

Zur Dauerhaftigkeit von Stallbohlen für die Pferdehaltung

Jan T. Benthien, Matthias Höpken, Eckhard Melcher,
Susanne Gäckler, Martin Ohlmeyer

Thünen Working Paper 104

Jan T. Benthien, Matthias Höpken, Eckhard Melcher und Martin Ohlmeyer
Thünen-Institut für Holzforschung
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg
Telefon: +49 (0)40 73962 {-652, -462, -442, -635}
Fax: +49 (0)40 73962 -699
Email: {jan.benthien, matthias.hoepken, eckhard.melcher, martin.ohlmeyer}@thuenen.de

Susanne Gäckler
DLG TestService GmbH
Max-Exth-Weg 1
64823 Groß-Umstadt
Telefon: +49 (0)69 24788 -638
Fax: +49 (0)69 24788 -690
Email: s.gaeckler@dlg.org

Thünen Working Paper 104

Braunschweig/Germany, Oktober 2018

Vorwort

Das vorliegende *Thünen Working Paper* wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens

„Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Durchtrittbeständigkeit von Pferdebox-Ausfachungsbohlen sowie Entwicklung von Alternativen zu derzeit verwendeten Ausfachungsmaterialien für den Bau von Pferdeboxen“,

Kurztitel **„PferdeTritt“**, Förderkennzeichen 28RZ3023, angefertigt.

Es hat zum Ziel, der Praxis einen Vorschlag zu machen, wie die Einbausituationen von Stallbohlen in Bezug auf die Gefahr von holzzeretzenden Pilz und Insekten befallen zu werden klassifiziert und entsprechend der getroffenen Einschätzung die Auswahl entsprechend hierfür ausreichend dauerhaften Holzart vorgenommen werden könnte. Hierbei wird insbesondere ein Augenmerk darauf gelegt, wie Einsatzmöglichkeiten von bislang nicht verwendeten einheimischen Hölzern und hieraus hergestellten Holzwerkstoffen zu bewerten sind. Die vorgenommene Klassierung von Stallbohlen in Gebrauchsklassen erhebt keinen Anspruch auf Verbindlichkeit, sondern ist als Vorschlag zu verstehen, der unter Beachtung der tatsächlichen Konstruktionsdetails und örtlichen Gegebenheiten zu überprüfen ist.

Das Forschungsvorhaben wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin/Bonn, über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn, aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank im Zeitraum vom 1. August 2015 bis 31. August 2018 gefördert und war eine Zusammenarbeit des Thünen-Institut für Holzforschung, Hamburg, mit der Röwer & Rüb GmbH, Thedinghausen, und der KS Schlüter Im- & Export GmbH, Riede. In enger Kooperation war die DLG TestService GmbH, Groß-Umstadt, als Unterauftragnehmer am Verbundvorhaben beteiligt.



Die Förderung erfolgte aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Zusammenfassung | 1 |
| 1 Einleitung | 2 |
| 2 Hintergrundinformationen | 4 |
| 2.1 Pferdehaltung, Boxen und Stallbohlen | 4 |
| 2.1.1 Haltung von Pferden | 4 |
| 2.1.2 Stallbohlen für Pferdeboxen sowie weiteren Anwendungen im Kontext der Pferdehaltung | 5 |
| 2.1.3 Kalkulatorische Nutzungsdauer von Pferdeboxen | 7 |
| 2.1.4 Gängige Stallbauhölzer und andere verwendete Materialien | 7 |
| 2.2 Widerstandsfähigkeit von Holz gegen den Befall durch holzersetzen- de Pilze und Insekten | 8 |
| 2.2.1 Beeinträchtigung der bestimmungsgemäßen Funktion | 8 |
| 2.2.2 Holzersetzen- de Organismen | 9 |
| 2.2.3 Befallsgefährdung, Einbausituation und Gebrauchsklasse | 9 |
| 2.2.4 Holzschutz | 11 |
| 2.2.5 Dauerhaftigkeit | 11 |
| 2.2.6 Nachweis der Widerstandsfähigkeit | 14 |
| 3 Anwendung der Holzschutznorm auf Stallbohlen | 15 |
| 3.1 Klassifikation der Einbausituationen von Stallbohlen in Gebrauchsklassen | 15 |
| 3.1.1 Stallbohlen unter Dach ohne regelmäßige Befeuchtung und Mistkontakt | 15 |
| 3.1.2 Stallbohlen regelmäßiger Befeuchtung ohne Mistkontakt | 16 |
| 3.1.3 Stallbohlen im dauerhaften Mistkontakt | 17 |
| 3.2 Verwendbarkeit gängiger Stallbauhölzer in den Gebrauchsklassen | 18 |
| 3.2.1 Gebrauchsklasse 0 | 18 |
| 3.2.2 Gebrauchsklasse 1 | 18 |
| 3.2.3 Gebrauchsklasse 3 | 18 |
| 3.2.4 Gebrauchsklasse 4 | 18 |
| 3.3 Alternativen zu gängigen Stallbauhölzern | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Exkurs: Verbau von ungetrocknetem Holz | 22 |
| 5 | Fazit | 23 |
| | Quellenverzeichnis | 25 |
| | Abbildungsverzeichnis | 28 |
| | Tabellenverzeichnis | 29 |

Zusammenfassung

An Stallbohlen für den Bau von Pferdeboxen werden hohe mechanische Anforderungen gestellt. Für deren Erfüllung fehlt es der Praxis jedoch an konkreten Umsetzungsvorschlägen. Ein möglicher Ansatz, die gestellten Anforderungen zuverlässig zu erfüllen, wäre, Stallbohlen als sicherheitsrelevante Bauteile im Sinne des Ingenieurbauwesens aufzufassen und dementsprechend Materialauswahl und Dimensionierung durchzuführen. Die Auswahl des Materials müsste dann so gestaltet werden, dass innerhalb der vorgesehenen Nutzungsdauer keine Veränderung von Steifigkeit und Festigkeit zu erwarten ist. Dies ließe sich dadurch erreichen, dass für die jeweilige Einbausituation entsprechend dauerhafte Hölzer eingesetzt oder besondere Maßnahmen zum Schutz des Holzes durchgeführt werden.

Der vorliegende Text erläutert die Inhalte der für diesen Ansatz relevanten Normen und klassifiziert anhand dieser die Einbausituationen von Stallbohlen in Gebrauchsklassen im Sinne der Holzschutznorm DIN 68800. Hierauf basierend wird die Verwendbarkeit gängiger Stallbauhölzer sowie möglicher Alternativen zu etablierten Hölzern tropischen Ursprungs beurteilt. Ergänzend hierzu wird betrachtet, wie der Verbau von ungetrockneten Stallbohlen zu bewerten ist.

Für gängige Stallbauhölzer wurde im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes herausgearbeitet, dass diese weitestgehend über eine der Einbausituation entsprechend ausreichende Dauerhaftigkeit verfügen. Weiter konnte gezeigt werden, dass insbesondere für Boxenabtrennungen auch problemlos alternative Hölzern verwendet werden können. Die Verwendung von sägefrischem Holz für den Bau von Pferdeboxen wurde als unproblematisch bewertet.

1 Einleitung

Pferde werden in Deutschland überwiegend in Einzelboxen gehalten, deren Grundgerüst aus einer Stahlrahmenkonstruktion besteht, die mit hölzernen Stallbohlen ausgefacht ist. Die Umstände der Haltung haben den Anforderungen des Tierschutzgesetzes (TierSchG) zu entsprechen: Das Tier muss seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend verhaltensgerecht untergebracht und darf in seiner Möglichkeit zur artgemäßen Bewegung nicht so eingeschränkt sein, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugeführt werden (TierSchG, 2. Abschnitt, §2, 2006). Nach Hackbarth und Lückert (2002) soll hierüber sichergestellt werden, dass Tiere unter optimalen Umgebungsbedingungen gehalten werden, die den natürlichen Lebensverhältnissen - soweit möglich - angenähert sind. Wie die im TierSchG formulierten Anforderungen in Bezug auf die Unterbringung von Pferden in Boxen zu verstehen sind, ist in den von der Bundesregierung 2009 herausgegebenen „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (BMELV 2009) präzisiert, die jedoch nicht rechtsverbindlich sind (keine Rechtsverordnung) und lediglich als Orientierungs- und Auslegungshilfe dienen. Boxenabtrennungen müssen hiernach u. a. so ausgeführt werden, dass keinesfalls ein Einklemmen der Hufe möglich ist; Trennwände müssen durchtrittfest sein. Diese Forderung ist grundsätzlich opportun und in der Sache als richtig zu bewerten, jedoch zu unkonkret, als dass sie in der Praxis direkt umgesetzt werden könnte. Auch die beispielhafte Angabe eines Orientierungsmaßes von 4 cm für die Stallbohlendicke bei Ausführung in Eiche hilft hier nicht weiter. In der einschlägigen Fachliteratur werden die Forderungen vornehmlich rezitiert, ohne jedoch Hilfestellungen für die praktische Umsetzung zu geben. Hoffmann (2009) führt neben Eiche undifferenziert auch Lärche und Robinie als geeignete Hölzer für den Stallbau auf. Steinmetz und Fuchs (2012) fordern für Boxenabtrennungen die Verwendung von fäulnisresistentem Hartholz, jedoch ohne dies näher auszuführen.

Ein Ansatz, die Forderung nach Durchtrittbeständigkeit erfüllen und ein Einklemmen der Hufe ausschließen zu können, wäre, Boxenabtrennungen als sicherheitsrelevantes Bauteil im Sinne der europaweit vereinheitlichten Regeln zur Bemessung der statisch tragenden Konstruktion (Tragwerk) eines Bauwerkes, den Eurocodes (EC), aufzufassen und entsprechend die Materialauswahl und Dimensionierung der Stallbohlen durchzuführen.

