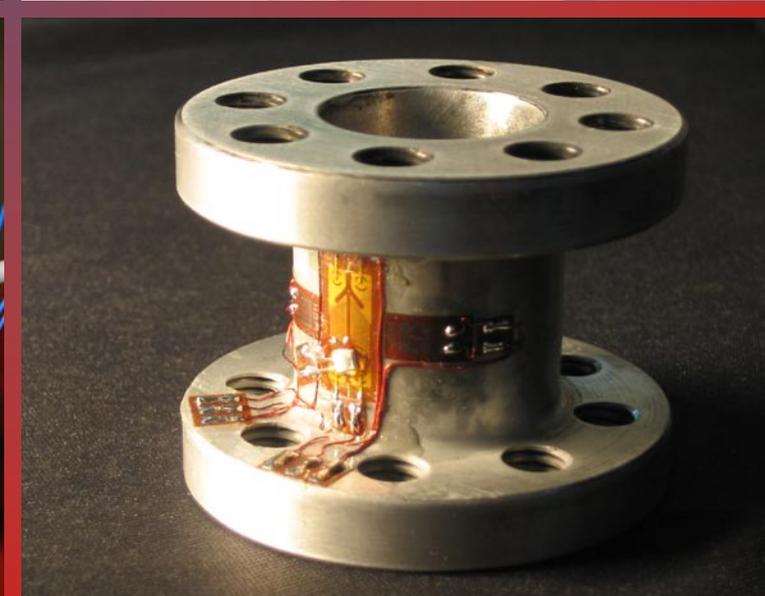
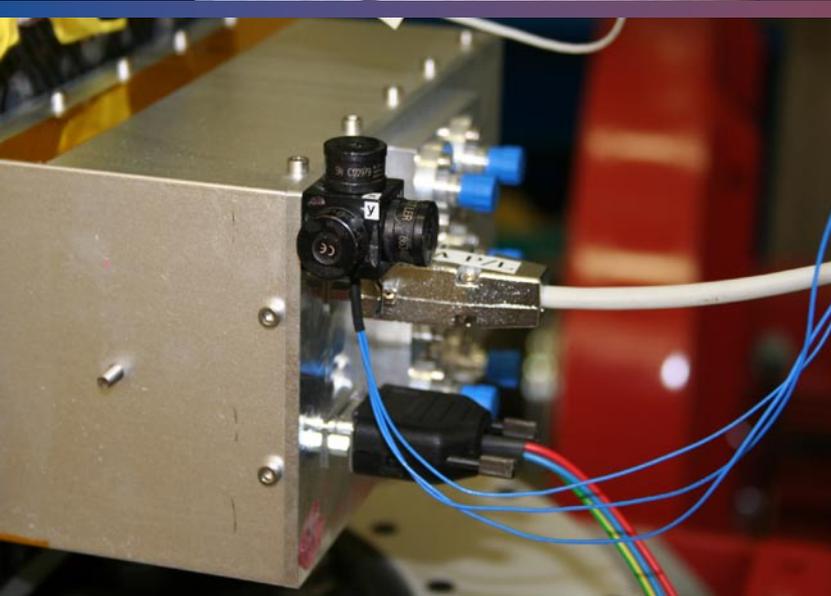


DTSquare GmbH

Experimentelle Dynamik
Messtechnik
Prüftechnik



Leichtbaukonstruktionen aus dem Bereich des Automobil- und Flugzeugbaus aber auch Maschinen, elektronische Baugruppen und Geräte sind Konstruktionen, die hinsichtlich Ihrer Schwingungseigenschaften sehr sorgfältig ausgelegt sein müssen, um Probleme durch Lärm, Vibrationen oder schwingungsinduzierte Ermüdungsbrüche zu vermeiden.

Wir begleiten und unterstützen Unternehmen aus den verschiedensten Bereichen, von der Medizintechnik über die Automobiltechnik bis zur Luft- und Raumfahrttechnik bei der Entwicklung Ihrer Produkte - von der Konzeption bis zur Qualifikation. Dabei decken wir ein breites Spektrum an Leistungen aus den Bereichen experimentelle Schwingungsprüfung, Schwingungsanalyse und Betriebsfestigkeit ab, das wir Ihnen im Einzelnen auf den folgenden Seiten vorstellen möchten.

Bei der Bearbeitung der Projekte und der Kommunikation mit unseren Kunden legen wir sehr viel Wert darauf, dass die Kunden am Ende nicht nur einen Bericht in der Hand haben, sondern ein erweitertes Verständnis für die dynamischen Eigenschaften Ihres Produktes bekommen und damit die erarbeiteten Lösungen für weitere Entwicklungen zeit- und kostensparend einsetzen können.

Nicht zuletzt werden Sie unsere kurzen Reaktionszeiten schätzen lernen. Diese werden unter anderem möglich durch kurze Entscheidungswege, durch den Einsatz durchgehender Rapid-Prototyping-Konzepte und nicht zuletzt dadurch, dass alle notwendigen Prüf- und Fertigungstechnologien vom Elektroniklabor bis zur CNC-Fertigung bei uns im Haus verfügbar sind.

