

DIN EN ISO 7096

ICS 13.160; 53.100

Einsprüche bis 2019-01-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 7096:2010-02

Entwurf

**Erdbaumaschinen –
Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen des
Maschinenführersitzes (ISO/DIS 7096:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 7096:2018**

Earth-moving machinery –
Laboratory evaluation of operator seat vibration (ISO/DIS 7096:2018);
German and English version prEN ISO 7096:2018

Engins de terrassement –
Évaluation en laboratoire des vibrations transmises à l'opérateur par le siège
(ISO/DIS 7096:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 7096:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)
DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 127 „Earth-moving- and Building construction machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 151 „Bau- und Baustoffmaschinen — Sicherheit“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN ISO 7096:2018.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-13-01 AA „Erdbaumaschinen/Straßenbaumaschinen“ im Fachbereich „Bau- und Baustoffmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Erd- und Straßenbaumaschinen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen und Dokumente, sofern sie nicht als DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7096:2010-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1, Horizontalbohrgeräte wurden hinzugefügt;
- b) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- c) Abschnitt 5.4, Referenz zur Haltung der Versuchsperson sowie Gesamtmasse der schweren Person angepasst;
- d) 5.4.2 Dämpfungsprüfung, informative Anmerkung zur Befüllung der Ersatzmassen eingefügt;
- e) Tabelle 2, Spektralklassen der Prüf-Erregerschwingungen EM1 und EM3 modifiziert;
- f) Tabelle 3, Filter-Eckfrequenzen der Klasse EM1 modifiziert;
- g) Tabelle 4, Kennwerte der stochastischen Prüf-Erregerschwingung für Muldenfahrzeuge mit Knickgelenkrahmen oder mit Starrahmen > 4 500 kg und Radlader > 4 500 kg modifiziert.

Erdbaumaschinen — Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen des Maschinenführersitzes (ISO/DIS 7096:2018)

Engins de terrassement — Évaluation en laboratoire des vibrations transmises à l'opérateur par le siège (ISO/DIS 7096:2018)

Earth-moving machinery — Laboratory evaluation of operator seat vibration (ISO/DIS 7096:2018)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Formelzeichen und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Formelzeichen und Abkürzungen	8
4 Allgemeines	9
5 Prüfbedingungen und Prüfdurchführung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Schwingungsanregung	10
5.3 Prüfsitz	10
5.4 Versuchsperson und ihre Haltung	11
5.5 Prüf-Erregerschwingungen	11
5.5.1 Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen zur Bestimmung des Sitzübertragungsfaktors SEAT	11
5.5.2 Dämpfungsprüfung	12
5.6 Grenzwerte der Erregerschwingungen	12
5.6.1 Verteilungsfunktion	13
5.6.2 Spektrale Leistungsdichte und Effektivwerte (rms)	13
6 Zulässige Werte	13
6.1 Sitzübertragungsfaktor SEAT	13
6.2 Wirksamkeit der Dämpfung	14
7 Angaben auf dem Sitz	14
8 Prüfbericht	15
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG über Maschinen	28
Literaturhinweise	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 7096:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 127 „Earth-moving machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 151 „Bau- und Baustoffmaschinen - Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 7096:2000 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 7096:2018 wurde von CEN als prEN ISO 7096:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 127 *Earth-moving- and Building construction machinery*, Unterkomitee SC 2 *Safety, ergonomics and general requirement* erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 7096:2000), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Abschnitt 1, Horizontalbohrgeräte wurden hinzugefügt;
- Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- Abschnitt 5.4, Referenz zur Haltung der Versuchsperson sowie Gesamtmasse der schweren Person angepasst;
- 5.4.2 Dämpfungsprüfung, informative Anmerkung zur Befüllung der Ersatzmassen eingefügt;
- Tabelle 2, Spektralklassen der Prüf-Erregerschwingungen EM1 und EM3 modifiziert;
- Tabelle 3, Filter-Eckfrequenzen der Klasse EM1 modifiziert;
- Tabelle 4, Kennwerte der stochastischen Prüf-Erregerschwingung für Muldenfahrzeuge mit Knickgelenkrahmen oder mit Starrahmen > 4 500 kg und Radlader > 4 500 kg modifiziert.

