



## 7. VDI-Fachtagung

# Schraubenverbindungen 2022

Berechnung, Gestaltung, Montage, Anwendung

## Die Top-Themen:

- **Montageverfahren: Möglichkeiten und Grenzen**
- **Simulation von Ein- und Mehrschraubenverbindungen**
- **Analytische Auslegungsansätze für Schraubenverbindungen**
- **Einflüsse auf die Vorspannkraft und Anziehungsfaktor  $\alpha_A$**
- **Oberflächen vor dem Hintergrund der Korrosion und Reibung**
- **Anforderungen an elektrisch leitende Verbindungen**
- **Versagensmechanismen und Schadensfälle**

### Tagungsleitung

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke**, Professur für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences & Vorsitzender des VDI Fachausschusses „VDI 2230“

### + buchbarer Spezialtag

Montageverfahren – Grundlagen, Montagesysteme, Prozessanalyse

### + Fach- und Posterausstellung

### + gemeinsame Get-together

## Hören Sie Vortragende von:

AFS Advanced Fastening Solutions | CADFEM (Suisse) | Competitive Strategy | DriveConcepts | F. Reyher Nchfg. | Ford Werke | Frankfurt University of Applied Sciences | Fraunhofer LBF | Fraunhofer IGP | HEICO Befestigungstechnik | Hochschule Offenburg | Hochschule Wismar | HYTORC-Seis | Ingenieurbüro Andreas Hanke | ITH Schraubtechnik | KAMAX Automotive | Liebherr-Werk Nenzing | MAN Truck & Bus | REC Engineering | SCS Concept Group | TU Clausthal | TU Darmstadt | TU Dresden | teckentrup | TU Bergakademie Freiberg | Universität Siegen | VEM Sachsenwerk | Voith Hydro Holding | Volkswagen Nutzfahrzeuge | Westsächsischen Hochschule Zwickau | ZF Wind Power Antwerpen



## 1. Veranstaltungstag Dienstag, 08. November 2022

08:30 Registrierung

09:30 Begrüßung und Eröffnung

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke, Frankfurt University of Applied Sciences & Vorsitzender des VDI Fachausschusses VDI 2230



### Plenarsession

09:45 **Beurteilung der Schwingfestigkeit von Schrauben großer Durchmesser im Maschinen- und Anlagenbau unter Berücksichtigung von Herstellungs- und Randschichteinflüssen**

- Systematische Untersuchungen an Schraube-Mutter-Verbindungen mit repräsentativ wachsenden Abmessungen (bis M64)
- Einfluss der Feuerverzinkung und des Zink-Lamellen-Überzuges auf schlussgewalzte Schraubgewinde großer Abmessungen
- Neubewertung des Größeneinflusses insbesondere für feuerverzinkte HV-Garnituren

**Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke**, Schweißfachingenieur (SFI, IWE), Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Bereich Maschinenbau/Verfahrens- und Umwelttechnik, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, University of Business, Technology and Design, Hochschule Wismar; Dr.-Ing. Christian Denkert, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, wiss. Mitarb., stellver. Gruppenleiter, Fachexperte Schienen- und Fahrzeugbau, Dr.-Ing. Mathias Schwarz, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, wiss. Mitarb., Mechanische Verbindungstechnik, Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, Rostock

10:15 **Zwei Helfer für die Konstruktion – wie verschiedene Drehmoment/Drehwinkel-Analyseverfahren der Konstruktion pragmatisch helfen können**

- Hintergründe und Voraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens
- Differenzierung zwischen Schraubfallanalytik, Werkzeugjustage und Prozessfähigkeitsuntersuchung
- Aktuelle Herausforderungen und Normungsaktivitäten: Messgeräteeignung, prozessuale und technische Voraussetzungen

**Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Director Technical Compliance, SCS Concept Group, Loiching/Kronwieden

10:45 **Kaffeepause mit Besuch der Fach- und Posterausstellung**

#### Fortsetzung zweizügig



#### Montageverfahren

**Moderation: Dipl.-Ing. Frank Hohmann**, ITH GmbH & Co. KG Schraubtechnik



#### Numerische Berechnung/FEM

**Moderation: Dipl.-Ing Lutz Winter**, thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH

11:15 **Chancen und Grenzen eines hybriden Schraubverfahrens**

- Temporäre Reibungsreduktion während des Verschraubungsprozess zur Senkung des nötigen Anzugsdrehmoments bei gleich hoher Vorspannkraft
- Schwingungsüberlagerte Schraubenmontage
- Energetische Bilanzierung: Wirkungsgradanalyse vom Werkzeug bis zur Schraubstelle, bzw. Analyse von Teilsystemen

**Dipl.-Ing. Anmar Dawood**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Qualitätsingenieur, Dipl.-Ing. Marcel Merten, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Qualitätsingenieur, Verschraubungstechnik, Physikalisches Labor, Volkswagen Nutzfahrzeuge AG, Hannover

