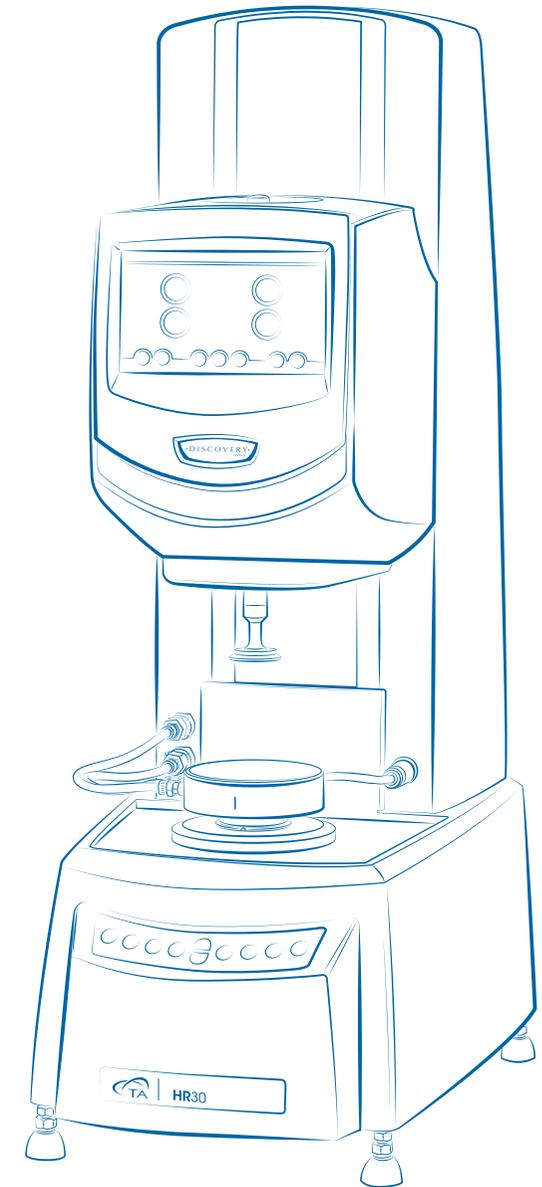




DISCOVERY HYBRID RHEOMETER

Entdecken Sie
das Rheometer
mit der
Sensitivität
Benutzerfreundlichkeit
Vielseitigkeit
für die **anspruchsvollsten**
Anwendungen



HR 30/20/10 | DISCOVERY HYBRID RHEOMETER

TA Instruments lädt Sie ein, die neuesten Innovationen im Bereich der Rotationsrheometer, die Discovery Hybrid Rheometer HR 10, HR 20 und HR 30, zu erleben. Discovery Hybrid Rheometer wurden für Wissenschaftler entwickelt, die bessere rheologische Daten unter den verschiedensten Messbedingungen benötigen, die von mehr Anwendern mit weniger Training erfasst werden können.

Weiterentwicklungen der wichtigsten messtechnischen Komponenten ermöglichen sensitivere Messungen mit höherer Präzision. Dadurch können Sie niedrigere Viskositäten und schwächere Materialstrukturen messen, bei gleichzeitig geringerem Materialverbrauch. Die hervorragende dynamische Leistung ermöglicht eine höhere Genauigkeit bei der Messung von G' und G'' , sodass Sie schnell und sicher Entscheidungen treffen können.

Ein durchdachtes Hardware- und Software-Design führt zu einem Gesamtsystem, das die Bedienung stark vereinfacht. Routinefunktionen sind schneller und intuitiver, so dass Sie mit weniger Training mehr erreichen können.

Die Leistung des Discovery Hybrid Rheometers wird durch eine breite Palette leistungsstarker, einfach zu bedienender Temperiersysteme und Zubehöre unterstützt, die es Ihnen ermöglichen, anspruchsvollste Umgebungsbedingungen zu reproduzieren, komplementäre Messtechniken zu integrieren oder Ihr Rheometer über die konventionelle Scherrheologie hinaus zu erweitern.

Entdecken Sie die fortschrittliche Technik und die Liebe zum Detail, die Verbesserungen in jedem Aspekt der Rheometertechnologie und des Benutzererlebnisses ermöglichen. Discovery Hybrid Rheometer erfüllen all Ihre Anforderungen und übertreffen Ihre Erwartungen- vom kostengünstigsten Rheometer mit branchenführender Leistung bis hin zum fortschrittlichsten Rheometer auf dem Markt.

Das **DISCOVERY HYBRID RHEOMETER** Das wohl **LEISTUNGSSTÄRKSTE** und **VIELSEITIGSTE RHEOMETER** für Ihr Labor



ENTDECKEN SIE MESSUNGEN MIT UNÜBERTROFFENER SENSITIVITÄT und PRÄZISION

Messen Sie niedrigste Spannungen und kleinste Probenvolumina dank revolutionärer Drehmoment-Sensitivität

Die konkurrenzlos niedrige Drehmoment-Sensitivität ermöglicht es Ihnen, niedrigere Viskositäten und schwächere intermolekulare Strukturen zu messen und dabei geringere Probenvolumina zu verwenden.

Alle Discovery Hybrid Rheometer sind mit dem patentierten axialen Magnetlager von TA ausgestattet, das die Lagerreibung des Systems um 70% im Vergleich zu herkömmlichen Konstruktionen reduziert. Durch die Vermeidung von Beiträgen turbulenter Luftströmungen zum gemessenen Drehmoment können geringere Drehmomente zuverlässig und genau gemessen werden.

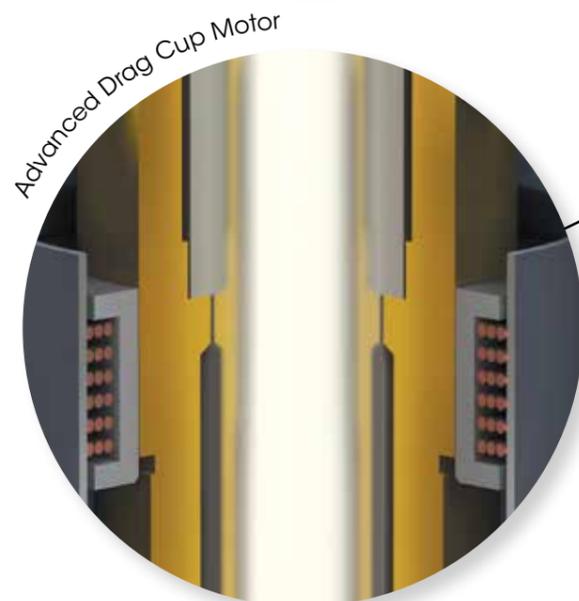
Die hervorragende Sensitivität des Magnetlagers ist mit dem NEUEN, verbesserten Advanced Drag Cup Motor gekoppelt. Die verbesserte Drehmomentgenauigkeit erhöht die Genauigkeit jeder Messung, insbesondere bei niedrigen Drehmomenten.

Die gewünschte Messung: Exakte Deformations- und Spannungsregelung

Das Discovery Hybrid Rheometer bietet Ihnen die Möglichkeit, das gewünschte Experiment durchzuführen, sei es spannungsgeregelt, deformationsgeregelt oder beides. Modernste Hochgeschwindigkeitselektronik und der reaktionsschnelle Advanced Drag Cup Motor sorgen für kürzeste Einschwingzeiten und genaueste Kontrolle bei jeder Art von Verformung. Die direkte Deformationsregelung bietet eine Echtzeitkontrolle der Deformation an jedem Punkt der Oszillationsmessung.

Die reaktionsschnelle Deformationsregelung gewährleistet eine schnelle Datenerfassung, so dass Sie Materialien, die sich in thermischen, chemischen oder strukturellen Übergängen befinden, charakterisieren können. Eine hochpräzise Verformungskontrolle (Spannung oder Dehnung) gewährleistet auch die höchste Datenqualität, insbesondere bei der Auswertung von Materialien, die bei sehr großen Amplituden ein nichtlineares Verhalten zeigen.

(US Pat. 7,137,290; 7,017,393; 6,798,099)



Akkurate G' und G'' Messungen

Der Speicher- und der Verlustmodul, G' und G'' , sind zwei der aufschlussreichsten Größen, die ein Rheometer liefern kann.

Der exklusive optische Doppelencoder des Discovery Hybrid Rheometers verbessert die Präzision des Phasenwinkels um 70% im Vergleich zu konventionellen Einzelencodern. Dies führt direkt zu einer genaueren Messung von G' , G'' und $\tan \delta$. Dieser Vorteil zeigt sich am deutlichsten unter anspruchsvollen experimentellen Bedingungen wie geringen Spannungen, kleinen Deformationen oder schwierigen Proben, die nur geringe Dämpfungs- oder Elastizitätswerte aufweisen. Der optische Doppelencoder bietet auch eine 5x verbesserte Auflösung der Auslenkung, was genauere Messungen bei geringeren Dehnungen ermöglicht.

Der Advanced Drag Cup Motor ist für die Genauigkeit bei dynamischen Messungen optimiert. Die Konstruktion mit geringer Masse und niedrigem Radius reduziert die Systemträgheit um bis zu 80% im Vergleich zu Gleichstrommotoren und minimiert so die nötigen Korrekturen der Oszillationsdaten, insbesondere bei höheren Messfrequenzen. Das Ergebnis ist ein breiteres Spektrum an zugänglichen Messfrequenzen, Materialtypen und experimentellen Designs.

MESSUNG der STEIFSTEN MATERIALIEN mit VERTRAUEN und PRÄZISION

Die Discovery Hybrid Rheometer sind so konzipiert, dass sie auch die weichsten Materialien messen können und gleichzeitig sind sie robust genug, um auch mit den steifsten Materialien zurechtzukommen.

Ein starrer **Aluminiumgussrahmen** und ein **robuster Linearkugelschlitten** bieten eine um mehr als 60% höhere Axial- und Torsionssteifigkeit als andere Konstruktionen und ermöglichen eine Spaltpositionsauflösung von 0,02 µm.

Zwei **hochsteife Radiallager** stabilisieren das System gegen seitliche Belastungen durch Proben oder Bediener, während der **optische Doppelencoder** die Drift der Wegmessung, die beim Testen sehr steifer Proben über lange Zeiträume auftritt, weiter aufhebt.

Der **Advanced Drag Cup Motor** bietet eine stabile Steuerung und Messung auch unter extremen Bedingungen. Aktive und passive thermische Systeme steuern die Wärme und regeln die Systemtemperatur, wodurch die Messgenauigkeit unter allen Testbedingungen gewährleistet ist.

Diese Innovationen bieten die genauesten und empfindlichsten Messungen, selbst unter den extremsten experimentellen Bedingungen.

(US Pat #6,798,099)

Weiterentwicklung jedes Aspekts einer rheologischen Messung

True Position Sensor

Das DHR verfügt über den patentierten True Position Sensor (TPS) für echte Spaltgenauigkeit. Der TPS ist ein hochauflösender linearer Positionssensor, der **die Auswirkungen der thermischen Ausdehnung in Echtzeit misst und ausgleicht**. Der TPS korrigiert Fehler in Zusammenhang mit thermischer Ausdehnung, ohne dass spezielle Eisenkernegeometrien und träge Temperiersysteme erforderlich sind.