F. Deuble

Dr. Frank Deuble

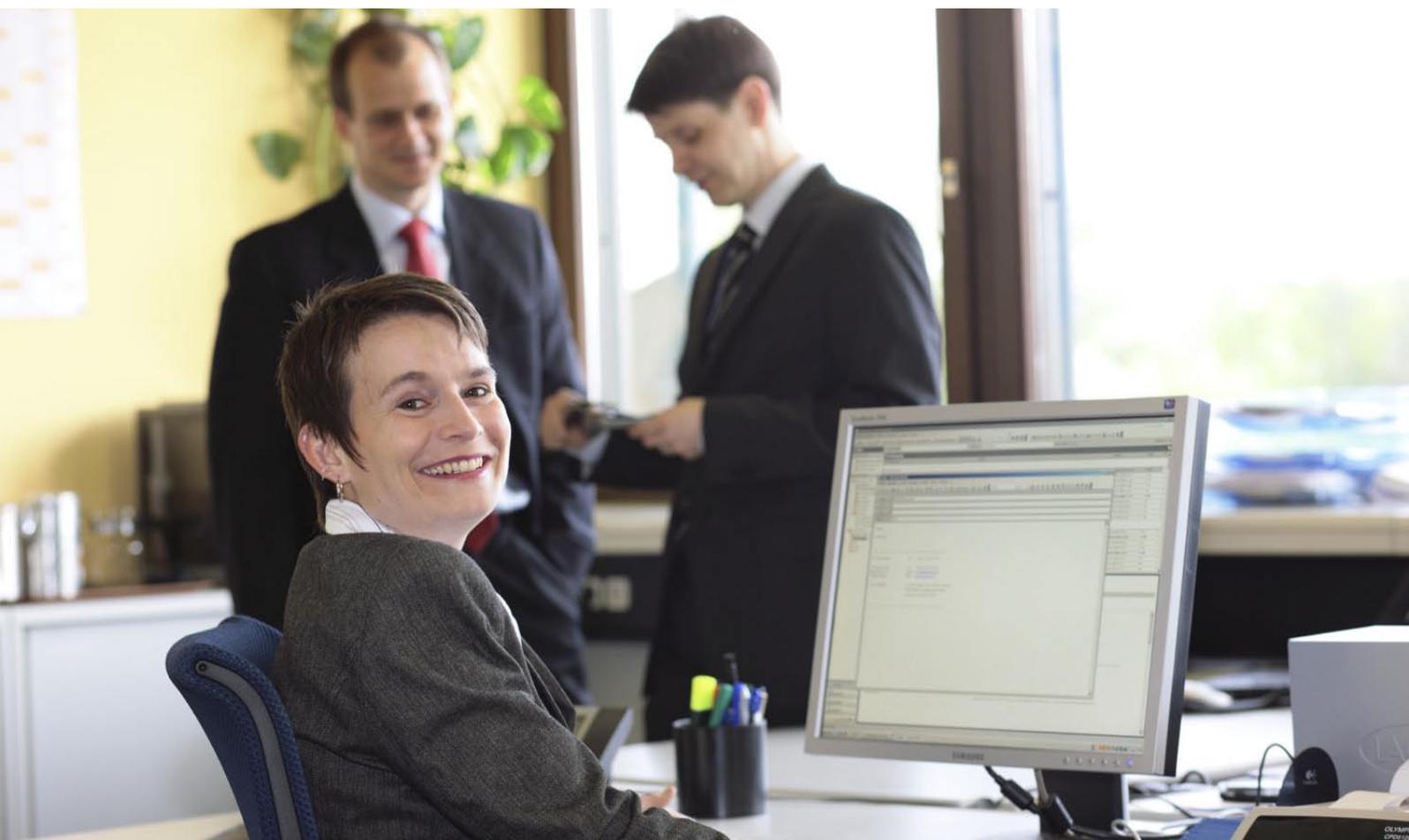
C. Hofmann

Dr. Christian Hofmann



Unsere Leistungen im Überblick

- ➔ Experimentelle Modalanalysen an Bauteilen und Maschinen (Werkzeugmaschinen, Kraftfahrzeuge, Luftfahrzeuge ...)
- ➔ Messtechnische Ausrüstung von Maschinen und Fahrzeugen
- ➔ Planung und Koordination von Messkampagnen
- ➔ Frequenzgangmessungen
- ➔ Kraft-, Dehnungs- und Verformungsmessungen
- ➔ Prozessanalyse an Bearbeitungsmaschinen
- ➔ Schwingungsanalysen an rotierenden Systemen, Ordnungsanalysen
- ➔ Ermittlung dynamischer Kennwerte für die Modellbildung
- ➔ Schwingungs- und Schockprüfungen
- ➔ Betriebsfestigkeitsprüfungen (ein- und mehrachsig) auf servohydraulischen Prüfständen
- ➔ Akustische und vibroakustische Messungen und Analysen



