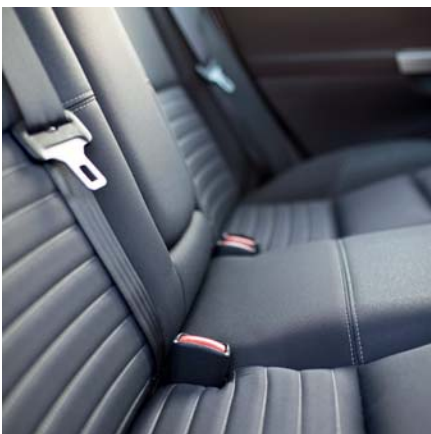
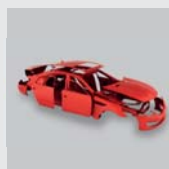
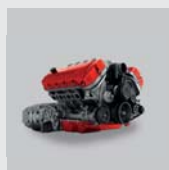


Prüfmaschinen und Prüfsysteme für die Automobilindustrie





1 ZwickRoell Unternehmensgruppe

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| 1.1 Mit Leidenschaft und Kompetenz | 3 |
| 1.2 Starker Partner für Prüfungen in der Automobilindustrie | 4 |
| 1.3 Mechanische Prüfungen an Werkstoffen | 6 |
| 1.4 Verbindungstechnik im Automobilbau | 8 |

2 Motor, Antrieb und Elektrifizierung

| | |
|---|----|
| 2.1 Prüfungen an Elektromotoren und Transaktionsmotoren | 10 |
| 2.2 Prüfung an elektrischen Energiespeichern | 10 |
| 2.3 Prüfung am Brennstoffzellen | 10 |
| 2.4 Prüfung an Motorkomponenten | 11 |
| 2.5 Prüfung an motornahen Komponenten | 13 |
| 2.6 Prüfung am Antriebsstrang | 14 |

3 Karosserie

| | |
|--|----|
| 3.1 Prüfung der Blechumformeigenschaften | 15 |
| 3.2 Risszähigkeitsprüfung | 15 |
| 3.3 Prüfung der Oberflächenwelligkeit der Karosserie-Außenhaut | 16 |
| 3.4 Schnellzereißversuch | 16 |
| 3.5 Plättchen-Biegeversuch | 16 |
| 3.6 Prüfung von Crash-Strukturen | 17 |

4 Fahrwerk

| | |
|--|----|
| 4.1 Federprüfung | 18 |
| 4.2 Prüfung an Rädern, Reifen und Felgen | 19 |
| 4.3 Prüfung am Lenksystem | 20 |

5 Elektronik und Mechatronik

| | |
|--|----|
| 5.1 Prüfung an Schaltern | 21 |
| 5.2 Funktionsprüfung an elektromechanischen Aktuatoren | 21 |

6 Sitze, Interieur- und Sicherheitskomponenten

| | |
|------------------------------------|----|
| 6.1 Statische Sitzprüfung | 22 |
| 6.2 Prüfung von Sicherheitsgurten | 23 |
| 6.3 Prüfung von Airbag-Gewebe | 23 |
| 6.4 Prüfung von Dichtungs-Sensoren | 23 |
| 6.5 Prüfung von Airbag-Steckern | 23 |

7 Produkte

| | |
|--|----|
| 7.1 Prüfmaschinen für quasi-statische Anwendungen | 24 |
| 7.2 Dynamische Prüfmaschinen | 26 |
| 7.3 System zur Prüfung unter Temperatur und Hochtemperatur | 28 |
| 7.4 Prüfmaschinen für multiaxiale Spannungszustände | 29 |
| 7.5 Spezielle Prüfanlagen und Instrumente | 30 |
| 7.6 Prüfsoftware testXpert III | 32 |
| 7.7 Mess-, Steuer- und Regelelektronik | 34 |
| 7.8 Modernisierung und Nachrüstung von Prüfmaschinen | 36 |

8 Dienstleistungen

| | |
|--|----|
| 8.1 Labor für Material- und Bauteilprüfung | 37 |
| 8.2 Anwendungstechnik | 38 |
| 8.3 Dienstleistungen im Überblick | 38 |

1 ZwickRoell Unternehmensgruppe

1.1 ZwickRoell – Mit Leidenschaft und Kompetenz

„Leidenschaftliche Kundenorientierung!“ lautet die Antwort, wenn Sie nach unserer Firmenphilosophie fragen. Dass das nicht nur Worthülsen sind, sehen Sie daran, dass über ein Drittel unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Service tätig ist.

Als familiengeführtes Unternehmen, das auf eine 160-jährige Tradition zurückblickt, legen wir großen Wert auf Ehrlichkeit und Fairness. So entstand über die Jahre hinweg eine vertrauensvolle und enge Zusammenarbeit zwischen unseren Kunden, Partnern, Lieferanten und Mitarbeitern, die wir alle sehr zu schätzen wissen.



Bild 1: Innovationszentrum am ZwickRoell Stammhaus in Ulm

Die Grundlage für eine erfolgreiche Partnerschaft: Innovative Mitarbeiter, innovative Produkte!



Immer für Sie da

Allein über 1100 Mitarbeiter arbeiten an unserem Stammsitz in Ulm. Viele von ihnen bereits seit Jahren oder gar Jahrzehnten. Ihr Wissen, Können und ihre Einsatzbereitschaft machen den Erfolg der ZwickRoell Gruppe weltweit aus.

Weltweit sind wir in mehr als 50 Ländern persönlich für unsere Kunden da.

Die passenden Lösungen

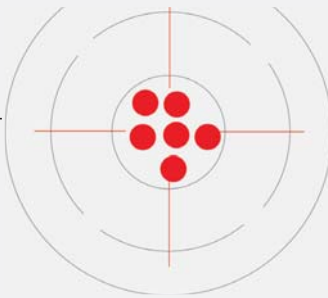
Sowohl für die statische Materialprüfung als auch für die verschiedenen Arten der Ermüdungsprüfung bieten wir die passenden Lösungen an. Wir bieten Produkte für die Härteprüfung ebenso wie Geräte für die Schlagprüfung und Schmelzindexbestimmung.

Und sollte es doch einmal nicht passen, dann finden unsere Experten die passende Lösung. Dies reicht von der Kleinstanpassung bis hin zum komplett automatisierten Prüfsystem oder zum Prüfstand für spezielle Aufgaben.

1.2 ZwickRoell – Starker Partner für Prüfungen in der Automobilindustrie

Sichere Prüfergebnisse in F&E, Qualitätskontrolle und Produktion

Sichere und verlässliche Prüfergebnisse sind eine wichtige Grundlage in allen Entstehungsschritten von Fahrzeugen und Komponenten. Prüflösungen von ZwickRoell stehen für genaue, wiederholbare, reproduzierbare und nachvollziehbare Prüfergebnisse.



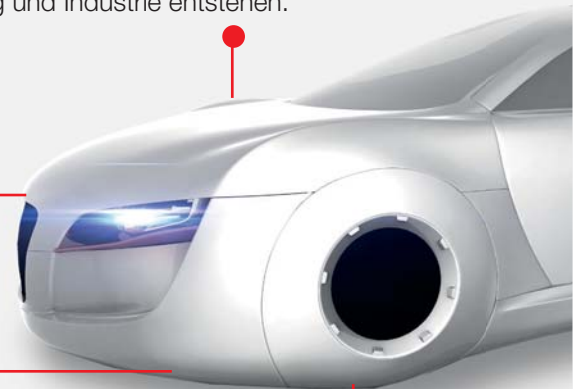
Qualitätsmanagement

Der Standard für Qualitätsmanagementsysteme von Organisationen in der Automobilindustrie IATF 16949 ist maßgeblich für die Prozesse in der Automobilindustrie. ZwickRoell Prüfgeräte unterstützen Zulieferer und Fahrzeughersteller bei der Umsetzung der Norm-Anforderungen im Prüfwesen.



E-Mobility und Leichtbau - Wir begleiten Ihre Zukunft

Die Automobilindustrie befindet sich im Umbruch und steht vor großen Herausforderungen, getrieben durch den Zwang, Emissionen zu senken, was nur durch die Elektrifizierung und konsequenten Leichtbau zu erreichen ist. ZwickRoell bietet innovative und flexible Prüflösungen, die in enger Zusammenarbeit mit Forschung und Industrie entstehen.



Seit über 70 Jahren starker Partner für Fahrzeughersteller und -zulieferer

Bereits seit den 1950er Jahren liefern wir Prüfsysteme in die Automobilindustrie und haben uns seither mit intelligenten Lösungen das Vertrauen internationaler OEMs, Zulieferer, Forschungsinstitute, Engineering- und Prüfdienstleister sowie Zertifizierungsorganisationen erarbeitet.



Prüflösungen vom Werkstoff bis zum kompletten Bauteil

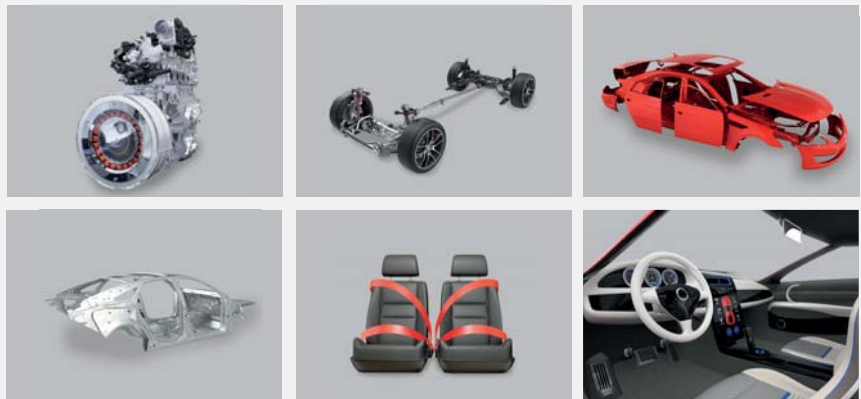
Die meisten Fahrzeugkomponenten müssen für mechanische Belastungen über die Lebensdauer des Fahrzeuges ausgelegt sein und die Bauteilanforderungen sicher erfüllen. ZwickRoell Prüfsysteme unterstützen hier durch die verlässliche Ermittlung von Werkstoffkennwerten bis hin zur funktionalen Überprüfung von Bauteilen.





Intelligente Prüflösungen - Für alle Anwendungen das passende Produkt

Das breite Spektrum von ZwickRoell Prüfsystemen ist modular konzipiert und kann optimal auf die geforderten Prüfanforderungen angepasst werden. So bieten wir unterschiedliche Prüflösungen für standardisierte Normprüfungen über Universalprüfmaschinen für eine Vielzahl von Prüfaufgaben bis hin zu vollautomatisierten komplexen Prüfanlagen. Alle ZwickRoell Prüfsysteme stehen für sichere Prüfergebnisse, einfache Bedienung und hohe Verfügbarkeit.



Vom Antrieb bis zur Elektronik - Prüflösungen für alle Segmente

Neben Prüfsystemen für grundlegende Herausforderungen, wie den Einsatz von Werkstoff- und Fügetechnik, bieten wir umfassende Prüflösungen für alle relevanten Fahrzeugsegmente: Antrieb, Fahrwerk, Karosserie, Interior, Safety und Electronics/Mechatronics. Wir unterstützen unsere Kunden intensiv bei der Entwicklung von elektrischen Antrieben und Batterietechnologien.

Weltweites Experten-Netzwerk

Wir unterstützen unsere Kunden in allen Ländern, in denen Fahrzeuge und Komponenten hergestellt werden. Unsere qualifizierten Mitarbeiter werden konsequent geschult, um unseren Kunden weltweit optimale Beratung und Support zu bieten.





1.3 Mechanische Prüfungen an Werkstoffen

Die Einhaltung von strengen gesetzlichen Emissionsgrenzwerten erfordert, dass die Automobilindustrie Fahrzeuge effizienter und umweltverträglicher macht. Das wird durch drastische Gewichtseinsparungen, verbesserter Verbrennungstechnologie und Abgasnachbehandlung sowie dem Einsatz von alternativen Antrieben erreicht. Trotz steigenden Anforderungen an Sicherheit, Effizienz und Komfort gelingt es den Herstellern, jede neue Fahrzeuggeneration deutlich leichter zu gestalten. Dazu bedarf es neuer oder

verbesserter Werkstoffe sowie intelligenter Materialverbunde, die in ihrem Einsatzgebiet bessere Eigenschaften bei niedrigerem spezifischen Gewicht ermöglichen. Zudem wird die Gewichtseinsparung systematisch an allen Komponenten eines Fahrzeuges betrieben, was eine optimale Materialausnutzung voraussetzt.

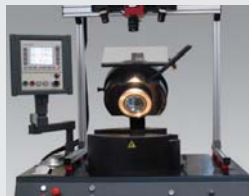
Hier spielt die zuverlässige Ermittlung von mechanischen Kennwerten eine entscheidende Rolle. Unter Verwendung diverser Prüfverfahren werden deshalb die vielen Materialeigenschaften so realitätsnah wie möglich ermittelt. Unsere universellen Prüfsysteme sind grundsätzlich mit

Messsensorik, Probenhaltern, Prüfvorrichtungen und Umweltsimulation erweiterbar. Dadurch kann das Prüfsystem jederzeit an veränderte oder zukünftige Prüfaufgaben angepasst werden. Details können unseren speziellen Broschüren oder auf unserer Webseite entnommen werden.

