

# Vergleich der Anregungssignale aus der Sitzprüfung für Flurförderzeuge (Gabelstapler) mit aktuellen Praxismessungen

**Detlef Sayn, Christian Böser**, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

## Kurzfassung

Grundlage für die Prüfung von Maschinenführersitzen für Flurförderzeuge bilden Anregungsspektren, die auf Messwerten basieren, die älter als 20 Jahre sind. Um einordnen zu können, ob diese eine Überarbeitung bedürfen, wurden die Ergebnisse von Praxismessungen des IFA mit den unterschiedlichen Spektren der Norm verglichen.

Es wurden Abweichungen zwischen Norm und Praxismessung festgestellt durch die eine Verwendbarkeit der Norm jedoch nicht in Frage gestellt wird.

## 1. Einleitung

Die Maschinenführersitze, die Verwendung in Flurförderzeugen (Ffz) finden, werden einer Prüfung nach DIN EN 13490:2009 unterzogen. In dieser Norm werden sechs Kategorien von Flurförderzeugen unterschieden, für die vier unterschiedliche Prüfspektren für die Sitzprüfung vorgesehen sind. Die vier Prüfspektren unterscheiden sich sowohl im Betrag als auch der Frequenz des Amplitudenmaximums.

Die Klassifizierung der Flurförderzeuge erfolgt durch eine Unterscheidung der Bauart und des mittleren Raddurchmessers:

Tabelle 1: Prüfklasseneinteilung nach Fahrzeugkategorien (DIN EN 13490)

| Prüfklasse | Fahrzeugkategorie   | mittlerer Raddurchmesser |
|------------|---|--------------------------|
| IT 1       | <b>1, 2 und 3</b><br>z. B.: Plattformwagen, Schubgabel- u. rahmenstapler, Spreizenstapler und Ffz | < 645 mm                 |
| IT 2       | <b>4a</b><br>z. B.: Spreizenstapler und Ffz   | 645 mm bis 900 mm        |
| IT 3       | <b>4b und 5</b><br>z. B.: Spreizenstapler und Ffz   | 900 mm bis 2000 mm       |
| IT 4       | <b>6</b><br>alle geländegängigen Ffz  | keine Vorgabe            |

Die von der Norm vorgegebenen Prüfspektren sind bereits in der ursprünglichen Fassung der Norm aus dem Jahr 2002 in gleicher Weise enthalten und basieren auf Daten, die vor der Jahrtausendwende erfasst wurden.

Tabelle 2: Vorgaben der Prüfklassen: Schwingbeschleunigung  $a_{wz}$  im Frequenzbereich von 0,89 Hz bis 17,78 Hz / 11,22 Hz ( $a_{w12}$ ) und Sitzübertragungsfaktor SEAT

| Prüfklasse | $a_{wz}$ am Sitzmontagepunkt [m/s <sup>2</sup> ] | Sitzübertragungsfaktor SEAT |
|------------|--|-----------------------------|
| IT 1       | 1,59   | < 0,7                       |
| IT 2       | 0,96   | < 0,8                       |
| IT 3       | 0,63   | < 0,9                       |
| IT 4       | 1,04   | < 0,9                       |

## 2. Untersuchung

In der jüngeren Vergangenheit hat das Institut für Arbeitsschutz der DGUV eine Vielzahl von Flurförderzeugen im Rahmen der Prävention und bei Ermittlungen zu Berufskrankheitsanzeigen schwingungsmesstechnisch untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen werden hier, sofern eine Frequenzanalyse möglich ist, mit den Anregungssignalen der Norm verglichen. Da die Messungen nicht explizit für diesen Vergleich gemacht wurden, variiert die Anzahl der zum Vergleich verwendeten Messungen zwischen den einzelnen Prüfklassen stark.

