

ONset **NETZSCH**

KUNDENMAGAZIN

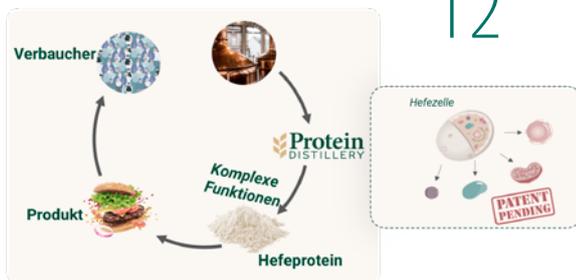
Ausgabe 28 | Juni 2024



TG 309 *Libra*®: Eine neue Ära in der Thermogravimetrie

Inhalt

- 4 TG 309 *Libra*[®] – eine neue Ära in der thermogravimetrischen Analyse
- 8 *H₂Secure* – Die Multifunktionslösung von Wasserstoff in Geräten zur Thermoanalyse
- 10 Künstliche Intelligenz: Präzision und Effizienz in modernen Laboratorien
- 12 *KUNDEN FÜR KUNDEN*: Clean Label Proteinzusätze mit überlegener Funktionalität und ernährungsphysiologischen Eigenschaften
- 17 NETZSCH gewinnt den German Design Award 2024 für ausgezeichnetes Produktdesign
- 18 *TIPPS & TRICKS*: Wie die NETZSCH Toolkits zu einem besseren Materialverständnis beitragen
- 20 Impressum



17

Liebe Leserin, lieber Leser,

lassen Sie sich mit der neuen Ausgabe unseres Kundenmagazins **onset** in die Welt der Materialwissenschaften von morgen entführen! Wir stellen Ihnen Innovationen und Applikationsbeispiele vor, die den Weg für neue Forschungsmöglichkeiten, für umweltfreundlichere Technologien und für den Einsatz künstlicher Intelligenz im Prüflabor ebnen.

Unsere Titelstory führt Sie in die nächste Generation der NETZSCH-Thermowaagen ein. Die neue TG 309 *Libra*[®] verfügt über eine herausragende Wägeauflösung von bis zu 10 ng, einen Eco-Modus und ein optionales Schwingungsdämpfungssystem, das Vibrationen eliminiert. Die neue TG-Serie ist wie die DSC 300 *Caliris*[®]-Serie in drei Modellen erhältlich, angepasst auf Ihren individuellen Anwendungsbereich.

Der Einsatz von Wasserstoff bietet ein erhebliches Potenzial, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren, z. B. bei Reduktionsprozessen in der Industrie, und um fossile Brennstoffe zu ersetzen. Doch birgt H₂ auch Risiken. Erfahren Sie, wie Sie mit Hilfe unserer Neuentwicklung *H₂Secure* ein Höchstmaß an Sicherheit bei thermischen Messungen unter Wasserstoffatmosphäre erreichen.

Auch tierische Lebensmittel wie Fleisch, Eier und Milch sind für einen großen Teil globaler CO₂-Emissionen verantwortlich. Unter der Rubrik *KUNDEN FÜR KUNDEN* berichtet die ProteinDistillery GmbH über die Herstellung von veganen Proteinen auf Basis von beispielsweise Bierhefe und deren Charakterisierung mittels thermischer Analyse.

Ausgezeichnet! Getreu unseres Mottos *Proven Excellence* wurde die NETZSCH DSC 300 *Caliris*[®] mit dem German Design Award 2024 in Gold ausgezeichnet. Mehr dazu auf Seite 17.

Außerdem möchten wir Sie in dieser Ausgabe mit dem KI-gestützten Datenmanagement-Tool LabV[®] in die digitale Zukunft führen. Lesen Sie, wie die Software auch Ihr Materialprüflabor transformieren kann.

Um rheologische Messungen geht es in der Rubrik *TIPPS & TRICKS*. Wir verraten Ihnen, wie Sie mit dem Viskositäts-Toolkit der rSpace-Software ganz einfach Einblicke in das Fließverhalten Ihrer Proben erhalten.