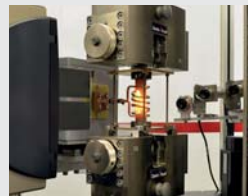
Prüfungen an Metallen



Zugversuch



Blechumformprüfung



Hochtemperatur Zugversuch



Härteprüfung



Kerbschlagbiegeversuch



Biaxiale Prüfung



Hochgeschwindigkeits-Prüfung



Bruchmechanik

Prüfungen an Kunststoffen und Composites



Zugprüfung



3-Punkt Biegeprüfung



Druckversuch



Härteprüfung



Schlagprüfung



Instrumentierter Durchstoßversuch

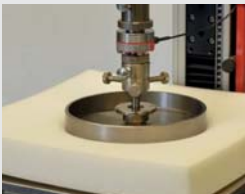


Fließprüfung



Ermüdungsprüfung

Prüfungen aus weiteren Anwendungsbereichen



Prüfung an weichelastischen Schaumstoffen



Zugprüfung an Elastomeren



Abriebprüfung an Gummi



Zugversuch an Garnen



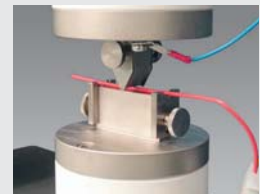
Zugversuch an textilen Flachgebilden



Prüfung von Glas



Scherzugversuch an Holzverbindung



Prüfung an Kabeln



1.4 Verbindungstechnik im Automobilbau

In einem Fahrzeug werden verschiedene Fügeverfahren eingesetzt, die alle mechanisch charakterisiert werden müssen.

Die breite Anwendung innerhalb des Fahrzeugbaus findet lösbare Schraubverbindungen, die zunehmend auch in sicherheitskritischen Anwendungen eingesetzt werden. Dementsprechend hoch sind die Qualitätsanforderungen für Schrauben, die in Zug- und Schwingversuchen erfüllt werden müssen.

Im Fahrwerk werden überwiegend linienförmige Verbindungen (Schweißnähte) verwendet, bei denen der Fokus auf der Lebensdauer des Bauteils bzw. der Fügeverbindung liegt. Im Fahrzeug-Rohbau werden sowohl linienförmige, als auch punkt- und flächenförmige Verbindungen sowie Kombinationen der einzelnen Verbindungen eingesetzt.

Das Kleben hat sich als Verfahren zum zuverlässigen Fügen von verschiedenen Werkstoffen etabliert und gewinnt zunehmend an Bedeutung. Moderne Klebe-

stoffe erfüllen die Anforderungen im Leichtbau optimal, da sie hohe Fügequalität bei geringem Gewicht bieten und flexibel einsetzbar sind.

Der Fokus liegt auf einer crash-sicheren Auslegung der Bauteile, unter Sicherstellung der geforder-

ten Lebensdauer. Sowohl im Rohbau, als auch im Fahrwerk ist die Steifigkeit ein wichtiges Kriterium zur Auslegung von Bauteilen.



Bild 1: Statischer Zugversuch an Schrauben



Bild 2: Ermüdungsprüfung an Schraubverbindungen mit dem Vibrophore

Die mechanischen Eigenschaften der Fügeverbindungen müssen sowohl unter quasi-statischer, als auch unter schwingender und schlagdynamischer Beanspruchung ermittelt werden.

Die im Versuch ermittelten Daten (quasi-statischer Zugversuch, Schwingfestigkeitsuntersuchungen und schlagdynamische Versuche) werden zur Qualitätssicherung und als Input für die Simulation von Lebensdauer und Crashverhalten genutzt.

Bei der Verwendung bauteilähnlicher Proben können diese auch als Validierung für Lebensdauer- oder Crash-Modelle verwendet

werden. Die Kombination von verschiedenen Werkstoffen bekommt im Leichtbau eine zunehmend wichtige Bedeutung. Das Fügen von metallischen und nichtmetallischen Materialien stellt die Hersteller vor Herausforderungen, die nur mit verschiedenen Fügeverfahren gelöst werden kann. Allen Fügeverfahren gemeinsam ist die Notwendigkeit der Sicherstellung der Festigkeit des Verbundes und dessen Belastbarkeit in der Anwendung.



Bild 5: Ausdrückversuch einer Nietverbindung



Bild 1: Punktgeschweißte Probe



Bild 3: Scherversuch an Nietverbindung

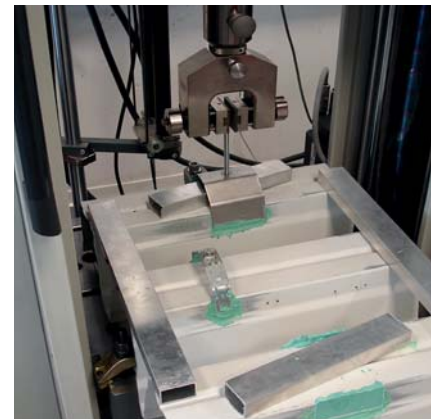


Bild 6: Abziehversuche an strukturellen Klebeverbindungen



Bild 2: Geschlitzter Probekörper einer Klebeverbindung zweier Faserverbundwerkstoffe im Schubversuch

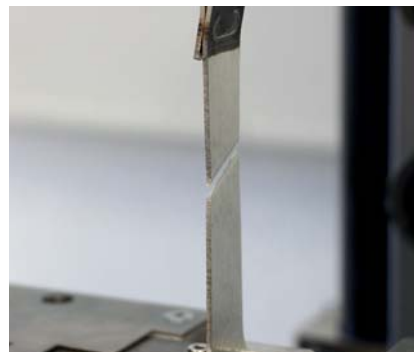


Bild 4: Lasergeschweißte Blechprobe nach Zugversuch mit Versagen außerhalb der Schweißstelle



Bild 7: Abziehversuch an Klebestreifen



2 Motor, Antrieb und Elektrifizierung

Antriebsaggregate sind im Fokus der Entwicklung für effiziente und emissionsreduzierte Mobilität. Um die weltweit anspruchsvollen regulativen Ziele zu erreichen, spielt das Downsizing eine wichtige Rolle. Verbrennungsmotoren werden einerseits kleiner und leichter, aber andererseits komplexer und aufwendiger, da zusätzliche Motorelemente wie Aufladung, Betriebsparameteroptimierung und der zunehmende Einsatz von elektrischen Antrieben große Herausforderungen an die eingesetzten Werkstoffkombinationen stellen. Prüftechnik von ZwickRoell liefert verlässliche Prüfergebnisse zur Unterstützung dieser Entwicklungsprozesse.

2.1 Prüfungen an elektrischen Antrieben

Um hohe Wirkungsgrade bei elektrischen Traktionsmotoren zu erreichen, werden vielfach unkonventionelle Wege beschritten: komplexe Blechschnitte, dünnere Bleche, Hochleistungsmagnete für die Permanenterrregung. Mit ZwickRoell Prüfmaschinen werden z. B. Ausdrückkräfte von geklebten Permanentmagneten gemessen, um ihren festen Sitz zu gewährleisten. Des Weiteren werden Montage- und Demontage-Kräfte von Elektro-

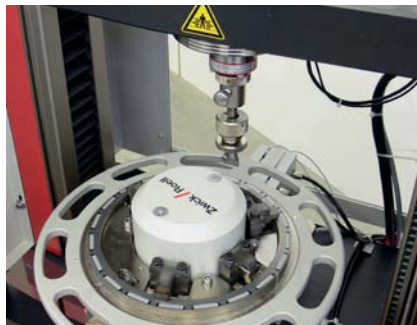


Bild 1: Prüfung von Transaktionsmotoren

motorkomponenten ermittelt, um Versagensursachen genauer zu lokalisieren.

2.2 Prüfungen an elektrischen Energiespeichern

Die Lithium-Ionen-Batterie ist die heute gängigste Möglichkeit der Energiespeicherung für elektrische Antriebe im Fahrzeugbau. Sein komplexer Aufbau erfordert hohe Prozesssicherheit in der Herstellung und in der Montage zum kompletten Batteriesystem. So werden unterschiedlichste mechanische Prüfungen an Zellen, Batteriemodulen bis hin zu kompletten Batteriesystemen durchgeführt. Aufgrund der hohen Energiedichte müssen die Batterien mechanische Belastungen bis zum provozierten Kurzschluss bestehen, um eine Gefährdung der Fahrzeuginsassen zu vermeiden. Zudem müssen strenge Prüfnormen

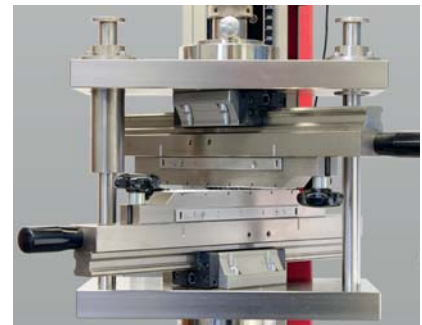


Bild 2: Prüfung der Haftfestigkeit von Elektrodenbeschichtungen bei Lithium-Ionen Batterien

zur Erfüllung von Transportvorschriften von Hochenergiespeichern erfüllt werden. Weiter müssen Maschinensteuerung, Beschleunigung der Prüfmaschine und ihre Datenerfassungsrate auf diese schnellen Vorgänge abgestimmt sein.

2.3 Prüfungen an Brennstoffzellen

Eine weitere interessante Alternative zu fossilen Kraftstoffen und Verbrennungsmotoren stellt die Brennstoffzelle dar, die Wasserstoff in Energie für Elektroantriebe umwandelt. Neben Belastungsprüfungen einzelner Zellschichten oder der Bestimmung der Stapelfähigkeit einzelner Brennstoffzellenmodule müssen die Werkstoffe für Druckwasserstoffspeicher Drücken bis 1200 bar standhalten. Zudem müssen die eingesetzten Werkstoffe auf mögliche negative Einflüsse von Wasserstoff, wie z. B. Versprödung, untersucht werden.

2.4 Prüfungen an Motorkomponenten

Pleuel-Prüfung

Das Belastungskollektiv von Pleueln verlangt eine Bauweise und Werkstoffe, welche den hohen gestellten Anforderungen, wie z.B. einer Ermüdungsgrenze von ca. $N = 5 \times 10^6$ Zyklen, gerecht wird. Das Pleuel kann in drei Belastungsbereiche eingeteilt werden und zur Prüfung müssen beide Augen unter realen Bedingungen, d. h. mit Spiel und in einem Temperaturbereich von 90 bis 120 °C mit Ölumgebung geprüft werden.

Der ZwickRoell Hochfrequenzpulsator Vibrophore mit speziellen Gabel-Probenhaltern ermöglicht eine hohe Prüffrequenz von bis zu 250 Hz und damit einen sehr hohen Probendurchsatz. Durch die vergleichsweise niedere Energieaufnahme werden entsprechend niedrige Betriebskosten erreicht.

Prüfung von Kurbelwellen

Für Ermüdungsprüfungen an Kurbelwellen kann der Hochfrequenzpulsator Vibrophore oder eine servohydraulische Prüfmaschine verwendet werden. Zur Ermittlung der Wöhler-Kurve erfolgt die Ermüdung einzelner Segmente durch Biegebelastung, wobei Aufnahme- und -werkzeuge so gestaltet sind, dass durch Umspannen alle Segmente der Kurbelwelle geprüft werden können. Als Ermüdungsgrenze werden hier ca. $N = 3 \times 10^6$ Zyklen angenommen. Es werden kraftgeregelte Sinus-Zyklen nach dem Treppenverfahren durchgeführt. Ermüdungsprüfung durch Torsionsbelastung ist mit der gleichen Maschine möglich.



Bild 1: Ermüdungsprüfung an einem Pleuel



Bild 2: Kurbelwellen-Segment unter dynamischer Belastung in einem Vibrophore

Prüfungen an gebauten Nockenwellen

Aufgrund des Einsatzgebiets müssen die Nockenwellen hohen, dauerhaften Torsions-Belastungen standhalten. Im Rahmen der produktionsbegleitenden Qualitätskontrolle können Torsions-Prüfmaschinen eingesetzt werden. An den Nockenwellen wird das Drehmoment bestimmt, ab dem sich die Komponentenverbindungen lösen. Nockenwellenabschnitte werden in die Maschine horizontal eingespannt und zunehmend mit bis zu 1000 Nm Drehmoment belastet. Interessant ist dabei die elastische und plastische Verformung der Nockenwellenkomponenten zueinander. Die Drehwinkelmessung erfolgt berührungslos über den optischen Laser-Extensometer laserXtens von ZwickRoell.

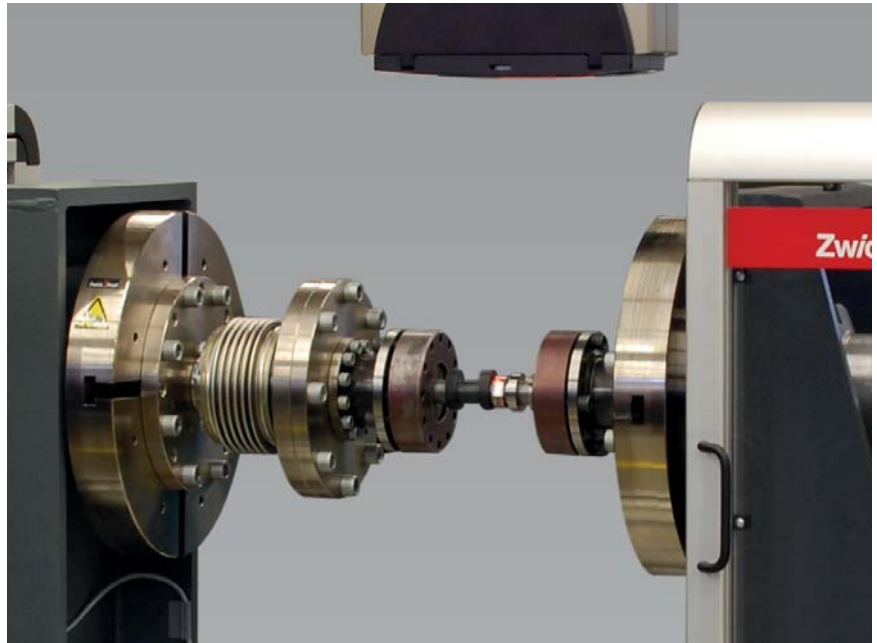


Bild 3: Torsions-Prüfung an Nockenwellen

Weitere Prüfungen an Motorkomponenten



Bild 1: Ermüdungsprüfungen am Motorblock



Bild 4: Prüfung von Ventilfehern

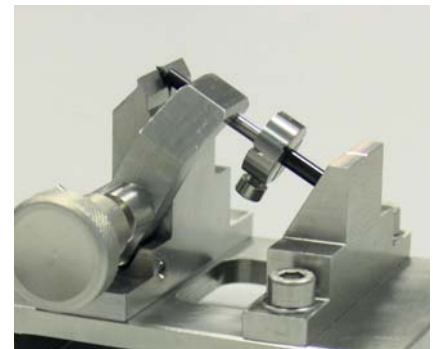


Bild 6: Prüfung des Reibverhaltens von DLC-beschichteten Einspritzdüsen



Bild 2: Ermüdungsprüfungen an Motorketten



Bild 5: Härteprüfung an Ventilen

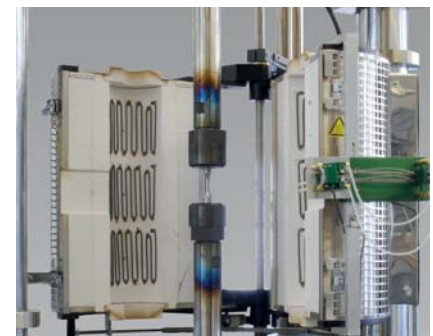


Bild 7: Hochtemperatur-Prüfung an Motorkomponenten

2.5 Prüfung an motornahen Komponenten

Aufgrund ihrer Position sind diese Elemente oft starken thermischen Belastungen aber auch Vibrationen ausgesetzt. Bei unzulänglicher Auslegung können diese Komponenten frühzeitig versagen. Eine belastungsnahe Betriebsfestigkeitsprüfung ist zur hinreichenden Absicherung notwendig.