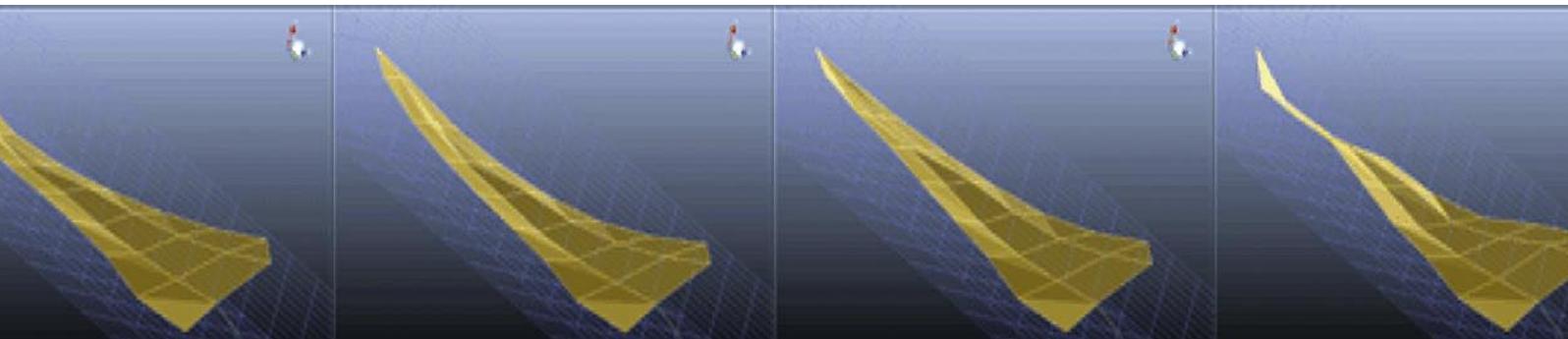
Bei der Modalanalyse werden experimentell die sogenannten Schwingungsmodes eines Bauteils bestimmt: Ein solcher Mode besteht aus einer bestimmten geometrischen Schwingform nebst der Resonanzfrequenz und der Dämpfung der zugehörigen Schwingung. Die Gesamtschwingung einer Struktur lässt sich bei einem näherungsweise linearen System immer als eine Überlagerung dieser einzelnen Schwingungsmodes beschreiben.

Mit dem Ergebnis der Modalanalyse kennt man zum Einen die kritischen Frequenzen, weiss weiterhin über die Dämpfungswerte, wie stark die zu erwartenden Resonanzüberhöhungen sind und hat nicht zuletzt die Information über die Bewegungsform der Schwingung und damit die beteiligten Bauteilbereiche. Damit erhält man einen Einblick, welche Steifigkeiten und Lagerelemente beteiligt sind und kann gegebenenfalls gezielte Modifikationen beispielsweise zum Verschieben kritischer Eigenfrequenzen vornehmen. Weiterhin kann über die Modalanalyse eine Aussage getroffen werden, in welchen Frequenzen und mit welcher Effizienz eine Struktur als akustische Quelle wirkt.

Bei der Modalanalyse wird das zu untersuchende System mit einem Impulshammer, Shaker oder Piezoaktor an definierten Punkten angeregt. Während der Anregung wird an einem Netz aus Messpunkten simultan oder sequentiell die Antwort der Struktur aufgezeichnet. Hierzu verwendet man gewöhnlich Beschleunigungssensoren oder ein Laser-Interferometer.

Anwendungsgebiete der Modalanalyse sind u.a. die Folgenden:

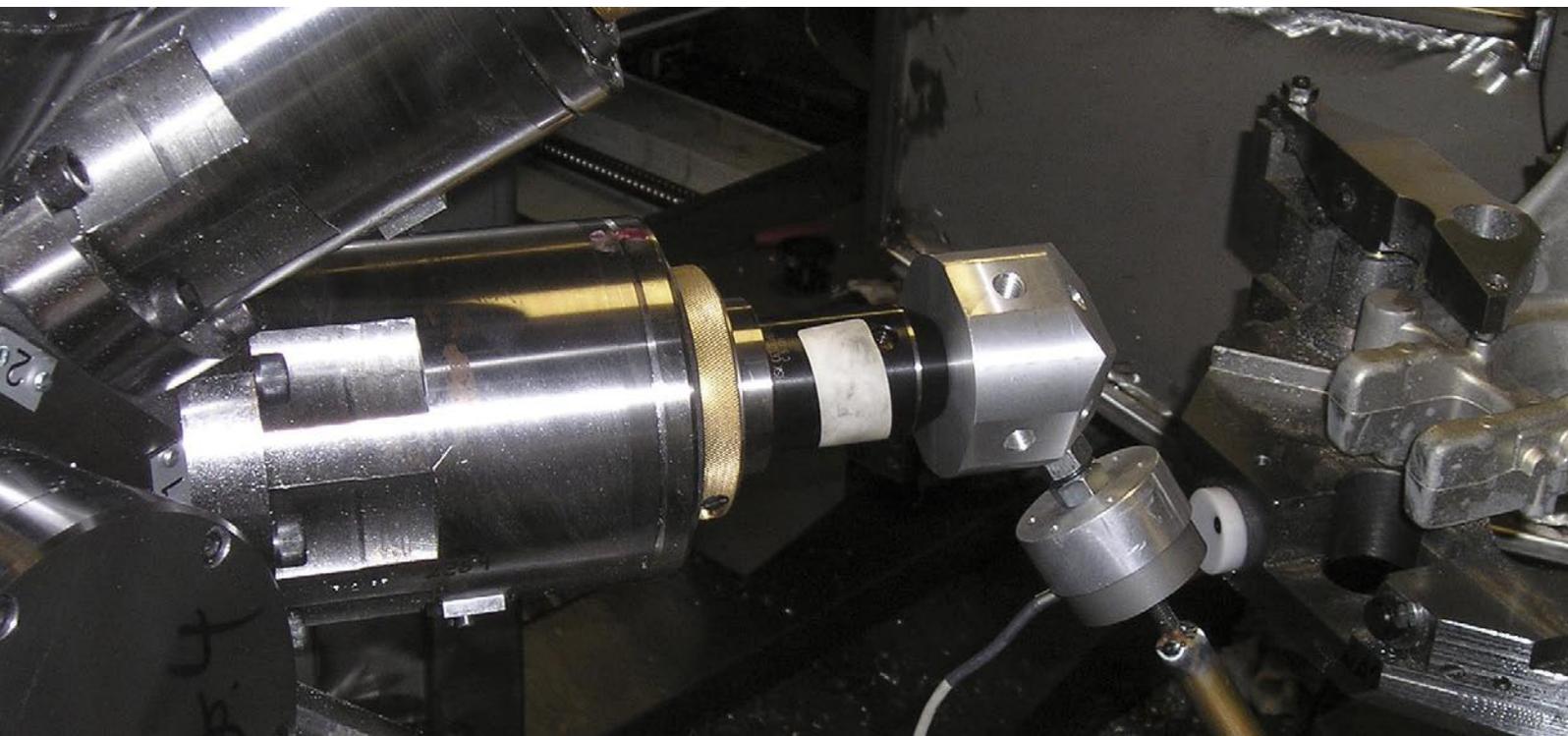
- Lokalisierung von Schwingungen und Geräuschquellen, Ableitung von Gegenmaßnahmen
- Abgleich von Finite-Elemente (FE) Modellen und Mehrkörper-Simulationsmodellen (MKS)
- Fehleranalyse von Stabilitäts- und Toleranzproblemen bei Bearbeitungsprozessen