Der TPS ist mit allen Smart Swap™ Geometrien und Smart Swap Umweltsystemen kompatibel. (US Pat #10,161,843)

Force Rebalance Transducer (FRT)

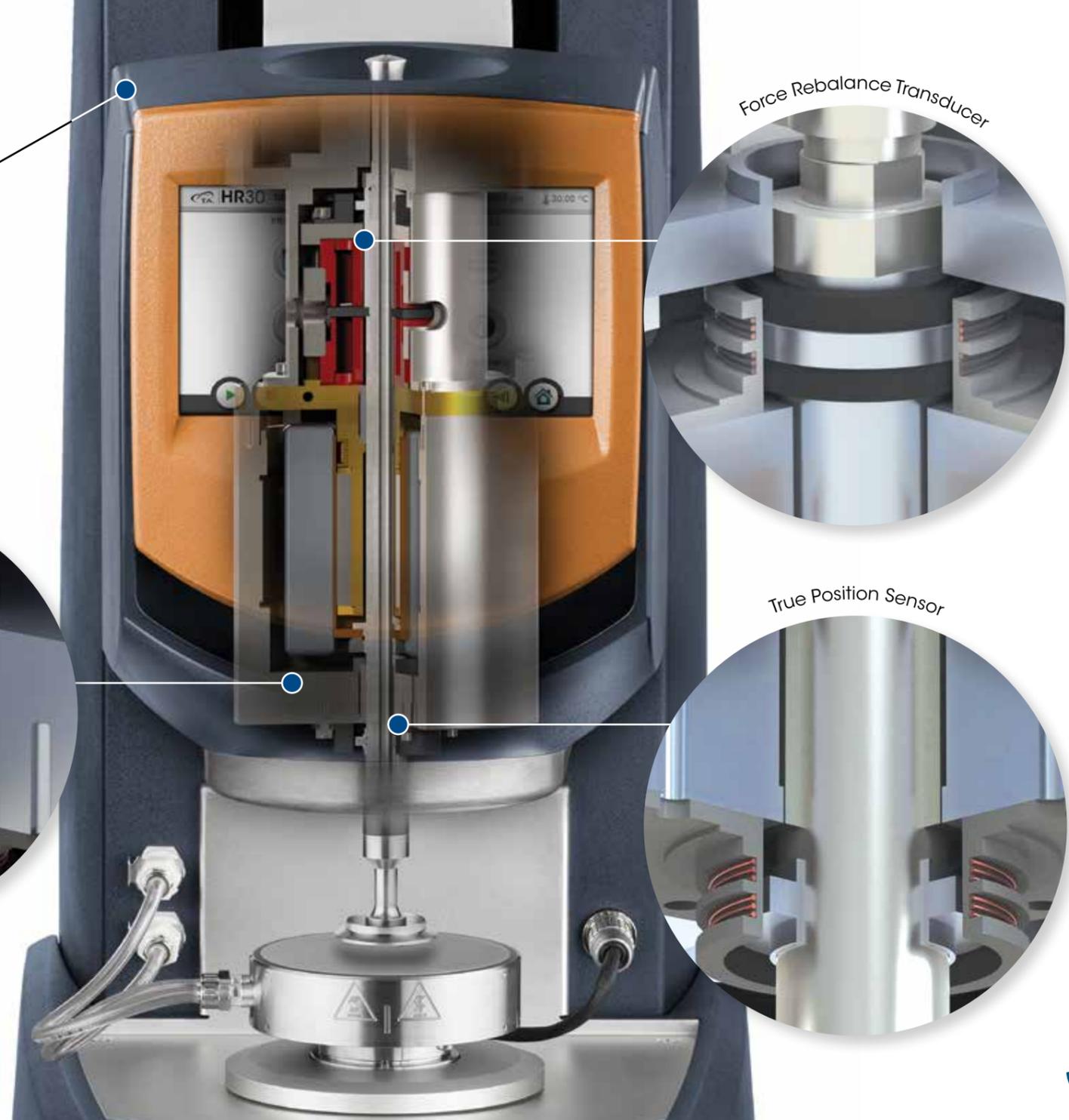
Der Force Rebalance Transducer ist die führende Technologie bei Normalkraftmessungen. Dieser aktive, unnachgiebige Sensor misst Normal- und Axialkräfte präzise ohne axiale Auslenkung. Kapazitive oder Dehnungsmessstreifen-Sensoren des Wettbewerbs beruhen auf der physikalischen Bewegung des Geräts, um eine Kraft zu erfassen, was zu Messfehlern führt. Der FRT bietet die genaueste Normalkraftmessung durch Ansteuerung des Linearmotors, so dass die Auslenkung zu jedem Zeitpunkt und unter allen Bedingungen null ist. Der FRT arbeitet auch in Verbindung mit dem axialen Magnetlager, um die axiale DMA-Fähigkeit zu ermöglichen.

Starrer Aluminiumgussrahmen

Radiallager

Force Rebalance Transducer

True Position Sensor



ENTDECKEN SIE das RHEOMETER, das MIT IHNEN ARBEITET

Das NEUE Discovery Hybrid Rheometer ist Ihr starker Partner im Labor, der die Zeit von der Fragestellung bis zur Erkenntnis verkürzt.

Einfaches und sicheres Laden von Proben

Das Discovery Hybrid Rheometer wurde von Rheometeranwendern entwickelt, um das Laden der Probe schneller und einfacher zu machen und die Messgenauigkeit für jeden Bediener zu verbessern.

Beschleunigen Sie Routine-Interaktionen mit einem Spaltpositionierungssystem, das **3x schneller ist** als andere Rheometer und dabei eine Spaltauflösung von 0,02 µm bietet. **Mit einem bequemen Tastenfeld** werden die wichtigsten Aktionen dort gesteuert, wo sie am häufigsten benötigt werden, einschließlich durchdachter Funktionen wie automatische Spaltanpassung, Anfahren der Messposition und Lagerverriegelung.

Noch mehr Leistung bietet der neue **One-Touch-Away™** Touchscreen im App-Stil, der die Benutzerfreundlichkeit erheblich verbessert, indem er die wichtigsten Funktionen der Instrumente auf Knopfdruck zur Verfügung stellt.

Jeder Anwender wird die brandneue **integrierte 360° Probenbeleuchtung** zu schätzen wissen, die die Sichtbarkeit der Probe in jeder Laborumgebung verbessert. Das Ergebnis ist ein einfacheres, wiederholbares Laden und Trimmen von Proben, was zu einer verbesserten Datengenauigkeit und Präzision führt.

Vielseitigkeit ist die Bereitschaft, sich dem zu stellen, was der Tag bringt. Was auch immer das sein mag, das NEUE Discovery Hybrid Rheometer ist bereit. Das Discovery Hybrid Rheometer wird durch eine **breite Palette leistungsstarker, einfach zu bedienender Temperiersysteme und Zubehöre** unterstützt, die es Ihnen ermöglichen, anspruchsvollste Umgebungsbedingungen zu reproduzieren, komplementäre Messmethoden zu integrieren oder Ihr Rheometer über die konventionelle Scherrheologie hinaus zu erweitern.

Smart Swap™ Geometrien

Das NEUE Geometriesystem Smart Swap 2™ verfügt über ein völlig neues System zur optischen Informationsspeicherung und -übertragung. Dieses System bietet eine höhere Speicherkapazität und Langlebigkeit als chipbasierte Systeme. Nach dem Befestigen der Geometrie, werden die vollständigen Geometrieinformationen, einschließlich eindeutiger Bemaßungen, automatisch erkannt und die Software entsprechend konfiguriert.

Smart Swap Temperatursysteme und Zubehör

Nur TA Instruments bietet die Bequemlichkeit und Vielseitigkeit von Smart Swap Temperaturregelungsoptionen und Zubehör. Smart Swap Systeme werden mit der einzigartigen Magnethalterung des Geräts befestigt, was eine schnellere und einfachere Installation als bei mechanischen Systemen ermöglicht. Nach dem Anschließen erkennt und konfiguriert das Gerät das System automatisch für den Betrieb.



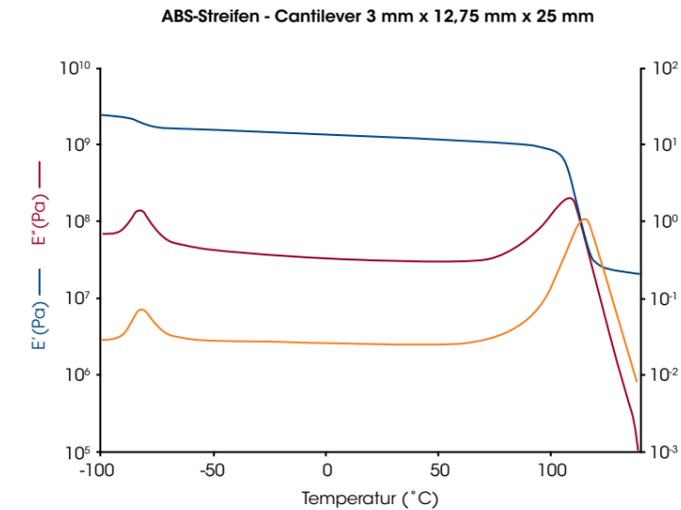
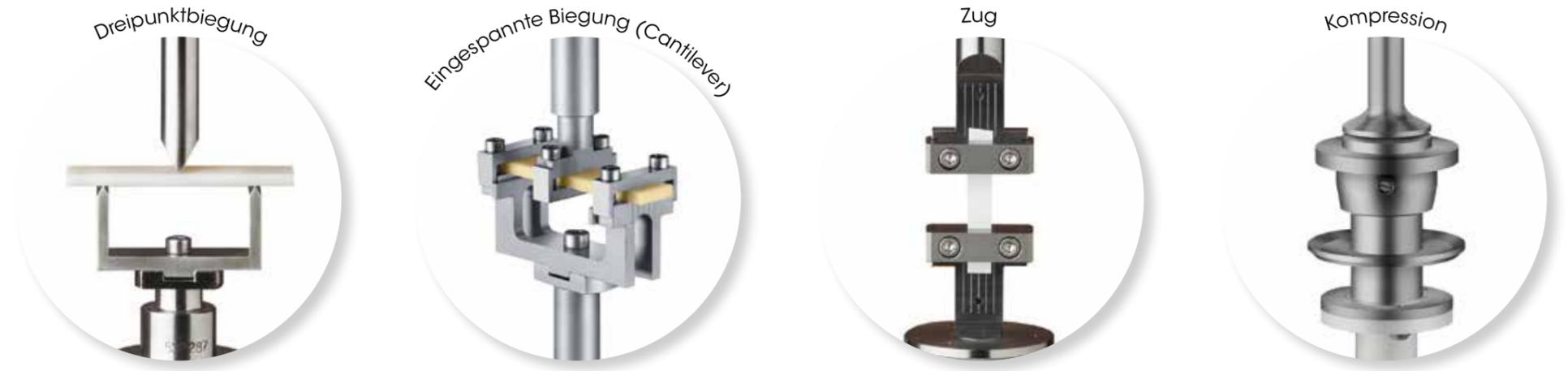
DHR | DYNAMISCH-MECHANISCHE ANALYSE (DMA)