Bezüglich der Materialauswahl wird in den relevanten Eurocodes verlangt, dass ein Bauteil innerhalb der vorgesehenen Nutzungsdauer äußeren Einflüssen widersteht und somit keine zeitabhängige Veränderung von Steifigkeit und Festigkeit zu erwarten ist (EC 0, DIN EN 1990:2010-12). Die Eigenschaft, äußeren Einflüssen zu widerstehen, wird als Dauerhaftigkeit bezeichnet. Zur Dauerhaftigkeit wird für Bauten aus Holz oder Holzwerkstoffen in EC 5 (DIN EN 1995-1-1:2010-12) weiter ausgeführt, dass diese eine der jeweiligen Gebrauchsklasse entsprechende natürliche Widerstandsfähigkeit gegen den Befall durch biologische Organismen besitzen müssen oder mit einem für den Anwendungsbereich zugelassenem Holzschutzmittel zu behandeln sind. In unmit-

telbarer Beziehung zu EC 5 steht die Normenreihe DIN 68800 „Holzschutz“, die die notwendigen Maßnahmen für Planung und Ausführung von dauerhaften Bauteilen und Konstruktionen aus Holz festlegt. Teil 1 und Teil 2 der DIN 68800 sind in einigen Bundesländern bauaufsichtlich eingeführt und damit dort anwendungspflichtig. Teil 3 ist als technischer Regel zu genügen, wenn nach Teil 1 Holzschutzmittel anzuwenden sind.

Der Einsatz ausreichend dauerhafter Hölzer bzw. die Behandlung nicht ausreichend dauerhafter Hölzer mit einem geeigneten Holzschutzmittel ist bedeutsam, da holzersetzende Organismen Holz als Nahrungsgrundlage nutzen und es so über die Zeit abbauen. Dies führt in der Regel zu einer sukzessiven Reduktion der mechanischen Belastbarkeit des Holzbauteils, sodass gestellten Anforderungen ggf. nicht mehr entsprochen wird. Diesem Umstand wird in der betrieblichen Stallbaupraxis dadurch Rechnung getragen, dass von bislang nicht verwendeten Hölzern, Holzwerkstoffen und anderen Materialien eine ebenbürtige Langlebigkeit erwartet wird, wie sie von den etablierten Referenzholzarten Bongossi und Eiche in der Vergangenheit erfahren wurde.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, entsprechend des oben vorgeschlagenen Ansatzes die Einbausituation von Stallbohlen anhand der so relevanten Normen zu klassifizieren sowie hierauf basierend die Verwendbarkeit gängiger Stallbauhölzer in Abhängigkeit ihrer natürlichen Dauerhaftigkeit zu beurteilen. Vor dem Hintergrund einer veränderten Verbraucherakzeptanz sowie stetig sinkender Qualität und Verfügbarkeit gängiger Stallbauhölzer tropischen Ursprungs, werden darüber hinaus heimische Hölzer sowie hieraus hergestellte Holzwerkstoffe einbezogen, die bisher im Stallbau nicht verwendet wurden. Ergänzend soll die Verwendung von ungetrocknetem Holz für den Bau von Pferdeboxen betrachtet und bewertet werden.

2 Hintergrundinformationen

2.1 Pferdehaltung, Boxen und Stallbohlen

2.1.1 Haltung von Pferden

Unter dem Begriff der Haltung ist das Leben von Tieren in der Obhut des Menschen zu verstehen. Die Haltung von Pferden kann ihrer Form nach sehr unterschiedlich gestaltet sein. Eine Klassifizierung der Haltungsformen könnte beispielsweise danach vorgenommen werden, wie intensiv das Tier Umwelteinflüssen ausgesetzt ist, wie groß die Möglichkeit zu einem selbstbestimmten Ortswechsel ist und wie stark das Tier unter der Kontrolle des Halters steht. Beim Heranziehen dieser Kriterien lassen sich beispielsweise klar die Stall- und die Weidehaltung voneinander unterscheiden. Andere Haltungsformen, wie beispielsweise die Paddock-Boxen-, Laufstall- oder Offenstallhaltung, lassen sich als Mischformen hiervon auffassen und entsprechend gestaffelt einordnen.



Abbildung 1: Beispiel einer Stallhaltung von Pferden in Boxen (Foto: Röwer & Rüb GmbH).

Bei der Einzelhaltung von Pferden im Stall sind Standflächen in Boxen aufgeteilt (Abbildung 1). Über die so erreichte separierte Ortsbindung werden ein rationeller Zugriff, eine kontrollierte Versorgung sowie eine Überwachung des individuellen Gesundheitszustandes der Tiere erreicht.

Als das am häufigsten anzutreffende Haltungsverfahren in Deutschland wird von Steinmetz und Fuchs (2012) die Einzelhaltung im Stall (Innenbox) genannt und mit Ergebnissen von Einzelstudien (Nebe und Guaita 1998, Korries 2003, Petersen et al. 2006; siehe Tabelle 1) belegt. Zu einer ähnlichen Einschätzung kommen auch Deckert (2018) und Müller (2018), die den Anteil der in Einzelboxen gehaltenen Pferde übereinstimmend auf aktuell rund 80 % schätzen.

Tabelle 1: Prozentualer Anteil der Boxenhaltung nach Studien von Nebe und Guaita (1998), Korries (2003) sowie Petersen et al. (2006) (verändert nach Steinmetz und Fuchs [2012]).

| Haltungsverfahren | Nebe und Guaita (1998) | Korries (2003) | Petersen et al. (2006) |
|------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| Innenboxen | 46 % | 63 % | 18 % |
| Außenboxen | 15 % | 31 % | 28 % |
| Innen- und Außenboxen ¹ | - | - | 43 % |
| Summe Boxenhaltung | 61 % | 94 % | 89 % |

¹ Stalltrakte mit 50 % Innen- und 50 % Außenboxen

Zur Anzahl der in Deutschland gehaltenen Pferden existieren unterschiedliche Angaben: Das Statistische Bundesamt gibt für das Jahr 2016 eine Zahl von 441.954 Pferden an, wobei diese Zahl jedoch nur Einhufer (Pferde, Esel, Maultiere und Maulesel) in landwirtschaftlichen Betrieben umfasst. Die weitaus größere Zahl an Freizeitpferden wird hierbei nur ungenügend berücksichtigt (Statistisches Bundesamt 2018). Die Deutsche Reiterliche Vereinigung e. V. (kurz FN für Fédération Equestre Nationale), Warendorf, geht in ihrem Jahresbericht 2016 hingegen von 1,3 Mio. Pferden in Deutschland aus (FN und DOKR 2016). Diese Zahl umfasst offensichtlich neben Pferden in landwirtschaftlichen Betrieben auch Pferde in Reitvereinen, gewerblichen Betrieben (z. B. Reitschulen) und privaten Pferdehaltungen.

2.1.2 Stallbohlen für Pferdeboxen sowie weiteren Anwendungen im Kontext der Pferdehaltung

Die Wände und Türen von Pferdeboxen sind üblicherweise als Rahmenkonstruktion aus Metallprofilen ausgeführt, die vornehmlich mit Holzbohlen bis mindestens auf Brusthöhe (ca. 1,3 m)

ausgefacht werden. Entsprechend der eingesetzten Holzart, dem individuellen Standard des Stallbauers und den Wünschen des Endverbrauchers, variieren Länge, Breite und Dicke dieser Stallbohlen. Eine typische Länge für Stallbohlen ist 126 cm, wobei aber auch kürzere (z. B. 88 cm) und längere (z. B. 148 cm) Stallbohlen zum Einsatz kommen. Die Breite von Stallbohlen variiert in der Regel zwischen 12 und 16 cm; bei Stallbohlen für Boxentüren kann diese auf einer gewissen Länge auf bis 9 cm durch kantenparalleles Ausfräsen der Schmalfläche reduziert sein, wodurch beim Zusammenfügen der Bohlen in der Türfläche Schlitze entstehen. Diese Schlitze sollen für eine (verbesserte) Luftzirkulation in der Box sorgen. Die Dicke von Stallbohlen wird so gewählt, dass diese sich in handelsübliche Stahl-U- oder -C-Profile einschieben lassen (z. B. 38 oder 40 mm). Für Bohlen aus Bambus wird eine Dicke von 32 mm verwendet.

Insbesondere bei Boxenwänden wird unterhalb der Stallbohlen häufig ein waagerechtes Anschlussbrett, das sogenannte Mistbrett, eingebaut (Abbildung 2).



Abbildung 2: Detailaufnahme einer Boxenkonstruktion mit Mistbrett (Foto: Ohlmeyer).

Stallbohlen werden nicht nur für den Bau von Pferdeboxen, sondern auch in anderen Bereichen eines Stallgebäudes oder Anlagen eines Reitstalls bzw. Gestüts eingesetzt. Beispielhaft sind hier Untersuchungs- und Waschstände, die Ausfachtung von Türen, Toren oder ganzer Außenwandelemente sowie Führanlagen zu nennen.

2.1.3 Kalkulatorische Nutzungsdauer von Pferdeboxen

Als kalkulatorische Nutzungsdauer für landwirtschaftlich genutzte Tragwerke wird nach EC 0 ein Zeitraum von 15 bis 30 Jahren angesetzt. Steinmetz und Fuchs (2012) schlagen in ihrer „Datensammlung Pferdehaltung“ für Boxenabtrennungen unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten vor, eine Nutzungsdauer von 15 Jahren zu veranschlagen. Tatsächlich genutzt werden Pferdeboxen wohl letztendlich doch über längere Zeiträume, also mindestens 20 bis 25 Jahre.

2.1.4 Gängige Stallbauhölzer und andere verwendete Materialien

Stallbohlen werden traditionell gern aus dem Kernholz der heimischen Eiche oder tropischem Bongossi hergestellt. Weiter finden beispielsweise Bangkirai, Bilinga, Denya, Douglasie, Lärche und Movingui Anwendung. Bei Lärche ist zwischen heimischem Lärchenholz und dem der Sibirischen Lärche mit deutlich kleineren Jahrringbreiten und einer höheren Dichte zu unterscheiden, wobei Sibirische Lärche im Stallbau selten verbaut wird. Das Mistbrett, das entsprechend der individuellen Stallhygiene auch eine längere Zeit mit feuchter Einstreu in Kontakt stehen kann, wird unabhängig von der ansonsten gewählten Holzart meist in Bongossi ausgeführt.

