



Zeitschrift der Bundesvereinigung
der Prüfingenieure für Baustatik

Der Prüfingenieur

6

April 1995

Seite 3

Können prüfen gelassen

Seite 12

Das Aufspüren kleiner bauphysikalischer Fehler
verhütet großen Schaden

Seite 24

Die Entwicklung und europäische Normung
des Ingenieurholzbaus

Seite 38

In gefährdeten Siloanlagen sollte ein Explosionsschutz
immer beachtet werden

Seite 48

Die Baufirmen haben am Vier-Augen-Prinzip
ein ausgeprägtes Interesse

Seite 54

Privat oder staatlich - Die bautechnische Prüfung im Wandel

Seite 64

Die Politiker negieren die Bedenken und Vorschläge
berufserfahrener Bürger

INHALT

Editorial

Dr.-Ing. Klaus Kunkel
Können prüfen gelassen 3

Nachrichten

- Exquisite Fachinformationen beim dritten Bau-Seminar in NRW 4
Die LBO-Novelle trifft die Prüfm Ingenieure wie keine andere Berufsgruppe 5
„Anerkannte Sachverständige“ dürfen den Prüfm Ingenieur für Baustatik nicht ersetzen 6
Weiterbildung steht in Thüringen auf dem Programm ganz oben 7
NRW legt Dokumentation über die Folgen fehlender Prüfung und Kontrolle vor 8
Selbst Einfamilienhäuser können schwieriger sein als ein hoher Wohnblock 9
Hajo Böger † 10
Die Bundesvereinigung legt ein neues Programm für die Weiterbildung auf 11

Bauphysik

Prof. Dr. Jürgen Namysloh, Dresden
Das Aufspüren kleiner bauphysikalischer Fehler verhindert großen Schaden 12

Ingenieurholzbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ehlbeck, Karlsruhe
Die Entwicklung und europäische Normung des Ingenieurholzbaus 24

Explosionsschutz

Prof. Dr.-Ing. Josef Eibl,
Dipl.-Ing. Jürgen Ockert, Karlsruhe
In gefährdeten Siloanlagen sollte ein Explosionsschutz immer beachtet werden 38

Prüfpraxis

Dr.-Ing. Jürgen Schnell, Frankfurt
Die Baufirmen haben am Vier-Augen-Prinzip ein ausgeprägtes Interesse 48

Sachverständigenwesen

Dipl.-Ing. Dieter Eschenfelder, Düsseldorf
Privat oder staatlich - Die bautechnische Prüfung im Wandel 54
Dr.-Ing. Klaus Stiglat, Karlsruhe
Die Politiker negieren die Bedenken und Vorschläge berufserfahrener Bürger 64

Impressum 66

Vorschau auf die nächsten Ausgaben

In den folgenden Heften
erscheinen voraussichtlich:

Prof. Dr.-Ing. Fritz Wenzel, Karlsruhe:
Frauenkirche Dresden – Entwurf,
Konstruktion, Zerstörung, Wiederaufbau

Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach, Darmstadt:
Die Sicherung tiefer Baugruben
im innerstädtischen Bereich

Dipl.-Ing. Rudolf Bienstock, Karlsruhe:
Umweltschonende Anwendung von Spritzbeton unter
Berücksichtigung des Grundwasserschutzes

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch, Wuppertal:
Verbundbau und Brandschutz

Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Kothe, Zittau:
Standsicherheit alter Holzpfahlgründungen

Prof. Dr.-Ing. Rudolf Eligehausen, Stuttgart:
Neue Entwicklungen in der Befestigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Hans-Gerd Meyer, Berlin:
Veränderungen des Prüfwesens in Deutschland
unter Einordnung der Tätigkeiten der Prüfsingenieure

Prof. Dr.-Ing. Carsten Langlie, Bielefeld:
Kunststoffe als tragende Konstruktionen im Bauwesen

Prof. Dr.-Ing. Udo Wittek, Kaiserslautern:
Nichtlineare Berechnungsmethoden im Stahlbetonbau

Könnner prüfen gelassen!

Eigentlich gibt es doch zu den Aufgaben des Prüflingenieurs nichts mehr zu sagen. In den Bauprüfverordnungen ist festgelegt, was er zu tun hat und wozu er verpflichtet ist, nämlich zur objektiven und gewissenhaften Durchführung des Prüfauftrags unter Beachtung der bauaufsichtlichen Vorschriften und unter Berücksichtigung der allgemein gültigen Regeln der Technik. Abweichungen von den technischen Regelwerken hat er zu rechtfertigen, es ist doch also alles ganz einfach. Oder gibt es doch etwas dazu zu sagen?

Dienstag Vormittag. Der Architekt ruft beim Tragwerksplaner an, der Bauherr habe nun endlich einen Mieter gefunden. Aufgrund der jetzt vorgesehenen Nutzung muß der Luftwechsel erhöht, die Lüftungsaggregate verstärkt, Aussparungen in tragenden Wänden verändert und Teile der statischen Berechnung der aussteifenden Wände neu nachgewiesen werden; Einflüsse, die sich bis zur Gründung auswirken. Auf der Baustelle sind gerade die ersten Fundamente betoniert worden. Eile ist geboten: Mittwoch abend gehen per Boten achtzig Seiten Nachtragsstatik und die geänderten Positionspläne an den Prüflingenieur.

Am Freitag mittag ruft der Aufsteller beim Prüflingenieur an, um zu hören, ob die Nachtragsstatik in Ordnung ist, damit am Wochenende die Schal- und Bewehrungspläne geändert werden können. Wie gesagt: Eile ist geboten. Der Aufsteller erfährt, die Nachtragsstatik sei per Post zurückgegangen, denn man habe den ersten Nachtrag abgeschlossen. Der Aufsteller möge einen zweiten Nachtrag beginnen, die Seiten neu nummerieren und wieder zum Prüflingenieur einreichen.

Noch am gleichen Tag geht der Nachtrag mit geänderter Seitennumerierung, wie vom Prüflingenieur verlangt, per Boten weg. Am Montag ruft der Aufsteller wieder an und bekommt zur Antwort, man könne den Nachtrag nicht prüfen, da die Positionspläne nicht ausreichend vermaßt seien.

Egal wie, die Baustelle steht still, die Beteiligten streiten sich, der Bauherr hat den Schaden. Der Prüflingenieur, be-



Dr.-Ing. Klaus Kunkel
Vizepräsident der
Bundesvereinigung der
Prüflingenieure für Baustatik

liehener Unternehmer und verlängerter Arm der Behörde, hat gezeigt, wer das Sagen hat.

Eine an den Haaren herbeigezogene Geschichte? Selbstverständlich! Jeder Bauingenieur, der sich mit schwierigen statischen Berechnungen den Titel Prüflingenieur erarbeitet hat, hat gezeigt, daß er seine Arbeit versteht. Er hat auch gezeigt, daß er Entscheidungen treffen und Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden kann. So einer hat es nicht nötig, seine Stellung den die Statik erstellenden Kollegen fühlen zu lassen.

Wer auf seinem Gebiet wirklich etwas kann, wer den Dingen auf den Grund schaut, wer den Durchblick hat und wer deshalb auch seine wahren Grenzen erkennt, ist selbstsicher genug, seine Macht andere nicht spüren zu lassen. Er kennt die grundlegenden Zusammenhänge seines Wissensgebietes und deren Auswirkungen und kann sich deshalb in eigener Verantwortung über zu eng gesteckte Grenzen hinwegsetzen. Übersicht und Gelassenheit anstelle des Beharrens auf Erfüllung formaler Vorschriften sind das Zeichen eines Könnners.

Auf der letzten Sitzung des Allgemeinen Ausschusses der ARGEBAU zeigte es sich, daß die überwiegende Mehrheit der Bundesländer für die Beibehaltung der hoheitlichen Prüftätigkeit durch die Prüflingenieure für Baustatik ist. Das zuständige Ministerium in Sachsen denkt sogar daran, diese Tätigkeit auszuweiten, und entgegen manch anderslautenden Meldungen wird es auch in Bayern künftig den hoheitlich tätigen Prüflingenieur geben.

Im Moment scheint also die große Welle der Umwandlung von der hoheitlichen zur privatrechtlichen Prüfung gestoppt zu sein. Von allen Bundesländern wird nur Nordrhein-Westfalen diesen Weg gehen. Ob dies dann doch der Dammbruch ist, den wir alle nicht wollen, bleibt abzuwarten. Wir werden uns jedenfalls weiterhin für die hoheitliche Prüfung einsetzen, und wir werden weiterhin partnerschaftlich prüfende Ingenieure bleiben.

Exquisite Fach-Informationen beim dritten Bau-Seminar in Nordrhein-Westfalen

Stahlbau-Situation ist noch immer verwirrend Brandschutz entwickelt sich zum Engineering

Der neuen Wärmeschutz-Verordnung, der aktuellen Normensituation – vor allem im Stahlbau – und der Weiterentwicklung der Anforderungen an den Brandschutz war das 3. Bautechnische Seminar gewidmet, das die nordrhein-westfälische Landesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik und das Ministerium für Bauen und Wohnen von Nordrhein-Westfalen in Essen durchgeführt haben. Mehr als 300 Teilnehmer dokumentierten das nachhaltige Interesse, das die Fachwelt dieser bereits traditionellen Fachveranstaltung entgegenbringt.

Unter der souveränen Leitung des Vorsitzenden der nordrhein-westfälischen Landesvereinigung, Dipl.-Ing. Otto Lennertz (Aachen), wurde für die Teilnehmer – Prüfm Ingenieure, Mitarbeiter der Baubehörden und Vertreter der Ingenieurbüros – ein fachlich exquisites Programm abgewickelt, das dem Auditorium eine Fülle neuer und wissenswerter Informationen vermittelte.

Dies galt insbesondere für den neuesten Stand der Arbeiten am Entwurf der neuen nordrhein-westfälischen Bauordnung, deren Schwerpunkte der Leitende Ministerialrat im Düsseldorfer Ministerium für Bauen und Wohnen, Winfried Dahlke, skizzierte.

Dahlke stellte sich bei dieser Gelegenheit den Mitgliedern der Landesvereinigung der Prüfm Ingenieure auch als neuer Leiter der Abteilung Bauaufsicht/Bautechnik dieses Hauses vor.

Ebenso fachkundig wie Dahlke den Prüfm Ingenieuren die neue Landesbauordnung nahebrachte, erläuterte sein Kollege im Amt, Leitender Ministerialrat Dipl.-Ing. Dieter Eschenfelder, die Grundzüge und die für die Prüfm Ingenieure künftig beachtenswerten Details der neuen Wärmeschutz-Verordnung (s. a. Prof. Dr.-Ing. Herbert Ehm: „Die neue Wärmeschutz-Verordnung wird die Gestaltungsfreiheit stärken“ in *Der Prüfm Ingenieur* Nr. 4, April 1994). Eschenfelder und sein Mitarbeiter, Regierungsbau- direktor Klein, erläuterten – der eine theoretisch an Hand des reinen Verordnungstextes, der andere praktisch mit vielen bebilderten Beispielen – die technischen Inhalte und politischen Intentionen dieser Verordnung, die, so Eschenfelder, in den kommenden Jahren durch vertiefende und verschärfende gesetzliche Maßnahmen weitere Ergänzungen erfahren wird.

Mit interessanten Neuigkeiten und Details anderer Art ist der Präsident der Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik, Dr.-Ing. Günter Timm, von Hamburg nach Aachen gekommen. Er gab seinen nordrhein-westfälischen Mitgliedern und deren Gästen die neuesten Informationen über den Stand der Arbeiten am EUROCODE 1, die seiner Beurteilung nach noch einige Zeit andauern werden. Er machte die Prüfm Ingenieure aber schon jetzt darauf aufmerksam, daß vor allem hinsichtlich der Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken gegenüber der in Deutsch-

land gegenwärtig bestehenden Regelung im EUROCODE 1 keine großen Unterschiede zu erwarten sein würden. Ferner wies er darauf hin, daß die Fertigstellung von Teil 1 des EUROCODE 2 noch in diesem Jahr (1995) zu erwarten sei und daß die DIN 1045 und die DIN 4227 im kommenden Jahr vollständig vom EUROCODE 2 abgelöst werden könnten.

Die neuen europäischen Regelwerke standen auch im Vordergrund der weiteren Referate dieser Weiterbildungsveranstaltung der nordrhein-westfälischen Prüfm Ingenieure, wobei Otto Lennertz immer wieder als Moderator fungierte und dabei den Teilnehmern, gelegentlich warnend, die Schwierigkeiten vergegenwärtigte, die den Prüfm Ingenieuren aus der heute nicht eindeutigen Normensituation – insbesondere im Stahlbau – erwachsen. Denn, und darüber referierte der Düsseldorfer Ministerialrat Dipl.-Ing. W. Klauke, vor allem im Stahlbau ist die Situation derzeit recht unübersichtlich. Sie sei gekennzeichnet durch den Übergang von nationalen zu europäischen Normen: Die alte DIN 18800 (vom März 1981) gelte neben der neuen DIN 18800 (vom November 1990), daneben konkurrierten ergänzend die neuen „Stabilitätsnormen“ der DIN 18800, Teil 2 bis Teil 4, sowie die in einigen Teilen längst überholte DIN 4114; obendrein habe das DIN noch die Europäische Vornorm ENV 1993-1-1 (Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau) eingeführt. Mit dieser mehrgleisigen Normenvielfalt werde, so prophezeite Klauke, die Situation im Stahlbau in Deutschland noch einige Jahre unbefriedigend und unsicher bleiben.

Nicht ganz so unsicher ist die Lage beim Brandschutz. Hier wird, so meinte zumindest Dipl.-Ing. P. Nause von der Materialprüfungs- und forschungsanstalt in Braunschweig, in den nächsten

zehn Jahren nicht mit einer europäischen Norm zu rechnen sein. Dennoch seien auch hier Veränderungen im gange, denn: Der achtzehn Teile umfassende Weißdruck der neuen DIN 4102, der seit März 1994 vorliegt, impliziere die Entwicklung des Brandschutzes zum Brandschutz-Engineering. Dieses

Dokument, so Nause, werde wohl, da es ein rein nationales Normenwerk ist, bauaufsichtlich nicht mehr eingeführt werden. Nach der üblichen Praxis in der Rechtsprechung werde es aber, da es sich um einen Weißdruck handelt, gleichwohl als eine allgemein anerkannte Regel der Technik anerkannt.

öffentlich-rechtlichen Interesses ergeben sollten,

- die gesetzliche Absicherung der Überwachung der Ausführungsarbeiten auf den Baustellen durch den Prüfenieur für Baustatik, die für die Erreichung des angestrebten Sicherheitskonzepts von ebenso großer Bedeutung sei wie die Prüfung der Standsicherheit selbst.

Und nicht zuletzt plädiert Lennertz in seinem Brief an die Landtagsabgeordneten angesichts der Vielzahl neuer, „anerkannter Sachverständiger“, die durch das Konzept der neuen Landesbauordnung in Nordrhein-Westfalen zu erwarten seien, insgesamt dafür, „analog zu den Regelungen in den bisherigen Landesbauordnungen in allen maßgebenden Ausführungsvorschriften den ‚Staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung der Standsicherheit‘ nach wie vor unter der Bezeichnung ‚Prüfenieur für Baustatik‘ zu deklarieren“.

Die LBO-Novellierung trifft die Prüfenieure wie keine andere Berufsgruppe

Lennertz in NRW: Die Bezeichnung und die ministerielle Anerkennung müssen bleiben

„Für keine andere Berufsgruppe ist die Novellierung der Landesbauordnung mit so großen Änderungen verbunden, wie für die Prüfenieure.“ Mit diesem Satz hat der Vorsitzende der nordrhein-westfälischen Landesvereinigung der Prüfenieure, Dipl.-Ing. Otto Lennertz, die Mitglieder des Ausschusses für Städtebau und Wohnungswesen des Düsseldorfer Landtages auf eine Stellungnahme eingestimmt, in der er einige „wichtige Gesichtspunkte“ in die Debatte über die Rahmenbedingungen eingeführt hat, die „unbedingt einzuhalten“ seien, wenn der „Wille des Gesetzgebers“ wirklich zu einer Lösung führen sollte, mit der das Institut des Prüfenieurs in seiner jetzigen Form nicht beibehalten werden könne.

Zu diesen Rahmenbedingungen zählt Lennertz

- die weiterhin gültige Zuständigkeit für das Anerkennungsverfahren der Prüfenieure, die – unter Mitwirkung der Ingenieurkammer-Bau NW – beim zuständigen Ministerium verbleiben müsse,
- das Maß der Anforderungen an die Qualifikation der Prüfenieure,

das „mindestens“ in bisheriger Qualität erhalten bleiben müsse,

- Rechtsverordnungen, die die Durchsetzbarkeit von solchen Forderungen absichern, die sich bei der Prüfung im Sinne der öffentlichen Sicherheit und des

Nächste Arbeitstagung der Bundesvereinigung Ende September in Erfurt

Die nächste Arbeitssitzung der Bundesvereinigung der Prüfenieure für Baustatik wird vom 24. bis 26. September in Erfurt stattfinden. Neben der Erledigung der üblichen, unumgänglichen Verbands-Regularien stehen fachlich und ingenieurtechnisch hochinteressante Vorträge auf dem Programm dieser Tagung.

Nach den bisherigen Vorbereitungen ihres Bundesvorstandes können die Mitglieder der BVPI und deren Gäste faktenreiche und informations-

trächtige Referate über die umwelt- und grundwasserschonende Anwendung von Spritzbeton, über den Brandschutz im Verbundbau und über die Standsicherheit alter Holzpfehlgründungen erwarten.

Überdies werden voraussichtlich neue Entwicklungen der Befestigungstechnik beschrieben, Veränderungen des Prüfwesens in Deutschland und die Einordnung der Prüfenieure erläutert sowie die fehlerhafte Anwendung von Statik- und FEM-Programmen erklärt.

„Anerkannte Sachverständige“ dürfen den Prüfsachverständigen für Baustatik nicht ersetzen

Offener Brief von drei Professoren: Die privatrechtliche Beauftragung der Prüfsachverständigen würde ihre Unabhängigkeit gefährden

Die Diskussion über die neue Rechtsfigur eines „staatlich anerkannten Sachverständigen“ (s. a. S. 54 und S. 64) hat den nachdenklichen Widerspruch dreier Professoren der Technischen Universität Berlin herausgefordert. Sie wenden sich in einem offenen Brief an Berlins Bausenator Wolfgang Nagel vor allem gegen eine Aufweichung oder die Abschaffung der Institution des Prüfsachverständigen für Baustatik und plädieren sehr überzeugend dafür, daß der „anerkannte Sachverständige“, der in der Musterbauordnung 1993 vorgeschlagen wird, nicht den Prüfsachverständigen für Baustatik ersetzen dürfe.

Autoren des Schreibens an den Senator sind Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Specht (FG Stahlbetonbau), Univ.-Prof. Dr. rer. nat. E. Cziesielski (FG Ingenieurhochbau) und Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Lindner (FG Stahlbau), die sich „aus schwerwiegenden, die Sicherheit der Bauwerke berührenden Gründen“ grundsätzlich gegen die Einführung eines

„anerkannten Sachverständigen“ für den Fall ausgesprochen haben, daß „dieser die in entscheidenden Punkten abweichend ausgestattete Einrichtung des ‚Prüfsachverständigen für Baustatik‘“ ersetzen soll.

Diese entscheidenden Punkte, die den Prüfsachverständigen von dem gegenwärtig erkennbaren Modell eines neuen Sachverständigentypus gemäß der Musterbauordnung der Länder abgrenzt, seien „zwei fundamentale Besonderheiten“, die den Prüfsachverständigen gegenüber anderen Sachverständigen auszeichne. Sie werden von den drei Professoren wie folgt beschrieben:

- Der Prüfsachverständigen handelt anstelle der Behörde. Für jeden einzelnen Auftrag wird ihm die Befugnis und die Unabhängigkeit einer Amtsperson verliehen (beliehener Unternehmer).
- Der Prüfsachverständigen unterliegt der Amtshaftung, womit sich der Staat zu seiner Grundverpflichtung bekennt, für die öffentliche Sicherheit und Ordnung in Gestalt der Standsicherheit der

Bauwerke zu sorgen und auch dafür einzustehen.

Demgegenüber stehe nach der neuen Musterbauordnung vom Dezember 1993 ein neuer Sachverständiger ins Haus, nach der diese beiden Besonderheiten auch für die Prüfsachverständigen aufgehoben werden könnten, nämlich dadurch, daß

- die Beauftragung durch den Bauherrn erfolgen und
- daß die Amtshaftung durch eine privatrechtliche Haftung abgelöst werden soll.

Eine solche Neugestaltung, so schreiben die drei Ingenieurwissenschaftler an den Politiker, würde „wesentliche Zusammenhänge unseres baulichen Sicherheitssystems“ übersehen und „weit mehr in das Netzwerk der baulichen Qualitätssicherung eingreifen, als beabsichtigt sein kann“, weil hieraus „eine in vielerlei Hinsicht zu erwartende Verschlechterung der gegenwärtigen Situation“ resultieren müsse.

Den wesentlichen Teil des Briefes der drei Wissenschaftler nimmt eine sachlich überzeugende und fachlich eingehende Argumentation gegen die privatrechtliche Beauftragung des Prüfsachverständigen durch den Bauherrn ein, die „schwerwiegende Folgen“ haben dürfte, weil der privatrechtlich beauftragte Prüfsachverständigen seine Unabhängigkeit verlöre und in erhebliche Interessenkonflikte geriete.

Der Text des Briefes ist insgesamt fünf Seiten lang. Er eignet sich hervorragend für die Untermauerung der eigenen Argumentation und kann deshalb in Kopie in der Bundesgeschäftsstelle der Bundesvereinigung der Prüfsachverständigen für Baustatik (Fax: 0 40/35 35 65) angefordert werden.

Hamburg: Stundensätze auf 120 Mark erhöht

In Hamburg gelten seit dem 1. Januar höhere Stundensätze für die Prüfsachverständigen: 120 Mark können sie nach der neuesten Hamburger Verordnung für die Erledigung ihrer Prüfungsaufträge von den Auftraggebern der öffentlichen Hände liquidieren. Damit hat Hamburg Anschluß an die übrigen Bundesländer gefunden. Bisher betrug der Stundensatz in Hamburg 80 Mark.

Weiterbildung steht in Thüringen auf dem Programm ganz oben

Informationen über nicht zugelassene Bauprodukte und die „Zustimmung im Einzelfall“

Die gastgebende organisatorische Vorbereitung der 1995er Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfengeieure für Bau- statik, die vom 24. bis 26. September in Erfurt stattfinden wird, war einer der Hauptberatungspunkte der Herbst- und Frühjahrssitzung der thüringischen Landesvereinigung der Prüfengeieure im November 1994 und im Februar 1995 in Wachsenburg bei Arnstadt. Daneben wurden inhaltliche Vorbereitungen für ein Weiterbildungsprogramm abgesprochen, das jetzt mehrere Veranstaltungen vorsieht.

Der Vorsitzende der Landesvereinigung, Dipl.-Ing. Harald Baumgarten, gab seinen Mitgliedern dabei nicht nur einen aktuellen Überblick über den Stand seiner laufenden fachlichen landespolitischen Gespräche in den verschiedenen Ministerien des Landes Thüringen, sondern er informierte sie auch aus erster Hand über die bundespolitischen Vorgänge, die die Prüfengeieure insgesamt betreffen.

Landespolitisch gab Baumgarten vor allem einen ausführlichen Sachstandsbericht über die Abstimmungsgespräche der thüringischen Landesvereinigung mit dem Referatsleiter im thüringischen Innenministerium, Dr. Seynold, über das Sachverständigenwesen und über die Prüftätigkeit in Thüringen. Bundespolitisch ging er auf die derzeitige Entwicklung der Stellung des Prüfengeieurs ein, und er verwies auf die zum Teil zur Zeit sehr kontrovers geführte Debatte, die von den Prüfengeieuren mit

gebotener Deutlichkeit geführt und mit entsprechenden Argumenten angereichert werde.

Bei dieser Gelegenheit konnten sich die Mitglieder der Landesvereinigung Thüringen auch über die Modalitäten informieren, die für eine „Zustimmung im Einzelfall“ eingehalten werden sollten, die auch in der Bauordnung von Thüringen für den Fall vorgesehen ist, daß ein Bauprodukt eingesetzt werden soll, das vom Deutschen Institut für Bautechnik (noch) nicht zugelassen oder das von einer anerkannten Prüfstelle gutachterlich nicht beurteilt worden ist und dessen Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit demnach auch nicht mit den üblichen anerkannten Regeln der Technik nachgewiesen werden kann. Für solche Produkte, so wurde auf der Mitgliederversammlung im November mitgeteilt,

beantrage der Prüfengeieur bei der zuständigen Unteren Bauaufsichtsbehörde (Bauordnungsamt) die „Zustimmung im Einzelfall“, die von dort an die Oberste Baubehörde weitergeleitet wird. Die Mitwirkung des Prüfengeieurs bei dieser Zustimmung im Einzelfall beschränkt sich danach auf die Qualität und Begründung der Antragstellung und auf seine weitere fachliche Mitwirkung. Die fachliche Hoheit liegt indes bei der Obersten Baubehörde und deren Gutachterstelle.

Verbandspolitisch optimierte die thüringische Landesvereinigung in beiden Sitzungen die konkreten Programme für die Weiterbildung, die auch in dieser Landesvereinigung auf dem Programm der Aktivitäten ganz oben steht. Nachdem im Januar 1995 ein Seminar über Brandschutz im Bauwesen vorgesehen war, wollen die thüringischen Prüfengeieure demnächst Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen über den Holzbau, über ausgewählte Sanierungsmethoden, über besondere Probleme des Baurechts über den EUROCODE 2 sowie über die neue Wärmeschutz-Verordnung anbieten.

Hessen: 9. Seminar über Tragwerksplanung am 5. September

Das hessische Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz führt, zusammen mit der Vereinigung der Prüfengeieure in Hessen, am 5. September von 9 bis 16 Uhr in Darmstadt ihr mittlerweile 9. Fortbildungsseminar Tragwerksplanung durch. Auf dem Programm stehen

Fachvorträge über Neuerungen im Mauerwerksbau, über Verbunddecken, Instandsetzungen und Verstärkungen, über Neuregelungen im Brandschutz und die Brandbemessung sowie über neueste Schadenfälle in Hessen.

Die Teilnahmegebühr für dieses Seminar beträgt 50 Mark.

NRW legt Dokumentation über die Folgen fehlender Prüfung und Kontrolle vor

Ohne eine unabhängige Kontrolle geht die Qualität der Baukonstruktionen deutlich zurück

Weil sie es „für ihre Pflicht halten, in der aktuellen Diskussion über die Novellierung der Landesbauordnung auf die Bedeutung der unabhängigen bautechnischen Prüfung hinzuweisen“ haben die nordrhein-westfälischen Prüffingenieure für Baustatik eine Dokumentation über die praktisch feststellbare Bedeutung der unabhängigen bautechnischen Prüfung erarbeitet und darin am Beispiel mehrerer schlüssig nachgewiesener Bauschäden die Fehler dargestellt, die ohne solche Prüfungen nur zu leicht auftreten können.

Diese Dokumentation, die ähnliche Arbeiten verschiedener anderer Landesvereinigungen der Prüffingenieure aus nordrhein-westfälischer Erfahrung und Sicht komplettiert, ist von besonderer Bedeutung, weil sie nachweist, in welchem Ausmaß und mit welchen Gefahrenpotentialen die Reduzierung der bautechnischen Prüfung ein Absinken der Qualität der Baukonstruktionen und ein Ansteigen der Zahl der Schadensfälle zur Folge haben kann.

Dipl.-Ing. Otto Lennertz, der Vorsitzende der nordrhein-westfälischen Landesvereinigung der Prüffingenieure, hat diese Dokumentation deshalb auch breit gestreut und als schlagendes Argument in der gegenwärtigen Debatte über die Einzelheiten der neuen Landesbauordnung in Nordrhein-Westfalen genutzt: Alle 220 Landtagsabgeordneten und mehr als 50 Teilnehmer am großen LBO-Hearing im November im Düsseldorfer Landtag haben ein

Exemplar mitgenommen oder überreicht und zugesandt bekommen. Außerdem haben alle Mitglieder seiner Landesvereinigung die Dokumentation mit der Bitte erhalten, ihren Inhalt allen mit dem Bauen Befassten im Lande bekanntzumachen und zu erläutern.

Die Texte und Bilder der Dokumentation, die in ihrer Mehrzahl auch der technische Laie nachvollziehen kann, sowie die technischen Detail-Zeichnungen dieser Bauschäden-Dokumentation sind so überzeugend, daß Lennertz auf den Gängen und in den Fluren des Düsseldorfer Landtags einerseits viel Lob für die gelungene Arbeit und andererseits selbst von Vertretern des politischen Lagers ein immer größer werdendes Maß an Zustimmung, Verständnis und Ermutigung für die Position der Prüffingenieure erfahren hat.

Dazu mag auch beigetragen haben, daß Lennertz den Landtagsabgeordneten auch brieflich die Notwendigkeit der Beibehaltung des sogenannten Vier-Augen-Prinzips erläutert hat, das doch „seit Jahrzehnten einen wesentlichen Beitrag zur präventiven Abwehr von Gefahren und Schäden bei Gebäuden“ leistet. „Sowohl die zum Standsicherheitsnachweis gehörenden Unterlagen als auch die Ausführungen auf den Baustellen“, so schrieb Lennertz den Abgeordneten in Düsseldorf, „weisen immer wieder gravierende Mängel auf“. Die Prüffingenieure für Baustatik würden durch ihre Arbeit „zur Vermeidung solcher Mängel“ beitragen, so Lennertz weiter, was „sowohl im Interesse der öffentlichen als auch der privaten Sicherheit liegt“. Nicht zuletzt würde auch „die Bauwirtschaft von der kontrollierenden Tätigkeit der Prüffingenieure dadurch profitieren, daß die Baumängel bereits im Entstehungsprozeß abgefangen werden“.

Die bisher vorliegende 1. Auflage des Dokuments ist noch nicht ganz vergriffen. Einschlägig interessierte Stellen oder Personen können sie im Ingenieurbüro Gehlen (Herr Uhlenberg), Friedrich-Ebert-Straße 54, 40210 Düsseldorf kostenlos anfordern.

Seminar über die Sicherheit von Betonkonstruktionen für umweltgefährdende Stoffe

Über die „Sicherheit von Betonkonstruktionen technischer Anlagen für umweltgefährdende Stoffe“ veranstaltet der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton (DAfStb) am 20. und 21. September 1995 in Berlin ein Seminar, bei dem unter anderem auch über den Entwurf einer neuen Richtlinie für den „Betonbau beim Umgang mit

wassergefährdenden Stoffen“ diskutiert werden soll.

Dieser sechsteilige Entwurf, der die zweiteilige Fassung aus dem Jahre 1992 ablösen soll, berücksichtigt erste Erfahrungen beim Bau von Auffangwannen und Lagerflächen aus unbeschichtetem Beton sowie die

Ergebnisse eines DAfStb-Forschungsvorhabens, das vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert worden ist. Der Entwurf der Richtlinie wird den Tagungsteilnehmern vorab mit der Anmeldebestätigung zugesandt.

Die Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik empfiehlt ihren Mitgliedern die Teilnahme an diesem Seminar, um den Kreis derjenigen Prüfm Ingenieure zu erweitern, die schon seit Jahren mit der Prüfung und Überwachung von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen beschäftigt sind.

Die Bundesvereinigung weist ferner darauf hin, daß die Prüfm Ingenieure „in Kooperation mit anderen technischen Organisationen zukünftig auch vollständige Erstprüfungen und wiederkehrende Prüfungen“ ausführen könnten, und zwar einschließlich des anlagentechnischen Teils“.

Auskünfte erteilt die Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik (Jungfernstieg 49, 20354 Hamburg, Fax: 0 40/35 35 65).

Baden-Württemberg: Fachlich attraktive Arbeitstagung im Juni

Fachliche Themen besonderer Attraktivität stehen auf dem Programm der kommenden Arbeitstagung der Prüfm Ingenieure für Baustatik in Baden-Württemberg, die am 23. und 24. Juni 1995 traditionell in Freudenstadt durchgeführt wird. Der Vorsitzende der Landesvereinigung, Dipl.-Ing. Kurt Harrer, teilte mit, neben den Vorträgen ausgesuchter Experten über Spannbetonwerke und über

Selbst Einfamilienhäuser können schwieriger sein als ein hoher Wohnblock

Bremen: Einspruch zur LBO-Novelle brachte den gewünschten Erfolg

„Technik braucht Kontrolle in Planung und Ausführung“ – auf diese griffige Formel hat der Vorsitzende der Landesvereinigung der Prüfm Ingenieure in Bremen, Dipl.-Ing. Gerhard Feld (Bremerhaven), den Inhalt einer Stellungnahme zum 1. Entwurf einer Neufassung der Landesbauordnung verkürzt, mit der er namens der Prüfm Ingenieure in Bremen gegen die Aufhebung des Vier-Augen-Prinzips auch in diesem Lande Widerspruch eingelegt hat.

Denn auch in Bremen impliziert die anstehende Novellierung der Bauordnung die politische Absicht, das Baugenehmigungsverfahren zu beschleunigen und zu vereinfachen. Dabei soll auch dort – und zwar unabhängig von der Schwierigkeit der Konstruktion oder der Nutzung der Bauwerke – auf die Prüfung bau-

technischer Nachweise bei Bauten mit Höhen bis zu drei Geschossen verzichtet werden.

In seiner Stellungnahme weist Feld vor allem darauf hin, daß die unabhängige Kontrolle in Planung und Ausführung in Zukunft verstärkt insbesondere deswegen aufrecht erhalten werden müßte, weil die Konstruktionen und die Baustoffe heute noch mehr als früher ausgenutzt und optimiert werden müßten und weil die Sicherung der Gebrauchstauglichkeit im Sinne des Verbraucherschutzes auch aus politischem Blickwinkel eine immer bedeutendere Rolle spielen. Auch könne, so erinnert Feld die Politiker und Beamten seines Landes, der Staat seine Verantwortung gegenüber dem Bürger nicht vollends aufgeben, wohl aber „hoheitliche Aufgaben privatisieren und auf Sachverständige delegieren“. Dabei dürfe er aber wichtige Kontrollaufgaben nicht einfach streichen und sich dann auf einen Appell an die Verantwortlichen beschränken, wenn „die Fachleute zu anderen Verfahrensweisen raten“.

