



Der Prüferingenieur

12 April 1998

Seite 5

Für die Ganzheitlichkeit bautechnischer Prüfaufgaben

Seite 8

Verantwortliche Sachverständige für Standsicherheit
in Bayern gründen eigene Bewertungsstelle

Seite 10

Deutscher Ausschuß kündigt neue Generation von Baunormen an

Seite 16

Boden-Bauwerk-Interaktion aus der Sicht des Massivbaus

Seite 23

Neue Richtlinien für den Ingenieurholzbau

Seite 32

Lassen sich die Lastkombinationen vereinfachen?

Seite 42

Wieviel Sicherheit braucht der Mensch?

EDITORIAL

Dr.-Ing. Günter Timm/Dipl.-Ing. Gerhard Feld
Für die Ganzheitlichkeit bautechnischer Prüfaufgaben 5

NACHRICHTEN

- Mitgliederversammlung mit Satzungsnovelle
und Pro- und Contra-Vorträgen 6
- Sinnvolle Hilfe bei der Beurteilung
von nicht geregelten Bauprodukten 7
- Verantwortliche Sachverständige für Standsicherheit
in Bayern gründen eigene Bewertungsstelle 8
- Nächste Freudenstadter Arbeitstagung am letzten Juni-Wochenende 9
- Deutscher Ausschuß kündigt neue Generation von Baunormen an 10
- Otto Lennertz für 40 Jahre berufspolitisches
Engagement erneut ausgezeichnet 11
- Niedersachsen: Neue Gebührenordnung
bringt substantielle Verbesserungen 12
- Das DPÜ bietet jetzt modulare Prüfpakete für die Bauherren an 13
- Eurocode 5: Seminar über den zeitgemäßen Holzbau 13
2. Auflage: Lager im Bauwesen 14
- Komprimierte Erfahrung für die Prüfungspraxis 14
- Bauwerkspaß und Wärmeausweis können auch
von den Prüflingen ausgestellt werden 15

GRUNDBAU

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Zilch
Boden-Bauwerk-Interaktion aus der Sicht des Massivbaus 16

INGENIEURHOLZBAU

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinz Brüninghoff
Neue Richtlinien für den Ingenieurholzbau 23

EUROCODE-SICHERHEITSKONZEPT

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grünberg
Lassen sich die Lastkombinationen vereinfachen? 32

SICHERHEIT

Dipl.-Ing. Walter Hof
Zum Begriff Sicherheit oder: Wieviel Sicherheit braucht der Mensch? 42

VORSCHAU 47

IMPRESSUM 49

Für die Ganzheitlichkeit bautechnischer Prüfaufgaben

Die Verhinderung von Bauschäden ist von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung!

- Sie vermeidet offene und verdeckte Schäden,
- sie dient dem Verbraucherschutz,
- sie sichert die Grundlage für Kreditgeber und Versicherer,
- sie begrenzt die Nachbesserungsarbeiten von ausführenden Unternehmen während der Gewährleistungszeit.

Alle am Bau Beteiligten sind sich einig, daß Schäden vermieden werden müssen, wenn auch der Standpunkt zum Teil unterschiedlich sein mag. **Der Bauherr** fordert ein ordnungsgemäß hergestelltes und mängelfreies Bauwerk, was nur durch externe Kontrollen erreicht werden kann.

Die Baufirma möchte hohe Kosten für Mängelbeseitigung vermeiden, stellt dafür aber aus Kostengründen keine umfassenden, insbesondere keine externen Kontrollen zur Verfügung. Dies liefert auch die Qualitätssicherung nicht. **Der Kreditgeber** erwartet ein mängelfreies Bauwerk, mit dem der Kredit abgesichert wird, sowie die Vermeidung von Zusatzkosten für den Bauherrn als Folge von Baumängeln und den daraus entstehenden Folgen.

Qualitätssichernde Maßnahmen im Sinne der Eigenkontrolle in den Betrieben sind unverzichtbar, aber nicht ausreichend. Sie müssen ergänzt werden durch unabhängige, externe Kontrollen.

Im Bereich der Bautechnik zielt zunächst der gesetzliche Prüfauftrag der Unteren Bauaufsicht auf die Standsicherheit im engeren Sinne. Dieser Auftrag wird überwiegend an Prüfsachverständige für Baustatik erteilt und umfaßt die Planung und Ausführung. Inzwischen sind diese Aufgaben auf den Brand-, Schall- und Wärmeschutz erweitert. Außerdem sind Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit eng miteinander verknüpft.

Ähnlich geartet sind auch die vielfältigen Prüfaufgaben im Bereich der Anlagentechnik, die auf besondere Sachverständige delegiert werden. Beispielhaft seien die Wiederholungsprüfungen an Aufzügen oder die Prüfaufgaben auf der Grundlage der Verordnung für den Umgang mit Anlagen wassergefährdender Stoffe genannt. Die Festlegung der Regelungen für die Prüfaufgaben im Bauwesen obliegt den Ländern. Die derzeitigen Bauordnungen



Dr.-Ing. Günter Timm

*Präsident der
Bundesvereinigung
der Prüfsachverständigen
für Baustatik VPI*



**Dipl.-Ing. Gerhard
Feld**

*Präsident des Deutschen
Instituts für
Prüfung und
Überwachung DPÜ*

weisen erhebliche Unterschiede auf. Vor diesem Hintergrund gewinnt die ganzheitliche Prüfung große Bedeutung.

Die volle mögliche Wirksamkeit der Vorbeugung gegen Fehler wird nur erreicht, wenn die Ganzheitlichkeit des Prüfens gegeben ist. Das bedeutet neben der externen Kontrolle bautechnischer Nachweise und der dazugehörigen Ausführungspläne auch die stichprobenartige Kontrolle der Ausführung auf den Baustellen. Damit wird die konkrete Ausführungsphase, der die eigentliche Vorbeugung gilt, begleitet. Die Prüfung der Planungsunterlagen ist sozusagen nur die Grundlage dafür.

Der generelle Verzicht der öffentlichen Hand auf die bautechnische Prüfung sowie der Verzicht auf die Ganzheitlichkeit des Prüfens, z.B. durch Wegfall von Ausführungskontrollen, als Folge gesetzlicher Regelungen oder als Entscheidung durch Untere Bauaufsichten macht angesichts der Schadensstatistik Ergänzungsmaßnahmen erforderlich.

Ca. 70 Prozent der Bauschäden sind die Folge von Planungs- und Ausführungsfehlern. Auch die anlagentechnischen Gewerke haben in wesentlichen Baubereichen erhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung und sind eng mit der Bautechnik verknüpft.

Hier muß es ein Anliegen sein, neben den bestehenden gesetzlichen Regelungen die Verbindung zur Bautechnik, auch im Prüfbereich, enger zu knüpfen.

Die Bundesvereinigung der Prüfsachverständigen für Baustatik tritt mit Nachdruck für die Ganzheitlichkeit der Prüfaufgaben im Bereich der Bautechnik ein. Wo dieses nicht gegeben ist, wird das Deutsche Institut für Prüfung und Überwachung (DPÜ) mit seinen Sachverständigen ergänzende Leistungen erbringen. Darüber hinaus erstreckt sich das Wirken der Sachverständigen im DPÜ auch auf die Ausbaugewerke sowie auf das gesamte Spektrum der Anlagen und Verfahrenstechnik. Ein Falblatt gibt über die Struktur des DPÜ als Zusammenschluß des BÜV mit der TOS und über die Leistungsbereiche Auskunft.

Die Baumethoden, die Bauverfahren sowie die Organisationsform der eigentlichen Bauabwicklung sind zunehmend komplexer geworden. Hier ist die komplette Prüfung aus einer Hand wichtig, um die oft divergierenden Einzelinteressen der Bauplaner und Ausführenden zusammenzufassen und zu prüfen.

Arbeitstagung in Bremen: Vorstand schlägt Namensänderung vor: Prüfsingenieure für Bautechnik

Mitgliederversammlung mit Satzungsnovelle und Pro- und Contra-Vorträgen

Im September stehen in Bremen fachlich attraktive Vorträge auf dem Programm

Eine Satzungsänderung, die Wahlen des Vorstandes und ein außergewöhnlich attraktives Vortragsprogramm, das auf bekannt und gewohnt hohem fachlichem Niveau erstmals auch Pro- und Contra-Vorträge vorsieht: das sind, neben einem reichhaltigen Beiprogramm, die Höhepunkte der nächsten Arbeitstagung und der 1998er Mitgliederversammlung der Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Baustatik, die vom 20. bis 22. September 1998 in Bremen stattfinden wird.

Auf dieser Mitgliederversammlung wird der Antrag gestellt werden, die Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Baustatik demnächst als „Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Bautechnik“ zu firmieren. Hierunter sollen sich die Landesvereinigungen subsumieren, in denen Prüfsingenieure auch anderer Fakultäten bei vergleichbarem Qualitätsprofil aufgenommen werden können.

Das ist der Vorschlag des Erweiterten Vorstandes der BVPI, dem neben dem Präsidium des BVPI auch alle Vorsitzenden der Landesvereinigungen angehören. Die Entscheidung darüber muß nun die Mitgliederversammlung im September in Bremen fällen, weswegen das BVPI-Präsidium und die Vorsitzenden der Landesvereinigungen eine möglichst große Teilnahme erhoffen.

Der Erweiterte Vorstand sieht die Namensänderung und die fachliche Öffnung der Vereinigung als berufspolitisch gebotene und angemessene Reaktion auf die sich ändernden beruflichen Tätigkeiten und Verantwortlichkeiten der Prüfsingenieure für Baustatik an.

Die Ausweitung des Prüfgebietes Baustatik auf die Gebiete Brand-, Schall- und Wärmeschutz hat den Prüfsingenieuren mehr Verantwortung im Hinblick auch auf die Gebrauchstauglichkeit und den damit verbundenen Verbraucherschutz gegeben. Die hoheitliche Prüfung des Prüfsingenieurs für Baustatik als beliehener Unternehmer werde in vielen Ländern vor allem den sicherheitsrelevanten Gebieten Standsicherheit und Brandschutz zugeordnet. Hierbei werde der Brandschutz derzeit über den rein konstruktiven Teil hinaus auf den planerischen Brandschutz erweitert. Die Prüfgebiete Schall- und Wärmeschutz würden mehr und mehr privatisierte Aufgaben.

All diese Entwicklungen, so der Vorstand, zwingen die Bundesvereinigung zu einer Reaktion, von denen die geplante Satzungs- und Namensänderung eine Weichenstellung bedeutet.

Die Mitglieder haben in Bremen auch über die Zusammensetzung des nächsten Präsidiums der BVPI zu entscheiden. Der zur Zeit amtierende Präsident, Dr.-Ing. Günter Timm,

und die Vizepräsidenten, Dr.-Ing. Klaus Kunkel und Dipl.-Ing. Fritz Mönnig, haben sich bereit erklärt, noch einmal zu kandidieren. Die Mitglieder der Landesvereinigungen werden gebeten, weitere personelle Vorschläge für die Präsidiumswahl an die Geschäftsstelle in Hamburg weiterzuleiten.

Die fachlichen Vortragsthemen in diesem Jahr behandeln aktuelle Themen des konstruktiven Ingenieurbaus.

Zur experimentellen Tragfähigkeitsbewertung von Bauten in situ wird Prof. Steffens (Hochschule Bremen) referieren. Im Anschluß daran stellt Prof. Quast (Technische Universität Hamburg-Harburg) den Stand der Richtlinie für Belastungsversuche vor. In diesen beiden Vorträgen wird deutlich werden, daß Experiment und Berechnung sich sinnvoll ergänzen müssen.

Zu einem neuen Sicherheitskonzept bei Durchstanzproblemen wird Prof. Hegger (Technische Hochschule Aachen) vortragen. Er wird insbesondere Bemessungsprobleme im Hinblick auf die europäische Normung beleuchten.

Auch die Mauerwerksnorm hat infolge der europäischen Diskussionen zu einer Vielzahl von Vorschriften geführt. Es wäre dringend erforderlich, die Normung auf einen wichtigen Kern zu reduzieren. Hierzu wird Prof. Mann (Technische Hochschule Darmstadt) einen Vortrag halten.

Zur Dauerfestigkeit von Spannstahl referiert Prof. Schießl (Technische Hochschule Aachen) und stellt neue Forschungsergebnisse vor.

Die Prüfung und Abnahme von Traggerüsten hat zwischen den Prüfsingenieuren und den ausführenden Firmen immer wie-

der zu Diskussionen geführt. Hierzu gibt es einen Pro- und Contra-Doppelvortrag, bei dem diese Prüfungen und Abnahmen einmal aus der Sicht der Prüffingenieure und einmal aus der Sicht einer Herstellerfirma dargestellt werden.

Bei Spezialgebieten, wie z.B. dem Grundbau, ist der Prüffingenieur für Baustatik auf Gutachten anderer Fachleute angewiesen. Diese Gutachten können nicht mehr in ihrer Substanz, müssen aber auf Plausibilität überprüft werden. Gleiches gilt für Bauteile, deren Verhalten in Windkanalversuchen getestet wurde. Zu den Grundlagen und den Kriterien bei der Prüfung von getesteten Bauteilen im Windkanal wird Prof. Gerhard (Fachhochschule Aachen) referieren.

Zur Tradition ist es geworden, die Prüfung und Bauüberwachung anderer europäischer Länder kennenzulernen. Nach den Vorträgen der letzten Jahre aus Italien und den Niederlanden wird in diesem Jahr zur Prüfung und Überwachung in Frankreich Monsieur Directeur Technique Marc Granier aus Frankreich referieren.

Daß die Prüffingenieure in Bremen willkommen sind, wird an einem Senatsempfang des Senators für Bau, Verkehr und Stadtentwicklung, Dr. Bernt Schulte, deutlich, der am Sonntagabend, dem 20. September 1998 um 19 Uhr stattfinden wird.

Das fachliche Programm wird durch ein reichhaltiges Beiprogramm mit Ausflügen nach Worpswede und Bremerhaven sowie einer historischen Straßenbahnfahrt durch die Hansestadt Bremen ergänzt.

Alles in allem ein Programm, das zur Teilnahme einlädt.

HJM

Alle bauaufsichtlichen Zulassungen in einem Werk:

Sinnvolle Hilfe bei der Beurteilung von nicht geregelten Bauprodukten

Ingenieure müssen bei der Planung, insbesondere aber bei der Bauüberwachung, auf das Vorhandensein einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die betreffenden, nicht geregelten Bauprodukte achten. Hierbei ist insbesondere die Gültigkeit und der Anwendungsbezug des betreffenden Bauteils zu kontrollieren. Für den prüfenden und überwachenden Ingenieur ist es daher wichtig, die jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassungen zusammengefaßt zur Hand zu haben.

Das Deutsche Institut für Bautechnik erteilt jedes Jahr etwa 1.800 neue allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder ergänzt und verlängert sie. Es ist verpflichtet, sie nach dem Gegenstand und dem wesentlichen Inhalt öffentlich bekannt zu machen. Derzeit gibt es etwa 6.000 geltende Bescheide.

Diese Zusammenstellung der „Bauaufsichtlichen Zulassungen“ (BAZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik sind für den prüfenden und planenden Ingenieur eine sehr nützliche Hilfe, denn sie stellen ihm das gesamte Amtliche Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Bauprodukte und Bau-

arten nach Gegenstand und wesentlichem Inhalt zur Verfügung. Die Auswahl, Beurteilung und Anwendung von nicht geregelten Bauprodukten und Bauarten für das jeweilige Produkt wird damit sehr erleichtert.

Das Gesamtwerk wird aus vier Teilen bestehen: Teil 1 – Tragwerke, Wärme- und Schallschutz; Teil 2 – Brandschutz; Teil 3 – Haustechnik; Teil 4 – Gewässerschutz. Sie können zusammen oder einzeln beim Erich Schmidt Verlag, Berlin, Bielefeld, München, abonniert werden. Sie unterliegen einem speziellen Aktualisierungsmodus, mit dem Ergänzungen von Fall zu Fall zugesandt werden. *HJM*

Hessen: Zwölftes Seminar über Tragwerksplanung

Die Landesvereinigung der Prüffingenieure in Hessen wird, zusammen mit dem hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und der Ingenieurkammer des Landes Hessen, am 8. September 1998 in der Technischen Universität Darmstadt ihr 12. Seminar über Tragwerksplanung durchführen. Auf dem

Programm stehen vor allem Referate über die neuesten Entwicklungen im Holzbau und im Betonbau, wobei vorwiegend auf hochfesten Beton eingegangen werden wird.

Auskünfte erteilt die hessische Landesvereinigung der Prüffingenieure in Frankfurt am Main (Fax: 0 69/63 23 58).

2. Bauordnungs-Novelle bringt viele Änderungen

Verantwortliche Sachverständige für Standsicherheit in Bayern gründen eigene Bewertungsstelle

Durch die 2. Novelle der Bayerischen Bauordnung hat sich das Umfeld der Arbeit der Prüfsachverständigen in Bayern in weiten Bereichen ab dem 01.01.98 geändert. Als beruflich bedingte Reaktion auf eine politisch bedingte neue Situation, haben die neu kreierten Verantwortlichen Sachverständigen für Standsicherheit in Bayern jetzt eine sogenannte Bewertungsstelle gegründet, mit der die von den „Verantwortlichen Sachverständigen“ in Bayern zu erbringenden Leistungen einheitlich bewertet und abgewickelt werden sollen.

Politisches Ziel der 2. Bauordnungs-Novelle im Freistaat Bayern ist es, das Genehmigungsverfahren zu vereinfachen und zu beschleunigen. Die Fürsorge der Genehmigungsbehörden bleibt für Sonderbauten bestehen. Für Bauvorhaben mittlerer Schwierigkeit – das ist der überwiegende Anteil – wird die Verantwortung für Belange der Standsicherheit insofern jetzt dem Bauherrn übertragen, daß er verpflichtet ist, den Verantwortlichen Sachverständigen für die Prüfung der Standsicherheit einzuschalten. Damit ist eine unterschiedliche Abwicklung der Prüfung verbunden; der hohheitliche Prüfer (also der Prüfingenieur für Baustatik oder das Prüfamt) ist von dem privaten Prüfer (dem Verantwortlichen Sachverständigen für Standsicherheit) zu unterscheiden.

Alle bayerischen Prüfsachverständigen für Baustatik sowie die Prüfamtleiter und deren Stellvertreter sind – sofern sie damit einverstanden sind – laut Verordnung Verantwortliche Sachverständige. Prüfsachverständige anderer Bundesländer sind erst dann Verantwortliche Sachverständige in Bayern und dürfen als solche tätig werden, wenn sie in die bei der Bayerischen Ingenieure-

kammer-Bau geführten Liste der Verantwortlichen Sachverständigen eingetragen sind.

Die Prüfung der Standsicherheit von Sonderbauten erfolgt ausschließlich durch Prüfsachverständige und Prüfämter aufgrund einer Beauftragung durch die Behörde, die auch die Gebührenrechnung ohne Ausweisung der Mehrwertsteuer erhält.

Die Prüfung der Standsicherheit von Bauvorhaben mittlerer Schwierigkeit erfolgt ausschließlich durch Verantwortliche Sachverständige aufgrund einer Beauftragung durch den Bauherrn, der auch die Honorarrechnung unter Ausweisung der Mehrwertsteuer erhält.

Während die Prüfsachverständigen der Dienstaufsicht durch die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern unterliegen, ist für die Verantwortlichen Sachverständigen der Eintragungsausschuß bei der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau zuständig.

Um das bewährte Prinzip einer neutralen Stelle bei den Prüfsachverständigen auch für die Verantwortlichen Sachverständigen bei-

zubehalten, lag es nahe, für diese eine derartige Stelle bei der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau anzusiedeln. In zwei außerordentlichen Hauptversammlungen im Herbst 1997 haben die bayerischen Sachverständigen unter Leitung ihres 1. Vorsitzenden, Dr.-Ing. Jürgen Braun, deshalb einstimmig beschlossen, eine derartige Stelle zu schaffen, die am 01.01.98 ihre Arbeit aufgenommen hat. Besonders hervorzuheben ist, daß diese Stelle nicht nur für die freiberuflichen Sachverständigen zuständig ist, sondern auch für die Prüfamtleiter und deren Stellvertreter.

Nach rechtlicher und steuerlicher Beratung hat sich als praktikabelste Organisation für eine derartige Stelle ein eingetragener Verein herausgestellt, der als alleiniger Gesellschafter einer GmbH auftritt. Als Verein fungiert die „Vereinigung der Verantwortlichen Sachverständigen für Standsicherheit in Bayern e.V. (VVSS)“ und als GmbH die „BVS Bewertungsstelle der Verantwortlichen Sachverständigen in Bayern GmbH an der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau“ (Bewertungsstelle).

Die von den Sachverständigen zu erbringenden Leistungen sollen einheitlich bewertet und abgewickelt werden. Finanzielle Kriterien können nicht Gegenstand der Verhandlungen zwischen dem Bauherrn und dem Sachverständigen sein. Damit kann einerseits der Bauherr in der Beauftragungsphase die Sachverständigen nicht gegeneinander ausspielen und andererseits der Sachverständige in der Abrechnungsphase den Bauherrn nicht „über den Tisch ziehen“. Damit entfällt die unmittelbare finanzielle Abhängigkeit des Sachverständigen vom Auftraggeber; der Bauherr vergibt seinen Prüfauftrag nicht nach der Höhe des Honorars, sondern an einen Sachverständigen seines Vertrauens.

Die Bewertungsstelle ist zu strikter Neutralität und Verschwiegenheit sowohl gegenüber dem Bauherrn als auch den anderen Sachverständigen verpflichtet. Sie soll für den Sachverständigen die Aufgaben – mit Ausnahme der Beauftragung – wahrnehmen, die die Behörde für die Prüffingenieure erbringt, wie z.B.

- Festlegen der anrechenbaren Kosten,
- Festlegen der Honorarklasse,
- Rechnungsstellung an den Bauherrn.

Zu den bereits genannten Vorteilen der Bewertungsstelle kommen noch folgende hinzu:

- Die Solidargemeinschaft der Sachverständigen macht in der Öffentlichkeit ein geschlossenes Bild, dies vor allem auch durch die Nähe zur Bayerischen Ingenieurekammer-Bau.
- Die nach der Bayerischen Bauordnung vom Sachverständigen zu erstellenden Bescheinigungen über die Bauausführung sind einheitlich gestaltet.
- Die Bewertungsstelle führt die Prüfverzeichnisse für sämtliche Sachverständigen auf Grundlage der Prüfberichte.

■ Die Bewertungsstelle ist am ehesten in der Lage, im Hinblick auf die höhere Haftung der Sachverständigen im Vergleich zu den Prüffingenieuren günstige Bedingungen für eine zusätzliche Exzedenntenversicherung auszuhandeln.

■ Aufgrund ihrer zentralen Stellung ist die Bewertungsstelle prädestiniert, eventuelle Unstimmigkeiten zwischen dem Bauherrn und dem Sachverständigen zu schlichten.

Die Anlauffinanzierung der Bewertungsstelle erfolgt über die Aufnahmegebühr, den Mitgliedsbeitrag für das erste Jahr sowie zinslose Darlehen der Sachverständigen. Zur fortlaufenden Finanzierung werden 3 % des Honoraraufkommens für ausreichend erachtet.

Die Vereinsleitung wurde von den Gründungsmitgliedern der Vereinigung der Verantwortlichen Sachverständigen für Standsicherheit in Bayern e.V. einstimmig gewählt:

Vorsitzender: Dr.-Ing. Jürgen Braun, 2. Vorsitzender: Dr.-Ing.

Helmut Tuercke, Schriftführer und Kassier: Dr.-Ing. Heinrich Schroeter, Beisitzer: Dr.-Ing. Heinrich Hochreither, Dipl.-Ing. Atte Rieger

Zu Geschäftsführern der Bewertungsstelle wurden ehemalige Prüffingenieure für Baustatik bestellt: Prof. Dr.-Ing. Rudolf Grimme und Dr.-Ing. Friedrich Wirthwein

Es ist zu wünschen, daß auch die anderen Bundesländer möglichst bald ebenfalls Bewertungsstellen einrichten werden, wie es die Landesvorsitzenden anlässlich einer Sitzung des Vorstands der Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Baustatik e.V. einmütig angekündigt haben.

Alle Sachverständigen, die in Bayern in die Liste der Sachverständigen eingetragen sind und somit die Prüfung von Bauvorhaben mittlerer Schwierigkeit durchführen dürfen, sind aufgefordert, sich der Bewertungsstelle zu bedienen; die bayerischen Sachverständigen haben sich hierzu verpflichtet.

Dr.-Ing. Bernd Brandt

Nächste Freudenstadter Arbeitstagung am letzten Juni-Wochenende

Neue Verbundbaunormen – Bauen im Grundwasser – Baurechtliche Fragen

Wie seit Jahren üblich veranstaltet die Landesvereinigung der Prüffingenieure für Baustatik von Baden-Württemberg am letzten Juni-Wochenende (nämlich am 26. und 27. Juni 1998) ihre nächste Freudenstadter Arbeitstagung. Renommierte Referenten werden dabei die ganze Bandbreite der Tätigkeitsfelder der Prüffingenieure beleuchten und dabei folgende Themen ansprechen:

- neue baurechtliche Fragen,
- das Bauen im Grundwasser,
- den baurechtlichen und technischen Umgang mit Verankerungen und Bodenvernagelungen,
- neue Bewehrungselemente im Stahlbetonbau,
- die DIN 1045 (Teil 2 und 3), neue Verbundbaunormen.

Zum Abschluß der Tagung, die von einem attraktiven Damen-

Programm begleitet wird, findet wieder ein Gesellschaftsabend statt.