Einleitung

Auf Maschinenführer von Erdbaumaschinen wirken häufig niederfrequente Schwingungen ein, die zum Teil von der Bewegung des Fahrzeugs auf unebenem Gelände und von der ausgeführten Tätigkeit herrühren. Der Sitz ist dabei das letzte Element vor dem Maschinenführer, das eine Federung bewirkt. Damit ein Schwingsitz die Schwingungen wirkungsvoll vermindert, sollte er entsprechend den dynamischen Eigenschaften des Fahrzeugs ausgewählt werden. Die Auslegung des Sitzes und seine Federung sind ein Kompromiss zwischen den Anforderungen an eine Verminderung der Wirkung von Schwingungen und Stößen auf den Maschinenführer und an einen stabilen Halt, damit der Maschinenführer die Maschine sicher steuern kann.

Diese verschiedenen Aspekte haben zur Folge, dass die Sitzschwingungen einen Kompromiss zwischen einer Reihe von Faktoren darstellen. D. h. die Festsetzung eines Parameters zur Beeinflussung der Sitzschwingungen muss im Zusammenhang mit den anderen Anforderungen an den Sitz erfolgen.

Die Anforderungen an die schwingungsdämmende Wirkung, die in dieser Internationalen Norm angegeben sind, wurden entsprechend dem festgesetzt, was unter Berücksichtigung der gegenwärtig besten, in der Praxis eingesetzten Konstruktionen erreichbar ist. Sie stellen nicht unter allen Umständen sicher, dass der Maschinenführer vor den Wirkungen von Schwingungen und Stößen vollständig geschützt ist. Die Anforderungen können revidiert werden, je nachdem wie sich die Konstruktion von Federungen in der Zukunft entwickelt und verbessert.

Die in dieser Internationalen Norm enthaltenen Prüf-Erregerschwingungen beruhen auf einer sehr großen Anzahl von Messungen, die an Erdbaumaschinen im Einsatzfall unter harten, aber typischen Betriebsbedingungen durchgeführt wurden. Die Prüfverfahren gehen von dem allgemeinen Verfahren nach ISO 10326-1 aus, das für Sitze verschiedener Fahrzeugarten gilt.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm legt in Übereinstimmung mit ISO 10326-1 ein Laborverfahren zur Messung und Bewertung der Wirksamkeit der Sitzfederung fest, und zwar inwieweit der Sitz die vertikalen Ganzkörper-Schwingungen, die auf den Maschinenführer einer Erdbaumaschine übertragen werden, bei Frequenzen zwischen 1 Hz und 20 Hz verringert. Des Weiteren legt sie zulässige Werte für Sitze auf verschiedenen Maschinen fest.

1.2 Diese Internationale Norm gilt für Maschinenführersitze, die auf Erdbaumaschinen, wie sie in ISO 6165 definiert sind, eingesetzt werden.

1.3 Diese Internationale Norm legt für die Prüf-Erregerschwingungen Spektralklassen fest, die für die folgenden Erdbaumaschinen gelten. Jede Klasse umfasst eine Gruppe von Maschinen, die jeweils ähnliche Schwingungseigenschaften haben:

- Muldenfahrzeuge mit Starrahmen $> 4\,500$ kg Betriebsgewicht¹⁾
- Muldenfahrzeuge mit Knickgelenkrahmen
- Scraper ohne Federung (weder an der Achse noch am Fahrzeugrahmen)²⁾
- Radlader $> 4\,500$ kg Betriebsgewicht¹⁾
- Grader
- Planiermaschinen auf Rädern
- Bodenverdichter auf Rädern
- Baggerlader
- Raupenlader (Kettenlader)
- Planierraupen $\leq 50\,000$ kg Betriebsgewicht^{1), 3)}
- Kompakt-Muldenfahrzeuge $\leq 4\,500$ kg Betriebsgewicht¹⁾
- Kompakt-Radlader $\leq 4\,500$ kg Betriebsgewicht¹⁾
- Lader mit Bremslenkung (Skid-Steer Lader) $\leq 4\,500$ kg Betriebsgewicht¹⁾

1.4 Bei den folgenden Maschinen sind die bei Frequenzen zwischen 1 Hz und 20 Hz während des Betriebes in den Sitz eingeleiteten vertikalen Schwingungen so gering, dass die Sitze keine Federung benötigen, um die übertragenen Schwingungen zu vermindern:

- Bagger einschließlich Schreitbagger und Seilbagger⁴⁾
- Grabenfräsen
- Müllverdichter

1) Siehe ISO 6016.

2) Bei Scrapern mit Federung darf entweder ein ungefederter Sitz oder ein gefederter Sitz mit hoher Dämpfung eingesetzt werden.

