

Oberflächenqualität von Brettschichtholz

B. Radovic und T. Wiegand

Brettschichtholz (BS-Holz) ist ein seit Jahrzehnten bewährtes und zuverlässiges konstruktives Vollholzprodukt. Die in den vergangenen Jahrzehnten erfolgte Optimierung der Klebstoffe und der Fertigungstechnologie hat, kombiniert mit einer von Anbeginn an strengen Überwachung der Produkte, zu einer hohen Prozesssicherheit bei der Herstellung geführt. Trotz Homogenisierung und Vergütung des Baustoffes während der Fertigung bleibt BS-Holz aber weiterhin ein natürlicher Baustoff mit wuchsbedingten Unregelmäßigkeiten und Streuungen.

Während es in den vergangenen Jahren erfreulich wenige Schäden hinsichtlich der Tragsicherheit von BS-Holz-Konstruktionen gegeben hat, wird häufiger über tatsächliche oder vermeintliche optische Mängel von BS-Holz gestritten. Eine der Hauptursachen für die Streitigkeiten ist das Fehlen verbindlicher Regelungen. In der ATV DIN 18334 „Holz- und Zimmerarbeiten“ [1] werden lediglich Aussagen zur Hobelung und zur allgemeinen Zulässigkeit von Schwindrissen getroffen. Darüber hinausgehende Oberflächenbeschreibungen finden sich weder hier noch in den Produktdefinitionen für BS-Holz in der „alten“ oder „neuen“ DIN 1052 [2], [3], [4].

Aufgrund gestiegener Anforderungen der Bauherren, aber auch um das Image des Holzbaus vor Rufschäden durch schlechte Produktqualität zu schützen, wurden in den vergangenen Jahren einige privatrechtliche Vereinbarungen über die Oberflächenqualitäten von konstruktiven Vollholzprodukten, auch von BS-Holz, getroffen (Vereinbarungen über Konstruktionsvollholz KVH® oder MH®, Duo-/Triobalken® und BS-Holz sowie BS-Holz-Merkblatt (August 2001) [5], [6], [7], [8] und [9]). Aber auch diese privatrechtlichen Regelungen genügen alleine noch nicht, um den optischen Gesamteindruck eines Bauwerkes beurteilen zu können. Die oben genannten Vereinbarungen sind zudem bei den Ausschreibenden noch wenig bekannt. In der Folge werden Hölzer mit falscher oder unrealistischer Oberflächendefinition ausgeschrieben.

Ziel des Artikels ist es, Kriterien für die Beurteilung von Oberflächen von BS-Holz bei der Anlieferung und im eingebauten Zustand anzugeben. Es soll dabei erläutert werden, welche Qualitäten realistischerweise ausgeschrieben werden. Es wird zudem auf einige Methoden der Mängelbeseitigung eingegangen.

Der Artikel befasst sich schwerpunktmäßig mit BS-Holz aus Fichten-, Tannen-, Lärchen- oder Douglasienholz. Zur Farbe von BS-Holz aus verschiedenen Holzarten wird auf weiterführende Litera-

tur (z.B. [10], [11]) verwiesen. Bauteile im Freien, insbesondere durch Niederschläge oder UV-Strahlung bedingte Verfärbungen, sind ebenfalls nicht Thema dieser Ausführungen.

Im Folgenden sollen zunächst die wesentlichen, den optischen Eindruck bestimmenden Parameter einzeln diskutiert und danach ein Schema für die Beurteilung von BS-Holzbauteilen bei der Anlieferung bzw. im eingebauten Zustand angegeben werden.



Bild 1 Oberflächenbearbeitung in einem BS-Holz-Werk



Bild 2 Dachkonstruktion Elefantenhaus Zoo Köln

Herr Akad. Dir. i.R. Dipl.-Ing. Borimir Radovic war langjähriger Leiter der Abteilung Holz der MPA Universität Stuttgart – „Otto-Graf-Institut“ und ist Mitglied in verschiedenen Sachverständigenausschüssen beim Deutschen Institut für Bautechnik sowie in zahlreichen anderen Gremien.

Herr Dr.-Ing. Tobias Wiegand ist Geschäftsführer der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., der Gütegemeinschaft BS-Holz e.V. und des Verbandes Holzfaser Dämmstoffe e.V.

Tabelle 1 Ästigkeitskriterien¹⁾ für die visuelle Sortierung von Brettern für die Herstellung von Brettschichtholz nach DIN 4074-1: 2003-06

Sortiermerkmal	Sortierklasse		
	S 7	S 10	S 13
Einzelast	bis 1/2	bis 1/3	bis 1/5
Astansammlung	bis 2/3	bis 1/2	bis 1/3
¹⁾ Verhältnis der Summe der Astdurchmesser bezogen auf die doppelte Brettbreite (zur Bestimmung der Ästigkeit siehe DIN 4074-1:2006-06)			

Die Vorschläge dieses Artikels wurden zwischenzeitlich in das überarbeitete BS-Holz-Merkblatt (April 2005) [12] der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. übernommen (das BS-Holz-Merkblatt kann unter www.brettschichtholz.de heruntergeladen werden).

2 Diskussion der einzelnen Parameter

2.1 Äste

Äste sind als Träger von Blättern und Nadeln ein natürlicher Bestandteil des Baumes und der daraus gewonnenen Schnittholzpro-

dukte. Da Äste Querschnittsschwächungen und örtliche Faserabweichungen verursachen, stellt die Ästigkeit ein wesentliches Kriterium für die Festigkeitssortierung dar.

Für die visuelle Festigkeitssortierung von Schnittholz aus Nadelholz werden in DIN 4074-1: 2003-06 [13] Größenbegrenzungen sowohl für Einzeläste wie auch für Astansammlungen angegeben. Diese Kriterien sind natürlich auf die Abmessungen des Schnittholzerzeugnisses bezogen (*siehe Tabelle 1*). Je breiter z. B. Bretter sind, desto größere absolute Astgrößen sind bei gleicher Festigkeitsklasse erlaubt.