Zur fachlichen Untermauerung der Argumentation der Prüfm Ingenieure benutzte auch Feld die Gründe und Argumente, die die Prüfm Ingenieure überall in Deutschland für die Beibehaltung der unabhängigen Prüfung der bautechnischen Nachweise vorgebracht haben. Allerdings konnte Bremens Vorsitzender einerseits schon auf die Erfolge und Teilerfolge seiner Berufskollegen in anderen Ländern, beispielsweise in Hessen und in Nordrhein-

Westalen, aufbauen. Andererseits hat er aber auch darauf hingewiesen, daß der Schwierigkeitsgrad eines Bauwerkes keineswegs nur von seinem Umfang oder seiner Höhe bestimmt werde, sondern von den „tragenden Strukturen“, die selbst bei einem Einfamilienhaus „wegen der Dachgeometrie, wegen der durch Einzel- und Linienlasten belasteten Deckenplatten und/oder

durch schwierige Gründungsverhältnisse komplexer angelegt sein können als die eines höheren Wohnblocks“.

Zwischenzeitlich ist vom Senator für das Bauwesen ein veränderter Entwurf zur Landesbauordnung vorgelegt worden. Er sieht gegenüber dem 1. Entwurf eine weitergehende Rücknahme der baurechtlichen Prüfung vor.

Andererseits soll im Bereich der bautechnischen Nachweise die Ganzheitlichkeit des Vier-Augen-Prinzips (Prüfung der Nachweise, Kontrolle der Ausführung) beibehalten, beziehungsweise erweitert werden. Von dieser Prüfung sollen lediglich Bauvorhaben geringer und sehr geringer Schwierigkeit ausgenommen werden. Dieser zweite Entwurf wird nunmehr sowohl von der Architektenkammer und der Ingenieurkammer als auch von der Landesvereinigung Bremen der Prüflingenieure befürwortet.

Hajo Böger †

Hajo Böger ist tot. Plötzlich und unerwartet ist der langjährige Vorsitzende der Landesvereinigung der Prüflingenieure in Schleswig-Holstein Ende vergangenen Jahres im 65. Lebensjahr den Folgen eines Herzinfarktes erlegen, der dem Leben eines Ingenieurs ein Ende bereitere, dessen umfangreiches technisches Wissen und dessen Tatkraft die Bundesvereinigung der Prüflingenieure seit vielen Jahren begleitete, wie deren Präsident, Dr.-Ing. Günter Timm, anlässlich des Todes Hajo Bögers schrieb.

Böger war bis zum Tage seines Todes aktiver Seniorpartner der Böger + Jäckle Ingenieurgesellschaft mbH & Co. im schleswig-holsteinischen Henstedt-Ulzburg, wohin er 1987 das damals immer schneller wachsende ehemalige Hamburger Büro verlegt hatte. Anfang 1993 gründete er in Bosdorf bei Leipzig zur Bewältigung zusätzlich anfallender Aufgaben in den neuen Bundesländern die selbständige Ingenieurgesellschaft Böger † Jäckle & Partner.

Hajo Böger hatte – nachdem er nach seinem Studium ab 1956 im Ingenieurbüro für Brückenbau Dr.-Ing. H. Homberg im westfälischen Hagen als

Ingenieur erste berufliche Erfahrungen vor allem im Brückenbau gesammelt hatte – seine freiberufliche Existenz 1962 mit der Errichtung eines eigenen Ingenieurbüros am Nordrand von Hamburg begründet. Ab 1969 erwarb er die Qualifikation eines Prüflingenieurs für Baustatik in den Fachrichtungen Massivbau, Metallbau und Holzbau. In den folgenden Jahren wurde das Büro insbesondere von den Straßenbauverwaltungen Schleswig-Holsteins und Hamburgs mit der Planung, Ausschreibung, Prüfung und Bauüberwachung vieler bedeutender Brückenbauwerke betraut. Die Ausweitung des Tätigkeitsfeldes auf den Tunnelbau, den Hochwasserschutz, den Hafenbau und die damit zusammenhängenden Industrieanlagen im In- und Ausland führte zu einem steten Wachstum des Büros.

Über seine eigentliche Tätigkeit als Beratender Ingenieur und als Prüflingenieur hinaus war Böger stark in berufsständischen Fragen engagiert: Seit 1979 war er Vorsitzender der schleswig-holsteinischen Landesvereinigung der Prüflingenieure und in dieser Eigenschaft auch Mitglied des erweiterten Vorstandes der Bundesvereinigung der Prüflingenieure.

„PÜZ-Stellen“ gehören zum Aufgabengebiet der Prüflingenieure

Die Bundesvereinigung der Prüflingenieure für Baustatik hat darauf hingewiesen, daß in naher Zukunft eine Reihe von europäisch harmonisierten technischen Normen in Deutschland erlassen würde, in denen die Konformitätsnachweise konkreter Bauteile beschrieben sind. Zusätzlich werde gegenwärtig an einer Rechtsverordnung für die Anerkennung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen (sogenannten PÜZ-Stellen) nach dem Bauproduktengesetz gearbeitet.

Eine der ersten Normen dieser Art ist die DIN EN 1520 Vorgefertigte Bauteile aus haufwerkporigem Leichtbeton, die derzeit im Entwurf vorliegt. Tätigkeiten im Sinne der PÜZ-Stellen, bei denen die Prüfung und die Überwachung von Betonbauteilen (zum Beispiel von Fertigteilen), insbesondere in statisch konstruktiver Hinsicht, im Vordergrund steht, fallen nach Ansicht der Bundesvereinigung auch in den Zuständigkeitsbereich des Prüflingenieurs für Baustatik. weshalb die Bundesvereinigung „darauf drängen wird, die Prüflingenieure für dieses Aufgabengebiet vorzusehen“.

Die Bundesvereinigung legt ein neues Programm für die Weiterbildung auf

Das erste Seminar über den neuen Wärmeschutz im Februar in Hamburg war voll ausgebucht

Die Bundesvereinigung der Prüfengeure für Baustatik hat ein neues Weiterbildungs-Programm ins Leben gerufen, das die zumeist landesrelevanten Bemühungen der Landesvereinigungen bundesweit begleiten soll. Als erstes dieser künftigen Reihe spezieller Weiterbildungsseminare für Prüfengeure hat die Bundesvereinigung Ende Februar an der Technischen Universität in Hamburg-Harburg ein Seminar über die neue Wärmeschutz-Verordnung durchgeführt, an dem rund dreihundert Prüfengeure, Berater Ingenieure, Architekten und andere Baufachleute teilnahmen.

In Erwartung eines hohen Interesses der Fachwelt hatte die BVPI in die Universität Hamburg-Harburg eingeladen. Der Andrang zu diesem Seminar war indes so groß, daß nicht einmal alle gemeldeten Interessenten angenommen werden konnten. Weitere Bewerber mußten deshalb auf die Folge-seminare verwiesen werden.

Der Seminartag war in zwei Teile gegliedert. Nach den Begrüßungsworten von Dr.-Ing. Günter Timm, dem Präsidenten der Bundesvereinigung der Prüfengeure für Baustatik, und einer Erläuterung des Wärmeschutznachweises aus der Perspektive der Bauaufsicht durch den Leitenden Bau-direktor Dipl.-Ing. Hermann Lohse, dem Leiter der Prüfstelle für Baustatik in Hamburg, vermittelte der Beratende Ingenieur Dipl.-Ing. Josef Heering aus Düsseldorf den Zuhörern die Grundlagen der Wärmeschutz-verordnung bis hin zur detaillierten Beschreibung der anzuwendenden Vorschrift.

Am Nachmittag konnten zunächst die vermittelten Grundkenntnisse durch den Beratenden Ingenieur Dr. -Ing. Burkhard Jüdt, ebenfalls aus Düsseldorf, mit Hilfe von Beispielen vertieft werden.

Über die baupraktischen Konsequenzen im Zuge der Entwicklung der Wärmeschutzverordnungen seit 1982 referierte Dr. Ing. Gernod Deckelmann, Oberingenieur am Lehr- und Forschungsbereich „Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen“ der Technischen Universität Hamburg-Harburg. Er gab einen perspektivischen Ausblick auf die für 1999 vorgesehene Novellierung der jetzigen Wärmeschutzverordnung, mit der eine weitere Energieeinsparung von mindestens 25 Prozent beabsichtigt ist. In der Regel könne die Außenwandkonstruktion entsprechend der Wärmeschutzverord-

nung aus dem Jahre 1982 beibehalten werden, wenn eine neue Wärmeschutzverglasung der Fenster mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten von $k \approx 1,5$ zum Einsatz käme. Abgerundet wurde der Tag durch einen Beitrag zur Berechnung und Beurteilung des Tauwasserausfalls in und an Außenwandkonstruktionen von Prof. Dr.-Ing. Lutz Franke, dem Leiter des obengenannten Lehr- und Forschungsbereiches, in dem auch Hinweise an konkreten Beispielen gegeben wurden.

Weitere Seminare zu diesem Thema fanden am 16. März in Leipzig und am 11. April in Weimar statt.

Ende Mai findet das erste Seminar zum Thema „Schallschutz“ in Hamburg statt. Der genaue Termin kann in der Geschäftsstelle der Bundesvereinigung der Prüfengeure für Baustatik (Fax: 040/35 35 65) erfragt werden. Neben der Vermittlung der schalltechnischen Grundkenntnisse wie beispielsweise Schallausbreitung und -übertragung, wird auch hier detailliert zu aktuellen Problemen der Luft- und Körperschalldämmung in baupraktischer Hinsicht Stellung genommen. Neue und herkömmliche Berechnungsverfahren ergänzen das Seminar.

Die „alten“ Stahlbaunormen laufen Ende dieses Jahres aus

Der Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung hat beschlossen, die „alten“ Stahlbaunormen DIN 18800 aus dem März 1981 und die DIN 4114, Teil 1 und 2, mit dem Ende dieses Jahres auslaufen zu lassen. Ab Januar 1996 sind somit für den Bereich des Stahlbauten nur noch alternativ

die Stahlbau-Grundnormen DIN 188000 vom November 1990 zusammen mit den Fachnormen - soweit noch nicht angepaßt mit der Anpassungsrichtlinie - oder der EURO-CODE 3 (DIN ENV 1993, Teil 1-1) in Zusammenhang mit dem Nationalen Anwendungsdokument (NAD) zu verwenden.

Das Aufspüren kleiner bauphysikalischer Fehler verhütet großen Schaden

Selbst geringes Abweichen von bauphysikalischen Gesetzen kann große Bauschäden bewirken

Nicht die großen, spektakulären bauphysikalischen Fehler sind es, auf die der Fachmann am häufigsten stößt, sondern die vielen kleinen Detailfehler, die sich immer wieder feststellen lassen. Die minimalen Abweichungen von den Gesetzen der Bauphysik oder die geringfügigen Divergenzen zwischen Entwurf und Bauausführung, sie sind die Hauptursachen für eine große Anzahl bauphysikalisch bedingter Baumängel, deren Beseitigung erhebliche Kosten verursachen. Beim Aufspüren dieser zumeist kleinen Fehler und Ungenauigkeiten ist der Prüflingenieur insbesondere gefordert, damit die enormen Aufwendungen für die spätere Beseitigung von vornherein verhindert werden. Welche der vielen kleinen bauphysikalischen Mängel – zumindest in Ostdeutschland – am häufigsten auftreten, das beschreibt der folgende Beitrag.

Prof. Dr. Jürgen Namysloh



war von 1969 bis 1981 Cheflingenieur für Bauphysik des Wohnungsbaukombinats Halle; 1981 bis 1989 leitete er die Spezialprüfgruppe Bauphysik bei der Obersten Bauaufsichtsbehörde; seit 1990 ist er Ministerialdirigent im sächsischen Innenministerium; ein Jahr später wurde er stellvertretender Vorsitzender des Allgemeinen Ausschusses der ARGE-BAU; seit 1993 Honorarprofessor an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig.

1 Rechtliche Grundlagen

Die Bauphysik bewegt sich im Spannungsfeld zwischen der Qualitätssicherung des Bauens, einem zivilrechtlichen Problem, und den öffentlich-rechtlichen Sicherheitsinteressen des Staates.

Die Nichteinhaltung bauphysikalischer Gesetzmäßigkeiten stellt die Hauptursache für Baumängel bzw. Bauschäden dar. Kleine Ursachen sind oft die Grundlage für kostspielige Baumängel und Bauschäden. Insbesondere im Wärme- und Feuchtigkeitsschutz sind die Vorgänge mittel- und langfristig. Im Schallschutz sind die Mängel kurzfristig erkennbar. Fehler im Brandschutz können unter Umständen kurzfristig wirksam werden.

Bei Vertragsabschlüssen zwischen Bauherrn und Unternehmern (Ingenieurbüros) kann die Rechtswirksamkeit von Normen (technischen Normen) im Vertrag geregelt werden, denn nach § 631 BGB wird im Werkvertrag der Unternehmer zur Herstellung des versprochenen Werkes verpflichtet.

Im übrigen hat, im Falle der Anwendung der VOB, nach § 13 Nr. 1 VOB/B, die Leistung des Unternehmers den anerkannten Regeln der Technik zu entsprechen, und bei dem „normalen BGB-Werkvertrag stellt ein Verstoß gegen anerkannte Regeln des Fachs einen Mangel dar“ (vgl. Palandt, § 633 Rn. 2).

In der Sächsischen Bauordnung vom 26. Juli 1994 werden in § 3 für den öffentlich-rechtlichen Bereich allgemeine Anforderungen aufgestellt.

In § 3 Abs. 3 Sächsische Bauordnung heißt es:

„Die von der Obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten; sie gelten auch als allgemeine anerkannte Regeln der Technik.“

Allgemein anerkannte Regeln der Technik ist ein Rechtsbegriff, der in der Sächsischen Bau-

ordnung nicht näher definiert ist. Der Begriff ist jedoch im Strafrecht (vgl. z.B. § 323 StGB Baugefährdung) seit langem bekannt. So wird wegen Baugefährdung bestraft, wer bei der Planung, Leitung oder Ausführung eines Baues oder des Abbruchs eines Bauwerkes gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik verstößt und dadurch Leib und Leben eines anderen gefährdet. Die Nichteinhaltung bauphysikalischer Gesetzmäßigkeiten führt jedoch meist nicht zur Gefährdung von Leib und Leben eines anderen.

Zu den allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik hat das Reichsgericht bereits im Jahre 1910 in einer Grundsatzentscheidung (RG v. 11. 10. 1910, RGSt 44, 79 ff.) folgendes ausgeführt, was heute noch relevant ist:

„Der Begriff der allgemein anerkannten Regeln der Baukunst (heute: allgemein anerkannte Regeln der Technik) ist nicht dadurch erfolgt, daß eine Regel bei völliger wissenschaftlicher Erkenntnis als richtig und unanfechtbar dasteht, sondern sie muß auch allgemein anerkannt, d. h. durchweg in die Kreise der betreffenden Architekten gelangen und als richtig erkannt sein. Das bedeutet also, daß es nicht darauf ankommt, ob die Wissenschaft, also die Theorie, eine Regel anerkennt oder gelehrt habe, oder aber auch, ob diese in der einschlägigen Fachliteratur anerkannt werde, sondern die Überzeugung von der Notwendigkeit muß vielmehr auch die ausübende Baukunst und das Baugewerbe, d.h. also die Praxis, besitzen, und diese Überzeugung muß sich derart gefestigt haben, daß im Sinne des Gesetzes von allgemeiner Anerkennung gesprochen werden kann.“

Die allgemein anerkannte Regel der Technik kann geschrieben sein oder ist nur mündlich überliefert. Sie ist vom geschriebenen bautechnischen Regelwerk, z.B. des DIN, zu unterscheiden. Eine DIN-Norm kann eine allgemein anerkannte Regel der Technik sein, muß es aber nicht. Für DIN-Normen besteht lediglich eine faktische Vermutung, daß eine Norm im Zeitpunkt des Erscheinens, insbesondere, wenn sie im Verfahren nach DIN 820 zustande gekommen ist, eine allgemeine anerkannte Regel der Technik ist. Neben den Regelwerken des DIN, die nach den Grundsätzen der Normung zustande gekommen sind und so die faktische Vermutung haben, können auch andere Regelwerke (ohne daß hier die gleiche Vermutung besteht!) allgemein anerkannte Regeln der Technik beinhalten. Dazu gehören z. B. VDE-Vorschriften, OVV der Berufsgenossenschaften, DVG-Regeln usw. . . .

Festzuhalten bleibt also, daß allgemein anerkannte Regeln der Technik solche Regeln sind, die

in technischen Fachkreisen allgemein bekannt sind und von der Praxis auch angenommen werden. (Das gilt auch für die Regeln des Wärme-, Feuchtigkeits-, Schall- und Brandschutzes. Die Feststellung als Regel durch einzelne, besonders qualifizierte Fachleute (Wissenschaftler) genügt jedoch nicht! Als Beispiel dazu sei die Einstufung im Schallschutz nach DIN 4109 und die Unterscheidung zwischen der Schallschutzklasse 1 der DIN 4109 und der entsprechenden VDI-Richtlinie 4100 genannt.

Gemäß § 3 Abs. 3 der Sächsischen Bauordnung sind, wie schon zitiert, die von der Obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln zu beachten; sie gelten auch als allgemein anerkannte Regeln der Technik. Nach der Intention der Bauordnung (vgl. § 3 Abs. 1 SächsBO) ist jedoch nicht jede allgemein anerkannte Regel der Technik zu beachten, sondern nur die, die der Wahrung bauordnungsrechtlich relevanter Belange dienen (Leben oder Gesundheit oder natürliche Lebensgrundlage). Daraus ist, wie bereits erwähnt, das Spannungsverhältnis zwischen öffentlich-rechtlichen Interessen und zivilrechtlicher Regelung eindeutig erkennbar. Wer entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik baut, hat die Vermutung für sich, daß er in Übereinstimmung mit dem Baurecht handelt.

Technische Baubestimmungen, die von der Obersten Bauaufsichtsbehörde eingeführt werden, gelten also als allgemein anerkannte Regeln der Bautechnik. Die Einführung macht technische Baubestimmungen jedoch nicht zu Rechtssätzen, d.h., wie von den allgemein anerkannten Regeln der Technik kann auch von eingeführten technischen Baubestimmungen abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen des § 3 Abs. 1 erfüllt werden.

- DIN 4102 (Teil 1 . . . 7/9/11/13) – Brandverhalten von Baustoffen,
- DIN 4108 (Teil 2) – Wärmeschutz im Hochbau,
- DIN 4109 + Beiblatt 1 – Schallschutz im Hochbau.

Tangierende Bereiche sind:

- DIN 18017 (Teil 1 und 3) – Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster,

- DIN 18168 (Teil 1) – Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken,
- DIN 18516 (Teil 1/3/4) – Außenwandbekleidung; hinterlüftet,
- DIN 68800 (Teile 2/3) – Holzschutz im Hochbau.

Im Gegensatz z. B. zur DIN 4108 als allgemein anerkannte Regel der Technik ist die Wärmeschutzverordnung rechtsverbindlich anzuwenden (erlassen aufgrund des Energieeinsparungsgesetzes durch die Bundesregierung). Die Forderungen der Wärmeschutzverordnung sind also grundsätzlich zu erfüllen und nachzuweisen. Eine Ausnahme ist in § 11 Abs. 3 wie folgt geregelt:

„Die nach Landesrecht zuständigen Stellen lassen auf Antrag Ausnahmen von dieser Verordnung zu, soweit durch andere Maßnahmen die Ziele dieser Verordnung im gleichen Umfang erreicht werden.“

Bevor jedoch auf einige typische bauphysikalische Mängel eingegangen werden soll, noch einige Ausführungen zu den Begriffen Bauschaden/Baumangel. Gesetzlich ist der Begriff Bauschaden nicht definiert, jedoch der Mangel (siehe § 633 BGB). In § 633 BGB wird Baumangel wie folgt beschrieben:

„Nachbesserung; Mängelbeseitigung

(1) Der Unternehmer ist verpflichtet, das Werk so herzustellen, daß es die zugesicherten Eigenschaften hat und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder dem nach dem Vertrage vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.

(2) Ist das Werk nicht von dieser Beschaffenheit, so kann der Besteller die Beseitigung des Mangels verlangen. § 476 a gilt entsprechend.

Der Unternehmer ist berechtigt, die Beseitigung zu verweigern, wenn sie einen unverhältnismäßigen Aufwand erfordert.

(3) Ist der Unternehmer mit der Beseitigung des Mangels im Verzuge, so kann der Besteller den Mangel selbst beseitigen und Ersatz der erforderlichen Aufwendungen verlangen.“

Rechtlich besteht zwischen Mangel und Schaden somit ein wesentlicher Unterschied:

Ein Mangel haftet einer Sache an; nur einer Person kann ein Schaden zugefügt werden. Schaden ist jedoch jeder Nachteil, den eine natürliche oder

juristische Person an einem ihrer Güter (Vermögen, Gesundheit . . .) erleidet. Landläufig wird also ein Bauschaden als mangelhafter Zustand verstanden.

2 Der bautechnische Wärmeschutz in Ostdeutschland

Die Entwicklungsetappen des Montagebaus der Außenwände im Wohnungsbau in Ostdeutschland werden durch entsprechende Abbildungen verdeutlicht. Die Ziegelbauweise (**Abb. 1**) wurde nach 1945 errichtet. Es galten noch die Anforderungen der damaligen DIN 4108 (Außenwände: k annähernd $1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, Fenster: $k = 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Von 1953 bis 1958 wurde mit Ziegelgroßblöcken (**Abb. 2**) immer noch nach der DIN 4108 mit den gleichen Werten wie beim Ziegelmauerwerk gebaut.

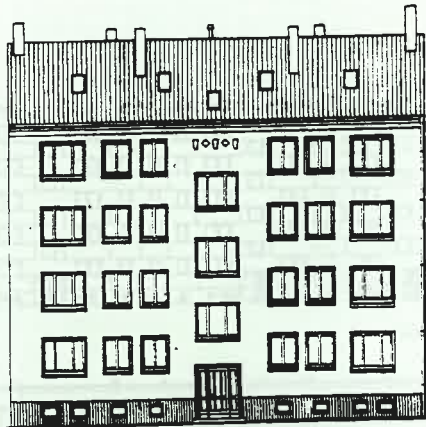
Auch die Blockbauart (**Abb. 3**), die nach 1952 in 0,8- und 1,1 t-Bauweise errichtet wurde, erfüllte die bereits erwähnten wärmetechnischen Kennwerte der DIN 4108.

Die Streifenbauweise (**Abb. 4**) mit 2,0 und 3,5 t wurde wärmetechnisch nach der TGL 0-4108 dimensioniert, die ab 1963 galt. Für die Bauweise, die ab 1965 errichtet wurde, erfolgte für die Außenwände die Einführung der strengen Klimazone mit $k = 1,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Ab Ende der 60er Jahre wurde die Plattenbauweise (**Abb. 5**) mit 5 t schweren Außenwandelementen wärmeschutztechnisch nach der TGL 10 686 errichtet. In dieser TGL war für die Außenwände ein k -Wert, gestaffelt von 0,66 bis $1,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ vorgesehen. An die Fenster wurde die Anforderung von $k = 2,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ gerichtet.

Den Plattenbauweisen mit einem Außenwandgewicht von 6,3 t der 70er Jahre (**Abb. 6**) folgten wärmetechnisch die TGL-Bestimmungen 28 706 (ab 1973) und 35 424 (ab Februar 1981). In diesen TGL-Bestimmungen wurde der k -Wert für die Außenwände auf $k = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ reduziert. **Abb. 7** zeigt einen Vergleich der k -Werte des Forderungsniveaus nach der Wärmeschutzverordnung vom 01.01.1982 und nach der TGL 35 424/03 vom September 1986 mit den vorgesehenen Anforderungen, die ab 01.01.1991 in Kraft treten sollten. Mit dieser Orientierung für das Jahr 1991 wurde die notwendige Änderung langfristig signalisiert.

Abb. 1:
Ziegelbauweise ab 1945



Baujahr: nach 1945
Geschoßanzahl: 2 bis 5
Wohnungsfläche: Ø 43,7 m²

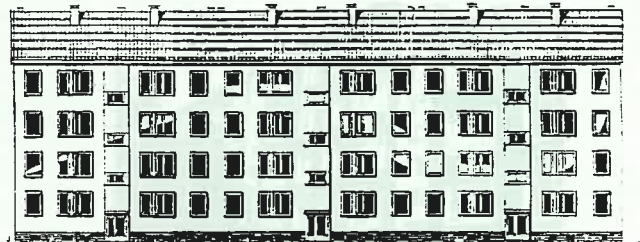
Typische Konstruktion:

- Außenwand:** Ziegelwand 365 mm, beidseits geputzt, k etwa 1,5 W/(m²·K)
- Fenster:** Doppelfenster, $k = 2,5$ W/(m²·K)
- Dachdecke:** Massivdecke, Dämmung, Estrich $k = 1,3$ bis 1,0 W/(m²·K)
- Kellerdecke:** Massivdecke, Fußboden auf schwimmendem Estrich, $k = 1,3$ bis 0,9 W/(m²·K)

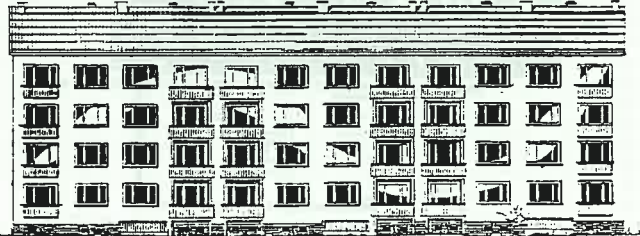
Abb. 2:
Blockbauweise ab 1953 aus Ziegelmaterial – Kellergeschoßgrundriß mit drei Wohnsegmenten



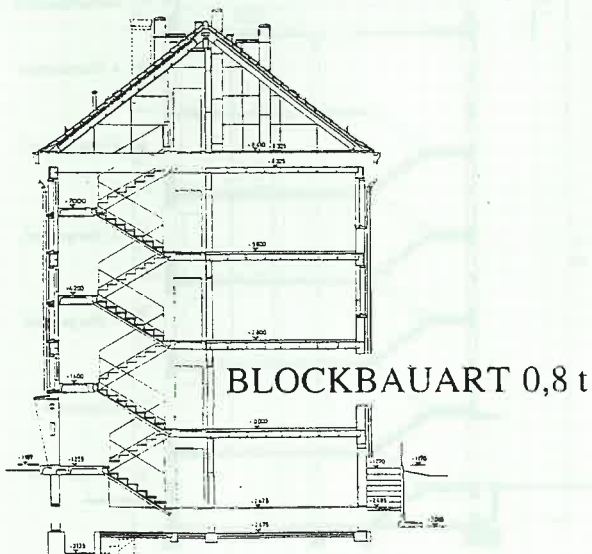
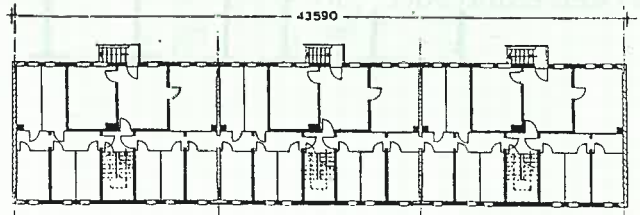
2.2 Ansichten eines Wohngebäudes