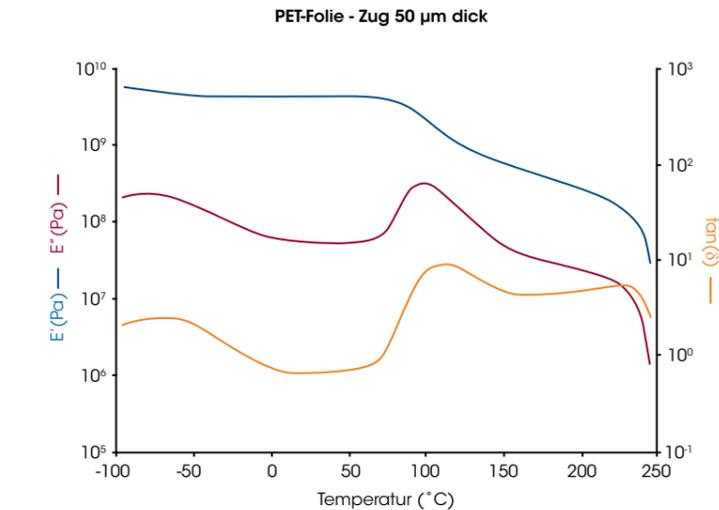
Gestützt auf mehr als vier Jahrzehnte Erfahrung von TA Instruments im Bereich der Rotationsrheologie und der linearen DMA-Messungen bietet der DMA-Modus des Discovery Hybrid Rheometers eine neue Dimension für die Prüfung von festen und gelartigen Materialien. Neben den sensitivsten und präzisesten Rotationsmessungen kann das DHR nun auch akkurate lineare Daten dynamisch-mechanischer Analysen (DMA) liefern. Kontrollierte axiale Oszillationen erlauben die direkte Messung von E' , E'' und $\tan \delta$ in Zug, Biegung und Druck, eine perfekte Ergänzung zu Schermessungen, einschließlich der Messung von Festkörpern in Torsion. Der neue DMA-Modus eignet sich ideal zum Ermitteln der Übergangstemperaturen von Materialien und sorgt für zuverlässige Messungen über den gesamten Temperaturbereich des Geräts.

Die axiale DMA-Fähigkeit wird durch den aktiven Force Rebalance Transducer (FRT) des DHR und die patentierte Magnetlagertechnologie ermöglicht, die eine amplitudengesteuerte oszillierende Verformung in axialer Richtung möglich machen. Die Installation von externen Komponenten ist nicht erforderlich, so dass man immer schnell und einfach an genaue Daten kommt! Alternative Systeme benötigen den Umbau des Gesamtsystems und sind in der Grundkonfiguration nicht zu solchen Messungen in der Lage.

Diese DMA-Funktion gehört zum Standard jedes Discovery HR 30 Rheometers und kann beim HR 20 optional ergänzt werden.



Die vorstehende Abbildung zeigt die Leistung des DMA-Modus während einer Temperaturrampe einer Probe aus Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) mit einem Cantilever in einem Bereich von -100 °C bis 140 °C. Es können zwei wesentliche thermische Übergänge im Einklang mit individuellen Glasübergängen von Komponenten aus Butadien (-82 °C) und Styrol (115 °C) nachgewiesen werden.



Axiale DMA-Prüfungen an dünnen Folien erfordern eine zusätzliche statische Axialkraft zur Zugbelastung der Probe während der Prüfung. Das Ergebnis einer solchen Messung ist im oben gezeigten Diagramm am Beispiel einer Temperaturrampe an einem 50µm dicken PET-Film dargestellt. Dabei wurde die Probe mit einer Zuggeometrie über einen Temperaturbereich von -100 °C bis 250 °C untersucht. Es können drei deutliche Übergänge bestimmt werden: eine Beta-Relaxation bei ca. -80 °C, ein Alpha-Glasübergang bei ca. 111 °C und ein Schmelzen bei 236 °C. Die Daten zeigen eine semi-kristalline Struktur mit zwei amorphen Relaxationen und die Funktionen zur automatischen Regelung der statischen Kraft des DHR bei der Arbeit.



One Touch Away™

Revolutionäre Rheometerleistung auf Tastendruck

Das neue Discovery Hybrid Rheometer verfügt über den brandneuen One-Touch-Away™ Touchscreen, der die Benutzerfreundlichkeit erheblich verbessert, indem er die wichtigsten Funktionen des Instruments auf Knopfdruck zur Verfügung stellt.

- Einfach ables- und bedienbar dank des ergonomischen Designs
- Zahlreiche Funktionen, die die Bedienung vereinfachen und die Benutzerfreundlichkeit erhöhen

Der Touchscreen umfasst:

- Messung starten/abbrechen
- Temperatur einstellen
- Spalt einstellen
- Kontrollierte Rotation für das Laden von Proben
- Details zum Messablauf und der Probe anzeigen
- Signale in Echtzeit
- Test- und Gerätestatus auf einen Blick
- Benutzer-Eingabeaufforderungen

Der Touchscreen, die leistungsstarke neue TRIOS-Software und schnelle, robuste Kalibrierverfahren sind die perfekte Kombination, um die Arbeitsabläufe und die Produktivität im Labor entscheidend zu verbessern.

Das hochmoderne Softwarepaket von TA Instruments nutzt neuste Technologien zur Gerätesteuerung, Datenerfassung und -analyse für die thermische Analyse und Rheologie. Die intuitive Benutzeroberfläche ermöglicht es Ihnen, Versuche einfach und effektiv zu programmieren und zwischen der Bearbeitung von Versuchen und dem Abrufen und Analysieren von Daten zu wechseln.



TRIOS-Eigenschaften:

- Steuerung mehrerer Geräte mit einem einzigen PC und Softwarepaket
- Die Ergebnisse verschiedener Messmethoden, einschließlich DSC, TGA, DMA, SDT, TMA und Rheometer überlagern und vergleichen
- Unbegrenzte Lizenzen und kostenlose Softwareaktualisierungen auf Lebenszeit
- Auswertungen mit einem Klick wiederholen für erhöhte Produktivität
- Automatisierte Erstellung benutzerdefinierter Berichte einschließlich: experimentelle Details, Datendiagramme und -tabellen, Analyseergebnisse
- Komfortabler Datenexport in Klartext, CSV, XML, Excel®, Word®, PowerPoint® und Bildformate
- Optional: TRIOS Guardian mit elektronischen Signaturen für Audit-Trail und Datenintegrität, einschließlich der Einhaltung von U.S. FDA 21 CFR 11

TRIOS Software bietet für jeden Anwender das richtige Erlebnis

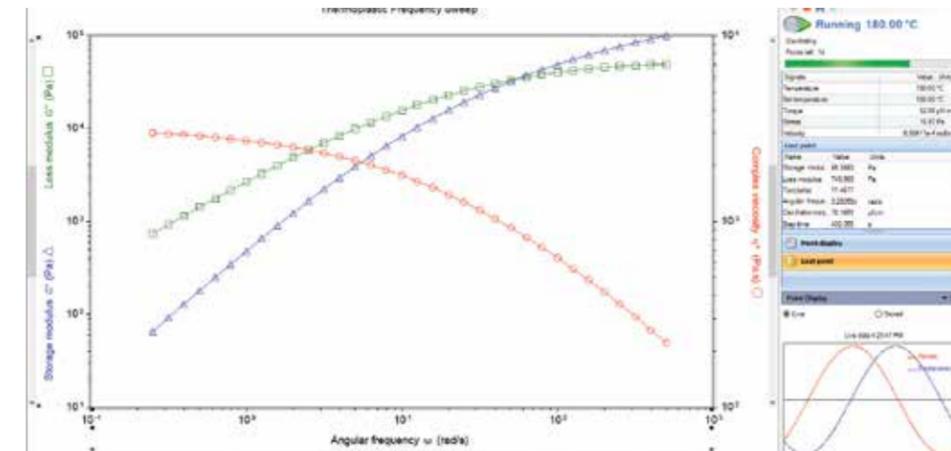
TRIOS für das Discovery Hybrid Rheometer verfügt über zwei leistungsfähige Benutzeroberflächen, die dem Anwender die notwendigen Informationen zur Erfassung der gewünschten Daten liefern.

TRIOS Express hilft den Anwendern, die gängigsten Messungen schnell und einfach zu gestalten. Einfache Eingabemasken und sinnvolle Vorgaben rationalisieren den Prozess der Versuchsplanung und -durchführung.

TRIOS Unlimited bietet Ihnen die volle Kontrolle. Eine Reihe solider, detaillierter experimenteller Größen und Datenerfassungsoptionen stellt sicher, dass Sie in der Lage sind, das von Ihnen geplante Experiment zu planen und die benötigten Daten zu sammeln.

Vollständiger Datensatz

Das erweiterte Datenerfassungssystem speichert automatisch alle relevanten Signale, aktiven Kalibrierungen und Systemeinstellungen. **Wellenformen für jeden Datenpunkt** können als Lissajous-Figuren dargestellt werden und bieten eine visuelle Darstellung des Schubspannungs-/Deformationsverhältnisses. Diese umfassenden Informationen sind von unschätzbarem Wert für die Methodenentwicklung, den Einsatz von Verfahren und die Datenvalidierung.



Die VIELSEITIGSTE KONTROLL- und ANALYSESOFTWARE!

Umfassende Datenanalyse-Fähigkeiten

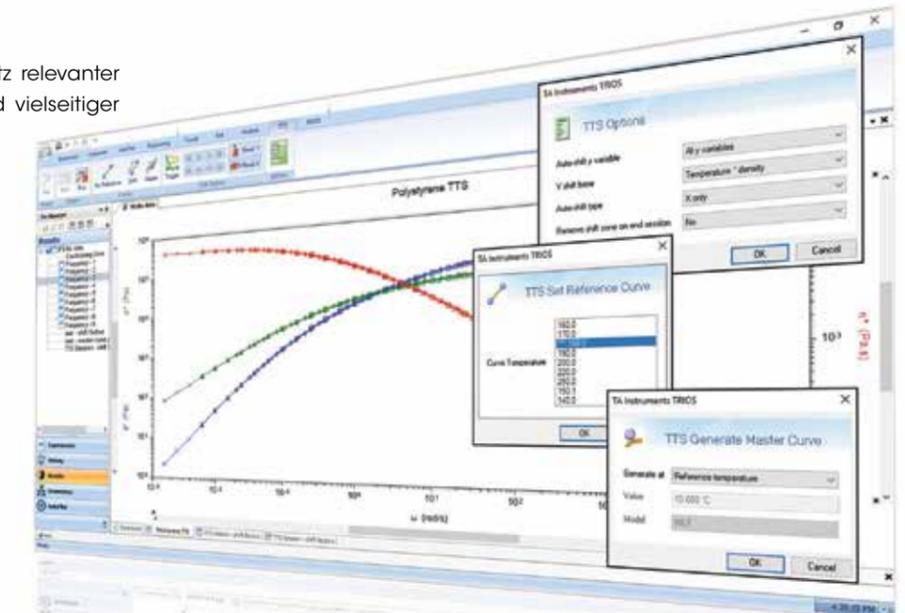
Für die Echtzeit-Datenanalyse, auch während der Experimente, steht ein kompletter Satz relevanter Auswertemethoden zur **Verfügung. Gewinnen** Sie durch eine Reihe leistungsstarker und vielseitiger Funktionen, die nahtlos in TRIOS integriert sind, verwertbare Einblicke in Ihr Materialverhalten.

