

Dynamische Scherrheometer für Asphalt

SmartPave





SmartPave Dynamische Scherrheometer (DSR)

Die Anforderungen an Bitumen und Asphalt sind insbesondere in Bezug auf ihre Elastizität und Flexibilität in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. Um dem stetig steigenden Verkehrsaufkommen gerecht zu werden, werden kontinuierlich neue Bitumen- und Asphaltformulierungen speziell für den Einsatz im Straßenbau entwickelt. Herkömmliche Prüfmethode sind jedoch oftmals nicht geeignet, um diese innovativen und teilweise polymermodifizierten Materialien zu charakterisieren.

Damit moderne Asphalt- und bituminöse Produkte die hohen Anforderungen erfüllen können, sind leistungsfähige Geräte für Qualitätskontrolle und Produktentwicklung unerlässlich. Die dynamischen Scherrheometer SmartPave 92 und SmartPave 102e eignen sich zur Analyse von unmodifizierten und modifizierten Asphaltbindern und Bitumen innerhalb eines großen Temperaturbereiches gemäß nationaler und internationaler Normen oder mittels klassischer rheologischer Verfahren.

Unsere dynamischen Scherrheometer überzeugen seit Jahrzehnten Kundinnen und Kunden auf der ganzen Welt. Ausschlaggebend dafür sind innovative Technologien wie der EC-Motor, das automatische Komponenten- und Konfigurationssystem Toolmaster™ und die höchst genaue Peltier-Temperaturregelung zur Proben temperierung in trockener Umgebung. Dies alles garantiert konkurrenzlose Genauigkeit sowie umfassenden Bedienkomfort und höchste Benutzerfreundlichkeit in der Asphalt- und Bitumenrheologie.



SmartPave 92



SmartPave 92 wurde speziell für die Anforderungen der Qualitätskontrolle und für Routinemessungen in Prüflaboren entwickelt.

Für Standard-Asphaltprüfungen gemäß AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST und AGPT-Spezifikationen

Temperaturbereich:
-5 °C bis +200 °C

Für die tägliche Laborarbeit entwickelt

SmartPave 102e



SmartPave 102e erfüllt die höchsten Messanforderungen.

Für Standard-Asphaltprüfungen gemäß AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST und AGPT-Spezifikationen

Temperaturbereich:
-50 °C bis +220 °C

Upgrades für alle rheologischen Standard-Prüfungen möglich

MCR 502e Power



Das modulare und kompakte Rheometer **MCR 502e Power** rundet das Portfolio ab. Damit erfüllen unsere Rheometer alle Anforderungen der modernen Bitumen- und Asphaltanalyse.

Für umfangreiche Prüfungen in Forschung und Entwicklung

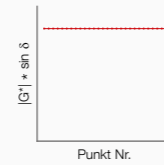
Für Standard-Asphaltprüfungen gemäß AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST und AGPT-Spezifikationen

Temperaturbereich:
-160 °C bis +1000 °C

Vollständige rheologische Charakterisierung aller Materialien von flüssig bis fest

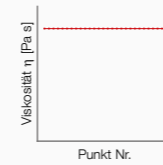
Bitumen- und Asphaltprüfung

Prüfung von Asphaltbinder und Bitumen mit der SmartPave-Serie:



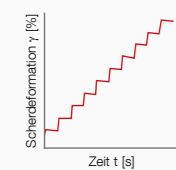
Superpave Klassifizierung gemäß AASHTO T315 / ASTM D7175

Klassifizierung von Bitumen in Bezug auf sein angegebenes Verhalten in einem Temperaturbereich von 6 °C bis 88 °C unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen und Temperaturen des Fahrbahnbelags



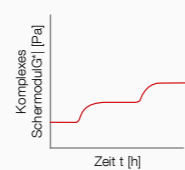
Viskositätsbestimmung von Bitumen gemäß AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13702

Einsatz von Standard-Prüfmethoden zur Viskositätsbestimmung von Bitumen mit einem Rotationsviskosimeter/-rheometer zur Ermittlung der Verarbeitbarkeit von Bitumen in einem Temperaturbereich von 60 °C bis 180 °C