Zu guter Letzt möchte ich auf unsere Umfrage zum Kundenmagazin **onset** hinweisen: Ihr Feedback ist uns sehr wichtig, denn wir wollen unser Magazin noch mehr auf Ihre Bedürfnisse, Wünsche und Interessen abstimmen. Bitte nehmen Sie sich die Zeit, fünf kurze Fragen zu beantworten. Zur Umfrage gelangen Sie über den QR-Code rechts oder über folgenden Link: <https://netzs.ch/onset-umfrage>.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen der aktuellen Ausgabe und bedanke mich vorab für Ihr Feedback, Ihre



Aileen Sammler
Content Marketing und Social Media Manager

TG 309 *Libra*® – eine neue Ära in der thermogravimetrischen Analyse

Philipp Köppe, Head of Strategic Customer Engagement



Abb. 1. TG 309 *Libra*® *Classic*, *Select/Supreme*

Das perfekte Gerät für Ihre Anforderungen

Wir freuen uns, Ihnen unsere neueste Innovation, die TG 309 *Libra*®-Familie, vorzustellen. Sorgfältig auf die unterschiedlichen Bedürfnisse unserer geschätzten Kunden abgestimmt, zeichnet sie sich nicht nur durch beispiellose Anwenderfreundlichkeit und Komfort, sondern auch durch die Beibehaltung des bewährten vertikalen oberhalbigen Designs aus.

Die TG 309 *Libra*®-Serie (Abbildung 1) bietet TG-Anwendern ein Höchstmaß an Vielseitigkeit mit einem Temperaturbereich von 10 °C bis 1100 °C. Sie verfügt über eine hervorragende Waagenauflösung, mit der sich selbst geringste Massenänderungen eines Materials erfassen lassen. Darüber hinaus kann sie an ein Gasanalyse-System gekoppelt und mit einem großen ASC (Automatischer Probenwechsler) mit 204 Positionen ausgestattet werden.

Die neue TG-Serie verfügt über ein modernes Bedienkonzept und entspricht den höchsten technischen Standards. Das Gerät ist in drei verschiedenen Versionen – *Classic*, *Select* und *Supreme* – für eine nahtlose Anpassung an (nahezu) jede Anwendung erhältlich.

Classic – Qualitätskontrolle auf höchstem Niveau

Die für ihr hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis bekannte *Classic*-Version ist das Gerät der Wahl für die Qualitätskontrolle. Sie bietet einen Temperaturbereich

von 10 °C bis 1025 °C und eine Auflösung der Waage von 50 ng. Mit Optionen für Display oder einer beleuchteten Frontfolie sowie einer speziell für Qualitätskontrollanwendungen entwickelten Software steht die *Classic*-Version für Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit.

Select – Hohe Temperatur und erstklassige Auflösung

Die TG 309 *Libra*® *Select* bietet allen, die eine individuelle Anpassung an ihre Bedürfnisse suchen, höchstmögliche Flexibilität. Von der Hardware bis zur Software lässt sich jeder Aspekt dieses Geräts konfigurieren, um auch die Anforderungen anspruchsvollster Kunden zu erfüllen. Mit einem Temperaturbereich von bis zu 1100 °C und einer Auflösung von 20 ng bietet sie dem Anwender (fast) alles, was das Herz begehrt.

Supreme – Höchste Auflösung der Waage

Das Premium-Modell der TG 309 *Libra*®-Familie ist die TG 309 *Libra*® *Supreme*, die entwickelt wurde, um selbst höchste Ansprüche zu übertreffen. Ob in der industriellen Forschung und Entwicklung oder in akademischen Einrichtungen, die umfangreichen Funktionen, der Temperaturbereich von 10 °C bis 1100 °C sowie die wegweisende Auflösung von 10 ng machen dieses Gerät zur ersten Wahl für alle, die nach Spitzenleistung streben.

Die TG 309 Libra®-Familie

Vielfalt an Zubehör

Die kostengünstige TG 309 *Libra*® *Classic* kann mit einem optionalen automatischen Probenwechsler (ASC) für bis zu 20 Proben und Referenzen ausgestattet werden, während die ASCs der Versionen *Select* und *Supreme* bis zu 204 Proben und Referenzen aufnehmen können (Abbildung 2).

Mit dem kleinen Ofen der TG 309 *Libra*® lassen sich aufgrund der hohen Heizraten bis zu 20-mal schnellere Messungen realisieren. Er unterstützt Aufheizraten von bis zu 200 K/min über den gesamten Temperaturbereich und eine schnelle ballistische Abkühlung von 1100 °C bis auf Raumtemperatur. Auf diese Weise ist es möglich, auch bei hohen Temperaturen schneller zu Analyseergebnissen zu kommen – mit einer Durchlaufzeit von nur wenigen Minuten.