Alle Standardanalysen

- Onset- und Endset-Analysen
- Signalmaximum und -minimum
- Signaländerung
- Modulkreuzungspunkt
- Kurvenwerte an bestimmten X- oder Y-Punkten
- 1. und 2. Ableitung
- Fläche unter der Kurve
- Peakhöhe
- Peakintegration und fortlaufendes Integral
- Mathematische Anpassung: Gerade, Polynom oder Exponentiell
- Statistische Funktionen

Erweiterte Analysefähigkeiten

- Mehr als 10 Fließmodelle einschließlich automatischer Modellauswahl auf der Grundlage der besten Anpassung an experimentelle Daten.
- Zeit-Temperatur-Superpositionsanalyse (TTS) mit automatischer Kurvenverschiebung und Masterkurven-Generierung
- Berechnung der Aktivierungsenergie
- Berechnung der WLF-Koeffizienten
- Umrechnung zwischen Temperaturrampen und Frequenztests
- Cole-Cole-, Van Gurp-Palmen- und Lissajous-Diagramm
- Integrierte Modelle für: diskrete und kontinuierliche Relaxations- oder Retardationsspektren, Oldroyd- und Spriggs-Modelle
- Creep Ringing Analyse nach den Modellen von Kelvin, Maxwell oder Jeffreys



- Viskoelastische Transformationen zur Umwandlung zwischen Oszillation, Spannungsrelaxation, Spannungswachstum, Kriechen, Relaxationsspektren, Retardationsspektren und Gedächtnisfunktionen.
- Erweiterte kundenspezifische Analyse mit benutzerdefinierten Variablen und Modellen
- Cox-Merz: $\eta^*(\omega) \rightarrow \eta(\dot{\gamma})$
- Korrektur der Fluid-Trägheit
- Rabinowicz-Korrektur
- Direkte Kriech-Oszillationsumwandlung
- Diskrete Fourier-Transformation (DFT)
- Fenster-Korrelation

TECHNOLOGIE | AUTOPILOT-SOFTWARE

Erleben Sie ein neues Paradebeispiel der Software-Funktionalität und setzen Sie das volle Potenzial Ihres Discovery Hybrid Rheometers mit AutoPilot frei, einer Premium-Funktion, die eine vollständige Automatisierung der leistungsstarken TRIOS Software ermöglicht. Mit AutoPilot können Anwender schnell und einfach automatisierte Routinen erstellen; von Testmethoden über Datenanalyse bis hin zur Berichterstellung. Diese Routinen ermöglichen es den Laboratorien, die Abläufe und die Entscheidungsfindung in lokalen oder globalen Laborunternehmen zu rationalisieren und zu standardisieren. Von der Qualitätskontrolle bis hin zu Forschung und Entwicklung profitieren Laborumgebungen aller Art von einer erhöhten Produktivität, einer verbesserten Datenpräzision und einer geringeren Schulungszeit.

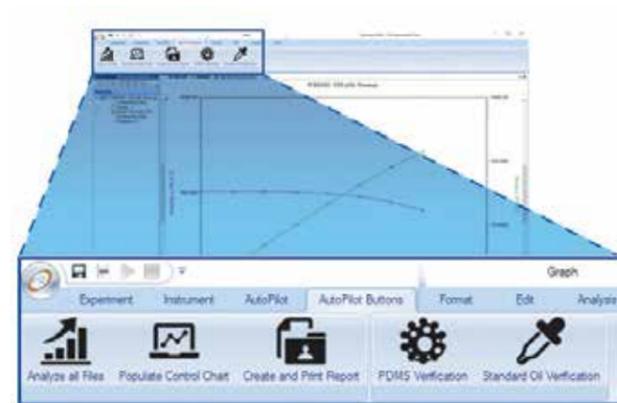
Einfache Benutzeroberfläche

AutoPilot umfasst eine benutzerdefinierbare TRIOS-Symboleiste und One-Touch, eine vereinfachte PC-Benutzeroberfläche. Sparen Sie Zeit durch zentrale SOPs (Arbeitsanweisungen) in einem konfigurierbaren One-Touch-Layout. Führen Sie häufig genutzte Funktionen über die benutzerdefinierte TRIOS-Symboleiste auf Knopfdruck durch. Erreichen Sie eine zuverlässige Durchführung und Wiederholung komplexer Abläufe mit nur einem Klick.

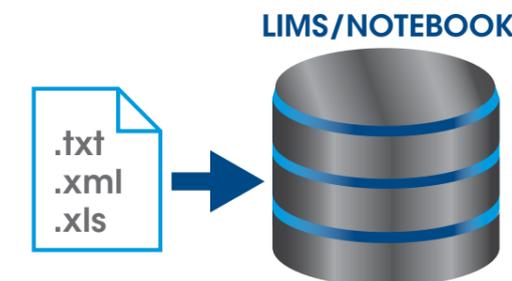
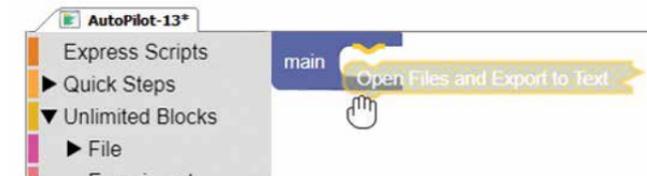
- One-Touch-Oberfläche für einfache Organisation und Ausführung von Skripten
- Gesteigerte Effizienz und Produktivität über benutzerdefinierte Symboleiste zur Wiederholung von Routineaufgaben
- Personalisierte Konfiguration von Schaltflächen für einfache Erkennung der Funktion von Skripten



One-Touch-Symbolansicht



Benutzerdefinierte TRIOS-Symboleiste



Geführte Bedienung

AutoPilot ermöglicht die geführte Bedienung des Discovery Hybrid Rheometers durch die Nutzung verfügbarer Funktionen zum Abspielen von Audio und Video sowie von interaktiven Benachrichtigungen zur Instruktion von Benutzern zur korrekten Bedienung.

- Einfache Meldungen für grundlegendes Feedback in Textform
- Eingabeaufforderungen für Parameter für Experimente
- Abspielen von Videos für korrekte Beladung, Konditionierung und Reinigung von Proben
- Abspielen von Audio als Indikator bei der Ausführung von Skripten
- Timer bieten eine optische Anzeige der verbleibenden Zeit im aktuellen Schritt

Unbegrenzte Leistung

AutoPilot ermöglicht eine Automatisierung aller leistungsstarken TRIOS-Funktionen wie Datenanalyse und Erstellung von Berichten inklusive Vorgänge am Rheometer wie Befehle zur Kalibrierung und zur Spalteinstellung. Mehr als 100 programmierbare Vorgänge bieten die folgenden Funktionen:

- Überwachung von Signalwerten in Echtzeit zur Erkennung von Beladungsfehlern oder dynamischen Anpassung von Prüfparametern
- Vorhandene Daten zur Auswertung laden und Trends analysieren
- Erstellung von Überlagerungsdiagrammen, Berichten und Kontrolltabellen
- Entscheidungsfindung anhand der verarbeiteten Daten automatisieren

Intuitive Programmierung

AutoPilot-Skripte werden mit Blockly erstellt, einer visuellen Programmierschnittstelle von Google. Das Drag-and-Drop-Prinzip ermöglicht eine besonders einfache Erstellung von Skripten. Führen Sie direkt komplexe Aufgaben aus, in dem Sie die zahlreichen Beispielskripte verwenden oder durch Anpassung vorhandener Routinen, den Quick-Steps und Express-Skripts, Ihr eigenes Skript erstellen.

- Farblich gekennzeichnete Module für einfache Programmierung
- Wenige oder keine Kenntnisse erforderlich
- Schrittweise Ergänzung von Funktionen über integrierte Beispiele und Quick-Steps sowie Express-Skripte

LIMS-Kompatibilität

AutoPilot bietet nahtlose Mechanismen zur Integration in beliebige LIMS-Systeme. Exportieren Sie automatisch die aufgezeichneten Rohdaten, um Sie in andere Programme zu laden. Es unterstützt zahlreiche Standardformate wie .txt, .xml und .xls.

Sämtliche DHR-Temperiersysteme und -Zubehöre sind für überragende Leistung und Anwenderfreundlichkeit ausgelegt. Nur das DHR von TA Instruments bietet den Komfort und die Vielseitigkeit von Smart Swap™-Geometrien, -Temperiersystemen und -Zubehör. Die Smart Swap Technologie ermöglicht einen schnellen und einfachen Zubehörwechsel mit automatischer Zubehörererkennung und der entsprechenden Konfiguration des Rheometers für den Betrieb.



Peltierplatte

Unser meistverkauftes Temperiersystem ist die Peltierplatte. Sie bewältigt unterschiedlichste Materialanwendungen mit Standard-, Stufen- und Einwegmodellen. Der Temperaturbereich liegt zwischen -40 °C und 200 °C mit regelbaren Heizraten von bis zu 20 K/Min . Das Zubehör für Peltierplatten umfasst Lösemittelfallen, isolierte Abdeckungen, Spülgasabdeckungen sowie Möglichkeiten für Tauchprüfungen. Es handelt sich hierbei um **das leistungsstärkste, vielseitigste und am besten ausgestattete Peltierplatten-Temperiersystem auf dem Markt.**



Konzentrischer Peltierzylinder

Der patentierte konzentrische Peltierzylinder für das DHR kombiniert den Komfort der Smart Swap und Peltier-Heiztechnologie mit einer Vielzahl von Becher- und Rotorgeometrien. Konzentrische Zylinder werden meist zur Messung niedrigviskoser Fluide, Dispersionen oder für jegliche Flüssigkeiten eingesetzt, die sich in einen Becher gießen lassen. Die praktische Peltiertechnologie bietet eine stabile und reaktionsschnelle Temperaturregelung für einen Bereich von -20 °C bis 150 °C . (Patent Nr. 6.588.254)



Elektrisch beheizbarer konzentrischer Zylinder

Das neue EHC-System (Electrically Heated Concentric Cylinder) erweitert die Temperatur von Messungen mit konzentrischem Zylinder auf 300 °C . Elektrische Heizelemente mit hohem Wirkungsgrad und eine optimierte Wärmeübertragung sorgen für eine höchst genaue und gleichmäßige Temperaturregelung. Der EHC ist mit einer Vielzahl von Zubehörteilen für konzentrische Zylinder – einschließlich der beliebten Druckzelle – kompatibel.

Die weltweit wohl vielseitigste Plattform für rheologische Messungen



Elektrisch beheizbare Platten (EHP)

Ermöglicht das aktive Erwärmen und Kühlen von Kegel-Platte- und Platte-Platte-Geometrien auf eine Temperatur von bis zu 400 °C . Die als optionales Zubehör erhältliche Gaskühlung erweitert den Temperaturbereich auf -70 °C . Das EHP-Zubehör ist ideal für die Prüfung von Polymerproben mit hohem Durchsatz. Mit seiner patentierten aktiven Temperaturregelung (ATC) ist es das einzige System, bei dem sich die Temperatur sowohl der oberen als auch der unteren Platte direkt regeln lässt. Für Polymerschmelzen und Duroplasten stehen Standard- und Einwegsysteme zur Verfügung. Ebenso ist eine Kameraoption verfügbar.