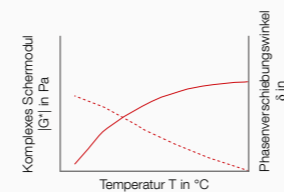
MSCR-Prüfung (Multiple Stress Creep Recovery) gemäß AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659

Bestimmung des Verhaltens zur Spurrillen-Bildung von modifiziertem Bitumen durch die Messung der prozentualen Erholung und der nicht-rückverformbaren Kriechnachgiebigkeit



Bestimmung der rheologischen Eigenschaften von gummi-modifiziertem (GmB) Bitumen (AASHTO-Entwurf)

Bitumen kann mit gemahltem Reifengummi als Zuschlagsstoff versetzt werden, um die Eigenschaften des Fahrbahnbelags im Autobahnbau zu beeinflussen. Die temperaturabhängigen rheologischen Eigenschaften werden in einem geeigneten Temperaturbereich mit einem speziellen DSR-Aufbau auf Basis einer Peltier-Temperiereinheit für konzentrische Zylinder bestimmt.



Bestimmung von temperaturabhängigem rheologischen Verhalten von Bitumen gemäß DIN EN 14770

Neben den bestehenden Standardmethoden bieten wir eine Reihe von Peltier-Temperiereinheiten an, die einen breiten Temperaturbereich abdecken. Erweitern Sie die Messmöglichkeiten, um die temperaturabhängigen rheologischen Eigenschaften von Bitumen zu bestimmen, die für ihre Verwendung entscheidend sind (beispielsweise bei der Verwendung im Straßenbau).

Unsere dynamischen Scherrheometer (DSR) wurden speziell für die Anforderungen und Bedürfnisse der Asphaltindustrientwickelt.

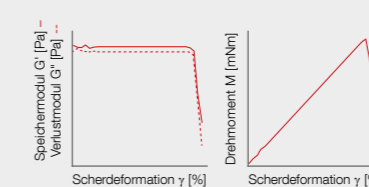
Alle relevanten Asphaltbinder- und Bitumen-Standards können mit SmartPave 92, SmartPave 102e und MCR 502e Power abgedeckt werden.



Die RheoCompass-Software: neue Wege für die Asphalt- und Bitumenprüfung

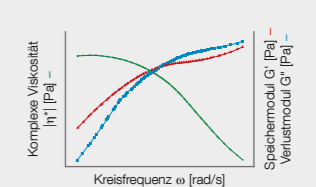
RheoCompass ist ein Werkzeug, das Ihnen sowohl einen kompletten Überblick als auch einen exakten Einblick bietet. Die auf intuitive Bedienung ausgelegte client- und serverbasierte Software RheoCompass ermöglicht die anwendungsorientierte Filterung von Versuchsvorlagen sowie benutzerdefinierten Versuchen und Auswertungen. Darüber hinaus bietet sie eine vollautomatische, schnelle Temperaturkalibrierung und Prüfprozedur – und noch vieles mehr.

Erweiterte Prüfung von Bitumen und Asphalt:



DSR-Prüfungen an festen Asphalt- und Bitumenproben

Charakterisieren Sie Materialien vom Glas- bis hin zum geschmolzenen Zustand über einen großen Temperaturbereich und bestimmen Sie die Übergangstemperaturen und Relaxation des Materials. Mit einer dynamisch-mechanischen Analyse (DMA) wird das Temperatur- und das mechanische Verhalten von Feststoffen untersucht, wobei eine Vielzahl von Zubehör, wie Einspannvorrichtungen für runde (SCF) und rechteckige (SRF) Festkörper oder Platte/Platte-Messsysteme, zum Einsatz kommt.



