel 5: Empfehlungen zur Verbesserung des Normenschaffens

### 6.2 Anforderungen an Normen

In Kapitel 2 werden zunächst die **Funktion der Normung** - speziell im Bauwesen bzw. im konstruktiven Ingenieurbau und in der Geotechnik - und die **Motivation** für eine Beteiligung am Normenschaffen erläutert. Nach Deml (2009) sind es fünf Hauptfunktionen, die den Normen zugewiesen werden können: Die Ordnungs-, die Rationalisierungs-, die Informations-, die Vereinheitlichungs- und die Innovationsfunktion. Alle diese Aspekte wirken sich direkt oder indirekt auf die Wirtschaftlichkeit der Ingenieur- und Bauleistungen aus, weshalb ein vitales Interesse der betroffenen Kreise (Planer, Ausführende, Produkthersteller, Wissenschaft, Bauaufsicht und Behörden) an der Normung und am Normenschaffen besteht. Für alle europäischen Staaten und alle Bereiche der Technik ist heute die **europäische Normung** maßgebend. Dies gilt auch für das Bauwesen (Baustoffe, Bauprodukte und deren Prüfung) sowie die Planung von Tragwerken (konstruktiver Ingenieurbau und Geotechnik). Die Normung wird in den einzelnen Ländern zwar weiterhin durch die bisherigen Einrichtungen (z.B. das DIN e.V.) organisiert und

verwaltet, die inhaltlichen Festlegungen erfolgen aber in den entsprechenden europäischen Gremien und den nationalen Spiegelausschüssen. Die in das nationale Normenwerk übernommenen europäischen Normen unterliegen den nationalen rechtlichen Bestimmungen; die wichtigsten Aspekte dazu sind in Kapitel 2.4 zusammengestellt. In Kapitel 2.5 werden schließlich die Defizite der Normen diskutiert; die wichtigsten Kritikpunkte sind:

- der zu große Umfang der einzelnen Dokumente und des gesamten Normenwerks,
- die zu hohe Komplexität und fehlende Nachvollziehbarkeit der Verfahren,
- mangelnde Plausibilität der Konzepte (z.B. Teilsicherheitsbeiwerte),
- fehlender physikalischer Bezug einzelner Verfahren,
- ungeklärte Schnittstellen zwischen Normen,
- mangelnde Übersichtlichkeit und sprachliche Defizite.

Aufbauend auf diesen Analysen werden in Kapitel 3 die **Anforderungen** an moderne Tragwerksnormen definiert. Diese lassen sich unterteilen in allgemeine Anforderungen bezüglich Sicherheit, Vereinheitlichung, Rechtsverbindlichkeit und Qualitätssicherung sowie formale und inhaltliche Anforderungen wie Lesbarkeit, Einheitlichkeit, Nachvollziehbarkeit und Eindeutigkeit. Die Tragwerksnormen sollen die Rationalisierung des Planungsprozesses begünstigen, was durch eine Begrenzung des Arbeitsaufwands, eine Beschränkung auf die Regelung zwingender Notwendigkeiten, das Stärken der Eigenverantwortung des Anwenders und konsistent gehaltene Regelwerke ermöglicht werden kann.

### 6.3 Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen

Im zweiten Teil des Berichts (Kapitel 4) werden Empfehlungen zur Verbesserung der Tragwerksnormen gegeben. Diese beziehen sich zunächst auf die **Struktur der Tragwerksnormen**, d.h. die Unterteilung des Normenprogramms in Dokumentengruppen. Da sich das Konzept der Eurocodes in dieser Hinsicht bereits bewährt hat, kann es weitgehend übernommen werden. Im Sinne der Anwendungsfreundlichkeit sollten aber, abweichend davon, die entsprechenden Bestimmungen zu Brand und Erdbeben in die Gruppe der Einwirkungsnormen integriert und die Geotechniknorm (Bauwerke der Geotechnik) den anderen Bemessungsnormen gleichgestellt werden. Diese Struktur hat einen einfachen, logischen und übersichtlichen Aufbau, der die Beziehungen der Dokumente zueinander intuitiv erkennbar macht. Innerhalb der Bemessungsnormen sollte bei allen Bauweisen eine vierstufige Systematik eingehalten werden; damit ergeben sich folgende Teile:

- Allgemeine Bemessungsregeln (ggf. unterteilt in Hochbau, Brückenbau, usw.)
- Ergänzende Regeln (z.B. für spezielle Werkstoffe)
- Bemessung für den Brandfall
- Bemessung für Erdbebeneinwirkung

Die **Gliederung der einzelnen Normen** (Dokumente) sollte ebenfalls (weitgehend) vereinheitlicht werden. In Kapitel 4.2 wird für die Bemessungsnormen, wiederum in Anlehnung an die Eurocodes, folgende Kapitelfolge vorgeschlagen:

- 1) Geltungsbereich
- 2) Verständigung
- 3) Grundsätze
- 4) Baustoffe/Baugrund
- 5) Tragwerksanalyse
- 6) Bemessung
- 7) Konstruktive Durchbildung

In Kapitel 4.3 wird das **Sicherheitskonzept** diskutiert. Ausgangspunkt ist das mittlerweile in ganz Europa umgesetzte Konzept aus den Eurocodes. Die Nachweisführung und die Ermittlung der Bemessungswerte auf Einwirkungs- und Widerstandseite werden beschrieben und durch Beispiele illustriert. Darauf aufbauend werden folgende Empfehlungen gemacht:

- Die **Bemessungswerte der Einwirkungen** (z.B. Lasten) und Auswirkungen (z.B. Schnittgrößen) sollen entsprechend dem bekannten semiprobabilistischen Konzept mithilfe von Teilsicherheitsbeiwerten bestimmt werden.
- Um dennoch Vereinfachung in der Berechnung zu erzielen, sollte die Anzahl der Teilsicherheitswerte auf ein Minimum reduziert werden, speziell auch im Hinblick auf die Anwendung in verschiedenen Disziplinen.
- Als wesentliche Änderung wird empfohlen, die Kombinationsregeln für die Ermittlung der Bemessungswerte der Ein- und Auswirkungen generell zu vereinfachen (z.B. Verzicht auf die „häufige“ Lastfallkombination) und die zahlreichen Beiwerte durch einen universellen **Kombinationsbeiwert** zu ersetzen. Vergleichsrechnungen bestätigen, dass die Ergebnisse von einer solchen Vereinfachung kaum betroffen sind.
- Auch für die **Berechnung des Tragwiderstands** soll weiterhin das semiprobabilistische Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten benutzt werden. Da in den einzelnen Bemessungsnormen unterschiedliche Vorgehensweisen verwendet werden, wäre es besonders wichtig, dem Anwender diese Möglichkeiten an zentraler Stelle (in der Grundlagennorm) aufzuzeigen und zu erläutern. Zudem ist auf eine konsistente und konsequente Umsetzung des gewählten Vorgehens zu achten.
- Die (oftmals geforderte) Wiedereinführung des „globalen“ Sicherheitsbeiwerts kann nicht empfohlen werden, da ein solches Vorgehen keine wissenschaftliche Basis hat und nicht verallgemeinerbar ist. Ein „globaler“ Beiwert lässt sich nur für bestimmte Gruppen von Tragwerken oder Bemessungsaufgaben sinnvoll anwenden. Dem Anwender steht diese Möglichkeit der Vereinfachung aber selbstverständlich (heute schon) offen.

Den Analyse- und **Bemessungsverfahren** der Normen sollten möglichst einfache Modelle zugrunde liegen. Die wichtigsten Kriterien für die Wahl eines Verfahrens sind die physikalische Nachvollziehbarkeit, die Eindeutigkeit der erzielten Ergebnisse, die Angemessenheit von Umfang und Komplexität sowie die Berücksichtigung von Streuungen bzw. Unschärfen.

In Kapitel 4.5 werden redaktionelle Möglichkeiten zur Verbesserung von Normen aufgezeigt. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Formulierungen klar und verständlich sind und auf inhaltliche Selbstverständlichkeiten verzichtet wird. Formal können Verbesserungen bewirkt werden, indem typographische Differenzierungen vorgenommen werden. Weiterhin ist zu beachten, dass durch Hervorheben von sicherheitsrelevanten Passagen deren Wahrnehmung er-

leichtert wird. Die Lesbarkeit kann auch durch inhaltliche Hinweise bei Querverweisen verbessert werden. Grundsätzlich sollte der Detaillierungsgrad möglichst einheitlich gehalten werden, und lehr- oder fachbuchtypische Ausschweifungen sind zu vermeiden.

## 6.4 Empfehlungen zur Verbesserung des Normenschaffens

In Kapitel 5 wird die derzeitige **Organisation der Normungsarbeit** hinterfragt, und es werden Möglichkeiten der Professionalisierung des Normenschaffens aufgezeigt. Die Notwendigkeit der Professionalisierung ist in der Fachwelt unbestritten. Gemeint ist damit eine personelle und zeitliche Intensität der Beschäftigung mit der Normung, die dem Ziel und Anspruch gerecht wird. Dazu braucht es Vertreter der interessierten Kreise, insbesondere aus dem Umfeld der ausführenden Firmen und Ingenieurbüros, die gewillt und in der Lage sind, die entsprechende Arbeit zu leisten. Dass diese hoch qualifizierte Tätigkeit vergütet werden muss, versteht sich von selbst; die Zuarbeit zu Normen muss wie ein Ingenieurauftrag mit Pflichtenheft und fest vereinbarten Fristen für die Fertigstellung betrachtet und auch entsprechend vertraglich geregelt werden.

Für die Organisation der Zuarbeit bieten sich zwei grundsätzlich verschiedene Wege an; es sind dies das „Support-Modell“ und das „Verbände-Modell“:

- Beim **Support-Modell** (Normungsinitiative Praxis 1 bzw. **NIP-1**) tragen möglichst alle an der Normung interessierten Kreise zur Finanzierung eines Fonds bei. Jedem der Hauptnormungsausschüsse des DIN e.V. wird sodann ein Budget zur Verfügung gestellt, aus dem bei Bedarf Aufträge mit klar umrissener Aufgabenstellung an fachkundige Ingenieure vergeben werden können. Um diese Aufträge zu koordinieren, soll dauerhaft ein Geschäftsführer beschäftigt werden.

Insgesamt entspräche dieses Modell einer (professionellen) Erweiterung der bestehenden DIN-Ausschüsse. Als problematisch könnte sich der Umstand erweisen, dass nicht alle interessierten Kreise gleichermaßen beteiligt werden und die Ergebnisse interessenbezogen ausfallen könnten. Es ist fraglich, ob eine solche Organisation von allen Beteiligten finanziert werden würde.

- Beim sogenannten **Verbände-Modell** soll die Zuarbeit für die Normenausschüsse interessenorientiert von den Gruppen erfolgen, die am stärksten in ihrer Arbeit von den Normen betroffen sind, sie soll von diesen auch weitgehend eigenständig organisiert und finanziert werden.

Bei diesem Modell sind zwei Varianten denkbar, wovon die eine das sogenannten **übergreifende Verbände-Modell (NIP-2a)** ist. Hierfür gründen die von der Normung besonders betroffenen Gruppen bzw. ihre Verbände eine Organisationseinheit, in der die Zuarbeit zur Normung stattfinden soll. Die Mitarbeiter von NIP-2a werden von den Mitgliedsunternehmen für eine gewisse Zeitspanne entsandt oder werden eigens eingestellt; sie unterstehen dem Geschäftsführer. Für die Arbeit gilt das Solidaritätsprinzip, das besagt, dass alle Fachverbände die Arbeit, unabhängig davon, welches Themengebiet gerade schwerpunktmäßig bearbeitet wird, unterstützen. Die Definition der fachlichen und strategischen Leitlinien erfolgt in Abstimmung mit einem Lenkungsausschuss.

Eine weitere Möglichkeit stellt das **fachgruppenbezogene Verbände-Modell (NIP-2b)** dar. Um den doch sehr unterschiedlichen Interessen der Verbände Rechnung zu tragen, werden die Aktivitäten von NIP-2b dem Engagement der einzelnen Fachbereiche angepasst. Dies bedeutet, dass die Fachverbände lediglich diejenigen Aktivitäten mitfinanzieren, die in ihrem engeren Interessenbereich liegen. Die zeitlich befristeten Arbeiten werden von Mitarbeitern aus den Unternehmen erbracht; bei Bedarf können der Projektgruppe auch Externe beigelegt werden. Aus den Beiträgen der einzelnen Gruppen wird eine Umlage einbehalten, aus der ein hauptamtlicher Geschäftsführer bezahlt werden kann, der, gemeinsam mit dem Lenkungsausschuss, die Aktivitäten koordiniert.