3) Bei Planierraupen $> 50\,000$ kg erfüllt bereits ein gepolsterter Sitz die Anforderungen an die schwingungsdämmende Wirkung des Sitzes.

4) Bei Baggern erfolgen die vorherrschenden Schwingungen im Allgemeinen in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung (x-Achse).

- statische Walzen
- Straßenfräsen
- Rohrleger
- Straßenfertiger
- Vibrationswalzen;
- Horizontalbohrgeräte (HDD).

1.5 Die Prüfungen und Kriterien nach dieser Norm gelten für Maschinenführersitze, die auf Erdbau-
maschinen herkömmlicher Bauart eingesetzt werden.

ANMERKUNG Bei Maschinen mit solchen Konstruktionsmerkmalen, aus denen signifikant andere Schwingungs-
eigenschaften resultieren, können andere Prüfungen besser geeignet sein.

1.6 Nicht behandelt werden solche Schwingungen, die den Maschinenführer auf anderen Wegen als über
den Sitz erreichen, z. B. die Schwingungen, die mit den Füßen auf der Plattform oder den Steuerpedalen oder
mit den Händen am Lenkrad wahrgenommen werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die
Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene
Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments
(einschließlich aller Änderungen).

ISO 2041:2009, *Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary*

ISO 2631-1:1997, *Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration —
Part 1: General requirements*

ISO 6016:2008, *Earth-moving machinery — Methods of measuring the masses of whole machines, their
equipment and components*

ISO 6165:2012, *Earth-moving machinery — Basic types — Identification and terms and definitions*

ISO 8041:2005, *Human response to vibration — Measuring instrumentation*

ISO 10326-1:2016, *Mechanical vibration — Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration —
Part 1: Basic requirements*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*

ISO 13090-1:1998, *Mechanical vibration and shock — Guidance on safety aspects of tests and experiments with
people — Part 1: Exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock*

3 Begriffe, Formelzeichen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 2041 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Ganzkörper-Schwingungen

Schwingungen, die über das Gesäß eines sitzenden Maschinenführers auf seinen Körper als Ganzes übertragen werden

3.1.2

Spektralklasse der Prüf-Erregerschwingungen

Gruppe von Maschinen mit verschiedenen technischen Merkmalen, die beim Fahren am Sitzmontagepunkt ähnliche Schwingungseigenschaften aufweisen

3.1.3

Betriebsgewicht

Gewicht der Grundmaschine mit Einrichtung und leerer Arbeitsausrüstung, wie vom Hersteller spezifiziert, und mit Maschinenführer (75 kg), vollem Kraftstoffbehälter und allen Flüssigkeitssystemen auf dem vom Hersteller angegebenen Füllstand

[QUELLE: ISO 6016:2008, 3.2.1]

3.1.4

Maschinenführersitz

dasjenige Bauteil der Maschine, das der Abstützung des Gesäßes eines sitzenden Maschinenführers dient, einschließlich eines Federungssystems und weiterer Vorrichtungen (z. B. zur Einstellung der Sitzposition)

3.1.5

Frequenzanalyse

Verfahren zur Erzielung einer quantitativen Beschreibung der Amplitudenverteilung eines Schwingungssignals über der Frequenz

3.1.6

Messdauer

Zeitspanne, während der Schwingungswerte für die Auswertung erfasst werden

3.2 Formelzeichen und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Formelzeichen und Abkürzungen:

$a_p(f_r)$	Effektivwert der unbewerteten vertikalen Beschleunigung, auf dem Schwingtisch bei der Resonanzfrequenz gemessen
a_{p12}^*, a_{p34}^*	Effektivwert der unbewerteten vertikalen Soll-Beschleunigung auf dem Schwingtisch unter dem Sitz (siehe Bild 1) zwischen den Frequenzen f_1 und f_2 bzw. f_3 und f_4
a_{p12}, a_{p34}	Effektivwert der unbewerteten vertikalen Beschleunigung, auf dem Schwingtisch zwischen den Frequenzen f_1 und f_2 bzw. f_3 und f_4 gemessen
$a_s(f_r)$	Effektivwert der unbewerteten vertikalen Beschleunigung, in der Messscheibe auf dem Sitz bei der Resonanzfrequenz gemessen