Auch bei einer maschinellen Festigkeitssortierung sind Äste ein wesentliches Kriterium. Feste Werte für Astgrößen können aber nicht angegeben werden, da in gewissen Grenzen eine große Ästigkeit durch eine hohe Rohdichte kompensiert werden kann (und umgekehrt).

Aus dem oben Gesagten wird deutlich, dass die Festigkeitsklasse nur eine gewisse Orientierung hinsichtlich der zu erwartenden rela-

Tabelle 2 Zusammenstellung einiger Kriterien gemäß privatrechtlich zu vereinbarenden Qualitätsvereinbarungen

Kriterium	Quelle	Industrie-Qualität	Sicht-Qualität	Auslese-Qualität
Astzustand	Vereinbarung über BS-Holz [7]	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Astlöcher zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste mit $\varnothing > 20$ mm werden ersetzt. 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste werden ersetzt.
	Früheres BS-Holz-Merkblatt (Ausgabe August 2001) [9]	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äst zulässig Astlöcher zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste mit $\varnothing > 20$ mm werden ersetzt. Füllmassen sind unzulässig. 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste werden ersetzt. Füllmassen sind unzulässig.
	ÖNORM B7215 [14]	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Astlöcher zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste mit $\varnothing > 20$ mm werden ersetzt. 	<ul style="list-style-type: none"> fest verwachsene Äste zulässig Ausfalläste werden ersetzt.
Harzgalen	ÖNORM B7215 [14]	<ul style="list-style-type: none"> zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Harzgalen bis 5 mm × 50 mm sind zulässig. Größere sind werkseitig zu ersetzen. 	<ul style="list-style-type: none"> Harzgalen bis 3 mm × 50 mm sind zulässig. Größere sind werkseitig zu ersetzen.
Verfärbungen	Früheres BS-Holz-Merkblatt (Ausgabe August 2001) [9]	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen durch Bläue und nagelfeste braune und rote Streifen zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen durch Bläue und nagelfeste braune und rote Streifen auf bis zu 10 % der sichtbaren Oberfläche zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen durch Bläue und nagelfeste braune und rote Streifen unzulässig
	ÖNORM B7215 [14]	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen durch Bläue und Rotstreif zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen auf bis zu 5 % der sichtbaren Oberfläche zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Verfärbungen durch Bläue und Rotstreif unzulässig
Hobelqualität	ÖNORM B7215 [14]	<ul style="list-style-type: none"> Raustellen zulässig Hobelschläge zulässig 	<ul style="list-style-type: none"> Raustellen unzulässig¹⁾ Hobelschläge zulässig bis 10 mm Länge und 1 mm Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> Raustellen unzulässig¹⁾ Hobelschläge unzulässig
¹⁾ Nicht gemeint sind unvermeidliche, lokal begrenzte Rauigkeiten im Bereich von Keilzinkungen und Ästen.				

tiven Astgröße erlaubt. Die Angabe einer Festigkeitsklasse reicht daher für eine Klassifizierung nach ästhetischen Kriterien nicht aus, zumal auch keinerlei Aussagen zum Astzustand getroffen werden.

Es ist in der Regel nicht ratsam, aus ästhetischen Gründen über die Anforderungen der Festigkeitssortierung hinausgehende Anforderungen an die Astgröße zu stellen. Eine zusätzliche Sortierung nach der Optik oder eine verschärfte Festigkeitssortierung stellen einen tiefen Eingriff in den Produktionsablauf dar, erfordern aufgrund des höheren Ausschusses die Sortierung einer größeren Holzmenge und erhöhen damit die Produktionskosten erheblich. Schärfere Anforderungen an die Astgröße sollten daher nur in Ausnahmefällen, z. B. bei Gebäuden mit besonderer Bedeutung, gestellt werden. Es sollte aber auch dann unter Berücksichtigung der Ausleuchtung und des Abstandes zum Auge eines möglichen Betrachters stets geprüft werden, für welche Bauteile verschärfte Anforderungen überhaupt gerechtfertigt sind.

Aus den oben genannten Gründen ist es meist ebenfalls nicht zu empfehlen, eine Begrenzung der zulässigen Astanzahl oder Astabstände vorzunehmen.

Sinnvoll ist es dagegen, klar definierte Anforderungen an den Astzustand sichtbar eingebauter Bauteile zu stellen. So sollten bei einem sehr hohen Anspruch an die Optik der Bauteile alle losen Äste sowie Astlöcher, bei normalem Anspruch alle losen Äste und Astlöcher mit einem Durchmesser größer 20 mm ausgebessert werden. Dies kann mit den schon seit Jahren verwendeten Astlochstopfen und Schiffchen erfolgen. Um ein einheitliches Bild zu erreichen, sollte die Faserrichtung des Ausbesserungsmaterials parallel zur Faserrichtung des benachbarten Holzes verlaufen. Stärkere Farbunterschiede sind zu vermeiden. Um ein späteres Herausfallen des Ausbesserungsmaterials zu vermeiden, müssen Stopfen bzw. Schiffchen einwandfrei verklebt sein.

Die Kriterien für den Astzustand sollten sowohl bei der Anlieferung wie auch im eingebauten Zustand eingehalten sein. Es ist also insbesondere zu fordern, dass in der Sicht- und Auslesequalität auch im eingebauten Zustand lose Äste mit entsprechendem Durchmesser nicht zu einem späteren Zeitpunkt herausfallen.

Eine Ausbesserung kann auch mit verschiedenen Füllmassen (z. B. auf der Basis von Epoxidharz) erfolgen. Hier muss aber beachtet werden, dass durch das in der Regel unterschiedliche Nachdunkeln mit der Zeit Farbunterschiede zwischen der Füllmasse und dem benachbarten Holz vorhanden sein können. Nicht jede Füllmasse kann problemlos überstrichen werden. Ist ein Anstrich vorgesehen, müssen Produkte eingesetzt werden, die problemlos überstrichen werden können.

