

09/03 Stehsatz

Holzkonstruktionen und Schwimmbadbau

Gestalterische Möglichkeiten und konstruktiver Holzschutz müssen keinen Widerspruch bilden

Dipl.-Ing. Thomas Duzia und B. Sc. Rainer Mucha, Fachbereich Bauingenieurwesen, Lehr- und Forschungsgebiet Holzbau und Baukonstruktion, Bergische Universität Wuppertal

Mit den Diskussionen zur Ökologie und Nachhaltigkeit rückt zwangsläufig der Baustoff Holz wieder verstärkt in das allgemeine Interesse. Durch das wachsende Umweltbewusstsein kommt das Bauen mit Holz immer stärker in Mode, wenn Holz aus nachhaltigem und kontrolliertem Anbau stammt. Auf dieser Grundlage stehen Abbau und Nachwachsen im Gleichgewicht. Es kommt weder zu einer Rohstoffverknappung noch zu einer Naturschädigung. Aber Holz für die Tragkonstruktion zu wählen, bietet nicht nur den Vorteil des sichtbaren naturnahen Bauens. Im Vergleich mit den Baustoffen Beton und Stahl wird zusätzlich auf der psychologischen Ebene eine natürliche und als warm empfundene Atmosphäre für den Gebäudenutzer geschaffen, wodurch sich das subjektive Wohlbefinden erhöht. Weitere Vorteile sind die leichte Ver- und Bearbeitbarkeit sowie die variable Formgebung beim Einsatz von Holz. Demgegenüber stehen jedoch Materialeigenschaften wie die Festigkeit, die Feuchteaufnahme und das Brandverhalten von Holz, die in der Planung nicht unberücksichtigt bleiben dürfen und besondere Aufmerksamkeit benötigen.

Schwimmbadbau

Die Anforderungen des Schwimmbadbaus an die Hallenkonstruktionen sind vielschichtig. Im Beckenbereich müssen große Spannweiten stützenfrei realisiert werden. Das Tragwerk bildet die Grundlage für den Dachaufbau mit Abdichtungs- und Dämmfunktion.

Die klimatischen Rahmenbedingungen eines Schwimmbads bilden eine wesentliche Grundlage zur Bewertung notwendiger konstruktiver Schutzmaßnahmen im Holzbau. Auf der Grundlage der KOK-Richtlinien für den Bäderbau kann festgelegt werden, dass die Raumlufttemperaturen in der Schwimmhalle nicht



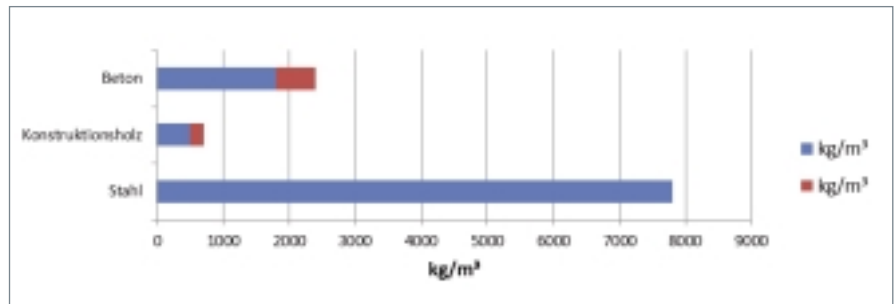
■ Toskana Therme, Bad Orb (Architektur: Ollertz Architekten BDA, Fulda; Tragwerk: Trabert + Partner, Geisa): Außenansicht (oben) und Innenansicht der druckbeanspruchten Holzrippenschale; Fotos: Ollertz Architekten, Fulda

über 34 °C liegen sollen.¹⁾ Gekoppelt ist dieses maximale Temperaturniveau an die Anforderungen, dass die relative Raumluftheuchte zwischen 40 und 64 % zu liegen hat, um den vorbeugenden Schutz für Metall- und Holzbauteile sicherzustellen.²⁾ Diese Werte finden sich auch in der VDI-Richtlinie 2089 Blatt 1, Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern³⁾, wieder.

Ökologische Faktoren des Holzbaus

Die zunehmende Hinwendung zu einer ganzheitlichen Betrachtungsweise im Bauwesen, die neben den Erstellungskosten auch Unterhalt, Sanierung und Entsorgung berücksichtigt, führt zu einem Bilanzierungssystem, das ebenso den Energieeinsatz bei der Herstellung eines Baustoffs erfasst. Hier ist der Vergleich zu anderen üblichen Materialien von Dachtragssystemen von Interesse. Grundlage für das Bilanzierungssystem bildet dazu u. a. das Internetportal www.probas.umweltbundesamt.de (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente), das vom Umweltbundesamt, Dessau, und dem Öko-Institut e. V., Freiburg, zur Verfügung gestellt wird.

