Dresdner Stahlbaufachtagung 2022
Stahl- und Verbundbau – Neues aus Forschung, Normung und Praxis

Nach einer zweijährigen Unterbrechung fand am 29. März im jüngst renovierten Heinz-Schönfeld-Hörsaal der TU Dresden die 14. Dresdner Stahlbaufachtagung in hybrider Form statt. Unter der Überschrift „Stahl- und Verbundbau – Neues aus Forschung, Normung und Praxis“ wurden den Teilnehmern Einblicke in verschiedene Themen des Stahlbaus durch ausgewiesene Experten aus Deutschland, der Schweiz und Luxemburg gegeben. Die kurzweiligen Fachvorträge umfassten die Normung und praktische Anwendung von Stahlhohlprofilkonstruktionen, den Stahlguss im Bauwesen, die Bemessung und Ausführung von Slim-Floor-Decken, praktische Empfehlungen für Tragwerksplaner, Prüfer und Fertiger zu Schweißkonstruktionen und den Bau der neuen Bahnbrücke Kattwyk in Hamburg. Abgerundet wurde das Programm durch Vorträge zur Normung von FEM-Berechnungen in der EN 1993-1-14 und zum Building Information Modelling (BIM) im Stahlbau. Organisiert wurde die Veranstaltung durch das Institut für Stahl- und Holzbau der Technischen Universität Dresden und die Bauakademie Sachsen. Die Tagung wurde unterstützt von bauforumstahl, der FOSTA, der Ingenieur- und der Architektenkammer Sachsen, dem Verband Beratender Ingenieure (VBI), dem Verlag Ernst & Sohn und der Baukammer Berlin.

Abbildung 1 Blick ins Auditorium

Die Veranstaltung wurde von Herrn Prof. Dr. Richard Stroetmann mit einer Begrüßung aller Teilnehmer und Dankesworten an die Referenten, die allesamt nach Dresden angereist waren, eröffnet.

Anschließend sprach Herr Dipl.-Ing. Ralf Luther, Geschäftsführer der Stahlbau Magdeburg GmbH sowie Vorstandsmitglied des deutschen Stahlbau-Verbandes (DSTV) über die aktuellen Herausforderungen für die Stahlbauindustrie aufgrund der geopolitischen Lage und des Klimawandels. Dabei betonte er die Folgen des globalen Handels und die sich daraus ergebenden Abhängigkeiten für die Wirtschaft und Energieversorgungen, und zog daraus Schlussfolgerungen für die Stahlindustrie. Für diese muss künftig stärker eine ganzheitliche Beurteilung bei der Vergabe von Projekten erfolgen. Weg von der Bestpreispolitik, hin zu einem ganzheitlichen Ansatz, der die entstehenden Transportwege und ökologischen Aspekte mit berücksichtigt. Eine nachhaltige Bauindustrie kann sich nur dann etablieren, wenn dies die Ausschreibungskriterien zulassen. Um diese notwendigen Veränderungen voranzutreiben sind Dachverbände, die die Interessen der Industrie in den Gremien vertreten, von entscheidender Bedeutung. Weiterführend betonte Herr Luther die Relevanz von Veränderungen, wie aktuell die Überarbeitung der Eurocodes und der DIN EN 1090-2, die einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Stahlindustrie leisten. Abschließend bedankte sich Herr Luther für Veranstaltungen wie die Dresdner Stahlbaufachtagung, die eine ausgezeichnete Plattform für den persönlichen Austausch bildet und die Möglichkeit bietet, junge Studierende anzusprechen, in deren Verantwortung es unter anderem liegt, die angestoßenen Veränderungen zu einer nachhaltigen Bauindustrie weiterzuführen.

Abbildung 2
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann

Abbildung 3
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Schäfer

Der anschließende Eröffnungsvortrag der Tagung wurde von Herrn Prof. Dr. Richard Stroetmann gehalten, der auch als Moderator durch die Veranstaltung führte. Thema seines Vortrages waren die Normung und der Einsatz von Stahlhohlprofilkonstruktionen im Bauwesen. Die Vorstellung der Dachkonstruktionen