Genauere Kenntnisse über Resonanzfrequenzen und Dämpfungen im Zusammenhang mit den im Betrieb auftretenden Belastungen und Anregungen sind für die Auslegung dynamisch belasteter technischer Bauteile unabdingbar.

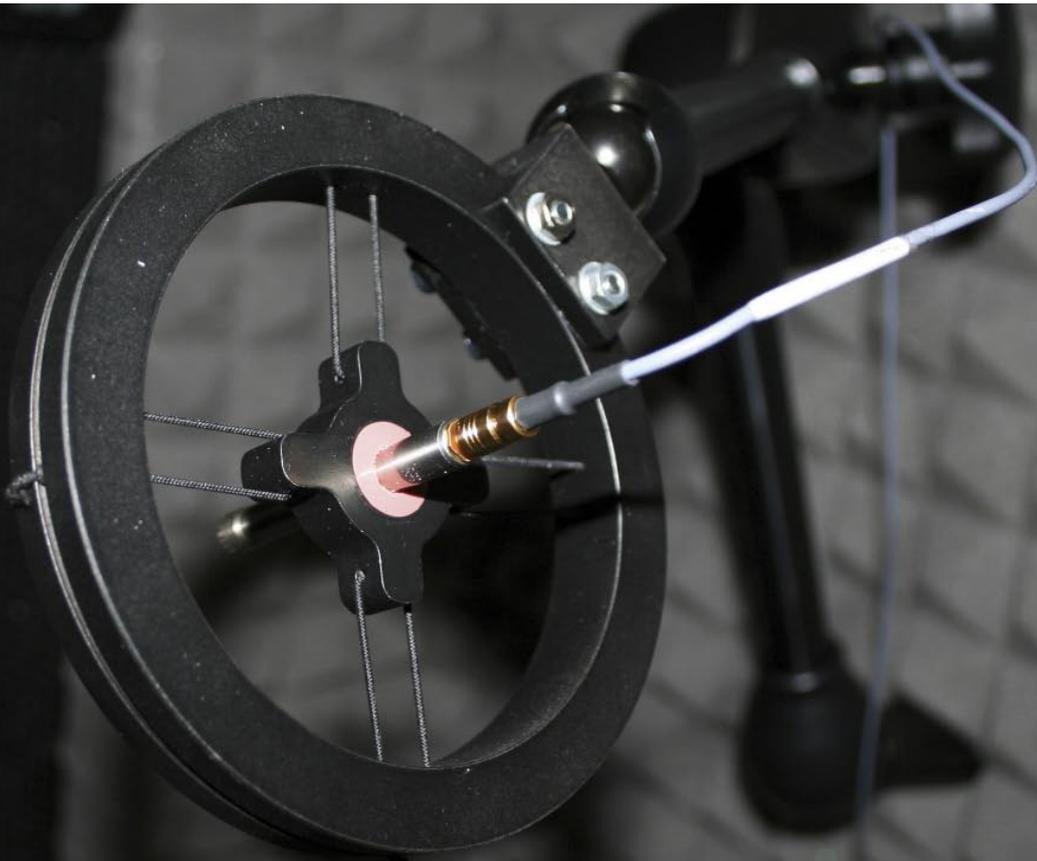
Neben der Modalanalyse verfügen wir über eine Vielzahl an Mess- und Auswertemethoden zur Analyse des dynamischen Bauteilverhaltens:

- ➔ Messungen und Analysen an rotierenden Systemen (Ordnungsanalyse)
- ➔ Ermittlung kritischer Drehzahlen
- ➔ Messung von Betriebsschwingungen und Anregungen (Kraft, Beschleunigung, Position, Dehnung), bei großen Maschinen oder bei Feldversuchen auch vor Ort
- ➔ Aufbereitung und Klassifikation von Betriebsschwingungen, Erzeugung von Testsignalen für den Prüfstand
- ➔ Messung parameterabhängiger Schwingungen (z.B. Temperatur, Lastzustand)
- ➔ Komplexe Online-Auswertungen und automatisierte Prozessüberwachungen
- ➔ Datenaufzeichnung im Fahrversuch oder Flugversuch.



Strukturschwingungen und Akustik sind eng miteinander verknüpft: Dabei sind mehrere Phänomene von praktischer Bedeutung: Zum Einen können durch den Schalldruck externer oder interner Schallquellen Strukturschwingungen angeregt werden, so daß Vibrationen entstehen. Dies kann soweit gehen, dass Schäden im Bauteil durch lärminduzierte Schwingungen entstehen. Weiterhin kann eine schwingende Struktur als Schallquelle (ähnlich wie ein Lautsprecher) wirken und damit unerwünschten Lärm in die Umgebung abstrahlen. Nicht zuletzt existieren in abgeschlossenen Hohlräumen akustische Resonanzen (das Prinzip einer Orgelpfeife!). Liegen deren Frequenzen in der Nähe der Eigenfrequenzen von Strukturschwingungen, so verstärken sich beide gegenseitig. Letzteres Phänomen tritt insbesondere bei dünnwandigen Hohlräumen wie z. B. Fahrzeugkarosserien auf.

Die DTSquare GmbH unterstützt Sie bei der Analyse des akustischen oder vibroakustischen Verhaltens Ihrer Produkte. Wir bieten ein breites Spektrum an Mess- und Analysemethoden für Schwingungen und Schall. Wir messen lärminduzierte Schwingungen, Schallabstrahlung sowie die Resonanzfrequenzen und geometrischen Schwingungsformen von Struktur- und Hohlraumresonanzen. Wir erarbeiten gemeinsam mit Ihnen als Kunde Möglichkeiten zur Verbesserung des akustischen Verhaltens Ihrer Produkte. Dies reicht von passiven Maßnahmen in Form konstruktiver Änderungen bis hin zu aktiven Konzepten (Adaptive Strukturen / Smart Structures).