Die Einladungen werden, wie die Landesvereinigung ergänzend mitteilt, rechtzeitig verschickt.

Auskünfte erteilt die baden-württembergische Landesvereinigung (Tel.: 06 21/4 19 49-0, Dipl.-Ing. Steiner).

Deutscher Ausschuß kündigt neue Generation von Betonnormen an

Die neue DIN 1045 soll den Baupraktikern schon im nächsten Jahr zur Verfügung stehen

Dem deutschen Betonbau steht eine ganz neue Normengeneration ins Haus. Wie der Vorstand des Deutschen Ausschusses für Stahlbetonbau (DAfStb) im Deutschen Institut für Normung DIN kürzlich der Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Baustatik mitteilte, wurde, auf der Grundlage eines in der Jahres-sitzung 1996 festgelegten Zeitplanes, die Einführung einer neuen deutschen Normengeneration für Beton-, Stahlbeton- und Spann-betonbau beschlossen. Dieses zukünftige deutsche Normenwerk wird in drei Teilen die „Bemessung und Konstruktion“, die „Beton-technik“ und die „Bauausführung“ behandeln.

Das neue Normenwerk baut auf den vorliegenden europäischen Normenentwürfen auf. Die neuen Normen sollen 1999 zur Verfü-gung stehen und die bisherigen Normen DIN 1045 und DIN 4227, deren Grundlagen im wesentlichen in den 80er Jahren erarbeitet worden sind, ablösen. Die in Europa erarbeiteten Vornormen und Normentwürfe werden damit in

Deutschland schneller verbindlich umgesetzt. Wegen der engen An-bindung an das europäische Nor-menkonzept ist bei einer späteren Einführung der europäischen Normen der Umstellungsaufwand gering bzw. nicht gegeben. Ent-sprechend der Dreiteilung im eu-ropeäischen Normenwerk ist eine Gliederung in drei Teile vorgese-hen:

■ DIN 1045-1 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spann-beton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion“.

Dieser Teil beruht auf ENV 1992 (EC 2), Teil 1-1 und Teile 1-3 bis 1-6 sowie Teil 2 für Betonbrücken. Dabei wurden die nationalen An-wendungsrichtlinien und die im Hinblick auf die Sicherheit erfor-derlichen bzw. auf die Wirtschaft-lichkeit für notwendig erachteten Änderungen eingebracht. Mit die-sem Teil 1 wird die moderne Nor-menkonzeption der Eurocodes, beruhend auf Teilsicherheits-beiwerten und Bemessung nach Grenzzuständen, eingeführt. Die Einsprüche zum Entwurf 1997 werden nach Beratung eingearbei-tet, die überarbeitete Entwurfs-fassung wird der Fachöffentlichkeit zur erneuten Stellungnahme im Kurzverfahren vorgelegt.

■ DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spann-beton; Teil 2: Betontechnik“.

Dieser Teil beruht auf prEN 206:1997 sowie den dazu erarbei-teten deutschen Anwendungs-richtlinien. Bei zeitgerechter Ver-abschiedung der EN 206 wird sie statt DIN 1045-2 einschließlich des deutschen Anwendungsdoku-mentes zu EN 206 eingeführt.

■ DIN 1045-3 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spann-beton; Teil 3: Bauausführung“.

Für die Bauausführung gibt es im europäischen Raum bisher nur Arbeitsgruppenvorschläge. Eine Norm ENV existiert noch nicht. Die europäischen Vorschläge werden in diesem Teil aufgegrif-fen und durch darüber hinausge-hende nationale Regelungen er-gänzt. Der Entwurf zu Teil 3 der Norm wird nach Fertigstellung der Fachöffentlichkeit zur Stel-lungnahme vorgelegt.

Die drei Teile der neuen Norm DIN 1045 können nur ge-meinsam eingeführt werden. Den Zeitplan für die Umstellung zeigt die Tabelle.

Termin	Bauaufsichtlich eingeführtes Normenwerk	Durch Vorbemerkung im Einführungs-erlaß während einer Übergangszeit mit-geltendes (alternatives) Normenwerk bzw. mitgeltende europäische Vornormen	
derzeit	DIN 1045 DIN 4227	ENV 1992-1: 1991 (EC 2) ENV 206: 1990	
1999 (Zielvorgabe)	DIN 1045-1 (neu) DIN 1045-2 (neu) DIN 1045-3 (neu)	DIN 1045: 1988 u. evtl. DIN 4227: 1988	ENV 1992-1: 1991 ENV 206: 1990
2003 (Zielvorgabe)	DIN 1045-1 DIN 1045-2 DIN 1045-3	u. evtl.	ENV 1992-1: 1991 ENV 206: 1990
2003 + x (x = abhängig vom Fortgang der europäi-schen Normung)	EN 1992 EN 206 EN EEE (Bauausführ.)	DIN 1045-1*) DIN 1045-2*) DIN 1045-3*)	
2003 + x + y	EN 1992 EN 206 EN EEE (Bauausführ.)		
*) Bei weitgehender bzw. ausreichender Übereinstimmung des europäischen Normenwerkes mit der neuen deutschen Normengeneration (derzeit nicht absehbar) ist eine Übergangsregelung u.U. entbehrlich.			

Tabelle: Zeitplan zur Einführung einer neuen deutschen Normengeneration im Betonbau

Großes Verdienstkreuz des deutschen Verdienstordens:

Otto Lennertz für 40 Jahre berufspolitisches Engagement erneut ausgezeichnet

„Ein Vertreter jener Generation von Prüflingen, die nach dem Krieg kräftig zugepackt hat“

„Seit nahezu 40 Jahren hat sich Otto Lennertz in vorbildlicher Weise auf ingenieurtechnischem Gebiet für eine Weiterentwicklung und Gestaltung der Raumordnung und des Bauwesens auf nationaler und europäischer Ebene eingesetzt.“

Dieser Satz aus der offiziellen Begründung für die Verleihung des Großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland an den Vorsitzenden der Landesvereinigung der Prüflingen in Nordrhein-Westfalen charakterisiert das berufliche Leben des Diplom-Ingenieurs Otto Lennertz, der mit der Höherstufung – bereits 1992 hatte er für sein hohes ehrenamtliches Engagement das Verdienstkreuz 1. Klasse erhalten – zugleich aber auch für seine lebenslange ehrenamtliche Tätigkeit in zahlreichen berufspolitischen Gremien ausgezeichnet wurde.

Dr. Michael Vesper, der Bauminister von Nordrhein-Westfalen, zählte diese Gremien und Verbände bei der Überreichung der Ordensinsignien im einzelnen auf:

- bis 1962 Vorsitzender des Ehrenrats des Verbandes Beratender Ingenieure,
- bis 1968 Vorstandsmitglied des Verbandes Beratender Ingenieure VBI,



Otto Lennertz, Vorsitzender der Landesvereinigung der Prüflingen für Baustatik in Nordrhein-Westfalen, erhielt das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

- seit 1976 stellv. Vorsitzender des VBI-Landesverbandes NRW und gleichzeitig Mitglied des erweiterten Bundesvorstandes (Verbandsrates),
- seit 1974 Vorstandsmitglied im Verband Freier Berufe in NRW (seit 1994 als stellv. Vorsitzender),
- 1964 bis 1974 Delegierter des VBI im damaligen Comité de Liaison des Ingénieurs Conseils (dem Vorläufer der europäischen Consulting-Vereinigungen),

- 1967 bis 1974 Präsident der Commission des Directives,
- seit 1980 Mitglied des Ausschusses „EU-Harmonisierung im Bauwesen“ beim Bundesbauministerium und
- seit 1987 Mitglied im Technical Committee 265 der europäischen Normungsorganisation CEN.

In der Landesvereinigung NRW der Prüflingen für Baustatik engagiert sich Otto Lennertz seit 1985 im Vorstand und seit 1987 als deren Vorsitzender. Gleichzeitig ist Mitglied im erweiterten Vorstand der Bundesvereinigung der Prüflingen für Baustatik.

Vesper erwähnte aber nicht nur diese nüchternen Fakten, sondern auch, und zwar mit besonderem Nachdruck, „die außerordentliche Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit“, mit der Otto Lennertz seine beruflichen und berufspolitischen Aufgaben immer erfüllt habe – und zwar als ein Vertreter „jener alten Generation von Prüflingen, die in der Aufbauphase nach Kriegsende vor großen Herausforderungen stand und kräftig angepackt hat“.

Lennertz selbst zeigte sich – wie immer – bescheiden und schob das Verdienst für seine berufspolitischen Erfolge vor allen jenen Persönlichkeiten zu, die in den 60er und 70er Jahren die Grundlagen für die heutige Unabhängigkeit der Beratenden Ingenieure als Teil der Freien Berufe erkämpft haben, und an deren Überzeugungen und Handlungen er sich immer orientiert habe, namentlich nannte er Prof. Dr. Dr. Werner Zeller, Dipl.-Ing. Hans Reissmann und den heutigen Präsidenten der Ingenieurkammer-Bau von Nordrhein-Westfalen, Dipl.-Ing. Heinz Peter Funcke, mit dem, wie Lennertz sagte „ich nun schon seit neunundzwanzig Jahren arbeiten darf“.

Stundensatz wurde auf 140 DM erhöht

Niedersachsen: Neue Gebührenordnung bringt substantielle Verbesserungen

Die Diskussion der Vergangenheit über die Bauwerksklassen wurde jetzt endlich entschärft

Am 1. Februar sind in Niedersachsen die neue Verordnung für die Gebühren und Auslagen für Amtshandlungen der Bauaufsicht (BauG098) und damit auch einige substantielle Verbesserungen für die Prüfm Ingenieure in Kraft getreten. Insbesondere die Veränderungen beim Nachweis des Schall-, Wärme- und Brandschutzes sowie die Pflicht zur Prüfung der Ausführungspläne ab Bauwerksklasse 3 dürften auch für die Prüfm Ingenieure im übrigen Bundesgebiet von Interesse sein.

Mit dieser Verordnung wurde der Stundensatz für Prüfm Ingenieurinnen und Prüfm Ingenieure von DM 112 auf DM 140 angehoben und damit dem Stundensatz der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure angepaßt.

Im Tarifstellen-Katalog wurde unter 3. ein neuer Abschnitt „Prüfzeugnis, Zustimmung im Einzelfall . . .“ eingefügt, so daß die Gebühren für die Prüfung der Nachweise der Standsicherheit, des Schall- und Wärmeschutzes und der Feuerwiderstandsdauer unter der neuen Tarifstelle 9 zu finden sind.

Die Prüfung der Nachweise für den Schall- und Wärmeschutz und der Feuerwiderstandsdauer werden jetzt nach der Bauwerksklasse 3 (statt bisher 2) abgerechnet. Damit werden die höheren Anforderungen der Nachweise – insbesondere beim Wärmeschutz – besser erfaßt. Die Mindestgebühr für den Wärmeschutznachweis wurde von DM 120 auf DM 140 erhöht.

Eine wesentliche Verbesserung werden die neuen Tarif-

stellen 9.6 und 9.7 bringen. Die Prüfung der Ausführungszeichnungen (Tarif 9.6) und der Elementpläne (Tarif 9.7) für statisch-konstruktiv schwierige Baumaßnahmen oder Bauteile ist ausdrücklich für die Bauwerksklassen 3 bis 5 vorgesehen. Damit entfällt die Diskussion mit den Bauordnungsämtern, ob die Bauwerksklasse 3 eine schwierige Baumaßnahme ist oder nicht. Die Prüfung der Ausführungszeichnungen hat erhebliche Bedeutung für die Standsicherheit und die Qualität der Bauwerke, was auch durch die Neufassung der Tarifstellen 9.6 und 9.7 hervorgehoben wird.

Die Anmerkung zu den Tarifstellen 9.6 und 9.7 hinsichtlich des Höchstsatzes der Prüfgebühren von 100 % soll der Klarstellung und der angemessenen Begrenzung dienen.

Eine generelle Anhebung der Gebührentafel war in der Zeit allgemeiner Sparmaßnahmen nicht durchsetzbar. Bei einer Anhebung der Mehrwertsteuer muß eine Korrektur der Tafelwerte durchgesetzt werden, wobei

auch zurückliegende Verluste der Prüfm Ingenieure, z.B. bei der Erhöhung der Mehrwertsteuer von 14 % auf 15 % im Jahr 1995 einzubringen sind.

Die Tabelle der durchschnittlichen Rohbauwerte je Kubikmeter Rauminhalt (Anlage 2 der VO) wurde bereinigt und angepaßt. Die Anzahl der Gebäudarten wurde von 28 auf 23 reduziert. Gebäudarten geringerer Bedeutung, wie z. B. Leichenhallen und Friedhofskapellen, sind entfallen. Bei den Verkaufsstätten wurden die Rohbauwerte insbesondere der leichten eingeschossigen Konstruktionen den wirklichen Rohbauwerten angepaßt.

Für die nicht in der Anlage 2 genannten Gebäude und sonstigen baulichen Anlagen sollte die Brutto-Prüfgebühr im Entwurf der BauG098 nach der Netto-Rohbausumme berechnet werden. Dies hätte eine Einbuße von ca. 10 % für die Prüfm Ingenieure bedeutet. Der Vorstand der VPI Niedersachsen konnte die Oberste Bauaufsicht davon überzeugen, daß eine Brutto-Gebühr für eine Netto-Rohbausumme nicht folgerichtig sein konnte und daß der Gebührenverlust nicht akzeptabel war.

In der Anlage 3 der Verordnung sind die Bauwerksklassen wie in der HOAI mit wesentlich mehr Bauwerksmerkmalen beschrieben. Damit erhalten auch die Bauordnungsämter detaillierte Angaben, in welche der Bauwerksklassen die jeweilige Baumaßnahme einzustufen ist.

Die neue BauG098 ist durch sachliche Argumente und konstruktive Gespräche mit der Obersten Bauaufsicht von den Prüfm Ingenieuren wesentlich mitbestimmt worden.

Dr.-Ing. Günter Griebenow

Mitgliederversammlung des Deutschen Instituts für Prüfung und Überwachung

Das DPÜ bietet jetzt modulare Prüfpakete für die Bauherren an

Dipl.-Ing. Gerhard Feld als Präsident wiedergewählt

Der Präsident des Deutschen Institutes für Prüfung und Überwachung DPÜ, Dipl.-Ing. Gerhard Feld (Bremerhaven), ist anlässlich der jüngsten Mitgliederversammlung des DPÜ im Oktober vergangenen Jahres in Stuttgart einstimmig in seinem Amt bestätigt worden. Auch für den Vizepräsidenten, Dipl.-Ing. Reinhardt Lange aus Rostock, gab es ein einstimmiges Votum.

In der Versammlung wurde deutlich, daß die vielfältigen Prüfungsaufgaben im Bauwesen, wie sie von den Trägerorganisationen, dem Bau-Überwachungsverein BÜV und der Technischen Organisation von Sachverständigen TOS wahrgenommen werden, einer Koordinierung in einem Dachverband bedürfen. Prüfingenieure für Baustatik und Sachverständige für Anlagen und Elektrotechnik werden zukünftig Prüfungsaufgaben im

Bauwesen gemeinsam erarbeiten. Dem Bauherrn werden modular aufgebaute Prüfbereiche angeboten, aus denen er sich in Absprache mit dem Prüfsachverständigen ein sinnvolles Prüf- und Überwachungspaket nach dem Vier-Augen-Prinzip zusammenstellen kann.

Erste Pilotprojekte zeigen eindeutig, daß dies von der Bauwirtschaft gewünscht wird. Freiberufliche Zusammenschlüsse mit hoher Flexibilität und Transparenz für den Bauherrn münden in eine optimale prüfende Begleitung des Bauvorhabens im Sinne des Verbraucherschutzes und zum Schutz, von Leib und Leben.

Die Trägerorganisationen BÜV und TOS waren sich einig, diesen Weg zu gehen und erste Schritte zu veranlassen.

3. Internationale Donaubrückenkonferenz 1998 Ende Oktober in Regensburg

Im Herbst dieses Jahres, nämlich vom 29. bis zum 31. Oktober, findet unter dem Titel „Entwurf, Bau und Unterhaltung von Brücken im Donauroum“ in Regensburg die 3. Internationale Donaubrückenkonferenz statt. Die Beiträge befassen sich mit Themen aus dem Brückenbau und stellen diese mit Bezug auf Brückenbauwerke im Donauroum vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer vor. Zu den Vortragenden zählen Fachleute aus den Donauanrainerstaaten.

Im Anschluß an die Konferenz findet (am 31. Oktober) eine Exkursion zu Brückenbauwerken im Bayerischen Donauroum statt.

Auskünfte und Anmeldung bei der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Massivbau, Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Zilch (Tel.: 0 89/2 89-2 30 39, Fax: 0 89/2 89-2 30 46).

Am 6. Oktober in Kaiserslautern

Eurocode 5: Seminar über den zeitgemäßen Holzbau

Am Dienstag, dem 5. Oktober 1998, wird an der Universität Kaiserslautern ein Seminar zum Eurocode 5 Holzbau stattfinden, das sich an die Prüfingenieure für Baustatik, an Beratende Ingenieure und an Ingenieure aus den Bauverwaltungen, der Bauindustrie und dem Baugewerbe richtet.

Die ganztägige Fachveranstaltung, die von den Kammern der Beratenden Ingenieure von

Rheinland-Pfalz und vom Saarland sowie von den Vereinigungen der Prüfingenieure für Baustatik bei-

der Länder durchgeführt wird, gibt vor allem praxisnahe Hinweise für die Anwendung des Eurocode 5. Die Nachweise für Bauteile, Konstruktionen und Verbindungsmittel werden dadurch detailliert vorgestellt und mit aufschlußreichen Bemessungsbeispielen erläutert.

Auskünfte über das Seminar erteilt die Kammer der Beratenden Ingenieure des Landes Rheinland-Pfalz (Telefon: 0 61 31/5 94 94, Fax: 0 61 31/59 20 90).

Lehrbuch und Nachschlagewerk

2. Auflage: Lager im Bauwesen

Nicht nur als Lehrbuch, sondern, dank seines umfangreichen Stichwortverzeichnisses, auch als Nachschlagewerk ist ein bemerkenswertes Buch verwendbar, das jetzt in zweiter Auflage im Verlag Ernst & Sohn (Berlin) erschienen ist: „Lager im Bauwesen“ von Helmut Eggert und Wolfgang Kauschke.

Dieses Buch richtet sich sowohl an den entwerfenden und konstruierenden Ingenieur als auch an bauausführende Firmen. Es gibt Hilfestellung bei der Auswahl und Dimensionierung von Lagern und eine Anleitung für die Anwendung der Normen. Für den jungen Ingenieur, der sich in die Materie einlesen möchte und mit den Begriffen noch nicht vertraut ist, wird den Fachbegriffen in einem Glossar

eine Definition zugeordnet. Selbst der Normtext der DIN 4141 ist zur Information abgedruckt worden.

Der Verlag hat mit dieser 2. Auflage dem Umstand Rechnung getragen, daß dem Bauteillager als Element des Ausgleichs von Verdrehung und Verschiebung in einer Baukonstruktion eine wachsend bedeutende Rolle zukommt. Da das Bauteillager im Brücken-

bau unverzichtbar ist und da es für diesen Bereich voraussichtlich noch vor dem Jahr 2000 eine europäische Normenreihe geben wird, ist die erneute Drucklegung und Aktualisierung dieses Buches umso begrüßenswerter.

Das Werk gibt erschöpfende Antworten auf die Fragen, wie ein Bauwerk bzw. ein Bauteil gelagert werden muß, welche Kräfte vom Bauwerk auf ein Lager übertragen werden, und es gibt Auskunft über Art und Funktionsweise von Lagern. Darüber hinaus informiert es über die Technischen Regeln, die zu beachten sind, sowie über Zulassungen und aktuelle Forschungsberichte.

Also: ein vielfach nutzbares Buch, unentbehrlich für jeden, der Lager im Bauwesen planen und konstruieren muß. (ISBN 3-433-01199-0). *HJM*

Merkblattsammlung des Deutschen Beton-Vereins

Komprimierte Erfahrung für die Prüfungs-Praxis

Der Deutsche Betonverein hat seine bewährte Merkblattsammlung im vergangenen Jahr neu herausgegeben, jetzt aber nicht mehr als Buch, sondern in einem Ringheft, das dem Charakter einer Sammlung von technischen Merkblättern mehr entspricht, die der Weiterentwicklung kontinuierlich angepaßt werden soll.

Inhaltlich wurden in der neuen Ausgabe viele Blätter überarbeitet und andere neu erstellt. Die Themenkreise umfassen:

- Dichtigkeit bzw. Rißbeschränkung, Bewehrungsprobleme,
- Betonoberflächen,
- Faserbetone,
- Massenbeton/Sonderbauweisen,
- Chemie von Beton und Zugabewasser.

Besonders die ersten Themen müssen den Planer und Konstrukteur interessieren, während die übrigen stärker den Ausführenden ansprechen.

Die Merkblätter und Sachstandsberichte fassen das Wesentliche und für die Praxis Relevante aus der oft unüberschaubaren Literatur kurz zusammen. Man merkt, daß Arbeitskreise aus der Bau-

wirtschaft daran zusammenwirken, um schnell verständlich auch komplexere Zusammenhänge darzustellen. Wissenschaftliche Erkenntnisse wie auch praktische Erfahrungen fließen gleichermaßen ein.

Die Merkblätter erweisen sich daher als unentbehrliche Arbeitshilfen für alle, die am Bau mit Beton, mit Stahlbeton und mit Spannbeton umgehen müssen. Insbesondere sei die Lektüre auch den Planern empfohlen.

Für die überwiegende Zahl der am Bau zu beklagenden Mängel erfolgt bekanntlich die falsche Weichenstellung schon bei der Planung. Die in den Merkblättern komprimierte Erfahrung kann einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung dieses Zustandes leisten.

Dr.-Ing. M. Heunisch

Aachener Baustofftagung mit interessantem Vorschlag:

Bauwerkspaß und Wärmeausweis können auch von den Prüfsingenieuren ausgestellt werden

Die Recyclingfähigkeit eines Gebäudes soll dokumentiert werden, damit Abrißkosten möglichst genau bestimmt werden können

Anläßlich des Aachener Baustoff-Tages am 4. März 1998, der von Professor Dr.-Ing. Peter Schiebl vom Institut für Bauforschung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen veranlaßt und vom Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie mitveranstaltet worden ist, fand ein für die Prüfsingenieure außerordentlich aufschlußreicher Workshop über die Kreislaufwirtschaft der Baustoffe statt.

Die herausragende Feststellung dieser Tagung, die unter der Überschrift „Kreislaufwirtschaft mit mineralischen Baustoffen“ die Verwertung und Vermeidung von Baustoffabfällen

thematisiert hatte, ist für den Planer darin zu sehen, daß er künftig im Sinne der Kreislaufwirtschaft die einzelnen Gewerke, wie Rohbau, Wärmedämmung, Schallschutz und Brandschutz, in ihrem Aufbau

bewußt voneinander trennen sollte, so daß auch noch Jahrzehnte später, beim Recycling des Gebäudes, die einzelnen Rohstoffe separat entfernt und einer Wiederverwendung zugeführt werden können.

Um den Bauherren einen Anreiz zu geben, recyclingfähig zu bauen, wurde auf der Tagung auch der Vorschlag unterbreitet, einen „Ökologischen Bauwerkpaß“ für jedes neu zu errichtende Gebäude in Anlehnung an den Wärmepaß einzuführen.

Dieser „Ökologische Bauwerkpaß“ soll die Recyclingfähigkeit des Gebäudes dokumentieren und damit dem Errichter, dem Bauherrn und dem späteren Käufer die Möglichkeit geben, auch den Abbruch seines Gebäudes und die damit verbundenen Kosten einwandfrei zu beurteilen.

Diese Leistung, sowie auch die Ausstellung des Wärmepasses, können von den Prüfsingenieuren ausgeführt und fortgeschrieben werden.

17. Steinfurter Stahlbau-seminar am 29. Mai in der Stadthalle Rheine

Am 27. Mai findet in der Stadthalle in Rheine das 17. Steinfurter Stahlbauseminar der Fachhochschule Münster statt. Wie in den Vorjahren richtet sich diese Veranstaltung wieder an die Ingenieure, die mit der Planung, der Konstruktion, der Berechnung und der Ausführung von Stahlbauten befaßt sind, aber auch an die Kontrollorgane der Bauaufsicht.

Auf dem Programm des Seminars stehen Vorträge folgender Referenten zu folgenden Themen:

■ Prof. Dr.-Ing. Helmut Bode (Universität Kaiserslautern): Stahlverbundträger mit

großen Öffnungen als Teil der Geschoßdecke;

■ Prof. Dr.-Ing. Manfred Fischer (Universität Dortmund): Zum richtigen Einsatz des wetterfesten Baustahls;

■ Dipl.-Ing. Jürgen Meyer (Stahlbau Plauen GmbH): Der Stahlbau für Kesselhäuser großer Kraftwerke;

■ Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Pasternak (Brandenburgische Technische Universität Cottbus): Dürfen nachgiebige Verbindungen zyklisch beansprucht werden?

■ Dipl.-Ing. Jean-Baptiste Schleich (Profil Arbed, Centre de Recherches, Esch sur Alzette, Luxemburg): Globales Brandsicherheitskonzept;

■ Dr.-Ing. Heinrich Schroeter (Dr. Schroeter & Dr. Kneidl, Beratende Ingenieure GmbH, Weiden): Detailnachweise beim Zweigelenkrahmen;

■ Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Techn. Ferdinand Tschemmernegg (Universität Innsbruck): Anschluß von Verbundflachdecken an Verbundstützen.

Auskünfte über das Seminar erteilt die Fachhochschule Münster (Tel.: 0 25 51/9 62-1 95, Fax: 0 25 51/9 62-1 20).