des Sony Centers, des Berliner Olympiastadions sowie der Messehalle 3 in Frankfurt als herausragende Beispiele bildeten den Einstieg des Vortrags. Anschließend stellte Prof. Stroetmann die Produkt-, Bemessungs- und Ausführungsnormen sowie die CIDECT Design Guides für Stahlhohlprofilkonstruktionen vor. Die verschiedenen Herstellungsverfahren kalt- und warmgefertigter Hohlprofile, deren Unterschiede in den Eigenspannungsverteilungen und möglichen Querschnittsabmessungen wurden diskutiert. Anschließend erläuterte Prof. Stroetmann die Neuerungen, die sich für Hohlprofile mit der nächsten Generation des Eurocode 3 (z. Zt. prEN 1993) ergeben. Zum Beispiel werden die zusätzlichen Regeln des Teils 1-12 für Stahlsorten bis S700 in die jeweils betreffenden Teile des Eurocodes integriert und es erfolgte einer Überarbeitung der Querschnittsklassifizierung. Es wird mit elliptischen Hohlprofilen eine weitere Querschnittsform normativ geregelt. Zudem werden strengere Grenzwerte der c/t-Verhältnisse beidseitig gestützter Plattenstreifen eingeführt, wie sie bei Quadrat- und Rechteckhohlprofilen vorliegen. Dies führt z. T. zu ungünstigeren Einstufungen der Querschnitte. Einen wichtigen und praxisrelevanten Schwerpunkt des Vortrages bildete die Bemessung der Anschlüsse von Hohlprofilen. Für Stähle mit Streckgrenzen oberhalb S355 sind die Anschlusstragfähigkeiten mit einem Reduktionsfaktor C_f auf bis zu 80 % abzumindern. Für das Durchstanzversagen des Gurtstabes und das Zugstrebenversagen ist neben er Verwendung des Reduktionsfaktor C_f vorgeschrieben, dass die Streckgrenze der Gurt- und Füllstäbe rechnerisch auf maximal 80 % der Zugfestigkeit begrenzt wird. Hintergrund dafür ist, dass die aktuellen Bemessungsregeln für normalfeste Stähle erarbeitet und kalibriert wurden. Eine uneingeschränkte Übertragbarkeit auf höherfester Stähle ist nicht möglich, da diese einen geringeren Abstand zwischen Streckgrenze und Zugfestigkeit aufweisen, die Tendenz zum Softening der Wärmeeinflusszone von Schweißverbindungen zeigen und über eine geringere Duktilität verfügen. Aktuell wird im Rahmen von drei AiF-FOSTA Forschungsvorhaben intensiv an einer Überarbeitung dieser Bemessungsregelungen gearbeitet. Weitere Schwerpunkte des Vortrages von Prof. Stroetmann waren die Bemessungs- und Ausführungsregelungen von Schweißverbindungen und die Änderung der mechanischen Eigenschaften von Schweißnähten höherfester Stähle in Abhängigkeit der verwendeten Prozessparameter.

Den zweiten Fachvortrag hielt Herr Prof. Dr. Markus Schäfer von der Universität Luxemburg zur Bemessung und Ausführung von Stahlverbunddecken in der Slim-Floor-Bauweise, die eine wirtschaftliche und technische Alternative zu klassischen Betonflachdecken ist. Die Vorteile der Bauweise liegen insbesondere in der Ausführung schlanker Konstruktionen und einem effizienten Bauablauf, der sich aus einer schnellen Montage und dem hohen Vorfertigungsgrad ergibt. Im Zuge der Überarbeitung des Eurocodes 4 werden Bemessungsregeln für Slim-Floor-Deckensyteme in den Anhang I der künftigen DIN EN 1994-1-1 aufgenommen. Im

Rahmen seines Vortrages erläuterte Prof. Schäfer die Bemessungsgrundlagen von Slim-Floor-Deckensystemen. So ist z. B. im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit anders als bei herkömmlichen Verbundträgern mit aufliegender Betonplatte die Biegesteifigkeit des Betongurtes zu berücksichtigen. Die Vernachlässigung kann zu einer Unterschätzung der Trägersteifigkeit und damit zu falschen Werten für die Trägerüberhöhung führen. Zudem erläuterte Prof. Schäfer den Einfluss der Rotationskapazität auf die Schnittgrößenverteilung sowie die Bestimmung der plastischen und dehnungsbegrenzten Momententragfähigkeit. Letztere ist gegenüber der starr-plastischen Berechnung eine genauere Methode zur Berücksichtigung des Tragverhaltens. Nach weiteren Ausführungen zur Bemessung der Deckensysteme verdeutlichte Prof. Schäfer an einem Beispiel aus der Praxis die Leistungsfähigkeit der Slim-Floor-Bauweise. Zu den Vorteilen zählen die Reduzierung des Eigengewichtes der Decken und damit einhergehend die geringere Beanspruchung der Gründung, die Reduzierung der Materialtransporte und die Verbesserung der Baustellenlogistik aufgrund geringer Betonmassen, den hohen Vorfertigungsgrad und niedrige Deckenhöhen.