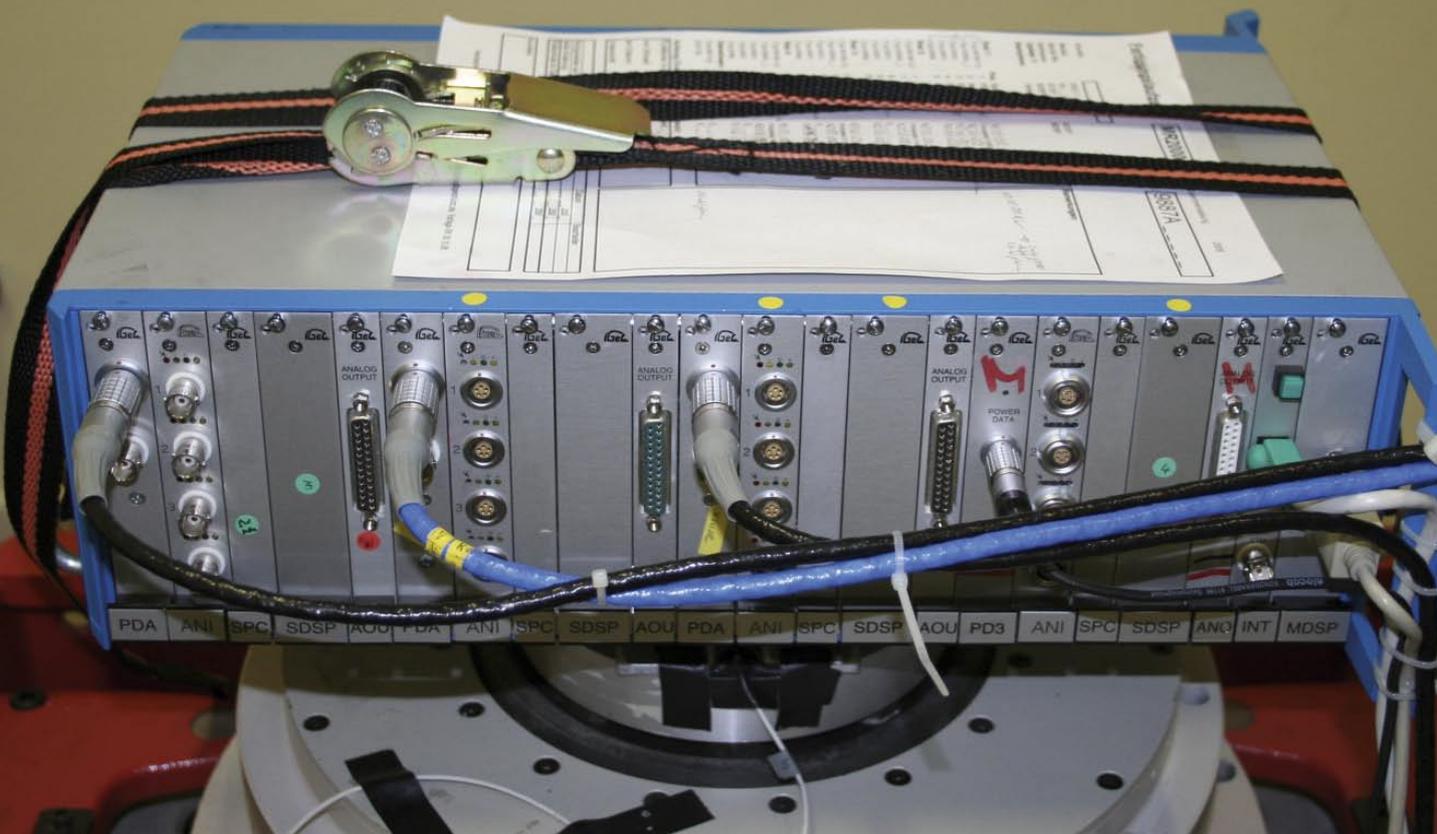


Auf unseren Schwingprüfeinrichtungen führen wir Schwingungs- und Schockprüfungen sowohl entsprechend der geltenden nationalen und internationalen Normen wie auch nach Werknormen der Kunden durch.

Folgende Prüfverfahren bieten wir derzeit an (*):

- ➔ Schockprüfung
- ➔ Dauerschocken
- ➔ Random-Vibration
- ➔ Sinus-Sweep
- ➔ Resonance Search and Tracked Dwell
- ➔ Sine-on-Random
- ➔ Random-on-Random

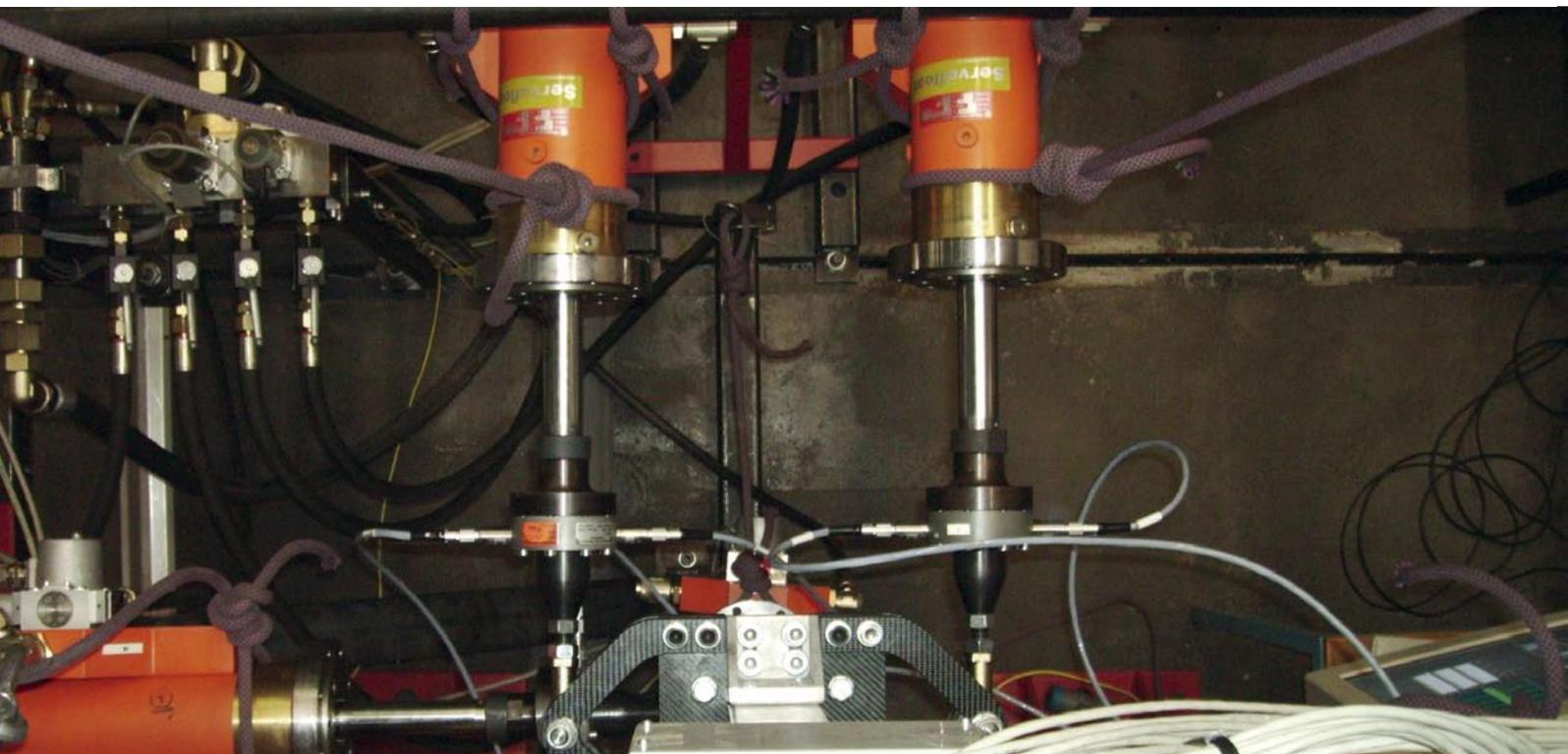
(*) z.B. nach DIN EN 60068, MIL-STD-810 F, ISO 16750



