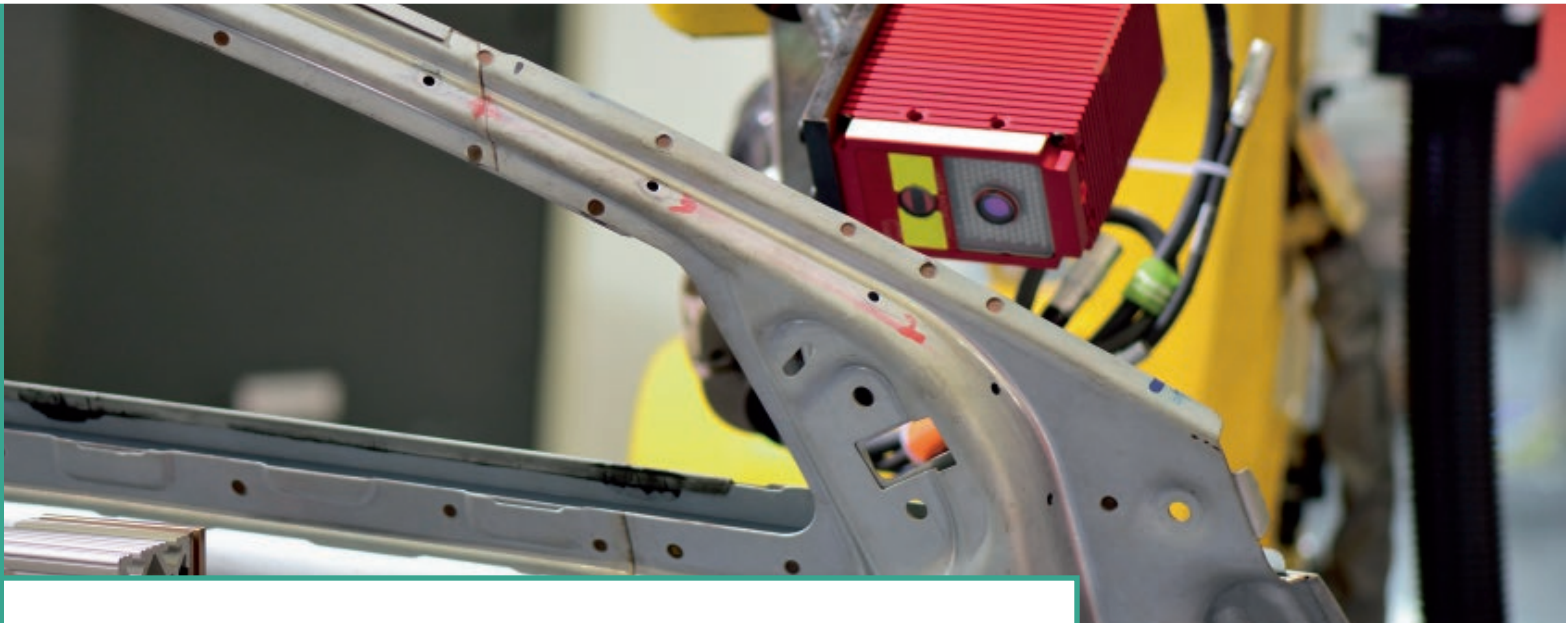


Seminar

+ Gemeinsame Durchführung
einer Modalanalyse

Modalanalyse verstehen, anwenden und Ergebnisse interpretieren



Die Top-Themen:

- **Modalanalyse in Experiment und Simulation: Die Theorie und ihre Grenzen**
- **Grundlagen der Schwingungsmesstechnik**
- **Signalanalyse vs. Modellbasierte Systemanalyse**
- **Curve-Fitting: Keine reine Ansichtssache**
- **Model-Updating und mehr: Verwendung der Ergebnisse**

Termine und Orte

- 12. und 13. Juli 2023
Nürtingen
- 26. und 27. Oktober 2023
Frankfurt am Main
- 29. und 30. Januar 2024
München

Modalanalyse als Tool zur
optimalen Auslegung Ihrer
Struktur

Ihre Seminarleitung
Dipl.-Ing. Matthias Keil,
Technischer Direktor,
Maul-Theet GmbH, Berlin



Veranstaltung der VDI Wissensforum GmbH
Jetzt online anmelden!
www.vdi-wissensforum.de/02SE071
Telefon +49 211 6214-201 • Fax +49 211 6214-154



Bildquelle: iStock.com – zorazhuang

Allgemeine Informationen

Zielsetzung

Die Modalanalyse ist ein Tool zur Ermittlung von Eigenfrequenzen, Eigenformen und der modalen Dämpfung. Kenntnisse der modalen Größen sind Basis für schwingungsoptimierte Konstruktionen oder nachträglich vorzunehmende schwingungsmindernde Maßnahmen. Vermittelt wird die Modalanalyse anhand theoretischer Überlegungen und der praktischen Durchführung.