Abbildung 4
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Andreas Taras

Abbildung 5
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummerhofer

Der zweite Vortragsblock wurde von Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr.-techn. Andreas Taras von der ETH Zürich mit Erläuterungen zum neuen Eurocodeteil EN1993-1-14 eröffnet. In diesem wird zukünftig die Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Stahlbau geregelt. Nach einer Übersicht zur Entwicklung und Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung im Stahlbau in den vergangenen Jahrzehnten erläuterte Prof. Taras die bisherige Integration der FE-Methoden in den Teilen des Eurocode 3 und die Inhalte der prEN 1993-1-14. Schwerpunkte der

Norm liegen in der Modellbildung, Arten der Berechnungen und deren Einsatzbereiche sowie die Validierung und Verifizierung. Unter der Validierung ist die Überprüfung der Modelle zu verstehen, die die physikalischen Phänomene erfassen sollen. Die Verifizierung bezieht sich auf die Richtigkeit und Genauigkeit der Modelle. An baupraktischen Beispielen wurden die unterschiedlichen Berechnungsmöglichkeiten, von der linear-elastischen Analyse bis hin zur geometrisch und materiell nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung von Imperfektionen, erläutert. Der Vortrag endete mit dem Fazit, dass ein Paradigmenwechsel bei der Planung von Stahlbaukonstruktionen unvermeidbar ist, der beispielsweise im Maschinenbau schon weitestgehend vollzogen wurde. Durch die Berechnung mit „exakten Geometrien“ werden Modellunsicherheiten reduziert. Allerdings werden durch die Anwendung unterschiedlicher Arten der Modellbildung und Berechnung die Reproduzier- und Prüfbarkeit erschwert. Normung und Ingenieurausbildung müssen diesem Wandel in den kommenden Jahren durch die Einführung neuer Regelungen und Handlungsempfehlungen gerecht werden. Dazu zählt neben der Entwicklung des Eurocodeteils für FEM-Berechnungen insbesondere die Weiterentwicklung der Ausbildung, weg von der „klassischen“ Nachweisführung hin zu einem „Computer Aided Engineering“ und einem „Design by (FEM-) Analysis“.

Die Unterscheidung von Grauguss und Stahlguss bildete den Einstieg des Vortrags von Herrn Prof. Dr. Thomas Ummenhofer von der Versuchsanstalt Stahl, Holz und Steine des KIT, in dem er über die Anwendung des Stahlgusses im Bauwesen referierte. Während es sich beim Grauguss um einen spröden Werkstoff mit Kohlenstoffgehalten oberhalb von 2 % handelt, ist Stahlguss ein duktiler Werkstoff, der hohe Tragfähigkeiten aufweisen kann. Ein besonderer Vorteil von Gussbauteilen liegt in der Möglichkeit einer kraftflussgerechten Formgebung. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es fertigungsbedingt zu Ungänzen, wie Lunkern, Gaseinschlüssen und Ähnliches kommen kann. Diese sind jedoch keine generellen Rückweisungskriterien für die Bauteile, sondern stets im Hinblick auf ihre Wirkung bzgl. des Kraftflusses und der Ausbildung von Spannungskonzentrationen zu beurteilen. Regeln zur Bemessung und Ausführung von Stahlguss wurden im Eurocode 3 bisher nicht berücksichtigt. Daher wurden im deutschen Nationalen Anhang zur DIN EN 1993-1-8 einige grundlegende Vorschriften aus der DIN 18800-1 übernommen und aktualisiert. Bei der Planung und Auslegung von Gussbauteilen wies Prof. Ummenhofer auf die Notwendigkeit zur Zusammenarbeit von Tragwerksplanern und Gießereien zur Festlegung einer gießgerechten Konstruktion und der erforderlichen Gütestufen hin. Er kritisierte die z. T. fehlende Klarheit der technischen Lieferbedingungen. Darüber hinaus ging Prof. Ummenhofer auf Forschungsarbeiten am KIT zur Bemessung von Stahlgussbauteilen unter vorwiegend ruhender und

zyklischer Beanspruchung sowie zur Definition von Qualitätskriterien ein. Die Erkenntnisse werden in einer noch zu erstellenden DASt-Richtlinie zusammengefasst.