Anzumerken ist, dass noch während der Bearbeitungszeit dieses Projekts (am 13. Januar 2011) die Initiative Praxisgerechte Regelwerke im Bauwesen e.V. (kurz: „PraxisRegelnBau“) gegründet wurde (Pressemitteilung des DBV vom 18.01.2011). Daran beteiligt sind zurzeit zehn Fach- und Planer-Verbände sowie die Bauindustrie und das Baugewerbe. Organisatorisch ist sie ähnlich wie NIP-2b aufgebaut.

Die Professionalisierung der Normung ist die wirkungsvollste Methode zur nachhaltigen Verbesserung der Regelwerke. Dadurch ist ein kontinuierliches Arbeiten auf hohem Niveau möglich, und die Normungsarbeit kann beschleunigt werden. Alle diese Aktivitäten sind in enger Abstimmung mit dem nationalen Normungsinstitut DIN e.V. durchzuführen, wobei zunächst eine gemeinsame Strategie für anwendungsfreundliche und praxistaugliche Dokumente entwickelt werden sollte. Mit Blick auf die europäische Normung empfiehlt es sich, möglichst langfristige und professionelle Engagements der deutschen Vertreter zu ermöglichen, da es vermehrt auch darum gehen wird, die nationalen Interessen über längere Zeiträume hinweg und möglichst qualifiziert zu vertreten.

## Literatur

- Barth et. al (2011) *Barth, U.; Braun, M.; Wehr, C.: Pfähle: Anwendung des EC7 bei Auslandsprojekten, Schriftenreihe des Lehrstuhls Baugrund-Grundbau der Technischen Universität Dortmund, Heft 30, Hrsg. A. Hettler, Dortmund 2011*
- Bayerlein (2008) *Bayerlein, W.: Zur Bedeutung von technischen Normen, Der Sachverständige, Beck Online, Heft 3, 2008*
- Bernhard et al. (2009) *Bernhard, M.; Mayr, N., Schrader, F.: Stiftförmige Verbindungsmittel des Holzbaus im Normenvergleich, Bautechnik, Ernst & Sohn, 86. Jg., Heft 10, 2009, S. 628-636*
- BVwerG (1997) *Bundesverwaltungsgericht: Beschluss vom 30.06.1996 – 4 B 175/196, NVwZ-RR 1997, 214, Beck Online*
- CEN (2004) *John Moore – chairman of CEN/TC 250/WG1: N 600 Rev1 – Guidelines for preparing EN Eurocode parts for submission to launch for formal vote*
- DBV (2009) *Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. – Beispiele zur Bemessung nach DIN 1045-1, Band 1: Hochbau, 3. Auflage, Januar 2009*
- Deml (2009) *Deml, H.-M.: Europarechtliche Anforderungen und Grenzen der technischen Normung, Shaker Verlag, Aachen 2009*
- DIN 820-1 (2009) *DIN 820-1 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Normungsarbeit – Teil 1: Grundsätze, Beuth Verlag, Berlin, Mai 2009*
- DIN 820-2 (2009) *DIN 820-2 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Normungsarbeit – Teil 2: Gestaltung von Dokumenten, Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2009*
- DIN 1045-1 (2008) *DIN 1045-1 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Beuth Verlag, Berlin, August 2005*
- DIN 1052 (2008) *DIN 1052 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau, Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2008*

- DIN 1054 (2005) *DIN 1054 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Beuth Verlag, Berlin, Januar 2005*
- DIN 1054 (2010) *DIN 1054 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2010*
- DIN 1055-4 (2005) *DIN 1055-4 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten, Beuth Verlag, Berlin, März 2005*
- DIN 1055-100 (2001) *DIN 1055-100 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Beuth Verlag, Berlin, März 2001*
- DIN-Akademie (2009) *DIN-Akademie: Basiswissen Normung, Beuth Verlag, Berlin 2009*
- DIN e.V. (2004) *Deutsches Institut für Normung e.V.: Die Deutsche Normenstrategie, Berlin 2004*
- DIN EN 1990 (2010) *DIN EN 1990 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Deutsche Fassung, Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2010*
- DIN EN 1992-1-1 (2011) *DIN EN 1992-1-1 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Deutsche Fassung, Beuth Verlag, Berlin, Januar 2011*
- DIN EN 1993-1-1 (2010) *DIN EN 1993-1-1 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Deutsche Fassung, Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2010*
- DIN EN 45020 (2007) *DIN EN 45020 – DIN Deutsches Institut für Normung e. V.– Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten – Allgemeine Begriffe, Dreisprachige Fassung, Beuth Verlag, Berlin, März 2007*
- EAB (2006) *Arbeitskreis Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, Ernst&Sohn, Berlin 2006*

- EA-Pfähle (2007) *Arbeitskreis Pfähle der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA-Pfähle, Ernst&Sohn, Berlin 2007*
- EAU (2004) *Arbeitsausschuss „Ufereinfassungen“ der Hafentechnischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ EAU, Ernst&Sohn, Berlin, 2004*
- Eibl et al. (2005) *Eibl, J., Pauser, A., Schambeck, H., Schlaich, J., Stiglat, K., Walther, R., Wolff, H.-J., Zellner, W.: Verantwortung und Ansehen der Bauingenieure – ein Aufruf, Stahlbau, Ernst & Sohn, 74. Jg. Heft 11, 2005, S.963-964.*
- Fingerloos (2005) *Fingerloos, F.: Erfahrungen mit der praktischen Anwendung der DIN 1045-1, Tagungsbericht zu VPI Tagung 33, Freudenstadt, 2005*
- Fingerloos (2010) *Fingerloos, F.: Der Eurocode 2 für Deutschland - Erläuterungen und Hintergründe, Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010) , Heft 6, S. 342-348.*
- Graubner et al. (2005) *Graubner, C.-A., Hausmann, G., Spengler, M.: Anmerkung zum Teilsicherheitskonzept bei schwingungsanfälligen Bauwerken, Massivbau in ganzer Breite - Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Zilch, Förderverein Massivbau der TU München e.V. (Hrsg.), Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin, 2005*
- Hartlieb et al. (2009) *Hartlieb B, Kiehl, P., Müller, N.: Normung und Standardisierung – Grundlagen, Beuth Verlag, Berlin 2009*
- Hertle (2009) *Hertle, R.: Zur Diskussion des Böenreaktionsfaktors G nach DIN 1055-4:2005, Bautechnik 86 (2009), Heft 10, S. 614-619*
- Litzner (2000) *Litzner, H.-U.: Harmonisierung der technischen Regeln in Europa - die Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau. Betonkalender 2000 (Band 2), Ernst & Sohn, 2000, pp. 55-81.*
- Lüchinger (2003) *Lüchinger, P.: Tragwerksanalyse und Bemessung. Einführung in die Normen SIA 260 und SIA 261. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Dokumentation SIA D 0181, Zürich. April 2003.*
- Marburger (1979) *Marburger, P.: Die Regeln der Technik im Recht, Carl Heymanns Verlag Kg, Berlin 1979*
- NABau (2008) *Normungsausschuss Bauwesen (NABau) des Deutschen Instituts für Normung e.V.: Leitfaden „Empfehlung für Normungsarbeiten im Bauwesen“, Berlin 2008*

- NABau (2010) *Normungsausschuss Bauwesen (NABau) des Deutschen Instituts für Normung e.V.: Ziele und Vorschläge des NA 005 BR-03 SO „Erarbeitung eines Konzepts zur Verbesserung der Anwendbarkeit von Normen in der Praxis“, unveröffentlicht, 2010*
- Reihlen (1974) *Reihlen, H.: Struktur und Arbeitsweise der Normenorganisationen westeuropäischer Nachbarstaaten, Beuth Verlag, Berlin 1974*
- Ritz et al. (1999): *Ritz, P., Sigrist, V., Alpiger, K.: Auswirkungen der CEN-Normen auf Projektierung und Ausführung von Kunstbauten in der Schweiz. Forschungsauftrag Nr. 93/97 des Bundesamtes für Strassen, Oktober 1999, 42 pp.*
- Scheffler (2010) *Scheffler M.: Zwischenruf: Ziele und Nutzen Technischer Standards, Bautechnik 87 (2010), Heft 6, S. 361 - 365*
- Schuppener (1999) *Schuppener, B.: Der aktuelle Bearbeitungsstand des EC7, 1999, unveröffentlicht*
- SIA 260 (2003) *SIA Norm 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich, 2003, 44 pp.*
- Sigrist (2009) *Sigrist, V.: Normen für den Konstruktiven Ingenieurbau. Beton- und Stahlbetonbau 104 (2009), Heft 4, S. 200-206.*
- SVB-Richtlinie (2003) *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie Selbstverdichtender Beton, 2003*
- Thünen (1997) *Zubke-von Thünen, T.: Technische Normung in Europa, Beiträge zum Europäischen Wirtschaftsrecht, Duncker & Humblot, Berlin 1997*

# Anhang A

## Gegenüberstellung der Kapitelbezeichnungen der Eurocodes 2 bis 7

Kap.	DIN-EN 1992-1-1:2004 Beton- und Stahlbetonbau	DIN EN 1993-1-1:2010 Stahlbau	DIN EN 1994-1-1:2004 Verbundbau	DIN EN 1995-1-1:2008 Holzbau	DIN EN 1996-1-1:2005 Mauerwerksbau	DIN EN 1997-1:2009 Grundbau
1	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines	Allgemeines
2	Grundlagen der Tragwerksplanung	Grundlagen für die Tragwerksplanung	Grundlagen der Tragwerksplanung	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion	Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung	Grundlagen der geotechnischen Bemessung
3	Baustoffe	Werkstoffe	Werkstoffe	Baustoffeigenschaften	Baustoffe	Geotechnische Unterlagen
4	Dauerhaftigkeit und Betondeckung	Dauerhaftigkeit	Dauerhaftigkeit	Dauerhaftigkeit	Dauerhaftigkeit	Bauüberwachung, Kontrollmessung und Instandhaltung
5	Ermittlung der Schnittgrößen	Tragwerksberechnung	Tragwerksberechnung	Grundlagen der Berechnung	Ermittlung der Schnittkräfte	Schüttung, Wasserhaltung, Bodenverbesserung und Bodenbewehrung
6	Nachweise GzT	GzT	GzT	GzT	GzT	Flächen Gründungen
7	Nachweise GzG	GzG	GzG	GzG	GzG	Pfahlgründungen
8	Allgemeine Bewehrungsregeln		Verbundanschlüsse in Tragwerken des Hochbaus	Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln	Bauliche Durchbildung	Verankerungen
9	Konstruktionsregeln		Verbunddecken mit Profiblechen für Tragwerke des Hochbaus	Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke	Ausführung	Stützbauwerke
10	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen		Ausführung und Gesamtstandicherheit	Überwachung		Hydraulisch verursachtes Versagen
11	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Leichtbeton					
12	Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton		Erddämme			

## Anhang B

### Beispielhafte Inhaltsverzeichnisse

In den folgenden Inhaltsverzeichnissen werden die Inhalte aktueller nationaler Normen beispielhaft den Kapiteln der empfohlenen Einheitsgliederung zugeordnet. Es werden nur die Allgemeinen Bemessungsregeln (Teil 1.1) betrachtet. Für mit \* gekennzeichnete Felder ist eine Zuordnung nicht eindeutig möglich. Ihr Inhalt wird in Kap. 4.2.3 erläutert.