Boden-Bauwerk-Interaktion aus der Sicht des Massivbaus

Welche Probleme treten auf, wenn alte an neue Bemessungsmethoden angepaßt werden?

Mit der Einführung der Eurocodes oder eurocode-naher nationaler Normen wird eine Umstellung der Nachweisverfahren vom bisher üblichen Konzept der globalen Sicherheitsbeiwerte und zulässigen Spannungen auf Teilsicherheitsbeiwerte und Grenzzustände erfolgen. Dieser Umbruch bietet die Gelegenheit, die gängigen Berechnungsgrundlagen, die sich häufig als unzureichend erwiesen haben, einer kritischen Bewertung zu unterziehen. In der Bemessungspraxis wird man viele alte Gewohnheiten überdenken und an die neuen Verfahren anpassen müssen. Besonders betroffen ist hiervon die Boden-Bauwerk-Interaktion. Im folgenden soll exemplarisch gezeigt werden, an welchen Stellen hier Probleme entstehen können.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Zilch



Diplom-Ingenieure Anton Ruile und Ralf Schneider

studierte das Bauingenieurwesen an der TH Darmstadt; nach vorübergehendem Aufenthalt in den USA und Kanada war er 1979 bis 1988 als Projekt- und Bauleiter in einer großen Bauunternehmung tätig; 1988 bis 1993 war er Inhaber des Lehrstuhls für Baustatik der RWTH Aachen, seit 1993 ist er Ordinarius für Massivbau der TU München; die vorliegende Arbeit entstand unter Mitwirkung der

1 Neue Nachweiskonzepte

Die Bemessung von Tragwerken und die Nachweise im Grundbau waren bisher stark an der Tragfähigkeit orientiert. Gleichzeitig wurde versucht, durch gewisse Einschränkungen und Grenzwerte die Gebrauchstauglichkeit implizit zu erfassen. Ein typisches Beispiel hierfür sind die zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054. Diese Grenzwerte beruhen entweder auf der Sicherheit gegen Grundbruch oder auf der Begrenzung der Setzungen. Dabei ist die Grundbruchsicherheit eindeutig der Tragfähigkeit zuzuordnen, die zulässigen Setzungen dagegen im allgemeinen eher der Gebrauchstauglichkeit. Beide Nachweise haben einen völlig unterschiedlichen Charakter, der bei der Bemessung jedoch nicht berücksichtigt wird.

Mit der formalen Trennung der Grenzzustände wird nun versucht, dem Ingenieur ein Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, das ihm nicht nur erlaubt, sondern ihn geradezu zwingt, neben der Tragfähigkeit auch die Gebrauchstauglichkeit in der Bemessung explizit zu betrachten, gegebenenfalls auch mit unterschiedlicher Verbindlichkeit.

Die Neuformulierung der Nachweise wirkt sich in der Boden-Bauwerk-Interaktion besonders gravierend aus, da an der Schnittstelle zwischen Baugrund und Tragwerk Baustoffe aufeinandertreffen, die sich in ihren mechanischen und stochastischen Eigenschaften stark unterscheiden. Dies führt zu unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen in Bauwerk und Baugrund, wie ein Vergleich der Nachweise in den als Entwurf vorhandenen Neufassungen der DIN-Normen DIN 1054-100 und DIN 1045-1 [1] zeigt. Beide unterscheiden grundsätzlich Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS), allerdings mit erkennbar unterschiedlicher Gewichtung.

Die Interaktion muß die Forderungen beider Regelwerke berücksichtigen und in Einklang bringen. Dies setzt voraus, daß Tragwerksplaner und Geotechniker sich auf schlüssige und widerspruchsfreie

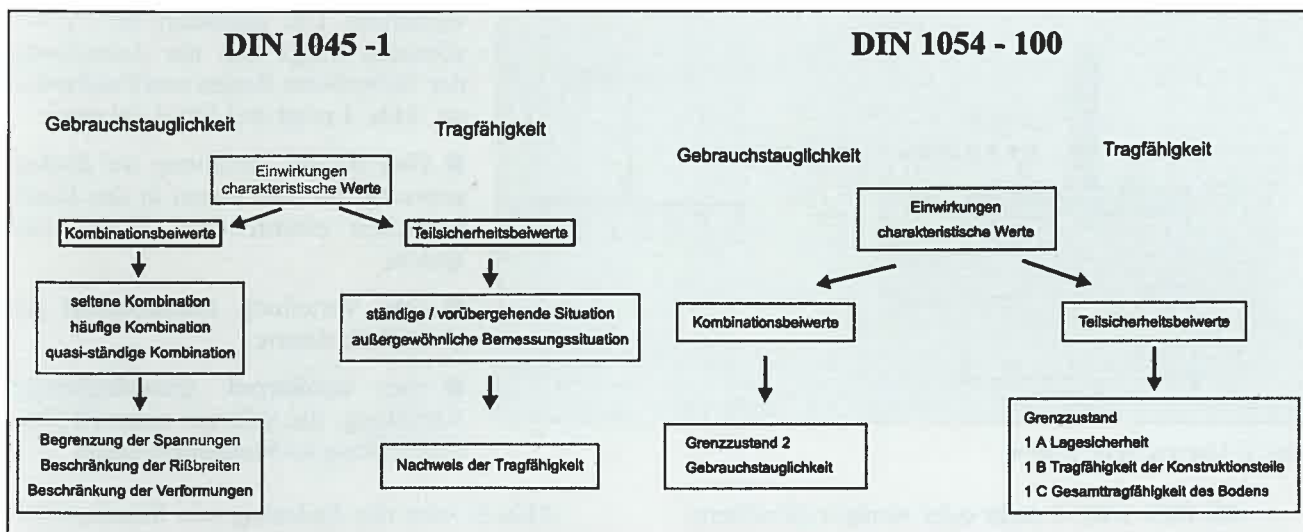


Abb. 1: Nachweise nach DIN 1054-100 und DIN 1045-1

Nachweiskonzepte einigen. Die besondere Schwierigkeit besteht nun darin, daß Ursache und Wirkung eines Grenzzustandes häufig auf unterschiedlichen Seiten der Schnittstelle liegen. So werden Nachweise der Gebrauchstauglichkeit ausschließlich für das Tragwerk geführt, während sie jedoch oft durch Setzungen des Baugrundes hervorgerufen werden.

Dies bereitet Schwierigkeiten, da die Abstimmung von Normen zwischen Tragwerksplanung und Geotechnik nicht immer einfach ist. So kennt DIN 1054-100 [2] drei Grenzzustände der Tragfähigkeit, die zur Definition dieses Grenzzustandes der DIN 1045-1 nur bedingt kompatibel sind (Abb. 1).

2 Modellbildung in der Boden-Bauwerk-Interaktion

Das Tragverhalten des Bodens ist im allgemeinen zu komplex, um in der praktischen Berechnung durch wirklichkeitsnahe Modelle beschrieben zu werden. Dies ist zum einen in der Geometrie (Kontinuum) und zum anderen in den mechanischen Eigenschaften begründet, deren Erfassung einen extrem hohen numerischen Aufwand erforderlich macht. In Anbetracht der stark streuenden Bodeneigenschaften erscheint dieser Aufwand im Grunde kaum sinnvoll.

Für Nachweise im Grundbau wird das Materialverhalten des Bodens daher meist durch starr-plastische Modelle beschrieben. Beispielhaft seien hier nur der aktive Erddruck und die konstante Spannungsverteilung unter Fundamenten genannt. Die Schnittgrößenermittlung im Tragwerk erfolgt dagegen im

allgemeinen auf der Grundlage der linearen Elastizitätstheorie.

Beide Modelle sind jedoch nur als Annäherung an das reale Verhalten der Baustoffe zu sehen. In Abb. 2 ist die Momenten-Krümmungs-Linie eines typischen Stahlbetonquerschnittes dargestellt. Wie leicht zu erkennen ist, beschreiben die elastische und die plastische Idealisierung das Materialverhalten auf unterschiedlichen Lastniveaus, die elastischen Modelle bei niedrigen und die plastischen bei hohen Lasten. Das gleiche gilt für die Last-Setzungs-Beziehungen des Baugrundes, die im Prinzip ähnlich verlaufen.

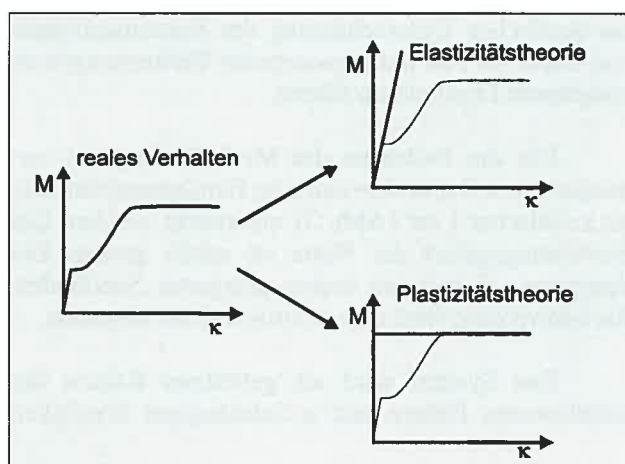


Abb. 2: Mögliche Idealisierungen der Momenten-Krümmungs-Beziehung eines Stahlbetonquerschnittes

Die Anwendung in der oben beschriebenen Form „Baugrund plastisch, Tragwerk elastisch“ ist dabei völlig willkürlich und eigentlich nur sinnvoll, wenn der Boden stark und das Tragwerk gering beansprucht ist. Sofern dies nicht der Fall ist, sind eigentlich weitergehende Überlegungen erforderlich.

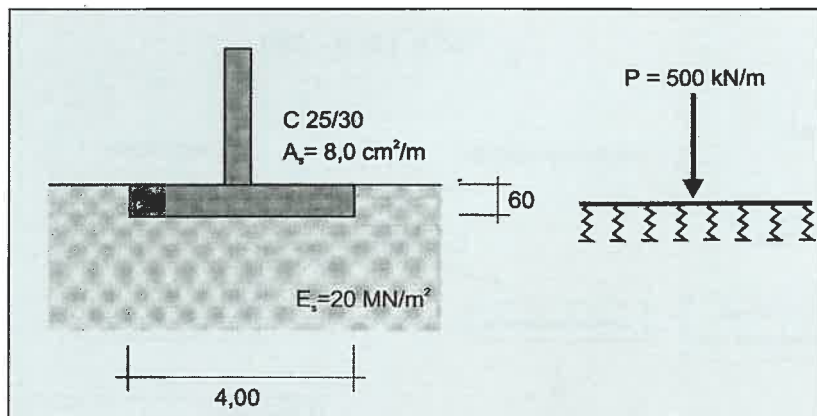


Abb. 3: Untersuchtes System

Da DIN 1045-1 mehr oder weniger detaillierte Angaben zur nichtlinearen Berechnung von Stabtragwerken macht, liegt es nahe, das Materialverhalten wirklichkeitsnah zu berücksichtigen. Allerdings besitzt gerade in diesem Fall neben dem Nachweis der Tragfähigkeit die Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit wegen der normalerweise besseren Ausnutzung der Materialien eine besondere Bedeutung. So sind im einzelnen die Spannungen, die Rißbreiten und die Verformungen zu untersuchen, was eine erhebliche Steigerung des Berechnungsaufwandes zugunsten einer wirtschaftlicheren Bemessung bedeutet.

Eine realistische Modellierung des Werkstoffes Stahlbeton muß zum einen das nichtlineare Verhalten des Betons, zum anderen auch die versteifende Wirkung des Verbundes berücksichtigen. Betrachtungen des reinen Zustandes II, also eine völlige Vernachlässigung von Zugspannungen im Beton, können zu einer deutlichen Unterschätzung der Bauteilsteifigkeit und damit im Fall aufgezwungener Verformungen zu unsicheren Ergebnissen führen.

Um die Probleme der Modellbildung zu verdeutlichen, soll nun eine einfache Fundamentplatte unter zentrischer Last (Abb. 3) untersucht werden. Der Bewehrungsgehalt der Platte ist relativ gering. Der Baugrund sei hier ein locker gelagerter Sandboden. Als Einwirkung wird eine zentrische Last angesetzt.

Das System wird als gebetteter Balken mit nichtlinearen Federn und ortsabhängiger Steifigkeit

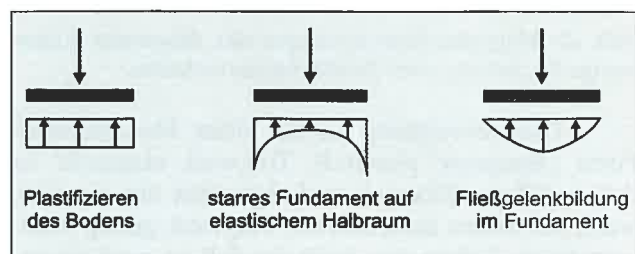


Abb. 4: Mögliche Verteilungen der Bodenpressung

modelliert. Die Verteilung der Bodenpressung hängt von der Ausnutzung der Teilsysteme Boden und Fundament ab. Abb. 4 zeigt drei Möglichkeiten:

- Eine lineare Verteilung der Bodenpressung, die hier einem in den Randbereichen plastifizierten Boden entspricht,
- eine Verteilung entsprechend der Elastizitätstheorie,
- eine annähernd dreiecksförmige Verteilung, die sich aus einer Fließgelenkbildung im Fundament ergibt.

Abb. 5 zeigt die Änderung von Setzungsmulde, Bodenpressung und Momentenverlauf im Fundament bei Laststeigerung. Die Fundamentplatte geht dabei kontinuierlich vom elastischen in den plastischen Zustand über. Der Baugrund dagegen bleibt im wesentlichen elastisch.

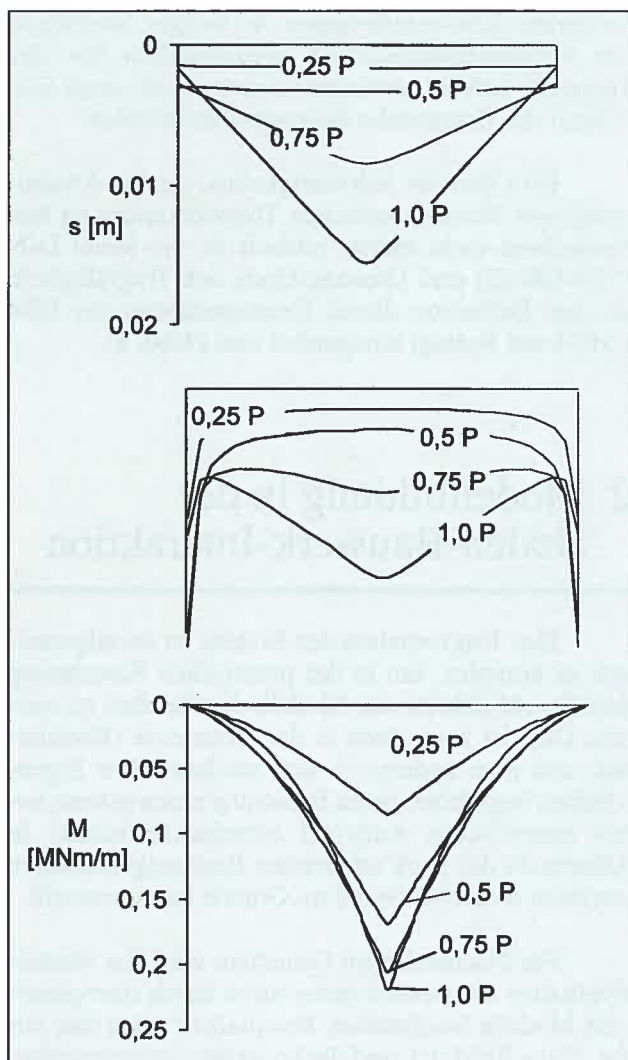


Abb. 5: Verformungsfigur, Bodenpressungen und Biegemomente im Fundament bei verschiedenen Laststufen

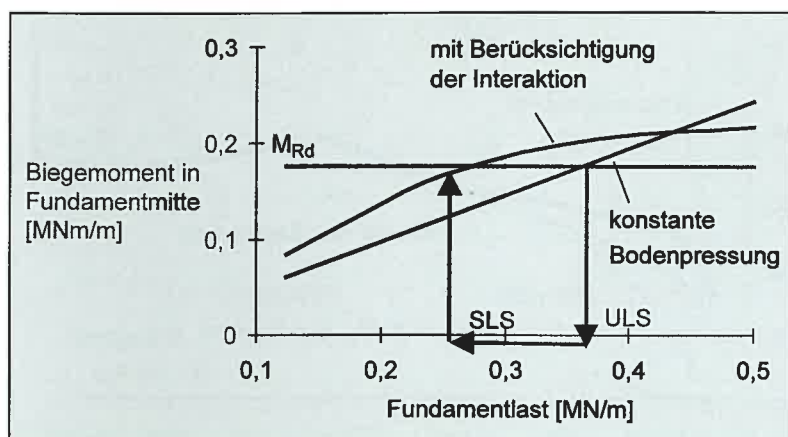


Abb. 6: Bemessungsmomente für vereinfachte Ansätze und genaue Berechnung

Durch die Fließgelenkbildung im Fundament lagern sich die Bodenpressungen zur Fundamentmitte hin um; das statische Gleichgewicht kann demnach auch bei Laststeigerung noch hergestellt werden. Das Verhalten des Systems ist – eine ausreichende Rotationsfähigkeit vorausgesetzt – im Grenzzustand der Tragfähigkeit sehr gutmütig.

Abb. 6 zeigt einen Vergleich der ermittelten Biegemomente mit denen, die sich aufgrund der vereinfachten Annahme einer konstanten Verteilung der Bodenpressung ergeben. Für sehr hohe Lastniveaus liegt die Vereinfachung auf der sicheren Seite.

Betrachtet man dagegen geringere Lastniveaus, also den Gebrauchszustand, so liegt die Vereinfachung weit auf der unsicheren Seite. Ermittelt man sich aus der vorhandenen Bewehrung das aufnehmbare Biegemoment M_{Rd} und daraus die Traglast für die vereinfachte Bodenpressung, so ergibt sich ein Wert von ca. 365 kN/m. Die Gebrauchslast ergibt sich daraus zu ca. $365/1,4 = 260$ kN/m. Aus der wirklichkeitsnahen Berechnung ergibt sich dann ein Biegemoment im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, das in etwa wieder dem Widerstandsmoment M_{Rd} entspricht, so daß die Bewehrung auch im Gebrauchszustand nahezu die Fließgrenze erreicht. Dies ist bei erhöhten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, etwa bei Weißen Wannen, aber auf keinen Fall hinnehmbar!

Das Beispiel zeigt nur einen möglichen Fall, der im wesentlichen durch die geringe Ausnutzung des Baugrundes und den geringen Bewehrungsgrad des Fundamentes gekennzeichnet ist. Unter anderen Randbedingungen können sich völlig andere Verhältnisse ergeben.

Im Rahmen der Bemessung ist es erforderlich, einen Kompromiß zwischen der Wirklichkeitsnähe des Modells und einem vertretbaren Berechnungsauf-

wand zu finden. Die gewohnten Modelle wurden ursprünglich für Nachweise der Tragfähigkeit abgeleitet und sind für die Bemessung in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit nicht ohne weiteres anwendbar. Hier erzielt man mit der Elastizitätstheorie meist weit bessere Ergebnisse als mit plastischen Modellen.

Für die Anwendung in der Praxis wird es sicher auch in Zukunft sinnvoll sein, das Stoffverhalten in einfachen Modellen zu idealisieren. Allerdings sollte man den mechanischen Hintergrund dabei nicht aus den Augen verlieren und die Modelle in Abhängigkeit vom zu erbringenden Nachweis wählen. Für Nachweise in Gebrauchszuständen sind Modelle, die Plastifizierungen planmäßig ausnutzen, ungeeignet.

3 Verformungsfähigkeit von Stahlbetontragwerken

Um die unterschiedliche Wirkung der Boden-Bauwerk-Interaktion in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit zu demonstrieren, wird ein Zweifeldträger (Abb. 7) in Sattellagerung untersucht, und zwar in folgenden Grenzzuständen:

- Grenzzustand der Tragfähigkeit (nur Biegung),
- Rißbreitenbeschränkung auf 0,1 mm und 0,3 mm,
- Überschreitung der Zugfestigkeit, hier bezeichnet als Rißfreiheit, obwohl die Einhaltung von $\sigma_c < f_{ct}$ wegen evtl. vorhandener Eigenspannungen natürlich

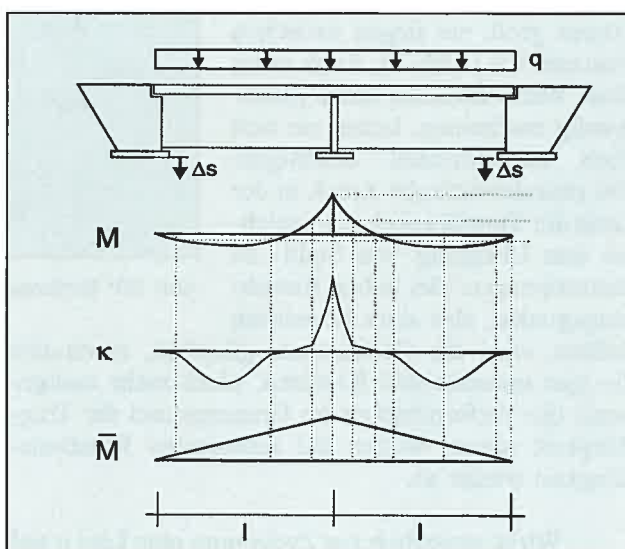


Abb. 7: Zweifeldträger

keine wirkliche Rißfreiheit garantiert,

■ fließen der Bewehrung.

Jedem Grenzzustand läßt sich nun ein Grenzmoment zuordnen, und unter der Annahme, daß das Grenzmoment über der Stütze gerade erreicht wird, lassen sich die Verläufe von Moment und Krümmung und daraus die Verformung Δs direkt ableiten. Die Diagramme wurden für einen Beton C 35/45 abgeleitet; alle anderen Systemparameter gehen in dimensionsloser Form ein:

$$\lambda = \frac{l}{h} \quad \rho = \frac{A_s}{A_c}$$

$$v = \frac{N}{h \cdot b \cdot f_c} \quad \gamma = \frac{8 \cdot M_{Grenz}}{q \cdot l^2}$$

Die Schlankheit wurde für die abgebildeten Diagramme zu $\lambda = 20$ gesetzt. Da die zulässige Setzungsdifferenz direkt proportional zu λ ist, können die Werte für andere Schlankheiten leicht abgeleitet werden. Es wird ferner angenommen, daß der Träger einen rechteckigen Querschnitt besitzt und die Bewehrungsmengen im Feld und an der Stütze gleich groß sind.

Die ertragbaren Setzungsdifferenzen sind im Falle eines unbelasteten Systems ($q = 0$) im Grenzzustand der Tragfähigkeit extrem groß, sie liegen zwischen $1/100$ und $1/25$ (Abb. 8). Auch wenn diese Werte zunächst kaum glaubwürdig erscheinen, lassen sie sich doch experimentell bestätigen. Der charakteristische Knick in der Linie der Tragfähigkeit kennzeichnet den Übergang von Stahl- zu Betonversagen. Bei hohen Bewehrungsgraden, also stark bewehrten Balken, wird die Gebrauchstauglichkeit, zumindest die hier untersuchten Kriterien, nicht mehr maßgebend, die Verformbarkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit nimmt wegen der reduzierten Rotationsfähigkeit wieder ab.

