

DIN EN ISO 20270



ICS 17.140.20

**Akustik –
Charakterisierung von Körperschall- und Schwingungsquellen –
Indirekte Messung von blockierten Kräften (ISO 20270:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 20270:2022**

Acoustics –
Characterization of sources of structure-borne sound and vibration –
Indirect measurement of blocked forces (ISO 20270:2019);
German version EN ISO 20270:2022

Acoustique –
Caractérisation des sources de bruit solide et de vibrations –
Mesurage indirect des forces bloquées (ISO 20270:2019);
Version allemande EN ISO 20270:2022

Gesamtumfang 52 Seiten

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

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 20270:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 20270:2022 durch das Technische Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 001-01-04 AA „Geräuschemission von Maschinen und Anlagen; Messung, Minderung, Datensammlung“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Deutsche Fassung

Akustik —
Charakterisierung von
Körperschall- und Schwingungsquellen —
Indirekte Messung von blockierten Kräften (ISO 20270:2019)

Acoustics —
Characterization of sources
of structure-borne sound and vibration —
Indirect measurement of blocked forces
(ISO 20270:2019)

Acoustique —
Caractérisation des sources
de bruit solidien et de vibrations —
Mesurage indirect des forces bloquées
(ISO 20270:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Oktober 2022 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Auswahl von Freiheitsgraden (DOFs)	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Quelle-Empfänger-Grenzfläche	15
4.3 Kontaktfreiheitsgrade	15
4.4 Indikatorfreiheitsgrade	16
4.4.1 Allgemeines	16
4.4.2 Alle Indikatorfreiheitsgrade im Kontaktbereich	16
4.4.3 Kein Indikatorfreiheitsgrad im Kontaktbereich	17
4.4.4 Einige Indikatorfreiheitsgrade im Kontaktbereich	17
4.5 Validierungsfreiheitsgrade	17
5 Prüfanordnung	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Repräsentativität des Empfängers	17
5.3 Auslegung des Prüfempfängers	18
5.4 Vermeidung von sekundären Geräuschquellen	18
6 Messgeräte	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Multikanalmessdatenerfassungssystem	19
6.3 Schwingungssensoren	19
6.4 Anregungsmittel	19
7 Durchführung der Prüfung	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Prüfung im Betrieb	21
7.3 Übertragungsfunktionsprüfung	21
7.3.1 Allgemeines	21
7.3.2 Direkte Übertragungsfunktionsmessung	22
7.3.3 Reziproke Übertragungsfunktionsmessung	22
7.4 Vorversuch mit künstlicher Anregung	22
8 Analyseverfahren	22
9 Unsicherheiten und Validierung	24
9.1 Allgemeines	24
9.2 On-Board-Validierung	24
9.3 Vorläufige Validierung mittels künstlicher Anregung	25
10 Prüfbericht	25
Anhang A (informativ) Beispiel eines Prüfberichts: Elektrischer Hinterachsantrieb in einem Personenkraftwagen; Transferpfadanalyse (TPA) und Schätzung der <i>in situ</i> blockierten Kräfte nach ISO 20270:2019	27
A.1 Allgemeine Informationen	27
A.2 Prüfgegenstand	27
A.3 Betriebszustand der Quelle	27
A.4 Quelle-Empfänger-Grenzfläche	27
A.5 Instrumentierung	30
A.6 Ergebnisse	31
Anhang B (informativ) Prüfungen von Messdaten auf Gültigkeit	34
B.1 Prüfung auf gültige Betriebsdaten	34

B.2	Prüfung der Übertragungsfunktionsdaten auf Gültigkeit	34
B.3	Prüfung von Vektoren und Matrizen auf Selbstkonsistenz	35
Anhang C (informativ)	Fallstudien	36
Anhang D (informativ)	Kriterien für die Auswahl von Indikator- und Validierungsfreiheitsgraden	41
Anhang E (informativ)	Vorhersage von Schall und Schwingungen	46
E.1	Allgemeines	46
E.2	Vorhersage von Schwingungen	46
E.3	Vorhersage des Schalldrucks	46
E.4	Erhebung von Übertragungsfunktions(FRF)-Daten für die Vorhersage	47
E.4.1	Allgemeines	47
E.4.2	Direkte Messung	47
E.4.3	Berechnung	47
E.4.4	Unter Anwendung experimenteller dynamischer Teilstrukturierung	47
Literaturhinweise		48