#### Betonbau

Kap.	Betonbau (Inhalte aus DIN 1045-1:2008-08)
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Anwendungsbereiche
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen, SI-Einheiten
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	*
3.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	Sicherheitskonzept : - Allgemeines - Bemessungswert des Tragwiderstands - GzT: Allgemeines, Sicherstellen eines duktilen Bauteilverhaltens, Teilsicherheitsbeiwerte; Kombinatorik - GzG: Allgemeines, Kombinatorik, Anforderungsklassen
3.4 Dauerhaftigkeit	Sicherstellung der Dauerhaftigkeit: Expositionsklassen, Mindestbetondeckung
3.5 Konstr. Durchbildung	*
<b>4 Baustoffe/Baugrund</b>	Baustoffe: - Allgemeines - Beton: Allg., Eigenschaften, Spannungs-Dehnungslinien - Betonstahl: Allg., Eigenschaften, Spannungs-Dehnungslinien - Spannstahl: Allg., Eigenschaften, Spannungs-Dehnungslinien
<b>5 Tragwerksanalyse</b>	
5.1 Allgemeines	*
5.2 Einwirkungen u. Auswirkungen	Aufgezwungene und behinderte Verformung
5.3 Tragwerksmodelle	Tragwerksmodelle: - Geometrische Imperfektionen - Idealisierung - Mitwirkende Breite/Lastausbreitung - Stabilitätsversagen (Th.II.O., Kippen) - vorgespannte Tragwerke
5.4 Berechnungsverfahren	Berechnungsverfahren: - Elastizitätstheorie - Plastizitätstheorie - nichtlineare Verfahren

<b>6</b>	<b>Bemessung</b>	
6.1	Bemessungswerte	*
6.2	Nachweise der Tragfähigkeit	GzT: - Biegung - Querkraft - Schub - Torsion - Durchstanzen - Stabwerkemodelle - Ermüdung
6.3	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	GzG: - Begrenzung der Spannungen - Rissbreiten - Verformungen
<b>7</b>	<b>Konstruktive Durchbildung</b>	
7.1	Allg. Konstruktionsregeln	Grundsätze: Bewehrungsführung
7.2	Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke	Konstruktionsregeln: - Biegebeanspruchte Bauteile (Duktilitätsbewehrung) - Balken und Plattenbalken - Platten - Druckglieder - Betonfertigteile - vorgespannte Bauteile

## Stahlbau

Kap.	Stahlbau (Inhalte aus DIN 18800-1:2008-11)
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Anwendungsbereiche
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen, SI-Einheiten
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	*
3.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	Nachweise: el-el, el-pl, pl-pl, Lagesicherheit Sicherheitskonzept: - GzT: Einwirkungen, Widerstände - GzG: Einwirkungen, Widerstände
3.4 Dauerhaftigkeit	Nachweis der Dauerhaftigkeit
3.5 Konstr. Durchbildung	*
<b>4 Baustoffe/Baugrund</b>	Werkstoffe: - Stahlbauteile (Eigenschaften, Spannungs- Dehnungslinien)
<b>5 Tragwerksanalyse</b>	
5.1 Allgemeines	*
5.2 Einwirkungen u. Auswirkungen	Annahme für Einwirkungen
5.3 Tragwerksmodelle	Tragwerksmodelle - Geometrische Imperfektionen (Stäbe) - Modellansätze (einteilige Stäbe / mehrteilige Stäbe / Stabwerke) - Lastausbreitung
5.4 Berechnungsverfahren	Berechnungsverfahren: - Elastisch - Plastisch
<b>6 Bemessung</b>	
6.1 Bemessungswerte	Bemessungswerte: Kombinierte Beanspruchungen
6.2 Nachweise der Tragfähigkeit	GzT: <u>Bauteile</u> - Einteilige Stäbe (Spannungsnachweis, Knicken, Drillknicken, ..) - Mehrteilige einfeldrige Stäbe (Spannungsnachweis, Knicken, Drillknicken) - Stabwerke - Bogenträger - Dünnwandige Querschnitt
6.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	GzG: - Allgemeines - Verformung
<b>7 Konstruktive Durchbildung</b>	
7.1 Allg. Konstruktionsregeln	Grundsätze: Mindestdicken, Krafteinleitung
7.2 Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke	Bauteilbezogene Konstruktionsregeln - Stäbe (Mehrteilige Stäbe, Stabwerke)

Es ist anzumerken, dass die Allgemeinen Bemessungsregeln im Stahlbau aufgrund ihres Umfangs in Teile gegliedert werden sollten. In der oben dargestellten Tabelle werden nur die Inhalte des Teils 1.1.1. „Allgemeine Bemessungsregeln – Stabförmige Bauteile“ behandelt.

## Verbundbau

<b>Kap.</b>	<b>Verbundbau (Inhalte aus DIN 18800-4:2008-11)</b>
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Allgemeine Angaben
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen, SI-Einheiten
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	*
3.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	Nachweise: Elastisch, Vollplastisch (Klassifizierung von Querschnitten) Sicherheitskonzept: - Allgemeines - Bemessungswert des Tragwiderstands - GzT - GzG
3.4 Dauerhaftigkeit	Dauerhaftigkeit
3.5 Konstr. Durchbildung	*
<b>4 Baustoffe/Baugrund</b>	Werkstoffe: (Verweise)
<b>5 Tragwerksanalyse</b>	
5.1 Allgemeines	*
5.2 Einwirkungen u. Auswirkungen	Annahme für Einwirkungen
5.3 Tragwerksmodelle	Tragwerksmodelle - Einflüsse aus Tragwerksverformungen und Imperfektionen - Mittragende Gurtbreite
5.4 Berechnungsverfahren	Berechnungsverfahren: - Elastisch - Plastisch
<b>6 Bemessung</b>	
6.1 Bemessungswerte	*
6.2 Nachweise der Tragfähigkeit	GzT: - Verbundträger (Querschnittstragfähigkeit, Biegedrillknicken, Verbundsicherung) - Verbundstützen - Verbunddecken - Ermüdung
6.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	GzG: - Verbundträger (Spannungsbegrenzung, Rissbreiten, Mindestbewehrung, Verformungen, Schwingungsverhalten) - Verbundstützen - Verbunddecken
<b>7 Konstruktive Durchbildung</b>	
7.1 Allg. Konstruktionsregeln	*
7.2 Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke	Konstruktionsregeln: - Verbundträger - Verbundstützen - Verbunddecken

## Holzbau

<b>Kap.</b>	<b>Holzbau (Inhalte aus DIN 1052-1:2008-12)</b>
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Allgemeine Angaben
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen, SI-Einheiten
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	Holz - Nutzungsklassen - Ausgleichsfeuchten - Schwind- und Quellmaße
3.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	- Klassen der Lasteinwirkungsdauer - Modifizierte Baustoffeigenschaften Sicherheitskonzept: - GzT: Einwirkungen, Widerstände - GzG: Einwirkungen, Widerstände
3.4 Dauerhaftigkeit	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit - Holz und Holzwerkstoffe - Metallische Bauteile
3.5 Konstr. Durchbildung	*
<b>4 Baustoffe/Baugrund</b>	Baustoffe: - Vollholz - Brettschichtholz - Balkenschichtholz - Furnierschichtholz - Brettsperrholz - Sperrholz - OSB-Platten - Kunstharzgebundenen Spanplatten - Zementgebundenen Spanplatten - Faserplatten - Gipskartonplatten
<b>5 Tragwerksanalyse</b>	
5.1 Allgemeines	*
5.2 Einwirkungen u. Auswirkungen	*
5.3 Tragwerksmodelle	- Geometrische Imperfektionen
5.4 Berechnungsverfahren	Berechnungsverfahren: - Stäbe (linear-el, nichtlinear-el.) - Verbundträger - Scheibenbeanspruchte Tafeln - Stabtragwerke - Flächentragwerke

<b>6</b>	<b>Bemessung</b>	
6.1	Bemessungswerte	*
6.2	Nachweise der Tragfähigkeit	GzT: - Querschnittstragfähigkeit - Ersatzstabverfahren - Gekrümmte Träger - Zusammengesetzte Bauteile - Scheibenbeanspruchung von Tafeln - Flächentragwerke - Verbindungen (stiftförmige metallische Verbindungen, zimmermannmäßige Verbindungen, sonstige mechanische Verbindungen) - Klebungen
6.3	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	GzG: - Verformungen - Schwingungen
<b>7</b>	<b>Konstruktive Durchbildung</b>	
7.1	Allg. Konstruktionsregeln	*
7.2	Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke	Konstruktionsregeln: Baustoffe - Vollholz - Brettschichtholz - Balkenschichtholz - Furnierschichtholz - Brettsperrholz - Sperrholz - OSB-Platten - Kunstharzgebundenen Spanplatten - Zementgebundenen Spanplatten - Faserplatten - Gipskartonplatten (Bauteile) (Verbindungsmittel)

## Mauerwerksbau

<b>Kap.</b>	<b>Mauerwerksbau</b> (Inhalte aus DIN 1053-1:1996-11, DIN 1053-100:2007-09)
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	*
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	*
3.3 Tragwerksanalyse u. Bemessung	Sicherheitskonzept: - GzT: Einwirkungen, Widerstände - GzG: *
3.4 Dauerhaftigkeit	*
3.5 Konstr. Durchbildung	*
<b>4 Baustoffe/Baugrund</b>	Baustoffe: - Mauersteine - Mauermörtel - Naturstein
<b>5 Tragwerksanalyse</b>	
5.1 Allgemeines	*
5.2 Einwirkungen und Auswirkungen	Einwirkungen - Wind - Zwängungen
5.3 Tragwerksmodelle	- Auflagerkräfte aus Decke - Knotenmomente - Mitwirkende Breite von zusammengesetzten Querschnitten
5.4 Berechnungsverfahren	Berechnungsverfahren: - Vereinfachte Verfahren - Genauere Berechnungsverfahren - Grundlagen für Berechnung der Formänderung
<b>6 Bemessung</b>	
6.1 Bemessungswerte	*
6.2 Nachweise der Tragfähigkeit	GzT: Vereinfachte Verfahren - Zentrischer und exzentrischer Druck - Knicken - Teilflächenpressung - Zug- und Biegezug - Schub - Kellerwände Genauere Verfahren - Zentrischer und exzentrischer Druck - Knicken - Teilflächenpressung - Zug- und Biegezug - Schub
6.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	*

<b>7</b>	<b>Konstruktive Durchbildung</b>	
7.1	Allg. Konstruktionsregeln	*
7.2	Konstruktionsregeln für Bauteile/Bauwerke	Bauteil und Konstruktionsdetails - Wandarten, Wanddicken - Ringanker und Ringbalken - Schlitze und Aussparungen - Außenwände - Gewölbe und Bogen

## Geotechnik

### Teil 1.1.1 „Allgemeine Bemessungsregeln“

Kap.	Baugrund (Inhalte aus DIN 1054:2005-01)
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Anwendungsbereich
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	Normative Verweisungen
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	Begriffe
2.2 Formelzeichen	Formelzeichen
<b>3 Grundsätze</b>	
3.1 Allgemeines	*
3.2 Baustoffe/Baugrund	Geotechnische Untersuchungen
3.3 Systemanalyse u. Bemessung	Sicherheitsnachweise: - GzT: Teilsicherheitsbeiwerte, Varianten der Nachweisführung, Duktilität des Gesamtsystems - GzG:
3.4 Dauerhaftigkeit	(vgl. DIN EN 1997-1: Instandhaltung) Dauerhaftigkeit der im Baugrund eingesetzten Baustoffe: Beton, Stahl, Holz, (Geo)Kunststoffe
3.5 Konstr. Maßnahmen	-
<b>4 Baugrund</b>	Arten des Baugrunds: - Nichtbindige Böden - Bindige Böden - Organische und organogene Böden - Geschüttete Böden Charakteristische Werte von Bodenkenngrößen - Tragfähigkeit (Scherfestigkeit) - Verformbarkeit (Steifemodul) - Durchlässigkeit (k-Wert)

Die "Allgemeinen Regeln" der Geotechnik (Teil 1.1.1) umfassen lediglich die Kapitel 1 bis 4. Die Inhalte der Norm-Kapitel 5 bis 7 beziehen sich auf eine spezifische Bauaufgabe bzw. eine spezielle geotechnische Problemstellung und erscheinen folglich in den Teilen 1.1.2 bis 1.1.6 (siehe Kapitel 4.1.7, Tabelle 4.4).

Nachfolgend wird für den Teil „Flach- und Flächengründungen“ (Teil 1.1.2) beispielhaft eine Inhaltsübersicht gegeben.