$a_{\text{WP12}}^*, a_{\text{WP34}}^*$	Effektivwert der bewerteten vertikalen Soll-Beschleunigung auf dem Schwingtisch zwischen den Frequenzen f_1 und f_2 bzw. f_3 und f_4
a_{WP12}	Effektivwert der bewerteten vertikalen Beschleunigung, auf dem Schwingtisch zwischen den Frequenzen f_1 und f_2 gemessen
a_{WS12}	Effektivwert der bewerteten vertikalen Beschleunigung, in der Messscheibe auf dem Sitz (siehe Bild 1) zwischen den Frequenzen f_1 und f_2 gemessen
B_e	Analysierschärfe (Filterbandbreite) in Hz
F	Frequenz in Hz
F_r	Resonanzfrequenz
$G_p(f)$	spektrale Leistungsdichte (PSD) der auf dem Schwingtisch (Sitzbasis) gemessenen vertikalen Schwingungen
$G_p^*(f)$	spektrale Leistungsdichte (PSD) der vertikalen Soll-Schwingungen auf dem Schwingtisch (Sitzbasis)
$G_{\text{PL}}^*(f)$	untere Grenze für die spektrale Leistungsdichte (PSD) der auf dem Schwingtisch (Sitzbasis) gemessenen vertikalen Schwingungen
$G_{\text{PU}}^*(f)$	obere Grenze für die spektrale Leistungsdichte (PSD) der auf dem Schwingtisch (Sitzbasis) gemessenen vertikalen Schwingungen
$H(f_r)$	Schwingungsübertragung bei Resonanz
PSD	spektrale Leistungsdichte in $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$, gleich dem Quadrat der Beschleunigung je Einheit Frequenz
SEAT	Sitzübertragungsfaktor
T_s	Dauer der Messwerterfassung in s.

4 Allgemeines

4.1 Die im Labor simulierten vertikalen Maschinenschwingungen, die in Form der Spektralklassen der Prüf-Erregerschwingungen festgelegt sind, beruhen auf repräsentativen Messergebnissen an Maschinen unter harten, aber typischen Einsatzbedingungen. Die Prüf-Erregerschwingungen einer Spektralklasse sind die repräsentative Gesamtmenge von allen Maschinen in dieser Klasse, ermittelt unter harten Einsatzbedingungen.

4.2 Zur Bewertung von Sitzen werden zwei Kenngrößen verwendet:

- der Sitzübertragungsfaktor SEAT nach ISO 10326-1:2016, 10.2 aber frequenzbewertet nach ISO 2631-1;
- der Maximalwert der Schwingungsübertragung bei der Dämpfungsprüfung nach ISO 10326-1:2016, 10.2.

4.3 Die Messgeräte müssen ISO 8041 (Geräte der Genauigkeitsklasse 1) und ISO 10326-1:2016, Abschnitte 4 und 5 entsprechen. Die Frequenzbewertung muss ISO 2631-1 entsprechen und die Bandbegrenzung enthalten.

4.4 Sicherheitsvorkehrungen müssen ISO 13090-1 entsprechen.

Nachgebende Endanschlüsse oder Vorrichtungen, die normalerweise an serienmäßigen zu prüfenden Sitzen vorhanden sind, um Auswirkungen des Überschwingens zu verringern, dürfen bei den dynamischen Prüfungen nicht entfernt werden.

5 Prüfbedingungen und Prüfdurchführung

5.1 Allgemeines

Die Prüfbedingungen und die Prüfdurchführung müssen ISO 10326-1:2016, Abschnitte 8 und 10 entsprechen.

5.2 Schwingungsanregung

Ein Schwingtisch, dessen Maße etwa denen des Fahrerstandes einer Erdbaumaschine entsprechen, muss an einem Schwingungserreger befestigt werden, der in der Lage ist, Schwingungen in der vertikalen Richtung zu erzeugen (siehe Bild 1).

ANMERKUNG Der Schwingungserreger sollte bei den Spektralklassen EM 1 und EM 2 in der Lage sein, harmonische Schwingungen zu erzeugen, die bei einer Frequenz von 2 Hz eine Wegamplitude von mindestens 7,5 cm haben, siehe 5.4.1.

5.3 Prüfsitz

Der zu prüfende Maschinenführersitz muss bezüglich seiner Konstruktion, statischen und dynamischen Eigenschaften sowie weiteren Merkmale, die das Ergebnis der Schwingungsprüfung beeinflussen könnten, für seriengefertigte Sitze repräsentativ sein. Bei Schwingensitzen muss vor der Prüfung ein Einlaufen unter vom Hersteller vorgegebenen Bedingungen durchgeführt werden. Wenn der Hersteller keine solchen Vorgaben macht, erfolgt das Einlaufen des Sitzes über 5 000 Schwingungsperioden, wobei alle 1 000 Schwingungsperioden gemessen wird.

