

Brabender® Messkneteter für Materialentwicklung und Qualitätskontrolle



Qualität ist messbar.

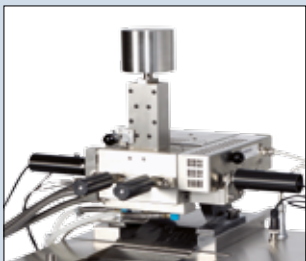
Messkneteter



Vorteile

Brabender Messkneteter zeichnen sich aus durch eine Reihe überzeugender Verfahrensvorteile:

- Ausgereiftes, vielfach bewährtes Design für effizientes Kneten
- Einfache Handhabung und Reinigung durch zweigeteilte (flüssigtemperierte) bzw. dreigeteilte (elektrisch beheizte) Knetkammer
- Leicht abnehmbare und z.T. austauschbare Knetschaufeln – dadurch leichte Reinigung und vielfältige Anwendungsmöglichkeiten
- Exakte und konstante Temperierung auch bei den elektrisch beheizten Messknetetern durch drei separate und voneinander unabhängige Heizzonen
- Arbeitstemperaturen bis 500 °C bei elektrischer Heizung
- Viele Zusatzeinrichtungen für einfaches und effizientes Arbeiten wie Einfüllvorrichtungen, Abziehvorrichtungen, gasdichte Verschlussdeckel für Untersuchungen unter Schutzgas oder Gasflow-Messungen, automatische Präzisionsdosierpumpen zum Dosieren von Flüssigkeiten u.v.m.



Messkneteter 50 EHT

Prinzip

Innenmischer oder Kneteter sind, wie der Name schon sagt, Maschinen für die diskontinuierliche Herstellung homogener Mischungen aus Polymeren, Elastomeren, keramischen oder anderen Materialien durch Kneten. Das Rohmaterial wird von oben in den beheizten Kneteter eingefüllt und in der Knetkammer durch speziell geformte Knetschaufeln homogenisiert.

Wie kann nun eine solche Maschine als Messkneteter fungieren?

Wird ein solcher Kneteter an ein Drehmoment-Rheometer als Antriebseinheit angeschlossen, können Drehmoment und Temperatur während des Knetprozesses gemessen und registriert werden. Dieses Drehmoment entsteht durch den Widerstand, den das Probenmaterial in der Knetkammer während des Knetprozesses den rotierenden Schaufeln entgegensetzt und verdreht ein Pendeldynamometer aus seiner Nulllage. Dieser Weg kann gemessen und als Funktion der Zeit dargestellt werden. Das entsprechende Diagramm zeigt die Beziehung zwischen Drehmoment (Viskosität) und Temperatur als Funktion der Zeit und macht auch strukturelle Veränderungen des Materials sichtbar.

Carl Wilhelm Brabender sagte einmal:

„Erst das Kontrollieren, Messen und Registrieren im zeitlichen Verlauf kann zur qualitativen Produktionssteigerung wesentlich beitragen. Nur so sind nämlich gewisse Vorgänge zu erkennen, die durch statische Messungen nicht erfasst werden können.“

Anwendung

Brabender Messkneteter haben sich seit Jahrzehnten weltweit in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten durchgesetzt und bewährt.

Sie eignen sich hervorragend als Chargenmischer für die Herstellung von Kleinchargen von Probenmaterial. Innerhalb kürzester Zeit können verschiedene Proben für weitere Untersuchungen ohne Materialverlust hergestellt werden.

Alle für die Herstellung und Verarbeitung von Polymeren und anderen plastischen und plastifizierbaren Materialien relevanten Prozesse wie Mischen, Kneten, Mastizieren usw. können mit Messknetetern im Labormaßstab realitätsnah simuliert werden. So lässt sich z.B. die Plastifizierzeit von PVC und anderen Produkten präzise bestimmen, die wiederum Aufschluss gibt über die optimale Verweilzeit im Extruder.

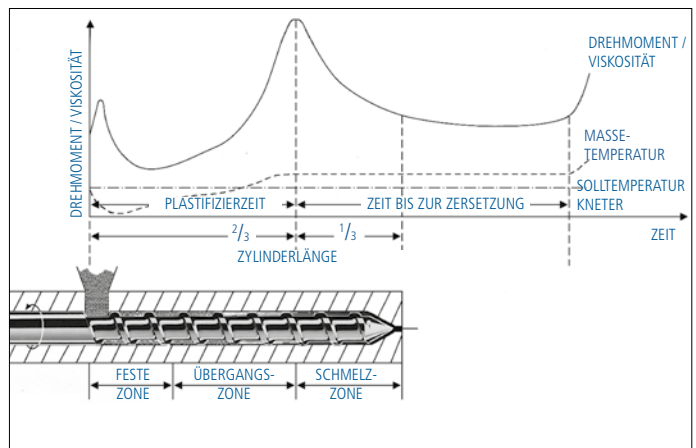
Darüber hinaus werden Brabender Messkneteter weltweit zur Untersuchung der Verarbeitbarkeit und der Materialeigenschaften von Thermoplasten, Duroplasten, Elastomeren, keramischen Formmassen, Pigmenten und vielen anderen plastischen und plastifizierbaren Substanzen eingesetzt.

Auf Seite 8 - 10 werden eine Reihe spezifischer Anwendungen beispielhaft erläutert.

Schaufelgeometrien

Brabender bietet ein breites Programm an Knetschaufeln für die unterschiedlichsten Anwendungen.

Dazu gehören die seit Jahrzehnten im industriellen Einsatz bekannten Walzen-, Nocken-, Banbury- und Sigmaschaufeln, die sich für Thermoplaste und Elastomere für die allermeisten Aufgaben hervorragend bewährt haben. Daneben finden sich aber auch diverse Schaufeln mit speziell für bestimmte Messaufgaben optimierten Geometrien wie z.B. Deltaschaufeln für Duroplaste.