Mittlerweile weitgehend akzeptierte Vorgaben zum Astzustand bei BS-Holz enthalten das inzwischen überarbeitete BS-Holz-Merkblatt (Ausgabe August 2001) der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. [9], die daran angelehnte ÖNORM B7215 „Zimmermeister- und Holzbauarbeiten – Verfahrensnorm“ [14] und die „Vereinbarung über BS-Holz“ [7]. Ein grundsätzlicher Ausschluss von Füll-



**Bild 3 Querschnittsver-
schwächung und örtliche
Faserabweichung infolge
eines Astes**

massen ist nach Ansicht der Autoren nicht sinnvoll, da z. B. ausgebrochene Kantenäste nur mit Füllmassen in sinnvoller Weise ausgebessert werden können.

Der größere Fertigungsaufwand für BS-Holz in Auslesequalität schlägt sich selbstverständlich in einem höheren Preis nieder. Besonders bei größeren Bauvorhaben sollten daher nur die tatsächlich mit kurzem Abstand zum Betrachter sichtbaren Bauteile in dieser Qualität ausgeführt werden.

2.2 Harzgallen

Bei allen für die Herstellung von BS-Holz verwendeten einheimischen Nadelholzarten (Fichte, Kiefer, Lärche, Douglasie), nicht aber bei der Tanne, findet man Harzgallen vor. Harzgallen werden im lebenden Stamm gebildet und verlaufen stets innerhalb eines Jahres. Beim Schnittholz erscheinen sie auf den tangentialen Flächen in ovaler und auf den radialen Flächen in länglicher Form.

Da Harzgallen die Festigkeit des Holzes kaum beeinflussen, werden sie bei der Festigkeitssortierung nicht berücksichtigt.

Der Austritt von Harz aus Harzgallen ist auch bei einer sorgfältigen Sortierung nie gänzlich auszuschließen, da dicht unter der Oberfläche liegende Harzgallen bei einer Temperatureinwirkung auch zu einem späteren Zeitpunkt noch aufbrechen können. Größere Harzgallen werden in Abhängigkeit der gewünschten Oberflächenqualität und der Nutzung ausgekratzt und werkseitig durch Spachtelmasse, Schiffchen oder eingeklebte Leisten ersetzt. Für das werkseitige Ersetzen von Harzgallen gilt ansonsten das schon bei den Ästen Gesagte.

Wie bei den Ästen sollte auch bei den Harzgallen die Wahrnehmbarkeit in Abhängigkeit der Ausleuchtung und des Abstandes zum Auge eines möglichen Betrachters berücksichtigt werden. Die bereits oben erwähnte ÖNORM B 7215 enthält konkrete Hinweise für Harzgallen in BS-Holz, die in Tabelle 2 wiedergegeben sind und hinsichtlich der empfohlenen Breitenbegrenzung von Harzgallen



Bild 4a-h Ausbessern von Ästen durch Astlochstopfen



Bild 5 Harzgallen

auch für den deutschen Markt empfohlen werden. Die Beschränkung der zulässigen Breite von Harzgallen auf 5 mm für die Sichtqualität stimmt dabei mit den Vorgaben der Vereinbarungen über KVH[®], Konstruktionsvollholz MH[®] und Duo-/Triobalken[®] überein.

Aufgrund der oben beschriebenen Problematik der späteren Ausbesserungen gelten die in **Tabelle 2** gegebenen Kriterien nach Ansicht der Autoren nur für den Auslieferungszustand.

2.3 Risse

Bei den Rissen wird zwischen Blitzrissen, Ringschäle und Schwindrissen (Trockenrissen) unterschieden.

Blitzrisse entstehen an stehenden Bäumen. Sie verlaufen radial zu den Jahrringen und sind durch eine dunkle Farbe (Verkohlung) des

angrenzenden Holzes zu erkennen. Bei einer Ringschäle handelt es sich um einen dem Jahrring folgenden Riss, wobei dieser den ganzen Jahrring oder nur einen Teil des Jahrrings erfassen kann. Die Ringschäle entsteht in der Regel durch Wuchsspannungen im stehenden Baum und verläuft meistens in den ersten Schichten des Frühholzes. Sowohl die Blitzrisse wie auch die Ringschäle sind bei tragenden Hölzern und damit auch bei BS-Holz nicht zulässig, da sie die Festigkeit des Holzes stark herabsetzen können.

Schwindrisse entstehen bei Trocknung des Holzes unterhalb des Fasersättigungsbereiches und sind auf den Unterschied zwischen dem Schwindmaß in tangentialer und dem Schwindmaß in radialer Richtung zurückzuführen. Sie reduzieren die zur Übertragung von Schub- und Querzugkräften verfügbare Breite der Hölzer und begrenzen damit die Schub- und Querzugtragfähigkeit. Im BS-Holz können Schwindrisse bei stärkerem Nachschwinden im eingebauten Zustand oder bei einer Wechselklimabeanspruchung auch unmittelbar neben einer Klebfuge auftreten, da hier aufgrund des unterschiedlichen Materialverhaltens von Klebstoff und Holz eine „Strukturstörung“ vorhanden ist. Unmittelbar neben der Klebfuge verlaufende Schwindrisse werden oftmals mit den extrem seltenen Fehlverklebungen verwechselt. Aufschluss verschafft im Zweifelsfall die Entnahme eines kleinen Bohrkerns aus dem Fugenbereich: bricht man den Bohrkern längs der Klebfuge auf und findet man beidseits einen Holzfasernbesatz auf der Klebefuge, so liegt ein Schwindriss vor.

Auch bei sorgfältigster Herstellung und geringen Schwankungen der Holzfeuchte können materialbedingt zumindest kleine Risse nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Bei größeren Klimaschwankungen



Bild 6 Schwindrisse in einer Decklamelle

bzw. bei stärkerem Nachtrocknen der Bauteile nach dem Einbau ist mit tieferen Rissen zu rechnen.

