

Hand-Arm-Vibrationen – Entwicklung eines Vibrationsmessverfahren für Tierbetäubungsgeräte

Hand-arm vibration – Development of a vibration measurement methods for cattle gun

Gereon Schmitz und **Manfred Söntgen**, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – (IFA), Sankt Augustin

Kurzfassung

Für viele Gerätearten, für die keine einheitliche Messnorm zur Verfügung steht, muss gemäß EU-Maschinenrichtlinie zur Ermittlung der Vibrationsemission die am besten geeignete Messmethode herangezogen werden. Für Tierbetäubungsgeräte, auch als Schlachtschussapparate bezeichnet, wird die Entwicklung eines Ersatzarbeitsverfahrens zusammen mit der besonderen Messproblematik bei der Messung von Einzelstößen aufgezeigt. Darüber hinaus gibt der Beitrag einen Überblick über die Vibrationseinwirkung verschiedener Geräte.

Abstract

Where a harmonized measurement standard is not available, as is the case for many types of equipment, the EU Machinery Directive requires that the most suitable measurement method be used for determining of the vibration emissions. The paper describes the development of a substitute method for animal-stunning equipment (cattle gun), together with the particular issues associated with the measurement of discrete shocks. The paper further provides an overview of the vibration exposure of various devices.

1. Einleitung

Gemäß der EU-Maschinenrichtlinie [1], die in Deutschland mit dem Produktsicherheitsgesetz - ProdSG [2] umgesetzt wird, ist der Hersteller von Geräten und Maschinen verpflichtet, den Vibrationsemissionswert anzugeben, falls er den Schwingungsgesamtwert von $2,5 \text{ m/s}^2$ übersteigt.

Dieser Wert muss entweder an der betreffenden Maschine tatsächlich gemessen oder durch Messung an einer technisch vergleichbaren, für die geplante Fertigung repräsentativen Maschine ermittelt worden sein.

Wenn keine harmonisierten Normen existierten, ist zur Ermittlung der Vibrationsdaten nach der dafür am besten geeigneten Messmethode zu verfahren.

Die Betriebsbedingungen beeinflussen die von der Maschine übertragenen Vibrationen in erheblichem Maße. Daher sollten die Vibrationsmessungen unter repräsentativen Betriebsbedingungen erfolgen. Die im Prüfverfahren verwendeten Betriebsbedingungen und Messverfahren sind mit der Vibrationsangabe zu beschreiben.

Tierbetäubungsgeräte, – auch als Schlachtschussapparate bezeichnet – arbeiten durch Eintreiben eines Bolzen ins Gehirn des Schlachttieres mittels einer Treibladung. Je nach Tierart und Schädeldecke sind unterschiedliche Treibladungen und Bolzenlängen erforderlich. Es ist ein Verfahren entwickelt worden, das sich an den existierenden Normen DIN EN ISO 20643 [3], DIN ISO/TS 8662-11 [4] und ISO 28927 [5] für handgehaltene Maschinen anlehnt.

2. Entwicklung eines Ersatzarbeitsverfahrens

Beim penetrierenden Schlachtschussapparat wird ein Bolzen ins Gehirn des Tieres eingetrieben. Bei den untersuchten Geräten wurden zum Eintreiben Kartuschen verwendet. Je nach Tierart werden unterschiedliche Treibladungen und Bolzenlängen eingesetzt. Da reproduzierbare Messungen mit Tieren im Labor nicht möglich sind, musste ein Ersatzarbeitsverfahren entwickelt werden.

