

## Das Institut und seine technische Ausrüstung

### Institut

Die Lehre, Ausbildung, Forschung und Entwicklung am Fritz-Süchting-Institut für Maschinenwesen (IMW) deckt folgende Bereiche in den Maschinenelementen und der integrierten Produktentwicklung ab:

- Konstruktion und Berechnung von Maschinenelementen und Maschinenteilen, speziell Welle-Nabe-Verbindungen, Freiläufe, Gelenkwellen, Druckkamm Lagerungen und Seiltriebe
- Numerische und experimentelle Beanspruchungsermittlung
- Maschinenakustik und Schwingungsdiagnostik
- Konstruktion verfahrenstechnischer Maschinen
- Design for X
- Modellbasierte Systementwicklung
- Kollaborative Produktentwicklung
- Rapid Prototyping / Rapid Tooling / Additive Manufacturing

Das interdisziplinäre Team am IMW besteht um die beiden Lehrstuhlleiter herum aus 17 wissenschaftlichen Mitarbeitern:innen. Weitere 8 Mitarbeiter:innen arbeiten in der Verwaltung, IT, mechanischen und elektrotechnischen Werkstatt. In der mechanischen Werkstatt haben wir aktuell wieder 2 Auszubildende.

### Technische Ausrüstung

Für die entsprechenden Forschungsschwerpunkte verfügt das IMW über gut ausgestattete Labore, ein umfangreiches Prüffeld und die notwendige Hard- und Softwareausstattung für Simulation und Berechnung.

Die Untersuchung von Maschinenelementen kann auf sechs Verspannprüfständen bis 1 MW, sechs Torsions-Schwingprüfständen bis 500 kNm, zwei kombinierten Umlaufbiege- und Torsionsprüfständen, einem statischen Torsionsprüfstand bis 5 kNm sowie je einer Wechselbiege- und Umlaufbiegeprüfeinrichtung und zwei Druckkammprüfständen durchgeführt werden. Für das Fügen von Naben auf Hohlwellen mit Innenhochdruck steht eine Maximator-Hochdruckanlage bereit. Für die Untersuchung von Freiläufen stehen zwei dynamische Servoschaltprüfstände mit zusätzlichen Axialbelastungseinheiten, zwei Lebensdauerprüfstände, ein dynamischer Servoschaltprüfstand mit zusätzlicher Radialbelastungseinheit, eine hochdynamische Belastungseinheit für stirnseitige Verschraubungen und ein statischer Prüfstand zur Ermittlung der Drehfedersteifigkeit zur Verfügung. Zur Prüfung fördertechnischer Elemente (Seile) und Anschlagmittel ist eine Zugprüfmaschine mit integriertem Querprüfgerät, sowie ein separates mobiles Prüfgerät für Seilquerelastizitätsmessungen und ein Seiltrommelprüfstand vorhanden. Für die experimentelle Beanspruchungsermittlung werden Systeme von HBM, Gantner und IMC (imc CRONOSflex 2000) mit bis zu 40 simultanen Kanälen

eingesetzt. Eventuelle berührungslose Übertragungen von Messwerten werden mit vier Telemetrieanlagen (64, 32, 8, 4 Kanäle) bewältigt, die auch für ICP-Beschleunigungssensoren geeignet sind. Für die optische Beanspruchungs- und Verformungsmessung steht ein 3D-DIC-Messsystem der Firma LIMESS/DANTEC auf Basis der Digital-Image-Correlation zur Verfügung. Ein Schleuderprüfstand bis 40.000 U/min für schnell drehende Maschinenteile (z.B. Rotoren, Abweiseradwindsichter) und ein Prüfstand zur mechanischen Zerlegung ergänzen die Prüfeinrichtungen des IMW für Untersuchungen an verfahrenstechnischen Recyclingmaschinen. Für Untersuchungen an den genannten Maschinenteilen unter thermischen Bedingungen steht ein 100 l-Temperierschrank für den Temperaturbereich von -70 °C bis 180 °C zur Verfügung. Für Oberflächenanalysen wird ein 3D-Laserscanning-Mikroskop (KEYENCE VK-X 100K) mit zusätzlichem Koordinatentisch für die Untersuchung größerer Bauteile, ein digitales Mikroskop (OLYMPUS DSX1000) zur Fehleranalyse und Geometriebestimmung, sowie ein Rauigkeitsmessgerät MAHR MarSurf XR20 mit Rotationsachse eingesetzt.