Prüfung von Elastomerlagern

Elastomerlager haben eine Reihe von Aufgaben im Motorraum oder im Fahrwerk zu erfüllen: Gelenk- und Ausgleichfunktion, aber auch Schwingungsisolierung und -dämpfung. Verschiedene Prüfverfahren werden eingesetzt, um aktive und passive Lager zu charakterisieren und zu prüfen.



Bild 1: Einachsige Ermüdungsprüfung eines Motorlagers

Prüfung von Abgasanlagen

Abgasanlagen sind hochbeanspruchte komplexe Bauteile, die vor allem thermischen Belastungen, Stößen und Schwingungen sowie korrosiven Medien ausgesetzt sind. Diese Anlagen enthalten zudem eine Vielzahl von sensiblen Komponenten wie Katalysatoren,

Messsensorik oder Elektronik, die für diese Anforderungen ausgelegt und geprüft sein müssen. ZwickRoell bietet hierzu unterschiedlichste Prüflösungen an. Im Beispiel werden biaxiale Prüfungen an einer kompletten Abgasanlage in einem servohydraulischen Prüfsystem durchgeführt.



Bild 2: Ermüdungsprüfungen an einer Abgasanlage

Prüfung von Katalysatormatten

Spröde keramische Katalysatorkörper müssen für die Lebensdauer sicher in der Abgasanlage gelagert werden. Bei den verwendeten Lagermatten ist die Ermittlung der Steifigkeit und des Reibungskoeffizienten unter Temperatur von großer Bedeutung. Hierfür wird eine Prüfmaschine mit bis zu 1050 °C beheizbaren Druckplatten ausgestattet die vertikale Prüfkräfte aufbringen und den Druckplattenabstand mittels eines optischen Wegaufnehmers hochgenau regeln kann.

Mit einer zusätzlichen horizontalen Prüfachse kann dann der temperaturspezifische Reibungskoeffizient ermittelt werden.

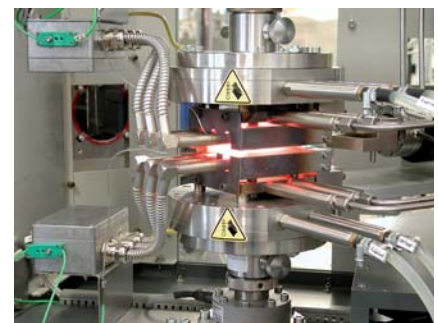


Bild 3: Prüfung von Katalysatormatten

2.6 Prüfung am Antriebsstrang

Überall wo Leistung umgewandelt und umgesetzt wird, sichern Prüfungen die Zuverlässigkeit der eingesetzten Komponenten. Bereits seit mehr als 50 Jahren befasst sich ZwickRoell mit Tests an Komponenten des Antriebsstrangs. Waren es damals einfache Belastungsprüfungen, so werden heute ganz spezielle Kennwerte betriebsnah, bei hohen Geschwindigkeiten, Drehmomenten und realen Betriebstemperaturen gemessen und dokumentiert.

Prüfung von Kupplungen

Wichtige Eigenschaften für die Entwicklung, aber auch für die Produktionskontrolle von Reibungskupplungen sind die Kennlinien für Anpresskraft und -weg sowie Ausrückkraft und -weg. Des Weiteren kann der Abhubweg der Kupplungsdruckplatte und die Parallelität der Druckplatte zur Kupplungs-scheibe ermittelt werden. Diese Kennlinien sind wichtige Kriterien für die komfortable Betätigung einerseits, aber auch für die sichere Drehmomentübertragung der Kupplung andererseits. Diese Versuche werden im Neu- und im definierten Gebrauchszustand durchgeführt.

Axiale und torsionale Messung an einer Kupplungsreibrscheibe

Für die Aufbringung und zur Unterbrechung des Drehmomentflusses werden auch trockene Reibungskupplungen verwendet. Neben den oben genannten axialen Kennlinien sind deshalb die Drehmoment-Kennlinien äußerst wichtig, wie z.B. das Schleppmoment, Vor- und Hauptdämpferkennlinie oder der Nulldurchgang.



Bild 1: Ermittlung von Anpresskraft und -weg sowie Ausrückkraft und -weg von Reibungskupplungen

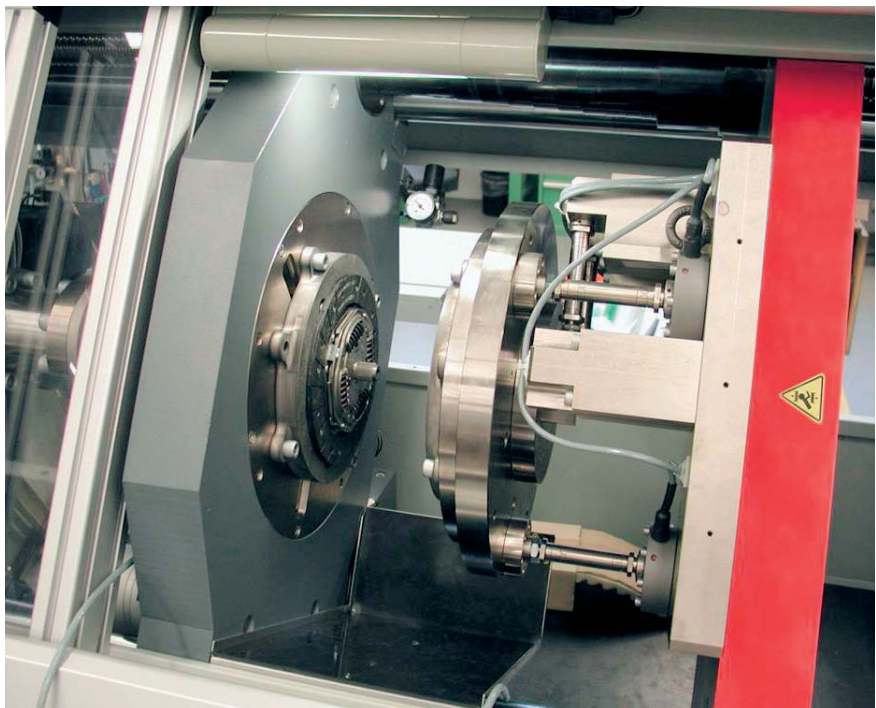
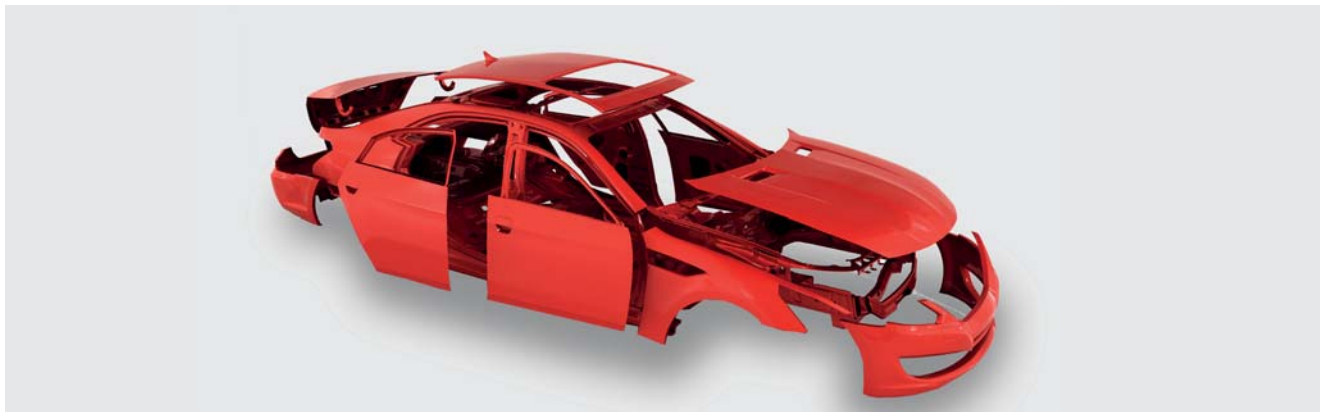


Bild 2: Axiale und torsionale Messung an einer Kupplungsreibrscheibe



3 Karosserie

Um den steigenden Anforderungen an Insassenschutz, Leichtbau, Komfort und Funktionalität gerecht zu werden, werden moderne selbsttragende Karosserien in zunehmendem Maße zu komplexen Strukturen in Hybridbauweise. So kommen heute neben den klassischen Stahlgüten, hochfeste bis hin zu ultrahochfesten Stählen, sowie Aluminium und in zunehmenden Maße faserverstärkte Kunststoffe zum Einsatz. Hochgenaue Prüftechnik von ZwickRoell unterstützt die Auslegung dieser anspruchsvollen Multi-Materialverbunde

3.1 Prüfungen der Blechumformeigenschaften

Gute Umformeigenschaften sind für Feinbleche in der Karosserie sehr wichtig. Typische Umformvorgänge, wie das Tiefziehen und das Streckziehen, werden mit genormten Prüfverfahren nachgestellt. ZwickRoell prüft mit Blechumform-Prüfmaschinen des Typs BUP die gefragten Eigenschaften und stellt hierfür Prüfmaschinen mit Ziehkräften bis zu 1.000 kN zur Verfügung

Ein weiterer wichtiger, aber aufwendiger, Versuch ist die Bestimmung der Grenzformänderungskurve, aus der Konstrukteure Grenzdehnungen entnehmen können, die in formgebenden Prozessen nicht überschritten werden sollten. Für die notwendige optische Messtechnik während des Ziehprozesses arbeitet ZwickRoell mit hochspezialisierten Partnern zusammen.

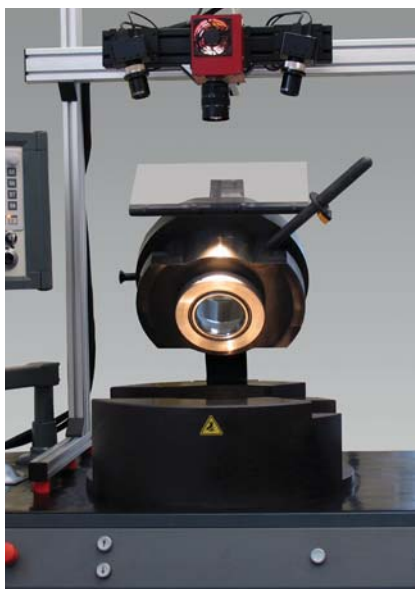


Bild 1: Blechumform-Prüfung

3.2 Risszähigkeitsprüfung

Die Risszähigkeitsprüfung K_{Ic} ist ein wichtiger Kennwert für metallische Werkstoffe in sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Flugzeugbau, Kraftwerksbau, aber auch Automobilbau. Die Bestimmung der Bruchzähigkeit erfolgt mit einer künstlich angerissenen Probe, die bis zum Bruch belastet wird. Aus der Kraft-Verformungskurve und der Risslänge lässt sich die Bruchzähigkeit K_{Ic} bestimmen.



Bild 2: Ermittlung der Bruchzähigkeit K_{Ic}

3.3 Prüfung der Oberflächenwelligkeit von Karosserie-Außenhaut

Bei bestimmten Lackierverfahren spielt die Oberflächenqualität von umgeformten Blechen eine wichtige Rolle. Die Ermittlung von Welligkeitskenngrößen der Blech-Oberfläche ist notwendig um die gewünschte Lackgüte sicherzustellen. Dazu wird eine Blechprobe mittels einer Blechumform-Prüfmaschine definiert plastisch vorgestreckt und die Welligkeit im Nachgang mit einem Welligkeitsprüfgerät ermittelt.

3.4 Schnellzerreiversuch

Für Anwendungen in der Automobilindustrie ist das Werkstoffverhalten bei hohen Dehnraten entscheidend. Bei einem Unfall werden hohe Geschwindigkeiten bei der Verformung des Werkstoffes erreicht, die für die Auslegung der Automobile zwingend berücksichtigt werden müssen. Die nötigen Kennwerte werden auf Schnellzerreimaschinen der Serie HTM bestimmt. Diese Prüfmaschinen erreichen an den Proben Verformungsgeschwindigkeiten bis zu 20 m/s bei Kräften von bis zu 500 kN.

3.5 Plättchen-Biegeversuch

Dieser Versuch dient der Ermittlung des Biegewinkels von Karosserieblechen mit dem Ziel, Rückschlüsse auf das Verformungsverhalten und die Anfälligkeit gegenüber Versagen von metallischen Werkstoffen bei Umformprozessen mit dominanten Biegeanteilen (z. B. Falzoperationen) oder bei Crashbelastung zu erhalten. Diese Prüfung wird mit einer speziellen 3-Punkt Biegevorrichtung in Prüfmaschinen durchgeführt. Hierbei können der Biegewinkel (unter Last und nach Entlastung, Rückfederung), sowie Innen- und Außen-Radius optisch gemessen werden.