**Neue Modellklasse IIIb: Modellierung einer Schraube als Solid mit einem vereinfachten Ersatzgewinde**

- Neue Modellklasse IIIb für FE Berechnung von Schrauben
- Vereinfachte Modellierung des Gewindes ermöglicht eine sehr schnelle und stabile Berechnung
- Lösung für Spezialschrauben oder Sonderanwendungen, die bisher Modellklasse IV benötigten

**Dipl.-Ing. (FH) Jens Holloch**, Planungsingenieur, Produktionseinheit Motoren, MAN Truck & Bus SE, Nürnberg

11:45 **Anzugsverfahren zur optimalen Ausnutzung der Dehngrenzverhältnisse ultrahochfester Schrauben im Einfach- und Mehrfachanzug zur optimalen Nutzung des Leichtbaupotenzials**

- Dehngrenzverhältnisse an Schrauben und Einflüsse darauf
- Auswirkungen des Dehngrenzverhältnisses auf Anzugsverfahren
- Leichtbaupotential von ultrahochfesten Schrauben mit besonders hohem Dehngrenzverhältnis

**Dipl.-Ing. Uwe Merschrod**, Development Engineer- Product Engineering, Technology- Product and Process Development, Dipl.-Ing. Horst Dieterle, Director Product & Process Development, KAMAX Automotive GmbH, Homberg /Ohm

**Einfluss von KI-Methoden und Modellierungssystemen auf praxisrelevante Schraubennachweise**

- Numerische Ermittlung des Kräfteinleitungsfaktors und der Exzentrizität des Kraftangriffes
- Verknüpfung numerischer und analytischer Berechnung mit Hilfe von KI-Netzen
- KI-Methoden zur Ermittlung belastungsoptimierter Schraubenfelder

**Dipl.-Ing. Jan Hebig**, Projekt- und Entwicklungsingenieur, DriveConcepts GmbH, Dresden

12:15 **Das streckgrenzgesteuerte Anziehen im Großmaschinenbau: Wieso wird dieses Verfahren, trotz enormer Vorteile, nur selten eingesetzt?**

- Wie erkennt das Werkzeug die Streckgrenze der Schraube?
- Welche Vor- und Nachteile ergeben sich daraus für die Praxis: Maximal erreichbare Vorspannkraft; Anziehungsfaktor; Fehlerpotenzial für niO Verschraubungen
- Beispiele von M16 bis M80: Einfluss der Verbindungselemente; Einfluss der Oberflächen; Einfluss der Reibung

**Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Oehms**, Technischer Leiter, Prokurist, HYTORC-Seis GmbH, Dörth

**Einfluss typischer numerischer Modellierungsansätze auf die Auslegung von Mehrschraubenverbindungen**

- Numerische Modellierungsansätze mit Volumen- und Linienkörper (Ansätze nach Modellklasse III und Modellklasse II)
- Unterschiedliche Modellierungsarten bei Balkenverbindungen: einzelner Linienkörper, zusammengesetzte Linienkörper und Anschlussposition
- Beispiel einer exzentrisch belasteten Schraubenverbindung

**Dario Rüegg, M. Sc.**, Simulationsingenieur, Engineering Services, Vincent Constantin, M. Sc., Product Manager, CADFEM (Suisse) AG, Aadorf, Schweiz; Dipl.-Ing. Markus Meingast, Leiter Technik, CADFEM Germany GmbH, Grafing bei München

12:45 **Mittagspause mit Besuch der Fach- und Posterausstellung**



### Vorspannkraftverlust

**Moderation:** Prof. Dr.-Ing. Norbert Schneider, Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences

#### 14:15 Kurz- und langfristige Vorspannkraftstabilität bei Schraubenverbindungen – Verhalten und Vorhersage

- Vorspannkraftstabilität: Vorstellung experimenteller Versuchsergebnisse
- Relaxationsverluste: Setzkraftverluste als Teil der VDI 2230, Lastplastifizieren, Kriechen
- Rauheitsänderungen: Tastschnitt-Untersuchungen der Oberflächenrauheiten und Einordnung in Abhängigkeit der Flächenpressungsverteilung

**Tobias Held, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Dipl.-Wirt.-Ing. Jens Peth, wiss. Mitarb., Prof. Dr.-Ing. Christoph Friedrich, Lehrstuhlinhaber, Lehrstuhl für Maschinenelemente, Verbindungstechnik und Produktinnovation, Institut für Konstruktion, Fakultät IV, Department Maschinenbau, Universität Siegen

#### 14:45 Organische Korrosionsschutzsysteme in Schraubenverbindungen – Einfluss auf das Vorspannkraftverhalten

- Stand Normen und Richtlinien, Risiko durchgängiger Beschichtung
- Setzbeträge und Vorspannkraftverluste organischer Beschichtungen
- Verschraubung lackierter Bauteile: Einsatzmöglichkeiten, Grenzen, Empfehlungen

**Klaus Rappenecker, M. Sc.**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, wiss. Mitarb., Prof. Dipl.-Ing. Alfred Isele, Leiter Forschungsgruppe Schraubenverbindungen, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hochschule Offenburg

