



DER PRÜFINGENIEUR

Das Magazin der Bundesvereinigung der Prüfen Ingenieure für Bautechnik

- Die Altersgrenze für staatlich beliehene Prüfen Ingenieure wird angehoben
- Der EuGH bejaht die qualitätssichernde Funktion der HOAI-Mindestsätze
- Wachsendes Interesse im Ausland an neutraler bautechnischer Prüfung
- Bauproduktenverordnung wieder auf der Agenda der EU-Kommission
- Betonbau: Früher oder später Zwang? Welches Risskonzept ist richtig?
- Brandschutz: Wie sinnvoll sind Sprühflutanlagen über Theaterbühnen?
- Herausforderungen bei der Auslegung geschraubter Ringflanschverbindungen
- Prüfen Ingenieure sind zur Mitarbeit an der Marktüberwachung verpflichtet
- Das europäische Bauproduktenrecht erzeugt immer mehr Haftungsrisiken

Ein Vorbild



Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle, Dr.-Ing. Markus Wetzel, Mitglieder des Vorstandes der Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik (BVPI)

Eines steht fest: Unser bautechnisches Prüfsystem ist einzigartig. Dass ein amtlich anerkannter Prüfingenieur unabhängig von den Interessen Dritter und an niemandes Weisungen gebunden einen verfassungsrechtlichen Auftrag erfüllt, das gibt es wohl nirgends auf der Welt. Deshalb erregt es neuerdings auch international Aufmerksamkeit. In vielen Ländern wird es als ideal angesehen, wenn staatlich beauftragte Ingenieure Risiken der Standsicherheit von Gebäuden und des Brandschutzes mit neutralen technischen Kontrollen begegnen.

Dieses Interesse ist kein Zufall, sondern Resultat der Berufspolitik der Bundesvereinigung der Prüfingenieure. Sie hat sich das Ziel gesetzt, international als kompetenter Partner in Sachen Bauwerkssicherheit anerkannt und gefragt zu werden. Damit handelt sie nach der Erkenntnis, dass *internationale* Beziehungen fundamental wichtig sind, wenn man *nationale* und *europäische* Interessen durchsetzen will.

Die BVPI und ihre Landesvereinigungen haben deshalb dafür gesorgt, dass ihre Vertreter bedeutsame Verbindungen zu weltweit agierenden, technisch-wissenschaftlichen Organisationen aufbauen und vor Ort das deutsche Konzept der unabhängigen Prüfung erklären und propagieren können. Mit Vorträgen auf international ausstrahlenden Konferenzen und in multilateral besetzten Workshops haben sie direktes Interesse am deutschen Konzept der bautechnischen Prüfung hervorgehoben. Parallel dazu wurden sie eingeladen, seinen pekuniären, ordnungspolitischen und sicherheitstechnischen Wert in fachlichen Publikationen großen aufnahmebereiten Leserkreisen zu erläutern.

Die vielen Unfälle der letzten Jahre haben das Vertrauen in die Arbeit der Bauschaffenden und in die technische Zuverlässigkeit ihrer Produkte weltweit in Frage gestellt. Aber sie haben auch die Beachtung für jene Umstände anwachsen lassen, die für die anerkannt hohe Zuverlässigkeit der in Deutschland errichteten Bauwerke ursächlich sind.

Die bi- und multilateralen Gespräche der Repräsentanten der deutschen Prüfingenieure mit entscheidungsbefugten Vertretern der Bauaufsichtsbehörden zunächst von Belgien, Australien, Singapur, Schweden und Großbritannien zeigen wirkliche Erfolge. Das sind keine Kurzzeittreffer, – „heute gehört, morgen vergessen!“ –, sondern es ist ech-

tes Interesse von professionell versierten Kollegen, Politikern und Verwaltungsbeauftragten an den in Deutschland seit fast einhundert Jahren erfolgreich in den Ablauf des Bauens implementierten Prüf- und Überwachungsmethoden. In Australien und in Großbritannien sprechen die Abgesandten der BVPI mittlerweile sogar mit Regierungsvertretern, und es besteht Hoffnung, dass hier wie dort die bisher rein privatrechtlich organisierten bautechnischen Prüfungsgewohnheiten durch Systeme unabhängiger Prüfung ersetzt werden, die dem deutschen System sehr ähnlich sind.

Solche Kontakte sind von den Prüfingenieuren als unentbehrlich erkannt worden, wenn sie ihr hoheitliches Konzept auf international politischen Ebenen als reproduktiv veranschaulichen wollen, um es mit internationalem Rückenwind im nationalen politischen Kontext noch fester zu verankern. Es macht nämlich durchaus einen Unterschied, ob hier in Deutschland hochrangige politische, regierungsamtliche oder administrative Gesprächspartner die deutschen amtlich anerkannten Prüfingenieure als international vereinsamte Einzelgänger wahrnehmen – oder ob sie sie als Vertreter eines Berufsstands anerkennen, dessen beruflichen Grundsätze weltweite Aufmerksamkeit erregen und Nachahmung erfahren.

Immer öfter engagieren sich heute deutsche Politiker und Beamte im europäischen politischen Raum für das deutsche bautechnische System. Dies fällt ihnen zweifellos leichter und wirkt dann überzeugender, wenn sie das internationale Standing der deutschen Prüfingenieure im Rücken haben. Der gleiche Effekt tritt ein, wenn diese Akteure im Inland dafür reden, die staatlich beliebte bautechnische Prüfung allgemein einzuführen, weil sie eben keine berufsständische Marotte, sondern eine seit den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts bewährte Verfahrensweise ist.

Wir sind überzeugt von der Richtigkeit der Behauptung, dass der ausländische Hebel der beruflichen Anerkennungsarbeit ebenso wirkungsvoll und wichtig ist wie die fachlich-technische Normenarbeit; die eine erzeugt „lediglich“ kollegiales Schulterklopfen, die andere aber verwertbare politische Energie.

Das alles kostet Zeit und Geld und Vorbereitung und Nachbereitung. Aber: dieser Aufwand lohnt sich – das ist unsere gewissenhafte Erkenntnis nach etlichen solcher Reisen und Gesprächen mit den Kollegen von CROSS UK, FIB, IABSE, IRCC oder CEBC. Hinter all diesen Kürzeln verbergen sich wichtige, internationale berufsständische Organisationen, auf deren Podien man im Sinne seines heimischen Auftrages vortrefflich weiterkommen kann, weil sie beträchtlichen politischen Einfluss realisieren und viel bewegen können.

Gesprächstermine auf lokaler Ebene in Ministerien oder Ämtern sind unsere Wurzeln, um diese aber nachhaltig zu stärken, ist es unerlässlich, international anerkannt und geschätzt zu sein. Erst durch das kollegiale „How do you do“ entsteht der notwendige Schub, um die Zukunft unseres Berufsstandes in Deutschland zu sichern.



Foto: Volker Warming (bluestudios GmbH)

DIE ALTERSGRENZE FÜR DIE Tätigkeit der amtlich anerkannten Prüffingenieure kann jetzt auf die Vollendung des 70. Lebensjahres angehoben werden. Das hat der Präsident der Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Bautechnik (BVPI), Dr.-Ing. Hartmut Kalleja (Foto), auf der jüngsten Arbeitstagung seiner Vereinigung im September in Hamburg bekanntgegeben. Mehr darüber auf Seite 6.



EDITORIAL

Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle/Dr.-Ing. Markus Wetzel
Ein Vorbild

3

NACHRICHTEN

Die Altersgrenze für die staatlich beliehene Prüfung wird auf das 70. Lebensjahr angehoben	6
Die qualitätssichernde Funktion der HOAI-Mindestsätze muss wiederhergestellt werden	10
Weltkongress der Tragwerksplaner: „Die Forderung nach einer unabhängigen Prüfung spricht den Tragwerksplanern auch international aus der Seele“	11
DIN EN ISO 19650 auf Deutsch: Eine Datenumgebung für klar strukturierte BIM-Prozesse	12
IRCC-Kongress in Peking: Das DIBt und die Bundesvereinigung der Prüffingenieure propagieren auf internationaler Bühne die Vorzüge der unabhängigen Baukontrolle	12
vpi-EBA-Mitgliederversammlungen werden an die EBA-Sachverständigentage gekoppelt	13
Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau mit Themenschwerpunkt Eisenbahnbrücken	14
Die Bauproduktenverordnung steht wieder auf der Tagesordnung der EU- Kommission	14
Rolf Klarmann zum Vorsitzenden der Prüffingenieure in Hessen gewählt	15
Bernd Dressel wurde 80: Ein berufliches Leben im Dienste eines hohen Sicherheitsniveaus	16
Die BVPI und der VBI unterstützen die Bundesregierung bei der Einführung digitaler Bauanträge und Baugenehmigungen	17
Zweite Generation der Eurocodes für Konstruktiven Ingenieurbau nicht vor 2025 fertig	18
Bericht über das hessische Fortbildungsseminar Tragwerksplanung	19
Zwei neue Ausbildungslehrgänge für Sachkundige Planer für die Instandhaltung von Betonbauteilen des Bau-Überwachungsvereins mit DPÜ-Zertifizierung	20
Nächste Arbeitstagung der Prüffingenieure am 25. und 26. September 2020 in Hamburg	21
BVPI-Fachtagung zum Stand der digitalen Prüfung bautechnischer Nachweise	21



Foto: adobe stock, Jonas Weinitschke

MITTEN IN HAMBURG und direkt an der Binnenalster wird am 25. und 26. September 2020 die nächste Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik (BVPI) stattfinden, die wieder ein volles Programm ingenieurwissenschaftlicher und berufspraktischer Fachvorträge bieten wird. Jetzt schon Bekanntes über diese Tagung steht auf Seite 21.



Foto: DIBt, Berlin

EINER STRENGEN KONTROLLE unterliegen Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung, dahingehend nämlich, ob sie die europäischen Harmonisierungsvorschriften erfüllen. Tun sie es nicht, wird das Deutsche Institut für Bautechnik als gemeinsame Marktüberwachungsbehörde der Bundesländer aktiv. Dessen Präsident gibt in diesem Heft wieder seinen alljährlichen Bericht über Aktuelles aus dem DIBt, und zwar auf Seite 58

BETONBAU

Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos:

Welche Risskonzepte sind in Planung und Ausführung für dünne oder massige Betonbauteile zweckmäßig?/Die Frage nach frühem oder spätem Zwang muss der Tragwerksplaner mit exakten Informationen beantworten 22

BRANDSCHUTZ

Dip.-Ing. Erhard Arnholt:

Sind automatische Sprühwasserlöschanlagen als Schutz für Theaterbühnen unzeitgemäß – oder sogar überflüssig?/Die Risiken der veralteten Muster-Versammlungsstätten-Verordnung setzen schutzzielorientierte Brandschutzkonzepte voraus 35

STAHLBAU

Dr.-Ing. Falk Lüddecke/Dipl.-Ing. Albrecht Victor/Dr.-Ing. Michael Schwedler:

Analyse des Einflusses fertigungsbedingter Imperfektionen auf die Schraubkraft an großen Ringflanschverbindungen/Welche Auswirkungen ergeben sich auf die Nachweise für die Ermüdung von Schraubengarnituren bis zur Größe M72? 42

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft:

Neue Aufgaben für das Deutsche Institut für Bautechnik: Produktinformationsstelle für das Bauwesen und Gutachten/Die anerkannten Prüfengeure sollen kraft Gesetzes an der Marktüberwachung harmonisierter Bauprodukte mitwirken 58

BAUPRODUKTENRECHT

Ministerialdirektor a. D. Michael Halstenberg:

Die Europäischen Gerichte nehmen keine Rücksicht auf das berechnigte nationale bautechnische Sicherheitsempfinden/Das Bauproduktenrecht droht den am Bau Beteiligten mit immer mehr praktischer und haftungsrechtlicher Relevanz 64

IMPRESSUM

72

Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfmgenieure mit einer respektablen Dosis aktueller Fachinformationen Die Altersgrenze für die staatlich beliehene Prüfung wird auf die Vollendung des 70. Lebensjahres angehoben

Die Altersgrenze für die Tätigkeit der amtlich anerkannten Prüfmgenieure und Prüfsachverständigen wird in der Muster-Verordnung über die Prüfmgenieure und Prüfsachverständigen (M-PPVO) auf das 70. Lebensjahr angehoben werden. Mit dieser erfreulichen Nachricht hat der Präsident der Bundesvereinigung der Prüfmgenieure für Bautechnik (BVPI), Dr.-Ing. Hartmut Kalleja, die diesjährige Arbeitstagung seiner Vereinigung eröffnet, auf der Mitte September im großen Tagungssaal des Kongresszentrums von Schloss Herrenhausen in Hannover eine respektable Dosis Fachinformation geboten wurde – beispielsweise mit Vorträgen und Diskussionen über bautechnische Themen aus den Bereichen Beton- und Windenergieanlagen oder über Hochhäuser in Holzbauweise oder über brandschutztechnische Angelegenheiten.

Kalleja berichtete in seiner Eröffnungsrede darüber, dass die BVPI und ihre sechzehn Landesvereinigungen ihre Überzeugungsarbeit in Bezug auf die Erhöhung der Altersgrenze in den vergangenen Monaten in allen Bundesländern nochmals intensiviert hätten. Als Ergebnis lägen nun entsprechende Beschlüsse der Fachkommission Bauaufsicht und auch der Fachkommission Bautechnik der Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU) vor, mit denen die Muster-Verordnung über die Prüfmgenieure und Prüfsachverständigen (M-PPVO) in den nächsten Monaten entsprechend angepasst werden könne.

Ebenso wichtig wie die Anhebung der Altersgrenze für die verantwortungsvolle Tätigkeit der Prüfmgenieure und Prüfsachverständigen sind dem BVPI-Präsidenten deren Anerkennungs- und Prüfungsverfahren. In den vergangenen Jahren, so berichtete er, seien diese Verfahren aus den unterschiedlichsten Gründen häufig „unbefriedigend verlaufen“. Mal habe es zu wenig Prüfungstermine gegeben, mal seien die Anforderungen an die Kandidatinnen und Kandidaten nicht transparent genug gewesen und mal seien die

Prüfungsaufgaben nicht praxisnah genug gewesen.

Auch zu diesem Thema habe die BVPI Aktivitäten entwickelt und ihren Gesprächspartnern deutlich gemacht, dass es sowohl für die Baugenehmigungsbehörden als auch für den Berufsstand der Prüfmgenieure und Prüfsachverständigen unabdingbar sei, dass die Anerkennungs- und Prüfungsverfahren zumindest in den grundsätzlichen fachlichen Anforderungen vergleichbar sind und dass es in jedem Bundesland regelmäßige Prüfungstermine geben müsse, und zwar mindestens einmal im Jahr.

Kalleja machte in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, dass es auch im Interesse der Bauaufsicht liegen müsse, wenn die Anerkennungs- und Prüfungsverfahren in diesem Sinne ausgestaltet und weiterentwickelt

würden, denn nur so sei es möglich, eine ausreichend hohe Zahl von Ingenieuren für diese Tätigkeit zu interessieren und sie anzuregen, sich diesem Verfahren zu stellen – „auch unter Berücksichtigung der Gefahr des Nichtbestehens der Prüfung in einem bereits eher gesetzten Lebensalter“.

„Dabei sollte“ – sagte Kalleja, indem er sich direkt an die Inhaber politischer Ämter im Saal wandte – „nicht übersehen werden, dass eine sinkende Anzahl von Prüfmgenieuren und Prüfsachverständigen auch deutliche Auswirkungen auf die politisch formulierten Ziele zur Realisierung höherer Wohnungsneubauzahlen hat“.

Von existenzieller Wichtigkeit für den Berufsstand der Prüfmgenieure ist auch ihr Status als staatlich beliehene Unternehmer. Dieser Status mache, so konkretisierte Kalleja, „ihre



DR.-ING. HARTMUT KALLEJA, der Präsident der Bundesvereinigung der Prüfmgenieure für Bautechnik (BVPI), eröffnete die diesjährige Arbeitstagung seiner Vereinigung mit einer guten Nachricht: Die Altersgrenze für Prüfmgenieure kann ab sofort auf das 70. Lebensjahr angehoben werden.

Unabhängigkeit deutlich und ermögliche ihnen, ihre fachlich hochwertige und wichtige Arbeit im Sinne des Vier-Augen-Prinzips und vor dem Hintergrund der Gefahrenabwehr für Leib und Leben ordnungsgemäß auszuüben“. Denn ohne das gesetzlich festgelegte Haftungsprivileg, das sich aus der amtlichen Beauftragung und aus dem Beliehenenstatus ergibt, sei der Prüffingenieur im normalen Tagesgeschäft „vielfältigen Einfluss- und Druckmöglichkeiten“ ausgesetzt. Ohne hier „übertriebene Schreckensszenarien an die Wand zeichnen“ zu wollen, wies Kalleja in diesem Zusammenhang auf die „schrecklichen Ergebnisse“ hin, die wegen „mangelhafter und fahrlässig durchgeführter Prüfungstätigkeiten in Südamerika“ entstanden seien.

In diesem Zusammenhang erinnerte Kalleja daran, dass die BVPI vor einiger Zeit zu diesem Thema ein ausführliches Gutachten von Prof. Dr. Udo di Fabio eingeholt habe, dem ehemaligen Richter am Bundesverfassungsgericht. Er habe aus unabhängiger verfassungsjuristischer Perspektive die Sichtweise der Prüffingenieure und Prüfsachverständigen auf diese Thematik eindrucksvoll bestätigt. „Wir werden deshalb“, kündigte Kalleja an, „in unseren Gesprächen mit politischen und behördlichen Vertretern nicht nachlassen, die Wichtigkeit dieses Themas für unseren Berufsstand und für die Allgemeinheit immer wieder herauszustellen.“ (*Eine Kurzfassung des Rechtsgutachtens di Fabios kann auf der Website der BVPI eingesehen und heruntergeladen werden: www.bvpi.de ▶ Aktuelles ▶ Alle aktuellen Themen*).

Mit der gleichen Energie, mit der sich die BVPI für die Hoheitlichkeit der Tätigkeit der Prüffingenieure einsetze, wolle sie – „soweit es die Kapazitäten unseres doch eher kleinen Verbandes zulassen“ – für eine alsbaldige grundlegende Novellierung der Bauproduktenverordnung eintreten, deren missglückten Regeln den Wegfall der Kombination von CE- und Ü-Kennzeichen und eine große Verunsicherung und Ratlosigkeit bei allen am Bau Beteiligten verursacht hätten. Kalleja lobte an dieser Stelle ausdrücklich die zuständigen Bundesministerien und auch das Deutsche Institut für Bautechnik. Hier wie dort würden sich, wie er wisse und festgestellt habe, alle Fachleute nach Kräften bemühen, den Umgang mit der EU-Bauproduktenverordnung im Sinne eines annehmbaren Umgangs mit dieser Verordnung in Deutschland zu erleichtern. Man könne aber immer wieder sehen, „wie wenig durchschlagskräftig wir Deutschen ganz offensichtlich in diesem Bereich in Brüssel sind“.



STEFANIE NÖTHEL, die Leiterin der Abteilung für Städtebau und Wohnen im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, forderte die Experten aller Professionen auf, häufiger und vor allem selbstkritisch über den Tellerrand ihrer eigenen fachlichen Disziplinen hinauszublicken.

Als der Präsident der BVPI eingangs seiner berufspolitischen Eröffnungsansprache die Erweiterung der Altersgrenze in den Bundesländern ansprach, wandte er sich explizit auch an Stefanie Nöthel (SPD), die Abteilungsleiterin Städtebau und Wohnen im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, die bei der Eröffnungsveranstaltung der Arbeitstagung der BVPI das politische Grußwort zu halten eingeladen war. Kalleja nutzte die Gelegenheit der Anwesenheit Nöthels, sich bei ihr für die bereits erfolgten Aktivitäten zur Anhebung der Altersgrenze in Niedersachsen zu bedanken. Auch wenn dort ab der Vollendung des 68. Lebensjahres keine neuen Prüfaufträge mehr angenommen werden dürften, so sei die Regelung, dass bestehende Prüfaufträge bis zur Vollendung des 70. Lebensjahres abgearbeitet werden dürften, so Kalleja, „doch zumindest ein Schritt in die richtige Richtung“.

„Unser bautechnisches Prüfsystem hat ganz besondere Erfolge zu verzeichnen“ Nöthel selbst, eine in ihrem Bundesland bekannte und ausgewiesene Expertin für Umwelt- und Baufragen, machte in ihrem politischen Grußwort erstmal das, was alle politischen Grußwortredner machen: Komplimente. Indem sie den Prüffingenieuren und Prüfsachverständigen aber die „große und besondere Bedeutung“ ihres Verbandes bescheinigte, würdigte sie auch das deutsche unabhängige bautechnische Prüfsystem, das bei uns im Vergleich mit anderen Staaten, in denen dieses Prinzip nicht eingeführt ist, „ganz besondere Erfolge zeitigte“. Diese Erfolge manifestierten sich vor allem darin, dass nichts passiert ist, denn in Deutschland

habe man bislang „keine so katastrophalen Unglücksfälle zu beklagen, wie das andersorts in Europa und in der Welt der Fall ist“. Es gerate, so Nöthel, immer schnell in Vergessenheit, „warum wir in einer solch‘ glücklichen Lage sind“. Deswegen müssten die Prüffingenieure in ihrem Tun unterstützt werden und deswegen sagte sie die jederzeitige „Weitergabe von Informationen“ und den steten „Austausch von Gedanken und Positionen“ zu, worum Kalleja sie vorher gebeten hatte.

Interessant äußerte sich die Abteilungsleiterin zu der grundlegenden Personalfrage in solchen Landesministerien, die für das Bauen und Wohnen zuständig sind, speziell in ihrem eigenen. Überzeugend meinte sie, dass die dort tätigen Fachleute und Experten sich „doch bitte nicht immer so penetrant“ hinter den Mauern ihrer fachlichen Komplexitäten und beruflichen Materien verstecken, sondern vielmehr interdisziplinär und interprofessionell das vertrauensvolle Gespräch mit den jeweils anderen Experten und Fachleuten suchen sollten. Zuhören und mitdenken laute die Devise. Und immer wieder müsse man sich, sagte sie als Juristin, auch als Fachmann klarmachen, dass häufig gar nicht mehr verstanden werde, was „die Gesetze und Verordnungen eigentlich bedeuten, welchen Sinn sie haben oder haben sollten, die wir da tagaus, tagein, schreiben und novellieren“. Sie jedenfalls wolle sich in ihrem Ministerium und in ihrer Landesregierung auch in Zukunft verstärkt dafür einsetzen, dass in der Baubehörde „Kollegen von Ihnen sitzen, die auch verstehen, was sie genehmigen und was sie anordnen sollen und können“. Wichtig sei es,

Experten zu haben, die sich auch mal mit weniger als dem Maximum zufrieden geben, wenn es denn ausreichend ist, das zu verlangen meistens doch nur dazu diene, „sich abzusichern, indem man den jeweils höchsten technischen Standard verlangt“. Aber, um genau zu wissen, was man verantworten kann und verantworten muss, gerade dazu, so Nöthel, „braucht es die höchste Kompetenz“.

15 Fachvorträge in anderthalb Tagen

Die Arbeitstagungen der BVPI zeichnen sich seit Jahrzehnten durch ein qualitativ jeweils außerordentlich hochstehendes und aktuelles Fachprogramm aus. Es wurde immer und wurde auch in diesem Jahr von Referenten aus Wissenschaft und Praxis bestritten, die große professionelle praktische Erfahrung mit tiefer theoretischer Erkenntnis verbinden können. Auch in diesem Jahr in Hannover haben die Referenten der Vorträge diese hohen Erwartungen der Anwesenden erfüllt. (Man kann sie übrigens regelmäßig nachlesen, denn die Vorträge der Arbeitstagungen der Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik werden von den Referenten hier regelmäßig als zu Fachaufsätzen umgearbeitete Beiträge veröffentlicht.)

Nicht nur Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft, der Präsident des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), der seinen schon traditionell gewordenen jährlichen „Aktuellen Bericht aus dem DIBt“ erstattete (siehe Seite 58), sondern auch die anderen Referenten haben geliefert, was von ihnen erwartet wurde.

Den Anfang machte Prof. Dr. sc. techn. Mike Schlaich, der Leiter des Fachgebiets Entwerfen und Konstruieren – Massivbau des Instituts für Bauingenieurwesen der TU Berlin, der das immer wieder verblüffend einfache Bauen mit Infralichtbeton veranschaulichte, jenem Hochleistungsbeton, der aufgrund seiner geringen Rohdichte als tragende Wärmedämmung dauerhafte, nachhaltige und ansprechende Sichtbetonbauten verspricht.

Schlaich folgte ein Beitrag in englischer Sprache über die politischen und gesetzgeberischen, sozialen und regulatorischen Konsequenzen des Grenfell-Hochhausbrandes im Juni 2017 in London, den Chandru Dissanayke vom britischen Ministry of Housing, Communities and Local Government (Ministerium für Wohnungswesen, Gemeinden und Kommunalverwaltung) hielt. Dissanayke hält das deutsche Prüfsystem – offenbar nicht nur aus Höflichkeit – als ein mögliches Vorbild für die Verhältnisse in Großbritannien,



CHANDRU DISSANAYKE vom britischen Ministerium für Wohnungswesen, Gemeinden und Kommunalverwaltung hält – als Reaktion auf den Brand des Grenfell-Towers – das deutsche Prüfsystem durchaus für ein Vorbild für mögliche neue Verhältnisse in Großbritannien.

wo sich, wie sich aus den dortigen Diskussionen immer deutlicher herausbildet, eine Lösung gefunden werden könnte, die den deutschen Gepflogenheiten zumindest ähnlich sind.

Über den Bau und Betrieb von Windenergieanlagen gab es in diesem Jahr gleich drei Vorträge, und zwar

- von Dr.-Ing. Claus Goralski (von der Hegger und Partner Ingenieure GmbH in Aachen) über bautechnische Anforderungen bei Onshore-Windenergieanlagen,
- von Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann (vom Institut für Stahlbau der Leibniz-Universität in Hannover) über Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen und
- von Dr.-Ing. Falk Lüddecke (von der Ingenieurgesellschaft Jörss-Blunck-Ordemann GmbH in Hamburg) über Detailprobleme von Offshore-Windenergieanlagen (siehe Seite 42).

Weiter ging es dann im separaten Vortragsteil Betontechnik mit

- Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos, dem Leiter der Abteilung Bautechnik des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins und Honorarprofessors der TU Kaiserslautern, der den „Dauerbrenner früher oder später Zwang“ zum Thema hatte und die Frage beantwortete, welche Risskonzepte für dünne oder massive Betonteile dabei in Planung und Ausführung zweckmäßig sind (siehe Seite 22).

In derselben Vortragsreihe beschäftigte sich sodann

- Dr.-Ing. Knut Herrmann, der Stellvertretende Leiter der Materialprüfanstalt für das Bauwesen im Fachbereich Konstruktionen und Baustoffe der TU Braunschweig, mit den Möglichkeiten und Einsatzgrenzen von Frischbetonverbundabdichtungen.

In der zweiten separaten Abteilung dieses Vortragsprogramms, Thema: Brandschutz, hielten dann

- Dipl.-Ing. Thorsten Prein (vom Büro für Brandschutz in Bergisch-Gladbach) einen Vortrag über das Risikopotential von Elektrofahrzeugen im Brandfall und
- Dipl.-Ing. Erhard Arnhold (vom Sachverständigenbüro Arnhold in Weimar) einen über die Notwendigkeit oder den Unsinn von automatischen Löschanlagen über Theaterbühnen, von denen es immerhin 500 in Deutschland gibt. Arnholds stellte die provokante Frage: Alles nur Theater? (die Antwort steht auf Seite 35).

Am nächsten Tag, nach dem traditionellen abendlichen sowohl stimmigen als auch stimmungsvollen und obendrein noch belustigenden Gesellschaftsabend der Landesvereinigung Niedersachsen im EXPOWAL, unweit der Messe Hannover, ging es dann weiter mit der kompakten und an wissenschaftlichen und bautechnischen Neuigkeiten reichen Vortragsveranstaltung.

Begonnen wurde am Samstag mit

■ Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, vom Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München, der – sehr amüsant und kurzweilig aber fachlich tiefgründig und deshalb gleichzeitig sehr lehrreich – über tragende und raumabschließende Holzbauteile in hohen Gebäuden referierte.

Ihm folgte, thematisch das häufig notwendigerweise Theoretische von Winter praktisch ergänzend, der Vortrag von

■ Dipl.-Ing. Anders Übelhack, der bei der Züblin Timber GmbH in Aichach für den Schlüsselfertigbau zuständig und verantwortlich ist. Übelhack stattete seinem Auditorium einen mündlichen und bildnerischen Bericht über die bautechnischen Herausforderungen ab, die dem ausführenden Unternehmen beim Bau des ersten und höchsten Holz-Hochhauses in Deutschland, dem SKAIO in Heilbronn, gestellt worden sind.

Mit zwei Leckerbissen der ersten Garnitur ingenieurtechnischer Aufgaben schloss sich der Kreis der Themen. Den ersten bot

■ O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. phil. Dr. techn. Konrad Bergmeister MSc. Ph.D., der bis vor kurzem als langjährig amtierender Vorstandsvorsitzender der Brenner Basistunnel SE eines der wichtigsten Bauprojekte der Gegenwart geleitet hat: die mit 64 Kilometer längste unterirdische Eisenbahnstrecke der Welt. Sie verbindet die Regionen nördlich und südlich des Brenners nahtlos miteinander und wird das Kernstück der neuen Brennerbahn zwischen München und Verona sein. Bergmeister beschrieb seinen Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland in einem mitreißenden und faszinierenden Aufriss die geologischen, ingenieurtechnischen, organisatorischen und gesamtplanerischen Kernpunkte dieses gewaltigen Projekts und seine ausgefeilte multidisziplinäre Planung und ressourceneffiziente Bautechnik.

■ Die zweite ingenieurtechnische Delikatesse bestand aus zwei zueinander passenden aber getrennt behandelten Stücken: der jahrhundertalten Baugeschichte des Berliner Stadtschlusses und der Geschichte seines heutigen Wiederaufbaus. Dazu rollte Dr.-Ing. Michael Stauch von der Specht, Kalleja und Partner GmbH (Berlin) mit vielen historischen Bildern die Geschichte dieses Schlosses mit in Berlin auf – vom ersten Grundriss bis zum Abriss, während Dipl.-Ing. Bernd von Seht, einer der Partner des Hamburger Inge-

nieurbüros Wetzels & von Seht, die Probleme der Tragwerksplanung und ihre Lösungen für den Wiederaufbau des Schlosses in der architektonischen Form und für die Aufgaben des künftigen Humboldt-Forums schilderte. Beide Präsentationen, mit erkennbar gründlichem Sachverstand und ausgeprägtem Verständnis für die geschichtlichen und auch stilistischen Wirklichkeiten ihres Objekts vorgetragen, ließen wieder einmal hochschätzende Urteile darüber aufkommen, was für in der Tat beeindruckende Leistungen Ingenieurinnen und Ingenieure in ihren jeweiligen Fachgebieten als Einzelpersonen und im Team zu erbringen vermögen.

Always online: Wie verändert die permanente Vernetzung unseren Alltag?

Unter dieser Überschrift hat Prof. Dr. Christoph Klimmt vom Institut für Journalistik und Kommunikationsforschung der Hochschule für Musik, Theater und Medien (Hannover) den mittlerweile schon seit Jahren regulär ins Programm der Arbeitstagungen der BVPI aufgenommen „Festvortrag“ gestellt. Klimmt hat sich, wie er bemerkte, schon seit vielen Jahren mit den Voraussetzungen und Konsequenzen der ständigen online-Verbindung des Menschen mit der ganzen Welt und dem potenziellen Zugang zu nahezu allen akut benötigten oder gewünschten Informationen beschäftigt, und er hat aus diesem Fundus forschender Erfahrung den Prüflingen und Prüfsachverständigen und ihren Gästen reichlich und anschaulich berichtet. Klimmt analysiert mit seiner wissenschaftlichen Arbeit die Folgen der wohl bedeutsamsten sozialpolitischen und medienpsychologischen Entwicklung unserer Zeit: jedermanns per-

manente Vernetzung mit dem Internet. Wichtig sind ihm aber nicht nur die individuellen und sozialen Gefahren, die von dieser Technik ausgehen, sondern auch deren Chancen und neuen Möglichkeiten.

Klimmt beschrieb – eloquent und anschaulich – die mit dem Smartphone einhergehende Verletzung oder Verachtung tradierter Normen (zum Beispiel die Handynutzung beim Essen oder als Unterbrechung oder Abbruch persönlicher Gespräche), die vermeintliche Unfähigkeit, Probleme ohne Google zu lösen, die Klage vieler Lehrkräfte über Leistungsrückgang, die eindeutig auf die digitalen Medien zurückzuführen sind und so weiter. Ähnliche Gefahren für das Zusammenleben der Menschen ergäben sich aus dem veränderten Umgang mit Nachrichten und Politik. Die große Zahl digitaler Botschaften durchmische sich mit klassischen Nachrichten und Botschaften neuer öffentlicher Akteure („Influencer“, Unternehmen, Organisationen, Parteien). Diese Informationsüberlastung löse eine sehr oberflächliche Informationsverarbeitung auch ernster politischer Nachrichten aus und begünstige die Wahrscheinlichkeit, auf emotionalisierte Botschaften anzuspringen, hinterher und obendrein gewöhnen auf diese Weise Personen an einer Bedeutung für politische Urteile, die ihnen per se nicht zukäme, während der Denkaufwand für die kritische Betrachtung von Botschaften sinke und gleichzeitig die Anfälligkeit für Halbwahrheiten und *Fake News* gefährlich ansteige.

Klimmt blätterte fast jedes Kapitel unseres Umgangs mit den neuen Medien auf, wies auf weitere Gefahren für die Entwicklung de-



Foto: Volker Warming (Güestudios GmbH)

PROF. DR. CHRISTOPH KLIMMT benannte als Kommunikationsforscher die großen Gefahren der konstanten Verbindung des Menschen mit dem Internet, konnte aber auch eine Reihe von Vorteilen beschreiben.

mokratischer Errungenschaften hin, dekurvierte auf launische aber doch ernste Weise neue Gewohnheiten, die bisher als fleghaft oder ungezogen galten, heute aber gesellschaftlich geduldet, akzeptiert oder sogar schon als normal angesehen werden, zeichnete einige Schattenrisse gesundheitlicher oder psychogener Störungen durch die abnorme Nutzung von Cyberspielen und bildete – last but not least – einige schlagende Beispiele für den durch unsere Online-Existenz veränderten Umgang mit echten und scheinbaren Informationen oder Fakten ab.

Trotz solch' eher düsterer Aussichten hatte Klimmt aber auch einige positive Resultate seines Nachdenkens und Forschens über „always on“. Sein Fazit lautet: Die allermeisten Menschen haben den Smartphone-Gebrauch (stark) habitualisiert, sind aber nicht süchtig.

Was also ist zu tun? Klimmts Rat lautet: Positiv denken! Den Risiken und Problemen des permanenten Onlineseins stehen seiner Meinung nach nämlich „immense Vorteile und Chancen“ gegenüber:

- Mehr Verbundenheit zwischen Menschen,
- mehr Zugang zu nützlicher Information,
- mehr Transparenz in öffentlichen Belangen,
- mehr Spaß im Alltag,
- mehr Wohlbefinden,
- Medien-Achtsamkeit als Zielgröße,
- das Lernen eines reflektierten, bedachten, sparsamen Umgangs mit „always on“
- die individuell anerzogene Minimierung von Online-Risiken durch Wissen, Selbstdisziplin und aktives Offlinesein.

Klaus Werwath

Positionspapier der Planerorganisationen zum HOAI-Mindestsatzurteil des Europäischen Gerichtshofs: Die vom EuGH bejahte qualitätssichernde Funktion der Mindestsätze der HOAI muss wiederhergestellt werden

Nachdem der Europäische Gerichtshof (EuGH) mit seinem Urteil vom 4. Juli 2019 (C-377/17) festgestellt hatte, dass die Bundesrepublik Deutschland gegen europarechtliche Vorgaben verstoßen habe, weil in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) verbindliche Mindest- und Höchstsätze für Planungsleistungen vorgegeben seien, haben die deutschen Planerorganisationen – unter ihnen auch die Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik (BVPI) – ein Positionspapier ausgearbeitet, in dem sie berufspolitische Schlussfolgerungen ziehen und Vorschläge für angemessene gesetzestechnische Reaktionen des deutschen Gesetzgebers auf das Urteil des EuGH unterbreiten.

Die Planerorganisationen stellen in ihrem Positionspapier zunächst fest und streichen öffentlich heraus, dass die vom EuGH angegriffenen Regelungen der HOAI eine Diskriminierung, die dem Gedanken der europäischen Harmonisierung entgegenstehen könnte, nicht darstellten. Weiter habe das Gericht konstatiert, dass – und damit geht er konform mit der Argumentationslinie der deutschen Architekten und Ingenieure und der Bundesregierung – die in der HOAI festgelegten Mindest- und Höchstsätze grundsätzlich durchaus geeignet seien, zur Erreichung der Ziele der Qualität der Arbeiten und des Verbraucherschutzes sowie des Erhalts der Bau-

kultur und des ökologischen Bauens beizutragen. Mindestpreise könnten, heißt es weiter in dem Urteil, helfen, einen Konkurrenzkampf zu vermeiden, denn der könne zu Billigangeboten führen, was das Risiko eines Verfalls der Qualität der erbrachten Dienstleistungen zur Folge hätte. Die Existenz von Mindestsätzen könne dazu beitragen, dass schlussfolgert der EuGH, eine hohe Qualität der Planungsleistungen gewährleistet ist. Mindestsätze stellten damit eine legitime Umsetzung der verfolgten Ziele dar.

Dennoch hält es der EuGH für widersprüchlich, wenn einerseits von Seiten der Bundesrepublik zur Rechtfertigung der Mindest- und Höchstpreise erklärt werde, dass diese der Qualitätssicherung dienen würden, andererseits aber grundsätzlich Planungsleistungen von jedem Dienstleister erbracht werden könnten – ohne Nachweis der fachlichen Eignung. Im Hinblick auf das mit den Mindestsätzen verfolgte Ziel, eine hohe Qualität der Planungsleistungen zu erhalten, erkennt der EuGH deshalb eine „Inkohärenz“ in der deutschen Regelung. Wer mit der Qualität gesetzlich vorgeschriebene Mindest- und Höchstpreise rechtfertigen wolle, müsse die Qualität dann auch bei der fachlichen Eignung konsequent berücksichtigen. Da diese „Inkohärenz“ in der HOAI nun beseitigt werden muss, haben die Planerorganisationen eine zweistufige Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Anpassung der HOAI nach dem Modell der Steuerberatervergütungsverordnung (vorge-sehene Honorare nach HOAI gelten nur dann nicht, wenn etwas anderes ausdrücklich vereinbart wird; ausdrücklicher Angemessenheitsvorbehalt; Regelsatz als Regelgebühr).
- Schaffung der formalen, berufspolitischen und politischen Rahmenbedingungen und Schließung der rechtlichen Lücken zur Herstellung von Kohärenz und damit zur Wiederherstellung der Verbindlichkeit der Mindestsätze. Ziel dieser Bemühungen ist die stärkere Durchsetzung der vom EuGH anerkannten Notwendigkeit qualitätssichernder und Verbraucherschützender Elemente bei Planungsleistungen.

Aktuell diskutieren Vertreter des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi), des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), des Ausschusses der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung (AHO), der Bundesarchitektenkammer, der Bundesingenieurkammer und der Bundesländer und Kommunen darüber, welcher Weg zur Anpassung der HOAI der effektivste und für alle Beteiligten der am wenigsten belastende Weg ist. Mit einem ersten Arbeitsentwurf des federführenden BMWi für eine angepasste HOAI dürfte im Frühjahr 2020 zu rechnen sein.

RA Henning Dettmer, BVPI

Großes Interesse am deutschen bautechnischen Prüfwesen auf dem „Weltkongress der Tragwerksplaner“ in New York

„Die Forderung nach einer unabhängigen Prüfung spricht den Tragwerksplanern auch international aus der Seele“

Einen besseren Beweis hätte es für das weltweit wachsende Interesse am neutralen bautechnischen Prüfsystem kaum geben können: Als in der ersten Septemberwoche die Vertreter der Mitgliedsverbände der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau (IVBH) zu ihrem „Annual Meeting“ in New York City zusammenkamen, da wurden die drei deutschen Delegierten der Bundesvereinigung der Prüfsachverständigen für Bautechnik (BVPI) neugierig wie noch nie in den Jahren zuvor mit Fragen und konkreten Nachfragen bedrängt. Auf höchster internationaler Ebene zeigte sich dabei sehr deutlich, so der Eindruck der deutschen Prüfsachverständigen, dass Deutschland von den Kollegen in vielen Ländern um sein Prüfwesen beneidet werde und dass die BVPI mit ihrer Forderung nach einer unabhängigen bautechnischen Prüfung den Tragwerksplanern auch international aus der Seele spreche.

Die IVBH, weltweit besser bekannt unter ihrem Kürzel IABSE (International Association for Bridge- and Structural Engineering), ist die wohl bedeutendste internationale Vereinigung von Tragwerksplanern. Sie wurde 1929 in Zürich gegründet und entwickelt und kultiviert seither ein weltweit gespanntes Netzwerk von Ingenieuren in mehr als einhundert Ländern. Dieses Netzwerk bietet den Ingenieuren aus aller Welt ein Forum, auf dem sie eigene Erfahrungen mit fremden Erkenntnissen anreichern können, um so neue Impulse für ihre professionelle Entwicklung aufzunehmen. Der Austausch und die Weitergabe fachlicher Informationen, Gedanken und Meinungen vollzieht sich aber nicht nur auf individueller Ebene, sondern sie sind auch geeignet, die berufspolitische Arbeit der Ingenieurverbände in aller Welt am Beispiel internationaler Entwicklungen auf eigene neue nationale Ziele auszurichten.

Als Repräsentanten der BVPI und damit aller deutschen Prüfsachverständigen haben Dr.-Ing. Markus Wetzel (Hamburg), Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle (Gräfelfing bei München) und Prof. Dr.-Ing. Eric Brehm (Bensheim) in ihren Gesprächen und



DAS DEUTSCHE BAUTECHNISCHE PRÜFSYSTEM hat Prof. Dr. Ing. Eric Brehm als Delegierter der Bundesvereinigung der Prüfsachverständigen für Bautechnik (BVPI) anlässlich des diesjährigen IABSE-Weltkongresses der Tragwerksplaner in New York darstellen können – mit durchschlagendem Erfolg.

Diskussionen in New York immer wieder vernommen, dass die unabhängige bautechnische Prüfung nach deutschem Vorbild in vielen Ländern von den Tragwerksplanern als ideal angesehen wird.

Dass die deutschen bautechnischen Prüfgewohnheiten und Entwicklungen in der Welt mit großem Interesse beobachtet werden, belegt auch die Einladung, die ihnen über ihre Mitarbeit in der Task Group „Forensic Engineering“ der IABSE zuteilwurde., nämlich die fachliche Federführung einer Sonderausgabe des Journal „Structural Engineering International“ zum Thema „Forensic Engineering“ zu gestalten. In dieser Fachzeitschrift ist auch schon – in einer speziellen Sonderausgabe – ein Beitrag aufgenommen worden (er befindet sich gerade im Review), den Hertle und Brehm zu der vorjährigen Konferenz in Nantes beigetragen haben. Sie können dabei eigene thematische Schwerpunkte dieser Sonderausgabe einer weltweit erscheinenden renommierten und angesehenen Zeitschrift setzen – und da werde ein be-

sonderer Akzent, so meinten die drei deutschen Ingenieure schon jetzt, sicher die neutrale bautechnische Prüfung sein.

Natürlich waren die BVPI-Vertreter nicht nur Zuschauer, sondern sie steuerten auch Konferenzbeiträge bei und hielten Vorträge: Wetzel zeigte am Beispiel eines anspruchsvollen Umbauprojekts in Hamburg die gelungene Zusammenarbeit des Tragwerksplaners mit dem Prüfsachverständigen, Hertle stellte ein Projekt zur Verstärkung eines Tunnels vor und war zudem Gast einer Podiumsdiskussion und Brehm hielt zwei Vorträge über die Ursachen menschlicher Fehler in interkulturellen Zusammenhängen und über die „gute“, sprich wirtschaftlich und fachlich unabhängige bautechnische Prüfung. Dabei ging es Brehm vor allem darum, die Zusammenarbeit zwischen dem Prüfer und dem Tragwerksplaner als maßgebende Voraussetzung für die hohe Qualität einer jeden gebauten Struktur darzustellen, die ja letzten Endes auch einen deutlichen Mehrwert für den Bauherrn darstelle.

Die deutsche Fassung der DIN EN ISO 19650 ist erschienen: Eine Datenumgebung für klar strukturierte BIM-Prozesse

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) hat im Beuth-Verlag die Herausgabe der deutschen Fassung der internationalen Norm DIN EN ISO 19650 (Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM) annonciert, die bisher nur in englischer Version vorgelegen hatte.

„Diese internationale Norm schafft eine einheitliche Sprache im Bauwesen und trägt mit einem klar definierten Informationsmanagement dazu bei, die Produktivität in der Baubranche zu steigern.“ Mit diesem Satz hat Dr. Volker Krieger, der im DIN zuständige Arbeitskreisleiter, diese Norm charakterisiert und damit auch die Bedeutung der verbindlichen deutschen Übersetzung deutlich ge-

macht, denn, so Krieger weiter: „Diese Norm öffnet neue Märkte im Ausland und schafft gleiche Bedingungen und verlässliche Regeln für alle Marktteilnehmer, insbesondere auch für deutsche Mittelständler.“

Die aus zwei Teilen bestehende Norm beschreibt die wesentlichen Grundbegriffe für das Informationsmanagement – beispielsweise die inhaltlichen Anforderungen an einzelne Informationslieferungen und die Nutzung der gemeinsamen Datenumgebung, die als Plattform für den strukturierten Austausch von Informationen in klar definierten Prozessen dienen kann.

„Die Norm befasst sich mit ganz wesentlichen Aspekten des Informationsmanage-

ments in der Baubranche, denn Prozesse müssen bereits im Vorfeld klar definiert sein“, so fasst Sina Tiedtke, die Senior Projektmanagerin beim DIN, den Inhalt der neuen deutschen Norm zusammen.

Die für Planer, Berater und Bauunternehmer entscheidende Frage, wann welche Information wie erstellt und wohin geliefert würde, werde hier konkret beantwortet und vermittelt so „sehr viel konkretere Anforderungen an ihre Dokumentation“. Außerdem könnten sie ihre Honorare und Preise besser kalkulieren. Damit schaffe die DIN EN ISO 19650 die notwendige Transparenz, damit alle Projektbeteiligten zu jeder Zeit den Status quo kennen und wissen, wie die nächsten Schritte aussehen.

IRCC-Kongress in Peking: Welche Rolle spielt die EU bei der Entwicklung der Normenarchitektur der Zukunft? Das DIBt und die Bundesvereinigung der Prüfsingenieure propagieren die Vorzüge der unabhängigen Baukontrolle

Hinter den Kulissen ihres derzeitigen Handelskrieges entwickelt sich zwischen den USA und China offenbar eine weltwirtschaftlich ebenso bedeutsame Rivalität um die künftige globale Normenarchitektur. Diese Entwicklung wirft die Frage auf, welche Rolle dabei die EU mit ihren harmonisierten europäischen Regeln und Richtlinien spielen können. Diese Frage jedenfalls haben die Mitglieder des Vorstandes der Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Bautechnik (BVPI), Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle und Dr.-Ing. Markus Wetzels, sich stellen müssen, die als Beauftragte ihrer Vereinigung zusammen mit dem Präsidenten des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft, und der für internationale Kontakte des DIBt verantwortlichen Referatsleiterin, Dr.-Ing. Doris Kirchner, unlängst in China an einem internationalen Kongress teilgenommen haben, wo sie das deutsche System der unabhängigen bautechnischen Prüfung und Überwachung inter-

national aufnahmebereiten und interessierten Gesprächspartnern nahebringen konnten.

„Sehr deutlich“ so berichteten Wetzels und Hertle nach ihrer Reise übereinstimmend, sei bei diesem Kongress zu erkennen gewesen, dass China sich mit energischer staatspolitischer Unterstützung darauf vorbereite, „die internationale Normenarchitektur maßgebend zu bestimmen“. Ob die EU dabei Einfluss nehmen könne, um der Anwendung ihrer Regeln und Richtlinien weltweit Geltung zu verschaffen, hänge davon ab, ob sie ihre „systemimmanenten Widersprüchlichkeiten“ würde auflösen können. Andererseits sei der Wert jener Erfahrungen von international großer Bedeutung, die die EU mit der beispielgebenden egalisierenden Einebnung bestehender national gewachsener zu europaweit gültigen, neu zu schreibenden Normen und Regeln gemacht hätten. China und die USA könnten, so resümierten Wetzels und Hertle ihre Gespräche in China, die europäische Situation „durchaus

auch als Chance verstehen“, mit „schnellem, koordiniertem und gezieltem Vorgehen ergebnisorientiert bestimmenden Einfluss zu gewinnen“.

Anlass der Reise Wetzels und Hertles nach China war das diesjährige „Business Meeting“ eines internationalen Expertenforums („Inter-Jurisdictional Regulatory Collaboration Committee“ IRCC), das die weltweite Förderung eines gemeinsamen Verständnisses und eines globalen Rahmens für die Entwicklung praxisbezogener, sozialverträglicher Regulierungssysteme betreibt. Diesem Forum gehört deutscherseits das DIBt an. Dessen Präsident, Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft, und dessen Referatsleiterin Unternehmenskommunikation und internationale Beziehungen, Dr.-Ing. Doris Kirchner, haben ihre Teilnahme an diesem Kongress dazu genutzt, um den bisherigen intensiven Erfahrungsaustausch des DIBt mit internationalen Bauaufsichtsorganisationen fortzusetzen und zu vertiefen und die Schwierigkeiten und zeitlichen Probleme zu erklären, die in der EU mit der Um-

setzung beispielsweise der Bauproduktenverordnung insbesondere im Bereich des nachhaltigen Bauens zu bewältigen sind.

Nach der Tagung des IRCC fanden die BVPI-Vertreter Gelegenheit, mit Kollegen aus Singapur und Schweden zu einer Erläuterung des deutschen Systems der bautechnischen Prüfung zusammenzukommen. Dabei haben die Kollegen aus Singapur wesentliche Fragen zum Verständnis des deutschen Prüfsystems gestellt, insbesondere haben sie sich nach der Verantwortlichkeit, der Stellung, einer möglichen wirtschaftlichen Abhängigkeit und nach der Art der Auftragsabwicklung des Prüfingenieurs erkundigt. Das Prüf- und Überwachungssystem in Singapur zeigt, nach Einschätzung der dortigen Kollegen, erhebliche Schwächen. Diese seien vor allem auf die Tatsache zurückzuführen, dass der Prüfende in Singapur nicht wirklich wirtschaftlich unabhängig sei und dass er neben seiner Prüftätigkeit nicht als Tragwerksplaner tätig und daher technisch nicht mehr up-to-date sei. Außerdem hätten sie sich eine „Lehrer-Attitüde“ angewöhnt, die jeder sinnvollen Weiterentwicklung im Wege stehe. Die Kollegen aus Singapur fanden den Prozess der Anerkennung eines Prüfingenieurs in Deutschland grundsätzlich überzeugend. Dazu wurden vertiefte Fragen gestellt, auch hinsichtlich der Beurteilung und Bewertung der persönlichen Integrität des Prüfenden.

Die schwedischen Kollegen berichteten in dem Gespräch über die derzeitige Suche Schwedens nach einem geeigneten Prüf- und



AUF EINEM INTERNATIONALEN Baukongress in Peking haben die Vertreter der Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik (BVPI), Dr.-Ing. Markus Wetzel (l.) und Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle (r.), das deutsche unabhängige bautechnische Prüfsystem vielen ausländischen Kollegen erklärt, während der Präsident des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft und dessen Kollegin, die Referatsleiterin Unternehmenskommunikation und Internationale Beziehungen des DIBt, Dr.-Ing. Doris Kirchner, das deutsche Normenwesen und seine Einbettung in die harmonisierte bautechnische Normung in Europa vorstellten.

Bauüberwachungssystem, da ihres im Zuge der Liberalisierung in den 1990er Jahre komplett abgeschafft worden war. In Schweden werde, berichten die Kollegen, derzeit gar nicht geprüft, und die Bauaufsicht habe keinerlei Informationen über Planung und Bauausführung. Bemerkenswert waren auch Fragen zu den administrativen Abläufen, zur Bestimmung des Honorars und zu den mögli-

chen Nachteilen des deutschen Systems. Die Vorteile unseres Systems, insbesondere die Vorteile der Tatsache, dass Prüfingenieure immer gleichzeitig als Tragwerksplaner tätig sind und dass das Prüfen eine hoheitliche Tätigkeit mit wirtschaftlicher und technischer Unabhängigkeit sein sollte, wurden von den Kollegen, sowohl aus Singapur, als auch aus Schweden klar erkannt.