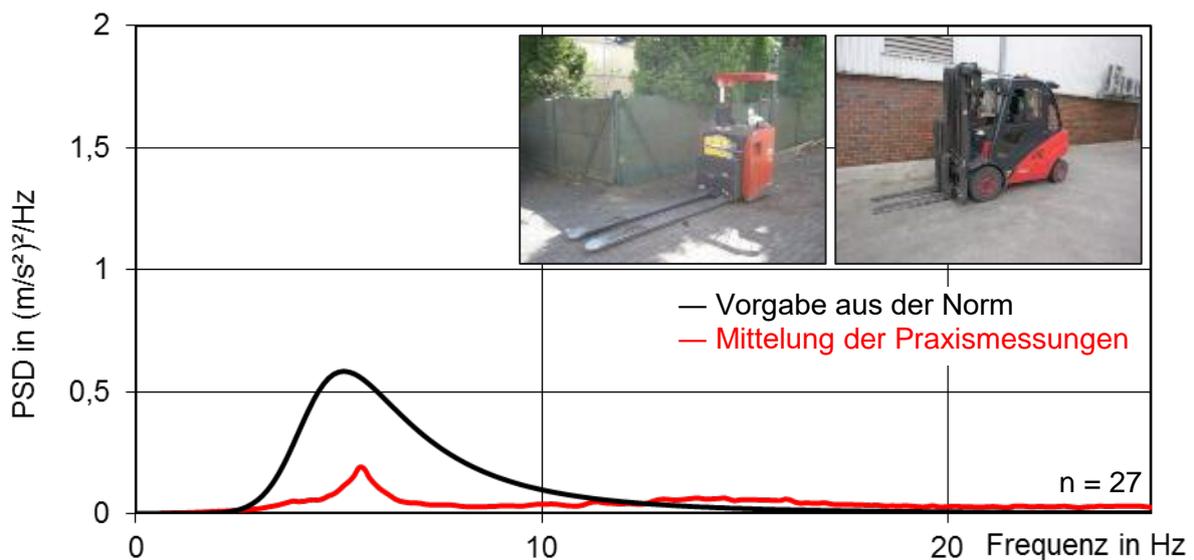


Bild 1: Spektrale Leistungsdichte der Prüferregerschwingungen der Spektralklassen IT 1

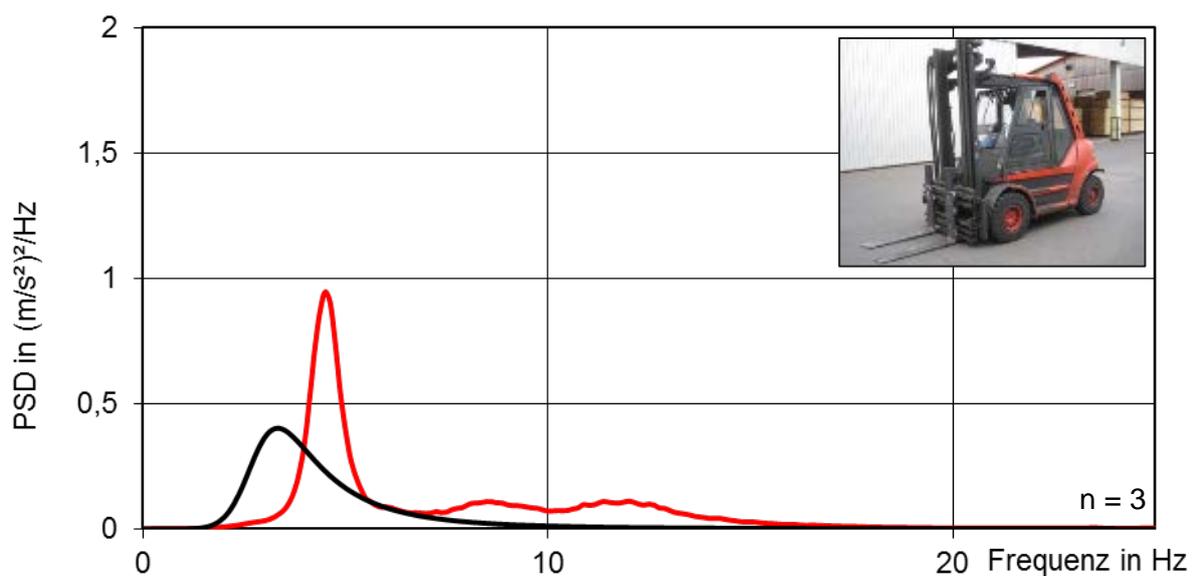


Bild 2: Spektrale Leistungsdichte der Prüferregerschwingungen der Spektralklasse IT 2

