

Seminar

# Grundlagen der Rotordynamik

Von der fachgerechten Konstruktion zum resonanzfreien Betrieb



## Die Top-Themen:

- Wichtiges Grundlagenwissen zu Lagersystemen und deren Eigenschaften
- Einfluss der Dämpfung im Resonanzfall
- Bedeutung von Eigenformen und -frequenzen
- Lateralanalyse und Torsionsanalyse in der Praxis
- Schwingungsphänomene durch Unwucht und Instabilität

## Termine und Orte

- 12. und 13. Juni 2024  
Berlin
- 11. und 12. September 2024  
Hannover
- 22. und 23. Januar 2025  
Düsseldorf

Ihre Seminarleitung  
Dipl.-Ing. Philipp Lücke,  
Ingenieurbüro Philipp Lücke  
– Turbomaschinen & Kraft-  
werkstechnik, Paderborn



## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Durch das Seminar erlangen Sie breite Grundlagenkenntnisse auf dem Gebiet der Rotordynamik. Sie lernen, komplexe Rotoren für die Berechnung in ein rotordynamisches Modell zu überführen. Zudem wird an Praxisbeispielen gezeigt, wie ein System auf Störungen wie z.B. Unwucht oder Fluidkräfte von außen reagiert. Die Interpretation von Berechnungsergebnissen und Diagrammen bilden einen Schwerpunkt des Seminars. Zusätzlich werden Schwingungsphänomene wie Instabilitäten anhand von realen Betriebsmesswerten vorgestellt und diskutiert.**

Die Rotordynamik stellt eine zentrale Schlüsseldisziplin bei der Auslegung komplexer Turbomaschinen wie Verdichtern, Turbinen, Generatoren und Pumpen dar. Nur die exakte Kenntnis rotordynamischer Eigenschaften ermöglicht gleichzeitig höchste Leistungsdichten und einen breiten Betriebsbereich bei gutmütigem Betriebsverhalten.

Ist eine „kritische“ Drehzahl der Maschine gefährlich? Wann ist eine Resonanz kritisch? Kann jede Eigenfrequenz auch angeregt werden? Welches Lager hat die „besten“ Eigenschaften? Welches sind die effektivsten Stellschrauben zur Beeinflussung der Systemeigenschaften? Dies sind nur einige der häufig gestellten und wiederkehrenden Fragen, die Sie nach dem Seminar für sich beantworten können.



### Zielgruppe

- Ingenieure und Fachkräfte aus:
- Entwicklung, Konstruktion, Projektierung
  - Berechnung, Versuch, Simulation
  - Mess- und Prüftechnik
  - Produktion und Qualitätssicherung
  - Betrieb und Instandhaltung

### 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. Philipp Lücke, Ingenieurbüro Philipp Lücke – Turbomaschinen & Kraftwerkstechnik, Paderborn



Herr Dipl.-Ing. Philipp Lücke studierte an der RWTH Aachen Maschinenbau mit der Fachrichtung Turbomaschinen und Strahlantriebe. Die Basis für seine Expertise auf dem Gebiet der Rotordynamik konnte er während der Auslegung und Berechnung komplexer Antriebsdampfturbinen bei der SIEMENS Energy AG,

Duisburg legen. Nach acht Jahren Berufserfahrung im Dampfturbinenbau entschied er sich 2015 für den Schritt in die Selbstständigkeit.

Als unabhängiger Experte im Bereich der Turbomaschinen sowie der Kraftwerkstechnik unterstützt er heute Entwicklungsabteilungen, Hersteller und Betreiber mit seinem Know-How. Rotordynamische Berechnungen zählen dabei genauso zu seinen Aufgaben wie disziplinübergreifendes Troubleshooting. Er leitet zudem Schulungen und hat an der Fachhochschule Bielefeld das Fach Kraft- und Arbeitsmaschinen gelehrt.

### Hinweise

- Für einen optimalen Lernerfolg bringen Sie bitte Beispiele wie z.B. Zeichnungen, Messwerte, beobachtete Phänomene aus Ihren eigenen Unternehmen mit.

### Weitere interessante Veranstaltungen

#### Grundlagen des Körperschalls:

Entstehung – Ausbreitung – Abstrahlung

08. und 09. Juli 2024, Online

30. September und 01. Oktober 2024, Düsseldorf

#### Grundlagen der Wälzlageretechnik

05. und 06. September 2024, Online

04. und 05. Dezember 2024, Freising

#### 16. VDI-Fachtagung Gleit- und Wälzlagerungen

03. und 04. Juni 2025, Schweinfurt

## Seminarinhalte

Präsenz-Seminare:

**1. Tag** 10:00 bis 18:00 Uhr

**2. Tag** 09:00 bis 16:00 Uhr

### Das schwingfähige System

- Theoretische Grundlagen der Schwingungstechnik
  - » Die Bewegungsgleichung
  - » Bedeutung der Terme
- Systemantwort in Frequenz und Amplitude
- Was ist Resonanz und ist Resonanz kritisch?
- Welchen Einfluss hat die Dämpfung?