Das Schwingungsverhalten einer angeregten Struktur wird durch das Auftreten von Eigenschwingungen beeinflusst. Bei diskreten Frequenzen (Eigenfrequenzen) treten nach Abschalten der Erregung freie Schwingungen des Systems auf (Eigenschwingungen), die verschiedene Formen aufweisen. Die Integration der experimentellen Bestimmung dieser Größen ist bei der Produktentwicklung von Vorteil und für die Minderung der Schwingungen von Endsystemen unumgänglich.

Neben den Grundlagen der Modalanalyse sowie zur Messungen von Schwingungen lernen Sie an zwei Tagen, wie Sie komplexe mechanische Strukturen als Mehrfreiheitsgradschwinger abstrahieren. Vor- und Nachteile der Signal- und Systemanalyse werden vorgestellt, die experimentelle Bestimmung von Eigenfrequenzen, Eigenformen und der modalen Dämpfung behandelt. Das Erkennen und Vermeiden von Messfehlern wird ebenso betrachtet, wie die Umsetzung in die Praxis.



Zielgruppe

Mitarbeiter aus:

- Entwicklung und Konstruktion / Produktentwicklung
- Mess- und Prüftechnik / Qualitätssicherung
- Instandhaltung
- Verpackungstechnik



Inhouse-Seminar

Dieses Seminar können Sie auch als firmeninterne Schulung buchen:

Wir erstellen Ihnen gerne ein individuelles Angebot. Rufen Sie uns an.

Frau Angela Bungert/Herr Jens Wilk

Tel.: +49 211 6214-200, E-Mail: inhouse@vdi.de

Herr Heinz Küsters



Tel.: +49 211 6214-278, E-Mail: kuesters@vdi.de

Veranstaltungsdokumentation

Jeder Teilnehmer erhält eine Dokumentation wie Präsentationsunterlagen, Handbuch o.ä. und eine VDI Wissensforum-Teilnahmebescheinigung.



Seminarleitung

Dipl.-Ing. Matthias Keil, Technischer Direktor, Maul-Theet GmbH, Berlin



Herr Dipl.-Ing. Matthias Keil studierte an der Technischen Universität Berlin Maschinenbau mit der Fachrichtung Konstruktionstechnik. Nach seiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am damaligen Institut für Schwingungslehre und Maschinendynamik der TU Berlin, sammelte er bei der Maul-Theet GmbH,

einem Ingenieurbüro für Schwingungstechnik, Erfahrungen im Bereich der Soft- und Hardwareentwicklung auf allen Gebieten der Strukturmechanik.

Bis heute ist er als leitender Angestellter für die Maul-Theet GmbH in allen Bereichen der Schwingungsmessung und Strukturmechanik in zahlreichen Dienstleistungsprojekten tätig. Als technischer Direktor der Maul-Theet GmbH kann er auf mehr als 20 Jahre Erfahrung im Bereich der Softwareentwicklung zur Modalanalyse zurückgreifen.

Seminarmethoden

Dieses Seminar beginnt mit den notwendigen theoretischen Grundlagen der Schwingungslehre und Modalanalyse. Im Anschluss daran wird die praktische Umsetzung der Modalanalyse erklärt und auf Feinheiten in der Messdatenerfassung aufmerksam gemacht. Durch praktische Messungen an realen Strukturen mit unterschiedlichen Messsystemen sollen die Grundlagen vertieft und ein umfassendes Verständnis für die Modalanalyse geschaffen werden.



Weitere interessante Veranstaltungen

Schwingungsmesstechnik: Schwingungen messen u. analysieren
04. und 05. September 2023, Online

Einführung in nichtlineare Schwingungen
10. und 11. Oktober 2023, Frankfurt am Main

Seminarinhalte

1. Tag 10:00 bis 18:00 Uhr

2. Tag 09:00 bis 15:00 Uhr

Grundlagen der Schwingungsmesstechnik

- Einordnung, Darstellung und Kennzeichnung von Schwingungen
- Das Resonanzphänomen: Diskomfort, zerstörerische Kräfte und Momente, aber manchmal auch erwünscht
- Freie und erzwungene Schwingungen
- Was sind Eigenfrequenzen, Eigenformen und modale Dämpfung?
- Beeinflussung von Schwingungen durch Strukturmodifikation, Schwingungsisolierung, Einbau von Tilgern und Verminderung der erregenden Schwingungen