Bilder

Bild 1 — Prüfaufbau	11
Bild 2 — Durchführung der Prüfung	20
Bild A.1 — Bilder und schematische Draufsicht der Aufhängung des ERAD	28
Bild A.2 — Darstellung der Quelle-Empfänger-Grenzfläche einschließlich der Punkte, an denen die blockierten Kräfte bestimmt wurden (rote Kreuze)	29
Bild A.3 — Nahaufnahme der Quelle-Empfänger-Grenzfläche, die die Aluminiumwürfel an den Angriffspunkten 1 und 2 zeigt	29
Bild A.4 — Nahaufnahme der Quelle-Empfänger-Grenzfläche, die die Aluminiumwürfel an den Angriffspunkten 3 und 4 zeigt	29
Bild A.5 — FFT, Betrag und Phase, der blockierten Kräfte f_{bl1} , f_{bl2} , f_{bl3} und f_{bl4} , von oben nach unten	31
Bild A.6 — FFT, Betrag und Phase, des On-Board-Validierungsmikrofons obv1 (oben) und des für die On-Board-Validierung verwendeten Beschleunigungsaufnehmers obv2 (unten)	32
Bild A.7 — Übertragungsfunktionen, Betrag, Phase und Kohärenz, zwischen den vier Quelle-Empfänger-Grenzflächenpunkten f_{bl1} , f_{bl2} , f_{bl3} und f_{bl4} (jeweils von oben nach unten) zu obv2	33
Bild C.1 — Beschreibung des Bildes und der Legende	37
Bild C.2 — Anschauungsmaterial	38
Bild C.3 — Anschauungsmaterial	39
Bild C.4 — Luftvakuumpumpe, montiert auf einer Stahlplatte mit Schwingungsisolatoren und instrumentierten Beschleunigungsaufnehmern in der Nähe der Schwingungsquelle	40
Bild D.1 — Skizze eines Versuchsaufbaus zur Messung der <i>in situ</i> blockierten Kräfte im Kontaktbereich zwischen einer Schwingungsquelle (2) und der verbleibenden Empfängerstruktur (3)	44
Bild D.2 — Skizze des rotierten On-Board-Validierungsfreiheitsgrades, wie für die Validierung mehrerer senkrechter blockierter Kräfte vorgeschlagen	45

Tabellen

Tabelle 1 — Einheiten der Messgrößen	23
Tabelle A.1 — Informationen zu den Sensoren und zu ihrer Ausrichtung während der Prüfungen	30

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 20270:2019 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ als EN ISO 20270:2022 übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2023 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20270:2019 wurde von CEN als EN ISO 20270:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise* erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument wurde als Reaktion auf den Bedarf der Maschinenbauindustrie an einem vereinbarten Verfahren zur Festlegung der „Quellstärke“ von Körperschall- und Schwingungsquellen entwickelt. Zu den Größen, die unabhängig voneinander eine Quelle charakterisieren, gehören die freie Schnelle und die blockierte Kraft: In ISO 9611 [2] ist ein Messverfahren für die erstere festgelegt, bei dem die Maschine, bei der es sich um eine Schwingungsquelle handelt, weich gelagert wird, um die freie Aufhängung näherungsweise darzustellen. Bei den blockierten Kräften handelt es sich um die Kräfte, die die in Betrieb befindliche und durch ein vollkommen starres Fundament eingeschränkte Maschine ausüben würde. Diese können möglicherweise direkt gemessen werden, indem Kraftaufnehmer zwischen die in Betrieb befindliche Maschine und das starre Fundament eingebracht werden. In diesem Dokument wird jedoch ein indirektes Verfahren zur Messung der blockierten Kräfte nach einem inversen Verfahren beschrieben. Während die Quelle für die Messung der freien Schnelle elastisch gelagert sein muss und die Maschinenlager für die direkte Messung der blockierten Kräfte blockiert sein müssen, kann die Quelle für die in diesem Dokument festgelegte indirekte Messung theoretisch an einer beliebigen Empfängerstruktur angebracht sein. Im Wesentlichen dieselben Messverfahren werden zur Körperschalldiagnose mittels „Transferpfadanalyse“ (TPA), auch „Source Path Contribution“ (SPC)-Analyse genannt, eingesetzt.