Mit dem kumulierten Energie-Aufwand (KEA) wird ein Kennwert auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 4600⁴⁾ ermittelt, die den Energieaufwand der gesamten Vorkette der Produktion eines Materials berücksichtigt. Demnach liegt der gesamte Energieaufwand⁵⁾, als Mix von erneuerbarer und nicht-erneuerbarer Energie, für Brettschichtholz bei ca. 11,66 MJ/kg. Der direkte Vergleich zu warmgewalztem Stahl zeigt, dass der gesamte Energieaufwand von Stahl mit 22,83 MJ/kg fast doppelt so hoch ist. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass diese Werte auf kg bezogen sind und unterschiedliche Materialien auch unterschiedliche Konstruktionsweisen nach sich ziehen, dessen Materialaufwand und damit -gewicht sehr unterschiedlich sein kann.



■ Abbildung 1: Vergleich der minimalen bis maximalen Rohdichten kg/m³ von Beton, Stahl und Konstruktionsholz nach DIN EN 12 524:2000⁶⁾; Darstellung: Thomas Duzia, Wuppertal



■ Abbildung 2: Animation der Holzrippenschale der Toskana Therme, Bad Orb; Darstellung: Trabert + Partner, Geisa

Als CO₂-Äquivalent benennt probas für Holz 0,435 kg/kg und 1,71 kg/kg für Stahl. Daher müssen diese Werte in Relation zu den Rohdichten und dem notwendigen Materialbedarf der jeweiligen Konstruktionen gesehen werden (siehe Abbildung 1).

Der augenscheinliche Vorteil im direkten Vergleich der geringen Rohdichten von einer Holzleimbinderkonstruktion relativiert sich mit der Bemessung und Konstruktion des Tragwerks, da im statischen Nachweis bei großen Spannweiten deutlich größere Abmessungen für Holzbinder notwendig werden, wenn man nicht auf einen flächenhaften Lastabtrag, wie in Abbildung 2, zurückgreift.

Tragende Bauteile aus Holz und Brandschutz

Unter tragenden Bauteilen versteht man in der Tragwerksplanung Tragwerkelemente, die für die Standsicherheit

von Bauwerken oder Einzelteilen eines Bauwerks von entscheidender Bedeutung sind. Hierzu gehören Stützen, Balken und Aussteifungselemente, die im Zusammenspiel die Standsicherheit der Konstruktion gewährleisten müssen.

Da Holz im Gegensatz zu Stahl und Beton ein brennbarer Baustoff ist, müssen für tragende Holzbauteile Randbedingungen eingehalten werden, die im Brandfall die Evakuierung sicherstellen. Bei entsprechender Dicke der Holzkonstruktion können Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 (Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen) von F30 B bis F60 B erreicht werden. Bei erhöhter Temperatur beginnt bei Holz wie bei allen organischen Werkstoffen ein Zersetzungsprozess, der als Pyrolyse bezeichnet wird.⁷⁾ Unter erhöhtem Temperatureinfluss und direktem Flammenkontakt fängt Holz an zu verkohlen. Während des Verbrennungsprozesses entsteht gleichzeitig eine Schutzschicht,



■ Das Bad „Les Thermes“ der Architektengemeinschaft Jim Clemens / wity & wity / Hermann & Valentiny von außen; Foto: Les Thermes, Strassen-Bertrange, Luxemburg



■ Les Thermes: Blick von außen nach innen ...



■ ... und in der Badehalle ein Blick auf die Holzkonstruktion über einem Becken; Fotos: Igelstudios, Trier

die das weitere Abbrennen deutlich verlangsamt. Die Abbrandgeschwindigkeit β_n in mm/min beträgt nach DIN 4102-4⁸⁾ für Brettschichtholz aus Nadelholz inkl. Buche 0,7 mm/min und für Vollholzkonstruktionen 0,5 - 0,8 mm/min.

Daraus resultiert, dass bei einem Vollbrand über $t_f = 30$ min ein Träger aus Brettschichtholz eine Abbrandrate von 21 mm je Flanke besitzt.

Zusätzlich zur Abbrandrate muss für die vereinfachte Bemessungssituation mit ideellen Restquerschnitten der Verlust an Festigkeit und Steifigkeit unter Brandbeanspruchung Berücksichtigung finden; dieser wird durch eine Abbrandtieferhöhung mit $d_0 = 7$ mm einbezogen.

$$d_{ef} = \beta_n \cdot t_f + d_0$$

Damit ergibt sich ein um $d_{ef} = 28$ mm verringerter ideeller Restquerschnitt je Flanke. Die Einflüsse auf den Querschnitt sind in Abbildung 3 dargestellt.