Tabelle 2: Handelsname, wissenschaftlicher Name und Kurzbezeichnung nach DIN EN 13556:2003-10 gängiger Stallbauhölzer sowie Sibirische Lärche.

| Handelsname | Wissenschaftlicher Name | Kurzbezeichnung |
|---------------------|---|------------------------|
| Bangkirai | <i>Shorea glauca, S. laevis, S. maxwelliana, S. superba</i> | SHBL |
| Bilinga | <i>Nauclea diderrichii</i> | NADA |
| Bongossi | <i>Lophira alata</i> | LOAL |
| Denya/Okan | <i>Cylicodiscus gabunensis</i> | GKGB |
| Douglasie | <i>Pseudotsuga menziesii</i> | PSMN |
| Eiche | <i>Quercus robur, Q. petraea</i> | QCXE |
| Lärche | <i>Larix decidua, L. kaempferi, L. x eurolepis, L. occidentalis</i> | LADC, LAKM, LAER, LAOC |
| Movingui | <i>Distemonanthus benthamianus</i> | DTBN |
| (Sibirische Lärche) | <i>Larix sibirica, L. gmelinii</i> | - , LAGM |

In Tabelle 2 werden neben den Handelsnamen der oben genannten Hölzer auch die wissenschaftlichen Namen der Holzarten sowie die Kurzbezeichnung nach DIN EN 13556:2003-10 aufgeführt.

Aufgrund der veränderten Verbraucherakzeptanz sowie stetig sinkender Qualität und Verfügbarkeit tropischer Hölzer (Benthien et al. 2012), haben sich seit einiger Zeit Bohlen aus Bambus auf dem Markt etabliert. Obwohl Bambus botanisch zu der Familie der Gräser (*Poaceae*) gehört und somit kein Holz ist, lassen sich Bohlen aus Bambus weder in Form noch Farbe von klassischen Füllungen aus Holz unterscheiden. Hergestellt werden Bambusbohlen unter Zugabe von schätzungsweise 15 % Phenol-Formaldehyd-Klebstoff durch Verpressen von Streifen (engl. strands) der Bambus-Halme. Vorteile dieses Werkstoffes sind das weitestgehende Fehlen des für Vollholz typischen „Arbeitens“ (feuchtigkeitsbedingte Volumenänderung: Quellen und Schwinden), sowie eine Homogenisierung wachstumsbedingter Unregelmäßigkeiten. Nachteile ergeben sich infolge der Beschaffung aus Fernost, wie beispielsweise der Notwendigkeit einer erhöhten Lagerhaltung und schwer kontrollierbarer Qualitätsschwankungen, insbesondere bei geringen Abnahmemengen. Bambus ist wie Holz biologischen Zersetzungsprozessen ausgesetzt und neigt zu oberflächlichem Schimmel, der über die ersten Jahre — bis zur Auswaschung freier Zucker — zumindest eine ästhetische Beeinträchtigung darstellt. Abhilfe kann durch eine regelmäßige Reinigung oder Ölbehandlung der Oberfläche geschaffen werden.

Ferner werden als Ausfachungsmaterial für Boxenkonstruktionen wasserfestverklebte Birkenfurnier-Sperrholzplatten (Multiplex) mit beidseitiger Phenol-Formaldehyd-Beschichtung (Siebdruckplatte) verwendet.

Ebenso sind auch Voll- oder Hohlkammerprofile aus Kunststoff oder Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoff (kurz WPC für engl. Wood-Plastic Composite) mit ähnlichen Abmessungen wie Stallbohlen aus Holz zu finden.

2.2 Widerstandsfähigkeit von Holz gegen den Befall durch holzersetzende Pilze und Insekten

2.2.1 Beeinträchtigung der bestimmungsgemäßen Funktion

Holz stellt die Nahrungsgrundlage verschiedener holzersetzender Organismen dar. Während die Zersetzung von totem Holz in der Natur ein unerlässlicher Teil des Stoffkreislaufes ist, so ist dieser Prozess für die Nutzungsdauer eines Holzbauteils durch Schutzmaßnahmen zu unterbinden bzw. auf ein Niveau zu begrenzen, damit die bestimmungsgemäße Funktion des Bauteils gewährleistet bleibt; die Zersetzung führt in der Regel zu einer sukzessiven Reduktion der mechanischen Materialeigenschaften und ggf. zu einem Versagen des Bauteils.

Sofern die Eigenschaften verbauten Holzes durch den Befall holzersetzender Organismen in der Art beeinträchtigt werden, dass sich hieraus „eine nachteilige Veränderung der technischen Eigenschaften darstellt und dadurch den Wert und die Nutzbarkeit im Vergleich zu einer gewöhnlichen Beschaffenheit herabmindert“ (Schild et al. 1983, Seite 3), wird von einem Bauschaden gesprochen. Vor dem Erreichen dieses Zustandes wird das Bauteil lediglich als „befallen“ bezeichnet, da die Konstruktion noch keinen Schaden genommen hat.

2.2.2 Holzersetzenende Organismen

Als holzersetzende Organismen werden in DIN 68800-1:2011-10 Insekten, Pilze und Holzschädlinge im Meerwasser genannt, wobei für Stallbauhölzer nur Insekten und Pilze relevant sind. Im Fall von Pilzen wird unterschieden zwischen solchen, die auch außerhalb des Erdreiches aktiv sind (Basidiomyceten), und solchen, die nur bei Einbettung in einem feuchten Bodensubstrat aktiv sind (Moderfäuleerreger). Für die Zersetzung durch Pilze wird eine Holzfeuchte im Gebrauchszustand von 20 % als kritischer Wert angenommen, wobei hier schon eine „Sicherheitsmarge“ einbezogen ist. Holzersetzenende Insekten hingegen können auch bei geringer Holzfeuchte aktiv sein und das von ihnen befallene Holz zersetzen.

2.2.3 Befallsgefährdung, Einbausituation und Gebrauchsklasse

Die Gefährdung eines Holzbauteils, von holzersetzenden Organismen befallen zu werden, ist durch dessen Einbausituation bestimmt. Diese wird von der resultierenden Holzfeuchte im Gebrauchszustand und den allgemeinen Gebrauchsbedingungen (Art der Umweltexposition und Möglichkeit der Wasseranreicherung) charakterisiert. Die Klassifikation der Einbausituation in Gebrauchsklassen (GK) leitet sich aus der Ausprägtheit dieser Kriterien ab. Die vereinfachte Entscheidungsfolge der Zuordnung von Holzbauteilen zu einer GK nach DIN 68800-1:2011-10 ist in Abbildung 3 dargestellt.

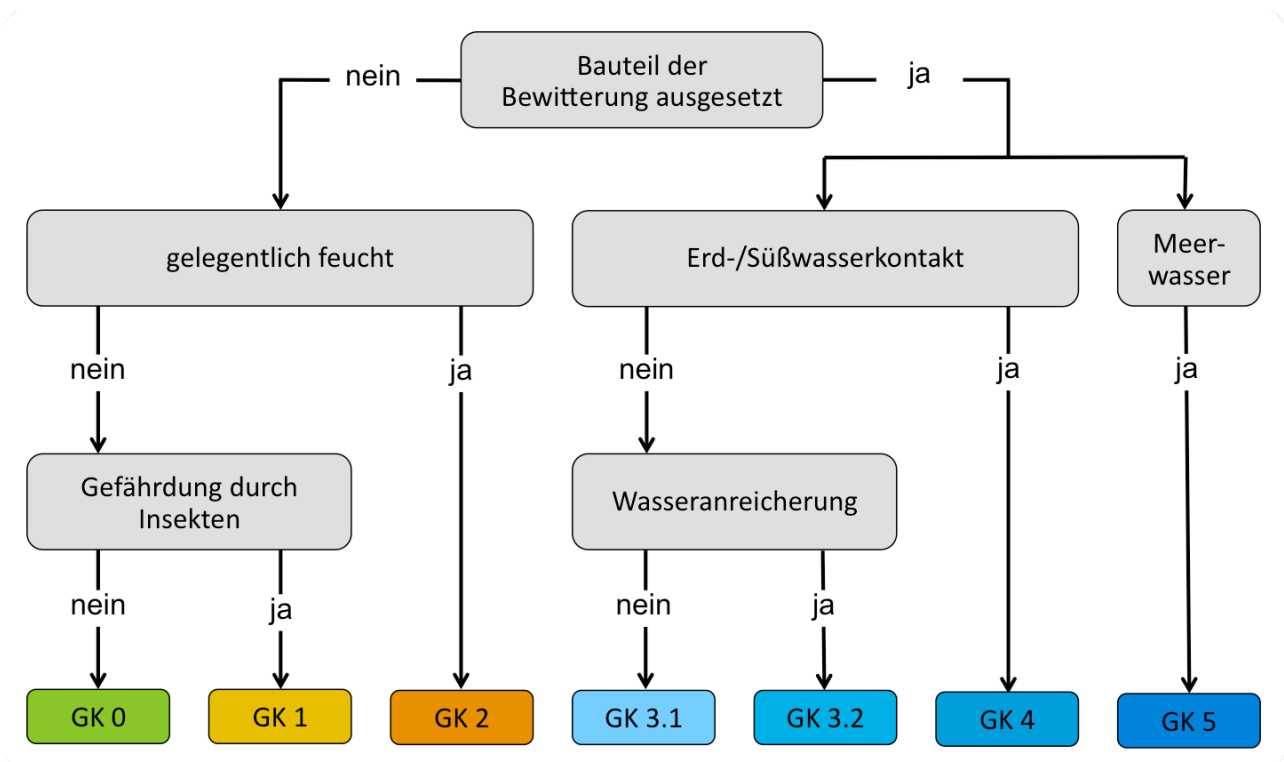


Abbildung 3: Vereinfachte Entscheidungsfolge zur Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse (GK) nach DIN 68800-1:2011-10.