Wirkt zusätzlich zur Zwängung eine Last q auf das System, so nehmen die möglichen Verformungen

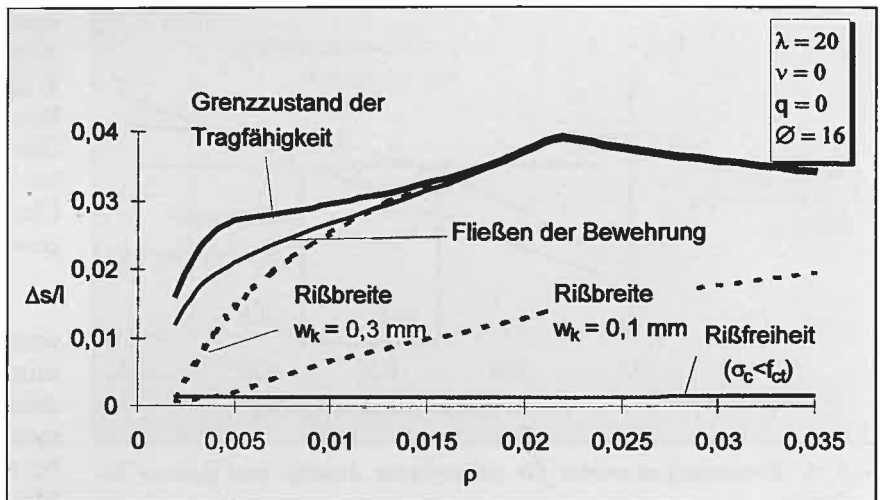


Abb. 8: Verformungsfähigkeit eines unbelasteten Systems

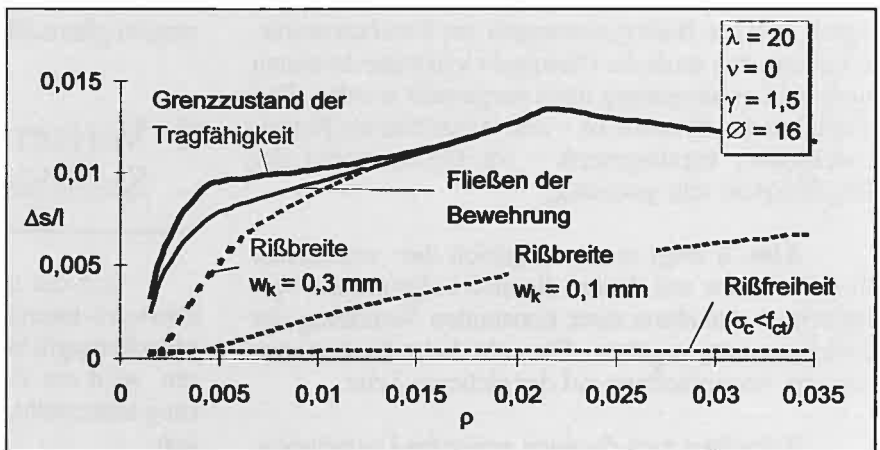


Abb. 9: Verformungsfähigkeit bei gleichzeitig wirkender Querlast

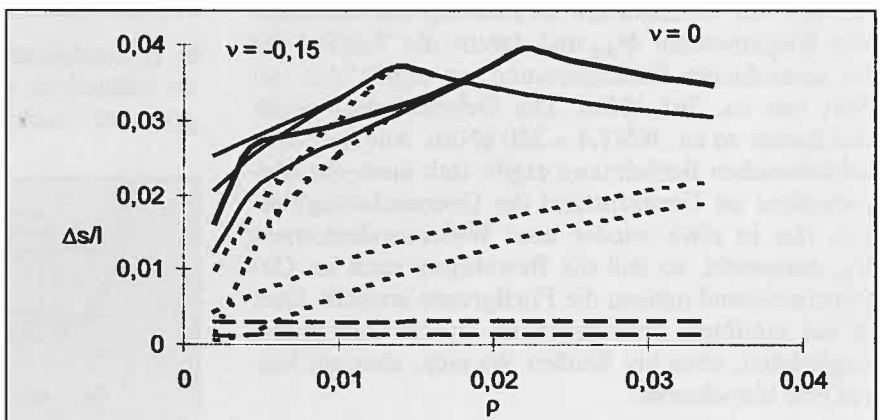


Abb. 10: Verformungsfähigkeit bei wirkender Normalkraft

ab. Für $\gamma = 1,5$ liegt man bei den Gebrauchsnachweisen im üblichen Bereich ($1/200$), wobei allerdings die den Diagrammen zugrunde liegende relativ große Biegeschlankheit zu bedenken ist (Abb. 9).

Eine Normalkraft, etwa infolge Vorspannung, wirkt sich auf die Tragfähigkeit kaum aus, verbessert die Gebrauchstauglichkeit jedoch erheblich (Abb. 10).

Es zeigt sich, daß die Auswirkungen der Baugrundverformung im Grenzzustand der Tragfähigkeit in den meisten Fällen nahezu vernachlässigbar sind. Werden dagegen erhöhte Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit gestellt oder gar die Einhaltung der Dekompression gefordert, so nehmen die ertragbaren Setzungsdifferenzen stark ab, da der durch die Rißbildung verursachte Steifigkeitsverlust nicht eintritt.

4 Verformungsfähigkeit von Mauerwerkswänden

Wegen des Fehlens einer rißverteilenden Bewehrung ist das Bruchverhalten von Mauerwerkswänden völlig anders als das bewehrter Stahlbetonbauteile.

Abb. 11 gibt einen Überblick über der Literatur entnommene Grenzwerte für die zulässigen Verformungen von Mauerwerksbauten. Diese wurden entweder aus der Beobachtung und statistischen Auswertung realer Schadensfälle gewonnen oder durch – meist rein elastische – Berechnungen abgeleitet. Eine für einen elastischen schubweichen Balken mit zwei Feldern abgeleitete Grenzkurve zeigt Abb. 12. Deutlich ist hier der Einfluß der Schlankheit zu erkennen, die in die üblichen Grenzwerte nicht eingeht.

	Setzungsmulde	Setzungssattel
Mayer/Rüsch	1/300	–
Burland/Wroth/Sommer	1/1000	1/1000
EVB	1/300	1/600
Dulácska	1/500	1/1000
Pfefferkorn	1/1000	1/1000

Abb. 11: Empfohlene Grenzsetzungen für Mauerwerk

Setzt man zur Sicherstellung der „Rißfreiheit“ für ϵ die Bruchdehnung des Mauerwerks von 0,1 ‰ ein, so erhält man bei geringen Schlankheiten Werte von ca. $\Delta s/l = 1/5000$, die weit unter den üblichen Grenzen liegen. Andererseits zeigt die praktische Erfahrung, daß die meisten (aber eben nicht alle!) Bauwerke auch bei größeren Setzungsunterschieden im wesentlichen schadensfrei bleiben. Es müssen also Mechanismen wirksam werden, die das Verhalten des Mauerwerkes günstig beeinflussen.

Leider ist das Bruchverhalten von Mauerwerk sehr komplex. Es ist – bedingt durch Stoß- und Lagerfugen – hochgradig anisotrop, je nach Auflast sehr spröde oder duktil. Darüber hinaus beeinflusst die Wechselwirkung mit angrenzenden Bauteilen wie

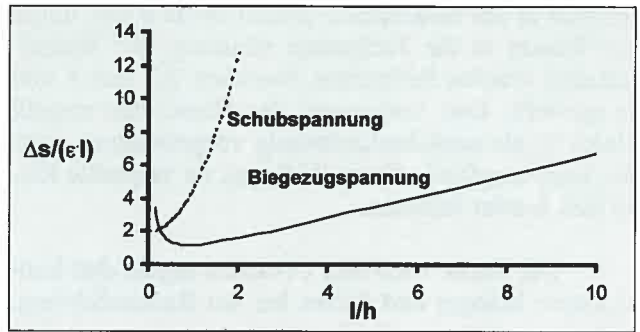


Abb. 12: Elastische Grenzkurve

Deckenplatten aus Stahlbeton, die wie Zugbänder wirken, das Tragverhalten.

Eine realistische Erfassung dieser Mechanismen scheitert häufig am numerischen Aufwand und der Beschreibung des Materialverhaltens. In neueren Untersuchungen an der TU München [3] wurde jedoch versucht, das Bruchverhalten wirklichkeitsnah zu simulieren. Nachdem sich die getrennte Modellierung von Stein und Mörtel in der Vergangenheit als zu aufwendig und wegen der in hohem Maße von zufälligen Schwachstellen abhängigen Rißverläufe letztendlich als ungeeignet erwiesen hat, kam hier ein Makromodell zum Einsatz, daß das Verhalten des Mauerwerkes in integraler Weise beschreibt.

Umfangreiche Parameterstudien zeigen, daß die Formulierung allgemein gültiger Grenzwerte äußerst problematisch ist, da das Zusammenwirken der oben beschriebenen Effekte einen enormen Einfluß auf die Ergebnisse besitzt. Einfache, auf der technischen Balkenbiegetheorie basierende Kurven wie Abb. 12 sind daher nur eingeschränkt aussagekräftig.

5 Schadensfall

Die meisten in der Praxis beobachteten Schadensfälle bestätigen die oben formulierte These, daß die Auswirkungen der Interaktion der Tragwerke mit dem Baugrund vor allem für die Gebrauchstauglichkeit von Bedeutung sind.

Besonders deutlich läßt sich dies anhand eines in den Jahren 1990/91 errichteten Gebäudes mit Tiefgarage im Grundwasser zeigen, das vom Lehrstuhl für Massivbau der TU München im Rahmen einer gutachterlichen Stellungnahme untersucht wurde.

Zur Sicherstellung der Wasserdichtigkeit sollte das Bauwerk ursprünglich als Weiße Wanne ausgeführt werden. Bereits während der Bauarbeiten zeig-

ten sich in der Bodenplatte jedoch breite Risse, durch die Wasser in die Tiefgarage eindrang. Bei Riaufnahmen wurden Rißbreiten zwischen 0,2 und 1 mm festgestellt. Das Verpressen der Risse, das sowohl elastisch als auch kraftschlüssig vorgenommen wurde, zeigt langfristig keine Wirkung, da verprete Risse sich wieder öffneten.

Die Suche nach den Ursachen ergab, daß konstruktive Mängel und Fehler bei der Bauausführung, vor allem aber eine Fehlinterpretation des statischen Systems und eine Nichtbeachtung der Wechselwirkung zwischen der Bodenplatte und dem Baugrund für die Schäden verantwortlich sind [4].

So wurde bei der statischen Berechnung der Bodenplatte die Bewehrung ausschließlich für den Lastfall Wasserdruck bemessen. Die Sttzenlasten wurden rechnerisch ausschließlich Einzelfundamenten unter den Stützen zugewiesen. Die Bodenpressung auf die Bodenplatte infolge der durch die konstruktive Ausbildung der Sttzenfundamente (**Abb. 13**) erzwungenen Mitnahmesetzung wurde nicht berücksichtigt. Auch auf ein Einlegen der nach DIN 1045 (7.88) in der Bodenplatte erforderlichen Mindestbewehrung wurde mit dem Hintergedanken, auftretende Einzelrisse nachträglich und planmäßig zu verpressen, verzichtet. Dies erweist sich jedoch als besonders problematisch, da die riverteilende Wirkung der Bewehrung verloren geht, wenn diese bei Aufreißen des Querschnittes zu fließen beginnt.

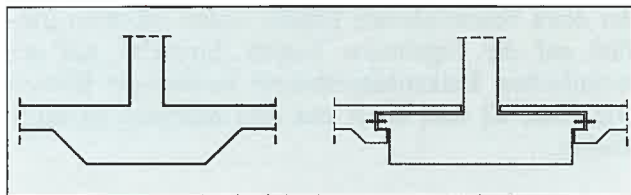


Abb. 13: Anschluß der Bodenplatte an die Sttzenfundamente

Vergleichsrechnungen ergaben, daß die vorhandene Bewehrung die Beanspruchungen aus Wasserdruck und Setzungszwngung nur aufnehmen kann, wenn durch das Fließen der Bewehrung die Steifigkeit der Platte und damit die Zwangsschnittgren stark reduziert werden. Eine Beschränkung der Rißbreite ist so nicht möglich, und auch das nachträgliche Verpressen führt nicht zum Erfolg, da sich die verpreßten Risse bei Änderung des Wasserdrucks wieder ffnen.

Die Tragfähigkeit der Konstruktion wird nicht eingeschränkt, da die Sttzenlasten rechnerisch ausschließlich durch die Einzelfundamente abgetragen werden können und die Bodenplatte zur Aufnahme des Wasserdrucks in der Lage ist. Die getroffene Modellannahme ist im Sinne der Plastizitätstheorie

durchaus richtig, vernachlässigt jedoch völlig die zum Erhalt der Gebrauchsfähigkeit erforderliche Kompatibilität. Eine Nutzung der Tiefgarage ist im gegenwärtigen Zustand deshalb nicht möglich. Die Sanierung führte bisher nicht zum Erfolg. Die durch Gutachten, Verpreversuche und vor allem Mietausfälle verursachten Kosten summierten sich seither auf etwa 1 Mio. DM. Die Kosten der Sanierung lassen sich kaum abschätzen. Augenblicklich wird versucht, die Dichtigkeit durch ein Oberflächen-Schutzsystem herzustellen, für das unter diesen Randbedingungen allerdings kaum Erfahrungen vorliegen. Sollte auch diese Maßnahme scheitern, so bleibt schließlich nur der extrem aufwendige Austausch der Bodenplatte, eine nachträgliche Verstärkung scheidet aus, da die lichte Höhe nicht eingeschränkt werden darf. In jedem Fall wäre eine sorgfältige Berücksichtigung der Gebrauchstauglichkeit bei der Bemessung und das Einlegen der erforderlichen Mindestbewehrung erheblich wirtschaftlicher gewesen.

6 Folgen für die Praxis

Sowohl die theoretischen Überlegungen als auch das geschilderte Fallbeispiel zeigen, daß wir in Zukunft bei der Bemessung dem Gebrauchsverhalten wesentlich mehr Aufmerksamkeit als bisher widmen müssen. Auch die Schadensbilanzen zeigen deutlich, daß die (glücklicherweise) geringe Zahl der Einstürze zwar unsere bisherige Bemessungspraxis für die Tragfähigkeit bestätigt. Die viel zu große Zahl der in der Gebrauchstauglichkeit eingeschränkten Bauten zeigt jedoch auch, daß wir diesem Aspekt häufig zu wenig Aufmerksamkeit schenken. Dieser Trend könnte sich in Zukunft noch verstärken, wenn wir zwar einerseits die Tragfähigkeit der Baustoffe durch nichtlineare und vollplastische Bemessung immer stärker ausnutzen, andererseits aber die Gebrauchszustnde, wie dies bisher leider viel zu oft der Fall war, nicht genau im Auge behalten.

Literatur

- [1] Entwurf DIN 1045 – 1 (2.97): Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [2] Entwurf DIN 1054 – 100 (4.96): Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [3] Ruile, A.-V.: Zur Interaktion von Boden und Mauerwerk; am Lehrstuhl für Massivbau der TU München eingereichte Dissertation. München 1997
- [4] Fritsche, T.: Praxisorientierter Einsatz nichtlinearer Schnittgrenberechnung. In: Massivbau heute und morgen – Anwendungen und Entwicklungen; Münchner Massivbau-Seminar 1997. München 1997

Neue Richtlinien für den Ingenieurholzbau

Ein Überblick über neue Methoden und neue Produkte, die schon bauaufsichtlich geregelt wurden

Eine Fülle neuer Baumethoden hat den Holzbau mittlerweile für kommunale Bauten, für Sport- und Industriebauten und auch für den Wohnungsbau bis hin zum mehrgeschossigen preisgünstigen Bauen interessant gemacht. Bei gleichen Außenmaßen ergeben sich im Holzbau größere Nutzflächen als bei konventionellen Bauten. Hergestellt aus rasch nachwachsenden Rohstoffen, leicht und energiearm zu bearbeiten, sind Holzbauteile besonders umweltfreundlich. Auch deswegen geben Bauminister heute ganz ungewohnt offen zu, auf dem Holzwege zu sein.

Der folgende Beitrag befaßt sich vor allem mit den Neuerungen und mit Produkten, die bauaufsichtlich neu geregelt wurden, und die deswegen besonders den prüfenden und überwachenden Ingenieur interessieren dürften.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinz Brüninghoff



studierte an der Technischen Universität Karlsruhe das Bauingenieurwesen und ist seit 1984 Professor für das Lehr- und Forschungsgebiet Baukonstruktionen und Holzbau an der Bergischen Universität Wuppertal, seit 1978 selbständig als Mitinhaber des Ingenieurbüros Brüninghoff + Rampf in Ulm und Wuppertal, Regierungsbaumeister (Fachrichtung Straßen- und Brückenbau), von der IHK Ulm öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für den Holzbau und Prüfingenieur für Baustatik.

(Fachrichtung Straßen- und Brückenbau), von der IHK Ulm öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für den Holzbau und Prüfingenieur für Baustatik.

1 Einführung

Die Unternehmen des Holzbaues haben erfolgreiche Jahre hinter sich und voraussichtlich gute vor sich. Die Marktanteile konnten vergrößert werden. Hierzu haben die Neuentwicklungen von Baustoffen beigetragen; zu nennen sind eine Vielfalt von Holzwerkstoffen, von Trägerbauarten, die Brettstapeldecken und Systeme von Wand- und Deckenelementen. Diese werden eingesetzt für Kommunal-, Sport- und Industriebauten, jedoch auch für den Wohnungsbau, vom Einfamilienhaus bis hin zum mehrgeschossigen preisgünstigen Bauen. Der Holzbau beginnt, unter ökologischen und ökonomischen Aspekten bei gleichzeitig hoher Qualität der Produkte den bisher bei uns bevorzugten Bauwesen ebenbürtig zu sein, sie in vielen Fällen zu übertreffen. Denken wir an die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1995; diese werden beim Bau eines Niedrigenergiehauses deutlich unterboten bei Wandstärken von etwa 30 Zentimetern. Das ist in massiver Bauweise nicht, oder nur mit großem Aufwand, möglich. Bei gleichen Außenmaßen ergeben sich somit größere Nutzflächen als bei konventionellen Bauten. Hergestellt aus rasch nachwachsenden Rohstoffen, leicht und energiearm zu bearbeiten, sind Holzbauteile besonders umweltfreundlich.

2. DIN 1052 – Holzbauwerke, Ergänzung A1 – 10.1996

2.1 Zweck der Ergänzung

Die derzeit gültige Norm DIN 1052 – Holzbauwerke – stammt aus dem Jahr 1988, ist somit fast zehn Jahre alt. Seit der Einführung der Norm ist die technische Entwicklung weitergegangen. Auch in der Normungsarbeit wurden neue Wege beschritten. So wurde an europäischen Normen gearbeitet, und im Jahr 1994 erschien die Vornorm DIN EN 1995-1-1, besser bekannt als Eurocode 5. Bereits im Jahr 1989 wurde

die DIN 4074 – Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit – überarbeitet herausgegeben.

Da die moderne europäische Norm in der Praxis kaum gehandhabt wird, neue Entwicklungen jedoch dem Markt angeboten werden sollten, wurde die Ergänzung A1 zu DIN 1052 erarbeitet. Hierin erfolgt im wesentlichen die Anpassung der Holzbaunorm an den Inhalt und die Bezeichnungen von DIN 4074, ferner – ganz wichtig – die Aufnahme von Rechenwerten für hochfestes Brettschichtholz aus maschinell sortiertem Holz.

2.2 Anpassung an DIN 4074 – Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit – 09.1989

In DIN 1052 wird Bauholz, wie auch Brettschichtholz aus Bauschnittholz, in die Güteklassen I, II und III eingeteilt. Der Begriff der „Güte“ führt zu Mißverständnissen. Man versteht darunter gern eine gute Oberfläche, eine optisch ansprechende Qualität. Für den Nachweis der Standsicherheit ist aber nur die Festigkeit maßgebend; daher sollte der Begriff Festigkeitsklasse die Güteklasse ersetzen.

Nach den Regeln von DIN 4074 wird die Grundgesamtheit des Holzes sortiert. Die dabei ent-

stehenden Mengen sind Sortierklassen. Diesen können Festigkeitsklassen zugeordnet werden.

Den alten Güteklassen III, II und I entsprechen in DIN 4074 – 10.89 die Sortierklassen S7, S10 und S13, dies bei einer visuellen Sortierung nach den in der Vorschrift gegebenen Regeln. Bei einer maschinellen Sortierung lauten die Klassen MS7, MS10 und MS13 und MS17. Diese Bezeichnungen wurden durch die Ergänzung A1 zu DIN 1052 übernommen.

2.3 Einführung neuer BS-Holz-Klassen

Die maschinelle Holzsortierung ermöglicht die Herstellung hochfesten BS-Holzes. Der Güteklasse I wurden zulässige Biegespannungen von 14 MN/m² zugewiesen, bei der Festigkeitsklasse BS18 betragen diese 18 MN/m². Das entspricht einer Steigerung von etwa 30%. Zum ersten Mal in der Geschichte des konstruktiven Holzbaues können durch eine geeignete Sortierung und durch einen den Beanspruchungen angepaßten Querschnittsaufbau hohe Festigkeiten erzeugt werden (**Abb. 1**).

Die neuen Brettschichtholz-Festigkeitsklassen BS11, BS14, BS16 und BS 18 sollen mit der Ergänzung A1 bauaufsichtlich bekanntgemacht werden,

	Art der Beanspruchung	Brettschichtholz (aus Holzarten nach Tabelle 1 Zeile 1) Brettschichtholzklasse			
		BS 11	BS 14	BS 16	BS 18
		Sortierklassen der Lamellen nach DIN 4074-1			
		S 10 bzw. MS 10	S 13	MS 13	MS 17
1	Biegung $zul \sigma_B$	11	14	16	18
2	Zug $zul \sigma_{ZI}$	8,5	10,5	11	13
3	Zug $zul \sigma_{Z\perp}$	0,2	0,2	0,2	0,2
4	Druck $zul \sigma_{DI}$	8,5	11	11,5	13
5a 5b	Druck $zul \sigma_{D\perp}$	2,5 3 ¹⁾	2,5 3 ¹⁾	2,5 3 ¹⁾	2,5 3 ¹⁾
6	Abscheren $zul \tau_a$	0,9	0,9	1	1
7	Schub aus Querkraft $zul \tau_Q$	1,2	1,2	1,3	1,3
8	Torsion ²⁾ $zul \tau_T$	1,6	1,6	1,6	1,6

1) Bei Anwendung dieser Werte ist mit größeren Eindrückungen zu rechnen, die erforderlichenfalls konstruktiv zu berücksichtigen sind. Bei Anschlüssen mit verschiedenen Verbindungsmitteln dürfen diese Werte nicht angewendet werden.

2) Für Kastenquerschnitte sind die Werte nach Zeile 7 einzuhalten.

Abb. 1: Zulässige Spannungen von Brettschichtholz

um eine allgemeine Anwendung in der Praxis zu ermöglichen. Bereits in den vergangenen zwei Jahren war Brettschichtholz aus maschinell sortierter Ware auf dem Markt, BS11 als Güteklasse II, BS14 als Güteklasse I und die hochfesten Klassen BS16 und BS18 mit Zustimmungen im Einzelfalle der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörden der Bundesländer.

Das Brettschichtholz oder das Leimholz, die Hetzerträger oder die Holzleimbinder hatten in den vergangenen Jahrzehnten keinen einheitlichen Namen. Die Studiengemeinschaft Holzleimbau, in der die meisten namhaften Produzenten von Brettschichtholz aus Deutschland und dem benachbarten Ausland zusammenarbeiten, verwendet die Bezeichnung BS-Holz. Der Normenausschuß zu DIN 1052 A1 übernahm dies für die Benennung der Festigkeitsklassen.

2.4 Baurechtliche Verbindlichkeit von DIN 1052 Ergänzung A1

Die Ergänzung, obgleich im August 1995 endgültig vom Normenausschuß verabschiedet, erschien als Weißdruck erst im Oktober 1996. Die Norm wurde nach Brüssel geschickt, damit sie, den europäischen Regeln folgend, im Hinblick auf eventuell enthaltene wettbewerbshemmende Festlegungen überprüft werden konnte. Die Einspruchsfrist dort endete am 31. März 1997. Anschließend wurde die Ergänzung A1 in die Liste der technischen Baubestimmungen in mehreren Bundesländern aufgenommen.

Sie sollte als Stand der Technik auch in den Bundesländern beachtet werden, in denen die Bekanntmachung noch nicht erfolgte.

3 Änderungen in DIN 1052 A1

3.1 Zulässige Zugspannungen

Es wurde für notwendig erachtet, die zulässigen Zugspannungen parallel zu den Fasern gegenüber den bisher gültigen Werten zu reduzieren. Als Beispiel seien die Werte für die Sortierklasse S10, die ehemalige Güteklasse II, genannt:

DIN 1052 – 04.88	zul σ_Z = 8,5 MN/m ²
DIN 1052 A1 – 10.96	zul σ_Z = 7,0 MN/m ²

Die zulässige Zugspannung für Nadelholz vergleichbarer Sortierung beträgt in ausländischen Normen meist das 0,6-fache der zulässigen Biegespannung. Damit ergäbe sich lediglich zul σ_Z | = 6,0 MN/m².

Nun erhebt sich die Frage, ob es in der Vergangenheit wegen hoher Zugbeanspruchungen Schäden gegeben habe, die die Reduzierung der zulässigen Spannungen, die ja auch Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Konstruktionen hat, rechtfertige. Zunächst einmal sind tatsächlich nur wenige Schäden bekannt. Das liegt daran, daß mit üblichen mechanischen Verbindungsmitteln, zum Beispiel mit Dübeln besonderer Bauart, nicht so große Kräfte eingeleitet werden, um die zulässigen Spannungen zu erreichen. Dies ist nur möglich mit flächig angeordneten Verbindungsmitteln, Leimverbindungen oder großflächigen Nagelverbindungen. Für Nagelverbindungen ist dabei noch DIN 1052 Teil 1 Abs. 5.1.10 zu beachten, wonach, belegt mit umfangreichen Versuchen von Möhler, bei genagelten Zugstößen oder -anschlüssen die zulässigen Zugspannungen um 20% abzumindern sind. Damit ist zul σ_Z | = 0,8 · 8,5 = 6,8 MN/m².

Bei verleimten Fachwerkträgern sind Zugbrüche in den Gurten bekannt, so zum Beispiel bei DSB-Trägern unter den hohen Dauerlasten eines Gründaches (Abb. 2.1 und Abb. 2.2).



Abb. 2.1 und Abb. 2.2: Zugbruch des Gurts eines Fachwerkträgers

Im Rahmen der Harmonisierung der Normen in Europa wird man davon ausgehen können, daß die charakteristische Zugfestigkeit etwa zum 0,6-fachen Wert der charakteristischen Biegefestigkeit bestimmt wird.

3.2 BS-Holz aus maschinell sortiertem Holz

Den wesentlichen Grund zur Erarbeitung der Ergänzung A1 zu DIN 1052 stellt die Einführung der BS-Holz-Klassen aus maschinell sortiertem Holz dar. Die gegenüber der bisherigen Güteklasse I um etwa 30% erhöhten zulässigen Biegespannungen, zul $\sigma_B = 18 \text{ MN/m}^2$ (statt 14 MN/m^2), erlauben filigrane Querschnitte und sparen natürlich auch Material. Aber auch der für Gebrauchstauglichkeitsnachweise zu verwendende mittlere Elastizitätsmodul $E_{\parallel} = 14.000 \text{ MN/m}^2$ (statt $E_{\parallel} = 11.000 \text{ MN/m}^2$) ist für die Nachweise der Verformungen hilfreich.