Zusammenhang zwischen der Drehmoment/Zeit-Kurve (Plastogramm) eines Knetversuchs und der Verweilzeit des Produkts in einem Produktionsextruder



Knetschaufeln (v. l. n. r.): Walzen-, Nocken-, Banbury-, Sigmaschaufeln für Messkneteter 50, Deltaschaufeln für Messkneteter 30

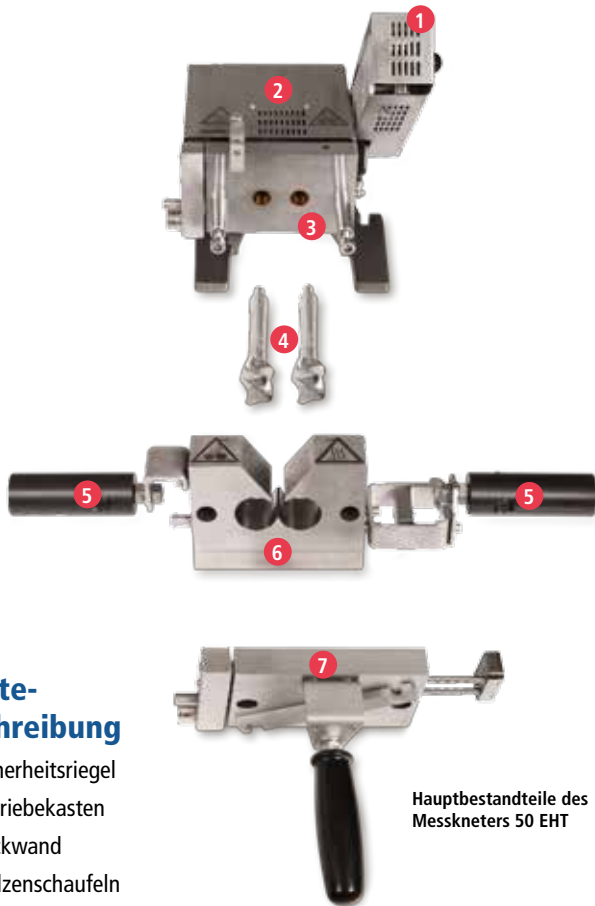
Schaufeltyp	Anwendungsbeispiele	für Baureihe...
Walzen (W)	Thermoplaste	15, 30, 50 und 350
Nocken (N)	Kautschuk, Elastomere	50 und 350
Banbury (B)	Kautschuk, Elastomere	50 und 350
Sigma (S)	PVC-Dry-Blends	50, 300 und 350
Delta (MB)	Duroplaste	30 und 50

W 50 / W 50 EHT

- ASTM D 2538 Plastifizierverhalten von PVC

W 30 / W 30 EHT

- ASTM D 2538 Plastifizierverhalten von PVC
- ASTM D 3795 Fließ-Härtungsverhalten von Duroplasten



Hauptbestandteile des Messkneters 50 EHT

Geräte- beschreibung

- 1 Sicherheitsriegel
- 2 Getriebekasten
- 3 Rückwand
- 4 Walzenschaufeln
- 5 Zweihand-Sicherheitsschaltung
- 6 Knetkasten
- 7 Frontplatte

Messkneters 30/50 und 30/50 EHT

In Forschungs- und Entwicklungslabors mit ständig wechselnden Proben und Produkten sind Flexibilität und möglichst vielseitige Verwendbarkeit der Ausrüstung unabdingbar.

Die Messkneters der Baureihen 30/50 mit den flüssig beheizten Knetern 30 und 50 und den elektrisch beheizten Varianten 30 EHT und 50 EHT sind die vielseitigsten Messkneters des gesamten Brabender Knetersprogramms.

Messkneters mit dem Kürzel EHT (elektrisch, Hochtemperatur) werden in drei separaten Regelzonen elektrisch beheizt und mit Luft gekühlt. Diese Messkneters sind bis zu Betriebstemperaturen von 500 °C einsetzbar und eignen sich damit hervorragend für Materialien wie

PAEK und PEEK mit Schmelzetemperaturen von deutlich über 300 °C.

Die flüssig temperierten Messkneters zeichnen sich durch eine besonders exakte und gleichmäßige Temperierung aus. Sie sind damit das perfekte Werkzeug für Anwendungen bis 300 °C.

Ein weiteres Merkmal der Messkneters dieser Baureihen ist das Drehzahlverhältnis von 2 : 3 (angetriebene zu mitlaufender Schaufel, USA: Typ 5), das eine sehr gute Auflösung des Drehmoments und damit eine bessere Differenzierung insbesondere bei der Untersuchung niedrigviskoser Polymere ermöglicht. Auf Wunsch können alle diese Messkneters natürlich auch mit einem Drehzahlverhältnis von 3 : 2 (USA: Typ 6) geliefert werden.

Mit Walzenschaufeln: W 30/50 und W 30/50 EHT

Ausgerüstet mit Walzenschaufeln sind die Messkneters W 30/50 und W 30/50 EHT die wahren Allrounder unter den Messkneters. Sie werden für alle thermoplastischen Kunststoffe eingesetzt. Die vor mehr als 50

Jahren von Brabender entwickelte spezielle Form der Schaufeln und das enge Spiel zwischen Schaufeln und Knetkammer garantieren eine intensive Knetwirkung mit hoher Scherbeanspruchung.

Messkneters W 30 / W 30 EHT

Anwendung	Thermoplaste
Knetkammervolumen ca.	30 cm ³
Probengewicht*	25 - 40 g
Temperierung	W 30: flüssig W 30 EHT: elektrisch/Luftkühlung
Drehmoment max.	200 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mitlfd. Schaufel	2 : 3
Betriebstemperatur max.	300 / 500 °C
Abmessungen B x H x T	550 x 200 x 430 mm
Nettogewicht ca.	13 / 17 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Messkneters W 50 / W 50 EHT

Anwendung	Thermoplaste
Knetkammervolumen ca.	55 cm ³
Probengewicht*	40 - 70 g
Temperierung	W 50: flüssig W 50 EHT: elektrisch/Luftkühlung
Drehmoment max.	200 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mitlfd. Schaufel	2 : 3
Betriebstemperatur max.	300 / 500 °C
Abmessungen B x H x T	550 x 200 x 450 mm
Nettogewicht ca.	18 / 17 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Qualität ist messbar.