Bild 1: Blechumformprfung mit videoXtens



Bild 2: Schnellzerreiversuch mit einer Prüfgeschwindigkeit von bis zu 20 m/s



Bild 3: Plättchen-Biegeversuch nach VDA 238-100

3.6 Prüfung von Crash-Strukturen

Die Energieaufnahme und Verformung von Karosserieteilen in einer Unfallsituation sind zentrale Parameter für die Sicherheit der Insassen. Im Vorfeld der üblichen Hochgeschwindigkeitstests werden daher sogenannte „Low-speed“ Crash-tests an Karosseriekomponenten und kompletten Fahrzeugstrukturen durchgeführt. Denn auch schon bei Belastungen mit langsamen Geschwindigkeiten können relevante Aussagen getroffen werden, die dann zurück in die Modellierung und Konstruktion fließen. Um die Parameter für Crashtests festzulegen, werden statische Druckversuche unter hohen Belastungen durchgeführt, um den Beginn des Versagens und seinen Fortschritt zu verstehen.



Bild 2: Flexibles Aufspannfeld zur Prüfung unterschiedlicher Karosserie- und Strukturelemente



Bild 1: Material-Prüfmaschine AllroundLine mit zwei Prüfräumen für Zug- und Druckversuche an Karosseriekomponenten





4 Fahrwerk

Das Fahrwerk definiert als Bindeglied zur Straße bedeutende Eigenschaften wie Dynamik, Sicherheit, Fahrkomfort und Effizienz im Kraftstoffverbrauch. Durch die sicherheitskritische Auslegung der Komponenten fließen bei der Entwicklung neuer Werkstoffe und neuer Fertigungstechnologien vor allem Zuverlässigkeitsbetrachtungen mit ein.

4.1 Federprüfung

Mehrkanalige Federprüfung

Mit mehrkanaligen Mess-Plattformen wird der Kraftwirkungslinienverlauf von Fahrwerks-Schraubenfedern ermittelt. Hierfür werden Standard-Prüfsysteme mit einer 6- oder 9-Komponenten-Kraft-Mess-Plattform ausgerüstet. Diese ermöglicht die spezifische Ermittlung der Feder-Durchstoßpunkte, auftretenden Momente und der resultierenden Kraft aus den Kraftkomponenten, die bei Druckbelastung der Schraubenfeder entstehen. Diese Kennwerte sind wichtig, um die Qualitätsattribute Reibung, Abnutzung und Lebensdauer zu beurteilen.

Prüfungen von Luftfedern unter verschiedenen Temperaturen

Mit diesem Prüfsystem werden die viskoelastischen Eigenschaften von Luftfedern und deren Ermüdungseigenschaften in einem Temperaturbereich von -80 bis $+250$ °C. Eine spezielle Druckvorrichtung erlaubt die Aufnahme verschiedener Luftfederformen und -größen. Die ganze Vorrichtung kann in einer mobilen Temperierkammer eingesetzt werden.

Mehrachsige Belastung von Luftfedern

Dieses Prüfsystem wird primär für die Qualitätssicherung und Entwicklung von Luftfedern eingesetzt. Es besteht aus einer Stand-Prüfmaschine mit F_{max} 250 kN, die zusätzlich mit einem horizontalen, elektro-mechanischen Antrieb und einer Kraft-Mess-Plattform mit fünf Kraftaufnehmern (3x vertikal, 2x horizontal) ausgestattet ist. Die axialen und horizontalen Steifigkeitskennlinien der Luftfedern können so unter vertikaler, horizontaler oder kombinierter Belastung ermittelt werden.



Bild 1: Mehrkanalige Prüfung an einer Fahrwerksfeder



Bild 2: Prüfung von Luftfedern

4.2 Prüfung von Rädern, Felgen und Reifen

Prüfung von Rädern

Räder im Automobilbereich bestehen aus Stahl-, Leichtmetall oder Composite-Werkstoffen und dem zugehörigen Reifen. Der Reifen ist ein komplexer Verbundkörper aus Materialien unterschiedlichster physikalischer Eigenschaften. Als Bindeglied zwischen Fahrbahn und Fahrzeug überträgt er alle Kräfte und Momente. ZwickRoell Prüfsysteme werden zur Ermittlung der quasi-statischen und dynamischen Eigenschaften von Rädern und Reifen eingesetzt. Dies reicht von Standardversuchen an Gummi, Textilien und Drähten bis hin zu Prüfungen am Gesamtsystem Rad/Reifen.

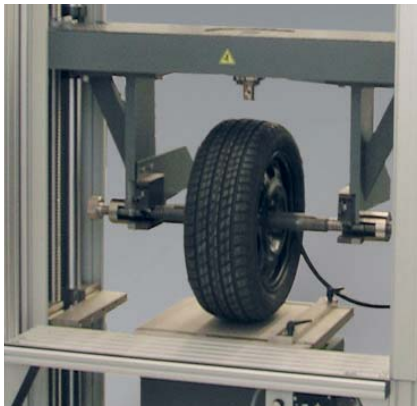


Bild 1: Prüfstand zum Messen der Reifen-Seitensteifigkeit

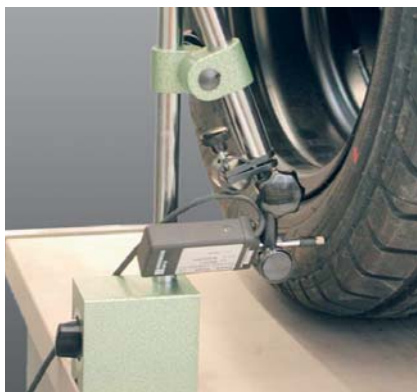


Bild 2: Axiale, horizontale Kräfte und Reifen-Druck werden über testControl geregelt

Prüfung von axialen Verformungen des Felgenhorns

Zur Ermittlung der Steifigkeitseigenschaften werden am Felgenhorn Druckversuche mit einem speziellen Druckdorn durchgeführt. Eingesetzt wird hierzu eine Stand-Prüfmaschine mit einer nach vorne auskragenden, höhenstellbaren T-Nuten-Traverse. Die Felgen können dadurch in ergonomisch günstiger Höhe in den Prüfraum eingebracht und fixiert werden. Der Kraftaufnehmer gewährleistet die exakte Messung der Axialkraft, auch wenn aufgrund der geometrischen Form der Felge Seitenkräfte auftreten.



Bild 3: Prüfung von axialen Verformungen des Felgenhorns



Bild 4: Messung von vollflächigen Verformungen an einer CFK-Felge

Prüfung von Scheibenbremsbelägen

Scheibenbremsbeläge sind mit der wichtigste Bestandteil einer Radbremse. Um die Qualität dieser Beläge beurteilen zu können, bestimmt man u.a. die Belagdickenänderung durch eindimensionale Druckbelastung in Richtung der Reibflächennormalen der Scheibenbremsbeläge. Für diese Aufgabe werden ZwickRoell Material-Prüfmaschinen mit einer Druckvorrichtung mit integriertem Messsystem ausgestattet. Die hochgenaue Verformungsmessung erfolgt über drei versetzt angeordnete Messtaster. Die Druckeinleitung wird über ein adaptiertes Kolbenersatz-Druckstück mit kreisförmiger Kräfteinleitung realisiert.



Bild 5: Druckprüfung an Bremsbelägen

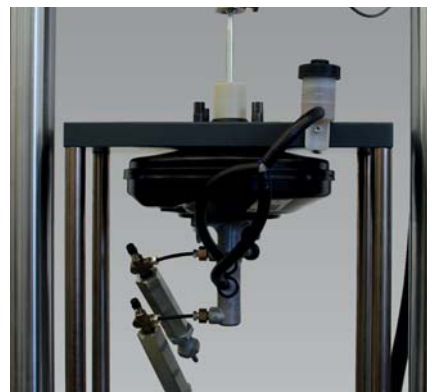


Bild 6: Kräfteinleitung in einen Bremskraftverstärker

4.3 Prüfung an Lenksystemen

Prüfung von Lenkgestängen

Mit diesem Prüfsystem werden bei einem Lenkgestänge in Einbaulage die Reibkräfte und -momente inkl. „stick-slip effect“ innerhalb und außerhalb der Prüfachse bestimmt. Zum Einsatz kommt hier eine horizontale Mehrachs-Prüfmaschine für Prüfkräfte bis 20 kN. Unterschiedliche Bauformen der Lenkgestänge können mit drei einstellbaren Prüfachsen optimal geprüft werden. Drei separat geregelte Antriebsachsen (Axial, Seitenkraft und Torsion) ermöglichen die Realisierung einer Vielzahl von Prüfabläufen.

Prüfung von Lenkachsen

Für die automatisierte Produktion von LKW-Teleskop-Lenkachsen können ZwickRoell Prüfmaschinen in eine vollautomatisierte Montagelinie integriert werden. Eine Prüfmaschine mit laerXtens wird dabei zum Ermitteln des maximalen Verdrehwinkels in der Mitte des Produktionsablaufs eingesetzt, um dort prozessnah auf die vorangegangenen Montageschritte Rückschlüsse ziehen zu können. Mit einer zweiten Prüfmaschine wird am Ende der Produktionslinie die Verschiebekraft der Lenkspindel gemessen.

Prüfung von Gummi-Metall-Dämpfern

Basierend auf einer Standard-Prüfmaschine wurde ein Prüfsystem entwickelt, das unter anderem die quasi-statische und dynamische Steifigkeit sowie den Verlustwinkel und Verlustfaktor der Gummi-Metall-Lager ermittelt.

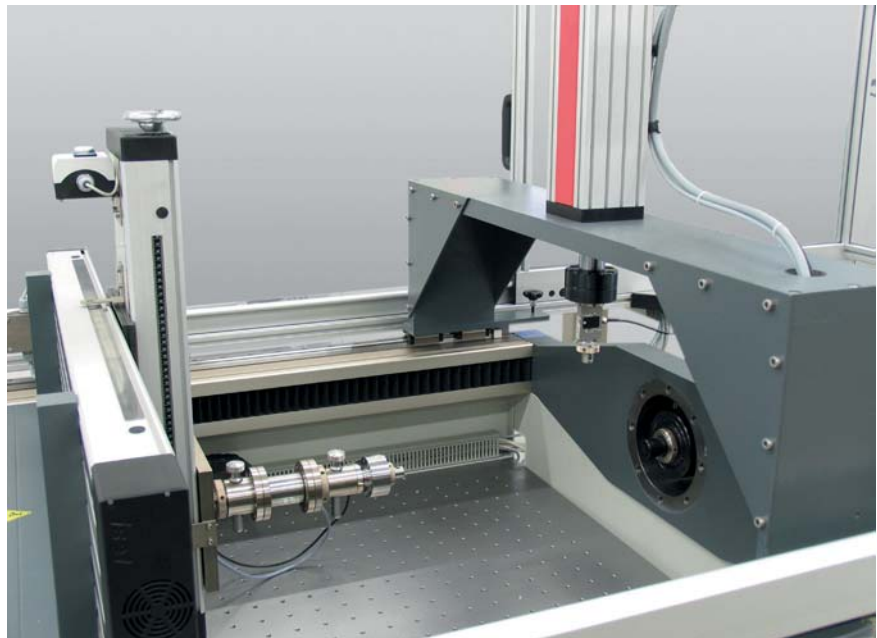


Bild 1: Prüfaufbau für die Aufnahme von Lenkgestängen

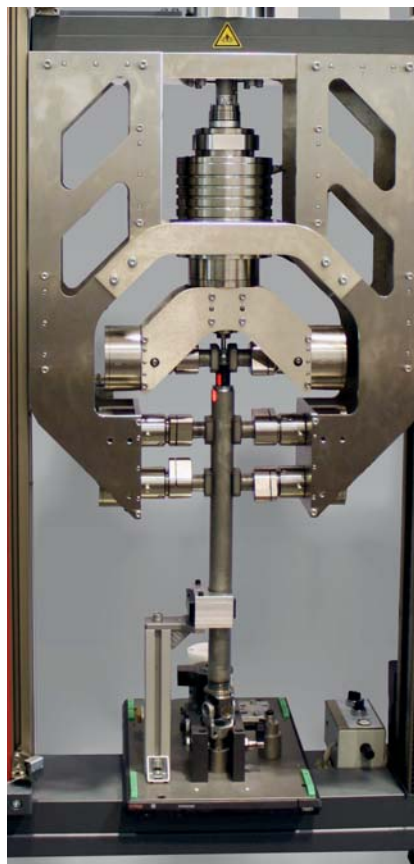


Bild 2: Prüfung LKW-Lenkachsen



Bild 3: Prüfung von Gummi-Metall-Dämpfern



5 Elektronik und Mechatronik

5.1 Prüfung an Schaltern

Um die Schaltcharakteristik von Elektronik-Schaltern und -Elementen zu bestimmen, werden die gemessenen elektrischen Signale der getesteten Baugruppe zeitsynchron den entsprechenden Kraft- und Wegsignalen zugeordnet. In einem Hystereseversuch (Ein- und Ausschalten) werden die mechanische Kraft bzw. das Drehmoment und die elektrischen Schaltpunkte ermittelt und dargestellt. Zusätzlich kann eine Prüfmaschine für die Drehmomentmessung an Drehschaltern mit Torsionsantrieb erweitert werden.

5.2 Funktionsprüfung an elektromagnetischen Aktuatoren

Proportional- und Schaltmagnete werden in vielen Anwendungen im Fahrzeug eingesetzt. Bei der Funktionsprüfung von elektromagnetischen Aktuatoren wird die Kraft-Hubkennlinie in der Endprüfung ermittelt. Anhand der Kennlinie lassen sich die wesentlichen Funktionsmerkmale der Aktuatoren erkennen.

Zusätzlich ermöglicht die Hysterese Aussagen über die Reibung, die aus der Qualität der mechanischen Teile resultiert.