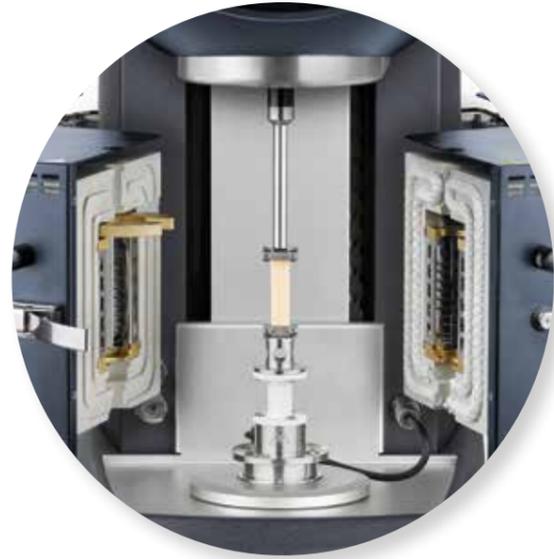
Doppelstufige Peltierplatte

Die doppelstufige Peltierplatte ist eine weitere Innovation des Erfinders der Peltierplattentechnologie. Diese einzigartige Konstruktion basiert auf gestapelten Peltierelementen. Der Vorteil besteht in einer beispiellosen Leistungsfähigkeit im Tieftemperaturbereich: Die doppelstufige Peltierplatte bietet einen kontinuierlichen Temperaturbereich von -45 °C bis 200 °C , mit einem Wasserkühlkreislauf bei einer konstanten Temperatur. Die doppelstufige Peltierplatte eignet sich optimal für Anwendungen unterhalb Raumtemperatur.



Obere Heizplatte (UHP)

Die UHP ist eine Temperieroption für Peltierplatten, mit der vertikale Temperaturgradienten vermieden werden sollen. Sie ist mit allen Peltierplattenmodellen kompatibel und bietet sowohl eine Temperaturregelung für die obere Platte als auch eine Spülgasumgebung. Die Maximaltemperatur liegt bei 150 °C , der untere Temperaturgrenzwert lässt sich mithilfe einer Flüssigkeits- oder Gaskühlung erweitern. Damit ist die UHP das einzige kontaktfreie Temperiersystem mit der patentierten **aktiven Temperaturregelung für direkte Messung und Regelung der Temperatur der oberen Platte.**



ETC-Ofen

Der ETC ist ein **Smart Swap™**-Hochtemperaturofen mit einem kontrollierten Konvektions-/Strahlungsheizelement. Der Temperaturbereich liegt zwischen -160 °C und 600 °C mit Heizraten von bis zu 60 K/min und bietet schnelles Regelverhalten und hohe Temperaturstabilität. Der ETC ist eine ausgesprochen beliebte Option für Polymeranwendungen und kann mit Platte-Platte-, Kegel-Platte-, Einwegplatten- und rechteckigen Torsionsgeometrien sowie DMA-Probenhaltern für Feststoffe verwendet werden. Bilderfassung und Kamerabetrachtung sind optional über den gesamten Temperaturbereich hinweg möglich.



Luftkühlsysteme (ACS-2 und ACS-3)

Die mechanischen Luftkühler (Air Chiller Systems, ACS) sind einzigartige Kühlsysteme, die eine Temperaturregelung des ETC-Ofens auch ohne Flüssigstickstoff erlauben. Ausgestattet mit einer mehrstufigen Kompressorkaskade, ermöglichen die Modelle ACS-2 und ACS-3 einen ETC-Betrieb bei Temperaturen bis hinab zu -50 °C bzw. -85 °C. Mithilfe von Druckluft können die Kühlersysteme **den Einsatz von Flüssigstickstoff im Labor vermeiden bzw. reduzieren** und haben sich so in kürzester Zeit amortisiert.



Zubehör für relative Luftfeuchtigkeit

Das DHR-RH-Zubehör ist ein neues Klimasystem für das Discovery Hybrid Rheometer, das eine exakte Regelung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit der Probe erlaubt. Das Zubehör nutzt eine speziell für rheologische Messungen optimierte Kammer, die für eine stabile und zuverlässige Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit bei einer großen Bandbreite an Betriebsbedingungen sorgt. Angeboten wird eine Vielzahl von Prüfgeometrien, darunter auch solche, die speziell für die Untersuchung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die rheologischen Eigenschaften der Probe entwickelt wurden.





Lösungsmittelfalle

Gemeinsam bilden die Abdeckung für die Lösungsmittelfalle und die Lösemittelfallen-Geometrie eine thermisch stabile Dampfsperre, die praktisch jeden Lösungsmittelverlust bei rheologischen Experimenten ausschließt und die Gleichmäßigkeit der Temperatur verbessert.



Isolierende Thermoabdeckungen

Isolierende Thermoabdeckungen bestehen aus einem eloxierten Aluminiumkern, der von einem isolierenden Mantel umgeben ist. Der Aluminiumkern leitet die Wärme an die obere Geometrie ab und sorgt so über die gesamte Probe für eine einheitliche Temperatur. Außerdem bieten isolierte Lösungsmittelfallen den zusätzlichen Vorteil, dass eine Verdunstung verhindert werden kann.



Spülgasabdeckung

Die Spülgasabdeckung ist eine zweiteilige Abdeckung aus harteloxiertem Aluminium mit Anschlüssen für Schläuche mit einem Durchmesser von 4 mm. Diese Abdeckung kann zum Spülen des Probenbereichs mit trockenem Stickstoffgas verwendet werden, um bei Unterschreiten der Raumtemperatur eine Kondensation zu vermeiden. Auch ist eine Spülung mit befeuchtetem Gas möglich, um das Austrocknen von Proben zu verhindern.

Erweiterte Peltier-Platte

Die erweiterte Peltierplatte kombiniert umfassende Flexibilität mit herausragender Temperaturleistung in einem einzelnen Peltier-temperiersystem, das eine enorme Anwendungsbandbreite abdeckt. Dank des einzigartigen Systems zum schnellen Auswechseln der Platten können untere Platten aus verschiedenen Materialien und mit unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit ebenso mühelos angebracht werden wie Einwegplatten zum Testen von vernetzenden Proben. Außerdem kann ein Tauchbehälter zur Materialcharakterisierung in flüssiger Umgebung eingesetzt werden.





Zubehör mit optischer Platte (OPA)

Das OPA ist ein offenes optisches System, das eine einfache Visualisierung der Probenstruktur bei rheologischen Versuchen ermöglicht und dabei wichtige Informationen zum Materialverhalten unter Strömung bietet. Eine offene Plattform aus einer Borosilicatglasplatte ermöglicht die direkte Beobachtung der Probe. Dies vereinfacht die Untersuchung zahlreicher Materialien, insbesondere von Suspensionen und Emulsionen.



Mikroskopmodul (MMA)

Das MMA ermöglicht eine umfassende Strömungsvisualisierung bei gleichzeitig durchgeführten rheologischen Messungen. Eine hochauflösende Kamera erfasst Bilder mit bis zu 90 FPS über Mikroskopobjektive mit einer bis zu 100-fachen Vergrößerung. Die Probe kann durch eine blaue LED beleuchtet werden. Auch Fluoreszenzmikroskopie und Kreuzpolarisation sind möglich.



Kleinwinkel-Lichtstreuung (SALS)

Die SALS-Option ermöglicht die gleichzeitige Erfassung rheologischer und struktureller Informationen wie Größe, Form, Ausrichtung und räumliche Verteilung der Partikel. Das Zubehör bietet eine patentierte Temperaturregelung mittels Peltierplatte, einen Streuwinkelbereich (θ) zwischen 6° und $26,8^\circ$ und einen Streuvektorbereich (q) von $1,38 \mu\text{m}^{-1}$ bis $6,11 \mu\text{m}^{-1}$. Der Längenskalenbereich bewegt sich zwischen $1,0 \mu\text{m}$ und $4,6 \mu\text{m}$.
(Patent Nr. 7.500.385)



Rheo-Raman-Zubehör

Das neue Rheo-Raman-Zubehör ermöglicht die gleichzeitige Erfassung von Raman-Spektroskopiedaten bei rheologischen Experimenten. Die Raman-Spektroskopie ist ein Verfahren, das kritische Informationen zur Molekularstruktur und Bindung liefert und intermolekulare Wechselwirkungen von reinen Komponenten und Gemischen messen kann. Das Rheo-Raman-Zubehör von TA Instruments kann in Kombination mit einem iXR Raman Spectrometer™ von Thermo Fisher Scientific™ verwendet werden, um ein umfangreiches und sicheres System mit Klasse-1-Laserzertifizierung zu erhalten.



Grenzflächen-Rheologie: Doppelwandring und Du Noüy-Ring

Patentierte Technologien ermöglichen die Charakterisierung der Grenzflächen-Rheologie unter Verwendung spezieller Geometrien zur Messung der Viskosität und der viskoelastischen Eigenschaften an zweidimensionalen Flüssig-Luft- und Flüssig-Flüssig-Grenzflächen. Die wohldefinierten Strömungen und die vernachlässigbaren Unterphasenbeiträge im Doppelwandring (DWR) und du Nouy-Ring (DDR) machen diese Systeme zur ersten Wahl für empfindliche grenzflächenrheologische Messungen. Bei Grenzflächen-Rheologiesystemen von TA Instruments befindet sich die Probe in einem Delrin®-Gefäß mit Messgeometrien aus Platiniridium. Diese Materialien kommen aufgrund ihrer inerten chemischen Eigenschaften zum Einsatz. Zudem lassen sie sich einfach reinigen. Die Auswahl verschiedener Optionen für die Grenzflächen-Rheologie bietet Ihnen maximale Flexibilität bei der Wahl der für Ihre Anwendung geeigneten Geometrie.
(Patent Nr. 7.926.326)



Grenzflächen-Austauschzelle

Die neue Grenzflächen-Austauschzelle ergänzt die patentierte Grenzflächen-Rheologie-Palette von TA Instruments mit der Möglichkeit, die Zusammensetzung der unteren Flüssigkeitsschicht (Unterphase) bei rheologischen Messungen direkt zu beeinflussen. Diese einzigartige Funktionalität ermöglicht die Charakterisierung der Grenzflächenreaktion auf eine geänderte Zusammensetzung der unteren Phase und eröffnet so Möglichkeiten zur Quantifizierung der Wirkung von Änderungen des pH-Werters, der Salz- oder Medikamentenkonzentration oder die Einbringung neuer Proteine, Tenside oder anderer Wirkstoffe.



Geometrie-Kit für den ETC-Ofen

Die Kits umfassen Standardgeometrien, die zum Prüfen von Thermoplasten und Kautschuk, Duroplast- und weiteren Härtungssystemen, Haftklebstoffen und Asphaltbindemitteln konfiguriert sind. Es sind ferner eine Vielzahl an Edelstahlgeometrien mit verschiedenen Durchmessern und Kegelwinkeln sowie Einwegplatten verfügbar.



ETC-Torsionshalter-Kit

Die Torsionshalter-Kit bieten eine einfache Möglichkeit zum Prüfen rechteckiger oder zylindrischer Feststoffproben unter Scherverformung am Rheometer. Diese Form der Torsionsprüfung erlaubt eine Untersuchung von Übergangstemperaturen und eine Bewertung der Mischungsverträglichkeit in mehrkomponentigen Polymerproben.