N 50

- ASTM D 3185 Prüfung von SBR einschließlich Mischungen mit Öl
- ASTM D 3186 Prüfung von SBR-Mischungen mit Ruß oder Ruß und Öl
- ASTM D 3187 Prüfung von Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
- ASTM D 3188 Prüfung von IIR
- ASTM D 3189 Prüfung von Polybutadien-Kautschuk in Lösung
- ASTM D 3190 Prüfung von CR
- ASTM D 3191 Bestimmung von Ruß in Styrol-Butadien-Kautschuk
- ASTM D 3192 Bestimmung von Ruß in Naturkautschuk
- ASTM D 3403 Prüfung von Isopren-Kautschuk
- ASTM D 3484 Prüfung von ölverstrecktem Lösungs-BR
- ASTM D 3848 Prüfung von Acrylnitril-Butadien-Kautschuk-Mischungen mit Ruß
- ASTM D 3568 Prüfung von Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk einschließlich Mischungen mit Öl

Mit Nockenschaufeln: N 50 und N 50 EHT Mit Banburyschaufeln: B 50 und B 50 EHT

Die Brabender Messkneteter N 50 und N 50 EHT mit Nockenschaufeln sowie B 50 und B 50 EHT mit Banburyschaufeln werden standardmäßig zur Untersuchung von natürlichen und synthetischen Elastomeren eingesetzt. Typische Anwendungen sind hier die Untersuchung des Fließ- und Anvulkanisationsverhaltens, Mastizieren, Compoundieren mit Zusatzstoffen wie Ruß, Silika usw. sowie die Bestimmung des Break-Down-Index und der Black-Incorporation-Time BIT.

Darüber hinaus wird mit diesen Messknetetern das Fließverhalten von Elektrodenmassen und keramischen Formmassen in Abhängigkeit von Temperatur und Scherung geprüft und es können Absorptionsmessungen an Materialien wie Eisenoxidpulver, Ruß, Pigmenten und ähnlichen Materialien mit Partikeln im µm-Bereich durchgeführt werden.



Plastograph EC Plus
mit Messkneteter 50 EHT

Gerätebeschreibung

- 1 Antriebseinheit
Plastograph EC Plus
- 2 Manuelle Einfüllvorrichtung mit Belastungsgewicht
- 3 Messkneteter
- 4 Frontplatte mit Schnellverschluss
- 5 Sammelschublade

Messkneteter B 50 / B 50 EHT

Anwendung	Elastomere
Knetkammervolumen ca.	70 cm ³
Probengewicht*	40 - 70 g
Temperierung	B 50: flüssig B 50 EHT: elektrisch/Luftkühlung
Drehmoment max.	200 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mitlfd. Schaufel	2 : 3
Betriebstemperatur max.	300 / 500 °C
Abmessungen B x H x T	550 x 200 x 450 mm
Nettogewicht ca.	18 / 17 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Messkneteter N 50 / N 50 EHT

Anwendung	Elastomere
Knetkammervolumen ca.	80 cm ³
Probengewicht*	40 - 80 g
Temperierung	N 50: flüssig N 50 EHT: elektrisch/Luftkühlung
Drehmoment max.	200 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mitlfd. Schaufel	2 : 3
Betriebstemperatur max.	300 / 500 °C
Abmessungen B x H x T	550 x 200 x 450 mm
Nettogewicht ca.	18 / 17 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Innenmischer 350 / 350 E



Plasti-Corder Lab-Station
mit Knetter 350 E

Innenmischer der Baureihe 350 sind sowohl flüssig temperiert als auch elektrisch beheizt mit Luftkühlung verfügbar. Mit den vergleichsweise großen freien Volumina von 370 bis 440 cm³ werden diese Knetter häufig zur Herstellung von Versuchsmischungen für Nachfolgeversuche eingesetzt. Dazu wird das Knetgut entnommen und zu Fellen ausgewalzt oder zu Platten gepresst.

Der gesamte Mischvorgang kann softwaregestützt gesteuert und dokumentiert werden. Darüber hinaus ist eine optionale Prozesssteuerung für jede einzelne Mischphase implementierbar.

Natürlich können diese Knetter auch zur Materialuntersuchung (z.B. von Gummimischungen) eingesetzt werden.

Die Knetter der Baureihe 350 können mit Walzen-, Nocken-, Banbury- oder Sigmaschaufeln ausgerüstet werden.

Innenmischer 350 S



Internal mixer 350 S

Der Innenmischer 350 S wurde speziell für die Gummi- und Kautschukindustrie für Knet- und Compoundieraufgaben sowie zur Materialprüfung entwickelt. Ober- und Unterteil der Knetkammer können einfach abgeschwenkt werden, sodass das Probenmaterial problemlos entnommen werden kann. Spezielle Dichtungen verhindern das Freisetzen von feinteiligen Füllstoffen wie Ruß oder Silika.

Das große freie Knetvolumen von 370 bis 440 cm³ hat deutliche Vorteile für die Bemessung der Rezepturbestandteile.

Der Knetter 350 S wird auf einer eigenen Andockstation geliefert und kann mit Walzen-, Nocken-, Banbury- oder Sigmaschaufeln ausgerüstet werden.

Für Materialuntersuchungen wie z.B. die Bestimmung der Black-Incorporation-Time (BIT) stehen umfangreiche Softwarepakete zur Verfügung.

Innenmischer 350 / 350 E

Innenmischer 350 S

	Innenmischer 350 / 350 E	Innenmischer 350 S
Anwendung	Diverse	Elastomere
Knetkammervolumen ca.	370 - 440 cm ³ (je nach Schaufeln)	370 - 440 cm ³ (je nach Schaufeln)
Probengewicht*	250 - 500 g	250 - 500 g
Temperierung	350: flüssig 350 E: elektrisch/Luftkühlung	flüssig
Drehmoment max.	400 Nm	500 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mittlfd. Schaufel	Standard: 3 : 2 mit Banburyschaufeln: 1 : 1,11	Standard: 3 : 2 mit Banburyschaufeln: 1 : 1,11
Betriebstemperatur max.	300 °C	300 °C
Abmessungen B x H x T	350: 550 x 260 x 400 mm 350 E: 650 x 270 x 400 mm	1000 x 2040 x 640 mm mit Andockstation
Nettogewicht ca.	44 / 46 kg	170 kg mit Andockstation

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Qualität ist messbar.