#### 15:15 Klemmkraftverlust durch plastische Verformungen infolge Biegebeanspruchung

- Thermische Dehnungen, die zur Biegebeanspruchung der Schraube führen
- Biegespannungen überschreiten die Fließgrenze der Schraube
- Prognose des Klemmkraftverlustes durch plastische Verformung bei Biegung

**Dr.-Ing. Kai Neikes**, Entwicklungsingenieur, VEM Sachsenwerk GmbH, Dresden

#### 15:45 Vorspannkraftrelaxation – Vorhersage und praktische Anwendung bei Leichtbauwerkstoffen

- Theorie und Einzelbeiträge der Vorspannkraftrelaxation
- Neuartiger Berechnungsansatz mit einfacher Parameterbestimmung und Übertragbarkeit
- Praxisbeispiel mit Berechnungssoftware Screw-Designer Professional

**Dr.-Ing. Hendrik Hubbertz**, Geschäftsführer, AFS Advanced Fastening Solutions GmbH, Freudenberg, Prof. Dr.-Ing. Christoph Friedrich, Lehrstuhlinhaber, Lehrstuhl für Maschinenelemente, Verbindungstechnik und Produktinnovation, Institut für Konstruktion, Fakultät IV, Department Maschinenbau, Universität Siegen

#### 16:15 Kaffeepause mit Besuch der Fach- und Posterausstellung



### Elektrisch leitende Verbindungen

**Moderation:** Prof. Dr.-Ing. Hugo Bubenhagen, Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences

#### 16:45 Auslegungskriterien für stromführende Schraubenverbindungen

- Schritte zur Auslegung: Verbindungslänge, Montageparameter, Bewertungsgrößen
- Gestalten der Kontaktfläche der Kontaktpartner: Wirkung von Beschichtungen, makroskopischen Strukturieren oder dem Einsatz von Kontaktelementen
- Langzeitverhalten, Alterung und Lebensdauer stromführender Schraubenverbindungen

**PD Dr.-Ing. habil. Stephan Schlegel**, Kommissarischer Leiter der Professur, Professur für Hochspannungs- und Hochstromtechnik, Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, TU Dresden



### Auslegung von Mehrschraubenverbindungen

**Moderation:** Dipl.-Ing. (FH) Jens Holloch, MAN Truck & Bus SE

#### Berechnung von stirnseitigen Mehrschraubenverbindungen am Beispiel eines dynamisch beanspruchten Freilaufs

- Numerische und experimentelle Analyse der Übertragbarkeit
- Betrachtung der Mikroschlupfvorgänge bei dynamischer Beanspruchung
- Berechnungsvorschlag zur Berücksichtigung des Mikroschlupfs und der Belastungssituation im Freilauf

**Niklas Klügel, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Lehrstuhl für Maschinenelemente und Konstruktionslehre, Prof. Dr.-Ing. Armin Lohrengel, Professur Maschinenelemente und Konstruktionslehre, Institutsdirektor, Fritz-Süchting-Institut für Maschinenwesen, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

#### Auslegung und Validierung einer Schraubverbindung für eine Kegelrollenlagerung eines Multi Megawatt Windtriebtes

- Erstauslegung gemäß VDI 2230-1 und -2 sowie numerische Nachrechnung
- Risikoanalyse (FMEA) und Sensitivitätsanalyse einzelner Einflüsse, Validierung Montageprozesse
- Design-Validierung auf dem Getriebeprüfstand mittels DMS Messtechnik

**Dr.-Ing. Dirk Strasser**, Senior Expert Gearbox & Innovation, R&D Wind Power Gearboxes, Daniel Janßen, B. Eng., M. Sc., Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Prozessingenieur Verschraubungstechnik, ZF Wind Power Antwerpen, Witten

#### Steigerung der übertragbaren Lasten der Drehkranzverschraubung einer Baumaschine durch eine neuartige Anordnung der Schrauben

- Höhere Lastübertragung durch engere Anordnung der Schrauben, bei axial versetzten Werkzeugeingriffen
- Ermittlung der Schraubenzusatzkräfte mittels Starrkörpermechanik und FE-Simulationen
- Experimentelle Bestimmung der Steifigkeiten der Verschraubungskomponenten

**Timo Roth, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Prof. Dr.-Ing. Matthias Kröger, Professur für Maschinenelemente, Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung, TU Bergakademie Freiberg; Dr.-Ing. Albrecht Kleibl, Leiter Konstruktion, ABI Maschinenfabrik und Vertriebsgesellschaft mbH, Niedernberg

#### Spannungsamplituden in den Schrauben dynamisch gestauchter Bauteile

- Dynamische Beanspruchung von Schrauben
- Entlastung der Schrauben durch Stauchung der Druckkörper
- Biegung aus lateralen Schwingungen der langen Schrauben

**Dipl.-Ing. Axel Burkhardt**, Entwicklungsingenieur, Produktentwicklung Strukturanalyse, Dipl.-Ing. Bertram Peer, Abteilungsleiter, Dipl.-Ing. Xabier Gaztanaga Galarraga, Berechnungsingenieur, Liebherr-Werk Nenzing GmbH, Nenzing, Österreich