Des Weiteren wird bei Proportionalmagneten die Kraft-Strom-Kennlinie geprüft, die aussagt, welche Kraft der Aktuator in einer definierten Ankerstellung innerhalb eines Strombereiches aufbringt. Die Idealkennlinie ist ein linearer Zusammenhang zwischen Kraft und Strom um den Arbeitspunkt.

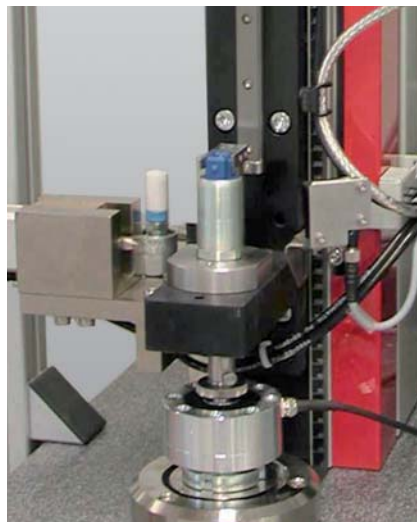


Bild 1: Prüfung von elektromagnetischen Aktuatoren



Bild 2: Funktionsprüfung an einem Fensterheberschaltetelement



Bild 3: Akustik-Haptik-Prüfung an einem Multifunktions-Drehschalter



6. Sitze, Interieur- und Sicherheitskomponenten

6.1 Statische Sitzprüfung

Für die Vielzahl von Prüfungen an Sitzen und Sitzelementen bieten wir eine Palette von Prüflösungen an. Das dargestellte Prüfsystem ist konzipiert, um die Qualität von Autositzen zu bestimmen. Der Ladetisch dient der ergonomischen Beladung und der einfachen horizontalen Positionierung der Sitze. Durch die gleichzeitige seitliche Verschiebbarkeit des Kraftaufnehmers kann an definierten Stellen der Sitzfläche die axiale Steifigkeit ermittelt werden. Zusätzlich kann auch im Sitz verbauete Sensorik, wie z.B. eine Sitzbelegungserkennung, geprüft werden.



Bild 2: Flexibler Prüfstand für die Charakterisierung von Sitzen



Bild 1: Ermittlung der Eindruckhärte von vorgeformten Weichschäumen

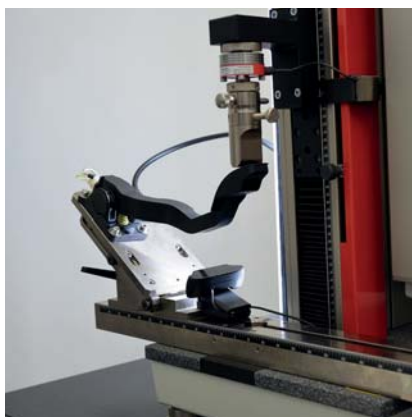


Bild 3: Ermittlung der Betätigungskraft eines Gaspedals



Bild 4: Ermüdungsprüfung eines Handbremshebels

6.2 Prüfung von Sicherheitsgurten

Das wichtigste Insassenrückhaltesystem ist seit langem der Sicherheitsgurt. Dieser muss einer Vielzahl von strengen Anforderungen genügen. Der Prüfungsumfang wird z.B. in der Regelung UN/ECE-R16 festgelegt. Die Prüfung muss neben verschiedenen Vorkonditionierungen des Gurtes (Setzen, Feuchte, Temperatur, Licht, Abrieb, etc.) nach sehr engen Vorgaben auf einer Prüfmaschine durchgeführt werden. Neben der maximalen Bruchkraft werden auch Werte wie Breitenänderung unter Last ermittelt. ZwickRoell Prüfsysteme werden auch eingesetzt, um die Festigkeit weiterer Sicherheitsgurtelemente wie Gurtschloss oder Gurtspanner zu bestimmen.



Bild 1: Zugversuch an einem Sicherheitsgurt

6.3 Prüfung von Airbag-Gewebe

Eine weitere wichtige Sicherheitsausstattung sind Airbags, die an verschiedenen Stellen im Fahrgastraum verbaut werden. Neben den Airbagtextilien werden auch deren Naht- und Klebeverbindungen im Zugversuch geprüft. Weitere Prüfungen erfolgen an Sensorik, Schaltelementen und den Sollbruchstellen.

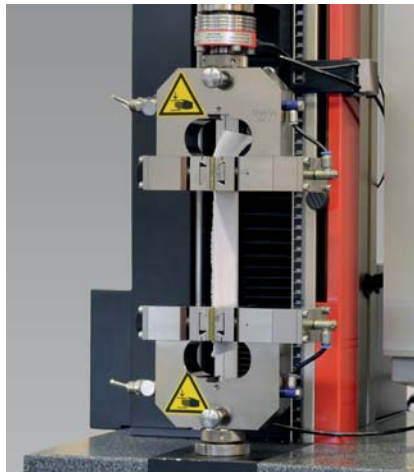


Bild 2: Prüfung von Airbag-Gewebe

6.4 Prüfung von Dichtungssensoren

Dieses Prüfsystem dient der Überprüfung von Tür- und Fensterdichtungen mit integriertem Einklemm-Schutzsystem. Dieses System schaltet Fenster- oder Schiebedach-Motoren ab, wenn eine definierte Kraft auf die Dichtung einwirkt (beim Einklemmen von Fingern oder Kopf eines Passagiers). Das System bestimmt die Kraft bei der das elektrische Signal das Sicherheitssystem aktiviert. Dazu wird das elektrische Signal gemessen und im Prüfablauf in Echtzeit angezeigt. Weiterhin ist ein Barcode-Lesegerät zur Proben-Identifikation und eine horizontale Verfahrenheit für Mehrfach-Belastung integriert.

6.5 Prüfung von Airbag Steckern

Bei der Montage von Airbags erzeugt der Airbag-Stecker beim Einrasten ein charakteristisches Geräusch (Audibles Feedback). Mit einer zwickiLine Prüfmaschine kann eine synchronisierte mechanische, elektrische und optische Prüfung sicherstellen, dass in der betrachteten Steckverbindung ein sicherer elektrischer Kontakt besteht.

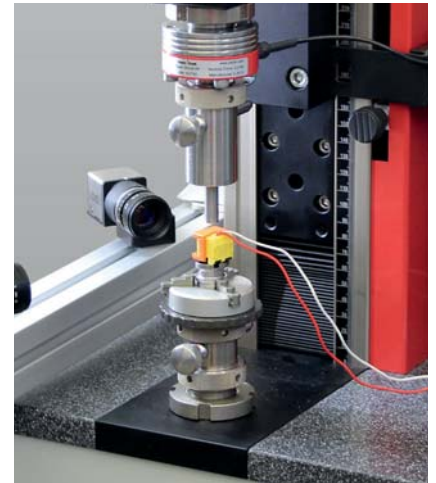


Bild 3: Prüfung von Airbag-Steckern



Bild 4: Prüfung von Dichtungs-Sensoren

7 Produkte und Services

7.1 Prüfmaschinen für quasi-statische Anwendungen

Die ZwickRoell Gruppe ist weltweit führender Anbieter von statischen Material-Prüfmaschinen, die unsere Experten für eine Vielzahl von anspruchsvollen Prüfaufgaben und für zahlreiche Anwendungsfelder entwickelt haben. Unsere statischen Prüfmaschinen haben wir speziell für Zug-, Druck- und Biegeversuche, Scherung und Torsion konzipiert, sodass sie sich hervorragend bei anspruchsvollen Aufgaben in

der Material- und Bauteilprüfung einsetzen lassen. Unsere Baureihen im Kraftbereich von 200 N bis 2.500 kN bieten eine große Bandbreite von Prüfhuben und -geschwindigkeiten, hochwertige Lastrahmen in Kombination mit intelligenten Antriebssystemen. Alle Systeme zeichnen sich durch eine genauso flexible wie einfache Integration der Kraftaufnehmer, Probenhalter und Längenänderungsaufnehmer aus. Die statische Prüfmaschine ist die klassische Prüflösung, wenn es um die verlässliche Absicherung von Kennwerten von Werkstoffen und Bauteilen geht.

zwickiLine

Die einsäulige zwickiLine zählt zu unseren Prüfmaschinen bis 5 kN und ist eine leistungsstarke und flexible Prüflösung für eine Vielzahl von Materialien und Bauteilen. Die Material-Prüfmaschine eignet sich für die Forschung und Entwicklung genauso hervorragend wie für die laufende Qualitätssicherung. Durch die vielfältigen Ausstattungsmöglichkeiten kann die zwickiLine Kunststoffe, Elastomere, Metalle, Verbundmaterialien, Papier, Pappe, Textilien, Schaumstoffe oder Bauteile sowie Komponenten prüfen.



Prüfmaschine zwickiLine und ProLine

Prüfmaschine AllroundLine

Prüfmaschine

ProLine

Die Baureihe der ProLine Material-Prüfmaschinen ist hauptsächlich für standardisierte Prüfungen an Materialien und Bauteilen im Kraftbereich bis 100 kN entwickelt worden. In Kombination mit der intuitiven Prüfsoftware testXpert III sind die ProLine Material-Prüfmaschinen schnell und sehr einfach zu bedienen.

AllroundLine

Die neue AllroundLine eignet sich für Anwendungen aus allen Bereichen. Sowohl für Prüfaufgaben in der Qualitätskontrolle, als auch für anspruchs-

volle Forschungsprojekte kann die AllroundLine ideal eingesetzt werden. Die Prüfmaschinen stehen ab einem Kraftbereich von 5 kN zur Verfügung. Je nach Anforderung und Kraftbereich stehen Profil- und Säulenmaschinen zur Auswahl.

Großlast-Prüfmaschinen

Großlastprüfmaschinen sind für Material- und Bauteilprüfungen, bei denen hohe Prüfkräfte erforderlich sind, entwickelt worden. Prüfwerkzeuge für kleinere Prüfkräfte erweitern den Einsatzbereich und können einfach adaptiert werden. Das Standard-

Produktprogramm besteht aus mehreren Lastrahmenvarianten im Kraftbereich von 330 kN bis 2.500 kN. Die Krafteinleitung erfolgt dabei elektromechanisch oder hydraulisch. Für einen größeren Kraftbereich können kundenspezifische Lösungen mit hydraulischen Großlastprüfmaschinen realisiert werden. Großlast-Prüfmaschinen zeichnen sich durch eine hohe Steifigkeit, Robustheit, Flexibilität und Zuverlässigkeit aus.



ine AllroundLine mit zwei Prürräumen

Großlast-Prüfmaschine

7.2 Dynamische Prüfmaschinen

Seit mehreren Jahrzehnten bietet die ZwickRoell Gruppe erfolgreich Lösungen für Ermüdungsprüfsysteme an. Unsere Experten arbeiten Hand in Hand mit unseren Kunden und garantieren somit perfekte Lösungen für alle Branchen. Von der kompakten servohydraulischen Tisch-Prüfmaschine bis hin zum mehrachsigen Prüfportal im Meganeutron-Bereich: wir lösen für unsere Kunden jede Herausforderung.

Bei ZwickRoell werden verschiedene physikalische Antriebsprinzipien für die dynamischen Prüfmaschinen genutzt. Jedes hat seine speziellen Vorteile und Einsatzgebiete. In Abhängigkeit von Ihren Anforderungen können wir Ihnen die optimale Lösung für Ihre Prüfaufgabe anbieten. Die Leistungsfähigkeit der Prüfsysteme wird maßgeblich durch die eingesetzte Regelelektronik bestimmt. Hier bieten wir mit der testControl II Elektronik eine leistungsstarke Lösung für einfache und komplexe Prüfaufgaben. Darüber hinaus bieten wir mit dem

Control Cube, speziell für mehrachsige Anwendungen und Modernisierungen, eine flexible und erweiterbare Regelelektronik an.

Elektromechanische Servo-Prüfzylinder

Der elektromechanische Servo-Prüfzylinder ist universell einsetzbar für Zug- und Druckerwartungen zur variablen Integration in Prüfvorrichtungen, Produktionslinien oder speziellen Aufbauten. Verfügbar für den Kraftbereich von 1 bis 50 kN eignet er sich hervorragend für Prüfungen mit einer Prüffrequenz bis zu 1 Hz.



Elektromechanischer Servo-Prüfzylinder

Elektrodynamische Prüfmaschine LTM

Servohydraulische Prüfmaschine HA

Servohydraulische Prüfmaschine HA 100

Vibrophore

Die Vibrophore haben einen elektromagnetischen Resonanzantrieb. Dieser ermöglicht hohe Prüffrequenzen, somit kurze Versuchszeiten bei minimalem Energieeinsatz. Vibrophore Resonanz-Prüfmaschinen sind für Prüfkraft bis 1.000 kN erhältlich und bieten nun auch die Möglichkeit normgerechte statische Prüfungen durchzuführen.

Elektrodynamische Prüfmaschinen

Elektrodynamische Prüfmaschinen mit wartungsarmem Linearantrieb eignen sich besonders für Anwen-

dungen im unteren Kraftbereich bis 10 kN. Dank des von ZwickRoell entwickelten und patentierten Antriebskonzeptes kann diese sowohl für dynamische als auch für statische Material- und Bauteilprüfungen eingesetzt werden. Durch die geringe bewegte Masse des Antriebs bietet dieser ideale Voraussetzungen für die Durchführung von Ermüdungs- und Lebensdauerprüfungen.

Servohydraulische Prüfmaschinen

Die servohydraulischen Prüfmaschinen sind universell einsetzbar. Sie können sowohl für statische als auch

für schwingende Beanspruchungen verwendet werden, sogar Prüfungsgeschwindigkeiten bis 20 m/s sind möglich. Der modulare Baukasten umfasst Prüfsysteme bis 2.500 kN, in Sonderausführung auch darüber. Neben den Prüfsystemen reicht das ZwickRoell Produktprogramm von Probenhalter, Mess-, Steuer- und Regelelektronik, Prüfsoftware bis hin zu den notwendigen Hydraulikkomponenten. Hier bieten wir vom Hydraulikaggregat über die Hydraulikverrohrung bis hin zum Prüfzylinder alles an, um individuellen Kundenanforderungen gerecht zu werden.