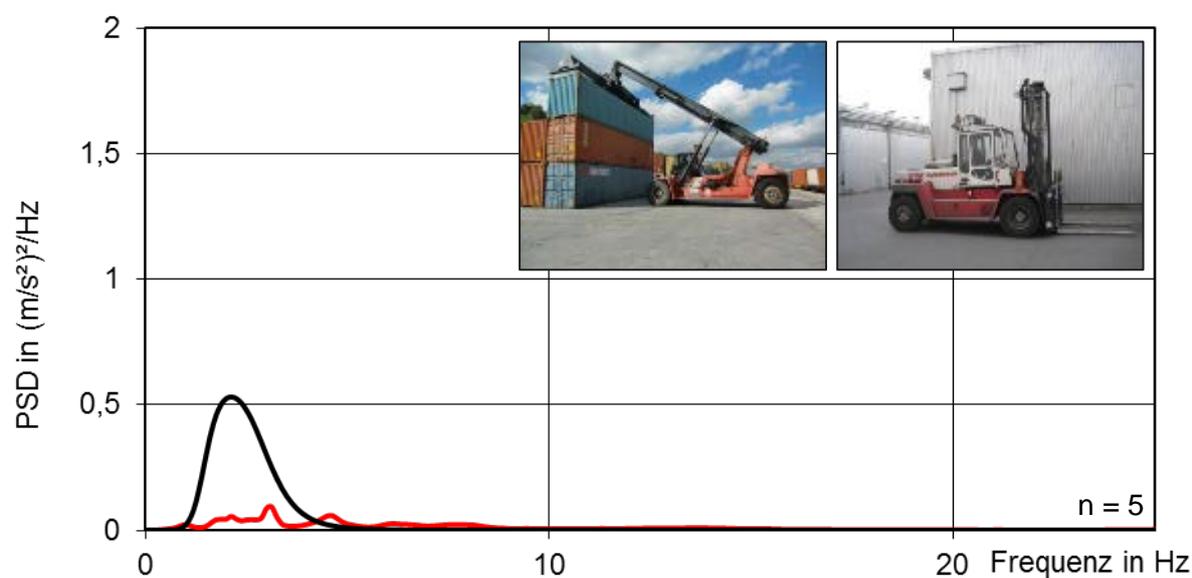


Bild 3: Spektrale Leistungsdichte der Prüferregerschwingungen der Spektralklasse IT 3

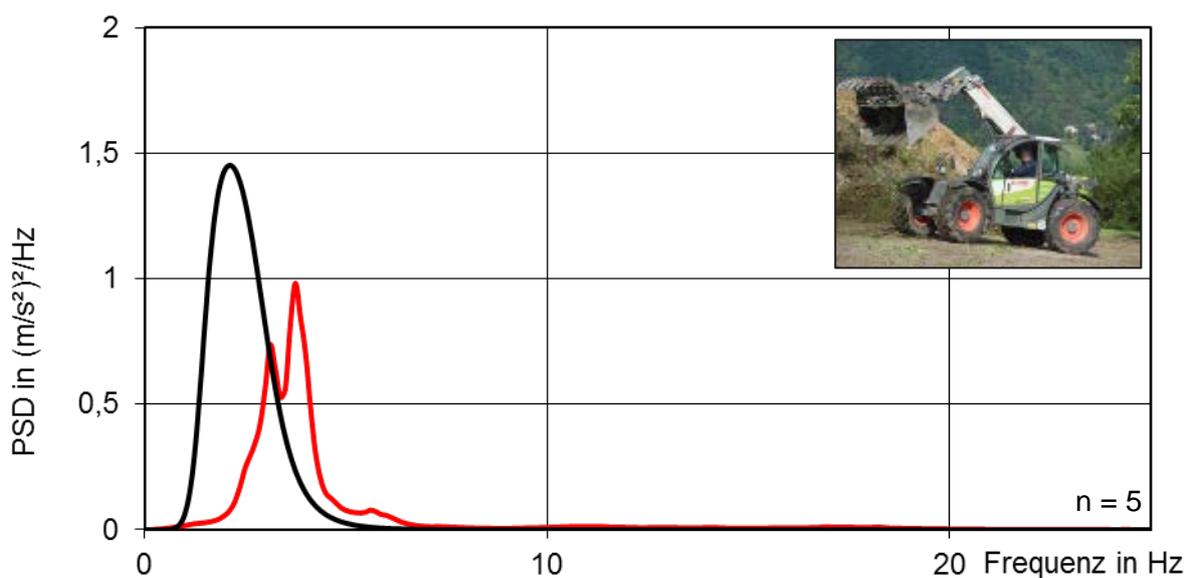


Bild 4: Spektrale Leistungsdichte der Prüferregerschwingungen der Spektralklasse IT 4

