

Mechanische Eingangsimpedanz des menschlichen Hand-Arm-Systems

DIN
45677

ICS 13.160

Mechanical impedance of the human
hand-arm system at the driving pointImpédance mécanique du système
main-bras au point d'entréeErsatz für
DIN 45677:1993-05

Vorwort

Die erste Ausgabe der vorliegenden Norm war im Mai 1993 veröffentlicht worden. In der Zwischenzeit wurde von der International Organization for Standardization (ISO) die Internationale Norm ISO 10068 erarbeitet und 1998 herausgegeben, wobei auch Ergebnisse von neueren Untersuchungen einbezogen wurden. Es lag daher nahe, bei der vorliegenden Neufassung von DIN 45677 die wesentlichen Inhalte von ISO 10068 zu berücksichtigen.

Aus ISO 10068 wurden die Mittelwertkurven und die Standardabweichung für den Betrag und die Phase der Eingangsimpedanz in den drei Anregungsrichtungen übernommen. Von den in ISO 10068 aufgeführten Modellen des Hand-Arm-Systems wurde nur das Drei-Massen-Modell mit gerundeten Parametern übernommen. Dieses Modell kann am ehesten genutzt werden, um Kennwerte für die verschiedenen Komponenten einer mechanischen Versuchsvorrichtung zu ermitteln (siehe auch Anhang B).

Diese Norm ist vom Gemeinschaftsausschuss NALS/VDI C 7 „Schwingungseinwirkung auf den Menschen“ erarbeitet worden.

Die Anhänge A und B sind informativ.

Änderungen

Gegenüber DIN 45677:1993-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neue Impedanzkurven festgelegt, die mit denen von ISO 10068:1998 identisch sind;
- b) Zahlenwerttabellen der Impedanzkurven für Terzmittenfrequenzen hinzugefügt;
- c) Neues, einfacher zu realisierendes Schwingungsmodell aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 45677: 1993-05

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält die mechanische Eingangsimpedanz und ein Schwingungsmodell des menschlichen Hand-Arm-Systems. Aus gesicherten Messergebnissen lassen sich typische Kurven für die drei translatorischen Anregungsrichtungen x , y und z angeben (siehe DIN V ENV 25349), die nach den bisherigen Erkenntnissen als entkoppelt betrachtet werden können. Die Impedanzkurven werden von einem Drei-Massen-Modell mit unterschiedlichen Parametern für die drei Anregungsrichtungen angenähert.

Den Impedanzkurven wird eine in Abschnitt 4 angegebene Bezugssituation zugrunde gelegt, weil eine gewisse Abhängigkeit unter anderem auch von den Größen Greifkraft, Andruckkraft, Armstellung, Körperhaltung, Stärke der Anregung, Lage der Messpunkte und Unterschiede im Körperbau gegeben ist.

Bei Schwingungsberechnungen, die die dynamische Belastung einer Struktur mit dem Hand-Arm-System berücksichtigen, sind die in dieser Norm angegebenen Impedanzwerte zu verwenden. Für die allgemeine mechanische Modellierung des Hand-Arm-Systems sind die in dieser Norm enthaltenen Impedanzen als Zielwerte zu betrachten: Die Impedanz von Hand-Arm-Modellen soll im Bereich der Standardabweichung liegen.

Die in dieser Norm angegebene mechanische Eingangsimpedanz gilt für **ein** Hand-Arm-System. Bei praktischen Anwendungen, z. B. im Zusammenhang mit Handmaschinen, ist zur näherungsweisen Nachbildung der beiden menschlichen Hand-Arm-Systeme die doppelte Eingangsimpedanz zu verwenden.

Die Impedanzkurven und die Schwingungsmodelle des Hand-Arm-Systems gestatten beim Entwurf von Arbeitsmaschinen die Berechnung von Aussagen über die Schwingungsbelastung des Menschen schon in der Entwicklungsphase, in der noch kein Prototyp zur Verfügung steht.

Mechanische Vorrichtungen, die unter Verwendung des Schwingungsmodells nach Anhang A – oder für spezielle Anwendungsfälle auch nach anderen Modellen – gebaut und zum Einbau von Handmaschinen in Prüfstände verwendet werden, erlauben die objektive Ermittlung von Kennwerten für die Schwingungsemission von vibrierenden Handmaschinen unter Bedingungen, die den z. Z. genormten Prüfvorschriften (siehe z. B. DIN EN 28662 und DIN EN 50144) sehr nahe kommen. Dabei ist zu beachten, dass die Nachbildung der Hand-Arm-Impedanz mit Modellen noch nicht sicherstellt, dass sich im Versuchsstand dieselben Schwingungskennwerte (Schwingungsemissionswerte) einer Maschine wie mit einer Versuchsperson ergeben. Mit dem Einsatz solcher Ersatzsysteme entfällt jedoch die Schwingungsbelastung und damit eine mögliche Gesundheitsgefährdung der Versuchspersonen.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur dann zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN V ENV 25349, *Mechanische Schwingungen – Leitfaden zur Messung und Beurteilung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen (ISO 5349:1986); Deutsche Fassung ENV 25349:1992.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gilt der folgende Begriff.