P 600

- DIN EN ISO 4612 Herstellung von Polyvinylchlorid (PVC)-Pasten für Prüfzwecke – Planetenmischerverfahren
- DIN 54802 Bestimmung der Weichmacheraufnahme und der Weichmacheraufnahmegeschwindigkeit in der Wärme von Vinylchlorid (VC)-Polymerisaten
- ASTM D 2396 Bestimmung der Rührzeit für Polyvinylchlorid (PVC)-Pasten mit einem Rheometer



Planetenmischer P 600

MB 30/50

- DIN 53764 Prüfung des Fließ-Härtungsverhaltens von Duroplasten (z.Zt. zurückgezogen)



Messkneteter MB 30

Planetenmischer P 600

Mit dem Brabender Planetenmischer P 600 werden die verschiedenen Eigenschaften von Pulvern wie z.B. Flüssigkeitsabsorption und Trocknungszeit von PVC-Pulvern nach internationalen Normen untersucht. Darüber hinaus wird er zur Prüfung der Rieselfähigkeit von PVC-Dry-Blends sowie zur Vorbereitung von PVC-Pasten für Untersuchungen sowie zur Prüfung dieser PVC-Pasten gemäß DIN EN ISO 4612 eingesetzt.

Ein Spezialrotor läuft mit Planetenbewegung im Rührtopf. Ein mitlaufender Abstreifer verhindert das Ansetzen des Probenmaterials an der Wand.

Messkneteter MB 30/50

Diese Messkneteter mit Delta-schaufeln werden für Duroplaste eingesetzt.

Sie wurden von Brabender in Zusammenarbeit mit namhaften Polymerherstellern entwickelt und konstruiert und entsprechen der DIN 53764 (z.Zt. zurückgezogen).

Zur Vermeidung von Abrieb sind die Messkneteter aus gehärtetem Spezialstahl hergestellt. Die Flüssigtemperierung der Knetkammer gewährleistet eine sehr gute Temperaturkonstanz.

Messkneteter MB 30/50

Anwendung	Duroplaste
Knetkammervolumen ca.	25 cm ³
Probengewicht*	20 - 40 g
Temperierung	flüssig
Drehmoment max.	200 Nm
Drehzahlverhältnis angetriebene : mitlfd. Schaufel	3 : 2
Betriebstemperatur max.	300 °C
Abmessungen B x H x T	MB 30: 550 x 200 x 430 mm MB 50: 550 x 200 x 450 mm
Nettogewicht ca.	13 / 18 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

Planetenmischer P 600

Anwendung	Pulver
Knetkammervolumen ca.	2500 cm ³
Probengewicht*	variabel gemäß DIN/ISO
Temperierung	flüssig
Drehmoment max.	20 Nm
Betriebstemperatur max.	150 °C
Abmessungen B x H x T	300 x 420 x 550 mm
Nettogewicht ca.	11 kg

* abhängig vom spezifischen Gewicht und der Schüttdichte des Probenmaterials

WinMix Software

Vielseitige Software

Mit der WinMix Software sind Geräteaufbau und Eingabe von Versuchsparametern kein Problem.

Für die Messungen können entweder eine konstante Temperatur und Drehzahl vorgegeben oder aber Temperaturprofile und/oder optional auch Drehzahlprofile definiert werden, die anschließend vollautomatisch abgefahren werden. Auf diese Weise kann der Einfluss von Temperatur und Schergeschwindigkeit auf die Viskosität sichtbar gemacht werden – ein wichtiger Faktor z.B. bei der Gestaltung von Düsenköpfen für Extruder für die Herstellung komplexer Profile.

Echtzeitdiagramme geben einen schnellen Überblick über die Messdaten bereits während der laufenden Messung. Alle Messwerte werden während der Messung gespeichert und können anschließend nach verschiedenen voreingestellten Kriterien vollautomatisch ausgewertet werden:

- Plastifizierverhalten von PVC
- Wärme- und Scherstabilität von Polymeren
- Fließ-Härtungsverhalten vernetzbarer Polymere (Standardauswertung)
- Fließ-Härtungsverhalten vernetzbarer Polymere gemäß DIN 53764 (z.Zt. zurückgezogen)

- Fließ-Anvulkanisationsverhalten von Elastomeren
- Automatische Auswertung der Black-Incorporation-Time (BIT) mit wählbarem Nullpunkt
- Weichmacheraufnahme von PVC-Dry-Blends gemäß DIN 54802 und ASTM D 2396
- Flüssigkeitsabsorption von Pulver
- Berechnung isothermer Drehmomentkurven
- Eigenschaftsänderungsgrad

Natürlich besteht auch die Möglichkeit, eigene Auswertepunkte zu definieren und so die Auswertung optimal an die eigenen Anforderungen anzupassen.

Die ausgereifte und vielseitige Korrelationssoftware ermöglicht den direkten Vergleich verschiedener Messungen einer oder mehrerer Testreihen und zeigt den Einfluss von Parameteränderungen oder Additiven. Mittelwerte und Standardabweichungen werden automatisch berechnet und im Diagramm angezeigt.

Beliebige Korrelationen können als Referenzkurve definiert und mit der aktuellen Messkurve verglichen werden. Dabei können Toleranzgrenzen frei festgelegt werden. So lässt sich auf einen Blick feststellen, ob das Probenmaterial bestimmte Anforderungen erfüllt oder nicht.

Die Brabender MetaBridge



Brabender MetaBridge: Tabletanwendung

Einfache Handhabung, intuitive Bedienung

Das klare und für alle Geräte einheitliche Design der Oberfläche macht die Bedienung der neuen Software denkbar einfach. Nach dem Log-in sind alle Geräteinfos und Programmoptionen auf den farbigen Kacheln sofort ersichtlich.