Universelle Testplattform SER3

Die SER3 ist eine universelle Testplattform zur Durchführung von dehnreologischen Messungen und für die Bestimmung einer ganzen Reihe weiterer physikalischer Materialeigenschaften. So sind z. B. Zug-, Abzug-, Reiß- und Reibmessungen an kleinen Feststoffproben möglich.



Dielektrische Analyse

Die dielektrische Analyse ist ein leistungsfähiges Verfahren, mit dem elektrische Eigenschaften wie Kapazität und Leitfähigkeit gemessen werden. Sie dient der Charakterisierung polarer Materialien wie PVC, PVDF, PMMA oder PVA, phasenseparierenden Systemen und der Beobachtung der Vernetzungskinetik von Materialien wie Epoxiden und Polyurethanen. Die dielektrische Analyse kann in Frequenzbereichen bis hinauf zu 2 MHz messen – weit über die üblichen mechanischen Grenzen hinaus.

Tribo-Rheometrie

Das Tribo-Rheometriezubehör ermöglicht die Messung des Reibungskoeffizienten zwischen zwei trockenen oder geschmierten Feststoffoberflächen. Die einzigartige selbstausrichtende Bauweise sorgt dafür, dass der Kontakt zwischen Feststoffen und die Axialkraftverteilung unter allen Bedingungen gleichmäßig sind. Ein **modularer Satz standardmäßiger und neuartiger Geometrien** bietet eine Auswahl unterschiedlicher Kontaktprofile und ermöglicht eine direkte Simulation der beabsichtigten Einsatzbedingungen.



Kugel auf drei Platten



Drei Kugeln auf Platte



Kugel auf drei Kugeln



Ring auf Platte



Druckzelle

Die Druckzelle besitzt einen abgedichteten Probenraum für die Untersuchung der rheologischen Eigenschaften bei erhöhtem Druck oder von Materialien, die unter Atmosphärendruck flüchtig sind. Der Einsatzbereich reicht hinauf bis zu einem Druck von 138 bar (2.000 psi) und einer Höchsttemperatur von 300 °C.



Hochempfindliche Druckmesszelle

Für eine umfassende viskoelastische Charakterisierung von Flüssigkeiten in der Nähe oder über dem Siedepunkt oder unter Druck bietet die hochempfindliche Druckmesszelle eine 100-mal bessere Empfindlichkeit auf Drehmomente als konventionelle Druckbehälter mit mechanischer Abdichtung. Die Messung von niedrigen Viskositäten und die präzise Bestimmung von G' und G'' sind bei Drücken von bis zu 5 bar möglich, ebenso wie die Untersuchung wässriger Systeme bei Temperaturen von bis zu 150 °C.



Stärkezelle (SPC)

Die SPC ist ein leistungsstarkes und exakt arbeitendes Werkzeug zur rheologischen Charakterisierung des Gelierungsvorgangs und der finalen Eigenschaften von Stärkeprodukten oder zur grundlegenden Charakterisierung vieler anderer hochinstabiler Materialien.



Baustoffzelle

Die Baustoffzelle besteht aus einem speziell entwickelten, abriebfesten und langlebigen konzentrischen Zylinderbehälter sowie einem Rotor und ermöglicht das Untersuchen von Proben mit großen Partikeln wie z. B. Betonschlämmen und Mischungen. Der Schaufelrotor, der Schlitzkäfing und der Behälter mit großem Durchmesser ermöglichen eine passende Probenmischung und verhindern Schlupf sowohl auf den Behälter- als auch den Rotorflächen.



Torsionstauchzelle

Mit der Torsionstauchzelle lassen sich rechteckige, stangenförmige Proben einklemmen und in ein temperiertes Fluid getaucht charakterisieren. Die sich durch Anschwellen oder Plastifizieren ergebende Veränderung der mechanischen Eigenschaften kann mithilfe von Oszillationsversuchen analysiert werden.



Elektro-Rheologie

Dieses Zubehör gestattet eine Charakterisierung elektrorheologischer Fluide mit einer Spannung von bis zu 4000 V im Gleichstrom- und Wechselstrommodus. Die Platte-Platte-Geometrien und Geometrien mit konzentrischen Zylindern sind für eine Höchsttemperatur von 200 °C ausgelegt. Verfügbar sind flexible programmierbare Spannungsprofile wie Stufen-, Rampen-, Sinuswellen- und Dreieckwellenspannung sowie Funktionen mit Gleichspannungsversatz.



Magnetorheologie (MR)

Das neue MR-Zubehör ermöglicht die vollständige Charakterisierung magnetorheologischer Fluide unter Einwirkung eines kontrollierten Felds. Durch einwirkende Felder von bis zu 1 T und einen Probentemperaturbereich von -10 °C bis 170 °C eignet sich das MR ideal für alle Untersuchungen von MR-Fluiden und Ferrofluiden.



Immobilisierungszelle

Die neue Immobilisierungszelle ermöglicht die Charakterisierung der Trocknungs-, Rückhalte- und Immobilisierungskinetik von Farben, Beschichtungen und Schlämmen. Das Lösungsmittel wird der Probe bei kontrollierter Temperatur unter Vakuum durch ein Papiersubstrat entzogen, das sich auf einer perforierten Bodenplatte befindet. Die rheologischen Veränderungen der Probe werden während dieses Immobilisierungsprozesses durch einen Oszillationsversuch im Zeitverlauf mit kontrollierter Axialkraft quantifiziert.



Standardbehälterhalterung

Bei der Standardbehälterhalterung handelt es sich um eine Smart Swap™-Option, die beliebige Behälter mit einem Außendurchmesser von 80 mm zur Charakterisierung von Materialien mithilfe eines Rotors aufnehmen kann. Dies ermöglicht schnelle Standarduntersuchungen von Materialien wie z. B. Farben, Lacken, Cremes, Nudelsoßen und mehr, ohne bei der Probenbeladung eine große Scherung zu verursachen. Zudem handelt es sich um eine hervorragende Plattform für gewöhnliche oder ummantelte Becher.



UV-Härtungszubehör

Für die Rheometer HR 10, HR 20 und HR 30 sind zwei Smart Swap™-Zubehörgeräte zur rheologischen Charakterisierung von UV-härtbaren Materialien erhältlich. Eines dieser Zubehörgeräte umfasst eine Baugruppe mit Lichtleiter und Spiegel, die das UV-Licht einer externen Quecksilberdampfampe zur Probe führt. Das andere Zubehör umfasst unabhängige LED-Arrays mit Intensitätsmaxima von 365 bzw. 455 nm. Beide Systeme sind mit optionalen Einwegplatten kompatibel und erlauben eine Temperaturregelung bis 150 °C.



Trockenasphalt- und Asphalttauchsysteme

Asphaltssysteme von TA erfüllen oder übertreffen die Anforderungen von SHRP, ASTM und AASHTO und beinhalten parallele Platten und Probenformwerkzeuge in den Stärken 8 und 25 mm. Das Trockenasphaltssystem kombiniert unsere überlegene obere Heizplatte mit einer einzigartigen unteren gestuften Peltierplatte. An flexiblen Kühlungsoptionen sind Peltier-, Vortex- und Wasserumlaufkühlung verfügbar. Die Asphalttauchzelle nutzt den klassischen Ansatz der Temperaturregelung: Hierbei wird die Probe vollständig in umlaufendes Wasser eingetaucht.

FastTrack-Software zur Prüfung von Asphaltbindemitteln

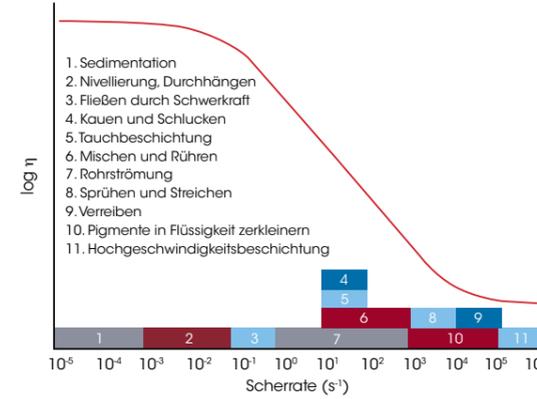
FastTrack ist ein spezielles Softwarepaket für Prüfung gemäß ASTM und AASHTO und Bewertung von Asphaltbindemitteln an DHR-Rotationsrheometern. FastTrack wurde durchdacht mit Blick auf den Bediener entwickelt und bietet eine intuitive, leicht zu bedienende grafische Bedienoberfläche und eine umfassende Reihe an relevanten Prüfungen für die rheologische Untersuchung von Asphaltproben. Die von Grund auf neu entwickelte, intuitive Benutzeroberfläche führt den Bediener mit Hilfe einer Reihe von kontextgerechten Anweisungen und Videos visuell durch die Prüfung. Markante visuelle Hinweise vermitteln den aktuellen Status des Instruments auf einen Blick.

FastTrack bietet eine flexible Konfiguration mit umfassender Anpassung an individuelle Prüfanforderungen. Dies umfasst die Prüfung von Reststoffen des ursprünglichen Bindemittels, von RTFO- und PAV-Proben, sowie MSCR- und LAS-Prüfungen. Darüber hinaus erleichtern die automatische Temperaturkalibrierung und Cannon-Standardverifizierungsprüfungen die Durchführung dieser Prüfungen für Routinekalibrierung und Auditzwecke.



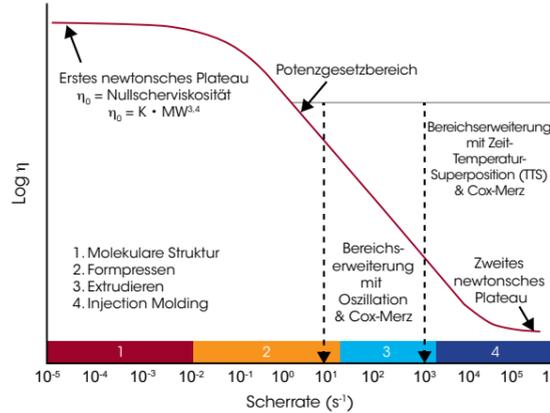
Fließkurve für Lösungen und Dispersionen

Das Discovery Hybrid Rheometer ermöglicht die Bestimmung des Fließverhaltens als Funktion der Schubspannung oder Scherrate. Oft wird eine Fließkurve auf Basis von stufenförmigen Strömungsprofilen erstellt, wobei jeder Datenpunkt eine durch das Messsystem automatisch ermittelte stabile Messung darstellt. Die generierten Daten bieten Informationen über die Spannung, Viskosität, Strukturviskosität und Thixotropie und können auf Prozesse und Produktleistung bezogen werden. Mit einfachen Messmethoden wie Spindelviskosimetern kann nur ein Punkt oder ein kleiner Teil der gesamten Fließkurve gemessen werden. Der breite Betriebsbereich des Discovery Hybrid Rheometers ermöglicht eine umfassende Charakterisierung des Fließverhaltens eines Materials.