### Das rotordynamische Modell

- Geometrie des Rotors
- Welchen Einfluss hat der Werkstoff?
- Wie wird die Welle gelagert?
- Die statische Biegelinie – ja, jede Welle „hängt“ durch!
- Einfluss der äußeren Abstützung

### Lagersysteme und deren Eigenschaften

- Gleitlager: Grundlagen, Typen, Eigenschaften
- Wälzlager: Grundlagen, Typen, Eigenschaften
- Steifigkeit und Dämpfung

### Lateralanalyse

- Bedeutung von Eigenformen und -frequenzen
- Die Critical-Speed-Map
  - » Einfluss der Lagersteifigkeit
  - » „Einordnung“ des Systems
- Das Campbell-Diagramm
  - » Verlauf der Eigenmoden
  - » Mögliche Resonanzstellen
  - » Resonanzabstand
- Anregung durch Unwucht
- Bewertung von Ergebnissen
  - » Amplitudenverlauf/Verstärkungsfunktion/Resonanzabstand

### Störgrößen der Rotordynamik

- Unwucht: Wuchtgüte/Lagerkräfte/Betriebswuchten
- Zusätzliche Kräfte (Fluidkräfte oder Verzahnungskräfte) auf das System
- Toleranzen in der Fertigung

Online-Seminare:

**1. Tag** 09:00 bis 17:00 Uhr

**2. Tag** 09:00 bis 16:00 Uhr

### Schwingungsphänomene im Betrieb

- Drehfrequente Schwingungen
- Subsynchroner Schwingungen
- Instabilitäten

### Thermische Instabilität

- Hot-Spot – was ist das?
- Grundlagen des Phänomens
  - » Entstehung/Unterkritischer Lauf/Überkritischer Lauf
- Konkrete Maßnahmen zur Behebung

### Torsionsanalyse

- Grundlagen und Bedeutung der Torsionsanalyse am Beispiel eines Turbosatzes
- Modellbildung eines 3-Massen-Schwingers
- Bewertung von Ergebnissen
  - » Campbell Diagramm
  - » Drehzahlharmonische und Netzfrequenz
  - » Resonanzabstand



### Sie erhalten Antworten auf diese Fragen

1. Wie ermittle ich die Eigenfrequenzen meines rotordynamischen Systems?
2. Wie lässt sich mein System in Hinblick auf das Betriebsverhalten optimieren?
3. Habe ich beim Maschinendesign alle Einflussfaktoren berücksichtigt?
4. Wie interpretiere ich die Berechnungsergebnisse meines Lieferanten?
5. Wie lese ich die Betriebsmesswerte meiner Anlage im Hinblick auf rotordynamische Phänomene?



Seminar:  
**Grundlagen der Rotordynamik**

**Jetzt online anmelden**  
www.vdi-wissensforum.de/  
025E067



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		
<input type="checkbox"/> <b>12. und 13. Juni 2024</b> <b>Berlin</b> (025E067019)	<input type="checkbox"/> <b>11. und 12. September 2024</b> <b>Hannover</b> (025E067020)	<input type="checkbox"/> <b>22. und 23. Januar 2025</b> <b>Düsseldorf</b> (025E067021)
EUR 2.090,-	EUR 2.090,-	EUR 2.090,-

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](http://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/](http://www.vdi-wissensforum.de/de/agb/)

**Veranstaltungsort(e)**

**Berlin:** Holiday Inn Berlin City West, Rohrdamm 80, 13629 Berlin, Tel. +49 30/38389-0,  
E-Mail: [info.ber03@gchhotelgroup.com](mailto:info.ber03@gchhotelgroup.com)

**Hannover:** Mercure Hotel Hannover City, Willy-Brandt-Allee 3, 30169 Hannover, Tel. +49 511/8008-0,  
E-Mail: [h1016@accor.com](mailto:h1016@accor.com)

**Düsseldorf:** Novotel Düsseldorf City West, Niederkasseler Lohweg 179, 40547 Düsseldorf, Tel. +49 211/52060-0,  
E-Mail: [h3279@accor.com](mailto:h3279@accor.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](http://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](mailto: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](http://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.