Hinzu kommt, dass Holz eine niedrige Wärmeleitfähigkeit besitzt, die eine direkte Komplett-Überhitzung verhindert. Während eines Brandes kündigt sich durch Knistern ein Versagen der Tragfähigkeit an. Diese akustische Eigenschaft kann lebensrettend sein.

Bei Zellulose und zellulosehaltigen Materialien, zu denen auch Holz gehört, beginnt eine Zersetzung bereits oberhalb von 105 °C. Die Entzündung durch einen offenen Brand kann über eine gleichmäßige, langandauernde Erwärmung als Folge einer Pyrolyse erst bei ungefähr 200 °C entstehen.¹⁰⁾

Einen Sonderfall stellen hinsichtlich des Brandschutzes von Holz Saunakabinen in einem Schwimmbad dar. Untersuchungen zeigten, dass bei diesem Sonderfall der Entzündungspunkt des Holzes bereits ab ≥ 120 °C zu erwarten ist.¹¹⁾ Dies muss vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass der Entzündungspunkt von

Holz wesentlich vom Wassergehalt der Ausgleichsfeuchte mit beeinflusst wird und das Holz der Saunakabinen dauerhaft durch die hohen Innentemperaturen getrocknet ist.

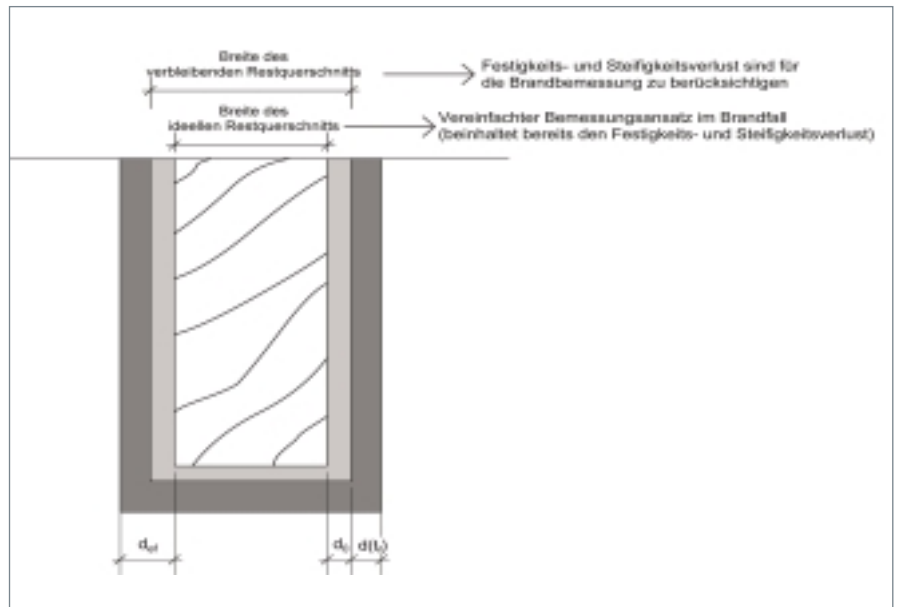
In öffentlichen Gebäuden wie Hallenbädern sind weitere zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um die Flammenausbreitung einzuschränken; dazu gehören werkstofftechnische, konstruktive und chemische Maßnahmen. Dabei ist ebenfalls darauf zu achten, dass vorab keine Schwachstellen in der Gebäudehülle entstehen, die das Eindringen von Sauerstoff und Flammen erleichtern.