Der GK 1 werden Holzbauteile zugeordnet, die weder bewittert werden, noch einer gelegentlichen Befeuchtung ausgesetzt sind, im Gebrauchszustand eine Holzfeuchte < 20 % aufweisen, jedoch zugänglich für einen Befall durch Insekten verbaut sind. Die GK 0 stellt eine Sonderform der GK 1 dar, für die das Risiko eines Befalls oder Schadens durch holzersetzen Insekten vermieden oder vernachlässigbar wird bzw. in der durch konstruktive Maßnahmen keine Notwendigkeit für weitere Maßnahmen zum Schutz des Holzes vorliegt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn ein verbautes Holzbauteil frei sichtbar und zugänglich bleibt, so dass ein Insektenbefall rechtzeitig erkannt wird. Der GK 2 ist ein Holzbauteil zuzuordnen, das zwar nicht bewittert wird, jedoch durch Kondensation an der Oberfläche gelegentlich befeuchtet werden kann (Holzfeuchte gelegentlich > 20 %). Die Gefahr von Insekten befallen zu werden besteht (theoretisch) in allen Gebrauchsklassen. Der GK 3 werden Holzbauteile zugeordnet, die zwar der Bewitterung ausgesetzt sind, jedoch nicht im Erd- oder direktem Süßwasserkontakt stehen. Weiter unterschieden wird in GK 3 zwischen Holzbauteilen, bei denen es aufgrund ihrer Einbausituation nicht (GK 3.1) bzw. zu einer Anreicherung von Wasser im Holz (GK 3.2) kommen kann. In der GK 3.1 ist mit einer gelegentlichen Holzfeuchte > 20 % zu rechnen, für die GK 3.2 entsprechend häufiger. Der GK 4 werden Holzbauteile zugeordnet, die bewittert werden und im direkten Erd- oder Süßwasserkontakt stehen. Hier ist vorwiegend bis ständig von einer Holzfeuchte > 20 % auszugehen. Aufgrund fehlender Relevanz für Stallbohlen wird auf die GK 5 nicht eingegangen.

2.2.4 Holzschutz

Für den Schutz von zu verbauendem Holz gegen holzersetzen­de Organismen stehen in Abhän­gigkeit von der Gebrauchsklasse nach DIN 68800-1:2011-10 eine Reihe vorbeugender Maßnah­men zur Verfügung. Hierzu gehören beispielsweise:

- bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2
- Verwendung von Kernholz mit entsprechender natürlicher Dauerhaftigkeit gemäß Tabelle 2 bis 5 (DIN 68800-1:2011-10)
- Anwendung von Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3
- Einsatz vorbeugend geschützter Hölzer mit CE-Kennzeichnung nach DIN 68800-3

Dabei ist grundsätzlich zu beachten, dass bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 zur Herabset­zung der Gefährdung stets zu berücksichtigen sind, unabhängig davon, ob weitere Maßnahmen zur Anwendung kommen.

In DIN 68800-1:2011-10 wird neben der Auflistung bewährter Maßnahmen auf die Möglichkeit hingewiesen, alternative Maßnahmen anwenden zu können, wenn ein Nachweis der Gleichwer­tigkeit (für tragende Bauteile durch den bauaufsichtlichen Verwendungsnachweis) hinsichtlich der holzschützenden Wirkung erbracht wird. Aufgeführt werden hier chemische und thermische Maßnahmen zum Schutz des Holzes durch Vergütung bzw. Modifikation (z.B. Acetylierung oder Hitzebehandlung). Eine alternative Schutzmaßnahme wäre die Hydrophobierung von Holz mittels Wachsimprägnierung. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass mit der Holzmodifikation eine Schwächung der mechanischen Holzeigenschaften zu erwarten und entsprechend bei der Bau­teildimensionierung zu berücksichtigen ist.

2.2.5 Dauerhaftigkeit

Im Allgemeinen wird unter der Dauerhaftigkeit eines Materials dessen Widerstandsfähigkeit ge­genüber äußeren Einflüssen verstanden. Im Holzschutz wird unter Dauerhaftigkeit die natürliche *“Widerstandsfähigkeit des Holzes oder Holzproduktes gegen holzersetzen­de Organismen“* (EN 350:2016, Nr. 3.6) verstanden.

Angaben zur Dauerhaftigkeit von Kernholz werden in den Tabellen B.1 (Nadelholz), B.2 (Laubhöl­zer der gemäßigten Zonen), B.3 (tropische Laubhölzer) des Anhang B der EN 350:2016-08 ge­macht. Als Auszug hieraus gibt Tabelle 3 die relevanten Informationen für die gängigen Stallbau­hölzer differenziert nach Schadorganismus wieder. Für holzersetzen­de Pilze wird hierbei weiter zwischen der Dauerhaftigkeit im Erdkontakt (d.h. inklusive Moderfäuleerreger) und der Dauer­haftigkeit gegenüber Basidiomyceten, jeweils in einem 5-Klassensystem unterschieden. Für holz-

zersetzende Insekten wird die Widerstandsfähigkeit gegen einen Befall in einem System mit zwei Klassen (dauerhaft, nicht dauerhaft), separat für Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) (nur relevant für Nadelhölzer, da Laubhölzer nicht befallen werden) und *Anobium* (Nagekäfer), angegeben. Für tropische Holzarten wird undifferenziert unter dem Begriff „Käfer“ klassifiziert.

Zu beachten ist, dass — unabhängig von der Holzart — Splintholz zunächst als „nicht dauerhaft“ klassifiziert wird, es sei denn, es werden dem zuständigen Normengremium valide Untersuchungsergebnisse vorlegt, die eine „bessere“ Klassifizierung erlauben. Da in der Praxis absolut splintfreies Kernholz nicht immer verfügbar ist, können Holzbauteile in GK 2 oder höher mit einem Splintanteil von bis zu 5 %, in GK 1 mit einem Splintanteil von bis zu 10 % wie reines Kernholz behandelt werden (DIN 68800-1:2011-10).

Das Kernholz aller gängigen Stallbauhölzer (keine Angabe für Bilinga) ist als beständig gegen einen Befall durch holzzeretzende Insekten klassifiziert ist (Tabelle 3). In Bezug auf die Dauerhaftigkeit gegen holzzeretzende Pilze liegen für Hölzer tropischen Ursprungs vornehmlich Angaben zur Dauerhaftigkeit im Erdkontakt vor. Klassifiziert wird die Dauerhaftigkeit dieser Hölzer von „sehr dauerhaft“ (DK 1) für Bilinga und Denya, über „dauerhaft“ (DK 2) für Bangkirai und Bongossi, bis „mäßig dauerhaft“ (DK 3) für Movingui. Für Bongossi wird angemerkt, dass eine ungewöhnlich große Variabilität der Dauerhaftigkeit gegenüber Pilzen im Erdkontakt zu beachten ist und für das breite Übergangsholz zwischen Kernholz und Splintholz lediglich mäßig dauerhaft (DK 3) gegenüber Pilzen ist. Gegenüber Basidiomyceten wird Bongossi als „dauerhaft“ bis „sehr dauerhaft“ eingestuft. Die Dauerhaftigkeit heimischer Holzarten gegenüber Pilzen (mit Ausnahme von Eiche gegenüber Basidiomyceten) ist weitestgehend geringer als die der tropischen Hölzer. Im Erdkontakt wird Eiche als „dauerhaft“ (DK 2) bis „wenig dauerhaft“ (DK 4) klassifiziert, gegenüber Basidiomyceten als „sehr dauerhaft“ (DK 1) bis „dauerhaft“ (DK 2). Anders als heimische Lärche wird Sibirische Lärche mit einer Dichte $> 0,7 \text{ g/cm}^3$ als „mäßig dauerhaft“ (DK 3) gegenüber Basidiomyceten eingestuft.

Mit Ausnahme von Holzwerkstoffen aus dicken und großen Holzteilen (Sperrholz und Massivholzplatten) wird für Holzwerkstoffe ein Befall durch Insekten aufgrund ihrer Struktur ausgeschlossen (DIN 68800-1:2011-10). Hingegen ist für Holzwerkstoffe beim Vorliegen hoher Holzfeuchte in gleicher Weise mit einem Befall durch Pilze zu rechnen, wie bei der Holzart, aus der sie hergestellt sind.

Wenngleich nativer Bambus nicht beständig gegen Pilzbefall ist, so zeigten Jacobs et al. (2011) in Laborversuchen, dass aus Bambus hergestellte Werkstoffbohlen der Dauerhaftigkeitsklasse 1 (Basidiomyceten) bzw. Dauerhaftigkeitsklasse 2 (Moderfäuleerreger) zuzuordnen sind. Vergleichbare Ergebnisse erzielten auch Schmidt et al. (2017) in Laborprüfungen mit Basidiomyceten.

Tabelle 3: Dauerhaftigkeit von Kernholz gängiger Stallbauhölzer nach Schadorganismus gemäß DIN EN 350:2016-08.

| Holzart | Pilze | | Insekten | |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|--|
| | im Erdkontakt ^{a)} | Basidiomyceten | <i>Anobium</i> | Hausbock „Käfer“ |
| Bangkirai | 2 | k. A. | k. A. | nicht relevant ^{e)} dauerhaft |
| Bilinga | 1 ^{b)} | k. A. | k. A. | nicht relevant ^{e)} k. A. |
| Bongossi | 2v ^{c)} | (1 - 2) | k. A. | nicht relevant ^{e)} dauerhaft |
| Denya | 1 | k. A. | k. A. | nicht relevant ^{e)} dauerhaft |
| Douglasie ^{d)} | 3 - 4 | (3 - 5) | dauerhaft | dauerhaft k. A. |
| Eiche | 2 - 4 | (1 - 2) | dauerhaft | nicht relevant ^{e)} k. A. |
| Lärche | 3 - 4 | (3 - 4) (3) ^{f)} | dauerhaft | dauerhaft k. A. |
| Movingui | 3 | k. A. | k. A. | nicht relevant ^{e)} dauerhaft |

^{a)} Basidiomyceten und Moderfäuleerreger, ^{b)} adultes Holz, ^{c)} v = ungewöhnlich große Variabilität, ^{d)} kultiviert in Europa, ^{e)} Laubholz wird nicht befallen,

^{f)} *Larix sibirica* und *L. gmelinii* mit einer Dichte > 0,7 g/cm³, k. A. = keine Angabe

2.2.6 Nachweis der Widerstandsfähigkeit

Für den Nachweis der Widerstandsfähigkeit eines Holzbauteils gegen den Befall durch holzersetzende Organismen ist zunächst die Gebrauchsklasse für das Holzbauteil zu definieren. Anschließend ist in Abhängigkeit vom Vorkommen der Einzelnachweis der Widerstandsfähigkeit des Holzbauteils gegenüber jedem holzersetzenden Schadorganismus separat zu belegen.