Die Mitgliederversammlungen der vpi-EBA werden künftig an die EBA-Sachverständigentage gekoppelt

Die Mitgliederversammlungen der Vereinigung der Sachverständigen und Prüfer für Bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau (vpi-EBA) werden künftig organisatorisch und terminlich mit den Sachverständigentagen des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) kombiniert. Das hat der neue Vorstand der vpi-EBA nach einer Umfrage unter den Mitgliedern entschieden. Bei dieser Meinungsrecherche sprach sich die Mehrheit der vpi-EBA-Mitglieder dafür aus, die Mitgliederversammlungen zukünftig an die jährlich stattfindenden hochrenommierten Sachverständigentage des EBA zu koppeln.

Die Umfrage gehörte zu einer der ersten Amtshandlungen des neuen Vorstandes, der sich, wie in der Ausgabe Nr. 54 des Prüfingenieurs bereits gemeldet worden ist, seit den letzten Vorstandswahlen im vergangenen Jahr in Frankfurt am Main unter dem Vorsitz von Dr.-Ing. Markus Hennecke, Dr.-Ing. Thomas Klähne und Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Mensinger als Stellvertreter des Vorsitzenden zusammensetzt. Der Vorstand wollte, mit dem Ziel, den zeitlichen Aufwand der Mitglieder für die Teilnahme an den künftigen Mitgliederversammlungen zu minimieren, mit der Umfrage eruieren, in welchem Rahmen die Mitgliederversammlungen der vpi-

EBA künftig stattfinden sollen.

Die nächste ordentliche vpi-EBA-Mitgliederversammlung findet demnach am 11. Februar 2020 von 10 bis 12 Uhr in Fulda (Maritim Hotel) statt.

Unmittelbar im Anschluss daran, und zwar bis zum nächsten Tag, dem 12. Februar 2020, findet dann die 22. Jahresfachtagung der Sachverständigen des Eisenbahn-Bundesamtes statt. Das Programm der Jahresfachtagung ist zu finden unter:

www.eurailpress.de/veranstaltungen

15. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau der vpi-EBA und des VDEI mit dem Themenschwerpunkt Eisenbahnbrücken

Am 26. September 2019 fand die 15. Fachtagung Konstruktiver Ingenieurbau in Berlin statt, die vom Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure (VDEI) und der Vereinigung der Sachverständigen und Prüfer für bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau (vpi-EBA) für Ingenieure des konstruktiven Ingenieurbaus, für Prüfsachverständige sowie für anerkannte Prüfer für bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau geplant und durchgeführt worden ist.

Neben ihren sehr interessanten Themen bietet diese Fachtagung Experten aus Planung, Forschung, Praxis und Behörden regelmäßig ein exzellentes Podium, auf dem sie einen regen jährlichen Meinungsaustausch untereinander und mit den jeweiligen Referenten pflegen können.

Nach fachpolitischen einführenden Begrüßungsworten von Dr.-Ing. Thomas Mainka, dem Präsidenten des VDEI, Alexander Kaczmarek, dem Konzernbeauftragten der DB AG für Berlin und Dr.-Ing. Markus Hennicke, dem Vorsitzenden der vpi-EBA, wurden bei dieser 15. Fachtagung

- über Neuerungen im Technischen Regelwerk der DB AG und über die „Überwachung der Erstellung“ (ehemals Bauaufsicht) durch das Eisenbahn-Bundesamt EBA berichtet,
- der Hintergrund und die Wirkung der Baubetriebsplanung auf die fachtechnische Gewerkeplanung beschrieben,
- der Einsatz von Betonfertigteilen im Brückenbau bei der DB Netz AG dargestellt,
- die Entwicklung und der Einsatz der Zwillingsträgerhilfsbrücke ZH 31 erklärt,

- die dynamische Berechnung von Eisenbahnbrücken geschildert und Hinweise zu deren Modellierung gegeben und
- der Entwurf einer Stahlsegelbrücke über den Neckar vorgestellt und seine Ausführungsplanung beschrieben, die mit besonderen Randbedingungen fertig werden musste.

Anders als in den Vorjahren fand die Veranstaltung dieses Mal auf dem Campus des Europäischen Energieforums (EUREF) statt, das sich als Symbol der Energiewende in Deutschland versteht und im Berliner Ortsteil Schöneberg zahlreichen Unternehmen aus den Bereichen Energie, Nachhaltigkeit und Mobilität einen gemeinsamen Standort bietet. So konnten mehr als 300 Teilnehmer an dieser Fortbildung für Ingenieure des konstruktiven Ingenieurbaus im Eisenbahnbau teilnehmen.

Die Novellierung der Bauproduktenverordnung kommt in Brüssel wieder auf die Tagesordnung

Die neue EU-Kommission in Brüssel, die unter der Führung von Ursula von der Leyen als neuer Präsidentin der EU-Kommission in den kommenden fünf Jahren die Politik der 9. Legislaturperiode der Europäischen Union formen und lenken wird, hat als eine der von ihrer Vorgängerkommission übernommenen Aufgaben auch die Novellierung der EU-Bauproduktenverordnung auf der Agenda vorgefunden. Im zuständigen Ausschuss des EU-Parlaments ist sie indes im Oktober und November noch nicht behandelt worden.

Die Kommission hatte bekanntlich in der vergangenen Amtsperiode eine Überarbeitung der Bauproduktenverordnung für den Frühsommer 2020 angekündigt. Ob diese Terminierung realistisch ist, ist zur Zeit noch offen. Klar indes ist, dass die neue EU-Kommission die maßgebende Richtung ihrer bisherigen Politik aller Voraussicht nach nicht ändern wird. Insgesamt ist also weiterhin zu erwarten, dass auch sie den bisherigen Deregulierungs- und Liberalisierungsdruck aus der vorangegangenen Amtsperiode auf die Mitgliedsländer weiterführen und möglicherwei-

se sogar verstärken und dass auch sie ihre künftige Binnenmarktpolitik grundsätzlich auf rein ökonomische Prinzipien und weniger auf Produktqualität, auf Sicherheit und auf Aspekte des Verbraucherschutzes fokussieren wird. Bezogen auf die Bauproduktenverordnung hatte die bisherige Kommission zwar offensichtliche Lücken eingeräumt, aber gleichzeitig auch jede nationale Reparatur verboten. Es ist zu erwarten, dass – da sind sich alle Beobachter einig – die neue Kommission auch an dieser grundsätzlichen Haltung nichts ändern wird.

Auf Parlamentsseite wird die Bauproduktenverordnung im Ausschuss für Binnenmarkt- und Verbraucherschutz behandelt, dem sogenannten IMCO-Ausschuss (Secretariat of the Committee on the Internal Market and Consumer Protection).

Der IMCO-Ausschuss ist für die legislative Kontrolle und Prüfung der EU-Vorschriften für den Binnenmarkt (auch für den digitalen Binnenmarkt) zuständig sowie für das Zollwesen und für den Verbraucherschutz. Die in der neuen Legislatur konstituierende Sitzung dieses Ausschusses des Europäischen Parla-

ments fand am 10. Juli 2019 statt, er hat sich aber in dieser und auch in seinen weiteren Sitzungen im September und Oktober mit der Novellierung der Bauproduktenverordnung noch nicht befasst.

In dem 45-köpfigen Gremium werden – unter dem Vorsitz der Belgierin Petra De Sutter von der Fraktion der Grünen – die deutschen Interessen von sechs Mitgliedern vertreten, und zwar von:

- Markus Buchheit (AfD, Fraktion Identität und Demokratie, Zweibrücken),
- Evelyne Gebhardt (SPD, Fraktion der Progressiven Allianz der Sozialdemokraten, Montreuil-sous-Bois, Frankreich),
- Alexandra Geese (Bündnis 90/Die Grünen, Fraktion der Grünen/Freie Europäische Allianz, Lippstadt),
- Svenja Hahn (FDP, Fraktion Renew Europe, Hamburg),
- Andreas Schwab (CDU, Fraktion der Europäischen Volkspartei/Christdemokraten, Rottweil),
- Marion Walsmann (CDU, Fraktion der Europäischen Volkspartei/Christdemokraten, Erfurt),

Rolf Klarmann als Nachfolger von Ulrich Deutsch zum Vorsitzenden der Prüffingenieure in Hessen gewählt

Der neue Vorstand will der Heranbildung qualifizierten Nachwuchses hohe berufspolitische Priorität einräumen

Die Vereinigung der Prüffingenieure für Baustatik in Hessen (vpi-HE) hat einen neuen Vorstand gewählt. Nachdem der bisherige Vorstand jüngeren Kollegen hat Platz machen wollen, wurden anlässlich der jüngsten Mitgliederversammlung Dipl.-Ing. Rolf Klarmann (Frankfurt/Main) zum 1. Vorsitzenden und Dipl.-Ing. Dieter Hanek (Darmstadt) zum 2. Vorsitzenden gewählt; ihr Stellvertreter ist Dr.-Ing. Thorsten Faust (Frankfurt/Main). Klarmann, Hanek und Faust lösen am 1. Januar 2020 die Mitglieder des bisherigen Vorstandes ab, den Dr.-Ing. Ulrich Deutsch zusammen mit Prof. Dr.-Ing. Hans Georg Reinke und Dipl.-Ing. Karl-Heinz Vier bildete.

Die drei neuen hessischen Vorstände sind seit etwa 15 Jahren als Prüffingenieure in Hessen tätig und wollen sich besonders für die Heranbildung eines qualifizierten Nachwuchses für die Durchführung regelmäßiger Zulassungsverfahren für die Anerkennung neuer Prüffingenieure einsetzen. Sie haben sich einvernehmlich darauf verständigt, die anstehenden Aufgaben als Team gemeinsam wahrzunehmen. Über die alltägliche Vertretung der korporativen Interessen der Mitglieder hinaus, wollen die neuen Vorstandsmitglieder sich vor allem bemühen,

- die Novellierung der Hessischen Prüfberechtigten- und Prüfsachverständigenverordnung (H-PPVO) voranzutreiben, insbesondere im Hinblick auf den erweiterten Leistungsumfang im Rahmen der bautechnischen Prüfung (Gebäudemodelle, Berechnungen am Gesamtsystem),
- die hochambitionierte Fortbildung für Ingenieure im Rahmen der renommierten jährlichen Seminare für Tragwerksplaner in Hessen fortzusetzen und womöglich zu optimieren,
- den regelmäßigen Erfahrungsaustausch mit den Bauaufsichtsbehörden zu vertiefen,
- im landespolitischen Raum verstärkt und deutlich vernehmbar für die Bewahrung und Sicherung der hoheitlichen Beauftragung von Prüfaufträgen bei Sonderbauten einzutreten,
- die regelmäßigen Kontakte mit Vertretern der Wirtschaft und Politik und der verwandten Berufsverbände und Kammern zu intensivieren,
- praxissichere Kriterien für die Einhaltung der anerkannten Fachrichtungen zu formulieren und
- Regelungen für die Aufsicht bei der länderübergreifenden Tätigkeit von Prüffingenieuren aufzustellen.

Der neue Landesvorsitzende war den hessischen Prüffingenieuren vor seiner Wahl bereits bestens bekannt, denn Rolf Klarmann ist

schon seit Jahren als Mitarbeiter des Konstruktiven Ausschusses der vpi-HE und als Vertreter Hessens im Technischen Koordinierungsausschuss (TKA) der Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Bautechnik (BVPI) in Berlin tätig, und er hat ihnen über diese Arbeiten regelmäßig berichtet. Diese beiden Ämter wird nun Dr.-Ing. Thorsten Faust übernehmen, sodass der bisherige rege Austausch und stete direkte Kontakt mit der Bundesvereinigung sichergestellt bleiben.

Der neue Vorstand bedankte sich nach der Wahl bei seinen Mitgliedern für das mit der Wahl ausgesprochene Vertrauen und im Namen der Mitgliederversammlung insbesondere bei seinen Vorgängern für deren langjährigen, engagierten und erfolgreichen Einsatz für die Vereinigung. Darüber hinaus würdigte der neue Vorsitzende im Namen aller Mitglieder die insgesamt zwölfjährige Amtstätigkeit des bisherigen Vorsitzenden, Dr.-Ing. Ulrich Deutsch, und dankte ihm jetzt schon dafür, dass er die Interessen der hessischen Prüffingenieure hinsichtlich der bautechnischen Prüfung auch weiterhin als Vorstandsmitglied der Ingenieurkammer Hessen vertreten und den Kontakt zum Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen gemeinsam mit dem neuen Vorstand aufrechterhalten und vertiefen will.



DIPL.-ING. ROLF KLARMANN wurde zum neuen Vorsitzenden der Landesvereinigung der Prüffingenieure für Baustatik in Hessen gewählt, während ...



DIPL.-ING. DIETER HANEK als 2. neuer Vorsitzender der Landesvereinigung auch als Kassenwart fungieren wird. Beide neuen Vorstände werden von ...



DR.-ING. THORSTEN FAUST in ihren Ämtern vertreten, wenn diese verhindert sein sollten. Faust hat auch die Aufgabe des Schriftführers übernommen.

Bernd Dressel wurde 80: Ein berufliches Leben ganz im Dienste eines hohen Sicherheitsniveaus im Bauwesen

Sein besonderes Verdienst ist der stete Einsatz für die Unabhängigkeit und Hoheitlichkeit des Prüflingenieurs

Am 29. Oktober 2019 vollendete der langjährige frühere Vorsitzende der Landesvereinigung der Prüflingenieure für Bautechnik in Sachsen, Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Dressel, sein 80. Lebensjahr. Bernd Dressel hat sich zeit seines beruflichen Lebens mit großem fachlichem und menschlichem Engagement für den Erhalt des in der Bundesrepublik Deutschland hohen Sicherheitsniveaus im Bauwesen eingesetzt und sich damit auch um die beruflichen Interessen der Prüflingenieure verdient gemacht, für deren Unabhängigkeit und hoheitlichen Status er vorbehaltlos eingetreten ist.

Diesen verdienstvollen Weg skizzieren hier seine ehemaligen Büropartner Stefan Kraus und Dr. Sven Liedert. Sein Lebensweg indes und seine beachtliche berufliche Entwicklung als Bauingenieur und Hochschullehrer werden in der Zeitschrift *Bautechnik*, Ausgabe 96 (2019), Heft 11, aufgezeigt.

Bernd Dressel wurde – damals war er in der Prüfgruppe der Staatlichen Bauaufsicht beim Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen der DDR mit Sitz an der Technischen Universität Dresden tätig – bereits 1975 als Prüflingenieur für Statik und Konstruktion zugelassen. Neben der bautechnischen Prüfung zahlreicher Projekte von Bauvorhaben umfasste seine Tätigkeit die Erarbeitung bauaufsichtlicher Stellungnahmen und Gutachten zu Fragen der Standsicherheit gefährdeter Bauwerke, die Prüfung verschiedener praxisbezogener Forschungsergebnisse sowie die Klärung grundlegender Fragen der bautechnischen Sicherheit.

Nach seiner Zulassung als Bausachverständiger für Statik und Konstruktion im Jahre 1981 war Bernd Dressel auch als Gutachter tätig, insbesondere auf den Fachgebieten Stand- und Funktionssicherheit von Tragwerken im Massiv-, Metall- und Holzbau, Bauschäden an Tragwerken und konstruktive Sicherung historischer Bauwerke. 1983 wurde ihm die Leitung der Prüfgruppe übertragen. Nach der Angleichung der Struktur der Staatlichen Bauaufsicht der DDR an die der Bauaufsichts-



Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Dressel, langjähriger Vorsitzender der Landesvereinigung der Prüflingenieure für Bautechnik in Sachsen, wurde 80 Jahre alt.

behörden in den alten Bundesländern wurde Bernd Dressel 1990 als selbstständiger Prüflingenieur für Baustatik durch das zentrale Prüfamts für Bautechnik anerkannt. Die Leitung der Prüfgruppe, nun mit der Bezeichnung Prüfbüro für Baustatik an der TU Dresden, führte er bis zu deren Auflösung im März 1991 fort.

Auf seinem beruflichen Weg bis dahin, der zwar zielstrebig, aber auch auf Umwegen verlief, blieb Bernd Dressel stets seiner von Humanismus geprägten Weltanschauung treu und ließ sich nicht von dem in der DDR herrschenden politischen System vereinnahmen und für dessen Ziele gewinnen. Er widerstand den Verlockungen der Parteizugehörigkeit mit möglichen beruflichen Vorteilen oder einer geradlinigen akademischen Entwicklung.

Als sich 1990 die Landesvereinigung der Prüflingenieure für Baustatik auch auf seine Initiative hin in Sachsen als Teil der Bundesvereinigung gründete, wurde er zu deren Vorsitzenden gewählt und füllte diese Funktion bis 2006 mit hohem persönlichen Einsatz und Idealismus aus.

Bernd Dressel zählte auch zu den ersten Bauingenieuren, die als Prüflingenieure für vorbeugenden baulichen Brandschutz anerkannt wurden. Vom Sächsischen Staatsministerium des Innern wurde er weiterhin in den Gutachterausschuss für die Anerkennung von Prüflingenieuren für Baustatik und 1997 in den Gutachterausschuss für die Anerkennung von Prüflingenieuren für vorbeugenden baulichen Brandschutz berufen und war dort ebenfalls bis 2006 tätig.

In seiner Funktion als Vorsitzender der Landesvereinigung der Prüflingenieure für Bautechnik in Sachsen setzte sich Bernd Dressel mit großem Engagement für den Erhalt des hohen Sicherheitsniveaus des deutschen Systems der vorbeugenden Gefahrenabwehr auf der Grundlage der unabhängigen Prüfung nach dem Vier-Augen-Prinzip gegen die zunehmende Liberalisierung und Deregulierung des Bauordnungsrechts sowie die private Beauftragung der Prüfung durch den Bauherrn ein. In diesbezüglichen Fachaufsätzen betonte er daher stets die Notwendigkeit der unabhängig vom Bauherrn und dessen wirtschaftlichen Interessen hoheitlichen Tätigkeit des Prüflingenieurs als von der Bauaufsichtsbehörde beliehener Unternehmer und postulierte die Entwicklung eines einheitlichen risikobezogenen Sicherheitskonzeptes für Standsicherheit und Brandschutz.

Auf seine Initiative hin entstand der Kriterienkatalog, der die Prüfpflicht baulicher Anlagen hinsichtlich statischer Aspekte verbindlich festlegt. Im Vorfeld der Erstellung des Kriterienkataloges wurden unter seiner Leitung zahlreiche Schadensfälle unter Berücksichtigung der konstruktiven Durchbildung und der Schwierigkeit des Standsicherheitsnachweises ausgewertet.

Stets setzte sich Bernd Dressel auch für die Nachwuchsgewinnung bei den Prüflingenieuren ein.

In Anerkennung seiner Leistungen und seines Engagements wurde Bernd Dressel 2006 zum Ehrevorsitzenden der Landesvereinigung der Prüflingenieure für Bautechnik in Sachsen gewählt. ►

Zu seinem 80. Geburtstag gratulieren ihm seine damaligen Büropartner im Namen der Bundesvereinigung der Prüferingenieure, der Landesvereinigung der Prüferingenieure für

Bautechnik in Sachsen sowie aller Freunde und Wegbegleiter sehr herzlich. Wir danken Bernd Dressel für seinen steten Einsatz für die Sache der Prüferingenieure und wünschen

Ihm vor allen Dingen Gesundheit, Glück und viel Freude im Kreise seiner großen Familie.

Dipl.-Ing. Stefan Kraus

Dr.-Ing. Sven Liedert

BVPI und VBI unterstützen die Bundesregierung bei der Einführung digitaler Bauanträge und Baugenehmigungen „Das Vier-Augen-Prinzip und schriftliche Prüfberichte müssen als Grundelemente jeder Prüfung erhalten bleiben“

Die Erwartungen, Wünsche und Notwendigkeiten, die von Behörden, Planern und Prüferingenieuren an BIM-basierte Bauanträge und BIM-basierte Baugenehmigungen gestellt werden, divergieren noch immer erheblich. Mit diesem Ergebnis sind kürzlich zwei Workshops zu Ende gegangen, mit denen die Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik (BVPI) und der Verband Berater der Ingenieure (VBI) ein Forschungsvorhaben empirisch unterstützen und fachlich-praktisch anreichern, das die Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens planen-bauen 4.0 zum Thema „BIM-basierter Bauantrag“ durchführt.

In diesen Workshops, an denen Mitglieder beider Verbände zusammen mit Vertretern der Bauaufsicht teilnahmen, wurde über den zukünftigen beruflichen Umgang zwischen Planern und Prüfern einerseits und der Bauaufsicht andererseits in jenen Zeiten diskutiert, in denen die BIM-Technik für Bauanträge und Baugenehmigungen für die Tragwerksplanung und Standsicherheit und für den Brandschutz häufiger Anwendung finden oder alltägliche Gewohnheit sein wird.

Dabei wurde von den Verbandsmitgliedern festgestellt, dass solche Veranstaltungen wegen des eng gefassten Forschungsthemas nur ein Auftakt sein können. Obwohl das Arbeiten mit BIM-Modellen in den Planungs- und Prüfbüros durchaus keine Seltenheit mehr sei, seien jedoch noch weitere Schritte notwendig, um einen echten Mehrwert für alle am Bau Beteiligten bei der Umsetzung dieser Arbeitsweise zu generieren. Zu viele Fragen seien diesbezüglich noch offen und benötigten einen gemeinschaftlichen, politischen Willen zur Umsetzung und Finanzierung der Digitalisierung in den einzelnen Bauämtern und deren Unterbehörden.

Das Forschungsvorhaben von planen-bauen 4.0 wurde im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ der Bundesregierung initiiert und wird im Auftrag des Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) durchgeführt. Am Ende dieses Projekts soll im Frühjahr 2020 den Bauaufsichtsbehörden ein empfehlender Abschlussbericht vorgelegt werden, der die möglichen Vorteile BIM-basierter Vorgehensweisen aufzeigen wird.

Die gemeinsame Aktion beider Verbände zu diesem Thema wurde von den Teilnehmern im Allgemeinen positiv bewertet. Es bestand Einigkeit darüber, dass durch einen rechtzeitig geführten Dialog und ein anschließendes gemeinsames Handeln die zukünftig durch die Digitalisierung zu bewältigenden Hürden leichter überwunden werden können.

Einigkeit gab es bei den Prüferingenieuren dahingehend, dass bei dem zukünftig weiterführenden Prozess hin zur BIM-basierten Baugenehmigung und den damit verbundenen Prozessen neben dem obligatorischen Vier-Augen-Prinzip der schriftliche Prüfbericht beziehungsweise Brandschutznachweis als essenzielles Element einer Prüfung erhalten bleiben müssten. Auch müssten analoge Prozesse für einen längeren Zeitraum parallel zum digitalen BIM-Prozess in den Behörden möglich sein.

Unterschiedliche Meinungen gab es bei den Prüferingenieuren nur in Bezug auf systembedingte Bauantrags- und Baugenehmigungsprozesse und die damit verbundenen Ansätze der technischen Aufgabenbewältigung. Vor allem seien die Probleme der Pflege der BIM-Modelle und die Koordinierung der einzelnen BIM-Schritte im Rahmen dieser Prozesse vorerst weitgehend ungeklärt.

In diesem Zusammenhang wurde auch die Frage aufgeworfen, ob es nicht denkbar wäre, dass die behördliche Koordinierung der BIM-Teilmodelle bis zur Genehmigungsplanung oder auch darüber hinaus bei entsprechender Vergütung ein künftiges Betätigungsfeld für Prüferingenieure und deren Ingenieurbüros sein könne?

Die Wahl der Mittel zur Koordinierung läge dann im Ermessen der Prüferingenieurbüros, welche im Normalfall diese für die Planungsaufgaben schon verwenden. Eine Honorierung – mindestens in der Höhe des Mitteleinsatzes – müsste dann ebenfalls in einer Gebührenordnung verankert sein.

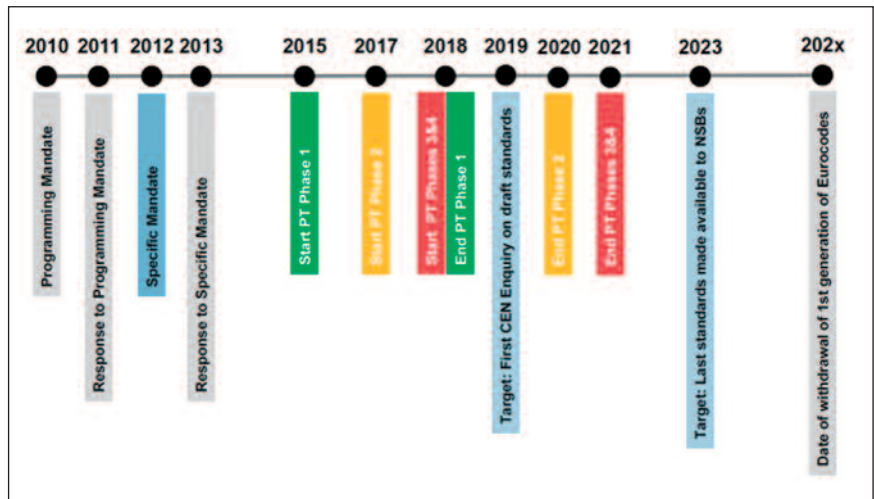
Insgesamt waren sich die Prüferingenieure und ihre behördlichen Partner einig darüber, dass, genau wie das Planen jetzt schon, auch das Bauen über kurz oder lang vollkommen digital ablaufen werde. Auch würden in sehr naher Zukunft Bauanträge in allen Behörden nur noch digital eingereicht und bearbeitet werden. Ein Teil des digitalen Bauantrages könne eigentlich jetzt schon – zumindest theoretisch – ein BIM-Modell sein, welches in Zukunft die gezeichneten und per Post übersandten Pläne ersetzen sollte.

Die Vertreter der Behörden erkennen in der BIM-Arbeit vor allem wirtschaftliche Vorteile. In der Summe sind ihre Überlegungen jedem Freiberufler in der Planungsbranche und jedem Prüferingenieur oder Prüfsachverständigen bestens bekannt: Eine funktionierende Digitalisierung aller Bereiche könnte einige Probleme lösen, zum Beispiel das Problem der hohen Fixkosten durch Kostensenkung wegen kleinerer Archive, und sie könnte weniger Personal in den Büros bedeuten oder weil durch eine bessere Transparenz eine weitgehend vereinfachte Zugänglichkeit entstehe.

Dipl.-Ing. Christian Klein, BVPI

Stand der Arbeiten an der zweiten Generation der Eurocodes für den Konstruktiven Ingenieurbau Mit der endgültigen Fertigstellung der überarbeiteten Fassung kann vor 2025 wohl nicht gerechnet werden

Bekanntermaßen wird auf europäischer Ebene – im CEN/TC 250 (Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau) – an den künftigen europäischen Bemessungsnormen für das Bauwesen gearbeitet. Aufgrund der regen Kritik, die vor allem aus der Sicht der Praktiker am Bau an der 2012 eingeführten Eurocodegeneration geübt worden war, engagiert sich auch die Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik (BVPI) seit 2011 aktiv in der Eurocodenormung. Nachfolgend geben wir eine kurze Darstellung dieses Engagements und eine zusammenfassende Schilderung des aktuellen Standes der Arbeiten.



Quelle: CEN-TC250_N2249_Chairman_s_presentation_at_CENTC_250_plenarpdf (2019-05)

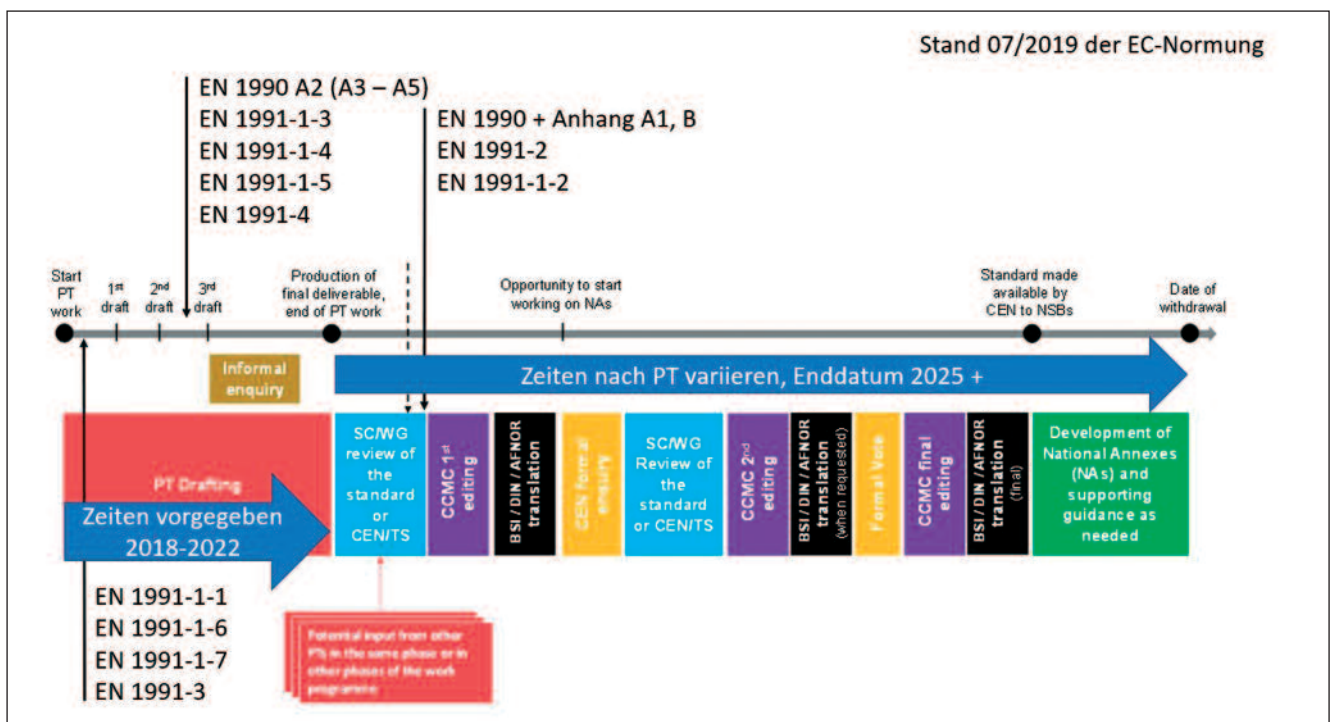
Abb. 1: Zeitplan für die Bearbeitung der Eurocodes

Normungspolitisch, personell und auch pekuniär wurden von der BVPI seit 2011 viele Maßnahmen ergriffen und umgesetzt, die eine effektive Normungsarbeit aus dem Verband heraus ermöglichen. Es wurden Allianzen unter Gleichgesinnten geschmiedet, beispielsweise mit dem Verband Beratender Ingenieure (VBI), Netzwerke mitgestaltet, beispielsweise die Initiative Praxisgerechte Re-

gelwerke im Bauwesen (PRB), BVPI-Mitglieder in die entsprechenden Normengremien entsandt und bei der Arbeit unterstützt, hauptamtliche Mitarbeiter für die Normenarbeit in der eigenen Geschäftsstelle eingestellt oder in anderen Verbänden mitfinanziert und die Co-Finanzierung eines Sekretariats im DIN übernommen.

riats im DIN übernommen.

Darüber hinaus wurden, als fachlicher Ertrag und berufspolitische Wirkung dieses Engagements, Vorschläge für praxistaugliche Normen erarbeitet und über die nationalen Normenausschüsse in die Arbeit der europäi-



Quelle: CEN/TC_250_N_2236_..._Updated_Eurocode_publication_schedule_2019-04-28

Abb. 2: Stand der Bearbeitung im CEN für Teile des Eurocode 0 und 1

schen Arbeitsgremien eingebracht. Die Arbeit folgte dem in **Abb. 1** dargestellten Zeitplan.

Zum Zeitpunkt „Start PT Phase 1“ im Jahr 2015 (Abb. 01: grüne Balken) begann auf europäischer Ebene die eigentliche Eurocode-überarbeitung am Dokument. Damit befindet sich diese Arbeit derzeit quasi in der zweiten Halbzeit der neuen Eurocodegeneration (Abb. 01). Diese zweite Halbzeit ist die arbeitsintensivste Phase, da alle Eurocodeteile derzeit gleichzeitig bearbeitet werden. Dies wird in **Abb. 2** verdeutlicht, die die Überarbeitungsphasen auf Europäischer Ebene für die EN 1990 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung“ und EN 1991 „Eurocode1: Einwirkungen auf Tragwerke“ darstellt. Voraussichtlich ist mit der neuen, überarbeiteten Eurocodegeneration aber vor 2025 nicht zu rechnen.

Der erste Eurocodeentwurf der neuen Generation, der als Gelbdruck prEN 1996-1-1:2019 in deutscher Übersetzung vorliegt und von der Fachöffentlichkeit über das DIN-Normenportal bewertet werden konnte, ist die EN 1996-1-1, Eurocode 6 – Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk.

Ein für alle relevanter Eurocode, der demnächst eine Übersetzung erfahren wird, ist prEN 1990: Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, der dann im nächsten Jahr im Hauptteil sowie als Anhänge A1 und B der Fachöffentlichkeit zum Zweck der Bewertung als Gelbdruck zur Verfügung stehen wird. Der Vorschlag zum Einleiten der Prozeduren zum „CEN formal Enquiry“ erfolgte am 1. und 2. Oktober 2019 in Berlin durch den zuständigen

europäischen Normenausschuss CEN/TC250/SC10. Er wird voraussichtlich im November 2019 von CEN/TC250 angenommen.

Eine Besonderheit dieses Entwurfes stellt der überarbeitete Anhang B dar, der in der derzeitigen Form eine unabhängige Prüfung ab Schadensfolgeklasse 2 vorschlägt und mit seinem geplanten semi-normativen Charakter den Weg ebnet, eine unabhängige Prüfung auch in anderen europäischen Ländern zu etablieren. Dies wird von vielen BVPI-Mitgliedern in den Normenausschüssen als Durchbruch für das unabhängige Prüfwesen bezeichnet. Der langjährige Weg bis zur Umsetzung der eigenen Vorstellung bedurfte allerdings eines erheblichen persönlichen Engagements und der Unterstützung der BVPI – auch durch den finanziellen Beitrag der Mitglieder. *Dipl.-Ing. Christian Klein, BVPI*

Wieder ein vollbesetzter Saal beim Fortbildungsseminar Tragwerksplanung der hessischen Ingenieure in Friedberg



PRAKTISCHE ASPEKTE DES PLANENS UND BAUENS sind das Generalthema der hessischen Tragwerksplanerseminare in der Stadthalle von Friedberg.

Mehr als 800 Ingenieurinnen und Ingenieure aus verschiedenen Bundesländern haben wieder am Fortbildungsseminar Tragwerksplanung teilgenommen, das die Vereinigung der Prüfsachverständigen für Baustatik in Hessen (vpi-HE), die Ingenieurkammer Hessen (IngKHE) und das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) für Bauherren, Tragwerksplaner, Prüfsachverständige und für alle anderen verwandten Ingenieurdisziplinen am 17. September in der Stadthalle in Friedberg veranstaltet haben.



DR.-ING. ULRICH DEUTSCH, scheidender langjähriger Vorsitzender des Prüfsachverständigen in Hessen, und ...



DIPL.-ING. INGOLF KLUGE, Präsident der Ingenieurkammer Hessen, haben das Tragwerksplanerseminar eröffnet.

Die vom Vorsitzenden der hessischen Prüflingenieur, Dr.-Ing. Ulrich Deutsch, moderierte Veranstaltung, die von Jens Deutschendorf, dem Staatssekretär des HMWEVL, und vom Präsidenten der Ingenieurkammer Hessen, Dipl.-Ing. Ingolf Kluge, prominent eröffnet worden war, bot als Themenschwerpunkte – wie immer – praktische Aspekte des Planens und Bauens. Diesmal waren es, unter anderen,

- die aktuellen Änderungen in den Last- und Bemessungsnormen EC 1 und EC 2,

- Besonderheiten bei der Konstruktion und Bemessung größerer Massivgebäude,
- die Optimierung von Plattengründungen,
- Aspekte des konstruktiven Brandschutzes bei Bemessungen im Massivbau und Stahlbau und
- Konstruktionsmöglichkeiten für Bodenplatten von Hallen nach der entsprechenden DAfStb-Richtlinie.

Neben den Fachvorträgen schätzen die Teilnehmer an dieser langjährigen Traditionsveranstaltung vor allem das Gespräch und den

Austausch mit den Kollegen und zahlreichen Behördenvertretern sowie die ergänzenden fachlichen Informationen der zahlreichen Fachaussteller.

Die hessische Landesvereinigung der Prüflingenieur und die Ingenieurkammer Hessen haben im Verlauf der Tagung als Veranstalter die Zusage von Staatssekretär Deutschendorf mit Zufriedenheit registriert, sich als mitveranstaltendes Ministerium in Zukunft personell und inhaltlich wieder stärker an dieser Veranstaltung zu beteiligen.

Anfang März 2020 und Ende Februar 2021 finden die nächsten beiden Ausbildungslehrgänge für Sachkundige Planer für die Instandhaltung von Betonbauteilen des Bau-Überwachungsvereins mit DPÜ-Zertifizierung statt

Der Arbeitskreis Bauwerkserhaltung, -instandsetzung und -überwachung des Bau-Überwachungsvereins (BÜV) hat die Termine für die nächsten beiden Ausbildungslehrgänge für Sachkundige Planer für die Instandhaltung von Betonbauteilen bekanntgegeben. Der 15. Lehrgang wird demnach vom 1. bis zum 7. März 2020 in Feuchtwangen, der 16. Lehrgang vom 22. bis zum 28. Februar 2021 in Berlin stattfinden. Die Teilnehmer können nach bestandener Prüfung von der Zertifizierungsstelle des Deutschen Instituts für Prüfung und Überwachung (DPÜ) die akkreditierte Personenzertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024 erlangen.

Wie im Prüflingenieur bereits erwähnt, hat sich 2018 der Ausbildungsbeirat Sachkundiger Planer für die Instandhaltung von Betonbauteilen (ABB-SKP) beim Deutschen Institut für Prüfung und Überwachung (DPÜ) konstituiert, dessen Mitglied und anerkannte Ausbildungsstätte (neben sechs weiteren) der BÜV ist. Seit Anfang 2019 bildet der BÜV Sachkundige Planer nach dem vom ABB-SKP aufgestellten, abgestimmten Lehr- und Ausbildungsplan aus.

Neben der derzeit noch gültigen DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ von 2001 werden auch die stoffinhaltlichen Themen der in Arbeit befindlichen DAfStb-Instandhaltungsrichtlinie sowie bereits veröffentlichter anderer Regel-

werke vermittelt, zum Beispiel die der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) oder die der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für Wasserbau (ZTV-W) (und anderer). Um den vorgegebenen Mindestumfang der Lehreinheiten bewältigen zu können, wird der Lehrgang ab dem kommenden Jahr 2020 auf sieben Tage ausgedehnt werden.

Die Voraussetzungen für die Teilnahme an diesem Lehrgang haben sich seit den Vorjahren nicht nennenswert geändert, sodass auch zu diesen Lehrgängen jeweils mindestens 30 Ingenieurinnen und Ingenieure erwartet werden, deren Zielsetzung nach bestandener Prüfung die akkreditierte Personenzertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024 durch die DPÜ-Zertifizierungsstelle sein sollte. Die Teilnehmer müssen planende Ingenieure oder Ingenieurinnen sein und eine mindestens fünf Jahre dauernde einschlägige Berufserfahrung auf dem Gebiet der Betoninstandsetzung nachweisen können.

Wegen des großen fachweltlichen Interesses an diesen Lehrgängen empfiehlt der BÜV allen Aspiranten, sich möglichst frühzeitig um die Teilnahme an einem der Lehrgänge zu bewerben. Bei der Zulassung zur Teilnahme werden, wie immer schon, jene Bewerber vorrangig behandelt, deren primäres Ziel die Erlangung eines gesonderten professionellen Qualitätsmerkmals in Form der akkreditier-

ten Personenzertifizierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17024 ist, die, wie gesagt, nach bestandem Lehrgang vorgesehen ist, und für deren Erhalt besondere fachliche Kriterien erfüllt werden müssen.

Sofern die Aufnahmekapazitäten es erlauben, sind aber auch solche Teilnehmer willkommen, die lediglich an der Vortragsreihe interessiert sind und deren Teilnahme ihren Abschluss mit einer entsprechenden Bescheinigung findet.

Zertifizierungswillige Teilnehmer sollten in einem ersten Schritt bereits jetzt folgende Bewerbungsunterlagen dem BÜV einsenden:

- Einen formlosen Antrag auf Teilnahme am Lehrgang,
- einen tabellarischen Lebenslauf mit Lichtbild,
- eine Kopie des Diploms samt Zeugnis des Bachelor-, Master- oder eines gleichwertigen Abschlusses einer ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Fachrichtung oder des Studiums an einer FH, TH oder Universität,
- den Nachweis einer mindestens fünfjährigen Berufserfahrung auf dem Gebiet der Betoninstandsetzung in Form einer chronologisch geordneten Projekt- beziehungsweise Referenzliste mit Beschreibung der wichtigsten Eckdaten sowie aller Charakteristika der jeweiligen Arbeiten.

Nach bestandener Prüfung sowie im Sinne

der angestrebten Zertifizierung müssen die fachliche Unabhängigkeitserklärung und ein polizeiliches Führungszeugnis beigebracht werden.

Ihre Bewerbung alleine verpflichtet oder berechtigt die Kandidaten zur Teilnahme aber noch nicht. Erst nach der Auswertung der Be-

werbungsunterlagen durch die Prüfungskommission erhalten sie Nachricht darüber, ob sie zu Ausbildung und Prüfung, somit auch zur Zertifizierung, prinzipiell zugelassen worden sind. Der einzelne Teilnehmer entscheidet dann im eigenen Ermessen, ob er tatsächlich und verbindlich an der Veranstaltung teilnehmen wird.

Bewerbungen und Anfragen können ab sofort per E-Mail gerichtet werden an:

Bau-Überwachungsverein
Kurfürstenstr. 129
10785 Berlin
Tel.: 030/3198914-13
E-Mail: vidackovic@bvpi.de

Nächste Arbeitstagung der Prüfengeure für Bautechnik am 25. und 26. September 2020 mitten in Hamburg

Die nächste Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik (BVPI) wird am 25. und 26. September 2020 im Helmut-Schmidt-Auditorium der Bucerius Law School in direkter Nähe der Binnenalster in Hamburg durchgeführt werden. Auf ihrem Programm stehen, wie in jedem Jahr auf den Agenden dieser Tagungen, fachlich anregende und informatorisch bedeutende ingenieurwissenschaftliche Vorträge und Diskussionen. Der traditionelle Landesabend der Landesvereinigung Hamburg der Prüfengeure für Bautechnik wird in der historisch bedeutenden Hamburger Fischauktionshalle stattfinden.



Foto: adobe stock, Jonas Weintschke

SCHON VORMERKEN: Die nächste Arbeitstagung der deutschen Prüfengeure und Prüfsachverständigen wird an der Binnenalster mitten in Hamburg stattfinden.

Im Dezember in Berlin: Fachtagung der BVPI zum Stand der digitalen Prüfung bautechnischer Nachweise

Die Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik (BVPI) veranstaltet am 3. Dezember in Berlin eine Fachtagung zu digitalen Prüfungen von bautechnischen Nachweisen.

Leitthema der Veranstaltung ist die Umstellung des bisherigen, überwiegend analog durchgeführten Prüfverfahrens für die Freigabe von bautechnischen Nachweisen auf einen vertrauenswürdigen digitalisierten Prozess.

Die Prüfung bautechnischer Nachweise steht in engem Zusammenhang mit dem digitalen Baugenehmigungsverfahren und dem sogenannten Building Information Modelling (BIM)-Prozess, mit dem alle relevanten Bauwerksdaten digital modelliert, kombiniert und erfasst werden.

Die Veranstaltungsvorträge werden sich neben anderen mit den Themen Digitale Signatur, BIM-Prozess, Onlinezugangsgesetz und IT-Infrastruktur beschäftigen. Des Weiteren werden Vorträge gehalten über die Digitalisierung des Baugenehmigungsprozesses unter dem Regelwerk der Musterbauordnung der Länder (MBO) und über den digitalen Bauantrag aus Sicht des Entwurfsverfassers. Zwei Erfahrungsberichte über die digitale Prüfung von Standsicherheitsnachweisen und von Brandschutznachweisen runden das Programm aus der Sicht der Praktiker ab.

Die Tagung steht unter der Leitung des Vizepräsidenten der BVPI, Dr.-Ing. Markus Hennecke. Sie wird fachlich eingeleitet von Regierunsdirektor Björn Bünzow, dem Leiter der Arbeitsgruppe Digitale Verwaltung und Digi-

talisierungsprogramme im Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat. Er wird darstellen, wie weit die Digitalisierung der Bauverwaltung in Deutschland vorangekommen ist und wo sie heute steht.

Die Fachtagung der BVPI richtet sich nicht nur an Prüfengeure und Prüfsachverständige für Standsicherheit oder Brandschutz beziehungsweise an die Mitarbeiter in deren Büros, sondern auch an die Beschäftigten der Bauaufsichtsbehörden.

Die Teilnahme kostet für Mitglieder der BVPI und deren Mitarbeiter 250 Euro, für Behördenmitarbeiter 150 Euro. Alle Details des Programms stehen auf der Website der BVPI unter www.bvpi.de ► Aktuelles ► Fachtagung Digitale Prüfung. Dort steht ein Link für die Online-Anmeldung zur Verfügung.

Welche Risskonzepte sind in Planung und Ausführung für dünne oder massige Betonbauteile zweckmäßig?

Die Frage nach frühem oder spätem Zwang muss der Tragwerksplaner mit exakten Informationen beantworten

In den Bemessungsnormen des Betonbaus wird für die Ermittlung der Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung vereinfacht auf empirisch abgeschätzte Risschnittgrößen abgestellt. Deutsche Tragwerksplaner gehen in vielen Fällen dabei nur vom Fall früher Zwang infolge Abfließens der Hydratationswärme aus und nutzten in der Vergangenheit unkritisch die frühere pauschale (normative) Möglichkeit, hierfür nur 50 Prozent der Norm-Betonzugfestigkeit nach 28 Tagen anzusetzen. Dabei wird nicht berücksichtigt, wie sich die Zemente und die Betontechnologie in den letzten Jahren weiterentwickelt haben und welche frühen Betonzugfestigkeiten heute zu erwarten sind. Die Konsequenzen für den Bauablauf werden oft unterschätzt. Es muss klarer schon im Entwurf festgelegt werden, ob nur früher oder aber später Zwang auftreten wird. Die Rissentstehung und die Rissentwicklung unterscheiden sich auch zwischen dünnen und massigen Betonbauteilen. Vor diesen Hintergründen werden im folgenden Beitrag Risskonzepte für eine zielsichere Rissbreitenbegrenzung unter Last- und Zwangbeanspruchungen diskutiert, die neben konstruktiven und bemessungstechnischen auch betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erfassen.



Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

studierte Bauingenieurwesen an der Hochschule für Bauwesen in Cottbus und promovierte dort 1990 über nichtlineare Berechnungsverfahren im Stahlbetonbau; von 1990 bis 2000 war er bei der Hochtief AG (Berlin) tätig und wechselte danach zum Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein, wo er seit 2005 als Abteilungsleiter Bautechnik tätig ist; seit 2008 ist er öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Beton- und Stahlbetonbau; Frank Fingerloos ist Mitglied mehrerer nationaler und internationaler Ausschüsse des Betonbaus (DIN, DAfStb, CEN), Sachverständiger in mehreren Ausschüssen des Deutschen Instituts für Bautechnik und Honorarprofessor an der TU Kaiserslautern für „Sonderkapitel des Massivbaus“; seit 2009 ist Frank Fingerloos auch Mitherausgeber des Betonkalenders.

1 Einführung: Entwurfsgrundsätze und Anforderungen für den Rissbreitennachweis bei Betonbauteilen

Ein wichtiger Grundsatz sollte in der Kommunikation zwischen den am Bau Beteiligten von Anfang an konsensfähig sein: Mit der Entscheidung für Beton- oder Stahlbetonbauteile sind einwirkungsbedingte Risse systemimmanent. Diese Risse können selbst bei großer Sorgfalt im Entwurf und während der Ausführung auch im Gebrauchszustand nicht mit absoluter Sicherheit vermieden werden.

Risse beeinträchtigen die Gebrauchstauglichkeit oder die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken nicht, wenn sie ausreichend verteilt und ihre Breite auf unschädliche Werte durch Maßnahmen begrenzt werden, die auf die Umgebungsbedingungen und auf die Art und Funktion des Bauwerks abgestimmt sind.

Betonstahl als Zugbewehrung entfaltet seine Wirkung erst mit der Rissbildung. Die Rissbildung ist oft auch sicherheitstheoretisch notwendig, um ein etwaiges Versagen der Betonbauteile anzukündigen (duktils Bauteilverhalten). Infolgedessen werden solche Risse geplant (gerissene Bauweise), mit ihnen ausgeschrieben und sind so auch „bestellt und bezahlt“; wenn sie auch „geliefert“ werden, hat sich der Werkerfolg, wie geplant, eingestellt. Von Rissen als Mangel kann dann nicht die Rede sein (außer natürlich bei zu breiten oder zu vielen Rissen infolge nachgewiesener Planungs- oder Ausführungsfehler).

Soweit ein Konzept der Rissvermeidung oder der nachträglichen Rissbehandlung projekt- und bauteilbezogen erforderlich sein sollte, muss dies auch vertraglich vereinbart werden. Ein geeignetes Konzept zur Beherrschung der Risse im Betonbau hängt einzelfallbezogen ab von

- den Wünschen und Anforderungen des Bauherrn (wichtig: Bedarfsplanung),
- den Anforderungen nachfolgender Gewerke, wie zum Beispiel für Oberflächenschutzsysteme und Ausbaugewerke,
- den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, wie zum Beispiel an das Konzept zur Herstellung der Wasserundurchlässigkeit oder von Sichtbetonanforderungen,
- den Umgebungsbedingungen (Expositionsklassen) und den daraus folgenden Anforderungen an die Dauerhaftigkeit,
- der Korrosionsempfindlichkeit der Bewehrung,
- den direkten und indirekten Einwirkungen und der maßgebenden Einwirkungskombination,
- der Bauart (unbewehrtem Beton, Stahlbeton oder Spannbeton),
- der Vorspannart.