Während die DIN 4074-1: 2003-06 für Kanthölzer aus Vollholz z. T. erhebliche Risstiefen zulässt, fehlen in allen Fassungen der DIN 1052 Hinweise zu zulässigen Risstiefen bei BS-Holz. Solange BS-Holz nur auf Biegung bzw. Schub beansprucht wird, darf die Risstiefe erfahrungsgemäß ein Sechstel der Querschnittsbreite von jeder Seite (also insgesamt ein Drittel der Breite, gemessen mit einer 0,1 mm dicken Fühlerlehre) ausmachen, ohne dass die rechnerische Tragfähigkeit abgemindert werden müsste, da bei der Festlegung von zulässigen Schubspannungen bzw. charakteristischen Schubwerten diese Risstiefe berücksichtigt wurde.

Bei auf Querzug beanspruchten BS-Holz-Bauteilen müssen die Schwindrisse gesondert betrachtet werden, da diese die Querzugfestigkeit deutlich herabsetzen können. Hier muss auch ein eventuelles Fortschreiten der Risstiefe infolge der Last und vor allem infolge von Klimawechselbeanspruchungen in Betracht gezogen werden. Die neue DIN 1052 enthält zwar Bemessungsvorschriften zur Bemessung von unbewehrten bzw. bewehrten querzugbeanspruchten BS-Holz-Bauteilen, eine zulässige Risstiefe wird aber nicht angegeben. Erfahrungsgemäß darf die Risstiefe bei planmäßig auf Querzug beanspruchten Brettchichtholzteilen ein Achtel der Querschnittsbreite von jeder Seite (also insgesamt ein Viertel der Breite) nicht überschreiten.

Da für die Tragfähigkeit nur die Risstiefe maßgebend ist, werden weder in der DIN 4074-1: 2003-06 noch in der DIN 1052 Aussagen über die in ästhetischer Hinsicht interessantere Rissbreite gemacht. Die Wahrnehmbarkeit eines Risses hängt wesentlich von der Rissbreite ab, wobei bei einer farbigen Behandlung der Oberfläche bereits geringere Rissbreiten als störend empfunden werden können. Die Autoren schlagen für die maximale Rissbreite bei der Auslieferung in Abhängigkeit von der Oberflächenqualität die nachfolgenden Grenzwerte vor, die sich an die Empfehlungen für Konstruktionsvollholz oder Duo-/Triobalken® gemäß der jeweiligen Verein-

barung ([5], [6] und [8]) anlehnen: Für die Auslesequalität sollte die Rissbreite auf 3 mm, für die Sichtqualität auf 4 mm begrenzt werden. In der Industrie-Qualität ist eine Begrenzung nicht erforderlich.

Die oben angegebenen Risstiefen und -breiten sollten sowohl zum Zeitpunkt der Anlieferung als auch im eingebauten Zustand eingehalten werden. Da allerdings die nachträgliche Rissbildung stark vom sachgerechten Transport, Lagerung und Einbau der Bauteile sowie auch von der sachgerechten Inbetriebnahme des Gebäudes (z. B. schonendes Aufheizen bei ausreichender Feuchteabfuhr) abhängt, muss die zum Zeitpunkt der Anlieferung vorhandene Rissbildung und Bauteilfeuchte kontrolliert, protokolliert und erf. beanstandet werden. Andernfalls ist eine spätere Analyse von Rissursachen kaum möglich.

2.4 Verfärbungen

Bläue- und Schimmelpilze gehören zu den Holzverfärbenden Pilzen. Sie ernähren sich nur von den Zellinhaltsstoffen, die tragende Zellwandsubstanz (Zellulose, Lignin) wird nicht angegriffen, sodass die Tragfähigkeit des Holzes nicht herabgesetzt wird, wie dies bei holzerstörenden Pilzen der Fall ist.

Die Bläuepilze verursachen eine blaue bis grauschwarze Verfärbung des Holzes, die sich bei Nadelhölzern über den ganzen Splintholzbereich erstrecken kann. Sie treten vornehmlich an frisch geschlagenen, noch nicht aufgearbeiteten Stämmen (Stammholzbläue) und an nicht ausreichend getrockneten sowie schlecht gestapelten Kanthölzern, Bohlen und Brettern (Schnittholzbläue) auf. Es gibt zudem noch die Anstrichbläuepilze, die das mit einem Anstrich versehene Holz unterhalb des Anstriches angreifen können, wenn das einmal getrocknete Holz nachträglich erhöhte Feuchte aufnimmt.

Die Schimmelpilze besiedeln nur die Oberfläche des Holzes und ernähren sich nur von den Zellinhaltsstoffen der im Bereich der Oberfläche angeschnittenen Zellen. Bei verbautem Holz können auch Verunreinigungen der Oberfläche als Nahrung dienen. Die Schimmel-

pilze bilden einen meist grünen bis blaugrünen oder schwärzlichen Rasen. Auch die Schimmelpilze benötigen für ihre Entstehung und Entwicklung eine hohe Holzfeuchte, wobei diese Feuchte nur im Bereich der Oberfläche vorhanden sein muss. Hohe Luftfeuchte und unbewegte Luft begünstigen das Wachstum dieser Pilze. Schimmelpilze können je nach Nutzung des Gebäudes eine erhebliche Gesundheitsgefährdung darstellen. BS-Holz sollte daher bei der Anlieferung und im eingebauten Zustand frei von Schimmelbefall sein.

Braune und rote Streifen sind auf einen Befall durch holzerstörende Pilze bei unsachgemäßer Lagerung des Holzes im Wald zurückzuführen. Solange diese braunen und roten Streifen noch nagelfest sind, ist die Festigkeit des Holzes nicht nennenswert herabgesetzt. Daher sind diese Streifen in allen Sortierklassen gemäß DIN 4074-1 erlaubt.

Sowohl im BS-Holz-Merkblatt wie in der ÖNORM B 7215 finden sich Begrenzungen für Verfärbungen durch Bläuebefall und nagelfeste braune und rote Streifen (s. **Tabelle 2**).