Ansicht Treppenhauseite



Ansicht Wohnraumseite



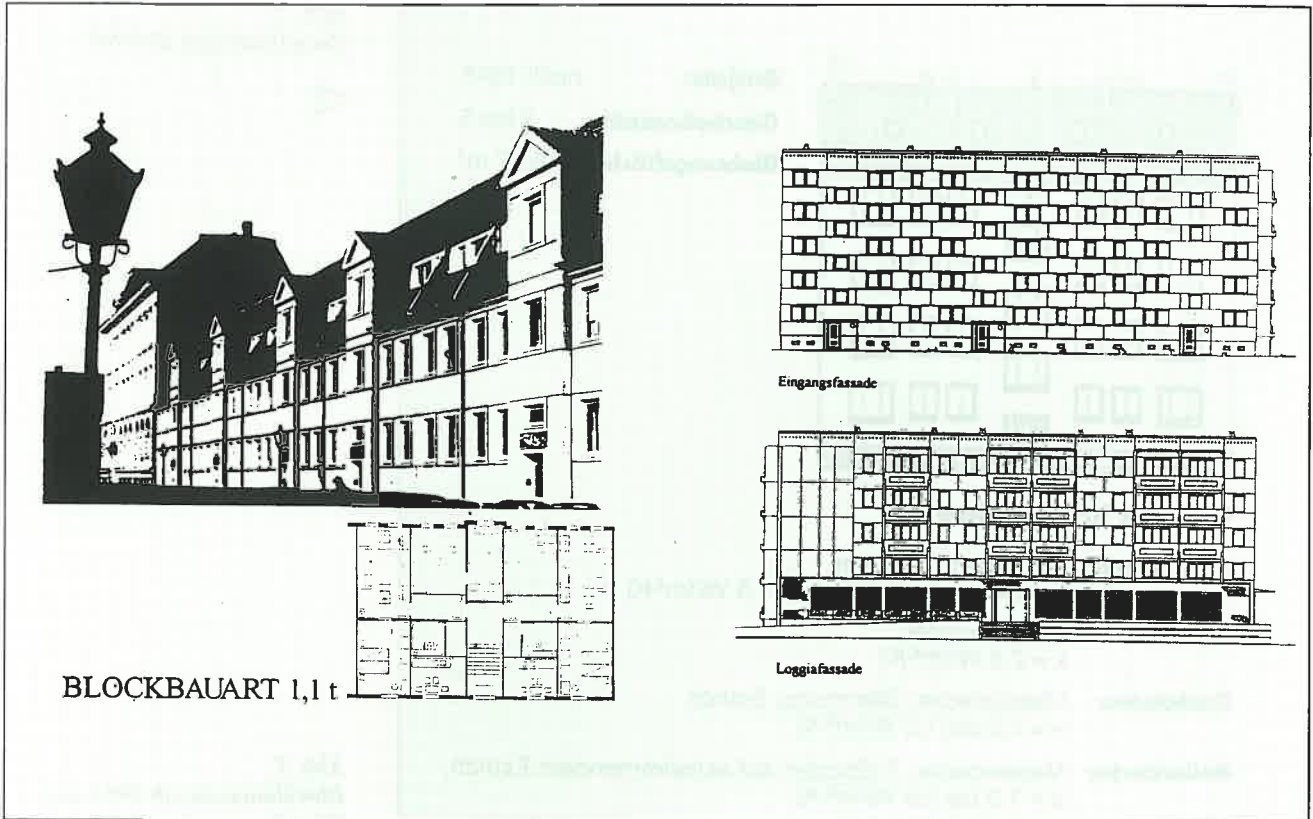


Abb. 3: Blockbauart 1,2 t ab 1952 aus Leichtbeton

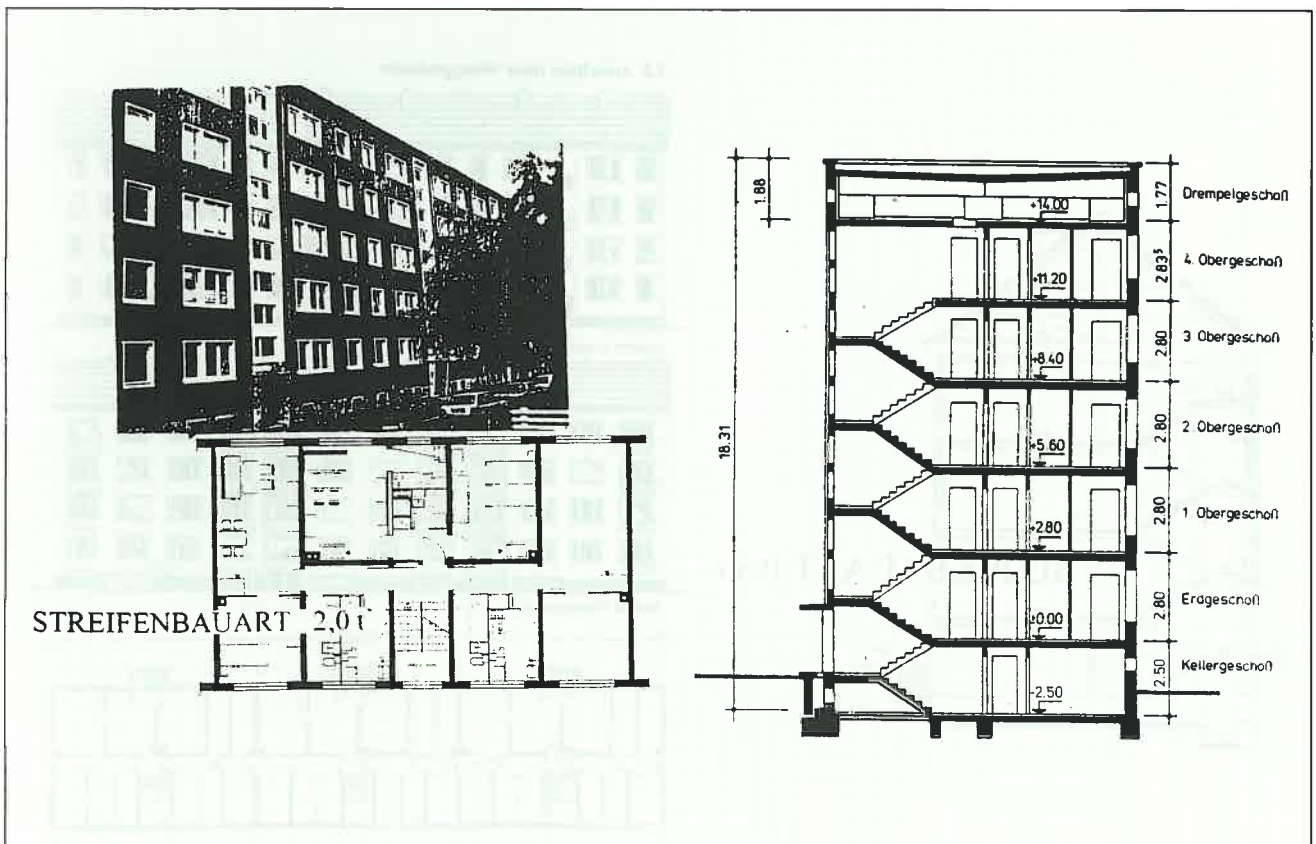


Abb. 4: Streifenbauweise ab 1965

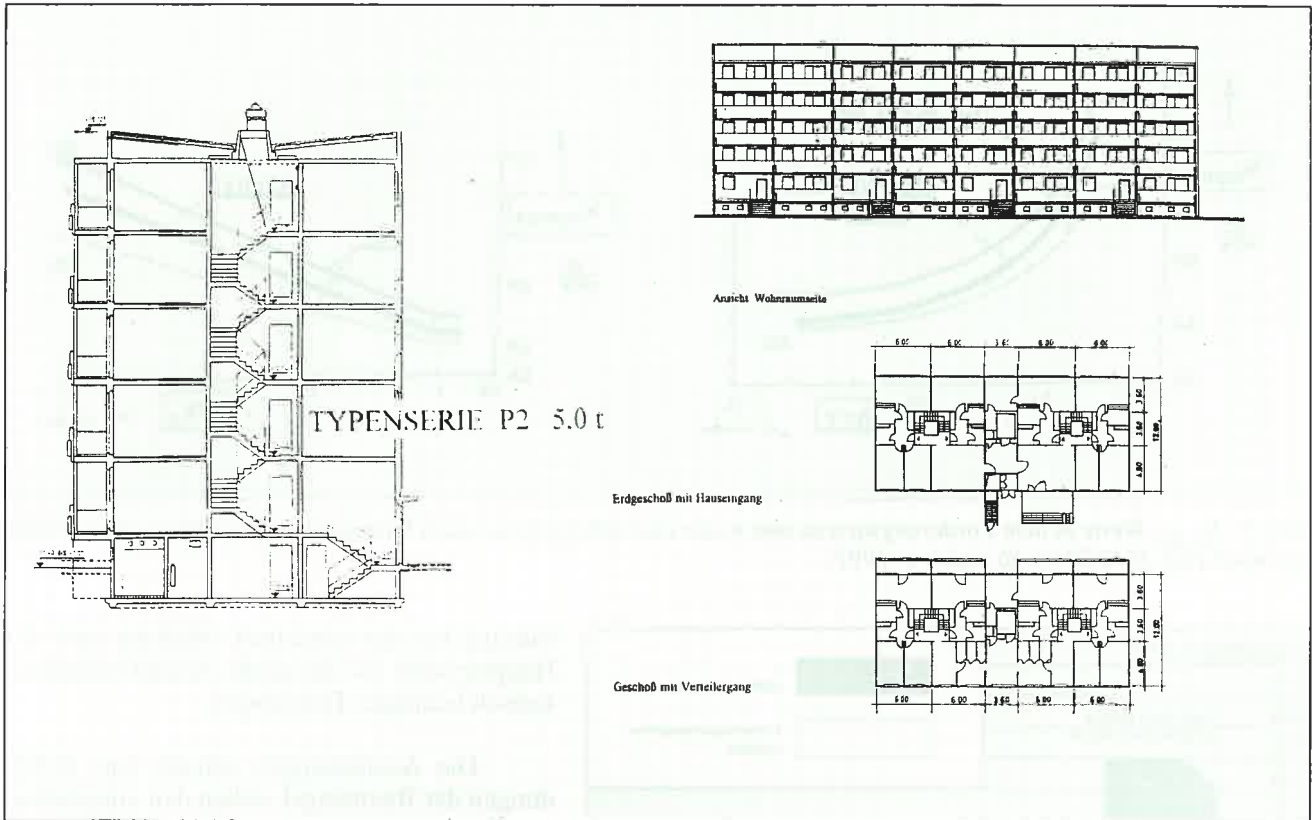


Abb. 5: Plattenbauweise ab 1960

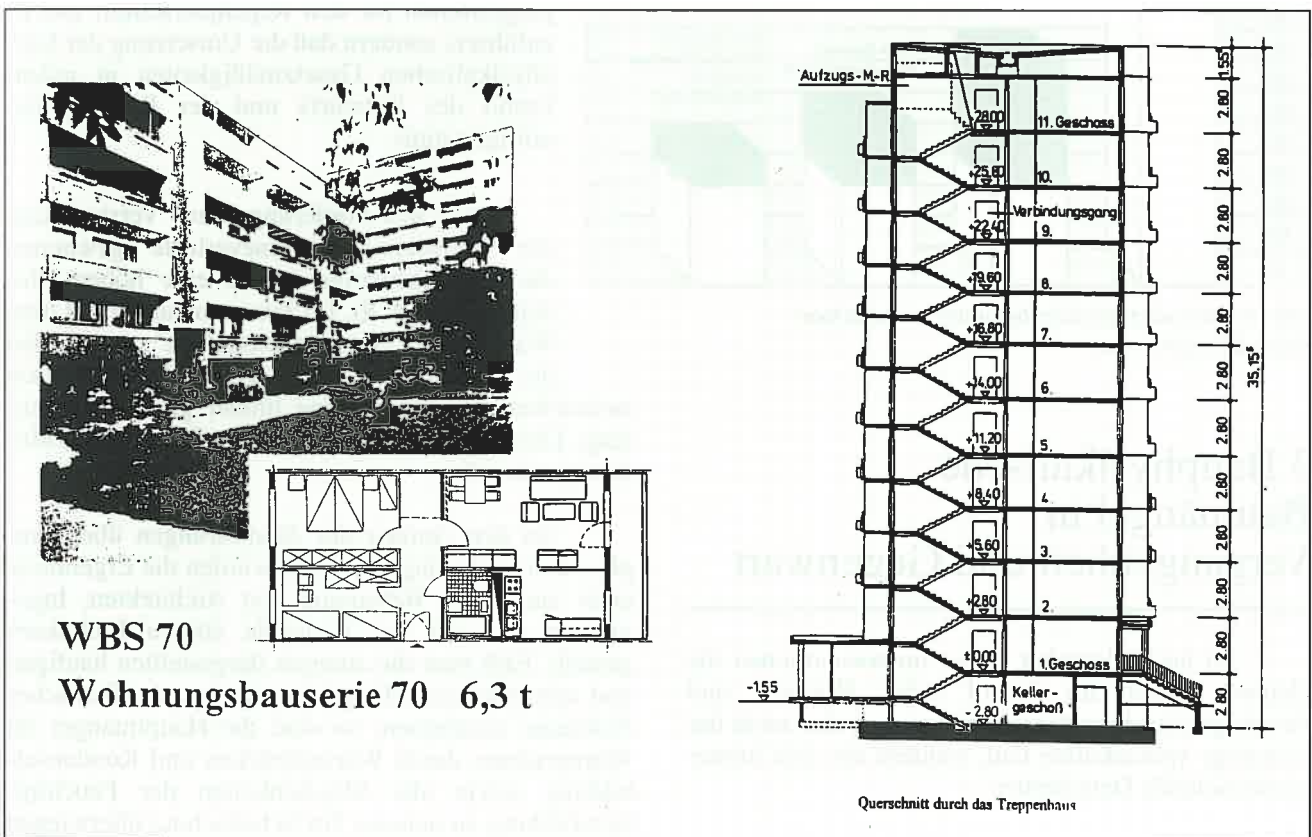


Abb. 6: Plattenbauweise ab 1972

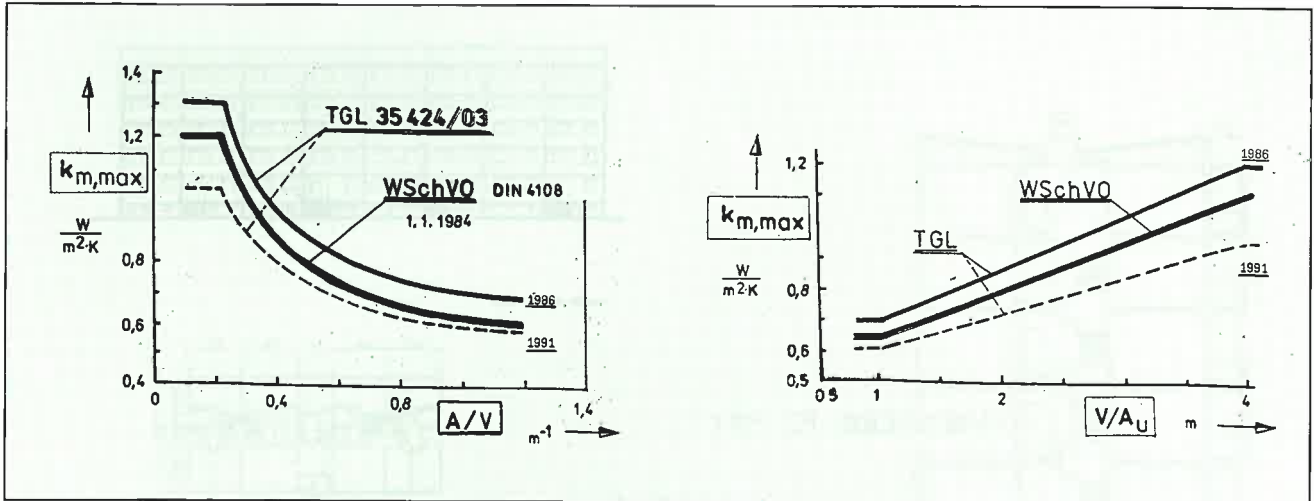


Abb. 7: $k_{m,max}$ -Werte in dem Forderungsniveau und in der Darstellungsweise nach Wärmeschutzverordnung (1. 1. 1984) und nach TGL 3542/03 (9. 86 und 1. 1. 1991)

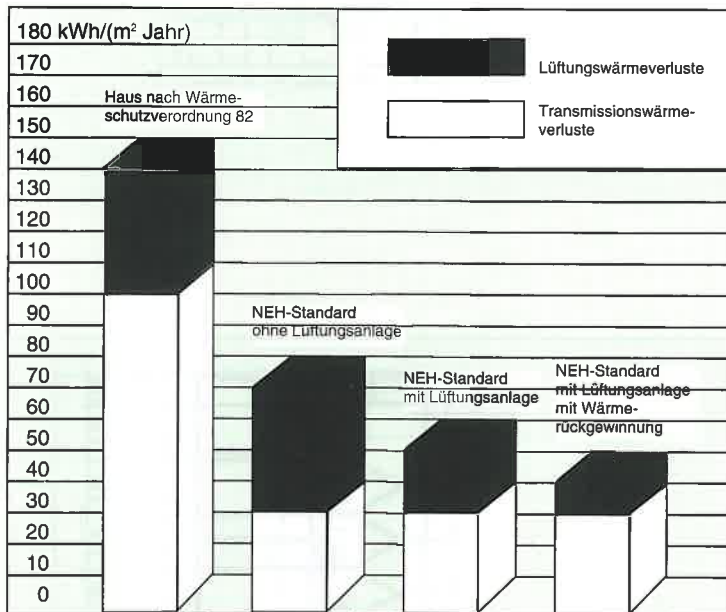


Abb. 8: Heizwärmebedarf bei unterschiedlichem Anforderungsniveau

führung bei den einzelnen Objekten sind die Hauptursache für die große Anzahl bauphysikalisch bedingter Baumängel.

Die Ausführungen anhand von Abbildungen der Baumängel stellen den unmittelbaren Bezug bzw. die Wechselwirkung mit der Konstruktion oder dem Entwurf dar. Es wird ersichtlich, daß es nicht reicht, bauphysikalische Berechnungen mit Standardrechenprogrammen für den Regelquerschnitt durchzuführen, sondern daß die Umsetzung der bauphysikalischen Gesetzmäßigkeiten in jedem Detail des Entwurfs und der Konstruktion erfolgen muß.

Mit den Forderungen zur Verringerung der Transmissionswärmeverluste gewannen die Lüftungswärmeverluste eine höhere Bedeutung (Abb. 8). Im Zusammenhang mit dem Wärme- und Feuchtigkeitsschutz gewann also die Problematik der feuchtigkeitstechnisch ausreichenden Lüftung eine immer größere Bedeutung. Dies ist aus den dargestellten Bauschäden eindeutig erkennbar.

3 Bauphysikalische Baumängel in Vergangenheit und Gegenwart

Im nachfolgenden sollen im wesentlichen die kleinen Fehler im Detail beim Wärme- und Feuchtigkeitsschutz dargestellt werden, also nicht der einmalige spektakuläre Fall, sondern der sich immer wiederholende Detailfehler.

Die kleinen Abweichungen zwischen bauphysikalischen Gesetzen oder Entwurf und Bauaus-

An den Anfang der Ausführungen über bauphysikalisch bedingte Mängel wurden die Ergebnisse einer anonymen Befragung von Architekten, Ingenieuren und auf der Baustelle tätigen Praktikern gestellt. Faßt man die anonym dargestellten häufigen und sehr häufigen Mängel infolge bauphysikalischer Probleme zusammen, so sind die Hauptmängel im Wärmeschutz durch Wärmebrücken und Kondensatbildung sowie alle Möglichkeiten der Feuchtigkeitsbildung zu nennen. Im Schallschutz überwiegen die Probleme mit dem Lärm von technischen Anlagen.



Abb. 9: Verkleidung einer montierten Außenwand mit einer Thermohaut



Abb. 10: Ablösen der Beschichtung einer äußeren Schaumglaswärmedämmung

Der erste Komplex der vorgestellten bauphysikalischen Mängel befaßte sich mit der Modernisierung von Plattenbauten. Dabei wurde insbesondere auf die durch Wind, Druck und Sog bedingte Durchlüftung von Kaltdächern und deren Auswirkungen eingegangen, die bei der Modernisierung nur ungenügend berücksichtigt werden (**Abb. 9**).

Im zweiten Komplex erfolgte die Darstellung ungeeigneter Baustoffkombinationen, bei denen Spannungen zwischen dem Untergrund und Oberflächenmaterial zu Abplatzungen bzw. Ablösung führten (**Abb. 10 und 11**).

Der dritte Komplex beinhaltet Ausführungen zur Schimmelbildung in Wohngebäuden. Insbesondere Wärmebrücken, unzureichende Durchlüftung der Wohnräume sowie nicht fachgerechte Modernisierung der Gebäude sind dafür die Ursache (**Abb. 12 und 13**).

Der vierte Mängelkomplex zeigt die Kombination von Leichtbeton und Klinkerverkleidung in Außenwandplatten. Auftretende Spannungen, eindringende Witterungsfeuchte und zum Teil mangelhafte Bewehrung führten in diesem Fall tatsächlich bis zur konstruktiven Zerstörung der Außenwandplatten (**Abb. 14**).

Der fünfte Abschnitt befaßte sich mit Mängeln in der Vorfertigung der Plattenkonstruktion, z.B. bei einer zweischichtigen Außenwandplatte, die aus Beton und innenliegender Wärmedämmung (HWL-Platte) besteht.

Aber auch bei Neubauten, wie zum Beispiel dem Bau von Eigenheimen und bei der Errichtung



Abb. 11: Abplatzungen von Latexanstrichen auf Außenwandplatte

eines Autohauses, wurden bauphysikalische Mängel und daraus resultierende Bauschäden festgestellt.

So waren der Einbau von Klinkern im Auflager der Fensterstürze oder eine geometrische Wärmebrücke, die sich in einem unverkleideten auskragenden Stahlträger darstellte, sowie der Einbau von



Abb. 12: Schimmelbildung an Wärmebrücke



Abb. 14: Zerstörung von Leichtbeton-Außenwandplatten



Abb. 13: Schimmelbildung hinter einen geschlossenen Schrankwand



Abb. 15: Zerstörung einer Großkühlhallenwand infolge Unterfrierung

durchfeuchtetem Wärmedämmmaterial die entscheidende Ursache für bauphysikalische Mängel. Diese führten zur Feuchtigkeitsbildung in Form von Tauwasser.

Der siebente Mängelkomplex befaßte sich mit der Errichtung von Kühlräumen unterschiedlicher Größe. Die nicht fachgerechte Anordnung der Dampfsperre, die falsche Lüftung von Kühlräumen, eine ungeeignete Baustoffauswahl und die mangelhafte Konstruktion von Großkühlräumen, wie zum Beispiel mit Wasserdach, führten zu gewaltigen bauphysikalischen Mängeln. Die Mängel stellten sich in der Zerstörung von Wänden sowie in der Unterfrierung mit einer Hebung der statisch tragenden Bauwerksteile bis zu 70 cm dar (**Abb. 15**).

Auch bei Kühlräumen spielt die fachgerechte Ausbildung des Details, so zum Beispiel der richtigen Eindichtung von notwendigen Elektrokabeln, eine entscheidende Rolle.

Das Kapitel der Eigenheime, insbesondere bei Selbsthilfemaßnahmen ohne fachliche Kontrolle, ist mit vielen bauphysikalischen Mängeln gekennzeichnet. So wurden Fälle mit einem falschen Dachaufbau, der bis zur Zerstörung einer DIN-F-Balkendecke führte (**Abb. 16**); ein falscher Außenwandaufbau im Gebirge, der zur Zerfrierung der dahinterliegenden Hohlkammersteine führte (**Abb. 17**); die mangelnde Durchlüftung eines Kaltdachs in Kombination mit den Schwinderscheinungen eines Ortsschaums aus Piatherm; die Verwechslung eines Kalt- und Warmdaches; falsche Baustoffkombinationen sowie falsche Schichtenfolgen dargestellt.

Im neunten Beispiel, dem Bauernkriegsdenkmal in Bad Frankenhausen (**Abb. 18**), führten der Nutzungswechsel (statt einer geplanten Sommernutzung wurde ein klimatisiertes Gebäude hergestellt), die mangelhafte Hinterlüftung (**Abb. 19**) der Außenwandplatten zu einem Wasseranfall, der nur in Litern zu messen war (**Abb. 20**). Deshalb wurde nachträglich eine äußere Wärmedämmung vorgesehen (**Abb. 21**), um die Nutzungsfähigkeit herzustellen.

Im letzten Kapitel wurde auf das Schwinden von chemischen Dämmstoffen bei Bauplatten mit größeren Abmessungen und die Möglichkeiten einer Schneesakbildung eingegangen. Das große Schwindverhalten führt oft zu Rissen in der Dachhaut. Selbst falsch verwandte Aluminiumfolien können die auftretenden Kräfte nicht aufnehmen (**Abb. 22**). Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, daß chemische Dämmstoffe infolge von Wasserdampfdruck durchaus in der Lage sind eine Feuchteanreicherung bis 300 M – % aufzuweisen. Diese Eigenschaft ist



Abb. 16: Zerstörung einer F-Balken-Decke in einem Einfamilienhaus durch ein ungeeignetes Warmdach mit unklassifizierter Schlacke als Wärmedämmung



Abb 17: Zerfrierung einer Außenwand eines Eigenheims



Abb. 18: Baukriegsdenkmal in Bad Frankenhausen



Abb. 19: Untere Zuluftöffnung für die Hinterlüftung der Außenwandschalen

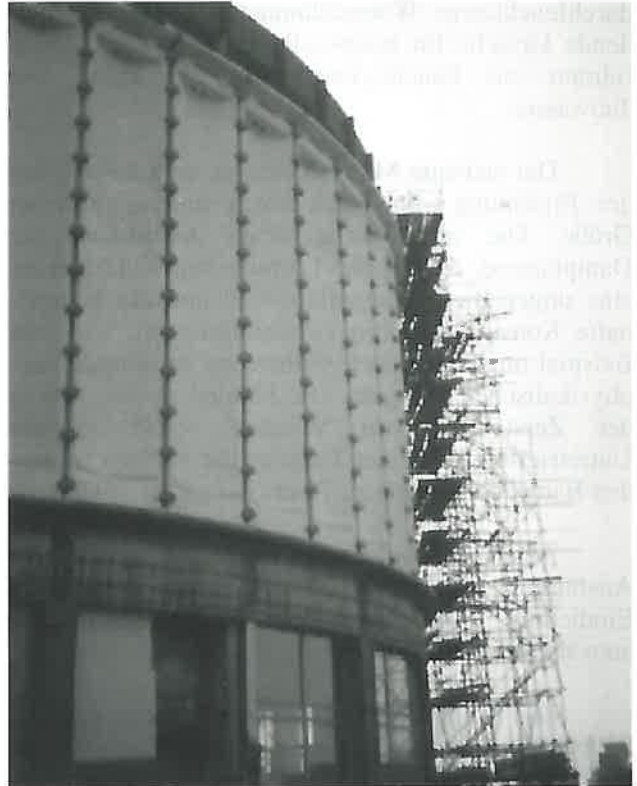


Abb. 21: Sanierung der Außenwand des Bauernkriegsdenkmals



Abb. 20: Tauwasseranfall im Gebäudeinnern

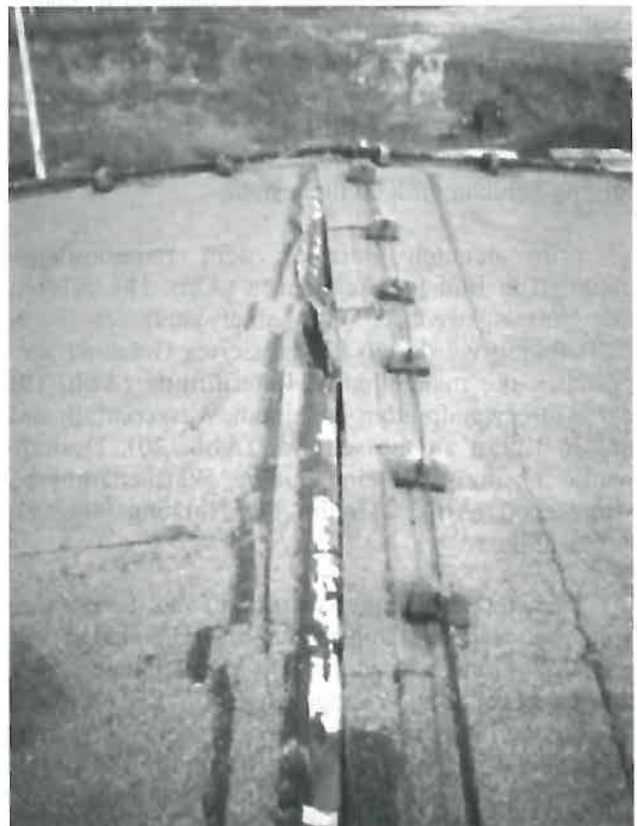


Abb. 22: Zerstörung der Dachhaut aus bituminierten Aluminiumfolien infolge des Schwindens von PUR-Wärmedämmplatten



Abb. 23: Zerstörung von organischen Wärmedämmplatten eines Warmdaches infolge Feuchtigkeit



Abb. 25: Blende am Metaldach eines Bungalows



Abb. 24: Pflanzenwuchs und totale Zerstörung eines Warmdaches mit organischen Wärmedämmplatten



Abb. 26: Ausbildung eines Schneesacks

allerdings nur bei Dampfdruck und nicht bei flüssigem Wasser feststellbar.

Bei organischen Dämmstoffen sind totale Zersetzungen durch ständige Feuchte die Regel (Abb. 23 und 24). Die Abb. 25 bis 27 zeigen die typische Möglichkeit einer Schneesackbildung bei einem Metaldach sowie deren Außenwirkung auf die Gasbetonaußenwandplatten.

Neben den staatlich vorgeschriebenen Prüfungen sollte der Bauherr sich immer, zur Sicherung einer hohen Bauqualität geeigneter Sachverständiger, wie der Prüfm Ingenieure, bedienen. Damit könnten Aufwendungen zur Beseitigung dieser Mängel von vornherein vermieden werden. Es ist noch darauf hin-



Abb. 27: Zerstörung der Gasbeton-Außenwandplatte infolge des eindringenden Schneewassers

zuweisen, daß insbesondere die Beseitigung bauphysikalischer Mängel zu erheblichen Kostenaufwendungen führen kann.

Die Entwicklung und europäische Normung des Ingenieurholzbaus

Die EU-Harmonisierung des Holzbaus fordert auch von den Prüffingenieuren die Aneignung vielen neuen Wissens

Der Holzbau hat in diesem Jahrhundert von der traditionellen Zimmermannsbauweise bis hin zum gegenwärtigen Ingenieurholzbau einen erheblichen Wandel erfahren. Er hat sich dabei zu einer Disziplin des konstruktiven Ingenieurbaus entwickelt, die sich – wie Stahl- und Massivbau – der Regeln der Tragwerkslehre und der Baustatik ebenso wie der modernen numerischen Methoden bedient. Anfangs waren vor allem die Stabtragwerke des Stahlbaus ein Vorbild, heute hat der Ingenieurholzbau darüber hinaus eigene Strukturen entwickelt, die vor allem die besonderen physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Baustoffes Holz berücksichtigen. Diese Entwicklung, die dem konstruktiven Ingenieurbau insgesamt einen kräftigen An Schub gegeben hat, mündet nun ein in die Harmonisierung technischer Normen innerhalb der Europäischen Union, die auch dem Beratenden Ingenieur und dem Prüffingenieur im Holzbau eine große Menge neuen Wissens abverlangt und eine ebensolche Menge neuer Gewohnheiten oktroyiert. Was EUROCODE 5 für die Ingenieure des konstruktiven Ingenieurbaus bedeutet und welche Neuerungen künftig verinnerlicht werden sollten, das beschreibt der folgende Beitrag.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Ehlbeck ist Inhaber des Lehrstuhls für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen und Mitglied der kollegialen Leitung der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Universität Karlsruhe (TH); er ist Prüffingenieur für Baustatik für die Fachrichtung Holzbau und Fachbereichsleiter 04 (Holzbau) des Normenausschusses Bau im Deutschen Institut für Normung.



1 Einführung

Die Entwicklung des Holzbaus wird besonders gefördert durch die Schaffung tragfähiger neuer Bauprodukte auf Holzbasis – es seien beispielhaft das Brettschichtholz, das Bausperrholz, die Holzspanplatte und das Furnierschichtholz genannt –, aber auch durch eine ständige Weiterentwicklung der Festigkeitssortierung auf der Grundlage zerstörungsfreier Prüfverfahren und durch Innovationen in der Verbindungstechnik. Die wichtigste Aufgabe des Ingenieurs ist es dabei, die Eigenarten des naturgeschaffenen Werkstoffes Holz hinsichtlich Inhomogenität, Anisotropie und Hygroskopizität zu beachten.

Die wirtschaftspolitische Entwicklung in Europa mit den großen Zielen der Europäischen Union hat auch dem Holzbau neue Aufgaben und neue Chancen eröffnet. Vielerorts wird das große Ziel, mit Hilfe europäischer technischer Spezifikationen den freien Handel von Bauprodukten innerhalb Europas zu ermöglichen, mit Skepsis betrachtet.

Es hat sich zweifellos in den letzten Jahren in zunehmendem Maße gezeigt, daß die über Jahrhunderte gewachsenen Traditionen der vielschichtigen europäischen Baukulturen sich nicht in ein einheitliches europäisches System zwingen lassen.

Dies wird auch bestimmt keiner wünschen. Da aber das Bauwesen als sichtbares Zeichen einer Kulturepoche und einer regionalen Entwicklung in Europa bis in die heutigen Tage eine erfreuliche Vielseitigkeit besitzt, stellen sich einer Harmonisierung des Bauwesens auch viele Widerstände entgegen.

Und trotzdem ist die europäische Diskussion über die harmonisierten Produktnormen, ja selbst über die vereinheitlichten Bemessungsverfahren ein Gewinn, da mit diesen Aktivitäten in den vergangenen Jahren der internationale Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse und unterschiedlicher

Philosophien über einen hinreichenden Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken gefördert wurde.

Für Beratende Ingenieure, Tragwerksplaner und Prüfindgenieure hat diese Entwicklung zur Folge, daß sie sich mit den vielen neuen Entwicklungen auseinandersetzen müssen. Dies mag nicht unbedingt bequem sein, gibt dem konstruktiven Ingenieurbau insgesamt aber einen kräftigen An Schub.

2 Der Eurocode für den Holzbau

2.1 Allgemeines

Grundsätzlich soll künftig für alle Tragwerksplaner ein einheitliches Konzept für den Tragfähigkeits- und den Gebrauchstauglichkeitsnachweis gelten. Heute müssen in den verschiedenen Mitgliedsländern der Europäischen Union und der Europäischen Freihandelszonen verschiedene Nachweisverfahren angewandt werden, und in Deutschland selbst bereitet der allmähliche Übergang zu dem vereinheitlichten Sicherheitskonzept vielerorts noch Schwierigkeiten. Der Holzbau muß sich erheblich umstellen, arbeitet die nationale Bemessungsnorm für Holztragwerke, die DIN 1052, doch noch nach der alten Methodik mit zulässigen Spannungen und zulässigen Belastungen.

2.2 Tragfähigkeit

Für den Tragfähigkeitsnachweis werden künftig Bemessungswerte der Beanspruchungen den Bemessungswerten des Widerstandes gegenübergestellt:

$$S_d \leq R_d$$

Der Bemessungswert der Beanspruchung wird in allen Eurocodes als die Schnittgröße oder als Vektor mehrerer Schnittgrößen aufgefaßt, wie er sich aus einer Kombination von charakteristischen Werten der ständigen und der veränderlichen Einwirkungen ergibt. Die Kombinationsregeln sind unter Beachtung bestimmter Teilsicherheitsbeiwerte (auch „Lastfaktoren“ genannt) und sogenannter Kombinationsbeiwerte festgelegt. Die Kombinationsbeiwerte sollen die reduzierte Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens mehrerer veränderlicher Einwirkungen mit ihrem vollen charakteristischen Wert berücksichtigen.

Für den Holzbau ergeben sich zur Ermittlung des Bemessungswertes des Widerstandes, also der Tragfähigkeit eines Bauteiles oder einer Verbindung,

einige Besonderheiten. Die Werkstoffeigenschaften holzhaltiger Baustoffe unterliegen materialbedingt großen Streuungen (Einfluß der Wuchsunregelmäßigkeiten des Naturproduktes Holz). Daher kann die charakteristische Eigenschaft – definiert als 5%-Fraktile der Grundgesamtheit – deutlich unter dem Mittelwert der Eigenschaft liegen. Theoretisch müßte sich dies auf die festzulegende Größe des Teilsicherheitsbeiwertes γ_M auswirken. Unterschiedliche Streuungen verschiedener Eigenschaften würden sogar unterschiedliche γ_M -Werte rechtfertigen. Aus praktischen Gründen muß man darauf jedoch verzichten.

Da weiterhin die Festigkeitskenngrößen holzhaltiger Produkte auch mit der Dauer der Beanspruchung und mit wechselndem Umgebungsklima veränderlich sind, gelten als Grundwerte der charakteristischen Festigkeiten die 5%-Fraktile der in einem definierten statischen Kurzzeitversuch (Versuchsdauer bis zum Erreichen der Tragfähigkeit etwa fünf Minuten) nach Erreichen der Ausgleichsfeuchte im definierten Normalklima von 20 °C Temperatur und 65% relativer Luftfeuchte erreichten Werte der Festigkeiten. Die für solche Prüfungen benötigten einheitlichen Prüfnormen werden im Europäischen Komitee für Normung (CEN) erarbeitet.

Die für einen bestimmten Standsicherheitsnachweis heranzuziehenden charakteristischen Bauteilwiderstände müssen also einerseits hinsichtlich des Nutzungsortes, der die Einflüsse des Umgebungsklimas auf die Baukonstruktion berücksichtigt, und andererseits unter Berücksichtigung der Einwirkungsdauer der einzelnen Lastanteile modifiziert werden, bevor mit Hilfe des Teilsicherheitsbeiwertes γ_M der Bemessungswert des Widerstandes bestimmt werden kann.

Im Gebrauchstauglichkeitsnachweis sind, wenn es sich beispielsweise um Verformungsnachweise handelt, der Langzeiteffekt und der klimatische Einfluß zu berücksichtigen. Der für die Bemessung maßgebende Wert der Lastauswirkungen muß in diesem Falle daher aus der anfänglichen Auswirkung durch Modifizierung mit einem Faktor ermittelt werden, der von den Klimaverhältnissen und der Dauer der Lasteinwirkung abhängt.

Für eine international anwendbare Bemessungsnorm des Holzbaus werden daher benötigt:

- Angaben über die definierten charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte durch Bereitstellung entsprechender Produktnormen. (Eine Reihe wichtiger Produktnormen enthält die **Tabelle 1**.)

Tabelle 1: Wichtige Produktnormen für den EUROCODE 5

<p>EN 338 Bauholz; Festigkeitsklassen</p> <p>EN 518 Bauholz für tragende Zwecke; Sortierung <i>Anforderungen an Normen über visuelle Sortierung nach der Festigkeit</i></p> <p>EN 519 Bauholz für tragende Zwecke; Sortierung; <i>Anforderungen an maschinell sortiertes Bauholz und an Sortiermaschinen nach der Festigkeit</i></p> <p>EN 1194 Brettschichtholz; Festigkeitsklassen und Bestimmung charakteristischer Werte</p> <p>EN 385 Keilzinkenverbindungen in Bauholz</p> <p>EN 386 Brettschichtholz; Anforderungen an die Herstellung</p> <p>EN 301 Leime für tragende Holzbauteile; Polykondensationsleime auf Phenol- und Aminoplastbasis; Klassifizierungs- und Festigkeitsanforderungen</p> <p>EN 912 Holzverbindungsmittel; Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz</p> <p>EN ... Holzverbindungsmittel; Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart</p>	<p>EN 636 Sperrholz; Anforderungen</p> <p>Teil 1: ... für Innerverwendung im Trockenen Teil 2: ... für Außenverwendung unter Dach Teil 3: ... für Außenverwendung nicht unter Dach</p> <p>EN 312 Spanplatten; Anforderungen</p> <p>Teil 4: ... für tragende Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich Teil 5: ... für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich Teil 6 und Teil 7: singemäß für hochbelastbare Spanplatten</p> <p>EN 300 Spanplatten; Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)</p> <p>EN 622 Faserplatten; Anforderungen</p> <p>Teil 3: ... für tragende Zwecke zur Anwendung im Trockenbereich Teil 5: ... für tragende Zwecke zur Anwendung im Feuchtbereich</p> <p>in Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zuordnung von Sortierklassen für Bauholz und Holzarten zu Festigkeitsklassen - Holzwerkstoffe; Charakteristische Festigkeits- und Verformungskennwerte für bewährte Holzwerkstoffe
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Für die verwendeten Bauprodukte müssen bekannt sein:

- charakteristische Festigkeitskennwerte (5%-Fraktilen),
- charakteristische Rohdichten (5%-Fraktilen),
- charakteristische Steifigkeitskennwerte (5%-Fraktilen und Mittelwerte).

■ Richtlinien zur Erfassung der klimatischen Einflüsse durch Einführung von sogenannten Nutzungsklassen. Diese sind gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einem bestimmten Klima der umgebenden Luft entspricht. Es werden (Abb. 1) drei Nutzungsklassen festgelegt:

Nutzungsklassen		
Nutzungs- klasse	Gleichgewichts- feuchte	umgebende Luft
1	12%	20°/65%
2	20%	20°/85%
3	>20%	

Abb. 1

- Klassifizierungen hinsichtlich der Lasteinwirkungsdauer durch Einführung von „Klassen der Lasteinwirkungsdauer“. Hierzu enthält der Eurocode 5 (Abb. 2) fünf Klassen, für die die Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung angegeben ist.