Vorteile

- Benutzerfreundliche Touch-Bedienung – ideal auch für Tablets und Smartphones
- Responsives Webdesign: automatische Anpassung an jede Bildschirmauflösung
- Sofort startbereit, keine Installation erforderlich
- Schutz vor unbefugtem Datenzugriff durch passwortgesicherten Log-in
- Live-Überwachung der Messungen durch autorisierte Nutzer, unabhängig von Standort und Endgerät

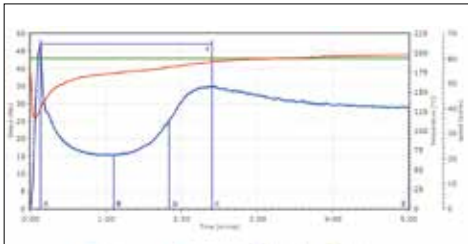
Intelligente Funktionen

Die intelligente, webbasierte Software bietet eine Vielzahl neuer und optimierter Funktionen:

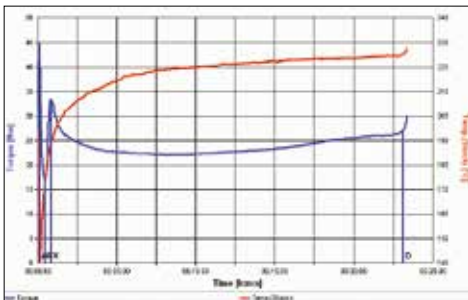
- Administratormodus zur individuellen Anpassung der Zugriffsrechte
- Webbasiert, dadurch weltweiter Informations- und Datenaustausch mit anderen Nutzern möglich
- Live-Verfolgung der Messungen mit Angabe der Endzeit für alle Nutzer mit entsprechender Berechtigung
- Optimierte Basisfunktionen wie Datenregistrierung und -auswertung, Drucken und Exportieren – übersichtlicher, einfacher, schneller
- Zentrale Speicherung und Verwaltung der Messdaten, dadurch schneller und einfacher Zugriff für alle berechtigten Anwender
- Einfache Definition, übersichtliche Darstellung und schnelles Einbinden von Referenzkurven
- Optimierte Funktionen zur Bearbeitung und Anpassung der Diagramme an individuelle Bedürfnisse

Qualität ist messbar.

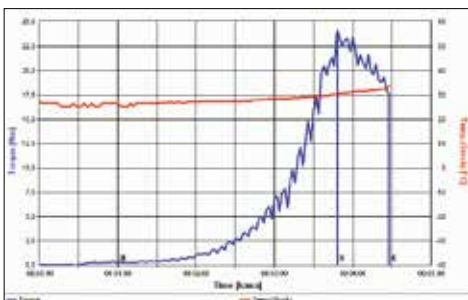
Anwendungsbeispiele und Auswertungen für Messknetter - MetaBridge und WinMix Software



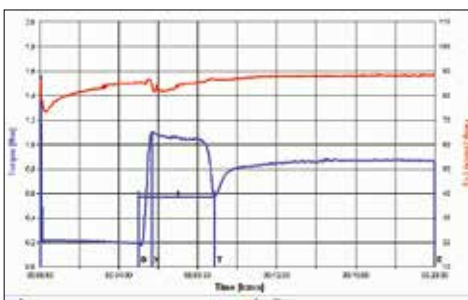
Plastifizierverhalten



Wärme- und Scherstabilität



Flüssigkeitsabsorption



Weichmacheraufnahme gemäß DIN 54802

Thermoplaste: PVC, PE, PP ...

Diese Methode wird zur Untersuchung des Plastifizierverhaltens von thermoplastischen Kunststoffen eingesetzt. Dabei werden materialtypische Plastogramme gemessen, die Rückschlüsse auf die Vorgeschichte des Probenmaterials zulassen.

Die Software wertet die Messkurve aus und ermittelt u.a. die Extrem-

werte im Drehmomentverlauf (als Maß für die Viskosität) sowie Plastifizierzeit, Geliertgeschwindigkeit und den mechanischen Energieeintrag.

Diese Materialkennwerte sind wichtige Daten für die Wareneingangs- und -ausgangskontrolle oder für die Auslegung von Produktionsprozessen.

Thermoplaste: PVC, PE, PP ...

Bei der Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen spielt die Stabilität gegenüber thermomechanisch-oxidativer Belastung eine wesentliche Rolle. Sie bestimmt u.a. die maximale Verweilzeit in der Produktionsmaschine. Daher ist die Konfektionierung von Kunststoffen mit Stabilisatoren von entscheidender Bedeutung.

Anhand der Auswertung der Wärme- und Scherstabilität können u.a. Zersetzungsbeginn, Plastifizierzeit und Zersetzungszeit optimal und reproduzierbar eingestellt werden.

PVC, Silika ...

Zur Untersuchung der Flüssigkeitsabsorption wird das pulverförmige Produkt im Planetenmischer, Sigma- oder Nockenkneter eine Minute lang vorgemischt. Danach wird durch die Software eine Dosierpumpe zugeschaltet, die Flüssigkeit mit einer konstanten und wählbaren Dosierate in den Kneter einbringt. Das Diagramm

zeigt den Anstieg des Drehmoments bis zum Absorptionsmaximum und, bei weiterer Flüssigkeitsdosierung, den Drehmomentabfall durch die Sättigung.

Wie bei jeder Auswertungsmethode wird auch hier der mechanische Energieeintrag bestimmt.

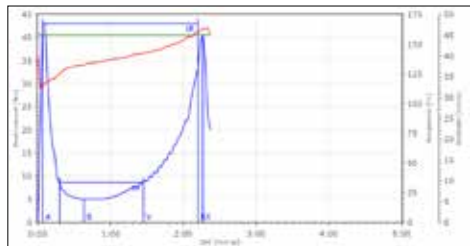
PVC-Dry-Blends, Plastigele ...

Die Weichmacheraufnahme von z.B. PVC-Dry-Blends kann anhand des Drehmomentmaximums, des Trockenpunkts und der Weichmachierzugabe bis zum Trockenpunkt charakterisiert werden. Diese Werte werden bei der Auswertung der Messkurve automatisch berechnet und können zur Materialprüfung und -entwicklung bei Plastisolen und Plastigelen verwendet werden.

Darüber hinaus spiegelt das Enddrehmoment die Viskosität der Probe wider – eine wichtige Größe bei der Optimierung der Steuergrößen einer Produktionsanlage.

Die Auswertung entspricht internationalen Normen, u.a. DIN EN ISO 4612, DIN 54802 und ASTM D 2396.

Duroplaste: EP, MUF, PF ...