4 Grundlagen der maschinellen Holzsortierung

4.1 Sortierparameter

Holz weist als natürlich gewachsener Werkstoff große Streuungen der Kennwerte der Festigkeiten und der elastischen Eigenschaften auf. Somit sind die Rechenwerte der Festigkeiten und der sonstigen Eigenschaften so festzulegen, daß eine hinreichende Stand-sicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke garantiert wird. Hier sind die Mittelwerte mitunter ungeeignet, da diese von etwa 50% aller Werte unterschritten werden. Für die Berechnung der Tragfähigkeit wird meistens die 5%-Quantile verwendet, ein Wert, der statistisch nur von jedem zwanzigsten Ergebnis unterschritten wird. Für die Abschätzung der Gebrauchstauglichkeit, also beispielsweise für die Berechnung von Verformungen, kann der Mittelwert verwendet werden. Der Planer weiß dann, daß etwa die Hälfte der Verformungen größer, die andere Hälfte kleiner als der berechnete Wert sein könnte (Abb.3).

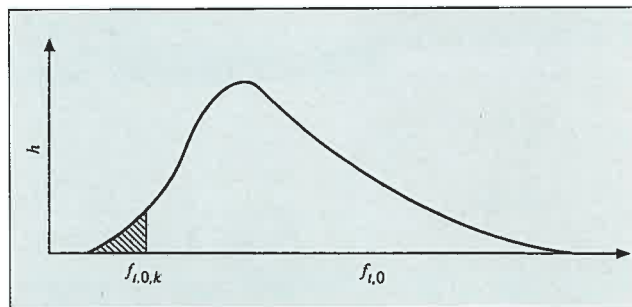


Abb. 3: Verteilung der Zugfestigkeit $f_{t,0}$ von unsortiertem Brettschichtholz, h ist die Häufigkeit

Um die Streuungen der Materialeigenschaften zu reduzieren, kann die vorliegende Grundgesamtheit des Bauholzes sortiert werden. Gute Sortierparameter sind dabei der Elastizitätsmodul, die Rohdichte und

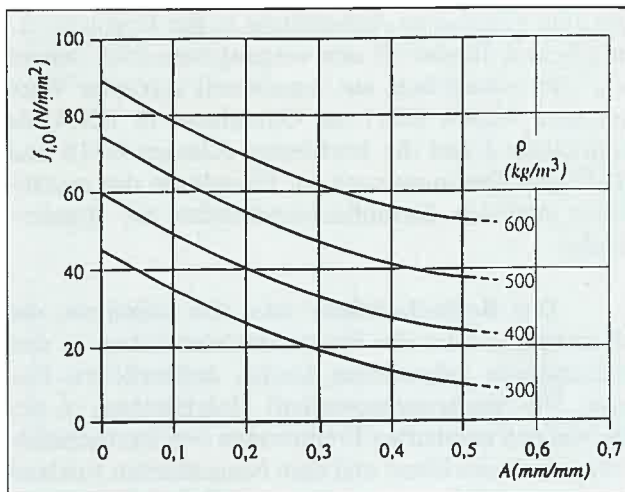


Abb. 4: Einfluß der Ästigkeit A und der Rohdichte auf die Zugfestigkeit $f_{t,0}$ von Bauschnittholz (nach Glos [1983])

die Ästigkeit des Holzes. Die Festigkeitswerte des Holzes wachsen mit steigendem Elastizitätsmodul und mit steigender Rohdichte. Die Ästigkeit ist vor allem maßgebend für die Zug- und Biegezugfestigkeit (Abb. 4).

Bei einer Sortierung der Grundgesamtheit in drei Partien hat der höchstklassifizierte Teil natürlich die besten Festigkeitswerte. Die mittlere Partie hat gleichfalls hohe Festigkeitswerte, dies immer bezogen auf die 5%-Quantilen. Aber auch bei der Menge mit den kleinsten 5%-Quantilen sind diese häufig immer noch größer als zuvor bei der unsortierten Grundgesamtheit. Durch die Sortierung werden die Streuungen reduziert; dies führt zu günstigen 5%-Quantilen, bezogen auf den zugehörigen Mittelwert der Eigenschaften (Abb. 5).

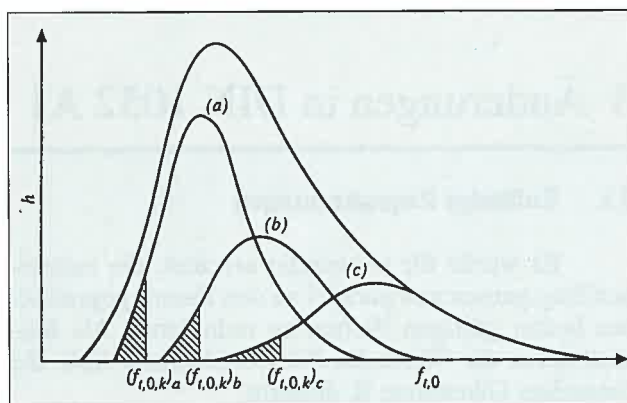


Abb. 5: Zugfestigkeit von Bauschnittholz. Schema der Einstufung des Holzes in drei Sortierklassen (a), (b), (c). (Nach Diebold und Glos [1994]).

4.2 Sortierverfahren

In Deutschland sind derzeit zwei Maschinen zur Sortierung von Schnittholz zugelassen, die hier mit Maschine A und Maschine B bezeichnet werden

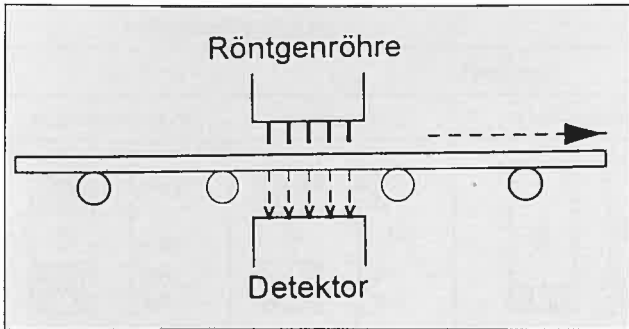


Abb. 6: Systemskizze des Durchstrahlungsverfahrens

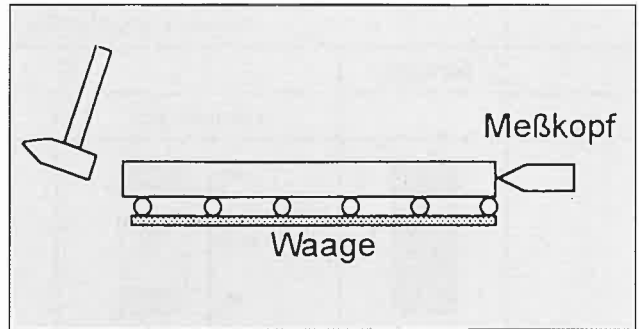


Abb. 7: Systemskizze des Längsschwingungsverfahrens

sollen. Zwei deutsche Hersteller von BS-Holz sortieren mit der Maschine A und haben als Firma die Befähigung zur Holzsortierung nachgewiesen. Eine weitere deutsche Firma hat die Maschine B installiert. Die Erteilung des Nachweises der Befähigung dieser Firma zur Holzsortierung steht bevor. Bei der Maschine A wird der Elastizitätsmodul durch eine Biegung des Holzes im Durchlaufverfahren ermittelt. Bei bekannter Größe der Last, der Geometrie- und der Lagerungsbedingungen wird die Durchbiegung gemessen und daraus der E-Modul berechnet. Nachteilig hierbei ist, daß die Brettenden nicht im Biegeverfahren geprüft werden können. Die Rohdichte, ferner die Lage und Größe der Äste werden durch ein Durchstrahlungsverfahren festgestellt (Abb. 6).

Bei der Maschine B wird der dynamische Elastizitätsmodul durch „Anklopfen“ eines Brettendes und Messung der dabei entstehenden Längsschwingungen ermittelt (Abb. 7). Daten für die Berechnung der Rohdichte erhält man durch das Wiegen des Brettes. Nachteilig bei der Ermittlung beider Eigenschaften ist, daß hier die über die Brettlänge gemittelten Eigenschaften erhalten werden. Die Ästigkeit wird durch vierseitiges Scannen der Holzoberflächen festgestellt.

Die erhobenen Daten werden der Datenverarbeitung

unterworfen, die Bretter in die vorgegebenen Sortierklassen nach DIN 4074 eingeordnet und eindeutig gekennzeichnet (Abb. 8).

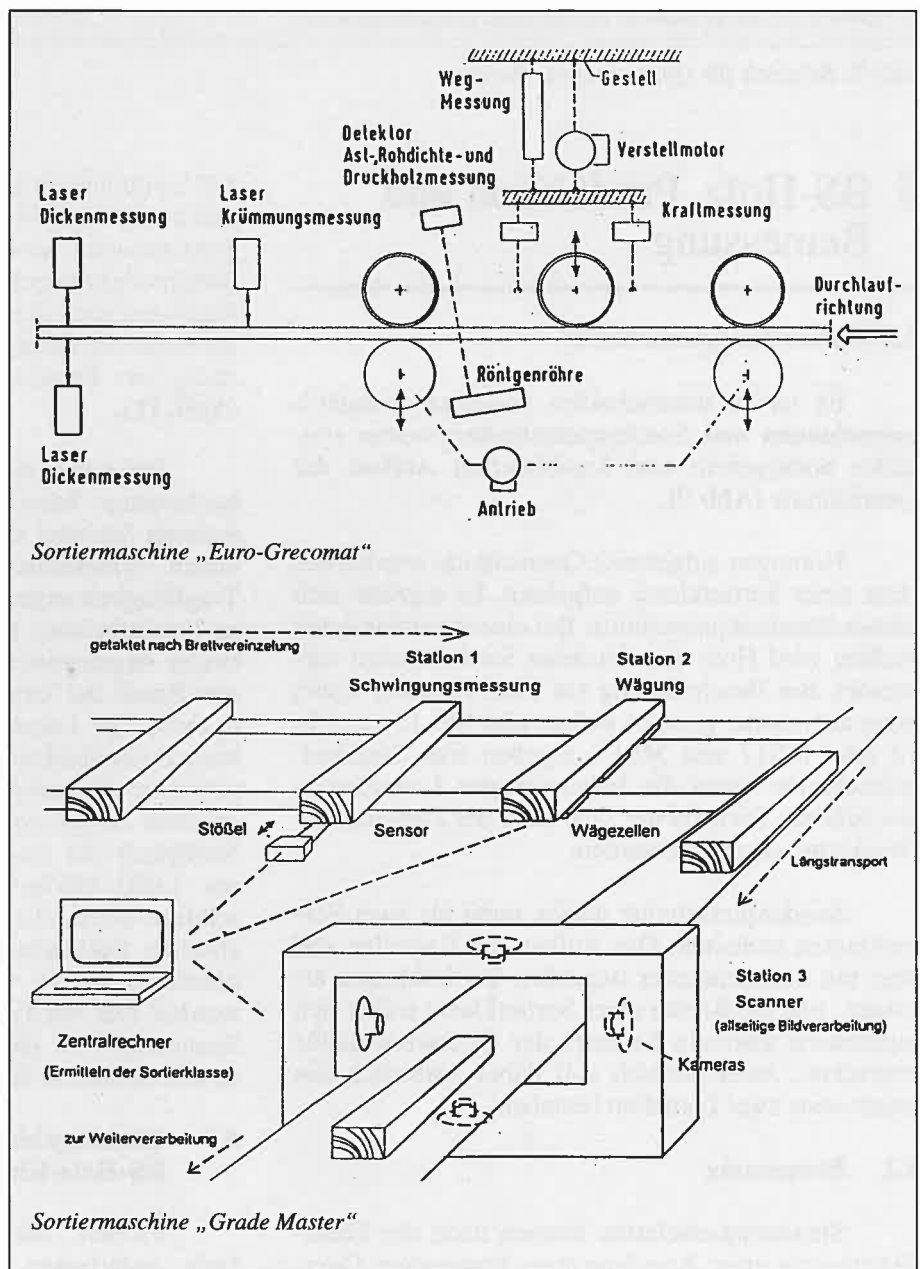


Abb. 8: Prinzipskizze von Sortiermaschinen

	Standardquerschnitte						Sonderquerschnitte				
	homogen	kombiniert									
		symmetrisch			unsymmetrisch			symmetrisch		unsymmetrisch	
BS-Klasse	Typ 1 BS11 - BS18	Typ 2 BS14 BS16 BS18			Typ 3 BS14 BS16 BS18			Typ 4 BS16 BS18		Typ 5 BS16 BS18	
\varnothing ¹⁾								MS7	MS10	MS7	MS10
\varnothing ²⁾		S10	MS10	MS13	S10	MS10	MS13	MS10	MS13	MS10	MS13
\varnothing ³⁾	S10 ... MS17	S13	MS13	MS17	S13	MS13	MS17	MS13	MS17	MS13	MS17

¹⁾ Sortierklasse der Lamellen für den jeweiligen Querschnittsbereich

Abb. 9: Beispiele für Querschnittsaufbauten

5 BS-Holz, Produktion und Bemessung

5.1 Aufbau der Querschnitte

Es ist zu unterscheiden zwischen Standardquerschnitten und Sonderquerschnitten, sowie zwischen homogenem und kombinierten Aufbau der Querschnitte (Abb 9).

Homogen aufgebaute Querschnitte werden aus Holz einer Sortierklasse aufgebaut. Es ergeben sich immer Standardquerschnitte. Bei einem kombinierten Aufbau wird Holz verschiedener Sortierklassen verwendet. Bei Beschränkung auf zwei Klassen, wobei diese aneinander grenzen sollen, also MS 13 und MS 10 oder MS17 und MS13, ergeben sich Standardquerschnitte, wenn die höherwertigen Lamellen in das äußerste Sechstel der Zug- oder der Zug- und der Druckzone eingebaut werden.

Sonderquerschnitte dürfen mehr als zwei Sortierklassen enthalten. Der Aufbau der Lamellen soll aber mit nebeneinander liegenden Sortierklassen erfolgen, und die Bretter einer Sortierklasse sollen sich mindestens über ein Sechstel der Querschnittshöhe erstrecken. Jeder Bereich soll dabei zusätzlich aus mindestens zwei Lamellen bestehen.

5.2 Bemessung

Standardquerschnitte können nach der Elastizitätstheorie unter Annahme eines homogenen Querschnittsaufbaues bemessen werden (Abb. 10). Bei

den kombinierten Querschnitten werden – im Gegensatz zur bisherigen Norm – für die zwei verwendeten Sortierklassen verschiedene Rechenwerte der Elastizitätsmoduln angeboten. Theoretisch wäre somit ein Nachweis nach der Verbundtheorie notwendig. Hierauf sollte im Sinne einer wünschenswerten Vereinfachung der Bemessungsverfahren verzichtet werden (Abb. 11).

Bei einem unsymmetrischen Trägeraufbau, die hochwertige Sortierklasse befindet sich lediglich im äußeren Sechstel der Zugzone, darf eine gegenüber einem symmetrischen Träger nicht abgeminderte Tragfähigkeit angenommen werden. Auch dies ist eine Vereinfachung, begründet damit, daß das Versagen beider angenommener Biegeträger immer durch einen Bruch der Zugzone erfolgt, in der entsprechend hochwertige Lamellen eingebaut wurden. Für Gebrauchstauglichkeitsnachweise sind bei unsymmetrischen Querschnitten wegen der in der Druckzone gegenüber einem symmetrischen Aufbau verringerten Steifigkeit die Rechenwerte der Elastizitätsmoduln um 1.000 MN/m^2 zu verringern. Für Sonderquerschnitte dürfen die Spannungen nach der linear-elastischen Balkentheorie unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Steifigkeitskennwerte berechnet werden. Der Nachweis der Einhaltung der zulässigen Spannungen ist dann an allen maßgebenden Querschnittsstellen zu führen.

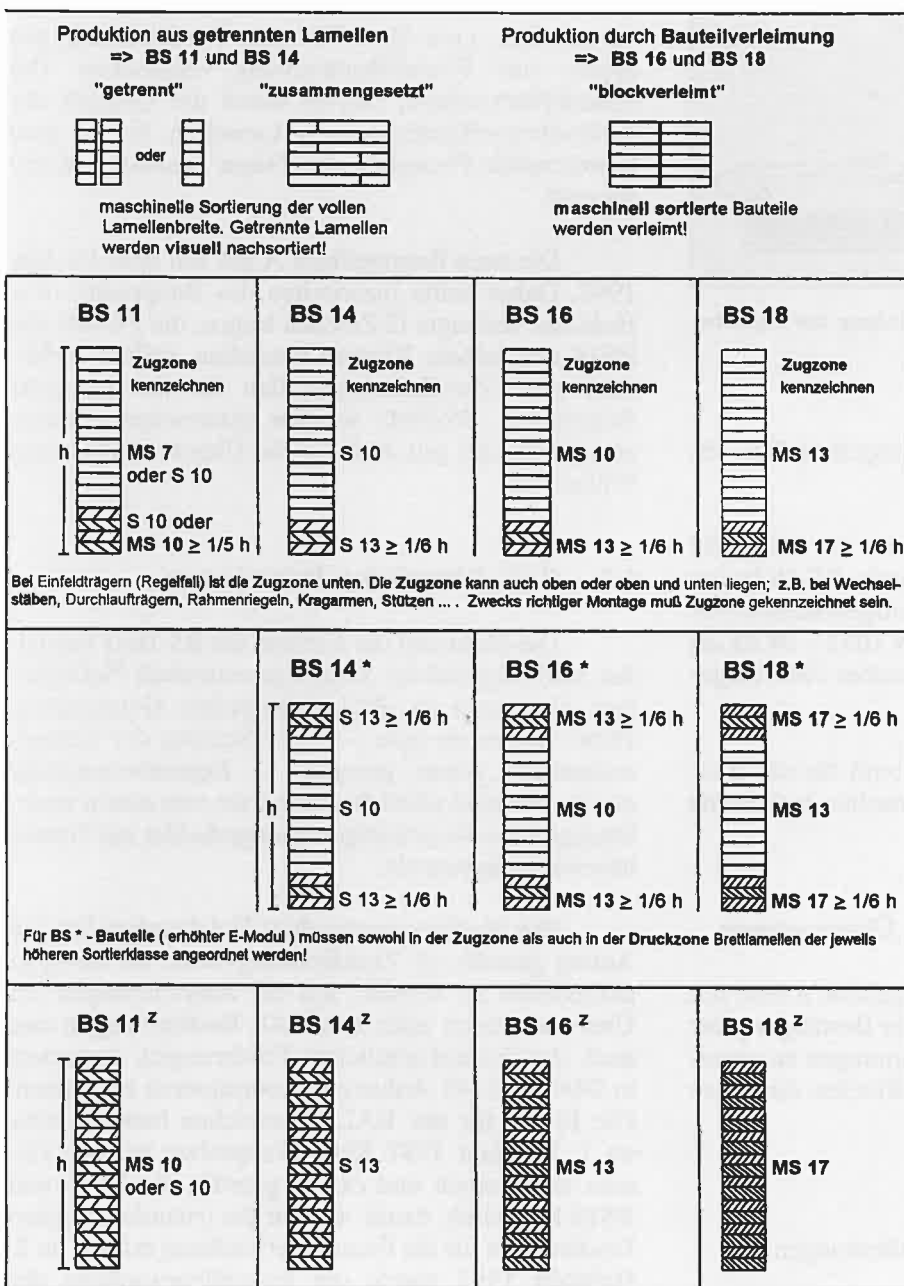
5.3 Einsatzgebiete der verschiedenen BS-Holz-Klassen

Firmen, die überwiegend visuell sortiertes Holz verarbeiten, werden die Festigkeitsklassen BS11 – homogen aus der Sortierklasse S10 – und

BS14 – kombiniert aus den Sortierklassen S13 und S10 – herstellen. Ein Zukauf maschinell sortierten Holzes ist nicht ausgeschlossen.

Firmen, die ihr gesamtes Holz maschinell sortieren, werden BS-Holz mit normaler Tragfähigkeit als BS11 – homogen aus MS10 oder für Biegeträger auch kombiniert aus MS10 und MS7 – anbieten. Die Kombination von MS13 und MS10 ergibt die Festigkeitsklasse BS16. Hiermit wird bei gleichzeitiger Steigerung der Festigkeit die bisherige Güteklasse I ersetzt werden. Für besondere Anforderungen kann die Festigkeitsklasse BS18 – kombiniert aus MS17 und MS13 – angeboten werden.

Die Klassen BS18 und BS16 sind in homogener Querschnittsausbildung nur für Zugglieder interessant. Parallelgurtige Träger werden hauptsächlich mit symmetrischem Querschnittsaufbau hergestellt werden. Der unsymmetrische Aufbau bietet sich für Träger mit veränderlichem Querschnitt an. Man erspart sich dadurch die Entscheidung, wie und in welcher Stärke das Sechstel der Querschnittshöhe in der Druckzone mit Lamellen höherer Festigkeitsklasse aufgebaut wird. Sehr oft sind aber gerade bei großen Spannweiten nicht die Spannungen, sondern die Verformungen für die Bemessung maßgebend. Für die Spannungen reicht ein BS16, für die Durchbiegungen wünscht man sich einen hohen Elastizitätsmodul, und dafür wird dann wieder der symmetrische Aufbau benötigt.



Die Produktion von Sonderquerschnitten mit mehr als zwei Sortierklassen im Querschnitt ist zur Zeit nicht interessant. Hierzu hätten in den produzierenden Firmen logistische Entwicklungen und Umstellungen zu erfolgen, die sich finanziell noch nicht auszahlen. Der Normengeber hat mit der Möglichkeit, Sonderquerschnitte bei genauerer Berechnung einzusetzen, ein nach oben offenes System schaffen wollen, um Entwicklungen der Zukunft nicht zu beengern.

Der planende Ingenieur braucht auch nicht umzudenken. Er kann ein BS-Holz von höherer Festigkeit als bisher wählen.

6 Bauprodukt BS-Holz

6.1 Bauregelliste A

Das Deutsche Institut für Bautechnik macht im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder für Bauprodukte in der Bauregelliste A die technischen Regeln bekannt, die zur Erfüllung der an bauliche Anlagen gestellten Anforderungen erforder-

Abb. 10: BS-Holz-Aufbau bei Anwendung der neuen Brettschichtholzklassen gem. DIN 1052-1/A1 (Okt. 1996)

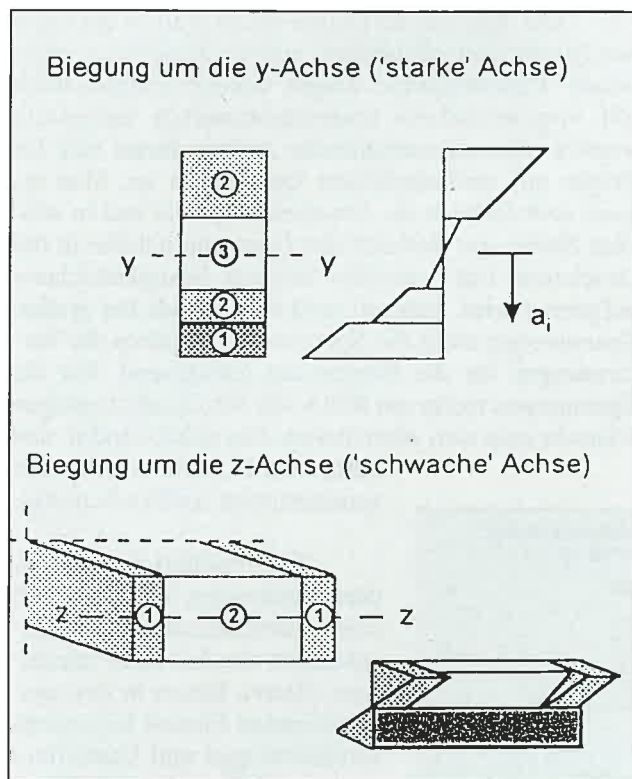


Abb. 11: Theoretische Spannungsverteilung bei Biegebeanspruchungen

derlich sind. Diese technischen Regeln gelten als technische Baubestimmungen.

In die zuletzt mit Datum vom 15. Mai 1997 veröffentlichte Bauregelliste A wurde BS-Holz der Festigkeitsklassen BS11 bis BS18 aufgenommen. Als technische Regeln sind sowohl DIN 1052 – 04.88 als auch die Ergänzung A1 aus dem Oktober 1996 aufgeführt.

DIN 1052 A1 – 10.96 gilt somit für das Bauprodukt BS-Holz als bekanntgemachte technische Baubestimmung.

6.2 Übereinstimmungszeichen, Überwachung

Bauprodukte nach der Bauregelliste A sind mit einem Übereinstimmungszeichen zur Bestätigung der Einhaltung der technischen Bestimmungen zu versehen. Das Ü-Zeichen enthält in drei Blöcken die Informationen

- Name des Herstellers,
- maßgebende technische Baubestimmungen,
- Zeichen der Zertifizierungsstelle, sofern eine Zertifizierung erfolgte.

Für BS11 ist lediglich eine Erklärung des Herstellers erforderlich, daß das Bauprodukt nach den vorgegebenen technischen Regeln hergestellt wurde.

BS16 und BS18 sind neue Produkte, mit denen es bisher nur geringe Erfahrungen gibt. Da sie zudem hoch beansprucht werden können, hielt es die Bauaufsicht für erforderlich, hierfür eine Zertifizierung mit Eigen- und Fremdüberwachung zu verlangen.

BS14, die alte Güteklasse I, ist ein bewährtes Produkt. Mit der Öffnung der Märkte und dem weitgehend freien Warenverkehr sollte dafür gesorgt werden, daß die Zuverlässigkeit von BS14 auch weiterhin gewahrt bleibt. Daher hat man sich, im Einvernehmen mit der Holzleimbauindustrie, darauf verständigt, auch für BS14 eine Zertifizierung mit Eigen- und Fremdüberwachung vorzusehen. Die Fremdüberwachung betrifft dabei die Qualität der Keilzinkenverbindungen der Lamellen, die für eine hinreichende Festigkeit der Träger besonders wichtig sind.