Zunehmender Leichtbau führt zu Konstruktionen, die mehr und mehr an die Grenzen des Materials gehen. Die dynamischen Festigkeitswerte der Materialien bilden dabei die Grundlage für die Festigkeitsberechnung. Die Erprobung von Prototypen und der Nachweis der Betriebsfestigkeit für das fertige Bauteil erfolgt durch Betriebsfestigkeitsversuche auf dem Prüfstand. Dabei wird kontinuierlich oder zyklisch eine für den Betrieb repräsentative komprimierte Lastsequenz durchlaufen. Diese kann als Leistungsspektrum, Rainflow-Matrix, Markov-Matrix oder Zeitsignal vorgegeben werden. Die exakte Reproduktion des Vorgabesignals wird durch entsprechende Sensorik verbunden mit intelligenten Adaptionalgorithmen sichergestellt.

Die DTSquare GmbH bietet Material und Bauteilprüfungen als Dienstleistung an. Wir setzen hierfür je nach Anwendungsfall servohydraulische Prüfeinrichtungen oder elektrodynamische Shaker ein. Im Einzelfall kommen auch spezielle Aktorsysteme wie zum Beispiel Piezoaktoren zum Einsatz. Das Spektrum der von uns durchgeführten Prüfungen reicht von einfachen einachsigen Tests bis hin zu mehrachsigen Tieftemperatur-Prüfungen.

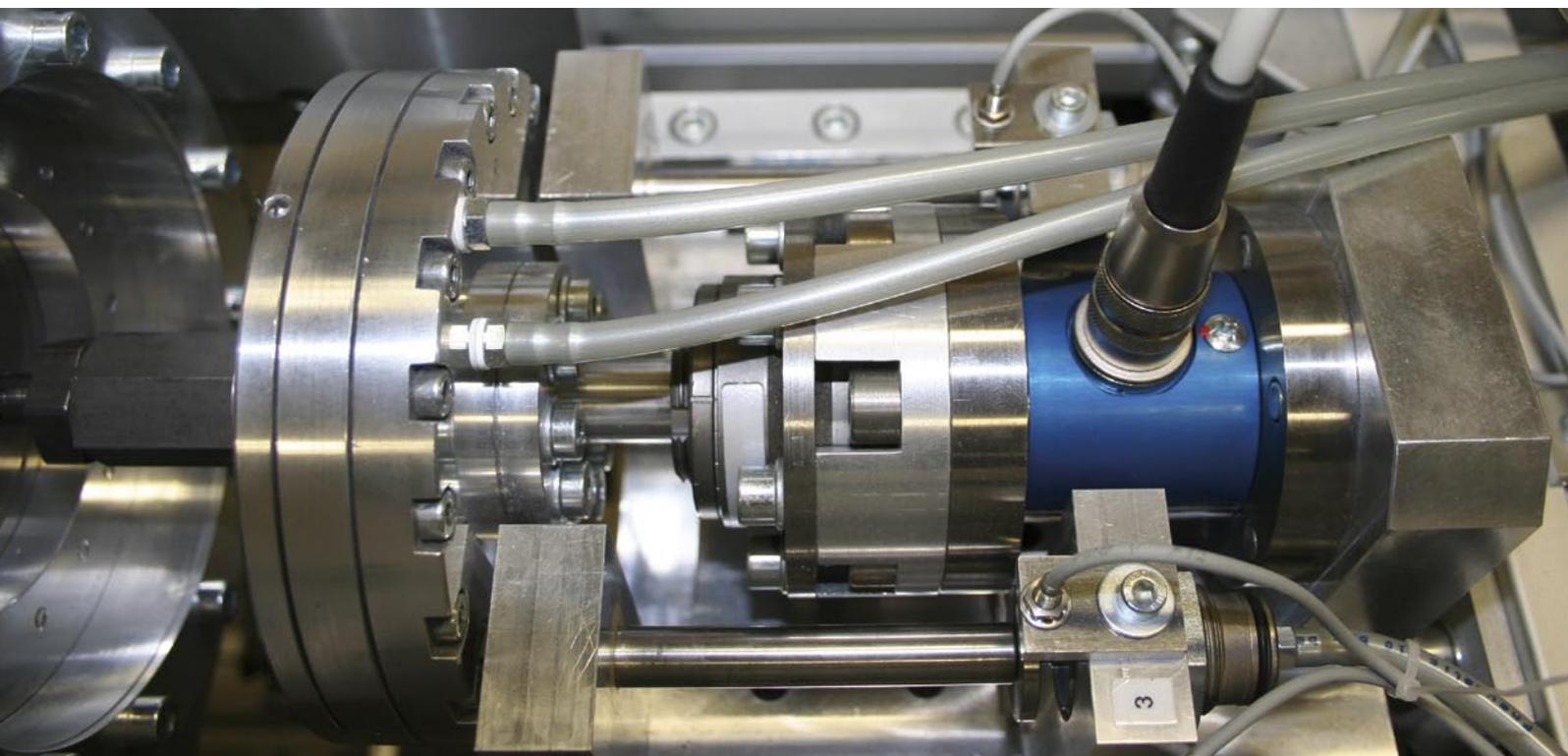
Die Tests werden durch leistungsfähige digitale Prozessrechnersysteme gesteuert und überwacht, so dass ein 24 Stunden Betrieb möglich ist.



