

Gut fürs Pferd: Trittbeständig und einklemmsicher

Wissenschaftler schlagen für Überarbeitung der Leitlinien vor: Anforderungen erfüllen, nicht eine bestimmte Bohlendicke

Von Jan T. Benthien*, Hamburg

Bohlen für Pferdeboxen sind dem kritischen Blick des Kunden, im Extremfall aber dem Tritt eines auskeilenden Pferdes ausgesetzt. Um dieser Belastung standzuhalten, muss eine entsprechende Beanspruchbarkeit vorliegen. Die Durchbiegung darf ein gewisses Maß nicht überschreiten. Eine 40 mm starke Bohle aus Eiche hält den Anforderungen sicher stand, wie hier rechnerisch gezeigt wird.

Für in der Obhut von Menschen lebende Tiere schreibt das Tierschutzgesetz unter anderem eine verhaltensgerechte Unterbringung vor (TierSchG, 2. Abschnitt, § 2, 2006). Was das für die Haltung von Pferden bedeutet, wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft mit einer Orientierungs- und Auslegungshilfe zu konkretisieren versucht – in den Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten (BMELV 2009).

Zur Ausführung von Bauteilen heißt es in Kapitel 4 einleitend, dass „Bauteile [...] so zu gestalten [sind], dass sich Pferde nicht festklemmen [...] können“. Als erfahrungsgemäß risikobehaftet werden Stababstände, Spalten und sonstige Öffnungen von 6 bis 30 cm genannt. Für die Einzelhaltung wird in Kapitel 4.3.1 präzisiert, dass „Boxenabtrennungen [...] so ausgeführt werden [müssen], dass keinesfalls ein Einklemmen der Hufe möglich ist“. Dies bedeutet für Stallbohlen, mit denen die Stahlkonstruktionen für Trennwände und Boxentüren ausgefacht werden, dass zwischen Bohlen ein Spalt von maximal 6 cm zulässig ist. Das Wort „keinesfalls“ klärt indirekt, dass dies insbesondere unter Belastung gilt. Zur Trennwanddicke heißt es, dass „Trennwände [...] durchtrittfest sein [müssen]“.

Als kritische Belastung ist also der Tritt eines Pferdes anzunehmen, durch den es weder zu einem kritischen Spalt, noch zu einem Bruch der Holzbohle kommen darf. Als Orientierungsmaß für die Bohlendicke wird bei Ausführung in Hartholz, mit Eiche als Beispiel, ein Maß von „ca. 4 cm“ angegeben.

Mechanisch kann der Tritt eines Pferdes gegen eine Stallbohle als Punktlast betrachtet werden, die auf einen beidseitig gelagerten Träger wirkt, diesen verformt (durchbiegt) und Biegespannungen im Inneren hervorruft. Solange die resultierende Biegespannung die Biegefestigkeit des Holzes nicht übersteigt, widersteht die Stallbohle der Belastung. Die aus den Leitlinien abzuleitenden Forderungen nach Trittbeständigkeit

* Der Autor ist Mitarbeiter am Thünen-Institut für Holzforschung in Hamburg (Kontakt: jan.benthien@thuenen.de) und als Freiberufler (Dr. Benthien Gutachten) tätig (Kontakt: info@dr.benthien.gutachten@gmail.com).



Bohlen für Pferdeboxen sind im Extremfall dem Tritt eines auskeilenden Pferdes ausgesetzt – als charakteristische Trittenenergie wurde ein Wert von 70,4 Joule bestimmt. Foto: Thünen-Institut/Christina Waitkus

und Einklemmsicherheit sind auch als Gleichungen, besser Ungleichungen, zu formulieren:

Biegespannung \leq Biegefestigkeit der Holzart

Durchbiegung \leq maximal tolerierbares Nennmaß

wobei als maximal tolerierbares Nennmaß 6 cm plus Bohlendicke anzunehmen sind.