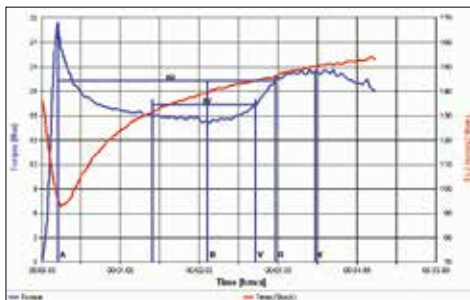
Fließ-Härtungsverhalten von Polymeren

Die wichtigsten Werte dieser Auswertung sind das Drehmomentminimum als Maß für die Viskosität der Schmelze sowie die Aufschmelzzeit, die Aushärtezeit und die Reaktionszeit.

Mit dieser Prüfung können Entwicklung und Herstellung von Duroplasten überwacht werden.

Die Eigenschaften und der Einfluss unterschiedlicher Additive und Füllstoffe auf vorhandene Rezepturen werden messtechnisch erfasst, und die Gleichmäßigkeit der Produktion kann überprüft werden. So können duroplastische Formmassen auf der Basis ihres Fließ-Härtungsverhaltens im Hinblick auf verschiedene Fertigungsverfahren gruppiert werden.

Elastomere: NBR, SBR, IR ...



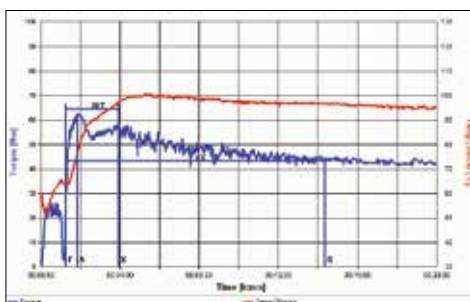
Fließ-Anvulkanisationsverhalten von Elastomeren

Das Plastogramm zeigt das Einfüllmaximum, das Fließverhalten der Mischung im Drehmomentminimum sowie das durch die Vulkanisation bedingte Ansteigen der Kurve bis zum Drehmomentmaximum.

Auch bei dieser Auswertung wird die eingebrachte mechanische Energie berechnet.

Ähnlich wie bei der Duroplast-Auswertung werden auch hier die Eigenschaften und der Einfluss von Additiven und Füllstoffen gemessen und visualisiert, um die Qualität des Endprodukts auf gleichbleibend hohem Niveau zu halten und die Rohstoffe nach ihrer Eignung für bestimmte Fertigungsverfahren zu klassifizieren.

Ruß: HAF, GPF, XCF ...



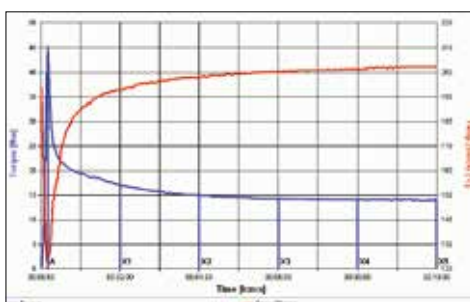
Black-Incorporation-Time BIT

Für die mechanischen Eigenschaften eines Elastomer-Compounds ist die Aktivität der eingearbeiteten Füllstoffe (z.B. Ruß) ein entscheidender Faktor. Zur Bestimmung der Zeit bis zur vollständigen Einarbeitung und Mobilisierung der Rußpartikel in der Kautschukmatrix wird die Black-Incorporation-Time (BIT) ermittelt. Sie bildet die Grundlage für die optimale Auswahl der

Betriebsparameter eines Mixers und damit für eine gleich bleibende Produktqualität.

Die BIT wird bei der Auswertung der Messdaten automatisch bestimmt. Darüber hinaus werden auch andere Größen wie der mechanische Energieeintrag berechnet.

Für alle Materialien ...



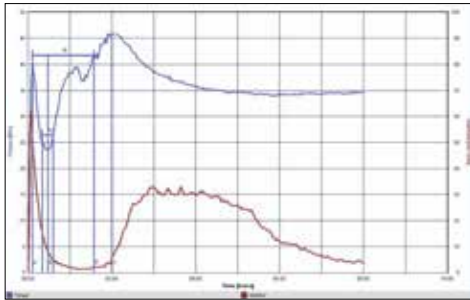
Universalauswertung

Mit diesem Auswerteprogramm können bis zu 20 frei wählbare Auswertepunkte im Plastogramm nach eigenen Anforderungen individuell festgelegt werden – Drehmomentminima und -maxima, Drehmomentänderungen aufgrund der Zugabe von Additiven oder andere signifikante Punkte.

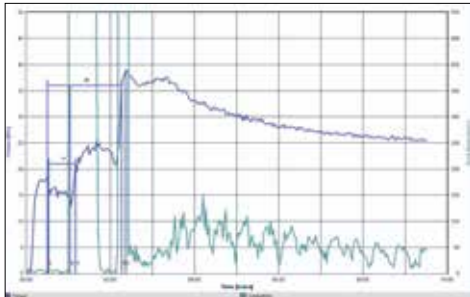
In der Auswertung werden dann die

Drehmoment- und Temperaturwerte sowie die eingebrachte mechanische Energie seit Testbeginn und seit dem vorherigen Auswertepunkt bestimmt.

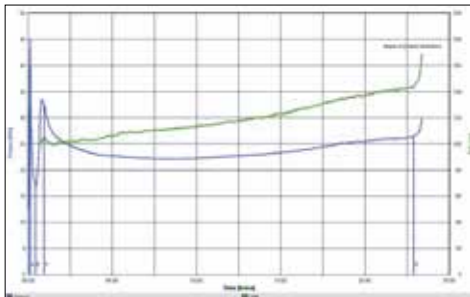
Die Universalauswertung ist das Grundwerkzeug zur Auswertung eines Plastogramms und gehört damit zur Standardausstattung von Lab-Station und Plastograph EC.



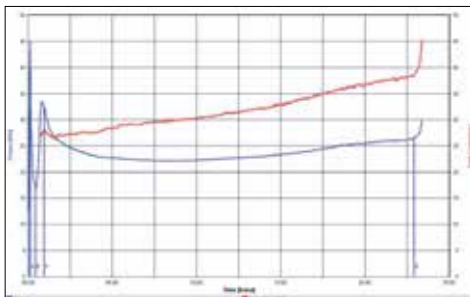
Leitfähigkeitsmessung



Messung der Gasentwicklung



Bestimmung isothermer Drehmomentkurven



Bestimmung des Eigenschaftsänderungsgrades

Polymere mit Ruß, C-Fasern ...