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung	Beispiele
ständig	> 10 Jahre	Eigengewicht
lang	6 Monate bis 10 Jahre	Nutzungslasten (Lager)
mittel	1 Woche - 6 Monate	Verkehrslasten
kurz	< 1 Woche	Schnee und Wind
sehr kurz		außergewöhnliche Einwirkungen

Abb. 2

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt stehen die benötigten Angaben für die Holzprodukte in harmonisierten, europäischen Normen oder auch in europäischen technischen Zulassungen noch nicht zur Verfügung, obwohl die genannten Produktnormen bereits seit Jahren im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in Vorbereitung sind. Um den Eurocode 5 als Vornorm für die praktische Erprobung bei Entwurf, Berechnung und Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauwerken des Holzbaus anwenden zu können, muß über ein „Nationales Anwendungsdokument“ (NAD) die fehlende Brücke zwischen den in Deutschland derzeit geltenden Bezugsbeziehungsweise Produktnormen und dem Eurocode 5, der DIN V ENV 1995-1-1, Ausgabe Juni 1994, geschlagen werden. Dieses NAD wird gleichzeitig mit dem Eurocode 5 bauaufsichtlich eingeführt. Es enthält als ganz wesentliche Bestandteile

- die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte sowie die charakteristischen Rohdichten für
 - Nadelholz der Sortierklassen nach DIN 4074 Teil 1,
 - Brettschichtholz der Klassen nach der Änderung A1 der DIN 1052 Teil 1,
 - Bau-Furniersperrholz nach DIN 68 703 Teil 3 und 5,
 - Flachpreßplatten nach DIN 68 763,
 - Holzfaserplatten nach DIN 68 754 Teil 1.

- den Hinweis, daß die Modifikationsfaktoren zur Berücksichtigung der Nutzungsklasse und der Klasse der Lasteinwirkungsdauer gemäß Eurocode 5 anwendbar sind (siehe z.B. Abb. 3),

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Nutzungsklasse		
	1	2	3
ständig	0,6	0,6	0,5
lang	0,7	0,7	0,55
mittel	0,8	0,8	0,65
kurz	0,9	0,9	0,7
sehr kurz	1,1	1,1	0,9

Abb. 3

- den Hinweis, in welche Klassen der Lasteinwirkungsdauer die Verkehrs-, Wind- und Schneelasten nach DIN 1055 einzustufen sind.

2.3 Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeitsnachweise sollen verhindern, daß Verformungen oder Durchbiegungen oder auch Schwingungen unzulässig groß werden. Unzulässig große Verformungen können die äußere Erscheinung eines Bauwerkes oder seine uneingeschränkte Nutzung beeinträchtigen. Ferner können große Verformungen Verkleidungen, wie Putze, oder nichttragende Bauteile, wie Fenster, beschädigen.

Unzulässig große Schwingungen können die Funktion eines Bauwerkes beeinträchtigen oder zum Beispiel Unbehagen für die Benutzer hervorrufen. Dies kann eine stark schwingende Fußgängerbrücke oder eine Holzbalkendecke sein. Andere Beispiele für unzulässige Folgen von Schwingungen sind Schäden am Bauwerk, am Gebäudeinhalt oder wiederum die Einschränkung der Funktionstüchtigkeit.

Während man nach DIN 1052 bisher die zulässigen Beanspruchungen – vor allem bei den nachgiebigen, mechanischen Holzverbindungen – teilweise auch unter Berücksichtigung des Verformungsverhaltens festgelegt hat, wird künftig zwischen den beiden Nachweisen der Tragfähigkeit (Stand-sicherheit) und der Gebrauchstauglichkeit streng unterschieden.

Beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit wird für die Einwirkungskombinationen der Teilsicherheitsbeiwert grundsätzlich gleich eins gesetzt.

Außerdem werden geringere Kombinationsbeiwerte für die veränderlichen Einwirkungen verwendet, als beim Tragfähigkeitsnachweis.

Für die Steifigkeit, die für die Gebrauchstauglichkeit die wesentliche Baustoffeigenschaft darstellt, wird ebenfalls mit einem Teilsicherheitsbeiwert von 1,0 gerechnet, so daß als Rechenwerte für den Elastizitätsmodul unmittelbar die Mittelwerte als charakteristische Werte verwendet werden können. Hieraus folgt, daß der globale Sicherheitsbeiwert beim Gebrauchstauglichkeitsnachweis nur 1,0 beträgt. (Abb. 4). Die Sicherheit im Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit ist also wesentlich geringer als diejenige bei Tragfähigkeitsnachweisen. Die Wahrscheinlichkeit, in Wirklichkeit eine höhere Durchbiegung als die berechnete zu erhalten, ist also größer als die Wahrscheinlichkeit, daß die Festigkeit eines Bauteils oder einer Verbindung überschritten wird. Begründet wird dieses Vorgehen mit den unterschiedlichen Schadensfolgen, da beim Verlust der Tragfähigkeit die Sicherheit der Menschen gefährdet ist, während der Verlust der Gebrauchstauglichkeit meist nur wirtschaftliche Folgen nach sich zieht.

Gebrauchstauglichkeit

Einwirkungskombinationen

$$\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{1,i} Q_{k,i}$$

- $G_{k,j}$ ständige Einwirkung
- $Q_{k,1}$ eine veränderliche Einwirkung
- $Q_{k,i}$ weitere veränderliche Einwirkungen
- $\psi_{1,i}$ Kombinationsbeiwerte

Berechnung der Anfangsverformung u_{inst} mit

- Mittelwert der Steifigkeitsmoduln
- Anfangsverschiebungsmodul

Berechnung der Endverformung u_{fin}

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def})$$

Abb. 4

Beim Nachweis nach Eurocode 5 wird zunächst unter Annahme der Nutzungsklasse 1 die Kurzzeit- oder Anfangsverformung u_{inst} berechnet. Dann sind die Einflüsse des Kriechens und der Holzfeuchte zu berücksichtigen. Dies erfolgt über den Beiwert k_{def} . Die Beiwerte für k_{def} sind für Vollholz, Brettschichtholz und Holzwerkstoffe in Abhängigkeit von der Lasteinwirkungsdauer und den Nutzungsklassen angegeben (Abb. 5). k_{def} ist also mehr als eine Kriechzahl im klassischen Sinne. Das

zeigt sich zum Beispiel bei den k_{def} -Werten in der Nutzungsklasse 3 recht deutlich.

Vollholz und Brettschichtholz			
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Nutzungsklasse		
	1	2	3
ständig	0,60	0,80	2,00
lang	0,50	0,50	1,50
mittel	0,25	0,25	0,75
kurz	0,00	0,00	0,30

Spanplatten nach EN 312-6* und -7, OSB nach EN 300 Klasse 3 und 4			
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Nutzungsklasse		
	1	2	3
ständig	1,50	2,25	-
lang	1,00	1,50	-
mittel	0,50	0,75	-
kurz	0,00	0,30	-

* nicht für Nutzungsklasse 2

Sperrholz			
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Nutzungsklasse		
	1	2	3
ständig	0,80	1,00	2,50
lang	0,50	0,60	1,80
mittel	0,25	0,30	0,90
kurz	0,00	0,00	0,40

Spanplatten nach EN 312-4* und -5 OSB nach EN 300, Klasse 2*			
Faserplatten nach EN 622-5			
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Nutzungsklasse		
	1	2	3
ständig	2,25	3,00	-
lang	1,50	2,00	-
mittel	0,75	1,00	-
kurz	0,00	0,40	-

* nicht für Nutzungsklasse 2

Abb. 5 Beiwerte k_{def}

Sind Verschiebungen von Verbindungen zu berücksichtigen, wird zunächst die elastische Anfangsverformung mit Hilfe des Anfangsverschiebungsmoduls berechnet (Abb. 6). Die Anfangsverschiebungsmodul sind für stiftförmige Verbindungsmittel in Abhängigkeit von Durchmesser und Rohdichte der verbundenen Hölzer angegeben

(Abb. 7). Die Endverschiebung läßt sich mit Hilfe des Beiwertes k_{def} bestimmen, wobei auch Verbindungen zwischen unterschiedlichen Werkstoffen mit unterschiedlichen Rohdichten berechenbar sind. Bei Bolzenverbindungen wird die Verschiebung um 1 mm erhöht.

Verschiebung von Verbindungen

elastische Anfangsverschiebung u_{inst}

$$u_{inst} = \frac{F}{K_{ser}}$$

Endverschiebung u_{fin}

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def})$$

$$u_{fin} = u_{inst} \sqrt{(1 + k_{def,1})(1 + k_{def,2})}$$

Für Bolzenverbindungen +1 mm

Abb. 6

Verschiebungsmoduln

$$K_{ser} = \frac{1}{20} \rho_k^{1,5} d \quad \text{Stabdübel, Schrauben, Nägel (vorgebohrt)}$$

$$K_{ser} = \frac{1}{25} \rho_k^{1,5} d^{0,8} \quad \text{Nägel (nicht vorgebohrt)}$$

$$K_{ser} = \frac{1}{60} \rho_k^{1,5} d^{0,8} \quad \text{Klammern}$$

Verbundene Bauteile mit unterschiedlichen Rohdichten: $\rho_k = \sqrt{\rho_{k,1} \rho_{k,2}}$

Abb. 7

Der Nachweis der Durchbiegung erfolgt in der Regel über die elastische Anfangsdurchbiegung infolge veränderlicher Einwirkungen $u_{2,inst}$ und über die Enddurchbiegung infolge veränderlicher Einwirkungen $u_{2,fin}$ oder aller Einwirkungen $u_{net,fin}$ (Abb. 8). Dabei kann die planmäßige Überhöhung im lastfreien Zustand berücksichtigt werden. Da die Belastung eines Bauteils meist aus mehreren Lasten mit unterschiedlichen Klassen der Lasteinwirkungsdauer besteht, ist die Enddurchbiegung für jeden Lastanteil getrennt mit dem jeweiligen Beiwert k_{def} zu ermitteln. Die einzelnen Anteile werden dann aufsummiert und liefern den zu erwartenden Endwert.

Grenzwerte der Durchbiegung

u_0 Überhöhung im lastfreien Zustand
 u_1 Durchbiegung infolge ständiger Einwirkungen
 u_2 Durchbiegung infolge veränderlicher Einwirkungen

$$u_{net} = u_1 + u_2 - u_0$$

Elastische Durchbiegung aus veränderlicher Einwirkung $u_{2,inst}$

$u_{2,inst} \leq // 300$ Kragträger: // 150

Enddurchbiegung $u_{2,fin}$ bzw. $u_{net,fin}$

$u_{2,fin} \leq // 200$ Kragträger: // 100

$u_{net,fin} \leq // 200$ Kragträger: // 100

Abb. 8

3 Neuerungen im Eurocode 5 gegenüber DIN 1052

3.1 Allgemeines

Neben der Umstellung auf das neue Bemessungskonzept des Eurocodes und den dafür benötigten charakteristischen Eigenschaftswerten der Bauprodukte hat der Eurocode 5 eine Reihe von Neuerungen für die Tragfähigkeitsnachweise von Bauteilen und Verbindungen eingeführt. Diese Neuerungen sind einerseits auf neue Erkenntnisse aus der Holzbauaforschung zurückzuführen (man könnte derartige Neuerungen also auch in DIN 1052 einbringen), ergeben sich andererseits aber auch aus den intensiven Beratungen in der Projektgruppe zum Eurocode 5 innerhalb des CEN. Die nationalen Bemessungsverfahren der europäischen Länder sind, bedingt durch die historische Entwicklung des Holzbaues in den verschiedenen Ländern und die Vielfalt der eingesetzten Holzarten und Holzwerkstoffe, in manchen Punkten sehr unterschiedlich, so daß viele scheinbare Diskrepanzen geklärt und von allen Beteiligten akzeptable Lösungen gesucht werden mußten.

Gerade dies macht die Notwendigkeit der Erprobungsphase der ENV 1995-1-1 deutlich, während der eine begleitende und prüfende Arbeitsgruppe des CEN/TC 250/SC5 „Holzbauwerke“ fortlaufend die Entwicklung erfassen, erörtern und steuern soll.

3.2 Tragfähigkeitsnachweise für Bauteile

Für die Grundbeanspruchungen gelten folgende Regeln:

- Zug, Druck in Faserrichtung (Abb. 9): Keine Neuerung gegenüber der nationalen Norm.
- Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung (Abb. 10): Änderung der Bemessungsgleichung durch Einführung des HANKINSON-Formates

Zug in Faserrichtung

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$$

Druck in Faserrichtung

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

Abb. 9

Druck unter einem Winkel α zur Faserrichtung

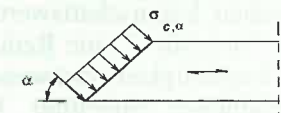
$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$


Abb. 10

- Druck rechtwinklig zur Faserrichtung (Abb. 11 und 12): Eine Erhöhung des Bemessungswertes der Querdruckfestigkeit bei kleinen Aufstandsflächen bis zum 1,8-fachen ist möglich. Für kleine Überstände des Trägers ($a < 100$ mm) ergeben sich nach EC5 deutlich günstigere Werte als nach DIN 1052.

Druck rechtwinklig zur Faserrichtung

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$$


Abb. 11

Werte für $k_{c,90}$

	$l_1 \leq 150$ mm		$l_1 > 150$ mm	
			$a \geq 100$ mm	$a < 100$ mm
$l \geq 150$ mm	1	1	1	1
150 mm $> l \geq 15$ mm	1	$1 + \frac{150-l}{170}$	$1 + \frac{a(150-l)}{17000}$	
15 mm $> l$	1	1,8	$1 + a/125$	

Abb. 12

- Zug rechtwinklig zur Faserrichtung (Abb. 13): Bei Brettschichtholz ist der Volumeneinfluß zu berücksichtigen. Je größer das querzugbeanspruchte Volumen, desto geringer die Querzugfestigkeit.
- Biegung, ein- oder zweiachsig (Abb. 14): Im Gegensatz zu DIN 1052 ist eine Reduzierung mit dem Faktor k_m bei Doppelbiegung möglich.

Zug rechtwinklig zur Faserrichtung

für Vollholz

$$\sigma_{t,90,d} \leq f_{t,90,d}$$

für Brettschichtholz

$$\sigma_{t,90,d} \leq f_{t,90,d} (V_0/V)^{0,2}$$

$V_0 = 0,01 \text{ m}^3$ (Bezugsvolumen)

Abb. 13

Biegung

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$k_m = 0,7$ für Rechteckquerschnitte
 $k_m = 1,0$ für andere Querschnittsformen

Abb. 14

- Zug und Biegung (Abb. 15): Interaktion entspricht dem nationalen Verfahren nach DIN 1052
- Druck und Biegung (Abb. 16): Günstigere Interaktion nach Eurocode 5 wegen des Plastifizierungsvermögens des Holzes unter Druckbeanspruchung.

Zug und Biegung

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Abb. 15

Druck und Biegung

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Abb. 16

- **Schub und Torsion (Abb. 17 und 18):** Berechnung der maßgebenden Querkraft mit der reduzierten Einflußlinie nach Eurocode 5 und DIN 1052 identisch. DIN 1052 gibt höhere zulässige Torsionschubspannungen als zulässige Schubspannungen an. Der Eurocode 5 geht von gleichen Festigkeitswerten aus.

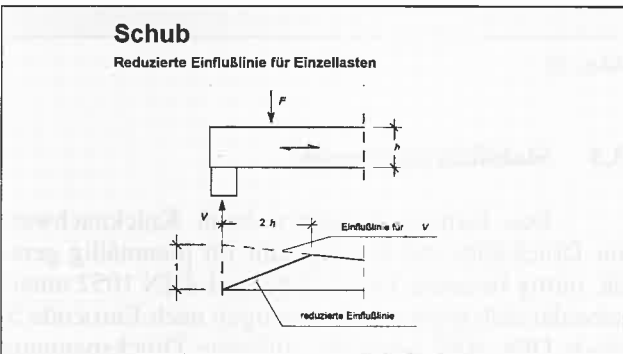


Abb. 17

Schub

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Torsion

$$\tau_{tor,d} \leq f_{v,d}$$

Abb. 18

- **Trägerausklinkungen (Abb. 19 und 20):** Das Nachweisformat ist im Eurocode 5 und in DIN 1052 gleich: Der Bemessungswert der Scherfestigkeit wird reduziert, um dadurch „fiktiv“ die Querkzuggefahr in der Ausklinkung zu erfassen.

Der Abminderungsfaktor k_v hängt von der Geometrie der Ausklinkung ab und enthält im Faktor k_n einen werkstoffabhängigen Einfluß, der auf Untersuchungen mit Hilfe der Bruchmechanik zurückgeht. (Bauschnittholz: $k_n = 5,0$; Brettschichtholz: $k_n = 6,5$). Es sollte aber stets $\alpha \geq 0,5$ und $x/h \leq 0,4$ bleiben.

Ausgeklinkte Biegeträger

$$\tau_d = 1,5 \frac{V}{b h_e} \leq k_v f_{v,d}$$

Abb. 19

Oben ausgeklinkte Biegeträger: $k_v = 1$

Unten ausgeklinkte Biegeträger:

$$k_v = \min \left[\frac{1}{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)}, \frac{k_n \left(1 + \frac{1,1 i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \right]$$

$k_n = 5,0$ für Vollholz
 $k_n = 6,5$ für Brettschichtholz

Abb. 20

Für Pultdachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger gibt es ein paar geringfügige Neuerungen:

- **Pultdachträger (Abb. 21 und 22):** Das Problem der angeschnittenen Holzfasern führt zu einem örtlichen Zusammenwirken von Längs-, Quer- und Scherspannungen bezüglich der Holzfaserrichtung. Außerdem tritt eine Abweichung von der geradlinigen Spannungsverteilung im Querschnitt auf. Das Problem wird auf das HANKINSON-Format zurückgeführt und ist damit eine einfacher zu handhabende Verfahrensweise als diejenige nach DIN 1052.

Pultdachträger

$$\sigma_{m,a} = (1 - 4 \tan^2 \alpha) \frac{6 M_d}{b h^2}$$

$$\sigma_{m,0} = (1 + 4 \tan^2 \alpha) \frac{6 M_d}{b h^2}$$

Abb. 21

Pultdachträger (Bemessung)

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq f_{m,\alpha,d}$$

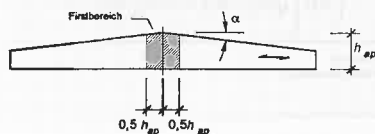
$$f_{m,\alpha,d} = \frac{f_{m,d}}{\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{Zugspannungen (am angeschnittenen Rand)}$$

$$f_{m,\alpha,d} = \frac{f_{m,d}}{\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{Druckspannungen (am angeschnittenen Rand)}$$

Abb. 22

■ **Querzugspannungen in Satteldachträgern (Abb. 23 und 24):** Die Spannungen werden wie nach DIN 1052 berechnet, der Faktor k_p entspricht κ_q in DIN 1052. Beim Nachweis wird der Volumeneinfluss berücksichtigt. Da im querzugbeanspruchten Volumen die Querspannungen jedoch nicht gleichmäßig verteilt sind, wird ein Verteilungsfaktor k_{dis} eingeführt: $k_{dis} > 1$.

Querzug in Satteldachträgern



$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2} \quad k_p = 0,2 \tan \alpha$$

Abb. 23

Querzug in Satteldachträgern (Bemessung)

$$\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} f_{t,90,d}$$

$$k_{dis} = 1,4$$

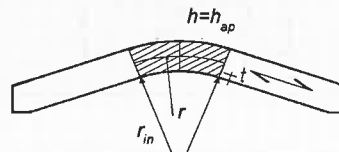
$$V = bh_{ap}^2 \left(1 - \frac{\tan \alpha}{4}\right)$$

$$V_0 = 0,01 \text{ m}^3$$

Abb. 24

■ **Biegespannungen in gekrümmten Trägern (Abb. 25 und 26):** Der Faktor k_l berücksichtigt die nicht-lineare Spannungsverteilung und kann in Übereinstimmung mit DIN 1052 berechnet werden. Die Festigkeitsminderung infolge der Lamellenkrümmung wird durch k_r erfaßt.

Biegespannungen in gekrümmten Trägern



$$\sigma_{m,d} = k_l \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2} \quad k_l = 1 + 0,35 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + 0,6 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2$$

Abb. 25

Biegespannungen in gekrümmten Trägern (Bemessung)

$$\sigma_{m,d} \leq k_r f_{m,d}$$

$$k_r = \begin{cases} 1 & \text{für } \frac{r_n}{t} \geq 240 \\ 0,76 + 0,001 \frac{r_n}{t} & \text{für } \frac{r_n}{t} < 240 \end{cases}$$

Abb. 26

3.3 Stabilitätsnachweise

Das formale Vorgehen beim Knicknachweis für Druckstäbe mit Knickgefahr für planmäßig gerade, mittig belastete Druckstäbe nach DIN 1052 unterscheidet sich nicht von demjenigen nach Eurocode 5. Nach DIN 1052 wird die zulässige Druckspannung durch eine Knickzahl $\omega \geq 1$ geteilt, während nach Eurocode 5 der Bemessungswert der Druckfestigkeit mit einem Knickbeiwert $k_c \leq 1$ multipliziert wird. **Abb. 27 und 28** zeigen die Berechnung des Knickbeiwertes k_c nach Eurocode 5.

Druckstäbe

$$k = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,5) + \lambda_{rel}^2)$$

$$\beta_c = 0,2 \text{ für Vollholz}$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ für Brettschichtholz}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

Abb. 27

Druckstäbe

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Abb. 28

Die Unterschiede beim Knicknachweis nach DIN 1052 bzw. Eurocode 5 liegen in der Herleitung der Knickzahl ω beziehungsweise des Knickbeiwertes k_c . Zur Herleitung der Knickzahl ω wurde eine vereinfachte Lösung nach der Elastizitätstheorie II. Ordnung verwendet, die von festen Rechenwerten der maßgebenden Materialeigenschaften und geometrischen Imperfektionen ausgeht. Die Traglast eines Druckstabes wird hierbei als erreicht angesehen, wenn am inneren gedrückten Querschnittsrand in Stützenmitte die Druckfestigkeit des Holzes erreicht wird. Die in Wirklichkeit vorhandene Streuung der Festigkeits- und Steifigkeitswerte beziehungsweise der Vorkrümmung der Stabachse wird mit einem von der Stabschlankheit abhängigen pauschalen Sicherheitsbeiwert berücksichtigt. Zusätzlich wird eine Sicherheitszahl von 3,5 gegenüber der Eulerlast eingehalten.

Bei der Herleitung des Faktors k_c nach Eurocode 5 wurde das plastische Arbeitsvermögen des Holzes bei Druckbeanspruchung in Faserrichtung berücksichtigt. Die Traglast eines Druckstabes ist mit dem Erreichen der Druckfestigkeit am Querschnittsrand in vielen Fällen nämlich noch nicht erreicht. Besonders im mittleren Schlankheitsbereich zwischen $\lambda = 30$ und $\lambda = 80$ läßt sich die Last des Druckstabes mit dem Plastizieren hochbeanspruchter Bereiche noch steigern. Ein zweiter wesentlicher Unterschied zwischen den Herleitungen der Knickzahlen ω beziehungsweise k_c betrifft die Berücksichtigung der Streuungen der Materialeigenschaften und geometrischen Imperfektionen. Die Streuungen der Steifigkeits- und Festigkeitseigenschaften sowie der geometrischen Imperfektionen bedingen auch eine Streuung der Traglasten von Druckstäben. Für die Bemessung ist das 5%-Fraktile maßgebend, d.h. derjenige untere Grenzwert der Tragfähigkeit, der nur in einem von 20 Fällen unterschritten wird. Bei den Knickspannungslinien nach Eurocode 5 wurden diese Streuungen berücksichtigt, mit der Folge, daß sich für Brettschichtholz günstigere Knickbeiwerte ergeben als für Bauschnittholz. Die Ursache hierfür ist, daß bei Brettschichtholz die Vorkrümmungsamplituden

und die Querschnittstoleranzen geringer sind als bei Bauschnittholz.

Im Gegensatz zum Knicknachweis für Druckstäbe ist beim Stabilitätsnachweis von Biegeträgern sowohl das Vorgehen, als auch der Hintergrund der Bestimmungen in beiden Regelwerken gleich.

Der Kippnachweis nach Eurocode 5 wird geführt, indem der Bemessungswert der Biegefestigkeit mit einem Kippbeiwert k_{crit} , der kleiner als 1 ist, multipliziert wird. k_{crit} entspricht also formal dem Knickbeiwert k_c für Druckstäbe. Die Herleitung des Kippbeiwertes beruht auf einer Lösung nach der Spannungstheorie II. Ordnung. **Abb. 29 und 30** zeigen das grundsätzliche Vorgehen beim Nachweis nach Eurocode 5.

Biegeträger

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

Abb. 29

$\lambda_{rel,m}$	k_{crit}
$\leq 0,75$	1,0
$0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$	$1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$
$> 1,4$	$1 / \lambda_{rel,m}^2$

Abb. 30

Die Schlankheit des Biegeträgers wird beim Kippnachweis außer von der freien Trägerlänge und der Belastungsart vor allem von der Biegesteifigkeit rechtwinklig zur Haupttragrichtung bestimmt. Den Bemessungsgleichungen liegt ein Biegeträger zugrunde, der an beiden Enden gabelgelagert ist und durch ein konstantes Moment beansprucht wird. Für andere Belastungs- beziehungsweise Lagerungsarten können die Bemessungsgleichungen mit einer wirksamen Trägerlänge l_{ef} verwendet werden. Die Vorkrümmungsamplitude der Stabachse wird als horizontale Ausmitte berücksichtigt.

Das Kippen des Trägers bedingt eine Verdrehung der Stabachse und eine seitliche Durchbiegung des Trägers. Dadurch werden, zusätzlich zu den vorhandenen Spannungen aus der planmäßigen Belastung, Torsionsspannungen sowie Biegespannungen aus Biegung um die schwache Achse verursacht. Da sich diese Biegespannungen nur in zwei diagonal gegenüberliegenden Querschnittsecken addieren,

wurde nach DIN 1052 für diesen Fall die zulässige Biegerandspannung um 10 Prozent erhöht. Eurocode 5 enthält keine derartige Regelung beim Kippnachweis.

3.4 Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln

In den verschiedenen Ländern hatten sich im Laufe der Jahre nahezu isoliert unterschiedliche Bemessungsverfahren für Verbindungen entwickelt, die man heute in den nationalen Normen wiederfindet. Im Zuge der Harmonisierung der Bestimmungen auf europäischer Ebene und der Umstellung auf das neue Sicherheitskonzept im Bauwesen mußte nach einer abgestimmten Methode gesucht werden, um die charakteristische Tragfähigkeit zuverlässig berechnen oder abschätzen zu können. Dabei hat sich für alle Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln, d.h. mit Nägeln, Klammern, Bolzen, Stabdübeln und Holzschrauben, die Tragfähigkeitstheorie von Johansen (Dänemark) als gut geeignet erwiesen. Diese Theorie wurde in jüngster Zeit durch Forschungen in England, Dänemark, Skandinavien, USA, der Schweiz und Deutschland überprüft und in einigen Punkten – zum Beispiel bei Stahlblech-Holz-Verbindungen – modifiziert. Für andere Verbindungsmittel, wie Dübel besonderer Bauart, wird derzeit an einer einheitlichen Berechnungsmethode gearbeitet.

Das Berechnungsmodell für die stiftförmigen Verbindungsmittel geht davon aus, daß sich sowohl der Stahl unter der Biegebeanspruchung als auch das Holz unter der Lochleibungsbeanspruchung elastisch-plastisch verhalten. In den Bemessungsgleichungen werden alle wesentlichen Parameter mit Ausnahme des Spaltens der Hölzer berücksichtigt.

Die wichtigsten Einflußparameter auf die Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln sind demnach:

- die Lochleibungsfestigkeit der an der Verbindung beteiligten Hölzer oder Holzwerkstoffe,
- die Geometrie der Verbindung,
- der Biege widerstand der Verbindungsmittel,
- der Durchmesser der Verbindungsmittel,

wobei die Lochleibungsfestigkeit selbst abhängt von

- der Rohdichte,
- dem Verbindungsmitteldurchmesser,

- dem Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung sowie
- den Verbindungsmittelabständen.

Die Lochleibungsfestigkeit steigt in etwa linear mit der Rohdichte des Holzes an. Weiterhin bestätigten Untersuchungen, daß die Lochleibungsfestigkeit vom Durchmesser des Verbindungsmittels abhängig ist. Bei Stabdübelanschlüssen mit Durchmessern zwischen 8 und 30 mm wurde eine praktisch lineare Abnahme der Lochleibungsfestigkeit mit zunehmendem Stabdübeldurchmesser festgestellt. Bei geringen Verbindungsmittelabständen beeinflussen sich die Verbindungsmittel gegenseitig, und es ist mit einer geringeren Tragfähigkeit der Verbindung zu rechnen. Man braucht solche Abstände jedoch nicht auszuschließen, wenn man die entsprechend geringere Lochleibungsfestigkeit rechnerisch berücksichtigt.

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit einer mechanischen Verbindung mit stiftförmigen Verbindungsmitteln lassen sich nach dem Eurocode 5 einfach ermitteln, wenn man die Bemessungswerte der Lochleibungsfestigkeiten der zu verbindenden Teile (Holz oder Holzwerkstoffe) und die Bemessungswerte der Fließe Momente der Verbindungsmittel kennt. Da je nach den geometrischen Verhältnissen in einer Verbindung verschiedene Versagensursachen eintreten können, müssen prinzipiell zunächst mehrere Bemessungswerte bestimmt werden, von denen der kleinste für den Tragfähigkeitsnachweis maßgebend wird. Dieses Verfahren ist grundsätzlich gegenüber den bisher gebräuchlichen Nachweismethoden nichts Neues. Für die praktische Anwendung wird man durch systematische Auswertungen Bemessungshilfen geben können, die das Bemessungsverfahren erheblich einfacher gestalten als es anfangs den Eindruck macht. Bemessungstabellen werden für den praktizierenden Ingenieur aufbereitet werden.

Die **Abb. 31 und 32** zeigen für einschnittige Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln die Bruchursachen und die zugehörigen Formeln zur Berechnung der Bemessungswerte der Tragfähigkeit.

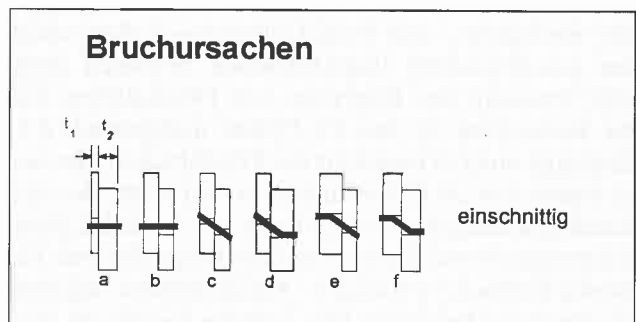


Abb. 31

Bemessungswert (einschnittig)

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,1,d} t_1 d}{1 + \beta} \\ \frac{f_{h,1,d} t_2 d}{2 + \beta} \\ 1,1 \frac{f_{h,1,d} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,1 \frac{f_{h,1,d} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_2^2}} - \beta \right] \\ 1,1 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,d} f_{h,1,d} d} \end{array} \right.$$

Abb. 32

keiten. Die **Abb. 33 und 34** beschreiben die Zusammenhänge bei zweischnittigen Verbindungen. Diese Zusammenhänge gelten für Holz-Holz- oder Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen. Für Stahlblech-Holz-Verbindungen gelten ähnliche Beziehungen; es muß aber beachtet werden, daß dünne oder dicke Stahlbleche zu unterschiedlichen Versagensmechanismen führen.

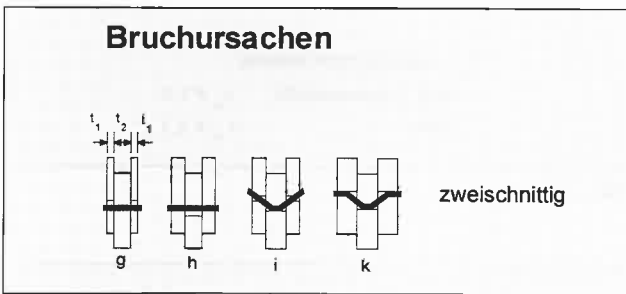


Abb. 33

Bemessungswert (zweischnittig)

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,1,d} t_1 d}{0,5 f_{h,1,d} t_2 d} \\ 1,1 \frac{f_{h,1,d} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,d}}{f_{h,1,d} d t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,1 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,d} f_{h,1,d} d} \end{array} \right.$$

Abb. 34

Es gehen maßgebend ein:

Lochleibungsfestigkeiten $f_{h,1}$ und $f_{h,2} = \beta f_{h,1}$

Fließmomente M_y

Stiftdurchmesser d

Holzthicken t_1 und t_2

Die Johansen-Theorie wird leicht modifiziert, um andere vorteilhafte Effekte mitzuberechnen.

Für Stahlblech-Holz-Verbindungen werden im Eurocode 5 entsprechende Bestimmungsgleichungen für R_d angegeben.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Bemessungsmethoden ist, daß durch konstruktive Randbedingungen ein vorzeitiges Versagen der Verbindungen infolge Aufspaltens der Hölzer ausgeschlossen wird. Daher werden sowohl Mindestholzthicken als auch Mindestwerte für die Verbindungsmittelabstände gefordert. Die Mindestholzthicken sind insbesondere bei Nagelverbindungen ohne Vorbohrung der Nagellöcher zu beachten. Auch das Übergreifen von Nägeln im Inneren der Hölzer kann gefährlich werden und muß eingeschränkt bleiben.

Bei den Verbindungsmittelabständen hat man zunächst wichtige Definitionen festgelegt und für die Abstände die Bedeutung des Winkels α zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung in allgemeingültiger Form berücksichtigt (**Abb. 35 und 36**). Die Abstände

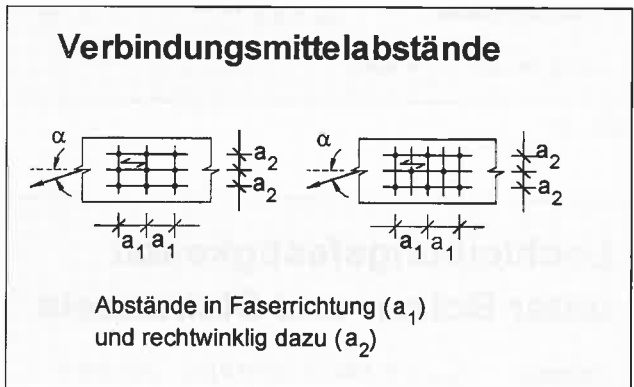


Abb. 35

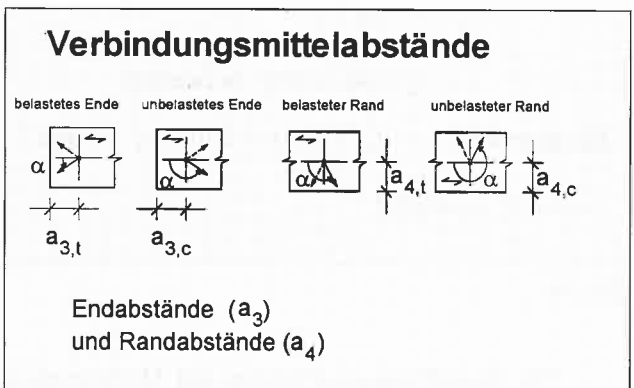


Abb. 36

untereinander werden mit a_1 und a_2 bezeichnet, bei Nägeln ist beispielsweise zwischen nicht vorgebohrten oder vorgebohrten Nagellöchern zu unterscheiden. Die Abstände vom Holzende und von den Holzrändern bezeichnet man einheitlich mit a_3 und

a_4 . Dabei muß zwischen belasteten und unbelasteten Enden bzw. Rändern unterschieden werden.