Systemanalyse vs. Strukturanalyse

- Modellvorstellung und Voraussetzungen für die messtechnische Schwingungs- und Systemanalyse
- Vom Einfreiheitsgradschwinger zum Mehrfreiheitsgradschwinger
- Übertragungsfunktion und Transmissibilitäten
- Anregung und Antwortmessung
- Messfehler: Aliasing, Leakage und Picket fences

Vorüberlegungen zur Durchführung der Modalanalyse

- Diskretisierung kontinuierlicher Systeme
- Fourier-Transformation und deren Umsetzung
- Analysator-Einstellungen wie z.B. Frequenzband, Triggering und Länge des Messzeitfensters

++ Gruppenübung: Schwingungsmessung mittels moderner Analysator-Software.

Bestimmung von Übertragungsfunktionen als Grundlage der experimentellen Modalanalyse

- Experimentelle Bestimmung der Übertragungsfunktionen
- Aufbau der Übertragungsfunktionsmatrix
- Bewertung der Messergebnisse
- Einfluss von Nichtlinearitäten: Randbedingungen, Geometrie
- Einfluss von zeitlich veränderlichen Systemeigenschaften

++ Gruppenübung: Experimentelle Bestimmung von Übertragungsfunktionen

Bestimmung der modalen Größen aus Übertragungsfunktionen

- Dämpfungsmodelle wie die Proportionaldämpfung und ein allgemeines Dämpfungsmodell
- Fitverfahren: Peak-Picking und Komplexexponentialfit
- Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

++ Gruppenübung: Bestimmung der Eigenfrequenzen, Eigenformen und der modalen Dämpfung aus den gemessenen Übertragungsfunktionen

Umgang mit nicht-perfekten Bedingungen

- Gestaltung passender Randbedingungen
- Modellierung und Umgang mit Nichtlinearitäten
- Umgang mit Zufallsschwingungen: Schwingungen zeitvarianter Systeme wie Kardangelenke oder Rohrleitungen

Verwendung der experimentell ermittelten modalen Größen

- Simulation erzwungener Schwingungen
- Sensitivitätsanalyse: Wirksamkeit möglicher Strukturveränderungen
- Strukturmodifikation: Auswirkungen von Steifigkeits- und Massenveränderungen

++ Gruppenübung: Durchführung einer Sensitivitätsanalyse und Strukturmodifikation

Behandlung von Schwingungsproblemen mit den Erkenntnissen aus der experimentellen Modalanalyse

- Prinzipielles Model-Updating und Konstruktionsanpassung
- Tilgerauslegung und Schwingungsisolierung
- Identifizierung von Schädigungen
- Grenzen der experimentellen Modalanalyse

++ Gruppenübung: Durchführung eines Model-Updateings



Sie erhalten Antworten auf diese Fragen

1. Welche Methoden zur experimentellen Modalanalyse gibt es?
2. Wie wird eine experimentelle Modalanalyse durchgeführt?
3. Wodurch unterscheiden sich die verschiedenen Curve-Fitting-Verfahren?
4. Was ist der Unterschied zwischen einer Signal- und einer Systemanalyse?
5. Womit kann ein Model-Updating durchgeführt werden?



Seminar:
Modalanalyse verstehen, anwenden und Ergebnisse interpretieren

Jetzt online anmelden
www.vdi-wissensforum.de/
02SE071

Modalanalyse – wissen,
warum und wie Ihr Objekt
schwingt!

VDI Wissensforum GmbH | VDI-Platz 1 | 40468 Düsseldorf | Deutschland

Sie haben noch Fragen?
Kontaktieren Sie uns einfach!

VDI Wissensforum GmbH
Kundenzentrum
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf
Telefon: +49 211 6214-201
Telefax: +49 211 6214-154
E-Mail: wissensforum@vdi.de
www.vdi-wissensforum.de

✓ Ich nehme wie folgt teil (zum Preis p. P. zzgl. MwSt.):

Seminar		
☐ 12. und 13. Juli 2023 Nürtingen (02SE071018)	☐ 26. und 27. Oktober 2023 Frankfurt am Main (02SE071019)	☐ 29. und 30. Januar 2024 München (02SE071020)
EUR 1.890,-	EUR 1.890,-	EUR 1.890,-

www

☐ Ich bin VDI-Mitglied und erhalte **pro Veranstaltungstag EUR 50,- Rabatt** auf die Teilnahmegebühr: VDI-Mitgliedsnummer* _____

*Für den VDI-Mitglieder-Rabatt ist die Angabe der VDI-Mitgliedsnummer erforderlich.