Die Brabender Messkneteter können mit optionalen Sensoren ausgerüstet werden. Ein Beispiel ist der Einsatz eines Leitfähigkeitssensors zur Überwachung des Mischprozesses und Bestimmung der Leitfähigkeit als Materialkennwert bei elektrisch leitfähigen Polymeren. Werden diese Messungen mit unterschiedlichen

Konzentrationen des Leitfähigkeitsadditivs durchgeführt, kann die Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Additivkonzentration dargestellt werden (Perkolationspunkt).

Polymere: Reaktive Prozesse, Treibmittel ...

Ein weiteres Beispiel für optionale Sensoren ist der Einsatz eines Gasflusssensors an einem gasdichten Messkneteter. Mit Hilfe dieses Detektors kann beispielsweise die Wirkung von physikalischen und chemischen Treibmitteln in verschiedenen Konzentrationen und bei

verschiedenen mechanischen und thermischen Belastungen untersucht werden. Beim Ablauf reaktiver Prozesse mit Gasentwicklung während des Knetvorgangs ermöglicht die aufgenommene Gasentwicklungskurve zuverlässige Aussagen über Stoffumsatz und Reaktionskinetik.

Kunststoffe, Keramiken ...

Alle Plastogramme können darüber hinaus zusätzlichen Auswertungen wie der Berechnung der isothermen Drehmomentkurve unterzogen werden.

Mit Hilfe physikalischer Temperaturverschiebungsfunktionen wird dabei der aufgezeichnete, nichtisotherme Drehmomentverlauf in einen iso-

thermen Verlauf bei einer wählbaren Bezugstemperatur umgerechnet. Auf diese Weise kann der Einfluss der Dissipationswärme auf strukturelle Änderungen des Probenmaterials ausgeblendet werden – ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung reaktiver Prozesse.

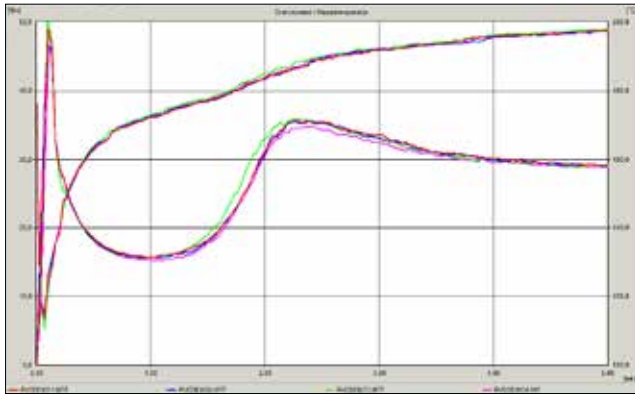
Kunststoffe, Keramiken ...

Eine Möglichkeit zur Nutzung isothermer Drehmomentkurven ist die darauf aufbauende Bestimmung des Eigenschaftsänderungsgrades (EG). Dieser Wert zeigt den resultierenden Strukturauf- oder -abbau während des Knetvorgangs infolge thermomechanischer Belastung und/oder der Wirkung reaktiver Komponenten.

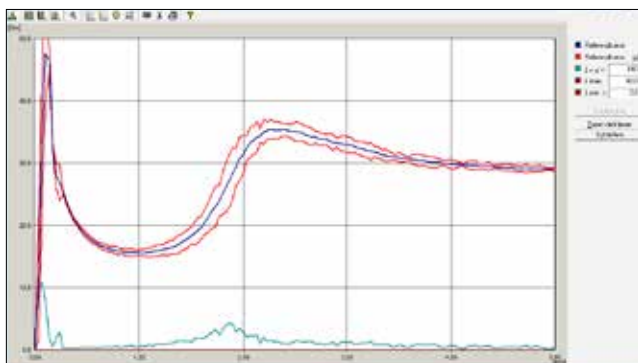
Insbesondere bei der Materialentwicklung ist diese Auswertung damit eine sinnvolle Ergänzung der üblichen Plastogramm-Auswertung.

So können z.B. der Zeitpunkt der Anvulkanisation bei Gummimischungen oder der Beginn einer einsetzenden Zersetzung sehr exakt bestimmt werden.

Datenkorrelationsprogramm



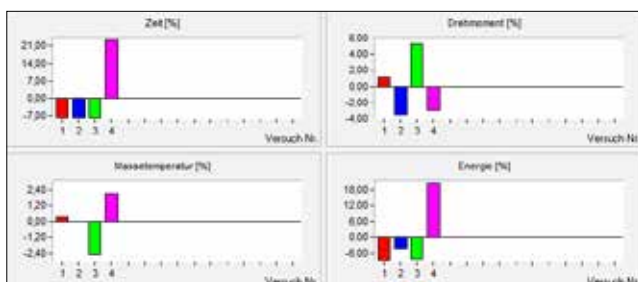
Korrelationsdiagramm



Mittelwertkurve mit Hüllkurve

Auswertepunkte	Zeit [min]	Drehm. [Nm]	M. Temp. [°C]	Drehzahl [1/min]	Energie [kJNm]
A	Mittelwert 0,10 Standard Abw. 0,02	48,4 1,7	126,3 2,0	60 0	1,3 0,2
B	Mittelwert 0,98 Standard Abw. 0,03	15,6 0,2	172,4 0,7	60 0	8,0 0,2
G	Mittelwert 1,82 Standard Abw. 0,03	25,3 0,2	181,9 0,4	60 0	13,8 0,3
X	Mittelwert 2,32 Standard Abw. 0,03	35,3 0,4	187,6 0,9	60 0	19,9 0,2
E	Mittelwert 5,00 Standard Abw. 0,00	29,0 0,1	197,6 0,1	60 0	51,5 0,6
t	Mittelwert 2,20 Standard Abw. 0,02	13,1 1,4	61,3 2,2	0 0	18,6 0,2

Resümeetabelle



Statistische Auswertung einer Messreihe

Häufig werden aussagekräftige Ergebnisse erst durch den Vergleich mehrerer Messungen einer ganzen Messreihe erzielt. Für diesen Zweck wurde das Korrelationsprogramm entwickelt.