Herzstück der Thermowaage ist das innovative Gerätedesign mit Schwerpunkt auf Benutzerfreundlichkeit. Die Bedienung kann sowohl über das integrierte Touch-Display als auch über einen angeschlossenen PC erfolgen. Zusätzlich verfügt die TG 309 *Libra*® über eine LED-Leiste am Gerätegehäuse. Diese LED-Leiste zeigt den aktuellen Status der Messung an und bietet dem Anwender eine schnelle und intuitive Möglichkeit, den Fortschritt der Messung zu verfolgen.

Die TG 309 *Libra*® lässt sich mit unterschiedlichen Probenträgern ausstatten (siehe Abb. 3), die in der neuen Generation von TG-Geräten automatisch erkannt werden.

Darüber hinaus werden äußere Einflüsse, wie z. B. Vibrationen, durch ein magnetisches Stoß-

dämpfersystem von NETZSCH wirkungsvoll abgeschwächt, so dass die Integrität der Messungen gewährleistet ist. Features wie *AutoVac* zur automatischen Evakuierung und Gasbefüllung unterstreichen unser Streben nach Effizienz. Und mit der Einführung des Eco-Modus haben wir unser Engagement für eine nachhaltige Zukunft unter Beweis gestellt.

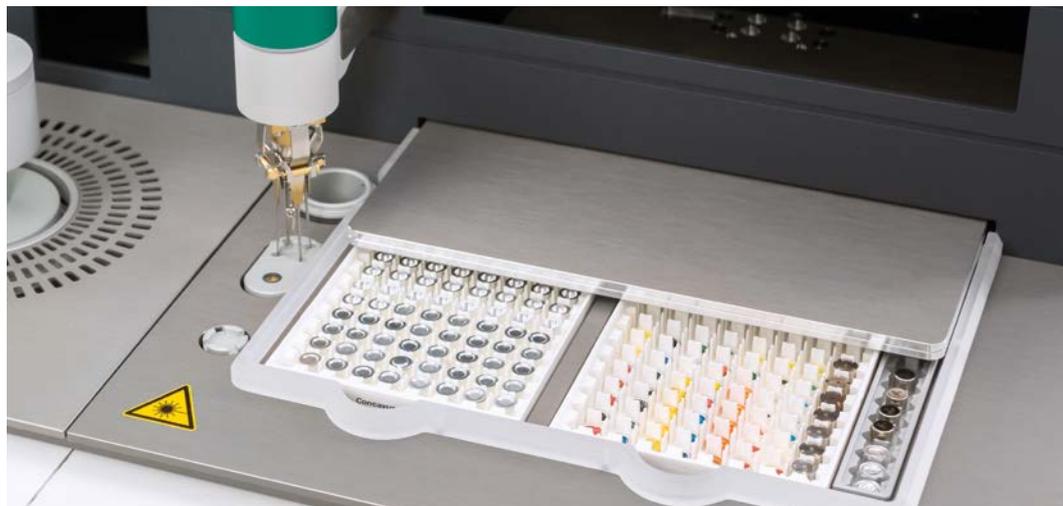


Abb. 2. Automatischer Probenwechsler (ASC)