Vollständige rheologische Charakterisierung einschließlich Masterkurven

Durchführung aller rheologischen Standarduntersuchungen an Bitumen und Asphalt in Rotations- und Oszillationsversuchen wie Fließkurven, 3-Interval-Tests (3ITT), Amplituden- und Frequenzversuchen, Temperaturtests oder Masterkurven

SmartPave 92 und SmartPave 102e

Vollautomatische Temperaturkalibrierung

Bei Bitumenprüfungen sind Temperaturgenauigkeit und -stabilität von entscheidender Bedeutung. Die Eigenschaften von Bitumen unterliegen einem starken Temperatureinfluss. Bereits kleinste Temperaturabweichungen können zu großen Unterschieden in den Messergebnissen führen. Wir bieten mit der Software RheoCompass einzigartige vollautomatische Temperaturkalibrier- und Prüfprozeduren.

Die genaueste Peltier-Temperierung

Die Temperatur hat den größten Einfluss auf die rheologische Untersuchung von Bitumen und Asphalt. Die besondere Peltier-Temperierung von SmartPave 92 und SmartPave 102e ist das erste Peltier-Heizsystem mit Peltierelementen unter- und oberhalb der Probe. Temperaturgradienten sind vollständig beseitigt und die Heiz- und Kühlraten sehr schnell. Dies halbiert die Versuchszeiten bei einer gleichzeitig höheren Reproduzierbarkeit. Bei dieser konkurrenzlosen Peltierkammer wird die Asphaltprobe nicht von Wasser umspült. Die Messung findet in einer völlig trockenen Umgebung statt. Störende Geräusche von Umwälzthermostaten und verstopfte Wasserfilter gehören damit der Vergangenheit an.

Toolmaster™ – Automatisches Komponentenerkennungs- und Konfigurationssystem

Der Toolmaster™ ist in der Rheologie das einzige völlig kontaktlose System zur vollautomatischen Messsystem- und Messzellenerkennung und -konfiguration. Es erkennt Messsysteme und Temperierkammern, sobald diese an das Rheometer angeschlossen werden, ohne dass eine manuelle Eingabe in der Software erfolgen muss.

Einfach zu bedienende Software

Die benutzerfreundliche Rheometer-Software wurde speziell für die Anforderungen der Bitumenindustrie entwickelt. Die Software beinhaltet vordefinierte Schritt-für-Schritt-Anweisungen für alle Arten von Prüfungen gemäß internationalen Asphaltbinder-Spezifikationen.



Die beste Messgeometrie für Ihre Anforderungen

Je nach Prüfmethode steht eine große Auswahl an Messsystemen zur Verfügung: Platte/Platte-, Kegel/Platte- und konzentrische Zylinder-Messsysteme.

Müheloses Anschließen von Messsystemen

Wenn Sie zwischen Messsystemen wechseln, bietet Ihnen QuickConnect höchsten Bedienkomfort. Mithilfe der Schnellkupplung können Sie das Messsystem mit einer Hand anschließen und Änderungen am System schnell und bequem vornehmen, ohne Verschraubungen zu lösen oder festzuziehen.

Klare Sicht auf die Probe

TruRay ist ein einzigartiges, nur für SmartPave 92 erhältliches Beleuchtungskonzept, das Ihnen eine klare Sicht auf die Probe und die Messfläche ermöglicht. Dies ist besonders für die korrekte und präzise Befüllung des Messspalts nützlich.

25 Jahre Erfahrung – der Synchron-EC-Motor

Der luftgelagerte Rotor im Inneren des Synchron-EC-Motors (Permanentmagnet-Synchronmotor) führt eine reibungslose, synchrone Bewegung mit höchster Empfindlichkeit und Präzision aus. Egal, ob Sie Flüssigkeiten mit geringer Viskosität oder Festkörper analysieren – Ihre Ergebnisse zeichnen sich durch hohe Genauigkeit in einem großen Viskositätsbereich aus.

Zubehör für SmartPave 92 und SmartPave 102e

Die genaueste Temperaturkontrolle

Die Temperatur hat den größten Einfluss auf rheologische Untersuchungen von Bitumen und Asphalt. Aus diesem Grund bieten wir Ihnen eine breite Palette an Peltier-Temperiereinheiten mit hervorragenden Heiz- und Kühleigenschaften.