### 3. Ergebnisse

Die Praxismessungen auf Fahrzeugen, deren Sitze nach den Spektralklassen IT 1 und IT 3 geprüft werden, zeigen ein Spektrum, das sich gut durch die Vorgabe der Norm abbilden lässt. Der Vergleich für die Spektralklasse IT 2 hingegen zeigt eine deutlich größere Amplitude bei den Praxismessungen, deren Maximum auch etwa ein Hertz über dem der Vorgabe liegt. Bei nur drei zum Vergleich vorhandenen Fahrzeugen ist jedoch die Abweichung eines Fahrzeugs ausreichend, um das Ergebnis derart zu beeinflussen. Auch bei der Spektralklasse IT 4 fällt eine Abweichung zwischen den Praxismessungen und dem Prüfspektrum auf, die durch die große Vielfalt der Fahrzeuge und der geringen Anzahl an Messungen für diese Klasse zu erklären ist.

Das Prüfkriterium für die Maschinenführersitze ist der Sitzübertragungsfaktor SEAT. Dieser ist als das Verhältnis der energieäquivalenten Mittelwerte der bewerteten Beschleunigungen auf der Sitzoberfläche  $a_{WS}$  zum Sitzmontagepunkt  $a_{WP}$  definiert. In der Praxis hat sich gezeigt, dass dieses Kriterium, sofern sich die Sitze in gutem Zustand befanden, eingehalten wurde. Tabelle 3 zeigt die gemittelten Sitzübertragungsfaktoren der Praxismessungen, die nur für die Prüfklasse IT 3 über der Vorgabe für die Prüfung liegen.

Tabelle 3: Tabelle der Schwingbeschleunigungen der zum graphischen Vergleich herangezogenen Messungen

| Prüfklasse | Sitzfläche                         | Sitzmontagepunkt                   | SEAT        |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|
|            | $a_{wz}$<br>MW [m/s <sup>2</sup> ] | $a_{wz}$<br>MW [m/s <sup>2</sup> ] | MW          |
| IT 1       | 0,45 ± 0,30                        | 0,80 ± 0,41                        | 0,62 ± 0,28 |
| IT 2       | 0,68 ± 0,39                        | 1,10 ± 0,86                        | 0,68 ± 0,22 |
| IT 3       | 0,36 ± 0,06                        | 0,40 ± 0,17                        | 0,98 ± 0,26 |
| IT 4       | 0,64 ± 0,27                        | 0,96 ± 0,48                        | 0,75 ± 0,32 |

Die in der Praxis messtechnisch untersuchten Sitze auf Flurförderzeugen dämpfen die eingeleiteten Schwingungen, wie oben dargestellt, gut. Teilweise wurden Sitzübertragungsfaktoren von 0,3 bei Fahrzeugen der Prüfklasse IT 1 gemessen. Bei dieser Prüfklasse ist die Schwingbeschleunigung des Prüfsignals fast doppelt so hoch wie die Mittelwerte unserer Messungen ergeben haben. Bei den übrigen Prüfklassen ist die Abweichung geringer.

Das gute Dämpfungsverhalten der untersuchten Sitze zeigt, dass es bei der Überarbeitung, bzw. Anpassung der Prüfklassen für Flurförderzeuge keinen akuten Handlungsbedarf gibt.

Normen und Richtlinien:

- [1] DIN EN 13490:2009  
Mechanische Schwingungen – Flurförderzeuge – Laborverfahren zur Bewertung sowie Spezifikation der Schwingungen des Maschinenführersitzes;  
Deutsche Fassung EN 13490:2001+A1:2008
- [2] VDI 2057 Blatt 1:2017  
Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen
- [3] ISO 5053-1:2015  
Flurförderzeuge - Terminologie und Klassifizierung - Teil 1: Flurförderzeugtypen