Vorbeugender Holzschutz

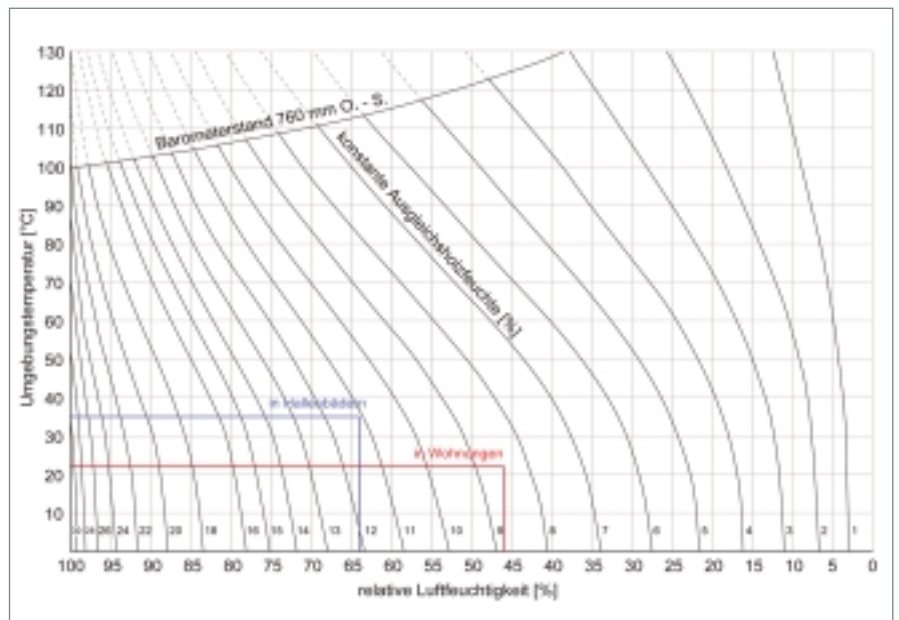
Um die dauerhafte Tragleistung sicherzustellen, müssen ergänzende Bedingungen eingehalten werden. Darunter fällt auch der vorbeugende Holzschutz gegen Feuchteeinwirkung. Diesbezüglich gilt die DIN 68 800: Holzschutz Teil 1 - 4.

Da Holz ein Material mit hygroskopischen Eigenschaften ist, verändern sich sein Volumen und auch seine Querschnittsabmessungen bei Klimaschwankungen. Bedingt durch die hygroskopischen Eigenschaften steht der Feuchtegehalt des Holzes in ständiger Abhängigkeit zur relativen Raumluftfeuchte. Hieraus resultiert die sog. Ausgleichsfeuchte. Kommt es zu einem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit in einem Raum, hat dies unmittelbare Auswirkung auf den Ausgleichsfeuchtegehalt von Holz (siehe Abbildung 4). Holz kann bei erhöhter Feuchtigkeitsaufnahme quellen und bei Feuchtigkeitsentzug schrumpfen.

Diese Quell- und Schwindprozesse finden nur unterhalb des Fasersättigungspunktes statt, der bei 28 - 33 % Holzfeuchte erreicht ist. Beim Erreichen der Fasersättigung kann die Holzfaser keine Feuchtigkeit mehr aufnehmen; es sind also 100 % an gebundenem Wasser im Holz vorhanden. Das Wasser, das jetzt noch aufgenommen werden kann, ist lediglich sog. freies Wasser, das sich



■ Abbildung 3: Ansetzbare Querschnittverluste im Brandfall bei dreiseitiger Brandbeanspruchung; Zeichnung: Rainer Mucha, Wuppertal¹⁹⁾



■ Abbildung 4: Darstellung der Gleichgewichtsholzfeuchte in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchte und der Umgebungstemperatur nach dem „Loughborough und Keylwerth-Diagramm“

zwischen den einzelnen Fasern einlagert und nicht mehr von der Holzfaser selbst aufgenommen werden kann.

In normal beheizten Wohnräumen mit ca. 22 °C Umgebungstemperatur und ca. 47 % relativer Luftfeuchte pendelt sich die Holzfeuchtigkeit bei ungefähr 8 % ein. Dagegen kann die relative Luftfeuchte in Hallenbädern bis zu 64 % bei ca. 32 °C betragen. Damit verändert sich zwangsläufig der Ausgleichsfeuchtege-

halt im Holz. Unter diesen Umgebungsbedingungen wird sich eine konstante Ausgleichsholzfeuchte bei ca. 11 % einstellen (siehe Abbildung 4). Diese sog. Ausgleichsholzfeuchte bezieht sich immer auf die Holzfeuchte im Darr-trockenen Zustand, wobei das Darr-Maß nur ein Rechenwert ist, bei dem das Holz keine gebundene Feuchtigkeit mehr besitzt. Unter natürlichen Randbedingungen in einem Gebäude wird dieser Zustand jedoch nie erreicht.

Um die Einwirkungen des freien Wassers zu berücksichtigen, müssen äußerliche, chemische oder konstruktive Maßnahmen ergriffen werden. Auf die Möglichkeiten wird im Folgenden näher eingegangen.