Zu diesem Zweck ist der Sitz mit einer Ersatzmasse von 75 kg zu belasten und entsprechend den Herstellerangaben auf diese Masse einzustellen. Der Sitz ist samt seiner Federung auf dem Schwingtisch eines Schwingungserregers zu montieren; dann wird auf den Schwingtisch eine harmonische Erregerschwingung aufgebracht, die ungefähr die Eigenfrequenz der Federung hat. Der Schwingweg dieser Erregerschwingung muss so groß sein, dass die Bewegung der Sitzfederung ungefähr 75 % ihres Maximalhubes ausmacht; mit einem Schwingtisch-Schwingweg von etwa 40 % des Hubes der Sitzfederung wird dies im Allgemeinen erreicht. Es sollte dafür gesorgt werden, dass sich der Dämpfer der Sitzfederung während des Einlaufens nicht überhitzt; Fremdkühlung ist daher zulässig.

Der Sitz gilt als eingelaufen, wenn bei drei aufeinanderfolgenden Messungen, die unter den oben angegebenen Bedingungen durchgeführt wurden, der Wert der Schwingungsübertragung in vertikaler Richtung um nicht mehr als 5 % um den Mittelwert streut. Der zeitliche Abstand zwischen zwei Messungen beträgt eine halbe Stunde oder 1 000 Schwingungsperioden (je nachdem was kürzer ist), wobei das Einlaufen des Sitzes nicht unterbrochen wird.

Der Sitz muss entsprechend den Herstellerangaben auf das Gewicht der Versuchsperson eingestellt werden.

Wenn der zur Verfügung stehende Hub der Federung **unabhängig** von der Einstellung für die Sitzhöhe oder das Gewicht der Versuchsperson ist, muss die Prüfung mit einem Sitz durchgeführt werden, der auf die Mitte des Hubes eingestellt ist.

Wenn der zur Verfügung stehende Hub der Federung von der Einstellung für die Sitzhöhe oder vom Gewicht der Versuchsperson **abhängig** ist, muss die Prüfung in der tiefsten Sitzposition durchgeführt werden, die den vollen Arbeitshub der Federung zulässt, wie vom Sitzhersteller angegeben.

Wenn die Neigung der Rückenlehne einstellbar ist, muss sie ungefähr aufrecht, d. h. leicht nach hinten geneigt eingestellt werden (etwa $(10 \pm 5^\circ)$).

5.4 Versuchsperson und ihre Haltung

Die Haltung der Versuchsperson muss in Übereinstimmung mit ISO 10326-1 erfolgen.

Die Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen muss mit zwei Versuchspersonen durchgeführt werden. Die leichte Person muss eine Gesamtmasse von 52 kg bis 55 kg haben, wobei nicht mehr als 5 kg in einem Gürtel um die Taille getragen werden dürfen. Die schwere Person muss eine Gesamtmasse von 110 kg bis 115 kg haben, wobei nicht mehr als 12 kg in einem Gürtel um die Taille getragen werden dürfen.

Jede Versuchsperson muss eine natürliche, aufrechte Haltung auf dem Sitz einnehmen und diese Haltung während der gesamten Prüfung beibehalten (siehe Bild 1).

Haltungsänderungen der Versuchsperson können Unterschiede in den Prüfergebnissen von 10 % erzeugen. Deshalb sind in Bild 1 empfohlene Beugewinkel der Knie und Fußgelenke angegeben.

5.5 Prüf-Erregerschwingungen

5.5.1 Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen zur Bestimmung des Sitzübertragungsfaktors SEAT

Diese Internationale Norm legt für Erdbaumaschinen die Prüf-Erregerschwingungen zur Bestimmung des Sitzübertragungsfaktors SEAT in neun Spektralklassen (EM 1 bis EM 9) fest.

Nach ISO 10326-1:2016, 10.2 ist der Sitzübertragungsfaktor SEAT definiert als

$$\text{SEAT} = \frac{a_{WS12}}{a_{WP12}}$$

Die stochastischen Erregerschwingungen zur Bestimmung des Sitzübertragungsfaktors SEAT sind in Übereinstimmung mit 9.2 von ISO 10326-1:2016 definiert, die Frequenzbewertung erfolgt jedoch nach ISO 2631-1. Die Prüf-Erregerschwingungen jeder Klasse sind durch die spektrale Leistungsdichte $G_p^*(f)$ der Beschleunigung des Schwingtisches in der vertikalen Richtung (z-Achse) und durch die Effektivwerte (rms) der unbewerteten vertikalen Beschleunigungen a_{p12}^* und a_{p34}^* auf dem Schwingtisch festgelegt.