Da der Rückstoß vergleichbar mit dem beim Eindringen in den Schädelknochen sein sollte, wurde das zur technischen Erprobung bereits übliche Verfahren des Eintreibens in Bleiplatten verworfen. Die Druckfestigkeit der Knochen ist mit ca. 150 N/mm^2 sehr hoch. Da das Arbeitsmaterial durch Zerstörung verbraucht wird, wurde ein Sandwich-Aufbau bestehend aus handelsüblichen Multiplexplatten mit einer Druckfestigkeit von 30 bis 40 N/mm^2 und Polyurethan (Styrodur, Typ 3035 CS) mit einer Druckfestigkeit von 30 N/mm^2 mit einer abschließender Bleiplatte verschraubt, als kostengünstige Lösung verwendet. Obwohl die Druckfestigkeit geringer ist als die von Knochen, wurde in den Versuchen die Bleiplatte nicht durchschlagen, sodass auch aus praktischen Erwägungen das Ersatzarbeitsverfahren geeignet ist. Durch verschiedene Materialdicken kann das Ersatzarbeitsverfahren an die jeweilige Bolzenlänge des Schlachtschussapparates angepasst werden.

Dieses Ersatzmaterial wird dann aus Sicherheitsgründen für die Probanden entsprechend dem Prüfaufbau für Eintreibgeräte nach DIN ISO/TS 8662-11 [4] in einem Sandbett gelagert. Zur Absaugung der bei der Verbrennung entstehenden Schadstoffe wurde der Aufbau eingehaust (Bild 2).

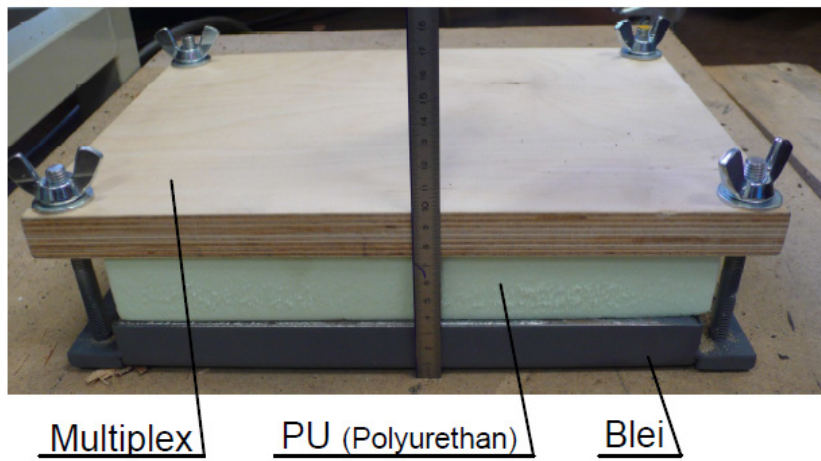


Bild 1: Ersatzarbeitsverfahren für Tierschädel



Bild 2: Versuchsaufbau, Ersatzverfahren im Sandbett mit Kabine für Absaugung

3. Messbedingungen und Durchführung

Die Messdurchführung orientiert sich an dem grundsätzlichen Vorgehen bei der Ermittlung der Schwingungsemission nach DIN EN ISO 20643 [3].

Da nach jedem Schussvorgang eine längere Rüstzeit zum Wechseln der Kartuschen notwendig war und damit die Wiederholfrequenz ≤ 5 Hz war, wurde eine feste Integrationsdauer (Messdauer) von 3 s entsprechend DIN ISO TC 15694 [6] gewählt. Um den Einfluss der Wiederholungsbedingungen und der Bedienpersonen (Probanden) zu überprüfen, wurden jeweils zehn Schuss mit drei unterschiedlichen Personen gemessen. Aufgrund der dominierenden Schlagrichtung wurde zur Vermeidung der Messungenauigkeiten durch die Querempfindlichkeiten von Triaxial-Aufnehmer nur in dieser Richtung gemessen (Bild 2).

Es ist davon auszugehen, dass die Abweichungen zum Schwingungsgesamtwert zu vernachlässigen sind. Die Schlagrichtung entspricht bei dieser Geräteausführung nicht der Unterarmrichtung (Bild 2).