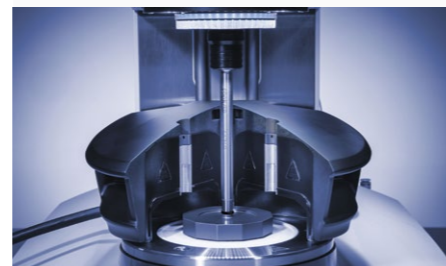
Peltier-Temperierung für Platte/Platte-Messsysteme (P-PTD 220) und Haube bis zu 220 °C (H-PTD 220)

- Haube mit echter Peltier-Temperierung
- Temperaturbereich: -50 °C bis 220 °C
- Kleinste Temperaturgradienten $\leq 0,1$ °C gemäß AASHTO T315
- Trockener Probenbereich; kein Wasser- oder Gasstrom im Umfeld der Probe
- Gleitschiene für einfachen Zugriff und Probentrimmung mit 360°-Sicht
- Empfohlen für Anwendungen bei Bitumen und Asphaltbindern in einem erweiterten Temperaturbereich



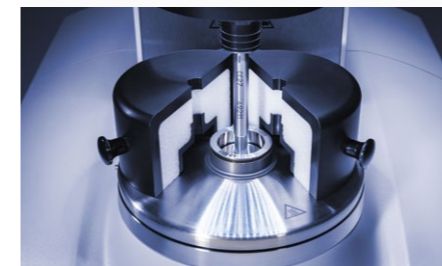
Luftgekühlte Peltier-Temperierung für Platte/Platte-Messsysteme (P-PTD 220/AIR) und Haube bis zu 200 °C (H-PTD 200/AIR)

- CoolPeltier™: Peltier-Temperierung mit integrierter Luft-Gegenkühlung; kein zusätzlicher Umwälzthermostat für die Gegenkühlung erforderlich
- Temperaturbereich: -5 °C bis +200 °C
- Kleinste Temperaturgradienten $\leq 0,1$ °C gemäß AASHTO T315
- Trockener Probenbereich; kein Wasser- oder Gasstrom im Umfeld der Probe
- Gleitschiene zur Vereinfachung des Zugangs und der Probentrimmung
- Empfohlen für alle Standardanwendungen bei Bitumen und Asphaltbindern nach internationalen Asphaltbinderspezifikationen
- Nur für SmartPave 92 erhältlich



Peltier-Temperierung für Zylinder-Messsysteme (C-PTD 180/AIR)

- Temperaturbereich: 0 °C bis +180 °C
- Keine vertikalen Temperaturgradienten in der Probe aufgrund des patentierten Verfahrens zur Wärmeableitung (US-Patent 6,240,770)
- CoolPeltier™: Peltier-Temperierung mit integrierter Luft-Gegenkühlung; kein zusätzlicher Umwälzthermostat für die Gegenkühlung erforderlich
- Geeignet für rheologische Standardanwendungen nach internationalen Asphaltbinderspezifikationen sowie für gummi-modifizierte Bitumen (GmB) mit Partikelgrößen von bis zu 2 mm (10 Mesh)



Peltier-basierte Temperierung durch Konvektion (CTD 180)

- Temperaturbereich: -20 °C bis +180 °C
- Einspannvorrichtung für rechteckige (SRF) und zylindrische (SCF) Festkörper für die dynamisch-mechanische Analyse (DMA)
- Feuchteoption erhältlich



Messsysteme:

- Platte/Platte: PP04 / PP08 / PP25 (andere Durchmesser auf Anfrage)
- Kegel/Platte: unterschiedliche Durchmesser und Winkel auf Anfrage
- Konzentrischer Zylinder: CC10 / CC17 / CC27 (andere Durchmesser auf Anfrage)
- Spezielle konzentrische Zylinder für die Prüfung von gummi-modifiziertem (GmB) Bitumen und Asphaltbindern: CC10SP / CC17SP