Da Bläue- und Schimmelbefall durch fehlerhafte Behandlung nach der Anlieferung der Bauteile auftreten können, sollte auch hier durch eine Wareneingangskontrolle der Zustand bei Anlieferung kontrolliert werden. Es gelten die diesbezüglich gemachten Angaben im Abschnitt „Risse“.



Bild 7 Verblautes BS-Holz

2.5 Verschmutzungen

Grundsätzlich ist Brettschichtholz so zu lagern, zu transportieren und einzubauen, dass keine nennenswerten Verschmutzungen entstehen können, da das Entfernen dieser Verschmutzungen mit großem Zeitaufwand verbunden ist. Leichte Verschmutzungen bei der Anlieferung können nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Sind Verschmutzungen nicht sicher auszuschließen, so sollten die Bauteile während Transport, Lagerung und Montage durch eine Umhüllung mit diffusionsoffenen Folien oder durch Verwendung von temporären Witterungsanstrichen geschützt werden.

Fortsetzung im nächsten Heft

Oberflächenqualität von Brettschichtholz

Teil 2

* B. Radovic und T. Wiegand

Brettschichtholz (BS-Holz) ist ein seit Jahrzehnten bewährtes und zuverlässiges konstruktives Vollholzprodukt. Die in den vergangenen Jahrzehnten erfolgte Optimierung der Klebstoffe und der Fertigungstechnologie hat, kombiniert mit einer von Anbeginn an strengen Überwachung der Produkte, zu einer hohen Prozesssicherheit bei der Herstellung geführt. Trotz Homogenisierung und Vergütung des Baustoffes während der Fertigung bleibt BS-Holz aber weiterhin ein natürlicher Baustoff mit wuchsbedingten Unregelmäßigkeiten und Streuungen.

2.6 Farbe des Klebstoffes

Es werden Harnstoffharz- (nur in der Nutzungsklasse 1), modifizierte Melaminharz-, Phenol-Resorcinharz- und Polyurethanharzklebstoffe eingesetzt. Aufgrund der geringen Klebfugendicken werden die Klebfugen auch bei dunkleren Klebstoffen wie den Phenol-Resorcinharzklebstoffen kaum wahrgenommen.



Bild 8 Mit hellem Klebstoff hergestelltes BS-Holz

Das Abzeichnen der Klebstofffugen im Brettschichtholz ist produktspezifisch und in keinem Fall ein Mangel. Klebstoffperlen sind dagegen nur bei egalisierten Oberflächen, nicht jedoch bei gehobelten Oberflächen akzeptabel.

2.7 Keilzinkenverbindungen

Die Zinkengründe von Keilzinkenverbindungen in tragenden Bauteilen dürfen, anders als die von nichttragenden Keilzinkenverbindungen z.B. für den Fensterbau, nicht geschlossen sein, da ansonsten die für eine ordnungsgemäße Klebung erforderliche Flankenpressung nicht sichergestellt ist. Das erforderliche Zinkenspiel von i. d. R. 0,4 mm bis 1 mm muss daher toleriert werden.

Bezüglich der Tragfähigkeit sind die Anzahl sowie der Abstand der Keilzinkenverbindungen in einer Lamelle zwar nicht limitiert, produktionsbedingt beträgt der Abstand zwischen einzelnen Keilzinkenverbindungen in der Regel zwischen etwa 2 m und 4 m. Werden allerdings ausnahmsweise sehr hohe Anforderungen an den maximalen Astdurch-



Bild 9 Keilzinkung in einer Brettschichtholzlamelle

messer gestellt, so kann dies zu deutlich geringeren Abständen führen. Auch aus diesem Grund ist eine über die Anforderungen der Festigkeitssortierung hinausgehende Astgrößenbegrenzung nicht sinnvoll.

2.8 Bearbeitung der Oberfläche

Je nach dem Verwendungszweck kann die Oberfläche des Brettschichtholzes unbearbeitet bleiben, egalisiert oder gehobelt werden. Gemäß VOB ATV DIN 18334 muss Brettschichtholz gehobelt sein. Egalisierte Oberflächen sind daher ausdrücklich zu vereinbaren.

Bei der egalisierten Oberfläche sollten mindestens 50 % der Fläche von der Hobelmaschine gestreift werden. Lamellenversätze und Leimperlen in den nicht vom Hobel gestreiften Bereichen kann es weiterhin geben. Aus diesem Grund sollte egalisiertes Brettschichtholz nur im nichtsichtbaren Bereich oder in Bereichen mit geringen



Bild 11 Gehobeltes Brettschichtholz mit lokaler Rauigkeit im Bereich eines Astes

* Herr Akad. Dir. i.R. Dipl.-Ing. Borimir Radovic war langjähriger Leiter der Abteilung Holz der MPA Universität Stuttgart – „Otto-Graf-Institut“ und ist Mitglied in verschiedenen Sachverständigenausschüssen beim Deutschen Institut für Bautechnik sowie in zahlreichen anderen Gremien.

Herr Dr.-Ing. Tobias Wiegand ist Geschäftsführer der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., der Gütegemeinschaft BS-Holz e.V. und des Verbandes Holzfaser Dämmstoffe e.V.

Anforderungen an die Oberfläche (z. B. Lagerhallen) verwendet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass lediglich egalisierte Oberflächen hinsichtlich der Passgenauigkeit von Anschlüssen und Fugen Probleme mit sich bringen können.

Üblicherweise werden Brettschichtholzbauteile gehobelt. Auch bei einer ordnungsgemäßen Hobelung können leichte, vereinzelte Hobelschläge besonders an den Enden der Bauteile nicht gänzlich vermieden werden. Diese können in den meisten Anwendungsbereichen toleriert werden. Das Gleiche gilt auch für die aufgrund größerer Faserabweichungen (z. B. im Bereich von Ästen) oder im Bereich von Keilzinkungen beim Hobeln entstehenden, räumlich begrenzten rauhen Bereiche.