Die Spektren der Prüf-Erregerschwingungen für die einzelnen Spektralklassen EM 1 bis EM 9 sind in den Bildern 2 bis 10 wiedergegeben. Tabelle 2 enthält die Gleichungen der in den Bildern 2 bis 10 gezeigten spektralen Leistungsdichte der Beschleunigung. Die durch diese Gleichungen jeweils definierte Kurve ist der Sollverlauf, der bei der Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen an der Sitzbasis nach 5.5.2 zu realisieren ist.

Die Prüf-Erregerschwingungen werden bestimmt (berechnet) ohne Berücksichtigung von Frequenzanteilen außerhalb des Frequenzbereiches zwischen f_1 und f_2 .

In Tabelle 4 sind des Weiteren Werte der Prüf-Erregerschwingungen angegeben, die sich bei Erreichen der spektralen Leistungsdichte (PSD) an der Sitzbasis ergeben.

Für jede Versuchsperson und jede Prüf-Erregerschwingung müssen drei Prüfungen nach ISO 10326-1:2016, 10 durchgeführt werden. Die effektive Dauer jeder Prüfung muss mindestens 180 s betragen.

Wenn bei ein und derselben Konstellation von Prüfparametern kein Wert des Sitzübertragungsfaktors SEAT um mehr als $\pm 5\%$ vom arithmetischen Mittelwert abweicht, sind — soweit es die Wiederholbarkeit betrifft — die drei oben erwähnten Prüfungen als gültig anzusehen. Wenn das nicht der Fall ist, müssen so viele Versuchsreihen zu je drei Prüfungen durchgeführt werden, bis diese Anforderung erfüllt ist.

Die Dauer der Messwerterfassung T_s und die Analysierschärfe B_e müssen die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$2 B_e \times T_s > 140$$

$$B_e < 0,5 \text{ Hz.}$$

ANMERKUNG 1 Die Spektralklasse EM 7 wird auch bei der Prüfung von Sitzen für Radschlepper der Klasse I in der Landwirtschaft verwendet (siehe ISO 5007:2003).

ANMERKUNG 2 Um die bei der Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen erforderlichen PSD- und Effektivwerte (rms) an der Sitzbasis zu erzeugen, darf jede Ausrüstung einschließlich Doppel-Integratoren, Analog-Signal-Generatoren und -Filter und Digital-Signal-Generatoren mit Digital-Analog-Umsetzern eingesetzt werden.

5.5.2 Dämpfungsprüfung

Der Sitz ist mit einer Ersatzmasse von 75 kg zu belasten und dann mit einer harmonischen Schwingung im Frequenzbereich des 0,5fachen bis 2fachen der zu erwartenden Resonanzfrequenz der Sitzfederung anzuregen. Sofern notwendig, ist die Ersatzmasse auf dem Sitz zu sichern, damit sie sich nicht auf dem Sitz bewegt oder herunterfällt.

ANMERKUNG Beutel, die mit Bleischrot oder einem anderen Material mit hoher Dichte gefüllt sind, sollten als inerte Masse verwendet werden.

Um die Resonanzfrequenz zu bestimmen, muss die Frequenz in diesem Bereich entweder mit konstanter Frequenzänderungsrate kontinuierlich (Sweep) oder in Frequenzschritten von höchstens 0,05 Hz durchgestimmt werden. Bei beiden Verfahren sollte die Frequenz von einem niedrigen Wert (gleich dem 0,5fachen der zu erwartenden Resonanzfrequenz der Sitzfederung) bis zu einem hohen Wert (gleich dem 2fachen der zu erwartenden Resonanzfrequenz der Sitzfederung) und dann zurück zum niedrigen Wert verändert werden. Die Frequenzdurchstimmung muss mindestens 80 s dauern, wobei der Schwingweg des Schwingtisches unverändert bleibt und 40 % des Gesamtschwingweges (Hub) der Federung, wie vom Sitzhersteller angegeben, oder 50 mm beträgt — je nachdem was geringer ist.

Die Dämpfungsprüfung und die Berechnung der Schwingungsübertragung $H(f_r)$ bei Resonanz muss nach ISO 10326-1:1992, 9.2 durchgeführt werden. Die Dämpfungsprüfung bei der Resonanzfrequenz jedoch ist stets mit einem Schwingweg des Schwingtisches von 40 % des Gesamtschwingweges der Federung durchzuführen, selbst wenn diese 40 % mehr als 50 mm betragen.