### Analytische Lösungsansätze

**Moderation:** Prof. Dr.-Ing. Willfried Lori, Westsächsischen Hochschule Zwickau, University of Applied Sciences

#### Analytischer Ansatz zur Berechnung der effektiv belasteten Kontaktfläche und der gemittelten Flächenpressung unter innentragendem Schraubenkopf unter Einsatz der Finite-Elemente-Methode

- Stahl-Außensechskantschraube mit innentragendem Schirmungswinkel an Kopfauflage
- Verschraubung von Aluminium- und Stahlbauteilen (Platte)
- Werkstoffabhängiger Berechnungsansatz für dünnwandige Platte

**Dipl.-Ing. Andreas Kempf**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, ehemals wiss. Mitarb., Dr.-Ing. Marcus Klein, Leiter, Kompetenzbereich Bauteilfestigkeit, Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner, Leitung, Fachgebiet und Institut, für Werkstoffkunde (IfW), Zentrum für Konstruktionswerkstoffe, Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA), TU Darmstadt

**17:15 Elektrische Kontaktverschraubung bei Hochvoltanwendungen sicher qualifizieren und validieren**

- Verschraubung auslegen: Einflussfaktoren erkennen, Validierungsstufen definieren, Drehmoment, Drehwinkel, Vorspannkraft, Übergangswiderstand
- Messung von Übergangswiderständen: Prüfstand, Messtechnik, Durchführung
- Bestimmung von optimierten Montageparameter: Auslegung der Montagestrategie

**Dipl.-Ing. Bernhard Reck**, Geschäftsführer, REC® solutions in fastening technology, REC Engineering GmbH, Breidenbach

**Beitrag zu einem analytischen Berechnungsmodell querkraftbeanspruchter Schraubverbindungen mit Langlöchern**

- Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss der Lochgeometrie auf die Gleitkraft
  - Numerische Parameterstudie zu Plattennachgiebigkeit
  - Maßnahmen zur Steigerung der: Zwischenbleche, massive Scheiben
- Dipl.-Ing. Maik Dörre**, Schraubfachingenieur (DSV)®, Gruppenleiter mechanische Verbindungstechnik, Fritz Wegener, M. Sc, wiss. Mitarb., Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, Rostock; Prof. Dr.-Ing. Ralf Glienke, Schweißfachingenieur (SFI, IWE), Schraubfachingenieur (DSV)®, Bereich Maschinenbau / Verfahrens- und Umwelttechnik, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, University of Business, Technology and Design, Hochschule Wismar

**17:45 Effektive Sicherung elektrischer Kontaktverschraubungen**

- Wesentliche Funktionskriterien einer elektrischen Kontaktverschraubung: Kontaktdruck; gleichbleibend niedriger elektrischer Widerstand; Elastische Verbindung
- Verfahren zur Überprüfung der Funktionssicherheit elektrischer Schraubenverbindungen: Reibbeiwertuntersuchung; Restfederkraftmessung; Vibrationsprüfung
- Empfehlungen für die effektive Sicherung elektrischer Verschraubungen: Definiertes Anziehdrehmoment; Kompensation von Kriech- und Setzerscheinungen sowie thermischer Expansion; Schonung der weichen Gegenlagen

**Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Thomas Volborth**, Geschäftsführer, Fabian Stumpf, M. Sc., Leitung Produktentwicklung, Matthias Hassel, B. Eng., Produktmanager, teckentrup GmbH + Co KG, Herscheid

**Berechnung der Mindesteinschraubtiefe von Schraubenverbindungen mit gefurcetem Mutterngewinde**

- Auszugversuche für verschiedene Gewindetypen und Vorlochdurchmesser
- Erweiterter Festigkeitsnachweis durch Berücksichtigung von Querkraft und Biegung
- Bewertung der Mindesteinschraubtiefe in Abhängigkeit der Gewindeausformung

**Dr.-Ing. Fabian Kraemer**, Schraubfachingenieur (DSV)®, wiss. Mitarb., Dr.-Ing. Marcus Klein, Schraubfachingenieur (DSV)®, Kompetenzbereichsleiter, Bauteilfestigkeit, Prof. Dr.-Ing. Matthias Oechsner, Leitung, Fachgebiet und Institut, für Werkstoffkunde (IFW), Zentrum für Konstruktionswerkstoffe, Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA), TU Darmstadt

ab  
18:15 **Get-together**

Zum Ausklang des ersten Veranstaltungstages lädt Sie das VDI Wissensforum zu einem Get-together ein. Nutzen Sie die entspannte Atmosphäre, um Ihr Netzwerk zu erweitern und mit anderen Teilnehmern und Referenten vertiefende Gespräche zu führen.