In diesem Dokument wird ein Verfahren zur Charakterisierung von Körperschall- und Schwingungsquellen durch die indirekte Messung von blockierten Kräften an den Verbindungspunkten zu tragenden oder Empfängerstrukturen beschrieben. Das Messverfahren wird vor Ort angewendet, d. h. die Quelle ist während der Messung mit einer Empfängerstruktur verbunden. Theoretisch ist jede beliebige Empfängerstruktur gültig, vorausgesetzt, die Schwingungsquellmechanismen des Prüflings bleiben repräsentativ für die Mechanismen in einer realen Anlage. Daher kann die Empfängerstruktur Teil einer realen Anlage, wie z. B. ein Maschinenfundament oder ein Gebäude, oder aber auch ein speziell dafür ausgelegter Prüfstand sein, sofern dieser eine repräsentative dynamische Belastung der Quelle ermöglicht.

Dieses Verfahren legt ein zweistufiges Messverfahren fest, das als erstes eine passive Prüfung, bei der die Übertragungsfunktionen (FRF, en: frequency response functions) der zusammengebauten Quelle-Empfänger-Struktur gemessen werden, und als zweites die Messung der Schwingungen in einer Prüfung im Betrieb umfasst. Die blockierten Kräfte werden durch Lösung des inversen Problems ermittelt. Es ist bekannt, dass inverse Lösungen dieser Art zu sehr großen Fehlern führen können, was besonders dann zutrifft, wenn die Eingabedaten inkonsistent sind. Derartige Fehler variieren erheblich je nach Fall und Erfahrung der Bedienungsperson. Daher bildet ein Mittelwert zur Schätzung der Unsicherheiten in der blockierten Kraft durch einen Prozess, der als On-Board-Validierung bezeichnet wird, einen wesentlichen Bestandteil dieses Messverfahrens.

Die blockierten Kräfte werden in schmalen Frequenzbändern ermittelt, die anschließend näherungsweise in Oktav- oder Terzfrequenzbänder umgerechnet werden können.

Das Vor-Ort-Verfahren zur Messung der blockierten Kraft ist dazu vorgesehen, das Verfahren mit Empfangsplatten nach EN 15657 [3] zu ergänzen. Das Verfahren mit Empfangsplatten bietet einen vereinfachten Ansatz, bei dem die Kräfte und Schnellen effektiv über die Füße einer in Betrieb befindlichen Maschine gemittelt werden, die zuvor auf einer Normplatte montiert wurden. Die Näherungen ermöglichen eine Vereinfachung der Messungen, Informationen über die Verteilung und Phase der Kräfte und Schnellen gehen dabei jedoch verloren. Ziel dieses Dokuments ist, eine Alternative für Körperschallquellen zur Verfügung zu stellen, die mit dem Ansatz des Verfahrens mit Empfangsplatten nicht kompatibel sind oder bei denen mehr Einzelheiten über die Verteilung der Kräfte erforderlich sind.

Die nach diesem Dokument ermittelten blockierten Kräfte können für die folgenden Zwecke herangezogen werden:

- a) Erhebung von Daten, um daraus technische Spezifikationen für schwingungsaktive Bauteile (Quellen) erstellen zu können;
- b) Erhebung von Eingangsdaten für die Vorhersage von Schwingungen in mit der Quelle verbundenen Strukturen oder von Schall, der von diesen abgestrahlt wird;

- c) Erhebung von diagnostischen Informationen über den Beitrag bestimmter blockierter Kräfte zu einer Ziel-schwingung oder zu einem Zielschalldruck (In-situ-Übertragungspfadanalyse).

Die Vorhersage von Schall und Schwingungen in einer neuen Baugruppe [wie im oben stehenden Aufzählungs-punkt b)] gehört nicht zum normativen Teil dieses Dokuments, obgleich Anhang E Leitlinien für die Vorhersage enthält. Für die Vorhersage werden zusätzlich zu den gemessenen blockierten Kräften weitere Daten benö-tigt. Im Besonderen ist es notwendig, dass die Übertragungsfunktionen der neuen Baugruppe (die aus der Quelle in Verbindung mit der neuen Empfängerstruktur besteht) bekannt sind. Diese Übertragungsfunktionen können grundsätzlich gemessen (wenn die Baugruppe für die Messung zur Verfügung steht), berechnet (z. B. nach numerischen Verfahren) oder durch Kombination der Übertragungsfunktionen der getrennten Quell- und Empfängerstrukturen (dynamische Teilstrukturierung) berechnet werden, unabhängig davon, ob diese gemes-sen oder berechnet wurden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren fest, bei dem ein schwingendes Bauteil (eine Körperschall- oder Schwingungsquelle) an einer passiven Struktur (oder einem Empfänger) angebracht und zur Ursache für Schwingungen in der Baugruppe oder für deren Körperschallabstrahlung wird. Beispiele sind auf Schiffen installierte Pumpen, Servomotoren in Fahrzeugen oder Maschinen und Anlagen in Gebäuden. Fast jedes schwingende Bauteil kann in diesem Zusammenhang als Quelle betrachtet werden.