4. Messergebnisse

Die Auswertung mit der Frequenzbewertung erfolgten nach DIN EN ISO 5349-1 [7]. Der Anwendungsbereich dieser Norm gilt in erster Linie für periodische, stochastische und nicht-periodische Schwingungen und ist für wiederholt auftretende Einzelstöße nur vorläufig.

Bild 3 zeigt die Problematik am Beispiel des Zeitverlaufes der unbewerteten Beschleunigung. Der Spitzenwert liegt bei ca. 10 000 m/s^2 und ist bereits nach wenigen ms abgeschlossen.

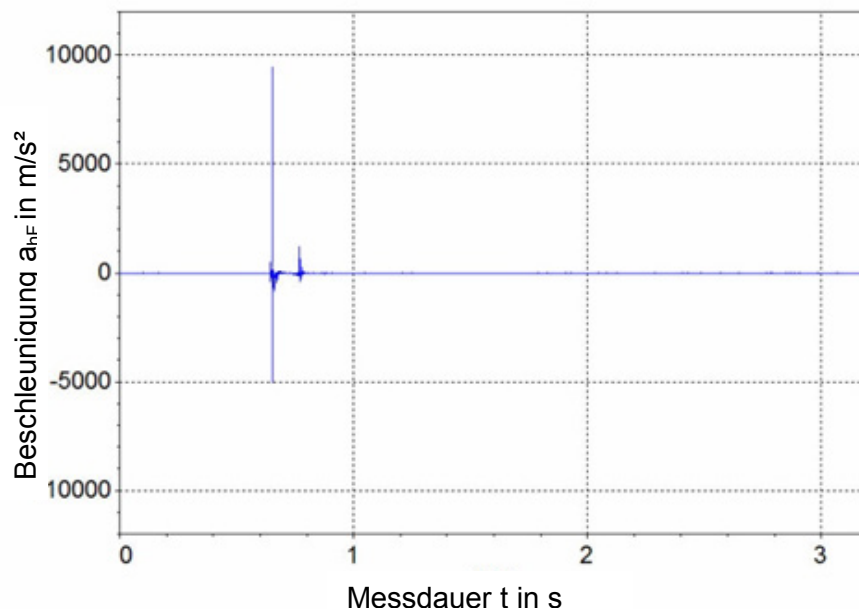


Bild 3: Beispiel des Zeitverlaufes der unbewerteten (bandbegrenzten) Beschleunigung a_{hF}

Um die Stoßeinwirkungen vergleichen zu können, erfolgt die Bildung des Effektivwertes über eine feste Messdauer (Integrationsdauer) von 3 s. Für das Beispiel beträgt die unbewertete Beschleunigung $a_{hF, 3s} = 146 \text{ m/s}^2$ und die frequenzbewertete Beschleunigung $a_{hw, 3s} = 18,7 \text{ m/s}^2$.

Im Bild 4 sind die Ergebnisse nach Bolzenlänge der jeweiligen Schlachtschussapparate für jeden Probanden getrennt mit den Streuungen der Einzelvorgänge zusammengefasst. Die jeweiligen Mittelwerte der drei Probanden (P) liegen zwischen $18,9 \text{ m/s}^2$ und $7,7 \text{ m/s}^2$. Ein eindeutiger Trend nach der Bolzenlänge ist nicht zu erkennen.