Elektrodynamische Prüfmaschine HB



Hochfrequenzpulsator Vibrophore



Mehrachsigter servohydraulischer Prüfstand

7.3 Systeme zur Prüfung unter Temperatur und Hochtemperatur

Der breite Anwendungsbereich von Fahrzeugen in global unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen erfordert die Bestimmung von mechanischen Kennwerten bei niedrigen und erhöhten Temperaturen.

Temperierkammern

Diese Kammern decken einen großen Temperaturbereich von -80 °C bis $+250\text{ °C}$ und damit den Großteil der Prüfanforderungen an Werkstoffe und Bauteile ab. Auf Wunsch können diese Kammern mit erweitertem Temperaturbereich, Klimatisierung, Medieneinfluss oder

Brandschutzvorrichtungen ausgestattet werden.

Hochtemperaturöfen

Hochtemperatur-Prüfungen werden zur Bestimmung des thermisch-elastischen Verhaltens, der Hitzebeständigkeit und Rekristallisationstemperatur von Materialien verwendet. ZwickRoell bietet Lösungen in verschiedenen Varianten zwischen $+200\text{ °C}$ und $+1.600\text{ °C}$ an. Die Lösungen zeichnen sich aus durch eine optimale Abstimmung der Öfen inkl. Temperaturreglern, den passenden Probenhaltern für Zug- und Biegeversuche und den zugehörigen Längenänderungsaufnehmern aus.

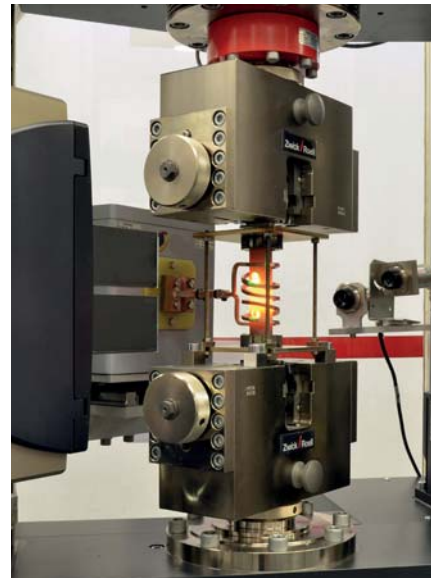


Bild 2: Hochtemperatur-Zugversuch mit optischer Dehnungsmessung (laserXtens)



Bild 1: ZwickRoell liefert standardmäßig Prüflösungen für Versuche von -80 °C bis $+1.600\text{ °C}$

7.4 Prüfmaschinen für multiaxiale Spannungszustände

Um reale, mehrdimensionale Belastungszustände von Bauteilen besser simulieren zu können, werden auch zunehmend Versuchsdaten aus mehrachsigen Belastungen benötigt.

Verschiedene Versuchsanordnungen haben sich in der Praxis bewährt, um den dreidimensionalen Belastungszustand, bestehend aus Normal- und Schubspannungen besser zu beschreiben.

Dabei werden verschiedene Ansätze verfolgt in denen Spannungen und auch Torsion in mehreren Achsen überlagert werden.



Bild 2: Biaxiale Prüfmaschine mit überlagerter Torsion

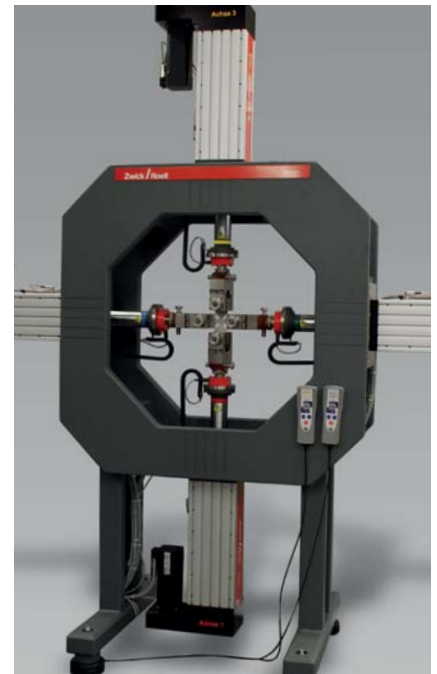


Bild 4: 30 kN biaxiale Prüfmaschine



Bild 1: Tension-Torsion Prüfungen mit optischer Dehnungsmessung

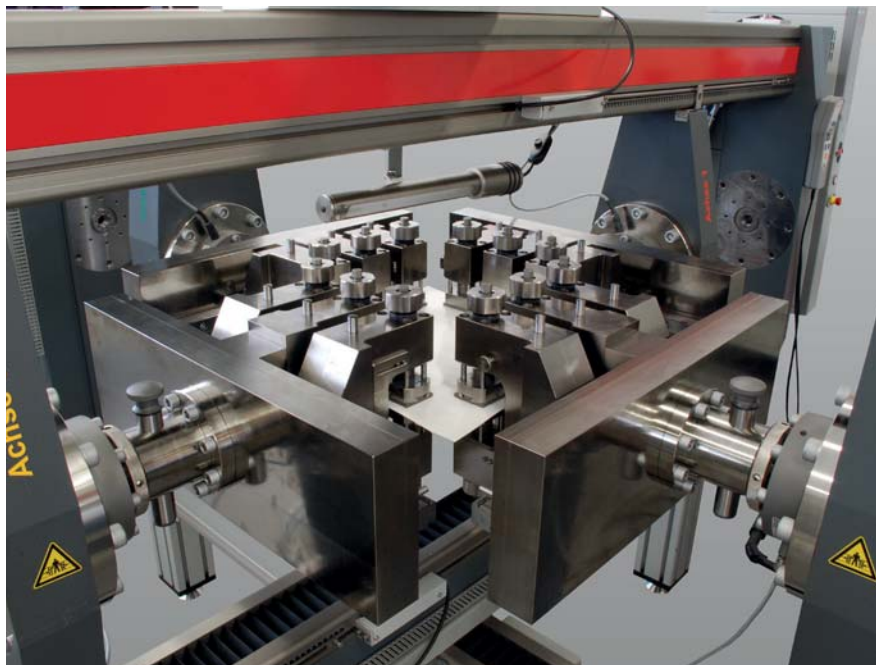


Bild 3: Horizontale biaxiale Prüfmaschine

7.5 Spezielle Prüfanlagen und Instrumente

Neben den klassischen Prüfmaschinen bieten wir eine Reihe weiterer Prüflösungen an, die in der Automobilindustrie Anwendung finden. Gute Umformeigenschaften sind für Feinbleche sehr gefragt. Typische Umformvorgänge, wie das Tiefziehen und das Streckziehen werden mit genormten Prüfverfahren nachgestellt.

Blechumform-Prüfmaschinen

ZwickRoell prüft mit Blechumform-Prüfmaschinen des Typs BUP die gefragten Eigenschaften und stellt hierfür Prüfmaschinen mit Ziehkräften bis zu 1.000 kN zur Verfügung. Ein wichtiger, aber aufwendiger Versuch ist die Bestimmung der Grenzformänderungskurve, aus der Konstrukteure Grenzdehnungen entnehmen können, die in formgebenden Prozessen nicht überschritten werden sollten. Für die notwendige optische Messtechnik zur Aufnahme der Dehnungen während des Ziehprozesses arbeitet ZwickRoell mit hochspezialisierten Partnern zusammen.

Härte-Prüfmaschinen

Langjährige Erfahrung, eine Vielzahl von weltweit gelieferten Ausrüstungen und ständige Kommunikation mit Anwendern ist Basis für unsere Härteprüfmaschinen und -geräte. Vielseitiger Einsatz und hohe „Intelligenz“ unserer Prüfsysteme erreichen wir mit moderner Mechanik, leistungsfähiger Elektronik und anwendungsorientierter Software. Die ZwickRoell Gruppe hat nach ISO 17025 UKAS und DAkkS-akkreditierte Kalibrierlaboratorien, rückführbar auf das Nationale Metrologische Normal. Dies garantiert die rückführbare Zertifizierung von ZwickRoell Härteprüfern, Härtevergleichsplatten und Eindringkörpern.



Bild 1: Blechumform-Prüfmaschine BUP 600



Bild 2: Härte-Prüfmaschine ZHU250CL

Pendelschlagwerke

Mit der Entwicklung der HIT-Pendelschlagwerke geben wir Herstellern und Verarbeitern von Kunststoffen richtungsweisende Pendelschlagwerke bis 50 J Schlagenergie an die Hand. Genauigkeit, Zuverlässigkeit und ergonomische Auslegung sind Hauptmerkmale dieser Geräte, die primär für Prüfungen nach Charpy, Izod, Schlagzug und Dynastat eingesetzt werden.

Darüber hinaus sind unsere Metall-Pendelschlagwerke der Reihen RKP ($\leq 450\text{J}$) und PSW ($\leq 750\text{J}$) weltweit im Einsatz. Prüfungen nach internationalen Anwendungsnormen nach Charpy und Izod sowie Schlagzug-Versuche und auch Versuche nach Brugger können mit diesen Pendelschlagwerken sicher und zuverlässig durchgeführt werden.



Bild 1: Pendelschlagwerk HIT50 P mit automatischer Probenzuführung

Fallwerke

Zunehmende Bedeutung erfahren Schlagprüfungen mit Fallwerken. Wir bieten hier unsere Baureihe an HIT-Fallwerken an, die für

genomte Werkstoffprüfung aber auch nicht-standardisierte Bauteilprüfung konzipiert ist. Mit zunehmendem Einsatz von Kunststoffen im Automobilbau werden diese Prüfungen wichtiger.

Hochgeschwindigkeits-Prüfmaschinen

Das Bruchverhalten vieler Werkstoffe ist unter anderem auch von der Belastungsgeschwindigkeit abhängig ist. Für die numerische Berechnung der Crashesicherheit werden entsprechende Daten bzw. Werkstoffgesetze benötigt. Mit den servohydraulischen Hochgeschwindigkeitsprüfmaschinen der Baureihe HTM von ZwickRoell können dehnrate-abhängige Kennwerte über einen weiten Geschwindigkeitsbereich ermittelt werden.

C-Rahmen Prüfmaschinen

Die Produktgruppe der cLine Material-Prüfmaschinen zeichnet sich durch den nach 3 Seiten offenen Prüfraum aus. Die cLine Material-Prüfmaschinen eignen sich speziell zur Bauteilprüfung und zur Werkstoffprüfung von weich-elastischen Schäumen. Die Bauteilprüfung wird überwiegend an Formschaumprodukten wie Fahrzeugsitzen und -polstern vorgenommen. Für die Werkstoffprüfung werden Würfel bzw. Platten aus weich-elastischen Schäumen verwendet. Hierbei werden Druckversuche, zyklische Eindruckversuche und Druckschwellversuche (Wechselastversuche) durchgeführt. In Kombination mit der intuitiven Prüfsoftware testXpert III sind die cLine Material-Prüfmaschinen sehr einfach zu bedienen.



Bild 2: Fallwerk HIT 230F



Bild 3: Hochgeschwindigkeits-Prüfmaschine HTM



Bild 4: C-Rahmen Prüfmaschine HTM



Bild 1: An den Arbeitsprozessen ausgerichteter Workflow in der Ansicht eines Administrators mit vollen Funktionalitäten - www.testXpert.de

7.6 Prüfsoftware testXpert III

Intuitiv und workfloworientiert von Anfang an!

testXpert III ist das Resultat aus der engen Zusammenarbeit mit Anwendern aus der Materialprüfung und der Erfahrung von über 30.000 erfolgreichen testXpert Installationen. Bereits beim Start von testXpert III überzeugt die Leichtigkeit einer intuitiven und strukturierten Bedienung. Aussagekräftige Symbole und klar visuell verbundene Zusammenhänge unterstützen den Benutzer und reduzieren die Wege und Klicks der Maus.

An Ihren Arbeitsprozessen ausgerichteter Workflow

Einfache Führung von der Vorbereitung und Durchführung der Prüfung bis hin zur Ergebnisanalyse führen.

- Prüfsystem einrichten - Konfiguration aller maschinenrelevanten Einstellungen für die Prüfanwendung.
- Prüfung konfigurieren - Konfiguration aller prüfungsrelevanten Parameter, wie z.B. die Auswahl der Ergebnisse mit Hilfe des intelligenten Assistenten durch.
- Prüfung durchführen - Schnelle und einfache Orientierung durch den gesamten Prüfablauf.

- Ergebnisse ansehen - Verifizierung aller Daten der durchgeführten Prüfung zusätzlich im abgesicherten Modus.

Mittels intelligenter Benutzerverwaltung lassen sich Benutzerrollen festlegen oder direkt von Windows-Accounts über LDAP übernehmen. Der Bediener kann sich von Anfang an auf seine Aufgaben konzentrieren und vermeidet Fehleingaben. Die konsequente Workfloworientierung in testXpert III hilft die Einarbeitung auf ein Minimum zu reduzieren und ermöglicht ein effizientes und sicheres Prüfen.