Die normativen Vorschriften für den Holzschutz sind in der DIN 68 800 Teil 1 - 3 und in der E DIN EN 335¹²⁾ verankert. Diese beinhalten Maßnahmen und Eigenschaften, die nach Gebrauchsklassen unterteilt sind. Für tragende Bauteile werden vier verschiedene Gebrauchsklassen definiert, wobei zu beachten ist, dass immer der ungünstigste Zustand angenommen werden muss. Aus der Klassenunterteilung kann man eine potenzielle Gefährdung durch Insekten, Pilze, Auswaschung und Moderfäule ablesen. Darauf bezogen werden dann das notwendige Holzschutzmittel und das auszuwählende Holz als erforderliche Holzschutzmaßnahme festgelegt.

Auf der Grundlage der Festlegungen zum Holzschutz können Konstruktionen im inneren Dachbereich von Schwimmbädern der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden. Anders verhält es sich dagegen bei Holzstützen, die im Spritzwasserbereich stehen, oder bei Konstruktionshölzern, die im Außenbereich einen Dachüberstand ausbilden. Von wesentlicher Bedeutung ist für alle Holzbauteile der Gebrauchsklassen GK 0 - GK 3, dass Maßnahmen zur Vermeidung von Tauwasser getroffen werden.¹³⁾

Zusammenfassend nach den Normen DIN 68 800¹⁴⁾ und E DIN EN 335 kann die Unterteilung für tragende Bauteile wie folgt vorgenommen werden:

- Die **GK 0** trifft auf alle Bauteile mit einer mittleren relativen Luftfeuchte bis 85 % zu, die unter Dach liegen und nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt sind. Bei Bauteilen mit dieser Beanspruchung sind keine zusätzlichen Maßnahmen gegen Insekten, Pilze oder Moderfäule erforderlich.

- Unter die **GK 1** fallen alle Holzbauteile, die trocken und ständig unter 20 % Feuchte liegen und die gleichen Randbedingungen wie GK 0 aufweisen, jedoch kann nicht dauerhaft sichergestellt sein, dass es keinen Insektenbefall gibt. Für den Ausschluss des Insektenbefalls müssen dauerhaft klimatisierte Wohnräume, geschlossene Bekleidungen oder ständige Kontrollen gewährleistet sein.

- Die **GK 2** umfasst einen gelegentlichen Feuchtegehalt von über 20 % für Bauteile, die jedoch nicht der freien Witterung ausgesetzt sind.

- Unter **GK 3** fallen alle Bauteile, die auch einen gelegentlichen Feuchteintrag von über 20 % aufweisen und zusätzlich der Witterung ausgesetzt sind.

Die Holzfeuchte beim Einbau darf in den Gebrauchsklassen GK 0, GK 1 und GK 2 nicht höher als 20 % liegen.¹⁵⁾ In der Nutzung müssen für Bauteile, die unter die Gebrauchsklassen 2 und 3 fallen, Holzschutzmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall getroffen werden. Damit soll eine Gefährdung der Tragkonstruktion ausgeschlossen werden.

Über die Einwirkungen der hohen relativen Luftfeuchtigkeit (siehe Abbildung 4, blaue Markierung) und dem damit verbundenen Tauwasserausfall auf der Bauteiloberfläche sowie dem potenziellen Eintrag von Spritzwasser wird die Klasseneinteilung für die notwendige Holzschutzmaßnahme festgelegt.

Um die Dauerhaftigkeit der Holztragerelemente sicherzustellen, bestehen folgende Möglichkeiten, den Holzschutz in der Praxis zu gewährleisten:

- **Natürlicher Holzschutz:** umfasst alle Widerstandsfähigkeiten, die auf die Eigenschaften des Holzes selbst zurückzuführen sind

- **Konstruktiver Holzschutz:** alle baulichen Maßnahmen, die durch die Einbauweise das Holz vor Angriffen schützt¹⁶⁾

- **Physikalischer Holzschutz:** äußere Anwendungen, die das Holz vor schädlichem Kontakt schützen (beispielsweise Schutzschichten gegen UV-Strahlen, Regen und mechanischen Abrieb)

- **Chemischer Holzschutz:** Hierbei übernehmen Holzschutzmittel mit ihren chemischen Wirkstoffen den Schutz (Regelungen in DIN 68 800-3).

Liegt ein Befall durch holzerstörende Pilze oder Insekten vor, wird auf der Grundlage der DIN 68 800-4, Holzschutz-, Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen¹⁷⁾, festgelegt, wodurch zerstörende Pilze und Insekten nach dem Befall beseitigt werden können.

Auf einen chemischen Holzschutz sollte besonders zum Schutz der Badegäste nur dann zurückgegriffen werden, wenn es keine Möglichkeiten des konstruktiven oder physikalischen Holzschutzes gibt. Kommt chemischer Holzschutz zum Einsatz, müssen zwingend die Vorschriften und Schutzmaßnahmen, die im nächsten Abschnitt beschrieben sind, eingehalten werden.