Für die durchmesser- und rohdichteabhängigen Lochleibungsfestigkeiten gibt der Eurocode 5 für handelsübliche Verbindungsmittel Bestimmungsgleichungen an. Das gleiche gilt für die Biege widerstände (Fließmomente) der Stifte. Aus den charakteristischen Werten werden die Bemessungswerte berechnet, die man benötigt, um schließlich den maßgebenden Bemessungswert für die Tragfähigkeit der Verbindung zu ermitteln (Abb. 37 bis 40)

Lochleibungsfestigkeiten

unter Nägeln

unabhängig von Kraft-Faser-Winkel

Nadelholz

ohne Vorbohrung: $f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} \quad N/mm^2$

vorgebohrte Nagellöcher: $f_{h,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k \quad N/mm^2$

in Bausperrholz: $f_{h,k} = 0,11 \rho_k d^{-0,3} \quad N/mm^2$

in Hartfaserplatten: $f_{h,k} = 30 d^{-0,3} t^{0,6} \quad N/mm^2$

d und t in mm ρ_k in kg/m^3

Abb. 37

Lochleibungsfestigkeiten unter Bolzen und Stabdübeln

Vollholz: $f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01d) \rho_k \quad N/mm^2$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$k_{90} = 1,35 + 0,015d$ für Nadelhölzer

$k_{90} = 0,90 + 0,015d$ für Laubhölzer

Bausperrholz: $f_{h,k} = 0,11 (1 - 0,01d) \rho_k \quad N/mm^2$

d in mm ρ_k in kg/m^3

Abb. 38

Für Nagelbeanspruchungen auf Herausziehen (Abb. 41) gelten Berechnungsverfahren, die der bisherigen Vorgehensweise nach DIN 1052 Teil 2 entsprechen. Es werden durch „Ausziehparameter“ f_1 und „Kopfdurchziehparameter“ f_2 untere Grenzwerte für runde, glattschaftige Nägel einerseits und Sondernägel andererseits angegeben (Abb. 42). Für Sondernägel mit Einstufungen in die Tragfähig-

Biege widerstand (Fließmomente)

runde Nägel: $M_{y,k} = 180 d^{2,6} \quad Nmm$

quadratische Nägel: $M_{y,k} = 270 d^{2,6} \quad Nmm$

- Mindest-Zugfestigkeit: $f_{u,k} = 600 N/mm^2$ -

Bolzen und Stabdübel: $M_{y,k} = 0,8 f_{u,k} \frac{d^3}{6}$

Abb. 39

Bemessungswerte

Lochleibungsfestigkeit: $f_{h,d} = \frac{k_{mod} f_{h,k}}{\gamma_M}$

Fließmoment: $M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_M}$

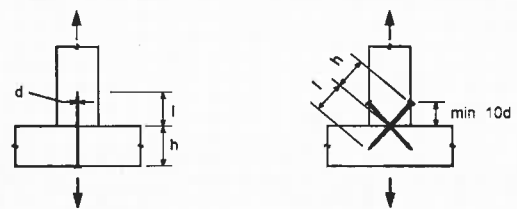
γ_M -Werte je nach Material

Holz, Holzwerkstoffe $\gamma_M = 1,3$

Stahl $\gamma_M = 1,1$

Abb. 40

Beanspruchung in Schafrichtung



(a) Nagelung rechtwinklig zur Faser

(b) Schrägnagelung

Abb. 41

keitsklassen nach DIN 1052 Teil 2 gibt das deutsche NAD die entsprechenden Parameter f_1 und f_2 an.

Bei Holzschraubenverbindungen ist die Länge des Gewindeteiles zu beachten. Für die zur Zeit in Europa genormten Holzschrauben wird ein Ausziehparameter f_3 angegeben (Abb. 43). Dabei sollte auch der Nachweis erbracht werden, daß die

Herausziehen (Bemessung)

$$R_d = \min \begin{cases} f_{1,d} l & \text{für alle Nägel} \\ f_{1,d} d h + f_{2,d} d^2 & \text{für glattschaftige Nägel} \\ f_{2,d} d^2 & \text{für Rillen- und Schraubnägel} \end{cases}$$

$$f_{1,k} = (18 \cdot 10^{-6}) \rho_k^2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Schaftausziehen}$$

$$f_{2,k} = (300 \cdot 10^{-6}) \rho_k^2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Kopfdurchziehen}$$

mit ρ_k in kg/m^3

Abb. 42

Verbindungen (Querzug)

$$V_d \leq \frac{2}{3} f_{v,d} b_e t$$

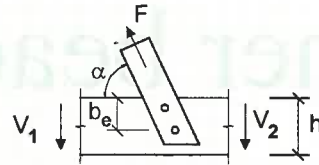
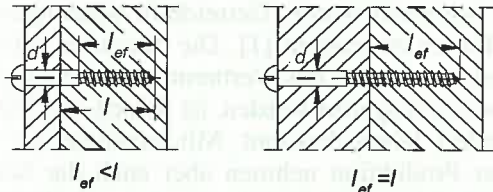


Abb. 45

Holzschraubenverbindungen

Beanspruchung in Schafrichtung



$$R_d = f_{3,d} (l_{ef} - d)$$

$$f_{3,k} = (1,5 + 0,6d) \sqrt{\rho_k}$$

ρ_k in kg/m^3

Abb. 43

Verschiebungsmoduln

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser}$$

$$K_{ser} = \frac{1}{20} \rho_k^{1,5} d \quad \text{Stabdübel, Schrauben, Nägel (vorgebohrt)}$$

$$K_{ser} = \frac{1}{25} \rho_k^{1,5} d^{0,8} \quad \text{Nägel (nicht vorgebohrt)}$$

$$K_{ser} = \frac{1}{60} \rho_k^{1,5} d^{0,8} \quad \text{Klammern}$$

Abb. 46

Kombinierte Beanspruchung

$$\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} + \frac{F_{la,d}}{R_{la,d}} \leq 1 \quad \text{runde, glattschaftige Nägel}$$

$$\left(\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{la,d}}{R_{la,d}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{Sondernägel, Schrauben}$$

Abb. 44

Schraube bei zu hoher Haftung im Holz nicht abreißen kann.

Bei kombinierter Beanspruchung (Abscheren und Herausziehen gleichzeitig) gelten die Interaktionsnachweise, wie sie in der DIN 1052 prinzipiell auch schon gelten (Abb. 44).

Schließlich ist es wichtig, bei Queranschlüssen nachzuweisen, daß im quer beanspruchten Holz kein

Querzugriß auftreten kann, hierzu gibt der Eurocode 5 eine Näherungslösung an, wenn ein genauerer Nachweis nicht geführt wird (Abb. 45). Dabei muß aber stets sein $b_e \geq h/2$.

Verschiebungsmoduln werden benötigt, um Verformungen im Rahmen des Gebrauchstauglichkeitsnachweises zu berechnen oder um bei nachgiebig zusammengesetzten Bauteilen über die wirksame Steifigkeit die Tragfähigkeit nachzuweisen.

Daher werden zwei Arten von Verschiebungsmoduln eingeführt. Derjenige für den Tragfähigkeitsnachweis darf grundsätzlich zu Zweidritteln desjenigen für Gebrauchstauglichkeitsnachweise rechnerisch zugrunde gelegt werden. Für stiftförmige Verbindungsmittel sind die Werte nach Abb. 46 vorgesehen. Für Dübel besonderer Bauart werden realistische Rechenwerte derzeit mit der Erarbeitung einheitlicher Rechenmethoden im CEN erarbeitet. Für solche Verbindungsmittel wird der Eurocode 5 zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden.

In gefährdeten Siloanlagen sollte ein Explosionsschutz immer beachtet werden

Bei explosionsfähigen Schüttgütern sind heute prophylaktische konstruktive Maßnahmen nötig

Immer wieder kommt es zu katastrophalen Unfällen durch Staubexplosionen in Siloanlagen, deren Entstehung nur sehr schwer zu verhindern, deren Auswirkung aber sehr stark reduziert werden kann. Zur Erforschung entsprechender Maßnahmen haben die Autoren zusammen mit dem Engler-Bunte Institut unter der Leitung von Prof. Leuckel im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 219 inzwischen über 400 Staubexplosionen in einem Versuchssilo durchgeführt. Auf der Grundlage dieser und vieler weiterer Untersuchungen wurde der Entwurf einer Richtlinie zur Auslegung von Siloanlagen gegen Staubexplosionen erarbeitet. Hierüber, und über neue prophylaktische konstruktive Maßnahmen, wird im Folgenden berichtet.



Prof. Dr.-Ing. Josef Eibl leitet das Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe und ist Prüflingenieur für Baustatik



Dipl.-Ing. Jürgen Ockert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe

1 Einführung

Die Folgen von Staubexplosionen sind seit ungefähr zweihundert Jahren bekannt, und zwar seit damit begonnen wurde, Getreide in windangetriebenen Mühlen zu mahlen [1]. Die Tatsache, daß diese Explosionen durch das Verbrennen des Staub-Luft-Gemisches ausgelöst werden, ist jedoch erst seit rund einhundert Jahren bekannt. Mit zunehmender industrieller Produktion nehmen aber auch die Schäden durch Staubexplosionen bei anderen industriellen Schüttgütern zu.

Staubexplosionen in Silos und Bunkern finden nach wie vor mit einer in der Öffentlichkeit kaum bekannten Häufigkeit statt, nur einige spektakuläre Ereignisse werden von einer breiten Öffentlichkeit registriert. Häufig sind solche Ereignisse mit Sach- und Personenschäden verbunden. Der Verband der Sachversicherer bezifferte 1989 die Zahl der jährlich in Deutschland auftretenden Schäden mit 1200 und die Schadenssumme mit ungefähr 150 Millionen Mark. Dabei wurden nur Ereignisse berücksichtigt, die zweifelsfrei auf Staubexplosionen zurückzuführen sind.

2 Auswirkungen und Ursachen von Staubexplosionen

Im Nachfolgenden sollen zur Verdeutlichung der Gefährlichkeit von Staubexplosionen zwei Ereignisse aus der Vergangenheit vorgestellt werden.

■ 1979 ereignete sich in einer Getreidemühle eines der schwersten Explosionsunglücke in Deutschland in den letzten fünfzig Jahren (Abb. 1). Ausgelöst wurde die Mehlstaubexplosion nach offiziellen Angaben durch ein defektes Kabel eines Heizstrahlers im Keller des Hauptgebäudes [10]. Über Deckenöff-



Abb. 1: Staubexplosion in einem deutschen Getreidesilo

nungen konnte sich das so entstandene Feuer in die oberen Geschosse ausbreiten. Durch das Feuer wurde eine Primärexplosion ausgelöst, die wiederum mehrere Folgeexplosionen verursachte. Die Heftigkeit entsprach der Wirkung von mindestens zwanzig Tonnen Sprengstoff, so daß durch die Druckwelle im Umkreis von zwei Kilometern Fensterscheiben zersprangen. Das 30 000 Quadratmeter große Betriebsgelände wurde in einen Trümmerhaufen verwandelt. Als Folge dieser Mehlstaubexplosion waren vierzehn Tote und siebzehn Verletzte zu beklagen. Der Sachschaden betrug mindestens einhundert Millionen Mark.

■ In den Jahren 1977 bis 1979 kam es in den USA zu mehreren schweren Unfällen infolge von Staubexplosionen. Allein Ende 1977 ereigneten sich zwei katastrophale Unfälle mit einem Gesamtschaden von über zweihundert Millionen Mark. Diese Schäden gaben Anlaß zu einer Untersuchung der Ursachen dieser Explosionen. Dabei zeigte es sich, daß die Schäden mit bestehender Technik hätten größtenteils vermieden werden können. Als Beispiel dieser schweren Unfälle ist in **Abb. 2** eine Siloanlage mit einem Fassungsvermögen von 140 000 Kubikmetern abgebildet. Gelagert



Abb. 2: Staubexplosion in einer amerikanischen Siloanlage (aus [10])

wurden Gerste und Futtermittel. Ursache dieser Explosion war Blitzschlag. Der Sachschaden betrug rund zwanzig Millionen Mark.

Eine aufschlußreiche Statistik über Staubexplosionen in den USA ab 1860 ist in [5] zu finden. Dieser Statistik wurde **Abb. 3** für die Jahre 1979 bis 1986 entnommen. Die große Anzahl von Todesfällen und Verletzten läßt das hohe Gefährdungspotential von Staubexplosionen sehr deutlich erkennen.

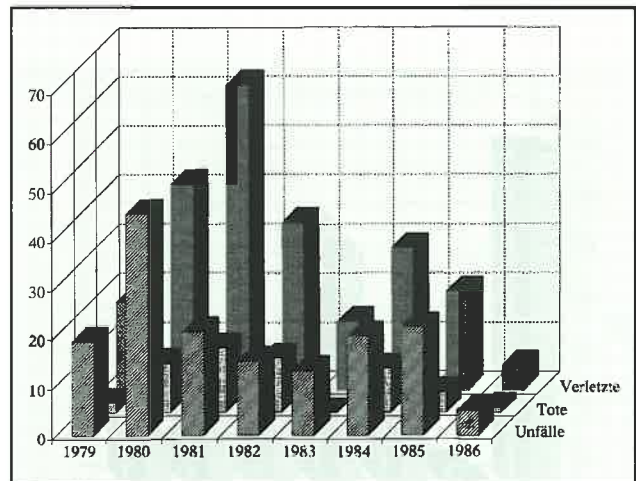


Abb. 3: Auswirkungen von Staubexplosionen in den USA

In Deutschland wird seit 1965 eine ähnliche Statistik durch das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit (BIA) geführt. Sie beruht zu 42 Prozent auf Angaben der Berufsgenossenschaften, zu 30 Prozent auf Meldungen der Gewerbeaufsichtsämter und zu 28 Prozent auf anderen Informationsquellen, zum Beispiel auf Veröffentlichungen in der Presse oder auf Meldungen der betroffenen Betriebe. Jedoch ist die Meldequote, gemessen an den Angaben des Verbandes der Sachversicherer, sehr niedrig. Die Ergebnisse dieser Statistik wurden durch durch Beck

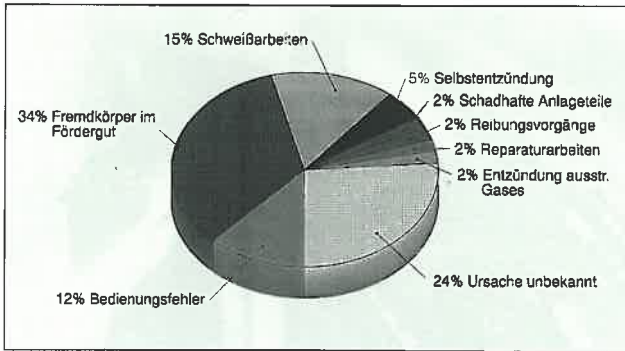


Abb. 4: Explosionsauslösende Faktoren

und Jeske in zwei BIA-Reports [2], [3] veröffentlicht. Bis 1985 wurden 426 Explosionsereignisse auf dem damaligen Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erfaßt. Allein in den Jahren 1980 bis 1985 kamen 81 Ereignisse hinzu. Alle Ereignisse wurden systematisch untersucht und ausgewertet.

In Abb. 4 [12] ist eine Übersicht der explosionsauslösenden Faktoren dargestellt. Ein Drittel aller Ereignisse wird durch Fremdkörper im Fördergut, hauptsächlich Metallteile, ausgelöst. An zweiter Stelle folgen Schweißarbeiten und danach Bedienungsfehler. Auffällig ist, daß für eine große Anzahl von Explosionen keine eindeutige Zündquelle genannt werden konnte.

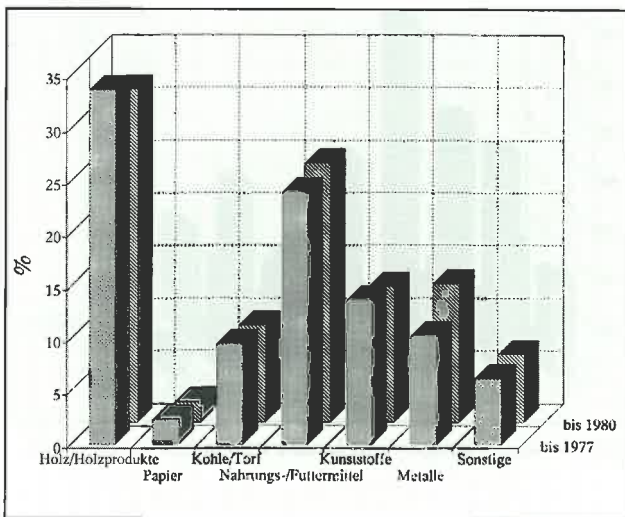


Abb. 5: Anteil einzelner Staubgruppen

In Abb. 5 wird die prozentuale Beteiligung der einzelnen Staubgruppen an den Explosionsereignissen aufgezeigt. Aus diesem Diagramm geht hervor, daß nicht nur die allgemein als explosionsfähig eingestuft Produkte aus Kohle, Holz und Papier vorherrschen, sondern daß Nahrungs- und Futtermittel, Kunststoffe und Metalle zusammen in etwa den gleichen Anteil ausmachen.

	K_{ST} bar · m/s]	P_{max} [bar]
Braunkohle	180	10,0
Cellulose	270	10,0
Erbsemmehl	140	8,0
Gummi	140	9,0
Getreide	130	9,0
Holz, Holzmehl	220	10,0
Kaffee	90	9,0
Mais, Maisschrot	120	9,0
Maisstärke	210	10,0
Roggen-, Weizenmehl	100	9,0
Milchpulver	160	9,0
Mischfutter	40	8,0
Papier	60	9,0
Pigmente	290	10,0
Sojamehl	120	9,0
Steinkohle	130	9,0
Waschmittel	270	9,0
Zucker	150	9,0

Tab. 1: Explosionsfähige Stäube

Dies zeigt auch Tab. 1. Dort sind beispielhaft mehrere Schüttgüter zusammen mit ihren Explosionskennwerten aufgeführt. Die beiden Kenngrößen K_{ST} und p_{max} werden in genormten Versuchen in einem 1 m³ großen explosionsdruckfesten Behälter gewonnen. Dabei ist p_{max} der maximal auftretende Druck und K_{ST} die maximale Druckanstiegs-geschwindigkeit normiert bezüglich der dritten Wurzel des Volumens. Während p_{max} nur sehr geringe Schwankungen aufweist, üblicherweise liegt p_{max} zwischen 8 und 12 bar, ist der K_{ST} -Wert für die einzelnen Schüttgüter sehr stark unterschiedlich und deshalb maßgebend für die Dimensionierung von Siloanlagen. Weitere Angaben zu K_{ST} -Werten von Schüttgütern können dem BIA-Handbuch [4] entnommen werden. Dort werden mehr als achthundert auf ihre Explosionsfähigkeit untersuchte Stäube aufgeführt.

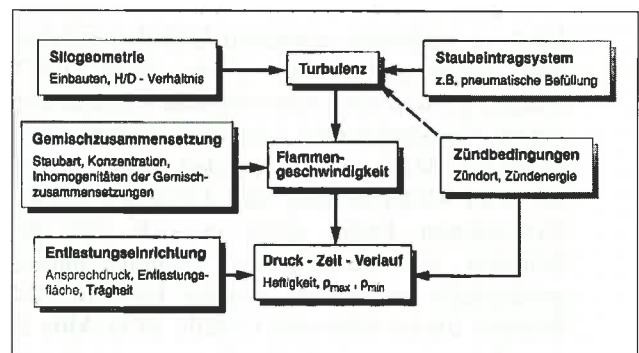


Abb. 6: Einflußfaktoren auf den Explosionsverlauf

Die maßgeblichen Einflußfaktoren auf den Ablauf einer Staubexplosion sind in **Abb. 6** aufgelistet. Die Einflußfaktoren auf den Druck-Zeit-Verlauf sind die Flammengeschwindigkeit, die Entlastungseinrichtung und die Zündbedingungen. Dabei wird die Flammengeschwindigkeit durch die Silogeometrie und die Gemischzusammensetzung, die durch den K_{ST} -Wert charakterisiert wird, bestimmt.

3 Experimentelle Untersuchungen in einem 50-m³-Silo

Zum systematischen Studium der einzelnen Einflüsse in **Abb. 6** wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 219 (SFB 219) zusammen mit dem Engler-Bunte Institut unter der Leitung von Professor Leuckel ein Versuchssilo (**Abb. 7**) auf dem Gelände eines Fraunhofer-Instituts bei Karlsruhe errichtet. Es handelt sich um ein universell einsetzbares Silo mit dem die meisten der in **Abb. 6** aufgezeigten Faktoren untersucht wurden. Bis heute wurden über vierhundert Gas- und Staubexplosionsversuche durchgeführt. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist in den Arbeitsberichten zum SFB 219 zu finden [7], [8].

In **Abb. 8** sind zwei typische, in den Versuchen mit Berstmembranen aufgetretene Druckkurven abgebildet. Der Druck-Zeit-Verlauf im großen Diagramm wird bei einer Zündung im unteren Bereich des Silos erhalten. Hier kommt es zu einem einzigen Peak und den größten Drücken. Bei Zündung im oberen Silobereich erhält man einen komplett anderen Druck-Zeit-Verlauf. Es kommt zu einer Vielzahl von Schwingungen, die zum Teil auch während der Versuche hörbar waren. Die Druckmaxima sind zwar hier sehr viel geringer, allerdings kommt es hier auch zu Unterdrücken, die bei beulgefährdeten Räumen, wie zum Beispiel Stahlsilos, zu berücksichtigen sind.

Weitere Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in **Abb. 9** zusammengefaßt. Dabei ist entlang der x-Achse die Staubkonzentration im Silo aufgetragen. Die beiden Kurvenscharen unterscheiden sich in der Größe der Entlastungsfläche relativ zur Silogrundfläche. Deutlich erkennbar ist, daß für $A_E = 0,5 \cdot A_{Silo}$ die Drücke höher sind als bei $A_E = 0,75 \cdot A_{Silo}$. Weiterhin nehmen die Drücke bis zu einem Maximum, dem stöchiometrischen Gemisch c_{st} zu, und danach wieder ab. Hieraus ist auch die Druckverteilung über die Höhe des Silos an der Silowand zu entnehmen. Die Drücke nehmen dabei von oben nach unten zu.

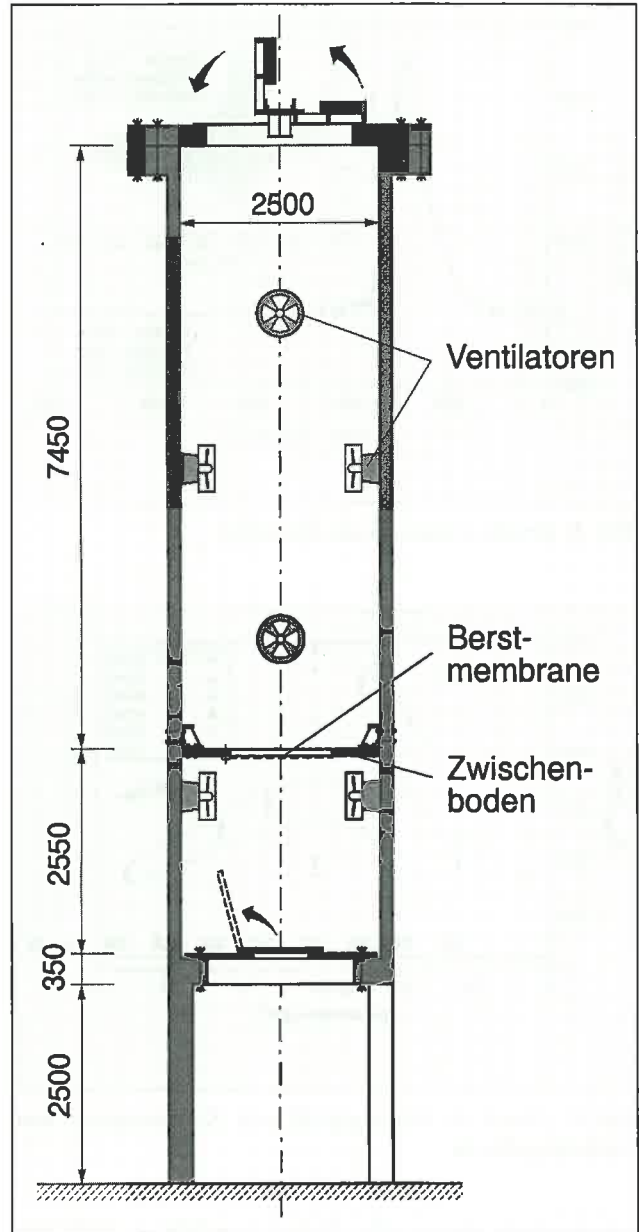


Abb. 7: Schnitt durch das Versuchssilo

In einem Bemessungsvorschlag können natürlich nicht alle Einflußparameter berücksichtigt werden, zumal viele stark streuen. Deshalb mußten für die Entwicklung eines Bemessungsvorschlages (vgl. Abschn. 4) sinnvolle einschränkende Annahmen getroffen werden. So wurde beispielsweise vorausgesetzt, daß ein stöchiometrisches Gemisch vorliegt, der Zündort in der Mitte des zu entlastenden Raumes liegt und die Druckverteilung über die Höhe konstant ist.

Neben den grundsätzlichen Untersuchungen zur Bestimmung der Last-Zeit-Funktion infolge von Staubexplosionen, wurden auch konstruktive Details, wie zum Beispiel Entlastungsorgane sowie deren Auswirkungen auf die Entlastung, untersucht. Eine dieser Entlastungskonstruktionen ist in **Abb. 10**

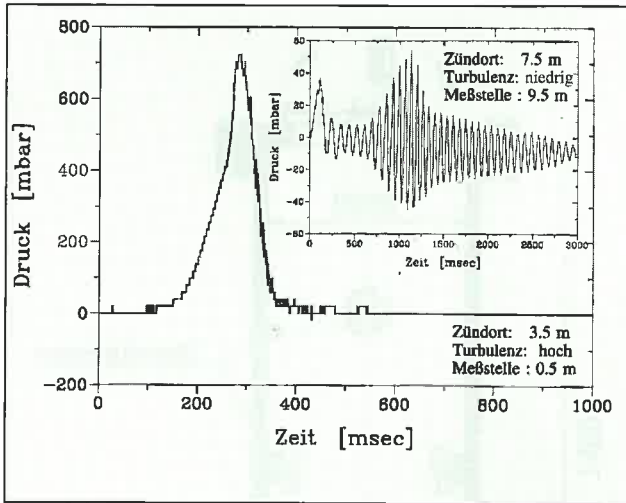


Abb. 8: Druckverläufe an der Silowand

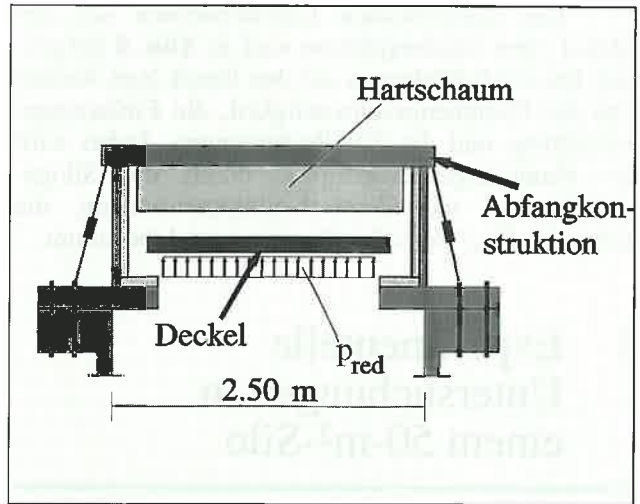


Abb. 10: Entlastungskonstruktion I

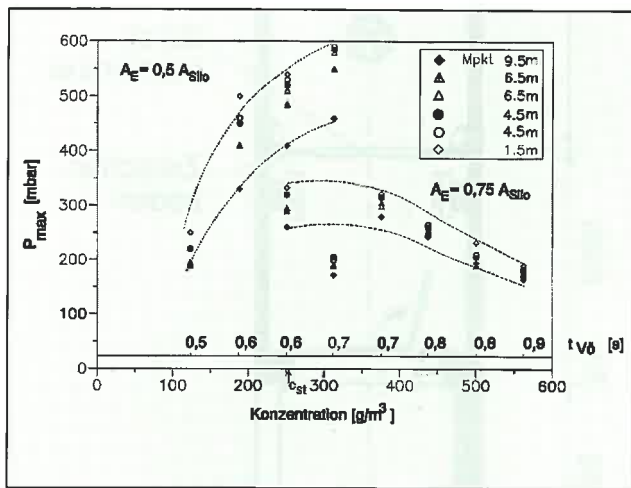


Abb. 9: Druck in Abhängigkeit von Konzentration und Entlastungsfläche

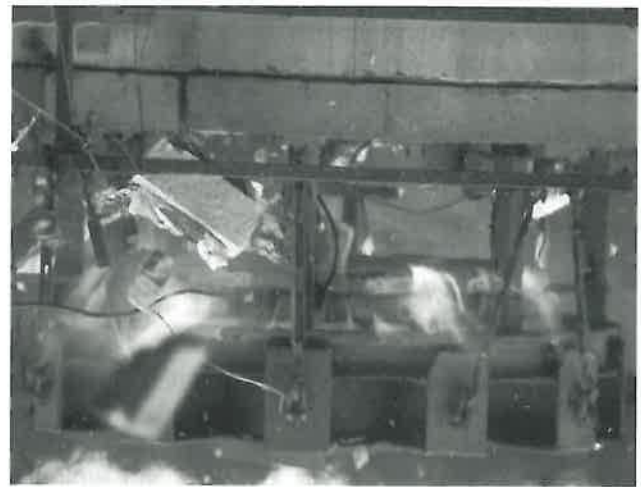


Abb. 11: Entlastung einer Gasexplosion

schematisch dargestellt. Dabei handelt es sich um eine senkrecht zu ihrer Fläche abhebende Platte, die lose auf die Entlastungsöffnung aufgelegt wird. Steigt infolge einer Explosion im Silo der Innendruck an, wird die Platte nach oben beschleunigt und gibt die Entlastungsfläche, das heißt: die Mantelfläche unterhalb der Platte bis zum Silokopf, frei. Die Platte muß jedoch zur Vermeidung einer Gefährdung der Umgebung wieder abgefangen werden. Dazu wurde eine Abfangkonstruktion (Abb. 10) entwickelt. Die durch den Stoß entstehenden Kräfte sind dabei relativ groß und müssen über die Abfangkonstruktion in die Silowand eingeleitet werden. Abb. 11 zeigt die reale Entlastungskonstruktion während einer Gasexplosion. Es wurde hier ein Bild einer Gasexplosion gewählt, da bei einer Staubexplosion durch die Entlastung sofort Staub aus dem Silo ausgetragen wird und somit die Kinematik der Abschlußorgane durch eine Staubwolke verdeckt wird. Dieses Bild vermittelt

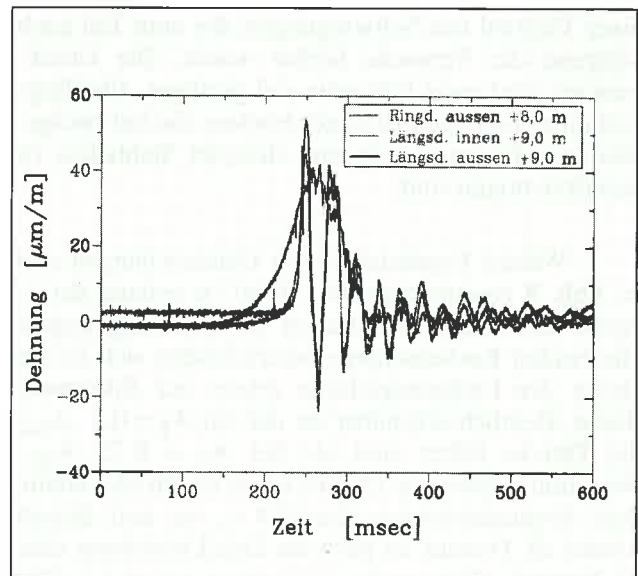


Abb. 12: Dehnungsverläufe in der Silowand



Abb. 13: Klappenkonstruktion bei einer Gasexplosion

außerdem einen Eindruck von den schon in einem kleinen Modellsilo auftretenden Kräften.

Gleiches geht aus dem Dehnungsverlauf in der Silowand nach **Abb. 12** hervor. Hier sind die Dehnungs-Zeit-Verläufe bei einer Staubexplosion mit der oben bereits erwähnten Abfangvorrichtung aufgetragen. Die Dehnungen in Ringrichtung sind wie bei den vorherigen Versuchen mit einer Membran als Entlastungsorgan proportional zu den Druckverläufen. Die Dehnungen in Längsrichtung resultierten dort vorwiegend aus dem Einfluß der Querdehnung. Dies hat sich durch die Entlastungskonstruktion geändert. Infolge des Stoßvorganges ergeben sich jetzt große Spitzen im Längsdehnungsverlauf

(**Abb. 12**). Der erste Peak resultiert aus dem Stoß der Platte an der Abfangkonstruktion und der zweite wird durch das Zurückfallen auf den Silokopf verursacht. Die so angeregte Schwingung klingt danach schnell ab. Die Maxima der Längsdehnungen sind sogar noch größer als die der Ringdehnung.

Ein andere untersuchte Entlastungskonstruktion ist die Klappenkonstruktion in **Abb. 13**. Diese Konstruktion hat den Vorteil gegenüber der vorherigen, daß dabei nur geringe Kräfte auf das Bauwerk resultieren. Allerdings wird die Entlastungsfläche infolge der geänderten Dynamik der Klappe langsamer freigegeben als vorher, so daß sich der Bemessungsdruck p_{red} geringfügig erhöht. Insgesamt erscheint der Aufwand bei dieser Lösung geringer als bei der ersten mit aufgelegter Platte.