Die neue Bauregelliste A gilt seit dem 15. Juni 1997. Daher sollte inzwischen das Bauprodukt BS-Holz das verlangte Ü-Zeichen tragen, die Firmen, die BS14 und höhere Klassen herstellen, sollten zertifiziert sein. Zertifizierungsstellen für das geregelte Bauprodukt BS-Holz wurden inzwischen ernannt; entsprechendes gilt auch für die Überwachungs- und Prüfstellen.

6.3 RAL-Gütezeichen Holzleimbau

Die Mehrzahl der Firmen, die BS-Holz herstellen, sind Mitglied der Studiengemeinschaft Holzleimbau. Sie tragen das RAL-Gütezeichen Holzleimbau. Dabei führen sie eine – in der Satzung der Gütegemeinschaft genau geregelte – Eigenüberwachung durch; zweimal jährlich werden sie von einem unabhängigen Sachverständigen unangemeldet zur Fremdüberwachung besucht.

Die Studiengemeinschaft Holzleimbau hat den Antrag gestellt, als Zertifizierungsstelle für BS-Holz akkreditiert zu werden, um die Anforderungen der Überwachungen nach den RAL-Bestimmungen und nach den bauaufsichtlichen Forderungen, festgelegt in DIN 1052 A1 Anhang B, koordinieren zu können. Die Prüfer für das RAL-Gütezeichen haben bereits im 1. Halbjahr 1997 Keilzinkenproben bei den Firmen entnommen und extern geprüft, die BS16 und BS18 herstellen; damit wurden die bauaufsichtlichen Forderungen für die Fremdüberwachung erfüllt. Im 2. Halbjahr 1997 wurde die Fremdüberwachung der Keilzinkenfestigkeiten auf alle Firmen mit RAL-Gütezeichen ausgedehnt.

7 Weitere Entwicklungen

7.1 DINV ENV 1995-1-1 mit Nationalem Anwendungsdokument NAD

DIN 1052 A1 wurde aus dem europäischen Normenwerk entwickelt. Das Nationale Anwendungsdokument NAD enthält bereits alle notwendigen Rechenwerte für die Festigkeitsklassen BS11 bis BS18. Der Anhang B des NAD regelt den Lamellenaufbau und die mechanischen Eigenschaften von BS-Holz. Im Anhang C sind die Anforderungen an die Keilzinkung und die Modalitäten der Eigen- und der Fremdüberwachung festgelegt.

Das Nationale Anwendungsdokument stammt aus dem Februar 1995. Bereits im Mai 1995 hat die Oberste Bauaufsicht von Baden-Württemberg die Vornorm DINV ENV 1995-1-1 in Verbindung mit dem NAD als gleichwertige Lösung zu DIN 1052 bekanntgemacht. In anderen Bundesländern wurde die neue Norm inzwischen in die Liste der technischen Baubestimmungen aufgenommen.

7.2 DIN 1052 – Neuentwurf

Die Überarbeitung der europäischen Bemessungsnormen, der Eurocodes, mit Zielrichtung der Schaffung einheitlicher Normen in Europa, geht zur Zeit nur schleppend voran. Es gibt aber keine Zweifel, daß diese Normen kommen werden.

DIN 1052 ist inzwischen zehn Jahre alt. Es gibt viele neue Erkenntnisse, die eingearbeitet werden sollten. Zahlreiche inzwischen bewährte und allgemein gebräuchliche Bauarten, vorzugsweise bei den Verbindungsmitteln, deren Einsatz heute in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt ist, könnten in Produktnormen aufgenommen werden.

Daher hat sich das DIN mit Unterstützung der deutschen Holzbauwirtschaft zur Erarbeitung einer neuen DIN 1052 – Holzbauwerke – entschlossen. Man wird hier das neue Sicherheitssystem, wie schon aus der Stahlbaunorm DIN 18800 bekannt, übernehmen und die Bestimmungen den neuen Erkenntnissen der Praxis und der Forschung anpassen. Gleichzeitig wird hiermit eine Harmonisierung mit Blickrichtung auf die zukünftigen europäischen Regelungen erfolgen.

Lassen sich die Lastkombinationen vereinfachen?

Die neuen Regeln können auch mit einem vereinfachten Sicherheitskonzept angewendet werden

Die meisten Diskussionen über die Eurocodes konzentrieren sich auf das „neue“ Sicherheitskonzept und die „vielen Lastkombinationen“, die nach den Eurocodes in einer statischen Berechnung zu untersuchen wären. Muß deshalb befürchtet werden, daß die Tragwerksplanung zukünftig nur noch computergestützt, also in einer „Black Box“, durchgeführt werden kann? Wie soll der planende Bauingenieur unter diesen Bedingungen seine Verantwortung wahrnehmen? Zu einem erheblichen Teil gehen diese Vorbehalte und Befürchtungen auf die unübersichtliche Struktur der europäischen Vornormen ENV 1991 bis 1999 sowie auf unscharfe, zum Teil auch mißverständliche Formulierungen in den Normentexten zurück. In folgenden Beitrag soll daher ein Weg aufgezeigt werden, wie die Kombinationsregeln für die verschiedenen Grenzzustände, mit den zugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten, praktikabel anzuwenden sind. Darüberhinaus wird ein vereinfachtes Sicherheitskonzept vorgestellt, das für die überwiegende Anzahl unserer Bauwerke den Anforderungen an das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau gerecht wird.

Univ.Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grünberg



studierte das Bauingenieurwesen an der TU Hannover, er ist seit 1983 als Beratender Ingenieur VBI für Bauwesen selbständig, seit 1986 Prüflingenieur für Baustatik und seit 1993 Universitätsprofessor am Institut für Massivbau der Universität Hannover

1 Bauartübergreifendes Sicherheitskonzept

Aktuellen Anlaß für die folgenden Überlegungen geben die auf der Basis der Eurocode-Vornormen und der zugehörigen deutschen Stellungnahmen an CEN geplanten Neufassungen der nationalen Normen. In diesem Zusammenhang ist auch die Überarbeitung der Reihe DIN 1055 geplant, einschließlich eines Teils 100, in den das Sicherheitskonzept und die Kombinationsregeln der ENV 1991-1 (Eurocode 1 Teil 1) mit praktikablen Vereinfachungen aufgenommen werden. Mit diesem Beitrag soll eine kritische Diskussion über dieses Thema in der deutschen Fachöffentlichkeit angeregt werden.

Wesentlicher Bestandteil der Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus ist das bauartübergreifende Sicherheitskonzept, das auf der Untersuchung von Grenzzuständen mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten beruht. An dieser Stelle soll zur Einführung in die Thematik nur ein Überblick gegeben werden. Ausführlichere Darstellungen sind in [1] und [2] zu finden. Man unterscheidet Grenzzustände der Tragfähigkeit und Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit. Grenzzustände der Tragfähigkeit stehen im Zusammenhang mit dem Einsturz oder anderen Formen des Tragwerksversagens. Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit entsprechen Bedingungen, bei deren Überschreitung die festgelegten Nutzungsanforderungen nicht mehr erfüllt sind [1]. Die Bemessung in den Grenzzuständen muß in folgenden Schritten durchgeführt werden:

- Aufstellung von Tragwerks- und Lastmodellen für die maßgebenden Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.
- Strukturanalyse in verschiedenen Bemessungssituationen und Lastfällen (ggf. mit alternativen Lastanordnungen).
- Nachweis, daß die Grenzzustände nicht überschritten werden, wenn die Bemessungswerte der Aktion (Einwirkungen F_d , Beanspruchungen S_d , bzw. Auswirkungen E_d), der Reaktion (Baustoffei-

genschaften X_d , Widerstände R_d bzw. Tauglichkeitskriterien C_d) und der geometrischen Größen a_d in den Modellen verwendet werden.

Die maßgebenden Parameter der Einwirkungen (F) und die maßgebenden Eigenschaften der Materialien (X) werden als charakteristische Werte festgelegt. Diese werden, soweit wie möglich, auf der Grundlage statistischer Analysen definiert. Charakteristische Werte für Einwirkungen (F_k) werden auch als ihre wesentlichen repräsentativen Werte F_{rep} bezeichnet.

Für veränderliche Einwirkungen werden weitere repräsentative Werte $Q_{rep,i}$ eingeführt, die sich aus der Multiplikation eines charakteristischen Wertes Q_k mit einem Kombinationsbeiwert $\psi_i \leq 1,0$ ergeben.

Man unterscheidet zwischen

- dem Kombinationswert $Q_{rep,0} = \psi_0 \cdot Q_k$,
 - dem häufigen Wert $Q_{rep,1} = \psi_1 \cdot Q_k$
- und
- dem quasi-ständigen Wert $Q_{rep,2} = \psi_2 \cdot Q_k$.

In den Grenzzuständen der Tragfähigkeit wird der Bemessungswert einer Einwirkung F_d im allgemeinen wie folgt dargestellt:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_{rep} \quad [1] \quad (9.1)$$

mit

γ_F Teilsicherheitsbeiwert für die betrachtete Einwirkung F_k bzw. F_{rep} ,

insbesondere [1]:

γ_G für ständige Einwirkungen G_k bzw. G_{rep} ,

γ_Q für veränderliche Einwirkungen Q_k bzw. Q_{rep} .

Die geforderte Bauwerkszuverlässigkeit („Sicherheit“) wird durch Vergleich der Bemessungswerte der Aktion und der Reaktion in den maßgebenden Bemessungssituationen wie folgt nachgewiesen:

Für den Grenzzustand des statischen Gleichgewichts eines Tragwerks als starrer Körper muß nachgewiesen werden, daß

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad [1] \quad (9.8)$$

mit

$E_{d,dst}$ Bemessungswert der Auswirkung der destabilisierenden Einwirkungen,

$E_{d,stab}$ Bemessungswert der Auswirkung der stabilisierenden Einwirkungen.

Für den Grenzzustand eines Bruches, oder einer unzulässig großen Verformung, eines Bauteils oder einer Verbindung muß nachgewiesen werden, daß

$$E_d \text{ bzw. } S_d \leq R_d \quad [1] \quad (9.9)$$

mit

E_d bzw. S_d Bemessungswert der Beanspruchung (Schnittgrößen),

R_d Bemessungswert des Widerstandes (Tragfähigkeit).

Die Bemessungswerte der Auswirkungen bzw. Beanspruchungen werden durch Kombination der Bemessungswerte der Einwirkungen in folgenden Bemessungssituationen untersucht [1].

■ Ständige und vorübergehende Bemessungssituationen (Grundkombination):

$$S_d = S_d \left[\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_P P_k \oplus \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.10)$$

Die Kombinationsregel (9.10) ist eine vereinfachende Zusammenfassung der folgenden zwei Lastkombinationen:

$$S_d = S_d \left[\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_P P_k \oplus \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 1} \gamma_{0i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.10a)$$

$$S_d = S_d \left[\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \oplus \gamma_P P_k \oplus \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.10b)$$

Das Symbol „ \oplus “ steht für „kombiniert mit“.

ξ_j ist ein Reduktionsfaktor für $\gamma_{G,j}$ zwischen 0,85 und 1,0.

■ Außergewöhnliche Bemessungssituationen:

$$S_{dA} = S_d \left[\sum_{i \geq 1} \gamma_{GA,j} \psi_{2,i} G_{kj} \oplus \gamma_{pA} P_k \oplus A_d \oplus \psi_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.11)$$

■ Bemessungssituationen infolge Erdbeben:

$$S_{dE} = S_d \left[\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \gamma_i A_{Ed} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.12)$$

Bei linearer Berechnung können die Kombinationsregeln (9.10) bis (9.12) entweder auf die Einwirkungen oder auf die Beanspruchungen angewendet werden [1].

In den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit kann das gleiche Nachweisformat wie in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit verwendet werden:

$$E_d \leq C_d \text{ bzw. } R_d \quad [1] \quad (9.15)$$

mit

E_d Bemessungswert der Auswirkung (z.B. Verformung, Spannung o.a.) einer der nachstehend angegebenen Kombinationen von Einwirkungen,

C_d bzw. R_d Grenzwert der betrachteten Auswirkung bei vorgegebenen Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit.

Die Bemessungssituationen in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit werden nach der vorherrschenden veränderlichen Einwirkung bezeichnet und entsprechen den folgenden drei Kombinationen.

- Seltene (charakteristische) Situationen (mit nicht umkehrbaren Auswirkungen auf das Tragwerk):

$$E_{d,rare} = E_d \left[\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.16)$$

- Häufige Situationen (mit umkehrbaren Auswirkungen auf das Tragwerk)

$$E_{d,frequ} = E_d \left[\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,1} Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.17)$$

- Quasi-ständige Situationen (mit andauernden Auswirkungen auf das Tragwerk)

$$E_{d,perm} = E_d \left[\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \sum_{i < 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right] \quad [1] \quad (9.18)$$

Für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit werden in der Regel die Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q mit 1,0 angenommen.

Sowohl für den Grenzzustand der Tragfähigkeit als auch für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind die Kombinationsbeiwerte nach [1] zu verwenden.

Für den Grenzzustand der Ermüdung gelten besondere Kombinationsregeln, die sich an den Bemessungssituationen des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit orientieren.

2 Bestimmung der maßgebenden Bemessungskombinationen

Die Auswertung der Kombinationsregeln nach [1] führt zunächst zu einer Vielzahl möglicher Kombinationen. Der daraus folgende hohe Aufwand bei der Strukturanalyse läßt sich jedoch auf ein überschaubares Maß zurückführen, wenn es gelingt, die maßgebenden Bemessungskombinationen zu bestimmen. Als Beispiel sollen die Grundkombination im Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie die häufige Kombination im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit betrachtet werden. Alle anderen Kombinationen lassen sich analog darstellen [3].

Die Kombinationsregeln des Verfahrens der Teilsicherheitsbeiwerte lassen sich der Strukturanalyse folgend in drei Ebenen darstellen.

Ebene 1: „Einwirkungen“

Der Bemessungswert der Beanspruchung S_d bzw. E_d ergibt sich als Funktion der kombinierten Einwirkungen für die unabhängigen Lastfälle, und zwar

- für die Grundkombination nach [1] Gl. (9.10) und
- für die häufige Kombination nach [1] Gl. (9.17).

Nach [1] ist so vorzugehen, daß zunächst „kritische Lastfälle“ erkannt werden müssen. Wegen der im allgemeinen verschiedenen Modelle lassen sich die Einwirkungen nicht unmittelbar miteinander vergleichbar. Die maßgebende Einwirkungskombination muß daher durch Vergleich der Bemessungswerte S_d bzw. E_d für jeden kritischen Lastfall bestimmt werden. Wenn in einem Lastfall die vorherrschende Einwirkung nicht offensichtlich ist, sollte jede veränderliche Einwirkung der Reihe nach als vorherrschend untersucht werden. Es sind also mehrere, unter Umständen eine Vielzahl verschiedener Kombinationen zu untersuchen, um durch Probieren zum Ziel zu gelangen.

Ebene 2: „Schnittgrößen“

Die Kombinationsregeln dürfen auf dieser Ebene angewendet werden, wenn die Schnittgrößen linear berechnet werden. Davon ist stets im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit auszugehen.

Der Bemessungswert der Beanspruchung S_d (z.B. N_{sd} , V_{sd} , M_{sd}) bzw. E_d ergibt sich als eine Linearkombination aus den charakteristischen Werten der Beanspruchung für die unabhängigen Lastfälle (aus „ \oplus “ wird „+“):

Grundkombination:

$$S_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} S_{Gk,j} + \gamma_P S_{Pk} + \gamma_{Q,1} S_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} S_{Qk,i} \quad (1)$$

Die maßgebende Einwirkungskombination wird auf den betrachteten Querschnitt bezogen und durch Festlegung des vorherrschenden veränderlichen Lastfalls $Q_{k,1}$ gezielt bestimmt [2] [3]:

$$(1 - \psi_{0,1}) \cdot S_{Qk,1} = \text{Max.} [(1 - \psi_{0,i}) \cdot S_{Qk,i}] \quad (2)$$

Häufige Kombination:

$$E_{d,\text{frequ}} = \sum_{j \geq 1} E_{Gk,j} + E_{Pk} + \psi_{1,1} E_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} E_{Qk,i} \quad (3)$$

Die maßgebende Einwirkungskombination ist im allgemeinen nicht dieselbe wie bei der Grundkombination, da der vorherrschende veränderliche Lastfall $Q_{k,1}$ hier wie folgt bestimmt wird [2]:

$$(\psi_{1,1} - \psi_{2,1}) \cdot E_{Qk,1} = \text{Max.} [(\psi_{1,i} - \psi_{2,i}) \cdot E_{Qk,i}] \quad (4)$$

Bezogen auf ein ganzes Bauteil summieren sich die für die verschiedenen Schnitte maßgebenden Beanspruchungskombinationen. Die zu untersuchenden Kombinationen lassen sich jedoch auf die extrem beanspruchten Bauteilquerschnitte (Feld, Stütze) beschränken, wenn die geringer beanspruchten Bereiche (z.B. bei den Momentennullpunkten) durch geeignete Konstruktionsregeln erfaßt werden.

Wenn sich aus den Beanspruchungskombinationen mit günstigen ständigen Einwirkungen ($\gamma_G = 1,0$) positive Stützmente oder durchgehend negative Feldmomente als Bemessungswerte ergeben, so sind diese für die zuverlässige Bemessung unverzichtbar.

Ausgehend von den lastfallbezogenen Schnittgrößen lassen sich die Kombinationsregeln mit unterschiedlichen Teilsicherheitsbeiwerten γ_G und γ_Q unmittelbar auf die verschiedenen Fälle des Grenzzustandes der Tragfähigkeit nach [1] anwenden, z.B. auf

- Fall A Verlust des statischen Gleichgewichts,
- Fall B Versagen des Tragwerks,
- Fall C Versagen des Baugrundes.

Die Kombinationen auf Ebene 2 sind grundsätzlich auch bei nichtlinearer Berechnung der Schnittgrößen möglich, wenn die extrem beanspruchten Querschnitte gemeinsam (interaktiv) betrachtet werden.

Ebene 3: „Innere Kräfte, Spannungen“

Die Kombinationsregeln dürfen auf dieser Ebene angewendet werden, wenn die inneren Kräfte

bzw. Spannungen linear berechnet werden. Der Bemessungswert der Spannungen σ_{sd} (z.B. $\sigma_{sd} = N_{sd}/A + M_{sd}/W$) bzw. σ_{Ed} ergibt sich als eine Linearkombination aus den charakteristischen Werten der Spannungen für die unabhängigen Lastfälle:

Grundkombination:

$$\sigma_{sd} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \sigma_{Gk,j} + \gamma_P \sigma_{Pk} + \gamma_{Q,1} \sigma_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \sigma_{Qk,i} \quad (5)$$

Die maßgebende Einwirkungskombination wird für jeden Querschnitt getrennt durch Festlegung des vorherrschenden veränderlichen Lastfalls $Q_{k,1}$ bestimmt:

$$(1 - \psi_{0,1}) \cdot \sigma_{Qk,1} = \text{Max.} [(1 - \psi_{0,i}) \cdot \sigma_{Qk,i}] \quad (6)$$

Häufige Kombination:

$$\sigma_{Ed,\text{frequ}} = \sum_{j \geq 1} \sigma_{Gk,j} + \sigma_{Pk} + \psi_{1,1} \sigma_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \sigma_{Qk,i} \quad (7)$$

mit dem vorherrschenden veränderlichen Lastfall aus

$$(\psi_{1,1} - \psi_{2,1}) \cdot \sigma_{Qk,1} = \text{Max.} [(\psi_{1,i} - \psi_{2,i}) \cdot \sigma_{Qk,i}] \quad (8)$$

Die Kombination auf Ebene 3 ist dann vorteilhaft, wenn sich die Spannungen aus einer Interaktion verschiedener Schnittgrößen ergeben, z.B. die Randspannungen infolge Längskraft und Biegemoment:

$$\sigma_{sd} = \frac{N_{sd}}{A} + \frac{M_{sd}}{W} \quad \text{bzw.} \quad M_{sd,\sigma} = N_{sd} \cdot \frac{W}{A} + M_{sd}$$

$M_{sd,\sigma}$ ist das Kernpunktmoment, bezogen auf die Kernweite W/A . Der vorherrschende veränderliche Lastfall ergibt sich dann aus

$$(1 - \psi_{0,1}) \cdot M_{\sigma,Qk,1} = \text{Max.} [(1 - \psi_{0,i}) \cdot M_{\sigma,Qk,i}]$$

für die Grundkombination bzw.

$$(\psi_{1,1} - \psi_{2,1}) \cdot M_{\sigma,Qk,1} = \text{Max.} [(\psi_{1,i} - \psi_{2,i}) \cdot M_{\sigma,Qk,i}]$$

für die häufige Kombination.

Durch Kombination auf Ebene 3 können Bemessungswerte der Beanspruchung auch bei nichtlinearen Stoffgesetzen bzw. gerissenen Querschnitten näherungsweise bestimmt werden, und zwar mit Hilfe geeigneter transformierter Momente [3].

Wenn Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen sind, dürfen die kritischen Kombinationen nach Theorie I. Ordnung nicht in jedem Fall als Bemessungsgrundlage herangezogen werden. Jedoch lassen sich Querschnitte nach Theorie II. Ordnung prinzipiell genauso bemessen wie nach Theorie I. Ordnung, wenn geeignete Bemessungsverfahren herangezogen werden, wie z.B. das Modellstützenverfahren für Stahlbetonbauteile [3].

3 Anforderungen an die Kombinationsregeln

Ein Weg zur Vereinfachung des Verfahrens der Teilsicherheitsbeiwerte führt über die Vereinfachung der im ersten Abschnitt angegebenen Kombinationsregeln. Dabei sind einige wesentliche Anforderungen zu beachten, die sich wie folgt zusammenfassen lassen [2]:

1. Um ein angenähert gleiches Zuverlässigkeitsniveau für verschiedene Bauarten anzustreben, werden die Unsicherheiten eines Tragwerks nach Einwirkungen und Widerständen getrennt betrachtet, und zwar mit Hilfe von Lastfaktoren γ_F und Materialfaktoren γ_M .
2. Bei Interaktion mehrerer Einwirkungen sind neben den Teilsicherheitsbeiwerten zusätzlich Kombinationsbeiwerte einzuführen. Um die Übersicht bei den zu untersuchenden Lastkombinationen zu wahren und damit den Aufwand bei der Strukturanalyse zu begrenzen, wurden die Kombinationsbeiwerte $\psi_{0,i}$, $\psi_{1,i}$ und $\psi_{2,i}$ nur in Abhängigkeit von den betrachteten Einwirkungen festgelegt. Korrelationen mit anderen Einwirkungen werden dabei nur global erfaßt.
3. Ein Tragwerk reagiert empfindlich auf Streuungen der Einwirkungen, wenn die Beanspruchungen sich als Differenzen aus unabhängigen Lastfällen ergeben. Daher läßt sich eine hinreichende Zuverlässigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit nur erreichen, wenn für ungünstig oder günstig wirkende ständige Lastfälle $G_{k,j}$ unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte verwendet werden, z.B. $\gamma_{G,sup} = [1,35]$ bzw. $\gamma_{G,inf} = [1,0]$ beim Versagen des Tragwerks (Fall B nach [1]). In besonderen Fällen, z.B. beim Verlust des statischen Gleichgewichts (Fall A nach [1]), sind die ungünstigen und günstigen Anteile ständiger Lastfälle getrennt zu betrachten.
4. Ein Tragwerk reagiert relativ unempfindlich auf Streuungen der Einwirkungen, wenn die Beanspruchungen sich als Summen aus unabhängigen Lastfällen ergeben. In diesen Fällen können daher vereinfachte Kombinationsregeln angewendet werden, wobei auch an sich unabhängige Lastfälle unter Umständen zusammengefaßt werden können.

4 Vereinfachung der Grenzzustandsgleichungen

Die auf der Ebene 2 „Schnittgrößen“ bzw. der Ebene 3 „Innere Kräfte, Spannungen“ formulierten linearen Kombinationsregeln werden durch Strukturierung nach unabhängigen Lastfällen und durch Glo-

balisierung der Kombinationsbeiwerte vereinfacht. Diese vereinfachten Kombinationsregeln gelten uneingeschränkt bei linear-elastischer Ermittlung der Schnittgrößen. Sie orientieren sich zunächst an Tragwerken des Hochbaus, lassen sich grundsätzlich aber auch auf andere Tragwerke anwenden.

Ausgangspunkt ist die seltene oder charakteristische Kombination im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. Diese Kombination geht von den charakteristischen Werten der Einwirkungen aus, entspricht also dem Gebrauchszustand nach traditionellem Sicherheitskonzept. Folgende Schritte sind vorgesehen:

1. Die Einwirkungen werden nach unabhängigen Lastfällen strukturiert (siehe **Tabelle 1**):

Tabelle 1: Unabhängige Lastfälle im Hochbau

Ständige Einwirkungen	$G_{k,j}$	Veränderliche Einwirkungen	$Q_{k,i}$
1. Eigenlasten	$G_{k,1}$	1. Verkehrslasten	$Q_{k,1}$
2. Erddruck	$G_{k,2}$	2. Schneelasten	$Q_{k,2}$
3. Baugrundsetzungen	$G_{k,3}$	3. Windlasten	$Q_{k,3}$
4. Vorspannungen	P_k	4. Temperatureinwirkungen	$Q_{k,4}$
Außergewöhnliche Einwirkungen			A_d
Einwirkungen infolge Erdbeben			A_{Ed}

Die Baugrundsetzungen werden als ständige Einwirkungen $G_{k,3}$ klassifiziert, weil sie Langzeitauswirkungen haben. Daher dürfen sie in den Kombinationsregeln nicht mit Kombinationsbeiwerten abgemindert werden, im Gegensatz zu den veränderlichen Einwirkungen.