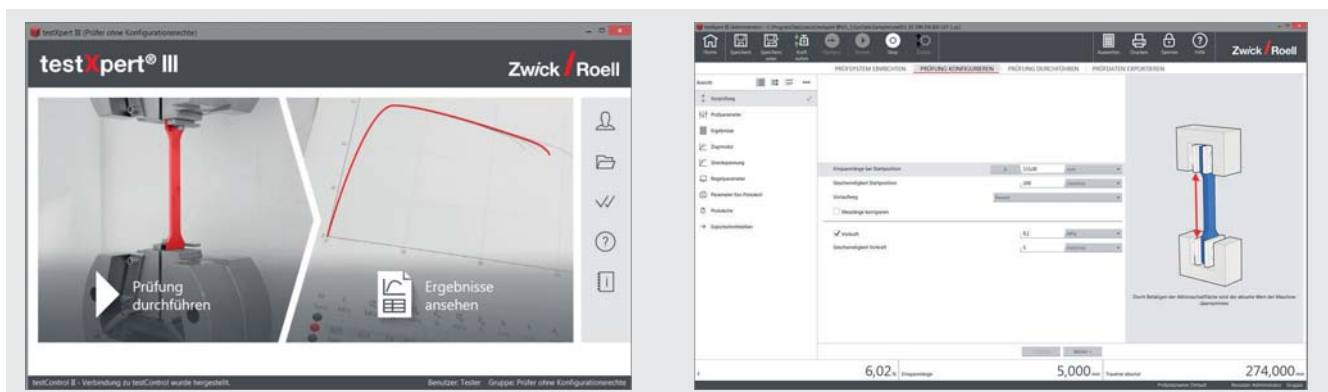


Bild 2: Für den Prüfer optimierte Ansicht (links), der intelligente Assistent für die Prüfungskonfiguration (rechts)

Einzigartiges Prüfplatzkonzept

Alle relevanten Prüfsystem- und Sicherheitseinstellungen - wie Traversenposition, Werkzeugabstand oder Sensorkonfiguration - können in einem frei definierbaren Prüfplatz vordefiniert und gespeichert werden. Der gespeicherte Prüfplatz überprüft die angeschlossene Sensorik. Nur bei einer Übereinstimmung mit den Vorgaben kann die Prüfung gestartet werden. Dies bietet exakt wiederholbare Prüfbedingungen.

Manipulationssichere Prüfergebnisse

testXpert III protokolliert alle Prüfsystem- und Systemeinstellungen und gewährleistet nachvollziehbare Prüfergebnisse. Dank der Nachvollziehbarkeit in testXpert III hat man jederzeit die Antworten auf die Frage: „Wann macht wer, was, warum und wer ist verantwortlich.“

testXpert III garantiert sichere Prüfergebnisse und den höchstmöglichen Schutz für Anwender und Prüfsystem.

Sicherer Import & Export

testXpert III kommuniziert direkt mit jedem IT-System. Alle prüfungsrelevanten Daten werden schnell und auf direktem Weg aus ERP-Systemen, Datenbanken oder direkt von externen Geräten importiert. Der Export kann bequem in alle gewohnten Auswerte-Analyse-Plattformen erfolgen.

Normgerechtes Prüfen

testXpert III bietet über 600 vorbereitete Standard-Prüfvorschriften, voreingestellt auf Normvorgaben, mit integrierten Ergebnisstabellen und Statistiken. Der Anwender kann sofort normgerecht prüfen - um den Rest kümmert sich testXpert III!

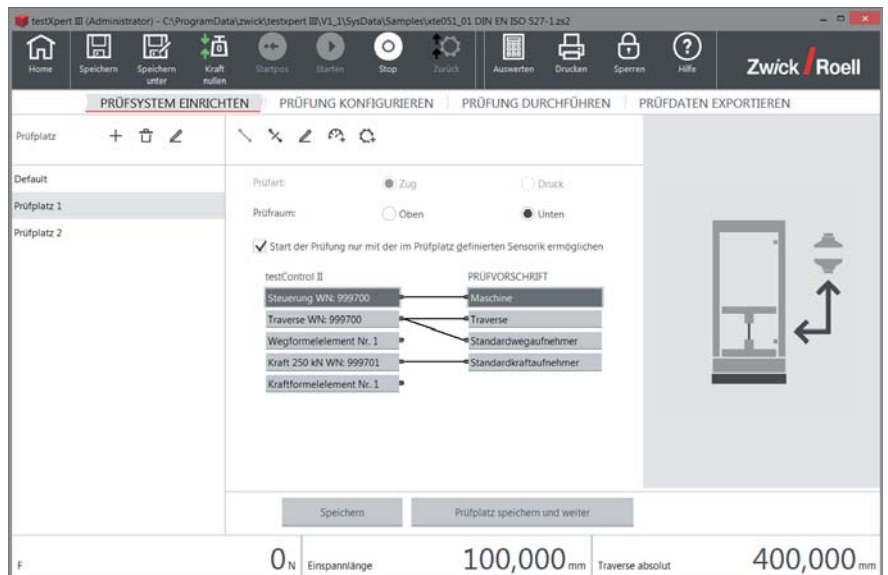


Bild 1: Nach einem Wechsel des Prüfaufbaus lassen sich die gespeicherten Prüfplätze wieder herstellen und die Prüfungen können mit identischen Einstellungen durchgeführt werden.

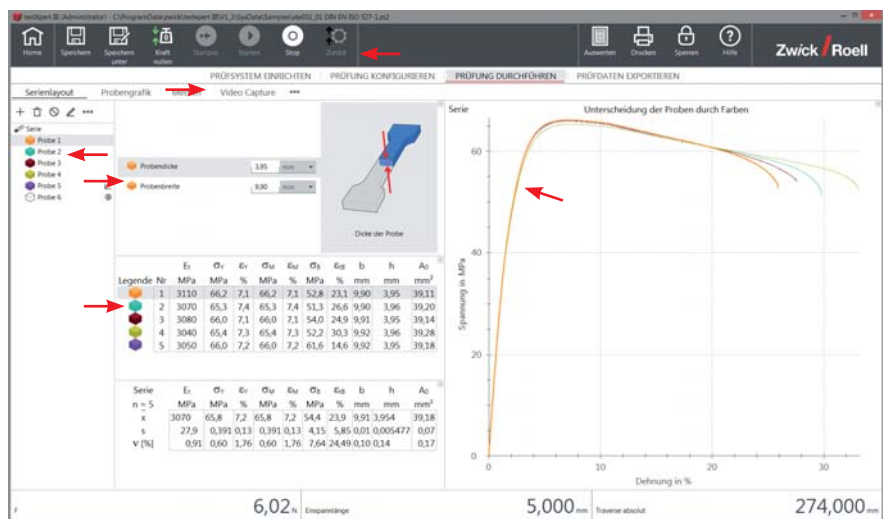


Bild 2: Klare visuelle Verbindung der zusammenhängender Inhalte und strukturierter Workflow

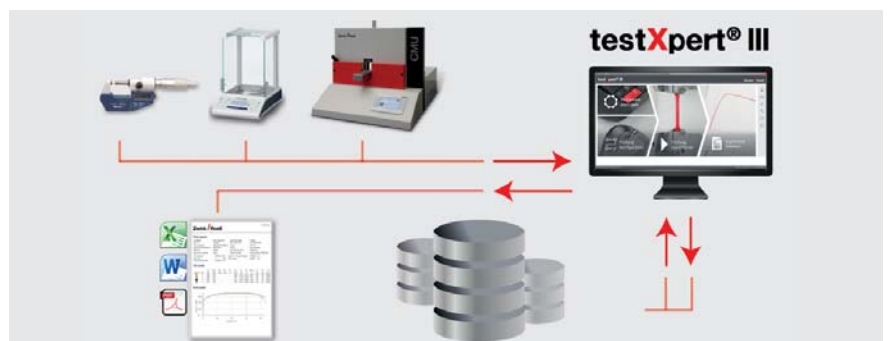


Bild 3: Sicherere und einfache Schnittstellen für den Austausch der Messergebnisse

7.7 Mess-, Steuer- und Regelelektronik

Regelelektronik testControl II und Prüfsoftware testXpert® R

Die erste Wahl bei einachsigen Standard-Anwendungen

Servohydraulische Prüfmaschinen und vor allem Hochfrequenzpulsatoren nutzte man bisher bauartbedingt ausschließlich als dynamische Material-Prüfmaschinen, um die Schwingfestigkeit von Werkstoffen und Bauteilen im Zeit- und Dauerfestigkeitsbereich im Zug-, Druck-, Schwell- und Wechsellastbereich zu bestimmen.

Mit der Umschaltung von testXpert Research auf testXpert III können bei ZwickRoell die servohydraulischen Standardprüfmaschinen sowie die neue Generation der Vibrophores für dynamische und auch statische Anwendungen eingesetzt werden.

Die Vibrophores erhalten aus diesem Grund auch die Bezeichnung: two in one. Entscheidender Vorteil ist, dass beide Maschinentypen als vollwertige statische und dynamische Material-Prüfmaschinen einsetzbar sind, die den vollen Umfang der tausendfach bewährten statischen ZwickRoell Prüfsoftware testXpert III und der anwendungsspezifischen dynamischen ZwickRoell Prüfsoftware testXpert R nutzen können.

testControl II Mess-, Steuer- und Regelelektronik

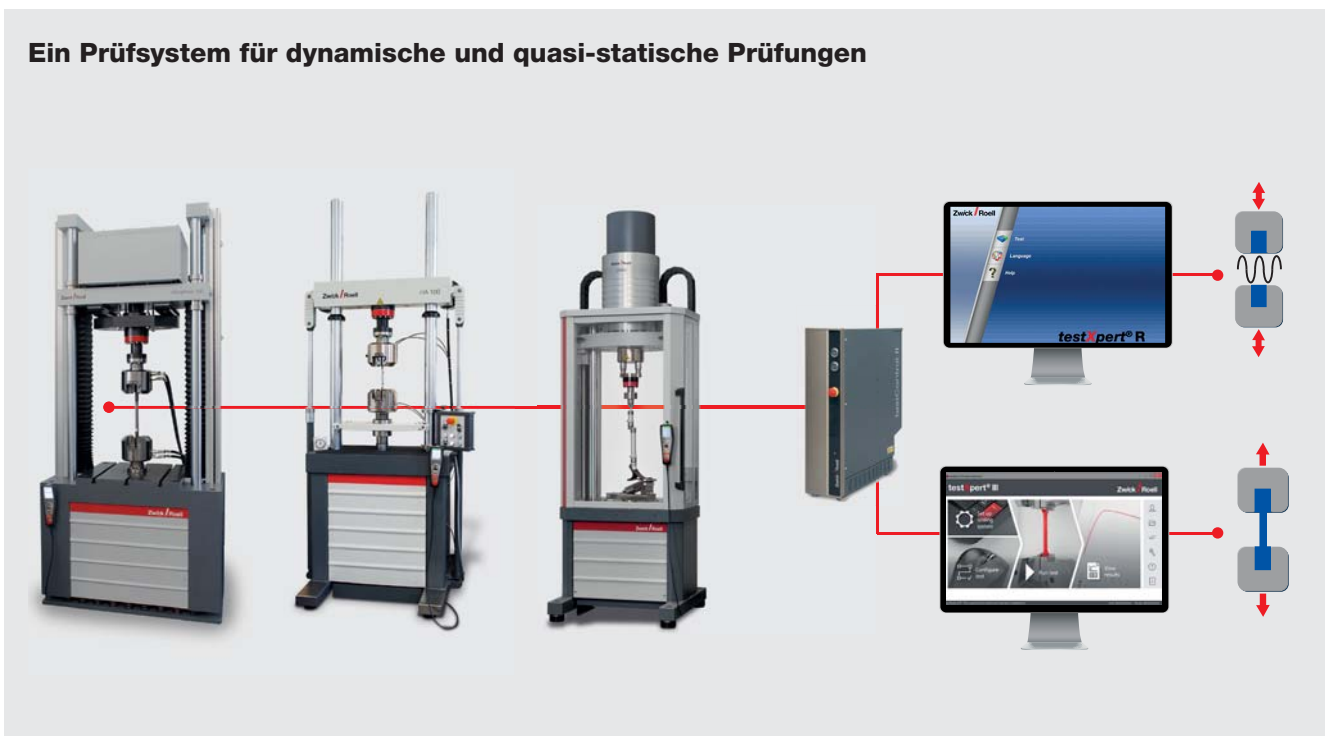
Die testControl II ist die erste vollständig im Hause ZwickRoell entwickelte digitale Mess- und Regelelektronik für dynamische Prüfmaschinen. Mit testControl II wurde eine neue Hard- und Software-Plattform für alle ZwickRoell Prüfmaschinen umgesetzt. Dem Anwender steht damit eine einheitliche Prüfumgebung zur Verfügung, sowohl an einer statischen, als auch an einer dynamischen Prüfmaschine.

Die intelligente Mess-, Steuer- und Regelelektronik testControl II bietet mit 10 kHz Regeltakt eine schnelle Reaktion auf Ereignisse während den Prüfungen und gleichzeitig eine hohe Messwert-Erfassungsrate. Zusammen mit der Auflösung von 24 bit können damit sehr präzise Messungen durchgeführt werden.

Prüfsoftware testXpert® R

testXpert Research ist die intelligente Prüfsoftware für die Ermüdungs- und Bauteilprüfung. testXpert Research stellt dem Anwender ein einheitliches Bedienkonzept zur Verfügung, von der Aufnehmer-Kalibrierung, über das Setzen der PID-Parameter und der Sollwertvorgabe bis hin zur Auswertung und dem Report. Die Software ist modular aufgebaut und kann einfach mit Prüfvorschriften für spezifische Versuche oder standardisierten Prüfabläufen nach ISO/DIN oder ASTM ergänzt werden.

Ein Prüfsystem für dynamische und quasi-statische Prüfungen



Regelelektronik Control Cube und Prüfsoftware Cubus

Der Servoregler Control Cube und die Prüfsoftware Cubus werden bei mehrkanaligen und/oder komplexen Prüfsystemen eingesetzt. Auch bei häufig wechselnden Prüfaufbauten ist der Servoregler Control Cube die optimale Lösung. Neben den gängigen Standardversuchen findet der Control Cube seinen Einsatz im Bereich der Bauteil- und Baugruppenprüfung. Für Mehrkanalanwendungen und Nachfahrversuche ist dieses Regelungssystem aufgrund seiner Modularität und Flexibilität ideal geeignet.

Darüber hinaus wird die tägliche Arbeit mit dem Prüfsystem durch eine Vielzahl hilfreicher Funktionalitäten erleichtert. Dazu gehören beispielsweise die automatische Optimierung der Regelparameter oder auch die adaptive Regelung, die es gestattet, die Regelparameter automatisch an die sich im Prüfungsverlauf ändernden Erfordernisse anzupassen.