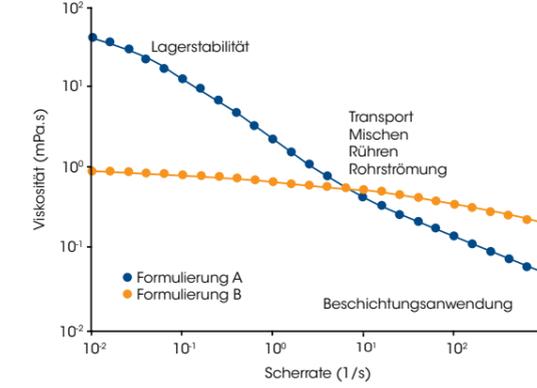
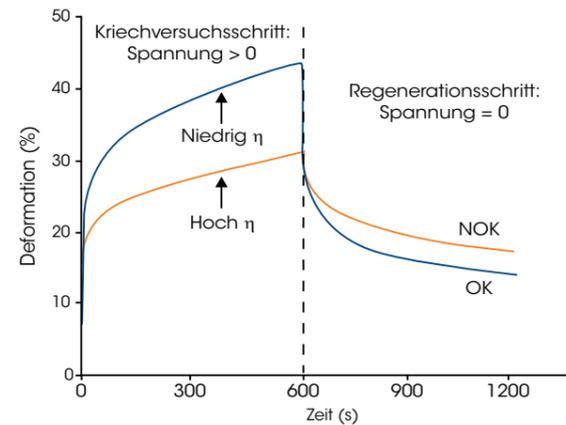
Fließkurve für Polymere

Das Molekulargewicht eines Polymers hat großen Einfluss auf seine Nullscherviskosität, während die Molekulargewichtsverteilung und der Grad der Verzweigung die Scherratenabhängigkeit beeinflussen. Diese Unterschiede treten vor allem bei langsamen Scherraten zutage, die mit Melt-Flow-Index-Geräten oder Kapillarrheometern nicht möglich sind. Neben grundlegenden Informationen zum Fließverhalten können diese Daten durch die leistungsstarke TROS-Software zur Bestimmung des Molekulargewichts auf Basis der Nullscherviskosität genutzt werden. Mithilfe von Cox-Merz und TTS kann der Datenbereich auf höhere Scherraten ausgeweitet werden. Dies erfolgt durch die Kombination dieser Daten mit den Daten von Oszillationsmessungen.



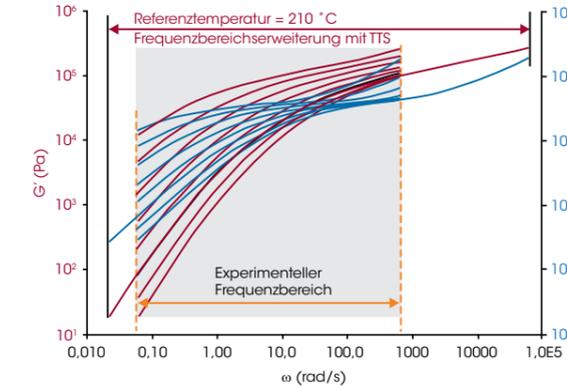
Kriechverhalten und Erholung

In der Abbildung rechts sind Daten aus Experimenten zu Kriechverhalten und Erholung abgebildet, die für Farbproben durchgeführt wurden, die mit „guter“ und mit „schlechter“ Leistung klassifiziert wurden. Dieser Testmodus ist ein hervorragendes Hilfsmittel zum Messen der viskoelastischen Eigenschaften sowie zum Analysieren und Prognostizieren der Materialeistung bei längerfristigen Belastungen. Dazu zählen die Sedimentationsstabilität in komplexen Fluiden sowie die Nullscherviskosität (η_0) und regenerierbare Gleichgewichtsnachgiebigkeit (J_e^0) in Polymerschmelzen. Ein Kriechversuch ist eine besonders präzise und empfindliche Methode zur Bestimmung von η_0 und sehr geringen Niveaus an Elastizität. Es ist am besten für die unerreichte Schubspannungsregelung und geringe Trägheit des Discovery Hybrid Rheometers geeignet. Durch die Vorgabe einer Deformation kann auch ein ähnliches Experiment, die Spannungsrelaxation, durchgeführt werden, um die Schubspannung und den Relaxationsmodul $G(t)$ als Funktion der Zeit zu messen.



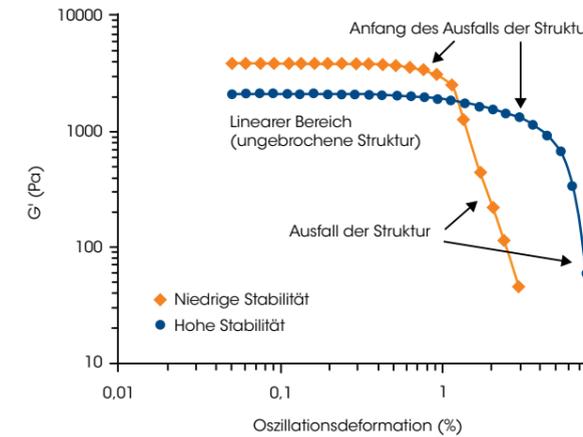
Fließkurve zur Bestimmung der Eignung für Klebstoffbeschichtungen

Die Strukturviskosität ist ein wichtiger Faktor, besonders bei Beschichtungsanwendungen. Eine hohe Viskosität bei geringer Scherung ist wünschenswert, um bei der Lagerung Stabilität gegen das Absetzen von dispergierten Phasen zu ermöglichen. Bei mittleren Scherraten ist eine niedrige Viskosität erwünscht, um das Mischen, Rühren und den Transport durch Röhre zu erleichtern. Eine niedrige Viskosität ist besonders bei höheren Volumenströmen erforderlich, um eine schnelle Beschichtung und eine geringe Schichtdicke zu ermöglichen. Von den zwei rechts beschriebenen Formulierungen bieten beide eine vergleichbare Viskosität bei moderatem Volumenstrom, aber Formulation A zeigt ein besseres Viskositätsverhalten sowohl für die Lagerstabilität als auch für die Beschichtungsleistung.



Viskoelastische Masterkurve

Die nebenstehende Abbildung stellt den viskoelastischen Fingerabdruck eines linearen Homopolymers in Form der Änderung von G' und G'' in Abhängigkeit von der Frequenz dar. Da es sich bei der Frequenz um die Umkehrfunktion der Zeit handelt, zeigt die Kurve die zeitabhängige mechanische Reaktion, wobei kurze Zeiten (hohe Frequenz) einem feststoffartigen und lange Zeiten (niedrige Frequenz) einem flüssigkeitsartigen Verhalten entsprechen. Magnitude und Form der Kurven G' und G'' sind von der Molekularstruktur abhängig. Frequenztests bewegen sich in der Regel in einem eingeschränkten Bereich von 0,1 bis 100 rad/s. Zeit-Temperatur-Superposition (TTS) dient zur Erweiterung des Frequenzbereichs, indem Messungen bei verschiedenen Temperaturen kombiniert werden.

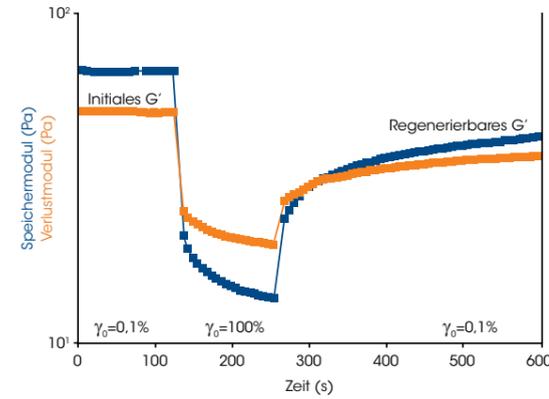


Deformationstests zur Bestimmung der Dispersionsstabilität

Die nebenstehende Abbildung enthält die Ergebnisse eines Oszillations-Deformationstests zur Bestimmung des linearen viskoelastischen Bereichs (LVB) und zur Untersuchung der Dispersionsstabilität. Im LVB reagiert das Material linear auf die Spannung oder Deformation (elastisch) und die Struktur bleibt unverändert. Der rasche Abfall des Moduls mit der Deformation stellt einen Ausfall der Struktur des Materials dar. Sobald die Struktur aufgelöst wurde, wird G' von der aufgetragenen Deformation abhängig. Ein Material mit einem großen linearen Bereich bietet oft einen höheren Widerstand gegen Phasentrennung oder Agglomeration.

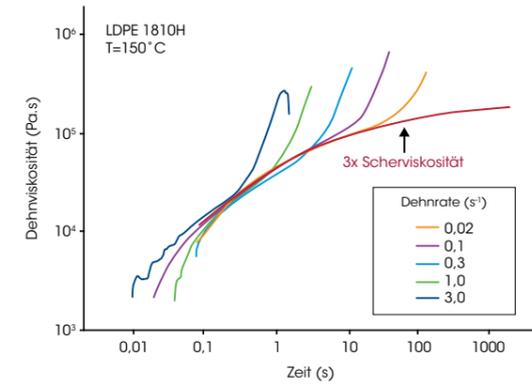
Entwicklung der viskoelastischen Struktur

Die elastische Struktur einer Dispersion ist hilfreich, um die Form zu halten oder dispergierte Partikel zu stabilisieren. Es ist oft wünschenswert, dass diese Struktur bei großen Verformungen leicht gebrochen werden kann, um den Transport oder die Ausbreitung zu erleichtern, z. B. bei einem Wandanstrich oder einer Beschichtung. Sobald die Verformung beendet ist, sollte sich die ruhende Struktur schnell genug erholen, um eine Stabilisierung der Dispersion und das Verhindern einer Tropfenbildung zu gewährleisten, aber langsam genug, um eine Entspannung oder Glättung der Pinselstriche zu ermöglichen. Die zeitbasierte Messung von G' und G'' ermöglicht es, diesen Prozess zu quantifizieren und sicherzustellen, dass er innerhalb eines Zielfensters von Zeitprofilen erfolgt.



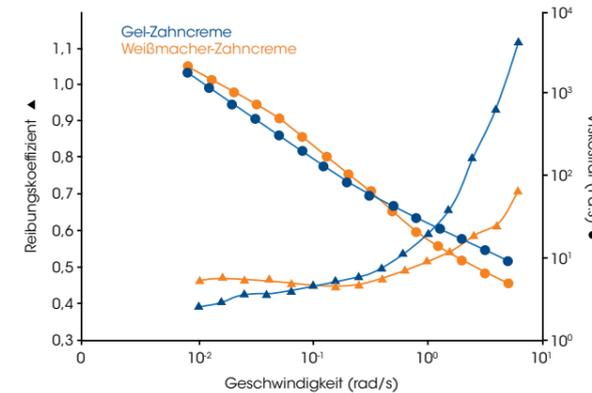
Dehnviskositätsmessungen

Das Discovery Hybrid Rheometer kann auch Dehnviskositätsmessungen von Polymerschmelzen durchführen, wenn es mit dem EVA (Extensional Viscosity Accessory) oder SER3 (Sentmanat Dehnrheometer) kombiniert wird. Die Dehnviskositätsmessungen werden für handelsübliches LDPE 1810H bei 150 °C und Dehnströmungen von 0,02 bis 3 s⁻¹ abgebildet. Diese Ergebnisse werden mit dem Dreifachen der entsprechenden Scherviskosität bei niedriger Scherrate verglichen, die gut mit der Nullraten-Dehnviskosität vor dem Beginn der Dehnverfestigung bei verschiedenen Dehnraten übereinstimmt. Neben der Dehnviskosität können diese Geräte auch für Zug-, Reiß- und Schälversuche an Feststoffen sowie für Bruchtests eingesetzt werden, was eine Ergänzung der Scherrheologie darstellt und genauere Informationen zum Material liefert.