Abbildung 4
Dipl.-Ing. Lorenz Erfurth

Abbildung 5
Prof. Dr.-Ing. Peter Knödel

Mit seinem Vortrag zum Thema „BIM im Stahlbau – Etablierte Arbeitsweisen und neue Wege“ eröffnete Herr Dipl.-Ing. Lorenz Erfurth von der Trimble Solutions Germany GmbH den dritten Vortragsblock. Im Rahmen einer Bestandsaufnahme diskutierte er zunächst den Begriff des Building Information Modeling und ging auf Vorbehalte im Zusammenhang mit der Anwendung von BIM ein. Der umfangreiche Datenaustausch, wie ihn die BIM-Arbeitsweise erfordert, existiert im Stahlbau zwischen Statiker, Konstrukteur und Fertigung schon seit vielen Jahrzehnten. Mit der Einführung neuer offener Schnittstellen, wie dem IFC-Format, wird die Möglichkeit zum Austausch von Geometrie und zugehörigen Metadaten geschaffen. Es können auch weitere Schnittstellen entsprechend der Anforderungen der einzelnen Gewerke zum Einsatz kommen. Bei der Koordination von BIM-Projekten stellt sich vielfach die Frage nach einer geeigneten Projektplattform. Fragestellungen und Anforderungen, die dabei berücksichtigt werden, sind unter anderem die Nutzung auf unterschiedlichen Geräten und Betriebssystemen, die Frage nach dem Speicherort der Daten und den Eigentumsrechten, die Möglichkeit eine Vielzahl gängiger Dateiformate im Falle von 3D-Daten (z. B. Modelldateien) darzustellen oder bei 2D-Formanten (z. B. Word- oder PDF-Dateien) anzeigen zu lassen. Ferner ist die Verfügbarkeit von Kollisionstests oder das sogenannten Redlining, mit dem kritische Details für alle Projektbeteiligten im Modell hervorgehoben werden, von Relevanz. Grundsätzlich bildet die BIM-Arbeitsweise eine Vielzahl von Chancen

und ermöglicht es allen Projektbeteiligten, das jeweilige Projekt als Ganzes zu bearbeiten.

Um die Interaktion verschiedener Projektbeteiligter ging es auch im darauffolgenden Vortrag von Herrn Prof. Dr. Peter Knödel vom Ingenieurbüro Dr. Knödel, in dem er Praxistipps für Tragwerksplaner, Prüfer und Fertiger zum Thema Schweißen vorstellte. Anhand von anonymisierten Unterlagen aus realen Projekten beleuchtete er verschiedene Problemstellungen und gab Hinweise für die Projektbeteiligten. Dazu zählen beispielsweise die Angabe der EXC-Klasse in der Statik und auf den Werkstattplänen, sodass die Anforderungen an die Ausführung bekannt sind. Da es sich bei Plänen grundsätzlich um Vertragsunterlagen handelt, sind diese gewissenhaft zu erstellen. Es sind alle notwendigen Angaben zur Ausführung der Schweißnähte aufzuführen. Zudem ist bei der Tragwerksplanung zu prüfen, ob die geplanten Schweißnähte ausführbar und für die Fertigung zugänglich sind. Für die Ausführung von Tragkonstruktionen spielen die Qualifikationen des Herstellers eine wesentliche Rolle. Diese betrifft z. B. die Herstellung von Einbauteilen, die ggf. nicht vom Stahlbaubetrieb, sondern durch ein vom Massivbauer beauftragter Subunternehmer erfolgt.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Zertifizierung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und das Schweißzertifikat vor Montagebeginn zu prüfen. Zudem sind keine Schweißnähte ohne die dazugehörige WPS (Welding Procedure Specification) auszuführen. Beim Verdacht einer unsachgemäßen Ausführung sind die WPS durch den Prüfer einzufordern. Zahlreiche Beispiele, an denen die Sachverhalte erläutert wurden, sensibilisierten die Teilnehmenden der Fachtagung und waren Gegenstand von Fachgesprächen in der anschließenden Pause.