Spezifikationen

| | Einheit | SmartPave 92 | SmartPave 102e | MCR 502e Power |
|---|---------|--|---|------------------|
| Lagerausführung | - | Luft, feinporiger Kohlenstoff | | |
| Motor-Design | - | Elektrisch kommutiert (EC) – Permanentmagnet-Synchronmotor | | |
| Drehgeberausführung | - | Hochauflösender optischer Drehgeber | | |
| Normalkraftsensorausführung (US Pat. 6167752, 1996) | - | - | Kapazitiver 360°-Sensor, berührungslos, vollständig im Lager integriert | |
| Arbeitsmodus | - | Combined Motor Transducer (CMT) | | |
| Min. Moment (Rotation) | nNm | 1 µNm | 5 | 200 |
| Min. Moment (Oszillation) | nNm | 1 µNm | 2 | 100 |
| Maximales Drehmoment | mNm | 125 | 200 | 300 |
| Minimale Winkelauslenkung (Sollwert) | µrad | 1 | 0,5 | 0,05 |
| Maximale Winkelauslenkung (Sollwert) | µrad | ∞ | ∞ | ∞ |
| Minimale Winkelgeschwindigkeit ¹⁾ | rad/s | 0 | 0 | 0 |
| Maximale Winkelgeschwindigkeit | rad/s | 157 | 314 | 220 |
| Maximale Drehzahl | 1/min | 1500 | 3000 | 2100 |
| Minimale Drehzahl (CSS/CSR) | 1/min | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁸ |
| Minimale Kreisfrequenz ²⁾ | rad/s | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁷ |
| Maximale Kreisfrequenz | rad/s | 628 | 628 | 628 |
| Maximale Frequenz ³⁾ | Hz | 100 | 100 | 100 |
| Normalkraftbereich | N | - | -50 bis 50 | -70 bis 70 |
| Änderung der minimalen Messspaltgröße | µm | 0,625 | 0,625 | 0,625 |
| Abmessungen (B x H x T) | mm | 380 x 660 x 530 | 444 x 678 x 586 | 444 x 733 x 586 |
| Gewicht | kg | 33 | 42 | 47 |

Zusätzliche Gerätefunktionen

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Display mit Steuerungsfunktion des Gerätes (Entkoppelt vom Messsensor zur Vermeidung mechanischer und elektromagnetischer Störungen) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Regler für direkte Spannung/Deformation | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| TruStrain™ (probenadaptive Regelung) | - | × | ✓ | ✓ |
| TruRate™ (probenadaptive Regelung) | - | × | ○ | ✓ |
| Rohdaten (LAOS, Wellenform) | - | × | ○ | ✓ |
| Normalkraftprofile (Vorgeben und einlesen) | - | × | ✓ | ✓ |
| Geschwindigkeitsprofile, Tack, Squeeze | - | × | ✓ | ✓ |
| Automatische Spaltkontrolle/-einstellung (AGC/AGS) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Elektronische Trimm Sperre für Messgeometrie | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| TruGap™ (permanente Kontrolle des tatsächlichen Messspalts) (US Pat. 6499336, 2000) | - | × | ○ | ○ |
| T-Ready™ (Erkennung der Dauer für die Angleichung der Proben temperatur) (US Pat. 8904852, 2011) ⁴⁾ | - | × | ✓ | ✓ |
| Toolmaster™ (Messgeometrien und Zubehör, Speicherung von Nullspalten) (US Pat. 7275419, 2004) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| QuickConnect-Kupplung für Messgeometrien (Einhand-Bedienung, schraubenlos) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Trimm Spiegel (360°-Sicht auf die Probe zur Vermeidung toter Winkel) | - | × | ✓ | ✓ |
| Dreipunktauflage des Gerätes (drei robuste Standfüße, werkzeuglose Ausrichtung mit einer Hand) | - | ✓ | ✓ | ✓ |