Aufgrund der Notwendigkeit, Schwingungen an allen Kontaktfreiheitsgraden (DOF, en: contact degrees of freedom) (Verbindungen zwischen Quelle und Empfänger) zu messen, kann dieses Dokument nur auf Baugruppen angewendet werden, bei denen eine solche Messung möglich ist.

Dieses Dokument ist nur anwendbar für Baugruppen mit linearer und zeitinvarianter Übertragungsfunktion (FRF).

Die Quelle kann in eine reale Baugruppe eingebaut oder an einem speziell dafür ausgelegten Prüfstand angebracht werden (wie in 5.2 beschrieben).

Das Normverfahren wurde für stationäre Signale validiert, so dass die Ergebnisse im Frequenzbereich dargestellt werden können. Das Verfahren ist jedoch nicht auf stationäre Signale beschränkt: Bei entsprechender Datenverarbeitung ist es auch auf zeitlich veränderliche Signale wie z. B. Transienten und Stöße, anwendbar (vorausgesetzt, die Linearität und Zeitinvarianz der Übertragungsfunktionen bleiben erhalten).

Dieses Dokument enthält ein Verfahren zur Messung und Darstellung von blockierten Kräften sowie Leitlinien zur Verringerung der Unsicherheit auf ein Mindestmaß. Es stellt ein Verfahren zur Bewertung der Qualität der Ergebnisse mit Hilfe einer On-Board-Validierung zur Verfügung, enthält jedoch keine Angaben zur Annehmbarkeit oder Nichtannehmbarkeit der Ergebnisse.

WICHTIG — Die elektronische Datei dieses Dokuments enthält Farben, die für das richtige Verständnis des Dokuments als nützlich erachtet werden. Die Benutzer sollten daher in Erwägung ziehen, dieses Dokument mit einem Farbdrucker auszudrucken.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 7626-1, *Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 1: Basic terms and definitions, and transducer specifications*

ISO 7626-2, *Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

blockierte Kraft

Kurzschlusskraft

dynamische Kraft, die von einer in Betrieb befindlichen *Quelle* (3.4) auf eine vollkommen starre *Empfänger* (3.5) Struktur ausgeübt wird

3.2

Übertragungsfunktion

FRF, en: frequency response function

frequenzabhängiges Verhältnis der Fourier-Transformation der Bewegungsantwort zur Fourier-Transformation der Anregungskraft eines linearen Systems

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anregung kann eine harmonische, zufällige oder transiente Funktion der Zeit sein. Die mit einer Anregungsart erzielten Prüfergebnisse können daher herangezogen werden, um die Systemantwort auf jede andere Anregungsart vorherzusagen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bewegung kann als Schnelle, Beschleunigung oder Verschiebung ausgedrückt werden; die entsprechenden Bezeichnungen im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen sind mechanische Admittanz, Akzeleleranz und dynamische Nachgiebigkeit oder Impedanz, effektive (d. h. scheinbare) Masse bzw. dynamische Steifigkeit.

[QUELLE: ISO 2041:2018, 3.1.53]

3.3

Vektor der *in situ* blockierten Kraft

$\bar{f}_c(f)$

komplexe *blockierte Kraft* (3.1) an den *Kontaktfreiheitsgraden* (DOFs) (3.8), die bei jeder Frequenz zu einem $n \times 1$ -Vektor angeordnet ist, nach:

$$\bar{f}_c(f) = \begin{Bmatrix} \bar{f}_{c,1}(f) \\ \bar{f}_{c,2}(f) \\ \vdots \\ \bar{f}_{c,n}(f) \end{Bmatrix}$$

wobei $\bar{f}_{c,i}(f)$ die komplexe Fourier-Spektralkomponente der blockierten Kraft bei der Frequenz f und am Kontaktfreiheitsgrad i ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kräfte können als verallgemeinerte Kräfte betrachtet werden, d. h. einschließlich Rotationskomponenten wie z. B. der Momente.