Für die rechnerische Prüfung, ob die Ungleichungen für konkrete Bohlenabmessungen erfüllt werden, sind – neben der Kenntnis der Biegefestigkeit der Holzart und des maximal tolerierbaren Nennmaßes – die einwirkende Kraft F , die Abmessungen des Bohlenquerschnitts (Breite b , Dicke d), der Auflagerabstand l sowie der Biege-Elastizitätsmodul (BEM) der Holzart nötig. Nach Einsetzen in Gleichung 1 (Gl. 1) bzw. Gleichung 2 (Gl. 2) lassen sich Biegespannung bzw. Durchbiegung berechnen und mit der Biegefestigkeit der Holzart bzw. dem Nennmaß vergleichen.

$$\text{Biegespannung} = \frac{3 \cdot F}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad \text{Gl. 1}$$

$$\text{Durchbiegung} = \frac{F \cdot l^3}{4 \cdot b \cdot d^3 \cdot \text{BEM}} \quad \text{Gl. 2}$$

Wie bei Befassung mit Gl. 1 und Gl. 2 offensichtlich wird, ist – anders als es die Leitlinien suggerieren – nicht allein die Bohlendicke für die sichere Haltung maßgeblich. Schließlich bestimmen auch die Bohlenbreite und der Auflagerabstand (also die Bohlenlänge) die resultierende Biegespannung und Durchbiegung. Auch wird klar, dass Eiche nur ein Beispielholz sein kann. Zum einen, weil sich die Biegefestigkei-

ten von Holzarten deutlich unterscheiden können und damit Stallbohlen gleicher Abmessungen, aber unterschiedlicher Holzart, einer unterschiedlich großen Biegespannung standhalten. Zum anderen, weil die Durchbiegung auch vom Biege-Elastizitätsmodul der verwendeten Holzart bestimmt ist und damit – je nach Holzart – eine unterschiedlich große Durchbiegung vorliegt.

Bei einem Pferdetrift handelt es sich weder um eine statische Last, noch um ein anprallendes Objekt bekannter Masse und Geschwindigkeit, die recht einfach als einwirkende Kraft zu fassen wären. Ein Pferdetrift ist vielmehr eine aktiv kontrollierte und wohl dosierte Bewegung, mit der Energie auf einen Gegenstand übertragen bzw. physikalische Arbeit an ihm verrichtet wird. Als charakteristische (95 %-Quantil) Trittenenergie wurde bei Versuchen des Thünen-Instituts für Holzforschung, Hamburg, der DLG Test Service GmbH, Groß-Umstadt, und des Gestüts Samarra Shagya Arab Stud, Rotenburg an der Fulda, ein Wert von 70,4 Joule bestimmt. Nach Multiplikation mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5 ($70,4 \text{ J} \times 1,5 = 105,6 \text{ Joule}$) kann dieser als Bemessungswert für Berechnungen herangezogen werden.

Bei der Dimensionierung nach den Regeln des konstruktiven Ingenieurbaus werden Einwirkungen in der Regel als statische Lasten veranschlagt. Somit ist für die Berechnung der Biegespannung zunächst die statisch äquivalente Ersatzkraft zur Trittenenergie TE zu berechnen. Im Schlussbericht zum Forschungsprojekt „Pferde Tritt“ (Benthien et al. 2019) wird Gleichung 3 (Gl. 3) vorgeschlagen, deren Ergebnis dann in Gl. 1 einzusetzen ist. Für die Berechnung der Durchbiegung D wird Gleichung 4 (Gl. 4) vorgeschlagen:

$$F = \sqrt{\frac{2000 \cdot TE \cdot 4 \cdot b \cdot d^3 \cdot \text{BEM}}{l^3}} \quad \text{Gl. 3}$$

$$D = \sqrt{\frac{l^3 \cdot TE \cdot 2000}{4 \cdot b \cdot d^3 \cdot \text{BEM}}} \quad \text{Gl. 4}$$

Ähnlich dem Vorgehen bei der Trittenenergie sind bei den Baustoffeigenschaften (Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul) die charakteristischen Werte (hier 5 %-Quantile) anzusetzen. Diese werden dann weiter mit Sicherheitszuschlägen beaufschlagt. Bei Stallbohlen wäre dies z. B. die Multiplikation mit dem Faktor 1,1 (sehr kurze Lasteinwirkungsdauer, Nutzungsklasse 2) und Division durch den Teilsicherheitsbeiwert 1,3 (siehe Eurocode 5).

