

Seminar

# Reibungs- und verschleißgerechte Konstruktion in der Praxis

Konkrete Hinweise für den Verschleißschutz im modernen Maschinenbau



## Die Top-Themen:

- **Die wichtigsten Verschleißmechanismen, ihre Einflussgrößen sowie Wechselwirkungen zwischen Bauteilen und Umgebung**
- **Optimale Gestaltung von verschleißbeanspruchten Systemen nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten**
- **Kriterien für die Auswahl zwischen Vollmaterial und Beschichtungen**
- **Richtlinien und Kriterien für die Schmierstoffauswahl**
- **Wirtschaftlichkeit von Verschleißschutzmaßnahmen abschätzen**

## Termine und Orte

- 27. und 28. Juni 2023  
Nürtingen bei Stuttgart
- 12. und 13. September 2023  
Freising bei München
- 16. und 17. Januar 2024  
Frankfurt am Main

Inklusive Workshop mit Bearbeitung von praktischen Fällen aus dem Teilnehmerkreis

🎓 Dieses Seminar ist auch Wahlpflichtmodul des Zertifikatslehrgangs „Versuchingenieur\*in VDI“

**Ihre Seminarleitung**  
Dr.-Ing. Marc Borel,  
Borelmat GmbH, Winterthur

## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**In diesem Seminar werden praktische Regeln und Hilfsmittel vermittelt, die Konstrukteuren einen optimalen Umgang mit Reibung und Verschleiß erlauben. In einem halbtägigen Workshop wird das Erlernte direkt in die Praxis umgesetzt.**

Im Detail erfahren Sie, wie sich Maschinenteile berühren und dabei Reibung und Verschleiß entstehen. Sie lernen die wichtigsten Verschleißmechanismen kennen und ihre Auftrittswahrscheinlichkeit abzuschätzen.

Nach dem Seminar wissen Sie, unter welchen Bedingungen ein erhöhter Verschleiß auftreten kann und durch welche Maßnahmen dies verhindert wird. Sie kennen die wichtigsten Industrielösungen gegen Reibung und Verschleiß:

- Verschleißfeste Werkstoffe (Metall, Kunststoff und Keramik)
- Beschichtungen
- Schmierstoffe

Sie können die Wirtschaftlichkeit von Verschleißschutzmaßnahmen in Konkretefällen abschätzen und verstehen die Ursachen von klassischen Schadensfällen. Daraus können Sie konkrete Gegenmaßnahmen bzw. Maßnahmen für Service und Unterhalt ableiten.



### Weitere interessante Veranstaltungen

#### Korrosion verstehen und wirksam verhindern - Grundseminar

23. und 24. Oktober 2023, Nürtingen

30. und 31. Januar 2024, Düsseldorf



### Zertifikatslehrgang

**Dieses Seminar ist auch ein Wahlpflicht-Modul des Zertifikatslehrgangs „Versuchingenieur\*in VDI“**

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge](http://www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge)

Sie wünschen eine persönliche Beratung?

Bitte wenden Sie sich an

unser Team der Zertifikatslehrgänge

Tel.: +49 211 6214-123, E-Mail: [lehrgaenge@vdi.de](mailto:lehrgaenge@vdi.de)

### Veranstaltungsdokumentation

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



### Seminarleitung

**Dr.-Ing. Marc Borel**, Inhaber, Borelmat GmbH, Engineering Services, Winterthur, Schweiz



Herr Dr. Borel hat Maschinenbau und Werkstofftechnik an der ETH Lausanne studiert und seine Dissertation im Bereich der verschleißfesten Gusswerkstoffe für Grossdieselmotoren angefertigt. Anschließend sammelte er langjährige Industrieerfahrung bei international tätigen Firmen als Werkstoff- und Konstruktionsberater, Projektleiter und Manager. Heute ist er selbständig als Werkstoff- und Konstruktionsberater sowie Seminarleiter tätig.



### Warum Sie dieses Seminar besuchen sollten

1. Trotz Verschleiß können Sie die Lebensdauer und Zuverlässigkeit Ihrer Maschinenelemente erhöhen
2. Sie wissen, wann Verschleißteile unumgänglich sind
3. Vorstellung von Lösungen für den modernen Verschleißschutz wie Hartstoffe, Beschichtungen und Kunststoffe
4. Sie erkennen den Zusammenhang von Verschleiß und Reibung aus praktischer Sicht
5. Eine praxisnahe Einführung in die moderne Schmierstoffwelt



### Zielgruppe

- Fach- und Führungskräfte aus der Konstruktion
- Mitarbeiter aus der Qualitätssicherung und Schadensanalyse
- Instandhalter, Betriebsingenieure
- Mitarbeiter aus dem Service



### 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](mailto:inhouse@vdi.de)

**Herr Heinz Küsters**



Tel.: +49 211 6214-278, E-Mail: [kuesters@vdi.de](mailto:kuesters@vdi.de)