Mit Ausnahme von Holzbauteilen in GK 0 ist für alle Gebrauchsklassen ein Nachweis über die Widerstandsfähigkeit gegen holzersetzende Insekten zu erbringen. Für holzersetzende Pilze ist in GK 0 und GK 1 ein Nachweis der Dauerhaftigkeit überflüssig, da hier die niedrige Holzfeuchte (< 20 %) einen Befall ausschließt. In GK 2 und GK 3.1 ist mindestens die Verwendung von Holz der Dauerhaftigkeitsklasse 3 und in GK 3.2 mindestens die Verwendung von Holz der Dauerhaftigkeitsklasse 2 erforderlich (Basidiomyceten).

Unabhängig der Dauerhaftigkeitsklassifizierung von Douglasie und Lärche in DK 3 - 4 kann deren Farbkernholz nach DIN 68800-1:2011-10 ohne zusätzliche Holzschutzmaßnahmen in GK 2 und GK 3.1 erfolgen, da sich hier der Einsatz dieser zwei Holzarten in der Praxis bewährt hat. Gleiches gilt für Kiefernkerneholz in GK 2. In GK 4 kommt ausschließlich die Verwendung von Holz der DK 1 infrage, wobei hier die Angabe der Dauerhaftigkeit im Erdkontakt zu Grunde zu legen ist.

Sofern die natürliche Dauerhaftigkeit nicht ausreichend sein sollte, ist zu prüfen, ob beispielsweise durch besondere bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 die Gefährdung minimiert werden kann, so dass eine GK erreicht wird, in der das ausgewählte Holz bzw. Holzprodukt verwendet werden kann. Ist dies nicht möglich, ist die Verwendung einer anderen, dauerhaften Holzart oder der Einsatz von Holzschutzmitteln in Betracht zu ziehen.

3 Anwendung der Holzschutznorm auf Stallbohlen

3.1 Klassifikation der Einbausituationen von Stallbohlen in Gebrauchsklassen

Für Stallbohlen können unterschiedliche Gebrauchsbedingungen vorliegen, da sie nicht nur für den Bau von Pferdeboxen verwendet werden, sondern auch in anderen Bereichen eines Stallgebäudes oder Anlagen eines Reitstalls bzw. Gestüts zum Einsatz kommen. Aber auch selbst schon für Stallbohlen, die zum Bau von Boxen verwendet werden, liegen unterschiedliche Gebrauchsbedingungen vor. Unter Berücksichtigung der Holzfeuchte im Gebrauchszustand sind folgende Einbausituationen für Stallbohlen zu unterscheiden:

- unter Dach ohne regelmäßige Befeuchtung und Mistkontakt, Holzfeuchte < 20 %
- einer regelmäßigen Befeuchtung ausgesetzt ohne Mistkontakt
- zügige Rücktrocknung möglich, Holzfeuchte gelegentlich > 20 %
- begrenzte Wasseranreicherung, Holzfeuchte häufig > 20 %
- dauerhafte Befeuchtung und Mistkontakt mit Wasseranreicherung, Holzfeuchte dauerhaft > 20 %

3.1.1 Stallbohlen unter Dach ohne regelmäßige Befeuchtung und Mistkontakt

Stallbohlen, die zur Ausfachung von Trennwänden und Türen von Innenboxen eingesetzt werden, sind weder der Bewitterung ausgesetzt (Einsatz unter einer Überdachung), noch bei umsichtiger Montage der Tränke und gewissenhafter Stallhygiene bzw. dem Verbau eines Mistbrettes einer regelmäßigen Befeuchtung ausgesetzt. Folglich ist von einer Holzfeuchte im Gebrauchszustand von $\leq 20\%$ auszugehen und somit kein Befall durch holzerstörende Pilze zu erwarten. Stallbohlen in dieser Einbausituation sind der GK 1 zuzuordnen (siehe Abbildung 4).

Sofern das Risiko von Bauschäden durch Insektenbefall dadurch ausgeschlossen werden kann, dass eine Sichtkontrolle sichergestellt ist und durch regelmäßige Inspektion ein Befall rechtzeitig erkannt wird, so dass also die entsprechende Bohle behandelt oder ggf. ersetzt wird, kann sie sogar der GK 0 zugeordnet werden.

Analog hat die Zuordnung für solche Stallbohlen zu erfolgen, die — nach ähnlichem Konstruktionsprinzip — in anderen Bereichen des Stallgebäudes oder assoziierter Anlagen zum Einsatz kommen. Beispiele hierfür sind Untersuchungsstände oder Putzplatzabtrennungen, die im Stall lokalisiert und keiner dauerhaften Befeuchtung ausgesetzt sind. Auch Ausfachungen von Stallto-

ren, Außenställen und Führanlagen fallen dann hierunter, wenn kein Erdkontakt besteht und ein großer Dachüberstand sicher vor einer Befeuchtung schützt.

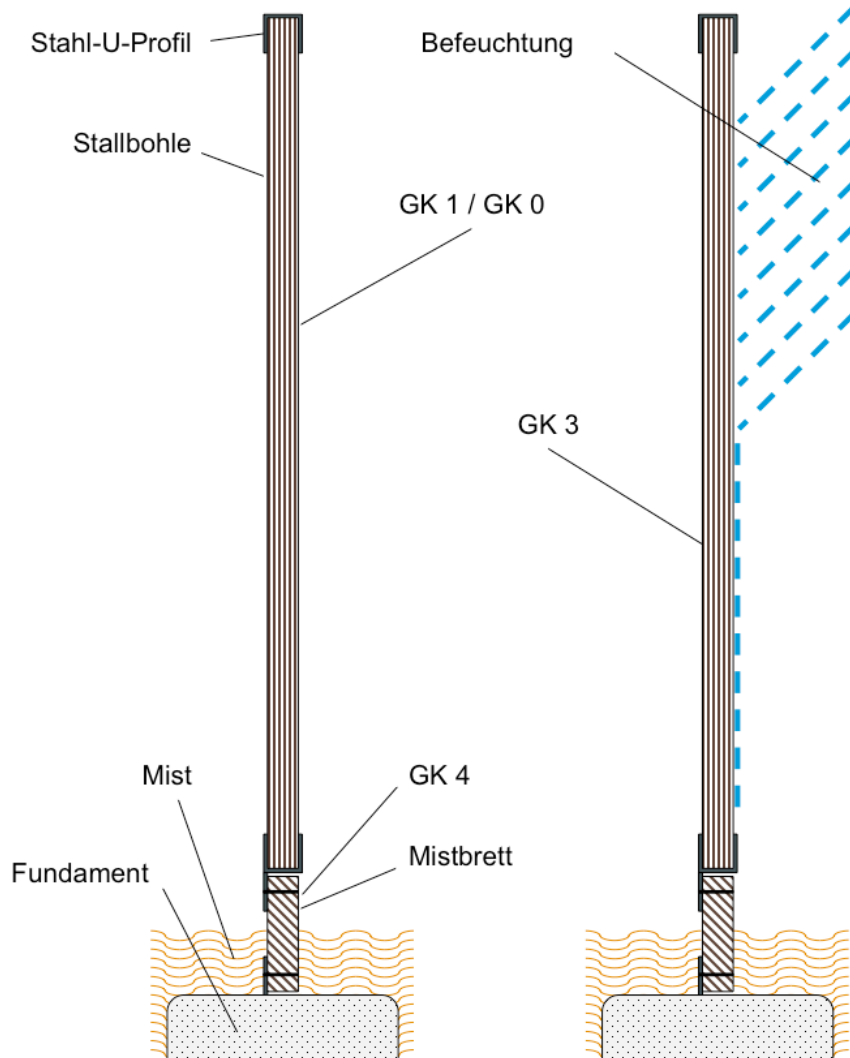


Abbildung 4: Klassifikation der Einbausituation von Stallbohlen in Gebrauchsklassen (GK).

3.1.2 Stallbohlen regelmäßiger Befeuchtung ohne Mistkontakt

Stallbohlen, die zwar nicht im Kontakt mit Mist stehen, wohl aber regelmäßig befeuchtet werden, sind bei Innenställen im Bereich von Tränken zu finden, da hier durch die Position der Tränke eine Feuchtebelastung durch Spritzwasser in der näheren Umgebung verursacht wird. Darüber hinaus sind hierzu Stallbohlen zu zählen, die zum Bau von Waschplätzen (inkl. der im Stallgebäude), Stalltoren, Außenställen und Führanlagen verwendet werden und der Bewitterung ausgesetzt sind. Stallbohlen in dieser Einbausituation sind der Gebrauchsklasse 3 zuzuordnen (siehe Abbildung 4).

Unterschieden wird in GK 3, ob entweder mit einer Anreicherung von Wasser zu rechnen ist (GK 3.2), oder ob aufgrund rascher Rücktrocknung keine dauerhafte Befeuchtung zu erwarten ist (GK 3.1). Für Stallbohlen, die insbesondere an ihrer Unterseite von einem Stahl-U- oder -C-Profil eingefasst sind, ist eine Anreicherung von Wasser im Holz nicht auszuschließen und entsprechend in GK 3.2 einzustufen. Kann das Wasser aus den Stahl-U- oder -C-Profilen hingegen frei abtropfen, so dass eine Feuchtigkeitsanreicherung ausgeschlossen ist, kann das Holzbauteil in GK 3.1 eingestuft werden.