**Posterausstellung**

**P1 Berechnung und Validierung miniaturisierter Verschlusschrauben für Hydraulikanwendungen**

**Dr.-Ing. Johannes Gattinger**, Projektleiter, WEBER-HYDRAULIK GmbH, Wörth a. d. Isar

**P2 Spanschrauben in kreuzverzahnten Flanschverbindungen**

**Dipl.-Ing. Hans Härtel**, wiss. Mitarb., Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion, Lehrstuhl Maschinenelemente, TU Dresden

**P3 Experimentelle Untersuchungen zum Tragverhalten von Schrauben und Schließringbolzensystemen unter kombinierter Axial- und Querkraftbelastung**

**Alexander Holch, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Mechanische Verbindungstechnik, Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, Rostock

**P4 Ein selbstlernender Tangential-Schlagschrauber-Regelalgorithmus zur Reduktion der Vorspannkraftstreuung**

**Tobias Kretschmer, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Forschungsgruppe Mechatronische Maschinenelemente und Systemzuverlässigkeit, IPEK – Institut für Produktentwicklung, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

**P5 Beitrag zur automatischen Klassifizierung einer Schraubenverbindung entsprechend der VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 und Blatt 2 mittels Maschinellen Lernens**

**Prof. Dr.-Ing. Udo Petersen**, Professur für Konstruktion, Maschinenelemente und Produktentwicklung, Fakultät Maschinenbau, Hochschule Kempten

**P6 Einsatz der Lochformungstechnologie zur Steigerung der Festigkeit von Verbindungen mit gewindeformenden Schrauben in faserverstärkten Thermoplastbauteilen**

**Dipl.-Ing. Martin Pohl**, wiss. Mitarb., Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, TU Dresden

**P7 Gewindegenerierung in additiv gefertigten Aluminiumbauteilen**

**Dipl.-Ing. André Röhr**, Schraubfachingenieur (DSV)®, Teamleiter Anwendungstechnik, Böllhoff GmbH, Bielefeld

**P8 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit exzentrisch belasteter Schraubenverbindungen in Flanschverbindungen von Windenergieanlagen**

**Dr.-Ing. Mathias Schwarz**, Schraubfachingenieur (DSV)®, wiss. Mitarb., Mechanische Verbindungstechnik, Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, Rostock



## 2. Veranstaltungstag

Mittwoch, 09. November 2022



### Anziehungsfaktor

Moderation: **Dr.-Ing. Harald Lange**, MT Aerospace AG

#### 08:30 Bedeutung und Berechnung des Anziehungsfaktors für die Auslegung von Schraubenverbindungen

- Stellung, Bedeutung und Ermittlung des Anziehungsfaktors  $\alpha_A$
- Streuung der Montagevorspannkraft: Ursachen und Einflüsse
- Näherungsberechnungen für elastisches und überelastisches Anziehen

**Prof. Dr.-Ing. Willfried Lori**, Forschungs- und Transferzentrum an der Westsächsischen Hochschule Zwickau, University of Applied Sciences

#### 09:00 Numerische Untersuchungen zur Festlegung der statistischen Parameter für die Abschätzung des Anziehungsfaktors $\alpha_A$ aus Versuchen

- Untersuchung auf Basis von simulierten Daten
- Vorschlag für die einheitliche Gestaltung und Auswertung von Anziehversuchen
- Untersuchungen für die VDI 2230/3

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke**, Professur für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences; Dipl.-Ing Lutz Winter, Engineering Development, Product Engineering Bearings, thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH, Lippstadt; Dipl.-Ing. Norbert Schneider, Technischer Leiter Vorspannsysteme, HEICO Befestigungstechnik GmbH, Ense-Niederense

#### 09:30 Einflussfaktoren auf das präzise Vorspannen von großen Schraubenverbindungen ab M30

- Drehwinkelgesteuertes Anziehen im Vergleich zum hydraulischen reibungs- und torsionsfreien Anziehen: Einflussfaktoren auf die erzielbare Montagevorspannkraft FM und Anziehungsfaktor  $\alpha_A$
- Steuer- und Kontrollgrößen beim hydraulischen reibungs- und torsionsfreien Anziehen
- Bestätigung der wartungsfreien Schraubenverbindung durch Feldversuche

**Dipl.-Ing. Frank Hohmann**, Geschäftsführung, ITH GmbH & Co. KG Schraubtechnik, Meschede

#### 10:00 Kaffeepause mit Besuch der Fachaussstellung



### Montagevorspannkraft: Einflüsse und Überprüfung

Moderation: **Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, SCS Concept Group

#### 10:30 Reibungszahlen in der automobilen Praxis

- Reibwertmessungen an realen Bauteilen und unterschiedlichen Beschichtungen
- Einflussfaktoren auf den Reibwert: Mehrfachverschraubungen, Unterkopfgeometrie, Montagedrehmoment
- Diskussion der Anwendung der DIN EN ISO 16047 in der Praxis

**Oliver Mollek, M. Eng.**, Versuchsingenieur, Body & Chassis Labs, Dr.-Ing. Peter Guenther, Testmethodenpezialist, Dr.-Ing. Andreas Sigwart, Leiter Betriebsfestigkeit, Vehicle Evaluation & Verification, Ford Werke GmbH, Köln