In Abhängigkeit von diesen Kriterien sind vom Tragwerksplaner in enger Zusammenarbeit mit dem koordinierenden Objektplaner grundsätzliche Entwurfsentscheidungen im Hinblick auf das Konzept der

Rissbreitenbegrenzung unter Last- oder Zwangsbeanspruchungen zu treffen. In diesem Zusammenhang hat sich anwendungsbezogen die Festlegung von Entwurfsgrundsätzen bewährt (beispielsweise, ganz allgemein, für die Begrenzung der Rissbildung [1], in den DBV-Merk-

blättern zu Parkbauten [2] und Industrieböden [3] oder bei wasserundurchlässigen Betonbauwerken nach der DAfStb-WU-Richtlinie [4]). Diese Festlegung sollte – nomen est omen – spätestens in der Entwurfsplanung erfolgen. Eine Übersicht über die seit Jahren in Deutsch-

EGS-a: Rissvermeidung	EGS-b: Rissverteilung	EGS-c: Rissbildung mit planmäßiger nachträglicher Behandlung
Ziele:		
Planmäßig ungerissene Betonbauteile	Planmäßig gerissene Betonbauteile mit kleinen Rissbreiten wegen vieler Risse mit engen Rissabständen. Risse dürfen i. d. R. unbehandelt bleiben.	Planmäßig gerissene Betonbauteile mit möglichst wenigen Rissen, die wegen der damit verbundenen großen Rissbreiten i. d. R. planmäßig behandelt werden müssen.
Maßnahmen:		
Umfassende Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen, um das Überschreiten der Betonzugfestigkeit (oder der Betonzugbruchdehnung) zu vermeiden.	Begrenzung auf relativ kleine Rissbreiten durch Bemessung rissbreitenbegrenzender Bewehrung (in der Regel mit hohen Bewehrungsgraden) und durch konstruktive Maßnahmen (z. B. Reduzierung von Zwang).	Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen für wenige breitere Risse an möglichst definierten Stellen. Kombination mit im Entwurf vorgesehener planmäßiger und zielsicherer Abdichtung der Risse (wenn notwendig).
Beispiele: WU-Betonbauteile nach DAfStb-WU-Richtlinie [4]		
Kein Wasserdurchtritt durch Trennrisse. Biegerisse sind zulässig. Für alle NKL ^{b)} und BKL ^{a)} geeignet.	Wasserdurchtritt soll bei BKL-1 ^{a)} durch Selbstheilung der Trennrisse mit $w_k \leq 0,2$ mm begrenzt werden. Randbedingungen für Selbstheilung beachten (insbesondere notwendige Wasserbeaufschlagung und Dauer). Ungeeignet bei: – NKL-A ^{b)} in BKL-1 ^{a)} , – WU-Dächern.	Wasserdurchtritt wird bei BKL-1 ^{a)} durch planmäßige Trennrissabdichtung verhindert. Mindestanforderungen an rechnerische Rissbreiten nach DIN EN 1992-1-1/NA [6] auf feuchtebeanspruchter Bauteilseite einhalten. Bei auf der Luftseite festgelegten rechnerischen Rissbreiten, die die Anforderungen nach DIN EN 1992-1-1/NA [6] nicht einhalten, sind diese Risse planmäßig zu füllen, um die Dauerhaftigkeit sicherzustellen.
Beispiele: Direkt befahrene Betonbauteile nach DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ [2]		
Kein Eindringen chloridhaltiger Feuchtigkeit in oberseitige Biege- und Trennrisse möglich. Für alle Ausführungsvarianten ^{c)} nach DBV-Merkblatt [2] geeignet.	Eindringen chloridhaltiger Feuchtigkeit in oberseitige Biege- und Trennrisse wird durch flächige rissüberbrückende Oberflächenschutzsysteme (OS) oder flächige unterlaufsichere Abdichtung verhindert. Rissbreiten auf Leistungsfähigkeit der OS oder Abdichtung abgestimmt. Für die Ausführungsvarianten B2 und C ^{c)} nach DBV-Merkblatt [2] geeignet.	Eindringen chloridhaltiger Feuchtigkeit in oberseitige Biege- und Trennrisse wird durch lokale Rissabdichtung verhindert (z. B. mit rissüberbrückenden Bandagen). Für die Ausführungsvarianten A2 und B1 ^{c)} nach DBV-Merkblatt [2] geeignet.
Beispiele: Industrieböden aus Beton nach DBV-Merkblatt [3]		
Regelfall für rissfreie Industrieböden für viele Nutzungsanforderungen (z. B. auch bei starren OS). Bei nicht vorgespannten Industrieböden oft in Kombination mit EGS-c durch planmäßige Fugen (Bewegungsfugen, Sollrissfugen).	Hochbelastete fugenlose Industrieböden mit statisch erforderlicher Bewehrung. Anforderungen an begrenzte Rissbreiten aus rissüberbrückenden OS oder Nutzung.	Planmäßige Fugen (Bewegungsfugen, Sollrissfugen) als „künstliche“ vorweggenommene Risse an definierten Stellen mit planmäßiger Behandlung (z. B. Fugenabdichtungssystem).
<p>^{a)} Beanspruchungsklasse 1: Alle Arten von drückendem Wasser, auch temporär; Beanspruchungsklasse 2: Bodenfeuchte und drucklos an Wänden ablaufendes (versickerndes) Niederschlagswasser</p> <p>^{b)} Nutzungsklasse A: Hochwertige Nutzung mit Anforderungen an trockene Bauteiloberflächen und an das Raumklima (Temperatur und Luftfeuchte); Nutzungsklasse B: Einfache Nutzung mit zulässigen Feuchtestellen an Betonoberflächen; Nutzungsklasse S: Besondere vertragliche Vereinbarungen zu nutzungsverträglichen Feuchtebeanspruchungen (z. B. zulässige Leckageraten).</p> <p>^{c)} Ausführungsvariante A1: ungeschützte ungerissene Betonflächen; Ausführungsvariante A2: ungeschützte Betonflächen mit lokaler rissbegleitender Behandlung; Ausführungsvariante B1: Betonflächen mit flächigem starren OS 8 und lokaler rissbegleitender Behandlung; Ausführungsvariante B2: Betonflächen mit flächigem rissüberbrückenden OS 10 oder OS 11; Ausführungsvarianten C: Betonflächen mit flächigem unterlaufsicherem Abdichtungssystem.</p>		

Abb. 1: Entwurfsgrundsätze für die Rissbeherrschung in Betonbauteilen – Übersicht und Beispiele

land etablierten Entwurfsgrundsätze (EGS) mit Anwendungsbeispielen ist in **Abb. 1** enthalten.

Zumeist wird bei der üblichen Bemessung vom Tragwerksplaner eine bewehrungsgesteuerte Begrenzung der Rissbreiten gemäß dem EGS-b (mit den zulässigen Werten der Tabelle 7.1DE in DIN EN 1992-1-1/NA [6]) oder, seltener, gemäß dem EGS-c zugrunde gelegt. Dabei gilt: Je größer die Bewehrungsmenge und je kleiner die Stabdurchmesser und Stababstände gewählt werden, umso kleiner sind die zu erwartenden Rissbreiten. Die so entstehenden geringeren maximalen Rissabstände im abgeschlossenen Rissbild führen wegen der Verteilung auf viele Risse zu schmaleren Rissbreiten.

Die Anforderungen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und des Erscheinungsbildes der Betonbauteile gelten als erfüllt, wenn in Abhängigkeit von den Expositionsklassen die offen bleibende Rissbreite auf einen maximal zulässigen Rechenwert w_k begrenzt wird. Insbesondere bei unter quasi-ständiger Einwirkungskombination geführten Nachweisen ist zu beachten, dass unter häufiger und seltener Einwirkungskombination größere Rissbreiten während der veränderlichen Belastung auftreten können. Nach (einmaliger) erhöhter Belastung schließen sich die Risse gegebenenfalls nicht wieder vollständig. Dies ist zum Beispiel auch bei der Abstimmung rissüberbrückender Oberflächenschutzsysteme zu berücksichtigen [2].

Eine Ausnahme bilden Betonbauteile in der Expositionsklasse XD3 mit direkter Chloridbeanspruchung aus Tausalzen unter wechselnd nassen und trockenen Umgebungsbedingungen: In der Tabelle 7.1DE (zulässige Rechenwerte für die Rissbreite) wurde mit DIN EN 1992-1-1/NA/A1 [6] in der Fußnote d) für die Expositionsklasse XD3 daher ergänzt, dass *bei Dach- oder Verkehrsflächen mit einer Chloridbeaufschlagung aus Tausalzen das Eindringen von Chloriden in Risse dauerhaft zu verhindern ist (siehe informative Beispiele in Tabelle 4.1 – Expositionsklassen)*. Das heißt: Bei befahrenen Verkehrsflächen mit einer direkten Chloridbeaufschlagung aus Tausalzen ist das Eindringen von Chloriden in jegliche Risse (und Arbeitsfugen) unabhängig von der Rissbreite dauerhaft zu verhindern (Prinzip). Je nach Ausführungsvariante (mit Abdichtung, mit Oberflächenschutzsystem, mit lokalen Bandagen oder bei direkt chloridbeaufschlagten ungeschützten Betonflächen) ist vom Tragwerksplaner stets ein zum Prinzip passender Entwurfsgrundsatz in Bezug auf die Rissbreitenbegrenzung zu wählen und mit dem Objektplaner abzustimmen.

Durch die Festlegung von besonderen und aufeinander abgestimmten konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen kann eine Rissvermeidungsstrategie als EGS-a konzipiert werden. Die Verwirklichung dieses sehr anspruchsvollen Entwurfsgrundsatzes ist an Bedingungen gebunden, die über eine stets unerlässliche kooperative und koordinierte Zusammenarbeit der Baubeteiligten hinausgehen. Wegen der sehr vielfältigen und wegen der oft nicht vorliegenden Voraussetzungen wird der EGS-a bei den meisten Betonbauteilen die Ausnahme bleiben. Bei üblichen Stahlbetonbauteilen – insbesondere in statisch unbestimmten Systemen – ist die Vermeidung von Rissen in der Regel nicht zielsicher zu erreichen.

Die Umsetzung des EGS-c kann mit erheblich reduziertem Bewehrungsaufwand verbunden sein, die Kostenersparnis ist oft größer als die Kosten für zusätzliche (gegebenenfalls vorab abgedichtete) Sollrissfugen oder für eine anfallende nachträgliche Behandlung von Rissen. Es ist dabei unerlässlich, dass hierüber im Kreise der Baubeteiligten Einvernehmen herrscht (Risikoberatung, Dokumentation) und die

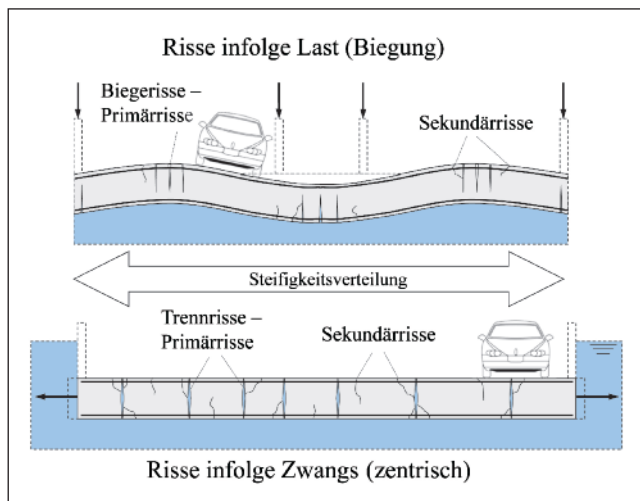


Abb. 2: Haupttrissarten infolge Last- und Zwangsbeanspruchung

Kosten eventueller nachträglicher Rissbehandlungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Der wahrscheinliche Zeitpunkt der Rissentstehung und einer etwaigen Rissverfüllung muss mit den Nutzungsanforderungen verträglich sein. Das regelgerechte Verfüllen der breiteren Risse nach der DAfStb-Instandsetzungsrichtlinie [7] (kraftschlüssig, abdichtend und so weiter) führt dann auch zu vereinbarungsgemäß neuwertigen und dauerhaften Betonbauteilen.

Neben vertieften technischen und betontechnologischen Kenntnissen und Erfahrungen mit dem Entwurf und der Ausführung derartiger Konzepte sind die notwendigen Zeiträume für den Planungsablauf und die Bauausführung im Bauprojekt zu beachten.

Maßnahmen für das Behandeln von unerwartet auftretenden oder unplanmäßig breiteren Rissen, die die Dauerhaftigkeit oder Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen können, sollten unabhängig vom EGS immer im Rahmen der Planung vorgesehen, im Leistungsverzeichnis aufgenommen und bauvertraglich erfasst werden. Für WU-Betonbauteile nach der DAfStb-WU-Richtlinie [4] und für Industrieböden nach DBV-Merkblatt [3] ist das obligatorisch.

Je nach Anforderung können sich die Entwurfsgrundsätze auf unterschiedliche Rissarten und auch auf verschiedene Bauteile und Bauteilseiten beziehen. So werden für die Anforderung „Wasserundurchlässigkeit“ bei WU-Betonbauwerken die Entwurfsgrundsätze nur auf potentiell wasserführende Trennrissen, bei befahrenen Parkflächen für die Anforderung „Eindringen chloridhaltiger Wässer verhindern“ dagegen auf alle oberseitigen Biege- und Trennrissen angewandt (**Abb. 2**).

2 Einwirkungen

Der Umgang mit direkten Einwirkungen aus Eigenlasten und veränderlichen Nutz-, Wind- und Schneelasten ist dem Tragwerksplaner vertraut und wird als Standardaufgabe wahrgenommen. Die Dauerhaftigkeitsanforderungen an die expositionsklassenabhängige Rissbreitenbegrenzung auf Rechenwerte w_k in DIN EN 1992-1-1/NA [6] wird überwiegend mit dem „einfachen“ EGS-b „Rissverteilung“ umgesetzt. Einfach erscheint dieser EGS-b vor allem deshalb, weil die Rissbreiten nachweise mit Software oder Bemessungshilfsmitteln schnell zu führen sind und das Rissproblem allein mit der Wahl der passenden Bewehrung nach Durchmesser und Stababstand als gelöst betrachtet

Zwang	Beschreibung
früher	in der frühen Phase der Festigkeitsentwicklung des Betons (i. d. R. infolge Abfließens der Hydratationswärme): etwa 3-5 Tage bei dünnen Bauteilen, bis zu 14 Tage bei massigen Bauteilen
später	ab Erreichen der 28-Tage Normfestigkeit, ggf. schon ab 14 Tagen Betonalter bei hoher Frühfestigkeit, „sehr später“ Zwang bei z. B. jährlicher winterbedingter Abkühlung auch über die gesamte geplante Nutzungsdauer möglich (Betonnacherhärtung mit $f_{ct,eff} > f_{ctm}$)
innerer	aus Verformungsbehinderung bei indirekten Einwirkungen im Bauteil selbst (z. B. Temperatur(abkühlung), Schwinden, Kriechen)
äußerer	aus Verformungsbehinderung bei indirekten Einwirkungen von außen (z. B. Setzungen, Verformungen benachbarter angeschlossener Bauteile)
direkter	Ursache und Wirkung am selben Bauteil (z. B. eigene Hydratationswärme, Kriechen, Schwinden)
indirekter	Ursache und Wirkung an verschiedenen Bauteilen (z. B. eigene Verformung infolge Setzung einer angeschlossenen Stütze)
voller	aus Verformungsbehinderung bei starrer Lagerung (z. B. Festhaltung durch steife Wandscheiben)
teilweiser	aus Verformungsbehinderung bei elastischer Lagerung (z. B. Festhaltung durch biegeeweiche Bauteile, reibungsmindernde Lagerung auf Gleitschichten)

Abb. 3: Begriffsdefinitionen für Zwang (nach DBV [1], Meier [8])

wird. Nur für besondere Anforderungen bei Chloridbeanspruchung infolge Tausalzen, an die Gebrauchstauglichkeit (WU) oder an Sichtbeton werden konstruktiv anspruchsvollere EGS auch unter Lasteinwirkungen gewählt (zum Beispiel EGS-c mit Bewegungs- und Sollrissfugen, EGS-a mit Vorspannung).

Indirekte Einwirkungen aus Temperaturänderungen, Kriechen, Schwinden und Setzungen verursachen im Tragwerk beziehungsweise im Bauteil primär Verformungen. Diese werden von Tragwerksplanern in der statischen Berechnung von üblichen Hochbauten eher ignoriert. Werden diese Verformungen beispielsweise infolge einer statisch unbestimmten Lagerung oder durch angeschlossene Bauteile wirksam behindert, entsteht entsprechend dem Behinderungsgrad und der Bauteilsteifigkeit ein sogenannter Zwang mit den zugehörigen Auswirkungen. In der Praxis übliche Bezeichnungen und Definitionen für Zwangsarten sind in **Abb. 3** aufgeführt (nach DBV [1], Meier [8]).

Vermeiden von Zwang bedeutet somit, entweder Verformungsbehinderungen weitestgehend zu vermeiden oder die indirekten Einwirkungen und damit die Verformungen zu reduzieren (oder beides), sodass keine rissauslösenden Zugbeanspruchungen im Betonbauteil entstehen (**Abb. 4**).

Die Reduzierung von Verformungsbehinderungen gelingt durch konstruktive Maßnahmen (**Abb. 4a** und **Abb. 6a**), wie zum Beispiel durch

- elastische („weiche“) oder statisch bestimmte Lagerung,
- unterhalb von Bodenplatten angeordnete reibungsmindernde Gleitschichten (beispielsweise Bitumenbahnen auf geglätteter ebener Sauberkeitsschicht),
- Vermeidung von Festhaltepunkten durch ebene Unterseiten von Bodenplatten ohne Vertiefungen,
- Bewegungs- und Sollrissfugen,
- Hydratationsgassen.

Die Reduzierung von indirekten verformungserzeugenden Einwirkungen erfordert dagegen betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen (**Abb. 4b** und **Abb. 6b**), wie zum Beispiel:

- möglichst niedrige Frischbetontemperaturen,
- Wahl eines optimalen Betonierzeitpunkts,

- Reduktion des Schwindens (schwindarme Betonzusammensetzung, Beschichten, feuchte Lagerung),
- Verwendung von Zementen mit reduzierter Hydratationswärmeentwicklung (zum Beispiel LH-Zement),

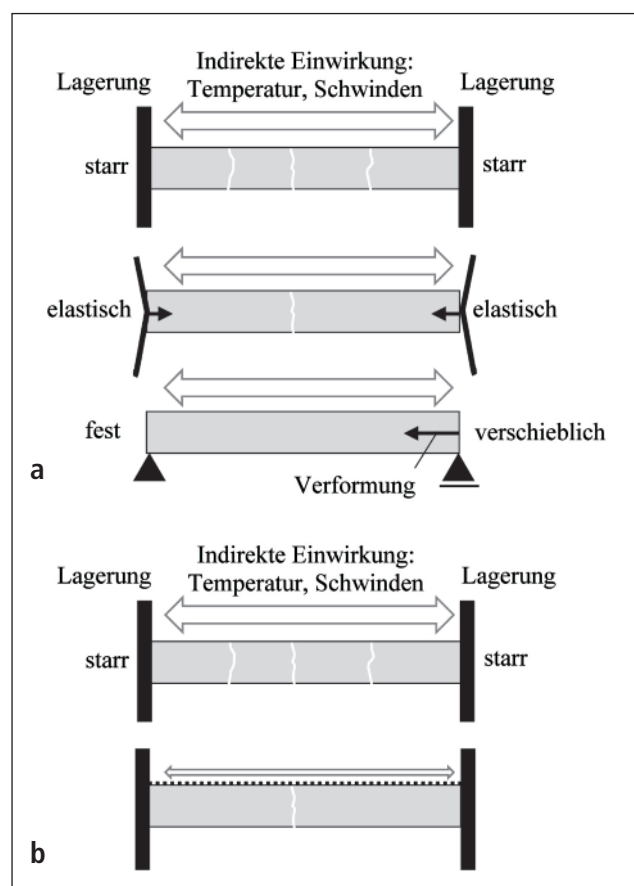


Abb. 4: Prinzipielle Maßnahmen zur Reduzierung von Zwang (aus Fingerloos/Flohner/Räsch [9])

a: Reduzierung von Verformungsbehinderungen durch konstruktive Maßnahmen

b: Verringerung von indirekten verformungserzeugenden Einwirkungen durch betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen

BETONBAU

- Einsatz von Flugasche (im Zement oder im Beton als Zementersatz),
- thermische Nachbehandlung nach Überschreiten des Temperaturmaximums,
- Temperaturbegrenzung während Bau- und Nutzungszeit,
- Begrenzung und optimale Abfolge von Betonierabschnitten.

Typische Temperaturverteilungen im jungen Betonbauteil mit verschiedenen Lagerungsbedingungen beim Abfließen der Hydratationswärme sind in **Abb. 5** dargestellt. Ähnliche Temperaturverteilungen können sich aber auch im späten Bauteilalter bei witterungsbedingten (schnellen) Abkühlungen oder Erwärmungen (dann mit umgekehrten Vorzeichen) einstellen. Eine qualitativ ähnliche Verteilung von Dehnungen und Spannungen, wie in **Abb. 5** dargestellt, wird auch durch das ungleichmäßige Trocknungsschwinden zwischen Rand- und Kernbereich induziert (statt T mit ϵ_{cs}).

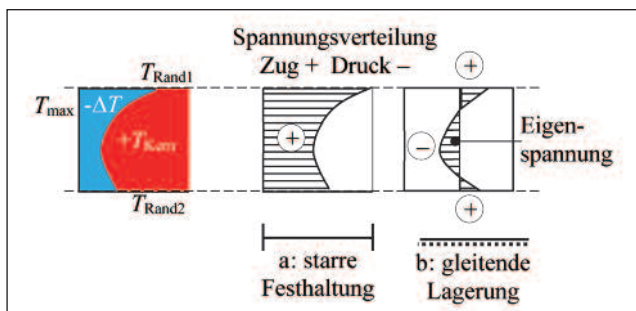


Abb. 5: Temperaturbedingte Spannungsverteilung in einem Betonquerschnitt bei unterschiedlichen Lagerungsbedingungen – Beispiel: Abfließen der Hydratationswärme

Rechnerische Näherungswerte für ungleichmäßige Temperatureinwirkungen aus Witterungseinflüssen auf Bodenplatten und erdberührte oder besonnte Wände bis zu 0,80 Meter Dicke für den Sommer- und Winter-Fall werden zum Beispiel in der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ [22] angegeben. Weitere Empfehlungen für den Ansatz klimabedingter Außentemperaturen sind in Eurocode 1, Teil -1-5 Temperatureinwirkungen [28], [29] enthalten.

Die über den Querschnitt verteilten Dehnungen und Spannungen lassen sich in einen konstanten und einen veränderlichen Verlauf aufteilen. Insbesondere bei dickeren Bauteilen kühlen (trocknen) zunächst die Randbereiche schneller aus, als der Kernbereich. Es entsteht eine ungleichmäßige Dehnungs- und Spannungsverteilung (negative Dehnungen führen zu positiven Zugspannungen). Bei starrer Festhaltung des Bauteils (vollem Zwang) werden sich über den gesamten Querschnitt Zugspannungen einstellen, die an den Rändern größer sind als im Kernbereich (**Abb. 5a**).

Bei Überschreitung der Betonzugfestigkeit ist mit Trennrissen zu rechnen. Bei elastischer Festhaltung oder gleitender Lagerung reduziert sich der konstante Zugspannungsanteil und es verbleibt ein Eigenspannungszustand mit geringeren Zugspannungen in den Randbereichen und Druckspannungen im Kernbereich (**Abb. 5b**). In diesem Fall können sogenannte Schalenrisse in den Randbereichen entstehen. Bei ungleichmäßigen Randabkühlungen (Randaustrocknungen) und insbesondere auch bei linear verteilten Temperaturgradienten (Rand 1 kalt oder trocken; Rand 2 warm oder feucht) ist außerdem eine Bauteilverkrümmung (zum Beispiel Aufschüsseln infolge Biegezwangs) möglich.

Je geringer das Temperaturmaximum T_{max} während der Hydratation ausfällt, desto geringer ist die Wärmeausdehnung und dementsprechend geringer die daran anschließende Verkürzung beim Abfließen der Hydratationswärme (zentrischer Zwang – Trennrissgefahr). Aber auch der Temperaturgradient ist zu kontrollieren, insbesondere bei dickeren Bauteilen durch Abkühlung der Randbereiche bei länger anhaltenden hohen Kerntemperaturen (Eigenspannungen). Die Zugbruchdehnung bei normalfesten Betonen beträgt etwa 0,1 Promille. Diese Zugbruchdehnung wird etwa bei einer Abkühlung im minus zehn Kelvin gegenüber dem spannungsfreien Zustand erreicht. Bei starrer Dehnungsbehinderung entsteht dann der erste Riss.

Die Auswirkungen der behinderten Verformungen sind Zwangsschnittgrößen im Bauteil. Führen diese zu irgendeinem Zeitpunkt t zu Zwangszugspannungen $\sigma_{ct}(t)$, die die bis dahin erreichte wirksame Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}(t)$ überschreiten, ist in Betonbauteilen mit Rissen zu rechnen, die zur Sicherstellung von Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit möglichst zielsicher zu begrenzen (EGS-b oder EGS-c) oder zu vermeiden (EGS-a) sind.

Die Entwicklung von Betontemperatur, Betonzugfestigkeit und Betonzwangszugspannungen während des Abfließens der Hydratationswärme (früher Zwang) ist für verschiedene Lagerungsbedingungen (konstruktive Maßnahme) an einem konkreten Beispiel in **Abb. 6a** dargestellt. Zunächst erhöht sich in der Erwärmungsphase die Bauteiltemperatur, ausgehend von der Frischbetontemperatur infolge der Hydratation des Zementes (abhängig von Zementart und -menge). Damit ist eine Ausdehnung des Bauteils verbunden, die wegen der geringen Anfangssteifigkeit des sehr jungen Betons (niedriger E-Modul) zu relativ geringen Betondruckspannungen auch abhängig von den Lagerungsbedingungen führt. Nach Erreichen des Temperaturmaximums beginnt die Abkühlphase mit einhergehender Bauteilverkürzung, die zunächst unter Abbau der Druckspannungen einen spannungsfreien Zustand bei zwischenzeitlich größerem E-Modul erreicht (Nullspannungstemperatur T_0). Bei weiterer Abkühlung bis zur Umgebungstemperatur entstehen anwachsende Betonzugspannungen, die wieder von den Lagerungsbedingungen abhängen. Bei starrer Festhaltung wird in der Regel die Betonzugfestigkeit relativ schnell erreicht, und ein Riss entsteht; bei entsprechend weicher elastischer Festhaltung (im Beispiel 73 Prozent von starr) erreichen die Betonzugspannungen nicht mehr die Betonzugfestigkeit, und das Bauteil bleibt rissfrei (EGS-a).

In **Abb. 6b** wird zusätzlich die positive Wirkung von betontechnischen (Reduktion Frischbetontemperatur und Hydratationswärme) und von ausführungstechnischen Maßnahmen (thermische Nachbehandlung) qualitativ dargestellt. In der Erwärmungsphase kann die Erhöhung der Bauteiltemperatur durch eine Reduktion der Frischbetontemperatur und durch einen Beton mit niedriger Hydratationswärmewicklung begrenzt werden. Nach Erreichen des reduzierten Temperaturmaximums T_{max} kann die Abkühlphase durch eine thermische Nachbehandlung deutlich verlangsamt werden (auch im Sommer). Die mit der Abkühlung verbundenen Betonzugspannungen wachsen dann auch langsamer an, sodass diese günstigenfalls unter der zwischenzeitlich erhöhten Betonzugfestigkeit bleiben, und das Bauteil bleibt rissfrei (EGS-a).

3 Rechnerischer Nachweis der Rissbreiten bei Zwangsbeanspruchung

Die Festlegung von rissbreitenbegrenzender Bewehrung kann auf die Risschnittgrößen oder auf realistisch abgeschätzte Zwangsschnittgrößen

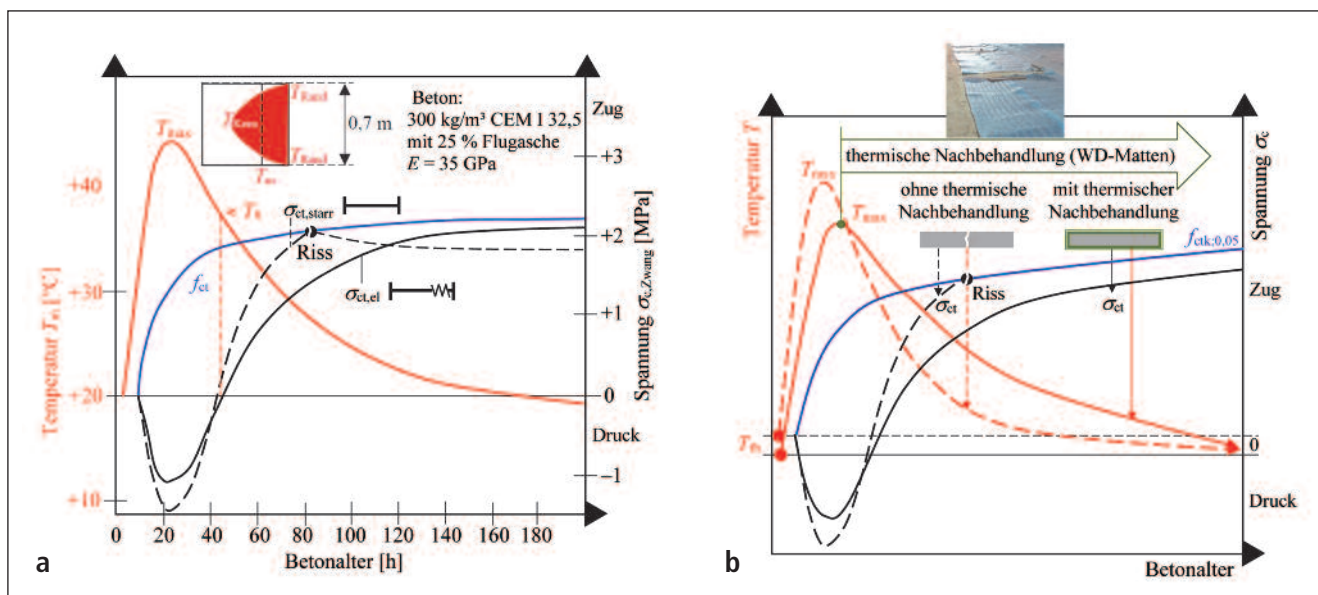


Abb. 6: Entwicklung von Betontemperatur, Betonzugfestigkeit und Betonzwangszugspannungen
 a: Beispiel: Abfließen der Hydrationswärme in 0,7 Meter dicker Wand mit vollem (starre Festhaltung 100 Prozent) und teilweisem Zwang (elastische Festhaltung 73 Prozent) (nach Laube [10])
 b: Beispiel: Betontechnologie (Reduktion T_{max}) und thermische Nachbehandlung mit Wärmedämmmatten (qualitativer Verlauf)

ben oder auf verformungskompatible Modelle der Rissverteilung abgestellt werden. Maßgebend ist der Zeitpunkt der Rissentstehung, da die Materialeigenschaften des erhärtenden Betons sowohl auf der Einwirkungs- als auch auf der Widerstandsseite zeitabhängig sind.

In den deutschen Bemessungsnormen des Betonbaus wird seit Jahrzehnten (seit DIN 1045:1988) für die Ermittlung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten infolge Zwanges vereinfacht von empirisch abgeschätzten Risschnittgrößen ausgegangen. Die Risschnittgröße stellt bei Zwangsbeanspruchung normalerweise den konservativen oberen Grenzwert dar, da mit jedem Riss die gerade erreichte Zwangszugspannung durch den Steifigkeitsabfall wieder abgebaut wird (Abb. 6a).

Die Mindestbewehrung A_{s,min} soll die Betonzugspannungen aufnehmen, die unmittelbar vor der Rissentstehung in der vorher ungerissenen Betonzugzone A_{ct} entstanden sind und im Moment der Rissbildung frei werden:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} \quad Gl. (1)$$

Dabei sind (A_{s,min} · σ_s) die durch Mindestbewehrung aufzunehmende Zugkraft mit einer von der geplanten Rissbreite abhängigen ausnutzbaren Stahlspannung und (k_c · k · f_{ct,eff} · A_{ct}) die Risschnittgröße als Zugkraft für den Primärriss (siehe Eurocode 2 [5], [6]: Gl. (7.1) mit (7.7DE), dort auch Erläuterung der Symbole).

Der Erfolg dieses Nachweiskonzepts *Widerstand (Bewehrung) = Einwirkung (Risskraft)* ist auf seine Einfachheit und Nachvollziehbarkeit zurückzuführen. Vorteilhaft ist die einfache Abschätzung der Risschnittgröße, sodass sich der Tragwerksplaner mit den konkreten indirekten Einwirkungen und den Einspanngraden rechnerisch nicht auseinandersetzen muss. Es funktioniert auch hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Einbaubarkeit der Bewehrung für dünne Bauteile mit überwiegender Primärrissbildung bei moderaten Rissbreitenanforderungen sehr gut.

Mit zunehmender Dicke der nachzuweisenden Bauteile kann die nach Gl. (1) ermittelte Bewehrungsmenge weit auf der sicheren (unwirtschaftlichen) Seite liegen, weil sich die Rissmechanik dicker von derjenigen dünner Bauteile unterscheidet. In den Bemessungsnormen des Betonbaus wurde daher mit DIN 1045-1:2008 [11] die Möglichkeit eröffnet, die Mindestbewehrung dickerer Bauteile wegen der zunehmenden Sekundärrissbildung (Abb. 2) auf die Risszugkraft der wirksamen Betonrandzone A_{c,eff} bei zentrischem Zwang auszulagern:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} \quad Gl. (2)$$

Dabei ist A_{c,eff} nur noch der effektive Wirkungsbereich der Bewehrung am Bauteilrand. Um das Fließen der Bewehrung mit übergroßer bleibender Rissöffnung zu vermeiden, ist als oberer Grenzwert für A_{s,min} hier die Mindestbewehrung nach Gl. (1), jedoch mit σ_s = f_{yk} = 500 MPa erforderlich (vgl. Beispiel in Abb. 7, rechter ansteigender Ast, schwarze Linie). Andererseits muss auch mit Gl. (2) nicht mehr Bewehrung als nach Gl. (1) eingelegt werden.

Im Normtext des NA [6] zu den entsprechenden Gleichungen (NA.7.5.1) und (NA.7.5.2) wird der Anwendungsbereich auf „dickere“ Bauteile begrenzt. Der in [21] definierte Begriff der massigen Bauteile (Mindestbauteilabmessung ≥ 0,80 Meter) wurde hier nicht verwendet, weil eine reduzierte rechnerische Mindestbewehrung nach Gl. (2) gegenüber Gl. (1) mehr von der effektiven Wirkungszone der Bewehrung abhängt. In der Beispielrechnung nach Abb. 7 ergibt sich die Grenze der wirtschaftlicheren Berechnung bei einer Betondeckung von 30 Millimeter mit ca. 0,25 Meter, bei einer Betondeckung von 50 Millimeter mit ca. 0,45 Meter. Die horizontalen durchgezogenen Linienbereiche kennzeichnen den Bereich, in dem die effektive Wirkungszone (und damit die Risskraft) unabhängig von der Bauteildicke konstant angenommen werden dürfen.

Eine weitere normative Möglichkeit besteht darin, die Mindestbewehrung zu vermindern, wenn die Zwangsschnittgröße die Risschnittgröße mit ausreichender Sicherheit nicht erreicht. In diesen Fällen darf die

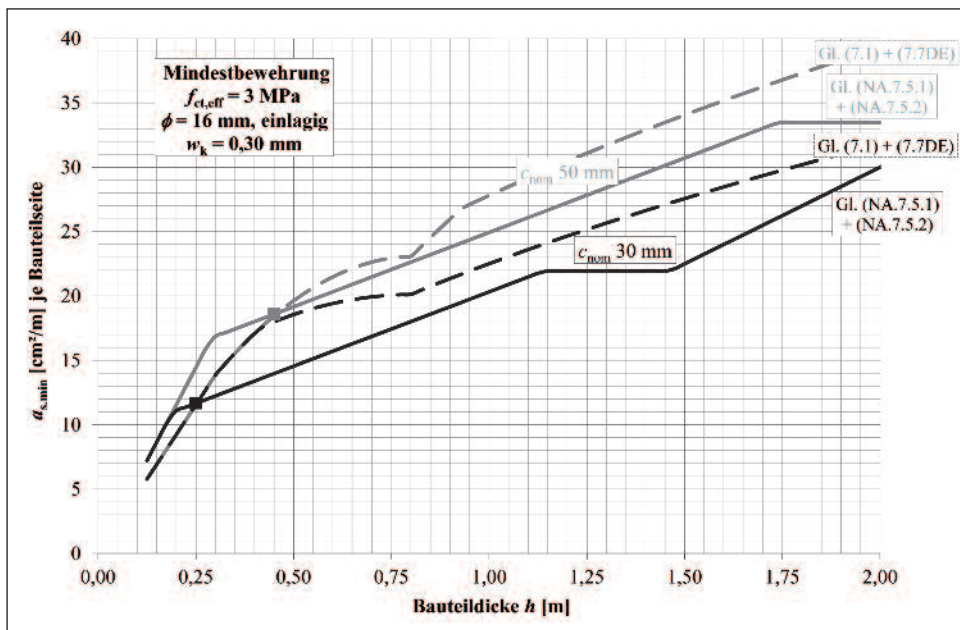


Abb. 7: Beispiel: Vergleich der Mindestbewehrung infolge zentrischen Zwangs für dickere Bauteile nach DIN EN 1992-1-1/NA [6]

Mindestbewehrung durch eine Auslegung für die nachgewiesene Zwangsschnittgröße $F_{ct,Zwang}$ unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Rissbreitenbegrenzung ermittelt werden:

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s = F_{ct,Zwang} \quad Gl. (3)$$

Die nachzuweisende Zwangsschnittgröße hängt wiederum von realistischen Annahmen zu den Verformungen und Dehnungen aus den indirekten Einwirkungen und zum erhärtungs- beziehungsweise reifeabhängigen Beton-E-Modul $E_c(t)$ und von der zutreffenden Modellierung der oft auch steifigkeitsabhängigen verformungsbehindernden Festhaltungen ab (gegebenenfalls mit Grenzwertbetrachtungen). Im Idealfall völlig freier Verformbarkeit (zum Beispiel statisch bestimmte Lagerung) wäre $F_{ct,Zwang} = 0$ und damit auch keine Mindestbewehrung für Zwang erforderlich.

Der alternative rechnerische Nachweis ungerissener Betonbauteile in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit im Sinne des EGS-a sollte auf der sicheren Seite mit $\sigma_{ct,Zwang} \leq f_{ctk;0,05}$ mit dem 5 %-Quantilwert der streuenden Betonzugfestigkeit erfolgen (Abb. 6b), zum Beispiel nach DAfStb-WU-Richtlinie [4]).

Auch die möglichen Schalenrisse lassen sich nach denselben Entwurfsgrundsätzen beherrschen, indem die anteilige Zugkraft (vereinfacht aus einer trapez- oder dreieckförmig verteilten Randzugspannung ermittelt (vergl. Abb. 5b) aus den Eigenspannungen in der Randzone in der effektiven Wirkungszone der Bewehrung auf der Einwirkungsseite berücksichtigt und der Ermittlung der rissbreitenbegrenzenden Bewehrung oder dem Vergleich mit der erreichten Betonzugfestigkeit (EGS-a) auf der Widerstandsseite zugrunde gelegt wird.

Da die normativen Nachweismöglichkeiten über Riss- und Zwangsschnittgrößen insbesondere bei sehr massigen Bauteilen (Bauteildicken größer als etwa zwei Meter) oft zu sehr unwirtschaftlichen Bemessungsergebnissen führen, können alternative Nachweismodelle zweckmäßiger sein. Hierzu wurde von Bödefeld et al. [12] ein mechanisch konsistentes Bemessungsmodell unter Beachtung der Verformungskompatibilität entwickelt, das heißt: die behinderten Verformungen werden durch Rissbildung und Dehnungen im Beton kompensiert.

Dieses Modell berücksichtigt zeitabhängig das Gleichgewicht aus Verformungseinwirkung ϵ_0 und Antwort des Bauteils in Form von tatsächlicher behinderungsgradabhängiger Längenänderung ϵ_{beh} und Zwangsspannung σ_{beh} . Hierzu wurden ein pragmatisches Materialmodell mit konsistenter Berücksichtigung der viskoelastischen Effekte und Ingenieurmodelle für die Lage der Primärrisse von Schlicke [13] entwickelt. Zusammen mit der Zwangsbeanspruchung ist damit die Verformungseinwirkung in einem Primärriss bekannt. Die Bewehrung an der Bauteiloberfläche erzeugt weitere Sekundärrisse. Den Zusammenhang von Primärrissbreite, erforderlicher Anzahl der Sekundärrisse zur Einhaltung der zulässigen Rissbreite und dazugehöriger Bewehrung gibt Bödefeld in [14] an. Dieses Bemessungsmodell für frühen Zwang unter Beachtung der Verformungskompatibilität hat im BAW-Merkblatt [15] Eingang gefunden und wird für die Rissbreitenbegrenzung in massigen Bauteilen ($h > 0,80$ Meter) von Wasserbauwerken, wie zum Beispiel Schleusen, seit mehreren Jahren erfolgreich angewendet. Eine Zusammenfassung des aktuellen Sachstands mit Bemessungsbeispielen wird von Tue und Schlicke in [16] gegeben.

4 Ist der frühe oder der späte Zwang maßgebend?

Zwang im frühen Betonalter (früher Zwang) wird deshalb vom späten Zwang unterschieden, weil in der Erhärtungsphase die Betonzugfestigkeit (und der Beton-E-Modul) des jungen Betons noch relativ gering sind. Die Zwangskräfte, die nötig sind, den Betonquerschnitt zum Reißen zu bringen, sind dementsprechend auch relativ gering.

Im Verlauf der Zeit erhärtet der Beton weiter und erreicht in der Vorstellung der meisten Tragwerksplaner 28 Tage nach dem Betonieren die mittleren Normwerte seiner Betondruck- und Betonzugfestigkeit sowie des E-Moduls. Bei den Normwerten handelt es sich jedoch „nur“ um Laborwerte von eigens angefertigten und speziell gelagerten Prüfkörpern. Praktisch kein reales Betonbauteil weist den Prüfkörpern identische Erhärtungs- und Einbaubedingungen auf, sodass die zum Zeitpunkt der Entstehung der Zwangsschnittgrößen und etwaigen Risse tatsächlich vorhandenen Betoneigenschaften mehr oder weniger deutlich von diesen Annahmen abweichen.

Bei Zwang im späten Betonalter (später Zwang) sind zur Erzeugung von Rissen entsprechend größere Zwangskräfte erforderlich beziehungsweise vorhanden. Ein möglicher später Zwang kann dadurch erzeugt werden, dass ein eingespanntes Bauteil gegenüber seiner ursprünglichen Erhärtungstemperatur deutlich abgekühlt wird, zum Beispiel bei Außenluftzugang im Winter.

Die Festlegung, ob eine Bemessung auf frühen Zwang ausreichend ist oder ob in einem späten Bauteilalter noch Zwangsbeanspruchungen auftreten können, muss zunächst vom Tragwerksplaner verantwortlich getroffen werden (idealerweise schon in der Entwurfsphase). Sie ist wichtiger Bestandteil der Tragwerksplanung und dementsprechend zu dokumentieren. Das heißt, dass sowohl in der statischen Berechnung als auch in der Ausschreibung alle wesentlichen, vom Tragwerksplaner getroffenen Annahmen wie zum Beispiel auch die angesetzte Betonzugfestigkeit, die Zwangsart (früh oder spät) und die dafür vorausgesetzten Randbedingungen (auch während der Bauzeit) deutlich beschrieben werden. Welche Randbedingungen vorliegen oder sichergestellt werden sollen, damit die Annahme des frühen Zwangs tatsächlich gerechtfertigt ist, liegt in der Verantwortung des Tragwerksplaners (vgl. auch Meier in [8]).

Erfahrungsgemäß sind bei gutachterlich begleiteten Mängeldiskussionen über entstandene unplanmäßig große Rissbreiten in bereits ausgeführten Bauwerken immer mehrere Ursachen in der Planung und/oder der Bauausführung festzustellen. Eine der häufigsten Ursachen ist jedoch, dass die Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite pauschal nur auf frühen Zwang mit einer wirksamen Betonzugfestigkeit $0,50f_{ctm}$ ausgelegt wurde und tatsächlich zu einem späteren Zeitpunkt doch noch übersehene oder unplanmäßige Einwirkungen zu spätem Zwang führten. Bei Überschreitung der zu diesem Zeitpunkt größeren Risskräfte können diese von der dann unterdimensionierten und damit höher beanspruchten Bewehrung nur noch mit weniger Rissen und dafür größeren Rissbreiten aufgenommen werden.

Daher wurde unter anderem in der A1-Änderung des Nationalen Anhangs DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 [6] der Normtext zu $f_{ct,eff}$ wie folgt umgestellt und geändert:

$f_{ct,eff}$ ist der Mittelwert der wirksamen Zugfestigkeit des Betons f_{ctm} der beim Auftreten der Risse zu erwarten ist. Dabei sollte für $f_{ct,eff}$ mindestens eine Zugfestigkeit $f_{ctm} \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$ angenommen werden. Wenn der Abschluss der Rissbildung mit Sicherheit innerhalb der ersten 28 Tage festgelegt werden kann, darf ein niedrigerer Wert mit $f_{ctm}(t)$ angesetzt werden. Falls ein niedrigerer Wert $f_{ctm}(t)$ angesetzt wird, ist dieser durch Hinweis in der Baubeschreibung, der Ausschreibung und auf den Ausführungsunterlagen dem Bauausführenden rechtzeitig mitzuteilen, damit dies bei der Festlegung des Betons berücksichtigt werden kann.

Die normative Intention wird klarer: Wenn der Zeitpunkt der Rissbildung nicht mit Sicherheit innerhalb der ersten 28 Tage festgelegt werden kann (zum Beispiel wegen Differenzschwindens benachbarter Bauteile, jahreszeitliche Temperaturdifferenzen bei Bauteilen mit verformungsbehindernder Einspannung beziehungsweise Festhaltung) ist später Zwang zu berücksichtigen, und für die Ermittlung der Mindestbewehrung (Risschnittgröße) sollte mindestens eine Zugfestigkeit von $3,0 \text{ N/mm}^2$ für Normalbeton und $2,5 \text{ N/mm}^2$ für Leichtbeton angenommen werden. Der Regelfall ist somit die Annahme des späten Zwangs.

Nur in besonderen Fällen darf ein niedriger Zugfestigkeitswert (früher Zwang mit reduzierter Risschnittgröße) angenommen werden. Weitere neue Schwierigkeit: Der Tragwerksplaner muss dann selbstständig Festlegungen zum frühen Risszeitpunkt und zur dann erreichten Betonzugfestigkeit treffen. Nach wie vor (seit 2008 in DIN 1045-1 [11]) müssen die diesbezüglichen Festlegungen des Tragwerksplaners an Bauausführende und Betonhersteller nachvollziehbar weitergegeben werden, damit richtig kalkuliert und angeboten und der geeignete Beton auch hergestellt und eingebaut werden kann.

Ein verständlicher Textvorschlag für Ausschreibungstexte und Ausführungsunterlagen wird im DBV-Merkblatt [1] wie folgt angegeben:

Bei der rechnerischen Begrenzung der Rissbreite für das Bauteil (z. B. Bodenplatte, Wand, Pos. XYZ) wurde früher/später Zwang vorausgesetzt. Zur Begrenzung der frühen Betonzugfestigkeit ist ein Beton mit langsamer/mittlerer/schneller Festigkeitsentwicklung zu verwenden. (Anmerkung: Nicht-Zutreffendes streichen!)

Die Angaben sollten in allgemeinerer Form auf die Annahme des frühen oder späten Zwangs und auf die vorausgesetzte (in der Regel mittlere) Festigkeitsentwicklung des Betons hinweisen. Wichtig ist nach wie vor, dass die Annahmen des Tragwerksplaners für das Bauunternehmen als Bieter in der Ausschreibung klar erkennbar mitgeteilt und die betroffenen Bauteile explizit in der Ausschreibung erwähnt werden.

Für die Auswahl einer geeigneten Betonsorte kann in Bezug auf die Begrenzung der Betonzugfestigkeit ersatzweise somit weiterhin auf die Druckfestigkeitsentwicklung abgestellt werden. Das ist mit Blick auf die Streuungen der Festigkeitswerte und die sonstigen, teilweise groben, Annahmen im Rechenmodell ausreichend genau. Ein expliziter Nachweis der Betonzugfestigkeit beim Betonhersteller oder gar auf der Baustelle nach drei oder fünf Tagen ist jedenfalls nicht notwendig und wird normativ auch nicht gefordert.

Eine optimale Lösung ist durch möglichst frühzeitige Kommunikation mit allen am Bau Beteiligten zu erreichen. Bei entsprechendem Vorlauf und Abstimmung geeigneter betontechnischer und ausführungstechnischer Maßnahmen sind dann auch weiterhin deutlich reduzierte Ansätze zur frühen Betonzugfestigkeit oder zu einer nachgewiesenen reduzierten Zwangsschnittgröße möglich, die eine wirtschaftlichere Rissbreitenbegrenzung rechtfertigen.

5 Annahme der Betonzugfestigkeit bei frühem Zwang

Oft wird in der Tragwerksplanung (manchmal allzu zu leichtfertig) angenommen, dass ein risserzeugender früher Zwang nur aus dem Abfließen der Hydratationswärme herrührt und die Risse in den ersten drei bis fünf Tagen nach dem Betonieren entstehen. In diesem frühen Betonalter durfte früher (bis Ende 2015) die Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ vereinfacht und pauschal zu 50 Prozent der mittleren Zugfestigkeit f_{ctm} nach 28 Tagen angenommen werden, „sofern kein genauere Nachweis erforderlich ist“.

Diese Annahme führt zu einer gegenüber dem Fall später Zwang mit 100 Prozent f_{ctm} etwa auf 70 Prozent reduzierte Mindestbewehrungsmenge. Sie hat sich daher, unabhängig vom tatsächlichen Risszeitpunkt, als „üblich“ in der Tragwerksplanung für eine wirtschaftliche Rissbreitenbegrenzung schnell durchgesetzt.

Problematisch bei dieser Annahme ist jedoch, dass die Konsequenzen für die Bauausführung häufig übersehen werden. Der vermeintliche wirtschaftliche Vorteil durch Stahleinsparung wird durch erhöhten Aufwand in der Bauausführung (längere Nachbehandlung und Ausschallfristen, gegebenenfalls zusätzliches Temperieren) und vor allem durch höhere Baustoffkosten oder regionale Lieferschwierigkeiten für bestimmte Betonzusammensetzungen (meistens Betone mit langsamer Festigkeitsentwicklung) schnell aufgezehrt. Darüber hinaus werden von Baubeteiligten zunehmend besondere Nachweise dieser frühen Betonzugfestigkeit verlangt, die die Transportbetonhersteller für ihre 28-Tage-Standardbetonsorten oft nicht liefern können. Vor allem vor diesem Hintergrund wurde der pauschale Ansatz von $0,50f_{ctm}$ mit der A1-Änderung des NA gestrichen [19].

Bei den Normwerten der Betonfestigkeiten handelt es sich um Laborwerte von eigens angefertigten und speziell gelagerten Prüfkörpern. In praktisch keinem Bauwerk weist der Beton diesen Prüfkörpern entsprechende Erhärtungs- und Einbaubedingungen auf, sodass die tatsächlich zum Zeitpunkt der Entstehung der Zwangsschnittgrößen und etwaiger Risse vorhandenen Betoneigenschaften mehr oder weniger deutlich von diesen Annahmen abweichen. Insofern ist der Tragwerksplaner in der Regel auf Schätzungen der Betonzugfestigkeit angewiesen, was aufgrund der relativ geringen Genauigkeit der Vorhersage des Rissbreitenmodells und der streuenden Eingangsgrößen vertretbar ist. Deshalb ist ein hoher theoretischer Aufwand bei der Festlegung der rechnerischen Betonzugfestigkeit nicht gerechtfertigt [19].

Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es erfahrungsgemäß nicht zielsicher möglich, die Festigkeitsentwicklung des Betons ausreichend zu verzögern, um die Betonzugfestigkeit von $0,50f_{ctm}$ während des Abfließens der Hydratationswärme einzuhalten. Dies gilt insbesondere für dickere Bauteile, deren maximale Temperatur infolge der Hydratation erst nach mehreren Tagen erreicht wird und bei denen das Abfließen der Hydratationswärme länger dauert.

Forderungen nach einer langsamen oder sehr langsamen Festigkeitsentwicklung werden von den regional angebotenen Betonsorten wegen der heutzutage üblicherweise verwendeten Zemente (zum Beispiel mit Festigkeitsklassen CEM 42,5 als Standardzement) praktisch nicht mehr erfüllt. Auch wegen der seit 2001 erhöhten Dauerhaftigkeitsanforderungen (Wasserzementwerte und Mindestzementgehalte nach DIN 1045-2 [20]) zu den vom Planer gewählten Expositionsklassen weisen die heute üblichen Betone gegenüber den vor Jahrzehnten verwendeten tendenziell höhere Frühfestigkeiten auf. Langsam oder sehr langsam erhärtende Betone mit 28-Tage-Endfestigkeiten sind heute de facto in vielen Regionen nicht mehr am Markt verfügbar. Sie werden praktisch nur noch bei massigen Bauteilen nach der DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [21] (mit $h > 0,80$ Meter) und in der Regel unter gesonderter verbindlicher Vereinbarung des Nachweises der Betondruckfestigkeit mit einem späteren Prüfaller von 56 oder 91 Tagen verwendet.

Aus der spezifischen Sicht der Transportbetonindustrie ist es für die Betonlieferanten sinnvoll, bei Ausschreibungen mit oben genanntem Hinweis der Tragwerksplaner (Annahme $0,50f_{ctm}$ nach fünf Tagen) nur Beton auszuwählen, bei dessen Herstellung ein Zementtyp 32,5 N (Klasse 5) verwendet wird und bei dem der Druckfestigkeitsnachweis nach 91 Tagen erfolgt (mit $r < 0,30$, vgl. BTB-Praxis-Tipp [17]). Allerdings wird in vielen Lieferwerken CEM 32,5 N nicht mehr standardmäßig vorgehalten. Außerdem ist der lange 91-Tage-Zeitraum für die

meisten Bauvorhaben nicht akzeptabel. Wenn von Transportbetonwerken doch langsam und sehr langsam erhärtende Betone mit Nachweisen der Betondruckfestigkeit später als nach 28 Tagen angeboten werden, ist bei Verwendung solcher Betone eine besondere Vereinbarung erforderlich. Dabei sind die Vorgaben der MVV TB, Teil A, Abschnitt A1 [18], Anlage A 1.2.3/4 zur Anwendung eines von 28 Tagen abweichenden Prüfallers zu beachten.

Die typische Druckfestigkeitsentwicklung von Betonen wird in **Abb. 8** nochmals abhängig vom Zementtyp illustriert. Betone mit höherfesten oder schneller erhärtenden Zementen erreichen im Labor etwa nach drei bis sieben Tagen 80 Prozent der 28-Tage-Festigkeit und nur Betone mit niedriger Zementfestigkeitsklasse 32,5 mit normaler und langsamer Erhärtungscharakteristik nach sieben Tagen etwa die früher angesetzten 50 Prozent der 28-Tage-Festigkeit.