2. Die charakteristischen Beanspruchungen (Schnittgrößen) $E_{Gk,j}$, E_{Pk} und $E_{Qk,i}$, ggf. auch E_{Ad} bzw. E_{AEd} , werden lastfallweise linear berechnet. Dabei dürfen die Beanspruchungen infolge Zwang bei verminderter Steifigkeit, z.B. infolge Ribbildung oder Relaxation, abgemindert werden.
3. Sowohl die ständigen als auch die veränderlichen Beanspruchungen werden zu repräsentativen Größen zusammengefaßt:

- a) Lastfallweise Kombination der ungünstigen ständigen Beanspruchungen (unf = unfavourable):

$$E_{G,rep} = \sum_{j=unf} E_{Gk,j} \tag{9}$$

- b) Lastfallweise Kombination der günstigen ständigen Beanspruchungen (fav = favourable):

$$E_{G,fav} = \sum_{j=fav} E_{Gk,j} \tag{10}$$

- c) Lastfallweise Kombination der ungünstigen veränderlichen Beanspruchungen:

$$E_{Q,rep} = E_{Qk,1} + 0,7 \cdot \sum_{i>1(unf)} E_{Qk,i} \tag{11}$$

Die repräsentativen Beanspruchungen dienen nur der Strukturierung der Kombinationsregeln. Der globale Kombinationsbeiwert $\psi_{0,Q} = 0,7$ kennzeichnet den wesentlichen Unterschied zum DIN-Sicherheitskonzept, nach dem eine vereinfachte Rechnung auf der sicheren Seite möglich wäre.

4. $G_{k,1}$, $G_{k,2}$, $G_{k,3}$, P_k und $Q_{k,1}$ repräsentieren die traditionellen Hauptlasten, $Q_{k,2}$, $Q_{k,3}$ und $Q_{k,4}$ dagegen die traditionellen Zusatzlasten.

Alle veränderlichen Einwirkungen haben aufgrund des globalen Kombinationsbeiwertes $\psi_{0,Q}$ die gleiche Gewichtung, so daß die Bestimmungsgleichungen (2), (4), (6) und (8) für den vorherrschenden veränderlichen Lastfall wie folgt verschmelzen:

$$E_{Q_{k,1}} = \text{Max.}(E_{Q_{k,i}}) \quad (12)$$

Überwiegt eine der Zusatzbeanspruchungen $E_{Q_{k,i}}$ die Hauptbeanspruchung $E_{Q_{k,1}}$ infolge Verkehrslasten, so wird diese als Hauptbeanspruchung, d.h. ohne Abminderungsfaktor 0,7, angesetzt.

5. Bei vorherrschenden Verkehrslasten ($Q_{k,1}$) darf eine Auswirkung $E_{Q_{k,1}}$ mit einem Einzugsbereich von mehr als zwei Geschossen abgemindert werden mit

$$\alpha_n = \frac{2 + (n-2) \cdot 0,7}{n} \quad (13)$$

Hierin ist n die Anzahl der Geschosse.

6. Die im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit maßgebenden Beanspruchungen ergeben sich aus folgenden Kombinationen für die Anwendung in [1] Gl. (9.15):

- a) seltene Kombination:

$$E_{d,rare} = E_{G,rep} + E_{G,fav} + E_{Pk} + E_{Q,rep} \quad (14)$$

- b) häufige Kombination:

$$E_{d,frequ} = E_{G,rep} + E_{G,fav} + E_{Pk} + 0,6 \cdot E_{Q,rep} \quad (15)$$

- c) quasi-ständige Kombination:

$$E_{d,perm} = E_{G,rep} + E_{G,fav} + E_{Pk} + \psi_{2,1} \cdot E_{Q_{k,1}} \quad (16)$$

Zu der Festlegung der Kombinationsbeiwerte siehe auch [4].

Bei Lagerräumen gilt die seltene Kombination zugleich als häufige und quasi-ständige Kombination.

7. Die im Grenzzustand der Tragfähigkeit maßgebenden Beanspruchungen ergeben sich aus folgenden Kombinationen für die Anwendung in [1] Gl. (9.9):

- a) Grundkombination:

$$S_d = 1,35 \cdot E_{G,rep} + 1,50 \cdot E_{Q,rep} + E_{G,fav} + E_{Pk} \quad (17)$$

- b) Außergewöhnliche Kombination:

$$S_{dA} = E_{Ad} + E_{d,frequ} \quad (18)$$

- c) Erdbebenkombination:

$$S_{dE} = E_{AEd} + E_{d,perm} \quad (19)$$

8. Wenn das Verhältnis der ungünstigen ständigen Beanspruchungen zu der Summe aller ungünstigen Beanspruchungen in einem Bauteil nahezu festliegt, darf ein einheitlicher Teilsicherheitsbeiwert γ_E eingeführt werden, so daß Gl. (17) übergeht in

$$S_d = \gamma_E \cdot (E_{G,rep} + E_{Q,rep}) + E_{G,fav} + E_{Pk} \quad (20)$$

(mit γ_E Teilsicherheitsbeiwert nach Tabelle 2)

Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte γ_E für ungünstige Beanspruchungen

$E_{G,rep} / (E_{G,rep} + E_{Q,rep})$	0,00	0,10	0,20	0,30	$\geq 0,30$ und $\leq 1,00$
Sicherheitsbeiwert γ_E	1,50	1,45	1,40	1,35	1,35

Zu diesem Sonderfall gehören z.B. statisch bestimmte Tragwerke, aber auch statisch unbestimmte Tragwerke mit konstantem Tragwiderstand, bei denen nur die extrem beanspruchten Querschnitte bemessen werden müssen.

9. Bei der Lastverfolgung durch ein Tragwerk darf für den häufig gegebenen Fall, daß die ständigen Einwirkungen insgesamt ungünstig sind, die Grundkombination an jedem Querschnitt im Tragwerk wie folgt vereinfacht werden:

$$S_d = 1,35 \cdot (E_{G,rep} + E_{Q,rep}) \quad (21)$$

Für die geotechnischen Nachweise ist es allerdings zweckmäßiger, die repräsentativen Beanspruchungen $E_{G,rep}$ und $E_{Q,rep}$ getrennt zu verfolgen.

10. Grenzzustände des statischen Gleichgewichts sind gesondert zu untersuchen, z.B. beim Nachweis der Lagesicherheit. Hierfür gelten andere Grenzzustandsgleichungen, mit getrennter Betrachtung der ungünstigen ($G_{k,dst,j}$) und günstigen ($G_{k,stb,j}$) Anteile ständiger Einwirkungen [1]. Daraus ergeben sich folgende repräsentativen Größen, bei Summation über alle ständigen Lastfälle:

$$E_{g,dst} = \sum_j E_{Gk,dst,j} \quad (22)$$

und

$$E_{G,stb} = \sum_j E_{Gk,stb,j} \quad (23)$$

Für die Anwendung von [1] Gl. (9.8) (siehe Abschnitt 1 (gehen die Kombinationsregeln Gl. (17) bis (19) mit Gl. (22) und (23) über in

a) Grundkombination:

$$E_{d,dst} = 1,10 \cdot E_{G,dst} + 1,50 \cdot E_{Q,rep} \leq 0,90 \cdot E_{G,stb} + E_{Pk} = E_{d,stb} \quad (24)$$

b) Außergewöhnliche Kombination:

$$E_{dA,dst} = E_{G,dst} + E_{Ad} + 0,6 \cdot E_{Q,rep} \leq E_{G,stb} + E_{Pk} = E_{dA,stb} \quad (25)$$

c) Erdbebenkombination

$$E_{dE,dst} = E_{G,dst} + E_{AEd} + \Psi_{2,1} \cdot E_{Qk,1} \leq E_{G,stb} + E_{Pk} = E_{dE,stb} \quad (26)$$

Wird die Stabilisierung durch eine Verankerung bewirkt, sollte [1] Gl. (9.9) mit den Kombinationen nach Gl. (24), (25) oder (26) wie folgt angewendet werden:

$$E_{d,dst} - E_{d,stb} \leq R_d \quad (27)$$

Alternativ sollte [1] Gl. (9.9) mit den Kombinationen nach Gl. (17), (18) oder (19) angewendet werden.

5 Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen

Wenn man die Querschnittstragfähigkeit mit entsprechenden Rechenwerten für die Materialfestigkeiten beschreibt, darf ein materialübergreifender Teilsicherheitsbeiwert (R für die Bemessungswerte des Tragwiderstandes eingeführt werden [1].

Analog dazu wird für ungünstige Einwirkungen in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation ein einheitlicher Teilsicherheitsbeiwert γ_E vorgeschlagen. Insbesondere wird dadurch die Lastverfolgung im Tragwerk erleichtert. Für günstige ständige Einwirkungen gilt weiterhin $\gamma_{G,inf} = 1,0$.

Die in Tabelle 2 angegebenen Werte orientieren sich an den in [1] angegebenen Regeln für die Grundkombination im Grenzzustand der Tragfähigkeit, und zwar an der Kombinationsregel (9.10) einerseits sowie an den getrennten Lastkombinationen (9.10 a) und (9.10 b) andererseits. Letztere lassen sich auf das Zuverlässigkeitsverfahren 1. Ordnung beziehen (siehe Anhang A in [1]), mit den folgenden Ansätzen:

a) Veränderliche Einwirkungen

Die tatsächlichen Verteilungen der veränderlichen Einwirkungen werden durch Normalverteilungen ersetzt; dann gilt

$$\text{für den Teilsicherheitsfaktor} \quad \gamma_Q = \gamma_{Sd} \cdot (1 + \alpha_E \cdot \beta \cdot V'_Q) \cdot m'_Q = \underline{1,50}$$

für den Kombinationsbeiwert

$$\psi_0 = \frac{1 + \alpha_{E,i} \cdot \alpha_E \cdot \beta \cdot V'_Q}{1 + \alpha_E \cdot \beta \cdot V'_Q} = \psi_{0,Q} = \underline{0,70}$$

Mit dem Wichtungsfaktor $\alpha_{E,i} = 0,4$ ergibt sich daraus die Varianz:

$$V'_Q = (1 - 0,7) / [(0,7 - 0,4) \cdot \alpha_E \cdot \beta] = 1 / \alpha_E \cdot \beta$$

Für eine vorgesehene Nutzungsdauer von 50 Jahren beträgt der Zuverlässigkeitsindex $\beta = 3,89$. Der Wichtungsfaktor für Einwirkungen wird mit $\alpha_E = 0,7$ angesetzt.

Mit $\gamma_{Sd} = 1,10$ folgt der auf Q_k bezogene Mittelwert der Ersatznormalverteilung:

$$m'_Q = 1,50 / 1,10 / (1 + 1) = \underline{0,682}$$

b) Ständige Einwirkungen

Für den Teilsicherheitsfaktor gilt:

$$\gamma_G = \gamma_{Sd} \cdot (1 + \alpha_E \cdot \beta \cdot V_G) = \underline{1,35}$$

Mit $\gamma_{Sd} = 1,10$ ergibt sich daraus die Varianz:

$$V_G = (1,35/1,10 - 1) / (\alpha_E \cdot \beta) = 0,227 / (\alpha_E \cdot \beta)$$

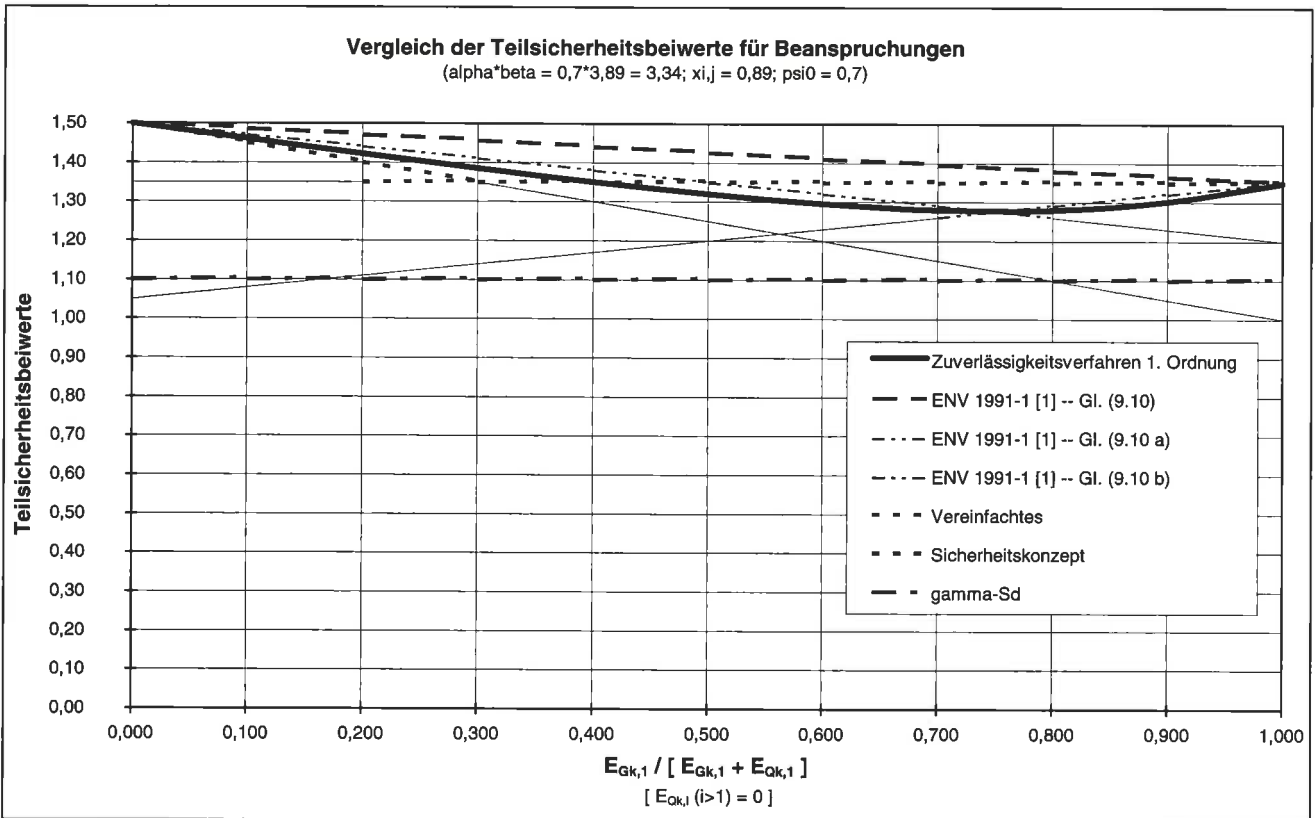
Der Reduktionsfaktor ξ_j wird analog wie der Kombinationsbeiwert ψ_0 festgelegt:

$$\xi_j = \frac{1 + \alpha_{E,i} \cdot \alpha_E \cdot \beta \cdot V_G}{1 + \alpha_E \cdot \beta \cdot V_G} = (1 + 0,4 \cdot 0,227) / (1 + 0,227) = \underline{0,89}$$

Bei Einbeziehung der Kombinationsregeln (9.10), (9.10 a) und (9.10 b) sowie der Zuverlässigkeitstheorie 1. Ordnung erweitert sich Tabelle 2 wie folgt:

Tabelle 3: Vergleich der Teilsicherheitsbeiwerte γ_E für Beanspruchungen

$E_{G,rep} / (E_{G,rep} + E_{Q,rep})$		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Zuverlässigk. 1. Ordn.:	$\gamma_E =$	1,50	1,46	1,42	1,38	1,35	1,32	1,30	1,28	1,28	1,30	1,35
[1] Gl. (9.10):	$\gamma_E =$	1,50	1,49	1,47	1,46	1,44	1,43	1,41	1,40	1,38	1,37	1,35
[1] Gl. (9.10 a/b):	$\gamma_E =$	1,50	1,47	1,44	1,41	1,38	1,35	1,32	1,29	1,29	1,32	1,35
Vereinf. Sicherheitsk.:	$\gamma_E =$	1,50	1,45	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35



Die in Tabelle 3 angegebenen Zahlenwerte sind im Diagramm grafisch dargestellt.

Die Grundkombination nach Gleichung (9.10) liefert offensichtlich auf der sicheren Seite liegende Teilsicherheitsbeiwerte. Die genaueren Kombinationsregeln (9.10 a) und (9.10 b) sind dem Zuverlässigkeitsverfahren 1. Ordnung besser angepaßt, während der Verlauf von γ_E nach dem vereinfachten Sicherheitskonzept innerhalb einer akzeptalen Bandbreite liegt.

6 Schlußbemerkung

Mit diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie das bauartübergreifende Sicherheitskonzept auf praktische Weise in die Tragwerksplanung umgesetzt werden kann. Im Vergleich zur traditionellen Bemessung

ergibt sich ein überschaubarer Mehraufwand, wenn eine lineare Strukturanalyse durchgeführt wird. Im wesentlichen sind dann zwei Punkte zusätzlich von Bedeutung:

- Unterscheidung von ungünstigen und günstigen ständigen Einwirkungen bzw. Lastfällen
- Bestimmung des vorherrschenden veränderlichen Lastfalls

Geht man nach dem in Abschnitt 4 dargestellten vereinfachten Sicherheitskonzept vor, vermindert sich der zusätzliche Aufwand auf das unverzichtbare erforderliche Mindestmaß, um ein annähernd gleiches Zuverlässigkeitsniveau bauartübergreifend sicherzustellen.

Auf der anderen Seite bleibt festzustellen, daß bei nichtlinearer Strukturanalyse im allgemeinen eine mehr oder weniger große Anzahl von Lastkombinationen durchgerechnet werden muß, um die maßgebenden Beanspruchungsgrößen durch „Probieren“

festzustellen. Eine Alternative dazu besteht jedoch nicht, da eine nichtlineare Strukturanalyse mit globa-

len Sicherheitsbeiwerten zu groben Fehlern bei der Bemessung führen kann.

Literatur

- [1] ENV 1991-1: Eurocode 1 - Teil 1: Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken Ausgabe Mai 1993 (englische Originalfassung)
Vornorm DIN V ENV 1991-1: Eurocode 1 - Teil 1 Ausgabe Dezember 1995 (deutsche Übersetzung)
- [2] Grünberg, J.: Kommentar zu Eurocode 1 in „Kommentierte Technische Baubestimmungen“. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, 1997.
- [3] Grünberg, J.: Kritische Einwirkungskombinationen für die Bemessung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Forschungsbericht Oktober 1997. Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Az.: 83 02 04-7.19-370/2/96
- [4] Zilch, K., Schätz, M.: Verträglichkeitsuntersuchungen und Stellungnahmen zum Eurocode 1 - Lastannahmen. Schlußbericht zum Forschungsauftrag. November 1996

Zum Begriff Sicherheit oder: Wieviel Sicherheit braucht der Mensch?

Die Ingenieure sollten mit ihrem Tun mithelfen, dem Menschen innere Sicherheit zu geben

Im öffentlichen Diskurs gibt es seit einigen Jahren eine wahre Inflation des Begriffs der Sicherheit. So fordert etwa die besorgte Öffentlichkeit Sicherheit vor den Gefahren der Atomtechnik, oder die Politik beteuert die Sicherheit der staatlich finanzierten Gesundheitsversorgung und der Renten; Wissenschaftler berufen sich auf die Sicherheit ihrer Erkenntnisse und Methoden, et cetera. Im Bereich des Ingenieurwesens haben wir es sogar so häufig mit dem Begriff der Sicherheit zu tun, daß es zwingend erscheint, einmal darüber nachzudenken, was genau wir mit diesem Ausdruck meinen. Es drängt sich nämlich der Verdacht auf, daß verschiedene Sprecher, je nach Standpunkt, unter dem Begriff etwas höchst Verschiedenartiges verstehen - und das möglicherweise sogar mit Recht; denn der Sicherheitsbegriff scheint weit divergierende Bedeutungen in sich zu vereinigen.

Dipl.-Ing. Walter Hof nahm nach dem Abitur 1954 in Freiburg/Br. an der Technischen Hochschule in Karlsruhe das Studium des Bauingenieurwesens auf; 1959 bis 1965 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter von Professor Dr.-Ing. G. Franz; seit 1965 ist er Berater Ingenieur für Bauwesen in Karlsruhe, seit 1970 Prüflingenieur für Baustatik in Mosbach/Baden



1 Einführung

Um dem Sinn des Begriffs der Sicherheit ein wenig auf die Spur zu kommen, bietet es sich an, einmal ganz verschiedene Beispielsätze auf ihre genaue Bedeutung hin zu untersuchen. Nehmen wir folgende fünf Sätze:

- Für den Staatsgast gilt Sicherheitsstufe 1.
- Der Minister beteuert: die Renten sind sicher.
- Rentenpapiere gelten in Börsenkreisen als wenig lukrativ, aber als sicher.
- Die Brücke wurde mit zusätzlichen Vouten verstärkt, so daß sie jetzt als sicher anzusehen ist.
- Aufgrund des Expertengutachtens kann diese Erkenntnis als sicher gelten.

Gehen wir die Beispiele im einzelnen durch:

■ Zum Personenschutz:

Wird eine Person soweit geschützt, daß sie sicher ist, so meint man ein Gefeitsein vor Gefahren, ein Geschütztsein oder eine Unverletzlichkeit. Sicherheit in diesem Sinn hebt den Aspekt des Schutzes hervor (*lat.* *securitas*).

■ Zur sicheren Rente:

Wird eine öffentliche Versorgungseinrichtung oder ein privater Geschäftsabschluß durch den Staat oder durch einen Bürgen abgedeckt, so bezeichnet man mit der Feststellung, die Zahlungsfähigkeit sei sicher, den Umstand, daß sie durch glaubwürdige Institutionen oder Personen in Aussicht gestellt, gewährleistet oder dauerhaft versprochen wird. Sicherheit heißt hier soviel wie „Garantiertsein“, „Zuverlässigsein“ oder „Vertrauenswürdigsein“ (*franz.* *garantie*).

■ Zu den Rentenpapieren:

Nennt man ein Geschäft zwar nicht einträglich, aber zumindest sicher, dann will man damit sagen,

daß es mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Erfolg führt (wenn auch vielleicht zu einem bescheidenen Erfolg). Daß ein Geschäft in diesem Sinne sicher ist, heißt, daß es sich um ein risikoarmes Geschäft handelt. Sicherheit steht hier also für den absehbaren Erfolg, für die berechnete Hoffnung auf ein künftiges Ereignis. (Ein genaueres fremdsprachliches Äquivalent fehlt, vielleicht wahrscheinlichkeitstheoretische oder statistische Sicherheit. Eventuell: Probabilistischer Sicherheitsbegriff.)

■ Zur bautechnischen Verbesserung:

Wenn man eine Brücke so verstärkt, daß sie fortan als sicher gelten kann, dann will man damit ausdrücken, daß sie stabil, fest, belastbar und tragfähig ist. Sicherheit in dieser Wortverwendung meint also Stabilität oder Festigkeit (*lat.* *stabilitas, firmitudo*).

■ Zum Experten:

Eine Erkenntnis, die aufgrund eines Expertenurteils als sicher gilt, ist – mit einem anderen Wort gesagt – gewiß. Sichere Erkenntnisse sind also zweifelsfrei, unerschütterlich und unveränderlich. Sicherheit in diesem Sinn bedeutet Gewißheit und Irrtumsfreiheit (*lat.* *certitudo, infallibilitas*).

Betrachten wir die fünf Varianten (und ich will keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben: möglicherweise gibt es ja mehr als diese fünf), so ist leicht zu verstehen, daß aufgrund der Disparität des Wortfeldes Sicherheit oft geradezu eine babylonische Sprachverwirrung herrscht und Meinungsverschiedenheiten vorprogrammiert sind. Überlegen Sie einmal, auf welche englischen oder französischen Vokabeln man jeweils zurückgreifen muß, um die genannten Sätze übersetzen zu können. In der deutschen Sprache deckt allenfalls das Wort „Gefahrlosigkeit“ den Begriff Sicherheit weitgehend ab – dann hätten wir es aber mit dem ebenso schillernden Begriff „Gefahr“ zu tun.

2 Der Begriff der Sicherheit im Zeitenwandel

Ich möchte noch einmal die fünf genannten Varianten aufgreifen und, ihnen folgend, die Bedeutung des Begriffes Sicherheit im Verlauf der Geschichte entwickeln.

■ Im Altertum und noch weit in das Mittelalter hinein, also in vorindividualistischen Gesellschaften,

war der Mensch fast vollständig Mächten und Gewalten, Krankheiten und Seuchen, Witterung und Unwettern ausgesetzt. Sicherheit war nicht verfügbar, allenfalls „ergreifbar“, wo sie sich anbot. Aufschlußreich ist, daß nach der Stuttgarter Konkordanz in der Bibel das Wort „sicher“ sechzehnmal vorkommt: neunmal allein in der Wortverbindung „sicher wohnen“. Die Menschen konnten sich allenfalls in eine sichere Höhle oder auf eine feste Burg zurückziehen.

Der Mensch bleibt damals vorerst nur Objekt der Sicherheitsbetrachtung. Es geht zu dieser Zeit ausschließlich um die *securitas*.

■ In der Renaissance, im Humanismus, wurde der Mensch sich seines Zweckes, seines Wertes, bewußt. Sichern kann man nur etwas, dessen Wert man kennt. Zu sichern waren geistige und kulturelle Werte, Wissen und Bildung. Der Staat konnte zumindest persönliche Sicherheit zusagen. Sicherheit begann „garantierbar“ zu werden, was seinen Ausdruck in den Formulierungen der Magna Charta (1215), der Virginia Bill of Rights (1776) und der Déclaration des droits de l'homme (1789) in der französischen Revolution fand.