Bei der Resonanzfrequenz der Sitzfederung braucht nur eine Messung durchgeführt zu werden.

5.6 Grenzabweichungen der Erregerschwingungen

Siehe ISO 10326-1:2016, 9.3.

Auf einem Schwingungsprüfstand kann die in 5.4.1 festgelegte Schwingungserregung des Sitzes nur näherungsweise realisiert werden. Damit die Prüf-Erregerschwingungen gültig sind, müssen sie die folgenden Anforderungen erfüllen.

5.6.1 Verteilungsfunktion

Unter der Voraussetzung, dass die Beschleunigung auf dem Schwingtisch mindestens 50mal je Sekunde abzutasten und in Amplitudenklassen mit einer Breite von höchstens 20 % des Gesamteffektivwerts (rms) der unbewerteten Beschleunigung auszuwerten ist, muss die Wahrscheinlichkeitsdichte-Funktion im Bereich von ± 200 % des Gesamteffektivwert der unbewerteten Beschleunigung innerhalb von ± 20 % um die ideale Gaußsche Funktion (Normalverteilung) liegen; sie darf keine Daten außerhalb des Bereichs von ± 350 % des Gesamteffektivwert (rms) der unbewerteten Beschleunigung aufweisen. Bei diesem Kriterium ist als Gesamteffektivwert (rms) der unbewerteten Beschleunigung a_{p12}^* nach Tabelle 4 zu verwenden.

5.6.2 Spektrale Leistungsdichte und Effektivwerte (rms)

Die spektrale Leistungsdichte der auf dem Schwingtisch gemessenen Beschleunigung wird nur dann als repräsentativ für $G_p^*(f)$ angesehen, wenn:

- a) für $f_1 \leq f \leq f_2$

$$G_{pL}^*(f) \leq G_p(f) \leq G_{pU}^*(f)$$

Dabei ist

$$G_{pL}^*(f) = G_p^*(f) - 0,1 \times \max [G_p^*(f)] \quad \text{wenn } \{G_p^*(f) - 0,1 \times \max [G_p^*(f)]\} > 0$$

$$G_{pL}^*(f) = 0 \quad \text{wenn } \{G_p^*(f) - 0,1 \times \max [G_p^*(f)]\} \leq 0$$

$$G_{pU}^*(f) = G_p^*(f) + 0,1 \times \max [G_p^*(f)]$$

- b) $0,95 a_{p12}^* \leq a_{p12} \leq 1,05 a_{p12}^*$

- c) $0,95 a_{p34}^* \leq a_{p34} \leq 1,05 a_{p34}^*$

Die Bilder 2 bis 10 stellen den Toleranzbereich für $G_p(f)$ dar. Der Kurvenverlauf von $G_p^*(f)$ ist durch die Zahlenwerte und Filter nach Tabelle 2 festgelegt. Die Werte für $f_1, f_2, f_3, f_4, \max [G_p^*(f)], a_{p12}^*$ und a_{p34}^* sind in Tabelle 4 angegeben.

6 Zulässige Werte

6.1 Sitzübertragungsfaktor SEAT

Ein Sitz, der für eine bestimmte Spektralklasse von Prüf-Erregerschwingungen geeignet sein soll, muss die Sitzübertragungsfaktoren SEAT nach Tabelle 1 erreichen:

Tabelle 1 — SEAT-Faktoren für die Spektralklassen der Prüf-Erregerschwingungen

Spektralklasse der Prüf-Erregerschwingungen	Sitzübertragungsfaktor SEAT
EM 1	< 1,1
EM 2	< 0,9
EM 3	< 1,0
EM 4	< 1,1
EM 5	< 0,7
EM 6	< 0,7
EM 7	< 0,6
EM 8	< 0,8
EM 9	< 0,9

ANMERKUNG Auch gute Sitze führen zu einer leichten Erhöhung der Schwingungen im niedrigen Frequenzbereich, wohingegen Schwingungen im höheren Frequenzbereich, abhängig vom Sitz-Schwingsystem, erheblich vermindert werden. Die spektrale Leistungsdichte der Spektralklassen EM 1 und EM 4 sind begrenzt auf den niedrigen Frequenzbereich. Der niedrige Frequenzbereich ist von besonderer Bedeutung hinsichtlich der Stoßbelastungen, die gute Dämpfungseigenschaften erfordern. Dies führt zu SEAT-Faktoren nahe oder gering über dem Wert 1 bei Sitzprüfungen.