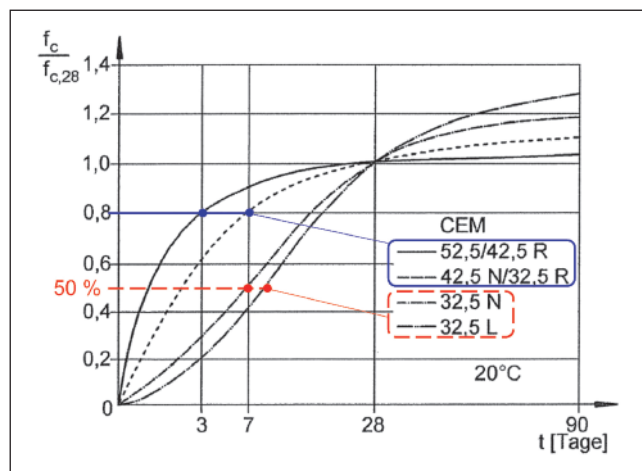


Abb. 8: Erhärtungsverlauf von Beton mit verschiedenen Zementen (nach Reinhardt [25])

Für die Auswahl einer geeigneten Betonsorte soll in Bezug auf die Begrenzung der Betonzugfestigkeit näherungsweise weiterhin nur die Druckfestigkeitsentwicklung herangezogen werden (r-Werte). Hierbei wird die unterschiedliche Entwicklung von Druck- und Zugfestigkeit vernachlässigt. Dieser Ansatz ist mit Blick auf die Streuungen der Festigkeitswerte und die sonstigen teilweise groben Annahmen im Rechenmodell ausreichend genau.

Ein expliziter Nachweis der Betonzugfestigkeit durch den Betonhersteller oder den Verwender ist daher nicht erforderlich. Anpassungen der Festigkeitsentwicklung bei der Betonbestellung für das konkrete Bauteil unter Berücksichtigung der tatsächlichen Baustellenrandbedingungen, zum Beispiel Sommer-/Winterrezeptur, sind gegebenenfalls zweckmäßig und notwendig.

Im Ingenieurbau der öffentlichen Verkehrsträger soll abweichend gemäß DIN EN 1992-2/NA [23] weiterhin pauschal mit $0,50f_{ctm}$ gerechnet werden, da in der Regel langsam erhärtender Beton bei sommerlichen Temperaturen und Beton mit mittlerer Festigkeitsentwicklung beim Betonieren unter winterlichen Bedingungen vorgeschrieben und der Nachweis der Festigkeit gegebenenfalls auf 56 Tage festgelegt werden darf. Hinzu kommen besondere konstruktive Festlegungen in den *Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen* (zum Beispiel in den ZTV-ING mit Frischbetontemperatur maximal 25 Grad Celsius bei Tunneln oder mit bestimmten Fugenkonzepten). Wenn der r-Wert

	1		2	3	4	5
	Festigkeitsentwicklung des Betons		Bauteildicke h			
			≤ 0,30 m	≤ 0,80 m	≤ 2,0 m	> 2,0 m
1	langsam	(r < 0,30) ^{1) 2)}	– ³⁾	0,60f _{ctm}	0,70f _{ctm} ⁴⁾	0,80f _{ctm} ⁴⁾
2	mittel	(r < 0,50)¹⁾	0,65f_{ctm}	0,75f_{ctm}	0,85f_{ctm}	0,95f_{ctm}
3	schnell	(r ≥ 0,50) ¹⁾	0,80f _{ctm}	0,90f _{ctm}	1,0f _{ctm}	1,00f _{ctm}

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2\text{ d}) / f_{cm}(28\text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2\text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.
²⁾ Bei Festigkeitsklassen $\geq C30/37$ ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r \leq 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.
³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.
⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

Abb. 9: Empfohlene Anhaltswerte für die Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme (Tabelle 7 aus DBV [1])

< 0,30 nicht nachgewiesen wird, kann es erforderlich werden, die effektive Zugfestigkeit $f_{ct,eff}$ zu erhöhen (vgl. [24]).

Wenn die Festlegung der Rissbildung nur infolge frühen Zwanges nach sorgfältiger Abwägung beibehalten wird und (noch) keine genaueren Angaben über die Festigkeitsentwicklung des Betons vorliegen, sollte vom Tragwerksplaner ein heutzutage üblicher Beton mit mittlerer (statt langsamer oder sehr langsamer) Festigkeitsentwicklung angenommen werden. Berücksichtigt man noch die gegenüber der Druckfestigkeit schnellere frühe Zugfestigkeitsentwicklung, können als rechnerische Anhaltswerte für die frühe Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff} = f_{ctm}(t)$ bei „üblichen“ Betonen die Anhaltswerte in **Abb. 9** empfohlen werden [1].

Die Abfrage der Festigkeitsentwicklung im Labor für eine konkrete Betonsorte beim Transportbetonhersteller liefert realistischere Anhaltswerte. Je dicker die Bauteile, umso länger dauert das Abfließen der Hydratationswärme. Umgebungs- und Frischbetontemperaturen sowie die Art und Dauer der Nachbehandlung (zum Beispiel Verweildauer in der Schalung) beeinflussen den Hydratations- und Erhärtungsverlauf ebenfalls.

In DIN EN 1992-1-1 [5] wird die zeitabhängige Entwicklung der Betonfestigkeit über einen Beiwert $\beta_{cc}(t)$ nach Gl. (3.2) beziehungsweise Gl. (3.4) in [5] abhängig vom Betonalter t ausgedrückt. Für den hier interessierenden Erhärtungszeitraum bis zu $t \leq 28$ Tagen wird demnach die relative Festigkeitsentwicklung für die Betondruck- und Betonzugfestigkeit (f_{cm} und f_{ctm}) rechnerisch gleich angenommen:

$$\beta_{cc}(t) = \frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}(28d)} = \frac{f_{ctm}(t)}{f_{ctm}(28d)} \quad \text{Gl. (4)}$$

Tatsächlich entwickelt sich die frühe Betonzugfestigkeit jedoch schneller als die Betondruckfestigkeit. Die unterschiedlich schnelle Entwicklung der Betoneigenschaften E-Modul, Zugfestigkeit und Druckfestigkeit sind, abhängig vom Reaktionsgrad, für normalfeste Betone prinzipiell in **Abb. 10** normiert dargestellt. Dort ist erkennbar, dass bei einem Reaktionsgrad

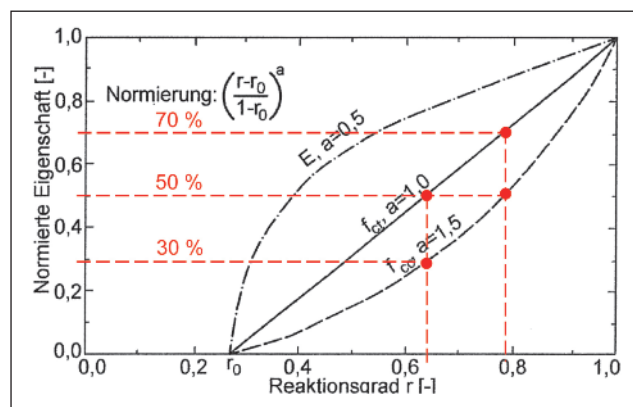


Abb. 10: Frühe mechanische Eigenschaften als Funktion des Reaktionsgrads (nach Reinhardt [25])

≈ 0,8 etwa 50 Prozent der Druckfestigkeit und 70 Prozent der Zugfestigkeit zu erwarten sind (Prozent von den Festigkeiten bei Reaktionsgrad 1,0). Oder wenn nur 50 Prozent Zugfestigkeit vorausgesetzt werden, sind damit etwa 30 Prozent Druckfestigkeit verknüpft (Reaktionsgrad ≈ 0,65). Diese geringe 30 Prozent Druckfestigkeit im frühen Betonalter wäre nur mit langsam erhärtenden Beton zu erwarten (**Abb. 8**).

Abb. 11 zeigt die theoretische relative Festigkeitsentwicklung nach Eurocode 2 [5] für Betonfestigkeitsklassen bis maximal C50/60 unter Laborbedingungen bei Temperaturen von 20 Grad Celsius. In **Abb. 11** sind auch die im DAfStb-Heft 555 [26] prognostizierten Näherungswerte für die Zugfestigkeitsentwicklung mit aufgenommen. Diese wären für langsam (S) beziehungsweise schnell (R) erhärtende Zemente im Alter von zwei Tagen zu $f_{ct}(2\text{ d}) \approx 0,50 \div 0,65f_{ct}(28\text{ d})$, im Alter von sieben Tagen mit $f_{ct}(7\text{ d}) \approx 0,80 \div 0,85f_{ct}(28\text{ d})$ anzunehmen. Diese Werte entsprechen im Mittel etwa der Kurve für Zement R nach DIN EN 1992-1-1 [5], Gleichung (3.4).

Die ebenfalls in **Abb. 11** eingetragenen pragmatisch festgelegten Anhaltswerte für die frühe Betonzugfestigkeit im DBV-Merkblatt [1]

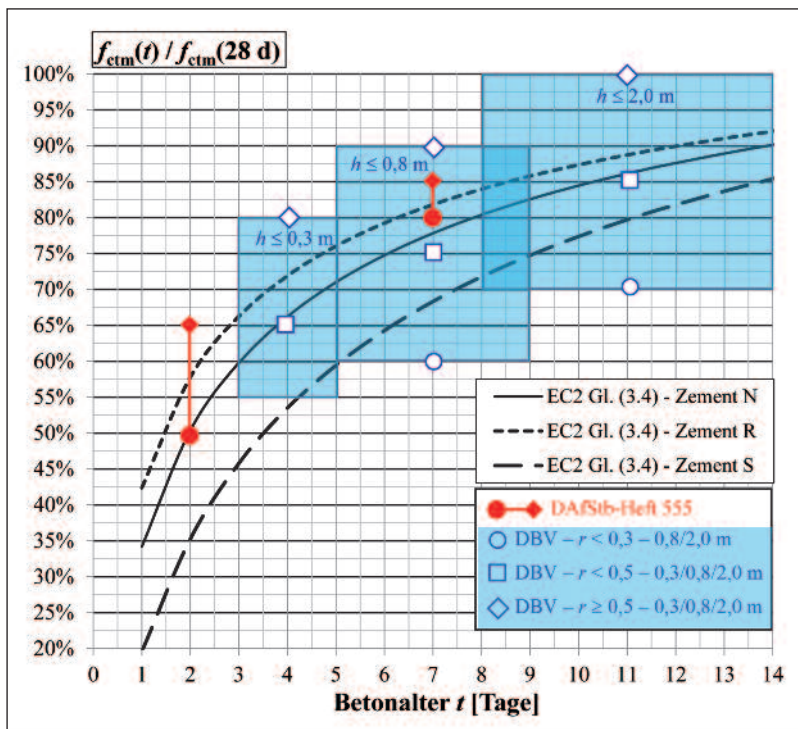


Abb. 11: Festigkeitsentwicklung nach DIN EN 1992-1-1 [5] für das Verhältnis der Betonzugfestigkeit $f_{ctm}(t)$ für Betone $\leq C50/60$ zum 28-Tage-Wert $f_{ctm}(28 d)$ unter Laborbedingungen und Empfehlungen aus DAfStb-Heft 555 [26] und aus DBV-Merkblatt Rissbildung [1] (siehe auch Abb. 9)

(Abb. 9) hängen von den Parametern Festigkeitsentwicklung des Betons und den Bauteildicken ab. Näherungsweise wird angenommen, dass das Abfließen der Hydratationswärme abhängig von den Umgebungstemperaturen bei Bauteildicken $h = 0,30$ Meter etwa drei bis fünf Tage (im Mittel 4 d), bei $h = 0,80$ Meter etwa fünf bis neun Tage (im Mittel 7 d) und bei $h = 2,0$ Meter etwa acht bis vierzehn Tage (im Mittel 11 d) dauert. Mit schnellerer Festigkeitsentwicklung wird zwar das Temperaturmaximum T_{max} auch schneller erreicht als bei langsamer erhärtenden Betonen, dafür wird aber auch mehr Hydratationswärme eingetragen, sodass die Dauer des Abfließens der Hydratationswärme bei allen Betonen überwiegend durch die Bauteildicke bestimmt wird.

Diese auf der Basis von Laborwerten bei 20 Grad Celsius abgeschätzten Festigkeitsverhältnisse können bei sommerlichen Temperaturen näherungsweise auch mit den Werten auf der Baustelle korrespondieren. Bei winterlichen Temperaturen wird die Festigkeitsentwicklung des Betons verzögert und die Temperaturentwicklung infolge Hydratationswärme verringert. Richtwerte für die Festigkeitsentwicklung von Beton bei plus 20 Grad Celsius und bei nur plus fünf Grad Celsius Lagerungstemperatur werden von Müller und Wiens [27] angegeben. In Abb. 12 sind diese Richtwerte für die Festigkeit in drei und sieben Tagen enthalten. Diese können für eine interpolierende Abschätzung einer reduzierten rechnerischen frühen Betonzugfestigkeit bei kühleren Bauteiltemperaturen

interessant sein. Alternativ lässt sich bei winterlichen Temperaturen so auch eine schnellere Festigkeitsentwicklung bei gleichbleibend geringen Betonfrühzugfestigkeiten vertreten (wie in [23]).

Kühlere Betoniertemperaturen wirken also in Bezug auf eine frühe Zwangreduzierung günstig. Das erklärt auch einige Phänomene in der Praxis, wonach vergleichbare Bauteile, die im Winter betoniert wurden, ungerissen blieben und bei Sommerbetonage deutliche Zwangsrissbildung zeigten.

6 Vorhersagegenauigkeit der Rissbreitenberechnung in DIN EN 1992-1-1/NA

Abschließend seien noch einige wenige Anmerkungen zur Vorhersagegenauigkeit der Rissbreitenberechnung im derzeit geltenden Normenwerk Eurocode 2 mit NA [5], [6] gemacht.

Die statistische Aussagewahrscheinlichkeit der Rissbreitenberechnung (Quantilwerte) wird durch die Vereinfachungen des Rechenmodells und durch die unvermeidbaren Streuungen der tatsächlichen Einwirkungen, der Materialeigenschaften (insbesondere Verbund und Betonzugfestigkeit) und der Ausführungsqualität (zum Beispiel Abweichungen bei Querschnittsabmessungen und Bewehrungslage) bestimmt.

Zementfestigkeitsklasse DIN EN 197-1	Zementklasse DIN EN 1992-1-1	Betondruckfestigkeit bei +5 °C-Lagerung in % der Werte bei +20 °C-Lagerung nach		
		3 Tage	7 Tage	28 Tage
52,5N; 42,5R	R	60...75	75...90	90...105
42,5N; 32,5R	N	45...60	60...75	75...90
32,5N	S	30...45	45...60	60...75

Abb. 12: Richtwerte für die Druckfestigkeitsentwicklung von Beton mit verschiedenen Zementen bei Lagerungstemperatur plus fünf Grad Celsius (aus Müller/Wiens [27])

Darüber hinaus wird mit dem Rechenwert w_k ein gemittelter Wert der Rissbreite über die Risstiefe im Wirkungsbereich $h_{c,eff}$ der Bewehrung berechnet (Modell: zentrisch gezogener Stahlbetonstab). Dieser Rechenwert deckt auch ungefähr den unmittelbaren Bereich der Bewehrungslage ab. Gemessen werden aber, sowohl in Versuchen als auch am fertigen Bauteil, die Rissbreiten an der Bauteiloberfläche, die in der Regel immer breiter sind als die gemittelten Rechenwerte w_k . Der Unterschied nimmt mit der Betondeckung zu und ist bei Biegerissen in dünnen Bauteilen größer als bei Trennrissen in dicken Bauteilen.

Somit lassen sich im Bauwerk auch bei Einhaltung der in DIN EN 1992-1-1 enthaltenen Konstruktions- und Bemessungsregeln einzelne Risse, die etwa um 0,1 bis 0,2 Millimeter breiter sind als die Rechenwerte, nicht immer vermeiden [1]. Das ist physikalisch bedingt und aus Sicht der Mindestnormanforderungen auch regelgerecht.

Eine Abschätzung der Größenordnung der Vorhersagequalität der Rissbreitenberechnung nach DIN EN 1992-1-1/NA [6] enthält das DBV-Merkblatt [1] (mit Bild 3). Danach ist im abgeschlossenen Rissbild für einen Rechenwert $w_k = 0,40$ Millimeter etwa ein 95 %-Quantil-Ergebnis zu erwarten, das heißt: 95 Prozent aller Rissbreitenwerte am Bauteil lägen unter und fünf Prozent über dem Rechenwert. Für die Rechenwerte $w_k = 0,30/0,20/0,10$ Millimeter werden etwa 90/80/70 %-Quantil-Ergebnisse als Erwartungshorizonte angegeben. Das vereinfachte Rechenmodell in DIN EN 1992-1-1/NA wird bei der Abschätzung von Rissbreiten $< 0,1$ Millimeter zu ungenau und ist daher dafür ungeeignet.

Empelmann und Busse haben in [31] aktuelle europäische normative Modelle zur Berechnung der Rissbreite im Stahlbetonbau zusammengestellt und verglichen. Grundlage war eine eigens zusammengestellte Datenbasis mit Ergebnissen aus zentrischen Zugversuchen, bei denen charakteristische Werte oder Mittelwerte der gemessenen Rissbreiten angegeben waren beziehungsweise ermittelt werden konnten. Durch die Vergleichsauswertungen konnte gezeigt werden, dass zwischen den unterschiedlichen Rechenmodellen signifikante Abweichungen auftreten. Diese Differenzen beruhen zum Teil auf unterschiedlichen nationalen Traditionen und auch wirtschaftlichen Bewertungen und sind in den jeweiligen Ländern derzeit mehr oder weniger akzeptiert.

In **Abb. 13** ist eine Auswertung aus [31] für das Rechenmodell nach DIN EN 1992-1-1/NA [5], [6] dargestellt. Dieses unterschätzt zwar bei rechnerischen Rissbreiten unter 0,25 Millimeter zum Teil deutlich die w_{exp} -Versuchswerte (hier Mittelwerte der Rissbreiten an der Oberfläche), hat aber im Vergleich zum Original-Eurocode 2 eine bessere statistische Vorhersagequalität. Insgesamt ergibt sich aus deutscher Sicht damit eine angemessene Abwägung zwischen Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit.

Die Einhaltung eines gemittelten Rechenwertes w_k reicht in der Regel für die Erfüllung der Dauerhaftigkeitsanforderungen nach Eurocode 2 [5], [6] oder die Anforderungen für die Selbstheilung der Trennrisse nach DAfStb-WU-Richtlinie [4] aus. Jedoch sind zusätzliche Überlegungen in Bezug auf die Rissbreitenbegrenzung durch den Tragwerksplaner dann anzustellen, wenn es um Anforderungen an eine höhere Zuverlässigkeit oder an die Rissbreite an der Bauteiloberfläche geht (zum Beispiel bei rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystemen oder bei vertraglich vereinbarten besonderen Sichtbetonanforderungen).

Die Regeln zur Begrenzung der Rissbreiten sollen nicht die explizite Einhaltung bestimmter, am Bauteil nachmessbarer Grenzwerte von Rissbreiten sicherstellen. Vielmehr sollen diese das Auftreten breiter Einzel-

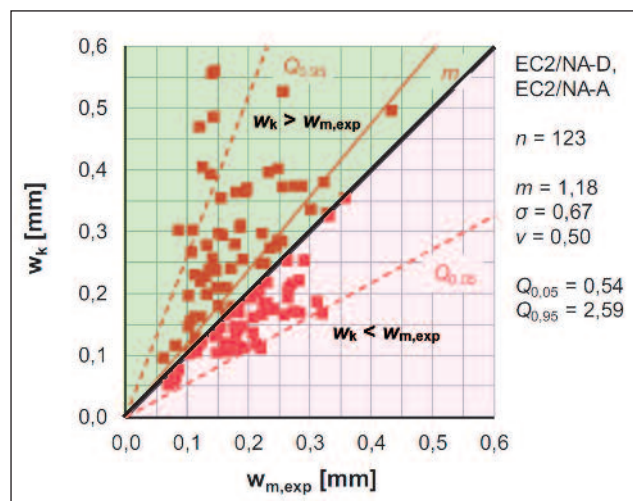


Abb. 13: Vergleich der rechnerischen Rissbreiten w_k nach DIN EN 1992-1-1/NA [6] mit Mittelwerten $w_{m,exp}$ aus Versuchsergebnissen (nach Empelmann/Busse in [31])

risse verhindern. Die schärferen Anforderungen an die Rissbreitenbegrenzung für „agressivere“ Expositionsklassen bedeuten dabei nichts anderes, als dass breite Einzelrisse mit einer größeren Wahrscheinlichkeit als bei Innenbauteilen vermieden werden (vgl. Schiebl in [30]).

7 Fazit

Dem Bauherrn, der an einer beabsichtigten Bewehrungseinsparung ein wirtschaftliches Interesse haben kann, sollte das erhöhte Risiko, das mit der Annahme nur frühen Zwangs und insbesondere mit der normgemäß früher (bis 2015) noch erlaubten pauschalen 50-Prozent-Annahme für die frühe Betonzugfestigkeit verbunden ist, nämlich etwaige unplanmäßige größere Rissbreiten, bewusst gemacht werden, damit er es auch mittragen kann. Dies ist Aufgabe des beratenden Tragwerksplaners. In vielen Fällen kann nämlich nicht sicher ausgeschlossen werden, dass auch nach dem Abfließen der Hydratationswärme zu einem späteren Zeitpunkt bei entsprechender Verformungsbehinderung Zwangskräfte im Bauteil entstehen, die zu Rissen führen können (später Zwang). In der Konsequenz sollten unabhängig von ernahme frühen oder späten Zwangs Eventual-Positionen im Leistungsverzeichnis für das nachträgliche geregelte Schließen von Rissen mit unplanmäßigen Breiten vorgesehen und bepreist werden (analog der DAfStb-WU-Richtlinie [4], dort auch für alle Entwurfsgrundsätze gefordert). Das kann späteren Streit wirksam vermeiden. Wenn die Annahme der Rissbildung nur infolge frühen Zwangs nach sorgfältiger Abwägung beibehalten wird und keine genaueren Angaben über die Festigkeitsentwicklung des Betons vorliegen, sollte vom Tragwerksplaner ein heutzutage üblicher Beton mit mittlerer Festigkeitsentwicklung (statt eines langsamen oder sehr langsamen Betons) angenommen werden.

Für sehr massige Bauteile wird das auf Risschnittgrößen und $f_{ct,eff}$ basierende Rissbreitenkonzept immer unwirtschaftlicher. Daher wurde zum Beispiel speziell für die Massivbauwerke im Wasserbau ein alternatives auf die Verformungskompatibilität abgestelltes Nachweiskonzept entwickelt.

Die Informationen des Tragwerksplaners an die ausführenden Bauunternehmer über seine Annahmen sind in der Ausschreibung beziehungsweise in bautechnischen Unterlagen weiterhin erforderlich. Sie

sollten jedoch in allgemeinerer Form nur auf die Annahme des frühen oder späten Zwangs und nur auf die vorausgesetzte (in der Regel mittlere) Festigkeitsentwicklung des Betons hinweisen. Wichtig ist nach wie vor, dass die Annahmen des Tragwerksplaners für das Bauunternehmen als Bieter in der Ausschreibung klar erkennbar mitgeteilt und die betroffenen Bauteile explizit in der Ausschreibung erwähnt werden. Idealerweise sollte in einer ersten Baubesprechung mit dem beauftragten Bauunternehmen das Planungskonzept vom Tragwerksplaner auch erläutert werden. Gegebenenfalls werden Anpassungen wegen ausführungstechnischer Randbedingungen (Bauzeiten, Baustoffverfügbarkeiten und so weiter) erforderlich, die mitgeteilt und abgestimmt werden müssen, um das Bauvorhaben gemeinsam erfolgreich im Sinne des Bauherrn zu realisieren.

Ausführlichere und praxisgerechte Erläuterungen der Entwurfsgrundsätze und zweckmäßiger Maßnahmen zu ihrer Umsetzung werden am Beispiel von WU-Betonkonstruktionen von *Krause* und *Horstmann* in [32] und am Beispiel von Parkbauten von *Fingerloos/Flohrer/Räsch* in [9] gegeben

8 Literatur

- [1] DBV-Merkblatt (2016-05) Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau
- [2] DBV-Merkblatt (2018-01) Parkhäuser und Tiefgaragen
- [3] DBV-Merkblatt (2017-02) Industrieböden aus Beton
- [4] DAfStb-Richtlinie (2017-12) Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Berlin: Beuth Verlag
- [5] Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1 (2011-01) Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [6] Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1/NA (2013-04) Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau und DIN EN 1992-1-1/NA/A1 (2015-12): A1-Änderung
- [7] DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (2001-10), mit Berichtigung 1:2002-01 und Berichtigung 2:2005-12. Berlin: Beuth Verlag
- [8] Meier, A. (2012 und 2015) Der späte Zwang als unterschätzter – aber maßgebender – Lastfall für die Bemessung. In: Beton- und Stahlbetonbau 107, Heft 4, 216-224 und Fortsetzung Teil 2: Hinweise für Tragwerksplaner. In Beton- und Stahlbetonbau 110, Heft 3, 179-190
- [9] Fingerloos, F., Flohrer, C., Räsch, D. (2019) Dauerhaftigkeit von Parkbauten in Deutschland. In: Beton-Kalender 2019/2, 515-582. Berlin: Ernst & Sohn
- [10] Laube, M. (1990) Werkstoffmodell zur Berechnung von Temperaturspannungen in massigen Betonbauteilen im jungen Alter. Dissertation TU Braunschweig
- [11] DIN 1045-1 (2008-08) Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [12] Bödefeld, J., Ehmann, R., Schlicke, D., Tue, N. V. (2012) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten in Stahlbetonbauteilen infolge des Hydratationsprozesses. In: Beton- und Stahlbetonbau 107, Heft 1, 32–37 und Heft 2, 79-85
- [13] Schlicke, D. (2014) Mindestbewehrung für zwangbeanspruchten Beton – Festlegung unter Berücksichtigung der erhärtungsbedingten Spannungsgeschichte und der Bauteilgeometrie. Dissertation TU Graz
- [14] Bödefeld, J. (2010) Rissmechanik in dicken Stahlbetonbauteilen bei abfließender Hydratationswärme. Dissertation. Universität Leipzig
- [15] BAW-Merkblatt (2011) Rissbreitenbegrenzung für frühen Zwang in massiven Wasserbauwerken. Hrsg: Bundesanstalt für Wasserbau. www.baw.de ► Publikationen
- [16] Tue, N. V., Schlicke, D. (2020) Zwangbeanspruchung und Rissbreitenbeschränkung in Stahlbetonbauteilen auf Grundlage der Verformungskompatibilität. In Betonkalender 2020 (in Vorbereitung, erscheint November 2019), Berlin: Ernst & Sohn
- [17] BTB PRAXIS-TIPP (2013) Betonauswahl bei begrenzter früher Betonzugfestigkeit. In: Transportbeton-Magazin TB-iNFO. Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V., Ausgabe 53
- [18] MVV TB (2017) Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen, Ausgabe 2017/1. Hrsg.: Deutsches Institut für Bautechnik
- [19] Fingerloos, F., Hegger, J. (2016) Erläuterungen zur Änderung des deutschen Nationalen Anhangs zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12). In: Beton- und Stahlbetonbau 111, Heft 1, 2-8
- [20] DIN 1045-2 (2008-08) Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [21] DAfStb-Richtlinie (2010-04) Massige Bauteile aus Beton. Berlin: Beuth Verlag (auch in Betonkalender 2018/2)
- [22] DAfStb-Richtlinie (2011-03) Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS). Berlin: Beuth Verlag (auch in Betonkalender 2016/2)
- [23] Eurocode 2: DIN EN 1992-2/NA (2013-04) Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln
- [24] Haveresch, K., Maurer, R., Tauscher, F. (2016) Hinweise für den Ansatz der Betonzugfestigkeit beim Nachweis der Mindestbewehrung für frühen Zwang gemäß Eurocode 2-2 (DIN EN 1992-2/NA). In: Beton- und Stahlbetonbau 111, Heft 11, 749-758
- [25] Reinhardt, H.-W. (2010) Ingenieurbaustoffe. Berlin: Ernst & Sohn, 2. Auflage
- [26] DAfStb- Heft 555 (2006) Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton. Berlin: Beuth Verlag
- [27] Müller, H.-S., Wiens, U. (2019) Beton. In: Betonkalender 2019/1, 1-172. Berlin: Ernst & Sohn
- [28] Eurocode 1: DIN EN 1991-1-5:2010-12: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen
- [29] Eurocode 1: DIN EN 1991-1-5/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen (auch in Betonkalender 2020/2: Normen und Regelwerke)
- [30] Schießl, P. (1994) Grundlagen der Neuregelung zur Beschränkung der Rissbreite. In: DAfStb-Heft 400. Berlin: Beuth-Verlag. 3. berichtigter Nachdruck
- [31] Empelmann, M., Busse, D. (2018) Vergleich von normativen Modellen zur Berechnung der Rissbreite. In: Beton- und Stahlbetonbau 113, Heft 4, 298-306
- [32] Krause, H.-J.; Horstmann, M. (2018) Planung und Bemessung von WU-Konstruktionen – Entwurfsgrundsätze und deren statisch konstruktive Umsetzung. In: Beton- und Stahlbetonbau 113, Spezial „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“; Heft S1, S. 20-35

Sind automatische Sprühwasserlöschanlagen als Schutz für Theaterbühnen unzeitgemäß – oder sogar überflüssig?

Die Risiken der veralteten Muster-Versammlungsstätten-VO setzen schutzzielorientierte Brandschutzkonzepte voraus

Für den Brandschutz in den rund 500 Theatergebäuden in Deutschland sind nach der Muster-Versammlungsstätten-Verordnung automatische Sprühwasserlöschanlagen (auch Sprühflutanlagen genannt) für Großbühnen vorgeschrieben. Solche Anlagen werden in Räumen mit großen Brandlasten eingesetzt und überall dort, wo mit schnell sich ausbreitenden Bränden zu rechnen ist. Der Nutzen und die Risiken dieser Anlagen wurden bisher auf der Grundlage von Daten bewertet, deren Auswertung den Verdacht nahelegen, dass ihre Anwendung empfindliche Wasserschäden auf den betroffenen Bühnen verursachen, aber nichts oder nur sehr wenig zum Löscherfolg und zur Verhinderung eines Brandschadens beitragen können. Automatische Sprühwasserlöschanlagen sind aus Sicht des Verfassers des folgenden Beitrages deshalb in der Regel über Bühnen verzichtbar. Diese Behauptung substantiiert er hier auf der Grundlage jahrelanger professioneller Erfahrung, und er fordert, nach einer Analyse aller einschlägigen baurechtlichen Vorschriften, deduktiv eine alsbaldige und zeitgemäße Novellierung der Muster-Versammlungsstätten-Verordnung. Vorher aber sollte, so sein Resümee, in jedem Einzelfall ein qualifiziertes, schutzzielorientiertes Konzept für den Brandschutz von Theaterbühnen erarbeitet werden.



Dip.-Ing. Erhard Arnhold

studierte 1977 bis 1981 an der Ingenieur-Hochschule Zwickau und an der Friedrich-Schiller-Universität Jena Maschinen- und Gerätebau und absolvierte von 1989 bis 1991 ein postgraduales Studium zum Sicherheitsinspektor an der Ingenieurschule Eisleben; 1981 bis 1988 war er als Entwicklungsingenieur für die Technologische Forschung im Weimar-Werk tätig und von 1988 bis 1991 als Sicherheitsinspektor am Deutschen Nationaltheater Weimar; Erhard Arnhold gründete 1991 als Sicherheitsingenieur und Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz sein eigenes Ingenieurbüro in Weimar, er ist Prüflingenieur für vorbeugenden Brandschutz und anerkannter Gutachter für Brandschutz beim Eisenbahnbundesamt; seit 2002 übt er außerdem diverse Dozententätigkeiten bei EIPOS Dresden, der Bauhaus-Akademie Weimar und der Unfallkasse Thüringen aus.

1 Einführung

Am 19. Januar 2018 meldete die Leipziger Volkszeitung (und viele andere Zeitungen in ähnlicher Weise):

Theater ahoi: Löschanlagen sorgen für Millionenschäden auf deutschen Bühnen

In Deutschlands Theatern brennt es nicht mehr. Das ist eine gute Nachricht. Die schlechte: Sie werden geflutet. Automatische Löschanlagen sorgen für Millionenschäden auf den Bühnen, zuletzt in Dresden und Berlin. Der Deutsche Bühnenverein ist alarmiert [1].

Im IKZ Magazin für Gebäude- und Energietechnik erschien im August 2018 diese Schlagzeile:

Die Vorstellung fällt ins Wasser. Fluten Sprinkleranlagen deutsche Theater?

Automatische Löschanlagen schützen Theater und Bühnen zuverlässig vor den Auswirkungen eines Brandes. Seit vielen Jahren ist in Deutschland (in Theatern, Anmerkung des Verf.) kein Feuer mit Toten oder Schwerverletzten mehr zu beklagen [2].

Ist das so? Gibt es Belege für eine Kausalität zwischen der automatischen Sprühflutanlage und einem Wasserschaden beziehungsweise der Verhinderung eines Brandschadens?

2 Die große Angst – Feuer auf der Bühne

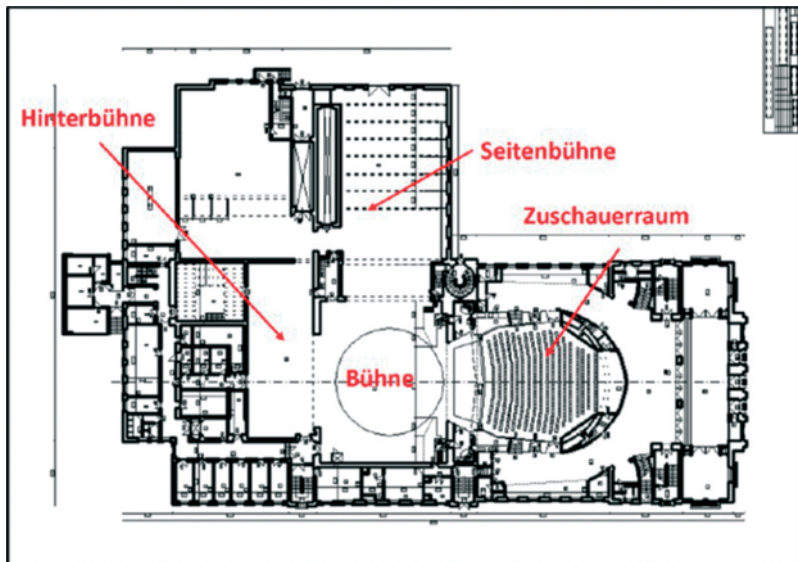
Der große Dichter der deutschen Klassik äußerte sich dazu folgendermaßen:

*Wie ist denn wohl ein Theaterbau?
Ich weiß es wirklich sehr genau:
Man pfercht das Brennlichste zusammen,
da steht's denn alsobald in Flammen.*

Johann Wolfgang von Goethe [3]

Die Gebäudeart „Theater“ entwickelte sich im Wesentlichen im Zeitraum vom 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts, daraus resultierte die heute übliche Grundstruktur:

- Bühne als Spielfläche,
- Seitenbühne(n) und Hinterbühne als Lager- und Vorbereitungsort für Dekorationen und Requisiten,
- Zuschauerraum für die Besucher mit Verkehrswegen (Foyer, Ausgängen, Garderoben et cetera).



Sachverständigenbüro Amhold

Abb. 1: Grundriss des Deutschen Nationaltheaters in Weimar

Als Beispiel dient hier der Grundriss des Deutschen Nationaltheaters Weimar (Abb. 1), der ursprünglich von 1905 stammt.

Das „Brennlichste“ auf der Spielfläche (Kulissen, Sufitten, also die vom Schnürboden herabhängende Dekoration, die die Bühne nach oben abschließt, und Requisiten) wurden damals mit Kerzen oder Öllampen beleuchtet, später dann mit einer Gasbeleuchtung. All diese Umstände führten zu einer Vielzahl von Theaterbränden.

In dem im Jahr 2000 erschienenen Buch „Thalia in Flammen“ [4] wird diese Entwicklung ausführlich dargestellt und die großen Theaterbrände beschrieben.

Insbesondere der Brand des Wiener Ringtheaters (Abb. 2) führte – mit dem anschließenden Gerichtsverfahren – dazu, dass die Ursachen solcher Brände nun wissenschaftlich untersucht wurden.

Als wesentliche Ursachen des Brandes am Ringtheater wurden damals zusammengefasst:

- Unsachgemäße Gasbeleuchtung – ausgeströmtes Gas im Bühnenhaus gezündet,
- dadurch sehr rasche Brandausbreitung,
- keine Rauchableitungsöffnung im Bühnenhaus,
- kein Schutzvorhang,
- Notausgangstüren nach innen öffnend,
- keine Sicherheitsbeleuchtung,
- keine wirksame Brandsicherheitswache.

Schließlich wurde in Wien ein Modelltheater gebaut, darin Brandversuche durchgeführt und die Ergebnisse im Jahr 1906 in der „Denkschrift über die Brandversuche im Wiener Modelltheater“ [5] veröffentlicht.

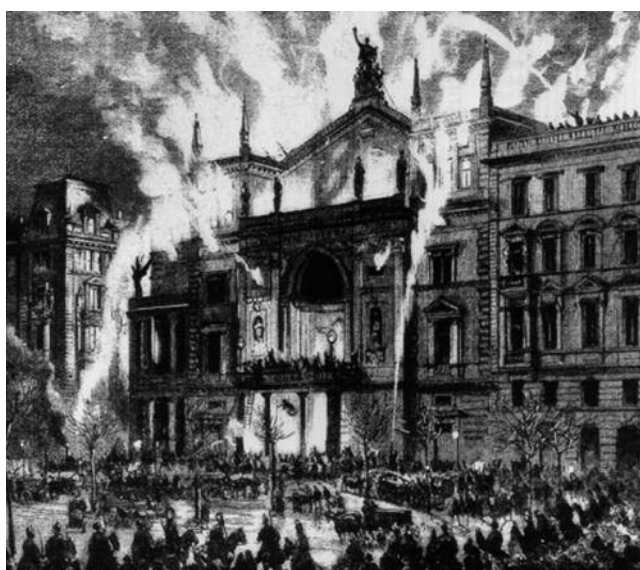
Wesentliche Punkte darin sind heute noch Bestandteil der baulichen und anlagentechnischen Brandschutzvorkehrungen für Theater. Es sind dies der „Eiserne Vorhang“, die Rauchhaube und die Regenanlage im Bühnenturm sowie Vorschriften für Rettungswege.

Welche Bandereignisse an Theatern in der jüngeren Vergangenheit können nun herangezogen werden, um den eingangs skizzierten Konflikt zwischen Feuer und Wasser auf der Bühne zu betrachten? Es sind dies aus dem Zeitraum der letzten dreißig Jahre folgende Ereignisse:

- der Brand des städtischen Opernhauses in Frankfurt am Main 1987,
- der Brand des Maxim-Gorki-Theaters in Magdeburg 1990,
- der Brand im Stadttheater in Regensburg 1993,
- der Brand des Gran Teatro La Fenice in Venedig 1996.

Am 12. November 1987 wird das Städtische Opernhaus in Frankfurt am Main (Abb. 3) bei einem Großbrand schwer beschädigt, das Bühnenhaus vollständig zerstört. Eine automatische Sprühflutanlage kam nicht zum Einsatz. Es gab keinen Personenschaden, der Sachschaden wird mit circa 150 Millionen D-Mark angegeben.

Am 20. Mai 1990 wird das Maxim-Gorki-Theater in Magdeburg (Abb. 4) bei einem Großbrand schwer beschädigt, das Bühnenhaus vollständig zerstört. Der Bühnenturm besaß keine automatische Sprühflutanlage. Es gab keinen Personenschaden, über die Höhe des Sachschadens liegen keine belastbaren Angaben vor.



Theaterwissenschaftliche Sammlung Universität Köln

Abb. 2: Brand des Ringtheaters am 8. Dezember 1881 (Holzstich nach einer Zeichnung von L. E. Petrovits)



Bildstelle Branddirektion Frankfurt am Main

Abb. 3: Brand des Städtischen Opernhauses Frankfurt am Main 1987



Unser Brandschutz, Zeitschrift für das Brandschutzwesen, Heft 7/1990

Abb. 4: Brand des Maxim-Gorki-Theaters in Magdeburg 1990

Am 28. Dezember 1993 gerät im Stadttheater Regensburg (Abb. 5) während einer Vorstellung ein Vorhang in Brand. Die automatische Sprühflutanlage wurde ausgelöst. Über die Art der Auslösung (automatisch oder manuell) gibt es unterschiedliche Angaben. Der Brandschaden war sehr gering, im Bereich der Unterbühne war jedoch ein erheblicher Wasserschaden zu verzeichnen.

Am 29. Januar 1996 wird das Gran Teatro La Fenice in Venedig bei einem Großbrand nahezu vollständig zerstört. Das Feuer wurde durch Brandstiftung ausgelöst. Das Gebäude wurde zu diesem Zeitpunkt umfassend renoviert; es gab keine Brandschutztechnik. Es gab keinen Personenschaden, der Sachschaden wird mit ungefähr 500 Millionen D-Mark angegeben.



Regensburger Stadtschau

Abb. 5: Brand des Stadttheaters in Regensburg 1993

3 Die Realität – Wasser auf der Bühne

Welche Wasserschäden gab es im Betrachtungszeitraum in Theatern? Eine nachprüfbare Schadenstatistik dazu liegt bisher nicht vor. Zwei prominente Beispiele aus der allerjüngsten Vergangenheit wurden bereits in der *Bühnentechnischen Rundschau* BTR beschrieben:

Am 17. Oktober 2017 wurde auf der Bühne der Staatsoperette Dresden die Sprühflutanlage ausgelöst; dies geschah durch einen fehlerhaften Ablauf bei der turnusmäßigen Prüfung dieser Anlage. In nur einer Minute strömten ca. 16.000 Liter Wasser auf die Bühne. Die Schadenssumme beträgt circa 3,1 Millionen Euro.

Wenige Wochen später, am 24. Dezember 2017, wurde auf der Bühne der Deutschen Oper Berlin von einer Reinigungskraft versehentlich die Sprühflutanlage ausgelöst. Der daraus resultierende Schaden liegt bei circa sechs Millionen Euro.

Um eine umfassendere Auskunft über diese Einzelfälle hinaus zu erhalten, hat der Verfasser über die *Deutsche Theatertechnische Gesellschaft*

Nr.	Bühnenfläche m ²	Sprühflutanlage	Auslösung	Brand	Wasserschaden	Schadensumme
1	286	ja	Manuell	Nein	ja	Nn
2	324	ja	Auto	Nein	ja	Nn
3	302	ja	Manuell	Nein	nein	keine
4	567	ja	Auto	Nein	ja	> 6 Mio €
5	1671	ja	Auto	Nein	ja	200 T€
6	630	ja	Auto	Nein	ja	Nn
7	238	ja	Auto	Nein	ja	Nn
8	384	ja	Manuell	Nein	nein	keine
9	216	ja	Auto	Nein	nein	keine
10	224	ja	Auto	Ja	ja	Nn
11	288	ja	Manuell	Nein	ja	Nn
12	475	ja	Auto	Nein	ja	Nn
13	180	ja	manuell	Nein	nein	keine
14	160	ja	auto	Nein	nein	keine
15	320	ja	auto	Nein	ja	> 3 Mio €
16	456	ja	manuell	Nein	nein	keine

Tab. 1: Auswertung des Rücklaufs des Fragebogens Löschanlagen in Theatern

(DTHG) im Juli 2018 eine Umfrage unter den technischen Direktoren von Theatern durchgeführt. Es wurden rund 150 Fragebögen versandt.

Der Rücklauf dieser Befragung ist leider noch nicht so umfangreich wie erhofft, es liegen derzeit sechzehn auswertbare Fragebögen vor (Tabelle 1).

Nur in einem Fall ist eine Korrelation von Wasserschaden und Brandereignis dokumentiert, jedoch kann bereits jetzt abgeleitet werden, dass es eine Kausalität zwischen dem Vorhandensein einer automatischen Sprühflutanlage und einem möglichen Wasserschaden auf der Bühne gibt.

4 Die rechtlichen Grundlagen für Bau und Betrieb von Theatern

Die Muster-Versammlungsstätten-Verordnung (MVStättVO [6]) von 1989 gibt die rechtliche Grundlage für den Bau und Betrieb von Theatern. Sie wurde 2005 neu gefasst und im Februar 2014 zuletzt geändert. Im Paragraphen 2 Absatz 5 sind die hier relevanten Begriffe geregelt:

(5) In Versammlungsstätten mit einem Bühnenhaus ist
 1. das Zuschauerhaus der Gebäudeteil, der die Versammlungsräume und die mit ihnen in baulichem Zusammenhang stehenden Räume umfasst,

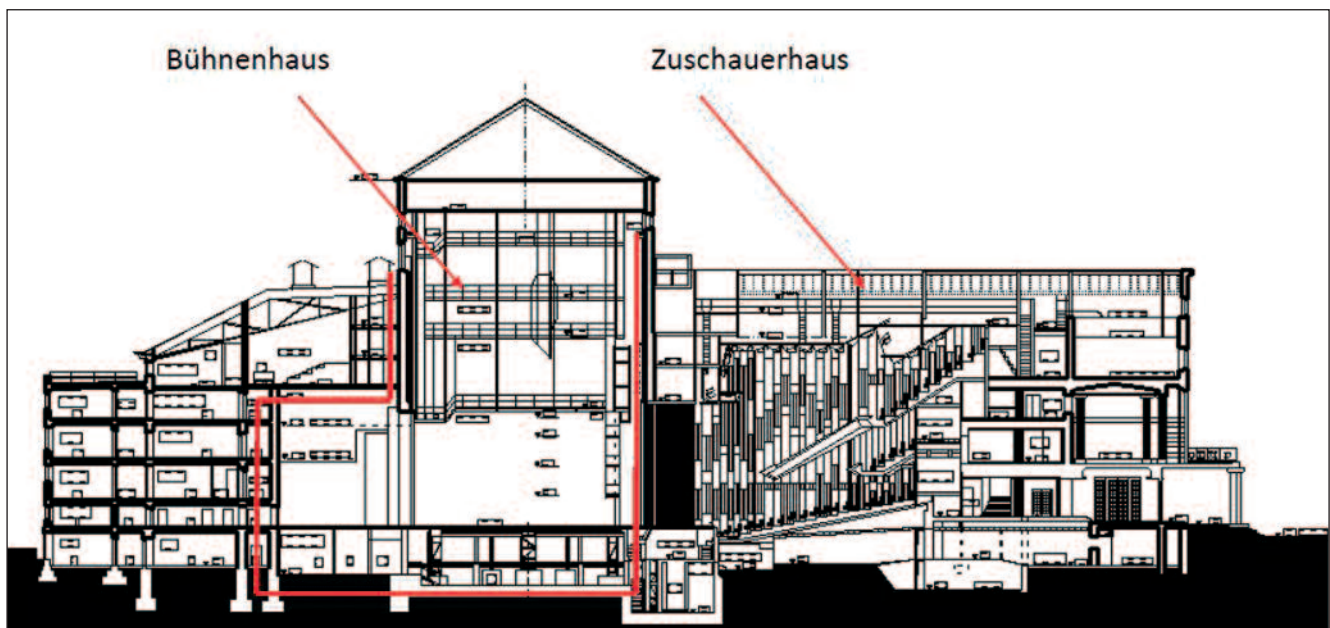


Abb. 6: Längsschnitt des Deutschen Nationaltheaters in Weimar

Sachverständigenbüro Amhold

2. das Bühnenhaus der Gebäudeteil, der die Bühnen und die mit ihnen in baulichem Zusammenhang stehenden Räume umfasst.

Es wird klar dargestellt, dass sich die Versammlungsräume in den Versammlungsstätten mit einem Bühnenhaus im Zuschauerhaus befinden, aber nicht im Bühnenhaus. Spezifiziert werden die hier relevanten Anforderungen dann in den Paragraphen 22, 23, 24 und 36:

§ 22 Bühnenhaus

(2) Die Trennwand zwischen Bühnen- und Zuschauerhaus (Abb. 6) muss feuerbeständig und in der Bauart einer Brandwand hergestellt sein.

§ 23 Schutzvorhang

(1) Die Bühnenöffnung von Großbühnen muss gegen den Versammlungsraum durch einen Vorhang aus nichtbrennbarem Material dicht geschlossen werden können (Schutzvorhang).

§ 24 Feuerlösch- und Brandmeldeanlagen

(1) Großbühnen müssen eine automatische Sprühwasserlöschanlage haben, die auch den Schutzvorhang beaufschlagt. ...

(4) Großbühnen ... müssen eine Brandmeldeanlage mit automatischen und nichtautomatischen Brandmeldern haben.

§ 36 Bedienung und Wartung der technischen Einrichtungen

(2) Die Automatik der Sprühwasserlöschanlage kann während der Dauer der Anwesenheit der Verantwortlichen für Veranstaltungstechnik abgeschaltet werden.

In Verbindung mit der Musterbauordnung [7] und deren Definition der Sonderbauten im Paragraphen 2 Absatz 4 Nummer 7a) folgt, dass der Sonderbautatbestand *Versammlungsstätten* durch die Personengrup-

pe Besucher begründet wird. Im Bühnenhaus halten sich bestimmungsgemäß die ortskundigen Beschäftigten, jedoch nicht die Besucher auf. Das Bühnenhaus ist in diesem Sinne vergleichbar mit anderen Nutzungen, etwa in gewerblichen Betrieben. Die automatische Sprühwasserlöschanlage ist für somit für den Brandabschnitt vorgeschrieben, der nicht den Sonderbaustatus begründet.

5 Die automatische Sprühwasserlöschanlage

Sprühwasserlöschanlagen sind in folgenden technischen Regeln näher beschrieben:

- DIN 14480 Entwurf:1960-12 [8],
- TGL 10731 Blatt 7 Entwurf:1970-01 [9],
- DIN 14494:1979-03 [10],
- VdS 2109:2018-1 (05) [11].

Nur in den nicht mehr gültigen Vorschriftenentwürfen DIN 14480 und TGL 10731 werden Versammlungsstätten überhaupt als Anwendungsbereich genannt.

Welche Aufgabe kann eine solche Anlage überhaupt übernehmen (Tabelle 2)?

Die automatische Sprühwasserlöschanlage, die auch den Schutzvorhang beaufschlagt

- schützt das Bühnenhaus – also den Raum für Mitwirkende, nicht für Besucher,

Norm	Bühne ≤ 10 m Höhe Bühne > 10 m Höhe [l/min je m ²]	Schutzvorhang [l/min je lfd. m Vorhangbreite]	Wirkzeit [min]	Auslösung
DIN 14480: 1960-12	4 7	15	5	manuell, ggf. automatisch
TGL 10731: 1970-01	2 3	15	15	manuell
DIN 14494: 1979-03	5 7	15	10	manuell und automatisch zulässig
VdS 2109: 2018-01	5 7	15	10	automatisch*

* die Abschaltung der automatischen Auslösung nach § 36 Abs. 2 MVStättVo ist danach nicht zulässig

Tab. 2: Bemessungsparameter für Sprühwasserlöschanlagen

Bezeichnung	Masse [kg]	Heizwert [kWh/kg]	bewertete Brandlast [kWh]	rechnerische Brandbelastung [kWh/m ²]
1.500 m ² PVC-Folie, Dicke 0,2 mm	492	5	2.460	≈ 5,4
Elektroinstallation				5
Bühnenboden Holz, Dicke 50 mm (m-Faktor 0,8)	11.400	3,8	43.332	95
Summe				≈ 105 << 300!

Tab. 3: Rechnerische Brandbelastung Bühnenbild Tannhäuser (siehe auch Abb. 7)

BRANDSCHUTZ

- darf während der Betriebszeit abgeschaltet werden – während jener Zeit also, in der sich bestimmungsgemäß Mitwirkende im Bühnenhaus und Besucher im Zuschauerhaus aufhalten,
- muss außerhalb der Betriebszeit automatisch auslösen – also während jener Zeit, in der sich bestimmungsgemäß keine Mitwirkenden im Bühnenhaus und keine Besucher im Zuschauerhaus aufhalten,
- erfüllt keine Aufgabe im Zusammenhang mit der Rettung von Personen,
- kann einen Entstehungsbrand im Bühnenhaus unterdrücken, im besten Fall löschen,
- kann die thermische Beanspruchung für die Umfassungsbauteile und das Tragwerk des Bühnenhauses reduzieren, diese Bauteile sind jedoch bestimmungsgemäß feuerbeständig,
- kann die thermische Beanspruchung für den Schutzvorhang reduzieren, dies jedoch nur für zehn Minuten (das ist nicht logisch, die Trennwand ist feuerbeständig).

Die Trennwand soll die Ausbreitung von Feuer und Rauch zwischen Bühnenhaus und Zuschauerhaus verhindern und wirksame Löscharbeiten ermöglichen.

6 Der Vergleich mit anderen Sonderbauten

Die größte Übereinstimmung hinsichtlich der Nutzungsspezifika ergibt sich zwischen einem Bühnenhaus und Industriebauten – in beiden halten sich bestimmungsgemäß nur ortskundige Beschäftigte auf.