#### 11:00 Entwicklung eines Systems zur energieautarken Zustandsüberwachung von Schraubverbindungen

- Entwicklung des Mechanikkonzeptes, Konstruktion (CAD) und Auslegung (CAE)
- Schwingfestigkeitsversuche und Anzugsversuche
- Intelligente Schraubverbindung, Validierung (Kraftwerte) und Zuverlässigkeit (mechanische Beanspruchbarkeit und Datenübertragung)

**Andre Jöckel, M. Sc.**, wiss. Mitarb., Numerische Methoden und Bauteilbemessung, Bereich Betriebsfestigkeit, Dr.-Ing. Klaus Lipp, stellv. Abteilungsleiter, Dr.-Ing. Jörg Baumgartner, Gruppenleiter, Abteilung Werkstoffe und Bauteile, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt

#### 11:30 Nichtlineare Verlängerung von großen, hochfesten Schrauben

- Gehäuseverschraubung M72 einer 500MW-Wasserkraftturbine in Fkl. 8.8 und 10.9
- Plastische Verformungen aufgrund ungleichmäßiger Vergütung der Schrauben
- Vergleich der Kraft- und Längungsmessung

**Dipl.-Ing. Norbert Schneider**, Technischer Leiter Vorspannsysteme, HEICO Befestigungstechnik GmbH, Ense-Höingen; **Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Hyneck**, Group Division Hydro, Turbine System Engineering, Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG, Heidenheim

#### 12:00 Mittagspause mit Besuch der Fach- und Posterausstellung



### Schädigung und Ausfall

Moderation: **Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke**, Frankfurt University of Applied Sciences

#### 13:30 Herausforderungen in der Edelstahlverschraubung – mögliche Lösungen für höchste Belastungen

- Edelstahlverschraubung: Wie kann dem allgemein bekannten Fressen entgegen werden?
- Mehrfachanzug von Edelstahlschrauben: Welche Lösungen gibt es für diese höchste Belastung?
- Edelstahlklemmmuttern: Welche Lösungen gibt es, um die erhöhte Reibung in den Griff zu bekommen?

**Dipl.-Ing. Thomas Wernitz**, Leiter Anwendungstechnik und techn. Lieferantentwicklung, Dipl.-Phys. Ing. Erik Weidling, M. Eng., F. Reyher Nchfg. GmbH & Co., Produkt- und Qualitätsmanagement, Hamburg

#### 14:00 Einfluss des nichtlinearen Modellverhaltens auf die Ermüdungsfestigkeit von Schraubenverbindungen am Beispiel der Blattverschraubung einer Windkraftanlage

- Auslegung hochbelasteter Mehrschraubenverbindungen in der Windkraft
- Nachweis der Ermüdungsfestigkeit bei nichtlinearem Systemverhalten mittels Lastzeitreihen
- Darstellung von Grenzen herkömmlicher Auslegungsverfahren

**Dipl.-Ing. Andreas Hanke**, Geschäftsführung, Dipl.-Ing. Matthias Guiard, Berechnungsingenieur, Ingenieurbüro Andreas Hanke, Rostock

#### 14:30 Schadensanalyse beim Versagen von Schraubverbindungen mit Fokus auf die fehlerhafte Montage

- Einführung in die Schadensanalyse und deren Methodik, speziell bei Schrauben
- Ursachen für das Versagen von Schraubverbindungen
- Montagefehler und Auswirkungen: Selbsttätiges Losdrehen, Gewaltbruch, Dauerbruch

**Dipl.-Ing. Siegfried Jende**, Consultant, Qualitätsbeauftragter (TÜV), Competitive Strategy, Romrod

#### 15:00 Abschlussdiskussion und Schlusswort durch die Tagungsleitung

## Gute Gründe, warum Sie die Veranstaltung besuchen sollten

1. Informieren Sie sich über die Einbindung der FEM in die Auslegung von Schraubenverbindungen
2. Lernen Sie von Anwendererfahrungen – insbesondere aus Beispielen bei der Simulation.
3. Erfahren Sie mehr zur Bedeutung des Anziehungsfaktors bei der Schraubmontage
4. Vermittelt wird, welcher Einfluss die Montage auf die Schraubendimension und die Haltbarkeit der Verbindung hat.
5. Vertiefen Sie ihr Wissen zu Besonderheiten der Auslegung und der Montage von Schraubenverbindungen großer und kleiner Abmessung

## Programmausschuss

**Dr.-Ing. Uwe Arz**, Manufacturing Engineering General Assembly, Stellantis, Rüsselsheim

**Prof. Dr.-Ing. Hugo Bubenhausen**, Fachgebiet Konstruktionstechnik, Fahrzeugtechnik, Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik, Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences

**Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer**, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Director Technical Compliance, SCS Concept Group, Loiching/Kronwieden