Die technische Ausstattung des Labors für Maschinenakustik und Schwingungen ermöglicht Messungen an kombiniert belasteten Bauteilen. Mittels elektrodynamischer Schwingerreger können Bauteile neben ihrer stat./dyn. Betriebslast gezielt frequenzselektiven Belastungen bis zu einer Frequenz von 5 kHz unterworfen werden. Das Akustiklabor am IMW ist mit umfangreichem Messequipment auf dem aktuellen Stand der Technik ausgestattet:

- 3 Modalshaker (1 kN, 200 N, 10 N)
- Rotations-Laservibrometer
- Feinwuchtgerät mit Analysefunktionen
- Intensitätsmesssonde
- Freifeld-Messmikrofone
- Ein großes Sortiment an Schwingungsaufnehmern
- CAE Intensity Inspector zur Schallquellenortung

Darüber hinaus verfügt das IMW über einen schallarmen Messraum. Zur maschinenakustischen Beurteilung von Maschinenstrukturen stehen gängige Analyseverfahren zur Verfügung wie beispielsweise:

- Schalleistungsbestimmung nach DIN EN ISO 3744, DIN EN ISO 3745, DIN EN ISO 9614-1 und -2
- Experimentelle Modalanalyse
- Akustische Resonanzanalyse zur Bauteildiagnose

Das fertigungstechnische Labor besteht aus drei Fräsmaschinen, vier Drehmaschinen, einer Senkerodiermaschine (CHARMILLES ROBOFORM 505), einer Drahterodiermaschine (Mitsubishi MV2400S) und einer Startlochbohrmaschine (Mitsubishi START43Z). Als CAD/CAM-System wird Siemens NX eingesetzt.

Die Rechnerausstattung umfasst mehrere Server, welche die insgesamt ca. 160 Rechner des Institutes vernetzen. Diese umfassen u.a. mehrere Compute-Server für die numerischen Simulationen. Als Standardsoftware für numerische Simulationen wird ANSYS eingesetzt.

Das Institut für Maschinenwesen verfügt über eine vollständige Additive Manufacturing bzw. Rapid Tooling Verfahrenskette. Hierzu gehören im Einzelnen eine Trumpf TruPrint 1000 mit Powder Bed Monitoring und hochauflösendem Sauerstoffsensoren, zum Generieren von metallischen Prototypen, Funktionsteilen und Werkzeugen (Formen und Elektroden), für die Mischung der Pulver ein Turbula T2F Mischer, die TUCreate Werkstatt mit mehreren 3D-Druckern und einem Lasercutter für studentische Anwendungen, ein optischer 3D-Scanner HandySCAN von CREAFORM, verschiedene 3D-Konstruktionsarbeitsplätze, Apparaturen und Geräte zum Infiltrieren und Beschichten der Sinterbauteile mit Harzen und niedrig schmelzenden Metallen sowie eine Sandstrahlkabine für verschiedene Strahlmedien (Stahlkugeln, Keramikpulver, Nussgranulat u. s. w.). Eine Thermografiekamera TESTO 890 mit hoher Auflösung steht für die zusätzliche Überwachung des Bauprozesses in den AM-Anlagen sowie zur Detektion von Verschleißvorgängen an Maschinenelementen zur Verfügung.

Das LifeLab des IMW bietet eine haptische Lernumgebung für den gesamten Produktentstehungsprozess auf Basis der Circular Economy. Hierfür wurde ein detailliertes Lernkonzept mit aufeinanderbauenden Phasen entworfen. Der Produktentstehungsprozess für einen Transport-Rover soll anhand von Lernstationen durchgeführt werden. Dafür stehen mehrere PC-Arbeitsplätze mit SIEMENS NX CAD- und CAM-Software für Studierende bereit. Ebenfalls können Virtual-Reality-Demonstrationen mithilfe einer Video-Wall und Mixed-Reality-Brillen durchgeführt werden. Ein PRUSA-3D-Drucker steht für das Rapid Prototyping von Komponenten bereit. Für die Simulation und Umsetzung teilautomatisierter Montageschritte wird ein kollaborativer Roboterarm UR5e der Firma Universal Robotics eingesetzt.

Das Biomechaniklabor beinhaltet ein selbst erstelltes, in allen geometrischen Parametern flexibles Ergometer mit der Möglichkeit zur Ergospierometriemessung. Neben der Anwendung innerhalb der Forschung, steht es für die Durchführung des Biomechanikpraktikums in der Lehre zur Verfügung.