4 Bemessungsvorschlag zur Ermittlung der Lasten aus Staubexplosion

Auf Grund der Erfahrungen infolge der durchgeführten experimentellen Untersuchungen wurden wir beauftragt, einen Entwurf einer Richtlinie zur Auslegung von Siloanlagen gegen Staubexplosionen

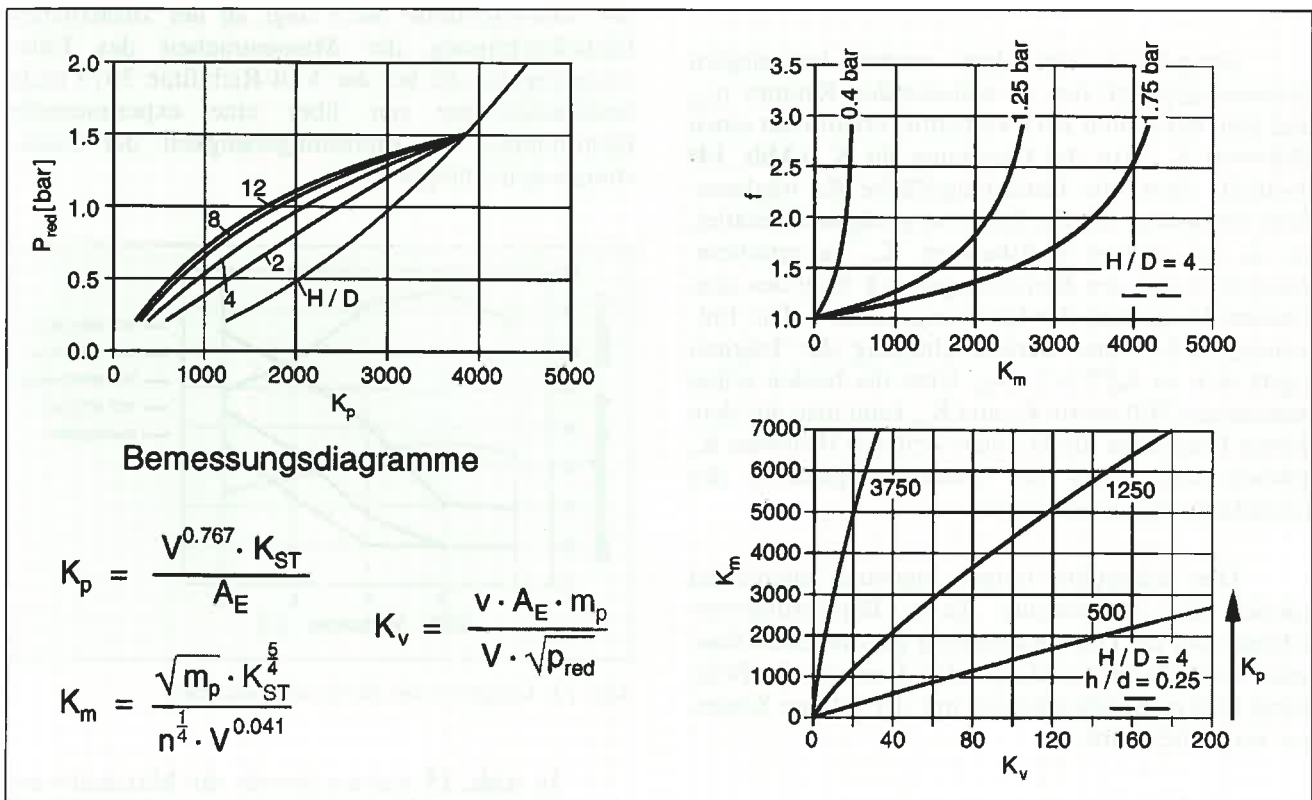


Abb. 14: Bemessungsvorschlag aus [11]

zu erarbeiten. Hierzu wurde ein Arbeitsausschuß gegründet, indem neben Professor Leuckel und Dipl.-Ing. Höchst, Engler-Bunte Institut, sowie den Verfassern noch Professor Radandt von der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (BNG) als zusätzlicher externer Experte und Baudirektor Schickanz vom Innenministerium Baden-Württemberg mitwirken. Ein entsprechender Entwurf wurde 1993 fertiggestellt und über das Innenministerium Baden-Württemberg an die Fachkommission Baunormung weitergeleitet. Der Entwurf [11] gliedert sich in drei Teile, der Richtlinie selbst mit allgemeinen Angaben, dem Anhang mit der Beschreibung des Bemessungsverfahrens und einem Beiblatt mit Lösungsbeispielen sowie einigen konstruktiven Anmerkungen.

Der prinzipielle Ablauf des Bemessungsverfahrens ist in **Abb. 14** angegeben. Das Verfahren gliedert sich in drei Diagramme. Das erste Diagramm (links oben) gibt direkt die Entlastungsfläche A_E bei trägheitsfreier Entlastung an. Dieser Teil beruht, bis auf geringe Änderungen, auf der Gleichung für homogene Staubverteilung der VDI-Richtlinie 3673 [13]. Mit dem zweiten Diagramm (rechts oben) wird ein Erhöhungsfaktor für die trägheitsbehaftete Entlastung bestimmt. Aus dem letzten Diagramm kann zusätzlich die Geschwindigkeit des Entlastungsorgans zur Bemessung der Anschlüsse und Rückhaltekräfte ermittelt werden. Der Bemessungsablauf wird im folgenden beschrieben.

Ausgehend von dem vorher festgelegten Bemessungsdruck des zu entlastenden Raumes p_{red} und dem bekannten H/D-Verhältnis erhält man einen Hilfwert K_p . Aus der Gleichung für K_p (**Abb. 14**) resultiert direkt die Entlastungsfläche für trägheitsfreie Entlastung. Ist die Entlastung trägheitsbehaftet, so ist ein zweiter Hilfsbeiwert K_m zu ermitteln. Zusammen mit dem Bemessungsdruck folgt aus dem zweiten Diagramm der Erhöhungsfaktor f . Die Entlastungsfläche unter Berücksichtigung der Trägheit ergibt sich zu $A_E^{tr\ddot{a}g} = f \cdot A_E$. Über die beiden schon bestimmten Hilfwerte K_p und K_m kann man aus dem dritten Diagramm direkt einen weiteren Hilfwert K_v ablesen und damit die Geschwindigkeit v des Entlastungsorgans errechnen.

Den konstruktiv tätigen Ingenieur interessiert speziell die Auswirkung dieses Bemessungsvorschlages auf die Dimensionierung der einzelnen Bauteile, weshalb im nachfolgenden Beispiel die Belastung infolge Staubexplosion mit der infolge Schüttgut verglichen wird.

Die Ausgangsparameter für die Geometrie des Silos und die Werte des Schüttgutes sind wie folgt:

Volumen	= 1000 m ³
Entlastungsfläche	= 0,8 · A _{Grundfläche}
Gewicht der Entlastungsfl.	= 20 kg/m ²
Schüttgut	= Mischgetreide
K_{ST}	= 89 ba · m/s
γ	= 8,0 kN/m ³
λ	= 0,6
μ	= 0,4
e_h	= 1,6
β	= 0,9

Variiert wird in der Berechnung das H/D-Verhältnis von 1 bis 12. Verglichen wurde die Horizontalbelastung infolge Schüttgut nach DIN 1055, T 6 [6] für Fülllasten und ungleichförmige Entleerungslasten mit der Horizontalbelastung infolge Staubexplosion nach der VDI-Richtlinie 3673 [13] für homogene und inhomogene Staubverteilung und der Horizontalbelastung infolge von Staubexplosion nach der oben genannten Richtlinie. Das Ergebnis ist in **Abb. 15** aufgetragen. Deutlich erkennbar ist, daß für H/D-Verhältnisse von 1 bis 8 die Belastung infolge ungleichförmiger Entleerung maßgebend wird und daß diese Richtlinie erst bei sehr schlanken Silos mit H/D größer 8 zum Tragen kommt. In dem Vergleich wurde schon berücksichtigt, daß es sich bei einer Staubexplosion um eine Katastrophenlast handelt, das heißt, zum Vergleich wurden die Lasten infolge von Staubexplosion durch den Sicherheitsbeiwert 1,75 geteilt. Daß sich nach der oben genannten Richtlinie höhere Bemessungswerte ergeben als nach der VDI-Richtlinie 3673 liegt an der zusätzlichen Berücksichtigung der Massenträgheit des Entlastungsorgans, die bei der VDI-Richtlinie 3673 nicht beziehungsweise nur über eine experimentelle Bestimmung der Entlastungsfähigkeit der Entlastungsorgane möglich ist.

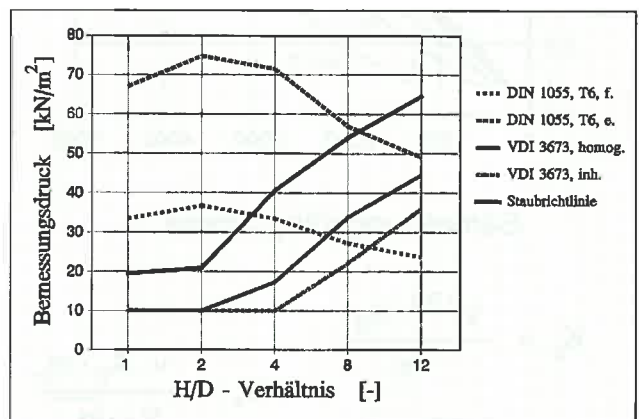


Abb. 15: Vergleich der Horizontalbelastung

In **Abb. 15** wurden jeweils die Maximalwerte der Horizontalbelastung miteinander verglichen. Bekanntlich wirkt dieser Druck infolge der Belastung

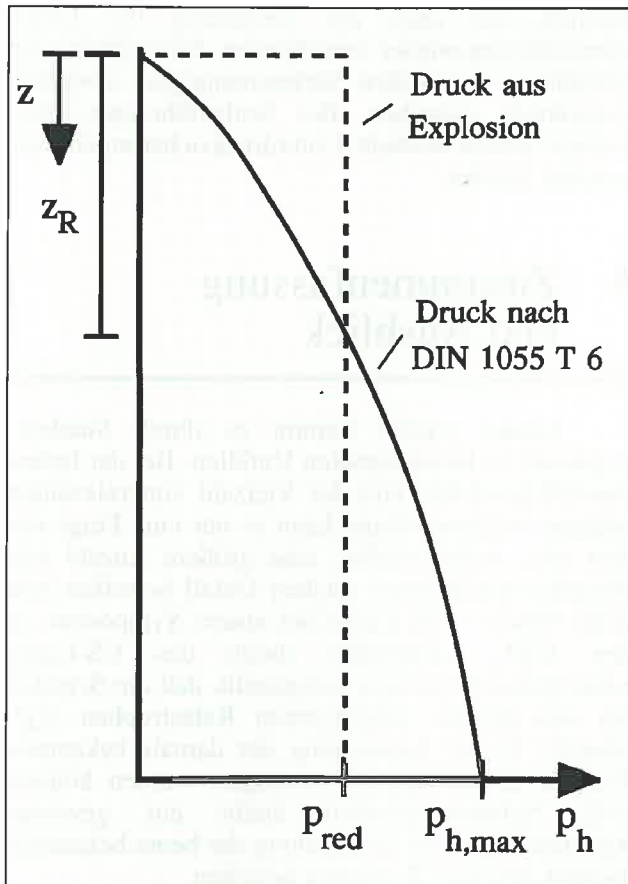


Abb. 16: Qualitativer Verlauf der Horizontalbelastung

aus Schüttgut nur ganz unten an der Silowand, da der Verlauf von 0 oben an der Silowand mittels einer e-Funktion nach unten bis zum Maximalwert zunimmt. Damit ist es möglich, die Bewehrung bei Stahlbetonsilos zu staffeln. Die Belastung aus Staubexplosion hingegen wird als konstant über die ganze Wandhöhe angenommen (vgl. Abschn. 3). Qualitativ ist dies in **Abb. 16** aufgetragen. Daraus folgt, daß, auch wenn die Belastung aus Staubexplosion nicht größer ist als die maximale Belastung aus Schüttgut, sie doch bis zu einer Tiefe z_R maßgebend wird. Dies ist bei einer Staffelung der Bewehrung entsprechend zu berücksichtigen.

5 Bautechnische Belange

Maßnahmen, die das Entstehen von Staubexplosionen verhindern, sind grundsätzlich der Minimierung des Schadens beim Auftreten einer Staubexplosion vorzuziehen. Solche Maßnahmen sind in der Praxis jedoch nicht oder nur mit großem Aufwand zu realisieren. Die andere Möglichkeit, die raumabschließenden Bauteile gegen p_{max} auszulegen, ist wegen des großen Aufwandes nur in Einzelfällen und bei relativ kleinen Volumen sinnvoll. Bei druck-

entlasteten Staubexplosionen ist im Gegensatz zu den beiden anderen Methoden eine Gefährdung der Umgebung durch austretende Druckwellen oder Flammenfronten nicht gänzlich auszuschließen. Entsprechend sollten Entlastungseinrichtungen nur in Teilen der Umgebung wirksam werden, die von Personen wenig frequentiert werden.

Für die Entlastungseinrichtungen bieten sich drei Mechanismen sowie Kombinationen dieser an. Zum ersten die Berstmembran, die die Entlastungsöffnung nach einem bestimmten Ansprechdruck nahezu masselos freigibt und zum anderen massebehaftete Konstruktionen, wie Deckel (**Abb. 10**) oder Klappen (**Abb. 13**). Ferner ist es auch möglich, an solche Entlastungskonstruktionen Rohre oder Umlenkkonstruktionen anzuschließen, um die oben beschriebenen Auswirkungen der Entlastung weiter- oder umzulenken.

Die Wahl der Entlastungseinrichtung hat einen großen Einfluß auf den Bemessungsdruck p_{red} . Aber auch durch eine geeignete konstruktive Durchbildung der einzelnen Bauteile läßt sich eine Verringerung der auftretenden Belastungen erreichen.

Wie schon aus den (in Abschn. 2) vorgestellten Unfällen hervorging, kommen die großen Schäden meist infolge von Sekundärexplosionen zustande. Das heißt, durch eine Primärexplosion wird der vorhandene Staub aufgewirbelt und es entsteht eine hohe Turbulenz des Staub-Luftgemisches wobei es zusätzlich noch verdichtet wird. Daraus resultieren dann ideale Bedingungen für Sekundärexplosionen mit sehr großer Heftigkeit. Dies ist schematisch in **Abb. 17** dargestellt. Deshalb sollten die einzelnen Räume in einer Anlage explosionstechnisch von einander getrennt sein. Die Räume sollten vorzugsweise direkt ins Freie entlastet werden. Ist dies nicht möglich, so sollte die Entlastung auf kürzestem Wege und über möglichst wenig Räume ins Freie gehen.

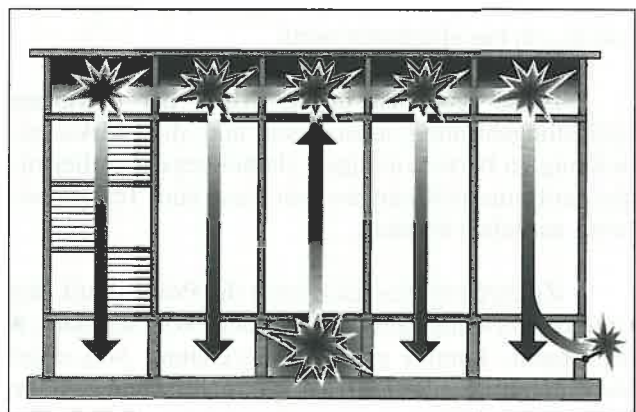


Abb. 17: Kettenreaktionen in Siloanlagen, ausgelöst durch Sekundärexplosionen

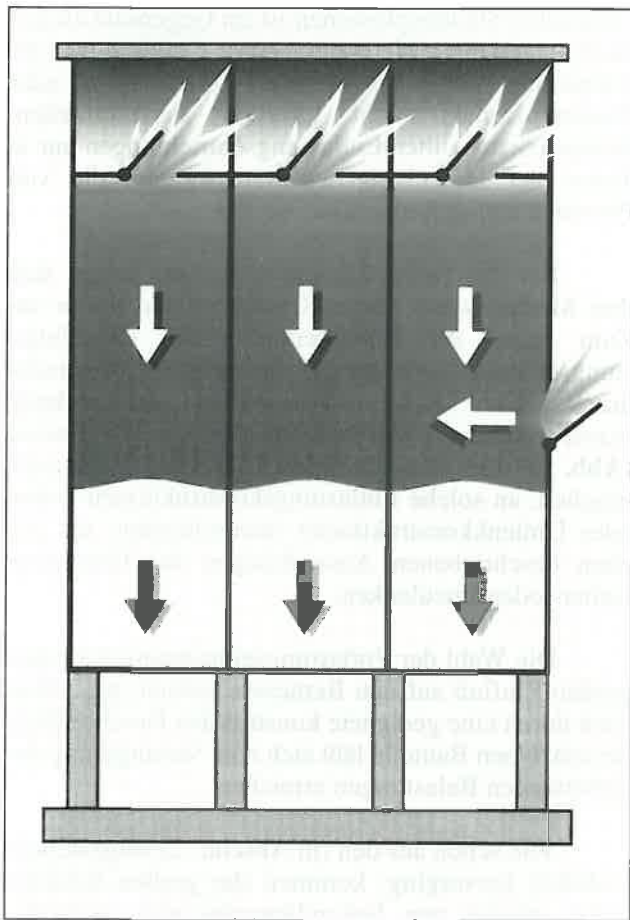


Abb. 18: Vertikale und horizontale Zusatzkräfte infolge der Entlastung

Weiter ist auch noch zu berücksichtigen, daß aus einer Entlastung Rückstoßeffekte entstehen (Abb. 18). Diese wirken immer entgegen der Entlastungsrichtung, das heißt, es können vertikale und horizontale Zusatzkräfte entstehen. Vereinfacht können diese nach folgendem Ansatz ermittelt werden:

$$F_R = 0,15 \cdot A_E^i \cdot p_{red}$$

wobei F_R sich in MN ergibt, wenn A_E^i in m^2 und p_{red} in bar eingesetzt wird.

Diese Kraft ist in der Mitte der einzelnen Entlastungsöffnung anzusetzen und die Wirkungsrichtung zu berücksichtigen, da bei gegenüberliegenden Entlastungsöffnungen sich diese zum Teil gegenseitig aufheben können.

Zuletzt soll hier auch noch die Problematik des Unterdruckes angesprochen werden. Wie aus Abb. 8 hervorgeht, kommt es bei Verwendung von einer Berstmembran als Entlastungsorgan schon alleine durch eine Zündung in der Nähe der Entlastungseinrichtung zu geringen Unterdrücken. Bei der Verwendung von massebehafteten Entlastungs-

organen, die nach der Entlastung die Entlastungsöffnung wieder verschließen, kann infolge der Abkühlung der heißen Verbrennungsgase ebenfalls Unterdruck entstehen. Bei beulgefährdeten Bauwerken sollten deshalb Unterdrucksicherungen vorgesehen werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Immer wieder kommt es durch Staubexplosionen zu katastrophalen Unfällen. Bei der hohen Besiedlungsdichte und der Vielzahl von relevanten Anlagen in Deutschland kann es nur eine Frage der Zeit sein, wann wieder eine größere Anzahl von Personen durch einen solchen Unfall betroffen sein wird. Schon 1978 wurde bei einem Symposium in den USA, veranstaltet durch das US-Landwirtschaftsministerium, festgestellt, daß die Schäden bei den damals aufgetretenen Katastrophen (vgl. Abschn. 2) bei Anwendung der damals bekannten Technik hätten deutlich verringert werden können [10]. Selbstverständlich bleibt ein gewisses Restrisiko auch bei Anwendung der heute bekannten Technik bei einer Explosion bestehen.

In der Störfallverordnung vom 20. September 1991 [14] wird schon heute eine Auslegung von Siloanlagen gegen Staubexplosionen gefordert. Dort wird in § 2 angeführt:

„Störfall im Sinne dieser Verordnung ist eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs, bei der ein Stoff nach den Anlagen II, III oder IV durch Ereignisse wie größere Emissionen, Brände oder Explosionen sofort oder später eine ernste Gefahr hervorruft.“

In der Anlage II sind neben anderen Stoffen auch explosionsfähige Staub-/Luftgemische aufgeführt.

Die Verfasser sind deshalb der Meinung, daß zumindest bei neu zu errichtenden Siloanlagen mit explosionsfähigen Schüttgütern die Staubexplosion als Katastrophenlastfall zu berücksichtigen ist. Wie gezeigt wurde, ist der Bemessungsdruck p_{red} aus Staubexplosion in vielen Fällen nicht maßgebend für die Bemessung. Einzig bei einer Staffelung der Horizontalbewehrung kommt es dann zu geringen Auswirkungen. Allerdings müssen konstruktive Maßnahmen, wie Entlastungskonstruktion, Berücksichtigung von Rückstoßkräften oder explosionstechnische Trennung der einzelnen Räume, getroffen werden.

7 Literatur

- [1] Bartknecht, W.: Staubexplosionen, Ablauf und Schutzmaßnahmen; Berlin, Springer-Verlag, 1987.
- [2] Beck, H., Jeske, A.: Dokumentation Staubexplosionen; BIA-Report 4/82, 1982.
- [3] Beck, H., Jeske, A.: Dokumentation Staubexplosionen; BIA-Report 2/87, 1987.
- [4] BIA: Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben; Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1987.
- [5] Cashdollar, K., Hertzberg, M.: Industrial Dust Explosions; Symp. on Industrial Dust Explosions, ASTM STP958, Philadelphia, 1987.
- [6] DIN 1055, T6 Lastannahmen für Bauten – Lasten in Silozellen; Beuth Verlag, Berlin, 1987.
- [7] Eibl, J., Leuckel, W., Klein, E., Höchst, S.: Experimentelle Studien an einer Versuchssiloanlage zur Druckentlastung von Staubexplosionen; Arbeits- und Ergebnisbericht für 1987-1989; SFB 219, Karlsruhe, 1990.
- [8] Eibl, J., Leuckel, W., Ockert, J., Höchst, S.: Experimentelle Studien an einer Versuchssiloanlage zur Druckentlastung von Staubexplosionen; Arbeits- und Ergebnisbericht für 1990-1992; SFB 219, Karlsruhe, 1993.
- [9] Eibl, J., Leuckel, W.: Bautechnische Maßnahmen zur Schadensminderung bei Staubexplosionen; Abschlußbericht, Karlsruhe, 1993.
- [10] Schadenspiegel, 22. Jahrgang, Heft 1; Münchner Rückversicherungsgesellschaft, 1979.
- [11] Richtlinie zur Auslegung von Siloanlagen gegen Staubexplosionen; Entwurf vom September 1993; Institut für Massivbau, Universität Karlsruhe, 1993.
- [12] Radandt, S.: Staubexplosionen in Silos; Symposium 12; BNG, Mannheim, 1983.
- [13] VDI 3673 Druckentlastung von Staubexplosionen; VDI-Richtlinie, Beuth-Verlag, Berlin, 1992.
- [14] Störfallverordnung, Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung) – 12. BImSchV -

Die Baufirmen haben am Vier-Augen-Prinzip ein ausgeprägtes Interesse

Die Bautechnische Prüfung und Überwachung aus der Sicht einer großen Bauunternehmung

Die Tätigkeit des Prüfindgenieurs dient in erster Linie der Fehlervermeidung. In ehrlicher Würdigung der Einsicht, daß menschlichem Tun Irrtümer und Fehler immanent sind, wird das Prinzip der Vier-Augen-Prüfung allseits anerkannt und akzeptiert. Das liegt auch – und vor allem – an der Qualität der Arbeit, die die Prüfindgenieure leisten. Dennoch gibt es immer wieder Anlaß zu Kritik. Vor allem den großen Baufirmen, in denen sehr viele sehr hervorragende Ingenieure wirken, stellen sich in praxi immer wieder Situationen und Fälle dar, in denen der Prüfindgenieur nicht ihren Erwartungen entspricht. Gefragt sind weniger die Prüfindgenieure, die ihre objektiv starke Rolle selbstherrlich ausspielen, auch nicht diejenigen, die es beim grünen Abstempeln der eingereichten Unterlagen belassen, gefragt ist der mitdenkende Kollege, der Hand in Hand zur Optimierung beiträgt. Der folgende Beitrag, der auch einige kritische und bedenkenswerte Urteile über die Tätigkeit mancher Prüfindgenieure enthält, beschreibt, welche praktischen Erfahrungen ein technischer Manager einer großen Bauunternehmung im Lauf seiner bisherigen beruflichen Karriere mit den Prüfindgenieuren gemacht hat.

Dr.-Ing. Jürgen Schnell



studierte bis 1979 Bauingenieurwesen an der TH Darmstadt und ging dann in die Technische Abteilung der Philipp Holzmann AG in Frankfurt, zu deren Leiter er 1994 avancierte; 1982 bis 1984 war er wiss. Mitarbeiter bei Prof. König (Institut für Massivbau der TH Darmstadt), wo er 1987 promovierte; er gehört zahlreichen Fachausschüssen an und ist Lehrbeauftragter für Fugenloses Bauen an der Ruhruniversität Bochum.

1 Blickwinkel eines großen Bauunternehmens

Wenn die Sichtweise einer großen Bauunternehmung dargestellt werden soll, dann ist zunächst zu berücksichtigen, daß sich auch innerhalb eines Unternehmens vier wesentliche unterschiedliche Blickwinkel ergeben.

Da ist erstens das Bauunternehmen als Planer, meist als Ausführungsplaner. Hier ergibt sich eine Rolle, die der des Beratenden Ingenieurs nicht unähnlich ist, wenn man davon absieht, daß die Technischen Büros der Baufirmen meist noch weniger Planungsvorlauf erreichen können, als dies bei Beratenden Ingenieuren der Fall ist. Dazu kommt oft noch der Druck, ein im Rahmen der Angebotsbearbeitung selbst erstelltes knappes Massengerüst einhalten zu müssen. Dann zweitens die Sicht der Baustelle, die darauf angewiesen ist, daß die erforderlichen Abnahmen sachkundig und termingerecht erfolgen. Als Investor sind große Bauunternehmen drittens in vielen Fällen selbst Bauherr.

Und viertens treten sie auch mehr und mehr als Betreiber von Gebäuden und Anlagen auf. Neben Wohn- und Geschäftshäusern sind führende Bauunternehmen heute an zahlreichen Kläranlagen, Kanalnetzen, Bodenreinigungszentren, Müllverbrennungsanlagen und an vielen anderen Projekten beteiligt.

Vor diesem Hintergrund sind die nachfolgenden Anmerkungen zur Rolle des Prüfindgenieurs zu sehen.

2 Die Rolle des Prüfindgenieurs

Oftmals ergeben sich bei ausgeschriebenen Bauvorhaben bereits in der Angebotsphase Berührungspunkte mit den Prüfindgenieuren. Gegen

den Widerstand eines Prüfindgenieurs lassen sich erfahrungsgemäß weder Sondervorschläge noch Massenreduzierungen durchsetzen. Darüberhinaus ist die Bereitschaft des Prüfindgenieurs erforderlich, die mit solchen Umstellungen verbundenen engen terminlichen Randbedingungen mitzutragen.

Sehr gute Zusammenarbeit gibt es erfahrungsgemäß mit Prüfindgenieuren, die tatsächlich – so wie in der Bauprüfverordnung eigentlich gefordert – mindestens ein Jahr lang als Bauleiter bei Ingenieurbauten tätig gewesen sind. Es versteht sich von selbst, daß diese Phase nicht tatsächlich in jedem Lebenslauf enthalten sein kann, und es ist auch nachvollziehbar, wenn in Zukunft die Formulierung *Bauüberwachung* statt *Bauleitung* in den Zulassungskriterien gewählt wird. Dies ändert aber nichts daran, daß echte Baustellenerfahrung unschätzbare Vorteile bei der Bewertung bautechnischer Fragen unter Berücksichtigung baubetrieblicher Abläufe bietet.

Jedenfalls ist es vorteilhaft, wenn Prüfindgenieure und ihre Mitarbeiter regelmäßig selbst Aufsteller statischer Berechnungen sind. So wird der Effekt vermieden, den man von einigen Deutschlehrern kennt, die zwar reichlich Verbesserungsvorschläge zur Ausdrucksweise ihrer Schüler parat haben, die sich aber bei der Formulierung selbstverfaßter Schriftstücke schwer tun.

In allen Phasen der Zusammenarbeit gilt: Nicht nur Bauunternehmen sondern auch Prüfindgenieure haben einen „Ruf“ – dies gilt sogar für einzelne Mitarbeiter. Die einen gelten als kooperativ, schnell, sachkundig andere – wenige – als pingelig und paragrafenreitend (zum Beispiel: Prüfeintrag Zulage 3 x 8 mm in einem Bohrfahl von 1 m Durchmesser) und einzelne sogar als schwierig. Bei letzteren erinnert der grüne Stempel an die Pfeife des Schiedsrichters, die ja als ein Instrument gilt, das dazu verleitet, andere danach tanzen zu lassen.

Nicht verschwiegen werden sollen echte Problemfälle:

- Da gibt es Prüfindgenieure, die grundsätzlich geprüfte Pläne erst nach Abschluß der Rohbauarbeiten in Umlauf bringen und die sich dadurch die Möglichkeit offen halten, bei der Bewehrungsabnahme vor Ort die Bauleitung mit immer neuen Forderungen zu überraschen.
- Es gibt auch Prüfer, die sich weigern, ein Fundament freizugeben, bevor nicht die letzte Aussparung im Dachgeschoß nachgewiesen ist.

- Es gibt Mitarbeiter von Prüfindgenieuren, die bei ihren Besuchen auf der Baustelle am liebsten so hofiert werden würden, wie es von einem jeden Mitglied eines regierenden europäischen Herrscherhauses als peinlich empfunden würde.

- Es gibt Prüfindgenieure, die Pläne als fehlerhaft beanstanden, und es dem Aufsteller ausdrücklich überlassen, die Fehler selbst zu suchen.

- Und schließlich gibt es Prüfer, deren Ansichten über erforderliche Bewehrungsmengen vom üblichen soweit abweichen, daß Mehrmassen speziell für sie bereits in der Angebotsphase einkalkuliert werden müssen.

Dies sind aber zum Glück nur Einzelercheinungen, die allerdings dem Ansehen des Berufsstandes nicht gerade förderlich sind.

Laut Bauprüfverordnung darf sich der Prüfindgenieur der Mithilfe befähigter und zuverlässiger Mitarbeiter bedienen. Deren Zahl muß so begrenzt sein, daß er ihre Tätigkeiten in vollem Umfang überwachen kann. Die Prüfung durch freie Mitarbeiter in deren eigenen Büros sollte vor diesem Hintergrund dem Ausnahmefall vorbehalten sein.

Natürlich spielen auch die Motive, die einen Ingenieur dazu gebracht haben, sich um eine Prüflizenz zu bewerben bei einem späteren Abarbeiten der Prüfaufträge eine Rolle. War ausschließlich wirtschaftliches Interesse maßgebend, so sind dies recht schlechte Voraussetzungen.

Daran knüpft unmittelbar die Frage an, wer den jeweils geeigneten Prüfindgenieur eigentlich bestimmen soll. Die bautechnischen Prüfungsverordnungen der Länder geben vor, daß die Bauaufsichtsbehörden die Prüfaufträge nach Fähigkeit vergeben sollen.

Insgesamt ist die Praxis von Kommune zu Kommune erstaunlich unterschiedlich. Mancherorts gelingt es einem Bauherrn leicht, den Prüfer seiner Wahl zugeteilt zu bekommen. In anderen Städten ist das genaue Gegenteil der Fall. In den Neuen Bundesländern ist an einigen Stellen zu beobachten, daß der durchaus verständliche Ehrgeiz, alles vor Ort prüfen zu wollen, zu erheblichen Kapazitätsengpässen führt.

Zur unterschiedlichen Vergabep Praxis an Prüfindgenieure kommen weitere erstaunliche regionale Besonderheiten, die man schon bei der Preisbildung kennen muß, wenn man später keinen Schiffbruch

erleiden will. Zu nennen ist hier zum Beispiel nur die unterschiedliche Auffassung der Länder hinsichtlich der Anerkennung der in den Heften des DAfStb enthaltenen Bemessungsregeln. Aber nicht immer kennen alle Prüflingenieure die Auslegungen ihrer obersten Baubehörden.

Es ist anzuerkennen, daß es bei dem Zulassungsverfahren für Prüflingenieure mit rechten Dingen zugeht. Erbhöfe wären fatal. Daß die Zahl der befähigten Bauingenieure größer ist als die Zahl der zugelassenen Prüflingenieure ist sicher unbestritten.

Prüflingenieure genießen erfahrungsgemäß bei Bauherren aufgrund ihrer Unabhängigkeit und verbrieften fachlichen Kompetenz eine große Wertschätzung. Entsprechend schwer wiegt ihr Urteil, wenn Sachfragen kontrovers diskutiert werden. Dies schmerzt in Einzelfällen, wenn die sachlich besseren Argumente einmal auf der Gegenseite liegen.

Auch bei allgemeinen Äußerungen bezüglich der Leistungsfähigkeit und der personellen Besetzung von Unternehmen sollten Prüflingenieure immer bedenken, daß ihr Urteil bei allen Beteiligten besonders ernst genommen wird. Nur in Einzelfällen mangelt es hier an der gebotenen Zurückhaltung.

3 Die Aufgaben des Prüflingenieurs

Was sind nun eigentlich die Aufgaben des Prüflingenieurs?

Aufgabe ist es, sicherzustellen, daß die rechnerische und die tatsächliche Standsicherheit eines Bauwerks und seiner Bauteile ausreichend groß sind. Soweit im Prüfauftrag enthalten, muß die schlüssige Umsetzung in Ausführungszeichnungen und in der Bauausführung überprüft werden. Weiterhin sollen die eingereichten Unterlagen hinsichtlich geltenden Bestimmungen bezüglich Brand-, Wärme- und Schallschutz überprüft werden.

Eines kann vorweggenommen werden: bezüglich der Notwendigkeit von technischen Prüfungen und Überwachung besteht kein grundsätzlicher Zweifel, schon gar nicht in bezug auf Standsicherheit und Brandschutz.