### Teil 1.1.2 „Flach- und Flächengründungen“

Kap.	Baugrund (Inhalte aus DIN 1054:2003-01)
<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Abgrenzungen	Abgrenzungen und Schutzanforderungen
1.2 Voraussetzungen	*
1.3 Verweisungen	*
1.4 Ausnahmen	*
<b>2 Verständigung</b>	
2.1 Fachausdrücke	*
2.2 Formelzeichen	*

<b>3</b>	<b>Grundsätze</b>	
3.1	Allgemeines	*
3.2	Baustoffe/Baugrund	Untersuchungen
3.3	Systemanalyse u. Bemessung	(Verweis auf Teil 1.1.1)
3.4	Dauerhaftigkeit	*
3.5	Konstr. Maßnahmen	- Schutz der Gründung vor Frost - Vorbereitung der Gründungssohle
<b>4</b>	<b>Baugrund</b>	(Verweis auf Teil 1.1.1)
<b>5</b>	<b>Tragwerksanalyse</b>	
5.1	Allgemeines	*
5.2	Einwirkungen und Auswirkungen	Einwirkungen und Beanspruchungen in der Sohlfläche
5.3	Tragwerksmodelle	Bodenreaktionen und Bodenwiderstände
5.4	Berechnungsverfahren	- Berechnung des Grundbruchwiderstand bei Flachgründungen (Inhalte von DIN 4017 einfügen) - Setzungsberechnungen (Inhalte von DIN 4019 einfügen)
<b>6</b>	<b>Bemessung</b>	
6.1	Bemessungswerte	*
6.2	Nachweise der Tragfähigkeit	- Nachweis der Sicherheit gegen Kippen - Nachweis der Grundbruchsicherheit - Nachweis der Gleitsicherheit - Nachweis gegen Materialversagen
6.3	Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	- Zulässige Lager der Sohldruckresultierenden - Verschiebung in der Sohlfläche - Setzungen - Verdrehungen
<b>7</b>	<b>Konstruktive Maßnahmen</b>	
7.1	Allg. Konstruktionsregeln	- Sauberkeitsschicht - Bewehrungsführung und Überdeckung - Abdichtung - Wärmedämmung

## Anhang C

### Einfluss der Begleiteinwirkungen

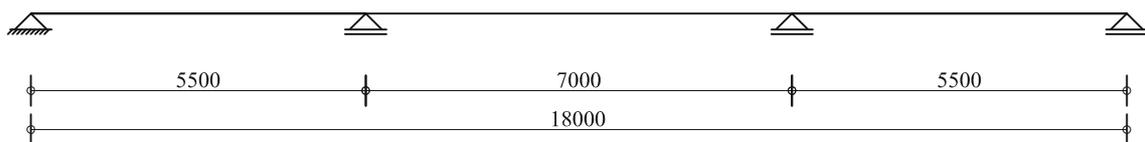
Mit den folgenden Beispielrechnungen soll der Einfluss der Begleiteinwirkungen auf die Beanspruchungen bzw. die Bemessung untersucht werden. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, werden übliche Konstruktionen des Hoch- und Brückenbaus gewählt. Die angesetzten Einwirkungen und deren Größen stellen realistische Konfigurationen dar.

Die Bemessungslasten werden anhand der Kombinationsregeln, Teilsicherheitsbeiwerten und Kombinationsbeiwerten nach DIN 1055-100 bzw. dem DIN Fachbericht 101 gebildet.

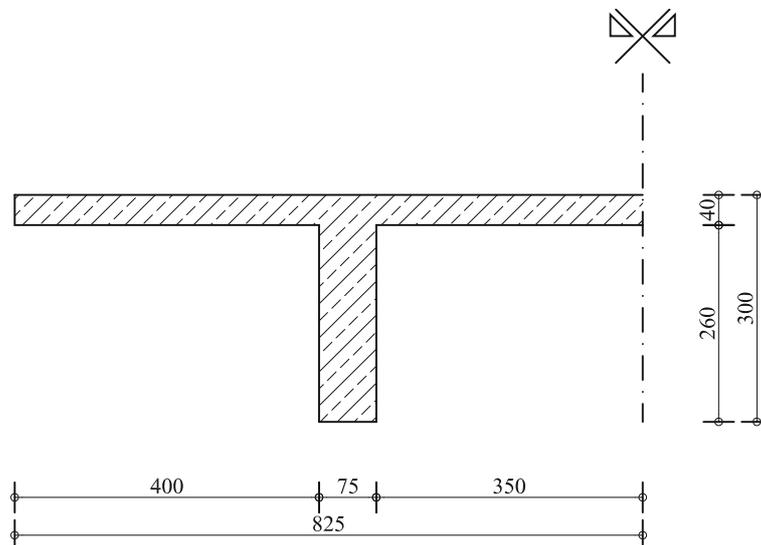
Zusätzlich werden die Bemessungslasten anhand der vereinfachten Kombinationsregeln (siehe Kap. 4.3.3) ermittelt. Die Ergebnisse werden miteinander verglichen.

### Beispiel C1: Stahlbetonbrücke

#### System



#### QS



#### Baustoffe

Beton:  
C30/37

Betonstahl:  
Bst 500

Spannstahl:  
St 1570/1770

## Belastung

EG:

$$\begin{aligned}g_k &= 131,3 \text{ kN/m} \\ \Delta g_k &= 30 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Vorspannung:

Parabolischer Spanngliedverlauf, Spannglieder mit nachträglichem Verbund  
SUSPA Litzenspannlitzenverfahren 150 mm<sup>2</sup>, Typ 6-22

$$A_p = 3300 \text{ mm}^2$$

Anzahl der Spannglieder je Steg:

$$\text{Feldbereich: } n = 2$$

$$\text{Stützbereich: } n = 3$$

Verkehr:

$$\begin{aligned}\text{UDL: } q_{\text{UDL},k} &= 8,25\text{m} \cdot 5,0 \text{ kN/m}^2 &= 41,3 \text{ kN/m (vereinfacht)} \\ \text{TS: } Q_{\text{TS1},k} &= Q_{\text{TS2},k} &= 400 \text{ kN (vereinfacht)}\end{aligned}$$

Temperatur, über QS konstant:

$$\begin{aligned}\Delta T_{\text{N,neg}} &= -27 \text{ K} \\ \Delta T_{\text{N,pos}} &= 27 \text{ K}\end{aligned}$$

Temperatur, linear über QS veränderlich:

$$\begin{aligned}\Delta T_{\text{M,neg}} &= -13 \text{ K} \\ \Delta T_{\text{M,pos}} &= 18 \text{ K}\end{aligned}$$

Setzung:

$$s_{\text{möglich}} = 20 \text{ mm}$$

## Kombinationsbeiwerte

Gemäß DIN Fachbericht 101:

Einwirkung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1'}$
Verlasten (LM1), UDL	0,40	0,40	0,2	0,8
Verlasten (LM1), TS	0,75	0,75	0,2	0,8
Temperatur	0,8	0,6	0,5	0,8

Die Setzung stellt keine veränderliche Einwirkung dar und besitzt somit auch keinen Kombinationsbeiwert.

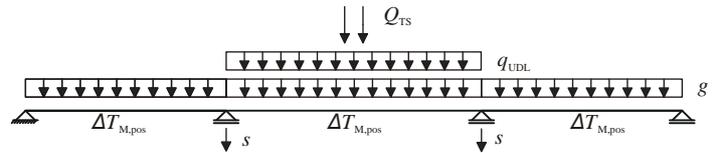
Gemäß empfohlener Vereinfachung:

$$\psi_{\text{uni}} = 0,7$$

## Bemessungsschnittgrößen

Moment im Innenfeld:

maßgebende Lastfallstellung



Charakteristische Ergebnisschnittgrößen:

$$\begin{aligned}
 M_{p,k} &= -19703 \text{ kNm} \\
 M_{g,k} &= 34590 \text{ kNm} \\
 M_{q,UDL,k} &= 14217 \text{ kNm} \\
 M_{Q,TS,k} &= 9168 \text{ kNm} \\
 M_{T,k} &= 5603 \text{ kNm} \\
 M_{s,k} &= 752 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Bemessungswerte:

→ Leiteinwirkung: Verkehr

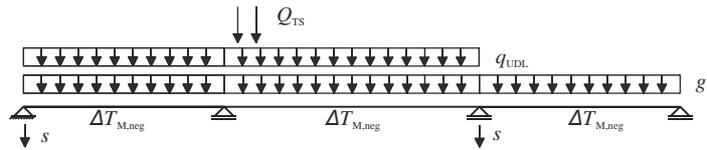
Kombination	DIN FB 101	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$M_d = 1,0 \cdot -19703 + 1,35 \cdot 34590 + 1,5 \cdot (14217 + 9168) + 1,5 \cdot 0,8 \cdot 5603 + 1,5 \cdot 752$ $= 69923 \text{ kNm}$	$M_d = 1,0 \cdot -19703 + 1,35 \cdot 34590 + 1,5 \cdot (14217 + 9168) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 5603 + 1,5 \cdot 752$ $= 69082 \text{ kNm}$
GzG: selten	$M_{d, \text{rare}} = -19703 + 34590 + (14217 + 9168) + 0,8 \cdot 5603 + 752$ $= 43506 \text{ kNm}$	$M_{d, \text{rare}} = -19703 + 34590 + (14217 + 9168) + 0,7 \cdot 5603 + 752$ $= 42946 \text{ kNm}$
GzG: quasi-ständig:	$M_{d, \text{perm}} = -19703 + 34590 + (0,20 \cdot 14217 + 0,2 \cdot 9168) + 0,5 \cdot 5603 + 752$ $= 23118 \text{ kNm}$	$M_{d, \text{perm}} = -19703 + 34590 + 0,7/2 \cdot [(14217 + 9168) + 5603] + 752$ $= 25785 \text{ kNm}$

Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN Fachbericht 101		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kNm]
	$M_d$ [kNm]	Anteil der Begleitwirkungen [kNm]	$M_d$ [kNm]	
GzT: ständig	69923	6724 (10% von $M_d$ )	69082	840 (1%)
GzG: selten	43506	4482 (10% von $M_d$ )	42946	560 (1%)
GzG: quasi-ständig	23118	2802 (12% von $M_d$ )	25785	2667 (12%)

Querkraft am Auflager:

maßgebende Lastfallstellung



Charakteristische Ergebnisschnittgrößen:

$$V_{p,k} = -2555 \text{ kN}$$

$$V_{g,k} = 5643 \text{ kN}$$

$$V_{q,UDL,k} = 1580 \text{ kN}$$

$$V_{Q,TS,k} = 800 \text{ kN}$$

$$V_{T,k} \cong 0 \text{ kN}$$

$$V_{s,k} = 68 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

→ Leiteinwirkung: Verkehr

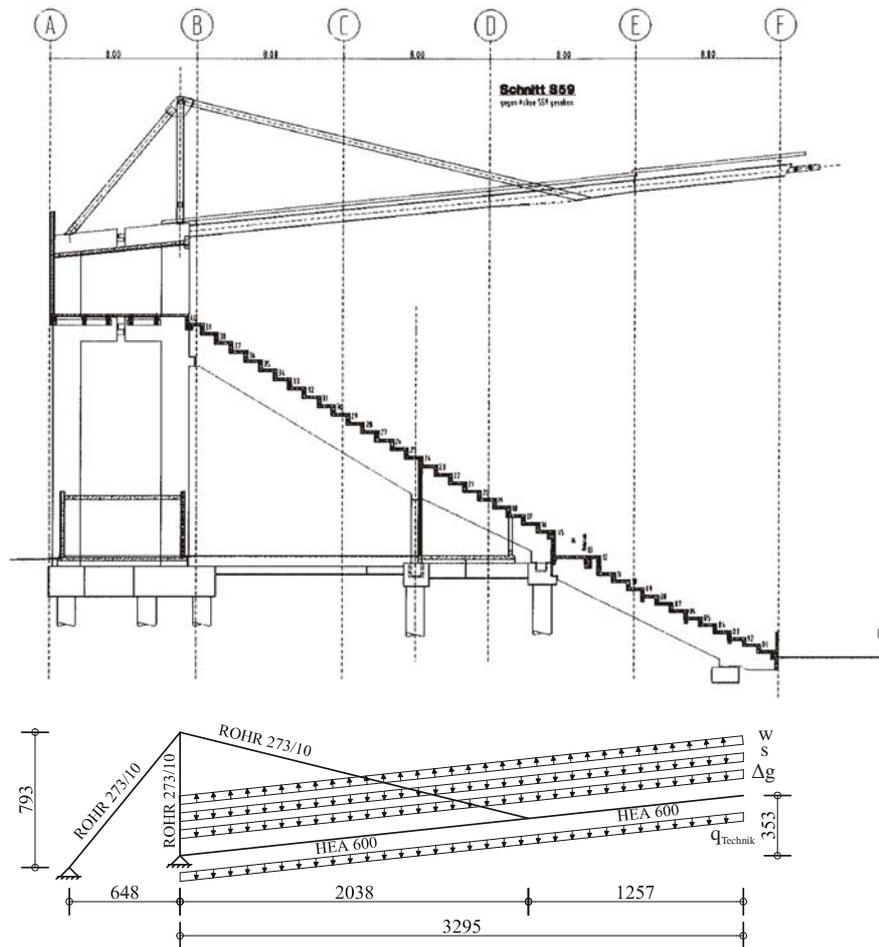
Kombination	DIN FB 101	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$V_d = 1,0 \cdot -2555 + 1,35 \cdot 5643 + 1,5 \cdot (1580 + 800) + 1,5 \cdot 68$ $= 8735 \text{ kN}$	$V_d = 1,0 \cdot -2555 + 1,35 \cdot 5643 + 1,5 \cdot (1580 + 800) + 1,5 \cdot 68$ $= 8735 \text{ kN}$
GzG: selten	$V_{d, \text{rare}} = -2555 + 5643 + (1580 + 800) + 68$ $= 5536 \text{ kN}$	$V_{d, \text{rare}} = -2555 + 5643 + (1580 + 800) + 68$ $= 5536 \text{ kN}$
GzG: quasi-ständig	$V_{d, \text{perm}} = -2555 + 5643 + (0,20 \cdot 1580 + 0,2 \cdot 800) + 68$ $= 3632 \text{ kN}$	$V_{d, \text{perm}} = -2555 + 5643 + 0,7/2 \cdot (1580 + 800) + 68$ $= 3989 \text{ kN}$

Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN Fachbericht 101		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kN]
	$V_d$ [kN]	Anteil der Begleiteinwirkungen [kN]	$V_d$ [kN]	
GzT: ständig	8735	0 (0% von $V_d$ )	8735	0 (0%)
GzG: selten	5536	0 (0% von $V_d$ )	5536	0 (0%)
GzG: quasi-ständig	3632	0 (0% von $V_d$ )	3989	357 (10%)

## Beispiel C2: Stadionsdach

### System



### Material

Baustahl:  
S 355

### Belastung

EG:

$$g_k \rightarrow \text{Wird programmintern bestimmt.}$$

$$\Delta g_k = 0,34 \text{ kN/m}^2 \cdot 8\text{m} = 2,8 \text{ kN/m}$$

Techniklast (Nutzlasten, Kategorie E):

$$q_{\text{Technik,k}} = 0,15 \text{ kN/m}^2 \cdot 8\text{m} = 1,2 \text{ kN/m}$$

Schnee:

$$s_k = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 8\text{m} = 4,2 \text{ kN/m}$$

Wind:

$$w_k = 0,83 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 \cdot 8\text{m} = -5,3 \text{ kN/m (Sog)}$$

## Kombinationsbeiwerte

Gemäß DIN 1055-100:

Einwirkung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nutzlasten, Kategorie E	1,0	0,9	0,8
Schneelasten	0,5	0,2	0
Windlasten	0,6	0,5	0

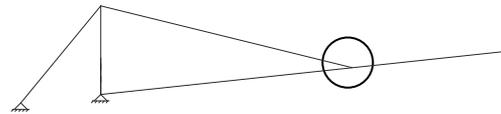
Gemäß empfohlener Vereinfachung:

$$\psi_{\text{uni}} = 0,7$$

## Bemessungsschnittgrößen

HEA 600: Stützmoment

Ergebnisschnittgrößen:



$$\begin{aligned} M_{g,k} &= -363 \text{ kNm} \\ M_{d,k} &= -95 \text{ kNm} \\ M_{s,k} &= -334 \text{ kNm} \\ M_{w,k} &= 423 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Bemessungswert:

→ Leiteinwirkung: Schnee, Wind wirkt günstig

Kombination	DIN FB 101	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$M_d = 1,35 \cdot (-363) + 1,5 \cdot (-334) + 1,5 \cdot 1,0 \cdot (-95)$ $= -1134 \text{ kNm}$	$M_d = 1,35 \cdot (-363) + 1,5 \cdot (-334) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (-95)$ $= -1091 \text{ kNm}$

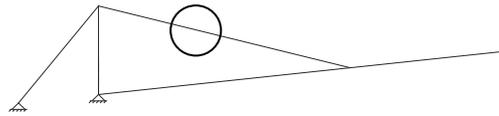
Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN 1055-100		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kNm]
	$M_d$ [kNm]	Anteil der Begleitwirkungen [kNm]	$M_d$ [kNm]	
GzT: ständig	1134	143 (12% von $M_d$ )	1091	43 (4%)

Rohr 273/10: Normalkraft

Ergebnisschnittgrößen:

$$\begin{aligned} N_{g,k} &= 375 \text{ kN} \\ N_{q,k} &= 93 \text{ kN} \\ N_{s,k} &= 326 \text{ kN} \\ N_{w,k} &= -414 \text{ kN} \end{aligned}$$



Bemessungswert der Zugkraft:

→ Leiteinwirkung: Schnee, Wind wirkt günstig

Kombination	DIN 1055-100	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$N_d = 1,35 \cdot 375 + 1,5 \cdot 326 + 1,5 \cdot 1,0 \cdot 93$ $= 1134 \text{ kN}$	$N_d = 1,35 \cdot 375 + 1,5 \cdot 326 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 93$ $= 1093 \text{ kN}$

Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN 1055-100		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kN]
	$N_d$ [kN]	Anteil der Begleiteinwirkungen [kN]	$N_d$ [kN]	
GzT: ständig	1134	140 (12% von $N_d$ )	1093	41 (4%)

Bemessungswert der Druckkraft:

→ Leiteinwirkung: Wind, Schnee- und Nutzlast wirken günstig

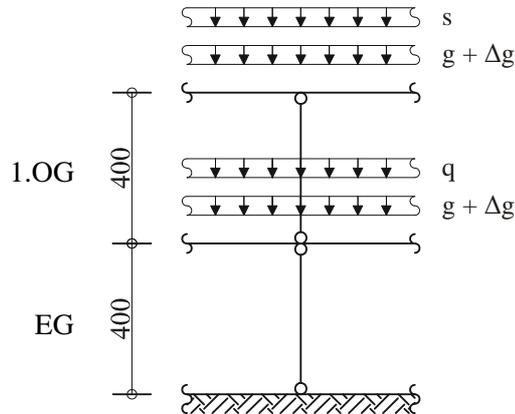
Kombination	DIN 1055-100	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$N_d = 1,0 \cdot 375 + 1,5 \cdot (-414)$ $= -246 \text{ kN}$	$N_d = 1,0 \cdot 375 + 1,5 \cdot (-414)$ $= -246 \text{ kN}$

Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN 1055-100		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kN]
	$N_d$ [kN]	Anteil der Begleiteinwirkungen [kN]	$N_d$ [kN]	
GzT: ständig	-246	0 (0% von $N_d$ )	-246	0 (0%)

### Beispiel C3: Innenstütze in einem zweistöckigen Bürobau

#### System



#### QS

$$b/h = 30/30 \text{ cm}$$

#### Material

Beton: C25/30  
 Betonstahl: BSt 500

#### Belastung

Lasteinzugsfläche:  $A = 64 \text{ cm}^2$

1.OG:

$$\begin{aligned} G_{\text{Stütze,k}} &= 4 \text{ m} \cdot (0,3 \text{ m})^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 9 \text{ kN} \\ g_{\text{Decke,k}} + \Delta g_{\text{Decke,k}} &= 9 \text{ kN/m}^2 \\ s_k &= 0,8 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

EG:

$$\begin{aligned} G_{\text{Stütze,k}} &= 4 \text{ m} \cdot (0,3 \text{ m})^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 9 \text{ kN} \\ g_{\text{Decke,k}} + \Delta g_{\text{Decke,k}} &= 10 \text{ kN/m}^2 \\ q_k &= 2,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### Kombinationsbeiwerte

Gemäß DIN 1055-100:

Einwirkung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nutzlasten, Kategorie B	0,7	0,5	0,3
Schneelasten	0,5	0,2	0

Gemäß empfohlener Vereinfachung:

$$\psi_{\text{uni}} = 0,7$$

## Bemessungsschnittgrößen

### Normalkraft in Stützen EG

Ergebnisschnittgrößen:

$$\begin{aligned} N_{g,k} &= -1234 \text{ kN} \\ N_{s,k} &= -51 \text{ kN} \\ N_{q,k} &= -176 \text{ kN} \end{aligned}$$

Bemessungswert:

→ Leiteinwirkung: Nutzlasten

Kombination	DIN 1055-100	Vereinfachtes Konzept
GzT: ständig	$N_d = 1,35 \cdot (-1234) + 1,5 \cdot (-176) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot (-51)$ $= -1968 \text{ kN}$	$N_d = 1,35 \cdot (-1234) + 1,5 \cdot (-176) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (-51)$ $= -1983 \text{ kN}$

Gegenüberstellung der Ergebnisse:

Kombination	Ergebnisse nach DIN 1055-100		Ergebnisse nach Vereinfachung	Differenz der Bemessungswerte [kN]
	$N_d$ [kN]	Anteil der Begleiteinwirkungen [kN]	$N_d$ [kN]	
GzT: ständig	-1968	38 (2% von $N_d$ )	-1983	15 (1%)

## Fazit der Beispielrechnungen

Man kann bei allen Beispielrechnungen erkennen, dass die Begleiteinwirkungen, unabhängig von der Bemessungssituation, nur einen kleinen Anteil der Bemessungswerte ausmachen. In den Berechnungen beträgt der Einfluss maximal 12% (siehe Beispielrechnung C2, GzT). Daraus lässt sich folgern, dass der Einfluss der Größe des Kombinationsbeiwertes auf das Ergebnis oftmals vernachlässigbar ist. Zurückzuführen ist dies darauf, dass die Begleiteinwirkungen gegenüber den Eigenlasten und Leiteinwirkungen oftmals gering sind. Die Berücksichtigung von sich nur unwesentlich unterscheidenden Kombinationsbeiwerten ist deshalb wenig sinnvoll.

Die Gegenüberstellungen machen zudem deutlich, dass die Ergebnisse nach dem empfohlenen vereinfachten Konzept mit dem universellen Kombinationsbeiwert  $\psi_{uni}$  nur geringfügig von denen des aktuell gültigen Konzepts abweichen. Maximal tritt ein Unterschied von 10% auf.

Da die Beispiele nur eine kleine Auswahl möglicher Berechnungskonfigurationen abdecken, können die Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Gerade bei großen Tragwerksmodellen (z.B. FE-Modelle gesamter Tragwerke) könnte der Einfluss der Begleiteinwirkungen einen größeren Stellenwert haben. Dennoch wird davon ausgegangen, dass die empfohlenen Vereinfachungen (bei geringerem Aufwand) in der Regel gleichwertige Ergebnisse liefern.