Holzschutzmittel

Um das richtige chemische Verfahren für den Holzschutz auswählen zu können, müssen Holzschutzmittel, der Anwendungsbereich und die Holzfeuchte bei der Schutzbehandlung aufeinander abgestimmt sein.

Es dürfen nur Holzschutzmittel, die als Biozid-Produkt nach den aktuellen Bestimmungen zugelassen sind, verarbeitet werden. Damit ist die Wirksamkeit nachgewiesen und vor allem eine Gefährdung durch die Produkte für Gesundheit und Umwelt nach heutigem Wissensstand ausgeschlossen. Darüber hinaus ist von Planer und Anwender darauf zu achten, dass für tragende Holzbauteile nur Holzschutzmittel mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis genutzt werden dürfen. Bewertungen für Holzschutzmittel werden der-

zeit z. B. von der Gütegemeinschaft Holzschutzmittel e. V., Seligenstadt, und der Registrierungsstelle beim Umweltbundesamt für Bläueschutzmittel nach „VdL-Richtlinie Holzschutzbehandlungen und Beschichtungssysteme“ (Verband der deutschen Lackindustrie e. V., Frankfurt am Main) durchgeführt. Die Auflistung der anwendbaren Holzschutzmittel für tragende Bauteile erscheint im jährlich aktualisierten Holzschutzmittelverzeichnis des DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin).¹⁸⁾

Bauphysikalische Aspekte von Dachkonstruktionen aus Holz

Es reicht nicht aus, die allgemeinen bauphysikalischen Bewertungen von gedämmten Dachkonstruktionen aus Holz ausschließlich auf der Grundlage der DIN 4108-3 zum klimabedingten Feuchteschutz¹⁹⁾ zu erbringen. Zwar besagt die DIN 4108-3, dass eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehalts von Holzwerkstoffen um mehr als 5 % unzulässig ist. Hinsichtlich der zulässigen Tauwassermenge in beidseitig geschlossenen Bauteilen der Gebäudehülle erfolgt zusätzlich ein Verweis auf die Anforderungen der DIN 68 800 zum Holzschutz, da im zweiten Teil der DIN 68 800 eine höhere Trocknungsreserve zu den Anforderungen der DIN 4108-3 von $\geq 250 \text{ g/m}^2\text{a}$ bei Dächern gefordert wird.²⁰⁾

Damit wird u. a. der Umstand berücksichtigt, dass die Einbaufeuchten von Holz häufig deutlich höher sind als der herkömmliche Ausgleichsfeuchtegehalt. Aktuelle Untersuchungen der Holzforschung Austria (HFA), Forschungsinstitut und akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle der Österreichischen Gesellschaft für Holzforschung, Wien, zeigten jedoch ebenso, dass 100 % luftdichte Aufbauten zur Erfüllung des Wärmeschutzes bautechnisch so gut wie gar nicht möglich sind.²¹⁾ Gedämmte Dachkonstruktionen aus Holz müssen daher ein höheres Rücktrocknungspotenzial besitzen. Damit zeigt sich, dass das lange Zeit vorherrschende Konstruktionsprinzip, beidseitig dicht zu bauen,

die Gefahr in sich trägt, die Feuchtigkeit einzuschließen und somit Trocknungsvorgänge zu behindern. Gerade in Hinsicht auf die klimatischen Bedingungen in Hallenbädern müssen genau diese Rücktrocknungspotenziale gewährleistet sein.

Schwachstellenreduzierung durch die Verbindungsmittelwahl

Moderne Tragkonstruktionen aus Holz kommen kaum ohne zusätzliche Stahlverbindungsmitel aus, welche die Verbindung unterschiedlicher Bauteile herstellen. Um eine unnötige Schwächung der Tragwerkstruktur zu vermeiden, sollten so wenig Stahlverbindungsmitel wie möglich zum Einsatz kommen.

Zwei entscheidende Nachteile entstehen durch das Einbohren oder Einsetzen von Stahlverbindungsmiteln:

- die Gefahr des Tragverlustes der Verbindung durch Korrosion und
- die Entstehung einer Schwachstelle durch Verletzung der Holzgefügestruktur.