3.1

mechanische Eingangsimpedanz

frequenzabhängiges komplexes Verhältnis der Kraft zur Schwinggeschwindigkeit an der Einleitungsstelle in ein mechanisches System. Der Betrag der mechanischen Eingangsimpedanz wird in $\text{N}/(\text{m/s}) = \text{Ns/m}$ angegeben. Der Phasenwinkel ist der Phasenunterschied zwischen Schwinggeschwindigkeit und Kraft.

ANMERKUNG 1 Die mechanische Eingangsimpedanz wird im Folgenden nur Impedanz genannt. Bei der hier behandelten Impedanz des Hand-Arm-Systems ist stets die mechanische Eingangsimpedanz gemeint, bei der Kraft und Schwinggeschwindigkeit dieselbe Richtung haben.

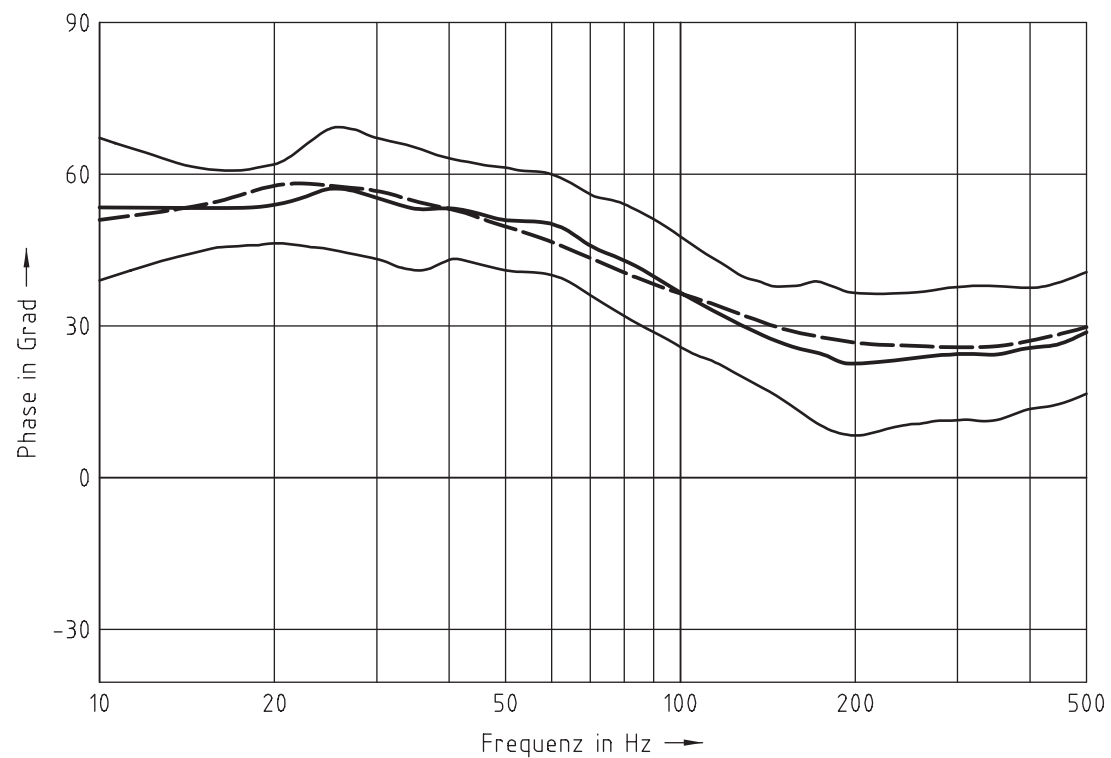
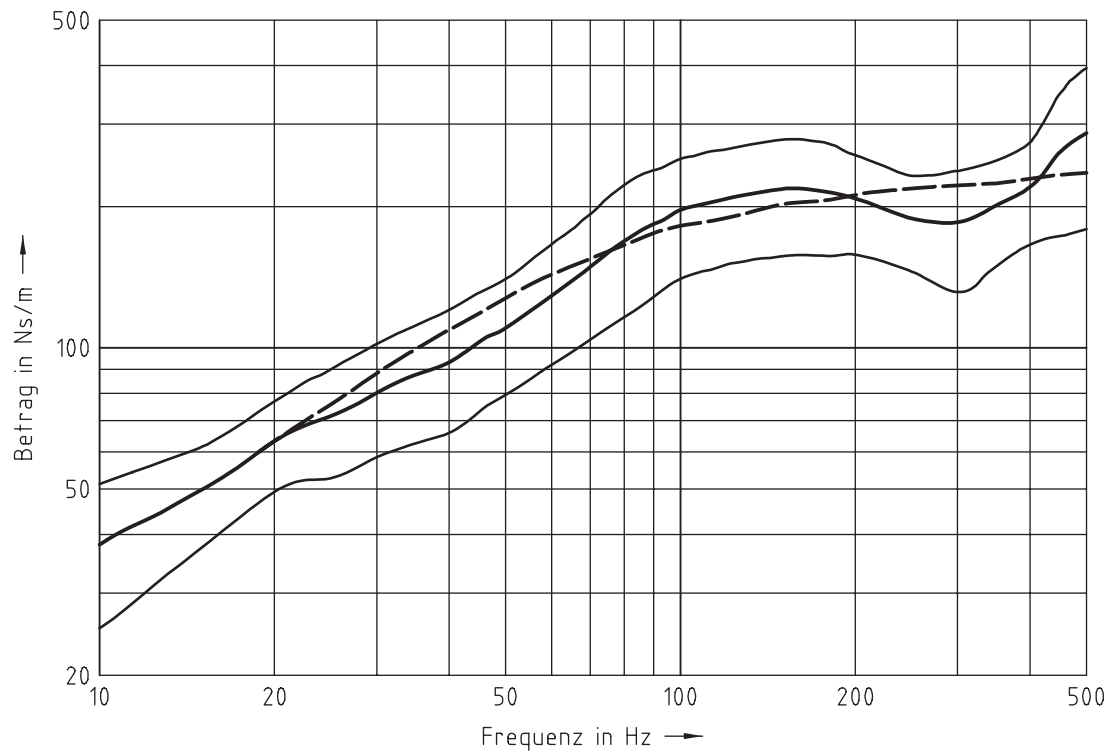
ANMERKUNG 2 In dieser Norm wird das Hand-Arm-System näherungsweise als lineares System betrachtet, sodass die mechanische Impedanz zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens verwendet werden darf.