3.1.3 Stallbohlen im dauerhaften Mistkontakt

Pferdeboxen können so konstruiert sein, dass entweder ein quer angeordnetes Mistbrett unterhalb der eigentlichen Ausfachungsbohlen als Abschluss zum Boden dient oder die Stallbohlen zur Ausfachung der Wandelemente selbst den Anschluss zum Fundament bilden. Entsprechend der Ausgestaltung des Fundamentes (bodengleich oder mit erhöhtem Sockelstreifen), der gewählten Einstreumenge sowie dem individuellen Anspruch an die Stallhygiene, können neben dem Mistbrett auch Stallbohlen dauerhaft in Stallmist eingebettet sein. Dies führt zur Erhöhung der Holzfeuchte, wie Maikowski (2011) an Proben ausgewählter Stallbauhölzer zeigte (Tabelle 4). Somit sind Stallbohlen im dauerhaften Mistkontakt der GK 4 zuzuordnen (siehe Abbildung 4).

Tabelle 4: Massenzunahme (bzw. Wasseraufnahme) nach Einlagerung in Pferdemist für 28 Tage, bestimmt an jeweils ≥ 10 Proben aus gängigen Stallbauhölzern und WPC mit den Abmessungen $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}^3$ (aus Maikowski [2011]).

| Material | Halm- bzw. Holzanteil | Massenzunahme | |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | bezogen auf Probenmasse | bezogen auf Holzanteil |
| Bambus | 70 - 90 % ¹⁾ | 17 % | 19 - 25 % |
| Bangkirai | - | 9 % | - |
| Bilinga | - | 13 % | - |
| Bongossi | - | 13 % | - |
| Douglasie | - | 13 % | - |
| WPC | 50 % | 3 % | 6 % |
| WPC | 70 % | 11 % | 16 % |

¹⁾ nach Schätzungen von Benthien et al. (2012)

3.2 Verwendbarkeit gängiger Stallbauhölzer in den Gebrauchsklassen

3.2.1 Gebrauchsklasse 0

Da in der GK 0 zum einen nicht von einem Befall durch holzersetzende Pilze auszugehen ist und zum anderen das Risiko eines Bauschadens durch holzersetzende Insekten vermieden wird, lassen sich hier alle Hölzer (sofern sie die mechanischen Anforderungen erfüllen) uneingeschränkt verwenden.

3.2.2 Gebrauchsklasse 1

Alle in Tabelle 3 aufgeführten Stallbauhölzer sind gegen die in GK 1 bestehende Gefährdung des Holzes durch Insektenbefall beständig und lassen sich somit uneingeschränkt einsetzen. Klar muss hierbei jedoch sein, dass es sich immer um das Kernholz handelt, wobei in der GK 1 ein Splintanteil von $\leq 10\%$ toleriert wird.

3.2.3 Gebrauchsklasse 3

Für alle in Tabelle 3 aufgeführten Stallbauhölzer besteht Beständigkeit gegen Insektenbefall, so dass lediglich noch die Widerstandsfähigkeit gegen einen Befall durch holzersetzende Pilze – hier allein gegen Basidiomyceten, da kein Erdkontakt vorliegt – nachgewiesen werden muss. Hinweis: Anders als in der GK 1 wird ab der GK 2 lediglich noch ein Splintanteil von $\leq 5\%$ toleriert.

Als Mindestanforderung an die Dauerhaftigkeit gegen Pilzbefall in GK 3.1 wird der Einsatz eines Holzes der Dauerhaftigkeitsklasse DK 3 gefordert. Mit Ausnahme von Douglasien- und Lärchenholz wird diese Anforderung von allen aufgeführten Hölzern erfüllt (Tabelle 3). Lärche und Douglasie dürfen dennoch in GK 3.1 ohne zusätzliche Holzschutzmaßnahmen eingesetzt werden, da sich ihr Einsatz in der Vergangenheit in der Praxis bewährt hat (DIN 68800-1:2011-10).

Für die Anwendung in GK 3.2 ist der Einsatz der Hölzer Bankirai, Billinga, Bongossi, Denya und Eiche ohne zusätzliche Holzschutzmaßnahmen möglich, da als Mindestanforderung der Einsatz eines Holzes der Dauerhaftigkeitsklasse DK 2 gefordert wird.

3.2.4 Gebrauchsklasse 4

Von den in Tabelle 3 aufgeführten Stallbauhölzern sind lediglich Billinga und Denya geeignet, um in GK 4 eingesetzt zu werden. Sie sind „sehr dauerhaft“ (DK 1) gegen einen Befall durch holzersetzende Pilze im Erdkontakt (Basidiomyceten und Moderfäuleerreger) und holzersetzende Insek-

ten. Der traditionelle Einsatz von Bongossi in GK 4 (Einsatz als Mistbrett) ist aufgrund der Dauerhaftigkeitsklasse (DK 2v) als ungeeignet zu bewerten. Selbst wenn nur DK 2 gefordert wäre, müsste die „ungewöhnlich großen Variabilität der Dauerhaftigkeit“ berücksichtigt werden, die darauf hinweist, dass auch schlechtere Dauerhaftigkeiten als DK 2 zu erwarten sind. Eine Abkehr von der Verwendung von Bongossi als Mistbrett ist jedoch nicht anzuraten, da das Mistbrett keine sicherheitsrelevante Funktion im engeren Sinne übernimmt. Die Hauptfunktion des Mistbrettes ist nicht die Ortsbindung des Pferdes, sondern die des Mistes.

3.3 Alternativen zu gängigen Stallbauhölzern

Für den Nachweis der Widerstandsfähigkeit derzeit für den Bau von Pferdeboxen und Stalleinrichtungen nicht verwendeter Hölzer, können die in DIN EN 350:2016-08 angegebenen Dauerhaftigkeiten herangezogen werden. Für Hölzer und Holzwerkstoffe (inklusive Bambus und WPC) unbekannter Eigenschaften ist entsprechend der relevanten Vorschriften (DIN EN 350) vorab die Dauerhaftigkeit zu bestimmen.

Mit Blick auf die mechanischen Anforderungen, die im Kontext der Durchtrittbeständigkeit und dem Ausschluss eines Einklemmens der Hufe an Stallbohlen gestellt werden, erscheinen schwere Laubhölzer und hieraus hergestellte Holzwerkstoffe eine geeignete Alternative zu gängigen Stallbauhölzern tropischen Ursprungs zu sein. Beispielhaft sind hier Holzarten wie Buche (*Fagus sylvatica*, FASY), Esche (*Fraxinus excelsior*, FXEX) und Birke (*Betula pendula*, BTXX) und Hickory (*Carya tomentosa*, CAXX) aufzuführen. Diese sind jedoch als „nicht dauerhaft“ gegen holzerstörende Pilze eingestuft (Tabelle 5). Ebenso zweckdienlich in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften dürfte Robinie (*Robinia pseudoacacia*, ROPS) sein. Robinie ist außerdem dauerhaft gegen holzerstörende Insekten und der DK 1 - 2 (Pilze im Erdkontakt) zugeordnet.

Verbreitete Bedenken bezüglich der Verwendbarkeit von Robinie im Stallbau aufgrund einer vermeintlichen Toxizität für Pferde dürften unbegründet sein; Meyer und Coenen (2002) führen explizit die Rinde, nicht aber das Holz der Robinie als giftig für Pferde auf. Skepsis gegenüber dem Holz der Robine mag in der wiederkehrenden, gemeinsamen, jedoch aber unbelegten Nennung von Holz und Rinde begründet sein, wie sie beispielsweise auch bei Mühlethaler (2010), aber auch Landolt et al. (1997) zu finden ist. Unbelegte Verweise auf Vergiftungen durch das Annagen von Stallbohlen aus Robinie (bei der Feldartilleriebatterie in Rumänien im März 1941) wie bei Anonymous (o. J.) schüren die Skepsis gegenüber Robinie. Dass aber bei Vergiftungen durch Robinie die Rinde und nicht das Holz ursächlich ist, legen verschiedene wissenschaftlichen Arbeiten (Schulze 1941, Keller und Dewitz 1969, Landolt et al. 1997, Uhlig et al. 2008) zu diesem Thema nahe. Ein sicherer Beleg für die Ungiftigkeit von Robinienholz ist jedoch nicht zu finden.

Tabelle 5: Dauerhaftigkeit von Kernholz möglicher Alternativen zugängigen Stallbauhölzern nach Schadorganismus gemäß EN 350:2016-08.

| Holzart | Pilze | | Insekten | |
|---------|-----------------------------|----------------|-------------------|------------------------------|
| | im Erdkontakt ^{a)} | Basidiomyceten | <i>Anobium</i> | Hausbock |
| Buche | 5 | (4 - 5) | Nicht dauerhaft | nicht relevant ^{b)} |
| Birke | 5 | k. A. | Nicht dauerhaft | nicht relevant ^{c)} |
| Esche | 5 | (4) | Nicht dauerhaft | nicht relevant ^{c)} |
| Hickory | 4 | k. A. | n/a ^{c)} | nicht relevant ^{c)} |
| Robinie | 1 - 2 | (1 - 2) | dauerhaft | nicht relevant ^{c)} |

^{a)} Basidiomyceten und Moderfäule, ^{b)} Laubholz wird nicht befallen, ^{c)} keine ausreichenden Daten verfügbar

Für Holzwerkstoffe ist in Bezug auf die Dauerhaftigkeit zu beachten, dass diese beim Vorliegen hoher Holzfeuchte in gleicher Weise durch Pilze zerstört werden, wie die Holzart, aus der sie hergestellt wurden. Furnierschichtholz (kurz LVL für engl. laminated veneer lumber) bzw. Furnierstreifen-Leimholz (z.B. BauBuche Paneel, Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG, Kreuzburg) aus schweren Laubhölzern sind aber aufgrund der homogenisierten Eigenschaften gegenüber Vollholz mit Blick auf die mechanischen Eigenschaften besonders geeignet.