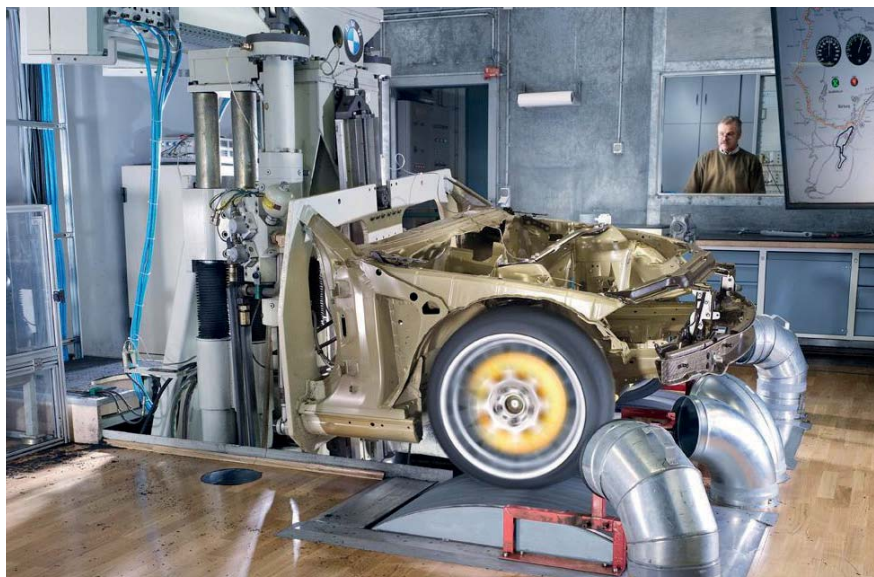


Bild 2: Mehrachsiger Prüfstand für Nachfahrversuche (Bild: © IABG)

Nützlich sind auch die vielfältigen Möglichkeiten zur Datenerfassung, Messwertdarstellung und Export. Als Schnittstellen zur Prüfumgebung stehen Anschlüsse für Servoventile, Hydraulikversorgung, Fernbedienung und Not-Aus zur Verfügung. Diese werden ergänzt durch universelle

Messverstärker sowie analoge und digitale Ein- und Ausgänge. Diese sind selbstverständlich auch nachrüstbar.

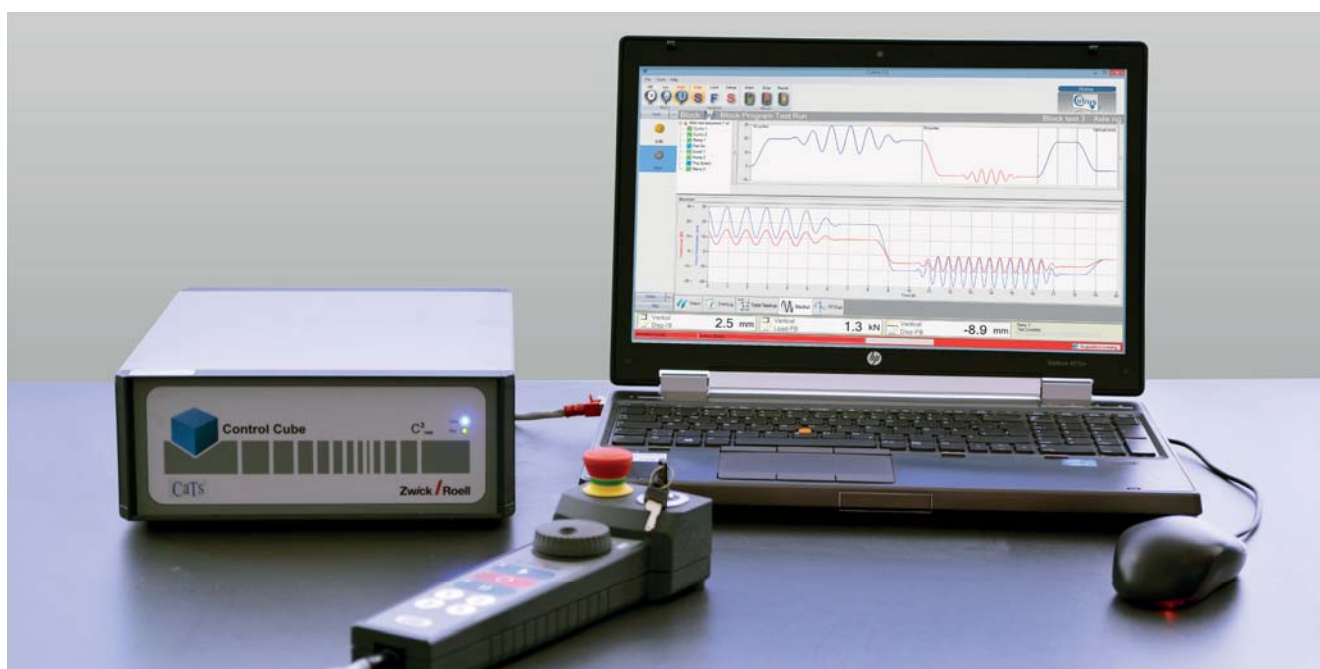


Bild 1: Der Servoregler Control Cube und die Prüfsoftware Cubus eignen sich ideal für mehrkanalanwendungen und Nachfahrversuche

7.8 Modernisierung und Nachrüstung von Prüfmaschinen

RetroLine Modernisierungspakete für Material-Prüfmaschinen aller Hersteller

ZwickRoell hat bereits mehrere tausend Material-Prüfmaschinen von über 40 verschiedenen Herstellern mit bewährten Modernisierungskomponenten wie Mess-, Steuer- und Regelelektronik, Antriebstechnik und Prüfsoftware auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Modernisierungspakete können sowohl für elektromechanische Prüfmaschinen als auch für servohydraulische Prüfmaschinen, Resonanz-Prüfmaschinen oder auch Harteprüfgeräte angeboten werden.

Die Modernisierung erfolgt entweder beim Kunden vor Ort oder auf Wunsch bei ZwickRoell in Ulm. Im letzteren Fall kann eine vollständige Überholung, Lackierung und CE-Vergabe durchgeführt werden.

Die Vorteile der Modernisierungen sind unter anderem:

- die Ersatzteilverfügbarkeit für mindestens 10 Jahre
- den Einsatz von verbesserten Sicherheitskomponenten
- eine mögliche Nachrüstung neuester Sensoren und Prüfwerkzeuge für unterschiedlichste Prüfanforderungen
- die Kompatibilität mit aktuellen Windows Betriebssystemen

Nachrüstungen

Jährlich erweitern über 3.500 Kunden ihre Prüfmaschinen mit bewährten Produkten von ZwickRoell:

- Kraftaufnehmer – sensibel und robust mit höchster Genauigkeitsklasse
- Probenhalter und Prüfwerkzeuge. Problemlose und flexible Nachrüstung dank Modularität
- Extensometer – Höchste Messpräzision. Normkonforme Messung nach ISO 9513

- Sicherheit für Bediener und Maschine. Nachrüstung von Sicherheitstechnik wie Schutztüren an bestehenden Prüfsystemen
- testXpert III – immer auf Stand bleiben. Immer die neuesten Funktionen nutzen dank Prüfsoftware Updates & Upgrades
- Temperierkammern und Öfen. Nachrüstung von Temperierkammer und Hochtemperatur-Öfen mit bis zu 1600 °C



Bild 1: Modernisierung einer statischen Prüfmaschine mit testControl II



Bild 2: Xforce Kraftaufnehmer



Bild 3: Probenhalter und Extensometer können jederzeit nachgerüstet werden



Bild 4: Hochtemperatur-Öfen können ebenfalls nachgerüstet werden

8 ZwickRoell Dienstleistungen

8.1 Labor für Material- und Bauteilprüfung

Wenn Unternehmen eine Prüfaufgabe haben aber noch keine passende Prüfmöglichkeit, dann steht ZwickRoell mit seinem Labor für Werkstoff- und Bauteilprüfung kompetent zur Seite.

Wir können auch bei Kapazitätsengpässen aushelfen oder Vergleichsprüfungen durchführen. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um nur einen einzelnen Versuch handelt oder um komplette Prüfserien. Mit neuesten Technologien und modernen Prüfmaschinen sichern wir eine schnelle und normgerechte Prüfung zu. Selbstverständlich prüfen wir auch gemäß Werknormen.

Unsere Labore für Werkstoff- und Bauteilprüfungen führen jegliche Prüfdienstleistungen auf allen statischen und dynamischen Material-Prüfmaschinen durch. Auch Härte- und Fließprüfungen und Prüfungen unter Torsion oder Temperatur sind möglich.

Und das alles ganz individuell für unterschiedlichste Bauteile und Werkstoffe, ob Metalle, Kunststoffe, Composites, Gummi und andere - wir haben Prüfungsspezialisten für alle Anwendungen.

Direkter Kontakt:
Tel. +49 (0)7305 10440
auftragspruefung@zwickroell.com



Bild 1: Statische Prüfmaschinen und -geräte im ZwickRoell Prüflabor



Bild 2: Ein Teil der dynamischen Prüfmaschinen im ZwickRoell Labor für Material- und Bauteilprüfung

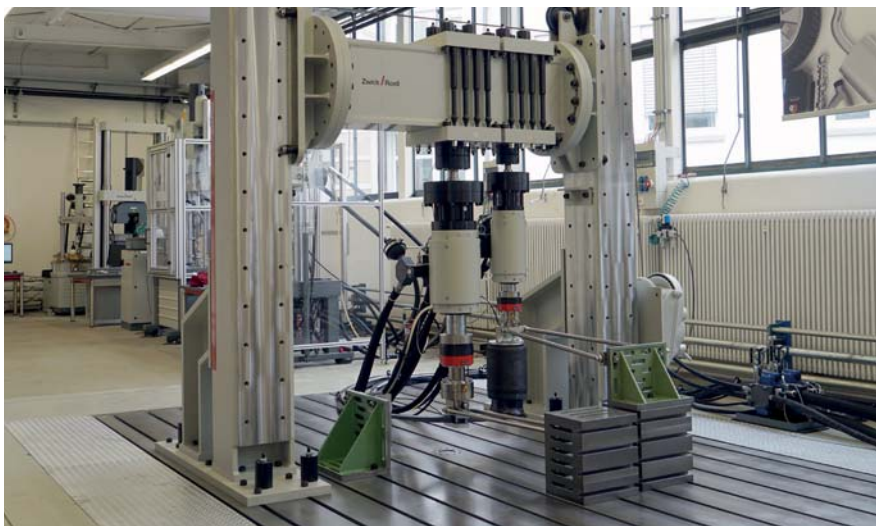


Bild 3: Servohydraulischer Portal-Prüfstand für Ermüdungsprüfungen an großen Bauteilen

8.2 Anwendungstechnik

Für eine kompetente Beratung stehen technische Berater, erfahrene Anwendungstechniker und qualifizierten Ingenieure zur Verfügung. Dank Ihres fundierten Fachwissens unterstützen Sie bei der Planung und Umsetzung jeder Prüfanwendung.

In unseren anwendungstechnischen Laboren haben wir eine ständige Ausstellung von Material-Prüfmaschinen und Prüfgeräten inklusive umfangreichem Zubehör wie Probenhalter, Prüfwerkzeuge, Sensorik und Temperierkammern.

8.3 Dienstleistungen im Überblick

Unsere Servicetechniker garantieren eine erfolgreiche und reibungslose Inbetriebnahme – von der Installation über die Erstkalibrierung bis hin zu allen Einweisungen.

Kundensupport

Wann immer unsere Kunden darüber hinaus noch Unterstützung benötigen, hilft unsere Hotline bei Fragen zu Fehlfunktionen von Hard- und Software.

Inspektion und Kalibrierung

Selbstverständlich führen wir auch die jährlich erforderliche Inspektion und Kalibrierung durch. Unsere checklisten-geführte Inspektionen und Kalibrierungen sind die Grundlage für sichere Prüfergebnisse. Zudem verlängern sie die Lebensdauer der Prüfmaschinen und -geräte und sparen langfristig Betriebskosten.



Bild 2: Erfahrene Anwendungstechniker beraten über individuelle Prüfmöglichkeiten



Bild 1: ZwickRoell verfügt über ein DAkkS-akkreditiertes Kalibrierlabor und ist mit jährlich über 10.000 Kalibrierungen Deutschlands größtes Kalibrierlabor



Software Services

Auch nach dem Kauf der Prüfsoftware stehen wir für weitere Software-Dienstleistungen jederzeit zur Verfügung. Egal ob Software zum Ausprobieren, Updates, kundenspezifische Anpassungen oder Schulungen.

Schulungen in der ZwickRoell Academy

Unsere ZwickRoell Academy bietet ein breites und modulares Schulungsprogramm - egal ob bei ZwickRoell in Ulm, in Kundennähe oder direkt beim Kunden vor Ort. Dies reicht von Schulungen zu unserer Prüfsoftware, über Anwendungsschulungen und Workshops bis hin zu individuell auf Kundenwünsche abgestimmte Schulungen.

Weitere Dienstleistungen

Wenn Material-Prüfmaschine an einen anderen Ort verlagert werden sollen, unterstützt ZwickRoell mit seinem Umzugs- und Verlagerungsservice mit der technischen und



Bild 2: Die ZwickRoell Academy bietet ein breites und interessantes Schulungsprogramm für Einsteiger und Fortgeschrittene an.

organisatorischen Planung, dem Transport sowie der kompletten Wiederinbetriebnahme. Auch die professionelle und dokumentierte Überprüfung der Schiefzugausrichtung der Prüfmaschinen durch standardisierte Messnormale

(sogenannte Alignment-Messung) ist Bestandteil unserer Portfolios. Darüber hinaus sind wir in der Lage, protokollierte Messsystemanalysen an Prüfmaschinen durchzuführen und entsprechende Fähigkeitskennwerte zu ermitteln.



Bild 1: ZwickRoell unterstützt kontinuierlich während des gesamten Lebenszyklus von Materialprüfsystemen

Zwick / Roell

ZwickRoell

August-Nagel-Str. 11
D-89079 Ulm
Phone+49 7305 10 - 0
Fax +49 7305 10 - 11200
info@zwickroell.com
www.zwickroell.com



Find your local company – worldwide
www.zwickroell.com