Eine unabhängige Prüfung der Standsicherheitsnachweise macht aber nur dann Sinn, wenn damit die Aufdeckung möglichst aller wesentlichen Fehler verbunden ist. In *Der Prüflingenieur* war zu

lesen, daß nach einer Erhebung, die die Landesvereinigung der Prüflingenieure Baden-Württemberg bei ihren Mitgliedern durchgeführt hat, nahezu bei jeder dritten Prüfung schwere oder schwerste Fehler festgestellt worden sind. Nach der gleichen Quelle sind in den bautechnischen Unterlagen von drei Prozent der Bauten schwerste Fehler gefunden worden, in deren Folge Einstürze und Personenschäden aufgetreten wären.

Letzteres darf bezweifelt werden, denn selbst wenn im Rahmen der Prüfung fünf von sechs schwersten Fehlern aufgedeckt würden, würde dies bedeuten, daß es bei jedem zweihundertsten Bauvorhaben zu Einstürzen und Personenschäden käme. Dies ist gottlob nicht der Fall. Eine wirklich unabhängige Untersuchung zu diesem Thema würde sicher große Aufmerksamkeit finden.

Insgesamt sind die vorgenannten Aussagen jedenfalls keine Empfehlung für die Beratenden Ingenieure, zu denen die meisten der Prüflingenieure im übrigen auch gehören.

Andererseits wissen viele Aufsteller von statischen Berechnungen von Fällen zu berichten, in denen der Prüflingenieur schwere oder schwerste Fehler übersehen hat. Fehler, die in anderem Zusammenhang erst später bewußt geworden bzw. aufgedeckt worden sind.

Der ADAC veranstaltet regelmäßig Verbrauchertests, bei dem manipulierte Kraftfahrzeuge in Autowerkstätten gefahren werden und nach der durchgeführten Inspektion untersucht wird, inwieweit eingebaute Fehler entdeckt worden sind. Die Schadenfreude in der Leserschaft ist dann regelmäßig groß, da die vorgegebenen Fehler eben nur teilweise gefunden werden.

Es ist zu vermuten, daß ein vergleichbarer Test bei Prüflingenieuren grundsätzlich ähnlich verlaufen würde. Es gibt gute Prüflingenieure, die einen Großteil der Fehler sicher bemerken würden und es gibt Prüflingenieure, denen die eingebauten Fehler teilweise entgehen würden, sei es, weil die Prüfung nicht mit der erforderlichen Intensität durchgeführt wird oder sei es, weil die Qualifikation der eingesetzten Mitarbeiter nicht ausreicht.

In jedem Fall bleibt festzuhalten, daß ein Prüflingenieur, der alles und jedes grün abstempelt, ohne die aufgestellten Nachweise mit ausreichender Gründlichkeit hinterfragt zu haben, auch aus Sicht des Aufstellers nicht optimal arbeitet.

Es wird vielfach moniert, daß in einigen Bundesländern die Prüfung von Einfamilienhäusern

bereits abgeschafft wurde. Aber: werden bei der Prüfung von Einfamilienhäusern wirklich alle Fehler aufgedeckt? Geben sich die Prüffingenieure nicht vielfach zufrieden mit einem Berg von EDV-Ausdrucken in dem zwar Auflagerkräfte und Schnittgrößen ausgedruckt sind, aber Lagerausbildungen, Knotenverbindungen im Holzbau, Aussteifung von Balkendecken und Dächern glatt fehlen? Als Übungsmaterial für Berufsanfänger und Werkstudenten sind solche Bauaufgaben jedenfalls nicht geeignet.

Wirklich schlimm ist, daß geprüfte Statiken bei Einfamilienhäusern einfach abgeheftet werden und Maurermeister dann das Bauwerk so ausführen, wie es ihnen am wirtschaftlichsten erscheint: zum Beispiel Einbau von Deckenfertigteilen, wo in die Kellerdecke beidseits eingespannte Decken gerechnet wurden und ähnliches. Eine statische Prüfung ohne konsequente Ausführungsüberwachung ist in solchen Fällen ziemlich wertlos.

Auf die Ausführbarkeit sollte bei der Prüfung der Unterlagen insgesamt mehr geachtet werden, als dies bisher von einigen praktiziert wird. Reine „Statiker“ sind ebenso wie reine „Prüf-Statiker“ fehl am Platze. Der Streit über die Stellen hinter dem Komma ist bei Schnittgrößen und Bewehrungsmengen müßig. Rechenprogramme täuschen Genauigkeiten vor, die durch das tatsächliche Tragverhalten stark relativiert werden. Viel wichtiger als penibles Befolgen von Vorschriften für die Kurzzeitstandsicherheit ist sachgerechter Umgang mit allen beteiligten Werkstoffen. Der Ausführbarkeit, der Dauerhaftigkeit und den Knotenpunkten – Stützen mit Brüstung, Haupt- mit Nebenunterzug et cetera – gehört in der Planung größte Aufmerksamkeit. Dies gilt auch bei der Prüfung bautechnischer Unterlagen. Zu große und geometrisch nicht verträgliche Einbauteile und Bewehrungsgewirr führen zu mangelhafter Betonierbarkeit und Lunkern an Stellen höchster Beanspruchung: hier sind auch Prüffingenieure zuständig. Unabhängig prüfen heißt auch, solche Punkte unabhängig zu durchdenken beziehungsweise auf ausreichende Detaillierung zu bestehen. Tatsache ist: auch in von Prüffingenieuren freigegebener Planung liegt hier vieles im Regen.

Wohlverstanden: Es gab und gibt ohne jede Frage herausragende und sehr gute Prüffingenieure, die auch als Beratende Ingenieure ganz wesentlich zur Entwicklung der Bautechnik beigetragen haben. Auch Bauunternehmen mit ihren Technischen Büros haben Grund dankbar zu sein, für das Aufdecken von Rechenfehlern oder falschen Ansätzen. Deshalb wird bei Auslandsaufträgen die Prüfung der Standsicherheit regelmäßig – sozusagen freiwillig – an Prüffingenieure vergeben, oder es wird zumindest hausintern unabhängig geprüft.

Schwierig wird es, wenn mit einer Prüfung Teilaufgaben verbunden sind, die außerhalb des Erfahrungsbereiches des Prüffingenieurs liegen. Klassisches Beispiel hierfür, sind die im besonderen Maße von Ausführungserfahrungen geprägten Verbau-Konstruktionen. Sowohl bei der Abnahme auf der Baustelle als auch im Hinblick auf statische Nachweise werden hier gelegentlich Forderungen gestellt, die einem Fachmann zu erkennen geben, daß der Prüfer Neuland betritt. Es gibt Fälle, in denen Masivbauprüfer – oder deren von keinerlei Selbstzweifel geplagten Mitarbeiter – alterfahrene Spezialtiefbauer schier zur Verzweiflung getrieben haben. Hier wird die Bereitschaft erwünscht, sich auf geeignete Weise sachkundig zu machen, was in den meisten Fällen ja auch geschieht.

Unbestritten ist, daß die den Prüffingenieuren beigestellten Unterlagen in vielen Fällen nicht von ausreichender Qualität und Vollständigkeit sind. Hauptübel – und zugleich die größte Ressource bei der Suche nach Verbesserung von Planungsabläufen – sind Zeitdruck und die unselige Trennung von Genehmigungs- und Ausführungsplanung.

Es ist beispielsweise im Hochbau schlichtweg unsinnig, bereits zum Zeitpunkt des Bauantrages dem Aufsteller eine vollständige Genehmigungsstatik abzuverlagen, obwohl der Architekt über eine vage 1:100-Planung nicht hinausgekommen und der Haustechniker noch nicht einmal beauftragt worden ist. Eine mühselige Doppelbearbeitung ist die unvermeidbare Folge. Auch Prüffingenieure sollten sich dafür einsetzen müssen, daß in solchen Fällen zum Bauantrag nur ein pauschaler Standsicherheitsnachweis bis zur Gründung gefordert wird und die Einzelnachweise erst zu und in voller Übereinstimmung mit den Ausführungszeichnungen erbracht werden müssen. Genehmigungs- und Ausführungsplanung gehören dabei in eine Hand.

Manche Beratende Ingenieure sehen ihren wirtschaftlichen Vorteil gerade darin, eine möglichst oberflächliche Genehmigungsstatik zu erstellen und die restlichen 42 HOAI-Punkte – mit nicht selten fatalen Folgen für die Bauausführung – Billigstanbiotern zu überlassen. Leider hat sich für die Höherbewertung der Ausführungsplanung in der HOAI bisher keine wirkungsvolle Lobby zusammengefunden.

Die Prüfung der Gebrauchsfähigkeit eines Tragwerkes gehört vor dem Hintergrund der Schutzziele der Bauordnung (nämlich öffentliche Ordnung und Sicherheit) grundsätzlich nicht zu den Aufgaben eines Prüffingenieurs. Trotzdem sind zutreffende Hinweise zum Beispiel zu bedenklichen Verformungen jederzeit willkommen.

Schwieriger wird es bei der Wahl geeigneter Mindestbewehrungsmengen. Bekanntlich lassen hier die anerkannten Regeln der Bautechnik in vielen Fällen Interpretationsspielraum. Neben Rechenkünsten sind vor allem Erfahrung unter Berücksichtigung baubetrieblicher Abläufe und die Beeinflussung von Betonrezeptur, Einbau und Nachbehandlung des Betons für das Ergebnis entscheidend. Dazu kommt das legitime Abwägen des Risikos der Inkaufnahme größerer Rißbreiten in Relation zu dem dann erforderlichen Verpreßaufwand. Die endgültige Entscheidung muß aber in solchen Fällen bei denjenigen liegen, die die Gewährleistung und damit die wirtschaftlichen Folgen zu tragen haben. Dies gilt, sofern dem nicht vertragliche Regelung entgegenstehen. Selbstverständlich ist dabei darauf zu achten, daß Korrosionsschutz und Kraftübertragung in den Rissen jederzeit sichergestellt sind.

In der Praxis kommt es bezogen auf die erforderlichen Mindestbewehrungen des öfteren zu kontroversen Diskussionen, bei denen der Prüfmgenieur, der sich höhere Bewehrungsmengen gewünscht hätte, den Bauherrn mit Hinweisen auf ein „größeres Risiko“ und so weiter verschreckt. Hier ist mehr Zurückhaltung angezeigt, zumal dadurch die berechtigten wirtschaftlichen Interessen ausführender Firmen empfindlich berührt werden. Dies gilt, obwohl sicher manche Beispiele benannt werden können, bei denen das Nichtbefolgen des Rates eines Prüfmgenieurs für die Gebrauchsfähigkeit des Bauwerks abträglich war.

Zu einer verkehrten Welt kommt es dagegen gelegentlich, wenn ein Prüfmgenieur per Zusatzbeauftragung auch mit der Prüfung der Wirtschaftlichkeit beauftragt wurde. Mitunter ist es erstaunlich, wie sehr die Rolle, die jemand zu spielen hat, auch den fachlichen Blick verändern kann.

Die Prüfung von Brand-, Wärme- und Schallschutz gehört seit längerer Zeit zum Aufgabengebiet der Prüfmgenieure. Die Prüfung könnte gelegentlich intensiver sein; zum Beispiel im Hinblick auf den baulichen Brandschutz dürfte in manchen Fällen bei Bauteilabmessungen und Betondeckungen aktiver mitgedacht werden.

Zum Thema Schallschutz fehlt darüberhinaus Aufstellern, aber auch Mitarbeitern von Prüfmgenieuren oft die fachliche Grundlage, um über das Abarbeiten von unverdauten Tabellenwerten hinauszukommen. Der Kenntnisstand über bauphysikalische Probleme ist bei Bauingenieuren leider – im Vergleich zur Gleichgewichtslehre – immer noch unterentwickelt. Entsprechend weitverbreitet sind die Bauschäden infolge Mißachtung bauphysikalischer Zusammenhänge. Die übliche Prüfung von

Schall- und Wärmeschutz hat hier kaum Fortschritte gebracht.

4 Werden die Prüfmgenieure durch die QM-Systeme der Baufirmen überflüssig?

Dies ist zunächst eine durchaus berechtigte Frage: schließlich beinhaltet Qualitätsmanagement eine uneingeschränkte Null-Fehler-Strategie. Dies bedeutet für Planer: Erstellung fehlerfreier Ausführungsunterlagen und für Baustellen: plangetreue, fehlerfreie Bauwerkserstellung.

Und eine solche Strategie zur „ordentlichen Unternehmensführung“ ist auch dringend erforderlich.

Denn vollkommen unbestritten ist, daß es im Baugewerbe mit seinen Besonderheiten hinsichtlich der fortlaufenden Erstellung von Unikaten verstärkt auch infolge zunehmenden Mangels an Fachpersonal ein großes Fehlerpotential gibt. Der überall akzeptierte Satz „Wir haben nie Zeit, es richtig zu machen aber immer Zeit, es nochmal zu machen“ spricht für sich selbst.

Es ist unbestritten, daß Fehlerfrüherkennung oder die Fehlervermeidung eine denkbar geeignete Strategie ist, um die Wettbewerbsfähigkeit eines Bauunternehmens spürbar zu verbessern. Dies gilt nicht nur für Baufirmen, sondern im übertragenen Sinne genauso für Ingenieurbüros.

Die überragenden Vorteile der Qualitätssicherung selbst sind:

- Ganzheitlicher Ansatz einer Strategie zur Vermeidung von Fehlern unter Berücksichtigung der Qualifikation und Motivation der Mitarbeiter.
- Der Grundgedanke der ständigen Verbesserung als Unternehmensziel.
- Die Bereitschaft, aus Fehlern lernen zu wollen.
- Stärkung der Eigenverantwortung bei denjenigen, die die Folgen ihrer Entscheidungen selbst zu tragen haben.

Aber: Qualitätssicherung umfaßt auch unbestritten ein notwendiges Maß an Kontrollen. Die Prüfung statischer Unterlagen und die Überwachung auf der Baustelle durch den Prüfmgenieur sind in die-

sem Zusammenhang integraler Bestandteil eines funktionierenden Qualitätsmanagementsystems.

Das zertifizierte QM-System der zentralen Technischen Abteilung der Philipp Holzmann AG beinhaltet deshalb eine Kalibrierung des internen Prüfaufwandes je nach Art und Umfang der externen Prüfung:

Bei fehlender Prüfung durch Dritte – zum Beispiel bei Projekten im Ausland – ist zumindest ein interner Prüflauf zwingend vorgeschrieben!

5 Deregulierung und Entstaatlichung bedürfen auch der Prüflingenieure

Leere öffentliche Kassen und Höchstlohn-niveau machen es erforderlich, alle volkswirtschaftlichen Reserven zu aktivieren. Massive Förderung des Leistungsprinzips und Privatisierung – also Entstaatlichung – weisen grundsätzlich in die richtige Richtung. In bezug auf das Prüflingenieurwesen ist dieser Schritt schon vorteilhafterweise vor fast sieben Jahrzehnten gemacht worden. Die verstärkte Mitwirkung von freiberuflich tätigen Sachverständigen im Wirkungsbereich der Bauaufsichtsbehörden ist vor diesem grundsätzlichen Hintergrund zu begrüßen.

Legitim ist das Bemühen der Prüflingenieure, gelegentlich einer Umverlagerung von Zuständigkeiten neue Aufgabenfelder besetzen zu wollen.

Es spricht nichts dagegen, dort, wo wiederkehrende Prüfungen sinnvoll sind, diese auch Prüflingenieuren zu übertragen, insbesondere soweit Fragen der Standsicherheit im Vordergrund stehen.

Bei Anlagen, die dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) unterliegen, sind für eine etwaig erforderliche Überwachung der Bauausführung und für Wiederholungsprüfungen vor allem auch Betontechnologen beziehungsweise Instandhaltungsfachleute geeignet. Dazu muß man nicht zwingend Prüflingenieur sein. Die BII-Überwachung von Baustellen funktioniert in Deutschland vorbildlich, obwohl die Gütegemeinschaft von den Baufirmen sogar selbst getragen wird.

Eine abgestimmte Meinungsbildung zu Fragen der Deregulierung liegt seitens des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie übrigens bisher nicht vor.

Im Zusammenhang mit Deregulierung wird auch immer wieder pauschal die Entrümpelung unseres Normungswesens gefordert. Der deutsche Städte-tag und das Bundesbauministerium haben sich zuletzt in diesem Sinne geäußert. Aus Sicht eines Bauunternehmens bleibt aber festzuhalten, daß abgesehen von der unseligen Schallschutznormung eine Reduzierung der Normen – von denen ja ohnehin nur die wenigsten bauaufsichtlich eingeführt sind – nicht zu Kostenreduzierung einer nennenswerten Einsparung führen würde. Unser ziemlich ausgereiftes Normenwerk ist eher eine gute Grundlage – auch zur Kommunikation zwischen Prüflingenieuren und Bauausführenden.

6 Zusammenfassung

Fraglos dominiert in der Zusammenarbeit aller am Bau Beteiligten das gemeinsame Interesse an standsicheren und dauerhaften Bauwerken. In aller Regel bringt die Zusammenarbeit zwischen Prüflingenieuren und Bauunternehmen keine grundsätzlichen Probleme. Im Gegenteil: in den meisten Fällen wird kollegial zusammengearbeitet. Gebraucht werden Prüflingenieure, die weder ihre objektiv starke Rolle ständig ausspielen noch solche, die es beim grünen Abstempeln der eingereichten Unterlagen belassen. Es besteht seitens der Baufirmen ein ausgeprägtes Interesse an einem funktionierenden Vier-Augen-Prinzip und es stimmt zweifelfrei, daß mancher schwerer Mangel durch die Prüflinstanz vermieden worden ist. Die Gefahr eines Tragwerksversagens ist in Deutschland objektiv gering. Dazu trägt das geltende Prüflsystem wesentlich bei.

Eine weitere Verbesserung in Planung und Ausführung ist zu erzielen, wenn Ingenieurbüros und Baufirmen ihre Unternehmenskultur erfolgreich auf Fehlervermeidung ausrichten. Aber auch bei der Prüfung ist in manchen Fällen noch Verbesserung möglich, wenn statt reiner Schnittgrößen- und Bemessungskontrolle auch konstruktiven Gesichtspunkten gesteigerte Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die getrennte Vergabe von Genehmigungsstatik und Ausführungsplanung ist vor dem genannten Hintergrund kontraproduktiv.

Schließlich sollten Prüflingenieure mehr als bisher alle am Bau Beteiligten aus den festgestellten Fehlern lernen lassen, indem diese in geeigneter Form publiziert werden. Dabei wird nicht übersehen, daß die Bundesvereinigung der Prüflingenieure in der Normungs- und Richtlinienarbeit seinen Sachverstand sehr aktiv einbringt.

Privat oder staatlich – Die bautechnische Prüfung im Wandel

Eine neue Sachverständigenordnung soll staatliche Verantwortung am Bau auf private Fachleute verlagern

Die neuen Bauordnungen der Länder werden eines gemeinsam haben (oder sie haben sie schon): Regelungen über „staatlich anerkannte Sachverständige“ respektive „Staatlich anerkannte sachverständige Stellen“. Diese neuen Sachverständigen-Institute entspringen den Vorgaben der neuen Musterbauordnung der Länder vom Dezember 1993 und diese wiederum der offenkundigen Notwendigkeit, staatliches Handeln im Bereich des Bauens auf Private zu verlagern. Diese Entwicklung bedeutet eine tiefgreifende Änderung des bisherigen Bauordnungsrechts, deren Auswirkungen auch die Prüfingenieure für Baustatik als beliehene Unternehmer der hoheitlichen Bauaufsicht treffen werden. Was sie sich im einzelnen unter den neuen Regelungen vorzustellen haben und wie diese neuen Regelungen rechtssicher gestaltet und in einer neuen Sachverständigenordnung ausformuliert werden könnten, darüber berichtet der folgende Beitrag.

Dipl.-Ing. Dieter Eschenfelder

ist als Leitender Ministerialrat im Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen zuständig für Bautechnik



1 Einleitung

An den Anfang meines Beitrags möchte ich eine Metapher stellen, die ich – gewissermaßen als einschränkende Begründung meiner Aussagen und damit auch als vorweggenommene Entschuldigung – dafür gewertet haben möchte, daß ich noch nicht auf einen Beschluß der Bauminister der Länder zurückgreifen kann, in welche Richtung sich der Wandel der bautechnischen Prüfung vollziehen soll:

Als Archimedes (etwa 330 vor Christus) gefragt wurde, ob er in der Lage sei, die Erde zu bewegen, soll er geantwortet haben: „Gib mir einen festen Punkt, auf dem ich stehen kann, und ich werde die Erde bewegen.“

Auf meine Situation bezogen heißt das: Hätte ich einen innerhalb der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU) abgestimmten Beschluß über Umfang und Ziel der Beteiligung von Sachverständigen im bauaufsichtlichen Bereich, dann könnte ich konkret die Richtung angeben, die unser künftiges Handeln bei der staatlichen Anerkennung von Sachverständigen bestimmen soll.

Für eine Entscheidungsfindung und Kursbestimmung hatte der Allgemeine Ausschuß der ARGEBAU eine Projektgruppe Sachverständigen-Verordnung eingesetzt, die geeignete Vorschläge unterbreiten soll.

In einer ersten Zusammenkunft wurde ein Eckwertepapier der Fachkommission Baunormung beraten und grundsätzlich gebilligt; natürlich blieb eine Reihe von Fragen offen, die weiterer Diskussion bedarf. Über die Grundzüge dieses Papiers möchte ich berichten.

2 Bestehende Situation

Die Bauordnungen der Länder sind Teil des öffentlichen Rechts.

Öffentliches Recht aber hat mit privatem Recht, wie zum Beispiel mit dem Vertragsrecht oder dem bürgerlichen Recht, nichts oder nur wenig zu tun.

Dieser Sachzusammenhang ist zwar allgemein bekannt, er wird aber in vielen Einzelfällen von den am Bau Beteiligten – oft zu ihrem eigenen Nachteil – nicht klar getrennt.

Ich muß dies vorausschicken, weil die Aufgaben der Bauaufsicht oft mit den privatrechtlich geschuldeten Leistungen der sonst am Bau Beteiligten verwechselt, vermischt oder verzerrt werden.

Neben das Baurecht selbst treten als Bindeglied zwischen Planung, Genehmigung und Ausführung von Bauwerken die *Allgemein anerkannten Regeln der Technik*. Rechtlich ist dieser Begriff klar definiert und durch dauernde Rechtsprechung gefestigt: eine allgemein anerkannte Regel der Technik muß sachlich richtig, wissenschaftlich untermauert, von der ausübenden Fachwelt in praktischer Erprobung als richtig anerkannt sein.

Soweit die Theorie.

Die Probleme treten in der Praxis auf.

Wie weit geht der Gesetzesanspruch zur Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik? Sind es nur jene, die dem Schutzziel des Gesetzes nach Erhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung dienen? Oder sind es nur die von der Obersten Bauaufsichtsbehörde als technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln? Sind nur DIN-Normen des Normenausschusses Bauwesen gemeint? Oder sind es auch technische Regeln anderer Fachkreise?

Fragen über Fragen, die die Anwendung und rechtlich korrekte Beachtung der allgemein anerkannten Regel der Technik erschweren.

Deshalb hat Nordrhein-Westfalen in seiner Bauordnung von 1984 eine Klarstellung eingefügt, die besagt, daß nur diejenigen allgemein anerkannten Regeln der Technik beachtlich sind, die der Wahrung der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung dienen.

Was aber ist öffentliche Sicherheit oder Ordnung?

Daraus mag man erkennen, daß unbestimmte Rechtsbegriffe immer der technischen oder anwendungsbezogenen Ausfüllung und Konkretisierung bedürfen.

In ihren Genehmigungsbescheiden haben sich die Bauaufsichtsbehörden jeweils mit diesen Fragen

auseinanderzusetzen. Um Baugenehmigungen in rechtlicher und bautechnischer Hinsicht rechtssicher zu gestalten, wird von der Bauaufsichtsbehörde eine fachlich kompetente Besetzung mit befähigten Mitarbeitern verlangt.

Ob dies immer und bei allen Bauaufsichtsbehörden gelungen ist, darf bezweifelt werden.

Man muß sich sogar fragen, ob eine fachlich kompetente Besetzung der Bauaufsichtsbehörden mit befähigten Mitarbeitern angesichts fortschreitender, sich weiter entwickelnder Bautechnik, Haustechnik, Baugrundtechnik, oder der Technik im Umweltschutz, überhaupt gewollt sein kann.

Denn dann müßte der Staat bei seiner ausschließlichen Genehmigungskompetenz eine Vielzahl von Experten für verschiedene Fachbereiche vorhalten, beschäftigen und angemessen besolden, um rechtsfehlerfreie Baugenehmigungen erteilen zu können.

Natürlich reicht es nicht, die Genehmigung mit Auflagen und Hinweisen auf die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zu erteilen.

Der Staat hat auch die Aufgabe der Überwachung auf der Baustelle. Er hat sich, wenn auch stichprobenartig, von der Umsetzung der Genehmigungsinhalte zu überzeugen. Ob und in welchem Umfang er das tut, bleibt ihm selbst überlassen.

Allerdings hat er sich dabei vom *pfllichtgemäßen Ermessen* seiner Entscheidungen leiten zu lassen. Auch mit diesem Begriff kann man sich bei anstehenden Entscheidungen durchaus länger auseinandersetzen, um das rechte Maß der Zumutbarkeit für den Bürger mit jenem der Pflicht des Beamten herauszufinden.

Natürlich kann die Bauaufsichtsbehörde auch jetzt schon Sachverständige zur Erfüllung ihrer komplexen Aufgaben heranziehen; bestes Beispiel ist der Prüflingenieur für Baustatik, der bisher gute Arbeit geleistet hat.

Aber was ist mit den anderen Sachverständigen? Wer bestimmt sie? Welches Berufsbild müssen sie erfüllen? Wie werden sie honoriert?

In der Praxis haben die komplexen Zusammenhänge in vielen Bereichen dazu geführt, daß auf die Einschaltung von Sachverständigen verzichtet wurde; auch um Gebühren und Auslagen zu senken. Die Zunahme der Dauer von Genehmigungsverfahren hat eine bundesweit anhaltende Kritik an der Genehmigungspraxis und an den Bauaufsichts-

behörden ausgelöst, die sich ihrerseits nur schwach wehren können, weil sie zwischen faktischem Erfordernis und politischem Anspruch stehen. An eine Personalvermehrung ist nicht zu denken. Selbst wenn sie möglich wäre, könnte der Bedarf an Fachkräften in den Behörden nicht gedeckt werden: Attraktivität und Besoldung im Vergleich zu freien Berufen stehen diesem Erfordernis entgegen.

Vor diesem Hintergrund muß die Unterscheidung zwischen materiellem und formellem Recht gesehen werden. In der Vergangenheit hat es in den Ländern zahlreiche Ansätze zur Reduzierung der Genehmigungsverfahren gegeben. Ich erinnere daran, daß es in Nordrhein-Westfalen seit 1984 ein sogenanntes vereinfachtes Genehmigungsverfahren gibt, bei dem bei bestimmten baulichen Anlagen eine technische Prüfung nicht mehr stattfindet.

Bei diesem Verfahren wird die Behörde lediglich die Einhaltung planungsrechtlicher Anforderungen überprüfen. In materieller Hinsicht bleibt aber auch hier alles beim alten. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik und ihre Übereinstimmung mit den Anforderungen des öffentlichen Rechts haben uneingeschränkt Geltung.

In dieser Situation muß der Staat handeln. Er muß sich den veränderten Rahmenbedingungen stellen und Lösungen den am Bau Beteiligten und seinen Genehmigungsbehörden anbieten, die sie ertüchtigen, trotz des Rückzugs des Staates aus bisher übernommenen Verpflichtungen bauliche Anlagen in fachtechnischer und rechtlicher Hinsicht so zu erstellen, daß das bisherige Sicherheitsniveau nicht leidet. Dieses Sicherheitsniveau, das bisher offenbar in ausreichendem Maß die öffentliche Sicherheit und Ordnung in unserem Lande gewährleistet hat, darf auch in Zukunft nicht aufs Spiel gesetzt werden.

Es ist unsere gemeinsame Aufgabe, auch unter veränderten rechtlichen und infrastrukturellen Bedingungen ein kohärentes Sicherheitssystem zu entwickeln, in dem Bauwirtschaft, Bauplanung und Behörden in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen.

3 Beschluß der Bauministerkonferenz

Die zuvor beschriebene Situation, die zu scharfer Kritik an dem Status quo und an den dafür zuständigen politischen Ebenen geführt hat, war Anlaß für die Ministerkonferenz der ARGEBAU, die künftigen Strukturen und Verfahrensabläufe von Genehmi-

gungen neu festzulegen. Im einzelnen wurde hierzu folgendes beschlossen:

1. Die Ministerkonferenz der ARGEBAU unterstützt nachhaltig die Bemühungen der Ministerpräsidentenkonferenz zur Vereinfachung von Verfahrensabläufen und zur Straffung der Verwaltungsorganisation zur Entlastung des Staates von Verwaltungsaufgaben. Sie sieht sich in ihren gleichgerichteten Bemühungen bestätigt.

2. Die Ministerkonferenz ist der Auffassung, daß ein Rückbau materiell-rechtlicher Regelung im Bauordnungsrecht, insbesondere ein Abbau von Anforderungen im Bereich der Gefahrenabwehr, aber auch ökologische Anforderungen und solche sozial-politischer Art, in wesentlich weiterem Umfang nicht möglich ist; gewisse Vereinfachungen sind allerdings durch Änderungen der Musterbauordnung beschlossen worden: Beschleunigungs- und Vereinfachungspotentiale, die vor allem im Verfahrensrecht zu suchen sind.

Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Verzicht behördlicher Prüfung von bauordnungsrechtlichen Anforderungen zu lenken, und zwar ersatzlos oder unter der Voraussetzung, daß private, anerkannte Sachverständige die Einhaltung dieser Anforderung bestätigen, oder, wenn und soweit Prüfungen weiterhin notwendig erscheinen, diese Prüfungen ebenfalls in die Verantwortung privater anerkannter Sachverständiger verlagert werden. Sie begrüßt die in einigen Ländern bereits praktizierten oder beabsichtigten Regelungsmodelle, die dieser neuen Linie entsprechen, und sie hat die hierfür erforderlichen Änderungen beschlossen.

Allgemein wird vom Staat erwartet, daß er die bautechnischen Anforderungen mit dem geringsten personellen und sachlichen Aufwand durchsetzt. Die Entlastung des Staates durch Übertragung von Kontrollen auf Sachverständige oder sachverständige Stellen würde, wenn es sich nicht um beliebige Unternehmer, sondern um im zivilrechtlichen Auftrag des Bauherrn tätige Sachverständige oder sachverständige Stellen handelt, weitgehend wirkungslos bleiben, wenn nicht konsequent auf eine Nachprüfung durch die Behörde verzichtet wird. Dies ist aber nur möglich, wenn Bescheinigungen eines qualifizierten, staatlich anerkannten Sachverständigen vorliegen. Damit wäre die Behörde rechtlich von der Verpflichtung entbunden, selbst eigene Kontrollen der von ihr eingesetzten beliebigen Unternehmer durchzuführen. Im übrigen muß die Behörde auch die Möglichkeit haben, den Bauherrn zu zwingen, fremden externen Sachverständigen Anspruch zu nehmen, da sie sonst – selbst wenn der Nachweis über Sachverständige der Regelfall sein

wird – eigene Fachkräfte zur Beurteilung vorhalten müßte.

Der Rückzug der Behörden aus ihrer präventiven Kontrolle kann nur dann erfolgen, wenn sichergestellt ist, daß hinreichend qualifizierte Sachverständige zur Verfügung stehen. Zunächst müssen durch Rechtsverordnung die Aufgabenbereiche und Anforderungsprofile an diese Sachverständigen formuliert und bestimmt werden, ehe dieses Modell in der Praxis vollzogen werden kann.

4 Vorschlag für ein Sachverständigenmodell

Die Durchsetzung der Anforderungen an die Standsicherheit und den Brandschutz von baulichen Anlagen dient dem Schutz von Leben und der körperlichen Unversehrtheit. Für den Schutz der Gesundheit sind die Anforderungen an den Schallschutz und den Wärmeschutz einzuhalten.

In baulichen Anlagen hängt der Gefährungsgrad oder das Risiko ab von der Gebäudehöhe, der Nutzung und der Art und Weise, wie diese Gebäude konstruiert sind: robust oder filigran.

Aus der Vergangenheit sind zahlreiche Beispiele bekannt, bei denen die mangelnde Robustheit einer Konstruktion zu gravierenden Schäden geführt hat. Einfachstes Beispiel hierfür war die Entwicklung der Betondeckung im technischen Regelwerk; als man bei einem Zentimeter angekommen war, mußte man zur Kenntnis nehmen, daß die noch rauheren Baustellenbedingungen solche kleinen Maße mehr als in Frage stellen. Die inzwischen angelaufene breite Betonsanierung ist ein beredtes Zeugnis für die damalige Entwicklung in eine falsche Richtung.

Mangelnder Schall- und Wärmeschutz gefährden die körperliche Unversehrtheit nicht unmittelbar. Sie können aber bei dauernder Exposition zu einer starken Beeinträchtigung der Gesundheit führen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß heute die Anforderungen zur Energieeinsparung die Erfordernisse des Gesundheitsschutzes übertreffen.

Für den Brandschutz hängt das Gefährdungspotential im wesentlichen von der Nutzung, der Gebäudehöhe, den Rettungswegen und von der Anzahl der Personen im Gebäude sowie von den verwendeten Baumaterialien ab. Alle Wirkungen zusammen bilden das Brandrisiko, das vom Gebäudetyp wesentlich beeinflusst werden kann.

Die Gefährdung der Standsicherheit ist abhängig von der Konstruktion und der Auswirkung des Ausfalls einzelner Bauteile. Das Risiko korrespondiert nicht mit den Bauklassen der Konstruktion, wie sie in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) ihren Niederschlag gefunden haben. Beispielsweise verhalten sich sogenannte statisch unbestimmte Konstruktionen gutmütiger bei Fehlern, weil sie mehrere Tragzustände besitzen und somit Überlastungen leichter und gefahrloser ertragen können.

Statische Berechnungen sind selten fehlerfrei, auch dann, wenn der Aufsteller mit besonderen Qualifikationen ausgestattet ist. Sowohl bei einfachen als auch bei schwierigen Konstruktionen sind in den Nachweisen Fehler enthalten. Selbst bei Berechnungen mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen treten Fehler auf, die primär auf die Dateneingabe des statischen Systems, der Belastung und der Baustoffeigenschaften zurückzuführen sind. Häufig führen aber auch Fehleinschätzungen der Leistungsfähigkeit des verwendeten elektronischen Programms zu fehlerhaften Interpretationen. Sogenannte Komfortprogramme lassen nicht mehr erkennen, welche physikalischen Modelle der Rechnung zugrunde liegen; der Anwender ist dieser Entwicklung relativ hilflos ausgesetzt, weil er nicht mehr prüfen kann, ob sein statisches Modell mit den Rechenmodellen des Programms übereinstimmt.