Während Robinie in der GK 3.2 eingesetzt werden kann, sind die übrigen in Tabelle 5 aufgeführten Hölzer aufgrund fehlender Dauerhaftigkeit gegen holzeretzende Insekten ohne Maßnahmen zum Schutz des Holzes nicht einmal in der GK 1 einzusetzen. Möglich wäre der Einsatz dieser Hölzer jedoch, wenn zuvor eine technische Trocknung bei Temperaturen ≥ 55 °C durchgeführt wurde (DIN 68800-1:2011, Abschnitt 8.2). Gleiches gilt für Holzwerkstoffe, da im Rahmen deren Herstellung in der Regel eine technische Trocknung erfolgt.

Die Möglichkeit zum Einsatz in GK 1 ließe sich weiter dadurch erreichen, wenn das Risiko eines Befalls oder Schadens durch holzerstörende Insekten durch (besondere) bauliche Maßnahmen vermieden oder als vernachlässigbar gestaltet wird und somit das Holz bzw. das Holzbauteil der GK 0 zugeordnet werden kann. Eine Minimierung des Befalls- oder Schadensrisikos kann durch eine Sichtkontrolle sichergestellt werden. Durch regelmäßige Inspektion wird so ein Befall rechtzeitig erkannt, um die entsprechende Bohle zu behandeln oder ggf. zu ersetzen.

Solange Stallbohlen in Boxen ohne Mistbrett eingesetzt werden, sind diese der GK 4 zuzuordnen und müssen aus Holz der DK 1 gefertigt sein. Hölzer geringerer Dauerhaftigkeit lassen sich nur einsetzen, wenn Maßnahmen zum Schutz des Holzes angewendet werden. Als besondere bauliche Maßnahme zum Schutz der Stallbohlen wäre es aufzufassen, wenn die Konstruktion des Bo-

xenelementes den Anschluss zum Fundament über ein Mistbrett vorsieht. Aufgrund dieser Maßnahme wären die Stallbohlen nicht länger der GK 4, sondern der GK 1 zuzuordnen und könnten aus Hölzern geringerer Dauerhaftigkeit als DK 1 hergestellt werden. Lediglich noch das Mistbrett wäre dann der GK 4 zugeordnet und müsste aus Holz der DK 1 hergestellt werden.

4 Exkurs: Verbau von ungetrocknetem Holz

Schwer zu trocknende Hölzer wie beispielweise Bongossi werden gern ungetrocknet zu Stallbohlen verarbeitet und entsprechend feucht als Ausfachung der Boxen-Rahmenkonstruktion verbaut. Die Trocknung erfolgt dann im Laufe der Zeit passiv an der Luft. Trocknungsbedingte Formänderungen müssen vom Stahl-U- bzw. -C-Profil der Rahmenkonstruktion aufgefangen werden. Spalten zwischen den Stallbohlen in der ausgefachten Fläche, die durch das Schwinden des Holzes bei Trocknung unterhalb des Fasersättigungsbereiches entstehen, werden durch nachträgliches Zusammenschieben und Auffüllen der entstehenden Lücke mit einem passend zugeschnittenen Stallbohlenstreifen geschlossen. Das trockenbedingte Schwinden in Bohlendicke wird dann nicht offensichtlich (kein Klappern der Stallbohlen im U-Profil), wenn Formänderungen zu einem Verkeilen der Stallbohlen im U-Profil führen.

Einer Verwendung von Holz, dessen Holzfeuchte die Gleichgewichtsfeuchte im fertigen Bauwerk übersteigt, steht laut EC 5 nichts entgegen, wenn ein ungehindertes Nachtrocknen auf Gleichgewichtsfeuchte sichergestellt ist und aufgrund von Schwindung nur geringfügige Auswirkungen zu erwarten sind oder aber unvertretbar geschädigte Bauteile ausgewechselt werden. Über diese Anforderungen soll sichergestellt werden, dass die Tragfähig- und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes durch Querschnittsverkleinerungen und Verwerfungen nicht infrage zu stellen ist.

Der Ausschluss des Einbaus von Hölzern mit einer Feuchte über 20 % soll nach DIN 68800-2:2012 sicherstellen, dass im Fall moderner Holzbaukonstruktionen keine speziellen Maßnahmen zur nachträglichen Feuchteabgabe zu beachten sind (eingeschlossene Nässe) oder Schäden an nachgeordneten Bauteilen wie Decken und Fußböden (Benutzbarkeit und Erscheinungsbild) in Wohngebäuden auftreten. Entsprechend ist diese Einschränkung für Stallbohlen irrelevant, solange die nachträgliche Feuchtigkeitsabgabe uneingeschränkt gewährleistet ist.

Mit Blick auf holzersetzende Pilze sollte beim Einbau von ungetrocknetem Holz jedoch berücksichtigt werden, dass das Holz für die Dauer der Nachtrocknung eine Feuchte aufweist, die im Fall nicht dauerhafter Hölzer einen Befall von holzersetzenden Pilzen ermöglichen kann. Mit Erreichen einer Holzfeuchte kleiner 20 % würde dieser Befall inaktiv („Trockenstarre“) werden und kein weiter Abbau der Holzsubstanz stattfinden. Jedoch kann eine Wiederbefeuchtung zu einem Aufleben des Befalls führen.

Durch Vergrößerung bei den Querschnittsabmessungen können Schwindungsverluste ausgeglichen und die Wahl des Schnittbildes beim Rundholzeinschnitt (Lage der Jahrringe) ein übermäßiges Verwerfen der Bohlen begrenzt werden. Grundsätzlich ist aber der Einbau von Holz angemessener Feuchte zu bevorzugen, um unnötige Reklamationsvorgänge zu vermeiden.

5 Fazit

Werden Stallbohlen als sicherheitsrelevante Bauteile im Sinne des Ingenieurbauwesens behandelt, um so Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften sicher zu erfüllen, ist neben der Dimensionierung auch die Materialauswahl anhand normierter Regeln durchzuführen. Dies hat zur Folge, dass strenge Anforderungen an die Materialeigenschaften gestellt werden, gleichzeitig aber auch die Kriterien, nach denen diese festgelegt werden, transparent und nachvollziehbar sind. Vorteil hierbei ist, dass die Materialauswahl nach objektiven Gesichtspunkten erfolgt und eine Über- aber auch Unterschätzung deren Leistungsfähigkeit vermieden wird.

Entsprechend ihrer vielseitigen Verwendung im Stallbau sowie in Abhängigkeit der Positionierung im Boxenelement sind Stallbohlen unterschiedlichen Expositionen gegenüber Feuchte und Schadorganismen ausgesetzt und folglich verschiedenen Gebrauchsklassen zuzuordnen. Damit sind auch die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des verwendeten Holzes unterschiedlich. Während an das Holz für Stallbohlen im engeren Sinne (unter Dach ohne regelmäßige Befeuchtung und Mistkontakt) sehr geringe Anforderungen in Bezug auf die Dauerhaftigkeit gestellt werden, so ist das Mistbrett einer permanenten Befeuchtung mit entsprechender Wasseranreicherung ausgesetzt, was den Einsatz von dauerhaftem Holz erforderlich macht. Für Stallbohlen im engeren Sinne lässt sich hingegen auch Holz geringerer Dauerhaftigkeit einsetzen, als es derzeit in der Praxis üblich ist. Das bedeutet, dass auch schwere, nicht dauerhafte, heimische Hölzer wie beispielsweise Buche für die Herstellung von Stallbohlen eingesetzt werden könnten. Gleiches gilt für Holzwerkstoffe aus nicht dauerhaften Holzarten, die aufgrund homogener Holzeigenschaften aber als besonders vorteilhaft für den Bau von Boxen erscheinen.

Auch wenn im Rahmen der Anwendung der Holzschutznorm auf Stallbohlen herausgearbeitet wurde, dass nicht gegen Insekten dauerhafte Hölzer durch die technische Trocknung bei Temperaturen ≥ 55 °C gegen einen Befall durch Insekten geschützt sein sollten, so möchten die Autoren an dieser Stelle darauf hinweisen, dass sie insbesondere bei langer Nutzungsdauer einem zuverlässigen Schutz gegen Nagekäfer (Anobien) vorsichtig-kritisch gegenüber stehen.

Weiter soll darauf hingewiesen werden, dass durch das Konstruktionsprinzip des Einschubens der Stallbohlen in Stahl-C- oder -U-Profile insbesondere im Fall von Schmutzanreicherungen im Profil das Risiko besteht, dass es zu einer erschwerten Abtrocknung und somit Anreicherung von Wasser im Holz kommen kann. Tritt dieser Fall ein, so wäre unabhängig von der vorherigen Einstufung die GK 4 anzunehmen. Empfehlenswert wäre es daher, den konstruktiven Aufbau von Pferdeboxen bzw. der anderen Anlagen im Kontext der Pferdehaltung (Türen, Tore, Außenwandelemente oder Führanlagen) dahingehend zu verändern, dass Wasser und Schmutz aus insbesondere dem unteren Stahlprofil zuverlässig abgeführt werden.

Die Betrachtung von Stallbohlen als sicherheitsrelevantes Bauteil im Sinne des Ingenieurbauwesens ist als hilfreich anzusehen, wenn die Verwendbarkeit verschiedener Hölzer für den Stallbau objektiv bewertet werden soll. Dies gilt selbst vor dem Hintergrund, dass höchste Anforderungen an die Hölzer gestellt werden und die Anwendung dieses Ansatzes nicht explizit vorgeschrieben ist. Der Ansatz ermöglicht es aber, die verschiedenen Einbausituationen von Stallbohlen klar zu erkennen und geeignete Holzarten für diesen Einsatz auszuwählen. Entsprechend der individuellen Ansprüche an die Langlebigkeit der Stallbohlen lassen sich grundsätzlich auch Holzarten auswählen, die zwar den optischen Vorstellungen oder dem gesetzten Kostenbudget entsprechen, nicht aber den Ansprüchen der Holzschutznorm genügen, da diese im engeren Sinne hier nicht anwendungspflichtig ist.