## Anhang D

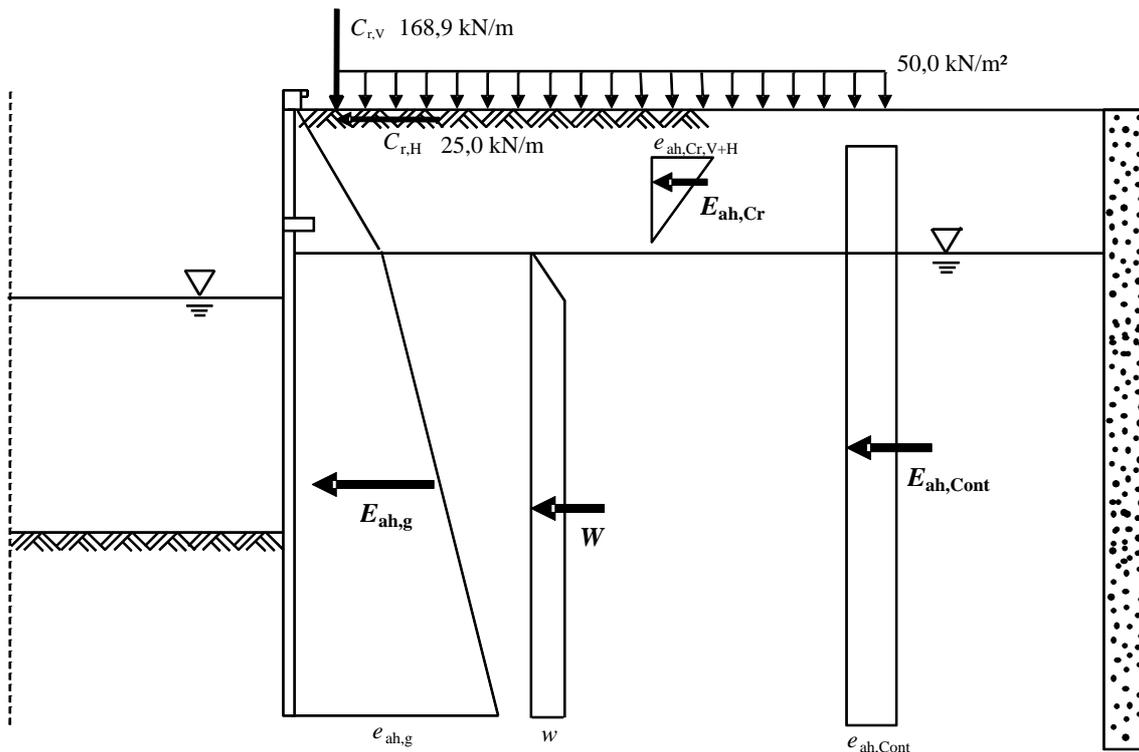
### Einfluss der Kombinationsbeiwerte bei der geotechnischen Bemessung

Seit der Einführung der DIN 1054:2010-12 ist die Anwendung der Kombinationsregeln, wie sie in Kap. 4.3.1 dargestellt wurden, auch in der Geotechnik vorgesehen.

In einem gesonderten Forschungsvorhaben des Lehrstuhls für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen wurde der Einfluss der Kombinationsbeiwerte bei der geotechnischen Bemessung untersucht. Die Finanzierung erfolgte durch das Deutsche Institut für Bautechnik (Aktenzeichen ZP 52-5-11.74-1350/09). An dieser Stelle wird exemplarisch ein Beispiel vorgestellt, bei dem versucht wurde, möglichst viele und gegenüber den ständigen Einwirkungen auch nennenswerte veränderliche Einwirkungen zu betrachten.

Gewählt wurde als Beispiel ein Containerterminal, das aus einer Uferfassung aus verankerten Stahlspundwänden besteht. Um den Einfluss verschiedener veränderlicher Einwirkungen untersuchen zu können, wurden Lasten aus einem Portalkran, aus Containerlasten und Wasserüberdruck aus Wasserspiegelunterschieden als veränderliche, unabhängige Einwirkungen betrachtet. Als ständige Einwirkung wirkt der Erddruck infolge Bodeneigengewicht.

#### System

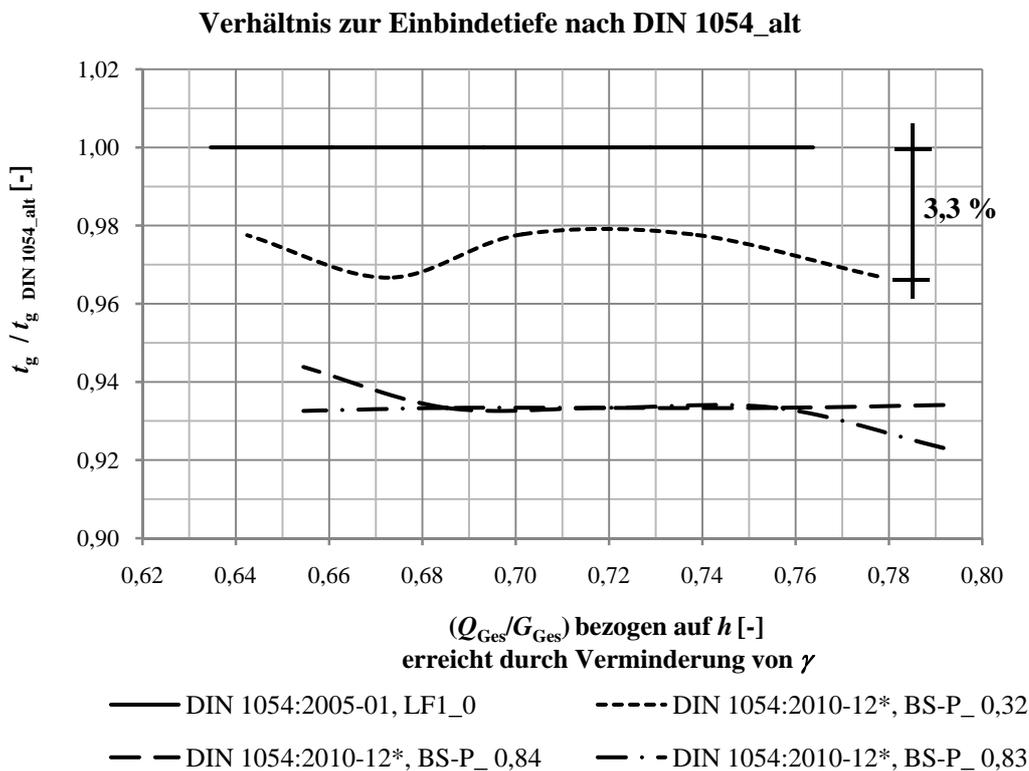


In der Beispielrechnung wird die erforderliche Einbindetiefe der Spundwand  $t_g$  nach der Norm DIN 1054:2005-01, bei der die Verkehrslasten noch nicht mit Kombinationsbeiwerten zu mindern waren, mit der nach DIN 1054:2010-12 verglichen.

Für die Berechnung sind alle veränderlichen Einwirkungen als Leiteinwirkung anzusetzen. Hierzu muss jede der drei Einwirkungen in einer eigenständigen Berechnung als Leiteinwirkung betrachtet werden. Dies zeigt bereits, wie sehr der Aufwand durch Anwendung der Kombinationsregeln von DIN 1054:2010-12 vergrößert wird.

Für die Untersuchung wurde die durch die Kombinationsbeiwerte abgeminderte Einwirkung  $Q_B$  auf die Gesamteinwirkung aus veränderlichen Lasten  $Q_{Ges}$  bezogen. Das Verhältnis  $Q_B/Q_{Ges}$  zeigt damit an, welcher Anteil der veränderlichen Einwirkungen abgemindert wurde. Durch Anwendung der entsprechenden Kombinationsbeiwerte ergaben sich  $Q_B/Q_{Ges}$ -Verhältnisse von 0,32, 0,83 und 0,84. Im vorliegenden Beispiel ist das Verhältnis  $Q_B/Q_{Ges} = 0,32$  maßgebend, bei dem die Containerlast als Leiteinwirkung angesetzt wurde.

Für das dargestellte Ergebnis-Diagramm wurde die nach DIN 1054:2010-12 erforderliche Einbindetiefe  $t_g$  mit der nach DIN 1054:2005-01 erhaltenen  $t_{g, \text{DIN 1054\_alt}}$  normiert. Die Werte wurden über das Verhältnis  $Q_{Ges}/G_{Ges}$  aufgetragen. Dieses Verhältnis gibt an, wie groß der Anteil der veränderlichen Einwirkungen bezogen auf die ständigen Einwirkungen auf das Bauwerk ist. Um verschiedene Verhältnisse  $Q_{Ges}/G_{Ges}$  zu erhalten, wurde die Wichte des Bodens variiert.



Es ergeben sich Einsparungen bei der erforderlichen Einbindetiefe von maximal 3,3%. Der Einfluss der Kombinationsbeiwerte  $\psi_i$  ist folglich als nur gering zu bewerten. Die Anwendung der Kombinationsregeln führt also trotz deutlich gestiegenem Berechnungsaufwand nicht zu maßgeblich veränderten Bemessungswerten und kaum nennenswerten Einsparungen.

## Anhang E

### Vereinfachte Kombinationsregeln: Vergleichsrechnungen

Um die Tauglichkeit der vereinfachten Kombinationsregeln zu verifizieren, werden nachfolgend Beispielbemessungen, die anhand der aktuell gültigen Kombinationsregeln durchgeführt wurden, mit Bemessungen nach dem vereinfachten Konzept verglichen. Es soll gezeigt werden, dass bei einer Vielzahl von Problemstellungen, trotz der Reduzierung der Kombinationsbeiwerte und der Vereinfachung der Kombinationsregeln, keine signifikanten Unterschiede in den Ergebnissen auftreten.

Die gewählten Beispielberechnungen wurden aus DBV (2009) entnommen. Die Berechnungen basieren auf den Regeln der DIN 1045-1:2008-08. Das Sicherheitskonzept dieser Norm entspricht dem der Eurocodes, da eine Anpassung vollzogen wurde. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden als Vergleichswerte herangezogen.

Das vereinfachte Konzept betrifft folgende Kombinationen:

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) sind die Bemessungswerte für die „ständige“ und „vorübergehende“ Situation anhand der Kombinationsregel

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \psi_{uni} \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \right\}$$

zu ermitteln.

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) lautet die Vorschrift für die „seltene“ Kombination

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \psi_{uni} \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right\}$$

und die für die „quasi-ständige“ Kombination

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \frac{\psi_{uni}}{2} \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right\},$$

wobei im letzten Fall der Faktor  $\psi_{uni}/2$  durch den Planer geändert werden darf. Es wird empfohlen

- für dauerhaft hoch belastete Bauten, wie z.B. Lagerhäuser, den Faktor  $\psi_{uni}$
- und für dauerhaft schwach beanspruchte Elemente den Faktor 0

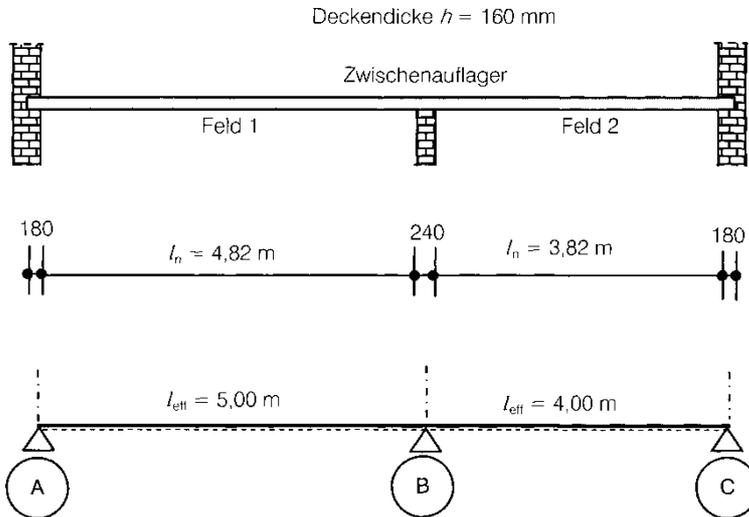
zu nutzen.

Der universelle Kombinationsbeiwert wird zu  $\psi_{uni} = 0,7$  festgelegt.

## Beispielrechnung E1: Vollplatte, einachsig gespannt

Siehe DBV (2009) Beispiel 1

### System



### Lasten

Eigenlasten	$g_k$	$= 5,6 \text{ kN/m}^2$
Nutzlasten	$q_{k,1}$	$= 4,0 \text{ kN/m}^2$
	$\Delta q_k$	$= 1,0 \text{ kN/m}^2$ (Trennwandzuschlag)

### GzT

Keine Unterschiede in der Berechnung, da nur eine veränderliche Einwirkung (Nutzlast) vorhanden ist.

### GzG

#### Nachweis der Rissbreite:

(ohne direkte Berechnung, Ermittlung des zulässigen Grenzdurchmessers):

Der Nachweis der Rissbreite ist anhand der quasi-ständigen Bemessungskombination zu führen. Auf der sicheren Seite liegend wird von einer dauerhaft hohen Verkehrslast ausgegangen.