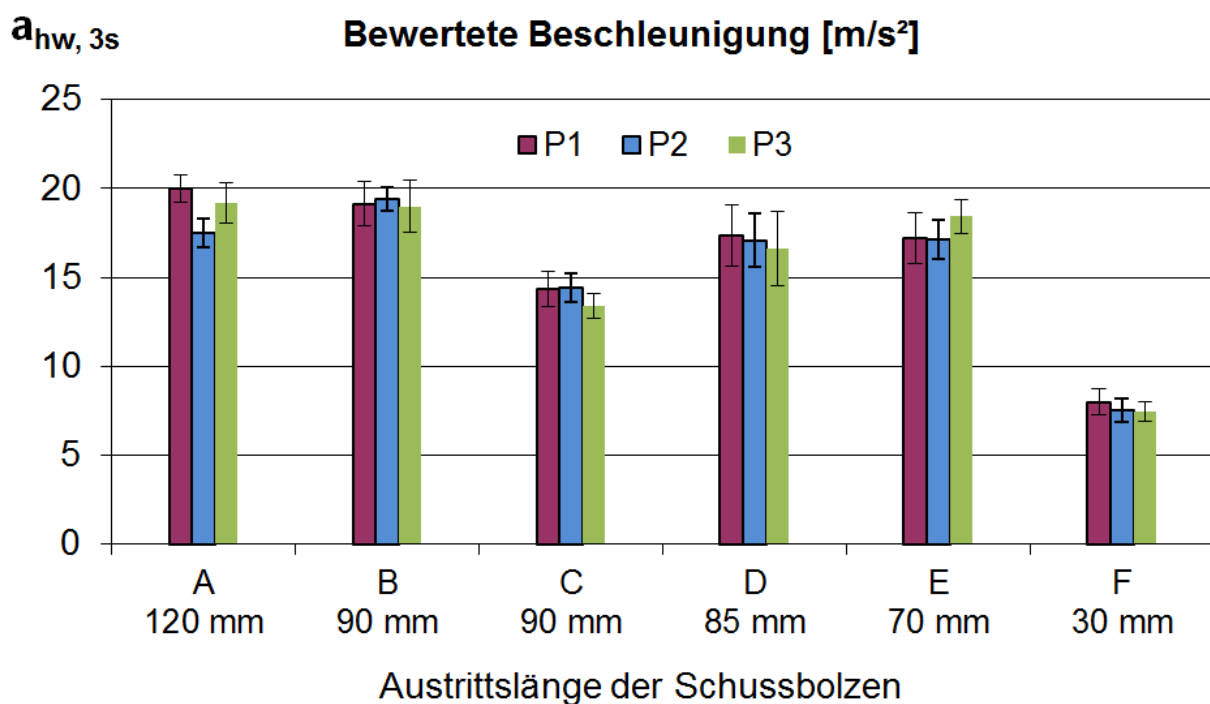


Bild 4: Übersicht der Vibrationsemissionswerte der Tierbetäubungsgeräte nach Bolzenlänge

Wendet man das in der Messnormenreihe DIN EN ISO 28927 [5] übliche Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit K an, so liegt der K-Wert der untersuchten Tierbetäubungsgeräte zwischen $1,3$ und $2,4 \text{ m/s}^2$.

Literatur

- [1] Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlamentes und es Rates, vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung), L 157/24 DE Amtsblatt der Europäischen Union, 9.6.2006
- [2] Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG), Ausfertigungsdatum: 08.11.2011, "Produktsicherheitsgesetz vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178, 2179; 2012 I S. 131), das durch Artikel 435, der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- [3] DIN EN ISO 20643: Mechanische Schwingungen - Handgehaltene und handgeführte Maschinen - Grundsätzliches Vorgehen bei der Ermittlung der Schwingungsemission (ISO 20643:2005 + Amd. 1:2012); Deutsche Fassung EN ISO 20643:2008 + A1:2012
- [4] DIN ISO/TS 8662-1: Handgehaltene motorbetriebene Maschinen - Messung mechanischer Schwingungen am Handgriff - Teil 11: Eintreibgeräte (ISO 8662-11:1999 + AMD 1:2001); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 8662-11:2004
- [5] DIN EN ISO 28927:
Handgehaltene motorbetriebene Maschinen - Messverfahren zur Ermittlung der Schwingungsemission
- [6] DIN EN ISO 5349-1: Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 5349-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 5349-1:2001
- [7] DIN ISO/TS 15694: Mechanische Schwingungen und Stöße – Messung und Bewertung diskreter Stöße, die von handgehaltenen und handgeführten Maschinen auf das Hand-Arm-System übertragen werden. (2004). Deutschland: Beuth Verlag.