**Dipl.-Ing. Frank Hohmann**, Geschäftsführung, ITH GmbH & Co. KG Schraubtechnik, Meschede

**Dipl.-Ing. (FH) Jens Holloch**, Planungsingenieur, Produktionseinheit Motoren, MAN Truck & Bus SE, Nürnberg

**Dipl.-Ing. Siegfried Jende**, Consultant, Qualitätsbeauftragter (TÜV), Competitive Strategy, Romrod

**Dr.-Ing. Harald Lange**, Senior Engineer, Systems Engineering, MT Aerospace AG, Augsburg

**Prof. Dr.-Ing. Willfried Lori**, Forschungs- und Transferzentrum an der Westsächsischen Hochschule Zwickau, University of Applied Sciences

**Dipl.-Ing. (FH) Hubert Müller**, Versuchsingenieur, Komponentenversuch/Schraubtechnik, MTU Friedrichshafen GmbH

**Dipl.-Ing. Martin Schmidt**, Design Engineer, Product Technology Mechanical Equipment, Liebherr Werk Biberach GmbH

**Dipl.-Ing. Norbert Schneider**, Technischer Leiter Vorspannsysteme, HEICO Befestigungstechnik GmbH, Ense-Niederense

**Prof. Dr.-Ing. Norbert Schneider**, Lehrgebiet Antriebstechnik, Maschinenelemente, Institut für Konstruktion und Produktentwicklung (IKuP), Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik, Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences

**Dipl.-Ing Lutz Winter**, Engineering Development, Product Engineering Bearings, thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH, Lippstadt

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke**, Professur für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences (Tagungsleitung)

## Fachlicher Träger

### VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

Der VDI-Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente behandelt aktuelle Fragestellungen der Übertragung und Wandlung von Bewegungen und Energien durch Getriebe, die diese intelligent steuern und regeln. Dazu ist das Zusammenspiel verschiedener Maschinenelemente erforderlich. Handlungsempfehlungen in Form von VDI-Richtlinien, Erfahrungsaustausch und Veranstaltungen sind Ergebnisse der Aktivitäten.

[www.vdi.de/gpp](http://www.vdi.de/gpp)

## Fragen, auf die Sie eine Antwort während der Tagung erhalten

1. Worin liegen die Herausforderungen bei der Montage?
2. Was sind die Inhalte der geplanten Richtlinie VDI 2230/3?
3. Mit welchen Problemen und Herausforderungen beschäftigen sich die Kollegen aus anderen Bereichen?
4. Welche Entwicklungen gibt es bei der Auslegung und Dimensionierung von Schraubenverbindungen?
5. Was ist das Besondere an einer elektrisch leitenden Verbindung?

## Ausstellung & Sponsoring

Sie möchten Kontakt zu den hochkarätigen Teilnehmenden dieser VDI-Tagung aufnehmen und Ihre Produkte und Dienstleistungen einem Fachpublikum Ihres Marktes ohne Streuverluste präsentieren? Vor, während und nach der Veranstaltung bieten wir Ihnen vielfältige Möglichkeiten, rund um das Tagungsgeschehens „Flagge zu zeigen“ und mit Ihren potenziellen Kund\*innen ins Gespräch zu kommen.

Informationen zu Ausstellungsmöglichkeiten und zu individuellen Sponsoringangeboten erhalten Sie von:



### **Ansprechpartnerin:**

Anika Wissing  
Projektreferentin Ausstellungen & Sponsoring  
Telefon: +49 211 6214-8635  
E-Mail: [wissing@vdi.de](mailto:wissing@vdi.de)

## Aussteller

- Böllhoff GmbH
- BUMAX AB
- Heico Befestigungstechnik GmbH
- HYTORC- Barbarino & Kilp GmbH
- ITH GmbH & Co. KG
- Kamax Automotive GmbH
- Kistler Instrumente GmbH
- MDESIGN Vertriebs GmbH
- NORD-LOCK GmbH
- REC Engineering GmbH
- SCHAAF GmbH & Co. KG
- Teckentrup GmbH & Co KG

(Stand Juni 2022)

## Sponsor



VDI-Spezialtag, Montag, 07. November 2022

## Montageverfahren – Grundlagen, Montagesysteme, Prozessanalyse

10:00 bis 18:00 Uhr



**Ihre Leitung:** Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wuttke, Professur für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences & Vorsitzender des VDI Fachausschusses „VDI 2230“

**Ihr Referent:** Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer, Schraubfachingenieur (DSV)<sup>®</sup>, Director Technical Compliance, SCS Concept Group, Loiching/Kronwieden

### Zielsetzung

Der Spezialtag befasst sich vertieft mit der Schnittstelle zwischen Auslegung und dem Montageprozess an sich. Hierzu wird das Basiswissen für die Definition des Montageprozesses nach der VDI 2230-1 noch einmal kompakt zusammengefasst. Darauf aufbauend erfolgt eine Beschreibung der über die VDI 2230-1 hinausgehenden Anforderungen an den Montageprozess wie der Zielsetzung einer Schraubfallanalyse und der notwendigen technischen Dokumentation. Beispiele verdeutlichen das Thema.