6.2 Wirksamkeit der Dämpfung

Die Schwingungsübertragung

$$H(f_r) = \frac{a_s(f_r)}{a_p(f_r)}$$

bei Resonanz in vertikaler Richtung darf folgende Werte nicht überschreiten:

- 1,5 bei den Spektralklassen EM 1, EM 2, EM 3, EM 4, EM 6,
- 2,0 bei den Spektralklassen EM 5, EM 7, EM 8, EM 9.

7 Angaben auf dem Sitz

Die folgenden Angaben müssen dauerhaft und an deutlich sichtbarer Stelle am Sitz angebracht werden:

- Name oder Firmenzeichen des Herstellers
- Typbezeichnung (z. B. Teilenummer)
- Spektralklasse(n) der Prüf-Erregerschwingungen (z. B. EM 1, EM 2) mit folgendem hinzugefügten Text: „nach ISO 7096:2017“.

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss all diejenigen Angaben enthalten, die zum Verständnis, zur Interpretation und der Anwendung der Ergebnisse nach dieser Internationalen Norm notwendig sind.

Die Ergebnisse sind mit den für den Sitz zulässigen Werten zu vergleichen und in die Prüfformulare nach Bild 11 und 12 einzutragen.

Der Prüfbericht sollte die folgenden Angaben enthalten:

- a) Name und Anschrift des Sitzherstellers;
- b) Art des Sitzes, Typ- und Seriennummer;
- c) Datum der Prüfung;
- d) nähere Angaben zum Einlaufen des Sitzes;
- e) Art der verwendeten Messscheibe: halbelastisch oder starr;
- f) Spektralklasse der Prüf-Erregerschwingungen;
- g) Schwingungsübertragung auf die Versuchspersonen bei Prüfung mit stochastischen Erregerschwingungen
- h) Beschleunigung a_{wP12} des Schwingtischs
- i) Beschleunigung a_{wS12} in der Messscheibe
- j) Masse der Versuchspersonen in kg
- k) Sitzübertragungsfaktor (SEAT-Faktor)
- l) berechnete Schwingungsübertragung bei Resonanz und die Resonanzfrequenz;
- m) Name des verantwortlichen Prüfers;
- n) Identifikation des Prüflabors;
- o) Stelle der Kennzeichnung am Sitz (siehe Abschnitt 7).

Tabelle 2 — Definition der Spektralklassen der Prüf-Erregerschwingungen

Spektralklasse der Prüf-Erregerschwingungen	$G_p^*(f)$
EM 1	$2,20 (HP24)^2 (LP24)^2$
EM 2	$2,72 (HP24)^2 (LP24)^2$
EM 3	$1,60 (HP24)^2 (LP24)^2$
EM 4	$0,60 (HP24)^2 (LP24)^2$
EM 5	$1,11 (HP24)^2 (LP6)^2$
EM 6	$0,79 (HP12)^2 (LP12)^2$
EM 7	$9,25 (HP48)^2 (LP48)^2$
EM 8	$1,45 (HP24)^2 (LP12)^2$
EM 9	$2,10 (HP24)^2 (LP12)^2$
$(LP6) = \frac{1}{1 + S}$ $(LP12) = \frac{1}{1 + 1,414S + S^2}$ $(LP24) = \frac{1}{1 + 2,613S + 3,414S^2 + 2,613S^3 + S^4}$ $(LP48) = \frac{1}{1 + 5,126S + 13,137S^2 + 21,846S^3 + 25,688S^4 + 21,846S^5 + 13,137S^6 + 5,126S^7 + S^8}$ $(HP12) = \frac{S^2}{1 + 1,414S + S^2}$ $(HP24) = \frac{S^4}{1 + 2,613S + 3,414S^2 + 2,613S^3 + S^4}$ $(HP48) = \frac{S^8}{1 + 5,126S + 13,137S^2 + 21,846S^3 + 25,688S^4 + 21,846S^5 + 13,137S^6 + 5,126S^7 + S^8}$ Dabei ist $S = \frac{jf}{f_c}$ $j = \sqrt{-1}$ f Frequenz in Hz f_c Filter-Eckfrequenz in Hz, wie in Tabelle 3 angegeben	
ANMERKUNG HP und LP bezeichnen Hochpass- und Tiefpass-Filter mit Butterworth-Charakteristik.	