Den schnellsten Überblick über eine Testreihe bietet dabei die Korrelation aller Versuche innerhalb eines Diagramms. Auf Tastendruck können statistische Werte wie

- Mittelwerte
- Standardabweichungen
- Minimal- und Maximalwerte

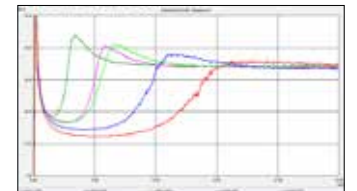
aus allen Messwerten berechnet und in übersichtlichen Farbdigrammen dargestellt werden. Bei gleichbleibenden Parametern in allen Versuchen einer Testreihe werden so Abweichungen von bestimmten Vorgabewerten sofort erkennbar.

Auf der Grundlage dieser statistischen Berechnung lassen sich dann Referenzkurven zum Vergleich mit den einzelnen Messungen erstellen. Dafür wird im ersten Schritt die Referenzkurve aus der Mittelwertkurve und der Hüllkurve der zu korrelierenden Tests gebildet. Diese kann anschließend frei verändert und den individuellen Bedürfnissen angepasst werden. Beim Vergleich einer Messkurve mit dieser Referenzkurve lässt sich dann auf einen Blick erkennen, ob eine Materialmischung bestimmte Anforderungen erfüllt oder nicht.

Innerhalb der Korrelation kann auch ein statistischer Vergleich der einzelnen Auswertepunkte erfolgen. Für jeden Auswertepunkt werden sämtliche über die gesamte Messreihe erfassten Werte einschließlich der berechneten Mittelwerte und Standardabweichung tabellarisch dargestellt. Da diese statistische Auswertung sehr umfangreich ist und je nach Auswertemethode bis zu 20 verschiedene Tabellen umfassen kann, bietet eine Resümeetabelle mit den Mittelwerten und Standardabweichungen aller Messwerte der einzelnen Auswertepunkte einen schnellen Überblick.

Selbstverständlich kann diese statistische Aufbereitung der Versuchsdaten auch in grafischer Form dargestellt werden. Auf Tastendruck werden die prozentualen Abweichungen der Messwerte vom Mittelwert als Balkendiagramm dargestellt – eine einfache und schnelle Möglichkeit zur Bewertung einer Versuchsreihe.

Im Gegensatz zur Korrelation, also dem Vergleich von Messungen mit durchweg konstanten Parametern, kann durch den Vergleich von Messungen, wo bei ansonsten gleichbleibenden Parametern jeweils ein Parameter schrittweise verändert wird (Variation), der Einfluss dieses Parameters auf die Messkurve und damit auf das Materialverhalten aufgezeigt werden.



Variationsdiagramm



Statistische Auswertung einer Variation über die Drehzahl

Für alle grafischen Darstellungen gehört eine „Snap-shot“-Funktion zu den Standardfunktionen der Software. Damit lassen sich die Diagramme auch problemlos in andere Office-Anwendungen importieren.

Zusatzeinrichtungen

Brabender bietet eine breite Palette an Zusatzeinrichtungen und optionalen Ausrüstungen für die verschiedenen Messknetter zur

- Optimierung der Reproduzierbarkeit
- Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten
- Verbesserung des Handlings

Einfüllvorrichtungen

- Manuelle Einfüllvorrichtungen zum schnellen Einfüllen rieselfähiger Substanzen wie z.B. PVC-Dry-Blends
- Pneumatische Einfüllvorrichtungen zum schnellen und reproduzierbaren Einfüllen rieselfähiger oder streifenförmiger Substanzen

Druckstempel

- zum Einbringen wärme- oder druckempfindlicher Produkte
- zum Einbringen sperriger Proben wie z.B. Gummistreifen
- mit Bohrung zum Zutitrieren von Flüssigkeiten in die geschlossene Knetkammer

Sonstige

- Verschlussdeckel für Messungen unter Schutzgas oder zum Abzug von Gasen oder Dämpfen während des Versuchs
- Gasflusssensor
- Leitfähigkeitssensor
- Dosierpumpen/Büretten zum Titrieren von Flüssigkeiten
- Knetterfrontplatte aus hitzebeständigem Glas (bis 300 °C, unbeheizt) für die Messknetter 30/50 EHT zur visuellen Kontrolle des Knetprozesses
- Knetkammern und Schaufeln aus Hastelloy (Ni-Legierung) für hochkorrosive Produkte wie z.B. Fluorpolymere
- Knetkammern und Schaufeln mit Brabender Silber-TiN-Beschichtung für hochgradig abrasive Substanzen

Pneumatische Einfüllvorrichtungen

	Für Messknetter 30	Für Messknetter 50	Für Messknetter 350
Stempelquerschnitt	12 x 23 mm	12 x 45 mm	20 x 79 mm
Stempelhub	200 mm	200 mm	200 mm
Stempelkraft bei 5 bar, ca.	330 N	330 N	1600 N
Max. Betriebsdruck	8 bar	8 bar	8 bar

Brabender Support

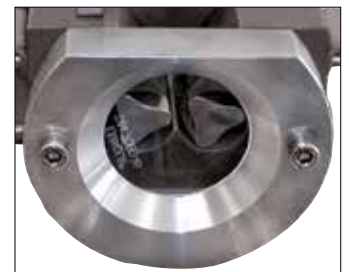
Unser modernes Anwendungslabor steht allen Kunden und Interessenten jederzeit zur Verfügung.

Schicken Sie uns Ihr Material oder vereinbaren Sie einen individuellen Labortermin mit unserem Expertenteam.

Testen Sie die gesamte Brabender Produktpalette unter praxisnahen Bedingungen und finden Sie die optimale Lösung für Ihre Anwendung.



Brabender Anwendungslabor



Knetterfrontplatte aus hitzebeständigem Glas



Brabender® GmbH & Co. KG
 Kulturstr. 49-51 · 47055 Duisburg
 Tel.: +49 203 7788-0
 sales@brabender.com
 www.brabender.com



Brabender Vertretungen weltweit.
 © 2019 Brabender® GmbH & Co. KG
 Alle Warenzeichen sind registriert.
 Änderungen in Design und Technik
 ohne Ankündigung vorbehalten.