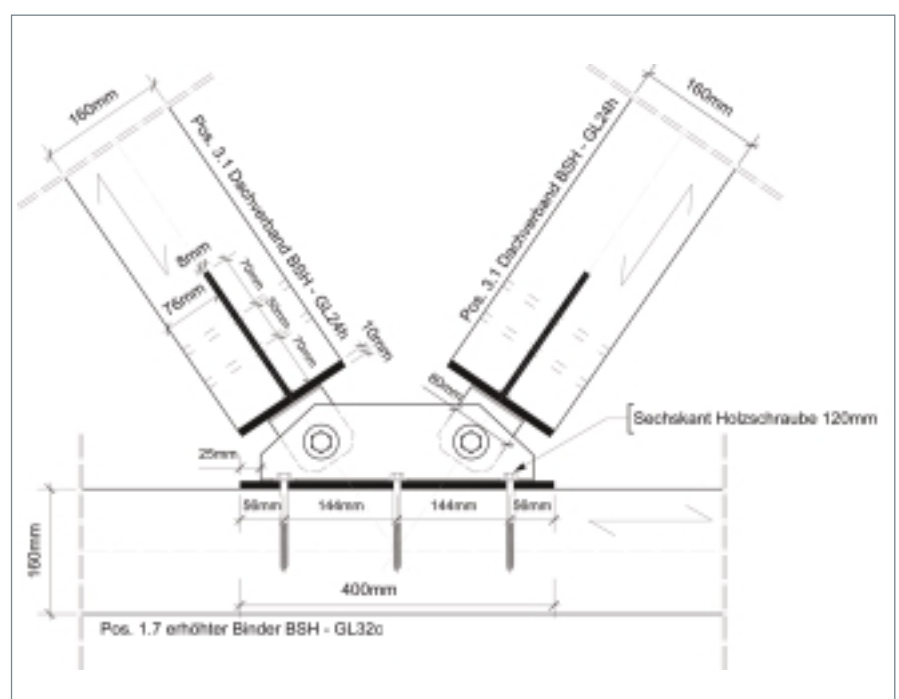
Besonders in Hallenbädern ist darauf zu achten, dass in Bodenanschluss- und

Spritzwasserbereichen die Verbindungsmittel konstruktiv geschützt werden.

Generell sind alle Verbindungselemente aus Stahl und Guss korrosionsanfällig, auch diejenigen aus rostfreiem Stahl. Aus diesem Grund ist es zu empfehlen, auf alle Verbindungsteile, die der Umgebungsluft ausgesetzt sind, eine Schutzschicht aufzutragen (z. B. eine Kunststoffschicht), um den Schutz nicht nur über eine verzinkte Oberfläche oder durch nichtrostende Stähle zu erreichen. Im Bereich chlorhaltiger Umgebungsluft in Bädern und Schwimmhallen ist eine Beschichtung fast unverzichtbar. Daher sollte vom Hersteller der Nachweis der Eignung für einen Beschichtungsstoff verlangt werden.²²⁾

In Abbildung 5 ist zu sehen, wie die Wahl der konstruktiven Dachverbindung die Anzahl der Schwachstellen im Holz beeinflusst und diese Wahl zu einer Erhöhung der korrosionsanfälligen Stahlflächen führt.

Hier ist der Anschlusspunkt eines Windverbandes gezeigt, der mit einem Stahlbauteil ausgeführt ist. Dieses Stahlbau-



■ Abbildung 5: Draufsicht auf den Anschlusspunkt eines Winddachverbandes an einen Dachbinder mit Stahlverbindungsmiteln; Zeichnung: Rainer Mucha, Wuppertal

teil ist mit einem Schlitzblech in die Verbandsbalken eingelassen und mit Bolzen verbunden. Im Binderanschlussbereich erfolgt die Kraftübertragung durch eine „Drei-Schraubverbindung“ im Kopfblechteil jeweils im oberen und unteren Bereich. Durch diese recht einfache Konstruktionsweise sind jedoch vier Schwachstellen durch Bohrungen und eine durch den Kopfschlitz in dem Verbandsbalken und sechs Schwachstellen in dem Binder geschaffen worden. Zusätzlich liegt fast das komplette Stahlbauteil frei und ist den äußeren Einflüssen ausgesetzt.

Im Gegensatz zur Verbindungsvariante des Dachwindverbandes (siehe Abbildung 5) erfolgt in der Dachkonstruktion der Toskana Therme (siehe Abbildung 2) die Kopplung der Rippenstäbe

durch eine Steckverbindung aus Hartholz (siehe Abbildung 6).

Über den unmittelbaren Druckkontakt wird der größte Teil der Stützkkräfte zwischen der Holzschale und dem Widerlager abgetragen. Damit liegt nur ein sehr geringer Teil an Stahleinbauteilen vor. Die Gefahren der Korrosion infolge der chloridhaltigen Luft sowie das Eindringen der Feuchtigkeit in Schwachstellen durch eingebohrte und eingeschraubte Verbindungsmittel sind so praktisch ausgeschlossen.