Die ÖNORM B7215 enthält Angaben zur Hobelqualität (s. a. **Tabelle 2**). Die Angaben zu den Hobelschlägen sind nach Ansicht der Autoren problematisch. So ist die Länge der Hobelschläge von der Vorschubgeschwindigkeit bei der Hobelung abhängig. Zudem ist auch bei der Auslesequalität ein minimaler Hobelschlag nicht auszuschließen. Daher enthält **Tabelle 3** einen von der ÖNORM B7215 abweichenden Vorschlag.

Gehobeltes Brettschichtholz sollte mit 3-5 mm breiten Fasen gefast werden, um ein Ausbrechen der Kanten beim Verladen zu vermeiden. Da mit geeigneten Hebezeugen ein Ausbrechen von gefasten Kanten mit geringem Aufwand vermieden werden kann, sind ausgebrochene Kanten bei gefastem BS-Holz in Sicht- oder Auslesequalität nicht akzeptabel.

Um eine einwandfreie Oberfläche zu erhalten, sind die Hebewerkzeuge so zu unterfüttern, dass möglichst keine Spuren hinterlassen



Bild 13a, b Hebevorgang; unzulässige Eindrückung durch Gurte

werden. Geringfügige Kanteneindrückungen, wie sie auch bei der Verwendung von Hebebändern besonders bei Bauteilen mit großem Gewicht auftreten können, sind unvermeidbar und müssen daher toleriert werden. Das Anheben mittels Ketten führt regelmäßig zu größeren Kantenschädigungen und hat daher grundsätzlich zu unterbleiben.

2.9 Insektenbefall

Das für die Herstellung von BS-Holz verwendete Vollholz kann Fraßgänge durch Frischholzinsekten aufweisen. Eine Ausweitung des Befalls im eingeschnittenen trockenen Holz ist ausgeschlossen. Es verbleiben aber die im Frischholz entstandenen Fraßgänge. Gemäß DIN 4074-1: 2003-06 sind Fraßgänge mit einem Durchmesser $\varnothing \leq 20$ mm in allen Sortierklassen zulässig. Aus ästhetischen Gründen werden angeschnittene Fraßgänge durch Frischholzinsekten nur in der Industrie-Qualität zugelassen. In der Sichtqualität werden nur Fraßlöcher, nicht aber angeschnittene Gänge, bis 2 mm Durchmesser akzeptiert. Für die Auslesequalität sind Fraßlöcher und -gänge auszuschließen.

2.10 Markröhre

Gemäß DIN 4074-1: 2003-06 ist die Markröhre in den visuellen Sortierklassen S 7 und S 10 zulässig, für die Sortierklasse S 13 unzulässig. Bei einer maschinellen Sortierung ist das Vorhandensein von Markröhren in allen Klassen erlaubt. Da sich einerseits die Markröhre



Bild 12a, b Scharfkantiges und gefastetes Brettschichtholz

farblich deutlich auf der Decklamelle abheben kann, sich andererseits vermehrt Risse längs der auf der Oberfläche austretenden Markröhre ausbilden können, sollte an der Breitseite sichtbar verbleibender Decklamellen austretende Markröhre in der Auslese-Qualität ausgeschlossen werden. Dies entspricht den Vorgaben der ÖNORM B 7215.

3 Beurteilung des Gesamteindrucks

3.1 Allgemeines

Die Beurteilung des ästhetischen Eindrucks einzelner Bauteile hängt, wie bereits mehrfach gesagt, von der Nutzung des Bauwerkes, der ausgeschriebenen Oberflächenqualität, der Lage und dem Abstand des Bauteils zum Auge eines potenziellen Betrachters sowie der Beleuchtung ab. An einen auf hohen Stützen aufgelagerten, weit gespannten BS-Holzbinder in einer dunklen Lagerhalle sind selbstverständlich grundsätzlich niedrigere Anforderungen zu stellen als beispielsweise an eine Stütze im Wohnbereich eines Einfamilienhauses. Bei Letzterer ist zudem zu beachten, welcher Anspruch an die Oberfläche vom Bauherren ursprünglich gestellt, also welche Oberflächenqualität ausgeschrieben wurde.

Für die Festlegung einer Oberflächenqualität eines einzelnen Bauteiles bieten sich die im Folgenden definierten Oberflächenklassen an. Es können in Einzelfällen auch, unter Beachtung der oben genannten technischen und wirtschaftlichen Beschränkungen, individuelle Oberflächengüten vereinbart werden. In diesem Fall empfiehlt es sich, Aussagen zu allen in den nachfolgenden Oberflächenklassen aufgeführten Kriterien zu treffen.

Ein gänzlich „fehlerloses“ Holz kann aufgrund der natürlichen Herkunft des Werkstoffes nicht erwartet werden.

3.2 Vorschlag für Oberflächenklassen

Nachfolgend werden die bereits oben erläuterten Kriterien für die Ausschreibung und Bewertung einzelner Bauteile zusammengefasst. Die Tabelle enthält auch Hinweise zu den zu tolerierenden Abweichungen von einzelnen oder mehreren Kriterien. Aufgrund der gängigen Sortierpraxis mit großen Durchlaufgeschwindigkeiten der zu sortierenden Brettware sind solche Toleranzen unabdingbar. Sie sind auch für andere Holzprodukte wie z. B. Vollholz üblich. Bei Vollholz sind z. B. bei der Festigkeitssortierung (!) gemäß DIN 4074-1: 2003-06 Abweichungen von den Grenzwerten von 10 % bei 10 % aller Bauteile zulässig.

Die Tabelle wurde in das überarbeitete BS-Holz-Merkblatt (Ausgabe April 2005) der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. [9] übernommen.