Wenn Sie wiederkehrende Prüfungen durchführen müssen, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, ist der Betrieb einer entsprechenden Prüfeinrichtung bei Ihnen vor Ort möglicherweise die richtige Wahl. Für diesen Fall entwickelt und fertigt die DTSquare GmbH betriebsfertige Lösungen für kundenspezifische Prüfaufgaben. Sie erhalten ein komplettes System von den Mechanik über die Elektronik bis hin zur Software für Steuerung und Datenerfassung. Wir erstellen eine ausführliche Dokumentation und schulen auf Wunsch Ihr Personal vor Ort.

Einige Beispiele für kundenspezifische Prüfeinrichtungen, die von uns realisiert wurden:

- ➔ Kalibrierstände für Kraftsensoren
- ➔ Kalibrierstand für Messradsysteme
- ➔ Prüfstand für die Ermittlung der Lebensdauer von Gleitlagern
- ➔ Anlage für die lasergestützte Schwingungsanalyse im Bereich -40°C bis 250°C
- ➔ Prüfstände für mehrachsige hydraulische Belastungsversuche
- ➔ Prüfstand für Belastungsversuche bei Tieftemperatur (-180°C)



Schwingungslabor:

- ➔ Schwingprüfanlagen bis 7 kN mit Regler für alle gängigen Prüfverfahren
- ➔ Mobile Schwingprüfanlage für Modalanalysen an Maschinen und Fahrzeugen
- ➔ Sensoren für Kraft und Beschleunigung
- ➔ Polytec Laservibrometer
- ➔ 16-Kanal Modalanalysesystem
- ➔ 18-Kanal Schwingungsmesssystem
- ➔ Skalierbare Universal-Messsysteme
- ➔ Piezo-Schwingerreger, Impulshämmer

Prüflabor:

- ➔ Servohydraulische Prüfzylinder bis 100 kN
- ➔ Servohydraulische Materialprüfmaschine Zwick 20 kN
- ➔ Servohydraulische Universalprüfmaschine
- ➔ Flexibles Spannsystem
- ➔ Digitales Regelsystem für 1 bis 6 Achsen
- ➔ Modulares System zur Signalkonditionierung und Datenerfassung

Fertigung:

- ➔ CNC Bearbeitungszentrum 3 Achsen
- ➔ CNC Drehmaschine
- ➔ Faserverbund-Werkstatt
- ➔ Autoklav

Die DTSquare GmbH wurde 2005 als Spin-Off des Instituts für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen (ISD) der Universität Stuttgart durch die beiden Leiter der dortigen Versuchsabteilung Dr. Frank Deuble und Dr. Christian Hofmann gegründet.

Grundgedanke bei der Gründung war es, die verschiedenen Disziplinen, die zur erfolgreichen Durchführung von Versuchen und zum Bau von Prüfeinrichtungen gehören, aus einer Hand anzubieten und dabei einen großen Bereich der experimentellen Dynamik abzudecken. Das Spektrum der zugrundeliegenden Technologien umfasst dabei neben der Versuchsdurchführung u. a. folgende Gebiete:

- ➔ Strukturdynamik
- ➔ Akustik / Vibroakustik
- ➔ Betriebsfestigkeit
- ➔ Steuerung und Regelung
- ➔ Mechanische Konstruktion
- ➔ Fertigungstechnik
- ➔ Elektropjektierung
- ➔ Software für Steuerung, Datenerfassung und -auswertung
- ➔ Piezo- und Dehnmessstreifen-Technologie
- ➔ Messtechnik und Sensorik
- ➔ Servoydraulik / Pneumatik

Zu unseren Kunden gehören namhafte Unternehmen aus den verschiedensten Bereichen, von der Medizintechnik über die Automobil- und Zuliefererindustrie bis zur Luft- und Raumfahrttechnik.

Wir unterstützen unsere Kunden bei kleinen und bei großen Projekten. Kleinere Messaufträge im Rahmen von ein bis zwei Tagen können in aller Regel sehr kurzfristig durchgeführt werden. Gerne führen wir auch längerfristige Projekte gemeinsam mit den firmeneigenen Berechnungs- und Entwicklungsabteilungen durch.



Kontakt

DTSquare GmbH
Nobelstraße 15

70569 Stuttgart

Tel.: 0711/220 215 - 0
Fax.: 0711/220 215 - 10

Mail: info@dtsquare.de
Web: www.dtsquare.de