Ein regelgerechtes Bühnenhaus, kann nach Auffassung des Verfassers als eingeschossiger Brandbekämpfungsabschnitt mit Einbauten (Galerien oberhalb der Bühne) nach der Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL [12]) verstanden werden. Das legen auch jene Erläuterungen zur MIndBauRL [13] nahe, in denen es zum Anwendungsbereich heißt:

Diese Richtlinie kann auch zur Begründung von Erleichterungen nach § 51 MBO für Gebäude und bauliche Anlagen verwendet werden, die hinsichtlich ihres Brandrisikos mit Industriebauten vergleichbar sind.

In den *Erläuterungen* wird auch der bauordnungsrechtliche Risikobegriff beschrieben, welcher der Schutzzieldefinition zugrunde liegt, und



Abb. 7: Bühnenbild Tannhäuser

Deutsches Nationaltheater, Weimar

mit einer zulässigen Versagenswahrscheinlichkeit von Bauteilen bei einer rechnerischen Brandbelastung von $q_R = 300 \text{ kWh/m}^2$ konkretisiert.

Um abschätzen zu können, ob die rechnerische Brandbelastung auf einer Bühne im Regelfall unterhalb dieser Grenze liegt oder diese überschreitet, wurden konkrete Bühnenaufbauten untersucht; **Tabelle 3** zeigt ein Berechnungsbeispiel für mobile und immobile Brandlasten (Tannhäuser, Bühnenfläche 456 Quadratmeter, **Abb. 7**).

Diese Berechnung zeigt, dass die oben genannte Versagenswahrscheinlichkeit von Bauteilen sicher unterschritten und damit im Brandfall im Bühnenhaus ein deutlich geringeres Risiko vorliegt, als bauordnungsrechtlich zulässig ist. Die fiktive zulässige Bühnenfläche liegt hierbei ohne Sprühflutanlage bei circa 6.700 Quadratmetern, mit einer automatischen Sprühwasserlöschanlage sogar bei 16.700 Quadratmetern.

Die tatsächliche Fläche von Großbühnen beträgt nach Auswertung der Fragebögen (**Tabelle 2**) zwischen 200 und 850 Quadratmeter.

7 Resümee

Automatische Sprühwasserlöschanlagen sind für Großbühnen vorgeschrieben. Nutzen und Risiken solcher Anlagen wurden auf der Grundlage erhobener Daten betrachtet und zeigten eine Kausalität zwischen dem Vorhandensein solcher Anlagen und auftretenden Wasserschäden auf Bühnen, jedoch keine Kausalität zwischen dem Vorhandensein einer automatischen Sprühflutanlage und einem Löscherfolg mit Verhinderung eines Brandschadens – sie sind aus Sicht des Verfassers in der Regel verzichtbar.

Ob die Gewichtung der Maßnahmen, die in der Muster-Versammlungsstätten-Verordnung gefordert werden, risikogerecht, zeitgemäß und ausgewogen ist, kann angezweifelt und muss in jedem Einzelfall genau betrachtet werden – eine Aufgabe im Rahmen eines qualifizierten, schutzzielorientierten Brandschutzkonzepts.

Die Muster-Versammlungsstätten-Verordnung trägt mit einem Teil ihrer restriktiven Vorschriften nicht mehr den geänderten Risiken im Bereich der Versammlungsstätten Rechnung – die klassischen Theater mit Bühnenhaus werden sehr rigoros behandelt, Veranstaltungsorte mit vielfach höheren Risiken für Personen (sonstige Veranstaltungsräume mit großer Besucherzahl, ohne bauliche Trennungen und häufig außergewöhnlichen Nutzungen) werden kaum geregelt.

Die Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik (BVPI) sollte ihre gebündelte Kompetenz einsetzen, um eine Modernisierung mindestens der Muster-Versammlungsstättenverordnung zu initiieren und dabei mitzuwirken.

8 Literatur

- [1] Theater Ahoi, in: Leipziger Volkszeitung, 19.01.2018
- [2] Die Vorstellung fällt ins Wasser, In: IKZ Magazin für Gebäude- und Energietechnik, Heft 08/2018
- [3] Goethe, Johann Wolfgang: Zahme Xenien V. IN: Goethes Werke. Vollständige Ausgabe letzter Hand Bd. 4. Stuttgart und Tübingen 1827, S. 342
- [4] Buck, Elmar: Thalia in Flammen, Theaterbrände in Geschichte und Gegenwart. EFB-Verlag Köln 2000
- [5] Österr. Ingenieur- und Architektenvereine: Denkschrift die Brandversuche im Wiener Modelltheater im Jahre 1905. Wien 1906
- [6] Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Muster-Versammlungsstätten-Verordnung - MVStättVO) - Fassung Juni 2005 – geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Februar 2014. FK Bauaufsicht der ARGEBAU 2014
- [7] Musterbauordnung der Länder – MBO – Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016. FK Bauaufsicht der ARGEBAU 2016
- [8] DIN 14494:1979-03: Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest mit offenen Düsen. Beuth-Verlag, Berlin 1979
- [9] TGL 10731 Blatt 7 Versammlungsstätten. Bautechnische und brandschutztechnische Forderungen an technische Gebäudeausrüstung, Entwurf. DDR-Standard. Amt für Standardisierung, Berlin 1970
- [10] DIN 14480:1960-12: Feuerlöschanlage und -geräte in Versammlungsstätten, Entwurf. Beuth-Verlag, Berlin 1960
- [11] VdS 2109:2018-01 (05): Sprühwasser-Löschanlagen, Planung und Einbau. VdS Schadenverhütung GmbH, Köln 2018
- [12] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL) Stand Juli 2014. FK Bauaufsicht der ARGEBAU 2014
- [13] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL) Stand Juli 2014, Erläuterungen. FK Bauaufsicht der ARGEBAU, Projektgruppe Muster-Industriebau-Richtlinie 2014

Analyse des Einflusses fertigungsbedingter Imperfektionen auf die Schraubenkraft an großen Ringflanschverbindungen

Welche Auswirkungen ergeben sich auf die Nachweise für die Ermüdung von Schraubengarnituren bis zur Größe M72?

Geschraubte Ringflanschverbindungen sind in den Tragstrukturen von Windenergieanlagen unverzichtbar. Deren zunehmende Leistungsfähigkeit hat aber immer größere Schraubengarnituren zur Folge. Als sich die Hinweise verdichteten, dass die als zulässig definierten normierten Ebenheitstoleranzen in Umfangsrichtung der Flanschkontaktflächen und die in der Bemessungspraxis üblichen Ansätze nicht zwangsläufig zu einer Nachweisführung führen können, die auf der sicheren Seite liegen, wurden gründliche numerische Untersuchungen durchgeführt. Ihr Ziel war es und ist es, weiterführende Erkenntnisse über die Folgen baulich bedingter Ebenheitstoleranzen und über die Gültigkeit ingenieurmäßig genutzter Bemessungsmodelle zu gewinnen. Diese Ingenieurmodelle werden im folgenden Beitrag mit Blick auf die Anwendungsgrenzen beschrieben und kritisch hinterfragt, und es werden ausführlich die Einflüsse solcher Toleranzen beschrieben. Aus den bisherigen Ergebnissen leiten die Autoren dann von der Praxis wahrscheinlich sehr erwünschte Empfehlungen für die Bemessung ab.



Dr.-Ing. Falk Lüddecke

studierte von 1997 bis 2002 Bauingenieurwesen und promovierte an der TU Dresden; nach praktischer Ingenieur Tätigkeit im Ingenieurbau auf hoher See wurde er 2014 Geschäftsführender Gesellschafter im Ingenieurbüro Jörss-Blunck-Ordemann (Hamburg); Falk Lüddecke ist seit 2016 Prüflingenieur für Bautechnik in Hamburg.



Dipl.-Ing. Albrecht Victor

studierte von 1996 bis 2002 Bauingenieurwesen an der TU Braunschweig; nach mehrjähriger praktischer Tätigkeit als Projektingenieur hat er von 2010 bis 2017 an der Entwicklung von Offshore-Tragstrukturen und an der Realisierung mehrerer Windparks mitgewirkt; seit 2017 arbeitet er für das Ingenieurbüro Jörss-Blunck-Ordemann (Hamburg), seine Arbeitsschwerpunkte sind die Ermüdung geschweißter und geschraubter Verbindungen, die Prüfung stahlbaulicher Planungen und die Bearbeitung von Forschungsthemen.



Dr.-Ing. Michael Schwedler

studierte Bauingenieurwesen an der Hochschule für Wirtschaft und Recht in Berlin; nach mehrjähriger praktischer Ingenieur Tätigkeit absolvierte er ein Masterstudium an der Bauhaus-Universität Weimar, wo er auch 2016 auf dem Gebiet der numerischen Methoden in der Baustatik promoviert wurde; Michael Schwedler arbeitet seit 2014 im Bereich Offshore Wind und seit 2016 im Ingenieurbüro Jörss-Blunck-Ordemann (Hamburg).

1 Einführung

Geschraubte Ringflanschverbindungen werden im Stahlbau auf vielfältige Weise eingesetzt. In den Tragstrukturen von Windenergieanlagen sind sie seit vielen Jahren ein wichtiges und unverzichtbares Verbindungselement sowohl zwischen Turmsegmenten als auch zwischen Gründungsbauteilen und Türmen – und zwar unabhängig davon, ob es sich um Anlagen an Land oder auf hoher See handelt.

Die zunehmende Leistungsfähigkeit der Windenergieanlagen führt zu immer größeren Schnittgrößen in diesen Anschlüssen. In der Folge erhöhen sich nicht nur die Querschnittsabmessungen, sondern es kommen auch zunehmend größere Schraubengarnituren zum Einsatz.

Die für die Bemessungspraxis zur Verfügung stehenden Ingenieurmodelle, insbesondere zur bemessungskritischen Auslegung auf Ermüdung, werden mit Blick auf die Anwendungsgrenzen im Rahmen dieses Aufsatzes hinterfragt [8]. Hintergrund der nachfolgenden Untersuchungen waren Hinweise aus im Betrieb befindlichen Anlagen darauf, dass die in einschlägigen Richtlinien als zulässig definierten Ebenheitstoleranzen in Umfangsrichtung der Flanschkontaktflächen nach [11], [12], [13] auf der einen Seite und die in der Bemessungspraxis üblichen Ansätzen nach *Schmidt-Neuper* auf der anderen Seite nicht zwangsläufig eine auf der sicheren Seite liegende Nachweisführung ermöglichen. Zur weiteren Untersuchung der Zusammenhänge von baulich bedingten Ebenheitstoleranzen in Umfangsrichtung im Hinblick auf die Gültigkeit der ingenieurmäßig genutzten Bemessungsmodelle wurden von den Verfassern numerische Untersuchungen durchgeführt.

Darüber hinaus führen weitere Toleranzen in radialer Richtung der Ringflansche zu unvermeidbaren Winkelklaffungen zwischen den Flanschkontaktflächen. Auch hier stellt sich die Frage nach den Einflüssen infolge der erzeugten Schraubenbiegung bei Überwindung oder Zuziehen der Winkelklaffung auf die Schraubenbeanspruchung, die Schraubenvorspannkraft und die Ausnutzungsgrade im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Ermüdung.

Nach einem kurzen Überblick über den Stand der Technik werden im Rahmen dieses Aufsatzes Einflüsse der vorgenannten Toleranzen untersucht und diskutiert. Abschließend werden Empfehlungen zur Bemessung skizziert.

2 Bemessungspraxis bei Schrauben in Ringflanschverbindungen für vorrangig nicht ruhende Beanspruchungen

Eine wesentliche Aufgabe bei der Bemessung von geschraubten Ringflanschverbindungen an Windenergieanlagen ist aufgrund der vorwie-

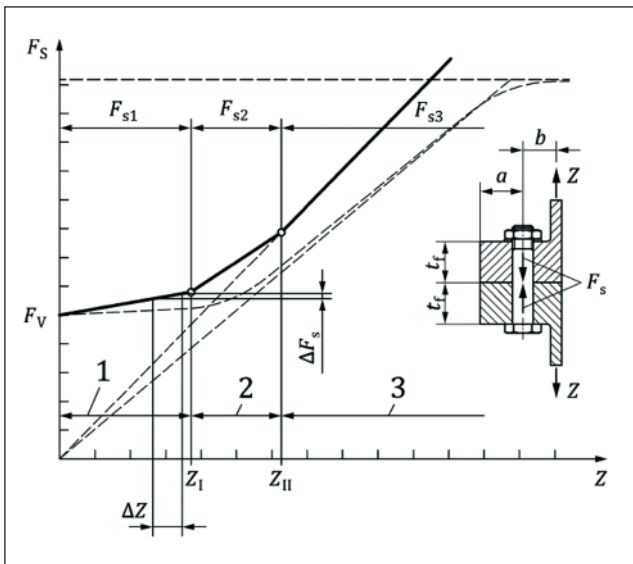


Abb. 1: Tri-lineare Schraubenkurve nach Schmidt-Neuper [1]

gend nicht ruhenden Beanspruchungen infolge veränderlicher Einwirkungen wie Wind und Wellen der Nachweis der Schrauben auf Ermüdung. Weitere Nachweissituationen oder Konstruktionselemente sind nicht Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

Um die für die zugbeanspruchte Schraube ermüdungsrelevante Spannungsschwingbreite zu reduzieren, bedient man sich in der Regel der Nutzung der Vorspannung der Schraubengarnitur gegenüber dem Druckkörper Flansch, da hierdurch bei Aufbringung einer äußeren Belastung in Abhängigkeit von den Steifigkeitsverhältnissen des Druckkörpers zur Schraube und nach dem Grundsatz der Verträglichkeit der Verformungen ein Großteil der äußeren Belastung für den Abbau der Druckstauchung und nur ein geringer Anteil für den Aufbau der Zugkraft der Schraube aufgewendet werden. Dieser Effekt ist in der Literatur hinreichend beschrieben [1], [10]. In der Bemessungspraxis wird zur Bestimmung des Schraubenkraftverlaufs überwiegend das von Schmidt-Neuper [1] vorgeschlagene Verfahren am Segmentmodell verwendet (Abb. 1).

Hierbei wird vorausgesetzt, dass verbleibende, baulich bedingte Klaffungen nach dem Positionieren der beiden zu verschraubenden Flansche vor dem Start des Vorspannvorgangs durch das Verfahren abgedeckt sind [11], [12]. Eine Anpassung der Methodik in Bezug auf die Größe der Flansche und Schrauben sowie der Wanddicken der Mantelbleche erfolgt nicht, beziehungsweise beschränkt sich auf die Flanschproportion:

$$\frac{a+b}{t} \leq 3 \tag{Gl. 1}$$

Anhand der folgenden Gleichungen werden die Schraubenkräfte F_S nach Schmidt-Neuper [1] in Abhängigkeit von der äußeren Belastung Z unter Zuhilfenahme eines Segmentmodells berechnet.

$$F_S = F_V + p \cdot Z \quad \text{für } Z \leq Z_I$$

$$F_S = F_V + p \cdot Z_I + (\lambda^* \cdot Z_{II} - (F_V + p \cdot Z_I)) \cdot \frac{Z - Z_I}{Z_I - Z_I} \quad \text{für } Z_I \leq Z \leq Z_{II}$$

$$F_S = \lambda^* \cdot Z \quad \text{für } Z \geq Z_{II}$$

Gl. 2

mit den Hilfswerten:

$$\lambda^* = \frac{0.7a + b}{0.7a}$$

$$Z_I = \frac{a - 0.5b}{a + b} \cdot F_V$$

$$Z_{II} = \frac{1}{\lambda^* q} \cdot F_V$$

$$p = \frac{C_S}{C_S + C_D}$$

$$q = \frac{C_D}{C_S + C_D}$$

Die Parameter C_S und C_D beschreiben die Federsteifigkeiten der Schraube (Zug) und des Flansches (Druck). Das Ingenieurmodell nach Schmidt-Neuper basiert auf Kräften, Hebelarmen und Steifigkeiten. Bauliche Imperfektionen können nicht explizit in der Berechnung der resultierenden Schraubenkräfte abgebildet werden. Inwiefern die Reserven im Schmidt-Neuper-Verfahren die baulichen Toleranzen von Ringflanschverbindungen heutiger Größe abdecken, ist hierbei zu hinterfragen.

2 Flanschimperfektionen

Fertigungsbedingte Maßabweichungen an Flanschen sind unvermeidlich und werden in projektspezifisch zu vereinbarenden Grenzen toleriert. Die Toleranzen beziehen sich auf die Nennmaße des Bauteils beziehungsweise des Flansches und werden üblicherweise in Maß-, Lage-, Form- und Oberflächentoleranzen unterschieden [18]. Die Ebenheit und Neigung der Flanschoberseiten sind für Klaffungen zwischen den Flanschkontaktflächen verantwortlich (Abb. 2). Sie haben eine besondere Bedeutung, da durch diese Toleranzen die Entstehung des hier in Kapitel 1 beschriebenen Druckkörpers durch Erlangung des Formschlusses beider Flansche negativ beeinflusst wird (siehe auch Abb. 15).

Aus diesem Grund werden in den einschlägigen technischen Regelwerken Toleranzvorgaben gemacht [11], [12], insbesondere dann, wenn die Nachweisführung mittels Schmidt-Neuper-Verfahrens erfolgt, was den Regelfall in der Bemessungspraxis darstellt. Im Einzelnen werden folgende konkrete Werte (quantitativ) gefordert [13]:

- Ebenheit der Flanschoberseite von zwei Millimeter über den gesamten Umfang (Bereich an der Turmwand ist maßgebend),
- Ebenheit von einem Millimeter über 1/12 des vollen Umfangs (30° Segment, Bereich an der Turmwand ist maßgebend),
- Neigung der Flanschaußenflächen $\leq 2^\circ$ (nach dem Vorspannen),
- Zitat aus [13]: *Es ist durch sorgfältiges Fertigen der Flansche und ihrer Schweißverbindungen sowie durch sorgfältiges Vorspannen sicherzustellen, dass die Vorspannkraft jeder einzelnen Schraube in ausreichendem Maße in lokale Druckvorspannung der Flanschkontaktflächen in ihrem anteiligen Bereich umgesetzt wird.*

Inwiefern diese Vorgaben jedoch auf die derzeit verbauten Ringflanschverbindungen mit Schraubengarnituren bis M72 übertragbar sind, ist zu hinterfragen.

Imperfektionsform	Umfangsbezogene Darstellung	Querschnitt
Winkelklaffung flanschseitig rotationssymmetrisch kontaktebenen-symmetrisch		
Winkelklaffung rohseitig rotationssymmetrisch kontaktebenen-symmetrisch		
Parallelklaffung Umfangsstellbereich nicht-rotationssym.		

Abb. 2: Darstellung möglicher Klaffungen nach [4] (siehe auch Abb. 15)

Das Maß Ebenheit ist eine Formtoleranz und bezieht sich auf den Abstand zweier paralleler Flächen, innerhalb derer die tolerierte Fläche liegt (Abb. 3). Die Ebenheit der Flanschkontaktflächen wird in der Praxis auf den Linienverlauf der Flanschinnen- und Flanschaußenkante entlang des Umfangs reduziert. Ebenheitsabweichungen in radialer Richtung werden dadurch vernachlässigt. Unabhängig von der Form der Ebenheitstoleranz verursacht diese nach der Montage beider Flansche aller Voraussicht nach Parallelklaffungen.

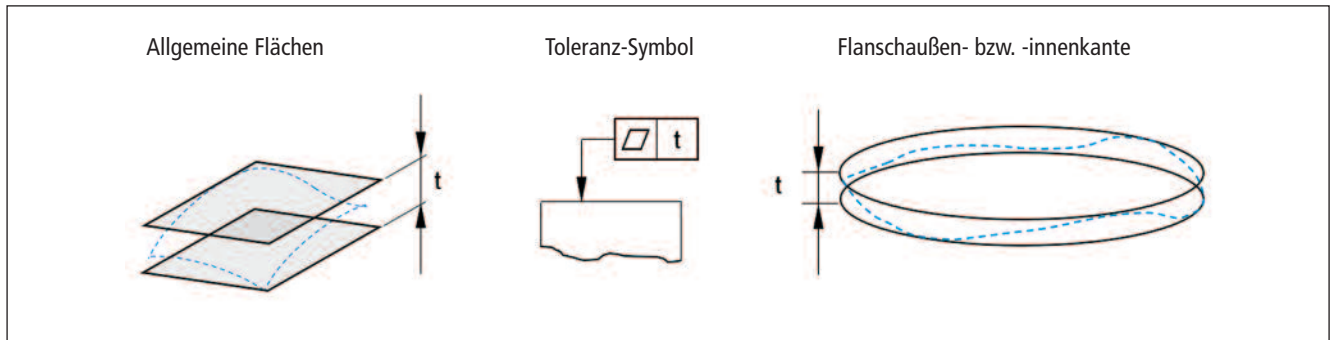


Abb. 3: Ebenheitstoleranz für Flächen allgemein und für Flansche entlang der Außen- oder Innenkante

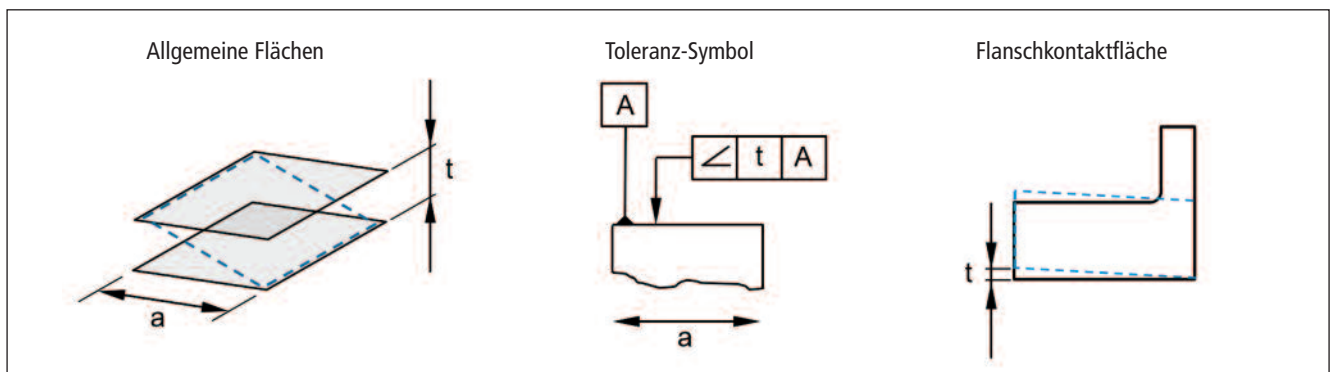


Abb. 4: Neigung der Flanschkontaktflächen

Die tolerierte Neigung der Flansche bezieht sich auf die perfekte Geometrie und wird in radialer Richtung gemessen (Abb. 4). Sowohl die Flanschkontaktfläche als auch die gegenüberliegende Fläche des gleichen Flansches sind toleranzbehaftet. Während die Neigung der Flanschkontaktflächen nach der Montage Winkelklaffungen verursacht, führen Neigungen der gegenüberliegenden Fläche zu ungleichmäßiger Krafteinleitung in die Schrauben. Schraubenbiegung entsteht ergänzend zu den Axialkräften in der Schraube, (siehe auch Kapitel 4).

Alle oben genannten Toleranzen beziehen sich auf das Bauteil beziehungsweise auf den einzelnen Ringflansch und können im Zuge der Herstellung gemessen und kontrolliert werden.

Darüber hinaus werden in [11] folgende weitere qualitative Forderungen zur Erreichung einer normenkonformen und standsicheren Schraubverbindung erhoben, nämlich:

- ein sorgfältiges Fertigen und Vorspannen,
- Sicherstellung, dass die Vorspannung in ausreichendem Maße lokale Druckspannungen in den Flanschkontaktflächen im Bereich der Schraube erzeugt,

deren Überprüfbarkeit allerdings problematisch ist.

Die derzeitigen Normen- und Richtlinien für Ringflanschverbindungen sind unvollständig, weil die für die Bemessung auf Ermüdung entscheidende Kombination der Flanschimperfectionen am zusammengesetzten Bauteil (nachfolgend weiter Klaffungen genannt) nicht konkret begrenzt und überprüft, sondern nur indirekt durch Erfassung der genannten Toleranzen nach Abschluss der Fertigung vor dem Einbau der Flanschpaarung kontrolliert werden.

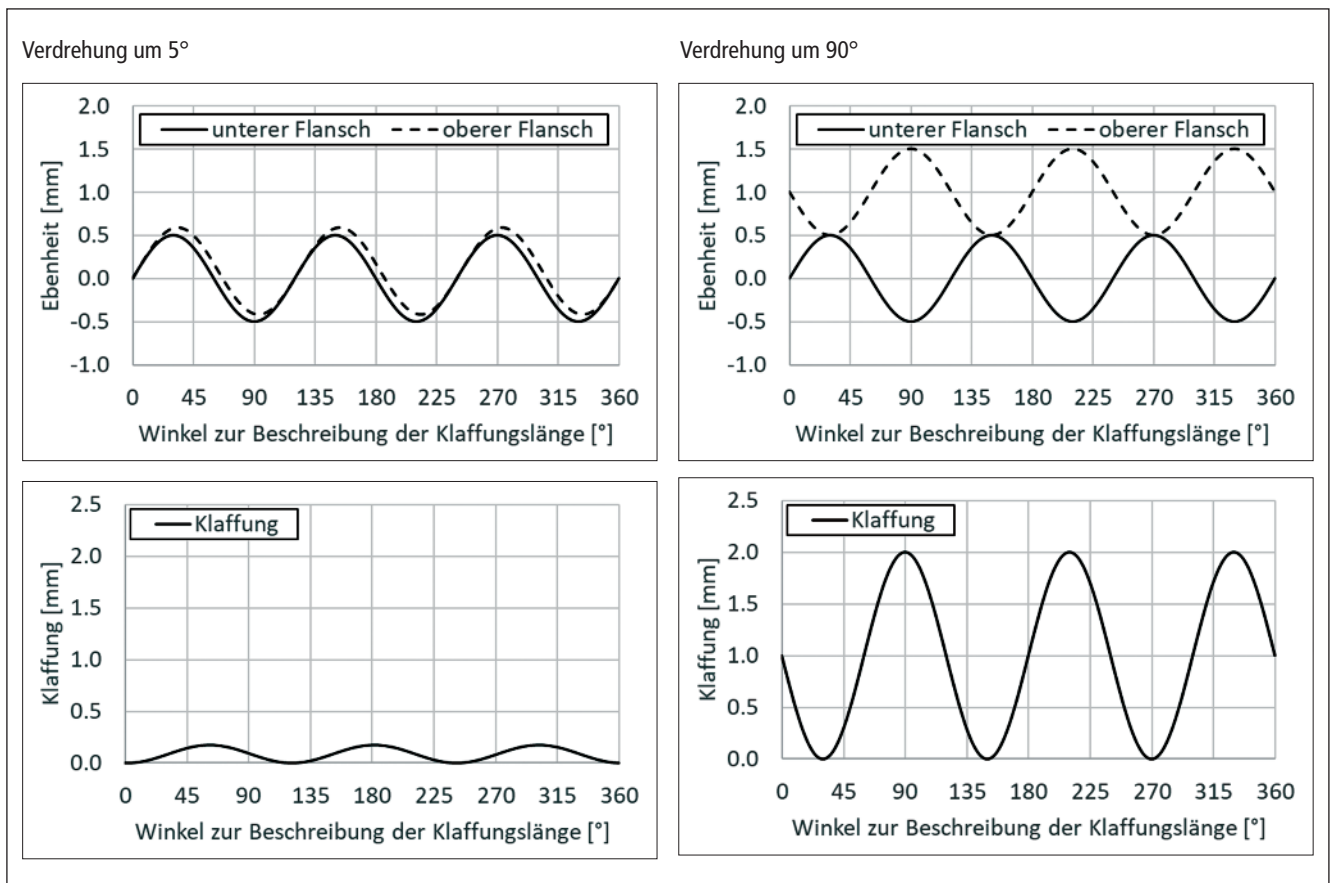


Abb. 5: Unterschiedliche Klaffungen bei gleicher Flanschebenheit

Damit sind für zwei toleranzbehaftete Flansche unterschiedliche Klaffungen möglich, je nachdem wie die beiden Bauteile zueinander positioniert beziehungsweise gedreht sind. Ein vereinfachtes Beispiel soll die unterschiedlichen Klaffungen bei gleicher Flanschebenheit verdeutlichen. Als Annahme wird nachfolgend für beide Flansche ein sinusförmiger Verlauf der Flanschkontaktfläche infolge einer willkürlich gewählten Ebenheitstoleranz von einem Millimeter je Flansch betrachtet. Die Neigung in radialer Richtung sei null Grad. Die gegenseitige Verdrehung, die bei der Klaffung auftritt, sei mit null Grad gekennzeichnet. Durch gegenseitiges Verdrehen der beiden Flansche entstehen zwischen den drei verbleibenden örtlichen Kontaktbereichen Klaffungen (Abb. 5).

In diesem Beispiel können Größen der Klaffungen zwischen null Millimeter (Verdrehung null Grad) und dem zweifachen Wert der Ebenheit pro Flansch (zwei Millimeter, Verdrehung 90 Grad) auftreten. In der Realität sind die Ebenheiten unregelmäßig. Die maximale theoretisch mögliche Klaffung ergibt sich aus der Summe der beiden gemessenen Ebenheiten.

Bei der baupraktischen Umsetzung von Flanschverbindungen an Windenergieanlagen bedeutet dies, dass bei Ebenheiten von einem Millimeter über ein 30-Grad-Segment im ungünstigsten Fall maximale Klaffungen von zwei Millimeter auftreten können. Übliche gemessene Ebenheiten liegen unterhalb von 0,5 Millimeter, sodass in diesen Fällen Parallel-Klaffungen von bis zu circa einem Millimeter zu erwarten sind.

Inwiefern diese Parallelklaffungen Einfluss auf die Beanspruchungsschwingbreiten von Schrauben und damit auf den Ausnutzungsgrad im Ermüdungsnachweis haben, wird in Kapitel 3 untersucht.

3 Numerische Untersuchungen an WEA-Ringflanschverbindungen in Bezug auf Parallelklaffungen

3.1 Methodisches Vorgehen

Nachfolgend werden für derzeit gängige Größen von Ringflanschverbindungen mit Durchmessern von 3,362 m bis 6,000 m und Schraubengrößen von M36 bis M72 Schraubkraftverläufe in Abhängigkeit von den geometrischen und baulich bedingten imperfekten Geometrien sowie infolge der äußeren Zugbelastungen im Mantel der anschließenden Turmwandung ermittelt. Ziel ist die vergleichende Gegenüberstellung der resultierenden Schraubenkräfte, welche einerseits nach Schmidt-Neuper und andererseits anhand von FE-Modellen ermittelt werden. Letztere bieten den Vorteil, die gezielte Implementierung von Imperfektionen zu ermöglichen.

Für die nachfolgenden Betrachtungen wird ferner unterstellt, dass die mittels Schmidt-Neuper-Verfahrens ermittelten Schraubenkräfte $F_{s,SN}(Z)$ konservativ in der Regel den Benchmark für die ingenieurmäßige Berechnung der Verbindungen darstellt. Im Rahmen der numerischen Untersuchungen mittels FE werden die Schraubenkräfte $F_{s,num}(Z)$ vornehmlich unter Berücksichtigung planmäßiger Imperfektionen beziehungsweise Klaffungen ermittelt. Gesucht sind die maximalen Imperfektionen beziehungsweise Ebenheitsgrenzen, die der nachfolgenden Bedingung genügen und somit aufzeigen, welche Höhen der Imperfektionen bei Ansatz des Schmidt-Neuper-Verfahrens gerade noch als abgedeckt gelten.

$$F_{s,SN}(Z) \geq F_{s,num}(Z)$$

Gl. 3

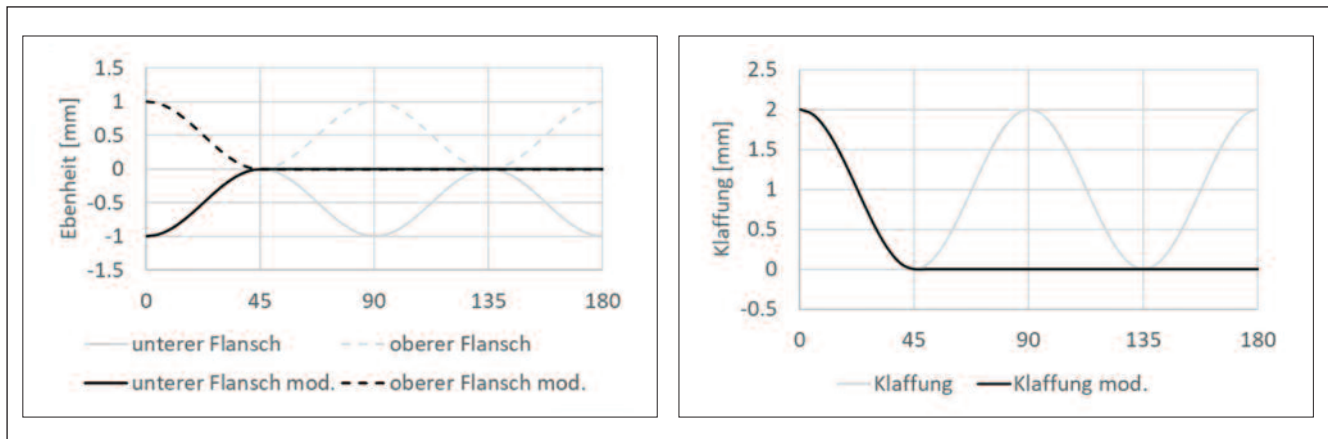


Abb. 6: Modellierung der Parallelklaffung; Abszisse: Umfang des Flansches in Grad
links: angenommener Verlauf der Ebenheit je Flansch, rechts: resultierende Klaffung *k*

Als die für den Ermüdungsnachweis relevanteste Imperfektion wird die Parallelklaffung nachfolgend bewertet, da diese praktisch immer auftritt und der positiven Wirkung der Vorspannung aufgrund der vergleichsweise hohen Dehnungsbehinderungen durch die anschließenden Turmwandungen entgegenwirkt. Die Winkelklaffung kann sich positiv auf die Schraubkraft auswirken, sofern die Klaffung auf der Innenseite liegt; sie soll hier nicht weiter betrachtet werden [2], [8]. Weitere negative Effekte der Winkelklaffung infolge Zusatzbeanspruchungen der Schrauben infolge Biegung, mögliche hieraus ableitbare Vorspannkraftverluste und die Konsequenzen für die Ermüdungsnachweise werden hier in Kapitel 4 untersucht.

Die Parallelklaffung hat ihre Ursache in der Ebenheitstoleranz der beiden Flanschkontaktflächen und ist daher unvermeidbar. Zur Modellierung der Parallelklaffung *k* wird ein sinusförmiger Verlauf der Flanschkontaktflächen in Umfangsrichtung unterstellt, dessen Amplitude *a* und Periode ω für beide Flansche gleich ist (Abb. 6). Die Ausrichtung der beiden Flansche erfolgt so, dass die dadurch entstehende Parallelklaffung *k* maximal wird (siehe Abb. 5).

Die Parallelklaffung wird durch die Größe beziehungsweise Höhe der Klaffung *k* in Millimeter und die Erstreckungslänge l_k in Meter geometrisch beschrieben. In der Praxis wird ein Öffnungswinkel θ in Grad verwendet, einen Rückschluss auf die Erstreckungslänge erlaubt (Gl. 4).

$$k = \pi D \frac{\Theta}{360^\circ} \tag{Gl. 4}$$

Die Ebenheit der Flanschkontaktfläche wird durch die doppelte Amplitude $2a$ und die Periode ω der Sinusfunktion beschrieben. Die Klaffung *k* beträgt bei Überlagerung der maximal gegenläufigen Ebenheiten an gleicher Stelle des Umfangs somit dem vierfachen Wert der Amplitude *a*.

Das mit einer Klaffung behaftete Flanschmodell wird in einem ersten Schritt mit den Vorspannkraften der Schrauben bis zum Erreichen der nach der Richtlinie 021 des Deutschen Ausschusses für Stahlbau (DASt) [19] definierten Vorspannkraft F_{pc} belastet. Die Vorspannung wird gleichzeitig in allen Schrauben bis zu dieser Regelvorspannkraft erhöht. Anzugs-Reihenfolgeeffekte werden nicht berücksichtigt. Anschließend werden aus dem äußeren Biegemoment resultierende Zugspannungen im Mantelblech im Schnitt der größten Klaffung aufgebracht und sukzessive bis zur Maximalbeanspruchbarkeit der Mantelbleche gesteigert. Die dazugehörigen Mantelzugspannungen wer-

den für den Vergleich mit der Schmidt-Neuper-Schraubenkurve auf die Segmentzugkraft *Z* umgerechnet und die Schraubennormalkräfte $F_{s,Num}$ aus dem FE-Modell abgelesen. Die Schraubenbiegung wird hier ausdrücklich nicht näher betrachtet, da primär auf den Vergleich mit der Schmidt-Neuper-Schraubenkraftkurve in Bezug auf eingebaute Parallelklaffungen abgezielt wird. Effekte aus der Schraubenbiegung in Bezug auf die Ermüdungsbemessung werden separat in den folgenden Kapiteln betrachtet.

Mittels einer umfangreichen Parameterstudie zur Erfassung der Klaffungseinflüsse an vier repräsentativen Flanschgrößen werden die Klaffungsparameter *k* und l_k variiert und die Schraubkraftkurven für die Schraube an der Stelle der größten Klaffung und überlagerten höchsten Spannung im Mantelblech aufgezeichnet.

3.2 Modellierung

Für die Modellierung der Flanschgeometrie und der anschließenden Mantelbleche wird ein Volumenmodell gewählt. Die Schraubengarnituren sind bis auf den Schaft und das freie Gewinde innerhalb des Klemmpakets, die als Balken modelliert sind, ebenfalls durch ein Volumenmodell dargestellt. Zur Ausnutzung von Symmetrien wird das Flanschmodell auf ein Viertel des vollen Umfangs begrenzt. Somit lassen sich Klaffungen mit Erstreckungslängen bis zum halben Flanschumfang theoretisch analysieren. Die Flanschkontaktflächen sind mit Kontaktelementen abgebildet, deren Berechnung anhand der *Augmented-Lagrange*-Methode erfolgt. Zur Vereinfachung sind dagegen die Kontaktflächen zwischen Flansch und Unterlegscheiben starr gekoppelt, was sich für diese Untersuchungen als zulässig herausgestellt hat.

Die äußere Belastung wird durch ein Biegemoment beziehungsweise durch den analog dazu entstehenden ortsabhängigen Zugspannungsverlauf über das Viertelsegment aufgebracht. Eine zusätzliche Normalkraft, beispielsweise aus Eigengewichtslasten, ist nicht berücksichtigt. Die Vorspannung der Schrauben erfolgt über ein speziell für diese Zwecke nutzbares finites Element (PRETS179) in der ANSYS Software (Vertriebspartner: Fa. CADFEM). Das Aufbringen der Vorspannungen in den Schrauben erfolgt gleichzeitig und damit abweichend von einer realen Vorspannprozedur.

Die in **Tabelle 1** definierten Flanschgeometrien wurden für die Untersuchung herangezogen. Auf die Definition weiterer Dimensionen der Flansche wird hier bewusst verzichtet, da diese zum einen teilweise

Modell-Bezeichnung	Anzahl der Schrauben und Schraubengröße (Schraubenwerkstoff 10.9)	Außendurchmesser des Flansches	Klemmdicke des Flanschpakets	Dicke des Flanschhalses bzw. der anschließenden Turmwandung
RFM72-1	120 x M72	6,000 m	300 mm	54 mm
RFM72-2	120 x M72	6,000 m	300 mm	90 mm
RFM56	100 x M56	4,100 m	220 mm	25 mm
RFM36	116 x M36	3,362 m	180 mm	16 mm

Tab. 1: Flanschgeometrien der untersuchten Flansche

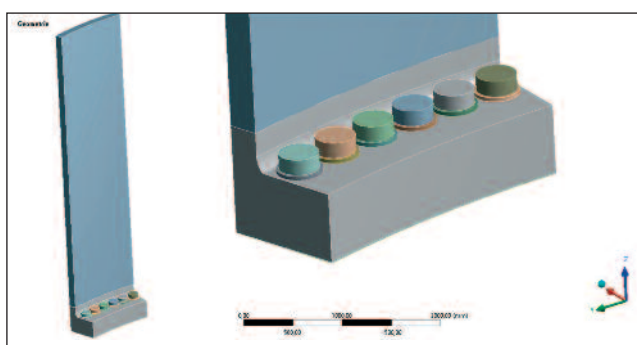
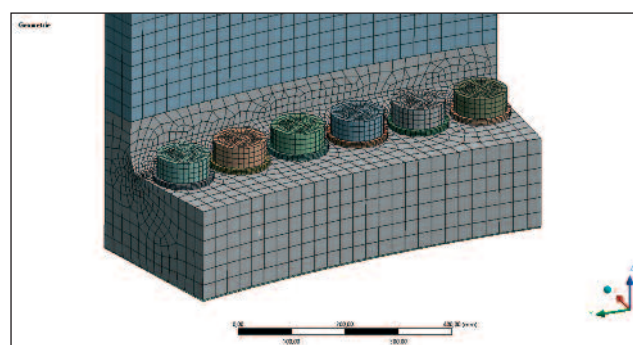

 Abb. 7: Ausschnitt aus dem Geometriemodell
links: gesamt, rechts: Detail eines Flansches


Abb. 8: Ausschnitt aus dem vernetzten Modell

projektspezifischen Vertraulichkeitsvereinbarungen unterliegen und zum anderen keine sensitiven Einflussgrößen in Bezug auf die hier untersuchten baulichen Toleranzen darstellen.

Die numerischen Berechnungen erfolgen mit dem Programm ANSYS 2019 R1. **Abb. 7** und **Abb. 8** kann exemplarisch ein Ausschnitt des verwendeten FE Modells entnommen werden. Die errechneten Ergebnisse der Schraubenkraftfunktion sind im nachfolgenden Abschnitt 3.3 zusammengetragen.

3.3 Ergebnisse

Aus allen berechneten Schraubenkurven für die vier verschiedenen Flanschgeometrien (RFM72-1, RFM72-2, RFM56 und RFM36) sind diejenigen Schraubenkraftkurven von besonderem Interesse, für die das Kriterium aus Gl. 3 gerade noch erfüllt ist und die zugehörige Höhe und Form der Klaffung k gerade noch durch den Ansatz von *Schmidt-Neuper* abgedeckt sind (**Abb. 9** und **Abb. 10**). In diesen Fällen liegen die Schraubenkurven entweder an dem Knickpunkt bei Z_I oder Z_{II} und in Sonderfällen auch an beiden Knickpunkten der Schraubenkraftfunktion nach *Schmidt-Neuper* gleichzeitig an, überschreiten jedoch die rote *Schmidt-Neuper*-Kurve nicht. Beim Überschreiten der *Schmidt-Neuper*-Kurve würden sich konsequenterweise höhere Schraubenkräfte für die Ermüdungsbemessung einstellen als durch *Schmidt-Neuper* abgedeckt. In **Abb. 9** und **Abb. 10** wurden die Schraubenkraftkurven für den jeweils perfekten Flansch ($k = 0$ mm) ergänzt. Es zeigt sich hierbei, dass sich bei einem perfekten Flansch erwartungsgemäß kleinere Schraubenkraftfunktionen einstellen, und dass somit die Bemessung, basierend auf *Schmidt-Neuper*, für diesen perfekten Fall auf der sicheren Seite liegt.

Die ermittelten Schraubenkurven für RFM56 und RFM36 liegen, anders als für RFM72-1 und RFM72-2, am Knickpunkt Z_{II} an, unter der Voraussetzung, dass das Kriterium aus Gl. 3 für alle Segmentzugkräfte gültig sein soll. Wird diese Bedingung auf Segmentzugkräfte gleich oder klei-

ner als Z_I begrenzt, sind größere Klaffungen für die gleichen Klaffungslängen l_k für RFM56 und RFM36 zulässig. Die Schraubenkurven sind für diese beiden Flansche im Diagramm der **Abb. 10** blau markiert.

3.4 Imperfektionsempfindlichkeit

Die Wertepaare k , l_k für die das *Schmidt-Neuper*-Verfahren gerade noch konservativ ist, sind in **Abb. 11** für jeden untersuchten Flansch dargestellt. Das Diagramm links in **Abb. 11** zeigt den Zusammenhang von k und l_k , unter der Voraussetzung, dass für alle Segmentzugkräfte die berechneten Schraubenkräfte kleiner oder gleich der nach *Schmidt-Neuper* ermittelten Schraubenkräfte sind. Das Diagramm rechts in **Abb. 11** zeigt die Verläufe, wenn die Bedingung auf den ersten Bereich der *Schmidt-Neuper*-Schraubenkurve ($Z \leq Z_I$) beschränkt wird.

Das Maß k/l_k kann als Grad der Imperfektionsempfindlichkeit aufgefasst werden. Die exponentiellen Kurvenverläufe zeigen erwartungsgemäß, dass mit kürzer werdenden Klaffungslängen l_k die Imperfektionsempfindlichkeit zunimmt und für alle untersuchten Flansche bei $l_k \approx 1$ m ähnlich geringe Werte annehmen ($k/l_k \approx 0.4$ bis 0.5). Die Zusammenhänge der Zunahme der Empfindlichkeit bei kleiner werdender Klaffungslänge l_k ist bereits in [3] (**Abb. 12**), beschrieben worden. Abhängig von der Wandstärke des Mantelblechs nimmt die Imperfektionsempfindlichkeit für größere Wanddicken weniger schnell ab, was im Zusammenhang mit der Schalensteifigkeit des Mantelblechs steht. Besonders deutlich erkennbar wird dieser Effekt an RFM72-2 (siehe **Abb. 9**, rechts).

3.5 Abbau der Parallel-Klaffungen

Neben der maximal zulässigen Klaffung in Abhängigkeit von der Erstreckungslänge l_k ist auch von Interesse, wie die Klaffung durch das Aufbringen der Schraubenvorspannung abgebaut wird und ob dies vollständig oder nur partiell erfolgt. Dort, wo aufgrund der Ebenheitstoleranz die Flanschklaffung im unbelasteten Zustand maximal ist,

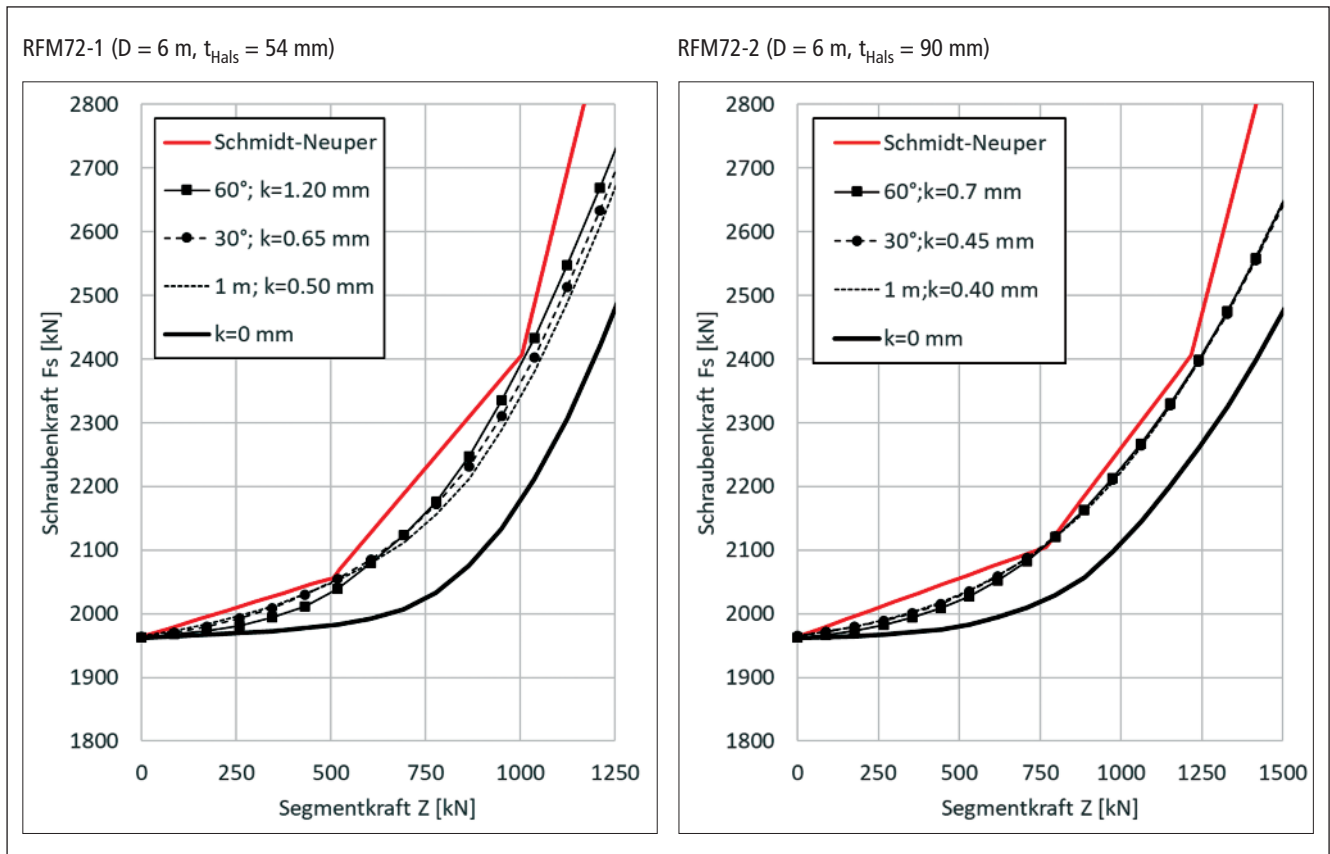


Abb. 9: Vergleich der Schraubenkurven RFM72-1 (links) und RFM72-2 (rechts); Darstellung der Grenzfälle der möglichen Klaffungen k und zugehörigen Öffnungswinkeln θ in Grad, bei denen die Schraubenkraftfunktion nach Schmidt-Neuper gerade noch nicht überschritten wird.

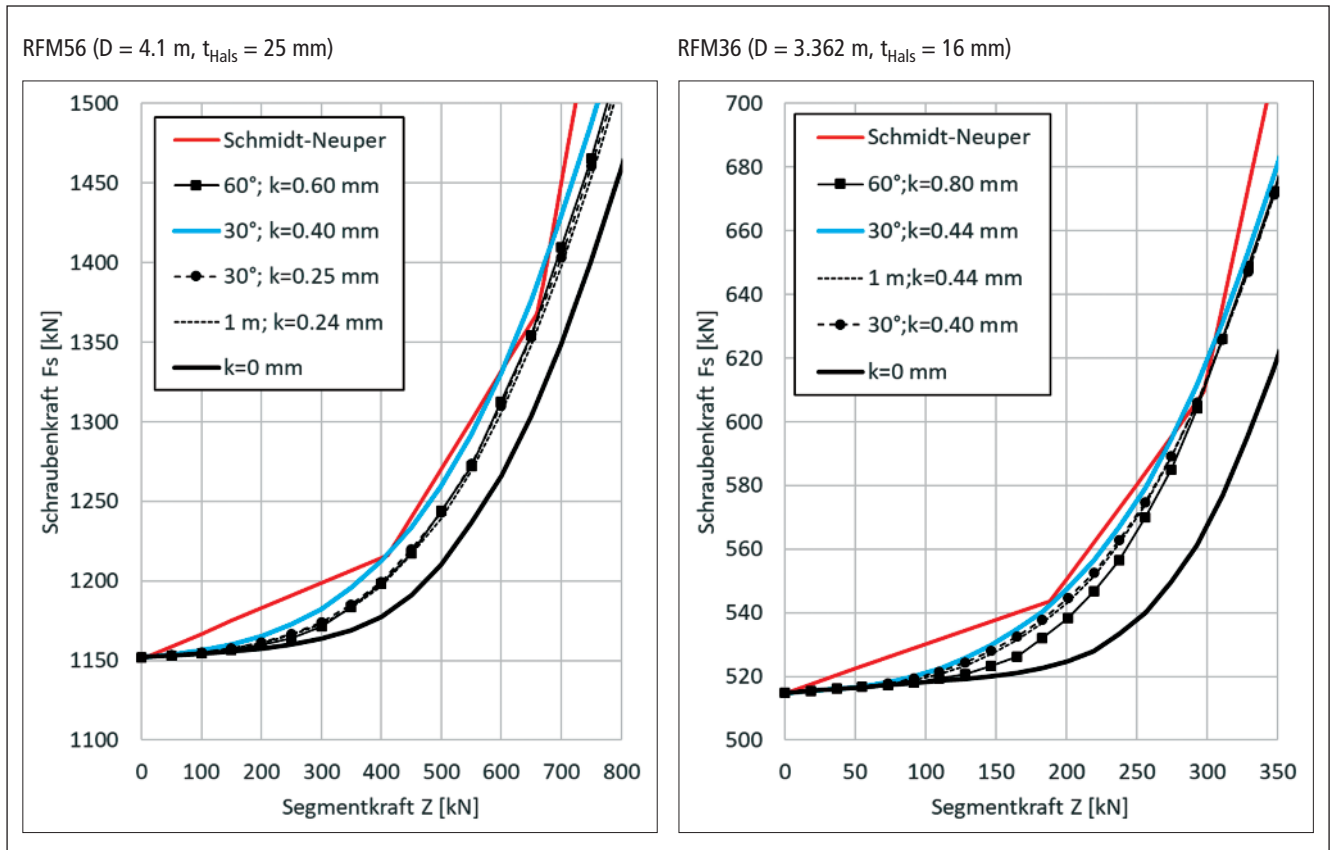


Abb. 10: Vergleich der Schraubenkurven RFM56 (links) und RFM36 (rechts); Darstellung der Grenzfälle möglicher Klaffungen k und zugehörigen Öffnungswinkeln θ in Grad, bei denen die Schraubenkraftfunktion nach Schmidt-Neuper gerade noch nicht überschritten wird; zusätzliche Darstellung der blauen Grenzlinie, wie nachfolgend textlich beschrieben.