Ein Beispiel aus der Geschichte ist die Wichtigkeit des „sicheren Geleites“.

Der Mensch wird zum Subjekt der Sicherheitsbetrachtungen: Sicherheit entsteht durch die staatliche Rechtsordnung. Jetzt gilt der Begriff Garantie.

■ Das Zeitalter von neuen Gesellschaftsordnungen und einer größeren Bevölkerungsdichte machte soziale Regelungen erforderlich. Sicherheit wurde „erstrebbare“, wurde zum politischen und sozialen Programm. Der Mensch brauchte Geborgenheit, Verlässlichkeit, Risikolosigkeit und Gewißheit. Ausdruck dieser neuen Status-Sicherheiten waren Lebens-, Kranken- und Rentenversicherungen.

Der Mensch schafft Sicherheit für seine Person. Er macht Gebrauch von Statistiken und Wahrscheinlichkeitstheorie, um die Lebensrisiken zu minimieren. Hier greift der probabilistische Sicherheitsbegriff.

■ Unsere Zeit, das Zeitalter der Naturwissenschaft und Technik, setzt die Sicherheit schlechthin zum Maßstab und zur Norm: Sicherheit wird „machbar“. Der Mensch ist das Maß aller Dinge. Die Sicherheit des Menschen ist oberstes Gebot. Damit erweitern sich die Sicherheitsanforderungen auf alle Lebewesen, auf die Naturwissenschaften und besonders die Technik, auf die Umwelt, auf die Bewahrung der

Schöpfung. Sicherheit ist der Maßstab der Technik. Sicherheitsanforderungen regeln und bestimmen unser Leben.

Der Mensch macht seine Umwelt und seinen Lebensbereich sicher. Sicherheit meint nun den ganzen Fächer der Begriffsdefinitionen.

■ Solange es Menschen gibt, werden sie von dem Wunsch getrieben, etwas Licht in die Unsicherheit der Zukunft zu bringen. Kann man sich auf eine positive Entwicklung der Aktienkurse verlassen? Horoskope, Wirtschaftsprognosen und Zukunftsforschung sollen das existentielle Sicherheitsbedürfnis der Menschen befriedigen.

Der „sichere Tod“ macht nicht ruhig, gelassen und selbstgewiß, sondern treibt uns zum Fragen nach dem „Danach“. Die besten Erkenntnisse und Informationen über die Entwicklung der Menschheit haben wir aus den Totenkulten, den Grabbeigaben, den Tonkriegern in Xiam ebenso wie den Mumien und Pyramiden in Ägypten. Die Zukunft nach dem Tod wurde gestaltet. Der Buddhismus und das Nirwana, die Christenheit und das Paradies: immer war man sich sicher, daß es nach dem Ende des menschlichen Lebens weitergeht. Woher nehmen die Menschen hierfür ihre Sicherheit, hier verwendet im Sinne von Gewißheit?

Sicherheit wird zur Lebens-, zur Überlebensphilosophie.

3 Sicherheit und Angst

Wegen der Uneinheitlichkeit des Wortfeldes Sicherheit bringt es nicht weiter, wenn ich mich nur mit Begriffsdefinitionen beschäftige. Tiefer eindringen kann man hingegen durch Begriffsverknüpfungen. Zum ersten soll der Wunsch nach Sicherheit auf dem Hintergrund des Phänomens der Angst beleuchtet werden.

Das erste und grundlegende Werk über den Begriff Angst stammt vom dänischen Philosophen Sören Kierkegaard und wurde 1844 veröffentlicht. In die nachfolgenden Ausführungen sind zahlreiche seiner Gedanken eingeflossen. Zuerst muß jedoch der Unterschied zwischen Furcht und Angst erklärt werden.

Furcht ist mit einem bestimmten, bedrohlichen Objekt verbunden, dem man bewußt begegnen oder ausweichen kann.

Angst überfällt uns, ein Nichts ist der Gegenstand der Angst. Angst ist ein Gefühl, das mit der undeutlichen Vorstellung künftiger Übel einhergeht. Angst entsteht aus Unwissenheit, Unvollkommenheit. Je weniger die Naturvölker von unserer Zivilisation berührt sind, desto tiefer und ursprünglicher ist die Angst.

Angst kann man vergleichen mit einem Schwindelgefühl und daran den Unterschied zwischen objektiver und subjektiver Angst erklären: Objektiv ist die Tiefe des Abgrundes, der den Menschen gefährdet; subjektiv ist das Auge, dessen Sinneswahrnehmung das Gefühl der Gefährdung und der Angst auslöst.

Im ersten Schritt wird das Nichts als Gegenstand der Angst gleichsam durch Reflexion zu einem Etwas. Wir können die Angst durch Bewußtwerden überwinden, durch Wissen, durch Information, durch richtige Information. Wir leben in einer desinformierten Gesellschaft, und gleichzeitig ängstigt uns die Informationsflut.

War anfänglich Ziel der Technik die Erleichterung des menschlichen Daseins, die Erhöhung der Lebensqualität, so entstehen die größten Ängste heute aus dem Gefühl der Bedrohung durch die Technik. Sie wird nunmehr als dämonisch, apokalyptisch empfunden, wobei man eher meinen sollte, die Beherrschung der Natur führe zur Überwindung der Angst. Selbstverständlich ist aber nicht die Technik schlecht, sondern das Risiko ist der Mensch, der die Technik erfindet und gebraucht, vor allem die Atomtechnik, die Digitaltechnik, die Gentechnik. Es ist die Angst vor der Unvollkommenheit des Menschen. (Schlimmer ist nur noch die Vollkommenheit des Unmenschlichen.)

Hier setzt die Aufgabe der Naturwissenschaftler und besonders der Ingenieure ein, den Menschen die Zusammenhänge zu erklären, ihnen damit die Angst – zumindest soweit sie unbegründet ist – zu nehmen und die innere Sicherheit wiederzugeben. Wir sind aufgerufen, durch Sicherheitsanalysen, durch Aufstellung von Sicherheitsanforderungen und durch Sicherheitskonzepte die Angst zu überwinden.

Andererseits ist Angst auch ein Schutzfaktor. Sie bewahrt uns vor riskantem Handeln, sie hindert uns, Fehler zu machen.

Tiefgründiger ist die Angst, sich schuldig zu machen. Ich respektiere die Protestler und Demonstranten z. B. gegen die Atomenergie dann, wenn ihre Aktionen dadurch bestimmt sind, daß sie vor der Menschheit nicht schuldig werden wollen, weil sie nicht nachdrücklich genug auf Gefahren hingewiesen

haben. Aber leider wird diese Angst meist von der Unwissenheit geschürt, bleibt irrational, desorientierend.

Informationen und Reflexionen würden die vorhandenen Sicherheiten erkennen lassen. Hier beginnt die wesentlichste gesellschaftspolitische Aufgabe der Ingenieure.

Die Brücke zwischen Angst und Sicherheit bildet das Vertrauen. Warum gibt es bisher nur Vertrauensärzte, keine Vertrauensingenieure? Dies ist eine Frage nach der Stellung des Ingenieurs in der Gesellschaft.

Nur soviel will ich noch bemerken, daß der skeptische Satz von Lenin endlich umgeschrieben werden müßte: Kontrolle ist gut, aber Vertrauen ist besser, denn nur so können die Ängste überwunden und neue Selbstsicherheiten gewonnen werden.

4 Sicherheit und Freiheit

Zum zweiten soll dem Begriff Sicherheit der Begriff Freiheit gegenübergestellt werden.

Wenn für den modernen Menschen die Freiheit das höchste Gut bedeutet, so folgt daraus für das Wort Sicherheit ein Paradigmenwechsel. Der Begriff Sicherheit erhält in dieser Antithese einen eher negativen Inhalt.

Zuerst zwei Beispiele:

4.1 Die meisten Beratenden Ingenieure begannen nach ihrem Studium die berufliche Tätigkeit in einem Ingenieurbüro. Dies bedeutete Abhängigkeit und Weisungsgebundenheit, aber auch Sicherheit. Danach erfolgte der Schritt in die Selbständigkeit, was in unserer Gesellschaftsordnung mit einer gewissen Unsicherheit, andererseits jedoch mit Freiheit und Unabhängigkeit verbunden ist. Sicherheit oder Freiheit?

4.2 Die führenden Politiker müssen sich heute leider aus Sicherheitsgründen mit einem starken Personenschutz umgeben. Das hat eine allgegenwärtige Einschränkung ihrer ganz persönlichen Freiheit zur Folge.

Anregungen für die weiteren Ausführungen entnehme ich dem 1941 erschienenen Aufsatz von Erich Fromm mit dem Titel: „Die Furcht vor der Freiheit“.

Menschliche Existenz und Freiheit sind von Anfang an nicht zu trennen. Freiheit im negativen

Sinne ist „Freiheit von etwas“, in positivem Sinne „Freiheit zu etwas“.

In den früheren Gesellschaftsordnungen war der einzelne in unserem modernen Sinn nicht frei; er war jedoch weder allein noch isoliert. Die Zugehörigkeit zur Großfamilie oder zu den Zünften verlieh ihm ein Gefühl der Sicherheit. Der Beginn des Prozesses einer zunehmenden Individualisierung brachte Unabhängigkeit und Rationalität, nämlich zu handeln, zu denken und sein eigener Herr zu sein, nicht mehr das tun zu müssen, was von anderen vorgeschrieben wurde.

Der Mensch löst sich auch aus der Beherrschung durch die Natur, macht sich die Welt untertan, wird sich seiner separaten Größe bewußt.

Hier wäre die Gegenfrage zu stellen:

Ist das Verlangen nach Freiheit etwas, das der menschlichen Natur innewohnt? Bedeutet Freiheit nur die Abwesenheit äußeren Druckes, oder bedeutet Freiheit auch das Vorhandensein von etwas – und wenn ja, wovon? Freiheit bedeutet individuelle Initiative, der Mensch bestimmt sein Schicksal mit. Er besitzt Kraft, Würde und Willensfreiheit, somit Freiheit zu etwas.

Der Mensch hat das hochgeschätzte Ziel einer echten Freiheit erreicht und steht im gleichen Augenblick, befreit von alten Bindungen, der ungewohnten Freiheit hilflos gegenüber. Die neue Freiheit bringt ihm ein Gefühl der Unsicherheit, des Zweifels, der Verlassenheit und der Angst. Sie wird ihm zur unerträglichen Last und zur Bedrohung.

Erich Fromm beschreibt, wie der Mensch Fluchtmechanismen aus dieser neugewonnenen Freiheit entwickelt. Seinen Buchtitel könnte man auch wörtlich übersetzen: Flucht vor der Freiheit.

Fluchtmechanismen sind

■ Flucht ins Autoritäre:

Als Beispiel bringt Erich Fromm das Dritte Reich, den Nationalsozialismus.

■ Flucht ins Destruktive:

Hier wird hellseherisch die Motivation der RAF vorweggenommen.

■ Flucht ins Konformistische:

Beispielhaft sind die Einheitsmeinung und der Verlust der Fähigkeit zum kritischen Denken anzuführen. Der heutige Mensch lebt in der Illusion, er wisse, was er wolle, während er in Wirklichkeit nur das will, was er nach Ansicht der anderen wollen sollte.

■ Flucht in die Sicherheit:

Freiheit selbst ist ek-sistent (ek-sistere = aussetzen). In der Existenzphilosophie geht es um die Aussetzung in die Entborgenheit des Seienden. Wer sich nicht einläßt auf die ‚Geworfenheit‘ in die Welt, sich somit in der Last der Freiheit nicht bewährt, umgeht gerade den eigentlichen Sinn seiner Existenz: das authentische Selbstsein.

Wir dürfen nicht zulassen, daß der heutige Mensch der neu gewonnenen Freiheit entflieht und statt dessen alte Sicherheiten sucht, Bindungen eingeht, die seine Freiheit zerstören. Damit begibt er sich in eine neue Knechtschaft. Positive Freiheit ist Spontaneität und Aktivität, stellt eine andere Sicherheit dar, die zwar mit der Überwindung der Angst beginnt, aus der dennoch die tragische Seite des Lebens nicht ausgemerzt wird. Neue Sicherheit ist dynamisch und muß in jedem Augenblick neu erworben werden. Es ist die Sicherheit, die nur die Freiheit geben kann und die keiner Illusion bedarf, weil sie die Bedingungen ausschaltet, welche Illusionen (Ideologien), neue Rückversicherungen, notwendig macht.

Noch ein eingängiges Beispiel:

Viele tun sich schwer, zu verstehen und noch schwerer, zu erklären, warum Vögel oder Flugzeuge fliegen können. Zwei Reaktionen sind möglich. Man kann mit Reinhard Mey singen „Über den Wolken muß die Freiheit wohl grenzenlos sein“ und sich dabei auf die Fähigkeiten und das Können des Piloten oder des Flugzeugkonstruktors verlassen, oder man kann, einem Buchtitel von Erika Jong folgend, „Angst vorm Fliegen“ haben, weil in der Luft jegliches Gefühl der Sicherheit verlorengeht.

Vielleicht spürt man hier, wie sehr wir in einem magischen Dreieck zwischen Freiheit, Angst und Sicherheit leben.

5 Sicherheit und Zukunft

Kommen wir nunmehr zum Resultat unserer Überlegungen. Wir können festhalten: In systematischer Hinsicht wie aus geschichtlicher Perspektive läßt sich nicht ein einziger Sicherheitsbegriff isolieren. Wenn wir von „Sicherheit“ sprechen, meinen wir vielmehr, je nach Bezugnahme, etwas Unterschiedliches. Mehr noch, wenn wir Heutigen diesen Begriff gebrauchen, müssen wir in Rechnung stellen, daß die Sicherheitsbegriffe (und ebenso die Sicherheitsbedürfnisse) zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Kulturen unterschiedlich gewesen sind. Wir sollten uns durch einen schlagwortartigen Gebrauch

des Sicherheitsbegriffs, wie man ihn aus der Politik oder der Werbung kennt, nicht irritieren lassen. Hier wird mit dem Nimbus des Begriffs operiert, Präzision scheint unangebracht.

Was folgt nun aus diesem Resultat für unsere konkreten Sicherheitsbedürfnisse? Ich denke, eine Folgerung sollte darin liegen, daß wir als Ingenieure uns nicht auf überzogene Anforderungen und Standards festlegen lassen sollten. Sicherheit im Tätigkeitsbereich des Ingenieurs kann beispielsweise niemals soviel wie „Irrtumsfreiheit“ bedeuten; so sorgfältig ein Ingenieur auch vorgeht, Fehler sind nicht ausschließbar. Umgekehrt wäre es aber ebensowenig angebracht, Sicherheit im Ingenieurbereich lediglich probabilistisch oder im Sinn einer persönlichen Zusage (Garantie) zu verstehen; natürlich haben die Benutzer von Häusern, Brücken oder Aussichtstürmen einen Anspruch auf wissenschaftliche, technische und handwerkliche Solidität. Der Sicherheitsbegriff in unserem Fachgebiet ergibt sich also aus Faktoren wie der Zuverlässigkeit von Berechnungen, der langjährigen Erfahrung mit den verwendeten Materialien und Techniken, der handwerklichen Sorgfalt einer Bauausführung usw. Andererseits liegt es auf der Hand, daß ein Restrisiko, etwa aus der Verwendung innovativer Bautypen und neuartiger Baumaterialien oder bei ungewöhnlichen Belastungssituationen, unvermeidlich ist.

Betrachtet man die fatalen Folgen eines zu niedrig angesetzten technischen Niveaus (darunter verstehe ich umfassend Normung, Ausbildung, Fortbildung und Forschung), dann ist es nicht übertrieben festzustellen, daß dem Ingenieur eine ebenso hohe Verpflichtung zukommt, wie dies für den Mediziner gilt. Dies will ich gar nicht in Frage stellen. Noch mehr kommt es mir aber auf die Kehrseite dieser hohen Sicherheitsstandards an: In unserer Gesellschaft besteht eine starke Tendenz, das Absicherungsdenken zu übertreiben, Risiken zu meiden und Gefährdungen viel zu hoch einzuschätzen. Dazu ist zu sagen: Es gibt im technischen Bereich keinerlei absolute Sicherheit; Sicherheit ist bestenfalls relativ zu haben. Und der Preis, den man für eine erhöhte Sicherheit zu bezahlen hat, übersteigt häufig den dabei erzielten Nutzen der relativen Risikominderung. Wir sollten uns darüber im klaren sein, daß es naiv ist, von der Technik und der Ingenieurwissenschaft eine Ausschaltung aller Lebensrisiken zu erwarten. (Auch der Mediziner garantiert ja Gesundheit höchstens in sehr bescheidenem Umfang.) Einer solchen naiven (und doch weitverbreiteten) Auffassung gegenüber bleibt meines Erachtens festzuhalten, daß Gefährdungen, Risiken, Unsicherheiten unaufhebbar zu unserem Leben gehören – und überdies nicht ausschließlich negativ zu beurteilen sind. Betrachten wir abschließend folgende vier Aspekte dieser unaufhebbaren Unsicherheit:

■ Erster Aspekt:

Die Unsicherheit im Leben des Menschen besteht allein schon in einem anthropologischen Sinn. Der Mensch ist – im Vergleich zu den Tieren – ein von Antrieben, Instinkten, Bedürfnissen und ähnlichen Festlegungen weitgehend freies, zumindest ein nicht-determiniertes Lebewesen. Unsicherheit ist ein menschliches Spezifikum. Der Mensch ist das nicht-fixierte Tier. Er kann seine Lebensbedingungen, seine Vorlieben, seinen Lebensstil, seine Beschäftigungen in unvergleichlichem Ausmaß selbst bestimmen. Unsicherheit bedeutet, so betrachtet, gerade die Möglichkeit einer freien Wahl, einer unabhängigen Selbstgestaltung.

■ Zweiter Aspekt:

Das Ideal der Sicherheit im Sinn einer Irrtumsfreiheit ist ein überzogenes und in gewisser Weise sogar ein unmenschliches Ziel. Das Ziel einer perfekten Problembewältigung, einer vollständigen Risikoausschaltung bedeutet unter den Bedingungen endlicher Material-, Kräfte- und Zeitressourcen unnötige Kräfteverschwendung, einen leerlaufenden Zeitaufwand, ein Streben nach etwas Unerreichbarem. Geradezu unmenschlich wird dieses Ideal, sobald es von jemandem mit der Anmaßung eigener Vollkommenheit verknüpft wird oder als unerreichbare Forderung an andere Personen gerichtet ist. Ich habe dabei so manchen Atomkraftgegner im Verdacht.

■ Dritter Aspekt:

Wir nehmen genau den entgegengesetzten Standpunkt ein: Sicherheitsforderungen werden ausschließlich zum Maßstab unseres Handelns. Unsere Zukunft wird nur noch bestimmt durch verkrampftes Sicherheitsdenken. Und damit sind wir genau bei der Berliner Rede von Bundespräsident Roman Herzog. Wir sind zu großen Reformen nicht mehr fähig. Wir gefallen uns in Angstsznarien. Wir fragen nur nach Risiken und Gefahren, keineswegs aber nach den Chancen. Sicherheit durch staatliche Vorsorge ist wichtiger als der damit einhergehende Verlust an Freiheit. Reform-Hausaufgaben werden nicht mehr gemacht. Kritikloses Sicherheitsdenken tötet Visionen ab, und dies mündet in eine aussichtslos erscheinende deutsche Zukunftsverweigerung.

Frauen und Männer testen ihren Lebenswillen, indem sie sich einem Überlebenstraining im Urwald oder auf einer verlassen Insel unterziehen. Sie lassen bewußt die Sicherheiten eines Versorgungsbürgers hinter sich, sehen Unsicherheit und Freiheit als Gewinn an und beweisen, beseelt vom Überlebenswillen, daß der Mensch gar nicht so viel Sicherheit braucht, wie ihm derzeit von allen Seiten eingeredet wird.

■ Vierter Aspekt:

War eben noch die Rede vom Mut zur Unsicherheit, so reißt die Frage nach dem Sinn des Lebens im Anblick des unausweichlichen Lebensendes die Frage nach dem Danach neu auf. Hier setzt der christliche Glaube trotz oder gerade wegen aller Zweifel und Unsicherheiten mit seiner Botschaft an, daß dem irdischen Leben ein zukünftiges Leben folge. Obwohl uns hierzu sämtliche Beweise fehlen und alle Worte nur Umschreibungen sein können, genügt es nicht, den Glauben mit dem Satz abzutun: Wovon man nicht reden kann, darüber müsse man schweigen. Unerklärlich bliebe dann ja, warum so viele Menschen ihren Mut, ihre Sicherheit und ihre Gewißheit in dieser Welt aus der Hoffnung auf ein Leben in der zukünftigen Welt nehmen.

Im Fall der religiösen Transzendenz bedeuten die Begriffe Sicherheit und Gewißheit freilich „nur noch“ soviel wie Hoffnung oder Vertrauen. Aber vielleicht ist ja mit jener Sicherheit, die sich aus einem gläubigen Vertrauen ergibt, in Wahrheit nicht nur eine Begriffsverengung, sondern der bestmögliche Sinn des Sicherheitsbegriffs erreicht: Sicherheit im religiösen Sinne bewegt sich jenseits der Alternative von überheblicher Selbstüberschätzung und fahrlässiger Gleichgültigkeit.

6 Schlußbemerkung

Der Begriff Sicherheit hat immer nur und ausschließlich mit etwas vor uns Liegendem, mit der Zukunft, zu tun. Entweder wollen wir ein zukünftiges Ziel erreichen, oder ein zukünftiges Mißgeschick vermeiden. Niemand soll uns die Zukunft verunsichern. Mut gibt uns dazu die notwendige Selbstsicherheit.

Für die wertvollen Anregungen und kritischen Nachfragen bei der Ausarbeitung des Vortrages danke ich meinem Neffen Dr. Christoph Horn vom Philosophischen Seminar der Universität Tübingen.

Vorschau auf die nächsten Ausgaben

In den nächsten Ausgaben erscheinen
voraussichtlich folgende Beiträge:

Prof. Dr.-Ing. Peter Schießl, Aachen:
Zur Dauerhaftigkeit von Spannstahl

Prof. M.Sc. Hans-Joachim Gerhard, Aachen:
Windkanalversuche:
Grundlagen und Kriterien bei der Prüfung

Prof. Dr.-Ing. Klaus Steffens, Bremen:
Experimentelle Tragsicherheitsbewertung von Bauten in situ

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Quast, Hamburg:
Zum Stand der Richtlinie für Belastungsversuche
an Massivbauwerken

Dipl.-Ing. Uwe Schmiedel, Pinneberg:
Probleme bei der Prüfung und Abnahme
von Traggerüsten aus der Sicht des Prüfsingenieurs

Dipl.-Ing. Thomas Weise, Dortmund:
Probleme bei der Prüfung und Abnahme
von Traggerüsten aus der Sicht einer ausführenden Firma

Prof. Dipl.-Ing. Josef Hegger, Aachen:
Durchstanzen – Versuche und Messung

Prof. Dr.-Ing. Walter Mann, Darmstadt:
Mauerwerk in Europa – Anmerkungen eines Engagierten

Herausgeber:

Bundesvereinigung der Prüfmgenieure für Baustatik e.V.
Dr.-Ing. Günter Timm, Jungfernstieg 49, 20354 Hamburg
ISSN 1430-9084

Redaktion:

Klaus Werwath, Lahring 36, 53639 Ittenbach

Technische Korrespondenten:**Baden-Württemberg**

Dr.-Ing. Peter Hildenbrand, Ludwigsburg

Bayern:

Dr.-Ing. Bernd Brandt, Nürnberg

Berlin:

Dipl.-Ing. J.-Eberhard Grunenberg, Berlin

Brandenburg:

Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Füg, Groß Gaglow

Bremen:

Prof. Dipl.-Ing. Horst Bellmer, Bremen

Hamburg:

Dipl.-Ing. Horst-Ulrich Ordemann, Hamburg

Hessen:

Dr.-Ing. K.-D. Schmidt-Hurtienne, Lohfelden/Kassel

Mecklenburg-Vorpommern:

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Krüger, Wismar

Niedersachsen:

Dr.-Ing. Günter Griebenow, Braunschweig

Nordrhein-Westfalen:

Dipl.-Ing. Josef G. Dumsch, Wuppertal

Rheinland-Pfalz:

Dr.-Ing. Hubert Verheyen, Bad Kreuznach

Saarland:

Dipl.-Ing. Gerhard Schaller, Homburg

Sachsen:

Prof. Dr. sc.techn. Lothar Schubert, Leipzig

Sachsen-Anhalt:

Dipl.-Ing. Dieter Beyer, Magdeburg

Schleswig-Holstein:

Dipl.-Ing. Uwe Schmiedel, Pinneberg

Thüringen:

Dr.-Ing. Helmut Löwe, Gotha

BVPI:

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Meyer (HJM)

Druck:

Vogel-Druck, Würzburg

DTP:

Satz-Studio Heimerl
Scherenbergstraße 12 · 97082 Würzburg

Die meisten der in diesem Heft veröffentlichten Fachartikel sind überarbeitete Fassungen der Vorträge, die bei den Arbeitstagen der Bundesvereinigung der Prüfmgenieure für Baustatik gehalten worden sind.

Der Inhalt der veröffentlichten Artikel stellt die Erkenntnisse und Meinungen der Autoren und nicht die des Herausgebers dar.

„Der Prüfmgenieur“ erscheint mit zwei Ausgaben pro Jahr.
Bestellungen sind an den Herausgeber zu richten.