4 Hinweise zur Mängelbeseitigung

4.1 Allgemeines

Werden in der Wareneingangskontrolle Mängel am angelieferten BS-Holz festgestellt oder sind diese nach der Ablieferung durch unsachgerechten Transport, Lagerung, Einbau oder Aufheizen des Bauwerkes entstanden, so müssen ggf. effektive und wirtschaftliche Me-

thoden zur Mängelbeseitigung gefunden werden. Nachfolgend sollen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, einige der häufigeren Maßnahmen diskutiert werden.

4.2 Sanierung von Rissen

Wenn die Risstiefe das in Abschnitt 2.3 genannte zulässige Maß überschritten hat, müssen ggf. hinsichtlich der Wiederherstellung der erforderlichen Tragfähigkeit Sanierungsmaßnahmen vorgenommen werden. Diese können z. B. durch vollständiges Verfüllen der Fugen mit einem speziellen Epoxidharz erfolgen. Für das Verfüllen sind spezielle Geräte zu verwenden. Das Verfahren wurde von RADOVIC / GOTH [13] beschrieben. Schulungen für diese Sanierungsmethode werden regelmäßig gemeinschaftlich von der MPA Universität Stuttgart und der Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V. angeboten.

Bei breiten Rissen kann aus optischen Gründen eine „kosmetische“ Maßnahme erforderlich sein, um das äußere Erscheinungsbild zu verbessern. Breite Risse können z. B. durch Verspachteln der Fugen mit auf Epoxidharzen basierenden Spachtelmassen saniert werden. Wie bereits weiter oben ausgeführt, muss auch hier beachtet werden, dass durch das in der Regel unterschiedliche Nachdunkeln mit der Zeit starke Farbunterschiede zwischen der Füllmasse und dem benachbarten Holz vorhanden sein können und dass nicht alle Füllmassen problemlos überstrichen werden können.

Bei langen, gerade verlaufenden Rissen ist auch ein Einkleben von an die Rissbreite angepassten Holzleisten möglich.

Es sei darauf hingewiesen, dass die notwendigen Schleif- oder Hobelarbeiten beim Verspachteln oder Ausflicken von Rissen besonders bei schon nachgedunkeltem BS-Holz zu u. U. deutlichen Farbunterschieden gegenüber den nicht sanierten Bereichen führen. Dies gilt auch für den Fall eines anschließenden Überstreichens mit nicht deckenden Anstrichen.

4.2 Sanierung von Verfärbungen, Entfernung von Schimmelpilz

Ein Bläue- und Schimmelbefall kann mit verschiedensten Maßnahmen vermieden werden. So ist bei Transport, Lagerung und Einbau das Holz vor Feuchte zu schützen. Bei Brettchichtholz werden diesbezüglich eine Folienummantelung oder ein temporärer Imprägnieranstrich empfohlen. Bei der Verwendung von Folien ist darauf zu achten, dass diese dampfdiffusionsoffen sind. Bei dichten Folien kann es unter bestimmten Klimabedingungen zu Tauwasserbildung kommen, sodass unterhalb der Folie die Bedingungen für die Entstehung von Schimmel- und Bläuepilzen gegeben sein können. Die temporären Anstriche müssen wasserabweisend sein und mindestens bis zum Schließen der Gebäudehülle wirksam bleiben. Zudem muss die Feuchte aus Nassbauteilen in Neubauten durch ausreichende Lüftung abgeführt werden. Nichtbeachtung dieser Maßnahme kann zu einer verstärkten Bläue- und auch Schimmelpilzbildung in kälteren Gebäudeteilen führen.

Eine aufgetretene Verblauung kann erff. durch Bleichen der Holz-

Tabelle 3 Oberflächenqualitäten für BS-Holz

	Kriterien ¹⁾	Industrie-Qualität	Sicht-Qualität	Auslese-Qualität
1	Fest verwachsene Äste ^{2) 3)}	zulässig	zulässig	zulässig
2	Ausgefallene und lose Äste ^{2) 3)}	zulässig	bis $\varnothing \leq 20 \text{ mm}^4)$ zulässig ab $\varnothing > 20 \text{ mm}^4)$ werkseitig zu ersetzen	werkseitig zu ersetzen
3	Harzgallen ^{2) 5)}	zulässig	Bis 5 mm breite Harzgallen sind zulässig.	Bis 3 mm breite Harzgallen sind zulässig.
4	Mittels Astlochstopfen oder „Schiffchen“ ausgebesserte Äste und Fehlstellen ³⁾	nicht erforderlich	zulässig	zulässig
5	Mittels Füllmassen ausgebesserte Äste und Harzgallen	nicht erforderlich	zulässig ⁶⁾	zulässig ⁶⁾
6	Insektenbefall ³⁾	Zulässig sind Fraßgänge bis 2 mm.	Zulässig sind Fraßlöcher bis 2 mm.	unzulässig
7	Markröhre	zulässig	zulässig	An der Sichtfläche sichtbar verbleibender Decklamellen austretende Markröhre ist unzulässig.
8	Schwindrisse ^{3) 5) 7)}	ohne Begrenzung	bis 4 mm	bis 3 mm
9	Verfärbungen infolge Bläue sowie rote und braune nagelfeste Streifen ⁵⁾	ohne Begrenzung	bis zu 10 % der sichtbaren Oberfläche des gesamten Bauteiles	unzulässig
10	Schimmelbefall ⁵⁾	unzulässig	unzulässig	unzulässig
11	Verschmutzungen ⁵⁾	zulässig	unzulässig	unzulässig
12	Keilzinkenabstand	ohne Begrenzung	ohne Begrenzung	An sichtbar verbleibenden Decklamellen muss der Abstand untereinander mindestens 1 m betragen.
13	Oberfläche	egalisiert	gehobelt und gefast Hobelschläge zulässig bis 1 mm Tiefe	gehobelt und gefast Hobelschläge zulässig bis 0,5 mm Tiefe
<p>¹⁾ Abweichungen von den nachfolgend in den Zeilen 2, 3, 6-9, 12, 13 definierten Grenzwerten sind in folgendem Umfang zu tolerieren: Maximal drei Abweichungen/m² sichtbare Oberfläche für die Sichtqualität, maximal eine Abweichung/m² sichtbare Oberfläche für die Auslesequalität. Die Fläche wird dabei als abgewinkelte Länge der sichtbaren Bauteilseiten multipliziert mit der Länge in Faserrichtung ermittelt.</p> <p>²⁾ zulässige Astgröße gemäß DIN 4074</p> <p>³⁾ ohne Begrenzung der Anzahl</p> <p>⁴⁾ Messung des Astdurchmessers analog zur Messung der Durchmesser von Einzelästen bei Kanthölzern gemäß DIN 4074-1: 2003-06, 5.1.2.1.</p> <p>⁵⁾ Anlieferungszustand</p> <p>⁶⁾ Erff. sind überstreichbare Füllmassen explizit zu fordern.</p> <p>⁷⁾ Die Risstiefe darf unabhängig von der Oberflächenqualität bei Bauteilen ohne planmäßige Querzugbeanspruchung bis zu 1/6 der Bauteilbreite, bei Bauteilen mit planmäßiger Querzugbeanspruchung bis zu 1/8 der Bauteilbreite von jeder Seite betragen.</p>				