Bestimmte Standsicherheitsgefährdungen sind oftmals äußerlich nicht erkennbar. Solche Stabilitätsfälle treten besonders bei überlasteten Pfeilern und Stützen (Mauerwerk, Beton, Stahlbeton, Stahl), überlasteten Wänden aus Mauerwerk oder Beton, unzureichend bewehrten Stahlbetonwänden, überbelasteten weit gespannten Stahlbeton-Untertüben, biegedrillknick-gefährdeten Stahlträgern, sonstigen überlasteten Tragkonstruktionen und schließlich bei fehlerhaft ausgeführten Verbindungsmitteln und Knotenausbildung im Holz- und Stahlbau auf.

Dagegen verhalten sich sogenannte Kontinua-Bauteile relativ unproblematisch.

Die Fehlerhäufigkeit ist gering, wenn die Baukonstruktionen sowohl vom Entwurfsverfasser als auch vom Aufsteller der statischen Berechnung überblickt werden und in ihrem Erfahrungsbereich liegen.

Dies ist bei folgenden Bauarten normalerweise der Fall:

- Im Mauerwerksbau werden Wanddicken und Wandaussteifungen sowie Material

festigkeiten entsprechend den statischen Notwendigkeiten beherrscht.

- Im Holzbau sind Dachkonstruktionen mit geringer bis mittlerer Spannweite unproblematisch. Sparren, Kehlbalken, Zangen- und Pfettenquerschnitte und Anschlüsse werden in den Bauvorlagen im allgemeinen richtig angegeben. Holzbalkendecken und Flachdächer werden mit richtigen Querschnitten bemessen. Ebenfalls sind Wände und Decken in Holztafelbau wenig fehleranfällig.
- Bei einfachen bis schwierigen Stahlbetonkonstruktionen werden in den Bauvorlagen Betonquerschnitte und Betonfestigkeiten in aller Regel richtig angegeben. Fehler treten jedoch bei der vorgesehenen Bewehrung auf. Bei Decken und Unterzügen kleinerer Spannweiten ist die Auswirkung solcher Fehler relativ unerheblich und für die Standsicherheit der Gesamtkonstruktion von geringerer Bedeutung.

Als Fazit läßt sich feststellen:

Ausgehend von diesen Erfahrungen bezüglich des Risikopotentials der verwendeten Baustoffe und Konstruktionen bei baulichen Anlagen könnte man bauliche Anlagen in Gefährungsgrade einstufen:

- *Einfache Bauten* sind durch kleine Spannweiten tragender Teile und ruhende Belastung geprägt und weisen ansonsten keine statisch konstruktiven Besonderheiten auf.
- Bei *schwierigen Bauten* kann ein Versagen eines Bauteils den Einsturz eines Gebäudeteils herbeiführen.
- Und *komplexe Bauten* sind geprägt durch die Möglichkeit des Ausfalls von tragenden Teilen der sich nicht ankündigt. Ein Versagen einzelner Bauteile kann zum Einsturz des gesamten Gebäudes führen.

Weil die ersten beiden Kategorien risikoärmer sind als die dritte Kategorie, könnte man sich bei ihnen eine Verlagerung der behördlichen Verantwortung auf private Sachverständige vorstellen.

Komplexe Bauten dagegen sind der Kategorie von baulichen Anlagen besonderer Art oder Nutzung zuzurechnen, an die das Bauordnungsrecht besondere Anforderungen stellt. Für diesen Bereich könnte sich die Beibehaltung des jetzigen Systems der vorbeugenden Prüfung durch die unteren Bauauf-

sichtsbehörden empfehlen. In diese Kategorien wären Standsicherheit und Brandschutz als primäre Risikogruppen gleichwertig einzubeziehen.

Etwas anders liegen die Dinge beim Schall- und Wärmeschutz.

Ihre Anforderungen hängen nicht von der Gebäudekategorie ab. Gleichwohl ist das Risiko bei falscher Auslegung nicht in dem Maß sicherheitsrelevant wie bei der Statik und dem Brandschutz.

Deshalb wird zu überlegen sein, ob Wärme- und Schallschutz in Zukunft überhaupt einer staatlich veranlaßten Prüfung unterzogen werden müssen.

In die neue Musterbauordnung (MBO) vom 10. Dezember 1993 wurden die Beschlüsse der zuvor erwähnten Bauministerkonferenz eingearbeitet. So wird die oberste Bauaufsichtsbehörde ermächtigt, zur Vereinfachung, Erleichterung oder Beschleunigung des bauaufsichtlichen Verfahrens oder zur Entlastung der unteren Bauaufsichtsbehörden durch Rechtsverordnung Vorschriften zu erlassen, Prüfaufgaben der unteren Bauaufsichtsbehörden im Rahmen des bauaufsichtlichen Verfahrens einschließlich der Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung auf Sachverständige oder sachverständige Stellen zu übertragen. Hierfür kann sie bestimmte Voraussetzungen festlegen, die die Verantwortlichen zu erfüllen haben.

Diese Rechtsermächtigung wird sich in allen Bauordnungen der Länder wiederfinden, so daß von einem weitgehenden einheitlichen Vorgehen in allen Ländern ausgegangen werden könnte. Es soll im wesentlichen die Bauaufsichtsbehörden auch unter fiskalischen Aspekten entlasten. Dabei war für die jetzige Praxis der unteren Bauaufsichtsbehörden ausschlaggebend, daß auch heute schon zunehmend auf Sachverständige zurückgegriffen werden muß, weil sie durch personelle Ausdünnung zwangsläufig nicht mehr den notwendigen Sachverstand gewährleisten, den eine moderne Bautechnik erfordert.

Wenn sich aber der Staat aus dem formellen Baurecht zurückzieht, erfordert das auch eine Verlagerung der Verantwortlichkeiten.

Bisher hat der Staat im Rahmen seiner gesetzlich aufgetragenen Pflichten für seine Entscheidungen gehaftet. Hat er dabei Sachverständige in seinem Auftrag tätig werden lassen, blieb sein Haftungsumfang unverändert. Er konnte sich allenfalls auf dem Regreßweg bei dem von ihm eingeschalteten Sachverständigen (*als beliehenem Unternehmer*) schadlos halten, wenn dem Sachverständigen ein schuldhaftes Verhalten nachgewiesen werden konnte.

In Gestalt des Prüflingenieurs für Baustatik wurde dieses System jahrzehntelang durchaus erfolgreich praktiziert. Der Prüflingenieur als beliebiger Unternehmer genießt deshalb die Staatshaftung, weil er, wie ein Beamter, hoheitliche Aufgaben für die unteren Bauaufsichtsbehörden durchführt. Dieses System läßt sich aber nur solange beibehalten, wie der Staat selbst bereit ist, diese Aufgaben zu erledigen. Der Text der Musterbauordnung sieht allerdings etwas anderes vor:

Der staatlich anerkannte Sachverständige ist, so heißt es dort, privatrechtlich im Auftrag des Bauherrn tätig. Dadurch wird die Behörde zeitlich entlastet, das Genehmigungsverfahren beschleunigt, und der Haftungsanspruch gegen den Staat entfällt.

Deshalb muß bei einer noch ausstehenden Entscheidung zugunsten staatlich anerkannter Sachverständiger auch darüber befunden werden, ob die bisher öffentlich-rechtlich tätigen Personen, wie die Prüflingenieure für Baustatik, auf Dauer ihren jetzigen Status beibehalten können oder ob diese Aufgaben nach einer angemessenen Übergangszeit nur noch im privatrechtlichen Auftrag wahrgenommen werden sollen. Dabei müssen selbstverständlich Besitzstände gewahrt bleiben. Hierfür spricht die erwünschte Einheitlichkeit des Sachverständigenwesens im Bauordnungsrecht.

Dieser Wandel ist bereits im Paragraphen 66 Absatz 4 der Musterbauordnung neu angelegt; er lautet:

(4) Legt der Bauherr Bescheinigungen eines Sachverständigen oder einer sachverständigen Stelle im Sinne der Rechtsverordnung nach § 81 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 in Verbindung mit Satz 2 und 3 vor, so wird vermutet, daß die bauaufsichtlichen Anforderungen insoweit erfüllt sind. Die Bauaufsichtsbehörde kann die Vorlage solcher Bescheinigungen verlangen.

Wird es so beschlossen, dann ist der *beliebige Unternehmer* der Bauaufsichtsbehörde tot.

Es fragt sich, ob man das trotz der gewünschten und auch erforderlichen Einheitlichkeit jetzt schon in dieser radikalen Weise tun soll. Mir will ein schleifender Übergang vom staatlichen zum privaten Sachverständigen als der bessere Weg erscheinen.

5 Grundzüge einer Sachverständigen-Verordnung

Ausgehend von der zuvor beschriebenen Risikobetrachtung und unverändert geltendem mate-

riellem Bauordnungsrecht muß eine Sachverständigen-Verordnung erlassen werden, in der die Aufgaben, die Anerkennungs Voraussetzungen, das Anerkennungsverfahren selbst, aber auch die Pflichten von Sachverständigen zu regeln sind. Hinzu treten die Regelungsbedürfnisse über die Entgelte, eine Haftpflichtversicherung, die gegenseitige Anerkennung in den Bundesländern und Übergangsvorschriften für bereits jetzt tätige Sachverständige.

Die staatliche Anerkennung von technischen Sachverständigen für bauaufsichtliche Aufgaben wird auf Paragraph 59 Absatz 3 der Musterbauordnung in Verbindung mit Paragraph 81 Absatz 2 Nr. 4, in dem die Rechtsermächtigung für den Erlass einer Rechtsverordnung begründet ist, gestützt. Paragraph 59 Absatz 3 gestattet die Heranziehung von Sachverständigen für bauaufsichtliche Aufgaben, Paragraph 81 Absatz 2 Nr. 4 räumt die Möglichkeit von Aufgabenübertragungen auf Sachverständige ein. Die Sachverständigen-Verordnung soll modular für die erforderlichen Fachbereiche aufgebaut werden.

Staatlich anerkannte Sachverständige sollen ihre Tätigkeit im Auftrag des Bauherrn innerhalb der bauaufsichtlichen Verfahren (nach Landesrecht) ausüben, das sind

- normale Genehmigungsverfahren,
- vereinfachte Genehmigungsverfahren,
- Vorhaben, bei denen eine bauaufsichtliche Genehmigung nicht erforderlich ist.

Mit diesem Auftrag wird ein privates Geschäftsverhältnis zwischen dem Bauherrn und dem Sachverständigen geschaffen. Anerkennungen werden insbesondere für die folgenden Fachrichtungen ausgesprochen:

- Standsicherheit,
- Brandschutz,
- Wärmeschutz,
- Schallschutz.

Zum Anforderungsprofil soll auch die Kompetenz zur Überwachung der Einhaltung der erarbeiteten Gutachten auf der Baustelle (Bauüberwachung) gehören. Den Ländern bleibt es aber vorbehalten, in welchen Fällen die Überwachung angeordnet wird.

5.1 Anerkennungs Voraussetzungen

Als Sachverständiger wird anerkannt, wer

1. Mitglied einer Architekten- oder Ingenieurkammer in der Bundesrepublik Deutschland (nach Landesrecht) ist und ausreichende Berufserfahrung in

der Fachrichtung hat, in der er seine Sachverständigen-Tätigkeit ausüben will (Angehörige anderer EU-Mitgliedstaaten mit vergleichbarer Architekten- beziehungsweise Ingenieurausbildung stehen Kammermitgliedern gleich),

2. die für die Ausübung der Tätigkeit als Sachverständiger erforderlichen Sachkenntnisse in der Fachrichtung besitzt, auf die sich seine Sachverständigen-Tätigkeit bezieht,

3. nach seiner Persönlichkeit Gewähr dafür bietet, daß er den Aufgaben eines Sachverständigen gewachsen ist und sie unparteiisch und gewissenhaft erfüllen wird,

4. die im Anerkennungsverfahren vorgesehene Prüfung erfolgreich bestanden hat.

Prüfingenieure für Baustatik können auf Antrag ohne zusätzliche Prüfung als Sachverständige für das Gebiet „Standsicherheit“ in den jeweiligen Fachrichtungen anerkannt werden. Dies ist notwendig, damit sie auch Aufträge als Prüfingenieure von Privaten annehmen dürfen.

5.2 Anerkennungsverfahren

Zuständig für die Anerkennung sollen die Architekten- oder Ingenieurkammern (nach Landesrecht) werden. Die Architekten- oder Ingenieurkammern erkennen die Sachverständigen auf Antrag an. Dem Antrag sind folgende Unterlagen beizufügen:

1. eine Geburtsurkunde oder eine beglaubigte Abschrift beziehungsweise Ablichtung,

2. ein Lebenslauf mit lückenloser Angabe des fachlichen Werdegangs und der Berufsausübung bis zum Zeitpunkt der Antragstellung,

3. jeweils eine beglaubigte Abschrift oder Ablichtung des Abschlußzeugnisses der Ausbildungsstätte sowie aller Zeugnisse über die bisherigen Beschäftigungen,

4. ein polizeiliches Führungszeugnis,

5. die Erklärung des Antragstellers, daß er seine Sachverständigentätigkeit nach bestem Wissen und Gewissen selbst durchführen wird und dabei seine Unparteilichkeit gewahrt ist,

6. der Nachweis der Zugehörigkeit zu einer Architekten- oder Ingenieurkammer oder der Nachweis der Mitgliedschaft in einer gleichwertigen Organisation eines EU-Mitgliedstaates.

Die Architekten- beziehungsweise Ingenieurkammern bilden Gutachterausschüsse für die einzelnen Fachrichtungen, in denen jeweils das Ministerium vertreten ist; die Frage des Vorsitzes in diesen Gutachterausschüssen muß noch geklärt werden. Der Gutachterausschuß für Standsicherheit soll – zumindest in Nordrhein-Westfalen – je zur Hälfte mit Persönlichkeiten vom Ministerium für Bauen und Wohnen und der Ingenieurkammer-Bau gebildet werden. Dies ist notwendig, um die Kontinuität des bisherigen Verfahrens niveaugleich fortzuführen. Die Gutachterausschüsse geben sich eine Geschäftsordnung und eine Prüfungsordnung. Sie führen schriftliche oder mündliche Prüfungen in den jeweiligen Fachrichtungen durch. Die Auslagen und Gebühren für das Anerkennungsverfahren trägt der Antragsteller.

Die Architekten- beziehungsweise Ingenieurkammern führen Listen der staatlich anerkannten Sachverständigen; sie werden im Ministerialblatt veröffentlicht.

5.3 Pflichten des Sachverständigen

Hierbei sind zwei Arten von Sachverständigen zu unterscheiden:

1. Sachverständige, die vom Bauherrn in die Prüfung der Bauvorlagen eingeschaltet werden.

Dieser Sachverständige ist verpflichtet,

■ die ordnungsgemäße Beschaffenheit der Bauvorlagen für die bauliche Anlage oder Einrichtung eigenverantwortlich zu prüfen,

■ Prüfungen nur vorzunehmen, wenn seine Unparteilichkeit gewahrt ist,

■ Prüfungen selbst durchzuführen; zu seiner Hilfe darf er befähigte und zuverlässige Personen hinzuziehen,

■ dem Auftraggeber (Bauaufsicht, Bauherrn) festgestellte Mängel mitzuteilen,

■ einen Prüfbericht zu fertigen und diesen dem Auftraggeber oder auf Verlangen der zuständigen Bauaufsichtsbehörde auszuhändigen,

■ den Architekten- oder Ingenieurkammern auf Verlangen Auskunft über seine Tätigkeiten zu erteilen und Unterlagen hierüber vorzulegen,

- sich über die geltenden bauaufsichtlichen Vorschriften und die einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik und technischen Baubestimmungen (nach Landesrecht) auf dem laufenden zu halten.

2. Sachverständige, die als Voraussetzung für den Wegfall der bauaufsichtlichen Prüfung Bauvorlagen erstellen.

Dieser Sachverständige ist verpflichtet,

- ordnungsgemäße Nachweise (Gutachten) für die baulichen Anlagen aufzustellen,
- Gutachten nur dann anzufertigen, wenn seine Unparteilichkeit gewahrt ist,
- die Gutachten selbst zu fertigen; zu seiner Hilfe darf er befähigte und zuverlässige Personen hinzuziehen,
- den Architekten- oder Ingenieurkammern auf Verlangen Auskunft über seine Tätigkeiten zu erteilen und Unterlagen hierüber vorzulegen,
- sich über die für sein Fachgebiet geltenden Vorschriften und die einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik und technische Baubestimmungen (nach Landesrecht) auf dem laufenden zu halten.

5.4 Erlöschen und Widerruf

Die Anerkennung des Sachverständigen erlischt mit Vollendung des 68. Lebensjahres oder wenn die Mitgliedschaft in der Architekten- oder Ingenieurkammer oder bei Angehörigen anderer EU-Mitgliedstaaten der vergleichbaren Institution widerrufen beziehungsweise erloschen ist.

Die Anerkennung des Sachverständigen *ist* zu widerrufen, wenn der Sachverständige gegen die ihm obliegenden Pflichten wiederholt oder grob verstoßen hat. Die Anerkennung *kann* widerrufen werden, wenn der Sachverständige seine Tätigkeit zwei Jahre lang nicht oder nur in geringem Umfang ausgeübt hat.

5.5 Entgeltregelung

1. für die Sachverständigen selbst: Grundsätzlich soll die Entgeltregelung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure entsprechen. Das Entgelt für Prüfungsvorgänge auf den Gebieten Standsicherheit und Brandschutz beträgt ein Siebtel bis ein

Zehntel der Gebühr nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Über die tatsächliche Höhe dieser Entgelte muß noch gesprochen werden.

2. Auslagen und Gebühren für die Anerkennungsverfahren selbst müssen in dieser Verordnung ebenfalls geregelt werden.

5.6 Haftpflichtversicherung

Der Sachverständige nach dieser Verordnung muß entsprechend den Regelungen in Architekten- oder Ingenieurkammergesetzen haftpflichtversichert sein. Weitergehende Anforderungen werden nicht gestellt.

5.7 Gegenseitigkeit

Das Prinzip der Gegenseitigkeit soll bei allen Anerkennungen nach vergleichbaren gesetzlichen Vorschriften anderer Länder gelten. Damit wird dem staatlich anerkannten Sachverständigen nicht zugemutet, sich in allen sechzehn Bundesländern um eine Anerkennung bemühen zu müssen.

5.8 Übergangsvorschriften

Prüfingenieure für Baustatik sind auch staatlich anerkannte Sachverständige in den jeweiligen Fachsparten nach dieser Verordnung. Einer gesonderten Prüfung dieses Personenkreises bedarf es nicht. Damit wird der Prüfingenieur für Baustatik, der nach geltendem Recht nur Prüfungsaufträge von Bauaufsichtsbehörden annehmen darf, auch staatlich anerkannter Sachverständiger, der im Auftrag von Privaten tätig wird.

5.9 Anforderungsprofile der Sachverständigen

An dieser Stellen sollen einige grundlegende, unverzichtbare Qualifikationsmerkmale von Sachverständigen genannt werden.

1. *Sachverständige für Standsicherheit*: Ein Sachverständiger für Standsicherheit muß eine ausreichend lange praktische Tätigkeit im Aufstellen oder Prüfen von Standsicherheitsnachweisen nachweisen können; dabei soll die aufstellende Tätigkeit überwiegen. Er muß überdurchschnittlichen Wissensstand auf dem Gebiet der Statik und Konstruktion von baulichen Anlagen besitzen, insbesondere muß er über vertiefte Kenntnisse im Stahlbetonbau, Spannbetonbau, im Mauerwerksbau und Holzbau oder Stahlbau sowie in den konventionellen Gründungsmethoden verfügen. Er muß Stand-

sicherheitsnachweise, die mit EDV-Unterstützung aufgestellt sind, sicher beurteilen können. Darüber hinaus muß er besondere Kenntnisse im einschlägigen technischen Regelwerk belegen können. Erfahrungen auf der Baustelle sind obligatorisch.

2. Sachverständige für Brandschutz: Der Sachverständige für Brandschutz muß Kenntnisse in der Baustofftechnologie, insbesondere Kenntnisse zum Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen besitzen. Er muß vertiefte Kenntnisse der einschlägigen baurechtlichen Vorschriften zum vorbeugenden Brandschutz und Erfahrungen in ihrer praktischen Umsetzung nachweisen. Darüber hinaus muß er Kenntnisse und Erfahrungen im anlagentechnischen Brandschutz, sowie Kenntnisse im Bereich des abwehrenden beziehungsweise des bekämpfenden Brandschutzes besitzen. Sachverständige für Brandschutz müssen auch in der Lage sein, Bauteile bei hohen Temperaturen (heiße Bemessung) sicher bemessen zu können. Und schließlich ist es eine unverzichtbare Pflicht, daß sich dieser Kreis von Sachverständigen mit dem einschlägigen technischen Regelwerk sowie sonstigen Richtlinien umfassend auseinandergesetzt hat.

3. Sachverständige für den Wärmeschutz: Sachverständige für den Wärmeschutz müssen besondere Kenntnisse in der Baustofftechnologie, insbesondere zum Wärmedämmverhalten von Baustoffen und Bauteilen besitzen. Darüber hinaus müssen sie vertiefte Kenntnisse in der thermischen Bauphysik und Erfahrungen in der baupraktischen Umsetzung aufweisen und in der Lage sein, Berechnungsverfahren von Transmissions-, Lüftungs- und Energiegewinnungsenergien aufzustellen. Sie müssen auch in der Lage sein, Bauteile bezüglich des Tauwasserschutzes zu bewerten. Eine besondere Aufgabe stellt sich für die Sachverständigen in der Anfertigung von Wärmebedarfsausweisen nach Paragraph 12 der Wärmeschutzverordnung; hierzu müssen sie ein sicheres Beurteilungsvermögen von bauphysikalischen Zusammenhängen nachweisen können. Kenntnisse des einschlägigen technischen Regelwerkes gehören zum obligatorischen Repertoire.

4. Sachverständige für den Schallschutz: Sachverständige für den Schallschutz müssen Kenntnisse in der Baustofftechnologie nachweisen und besonders in der Lage sein, die Theorie der Schallemissionen zu beherrschen und Erfahrungen in der praktischen Umsetzung mitbringen. Sie müssen ferner fundierte Kenntnisse und Erfahrungen in der Bewertung von Schalldämm-Maßnahmen und Kenntnisse und Erfahrung im Anfertigen von Schallschutznachweisen besitzen. Die Kenntnis des ein-

schlägigen technischen Regelwerkes ist unverzichtbarer Bestandteil des Anforderungsprofils.

6 Schlußbetrachtungen

Die politischen Vorgaben für ein modernes Baurecht veranlassen die Bauministerien zu neuen Überlegungen im Sachverständigenwesen.

Ich habe versucht, die Hintergründe aufzuzeigen und die notwendigen Inhalte einer Sachverständigen-Verordnung darzustellen; dabei konnte ich mich noch nicht auf eine innerhalb der ARGEBAU abgestimmte Auffassung stützen. Natürlich gibt es noch eine größere Zahl von Fragen zu beantworten.

So zum Beispiel die Frage, ob Sachverständige generell einer Kammer angehören müssen. Offen ist auch die Frage, ob ein Koordinator der verschiedenen Fachsparten bestimmt werden muß. Offen ist auch die Höhe der Entgelte. Und schließlich ein letztes: Muß der Staat eine Haftpflichtversicherung für einen privaten Sachverständigen fordern, wenn er für dessen Fehler nicht zur Rechenschaft gezogen werden kann? Beim Prüflingenieur für Baustatik ist der Fall anders gelagert; hier haftet der Staat für dessen Fehler und kann sie nur im Regreß unter bestimmten Bedingungen geltend machen. Deshalb wird für Prüflingenieure für Baustatik diese Haftpflichtversicherung gefordert.

Zur Zeit werden die Landesbauordnungen durch die Parlamente neu gefaßt; einige Länder, wie Hessen, Hamburg, Bayern, haben die Bauordnung schon beschlossen und verkündet. Alle Bauordnungen gehen vom gleichen Sachverständigen-Prinzip aus, so daß Eile geboten ist, die entsprechenden Verordnungen zu erlassen und zuvor die notwendigen Inhalte mit den Betroffenen besprochen zu haben. Der bisher zwischen der Bundesvereinigung der Prüflingenieure für Baustatik und der ARGEBAU geführte Dialog zeigt, daß beide Seiten in der Sachverständigenfrage aufeinander zugehen wollen und eine Ausweitung der Tätigkeit vom hoheitlichen auf den privaten Bereich anstreben. Insoweit scheinen die Interessen gleichgerichtet.

Zum Schluß möchte ich noch eine Bemerkung zum Bauproduktengesetz des Bundes machen.

Dieses Gesetz bereitet den Boden für das Inverkehrbringen von europäischen Bauprodukten und den freien Warenverkehr mit europäischen Bauprodukten. Die Verwendung dieser Bauprodukte auf der Baustelle wird dagegen in der Landes-

bauordnung geregelt. Danach soll im Vorfeld von bauaufsichtlichen Verfahren ein Übereinstimmungsnachweis der Produkteigenschaften und technischen Regeln gefordert werden. Dieser Nachweis kann in der Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorangegangener Erstprüfung und des Übereinstimmungszertifikats einer dritten Stelle bestehen. Gegenstand dieser Erklärungen, die zum Ü- beziehungsweise zum CE-Zeichen führen, sind die sechs wesentlichen Anforderungen, wie die mechanische Festigkeit und Standsicherheit, Brand-, Wärme- und Schallschutz und Hygiene-, Umwelt- und Gesundheitsschutz.

Wenn ein Bauprodukt hergestellt wird, an das Standsicherheitsanforderungen gestellt sind, und eine Zertifizierungsstelle diese Eigenschaft bestätigen soll, zum Beispiel Biege- und Schubtragfähigkeit eines Fertigteils, dann sollte zuvor ein Sachverständiger für Standsicherheit hierzu fachspezifische Äußerungen abgegeben haben. Der Auftrag hierfür kommt aber in keinem Fall von der unteren

Bauaufsichtsbehörde, sondern ist stets' ein privater Auftrag durch den Bauprodukthersteller.

An diesem Beispiel mag man eine weitere Notwendigkeit für einen privat tätigen, aber staatlich anerkannten Sachverständigen erkennen. Auch für diese Aspekte sind spezielle Rechtsverordnungen in der Vorbereitung und werden im Jahre 1995 in Kraft treten müssen.

Die politisch gefaßten Beschlüsse zu weiterer Entstaatlichung und die Erfordernisse des Europäischen Baumarktes treffen sich bei der Schaffung von staatlich anerkannten Sachverständigen auf der gleichen Ebene. Beide Ansätze sollten Anlaß sein, sich möglichst bald und umfassend auf die Inhalte des neuen Sachverständigenwesens zu verständigigen.

Dann könnten wir unsere kleine Welt bewegen, weil ein gemeinsamer Wille uns den Punkt des Archimedes ersetzt, der ihm fehlte.

Literatur

- [1] Musterbauordnung (MBO) vom 10. Dezember 1993
- [2] Bauproduktengesetz vom 10. August 1992 (BGBl. I. S. 1495)
- [3] Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)
- [4] Dr. Dieter Böckenförde „Die staatlich anerkannten Sachverständigen formen das Bauordnungsrecht um“, Deutsches Ingenieurblatt, September 1994

Die Politiker negieren die Bedenken und Vorschläge berufserfahrener Bürger

Die Intentionen für eine neue Sachverständigenordnung dienen nur politischen Zielvorstellungen

Die Ansichten und Vorstellungen, die der Leitende Ministerialrat im nordrhein-westfälischen Ministerium für Bauen und Wohnen, Dieter Eschenfelder, auf der jüngsten Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik im September 1994 in Dresden über den Wandel der bautechnischen Prüfung vorgetragen hat, sie haben in den Reihen der Prüfm Ingenieure viel Widerspruch erfahren. Dem auf den vorhergehenden Seiten nur redaktionell bearbeiteten Vortrag Eschenfelders wurde in Dresden von Dr.-Ing. Klaus Stiglat (Karlsruhe) öffentlich entgegnet. Wir drucken auch diese redaktionell bearbeitete Erwiderung nachfolgend im Wortlaut ab.

**Dr.-Ing.
Klaus Stiglat**



studierte von 1952 bis 1957 das Bauingenieurwesen an der TH Karlsruhe und war von 1957 bis 1965 wissenschaftlicher Assistent am dortigen Institut für Baustatik; seitdem führt er mit Partnern in Karlsruhe ein eigenes Büro. Prüfm Ingenieur ist er seit 1968, seit 1975 ist er zugleich Schriftleiter der Zeitschrift „Beton- und Stahlbetonbau“.

Der Beitrag Eschenfelders über die Sachverständigenverordnung auf Seite 54 zeigt meiner Ansicht nach ganz deutlich den noch völlig unausgegorenen Zustand dieser Verordnung und die trotzdem vorgesehene beschleunigte Verabschiedung. Auch die Ausführungen des ehemaligen Vorsitzenden des Allgemeinen Ausschusses der ARGEBAU, Dr. Böckenförde im Deutschen Ingenieurblatt (September 1994) bestätigen den Eindruck: daß diese Sachverständigenverordnung ein in Hast und Eile unter ausschließlich politischen Zielvorstellungen verfaßtes Papier ist.

Wir haben in der jüngsten Arbeitssitzung der Bundesvereinigung der Prüfm Ingenieure für Baustatik im September 1994 in Dresden unser – wenn ich es so überspitzt sagen darf – „Todesurteil als Prüfm Ingenieur“, als eine jahrzehntelange erfolgreich arbeitende Institution, beklatscht.

Wir haben auch applaudiert, als wir feststellen mußten, daß jahrelange praxis- und lebensnahe Änderungsbeiträge, sowohl der Landesverbände als auch des Bundesverbandes, fast umsonst waren: die die Sachverständigenverordnung Bearbeitenden zimmern an einem Werk, ohne die Betroffenen – auch wenn sie angehört werden – ernst zu nehmen.

Während Politiker aller Couleur unentwegt den mündigen Bürger zitieren, und scheinbar dankbar für die Aufklärung über die Probleme in einem komplexen technischen Gebiet sind, dies alles fernsehwirksam vorbringen, negieren sie tatsächlich – nicht nur in unserem Fall – die Bedenken und Vorträge mündiger, auf ihren Berufsgebieten erfahrener Bürger, denen Polemik, Drohgebärden und die Straße fremd sind.

Gestern waren es Schlagworte wie „Beschleunigung des Genehmigungsverfahrens“ oder „Bürger-nähe“. Heute sind es „Entlastung“ und „Privatisierung“. Morgen wird es ein neues Schlagwort sein, das politische Profilierungsmöglichkeit verspricht in einer Zeit, die bedachtes Handeln, überlegtes Arbeiten erforderte und nicht mit heißer Nadel Gestricktes.

Die Ausführungen der Politiker über die von ihnen zu schaffende Qualität sind unerträglich, wenn wir miterleben, wie, trotz fachlich begründeter Einsprüche, Qualität, die über Jahrzehnte gewachsen ist, demontiert und weggeworfen wird. Ohne, daß zuvor gemeinsam eine neue Basis aufgebaut worden wäre.

Das „Vieraugenprinzip“ wird, im Augenblick noch, hochgehalten. Das wundert mich nicht: Müßte es doch von einem in zeitlich begrenzter Verantwortung stehenden Politiker per Unterschrift aufgehoben werden. Das könnte unangenehm sein, diese Entscheidung wäre personenbezogen nachvollziehbar. Im Gegensatz zu unseren täglich eingegangenen Haftungsverpflichtungen als Ingenieur kennen die Politiker diese in ihrer Wirklichkeit nicht.

Ich bin mir bewußt, daß die Zeit weitergeht, sie ist Leben, das Leben verlangt Überdenken, Veränderung, Anpassung.

Ein Träumer nur könnte dies anders sehen. Wir Ingenieure allerdings bauen altmodisch, nach der Planung – und sei die Zeit dafür auch noch so kurz bemessen – zunächst das Fundament. Ein solches Vorgehen ist heute, in unserer sich dem rasenden Stillstand ausliefernden Zeit, unangebracht. Wir werden daher als unbequeme Mahner, als Behinderer gesehen und wie eine heiße Kartoffel fallen gelassen, ohne viel Rücksicht auf die Politikern nicht fremde Besitzstandswahrung und die von uns eingegangenen sozialen Verpflichtungen; und obwohl eine immer komplexer werdende Bau-Welt eine seriöse, unab-

hängige Kontrolle weiterhin und mehr denn je verlangte. Als Ingenieure sind wir angesprochen. Es ist der Umgang mit uns mündigen, verantwortungsbewußten Ingenieuren, der mich besorgt.

Als Prüfindenieure sind wir nur ein kleines Puzzle-Steinchen in diesem Tableau. Es ist diese gewisse Kaltschnäuzigkeit, mit der man sich politischer Verantwortung für bautechnische Belange entledigt, obwohl Politik doch gerne betont, daß es ihre Aufgabe sei, den „Raum“, in dem wir leben und arbeiten, durch Vorgaben, Randbedingung und Begleitung mit zu gestalten. Dafür wählen wir doch auch unsere Mitbürger in die politischen Positionen.

Es drängt sich die Frage auf, ob – verkürzt gesagt – Juristisches und Technisches so deckungsgleich sind, daß etwas – auf lange Sicht – Gutes für das Bauen in diesem Land herauskommt. Meine weit über dreißigjährige Planungs- und Bau Erfahrung als Bauingenieur läßt Zweifel daran nicht verschwinden sondern stärker werden. Eine Aufgabe ist nicht erledigt, wenn sie abgehakt ist: Dann erst muß sich ihre Lösung bewähren! Wo sind dann „weichenstellende“ Politiker und die anonyme, dienende Administration?

Es ist also erst in zweiter oder dritter Linie unsere Position als Prüfindenieur angesprochen. An erster Stelle sind wir Ingenieure. Und es ist langsam unerträglich, wie mit unserem Beruf, aber nicht nur mit diesem, politisch umgegangen wird!

Herausgeber:

Bundesvereinigung der Prüfmgenieure für Baustatik
Dr.-Ing. Günter Timm, Jungfernstieg 49, 20354 Hamburg

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:

Dipl.-Ing. Horst Bellmer, Bremen

Hamburg:

Dr.-Ing. Martin Weber, 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

Druck:

Vogel-Druck, Würzburg

DTP:

DAGE · Gerda Eiselein
Frankenstraße 1 · 97222 Rimpar

Die meisten der in diesem Heft veröffentlichten Fachartikel sind überarbeitete Fassungen der Vorträge, die bei den Arbeitstagungen 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.