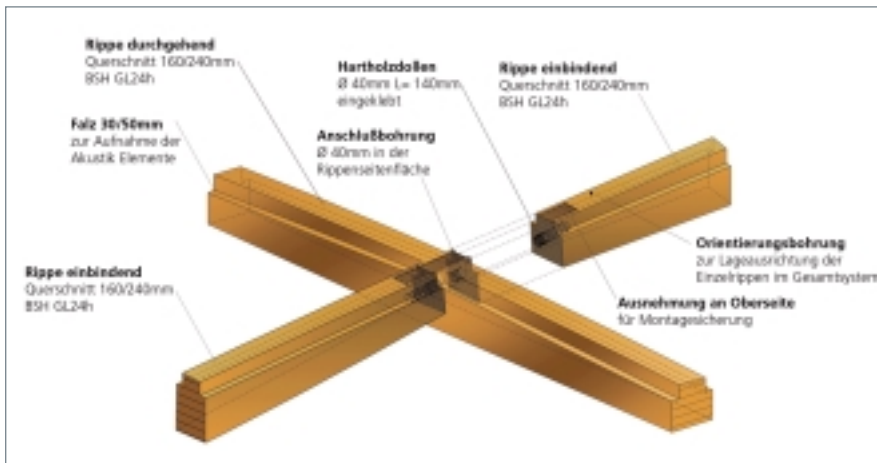
Fazit

Anhand dieser Beispiele wird deutlich, dass innovative Konstruktionsweisen und Formgebungen nicht im Widerspruch zu konstruktiven Holzschutzmaßnahmen stehen müssen. Tragwerke aus Holz bie-

ten gerade für den Bau von großen Hallen(-Bädern) eine Option, konstruktiv und gestalterisch anspruchsvolle Bauten umzusetzen, die zudem eine hohe visuelle Qualität liefern können.

Anmerkungen

- 1) Vgl. KOK-Richtlinien für den Bäderbau, Essen, 4. Auflage 2002, S. 216; Pkt. 63.21.20 Raumlufttemperaturen
- 2) Ebd.; Pkt. 63.22 Raumluftfeuchte
- 3) VDI 2089 Blatt 1, Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Hallenbäder: Januar 2010; Pkt. 5.1.4 Tab. 2
- 4) VDI 4600 Blatt 1, Kumulierter Energieaufwand (KEA), Beispiele; Juni 1998
- 5) www.probas.umweltbundesamt.de/php/themen.php
- 6) DIN EN 12 524: Baustoffe und -produkte; Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften, Tabellierte Bemessungswerte; Juli 2000 – Norm wurde zurückgezogen
- 7) Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, Reihe 3 Bauphysik, T4 Brandschutz, Winter, S. (Verf.), 1996, S. 5
- 8) DIN 4102-4/A1:2004-11, Tabelle 74: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 4: Zusammenstellung und



■ **Abbildung 6:** Fügung der Rippen untereinander im Dachbereich der Toskana Therme, Bad Orb; Darstellung: Trabert + Partner, Geisa

Anzeige



Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1

- 9) Nach DIN 4102-4/A1:2004-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1, S. 20
- 10) Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, Reihe 3 Bauphysik, T4 Brandschutz, Winter, S. (Verf.), 1996, S. 5
- 11) Vgl. Holz Brandschutz Handbuch, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V. (Hrsg.); Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1995, 2. Auflage; S. 46
- 12) E DIN EN 335:2011-08, Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzwerkstoffen
- 13) Vgl. DIN 68 800-1:2011-10, Holzschutz – Allgemeines; Pkt. 8.1.3, S. 19
- 14) Ebd., Pkt. 5.1.4, S. 11
- 15) Vgl. DIN 68 800-2:2012-02, Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, S. 8
- 16) DIN 68 800-2:2012-02, Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
- 17) DIN 68 800-4:2012-02, Holzschutz-, Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten
- 18) Aus: Eckhard, M., et al., Holztechnik Fachkunde, Verlag Europa Lehrmittel, Haan 2005
- 19) DIN 4108-3:2001-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- 20) DIN 68 800-2:2012-02, Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau; Pkt. 5.2.4, S. 11
- 21) Nusser, B., et al.; Messtechnische Analyse flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen mit Sparrenvollämmung, Teil 1: Nicht belüftete Nacktdächer mit Folienabdichtung; Bauphysik 32, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2010, Heft 3
- 22) Vgl. Informationsdienst Holz: Holzbauten bei chemisch-aggressiver Beanspruchung, August 2000

Anzeige