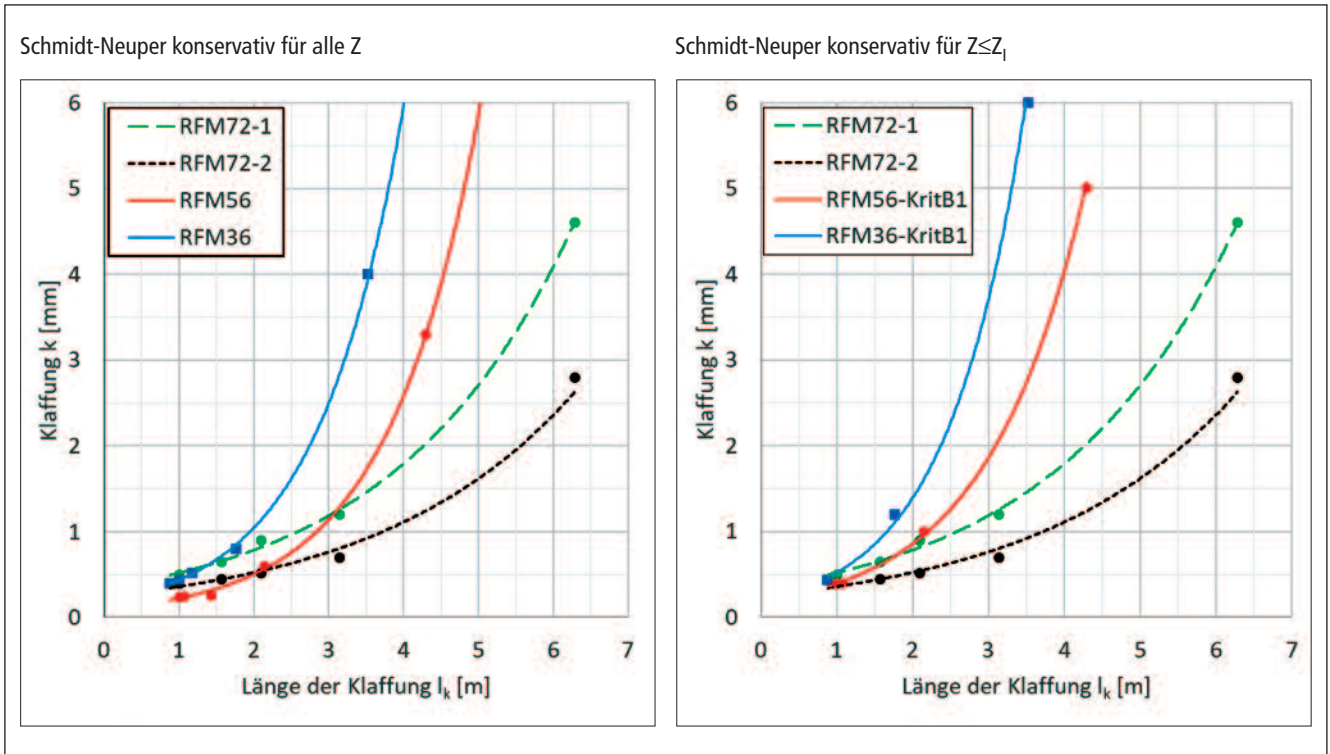


Abb. 11: Im Sinne der Gl. 1 zulässige Klaffungen k bezogen auf die Länge der Klaffung in Umfangsrichtung l_k

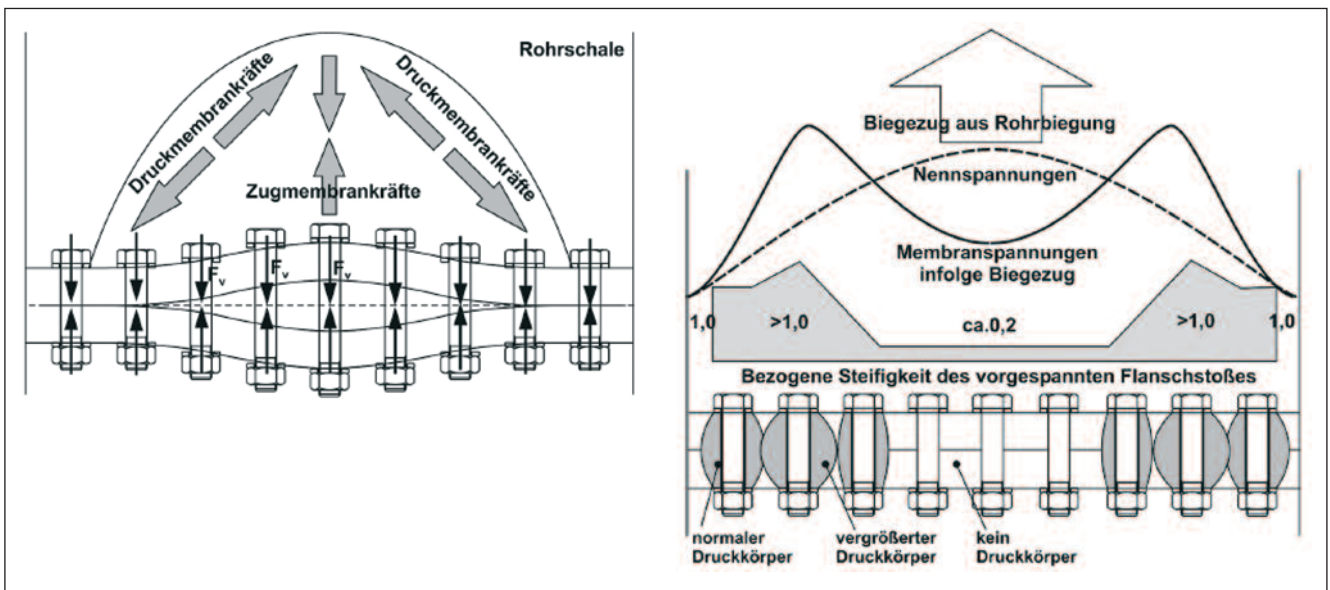


Abb. 12: Darstellung der Mechanismen bei Vorhandensein einer Parallelklaffung, nach [3]

werden die Verformungen sowohl auf der Innenkante als auch auf der Außenkante der Flanschkontaktfläche für verschiedene Vorspannkraftniveaus ausgewertet. Vereinfachend wird angenommen, dass in allen Schrauben jeweils das gleiche Vorspannkraftniveau wirkt. In der Praxis werden die Schrauben nacheinander vorgespannt, was zu einem abweichenden, aber dennoch ähnlichen Schließungsverhalten führen dürfte. Die hier dargestellten Ergebnisse sind deshalb hauptsächlich qualitativ zu werten.

Die anfängliche Parallel-Klaffung wird auf der Innenseite schneller abgebaut als auf der Außenseite, da auf der Außenseite das Mantelblech durch die Dehnsteifigkeit des Blechs selbst die Verformung infolge Vor-

spannung stark behindert (Abb. 13). In allen Fällen ist nach zehn bis zwanzig Prozent der Regelvorspannung die innenseitige Klaffung geschlossen, während auf der Außenseite noch eine Klaffung vorliegt. Diese Verformungssituation stellt den Übergang zwischen den zwei in Abb. 14 dargestellten statischen Systemen dar.

Solange das System 1 vorliegt (siehe Abb. 14), wirkt die volle Schraubenkraft F_s (Anteil der Regelvorspannkraft) zur Schließung der Klaffung. Mit Übergang zu System 2 ändert sich dieses Verhalten, und es wird nur noch ein Teil von F_s wirksam, da nun ein weiterer Teil der Kraft in die Rückstellkraft R fließt. Vereinfacht kann der noch wirksame Anteil r von F_s wie folgt abgeschätzt werden:

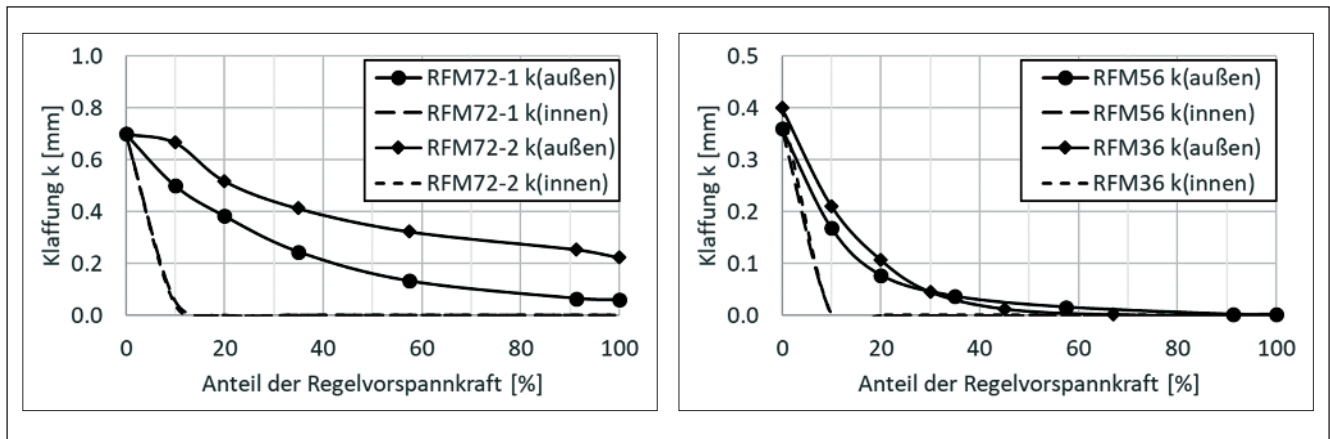


Abb. 13: Reduktion der Klaffung ($\theta = 30^\circ$) infolge Vorspannung

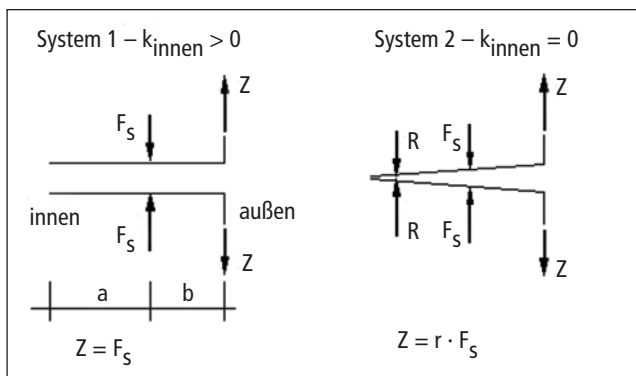


Abb. 14: Statische Systeme – Abbau der Klaffungen

$$r = \frac{0.7a}{0.7a + b} = \frac{1}{\lambda^*} \quad \text{Gl. 5}$$

Das entspricht dem Kehrwert von λ^* nach Schmidt-Neuper [1].

Die außenseitige Klaffung wird für die Flansche RFM36 und RFM56 vollständig abgebaut, für die beiden M72-Flansche hingegen nicht (siehe Abb. 13). Für RFM72-1 und RFM72-2 sind die Ergebnisse für größere Klaffungen dargestellt, als nach Gl. 3 zulässig. Mit den maximalen Anfangsklaffungen aus Abb. 11 für RFM72-1 und RFM72-2 verlaufen die Kurven auf einem niedrigeren Niveau und führen dann auch zu einem Kontakt auf der Außenseite des Flansches.

Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung von imperfektionsbehafteten Flanschverbindungen wurde in [5] auf der Basis der VDI 2230-Schraubenkurve [17] beschrieben. Dies setzt jedoch voraus, dass die Schalensteifigkeit aus einer numerischen Analyse bekannt ist und die Klaffungen infolge der Vorspannung vollständig abgebaut werden. Die Schalensteifigkeit nimmt mit fortschreitendem Abbau der Klaffungen zu, was die Berechnung erschwert.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass ein Flanschpaar, das nach dem Aufbringen der Vorspannkraft keine Klaffungen mehr aufweist, kein Garant für eine bemessungskonforme Schraubenverbindung ist. Werden durch das Schließen von Klaffungen Schraubenvorspannkraft „verbraucht“ und erst im Anschluss mit einer verbleibenden Schraubenvorspannkraft der für die Ermüdungsbeanspruchbarkeit erforderliche Druckkörper aufgebaut, dann wird sich dieser weitaus weniger stark als erwartet an der Aufteilung der Steifigkeiten beteiligen und

sich bei äußerer Belastung zeitiger als rechnerisch angenommen abbauen, was einer ungünstigen Verschiebung der Schmidt-Neuper-Kurve gleichkommt. Die Zunahme der ermüdungsrelevanten Spannungsschwingbreiten in der Schraube ist die Folge.

3.6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Nicht die Schraubenkraftkurve, sondern die Schraubenschädigung ist die Zielgröße des Ermüdungsnachweises. Deshalb muss die Einordnung der oben vorgestellten Ergebnisse im Zusammenhang mit allen Bemessungseinflüssen erfolgen.

Eine Reihe von Eingangsgrößen, wie beispielsweise Toleranzen, montagebedingte Vorspannkraftverluste und die Ermüdungsfestigkeit der Schrauben selbst, sind durch Streuungen gekennzeichnet und beeinflussen die Schädigung der Schrauben infolge vorwiegend nicht ruhender Belastungen. Diese weiteren Effekte werden durch Annahmen in der Regel auf der sicheren Seite liegend berücksichtigt. Weitere Annahmen, wie die Beschränkung der Zugkräfte in der Schraubenlängsachse und eine Vernachlässigung der Schraubenebiegung sowie die Betrachtung am Segmentmodell, sind in der Bemessungspraxis üblich und sollen eine auf der sicheren Seite liegende Bemessung gewährleisten. Der Vergleich numerisch ermittelter und imperfektionsbehafteter Schraubenkraftkurven mit der Schmidt-Neuper-Schraubenkraftfunktion ist zwingend vor diesem Hintergrund zu sehen.

Ringflanschverbindungen werden in der Regel so dimensioniert, dass nur wenige Betriebslasten ein Klaffen der Verbindung verursachen. Das heißt, die Belastung beschränkt sich überwiegend auf den ersten Bereich der Schmidt-Neuper-Schraubenkraftkurve beziehungsweise $Z < Z_1$ (Abb. 1). Aus dem Vergleich der Kurven zeigt sich für alle untersuchten Flansche, dass die numerisch ermittelten Schraubenkräfte überwiegend kleiner beziehungsweise punktuell gleich der nach Schmidt-Neuper ermittelten Schraubenkräfte sind. Die berechneten Schädigungen sind für die numerisch ermittelten Schraubenkräfte demzufolge geringer als für die nach Schmidt-Neuper ermittelten. Ein Vergleich auf der Basis von Schädigungen würde deshalb auf noch größere zulässige Klaffungen führen als im Abschnitt 3.3 beschrieben. Aufgrund projektspezifischer Unterschiede ist dieser Vergleich jedoch nicht zu verallgemeinern.

Mit dem oben beschriebenen Vorgehen wurden maximal zulässige Klaffungen von zum Teil deutlich unter einem Millimeter ermittelt, die in der Praxis nur mit erheblichem Aufwand sichergestellt werden kön-

nen. Zudem sind diese Klaffungen um einiges kleiner als die Grenzwerte in den heute gültigen Normen und Richtlinien [11], [13], wonach beispielsweise eine Ebenheit von einem Millimeter über ein 30-Grad-Segment zulässig ist und im schlechtesten Fall eine Klaffung von zwei Millimeter hervorrufen würde (siehe **Abb. 5**). Die berechneten Klaffungen liegen jedoch in einer Größenordnung, die bereits in [2], [3], [6] dokumentiert sind. Es bleibt die Frage, inwiefern durch die aktuelle Bemessungspraxis einschließlich der Toleranzvorgaben einerseits und durch die in der Praxis tatsächlich auftretenden Klaffungen andererseits die geplante Lebensdauer der Verbindung abgesichert ist. In [3] wurde bereits festgestellt, dass lediglich die bilineare Näherung nach [10] moderate Imperfektionen, wie sie in [11] und [13] festgehalten sind, adäquat berücksichtigt und die durch das Schmidt-Neuper-Verfahren abgedeckten Klaffungen weit unter diesen Toleranzgrenzen liegen. Die von den Autoren durchgeführten Berechnungen bestätigen dies für derzeitig verwendete Flansch- und Schraubengrößen.

Die Existenz weiterer solcher Reserven ist zu vermuten, die auf die statistisch selten eintretende konservative Überlagerung von maximalen Ebenheitstoleranzen, die konservative Wahl des Kerbfalls KF36* nach [11] beziehungsweise [15] und durch die im vorangegangenen Absatz beschriebenen Schädigungsunterschiede zurückgehen. Folglich könnten größere Klaffungen zulässig sein, als sie hier rechnerisch ermittelt worden sind. Dies sollte jedoch in der hierfür zu berücksichtigenden Komplexität aller Einflussfaktoren im Rahmen von Forschungsarbeiten weitergehend untersucht werden.

Die Imperfektionsempfindlichkeit nimmt mit größer werdenden Wandstärken des Mantelblechs zu, was auf die Schalensteifigkeit zurückzuführen und bereits in [3] und [9] beschrieben ist. Insbesondere für Tragstrukturen, deren Mantelbleche ermüdungsdimensioniert oder gar frequenzdimensioniert sind und demzufolge größere Wanddicken aufweisen, nimmt die Imperfektionsempfindlichkeit deutlich zu und wirkt sich auch auf Klaffungen mit größerer Erstreckungslänge l_k aus. Wählt man das Maß k/l_k für die Beschreibung der Imperfektionsempfindlichkeit, so zeigt sich, dass k/l_k im Bereich von 0,4 (sehr empfindlich) bis 2 (gering empfindlich) liegt, wobei sich die Kurven in allen vier untersuchten Fällen bei einer Klaffungslänge von einem Meter auf einem vergleichbaren Niveau treffen ($k/l_k \approx 0,4$ bis $0,5$). Ob sich dieses Verhalten für andere Flanschgrößen bestätigen lässt, muss anhand weiterer Studien untersucht werden. Zudem könnte sich dadurch ein neues Kriterium für die Ebenheitstoleranz auf Basis einer Klaffungslänge von einem Meter, wie in [9] vorgeschlagen, ableiten.

Die Analyse der Flanschverformungen während der sukzessiven Erhöhung der Vorspannkraft bis zur Regelvorspannkraft hat gezeigt, dass in allen untersuchten Fällen die Innenseite bereits bei zehn bis zwanzig Prozent der Regelvorspannkraft geschlossen wird, während die Außenseite noch klafft. In einigen Fällen verblieb auch nach dem Aufbringen der vollen Vorspannkraft ein Restspalt. Für die Montage hat dieses Schließungsverhalten eine große Bedeutung, da der Einsatz von Futterblechen oft davon abhängig gemacht wird, ob nach Aufbringen einer initialen Vorspannung der Schrauben (Empfehlung: ausschließlich handfestes Anziehen) verbleibende Klaffungen, insbesondere die Parallelklaffung, noch vorhanden sind. Eine Überprüfung dieses Kriteriums ist demzufolge sowohl auf der Innenseite als auch der Außenseite vorzunehmen.

Die Untersuchungen an großen Flanschen mit Schrauben der Größe M72 fügen sich sehr gut in die bereits existierenden Ergebnisse kleinerer Flansche ein. Sie bestätigen, dass durch das Schmidt-Neuper-Ver-

fahren nur geringe Flanschklaffungen abgedeckt sind. Sofern in der Planung größere Toleranzwerte für die Ebenheit entsprechend DIN 18088-3 erlaubt werden und sich bauseitig auch Parallelklaffungen einstellen können, wird empfohlen, bemessungsseitig entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um eine Nachweisführung auf der sicheren Seite liegend durchzuführen. Ein mögliches Vorgehen, basierend auf FE-Berechnungen, wurde im Rahmen dieses Aufsatzes bereits vorgestellt, wissend, dass dies den herkömmlich bekannten Aufwand der Nachweisführung nach *Schmidt-Neuper* bei Weitem überschreitet. Daher wird ferner empfohlen, die fertigungsspezifischen Aspekte weiter im Rahmen von Forschungsarbeiten untersuchen zu lassen und eine Art erweitertes Schmidt-Neuper-Verfahren zu entwickeln, in dem die größeren Flansch- und Schraubendurchmesser wie auch die projektspezifischen baulichen Toleranzen angemessen berücksichtigt werden können.

4 Numerische Untersuchungen an Ringflanschverbindungen in Bezug auf auftretende Winkelklaffungen

4.1 Motivation und Problembewusstsein

Mit den größer werdenden Turbinen und der damit einhergehenden Zunahme der Anschlusslasten ändern sich auch die Querschnitte der Ringflanschverbindungen. Entsprechend haben sich auch die Abmessungen der Schraubverbindungen gewandelt. Die in der DASt-Richtlinie 021 [19] geregelten hochfesten Garnituren M39 bis M72 werden hinsichtlich ihrer Kapazitäten voll ausgeschöpft.

Bei Einhaltung der zugelassenen Toleranzfelder haben sich die geltenden Bemessungsregeln im praktischen Einsatz der vormals üblichen Garnituren M36 und M48 in Bezug auf auftretende Winkelklaffungen und damit verbundenen zusätzlichen Biegebeanspruchungen in der Schraube selbst als hinreichend robust bewährt. Die Übertragbarkeit dieser Regeln auf die Nachweisführung von Schraubenverbindungen in den derzeit zunehmend eingesetzten Größen M64 und M72 ist zumindest neu zu diskutieren. Insbesondere ist zu prüfen, ob absolut festgelegte Toleranzen bei zunehmenden Querschnittsabmessungen weiterhin zutreffend sind. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund, dass die reguläre Nachweisführung für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Ermüdungsfestigkeit eine direkte Berücksichtigung der Toleranzfelder nicht vorsieht. Diese wurde im Kontext mit auftretenden Parallelklaffungen bereits im Kapitel 3 diskutiert, und, in Bezug auf die ebenfalls möglichen Winkelklaffungen, erläutert. Auf der Grundlage numerischer Studien wird im Weiteren versucht, mögliche Auswirkungen zulässiger Winkelklaffungen auf die Tragfähigkeit von Schrauben großen Durchmessers näher zu quantifizieren. Ziel ist es, der aktuellen Diskussion über die Zulässigkeit der in diesem Zusammenhang zur Trag- und Gebrauchstauglichkeit geführten Nachweise eine fundierte Basis zu liefern.

Im Wesentlichen sind zwei Aspekte einer Ringflanschverbindung hinsichtlich ihrer Toleranzen relevant: die Neigung der Schraubenauflagefläche und die Ebenheit der Kontaktflächen [8]. Eine Neigung der Flanschflächen in radialer Richtung führt zu einer Winkelklaffung, die als flansch- oder mantelseitige Klaffung auftreten kann (**Abb. 15**). Die Klaffungstoleranzen wirken sich auf die Korrelation von Mantelzugkraft zu Schraubkraft aus, die Neigung der Schraubenauflagefläche dagegen auf die lokale Beanspruchung der Schraube infolge größerer, teilweise plastischer Randdehnungen. Beide Toleranzarten verbindet,

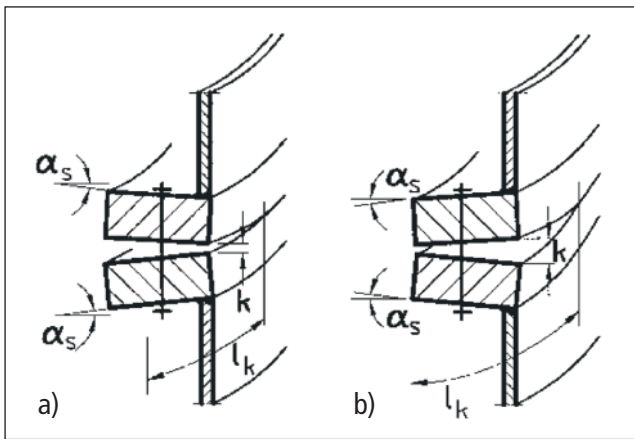


Abb. 15: Ringflanschverbindungen in stählernen Türmen (aus DIBt-Richtlinie [13])

- a): L-Flansch mit flanschseitiger Klaffung,
- b): L-Flansch mit mantelseitiger Klaffung

dass die Neigung der Schraubenauflegefläche sowohl von der Planparallelität der Flanschflächen als auch von plan- und unplanmäßigen Winkelklaffungen abhängig ist. Einen hier nicht behandelten Sonderfall stellen planmäßig zu schließende Klaffungen dar.

Die Begrenzung der Klaffungen erfolgt in den Regelwerken unabhängig von den Flanschdimensionen oder den gewählten Gewindedurchmessern M24 oder M72. Unter dem Gesichtspunkt der größer werdenden Ringflanschverbindungen ist eine solche starre Vorgabe zu hinterfragen (vgl. in Bezug auf Parallelklaffung die Ausführung in Kapitel 3), denn zumindest für die großen Schraubendurchmesser liegen noch keine langjährigen baupraktischen Erfahrungen vor.

In Bezug auf die Winkelklaffung begrenzt DIN EN 1090-2 [16] für Schrauben größer als M20 die Neigung der Schraubenauflegefläche zu der Ebene senkrecht zur Schraubenachse auf zwei Grad (3° für $\leq M20$), anderenfalls werden Keilscheiben gefordert. Da die Bezugsnormen von einer maximalen Schraubengröße von M36 ausgehen, kann über eine weitere Verschärfung des Kriteriums für Schrauben der Durchmesser größer als M36 nur spekuliert werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die mittlerweile zurückgezogene DIN 18800-7 hier strengere Anforderungen stellte. Anstelle einer Obergrenze von zwei Grad galt ein Limit von zwei Prozent beziehungsweise 1,15 Grad. Die Grenze von zwei Grad findet sich mittlerweile ebenfalls in der Richtlinie des DIBt [13], nachdem die nicht korrigierte Fassung aus dem Oktober 2012 noch zwei Prozent als Limit festgesetzt hatte. In der Richtlinie gilt diese Grenze als Kriterium für die maximale Schiefstellung der Flanschaußenflächen nach dem Vorspannen (vgl. dort: Abbildung 1.1), was als Voraussetzung für den Nachweis der Ermüdungssicherheit nach Schmidt-Neuper gilt. Bei Nichteinhaltung wird wiederum das Unterlegen von Keilscheiben – vor dem Vorspannen – empfohlen. Folglich erlaubt die Richtlinie eine Schiefstellung von zwei Grad je Flansch, ohne dass Kompensationsmaßnahmen erforderlich sind. Zusätzliche Biegebeanspruchungen der Schraube, die sich infolge Schiefstellung einstellen, werden in den empfohlenen Nachweismethoden nicht berücksichtigt.

Die Folge der zugelassenen Toleranzen sind planmäßig vorhandene Winkelklaffungen. Diese können sich einerseits ungünstig auf die Schnittgrößen in den Verbindungsmitteln auswirken und andererseits einen negativen Einfluss auf die Ausbildung des Druckkörpers während des Vorspannens nehmen. Da diese Einflüsse zumindest nicht direkt in den Nachweisen zur Trag- und Ermüdungssicherheit abgebildet werden, stellt sich die Frage nach einer ausreichenden Robustheit unter dem Aspekt zunehmender Flansch- und Schraubenabmessungen.

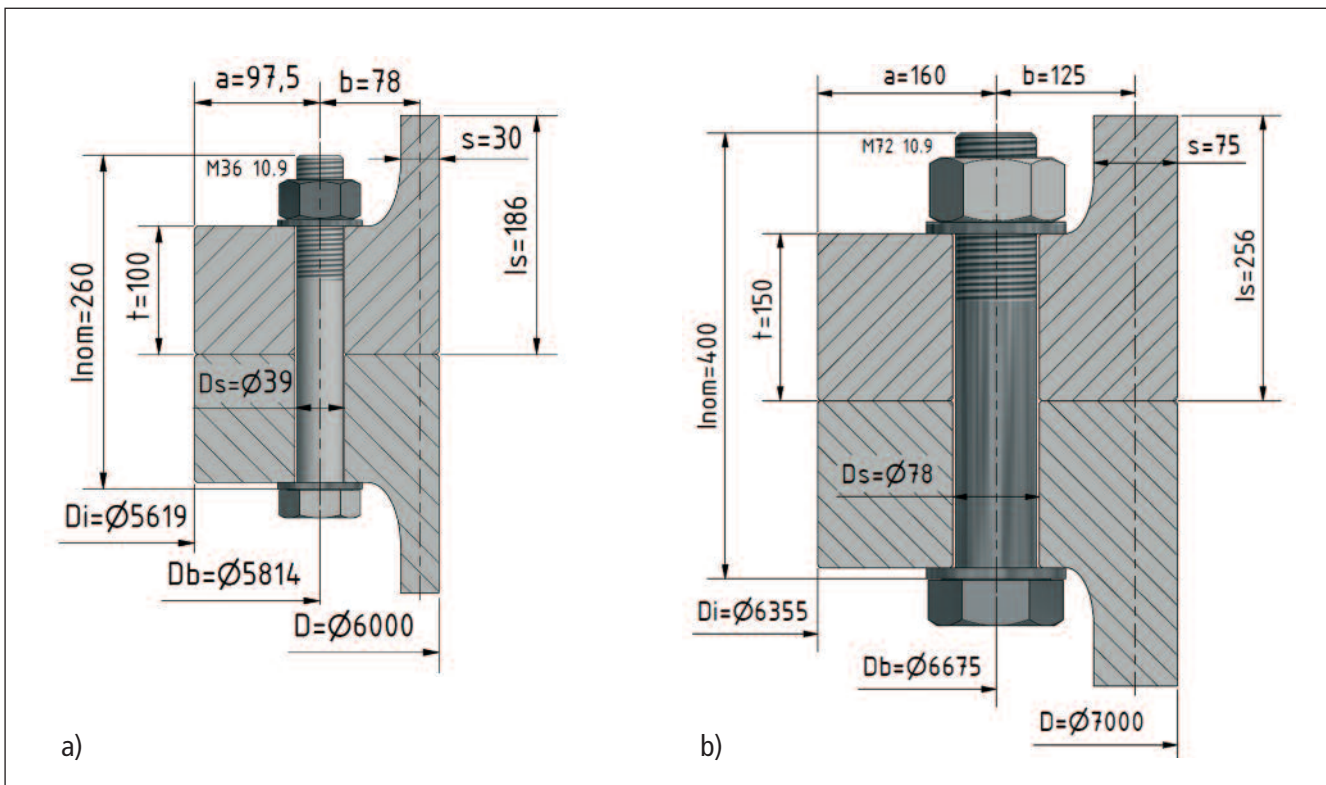


Abb. 16: Geometrie der untersuchten Flansche.

- a): M36, 240 Schrauben je Flansch (1,50° Sektor), b): M72, 160 Schrauben je Flansch (2,25° Sektor)

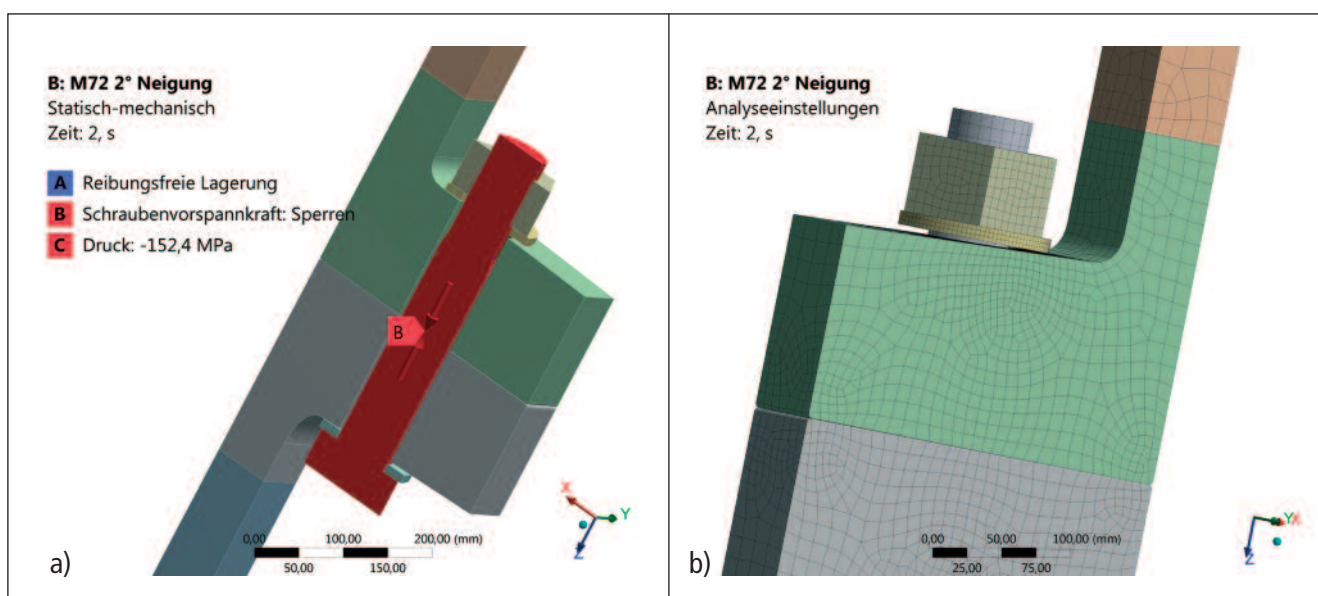


Abb. 17: Modell der untersuchten Ringflanschverbindungen
 a): Flanschsektor mit halber Schraube, b): Detail der Mutter und des geneigten Flansches

4.2. Untersuchung des elastisch-plastischen Verhaltens von Schrauben mit geneigter Schraubenauflagefläche

Zwei fiktive Ringflansche werden exemplarisch mit der FE-Methode untersucht, um die Effekte infolge der geneigten Schraubenauflageflächen am vollständigen System bewerten zu können. Parallelklaffungen bleiben in den nachfolgenden Untersuchungen unberücksichtigt. Der wesentliche Unterschied zwischen den untersuchten Modellen liegt in den gewählten Schraubendurchmessern M36 und M72. Darüber hinaus ist die Geometrie vergleichbar konstruiert: Das Maß b ist minimiert, a entspricht circa 1,25b (Abb. 16), und die Anzahl der Schrauben ist maximiert. Für beide Flansche werden unterschiedliche Neigungen untersucht: insbesondere null Grad und zwei Grad und der jeweilige Grenzwinkel, bei dem sich für die Schrauben nach folgender Gleichung aus DIN EN 1993-1-8/NA [14] das Erreichen der Grenztragfähigkeit ergibt:

$$\frac{F_{p,C^*}}{A_s \cdot f_{yb}} + \left(1 - \frac{F_{p,C^*}}{A_s \cdot f_{yb}}\right) \frac{M_p}{M_{pl,N}} \leq 1 \tag{Gl. 6}$$

Diese Neigungen werden auf den gegenüberliegenden Seiten der Flanschkontaktfläche modelliert. Da Plastizierungen im Anschlussbereich des Turmmantels nicht im Fokus stehen, kann der Kontaktbereich selbst als eben angenommen werden.

Unter Verwendung von Symmetrierandbedingungen in Umfangsrichtung ist es ausreichend, einen halben Bolzen und den zugehörigen Sektor der Flansche und der angrenzenden Rohrmäntel abzubilden. Die Schraubengarnituren sind in ihren Nennabmaßen modelliert, im Gewindebereich wird der fiktive Spannungsdurchmesser berücksichtigt. Zwischen Mutter beziehungsweise Schraubenkopf und Scheibe, Scheibe und Flansch sowie dem Kontaktbereich der Flansche werden reibungsbehaftete Lagrange-Kontaktformulierungen verwendet. Die Verbindung zwischen Mutter und Schraube ist unverschieblich. Einen Überblick über das Modell der untersuchten Ringflanschverbindungen und dessen Randbedingungen liefert **Abb. 17**.

Im Rahmen der numerischen Untersuchungen wird das Verhalten der Schraubverbindung nicht nur für das Aufbringen der Vorspannkraft,

sondern auch für das anschließende Durchlaufen eines vollständigen extremalen Lastzyklus' auswertbar. Die im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigte äußere Belastung im Mantelblech wurde, mit gängigen Verfahren beschrieben, in [13] ermittelt (vgl. [8], wo auch Beanspruchungen und zugehörige Versagenszustände entnommen werden können). Folgende Lastschritte wurden numerisch abgebildet:

- [0] Last- und spannungsfrei,
- [1] Vorspannkraft aufgebracht,
- [2] zusätzlich äußere Belastung als Zugkraft,
- [3] äußere Belastung entfernt,
- [4] zusätzlich äußere Belastung als Druckkraft,
- [5] äußere Belastung entfernt.

Darüber hinaus werden zusätzlich zu der normkonformen Vorspannkraft F_{p,C^*} nach Eurocode 3 Varianten mit einer erhöhten Vorspannkraft mit $F_{p,C^*} = 0,9 f_{yb} \cdot A_s$ untersucht. Eine weitere Modellmodifikation stellt die Erhöhung der Streckgrenze für das Flanschmaterial auf $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ dar. Die zusätzlich untersuchten Varianten dienen daher der Einordnung der restlichen Ergebnisse.

Neben einer Bewertung der plastischen Dehnungen in Flansch und Schraube ist es Ziel der Untersuchung, eine Aussage über die Entwicklung der Schraubenkraft unter Berücksichtigung der Belastungsfolge treffen zu können.

4.3 Ergebnisse der numerischen Untersuchungen der Winkelklaffung

Das generelle und qualitative Verhalten der Schraubenkraft für einen halben Lastzyklus, sprich: das Aufbringen der Vorspannkraft, das Steigern der Schraubenkraft infolge äußerer Zugbelastung und das Entlasten, wird in **Abb. 18** dargestellt.

Eine tabellarische Übersicht über die wesentlichen Ergebnisgrößen findet sich in **Tabelle 2**. Besonders ist jedoch auf die weitere plastische Dehnung hinzuweisen, die sich nicht nur im Bereich der Schraube, sondern einigermaßen unerwartbar im Bereich der Flansche einstellt. Die errechneten plastischen Dehnungen des Flansches unterhalb der

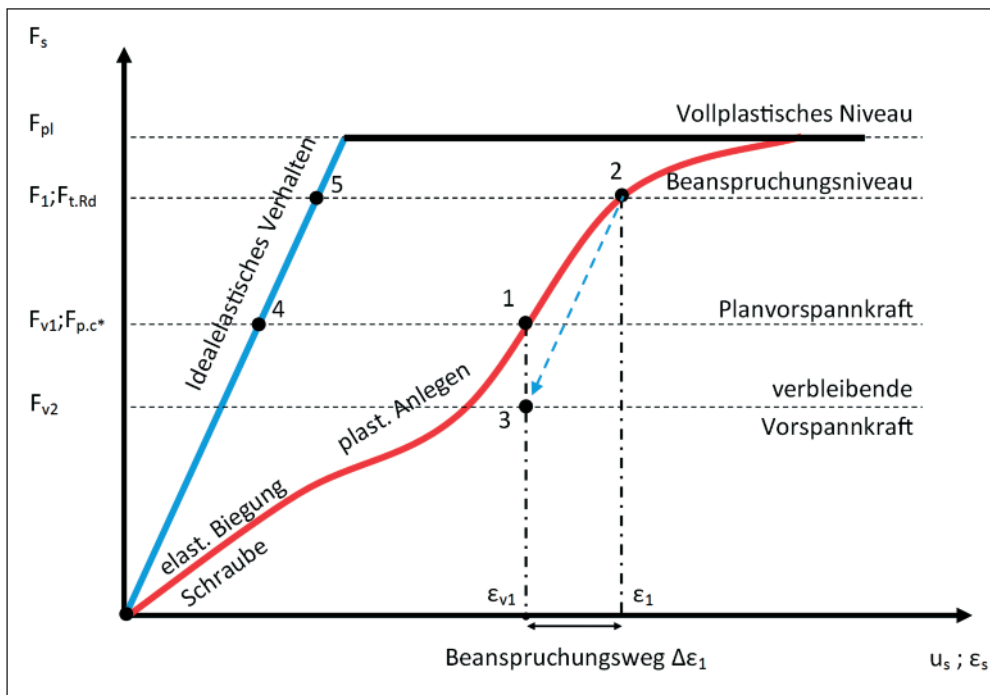


Abb. 18: Prinzipielles Verhalten der Schraubkraft bei Aufbringen der Vorspannkraft, Steigerung der Schraubkraft infolge äußerer Belastung und Entlasten (roter Pfad und blau gestrichelter Pfad) und Gegenüberstellung des Verhaltens bei ideal-elastischem Verhalten (blaue Kurve) (vgl. [8])

Schraubenauffläche für verschiedene Modellvarianten sind in **Abb. 19** nebeneinander abgebildet. Der Vergleich der Ergebnisse für Ringflansch M36 und M72, jeweils mit zwei Grad Flanschneigung und Belastung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS), verdeutlicht die Zunahme der Beanspruchung für die größeren Schraubendurchmesser. Während unter Außerachtlassung von modellbedingten Spannungsspitzen an Ecken und Kanten die plastische Dehnung im M36-Flansch circa sieben Tausendstel beträgt, liegt der entsprechende Wert für den M72-Flansch bei circa 50 Tausendstel. Da die blechdickenabhängige Streckgrenze an der Außenfläche der Flansche oberhalb der rechnerisch berücksichtigten 275 N/mm^2 zu erwarten ist, sind in der Realität jedoch geringere plastische Dehnungen wahrscheinlich.

Eine Grenzbetrachtung mit erhöhter Streckgrenze von $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ bei ansonsten unveränderten Modellannahmen ergibt plastische Dehnungen von ungefähr 24 Tausendstel. Einen positiven Effekt des ge-

neigten Flansches veranschaulichen die Untersuchungen ebenfalls. Während die in **Abb. 19 c)** dargestellten Ergebnisse für den Ringflansch M72 mit null Grad Neigung aufgrund der günstigeren Neigung deutlich reduzierte plastische Dehnungen unterhalb der Schraubenaufgabe zeigt, kommt es im Kontaktbereich der Flansche zu relevanten Plastizierungen. Diese sind aufgrund einhundertprozentiger Auslastung im Versagenszustand D erwartbar, stellen sich bei einem geneigten Flansch jedoch nicht ein. Die veränderte Lasteinleitung führt offenkundig zu einer Verschiebung der Schwerpunktlage des Druckkörpers hin zu dem nicht vom Bohrloch geschwächten Flanschbereich, was im Ergebnis zu niedrigeren Spannungen führt. Ein signifikanter Unterschied in den plastischen Dehnungen der Schrauben kann, wiederum unter Außerachtlassen einzelner Spitzen, bei der Auswertung der untersuchten Modelle nicht festgestellt werden. Sowohl für M36 als auch M72 liegen die entsprechenden Werte der plastischen Dehnungen weitestgehend unabhängig von der Streckgrenze des Flansches

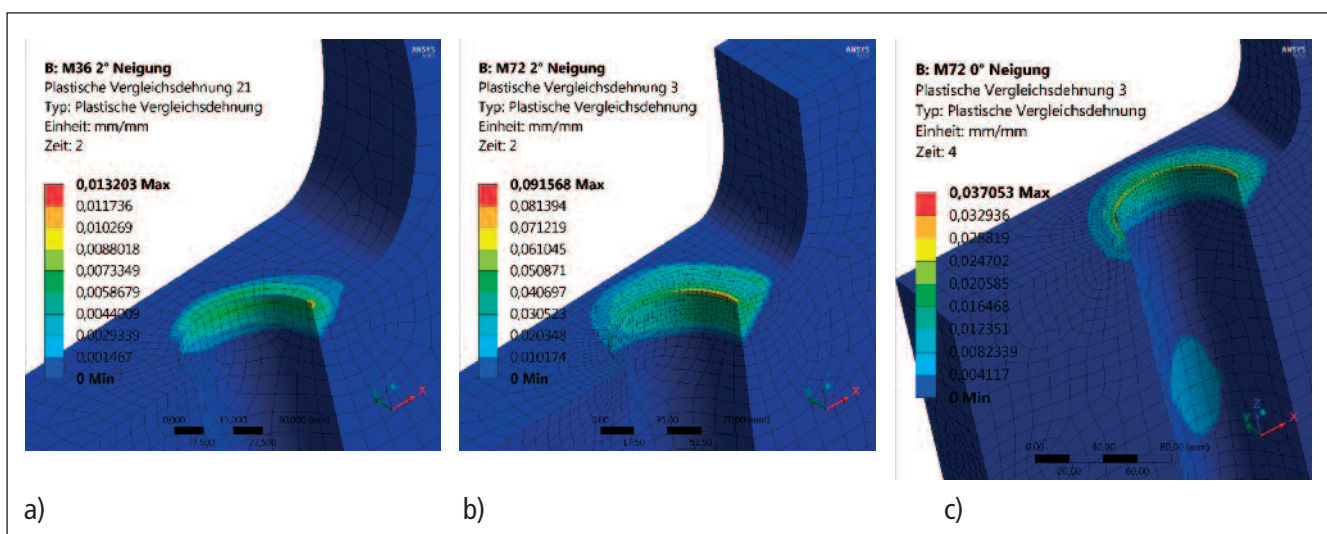


Abb. 19: Plastische Dehnungen im Flansch unterhalb der Scheibe für a): M36, 2° Neigung, b): M72, 2° Neigung beide nach extremer Zuglast (ULS) und Vorspannkraft $F_{p,c^*} = 0,7 f_{yb} \times A_s$, c): wie b), jedoch 0° Flanschneigung

	M 36 y= 1.35 $F_{pC^*} = 0,7f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,46° 2,00°			M 72 y= 1.35 $F_{pC^*} = 0,7f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,07° 2,00°			M 72 S355 *	M 36 y= 1.00 $F_{pC^*} = 0,7f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,46° 2,00°			M 72 y= 1.00 $F_{pC^*} = 0,7f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,07° 2,00°			M 72 S355 *	M 72 y= 1.35 $F_{pC^*} = 0,9f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,07° 2,00°			M 72 y= 1.00 $F_{pC^*} = 0,9f_{yb} \cdot A_s$ 0,00° 1,07° 2,00°		
Normalkraft in Schraube (kN)																				
1 – Vorspannen	511	510	509	2183	2181	2180	2179	511	510	509	2183	2181	2180	2179	2805	2802	2794	2805	2802	2794
2 – ULS-Zug	677	638	627	2636	2477	2383	2436	562	536	529	2347	2250	2205	2226	2948	2845	2802	2819	2785	2762
3 – Entlastet	501	439	413	1824	1682	1558	1763	509	497	492	2084	2057	2035	2073	2385	2334	2280	2684	2668	2645
4 – ULS-Druck	496	434	409	1783	1650	1531	1719	505	493	489	2058	2030	2008	2052	2343	2280	2233	2651	2634	2611
5 – Entlastet	501	439	413	1802	1662	1536	1738	509	497	492	2076	2048	2024	2068	2367	2301	2252	2671	2653	2629
Vorspannkraftverlust (%)	1,9	13,9	18,7	17,5	23,8	29,5	20,2	0,4	2,6	3,3	4,9	6,1	7,1	5,1	15,6	17,9	19,4	4,8	5,3	5,9
Elastisches Rückstellmoment in Schraube (kNm)																				
1 – Vorspannen	0,0	2,6	3,1	0,0	18,7	25,4	26,0	0,0	2,6	3,1	0,0	18,7	25,4	26,0	0,0	12,7	16,4	0,0	12,7	16,4
2 – ULS-Zug	0,3	2,2	2,5	4,2	17,7	23,4	23,3	0,1	2,6	3,0	1,6	18,7	25,3	25,7	2,5	12,7	16,5	0,7	13,0	16,6
3 – Entlastet	0,0	1,9	2,2	0,7	13,0	18,6	19,8	0,0	2,5	2,9	0,1	17,3	24,0	24,5	1,0	9,6	13,2	0,2	12,1	15,7
4 – ULS-Druck	0,0	1,9	2,2	1,2	12,6	18,1	19,4	0,0	2,5	2,9	0,3	17,1	23,8	24,3	1,3	9,1	12,7	0,4	11,9	15,5
5 – Entlastet	0,0	1,9	2,2	0,9	12,9	18,5	19,6	0,0	2,5	2,9	0,2	17,2	23,9	24,4	1,1	9,3	13,0	0,3	12,0	15,6
Max. plastische Dehnung z (%) des Querschnitts bei halber Klemmlänge																				
1 – Vorspannen	0,0	0,9	1,8	0,0	0,7	2,6	4,5	0,0	0,9	1,8	0,0	0,7	2,6	2,8	0,0	0,9	2,6	0,0	0,9	2,6
2 – ULS-Zug	0,0	1,4	2,1	0,0	1,2	2,9	3,2	0,0	1,1	1,9	0,0	0,9	2,7	2,9	0,0	1,0	2,6	0,0	0,9	2,6
3 – Entlastet	0,0	1,4	2,1	0,0	1,2	2,9	3,2	0,0	1,1	1,9	0,0	0,9	2,7	2,9	0,0	1,0	2,6	0,0	0,9	2,6
4 – ULS-Druck	0,0	1,4	2,1	0,0	1,2	2,9	3,2	0,0	1,1	1,9	0,0	0,9	2,7	2,9	0,0	1,0	2,6	0,0	0,9	2,6
5 – Entlastet	0,0	1,4	2,1	0,0	1,2	2,9	3,2	0,0	1,1	1,9	0,0	0,9	2,7	2,9	0,0	1,0	2,6	0,0	0,9	2,6
Max. plastische Dehnung von Mises (%) gesamte Schraube																				
1 – Vorspannen	0,4	8,6	12,9	1,5	10,9	28,1	24,0	0,4	8,6	12,9	1,5	10,9	28,1	24,0	6,0	31,2	54,0	6,0	31,2	54,0
2 – ULS-Zug	2,6	14,1	19,4	10,4	29,4	48,1	24,7	1,0	9,7	14,1	2,4	16,4	33,9	24,0	19,3	46,5	71,5	10,0	36,6	60,1
3 – Entlastet	2,6	14,1	19,4	10,4	29,4	48,1	24,7	1,0	9,7	14,1	2,4	16,4	33,9	24,0	19,3	46,5	71,5	10,0	36,6	60,1
4 – ULS-Druck	2,6	14,1	19,4	10,4	29,4	48,1	24,7	1,0	9,7	14,1	2,4	16,4	33,9	24,0	19,3	46,5	71,5	10,0	36,6	60,1
5 – Entlastet	2,6	14,1	19,4	10,4	29,4	48,1	24,7	1,0	9,7	14,1	2,4	16,4	33,9	24,0	19,3	46,5	71,5	10,0	36,6	60,1

Tab. 2: Übersicht über ausgewählte Ergebnisse für die untersuchten Flansch- und Modellvarianten, mit S355* bezeichnet Modelle mit erhöhter Streckgrenze des Flanschmaterials

bei zehn bis maximal zwanzig Tausendstel bei zwei Grad Neigung der Auflagerfläche, bei geringeren Neigungen entsprechend darunter.

Die Summe der plastischen Verformungen von Schraube und Flansch führt nach dem Durchlaufen eines extremalen Lastwechsels zu einem Verlust an Vorspannkraft. Die Entwicklung der Vorspannkraft ist für die untersuchten Ringflansche bei unterschiedlichen Lastniveaus, Vorspanngraden und Randbedingungen in **Tabelle 2** dokumentiert. Die prozentuale Abnahme variiert je nach Modellannahme zwischen 0,5 und knapp 30 Prozent.

Grundsätzlich lässt sich anhand der Ergebnisse nach **Tabelle 2** zeigen, dass eine Neigung der Schraubenauflagefläche, die infolge des Vorspannens zu einem lokalen Plastizieren des Schraubenschaftes führt, bei einer anschließenden Beanspruchung im Grenzbereich der Schraubentragfähigkeit zu einem signifikanten Verlust der Vorspannkraft führen kann. Die Höhe dieses Verlustes scheint jedoch eine Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser aufzuweisen. Daher kann als Ursache die zusätzlich berücksichtigte Plastizierung der Flansche vermutet werden. Neben der reduzierten Auflagefläche größerer Schrauben ist hier die Oberflächenfestigkeit der Flanschaußenflächen von besonderer Relevanz. Sollte die normativ geregelte dickenabhängige Minderung der Streckgrenze an der Oberfläche real nicht auftreten oder sich sogar in das Gegenteil verkehren, verliert dieser Effekt seinen Einfluss, dessen Größenordnung sich an der Entspannung bei null Grad Neigung ablesen lässt. Die Frage nach der tatsächlichen Oberflächenfestigkeit kann hier jedoch nicht abschließend beantwortet werden.