Am Beispiel einer Stallbohle aus Eiche mit handelsüblichen Abmessungen (1265 mm \times 120 mm \times 40 mm) wird nachfolgend gezeigt, wie ein Nachweis von Trittbeständigkeit und Einklemmsicherheit aussehen könnte:



Für in der Obhut von Menschen lebende Tiere schreibt das Tierschutzgesetz unter anderem eine verhaltensgerechte Unterbringung vor. Was das für die Haltung von Pferden bedeutet, wird vom BMELV mit einer Orientierungs- und Auslegungshilfe zu konkretisieren versucht. Foto: Röwer & Rüb GmbH

Baustoffeigenschaften

Biegefestigkeit

Mittelwert (Standardabweichung) = 105 N/mm² (15 N/mm²)
5 %-Quantil = 80 N/mm²
Bemessungswert = 67 N/mm²

Biege-Elastizitätsmodul

Mittelwert (Standardabweichung) = 13 300 N/mm² (1750 N/mm²)
5 %-Quantil = 10 422 N/mm²
Bemessungswert = 8 818 N/mm²

Einwirkung

Trittenenergie

95 %-Quantil = 70,4 J
Bemessungswert = 105,6 J

Statisch äquivalente Ersatzkraft

Bemessungswert = 6 529 N

Bohlenzustand bei Belastung

Biegespannung = 65 N/mm²
Durchbiegung = 40 mm

Nachweis

Trittbeständigkeit

Die Biegespannung (65 N/mm²) ist kleiner als die Biegefestigkeit (67 N/mm²).

Einklemmsicherheit

Die Durchbiegung (40 mm) ist kleiner als das maximal tolerierbare Nennmaß (100 mm).

Für eine zukünftige Überarbeitung der Leitlinien wäre es mit Blick auf die Forderungen des Tierschutzgesetzes zielführend, wenn die dargelegten Zusammenhänge und Aspekte Berücksichtigung fänden, anstatt lediglich eine Mindest-Bohlendicke vorzuschreiben.

Schließlich ließen sich mit einer Mindestdicke weder Trittbeständigkeit noch Einklemmsicherheit zwangsläufig für jede Holzart gewährleisten. Warum nicht den Nachweis von Trittbeständigkeit und Einklemmsicherheit fordern und die Dimensionierung dem einzelnen Stallbauer überlassen?

Mit entsprechender „Technologie-Offenheit“ würde zum einen dem Tierschutzgesetz umfassend entsprochen, zum anderen den Stallbauern die Freiheit erhalten, den Pferdehaltern individuell optimale Lösungen und innovative Entwicklungen anbieten zu können, die deren Bedürfnisse in idealer Weise befriedigen.

Quellen

- Benthien et al. (2019) Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Durchtrittbeständigkeit von Pferdebox-Ausfachungsbohlen sowie Entwicklung von Alternativen zu derzeit verwendeten Ausfachungsmaterialien für den Bau von Pferdeboxen. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 138 p. Thünen Rep 74, DOI: 10.3220/REP1575877850000
- Benthien et al. (2020) Experimental determination of the impact energy of horse kicks. *Biosystems Engineering* 195:54-63 DOI:10.1016/j.biosystemseng.2020.04.009
- 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/DE/Tiere/Tierschutz/Gutachten-Leitlinien/HaltungPferde.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (letzter Zugriff: 12. Dezember 2023)
- 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
- 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)