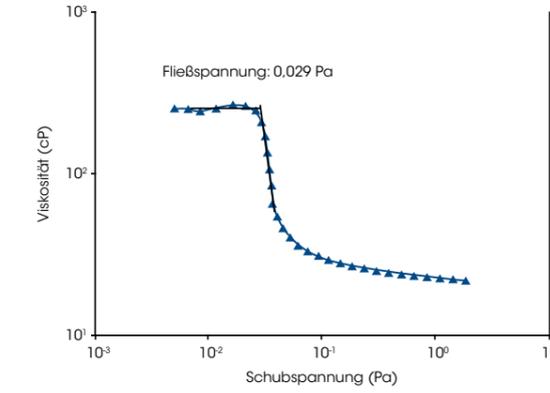
Messung des Reibungskoeffizienten

Die nebenstehende Abbildung stellt die Profile der Reibungskoeffizienten von zwei handelsüblichen Zahncremes dar. Die Weißmacher-Zahncreme mit Schleifpartikeln weist bei niedrigen Geschwindigkeiten eine höhere Reibung auf. Das Reibungsprofil der Gelzahncreme zeigt dagegen einen steilen Anstieg bei höheren Geschwindigkeiten. Dieses Verhalten kann durch einen Vergleich der Fließkurven der beiden Zahncremes erklärt werden – obwohl beide Materialien Strukturviskosität aufweisen, nimmt die Viskosität der Weißmacher-Zahncreme schneller ab als die der Gelzahncreme. Dies führt zu einem verringerten hydrodynamischen Widerstand und einer niedrigeren Reibung bei höheren Rotationsgeschwindigkeiten. Die Messung des Reibungskoeffizienten ist eine der vielen komplementären Messungen jenseits der Scherrheologie, die mit dem Discovery Hybrid Rheometer möglich sind.



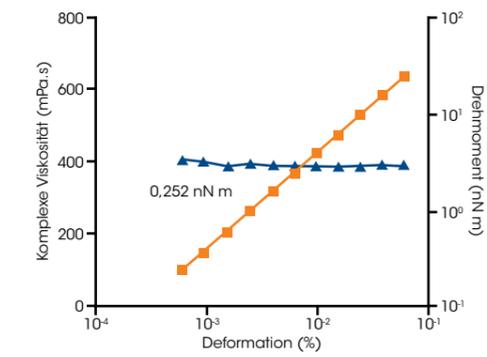
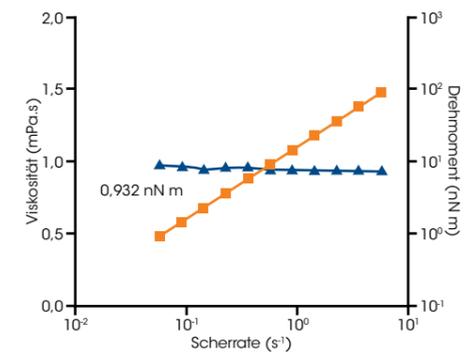
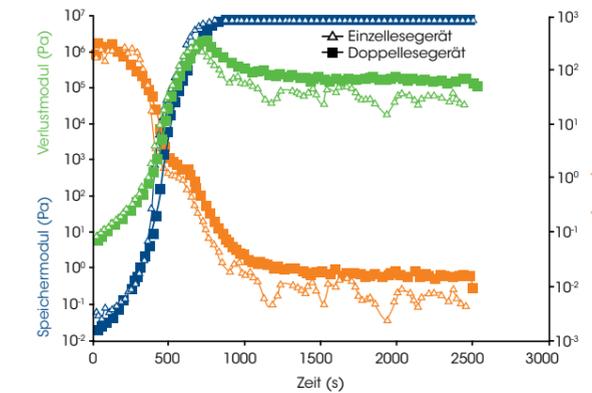
Bestimmung einer niedrigen Fließgrenze in einer Suspension

Komplexe Fluide weisen oft eine künstliche Fließgrenze auf, um das Absetzen oder Agglomerieren einer suspendierten Phase und ein Ausbreiten der Flüssigkeit im Ruhezustand zu verhindern. Diese Fließgrenze muss so optimiert werden, dass sie groß genug ist, um ein Absetzen zu verhindern, aber niedrig genug ist, um eine Beeinträchtigung der Entwicklung der makroskopischen Strömung zu vermeiden. Die Beispieldaten auf der linken Seite zeigen das Verhalten eines Getränks mit einer dispergierten Phase. Die Fließgrenze und die Viskosität nach dem Fließen müssen niedrig sein, um eine leichte Fließfähigkeit und ein angenehmes Trinkgefühl zu ermöglichen. Die extrem empfindliche Messung mit dem HR 30 ermöglicht eine einfache Messung dieser sehr niedrigen Fließgrenze (0,03 Pa) zur Festlegung eines Plateaus vor dem Fließen auf einer breiten Datenbasis.



G' und G'' bei Aushärtungsmessungen verbessert durch optischen Doppencoder

Bei duroplastischen Harzen kann während des Härtingsprozesses eine dramatische Veränderung der rheologischen Eigenschaften auftreten. Das Material beginnt als niedrigviskose Flüssigkeit und wandelt sich in kurzer Zeit in einen hochsteifen Feststoff um. Es ist daher Aufgabe des Rheometers, mit einem einzigen Versuchsaufbau eine genaue Messung über den gesamten Bereich der Materialeigenschaften zu ermöglichen. Der optische Doppencoder verbessert die Messung des Phasenwinkels, δ , und damit die Genauigkeit von G' und G'' unter allen Messbedingungen. Dies lässt sich leicht an den Beispieldaten links ablesen. Bei einem Rheometer mit einem herkömmlichen Einzencoder bestehen Schwierigkeiten bei der genauen Messung von G' vor der Aushärtung bzw. G'' nach der Aushärtung. Das HR20 und das HR30 mit optischem Doppencoder liefern jeweils in beiden Fällen hervorragende Daten.



Fortschrittliche Technologie für herausragende Sensitivität

Außergewöhnliche Drehmomentgenauigkeit und Sensitivität ermöglichen Messungen von niedrigeren Viskositäten, schwächeren intermolekularen Kräften und geringeren Probenvolumina. Durch das reibungsarme axiale Magnetlager und den hochpräzisen Advanced Drag Cup Motor erreicht das Discovery Hybrid Rheometer eine überlegene Messsensitivität sowohl bei Fließ- als auch bei Oszillationsmessungen. Dies ermöglicht es Wissenschaftlern, bei geringerem Probenbedarf mehr über ein Material zu erfahren. Eine einfache Demonstration dieser Leistung ist die Messung eines Newtonschen Öls. Diese Materialien weisen bei allen Scherraten, Amplituden oder Frequenzen eine konstante Viskosität auf. Einfache Messungen zeigen, dass das HR 30 eine Sensitivität von 1 nN m und entsprechend 0,3 nN m oder besser bei Fließ- und Oszillationsversuchen erreicht.

Technische Daten

Technische Daten	HR 30	HR 20	HR 10
Lagerart Axiallager	Magnetlager	Magnetlager	Magnetlager
Lagerart Radiallager	Poröser Kohlenstoff	Poröser Kohlenstoff	Poröser Kohlenstoff
Motorbauweise	Drag Cup	Drag Cup	Drag Cup
Minimales Drehmoment (nN m) Oszillation	0,3	1	5
Minimales Drehmoment (nN m) Rotation	1	3	5
Maximales Drehmoment (mN m)	200	200	200
Drehmomentauflösung (nN m)	0,05	0,1	0,1
Minimale Frequenz (Hz)	1,0E-7	1,0E-7	1,0E-7
Maximale Frequenz (Hz)	100	100	100
Minimale Winkelgeschwindigkeit (rad/s)	0	0	0
Maximale Winkelgeschwindigkeit (rad/s)	300	300	300
Auslenkungssensor	Optischer Encoder	Optischer Encoder	Optischer Encoder
Optischer Doppelencoder	Standard	Standard	n.v.
Winkelauflösung (nrad)	2	2	10
Einschwingzeit, Deformation [2] (ms)	15	15	15
Einschwingzeit, Scherrate [2] (ms)	5	5	5
Normalkraft-/Axialkraftaufnehmer	FRT	FRT	FRT
Maximale Normalkraft (N)	50	50	50
Normalkraft Sensitivität (N)	0,005	0,005	0,01
Normalkraft, Auflösung (mN)	0,5	0,5	1

[1] Null in schubspannungsgesteuertem Modus. Der Modus der kontrollierten Rate hängt von der Dauer des zu messenden Punktes und der Abtastzeit ab.
 [2] Ergebnisse bei 99 % des Sollwerts

DMA-Modus

Technische Daten	
Motorsteuerung	Force Rebalance Transducer
Minimale Axialkraft in Oszillation	3 mN
Maximale Axialkraft	50 N
Minimale Auslenkung in Oszillation	0,01 µm
Maximale Auslenkung in Oszillation	100 µm
Axialer Frequenzbereich	6x10 ⁻⁵ rad/s bis 100 rad/s (10 ⁻⁵ Hz bis 16 Hz)

Merkmale des Instruments

Funktionen	HR 30	HR 20	HR 10
Optischer Doppelencoder	●	●	—
DMA-Modus	●	○	—
True Position Sensor (TPS)	●	●	●
Spannungsregelung (stationär, transient, oszillierend)	●	●	●
Deformationsregelung (stationär, transient, iterativ oszillierend)	●	●	●
Direkte Deformationsregelung (Oszillation)	●	●	○
Schnelle Datenerfassung	●	●	—
Normalkraftmessung mit FRT	●	●	●
Axial- und Tackprüfung	●	●	○
One-Touch-Away™ Anzeige	●	●	●
Integrierte Probenbeleuchtung	●	●	●
FastTrack	●	●	●
AutoPilot	○	○	○

● Im Lieferumfang enthalten ○ Optional — Nicht verfügbar





NORD- & SÜDAMERIKA

New Castle (DE), USA
 Lindon (UT), USA
 Wakefield (MA), USA
 Eden Prairie (MN), USA
 Chicago (IL), USA
 Costa Mesa (CA), USA
 Montreal, Kanada
 Toronto, Kanada
 Mexiko-Stadt, Mexiko
 São Paulo, Brasilien

EUROPA

Hüllhorst, Deutschland
 Bochum, Deutschland
 Eschborn, Deutschland
 Wetzlar, Deutschland
 Elstree, Vereinigtes Königreich
 Brüssel, Belgien
 Eetten-Leur, Niederlande
 Paris, Frankreich
 Barcelona, Spanien
 Mailand, Italien
 Warschau, Polen
 Prag, Tschechische Republik
 Solna, Schweden
 Kopenhagen, Dänemark

ASIEN UND AUSTRALIEN

Shanghai, China
 Peking, China
 Tokio, Japan
 Seoul, Südkorea
 Taipei, Taiwan
 Guangzhou, China
 Petaling Jaya, Malaysia
 Singapur
 Bangalore, Indien
 Sydney, Australien



Waters
THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™

TA Instruments

159 Lukens Drive
New Castle, DE 19720 U.S.A.
T: 1 302 427 4000
F: 1 302 427 4041
www.tainstruments.com

Waters Corporation

34 Maple Street
Milford, MA 01757 U.S.A.
T: 1 508 478 2000
F: 1 508 872 1990
www.waters.com