### Sie lernen in diesem Spezialtag, wie Sie:

- Einschraubenverbindungen mit Hilfe der VDI 2230-1 bewerten können,
- unterschiedliche Montageverfahren in Bezug auf die erreichbaren Vorspannkraften bewerten können,
- über das Montageverfahren Einfluss auf die Schraubendimension haben,
- welchen Einfluss die Werkzeuge auf die bei der Montage erreichbaren Vorspannkraften haben,
- Schraubfälle analysieren können.



Bildquelle: SCS Concept Group

Separat buchbar

## Inhalte des Spezialtages

### Grundlagen der Berechnung von Schraubenverbindungen nach der VDI 2230-1

- Konstruktion von Schrauben: Schraubenwerkstoffe, Herstellungsverfahren, Konstruktionsprinzip
- Tragverhalten von Schrauben und Schraubenverbindungen
- Rechenschritte nach VDI 2230-1 Ermittlung der Klemmkraft, Dimensionierung der Schraube, Festlegen der Montageparameter

### Grundlagen der Montage nach VDI 2230/1

- Montagebeanspruchung: Kombinierte Beanspruchung und Einfluss der Reibung
- Erreichbare Montagevorspannkraften in Abhängigkeit der Montageverfahren
- Streuung der Montagevorspannkraft (Anziehungsfaktor  $\alpha_A$ )
- Montageverfahren allg. (drehmomentgesteuert, streckgrenzgesteuert, drehmoment- drehwinkelgesteuert)

### Einflüsse auf die Montage abseits der VDI 2230-1

- Konstruktionsrelevante Anforderungen: Montage- und prüfgerechte Konstruktion, Funktionsabsicherungen von nicht hoch vorgespannten Schraubverbindungen
- Risikobeurteilung: Gesetzliche und normative Vorgaben sowie deren Umsetzung in der Schraubtechnik
- Technische Dokumentation: von der Durchführung und Dokumentation von Schraubversuchen zur Festlegung von Montagevorgaben, über produktionsbegleitende Dokumentation bis hin zum Zerlegaudit

### Einfluss von Werkzeug und Montagestrategie auf die Montagevorspannkraften

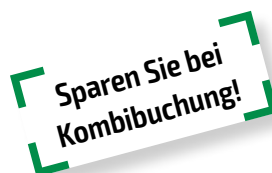
- Überblick über spezielle Montageverfahren und -systeme
- Darstellung der Spezifika ausgesuchter Montagesysteme
- Hilfestellungen bei der Auswahl

### Schraubfallanalytik und -verifizierung

- Warum wird sie benötigt? Worauf ist grundsätzlich zu achten? Diskussion verschiedener Möglichkeiten mit Vorteilen und Limitationen
- Möglichkeiten und Verfahren von Drehmoment-/Drehwinkelanalysen: Lösemomentverfahren, Mindestmomentprüfung, Back-to-mark-Verfahren
- Prozessfähigkeitsuntersuchung: Zielsetzung, Anwendungsbereich, Abgrenzung zur Attributiven Drehmomentprüfung, Methoden zur Auswertung

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](mailto:wissensforum@vdi.de)  
[www.vdi-wissensforum.de/02TA410022](http://www.vdi-wissensforum.de/02TA410022)



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

VDI-Spezialtag „Montageverfahren“	7. VDI-Fachtagung Schraubenverbindungen 2022	Kombipreis Fachtagung + Spezialtag
<input type="checkbox"/> 07. November 2022, Berlin (02ST330022)	<input type="checkbox"/> 08. und 09. November 2022, Berlin (02TA410022)	Sie sparen 150 €!
EUR 990,-	EUR 1.490,-	EUR 2.330,-

Ich bin VDI-Mitglied und erhalte **pro Veranstaltungstag EUR 50,- Rabatt** auf die Teilnahmegebühr: Mitgliedsnr.\* \_\_\_\_\_

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

Ich interessiere mich für **Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten**.

1111

**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 \_\_\_\_\_

Teilnehmende 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:**

**Berlin: Dorint Kurfürstendamm Berlin**, Augsburger Straße 41, 10789 Berlin, Tel.: +49 30 800999-0,  
 E-Mail: [info.berlin@dorint.com](mailto:info.berlin@dorint.com), Website: [www.dorint.com/berlin-city](http://www.dorint.com/berlin-city)

**Zimmerbuchung:**

Ein Zimmerkontingent ist im **Dorint Kurfürstendamm Berlin** mit dem Hinweis „VDI“ bis zum 06.10.2022 abrufbar.  
 Bitte beachten Sie, dass dieses begrenzt ist.

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 sind die digitalen Veranstaltungsunterlagen enthalten. Bei einer Präsenzteilnahme sind Pausengetränke, Mittagessen und die Abendveranstaltung enthalten. Die Veranstaltungsunterlagen des/der Präsenzspezialtag(e)s erhalten Sie vor Ort bzw. digital bei einer Online-Teilnahme.

**Exklusiv-Angebot:** Als Teilnehmer\*in dieser Veranstaltung bieten wir Ihnen eine 3-monatige, kostenfreie VDI-Probemitgliedschaft 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.