3.4

Quelle

aktive Teilstruktur, die die Mechanismen der Körperschall- oder Schwingungserzeugung enthält und alle Teile der *Baugruppe* (3.6) auf der aktiven Seite der *Quelle-Empfänger-Grenzfläche* (3.7) umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise handelt es sich bei der Quelle um ein trennbares Bauteil, obwohl dies keine Anforderung für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.5

Empfänger

passive Teilstruktur, die alle Teile der *Baugruppe* (3.6) auf der passiven Seite der *Quelle-Empfänger-Grenzfläche* (3.7) umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Empfänger darf alle anderen Teile einer zusammengebauten Maschine mit Ausnahme der Quelle, eines Prüfstandes oder einer Fundamentstruktur, z. B. eines Gebäudes, umfassen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Definition nach gibt es im Empfänger keine Quellmechanismen, so dass es sich dabei um eine rein passive Struktur handelt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.6

Baugruppe

Anlage, bestehend aus der *Quelle* (3.4) und dem damit verbundenen *Empfänger* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.9

Indikatorfreiheitsgrade

Indikator-DOFs

Freiheitsgrade am *Empfänger* (3.5), an denen die Schwingungsantworten gemessen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: m ist die Anzahl der Freiheitsgrade, und r ist der für die Indikatorfreiheitsgrade verwendete Index.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 4.4.

3.10

Validierungsfreiheitsgrade

Validierungs-DOFs

Freiheitsgrade an der *Empfänger*(3.5)struktur (nicht im Kontaktbereich), an denen „Ersatz“-Schwingungsantworten gemessen werden, um einen Vergleich für die On-Board-Validierung zu ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: p ist die Anzahl der Freiheitsgrade, und v ist der für die Validierungsfreiheitsgrade verwendete Index.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 4.5.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Validierung wird in Abschnitt 9 beschrieben.

3.11

Indikatorschnellevektor

$\mathbf{v}_r(f)$

komplexe Schnelle (oder Beschleunigung) an den *Indikatorfreiheitsgraden* (3.9), die bei jeder Frequenz zu einem $m \times 1$ -Vektor angeordnet wird, nach:

$$\mathbf{v}_r(f) = \begin{Bmatrix} v_{r,1}(f) \\ v_{r,2}(f) \\ \vdots \\ v_{r,m}(f) \end{Bmatrix}$$

wobei $\mathbf{v}_{r,j}(f)$ die komplexe Fourier-Spektralkomponente der Schnelle (oder Beschleunigung) bei der Frequenz f und an Indikatorfreiheitsgraden j ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es sind durchgängig einheitliche Größen zu verwenden: entweder Schnelle und mechanische Admittanz oder Beschleunigung und Akzeleranz.

3.12

gemessener Validierungsschnellevektor

$\mathbf{v}_v(f)$

komplexe Schnelle (oder Beschleunigung) an den *Validierungsfreiheitsgraden* (3.10), die bei jeder Frequenz zu einem $p \times 1$ -Vektor angeordnet ist, nach:

$$\mathbf{v}_v(f) = \begin{Bmatrix} v_{v,1}(f) \\ v_{v,2}(f) \\ \vdots \\ v_{v,p}(f) \end{Bmatrix}$$

wobei $\mathbf{v}_{v,k}(f)$ die komplexe Fourier-Spektralkomponente der Schnelle (oder Beschleunigung) bei der Frequenz f und am Indikatorfreiheitsgrad k ist

3.13

vorhergesagter Validierungsschnellevektor

$\mathbf{v}_v'(f)$

komplexer Schnelle (oder Beschleunigungs-)vektor, der die gleiche Form hat wie der *gemessene Validierungsschnellevektor* (3.12), jedoch anstelle von Messdaten Vorhersagedaten enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Er wird nach Abschnitt 8 berechnet.