Mit der Beleuchtung des Stahlbaus zwischen Planung und Ausführung knüpfte Prof. Dr.-Ing. Michael Volz von der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt thematisch an den vorangegangenen Vortrag an. Am Beispiel der Fertigung geschweißter Bauteile, bei denen die richtige Wärmeführung wesentlich für die Qualität und Tragfähigkeit der Schweißnaht sein kann, wurden Anforderungen an die betrieblichen Abläufe, Personen, Ausgangsprodukte und Dokumentation erläutert. Sie bilden die Grundlage der Qualitätssicherung und ermöglichen insbesondere bei Anforderungen, die nicht durch zerstörungsfreie Prüfungen oder visuell messbar sind, das Erreichen einer angemessenen Ausführungsqualität. Es folgten Ausführungen zum Konformitätsnachweisverfahren von tragenden Bauteilen, der CE-Kennzeichnung sowie eine Diskussion über Kriterien zur Beurteilung fehlender Konformität. Prof. Volz betonte, dass die zerstörungsfreie Prüfung nur ein kleiner Teil der Qualitätssicherung ist und nicht dazu verwendet werden sollte, Fehler gezielt zu suchen. Die Überwachungsstellen haben bei

der Prüfung grundsätzlich eine besondere Verantwortung und sollten im Sinne einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten mit ihrer Fachkompetenz aktiv unterstützen. Möglichkeiten hierzu wurden an ausgewählten Beispielen, an denen der Unterschied zwischen einem normkonformen und funktionstauglichen Zustand geschweißter Verbindungen aufgezeigt wurde, ausführlich beschrieben.

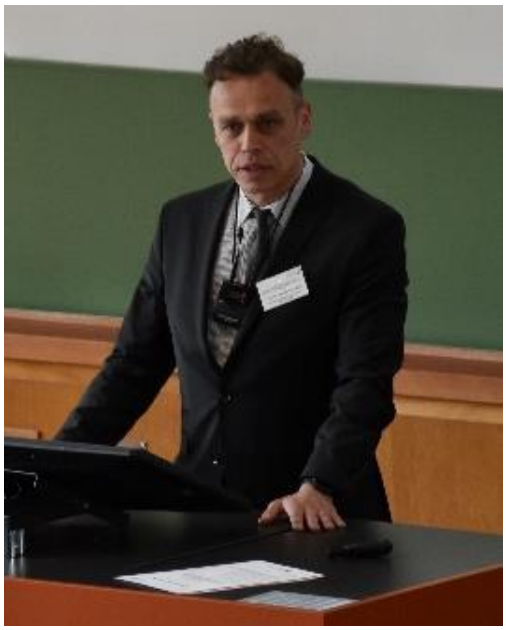

Abbildung 6
Prof. Dr.-Ing. Michael Volz

Abbildung 7
Dipl.-Ing. Rico Stockmann

Den Abschlussvortag hielt Herr Dipl.-Ing. Rico Stockmann von der Ingenieurgesellschaft Leonhard, Andrä und Partner zur neuen Bahnbrücke Kattwyk. Dabei handelt es sich um eine zweigleisige Hubbrücke, die neben der bereits bestehenden Brücke errichtet wurde. Das Bestandsbauwerk, das von Fußgängern, Radfahrern, Autofahrern und der Eisenbahn gleichermaßen genutzt wurde, wies zahlreiche Ermüdungsschäden auf, die zu einer Begrenzung der zulässigen Belastung und Geschwindigkeit führten. Eine besondere Herausforderung bei der Planung der neuen Brücke lag in der Realisierung der notwendigen Öffnungsmaße zur Gewährleistung einer sicheren Schifffahrt. Das bisherige Lichtraumprofil führte zu Einschränkungen. Neben der maschinenbaulichen Ausstattung der Hubbrücke erläuterte Rico Stockmann die Fertigung und Montage der Pylone und Brückenfelder. Dabei ging er auf interessante Aspekte ein, wie die Ausbildung des Schienenschlusses und der Oberleitung nach vollzogenem Hub- und Absenkvorgang.

Das vielfältige Programm lud zu Fachdiskussionen mit den Referenten ein und bot eine ausgezeichnete Plattform für den fachlichen Austausch. Ergänzt wurde die Tagung von verschiedenen Fachausstellern, die an ihren Ständen über aktuelle Entwicklungen und neue Produkte informierten. Die nächste Dresdner Stahlbaufachtagung ist im kommenden Jahr für den März 2023 geplant.

Bericht:
Dipl.-Ing. Thoralf Kästner
Institut für Stahl- und Holzbau, Technische Universität Dresden

Fotos:
Dipl.-Des. (FH) André Terpe
Dekanat der Fakultät Bauingenieurwesen, Technische Universität Dresden