4 Typischer Frequenzverlauf der Eingangsimpedanz des Hand-Arm-Systems

In den Bildern 1 bis 3 ist der typische Verlauf des Betrages und der Phase der Hand-Arm-Impedanz für die drei translatorischen Anregungsrichtungen x , y und z dargestellt. Die Bilder enthalten den Mittelwert und den Bereich der einfachen Standardabweichung der gemessenen Werte in Abhängigkeit von der Frequenz. Die entsprechenden Kurven für Betrag und Phase der Impedanz eines Drei-Massen-Modells (siehe Anhang A) sind als gestrichelte Linien eingezeichnet. Tabelle 1 enthält die mittleren Impedanzbeträge und Phasenwinkel bei den Terzmittenfrequenzen.

Die in dieser Norm angegebenen Impedanzkurven und Modellparameter gelten für eine Bezugssituation, die durch folgende Angaben für die Schwingungsbelastung, die Körperhaltung und die Handkräfte festgelegt ist:

- Schwingungen mit bewerteter Schwingbeschleunigung nach DIN V ENV 25349 unter 50 m/s^2 ; Frequenzbereich von 10 Hz bis 500 Hz.
- Stehende oder sitzende Arbeitshaltung.
- Die Hand-Arm-Stellung für den Handhabungsbereich beträgt $\pm 15^\circ$ zur sagittalen Ebene des Körpers (siehe Bild 4).
- Der Vorhaltewinkel des Oberarms zur Frontalebene des Rumpfes nimmt einen Wert zwischen -5° und 15° ein (siehe Bild 4).
- Der Arm ist gebeugt; der Beugewinkel beträgt $(90 \pm 15)^\circ$. Der Winkel zwischen dem Unterarm und der Frontalebene ist $< 120^\circ$. Somit befindet sich die Hand immer unterhalb der Schulter (siehe Bild 4).
- Die Hand umfasst einen Griff, dessen Durchmesser zwischen 20 mm und 45 mm liegt.
- Der Handgriff ist senkrecht zur Andruckrichtung angeordnet.
- Die Greifkraft beträgt 10 N bis 100 N.
- Die Andruckkraft liegt im Bereich von 20 N bis 200 N.



——— Mittelwert
 ——— Standardabweichung
 - - - - - Modellimpedanz

Bild 1 – Impedanz des menschlichen Hand-Arm-Systems für die x-Richtung