3.14

Prüfung im Betrieb

Prüfung, bei der die Schwingungsantworten an den *Indikatorfreiheitsgraden* (3.9) und am *Validierungsfreiheitsgraden* (3.10) gemessen werden, während die *Quelle* (3.4) unter einem bestimmten Satz von *Betriebsbedingungen* (3.16) betrieben wird

3.15

Prüfung im Betrieb mit künstlicher Anregung

Prüfung, bei der die Schwingungsantworten an den *Indikatorfreiheitsgraden* (3.9) und am *Validierungsfreiheitsgraden* (3.10) wie bei einer *Prüfung im Betrieb* (3.16) gemessen werden, mit dem Unterschied, dass die *Quelle* (3.4) ausgeschaltet ist und die Anregung durch einen instrumentierten Hammer oder Schwingerreger erfolgt

3.16

Betriebsbedingungen

festgelegter Satz von Umständen, unter denen die *Quelle* (3.4) für die *Prüfung im Betrieb* (3.14) arbeitet, einschließlich Drehzahl, Last und anderer für die Quelle spezifischer Einstellungen oder Bedingungen, die den Betrieb der Quelle beeinflussen können

3.17

künstliche Anregung

Satz von Umständen, die den *Betriebsbedingungen* (3.16) ähnlich sind, mit der Ausnahme, dass die *Quelle* (3.4) ausgeschaltet ist und die Quellstruktur künstlich durch eine mittels eines instrumentierten Hammers oder Schwingerregers aufgebrachte geregelte Kraft angeregt wird

3.18

Fremdgeräuschbedingungen

Bedingungen, die den *Betriebsbedingungen* (3.16) ähnlich sind, mit der Ausnahme, dass die *Quelle* (3.4) ausgeschaltet ist, während andere Zusatzeinrichtungen, die für den Betrieb oder die Belastung der Quelle erforderlich sind, z. B. Hydraulikpumpen, Generatoren oder Stellantriebe, und/oder andere sekundäre Geräuschquellen, z. B. Windgeräusche, aktiv sind

3.19

On-Board-Validierung

Verfahrensweise zur Bestimmung der Qualität der Daten der *blockierten Kraft* (3.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die On-Board-Validierung ist in Abschnitt 9 beschrieben.

3.20

Übertragungsfunktionsprüfung

FRF-Prüfung

Prüfung, bei der die Matrix der Antwort auf eine Punktkraft (die Matrix der mechanischen Admittanz oder Akzeleranz) gemessen wird bei ausgeschalteter Quelle (3.4), d.h. in Passivzuständen

3.21

Matrix der inversen Übertragungsfunktion

Inversions-FRF-Matrix

Y_{rc}

$m \times n$ -Matrix der Übertragungsfunktionen (3.2), wobei die Spalten den *Kontaktfreiheitsgraden* (3.8) und die Zeilen den *Indikatorfreiheitsgraden* (3.9) entsprechen, nach:

$$Y_{rc}(f) = \begin{bmatrix} Y_{r_1c_1}(f) & Y_{r_1c_2}(f) & \dots & Y_{r_1c_n}(f) \\ Y_{r_2c_1}(f) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Y_{r_mc_1}(f) & Y_{r_mc_2}(f) & & Y_{r_mc_n}(f) \end{bmatrix}$$

wobei $Y_{r_jc_i}(f)$ die komplexe mechanische Admittanz (oder Akzeleranz) bei der Frequenz f für die Anregung am Kontaktfreiheitsgrad c_i und der Antwort am Indikatorfreiheitsgrad r_j ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es sind durchgängig einheitliche Größen zu verwenden: entweder Schnelle und mechanische Admittanz oder Beschleunigung und Akzeleranz.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die mechanische Admittanz (Akzeleranz) muss maßlich mit den Kontaktfreiheitsgraden übereinstimmen, und besondere Sorgfalt ist erforderlich, falls Rotationskomponenten (Momente) in die Definition des Vektors der blockierten Kraft miteinbezogen werden.

3.22

Matrix der Validierungsübertragungsfunktion

Validierungs-FRF-Matrix

Y_{vc}

$p \times n$ -Matrix der Übertragungsfunktionen (3.2), wobei die Spalten den *Kontaktfreiheitsgraden* (3.8) und die Zeilen den *Validierungsfreiheitsgraden* (3.10) entsprechen:

$$Y_{vc}(f) = \begin{bmatrix} Y_{v_1c_1}(f) & Y_{v_1c_2}(f) & \dots & Y_{v_1c_n}(f) \\ Y_{v_2c_1}(f) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Y_{v_pc_1}(f) & Y_{v_pc_2}(f) & \dots & Y_{v_pc_n}(f) \end{bmatrix}$$

wobei $Y_{v_kc_i}(f)$ die komplexe mechanische Admittanz (oder Akzeleranz) bei der Frequenz f für die Anregung am Kontaktfreiheitsgrad c_i und dem Indikator am Validierungsfreiheitsgrad v_k ist