DIN 1045-1		Vereinfachtes Konzept	
$p_{\text{Ed,perm}}$	$= 5,6 \text{ kN/m}^2 + 1,0 \text{ kN/m}^2 + 0,6 \cdot 4,0 \text{ kN/m}^2$ $= 9,0 \text{ kN/m}^2$	$p_{\text{Ed,perm}}$	$= 5,6 \text{ kN/m}^2 + 0,7 \cdot 5,0 \text{ kN/m}^2$ $= 9,1 \text{ kN/m}^2$
$m_{\text{Ed,perm}}$	$= -23,62 \text{ kNm}$	$m_{\text{Ed,perm}}$	$= -23,88 \text{ kNm}$
$\sigma_{s,\text{perm}}$	$= 310 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{s,\text{perm}}$	$= 313 \text{ N/mm}^2$
$d_{s,\text{grenz}}$	$= 11 \text{ mm}$	$d_{s,\text{grenz}}$	$= 11 \text{ mm}$

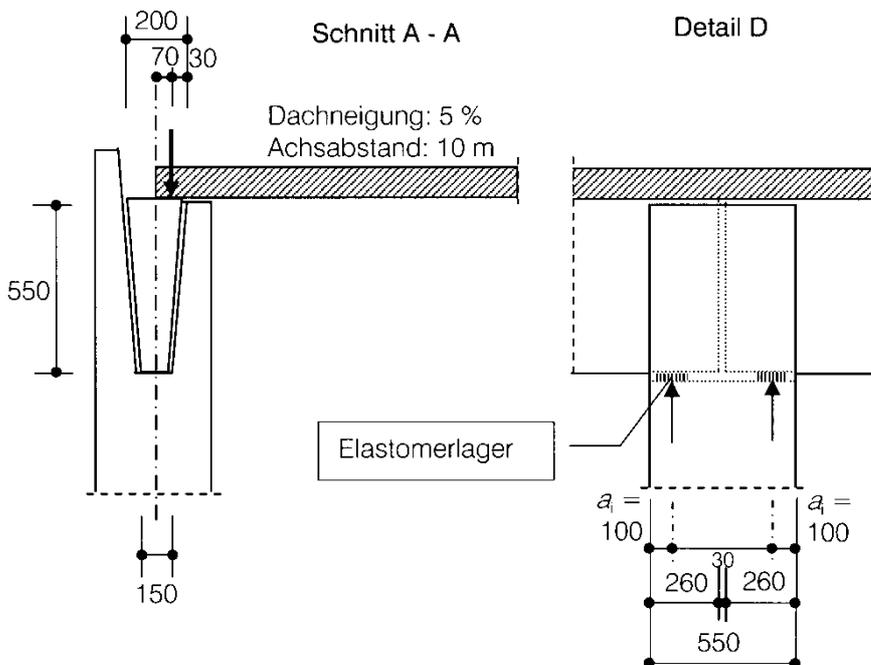
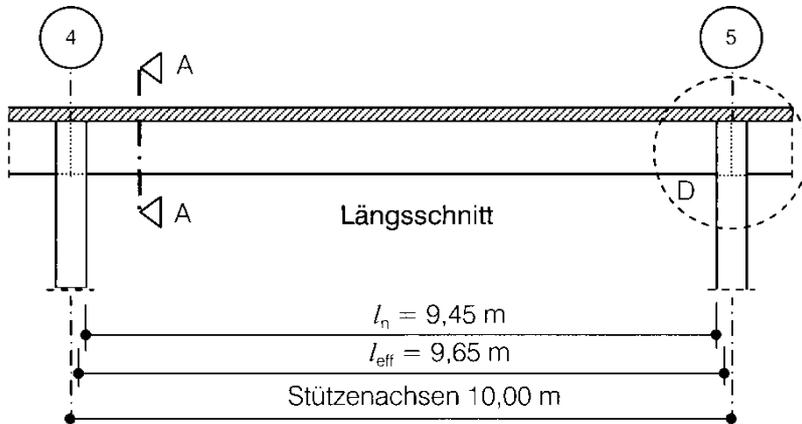
### Fazit

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt, dass das vereinfachte Konzept keine Abweichung zum aktuell gültigen Konzept aufweist.

## Beispielrechnung E2: Einfeldbalken - Fertigteil

Siehe DBV(2009) Beispiel 5

### System



### Lasten

Eigenlasten  $g_k = 14,40 \text{ kN/m}$

Schnee  $s_k = 3,75 \text{ kN/m}$

### GzT

Keine Unterschiede in der Berechnung, da nur eine veränderliche Einwirkung (Schneelast) vorhanden ist.

## GzG

### Nachweis der Rissbreite:

Der Nachweis der Rissbreite ist anhand der quasi-ständigen Bemessungskombination zu führen. Die Schneelast stellt eine kurzzeitige Beanspruchung dar. Bei den vereinfachten Kombinationsregeln kann ihr Anteil (wie auch gem. DIN 1055-100) zu null gesetzt werden.

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$p_{Ed,perm} = 14,4 \text{ kN/m}^2 + 0 \cdot 3,75 \text{ kN/m}^2$ $= 14,4 \text{ kN/m}^2$	$p_{Ed,perm} = 14,4 \text{ kN/m}^2 + 0 \cdot 3,75 \text{ kN/m}^2$ $= 14,4 \text{ kN/m}^2$
$M_{Ed,perm} = 168 \text{ kNm}$	$M_{Ed,perm} = 168 \text{ kNm}$

### Begrenzung der Verformung:

Der Nachweis der Verformung ist anhand der quasi-ständigen Bemessungskombination zu führen. Für den Vergleich wird an dieser Stelle auf den Nachweis der Rissbreiten verwiesen.

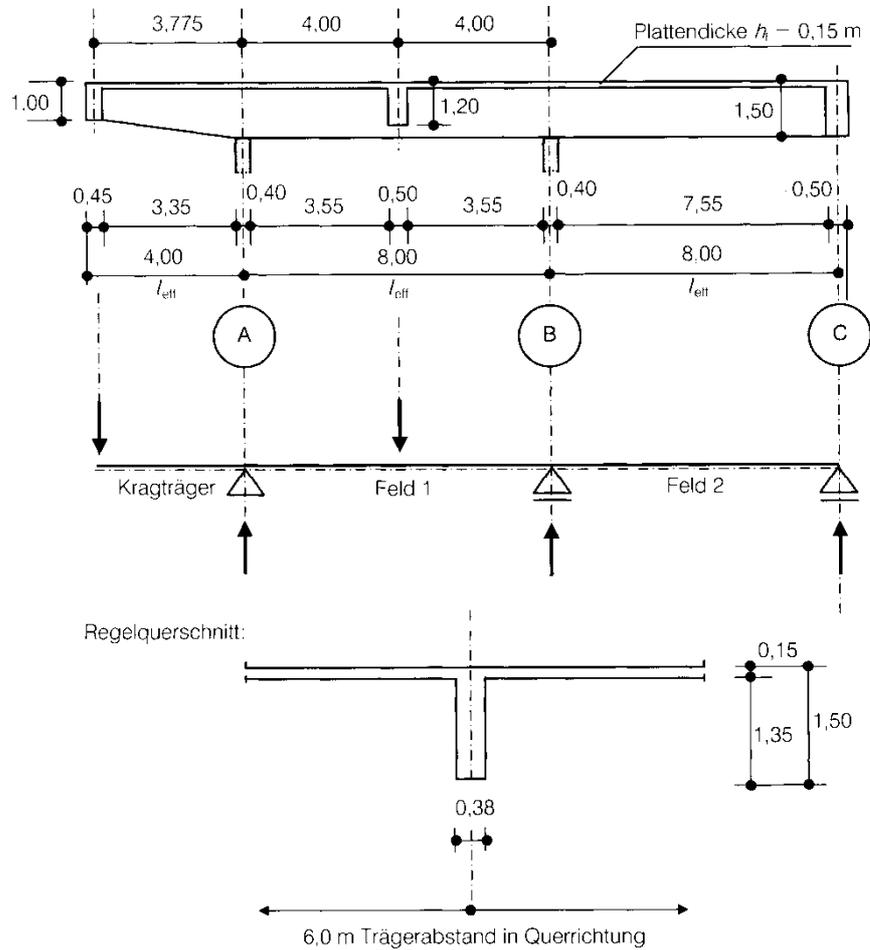
### **Fazit**

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt, dass das vereinfachte Konzept das gleiche Ergebnis wie das aktuell gültige Konzept liefert.

### Beispielrechnung E3: Zweifeldriger Durchlaufbalken mit Kragträger

Siehe DBV(2009) Beispiel 6

#### System



#### Lasten

Eigenlasten	$g_{k,1}$	= 10,5 kN/m ÷ 90,0 kN/m (Last ist über Kragarm linear veränderlich)
	$G_{k,2}$	= 216 kN (Einzellast an Kragarmspitze)
	$G_{k,3}$	= 416 kN (Einzellast im Feld 1)
Verkehr	$q_{k,1-1}$	= 40,0 kN/m (über Kragarm und Feld 1)
	$q_{k,1-2}$	= 30,0 kN/m (über Feld 2)
	$Q_{k,2}$	= 284 kN (Einzellast im Feld 1)

#### GzT

In der Berechnung werden zwei Grundkombinationen gebildet. In der 1. Grundkombination werden die Gleichstreckenlasten der Nutzlasten als Leiteinwirkung angesetzt, und in der 2. Grundkombination wird die Einzellast als Leiteinwirkung angesehen. Nachfolgend sind die Bemessungswerte der Nutzlasten einander gegenübergestellt.

Grundkombination 1 (Leiteinwirkung  $q_{k,1}$ ):

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$q_{d,1-1} = 1,5 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 60,0 \text{ kN/m}$	$q_{d,1-1} = 1,5 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 60,0 \text{ kN/m}$
$q_{d,1-2} = 1,5 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 45,0 \text{ kN/m}$	$q_{d,1-2} = 1,5 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 45,0 \text{ kN/m}$
$Q_{d,2} = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 284 \text{ kN} = 340,8 \text{ kN}$	$Q_{d,2} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 284 \text{ kN} = 298,2 \text{ kN}$

Grundkombination 2 (Leiteinwirkung  $Q_{k,2}$ ):

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$q_{d,1-1} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 42,0 \text{ kN/m}$	$q_{d,1-1} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 42,0 \text{ kN/m}$
$q_{d,1-2} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 31,5 \text{ kN/m}$	$q_{d,1-2} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 31,5 \text{ kN/m}$
$Q_{d,2} = 1,5 \cdot 284 \text{ kN} = 426 \text{ kN}$	$Q_{d,2} = 1,5 \cdot 284 \text{ kN} = 426 \text{ kN}$

Es tritt lediglich eine Abweichung des Bemessungswertes  $Q_{d,2}$  auf. Dies führt dazu, dass vier bemessungsrelevante Schnittgrößen ( $M_{Ed,B}$ ,  $V_{Ed,A,re}$ ,  $V_{Ed,B,li}$ ,  $V_{Ed,B,re}$ ) eine Änderung erfahren. In der folgenden Tabelle sind die Änderungen und deren Einfluss auf die Extremwerte der Bemessungsschnittgrößen aufgeführt.

	$M_{Ed,B}$	$V_{Ed,A,re}$	$V_{Ed,B,li}$	$V_{Ed,B,re}$
Schnittgrößen infolge $Q_{d,2} = 298,2 \text{ kN}$	-223,7 kNm	121,2 kN	-177,0 kN	27,1 kN
Extremwert der Bemessungsschnittgröße (neu)	-1733,1 kNm	1232,7 kN	-1220,7 kN	883,0 kN
Extremwert (DIN 1045)	-1765 kNm	1250 kN	-1246 kN	887 kN
$\Delta$ Extremwerte	21,9 kNm	17,3 kN	25,3 kN	4,0 kN
Abweichung	1,2%	1,4%	2,0%	0,5%

## GzG

Nachweis der Rissbreite für die statisch erforderliche Bewehrung:

(ohne direkte Berechnung, Ermittlung des zulässigen Grenzdurchmessers)

Der Nachweis der Rissbreite ist anhand der quasi-ständigen Bemessungskombination zu führen. Eine Leiteinwirkung ist nicht zu ermitteln. Auf der sicheren Seite liegend wird von einer dauerhaft hohen Verkehrslast ausgegangen.