Der Einsatz von Robinie zur Herstellung von Stallbohlen wird entgegen gemeinhin bestehender Vorbehalte vorgeschlagen, da diese offensichtlich auf Fehlinformationen basieren. Robinienholz erscheint zur Herstellung von Stallbohlen als besonders geeignet, da es sich um ein schweres Farbkernholz handelt, dessen natürliche Dauerhaftigkeit mit Ausnahme des Mistbrettes für alle Einbausituationen im Stallbau geeignet ist. Darüber hinaus wird Robinie in Europa kultiviert und ist entsprechend nicht tropischen Ursprungs. Der häufig für die Erzeugung von Schnittholz ungünstigen Wuchsform kann durch die Herstellung von Brettschichtholz begegnet werden. Als Nebeneffekt würde hierdurch sogar noch eine Homogenisierung der Eigenschaften erreicht werden und den so entstandenen Werkstoff für die Herstellung von Stallbohlen besonders interessant machen.

Quellenverzeichnis

Literatur

- BENTHIEN JT, GEORG H, MAIKOWSKI S, OHLMEYER M (2012) Infill planks for horse stable constructions: thoughts about kick resistance determination and alternative material development. *Landbauforsch/ Appl Agric Forestry Res* 4(62):255-262
- FN, DOKR (2016) Jahresbericht 2016. Deutsche Reiterliche Vereinigung e. V. (FN) und Deutsches Olympiade-Komitee für Reiterei e. V. (DOKR), Warendorf. FN-Shop, Artikelnummer 21060, 178 p.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjR11CC3eTbAhXPZIAKHU2EB7EQFgg3MAE&url=https%3A%2F%2Fwww.pferd-aktuell.de%2Fmisc%2FfilePush.php%3Fid%3D18319%26name%3DJahresbericht_2016.pdf%26products_model%3D21060&usg=AOvVaw1s7vOSKaj0p3p9VwF0lyxa (letzter Zugriff: 21. Juni 2018)
- HACKBARTH H, LÜCKERT A (2002) *Tierschutzrecht : Praxisorientierter Leitfaden*. 2. Auflage. München; Berlin: Jehle, 243 p. ISBN 3-7825-0436-4
- HOFFMANN G (2009) *Orientierungshilfen Reitanlagen- & Stallbau : Planung – Ställe – Hallen – Plätze – Auslauf – Koppel - Reitwege*. FN-Verlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung, Warendorf. 200 p. ISBN 978-3-88542-740-7
- JACOBS K, WEIB B, SCHMITT GS (2011) Hohe Pilzresistenz von Bambuskompositen : Hohe Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Basidiomyceten und Moderfäulepilze im Labor erwiesen. *Holz-Zentralblatt* 137 (59):1267
- KELLER H, DEWITZ W (1969) Vergiftungen bei 9 Pferden durch Rinde der „Falschen Akazie“ (*Robinia pseudoacacia*). *Deutsche Tierärztl Wschr* 76:115-116
- KORRIES O (2003) *Untersuchung pferdehaltender Betriebe in Niedersachsen - Bewertung unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit bei Trennung in verschiedene Nutzungsgruppen und Beachtung haltungsbedingter Schäden*. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover. In: Steinmetz AK, Fuchs C (2012) *Pferdehaltung : Planen und kalkulieren/ KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft*. Darmstadt: KTBL, 200 p. ISBN 978-3-941583-66-5
- LANDOLT G, FEIGE K, SCHÖBERL M (1997) Vergiftung bei Pferden durch die Rinde der „Falschen Akazie“ (*Robinia pseudoacacia*). *Schweiz Arch Tierheilk* 139:363-366
- MAIKOWSKI S (2011) *Technologische Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von plattenförmigen WPC für die Pferdehaltung*. Masterarbeit, Universität Hamburg
- MEYER H, COENEN M (2002) *Pferdefütterung*. Berlin: Parey, 244 p. ISBN 978-3-8263-3398-9
- MÜHLEHALER, U (2010) Eine Baumart gibt zu diskutieren. Mit Robinie in die Zukunft – oder den Neophyten bekämpfen? *Wald Holz* 91(6):35-38.
https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wsl_robinie/wsl_robinie_originalartikel.pdf (letzter Zugriff 28. Juni 2018)

- NEBE HD, GUAITA V M (1998) Empfehlungen zur tiergerechten Pferdehaltung. Seminarskript LVA Neumühle. Seminar 47, S. 53 In: Steinmetz AK, Fuchs C (2012) Pferdehaltung: Planen und kalkulieren/ KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt: KTBL, 200 p. ISBN 978-3-941583-66-5
- PETERSEN S, TÖLLE KH, BLOBEL K, GRABNER A, KRIETER J (2006) Erhebungen zur Pferdehaltung in Pensionsbetrieben Schleswig Holsteins. Züchtungskunde 78(3):2007-217 In: Steinmetz AK, Fuchs C (2012) Pferdehaltung : Planen und kalkulieren/ KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt: KTBL, 200 p. ISBN 978-3-941583-66-5
- SCHILD E, OSWALD R, ROGIER D (1983) Bauschäden im Hochbau : Ein zusammenfassender Querschnittsbericht. Forschungsbericht F 1932, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart. 48 p.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjtt_e44OTbAhUKbFAKHdQHAY8QFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.irbnet.de%2Fdaten%2Frswb%2F84109980010.pdf&usg=AOvVaw28S82EoHraiwO0fES7mvcP (letzter Zugriff: 21.06.2018)
- SCHMIDT G, BERTHOLD D, BELDA M, STUTE T, RESEL JB, GIRMA K (2017) Technical feasibility report – Bamboo scrimber Ethiopia: Phase II [Bericht zur technischen Durchführbarkeit – Bambus Scrimber Äthiopien: Phase II]. Bericht zum Forschungsprojekt „Development of the industrial bamboo sector in Ethiopia“ [Entwicklung der industriellen Bambusbranche in Äthiopien], 105 p
- SCHULZE HG (1941) Akazienvergiftung bei Pferden. Tierärztl Wschr 6:65-66
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018): Tiere und tierische Erzeugung – Landwirtschaftliche Betriebe mit Haltungen von Einhufern und Einhuferbestand.
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/Tabellen/BetriebeEinhuferBestand.html> (letzter Zugriff: 08. Februar 2018)
- STEINMETZ AK, FUCHS C (2012) Pferdehaltung : Planen und kalkulieren/ KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt: KTBL, 200 p. ISBN 978-3-941583-66-5
- UHLIG A, GROSCHE A, HOOPS M, SCHUSSER GF (2008) Robinien als Ursache für Vergiftungen beim Pferd. In: 4. Leipziger Tierärztekongress : 17.-19. Januar 2008. Stuttgart : Schattauer, 88 p.

Normen

- DIN 68800-1:2011-10, Holzschutz - Teil 1: Allgemeines
- DIN 68800-2:2012-02, Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
- DIN 68800-3:2012-02, Holzschutz - Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln
- DIN EN 350:2016-12, Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff
- DIN EN 1990:2010-12, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1995-1-1:2010-12, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
- DIN EN 13556:2003-10, Rund- und Schnittholz - Nomenklatur der in Europa verwendeten Handelshölzer

Gesetze und Leitlinien

- BMELV, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009) Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten, überarbeitete Version vom 09. Juni 2009.
https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/HaltungPferde.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff: 21. Juni 2018)
- TIERSCHUTZGESETZ (TierSchG) in der Fassung vom 18. Mai 2006 der Bekanntmachung vom 31. Mai 2006 (Bundesgesetzblatt Teil I, Nummer 25, Seite 1206-1222), zuletzt geändert durch Gesetz vom 29. März 2017 (Bundesgesetzblatt Teil I, Nummer 16, Seite 626-653)

Persönliche Mitteilungen

- DECKERT R (2018) persönliche Mitteilung am 29.06.2018, Rüdiger Deckert, Geschäftsführer Röwer & Rüb GmbH - Pferdesportsysteme, Thedinghausen
- MÜLLER C (2018) persönliche Mitteilung am 14.08.2018, Dr. Christiane Müller, öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Pferdehaltung, -zucht und -sport, Westerau

Internetverweise

- ANONYMOUS (o.J.) „Gewöhnliche Robinie“ auf biologie-seite.
https://www.biologie-seite.de/Biologie/Gewöhnliche_Robinie (letzter Zugriff: 29. Juni 2018)

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1: | Beispiel einer Stallhaltung von Pferden in Boxen (Foto: Röwer & Rüb GmbH). | 4 |
| Abbildung 2: | Detailaufnahme einer Boxenkonstruktion mit Mistbrett (Foto: Ohlmeyer)..... | 6 |
| Abbildung 3: | Vereinfachte Entscheidungsfolge zur Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse (GK) nach DIN 68800-1:2011-10..... | 10 |
| Abbildung 4: | Klassifikation der Einbausituation von Stallbohlen in Gebrauchsklassen (GK). | 16 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Prozentualer Anteil der Boxenhaltung nach Studien von Nebe und Guaita (1998), Korries (2003) sowie Petersen et al. (2006) (verändert nach Steinmetz und Fuchs [2012])..... | 5 |
| Tabelle 2: | Handelsname, wissenschaftlicher Name und Kurzbezeichnung nach DIN EN 13556:2003-10 gängiger Stallbauhölzer sowie Sibirische Lärche..... | 7 |
| Tabelle 3: | Dauerhaftigkeit von Kernholz gängiger Stallbauhölzer nach Schadorganismus gemäß DIN EN 350:2016-08..... | 13 |
| Tabelle 4: | Massenzunahme (bzw. Wasseraufnahme) nach Einlagerung in Pferdemist für 28 Tage, bestimmt an jeweils ≥ 10 Proben aus gängigen Stallbauhölzern und WPC mit den Abmessungen $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}^3$ (aus Maikowski [2011]). ... | 17 |
| Tabelle 5: | Dauerhaftigkeit von Kernholz möglicher Alternativen zugängigen Stallbauhölzern nach Schadorganismus gemäß EN 350:2016-08. | 20 |

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliografie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:

Benthien JT, Höpken M, Melcher E, Gäckler S, Ohlmeyer M (2018) Zur Dauerhaftigkeit von Stallbohlen für die Pferdehaltung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 35 p, Thünen Working Paper 104, DOI:10.3220/WP1537345061000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



Thünen Working Paper 104

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/WP1537345061000
urn:nbn:de:gbv:253-201809-dn060079-4