Meine Kontaktdaten:

Nachname _____ Vorname _____

Titel _____ Funktion/Jobtitel _____ Abteilung/Tätigkeitsbereich _____

Firma/Institut _____

Straße/Postfach _____

PLZ, Ort, Land _____

Telefon _____ Mobil _____ E-Mail _____ Fax _____

Abweichende Rechnungsanschrift _____

Datum _____ Unterschrift _____

Teilnehmer mit einer Rechnungsanschrift außerhalb Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz bitten wir, mit Kreditkarte zu zahlen. Bitte melden Sie sich über www.vdi-wissensforum.de an. Auf unserer Webseite werden Ihre Kreditkartendaten verschlüsselt übertragen, um die Sicherheit Ihrer Daten zu gewährleisten.

Die **allgemeinen Geschäftsbedingungen** der VDI Wissensforum GmbH finden Sie im Internet:
www.vdi-wissensforum.de/de/agb/

Veranstaltungsort(e)

Nürtingen: Best Western Plus Hotel Am Schlossberg, Europastraße 13, 72622 Nürtingen, Tel. +49 7022/704-0,
E-Mail: info@schlossberg.bestwestern.de
Frankfurt am Main: Relaxa Hotel Frankfurt am Main, Lurgiallee 2, 60439 Frankfurt am Main, Tel. +49 69/95778-0,
E-Mail: frankfurt.main@relaxa-hotel.de
München: NH München Messe, Eggenfeldener Str. 100, 81929 München, Tel. +49 89/99345-0,
E-Mail: groups.nhmuenchenmesse@nh-hotels.com

Im Veranstaltungshotel steht Ihnen ein begrenztes **Zimmerkontingent** zu Sonderkonditionen zur Verfügung. Bitte buchen Sie Ihr Zimmer frühzeitig per Telefon oder E-Mail direkt bei dem Hotel mit dem Hinweis auf die „VDI-Veranstaltung“. Weitere Hotels in der Nähe des Veranstaltungsortes finden Sie auch über unseren kostenlosen Service von HRS, www.vdi-wissensforum.de/hrs



Leistungen: Im Leistungsumfang ist die Bereitstellung der Veranstaltungsunterlagen enthalten. Bei Präsenzveranstaltungen werden die Pausengetränke und an jedem vollen Veranstaltungstag ein Mittagessen gestellt.

Exklusiv-Angebot: Als Teilnehmer dieser Veranstaltung bieten wir Ihnen eine 3-monatige, kostenfreie VDI-Probenmitgliedschaft an (dieses Angebot gilt ausschließlich bei Neuaufnahme).

Datenschutz: Die VDI Wissensforum GmbH verwendet die von Ihnen angegebene E-Mail-Adresse, um Sie regelmäßig über ähnliche Veranstaltungen der VDI Wissensforum GmbH zu informieren. Wenn Sie zukünftig keine Informationen und Angebote mehr erhalten möchten, können Sie der Verwendung Ihrer Daten zu diesem Zweck jederzeit widersprechen. Nutzen Sie dazu die E-Mail-Adresse wissensforum@vdi.de oder eine andere der oben angegebenen Kontaktmöglichkeiten.

Auf unsere allgemeinen Informationen zur Verwendung Ihrer Daten auf <https://www.vdi-wissensforum.de/datenschutz-print> weisen wir hin. Hiermit bestätige ich die AGBs der VDI Wissensforum GmbH sowie die Richtigkeit der oben angegebenen Daten zur Anmeldung.

Ihre Kontaktdaten haben wir basierend auf Art. 6 Abs. 1 lit. f) DSGVO (berechtigtes Interesse) zu Werbezwecken erhoben. Unser berechtigtes Interesse liegt in der zielgerichteten Auswahl möglicher Interessenten für unsere Veranstaltungen. Mehr Informationen zur Quelle und der Verwendung Ihrer Daten finden Sie hier: www.wissensforum.de/adressquelle

Mit dem FSC® Warenzeichen werden Holzprodukte ausgezeichnet, die aus verantwortungsvoll bewirtschafteten Wäldern stammen, unabhängig zertifiziert nach den strengen Kriterien des Forest Stewardship Council® (FSC). Für den Druck sämtlicher Programme des VDI Wissensforums werden ausschließlich FSC-Papiere verwendet.