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$q_{d,perm,1-1} = 0,6 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 24,0 \text{ kN/m}$	$q_{d,perm,1-1} = 0,7 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 28,0 \text{ kN/m}$
$q_{d,perm,1-2} = 0,6 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 18,0 \text{ kN/m}$	$q_{d,perm,1-2} = 0,7 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 21,0 \text{ kN/m}$
$Q_{d,perm,2} = 0,5 \cdot 284 \text{ kN} = 142,0 \text{ kN}$	$Q_{d,perm,2} = 0,7 \cdot 284 \text{ kN} = 198,8 \text{ kN}$

		$M_{perm,A}$	$M_{perm,B}$	$M_{perm,F1}$
$q_{1-1}$ Krag	28 kN/m	-224,0 kNm	56,0 kNm	-84,0
$q_{1-1}$ Feld (1)	28 kN/m	0	-112,0 kNm	168,0 kNm
$q_{1-2}$ Feld (2)	21 kN/m	0	-84,0 kNm	-42,0 kNm
$Q_2$	198,8 kN	0	-149,1 kNm	323,1 kNm
Extremwert der Bemessungsschnittgrößen (neu)		-1335 kNm	-1099 kNm	1110 kNm
Extremwert (DIN 1045-1)		-1303	-1029	994
$\Delta$ Extremwerte		-32 kNm	-70 kNm	116 kNm
Abweichung		2,5%	6,8%	11,7%
$\sigma_{s,perm}$		299 N/mm <sup>2</sup>	338 N/mm <sup>2</sup>	271 N/mm <sup>2</sup>
zul. $d_s$		29,6 mm	24,5 mm	37,5 mm
vorh. $d_s$		25 mm	25 mm	25 mm

#### Nachweis der Betondruckspannungen:

Diese Nachweise sind anhand der quasi-ständige Bemessungskombination zu führen. An dieser Stelle wird auf den Nachweis der Rissbreiten verwiesen.

#### Nachweis der Betonstahlspannungen:

Der Nachweis der Betonstahlspannung ist anhand der seltenen Bemessungskombination zu führen. Hierfür ist die Leiteinwirkung zu ermitteln.

Grundkombination 1 (Leiteinwirkung  $q_{k,1}$ ):

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$q_{d,perm,1-1} = 40,0$ kN/m	$q_{d,perm,1-1} = 40,0$ kN/m
$q_{d,perm,1-2} = 30,0$ kN/m	$q_{d,perm,1-2} = 30,0$ kN/m
$Q_{d,perm,2} = 0,8 \cdot 284$ kN = 227,2 kN	$Q_{d,perm,2} = 0,7 \cdot 284$ kN = 198,8 kN

		$M_{rare,A}$	$M_{rare,B}$	$M_{rare,F1}$
$q_{1-1}$ Krag	40 kN/m	-320,0 kNm	80,0 kNm	-120,0
$q_{1-1}$ Feld (1)	40 kN/m	0	-160,0 kNm	240,0 kNm
$q_{1-2}$ Feld (2)	30 kN/m	0	-120,0 kNm	-60,0 kNm
$Q_2$	198,8 kN	0	-149,1 kNm	323,1 kNm
Extremwert der Bemessungsschnittgrößen (neu)		-1431 kNm	-1184 kNm	1182 kNm
$\Delta$ Extremwerte		0	-21,3 kNm	46,1 kNm
Extremwert (DIN 1045-1)		-1431 kNm	-1205 kNm	1228 kNm
Abweichung		0,0 %	1,8 %	3,8 %
$\sigma_{s,perm}$		341 N/mm <sup>2</sup>	k.A.	323 N/mm <sup>2</sup>

Grundkombination 2 (Leiteinwirkung  $Q_{k,2}$ ):

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$q_{d,perm,1-1} = 0,7 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 28 \text{ kN/m}$	$q_{d,perm,1-1} = 0,7 \cdot 40,0 \text{ kN/m} = 28 \text{ kN/m}$
$q_{d,perm,1-2} = 0,7 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 21 \text{ kN/m}$	$q_{d,perm,1-2} = 0,7 \cdot 30,0 \text{ kN/m} = 21 \text{ kN/m}$
$Q_{d,perm,2} = 284 \text{ kN}$	$Q_{d,perm,2} = 284 \text{ kN}$

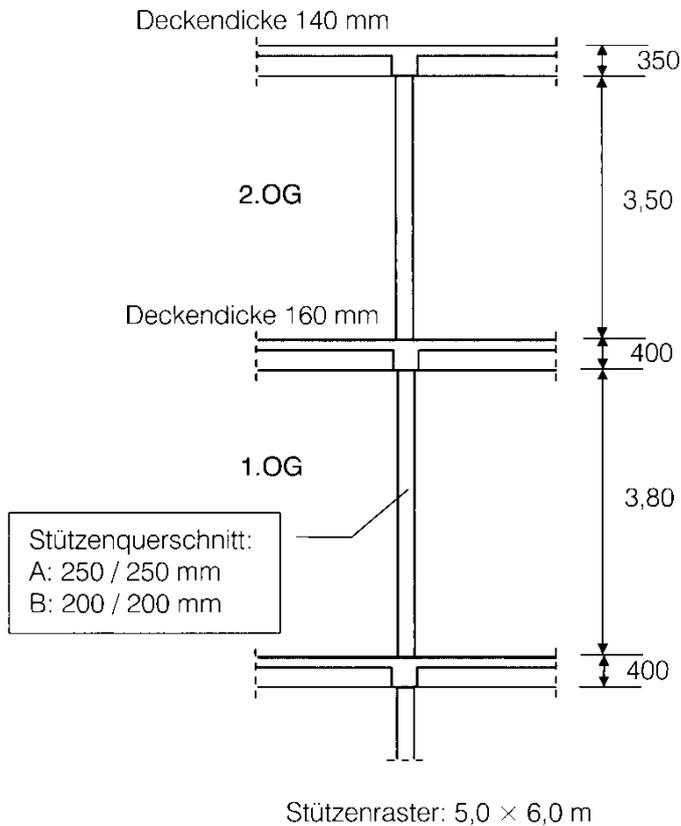
### Fazit

Anders als in den vorherigen Beispielen macht in dieser Berechnung die Begleiteinwirkung einen zu beachtenden Anteil des Bemessungswerts aus. Die Vergleiche zeigen jedoch, dass auch in diesem Fall die Ergebnisse des vereinfachten Konzepts sehr dicht an denen des aktuellen Konzepts liegen. Es stellt sich eine maximale Abweichung von 11,7 % ein (Nachweis der Rissbreiten in Feld 1), die jedoch keinen Einfluss auf das Ergebnis des Nachweises hat.

## Beispielrechnung E4: Innenstütze

Siehe DBV(2009) Beispiel 9

### System



### Lasten

Eigenlasten  $G_k = 363 \text{ kN}$

Nutzlasten  $Q_k = 150 \text{ kN}$

Schnee  $S_k = 30 \text{ kN}$

### GzT

Bestimmung der maximalen Bemessungsdruckkraft: (Leiteinwirkung: Nutzlasten)

DIN 1045-1		Vereinfachtes Konzept	
$N_{Ed}$	$= 1,35 \cdot 363 \text{ kN} + 1,5 (150 \text{ kN} + 0,5 \cdot 30 \text{ kN})$	$N_{Ed}$	$= 1,35 \cdot 363 \text{ kN} + 1,5 (150 \text{ kN} + 0,7 \cdot 30 \text{ kN})$
	$= 738 \text{ kN}$		$= 747 \text{ kN}$

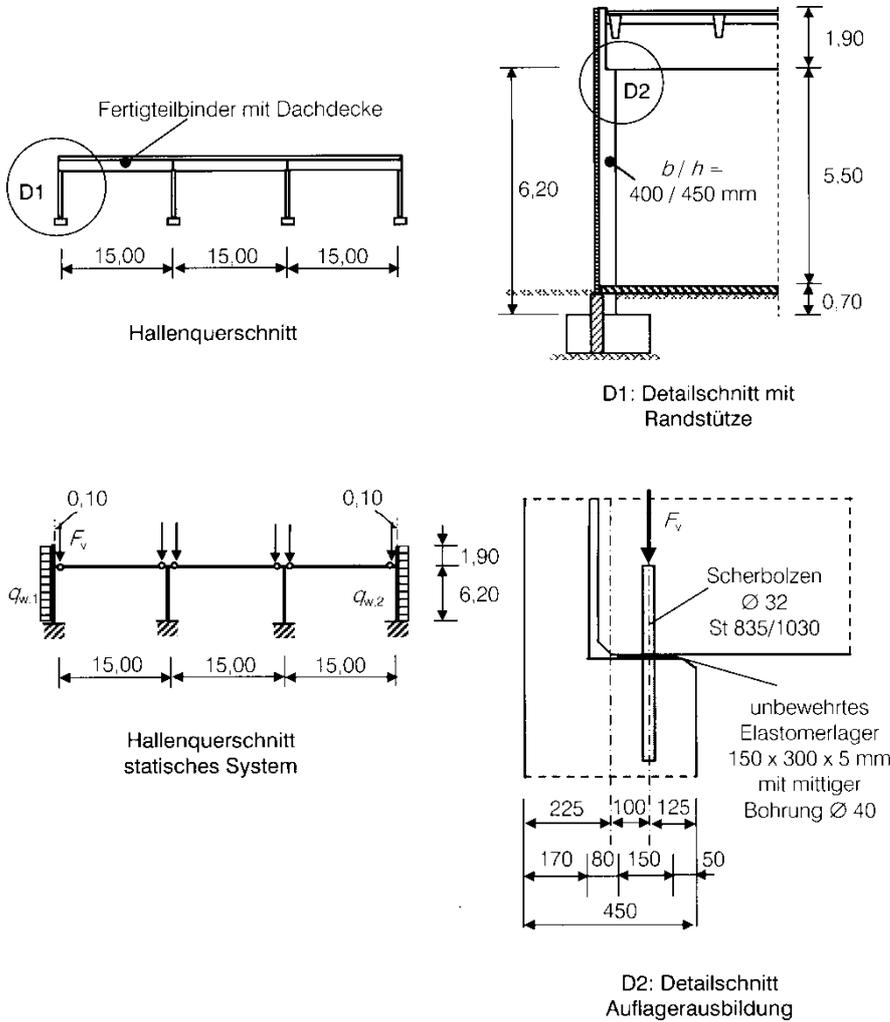
### Fazit

Das vereinfachte Konzept führt zu einer Beanspruchung, die 1% größer als die Bemessungsbeanspruchung des aktuell gültigen Konzepts ist.

## Beispielrechnung E5: Randstütze

Siehe DBV(2009) Beispiel 10

### System



### Lasten

Eigenlasten  $G_k = 431 \text{ kN}$

Schnee  $Q_{k,s} = 68 \text{ kN}$

Wind  $q_{k,w1} = +4,32 \text{ kN/m}$  (Winddruck)  
 $q_{k,w2} = -1,85 \text{ kN/m}$  (Windsog)

## GzT

Maßgebend für die Bemessung ist der Wind als Leiteinwirkung. Nachfolgend sind für diese Kombination die Bemessungseinwirkungen und -schnittgrößen einander gegenübergestellt.

DIN 1045-1	Vereinfachtes Konzept
$Q_{d,s} = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 68 \text{ kN} = 51 \text{ kN}$	$Q_{d,s} = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 68 \text{ kN} = 71,4 \text{ kN}$
$q_{d,w1} = 1,5 \cdot 4,32 \text{ kN/m} = 6,48 \text{ kN/m}$	$q_{d,w1} = 1,5 \cdot 4,32 \text{ kN/m} = 6,48 \text{ kN/m}$
$q_{d,w2} = -1,5 \cdot 1,85 \text{ kN/m} = -2,78 \text{ kN/m}$	$q_{d,w2} = -1,5 \cdot 1,85 \text{ kN/m} = -2,78 \text{ kN/m}$
$N_{Ed} = 633,0 \text{ kN}$	$N_{Ed} = 653,4 \text{ kN}$
$V_{Ed} = -19,2 \text{ kN}$	$V_{Ed} = -19,2 \text{ kN}$
$M_{Ed} = -100,0 \text{ kNm}$	$M_{Ed} = -101,0 \text{ kNm}$

## Fazit

Das vereinfachte Konzept führt zu einer geringfügigen Erhöhung der Beanspruchungen.