## Seminarinhalte

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

**2. Tag** 08:30 bis ca. 15:30 Uhr

### Physikalische und chemische Ereignisse an den Kontaktstellen zwischen Maschinenteilen

- Aufbau lokaler Spannungen während des Kontaktes zwischen Maschinenteilen
- Verwendung der Begriffe Flächenpressung und herzsche Pressung
- Was geschieht physikalisch und chemisch wenn Maschinenteile unter Druck aufeinander gleiten?
- Warum können die Reibungskoeffizienten je nach Werkstoffpaarung und Schmierung so stark unterschiedlich sein?
- Reibung und Verschleiß (ein notwendiges Übel): Nutzen und Schaden im Vergleich

### Die wichtigsten Verschleißmechanismen und deren typischen Erscheinungsformen

- Abrasion: Unter welchen Betriebsbedingungen muss mit abrasivem Verschleiß gerechnet werden?
  - » Unterschied zwischen 2-Körper- und 3-Körper-Abrasion
  - » Mit welchen konstruktiven Maßnahmen kann abrasiver Verschleiß verhindert werden?
  - » Übergang zwischen mildem und starkem abrasivem Verschleiß in Abhängigkeit der Härteverhältnisse
  - » Wie kann ein abrasionbeständiges Maschinenteil kosteneffizient dargestellt werden?
- Erosion: Welche Betriebsbedingungen führen zu erosivem Verschleiß?
  - » Ab welcher Geschwindigkeit wird Erosion wirklich gefährlich?
  - » Bedingungen, bei denen weiche Werkstoffe beständiger als harte Oberflächen sind.
  - » Kavitation: Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten kann sie ganze Maschinenteile ruinieren
- Tribokorrosion: Tribooxidation, Fretting, Geschmierte Kontakte
- Zerrüttung: Oberflächenermüdung
- Adhäsion: Wenn Oberflächen sich zu fest „mögen“

### Eigenschaften und Auslegung von Tribosystemen

- Bestandteile eines tribologischen Systems: Werkstoffpaarung, Sauerstoff, Schmierstoff, Beschichtungen
- Parameter des tribologischen Systems: Geschwindigkeit, Druck, Temperatur
- Vorgehen für die Auslegung eines Tribosystems
- Tribologische Prüfmethoden

### Die wichtigsten Schmierstoffe und Additive im Maschinenbau

- Mineralöle, synthetische Schmierstoffe
- Extreme-Pressure-Additive (EP-Additive), andere Zusätze
- Fette

### Auslegung von Tribosystemen in der Praxis

- Bestimmung der Parameter
- Auswahl der Werkstoffpaarung mit oder ohne Beschichtung
- Wahl des Schmiermediums und -mediums

### Vorstellung von Industriebeispielen

- Vorstellung wichtiger industrieller Verschleißschutzmethoden: Konstruktion, Werkstoffe, Beschichtungen und Schmierstoffe
- Tribologische Schadenfälle aus verschiedenen Industrien: Auswirkungen und Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung

### Praktische Hinweise für Service und Unterhalt

- Periodischer Unterhalt
  - » Unterscheidung zwischen planbaren und abnormalen Verschleiß
  - » Maßnahmen gegen abnormalen Verschleiß
  - » TBO (Time Between Overhaul)
- Umgang mit Verschleißteilen
  - » Nutzen von Ersatzteillisten
  - » Konzept für die Lagerhaltung von Ersatzteilen
- Möglichkeiten zur Ferndiagnose
  - » Methoden der automatisierten Erfassung („monitoring“) von Reibung und Verschleiß
  - » Moderne Tools für die Ferndiagnose

### ++ Workshop: Bearbeitung von praktischen Fällen aus dem Teilnehmerkreis

Am Nachmittag findet ein Workshop zur Bearbeitung von praktischen Fällen aus dem Teilnehmerkreis statt. Für diesen Workshop können Sie eigene praktische Fälle, wie z.B. eine Neuentwicklung, eine Umkonstruktion oder ein Problemfall, mitbringen. Die Beispiele können entweder in Form von Plänen (USB-Stick, Papier), als konkretes Bauteil oder per Handskizze vorgestellt werden.



Seminar:  
**Reibungs- und verschleißgerechte Konstruktion in der Praxis**

Jetzt online anmelden  
www.vdi-wissensforum.de/  
02SE338



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>27. und 28. Juni 2023</b> <b>Nürtingen bei Stuttgart</b> (02SE338019)	<input type="checkbox"/> <b>12. und 13. September 2023</b> <b>Freising bei München</b> (02SE338020)	<input type="checkbox"/> <b>16. und 17. Januar 2024</b> <b>Frankfurt am Main</b> (02SE338021)
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](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)**

**Nürtingen:** Best Western Plus Hotel Am Schlossberg, Europastraße 13, 72622 Nürtingen, Tel. +49 7022/704-0,

E-Mail: [info@schlossberg.bestwestern.de](mailto:info@schlossberg.bestwestern.de)

**Freising:** Mercure Hotel München Freising Airport, Dr.-von-Daller-Str. 1-3, 85356 Freising, Tel. +49 8161/532-0,

E-Mail: [ha0q8-sb@accor.com](mailto:ha0q8-sb@accor.com)

**Frankfurt am Main:** Lindner Congress Hotel Frankfurt, Bolongarostr. 100, 65929 Frankfurt, Tel. +49 69/33002-00,

E-Mail: [tagungen.frankfurt@lindner.de](mailto:tagungen.frankfurt@lindner.de)

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.