oberfläche des trockenen Bauteiles weitgehend beseitigt werden. Dazu wird zunächst eine 20 %ige Ammoniaklösung, danach sofort ein- oder mehrmals eine 10 %ige Wasserstoffsperoxidlösung aufgetragen. Abschließend wird mit Essigsäure neutralisiert und mit Wasser nachgewaschen. Alternativ kann bei nur äußerlich auftretender Bläue die Oberfläche abgeschliffen werden.

Wenn bei Brettschichtholzbauteilen ein Schimmelpilzbefall auftritt, ist zunächst dafür zu sorgen, dass die meist nur im Bereich der

Oberfläche vorhandene erhöhte Holzfeuchte abgegeben wird. Anschließend wird der Schimmelpilzbefall durch Abbürsten oder -schleifen der getrockneten Oberfläche entfernt. Beim Abschleifen oder Abbürsten der Schimmelpilzteile ist stets eine Atemschutzmaske zu verwenden. Die einschlägigen Vorschriften zum Arbeitsschutz sind zu beachten. Hinweise zur Beurteilung von Schimmelpilzbefall und zu den erforderlichen Maßnahmen enthält z. B. [16].

Allen Verfahren zur Entfernung eines Bläue- oder Schimmelbe-

falls ist gemein, dass sie einerseits sehr arbeitsaufwändig sind, andererseits mit Farbunterschieden beim Nachdunkeln der Hölzer bzw. bei einer nichtdeckenden Beschichtung zu rechnen ist. Ein dunkler deckender Anstrich kann eine Alternative sein.

4.3 Die Beseitigung von Verschmutzungen

Verschmutzungen können durch die bereits im Abschnitt 4.2 beschriebenen Maßnahmen verhindert oder es kann z. B. durch geeignete temporäre Schutzanstriche dafür Sorge getragen werden, dass Verschmutzungen leichter entfernt werden können.

Leichte und/oder frische Verschmutzungen können in der Regel durch Abwischen mit feuchten Tüchern beseitigt werden. Bei stärkeren Verschmutzungen, wie z. B. Spuren von Niederschlagswasser, muss das Holz im sichtbaren Bereich i. d. R. abgeschliffen werden. Es ergeben sich die bereits im Abschnitt 4.2 beschriebenen Probleme.

Bildnachweis

Abbildungen 1, 2, 4a-h, 13a:

WF W. u. J. Derix GmbH Co. KG, Niederkrüchten / Peter Leenders Photography, Düsseldorf

Abbildungen 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11a-b, 13b:

Mohr Holzbau GmbH, Trier / Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal / M. Veit, Hamburg

Abbildung 9: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Literatur

- [1] ATV DIN 18334: 2005-01 VOB: Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Zimmer- und Holzarbeiten
- [2] DIN 1052-1: 1988-04 Holzbauwerke – Berechnung und Ausführung
- [3] DIN 1052-1/A1: 1996-10 Holzbauwerke Teil 1: Berechnung und Ausführung Änderung 1
- [4] DIN 1052: 2004-08 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

- [5] Vereinbarung über KVH® (Konstruktionsvollholz) zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.; Fassung November 2003
- [6] Vereinbarung über Konstruktionsvollholz MH® zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Herstellergemeinschaft MH® Massivholz e.V., Fassung März 2004
- [7] Vereinbarung über BS-Holz zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Fassung Dezember 2001
- [8] Vereinbarung zu Duo-/Triobalken® zwischen dem Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.; Fassung November 2003
- [9] Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. 2001: BS-Holz-Merkblatt (Fassung August 2001)
- [10] Grosser, D. 1998: Merkblattreihe Einheimische Holzarten, Holzabsatzfonds, Bonn
- [11] Grosser, D.; Zimmer, B. 1998: Einheimische Holzarten und ihre Verwendung, in: INFORMATIONSDIENST HOLZ; holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 2, Folge 2, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGfH e.V., München
- [12] Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. 2005: BS-Holz-Merkblatt (Fassung April 2005)
- [13] DIN 4074-1: 2003-06: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit, Teil 1: Nadelschnittholz
- [14] ÖNORM B7215: 2000-11: Zimmermeister- und Holzbauarbeiten – Verfahrensnorm
- [15] Radovic, B.; Goth, H. 1992: Entwicklung und Stand eines Verfahrens zur Sanierung von Fugen in Brettschichtholz. In: bauen mit holz, Heft 9/1992, Bruderverlag, Karlsruhe
- [16] Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg 2004: Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen.

+++ Dieses Jahr mit Verleihung des Innovationspreises Holzbau: +++

Ingenieurholzbau

Karlsruher Tage

Forschung für die Praxis

am 06. und 07. Oktober 2005

Informationen unter:

www.bauenmitholz.de

oder Telefon (0721) 91388-25



BRUDERVERLAG

Ein Unternehmen der
Gruppe Rudolf Müller