Die Ergebnisse deuten weiter an, dass planmäßig höhere Vorspannkraft zu einer geringeren Entspannung der Schraube führen – wiederum nach Beanspruchung im Grenzzustand ihrer Tragfähigkeit. Die Ur-

sache liegt jedoch nicht in einem günstigeren Verhalten der Schraube selbst, sondern an der äußerst geringen Steigerung der Schraubenkraft für diesen Fall. Da die Vorspannkraft F_{pC^*} bereits in einem sehr günstigen Steifigkeitsbereich liegt, kann ein höherfestes Vorspannen jedoch nicht uneingeschränkt empfohlen werden. Ohnehin wäre hierfür der Umfang der durchgeführten Untersuchungen unzureichend.

Abschließend bleibt festzustellen, dass der rechnerische Vorspannkraftverlust bei einer reduzierten Schraubenbeanspruchung signifikant sinkt. Bei dem Lastniveau S1 nach IEC 61400-6 [21] beziehungsweise Lastfall D.1 gemäß E-DIN 18088-1:2017-12 [22], also bei charakteristischen Lasten, beträgt der ermittelte Verlust noch maximal sieben Prozent. Er liegt somit innerhalb der nachweisrelevanten Abminderung von zehn Prozent gemäß DIBt-Richtlinie [13]. Ob dieser Effekt des Vorspannkraftverlustes oder andere gegebenenfalls installationsbedingte Effekte von der Richtlinie mit der zehnpromzentigen Reduktion abgedeckt werden sollte, kann die Autorschenschaft nicht beantworten. Ob jedoch statt des extremalen, charakteristischen Beanspruchungsniveaus gamma-fache Belastungen aufzuerlegen sind, bleibt ebenfalls ungeklärt. Für diesen Fall wären jedoch die erwartbaren Vorspannkraftverluste weitaus höher.

Darüber hinaus ist anzumerken, dass die Ausnutzung der Schraube entsprechend Versagenszustand A für dieses Beispiel nur 59 Prozent beträgt und die Schraube daher auch im ULS Lastfall nicht annähernd bis an ihre Grenztragkraft belastet wird. Dieser Zustand der Ausnutzungsgrade ist jedoch nicht verallgemeinerbar.

In Bezug auf die in Kapitel 3 durchgeführten Untersuchungen, hin-führend zum Ermüdungsnachweis und zu dem Einfluss der Parallelklaffungen, sind nun die Effekte möglicher Vorspannkraftverluste infolge Winkelklaffung und überlagerter äußerer Extremereignisse zu

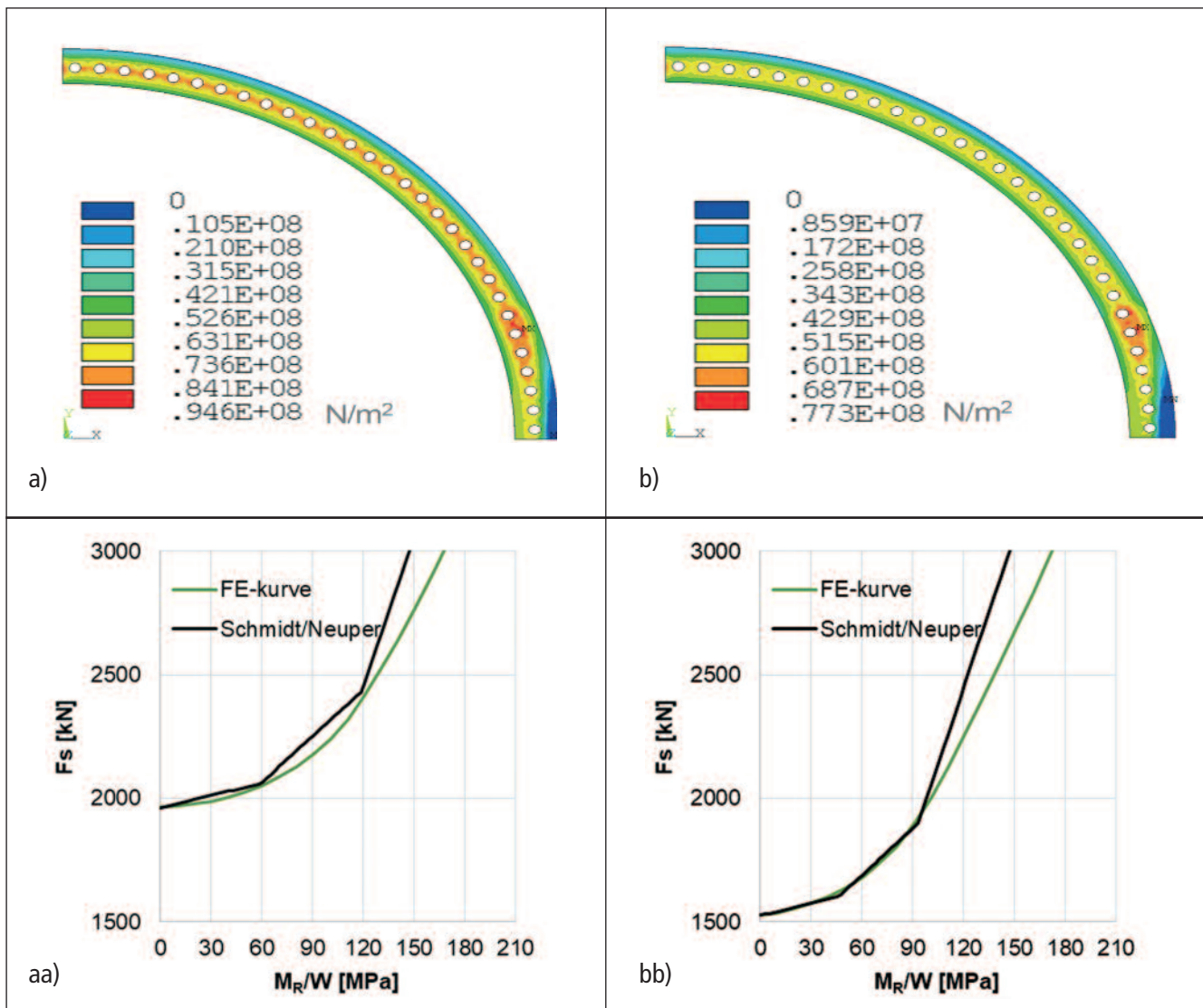


Abb. 20: Vergleichende Gegenüberstellung der Schraubenkraftfunktion in Abhängigkeit von der Schraubenkraftfunktion für einen Ringflansch mit M72-Schrauben und einer Parallelklaffung von 0,4 mm

a): FE basierte Beanspruchungen nach dem Aufbringen der Vorspannkraft $0,9F_{p,c^*}$, aa): resultierende Schraubenkraftfunktion für $0,9F_{p,c^*}$,
 b): FE basierte Beanspruchungen nach dem Aufbringen der Vorspannkraft $0,7F_{p,c^*}$, bb): resultierende Schraubenkraftfunktion für $0,7F_{p,c^*}$

berücksichtigen. Hierfür ist in **Abb. 20** für eine Ringflanschverbindung mit einer exemplarisch gewählten Parallelklaffung von 0,4 Millimeter die Schraubenkraftfunktion ermittelt worden. Für diesen Fall von 0,4 Millimeter Parallelklaffung konnte die Schmidt-Neuper-Kurve gerade noch als repräsentativ für die Nachweisführung bewertet werden. In **Abb. 20 a)** wurde für diesen Fall eine Vorspannkraft von $0,9F_{p,c^*}$ aufgebracht und die zugehörige Schraubenkraftfunktion ermittelt und zusammen mit der Schmidt-Neuper-Kurve in **Abb. 20 aa)** dargestellt. Gleiches erfolgte in **Abb. 20 b)** und in **Abb. 20 bb)**, jedoch mit einer verminderten Vorspannkraft von $0,7F_{p,c^*}$. Es zeigen sich geringfügige Überschreitungen im ersten und zweiten Bereich der Schmidt-Neuper-Kurve, die auf eine Unterschätzung der Ausnutzungsgrade für Ermüdung schließen lassen, falls anstatt der FE-basierten die Schmidt-Neuper-Kurve für die Nachweisführung in Ansatz gebracht wird.

Hieraus lässt sich beispielhaft zeigen, dass die Überlagerung der Parallelklaffungen in Kombination mit auftretenden Vorspannkraftverlusten zu einer bemessungskritischen Nachweissituation führen kann, die bisher normativ nicht abgedeckt ist.

5 Zusammenfassung

Für Ringflanschverbindungen, die nach den einschlägigen Regelwerken ausgeführt und bemessen werden, liegen die Nachweisführungen nicht zwangsläufig auf der sicheren Seite, wie in den Kapiteln 3 und 4 für unterschiedliche Arten und Größen der Klaffungen gezeigt wird. Für Ringflanschverbindungen heute üblicher Größe konnte in Kombination mit auftretender Parallelklaffung gezeigt werden, dass durch den fehlenden Formschluss und den hierdurch verhinderten Aufbau eines Druckkörpers höhere Schraubenkraftschwingbreiten erwartbar sind. Es wurde zudem exemplarisch gezeigt, bis zu welchen Größen der Parallelklaffung gerade noch die oftmals genutzten Bemessungsansätze nach *Schmidt-Neuper* auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse produzieren. Zweifelsfrei konnte jedoch gezeigt werden, dass Ebenheiten nach [13], bezogen auf 30 Grad, zu einem Millimeter je Flansch und, bezogen auf 360 Grad, zu zwei Millimeter je Flansch, oberhalb der Grenzwerte der Ebenheiten liegen, die als zulässig beziehungsweise als durch *Schmidt-Neuper* abgedeckt eingestuft wurden. Damit sind gegebenenfalls konstruktive Zusatzmaßnahmen [2] oder rechnerische Zusatzmaßnahme bei der Nachweis-

führung unter Berücksichtigung größerer Klaffungen zu berücksichtigen.

Es sei an dieser Stelle jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass die tatsächlich auftretenden Größen der Parallelklaffung nicht zwingend, wie im Rahmen dieses Aufsatzes angenommen, der doppelten Größe der zugelassenen Ebenheitstoleranz je Flansch entspricht. Dies stellt insofern eine konservative Annahme dar, als dass vorausgesetzt wird, dass beide maximalen Ebenheitsausschläge der beteiligten Flansche an gleicher Stelle auftreten. In der Praxis wird dies wohl eher eine Ausnahme sein.

In Bezug auf auftretende Winkelklaffungen sind in Kombination mit äußeren Extrembelastungen zusätzlich plastische Dehnungen in den Schrauben zu erwarten. Dies gilt unabhängig von der Größe des Schraubendurchmessers. Die Wahrscheinlichkeit für plastische Dehnungen im Flansch, direkt unterhalb der Scheiben, scheint dagegen größenbedingt zuzunehmen. Die Summe dieser plastischen Dehnungen kann nach einem im Grenzzustand der Tragfähigkeit untersuchten Extremlastereignis eine Reduzierung der Schraubenvorspannkraft bewirken. Da sich die tatsächlich vorhandene Vorspannkraft signifikant auf das Ermüdungsverhalten einer Schraube auswirkt, sollte jede Reduzierung Berücksichtigung finden. Die hier aufgrund der beschriebenen Effekte festgestellte Verlusthöhe bleibt für die angenommen nachweisrelevanten charakteristischen Lastniveaus im Rahmen der ohnehin zu berücksichtigenden Abminderung.

Wie die Untersuchung gezeigt hat, muss dies bei abweichenden Randbedingungen nicht immer der Fall sein, und größere Vorspannkraftverluste können festgestellt werden. Dies gilt insbesondere, wenn die plastischen Dehnungen und hiermit verbundene Vorspannkraftverluste unter Annahme von gamma-fachen Designlasten ermittelt werden, wie im Grenzzustand der Tragfähigkeit gefordert.

Abschließend empfehlen wir, die diskutierten Effekte infolge Parallelklaffung, Winkelklaffung sowie die davon separat festgestellten unvermeidbaren plastischen Dehnungen der Flansche unterhalb der Unterscheiben der Schraubengarnituren weiter systematisch zu erforschen und die gebündelten Erkenntnisse in eine überarbeitete DAST Richtlinie 021 oder andere einschlägige Regelwerke einfließen zu lassen. Aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Schrauben großer Durchmesser sollte darüber hinaus eine Standardisierung der Anforderungen im Rahmen des DIN diskutiert werden.

6 Literatur

- [1] Schmidt, H., Neuper, M.: Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben. Stahlbau, 66: 163-168, 1997
- [2] Jakubowski, A., Schmidt, H.: Numerische Untersuchungen zur Ermüdungsbeanspruchung vorgespannter Ringflanschstöße mit Imperfektionen. Stahlbau, 73: 517-524, 2004
- [3] Jakubowski, A., Schmidt, H.: Ermüdungssichere Bemessung vorgespannter Ringflanschstöße unter Berücksichtigung von Flanschimperfektionen. Stahlbau, 74: 452-461, 2005
- [4] Jakubowski, A., Schmidt, H.: Experimentelle Untersuchung an vorgespannten Ringflanschstößen mit Imperfektionen. Stahlbau, 72: 188-196, 2003
- [5] Jakubowski, A.: Ermüdungssichere Bemessung geschraubter Ringflanschstöße in turmartigen Stahlbauten unter besonderer Berücksichtigung von Flanschimperfektionen. Dissertation Universität Essen, 2003
- [6] Mangold, A.: FEM-Untersuchung zur Beurteilung des Einflusses von geometrischen Imperfektionen auf die Lebensdauer von Schraubenverbindungen bei Windkraftanlagen. Stahlbau, 74: 462-470, 2005
- [7] Wirth, R., Lüddecke, F., Al Otaibi, W., Künzel, A.: Monopfahlgründungen – Besonderheiten der stahlbaulichen Nachweisführung von geramten Ringflanschen. Stahlbau, 84: 689-702, doi:10.1002/stab.201510313, 2015
- [8] Schwedler, M., Dörfeldt, S., Lüddecke, F., Seidel, M., Thiele, M.: Einflussfaktoren auf die Vorspannkraft von Schrauben mit Durchmessern bis M72 in Ringflanschverbindungen. Stahlbau, 87: 149-161, doi:10.1002/stab.201810571, 2018
- [9] Seidel, M.: Tolerance requirements for flange connections in wind turbine support structures. Stahlbau, 87: 880-887, doi: 10.1002/stab.201810050, 2018
- [10] Petersen C.: Stahlbau – Grundlagen der Berechnung und baulichen Ausbildung von Stahlbauten, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2013
- [11] DIN 18088-3: Tragstrukturen für Windenergieanlagen und Plattformen - Teil 3: Stahlbauten; 2019-01
- [12] DNVGL-ST-0126: Support structures for wind turbines, 2018-07
- [13] DIBt 2012: Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, 2012-10
- [14] DIN EN 1993-1-8: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen, 2010-12
- [15] DIN EN 1993-1-9: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung, 2010-12
- [16] DIN EN 1090-2: Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Part 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken, 2011-10
- [17] VDI 2230: Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubverbindungen – Zylindrische Einschraubverbindungen; Verein Deutscher Ingenieure; 2014-12
- [18] DIN EN ISO 1101: Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Geometrische Tolerierung - Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2017); 2017-09
- [19] DAST-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M72, entsprechend DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6, 2013
- [20] DIN EN 14399-4: Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau – Teil 4: System HV – Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern, 2015-04
- [21] E-DIN EN 61400-6: Windenergieanlagen – Teil 6: Auslegungsanforderungen an Türme und Fundamente (IEC 88/619/CDV:2017), Deutsche Fassung prEN 61400-6:2017, 2017-11
- [22] DIN 18088-1: Tragstrukturen für Windenergieanlagen und Plattformen – Teil 1: Grundlagen und Einwirkungen, 2019-01

Neue Aufgaben für das Deutsche Institut für Bautechnik: Produktinformationsstelle für das Bauwesen und Gutachten Die anerkannten Prüfindenieure sollen kraft Gesetzes an der Marktüberwachung harmonisierter Bauprodukte mitwirken

Wie in jedem Jahr so auch auf der diesjährigen Arbeitstagung der Bundesvereinigung der Prüfindenieure für Bautechnik (BVPI) im September in Hannover: In bewährter Tradition gab der Präsident des Deutschen Instituts für Bautechnik, Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft, den deutschen Prüfindenieuren und Prüfsachverständigen und ihren zahlreichen Gästen einen „Aktuellen Bericht aus dem DIBt“. Themen seiner diesjährigen Präsentation waren der Stand der Umsetzung des novellierten Baurechts, neue Aufgaben, Zahlen und Hilfestellungen des Instituts – darunter auch nützliche Hilfen für Prüfindenieure und Prüfsachverständige – und eine ausführliche Darstellung der Möglichkeiten und Grenzen der Marktüberwachung CE-gekennzeichneter Bauprodukte. Unter dem Titel „Sonstige Neuigkeiten“ stellte Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft zudem dar, in welchem Umfang und mit welcher Motivation zahlreiche Länder der Welt gegenwärtig darüber nachdenken, das deutsche Vier-Augen-Prinzip der staatlichen Bauüberwachung und -kontrolle auch für das eigene Land zu übernehmen.



Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft

studierte Konstruktiven Ingenieurbau an der TU Berlin und war danach in verschiedenen Ingenieurbüros tätig, wo er Tragwerke plante, Standsicherheitsnachweise prüfte und an der Softwareentwicklung mitarbeitete. 2003 übernahm er die Leitung der Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Seit 2009 ist Gerhard Breitschaft Präsident des Instituts und leitet in dieser Funktion auch das Bautechnische Prüfamts. Seit 2012 vertritt er zudem als Beauftragter des Bundesrats die Interessen der Bundesländer im Ständigen Ausschuss für das Bauwesen (StAB), dem EU-weiten Beratungsgremium der Europäischen Kommission für Fragen der praktischen Umsetzung der Bauproduktenverordnung.

1 Stand der Umsetzung des novellierten Baurechts in den Bundesländern

Bekanntlich muss eine Novellierung des Baurechts, wie sie sich in der Musterbauordnung (MBO) 2016 manifestiert, in Landesrecht umgesetzt werden. Denn die MBO ist selbst kein unmittelbares Recht, sondern eine Vorlage mit Mindestanforderungen, die von der Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Bauministerkonferenz) als Grundlage für die Bauordnungen der Länder erarbeitet wird. Am 13. Mai 2016 wurde die MBO auf Beschluss der Bauministerkonferenz geändert. Ziel der Änderungen war es, das Bauordnungsrecht mit den europäischen Vorgaben besser in Einklang zu bringen und zu einer Vereinfachung der Verfahren und des materiellen Bauordnungsrechts beizutragen. Die meisten Bundesländer haben ihre Landesbauordnungen inzwischen novelliert. In drei Ländern steht die Umsetzung der Änderungen noch aus: in Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland und in Schleswig-Holstein (Abb. 1).

Analog muss die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in Landesrecht umgesetzt werden. Bis dato steht diese Umsetzung noch in vier Ländern aus: in Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Schleswig-Holstein (Abb. 2). De facto kann die MVV TB in der derzeit veröffentlichten Fassung jedoch bereits in allen Ländern angewendet werden, da es in jenen Ländern, in denen sie noch nicht gültig ist, landesrechtliche Erlasse gibt, die ihre Anwendung ermöglichen. Die Bauregellisten in ihrer alten Form wurden auf Mahnen der Europäischen Kommission aufgehoben. Für die wenigen Bundesländer, die in ihren Bauordnungen noch auf die Bauregellisten und Liste C verweisen, gelten diese Verweise als Verweise auf die MVV TB.

Die Rechtsgrundlage für die Technischen Baubestimmungen findet sich in den Bauordnungen der Länder. Dort wird (meist in Paragraph 85a) darauf verwiesen, dass die allgemeinen Anforderungen der Bauordnungen durch Technische Baubestimmungen konkretisiert werden können. Diese Konkretisierung erfolgt durch die Landesverwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB), die die Länder auf Grundlage der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen erstellen.

Das Muster für diese Verwaltungsvorschriften, die MVV TB, veröffentlicht das DIBt nach Anhörung der beteiligten Kreise im Einvernehmen mit den Obersten Bauaufsichtsbehörden (vgl. MBO, § 85a Abs. 5).

2018 liefen die Anhörungen für eine Neufassung der MVV TB (Ausgabe 2019/1). Viele der Anregungen und Vorschläge der Fachöffentlichkeit wurden dabei aufgegriffen und in die Neufassung der Verwaltungsvorschrift aufgenommen. Zurzeit befindet sich die MVV TB 2019/1 im sogenannten Notifizierungsverfahren, einem Verfahren, bei dem die anderen Mitgliedstaaten der EU und die Europäische Kommission die

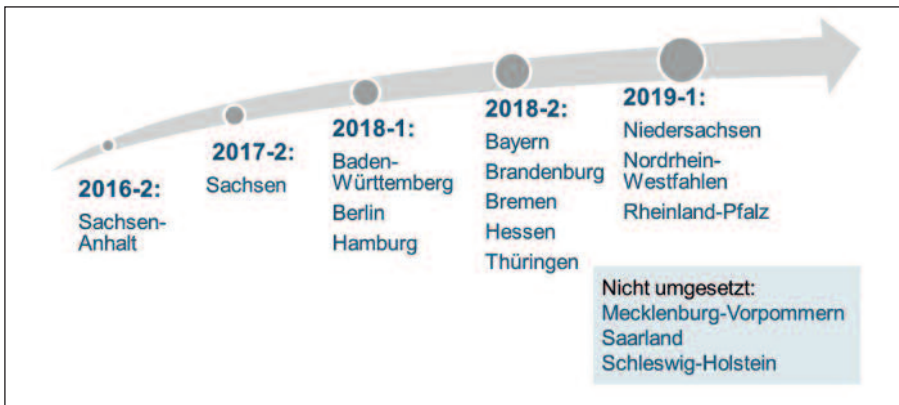


Abbildung: DIBt, Berlin

Abb. 1: Stand der Umsetzung der novellierten Musterbauordnung in den Bundesländern



Abbildung: DIBt, Berlin

Abb. 2 Stand der Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

Möglichkeit erhalten, vorab zu den geplanten technischen Regelungen Stellung zu nehmen. Im Rahmen des Verfahrens sind zwei ausführliche Stellungnahmen eingegangen, wodurch sich die Stillhaltefrist für die MVV TB 2019/1 bis Dezember dieses Jahres verlängert hat. Das bedeutet, dass die Länder die MVV TB frühestens ab Dezember in Landesrecht umsetzen dürfen. Wer wissen möchte, wie die geplante Neufassung aussieht und was sich ändern wird, kann die notifizierte Fassung in der TRIS-Datenbank der Europäischen Kommission, (Technical Regulation Information Service) unter der Nummer 2019/306/D einsehen (<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/de/search/>).

2 Neue Aufgaben, neue Zahlen, neue Hilfestellungen

Die Aufgaben des DIBt sind im sogenannten DIBt-Abkommen verankert, das die Länder und der Bund miteinander vereinbart haben. Zusätzlich zu diesem Abkommen haben der Bund und die Länder nun ein Verwaltungsabkommen geschlossen. Der Weg über ein Verwaltungsabkommen ermöglicht eine schnellere und flexiblere Aufgabenübertragung von den Ländern auf das DIBt ohne Befassung der Länderparlamente. Ein erstes Verwaltungsabkommen ist am 1. Juni 2019 in Kraft getreten. Mit ihm wurden dem DIBt sechs neue Aufgaben übertragen. Davon sind jedoch nur zwei Aufgaben wirklich neu, die anderen vier materialisieren Anpassungen an geltendes Recht.

Im Folgenden werden die zwei hinzugekommenen Aufgabenfelder des DIBt vorgestellt. Zudem werden die Entwicklungen im Bereich der ebenfalls noch recht neuen freiwilligen DIBt-Gutachten präsentiert, die das DIBt infolge der Baurechtsnovelle seit Juli 2017 ausstellt, und aktuelle Zahlen aus dem Bewertungswesen insgesamt genannt. Unter

dem Aspekt „neue Hilfestellungen“ soll exemplarisch das Informationsportal Bauprodukte und Bauarten vorgestellt werden.

2.1 Produktinformationsstelle für das Bauwesen (PCPC)

Nach der Bauproduktenverordnung richtet jeder Mitgliedstaat eine Produktinformationsstelle für das Bauwesen (Englisch: Product Contact Point for Construction oder kurz PCPC) ein. Sie informiert insbesondere ausländische Hersteller über die Rechtslage beim Inverkehrbringen und Bereitstellen ihrer Bauprodukte auf dem Markt. Die Produktinformationsstelle klärt also insbesondere darüber auf, was – neben den europäischen Vorschriften – zu beachten ist, wenn ein Produkt auf einen bestimmten nationalen Markt – beispielsweise den deutschen – gebracht werden soll. Diese Aufgabe oblag bislang der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), der das DIBt fachlich zuarbeitete. Seit dem 1. Juni 2019 hat das DIBt die Aufgabe vollständig übernommen. Dazu hat das DIBt eine neue, zweisprachige Internetseite online gestellt, die *häufig gestellte Fragen* (FAQ) beantwortet (siehe www.pccp-germany.de). Für weitergehende Fragen empfiehlt sich die direkte Kontaktaufnahme.

2.2 Zuständige Behörde nach dem Strahlenschutzgesetz

Ebenfalls übertragen wurde die Aufgabe der *Zuständigen Behörde* nach dem Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz von 2017). Grundlage des Gesetzes ist eine europäische Richtlinie (2013/59/Euratom), deren Ziel es ist, einen grundlegenden Schutz vor ionisierender, also energiereicher Strahlung zu gewährleisten. Das Strahlenschutzgesetz betrifft vor allem Hersteller von Bauprodukten, die mineralische Primärrohstoffe oder Rückstände enthalten. Bevor sie ein Produkt auf den Markt bringen, müssen sie ermitteln, welche Strahlung von dem Produkt emittiert wird. Wird ein gewisser Grenzwert radioaktiver Strahlung über-

schritten, muss der Hersteller dies der zuständigen Behörde melden. Die zuständige Behörde entscheidet dann, ob und gegebenenfalls mit welchen Auflagen – zum Beispiel hinsichtlich der Anwendung in Innenräumen –, das Produkt auf den Markt gebracht werden kann. Einen Monat hat die zuständige Behörde für die Entscheidung Zeit.

Derzeit laufen die Vorbereitungen für die praktische Übernahme der Aufgabe. Denn eine Konkretisierung der Rolle des DIBt durch die Länder steht noch aus. Es muss geklärt werden, wie die Aufgabenverteilung zwischen DIBt und Ländern im Detail aussehen soll.

2.3 DIBt-Gutachten

Ein weiteres noch recht neues Serviceangebot des DIBt sind die DIBt-Gutachten. Sie können freiwillig in Auftrag gegeben werden und bestätigen, dass Anforderungen an bauliche Anlagen bei Einbau des fraglichen Produkts eingehalten werden. Solche freiwilligen Nachweismöglichkeiten sind nur für harmonisierte Bauprodukte vorgesehen, bei denen mit der harmonisierten Norm nicht alle erforderlichen Leistungen erklärt werden können.

Derzeit gibt es eine zweistellige Anzahl an Gutachten für Bodenbeläge, in denen Anforderungen an den Gesundheitsschutz bestätigt werden, die über die harmonisierte Norm nicht erklärt werden können (obwohl das Normungsmandat das entsprechende Merkmal vorsieht). Für Betoninstandsetzungsprodukte wurden momentan circa zehn Gutachten ausgestellt. Sie bestätigen die Einhaltung von Anforderungen an die Standsicherheit. Eine besondere Herausforderung bei der Erstellung dieser Gutachten war – neben der Klärung der grundsätzlichen Verwendbarkeit der Produkte und der Feststellung ihrer Eignung zur Betoninstandsetzung – die Berücksichtigung bestehender Anforderungen aus dem Verkehrswegebau.

Insgesamt lassen sich über den gesamten Bereich der Produktbewertung und -zulassung Veränderungen infolge der Bauordnungsrechtsnovelle feststellen.

Im Jahr 2016 verzeichnete das DIBt einen Rückgang der Zahl der Zulassungen. Grund hierfür war wohl zum einen ein vorsichtiges Abwarten der Hersteller. Zum anderen ist für die CE+Ü-Produkte die Zulassungspflicht entfallen. 2017 und 2018 ist die Zahl der nationalen Bescheide gegenüber 2016 wieder gestiegen. In diesem Jahr rechnet das DIBt mit einem weiteren Anstieg, da das Institut bereits im ersten Halbjahr 2019 mehr als 1100 Zulassungen und Bauartgenehmigungen erteilt hat.

Angewachsen ist seit 2016 auch die Zahl der Europäischen Technischen Bewertungen (ETA). Dennoch ist sie insgesamt immer noch deutlich geringer als die Zahl der nationalen Bescheide. Alles in allem sind derzeit rund 8000 allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) und allgemeine Bauartgenehmigungen (aBG) gültig. Außerdem erleichtern rund 1800 ETA des DIBt den europaweiten Handel mit Bauprodukten.

2.4 Neues Informationsportal Bauprodukte und Bauarten

Auf der Internetseite des DIBt steht den Herstellern und den am Bau Beteiligten seit Kurzem ein neues Informationsportal zur Verfügung, auf dem sie sich über Bauprodukte und Bauarten informieren können. Das Portal versucht die Regelungen zu den einzelnen Produkten und Bauarten in einfacher und verständlicher Weise zusammenzufassen und bietet zudem Hinweise zur MVV TB und zahlreiche weiterführende Informationen. Im Einzelnen findet man hier:

- Beschreibungen von derzeit rund 220 Produktgruppen,
- Erläuterungen zum bauaufsichtlichen Rahmen,
- einschlägige Technische Regeln,
- Hinweise und Empfehlungen,
- Antragsformulare,
- Rechtsgrundlagen,
- Partner für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung,
- eine Übersicht über die erteilten Zulassungen, Genehmigungen und Europäischen Technischen Bewertungen (ETA) im jeweiligen Bereich sowie über
- ausgestellte Gutachten (sofern die Auftraggeber zustimmen),
- Verlinkungen zu weiteren Dokumenten, wie zum Beispiel Publikationen und Vorträgen.

In diesem Zusammenhang sollte auch erwähnt werden, dass ab 2020 Zulassungen, Bauartgenehmigungen und ETA kostenfrei und im Volltext von der Website des DIBt heruntergeladen werden können. Damit folgt das DIBt dem Grundsatz, dass rechtlich relevante Informationen den Nutzern kostenfrei zur Verfügung stehen sollten.

3 Das DIBt als gemeinsame Marktüberwachungsbehörde der Länder

Der Europäische Binnenmarkt ist nach Bruttoinlandsprodukt der größte Binnenmarkt der Welt. Was auf europäischer Ebene passiert, hat weltweite Resonanz. Der europäische Binnenmarkt basiert dabei auf vier Grundfreiheiten, namentlich der des freien Verkehrs von Waren, Dienstleistungen, Personen und Kapital. Für die Baubranche – Stichwort Bauproduktenverordnung – ist dabei insbesondere der freie Warenverkehr von Interesse. Das Erkennungszeichen für Waren, die auf dem Binnenmarkt frei gehandelt werden dürfen, ist die CE-Kennzeichnung. Doch wie kann ein falscher Gebrauch oder Missbrauch dieses Zeichens verhindert und das Vertrauen in die CE-Kennzeichnung dauerhaft gewahrt werden? Hier knüpft die Marktüberwachung an.

3.1 Was sind die Ziele der Marktüberwachung?

Eine Marktüberwachung gibt es für alle harmonisierten Produkte, also auch für harmonisierte Bauprodukte. Die Marktüberwachung im Bauproduktenbereich soll sicherstellen, dass Bauprodukte, die im Binnenmarkt in Verkehr sind und frei gehandelt werden, die Harmonisierungsvorschriften erfüllen, dass Leistungserklärungen, CE-Kennzeichnungen und Begleitunterlagen vorhanden und korrekt sind und dass von den harmonisierten Produkten keine ernste Gefahr ausgeht.

Die gesetzlichen Grundlagen der Marktüberwachung sind die

- Marktüberwachungsverordnung (Verordnung (EG) Nr. 765/2008) über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (in Kraft seit dem 1. Januar 2010),
- neue Marktüberwachungsverordnung (Verordnung (EU) 2019/1020), die ab dem 16. Juni 2021 vollständig in Kraft treten wird und die
- EU-Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates (vollumfänglich in Kraft seit 1. Juli 2013). Als einschlägiges Spezialrecht geht die EU-Bauproduktenverordnung gegebenenfalls den zuvor genannten allgemeinen Verordnungen vor.

3.2 Gegenstand der Marktüberwachung im Bausektor

Gegenstand der Marktüberwachung im Bausektor sind Produkte nach *harmonisierten* europäischen Produktnormen und Produkte mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA). Beide tragen die CE-Kennzeichnung.

Marktüberwachung darf nicht mit Bauordnungsrecht verwechselt werden. Die Marktüberwachung hat zur Aufgabe, formale Mängel in Bezug auf die CE-Kennzeichnung, die Leistungserklärung und die Begleitunterlagen aufzudecken und gegebenenfalls bei materiellen Produktmängeln einzugreifen. Sie überprüft aber nicht die *Verwendbarkeit* der Produkte, das heißt die Einhaltung bauordnungsrechtlicher Anforderungen an den Einbau von Bauprodukten in Bauwerke. Dafür sind die Bauaufsichtsbehörden und die von ihnen beliehenen Personen und Unternehmen zuständig, also auch die amtlich anerkannten Prüfingenieure.

Falls die Marktüberwachungsbehörden im Rahmen eines Vorgangs Kenntnis von mangelhaften Produkten erhalten, die in bestimmten Bauwerken verwendet wurden, können sie darüber die Bauaufsichtsbehörden informieren. Umgekehrt ist dies sogar noch etwas strenger (als „Soll-Bestimmung“) formuliert. Das heißt, wenn Prüfingenieure oder Prüfsachverständige auf einer Baustelle eine falsche oder gar missbräuchliche Verwendung der CE-Kennzeichnung feststellen oder unsinnige oder gar keine Leistungserklärungen vorfinden, sind sie gesetzlich gehalten, solche Missstände den zuständigen Marktüberwachungsbehörden zu melden. Dazu heißt es in Paragraf 81 Absatz 6 der MBO:

Die Bauaufsichtsbehörde oder der Prüfsachverständige soll, soweit sie oder er im Rahmen der Bauüberwachung Erkenntnisse über systematische Rechtsverstöße gegen die Verordnung (EU) 305/2011 erlangen, diese der für die Marktüberwachung zuständigen Stelle mitteilen.

Die Marktüberwachungsbehörden kümmern sich dann um die weitere Behandlung möglicher Fälschungen, unzureichender Produkteigenschaften oder anderer formaler und materieller Mängel.

3.4 Wie wird überwacht?

Die Marktüberwachung agiert einerseits anlassbezogen als „reaktive Marktüberwachung“, insbesondere dann, wenn zu einem Bauprodukt Beschwerden eingehen (oft seitens der Wettbewerber).

Andererseits praktizieren die Marktüberwachungsbehörden eine „aktive Marktüberwachung“. Dabei werden auf der Grundlage eines Marktüberwachungsprogramms bundesweit Kontrollen durchgeführt. Es werden jährliche Festlegungen getroffen, welche Produktgruppen im jeweiligen Jahr stichprobenhaft überprüft werden.

Im Rahmen der Kontrollen prüft die zuständige Behörde zum Beispiel, ob es Widersprüche zwischen der Leistungserklärung, der CE-Kennzeichnung und den beigefügten Unterlagen (Gebrauchsanleitung etc.) gibt. Wenn sich bei den Kontrollen ein Verdacht auf materielle Mängel ergibt – das heißt, wenn die Marktüberwachungsbehörden der Länder Grund zu der Annahme haben, dass die tatsächlichen Leistungen eines Produkts von den in der Leistungserklärung deklarierten abweichen – geben sie die weitere Bearbeitung an das DIBt als gemeinsame Marktüberwachungsbehörde ab.

3.5 Wo wird kontrolliert?

Die aktive Marktüberwachung geschieht zum Beispiel in Baumärkten (Abb. 3), im Großhandel (Abb. 4) und beim Zoll (Abb. 5).



Foto: DIBt, Berlin

Abb. 3: Die Marktüberwachung ist ein wichtiger Baustein der europäischen Harmonisierung. Kontrollen der Marktüberwachung finden zum Beispiel vor Ort in Baumärkten ...



Foto: DIBt, Berlin

Abb. 4: ... beim Großhandel und ...



Abb. 5 ... beim Zoll statt.

3.5 Was kommt nach der Kontrolle?

Falls Bauprodukte bei den Kontrollen Mängel aufweisen – sei es formaler und/oder materieller Art – oder wenn bestimmte Anforderungen aus den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union nicht erfüllt werden, prüft die Marktüberwachungsbehörde mögliche Maßnahmen. Hierzu gehören:

- die Untersagung der Bereitstellung,
- die Anordnung von Rückruf oder Rücknahme,
- eine Warnung der Öffentlichkeit vor Risiken, die mit dem mangelhaften Bauprodukt verbunden sind.

Gegebenenfalls kann auch veranlasst werden, dass Produkte, die eine ernste Gefahr darstellen, vernichtet oder auf andere Weise unbrauchbar gemacht werden.



Foto: DIBt, Berlin

Abb. 6: Die Kontrollen im Zuge der Marktüberwachung beschränken sich nicht auf rein formale Überprüfungen, sondern ...

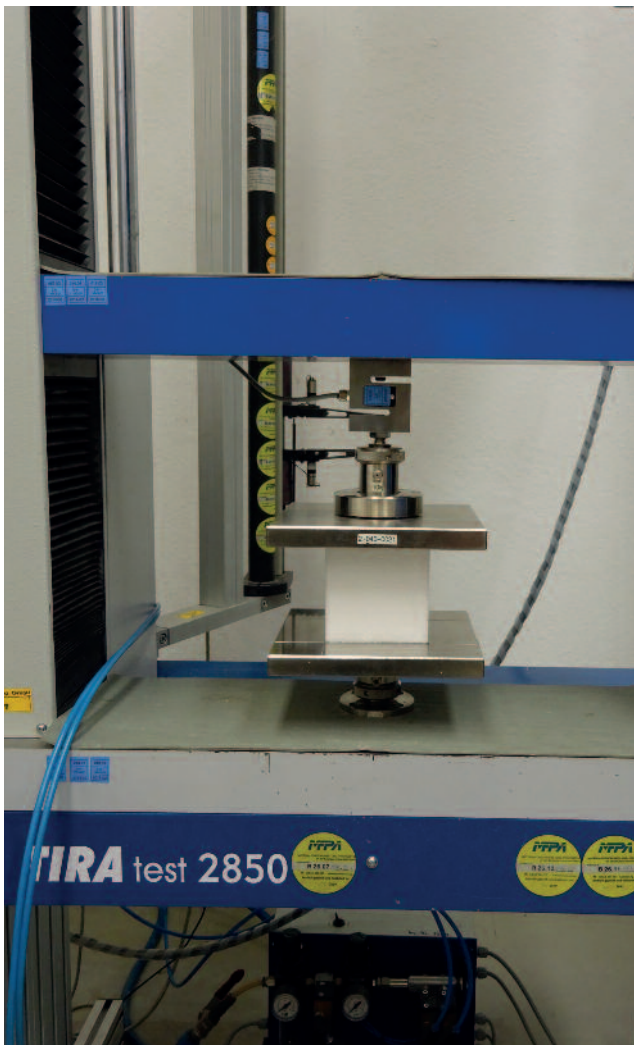


Foto: MFPA Leipzig

Abb. 7: ... umfassen auch Labor-Untersuchungen, in deren Rahmen bei Verdacht auf einen Mangel materielle Eigenschaften der Bauprodukte überprüft werden.

3.6 Aufgaben des DIBt in der Marktüberwachung

Das DIBt ist – sowohl für den Hochbau als auch für den Straßenbau – die Koordinierungsstelle der Marktüberwachungsbehörden der sechzehn Bundesländer. Zudem führt das Institut die Geschäfte des Arbeitskreises Marktüberwachung BAU (AK MÜ BAU). Im Rahmen seiner Tätigkeit ist das DIBt eng mit den europäischen Marktüberwachungsbehörden vernetzt und vertritt beispielsweise die deutsche Marktüberwachung in der Administrative Cooperation Group for Market Surveillance nach der Bauproduktenverordnung (AdCo CPR).

Als gemeinsame Marktüberwachungsbehörde der Länder

- führt das DIBt Marktüberwachungsverfahren in Fällen durch, die von den Marktüberwachungsbehörden der Länder abgegeben wurden, zum Beispiel weil eine Beurteilung der materiellen Beschaffenheit des Bauprodukts Voraussetzung für Maßnahmen oder Anordnungen ist,
- kooperiert das DIBt mit Wirtschaftsakteuren im Hinblick auf freiwillige Maßnahmen und kontrolliert Korrekturmaßnahmen beziehungsweise ordnet Maßnahmen an,
- koordiniert das DIBt die Marktüberwachungsverfahren der Länder und berät deren Marktüberwachungsbehörden fachlich,
- koordiniert das DIBt die Zusammenarbeit mit dem Zoll, mit dem es eine enge Kooperation pflegt. Bei den Zollbehörden fallen insbesondere immer wieder Bauprodukte auf, deren Produktdokumentation mangelhaft ist. Dann sind schnelle Entscheidungen gefragt, zum Beispiel, weil ein Schiff auf Entladung im Hafen wartet. Deshalb ist eine zentrale Anlaufstelle – wie das DIBt – für den Erfolg und die Effizienz der Marktüberwachung insgesamt äußerst wichtig.

3.7 Zuständigkeiten der Marktüberwachungsbehörden der Länder

In vielen Fällen beginnt die Marktüberwachung bei den Landesbehörden für die Marktüberwachung. Sie

- sind zuständig für die Verfahren zur aktiven und reaktiven Marktüberwachung von harmonisierten Bauprodukten,

- führen Produktkontrollen vor Ort durch, wobei sie auf Grundlage der einschlägigen harmonisierten technischen Spezifikation prüfen (formale Konformität),
- ergreifen Maßnahmen bei Produkten, die die Anforderungen der EU-Bauproduktenverordnung nicht erfüllen oder die mit einer ernstlichen Gefahr verbunden sind,
- kooperieren mit Wirtschaftsakteuren im Hinblick auf freiwillige Maßnahmen und kontrollieren Korrekturmaßnahmen beziehungsweise ordnen geeignete Maßnahmen an.

Die Kontakte der Marktüberwachungsbehörden der Länder können auf der Website des DIBt heruntergeladen werden.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Marktüberwachungsbehörden der Länder gehen also aktiv in die Märkte hinein, nehmen Proben und schauen sich die Papiere und die CE-Kennzeichnung an (**Abb. 6**). Wenn eine Produktprüfung angezeigt ist, geben sie den Vorgang an das DIBt ab. Das DIBt beauftragt dann ein geeignetes Prüfinstitut (**Abb. 7**).

Ein gutes Beispiel für die Effektivität der Marktüberwachung bietet die Spanplatte eines tschechischen Herstellers, die über einen Kölner Händler auf den deutschen Markt gekommen war. Gegen diese gab es eine Anzeige der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Sie solle die nach der Norm zulässigen Werte für die Formaldehydemission um 70 Prozent überschreiten. Das bedeutete einen Verstoß gegen die Chemikalienverbotsverordnung. Weil Formaldehyd toxisch ist und Krebs verursachen kann, beauftragte das DIBt umgehend Produktprüfungen, deren Ergebnis die Vermutung bestätigte. Bei der Risikobewertung wurde festgestellt, dass diese Spanplatte eine ernsthafte Gefahr darstellt. Das DIBt wandte sich daraufhin an den Hersteller, der sich sehr einsichtig zeigte. Er nahm – auf freiwilliger Basis – das Produkt vom Markt und traf in Abstimmung mit dem DIBt weitere Maßnahmen, um sicherzustellen, dass nur noch solche Spanplatten auf dem Markt bereitgestellt werden, die die Grenzwerte einhalten. Außerdem unterrichtete der Hersteller seine Endkunden und warnte sie vor Gefahren von bereits verbauten Spanplatten, deren Kontakt zur Innenraumluft nicht signifikant reduziert wurde (zum Beispiel durch eine Diffusionsbremse/-sperre wie Bodenbeläge, Vinyltapeten etc.).

Wenn Produkte vom Markt genommen oder Warnungen in den Märkten ausgehängt werden, in denen gefährliche Produkte vertrieben wurden, werden diese Informationen auch auf den Internetseiten des europäischen Schnellwarnsystems RAPEX (Rapid Exchange of Information System) veröffentlicht. Über RAPEX werden Informationen aus den Mitgliedstaaten über gefährliche oder potentiell gefährliche Verbrauchsgüter (ausgenommen Lebensmittel und pharmazeutische Produkte sowie Medikamente) ausgetauscht. Via RAPEX wurde – mit Duldung des Herstellers – auch in diesem Fall europaweit vor den Spanplatten gewarnt.

Bei der Abwicklung dieses Falls stand das DIBt in engem Kontakt mit der tschechischen Marktüberwachungsbehörde (der zuständigen Behörde für den Hersteller) und mit den lokalen Behörden in Köln, die für die Chemikaliensicherheit zuständig sind. (Köln deswegen, weil dort der Händler seinen Sitz hat, der die Spanplatten in Deutschland vertrieben hat.)

Dieses Beispiel zeigt, dass ein auf Kooperation mit den Wirtschaftsakteuren bedachtes Handeln – wie es in der Marktüberwachung üblich ist und wie es auch das DIBt bei seinen Verfahren praktiziert – oft zielführender ist als Sanktionen, die gegebenenfalls langwierig über die Gerichte durchgesetzt werden müssen. Die bisherige Erfahrung zeigt auch, dass die Hersteller in der Regel sehr vernünftig und selbstkritisch reagieren, wenn sie auf Mängel oder Fehler ihres Produkts hingewiesen werden.

4 Sonstiges

Das DIBt wird bei einschlägigen Konferenzen und Tagungen im Ausland immer wieder gebeten, das deutsche System der Bauaufsicht und Bauüberwachung vorzustellen. Dabei erläutern die Referenten insbesondere auch, welche Aufgaben und Kompetenzen die Prüffingenieure und Prüfsachverständigen in Deutschland haben, welche Funktion und welche Pflichten sie erfüllen und mit welcher Effizienz sie hoheitliche/ordnungspolitische Aufgaben übernehmen. Das Interesse an diesen Informationen ist, wie die Referenten immer wieder feststellen, sehr groß. Viele Länder denken inzwischen darüber nach, das deutsche System zu übernehmen.

Im Mai dieses Jahres etwa waren DIBt-Präsident Gerhard Breitschaft und Dr.-Ing. Markus Wetzel sowie Prof. Dr.-Ing. Robert Hertle von der Bundesvereinigung der Prüffingenieure für Bautechnik (BVPI) zu einem Meinungs-, Erfahrungs- und Informationsaustausch in China eingeladen (siehe auch Seite 13). Dort stellten sie im Zuge des multilateralen Kontakts internationaler Bauaufsichtsorganisationen das deutsche Vier-Augen-System der Bauüberwachung vor und stießen auch hier auf reges Interesse.

Dieselbe Feststellung macht das DIBt in vielen anderen Ländern, neben China beispielsweise in Schweden, Australien, Neuseeland, Singapur oder Australien. Dort ist es in jüngerer Zeit aufgrund mangelhafter Baumaterialien zu mehreren tragischen Vorfällen (Bränden, Einstürzen) gekommen. Das Vier-Augen-Prinzip könnte hier, wie man dort immer mehr überzeugt zu sein scheint, wirksame Abhilfe schaffen (siehe ausführliche Darstellung im DIBt-Newsletter 1/2019).

Das DIBt wird seine Informationsarbeit und Kooperation mit Ländern aus aller Welt fortführen und dabei auch die Bedeutung der wertvollen und wichtigen Arbeit der Prüffingenieure und Prüfsachverständigen betonen.

Die Europäischen Gerichte nehmen keine Rücksicht auf das berechnete nationale bautechnische Sicherheitsempfinden Das Bauproduktenrecht droht den am Bau Beteiligten mit immer mehr praktischer und haftungsrechtlicher Relevanz

Die Gerichte der EU halten nationale Sicherheitsanforderungen an Bauwerke im Rahmen des EU-Bauproduktenrechts für irrelevant, weil die Bauproduktenverordnung Wirtschaftsrecht ist, das allein dem Binnenmarkt dient. Baurechtliche Sicherheitsrisiken, die vor allem Deutschland geltend gemacht hatte, sind also unbeachtlich. Die Gerichte folgen damit unbeirrt der Grundrichtung europäischer Politik: Zwecks Errichtung eines freien Binnenmarktes werden wirtschaftliche Interessen prinzipiell höher bewertet als die sicherheitsorientierten Anforderungen der nationalen Bauordnungen. Diese vom Europäischen Gerichtshof in einer Grundsatzentscheidung aus 2014 aufgestellten Prinzipien wurden nunmehr durch das nachgeordnete Gericht der Europäischen Union mehrfach bestätigt, obwohl man rechtlich durchaus zu dem Ergebnis hätte gelangen können, dass die EU-Kommission sich stärker um die nationalen Belange kümmern müsste. Damit bleibt das Problem der unvollkommenen technischen Harmonisierung von Bauprodukten bestehen, sodass die am Bau Beteiligten das Bauproduktenrecht weiterhin aufmerksam verfolgen sollten. Der folgende Beitrag gibt deshalb einen ausführlichen Überblick über den Stand der Rechtsprechung und deren Auswirkungen auf die Baupraxis. Zwei Fakten kann man hervorheben, die sich aus aktuellen nationalen Urteilen ableiten lassen. Erstens: Auch komplexe Rechtsfragen sind von Gerichten zu entscheiden, nicht von Sachverständigen. Zweitens: Eine fehlende CE-Kennzeichnung deutet immer darauf hin, dass keine Leistungserklärung vorliegt und daher Probleme bei der Erstellung der bautechnischen Nachweise auftreten können.



Ministerialdirektor a. D.
Michael Halstenberg

studierte Rechtswissenschaften in Köln, arbeitete von 1988 bis 2004 im Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr von NW in mehreren verantwortlichen Positionen, von 1999 bis 2004 war er gleichzeitig EU-Referent der Deutschen Bauministerkonferenz, von 2004 bis 2009 leitete er die Abteilung Bauwesen, Bauwirtschaft und Bundesbauten im Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Michael Halstenberg war von 2009 bis 2018 in der Kanzlei *HFk Rechtsanwälte LLP* in Düsseldorf und ist seit 2018 in der Düsseldorfer Dependence der Kanzlei *Kopp-Assenmacher & Nusser Rechtsanwälte* (Berlin/Düsseldorf) als Rechtsanwalt tätig.

1 Einführung

Das Bauproduktenrecht hat für die am Bau Beteiligten seit mehreren Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Das hat mehrere Gründe. Zum einen ist 2011 die Bauproduktenrichtlinie durch die Bauproduktenverordnung (BauPVO) abgelöst worden. Sie geht, da sie eine europäische Verordnung ist – im Gegensatz zu einer Richtlinie – in den Mitgliedstaaten als unmittelbar geltendes Recht im Rang den nationalen Gesetzen vor. Daher müssen auch die Bauordnungen der deutschen Länder der Bauproduktenverordnung entsprechen. Zum anderen hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) 2014 entschieden, dass die harmonisierten Normen nicht von nationalen Normen ergänzt werden dürfen, weil damit die gewollte europäische Harmonisierung in Frage gestellt würde [1]. Schließlich sind mittlerweile die Fundstellen von rund 400 harmonisierten Normen im EU-Amtsblatt veröffentlicht worden, sodass eine Vielzahl von Bauprodukten europäisch geregelt ist.

2 Rechtliche Bedeutung der harmonisierten Normen

Um das Thema richtig einzuordnen, ist zunächst darauf hinzuweisen, dass harmonisierte Normen keine Anforderungen an Bauprodukte stellen, und erst recht nicht an Bauwerke [2]. Gemäß Artikel 17 Absatz 3 der Bauproduktenverordnung enthalten harmonisierte Normen (nur) die Verfahren und Kriterien für die Bewertung der Leistung von Bauprodukten in Bezug auf ihre *Wesentlichen Merkmale*. Dabei beziehen sich harmonisierte Normen in der Regel auf einen Verwendungszweck der von ihr erfassten Produkte.