| Spezifikationen | Einheit | SmartPave 92 | SmartPave 102e | MCR 502e Power |
|--|---------|--------------|-----------------|-----------------|
| Drei-Punkt-Stütze zur Montage von Messzellen (Wackelsicherung, kein Versatz nach Zellenwechsel) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Maximaler Temperaturbereich ⁴⁾ | °C | -50 bis +400 | -160 bis +1.000 | -160 bis +1.000 |
| Praktisch gradientenfreie Temperaturregelung (in horizontaler und vertikaler Richtung) | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Temperaturgradient ≤0,1 °C gemäß AASHTO und ASTM | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| CoolPeltier™ Peltier-System mit integrierter Kühloption, kein weiteres Zubehör zur Gegenkühlung erforderlich | °C | -5 bis +200 | × | × |
| Druckzelle | Bar | × | bis zu 1000 | bis zu 1000 |
| SafeGap™ Begrenzung der Normalkraft bei der Messspalteinstellung | - | ✓ | × | × |
| TruRay™ dimmbare Beleuchtung im Probenbereich | - | ✓ | × | × |

RheoCompass Software

| | | | |
|---|---|---|---|
| Standardverfahren (SOP) für Bitumen mit regelmäßigen Aktualisierungen | ✓ | ✓ | ✓ |
| Automatisches Update über das Netzwerk | ○ | ○ | ○ |
| Vollautomatische Temperaturkalibrierung | ✓ | ✓ | ✓ |
| Test- und Analyse-Designer | ✓ | ✓ | ✓ |
| Report-Designer (mit allen Testinformationen für Export und Druck) | ✓ | ✓ | ✓ |
| Verwaltetes Labor, mehrere Clients und Server | ○ | ○ | ○ |

Anwendungen

| | | | |
|--|---|-----------------|---|
| AASHTO T315 / ASTM D7175 / GOST R58400.10 (SHRP-Test/SuperPave PG) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO T316 / ASTM D4402 | ✓ | ✓ | ✓ |
| DIN EN 13302 & 13702 / GOST 33137 (Rotationsviskosität) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO T350 / ASTM D7405 | ✓ | ✓ | ✓ |
| DIN EN 16659 / GOST R58400.6 (MSCR-Test) | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO TP101-UL (LAS-Test) / GOST R58400.7 | × | ✓ | ✓ |
| AASHTO TP126 | ✓ | ✓ | ✓ |
| AASHTO TP123 | × | ✓ | ✓ |
| ASTM D7552 | × | ✓ | ✓ |
| GOST 58400.9 | × | ✓ | ✓ |
| FGSV AL 720 BTSV | | | |
| FGSV AL 721 (Konstante Scherrate) | ✓ | ✓ | ✓ |
| FGSV AL 722 (Temperaturversuch) | | | |
| FGSV AL 723 (MSCR-Test) | | | |
| AGPT/T125 Spannungsverhältnis von bituminösen Bindemitteln | × | ○ ⁵⁾ | ✓ |
| AGPT/T192 Viskosität von RAP-Bindemitteln | ✓ | ✓ | ✓ |
| AGPT/T194 Alterungsbeständigkeit von Bitumen mit PAV und DSR | ✓ | ✓ | ✓ |
| Masterkurven | ○ | ✓ | ✓ |
| Messung von gummi-modifiziertem Bitumen (GmB) | × | ✓ | ✓ |
| Niedrigtemperaturmessungen -50 °C (Platte-Platte) | × | ✓ | ✓ |
| Niedrigtemperaturmessungen -20 °C (Torsion) | × | ✓ | ✓ |

Legende: ○ optional × nicht erhältlich ✓ enthalten

Das DSR ist u.a. Bestandteil der folgenden Spezifikationen für Asphaltbinder: AASHTO M320, AASHTO M332, ASTM D6373, ASTM D8239, AGPT/T190, GOST R58400.1-2019, IS 15462, IS 73,

¹⁾ Im Modus für Spannung unter Scherbelastung (CSS). Im Modus mit kontrollierter Scherrate (CSR) in Abhängigkeit von Messpunktdauer und Abtastrate.

²⁾ Theoretischer Wert (Dauer pro Zyklus = zwei Jahre)

³⁾ Höhere Frequenzen sind bei der Verwendung des Mehrfrequenz-Versuches (Multiwave-Test) möglich (942 rad/s (150 Hz) oder höher, abhängig von Messsystem und Probe)

⁴⁾ Je nach verwendeter Temperatureinheit

⁵⁾ TruRate™ erforderlich