Die Wesentlichen Merkmale eines Bauprodukts sind diejenigen Merkmale, die sich auf die *Grundanforderungen* eines Bauwerks beziehen; sie sind in Anhang I der Bauproduktenverordnung aufgelistet und entsprechen praktisch den *Anforderungen* des Bauordnungsrechts an bauliche Anlagen. Sie umfassen insbesondere Anforderungen an die mechanische Festigkeit und an die Standsicherheit, darüber hinaus an den Brandschutz, an Hygiene und Gesundheit, Umweltschutz und Barrierefreiheit sowie an den Schallschutz und an den Wärmeschutz. Die Grundanforderungen sind aber trotz der Verwendung des Begriffs Anforderung, nicht als rechtlich verbindliche Anforderungen des europäischen Rechts an nationale bauliche Anlagen zu verstehen. Solche Anforderungen ergeben sich rechtlich verbindlich allein aus dem nationalen Recht, da die Mitgliedstaaten für die Sicherheit der Bauwerke allein zuständig sind [3]. In Anhang I der Bauproduktenverordnung sind diese Grundanforderungen, die die Mitgliedstaaten in dem jeweiligen nationalen Bauordnungsrecht festlegen, aber trotzdem (nachrichtlich) aufgeführt, um zu gewährleisten, dass in den harmonisierten Normen nur Mess- und Prüfverfahren für die Wesentlichen Merkmale eines Bauprodukts geregelt werden, das heißt, für Merkmale, die für die Erfüllung der national geregelten Grundanforderungen an ein Bauwerk von Bedeutung sind. In Deutschland sind das vor allem die techni-

schen Merkmale und solche Angaben, die der Bauherr für die Erstellung der bautechnischen Nachweise benötigt. Daher ist zum Beispiel die Druckfestigkeit eines Mauersteins, dessen Zweck die Verwendung für den konstruktiven Mauerwerksbau ist, ein Wesentliches Merkmal im Sinne der Bauproduktenverordnung, da diese sich auf die Grundanforderung Standsicherheit bezieht. Dagegen wäre die Farbe des Mauersteins kein wesentliches Merkmal, da es in den Mitgliedstaaten hierzu – mangels einer sicherheitstechnischen Relevanz – keine bauaufsichtliche Anforderung und demzufolge auch keine Grundanforderung an Bauwerke gibt.

Die Bauproduktenverordnung verpflichtet die Hersteller von solchen Bauprodukten, die von einer harmonisierten Norm erfasst werden, eine Leistungserklärung für das jeweilige Bauprodukt nach dem Muster der Bauproduktenverordnung zu erstellen (Art. 4 Abs. 1 BauPVO) und das Bauprodukt sodann mit einer CE-Kennzeichnung zu versehen (Art. 8 Abs. 2 BauPVO). Die Leistungserklärung enthält technische Angaben über die Leistung des Bauprodukts. Dabei ist der Ersteller einer Leistungserklärung gemäß Artikel 4 Absatz 2 der Bauproduktenverordnung verpflichtet, Angaben über die Leistung des Bauprodukts in die Leistungserklärung dann aufzunehmen, wenn sich diese auf die Wesentlichen Merkmale beziehen. Da die Leistungen von harmonisierten Bauprodukten gemäß Artikel 6 der Bauproduktenverordnung aber *gemäß den einschlägigen harmonisierten technischen Spezifikationen* anzugeben sind, ergibt sich im Ergebnis das Verbot, die fraglichen technischen Angaben auf der Grundlage anderer (nationaler) Verfahren und Merkmale zu ermitteln und außerhalb der Leistungserklärung anzugeben. Damit wird sichergestellt, dass alle Angaben zu den Wesentlichen Merkmalen eines harmonisierten Bauprodukts unabhängig vom Hersteller und vom Herkunftsland auf derselben Grundlage (nämlich mit denselben Prüf- und Messverfahren) bestimmt werden, dass sie aus der Leistungserklärung ersichtlich und daher für den Verwender vergleichbar sind.

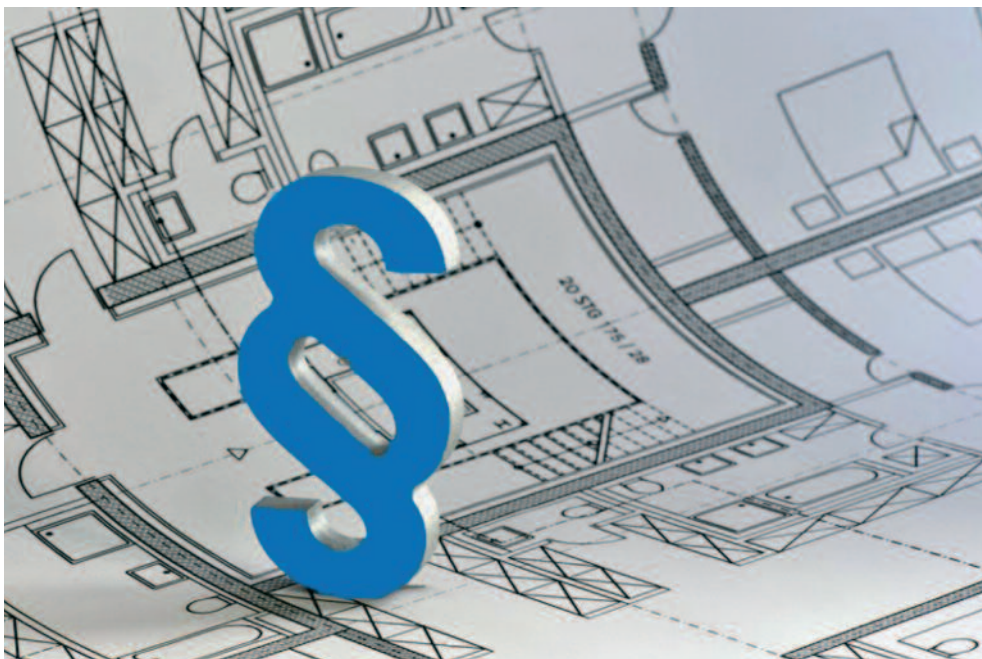
Die Hersteller sind gemäß Artikel 6 Absatz 3c) der Bauproduktenverordnung verpflichtet, in der Leistungserklärung zumindest die Leistung für ein Wesentliches Merkmal für den erklärten Verwendungszweck anzugeben. Diese Vorschrift wird immer wieder dahingehend missverstan-

den, dass es ausreiche, wenn der Hersteller einen einzigen Leistungswert angebe. Das ist aber nicht der Fall. Denn gemäß Artikel 6 Absatz 3e) der Bauproduktenverordnung hat die Leistungserklärung die Angaben zu den Wesentlichen Merkmalen zu enthalten, die in dem jeweiligen Mitgliedstaat erforderlich sind, um die Einhaltung der nationalen bauaufsichtlichen Anforderungen nachweisen zu können. Beispiel: Erfordern die bauaufsichtlichen Bestimmungen in einigen Mitgliedstaaten, dass Duschtassen rutschfest sein müssen und ist in der harmonisierten Norm geregelt, wie dieses Merkmal nachzuweisen ist beziehungsweise welche Merkmale erforderlich sind, um von einer Rutschfestigkeit auszugehen, so hat der Hersteller einer Duschtasse in seiner Leistungserklärung eine Angabe zur Rutschfestigkeit zu machen, falls er diese Duschtasse in einem Mitgliedstaat in Verkehr bringt, der eine solche Rutschfestigkeit bauaufsichtlich verlangt. In Deutschland hingegen dürfte der Hersteller die Rubrik Rutschfestigkeit in der Leistungserklärung mit der Angabe *NPD* ausfüllen (No Performance Determined = keine Leistung erklärt), da diese Angabe in Deutschland nicht erforderlich ist. Der erforderliche Inhalt einer Leistungserklärung kann also davon abhängig sein, wo der Hersteller sein Produkt in Verkehr bringt [4].

Der Hersteller erklärt mit der Erstellung einer Leistungserklärung, dass die Leistungen auf der Grundlage derjenigen Prüfverfahren ermittelt worden sind, die in der betreffenden harmonisierten Norm geregelt worden sind. Mit der Erstellung der Leistungserklärung übernimmt der Hersteller zudem die Verantwortung für die Konformität des Bauprodukts mit der erklärten Leistung. Die Mitgliedstaaten haben davon auszugehen, dass die erklärten Leistungen genau und zuverlässig sind (Art. 4 Abs. 3 BauPVO). Ohne begründeten Anlass dürfen die Bauordnungsbehörden die Werte einer Leistungserklärung daher nicht in Zweifel ziehen, was für die Inhalte von bautechnischen Nachweisen von Relevanz sein kann.

3 Bauaufsichtliche Einordnung harmonisierter Bauprodukte

Die bauaufsichtliche Einordnung von harmonisierten Bauprodukten ist grundsätzlich unproblematisch, da der Bauherr bei Einhaltung aller



VIEL UNSICHERHEIT beherrscht den Bau- und Planungsmarkt, und damit auch das berufliche Feld der Prüfeningenieure und Prüfsachverständigen, weil die europäischen höchsten Gerichte und neuerdings auch noch einige nationale untergeordnete Gerichte sich widersprechende oder unklare Urteile fällen.

Foto: Ingenieurlammer Rheinland-Pfalz

BAUPRODUKTENRECHT

Vorschriften der Bauproduktenverordnung und nach Anpassung aller nationalen Regelungen in Bezug auf die wesentlichen Merkmale von Bauprodukten an die harmonisierten Normen – zu der die Mitgliedstaaten gemäß Artikel 8 Absatz 6 der Bauproduktenverordnung verpflichtet sind – alle erforderlichen technischen Angaben erhält, die er für die Erstellung der bautechnischen Nachweise benötigt.

Ein Problem ergibt sich jedoch, wenn ein solcher Wert zwar benötigt wird, die harmonisierte Norm hierzu jedoch kein Mess- oder Prüfverfahren enthält. Die harmonisierte Norm ist dann *unvollständig*. So kann zum Beispiel bei einem Mauerstein für die Verwendung im konstruktiven Mauerwerksbau die Angabe erforderlich sein, ob der Stein frostbeständig ist. Enthält die entsprechende Norm aber keine Angabe, nach welchem Prüfverfahren Frostbeständigkeit festzustellen ist, kann der Hersteller auch keine entsprechende Angabe in der Leistungserklärung machen.

In diesen Fällen sieht die Bauproduktenverordnung eigentlich vor, dass die betreffende Norm vom Europäischen Komitee für Normung CEN (Comité Européen de Normalisation) beziehungsweise dem zuständigen europäischen Normungsausschuss nachzubessern ist. Das kann aber Jahre dauern. Daher hatte Deutschland national festgelegt, dass der Hersteller in solchen Fällen ergänzende Angaben zu machen hat. Diese Praxis hat der Europäische Gerichtshof jedoch mit dem oben schon erwähnten Urteil für unzulässig erklärt [5], da hierdurch solche nationale Verwendungsregeln (wieder) eingeführt würden oder werden könnten, die eine Vermarktung des bereits harmonisierten Bauprodukts unangemessen behindern würden. Damit entfalten harmonisierte Normen faktisch eine Sperrwirkung in Bezug auf alle Wesentlichen Merkmale, die ein Mitgliedstaat an Bauprodukte stellen darf. Unabhängig davon darf der Hersteller solche Angaben aber *freiwillig* machen, wenn er dies für opportun hält. Dabei darf nicht übersehen werden, dass der Verwender von Bauprodukten für die Erstellung der bautechnischen Nachweise vollständige technische Angaben zu dem Bauprodukt benötigt und daher auch vom Hersteller verlangen wird, beziehungsweise der Hersteller aus Gründen der Vermarktungsfähigkeit auch darauf achten wird, die in der Leistungserklärung fehlenden Angaben freiwillig bereitzustellen [6].

4 Weiterführung der Rechtsprechung des EuGH durch das Gericht der Europäischen Union (EuG)

Die Bauprodukten-Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs aus 2014 intendiert im Wesentlichen die Vollendung des gemeinsamen Marktes und will deshalb vor allem die ungehinderte Vermarktung harmonisierter Bauprodukte sicherstellen. Die Bundesregierung, das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) und auch die deutschen Länder hatten jedoch Zweifel angemeldet, ob das Urteil des Europäischen Gerichtshofs in der Rechtssache C-100/13, welches noch die frühere Bauproduktenrichtlinie betraf, überhaupt auf die Bauproduktenverordnung der EU übertragbar sei. Zugleich wurde im Kern auch nicht akzeptiert, dass die harmonisierten Normen auch bei sicherheitsrelevanten Lücken abschließend seien, zumal die in der Bauproduktenrichtlinie noch enthaltene Vermutung einer *Brauchbarkeit* harmonisierter Bauprodukte in der Bauproduktenverordnung entfallen ist.

Daher hielt Deutschland es zumindest für denkbar, dass auch in Bezug auf harmonisierte Bauprodukte weiterhin nationale Nachregelungen

gen jedenfalls für den Fall zulässig sein müssten, dass die Einhaltung der Bauwerkssicherheit allein mit den Angaben einer Leistungserklärung auf Grundlage der harmonisierten Norm nicht beurteilt werden könne. Insofern konnte man auch darauf verweisen, dass sich die Wesentlichen Merkmale für Bauprodukte aus den *Grundanforderungen* an Bauwerke ableiten und daher auch nach den Vorschriften der Bauproduktenverordnung eigentlich vollständig in den harmonisierten Normen abgebildet sein sollten.

Um diese Frage einer gerichtlichen Klärung zuzuführen, beanstandete Deutschland die Beschlüsse der Kommission (EU) 2017/133 und (EU) 2017/145 vom 25. Januar 2017. Mit diesen Beschlüssen hatte die Kommission auf formale Einwände Deutschlands gegen die harmonisierten Normen [7] im Rahmen eines sogenannten Artikel-18-Verfahrens reagiert. Artikel 18 der Bauproduktenverordnung ermöglicht es den Mitgliedstaaten, einen formalen Einwand anzubringen, wenn sie der Auffassung sind, dass eine harmonisierte Norm dem zugehörigen Mandat nicht oder nicht vollständig entspricht, das heißt, nicht alle Wesentlichen Merkmale abbildet.

Die Bundesrepublik Deutschland hatte in ihren formalen Einwänden daher beantragt, die betreffenden Normen aus dem Amtsblatt der EU zu streichen beziehungsweise (hilfsweise) unter einem Vorbehalt zu belassen. Im Ergebnis zielte dies darauf ab, nationale Anforderungen an VOC-Emissionen stellen zu können, was nach Meinung Deutschlands von besonderer Bedeutung für den Gesundheitsschutz und daher für die Bauwerkssicherheit ist (VOC = Volatile Organic Compounds = flüchtige organische Verbindungen). Dabei konnte sich Deutschland auch darauf berufen, dass die Unvollständigkeit der harmonisierten Normen insoweit auch von der Kommission anerkannt worden war. Denn diese hatte in der Vergangenheit durchaus darauf hingewirkt, dass viele Normen einen Zusatz erhielten, wonach die Feststellung und Angabe der Abgabe oder des Gehalts gefährlicher Substanzen unter Berücksichtigung nationaler Regelungen am Verwendungsort stattfinden sollten [8].

Gleichwohl wies die Kommission die Einwände Deutschlands zurück und erklärte, dass die Normen rechtlich gesehen *vollständig* seien und dass der fragliche Zusatz wegen Verstoßes gegen die Bauproduktenverordnung unwirksam sei. Gegen diese Beschlüsse der Kommission erhob Deutschland Klage vor dem Gericht der Europäischen Union (EuG), einem eigenständigen europäischen Gericht, das dem Europäischen Gerichtshof allerdings nachgeordnet ist. In der Entscheidung vom 10. April 2019 [9] stellte dieses Gericht jedoch fest, dass auch unter dem Regelungsregime der Bauproduktenverordnung der EU die in den harmonisierten Normen enthaltenen Prüfverfahren (und damit auch die *Anforderungen*) abschließend sind. Mit dem Urteil wird weiter bestätigt, dass nationale produktbezogene Anforderungen an harmonisierte Bauprodukte (weiterhin) unzulässig sind, auch wenn sie sich auf wesentliche Merkmale beziehen, welche nicht bereits in der harmonisierten Norm enthalten sind. Entsprechende Anforderungen der deutschen Länder vor allem in ihrer *Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen* (VV-TB) wären daher unzulässig.

Das Gericht der Europäischen Union stellte zudem klar, dass sich aus der Bauproduktenverordnung der EU keine Pflicht der Kommission ergibt, im Rahmen eines Vorbehaltes die Regelungskompetenz der Mitgliedstaaten für einzelne Leistungsmerkmale zu eröffnen, wenn diese die harmonisierte Norm für *lückenhaft* halten. Unter Verweis auf die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs in den Rechtssachen



DIE UNVOLLKOMMENE TECHNISCHE HARMONISIERUNG von Bauprodukten kann sich auf Deutschlands Baustellen zu einem ernsthaften sicherheitstechnischen Problem entwickeln, das Bauproduktenrecht muss daher von den am Bau Beteiligten weiterhin aufmerksam verfolgt werden.

C-100/13 und C-613/14 verwies das Gericht der Europäischen Union darauf, dass andernfalls der freie Warenverkehr im Hinblick auf Bauprodukte behindert würde.

Das Gericht befand es auch für unerheblich, dass es den Mitgliedstaaten obliegt, die Bauwerkssicherheit zu definieren. Denn dies könne nicht als Kompetenzvorbehalt verstanden werden, der es den Mitgliedstaaten ermögliche, nationale Anforderungen an harmonisierte Bauprodukte zu stellen. Das Gericht verwies insofern vor allem auf Artikel 8 Absatz 4 der Bauproduktenverordnung, wonach ein Mitgliedstaat in seinem Hoheitsgebiet oder in seinem Zuständigkeitsbereich die Bereitstellung von Bauprodukten, die ein CE-Kennzeichen tragen, weder untersagen noch behindern darf, wenn die erklärten Leistungen den Anforderungen für diese Verwendung entsprechen.

Das Gericht der Europäischen Union war aufgrund der von Deutschland vorgelegten Fragen – jedenfalls aus seiner Sicht - nicht gehalten, sich mit der Frage auseinanderzusetzen, ob die Mitgliedstaaten von der EU-Kommission verlangen dürfen, Normen nachzubessern, falls diese nicht dem Mandat entsprechen. Des Weiteren blieb offen, wie die Anforderungen des nationalen Bauordnungsrechts in puncto Sicherheit und Umweltschutz mit den Anforderungen des binnenmarktorientierten Bauproduktenrechts schnell und zuverlässig in Einklang gebracht werden können. Das von Deutschland favorisierte Prinzip einer Teilharmonisierung, die eine nationale Ergänzung zulässt, ist vom Gericht der Europäischen Union jedenfalls nicht akzeptiert worden.

Mit seinem Urteil vom 9. Juli 2019 [10] hat das Gericht der Europäischen Union diese seine Rechtsprechung in einem Verfahren weiter entwickelt, das sich auf die harmonisierten Normen EN 12285-2:2005 für Tanks aus Stahl und EN 13341:2005 + A1:2011 für ortsfeste Tanks aus Thermoplasten bezog. Diese harmonisierten Normen enthalten keine

besonderen Anforderungen oder Verfahren zur Beurteilung für die Verwendung dieser Tanks in Erdbeben- oder Überschwemmungsgebieten. Ebenso wenig enthalten sie Anforderungen an ihre Verankerung im Baugrund. Dasselbe gilt für die Leistungsmerkmale Bruchfestigkeit und Tragfähigkeit, hinsichtlich derer diese harmonisierten Normen keine Verfahren oder Kriterien für die Leistungsbewertung enthalten.

Die Bundesrepublik Deutschland erhob deshalb gemäß Artikel 18 der Bauproduktenverordnung bei der EU-Kommission formale Einwände gegen diese Normen. Sie war der Auffassung, dass die Normen nicht vollständig mit dem von der Kommission erteilten Normungsauftrag (Mandat) übereinstimmten und Festlegungen in Bezug auf wesentliche Merkmale von Bauprodukten im Sinne von Artikel 3 Absatz 2 der Bauproduktenverordnung vermissen ließen. Sie verstießen daher gegen Artikel 17 Absatz 3 der Bauproduktenverordnung, da Verfahren zur Bestimmung der Leistung in Bezug auf die mechanische Festigkeit und Standsicherheit sowie die Bruchfestigkeit und Tragfähigkeit und insbesondere in Bezug auf die Verwendung dieser Produkte in Erdbeben- und Überschwemmungsgebieten fehlten.

Deutschland regte daher an, die Normen bis zum Vorliegen entsprechender harmonisierter Prüfmethode im Amtsblatt der Europäischen Union unter Vorbehalt zu veröffentlichen oder sie, hilfsweise, aus dem Amtsblatt der Europäischen Union zu streichen.

Das Gericht der Europäischen Union stellte zunächst fest, dass die Verwendung von Tanks in Erdbeben- oder Überschwemmungsgebieten nicht in den Anwendungsbereich der betreffenden harmonisierten Normen fällt. Daher sind Tanks, die in diesen Gebieten verwendet werden sollen, auch keine harmonisierten Bauprodukte und damit weiterhin einer nationalen Regelung unterworfen.

Diese Feststellung macht einmal mehr deutlich, welche Bedeutung die Beschreibung des Anwendungsbereichs in einer Norm hat und dass

BAUPRODUKTENRECHT

Produkte auch bei geringer Abweichung weiterhin nationalen Anforderungen unterfallen können. Folglich dürfen diese Produkte auch nicht mit einer Leistungserklärung und CE-Kennzeichnung versehen werden.

Noch wichtiger sind allerdings die Ausführungen des Gerichts der Europäischen Union in Bezug auf den Zweck der Bauproduktenverordnung. Es hat nämlich die Meinung vertreten, die Bauproduktenverordnung bezwecke nicht, die Einhaltung der Grundanforderungen an Bauwerke zu gewährleisten. Anforderungen an Bauwerke würden entsprechend den *Erwägungsgründen* 1, 4, 12 und 41 der Bauproduktenverordnung allein von den Mitgliedstaaten festgelegt. Da aber auch bauaufsichtliche Anforderungen in Einklang mit der Bauproduktenverordnung der EU stehen müssen, hätten die Mitgliedstaaten in ihren Vorschriften über Bauprodukte, die die Einhaltung der Grundanforderungen sicherstellen sollen, zur Gewährleistung des freien Verkehrs dieser Produkte die harmonisierten Normen in Bezug auf die Leistungsbewertung zu verwenden. Die Normen bezweckten daher allein, die Bewertung der Leistung von Bauprodukten zu ermöglichen. Folglich sei es auch nicht Sache der Kommission, zu prüfen, ob die betreffenden harmonisierten Normen die Einhaltung der Grundanforderungen an Bauwerke in Bezug auf die fraglichen wesentlichen Merkmale gewährleisten.

Diesen Ausführungen ist zwar grundsätzlich zuzustimmen. Jedoch darf nicht übersehen werden, dass in Artikel 3 der Bauproduktenverordnung festgelegt ist, dass die Grundanforderungen an Bauwerke die Grundlage für die Ausarbeitung von Normungsaufträgen sind. Zudem sind die Wesentlichen Merkmale, die Gegenstand der Normung sind, in Bezug auf die Grundanforderungen an Bauwerke festzulegen. Des Weiteren ist in den Absätzen 1 und 3 von Artikel 17 der Bauproduktenverordnung geregelt, dass die Kommission bei der Erstellung eines Mandats die Mitgliedstaaten zu konsultieren hat und dass die harmonisierten Normen *die Verfahren und Kriterien für die Bewertung der Leistung von Bauprodukten in Bezug auf ihre Wesentlichen Merkmale enthalten*. Da der Zweck der Bauproduktenverordnung aber allein darin liegt, einheitliche Verfahren zu schaffen, um die Vermarktung auf dem Binnenmarkt zu gewährleisten, und da die Kommission zudem nicht in die Zuständigkeiten der Mitgliedstaaten für die Bauwerkssicherheit eingreifen darf, liegt es auf der Hand, dass die Kommission diese Bauwerkssicherheit auch nicht dadurch beeinträchtigen darf, dass sie Normen akzeptiert, die diese (Sicherheits-)Anforderungen nicht vollständig abbilden. Denn damit würde die Kommission aktiv verhindern, dass die Mitgliedstaaten von den Herstellern die erforderlichen sicherheitstechnisch relevanten Angaben erhalten können. Denn die Bauproduktenverordnung dient ausschließlich der Verbesserung des freien Verkehrs von Bauprodukten durch Harmonisierung der von den Mitgliedstaaten geforderten technischen Angaben, nicht deren Abschaffung oder Begrenzung. Andernfalls würde das Anliegen des freien Binnenmarktes zu Lasten der Bauwerkssicherheit erreicht werden. Eine solche gesetzgeberische Wertung ist der Bauproduktenverordnung aber nicht zu entnehmen. Sie ist auch nicht erforderlich. Denn auch harmonisierte Normen könnten *vollständig* sein. Daher setzt der europäische Gesetzgeber, wie dem Erwägungsgrund 4 zu entnehmen ist, die Anforderungen der Mitgliedstaaten voraus. Er will daher auch nicht in das Bauordnungsrecht eingreifen, zumal ihm dies auf Grund der kompetenzrechtlichen Verteilung der Zuständigkeiten nach dem EU-Vertrag auch rechtlich verwehrt ist. Voraussetzung für die Feststellung einer *unzureichenden* beziehungsweise *unvollständigen* Normung ist allerdings, dass der Mitgliedstaat die Berücksichtigung des betreffenden wesentlichen

Merkmals im Mandat gegenüber der Kommission rechtzeitig eingefordert hat.

Vor diesem Hintergrund sind die Ausführungen des Gerichts der Europäischen Union über die Mangelhaftigkeit der von Deutschland beanstandeten Normen unverständlich. Das Gericht stellt nämlich fest, dass das Vorbringen Deutschlands in Bezug auf das Fehlen von Prüfmethoden für die Bruchfestigkeit, Tragfähigkeit et cetera der Tanks in den Normen zutreffend ist. Damit liegt es auf der Hand, dass die Normen den Mandaten *nicht* entsprechen. Das Gericht der Europäischen Union führte weiter aus, dass es auch nicht möglich sei, zu prüfen, ob die Kommission die Übereinstimmung der Normen mit den Mandaten überhaupt geprüft habe. Gleichwohl, so das Gericht, könne dieser Umstand nicht zur Nichtigkeit der angefochtenen Beschlüsse führen, da in dem Mandat keine Angaben in Bezug auf die Aufstellung von Leistungskriterien für die Installation oder die Verwendung der Tanks in Erbeben- oder Überschwemmungsgebieten enthalten seien. Deutschland hatte jedoch – auch nach den Feststellungen des Gerichts der Europäischen Union – zutreffend darauf hingewiesen, dass das Fehlen *insbesondere*, das heißt: nicht ausschließlich von Tanks für die Verwendung in den fraglichen Gebieten betreffe. Das Gericht hat sich folglich mit dem Kern des Vorbringens der deutschen Seite entweder nicht befasst oder für die Zurückweisung keine Begründung geliefert.

Das Gericht kommt schließlich zu dem Ergebnis, dass die Kommission über ein weites Ermessen verfüge und daher nicht verpflichtet sei, systematisch die Fundstellen unvollständiger harmonisierter Normen aus dem Amtsblatt der Europäischen Union zu streichen oder die Fundstellen dieser Normen unter Vorbehalt zu belassen, indem sie eine Beschränkung in Bezug auf das Bereitstellen oder die Verwendung der betreffenden Bauprodukte auf dem Markt beschließe, da andernfalls dem System der harmonisierten Normen seine praktische Wirksamkeit genommen würde.

Damit lässt das Gericht im Ergebnis aber zu, dass die Kommission unvollständige Normen selbst dann im Amtsblatt belassen kann, wenn diese in Bezug auf das Mandat und damit auch in Bezug auf die eigentlich erforderlichen Wesentlichen Merkmale unvollständig sind. Damit geht dieses Gericht über das hinaus, was der Europäische Gesetzgeber zum Zweck der beabsichtigten Harmonisierung festgelegt hat. Das Gericht lässt nämlich faktisch einen Eingriff in die Zuständigkeit der Mitgliedstaaten zu, indem Verstöße gegen Mandate letztlich nicht sanktioniert, sondern für unbeachtlich erklärt werden. Artikel 17 Absatz 1 der Bauproduktenverordnung regelt indes, dass harmonisierte Normen auf der Grundlage der Mandate erstellt werden. Zudem hat Deutschland zu Recht darauf hingewiesen, dass die Kommission gemäß Artikel 17 Absatz 5 der Bauproduktenverordnung zu prüfen hat, ob die erstellten Normen mit den dazugehörigen Mandanten übereinstimmen. Darüber hinaus heißt es in der Bestimmung, dass die Kommission im Amtsblatt der Europäischen Union ein Verzeichnis der Fundstellen harmonisierter Normen veröffentlicht, die den jeweiligen Mandaten entsprechen. Hieraus lässt sich durchaus der Normbefehl ableiten, dass die Kommission nicht nur diese Prüfung durchzuführen hat, sondern es ihr auch untersagt ist, Fundstellen von Normen zu veröffentlichen, die dem zugehörigen Mandat widersprechen. Wieso ein Verstoß gegen diesen Normbefehl nach Meinung des Gerichts der Europäischen Union faktisch unbeachtlich sein soll, erschließt sich nicht, da die Bestimmung der Absätze 1 und 5 des Artikels 17 der Bauproduktenverordnung damit faktisch ihrer Wirksamkeit beraubt wird. Das dürfte zumindest die Frage aufwerfen, ob eine

solche Rechtsfolge die Kompetenz des Gerichts der Europäischen Union in Bezug auf die Zuständigkeiten des Europäischen Gesetzgebers nicht überschreitet.

Das Urteil macht jedenfalls deutlich, dass das Gericht jeglichen Harmonisierungsfortschritt gegenüber den Mitgliedstaaten hartnäckig verteidigt. Damit einhergeht die Feststellung, dass nationale Anforderungen an harmonisierte Bauprodukte faktisch auch dann äußerst kritisch zu bewerten sind, wenn dadurch eine bauaufsichtliche Sicherheitslücke entsteht. Auch Umgehungen in Form der Abforderung von speziellen nationalen Verwendungsnachweisen, egal ob in Form allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen oder in Form von Bauartgenehmigungen, sind grundsätzlich unzulässig. Bauartgenehmigungen dürfen ohnehin keine Produkthanforderungen enthalten. Auch mittelbare staatliche Anforderungen, zum Beispiel im Zusammenhang mit dem Energieeinsparrecht (EnEV) oder der Förderung entsprechender Maßnahmen, zum Beispiel durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), sind vor diesem Hintergrund kritisch zu sehen.

Das Urteil stellt allerdings nicht in Frage, dass der Bauherr vom Hersteller zusätzliche Anforderungen an Bauprodukte und damit auch entsprechende zusätzliche Leistungsangaben fordern darf. Das Verwaltungsgericht Berlin hat ein solches Leistungsbestimmungsrecht auch dem öffentlichen Bauherrn zuerkannt [11], da im Rahmen einer fiskalischen Tätigkeit des Staates keine bauaufsichtlichen Anforderungen hoheitlich gestellt werden. Die erforderliche Ergänzung in Bezug auf Leistungsangaben zu einem Bauprodukt kann daher weiterhin im Rahmen einer projektbezogenen Ausschreibung auch bei öffentlichen Vergaben gefordert werden.

Für die Praxis bedeutet dies, dass die am Bau Beteiligten darauf achten müssen, dass die für die Erstellung der bautechnischen Nachweise erforderlichen Herstellerangaben zur Leistung eines Bauprodukts vollständig bereitgestellt werden, entweder in der Leistungserklärung oder ergänzend als freiwillige Angaben. Das sollte gegebenenfalls in der Ausschreibung gefordert werden.

Die Prüfengeure haben vor allem im Rahmen der Bauabnahme darauf zu achten, dass Angaben zu Bauprodukten, die in den bautechnischen Nachweisen zugrunde gelegt sind, auch tatsächlich von den Herstellern abgegeben wurden und auf Grund der technischen Dokumentation auch verlässlich sind.

5 Vorläufige Außerkraftsetzen von Vorschriften der VV TB durch den Verwaltungsgerichtshof Mannheim

Ungemach droht der Bauaufsicht aber nicht nur durch die europäische Rechtsprechung. So hat der Verwaltungsgerichtshof Mannheim [12] im Rahmen eines Normenkontrollverfahrens [13] Anforderungen an VOC-Emissionen aus OSB-Platten in der *Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg (VwV-TB)* vorläufig außer Vollzug gesetzt [14].

OSB-Platten unterfallen einer harmonisierten Norm [15], sodass auch die Bauproduktenverordnung Anwendung findet. Ein Prüfverfahren zur Prüfung von VOC-Emissionen enthält die harmonisierte Norm nicht. Unter Ziffer 4.8. dieser Norm findet sich lediglich ein Abschnitt, der in Bezug auf Anforderungen an die Freisetzung gefährlicher Stoffe

auf das nationale Recht verweist (die sogenannte Öffnungsklausel). Die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV-TB) enthält mit den *Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)* produktbezogene Anforderungen an VOC-Emissionen unter anderen aus OSB- und Spanplatten (Abschnitt A. 3.2.1 MVV-TB in Verbindung mit Anhang 8, ABG). Die MVV-TB konkretisiert die Anforderungen der Musterbauordnung der Länder (MBO). Gemäß Paragraph 85a Absatz 1 der Musterbauordnung sind die Technischen Baubestimmungen von den am Bau Beteiligten zu beachten. Von den in den Technischen Baubestimmungen enthaltenen Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen kann nur abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die Anforderungen erfüllt werden und wenn in der Technischen Baubestimmung eine Abweichung nicht ausgeschlossen ist.

Hinsichtlich der VOC-Emissionen ist festzustellen, dass zahlreiche wissenschaftliche Studien existieren, die sich mit der Gefährlichkeit von VOC-Emissionen beschäftigen. Kurzfristige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit in Form von Reizungen konnten jedoch lediglich bei sehr hohen, in der Innenraumluft nicht vorkommenden Konzentrationen festgestellt werden. Zudem gehen von Einzelverbindungen unterschiedliche Risiken aus, die jedoch in den ABG als Summenwerte zusammengefasst wurden.

Der Verwaltungsgerichtshof Mannheim hat seine Entscheidung indes nicht auf eine Verletzung der Bauproduktenverordnung gestützt, sondern sah bereits die Anforderungen des Paragraphen 73a Absatz 1 Satz 1 der Landesbauordnung von Baden-Württemberg – der Ermächtigungsgrundlage zum Erlass der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg – als nicht erfüllt an. Dieser Paragraph der Landesbauordnung lässt Konkretisierungen in der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen nämlich nur dann zu, wenn diese gewährleisten sollen, dass insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen nicht bedroht werden (§ 3 Abs. 1 Satz 1 LBO). Hierfür ist jedoch eine abstrakte Gefahr erforderlich. Ein Gefahrenverdacht oder eine bloße Besorgnis der obersten Bauaufsichtsbehörde reichen für bauaufsichtliche Anforderungen nicht aus.

Der Verwaltungsgerichtshof Mannheim kommt indes zu dem Ergebnis, dass eine hinreichend abstrakte Gefahr für die menschliche Gesundheit nicht anzunehmen ist, welche die Bezugnahme auf Mengengrenzwerte, den vorgegebenen R-Wert und die festgelegte Mengengrenzung in Anhang 8 der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg als gerechtfertigt erscheinen lassen könnten. Jedenfalls habe das Land Baden-Württemberg das Bestehen einer abstrakten Gefahr insoweit nicht annähernd dargelegt. Damit ist die fragliche Anforderung in Baden-Württemberg aktuell unbeachtlich.

Da die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg nach Meinung des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim nicht von der gesetzlichen Ermächtigungsgrundlage gedeckt ist, kam es auf die Frage eines Verstoßes gegen die Bauproduktenverordnung nicht mehr an.

Gleichwohl machte das Gericht hierzu einige Ausführungen. Dabei verwies es auf das Urteil des Europäischen Gerichtshofs vom 16. Oktober 2014 [5] und bestätigte damit indirekt dessen Bedeutung auch für die Bauproduktenverordnung. Auch nach Meinung des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim sei es den Mitgliedstaaten aufgrund des Arti-

kels 8 Absatz 4 der Bauproduktenverordnung der EU grundsätzlich wehrt, zusätzliche nationale produktbezogene Anforderungen an harmonisierte Bauprodukte zu stellen. Das Gericht hat dem Land Baden-Württemberg jedoch zugestanden, dass sich ausnahmsweise etwas anderes ergeben könne, wenn die harmonisierte Norm selbst ihren Harmonisierungsanspruch beschränke, indem sie, etwa für Gefahrstoffe, eine Öffnungsklausel enthalte. Obwohl die fragliche Norm eine solche Öffnungsklausel enthält, ist nach Meinung des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim eine nationale Nachregulierung in dem konkreten Fall allerdings nicht zulässig, weil diese die Freisetzung gefährlicher Stoffe voraussetze, das Land-Baden-Württemberg eine solche Gefährlichkeit aber nicht dargelegt habe.

Die Bedeutung der Entscheidung reicht – trotz ihres vorläufigen Charakters und trotz der Begrenzung auf Baden-Württemberg – über den Einzelfall hinaus, und er ist deshalb von grundsätzlicher Bedeutung, weil die fragliche Bestimmung in allen anderen deutschen Ländern wortgleich aus der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen übernommen worden ist. Weitere Normenkontrollverfahren sind zudem in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Hessen anhängig.

Auf Grund der Ausführungen des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim werden die Länder also nun zu prüfen haben, ob die einzelnen in der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen geregelten Anforderungen aufgrund des Vorliegens einer abstrakten Gefahr gerechtfertigt werden können. Neben ihrem Anhang 8 dürften nämlich auch die *Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer* (ABuG) betroffen sein, die den Anhang 9 der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen bilden.

Zudem hat der Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg eine allgemeine Aussage darüber getroffen, dass es Normenkontrollverfahren nach Paragraph 47 der Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) auch im Hinblick auf die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg für statthaft hält, da es sich um eine Verwaltungsvorschrift mit Außenwirkung handelt. Damit wird betroffenen Herstellern die Möglichkeit gegeben, gerichtlich gegen die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg vorzugehen. Ungeachtet dessen wirkt das Urteil im Rahmen eines Normenkontrollverfahrens nicht nur zugunsten des Klägers, sondern *inter omnes*, also gegenüber jedermann.

Zu der Frage, welche Bedeutung der Feststellung des Mannheimer Verwaltungsgerichtshofs in Bezug auf die Öffnungsklausel in der Norm zukommt, ist anzumerken, dass die Kommission in den Beschlüssen, die der Rechtssache T-229/17 [9] zugrunde liegen, zu VOC-Emissionen aus Sportböden und Parkett die entsprechenden Öffnungsklauseln gerade aufgrund ihres Verstoßes gegen die EU-Bauproduktenverordnung für unwirksam erklärt und das Gericht der Europäischen Union diesen Beschluss inhaltlich gebilligt hat. Diese Beschlüsse der Kommission, die die umfassende Sperrwirkung der Normen wieder herstellen, hat der Verwaltungsgerichtshof Mannheim in seine Entscheidung (noch) nicht einbezogen.

6 Fehlen einer CE-Kennzeichnung als werkvertraglicher Mangel

Neben den europäischen Gerichten und den nationalen Verwaltungsgerichten haben sich auch Zivilgerichte mit der Bedeutung von CE-

Kennzeichen auf Bauprodukten befasst. In einer Entscheidung vom 4. September 2018 hat das Oberlandesgericht Oldenburg ausgeführt, dass allein auf Grund einer fehlenden CE-Kennzeichnung kein Mangel des Bauwerks angenommen werden kann [16]. Das Landgericht Mönchengladbach war demgegenüber in einer früheren Entscheidung zu dem Ergebnis gelangt, dass ein Unternehmer, der Bauprodukte verwendet, die entgegen der Bauordnung weder ein Übereinstimmungszeichen noch die Konformitätskennzeichnung der Europäischen Gemeinschaft (CE-Kennzeichnung) tragen, regelmäßig ein mangelhaftes Werk erstellt [17]. Dabei sei unbeachtlich, ob die Produkte die Voraussetzungen für eine entsprechende Kennzeichnung erfüllten. Denn ein Unternehmer, der mit Bauleistungen betraut sei, sei verpflichtet, seine Arbeiten so auszuführen, dass öffentlich-rechtliche Vorschriften eingehalten werden und die Errichtung in baupolizeilich ordnungsgemäßer Weise erfolge, insbesondere bauordnungsrechtlich genehmigungsfähig sei. Andernfalls müsse der Bauherr mit ordnungsbehördlichen Verfügungen rechnen, sodass er das Werk dementsprechend nicht ordnungsgemäß nutzen könne [18].

Die beiden Entscheidungen scheinen sich zu widersprechen. Dabei ist im Ausgangspunkt unstreitig, dass ein Werk mangelhaft ist, wenn es nicht der vereinbarten Beschaffenheit entspricht. Dabei schuldet der Unternehmer auch ohne ausdrückliche Vereinbarung ein Werk, das mit den öffentlich-rechtlichen Bauvorschriften in Einklang steht. Darüber hinaus schuldet der Unternehmer aber auch ein Werk, das den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Das Landgericht Mönchengladbach hat sich in seiner Entscheidung vor allem mit dem Aspekt der Einhaltung des Bauordnungsrechts befasst. Da das fragliche Bauprodukt weder eine CE-Kennzeichnung noch eine Ü-Kennzeichnung trug, kam das Landgericht zu der Auffassung, dass ein Mangel vorliege. Dabei hat das Landgericht allerdings übersehen, dass es gemäß Paragraph 20 Absatz 1 der Bauordnung 2000 von Nordrhein-Westfalen auch Bauprodukte gibt – sogenannte geregelte Bauprodukte –, die gar keinen nationalen Verwendungsnachweis benötigen und auch keine CE-Kennzeichnung tragen. Auf diese Frage kam es in dem entschiedenen Fall aber nicht an, weil das fragliche Bauprodukt nach Meinung des Landgerichts in den Anwendungsbereich einer harmonisierten Norm fiel. Zu dieser Frage hatte das Amtsgericht in der ersten Instanz Beweis durch Sachverständigengutachten erhoben, an dessen Ergebnis sich das Landgericht als Rechtsmittelinstanz gebunden fühlte. Die Frage, ob ein Bauprodukt einer Norm unterfällt, ist jedoch keine technische Frage, sondern eine Rechtsfrage, wie auch die oben besprochene Entscheidung des Gerichts der Europäischen Union in der Rechtssache T-53/18 [10] zeigt.

Rechtsfragen sind allein durch das Gericht zu entscheiden, nicht durch Sachverständige. Die Zivilgerichte scheinen sich insoweit aber auf für sie ungewohntem Terrain zu bewegen und vertrauen daher offensichtlich lieber dem Urteil von Bausachverständigen.

Unrichtig ist auch die Erwägung des Landgerichts, dass es letztlich nicht darauf ankomme, ob das Bauprodukt die Voraussetzung für eine CE-Kennzeichnung erfülle, weil die maßgeblichen Vorschriften der Bauproduktenverordnung das Inverkehrbringen des Bauprodukts ausdrücklich von der Kennzeichnung abhängig machten, damit für den Rechtsverkehr auf den ersten Blick erkennbar sei, ob es sich um Produkte handele, die den Standardanforderungen genügen. Diese Erwägung ist indes nicht überzeugend, weil es für das Bauwerk unerheblich ist, ob ein Bauprodukt in Verkehr gebracht werden darf. Entscheidend sind allein dessen technische Eignung und eine Ant-

wort auf die Frage, ob die Verwendung dem Bauordnungsrecht entspricht.

Das bloße Fehlen einer CE-Kennzeichnung begründet jedenfalls keinen Mangel, wie das Oberlandesgericht Oldenburg in der oben erwähnten Entscheidung dargelegt hat. Dabei verweist es im Gegensatz zum Landgericht Mönchengladbach zutreffend auf die Bedeutung des CE-Kennzeichens nach der EU-Bauproduktenverordnung:

Die Aussage des CE-Kennzeichens ist darauf beschränkt, dass der Hersteller die Verantwortung für die Richtigkeit der Leistungserklärung übernimmt. Die Leistungserklärung weist Leistungsmerkmale aus, die auf Grundlage von sog. harmonisierten Normen ermittelt wurden. Dagegen bescheinigt der Hersteller nicht die Einhaltung von bauaufsichtlichen Anforderungen oder der allgemein anerkannten Regeln der Technik. Auch stellt das CE-Kennzeichen keine Verwendbarkeitsvermutung auf. Das bloße Fehlen des CE-Kennzeichens kann daher nicht zu der Annahme führen, dass das Werk den allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht entspricht oder den bauaufsichtlichen Anforderungen nicht genügt.

Diese Ausführungen des Oberlandesgerichts Oldenburg überzeugen, bleiben jedoch auf halbem Weg stehen. Tatsächlich kommt es dem Bauherrn nicht auf eine CE-Kennzeichnung des Bauprodukts an. Allerdings muss er nach dem Bauordnungsrecht bautechnische Nachweise für das Bauwerk erbringen. Für diese Nachweise muss der Ersteller aber meist auf Leistungsangaben zum Bauprodukt zurückgreifen. Diese ergeben sich bei harmonisierten Bauprodukten aber aus der Leistungserklärung. Erstellt der Hersteller eine Leistungserklärung, dann muss er gemäß Artikel 8 Absatz 2 der Bauproduktenverordnung auch eine CE-Kennzeichnung aufbringen. Insoweit bestimmt Paragraf 79 Absatz 1 Nummer 3 der Musterbauordnung, dass die Baubehörde ein Bauvorhaben einstellen kann, falls Bauprodukte verwendet werden, die entgegen der EU-Bauproduktenverordnung nicht mit dem CE-Kennzeichen versehen sind. Zwar könnte man in Einklang mit den Erwägungen des Oberlandesgerichts Oldenburg in Betracht ziehen, einen Mangel zu verneinen, falls nur die CE-Kennzeichnung fehlt; regelmäßig dürfte dann aber auch keine Leistungserklärung vorliegen und dem Bauherrn damit die Erstellung der bautechnischen Nachweise nicht möglich sein. Dass daraus ein Mangel resultiert, dürfte auf der Hand liegen.

Zudem bestimmt seit dem 1. Januar 2018 der mit der Reform des Bauvertragsrecht in Kraft getretene Paragraf 650n Absatz 1 des Bürgerlichen Gesetzbuches, dass der Unternehmer rechtzeitig vor Beginn der Ausführung einer geschuldeten Leistung diejenigen Planungsunterlagen zu erstellen und dem Verbraucher herauszugeben hat, die dieser benötigt, um gegenüber Behörden den Nachweis führen zu können, dass die Leistung unter Einhaltung der einschlägigen öffentlich-rechtlichen Vorschriften ausgeführt werden wird beziehungsweise worden ist. Kann der Unternehmer dies nicht, weil für das harmonisierte Bauprodukt keine Leistungserklärung vorliegt, entspricht das Bauwerk auch nicht den bauaufsichtlichen Anforderungen und ist aus diesem Grund mangelhaft.

Für die Praxis bedeutet dies, dass eine fehlende CE-Kennzeichnung darauf hindeutet, dass auch keine Leistungserklärung vorliegt und daher Probleme bei der Erstellung der bautechnischen Nachweise auftreten können, weshalb von der Verwendung solcher Bauprodukte abzuraten ist.

7 Anmerkungen und Hinweise

- [1] EuGH, Urteil vom 16.10.2014, Rs. C-100/13
- [2] Daneben gibt es auch andere harmonisierte technische Spezifikationen, vor allem die Europäisch Technische Zulassung, für die im Prinzip die gleichen Grundsätze gelten.
- [3] Die MBO 2016 (§ 3) und in Folge viele Landesbauordnungen enthalten mittlerweile jedoch einen Verweis auf Anhang I der BaupVO und machen damit die Einhaltung der dort genannten Grundanforderungen generalklauselartig gesetzlich verpflichtend, obwohl diese Grundanforderungen über die bisherigen „allgemeinen Anforderungen an Bauwerke“ hinausgehen.
- [4] Das kann allerdings zu Problemen führen, wenn diese Produkte anschließend in einen anderen Mitgliedstaat mit anderen Anforderungen verbracht werden, da die Leistungserklärung dann „unvollständig“ sein kann. Insofern können sich auch Probleme bei der Verwendung ergeben.
- [5] EuGH, Urteil vom 16.10.2014 – Rs. C-100/13
- [6] Die bautechnischen Nachweise beziehen sich auf bauliche Anlagen, sodass der Mitgliedstaat diese Nachweise uneingeschränkt verlangen darf. Der Umstand, dass sich darauf auch faktische Anforderungen in Bezug auf Bauprodukt ergeben können ist unbeachtlich, sofern auch rein theoretisch eine andere bautechnische beziehungsweise konstruktive Lösung denkbar ist. So können auch Mauersteine für den konstruktiven Mauerwerksbau verwendet werden, deren Frostbeständigkeit unklar ist, wenn zum Beispiel durch eine Vorsatzschale oder Putz sichergestellt ist, dass die Frostbeständigkeit der Konstruktion gewährleistet und damit die Lastabtragung dauerhaft sichergestellt ist.
- [7] EN 14342 „Holzfußböden und Parkett – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung“ und EN 14904 „Sportböden – Sportböden für Hallen und Räume multifunktionaler Sportnutzung und Mehrzwecknutzung – Anforderungen“
- [8] Dieser Zusatz findet sich in einer Vielzahl harmonisierter Normen.
- [9] EuG, Urteil vom 10.04.2019 – Rs. T-229/17 – noch nicht rechtskräftig, da Deutschland noch Rechtsmittel beim EuGH einlegen kann.
- [10] EuG, Urteil vom 9.7.2019 – Rs. T-53/18
- [11] Urteil vom 16.11.2016 (Az.: VG 4 K 283.15)
- [12] VGH Mannheim, Beschluss vom 10. Juli 2019 – 8 S 2962/18
- [13] Nach § 47 Abs. 1 VwGO kann ein Oberverwaltungsgericht (in Baden-Württemberg der Verwaltungsgerichtshof) Rechtsvorschriften, die im Rang unter einem Landesgesetz stehen, für ungültig erklären, wenn diese nicht im Einklang mit höherrangigem Recht stehen. Die VwV-TB ist nach Meinung des VGH Mannheim eine solche Rechtsvorschrift. Das Gericht prüft mithin im Hauptsacheverfahren die Vereinbarkeit der VwV-TB mit höherrangigem Recht, das heißt, beispielsweise mit der LBO, Grundrechten oder dem Unionsrecht. Das Gericht kann allerdings auf Antrag eine einstweilige Anordnung erlassen, wenn dies zur Abwehr schwerer Nachteile oder aus wichtigen Gründen dringend geboten ist (§ 47 Abs. 6 VwGO). Auf die Entscheidung im Eilverfahren haben die angenommenen Erfolgsaussichten in der Hauptsache jedoch erheblichen Einfluss.
- [14] Die VwV-TB stimmt insofern mit der Mustervorschrift (MVV TB) des DIBt überein, die mit den zuständigen Gremien der Baumünisterkonferenz abgestimmt ist.
- [15] Norm EN 13986
- [16] OLG Oldenburg, Urteil vom 4.09.2018 – 2 U 58/18
- [17] LG Mönchengladbach, Urteil vom 17.06.2015 - 4 S 141/14
- [18] Vgl. OLG Brandenburg, Urteil vom 14.04.2010 – 4 U

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik e.V.
Dr.-Ing. Hartmut Kalleja, Kurfürstenstr. 129, 10785 Berlin
E-Mail: info@bvpi.de, Internet: www.bvpi.de

ISSN 1430-9084

REDAKTION

Redaktionsbüro Werwath, Drachenfelsstraße 39 A, 53604 Bad Honnef-Rhöndorf
Tel.: 0 22 24/9 69 79 01, E-Mail: redaktion@bvpi.de

TECHNISCHE KORRESPONDENTEN

Baden-Württemberg: Dr.-Ing. Ralf Egner, Freiburg
Bayern: Dr.-Ing. Markus Staller, Gräfelfing
Berlin: Prof. Frank Prietz, Berlin
Brandenburg: Prof. Dr.-Ing. Gundolf Pahn, Herzberg
Bremen: Dipl.-Ing. Ralf Scharmann, Bremen
Hamburg: Dipl.-Ing. Horst-Ulrich Ordemann, Hamburg
Hessen: Dr.-Ing. Ulrich Deutsch, Frankfurt am Main
Mecklenburg-Vorpommern: Dr.-Ing. Günther Patzig, Wismar
Niedersachsen: Dipl.-Ing. Wolfgang Wienecke, Braunschweig
Nordrhein-Westfalen: Dr.-Ing. Wolfgang Roeser, Aachen
Rheinland-Pfalz: Dipl.-Ing. Martin Hofmann, Mainz
Saarland: Dipl.-Ing. Gerhard Müller, Eppelborn
Sachsen: Dr.-Ing. Klaus-Jürgen Jentzsch, Dresden
Sachsen-Anhalt: Dr.-Ing. Manfred Hilpert, Halle
Schleswig-Holstein: Dr.-Ing. Johannes Vogt, Ascheberg
Thüringen: Dipl.-Ing. Volkmar Frank, Zella-Mehlis
vpi-EBA: Dr.-Ing. Markus Hennecke, München

DRUCK

Vogel Druck und Medienservice, Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg

DTP

Satz-Studio Heimerl, Scherenbergstraße 12, 97082 Würzburg

Die meisten der in diesem Heft veröffentlichten Fachartikel sind überarbeitete Fassungen der Vorträge, die bei den Arbeitstagungen der Bundesvereinigung der Prüfengeure für Bautechnik gehalten worden sind.

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

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

Auflage: 5000 Exemplare