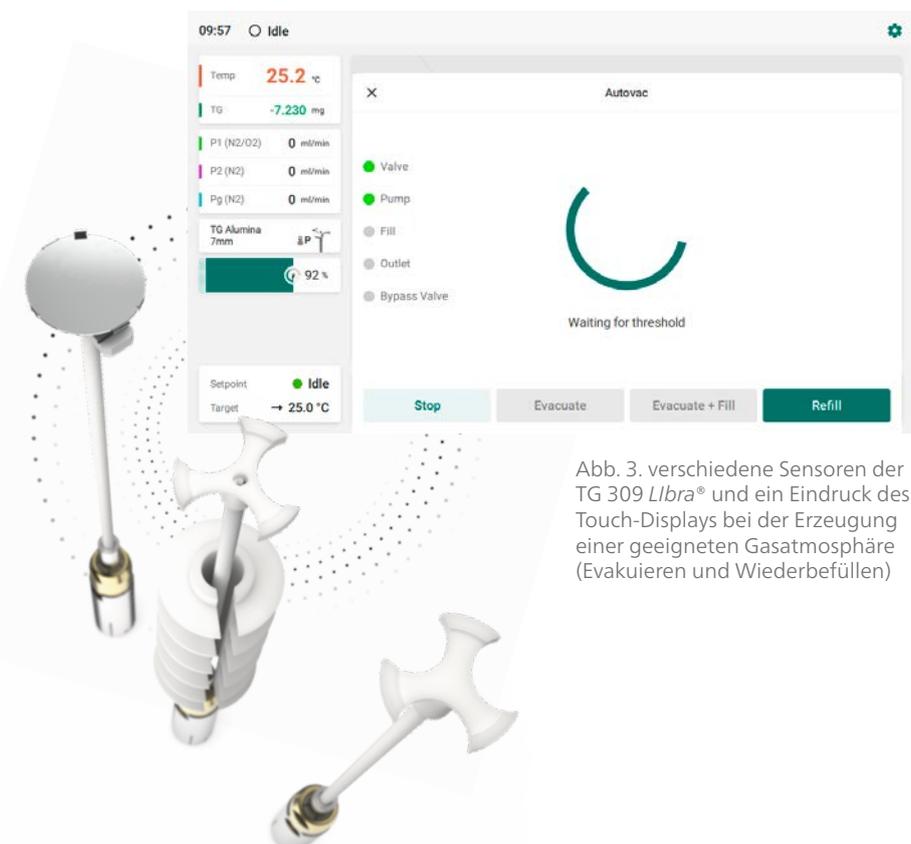


Abb. 3. verschiedene Sensoren der TG 309 *Libra*® und ein Eindruck des Touch-Displays bei der Erzeugung einer geeigneten Gasatmosphäre (Evakuieren und Wiederbefüllen)

Die TG 309 Libra®-Familie

Eco-Modus – Maximale Effizienz und Energieeinsparung für ein nachhaltiges Labor

Im Sinne von Effizienz und Nachhaltigkeit sind energiesparende Geräte von entscheidender Bedeutung. Herkömmliche Thermostate, die in der thermogravimetrischen Analyse eingesetzt werden, verbrauchen Energie und erzeugen Abwärme – eine Herausforderung an Labore, die ihren CO₂-Fußabdruck reduzieren wollen.

Die TG 309 *Libra*®-Serie verfügt über einen innovativen Eco-Modus, um diese Herausforderungen zu meistern. Diese Funktion ermöglicht die softwaregesteuerte, automatische Abschaltung des Kühlsystems, wodurch Betriebskosten und Energieverbrauch erheblich gesenkt werden. Mit anpassbaren Zeitplanungsoptionen aktiviert das Gerät den Leerlauf- oder Eco-Modus auf der Grundlage benutzerdefinierter Parameter.

Diese intelligente Funktion vermeidet Ausfallzeiten, die mit einer kompletten Abschaltung verbunden sind, indem wichtige Funktionen bei Bedarf selektiv wieder aktiviert werden. Außerdem kann durch die Umstellung auf den Eco-Modus bis zu 1 kW Strom pro Vorgang eingespart werden, was einer potenziellen jährlichen Einsparung von über 6000 kWh entspricht. Dadurch trägt der Eco-Modus zu den Nachhaltigkeitszielen des Labors bei. Auf diese Weise bietet die TG 309 *Libra*® nicht nur Präzision und Zuverlässigkeit, sondern spiegelt auch das Engagement für den Umweltschutz wider, was sie zur idealen Alternative für effiziente und nachhaltige Labore macht.

Profitieren Sie von *BeFlat*® und *c-DTA*®

Mit der besten Waagenauflösung auf dem Markt und der Möglichkeit, Probeneigenschaften umfassend zu charakterisieren, eröffnet die TG 309-Serie neue Wege für präzise Analysen. Die TG 309-Serie ist mit einer benutzerfreundlichen Software ausgestattet, die für (fast) jede anspruchsvolle Aufgabe aufgerüstet werden kann und somit Vielseitigkeit und Anpassungsfähigkeit für die kommenden Jahre sicherstellt.

Die patentierte *c-DTA*®-Technologie setzt Maßstäbe in der thermogravimetrischen Analyse, da sie eine umfassendere und schnellere Charakterisierung der Probeneigenschaften erlaubt. Indem das Thermoelement der

Probe in direkten Kontakt mit dem Tiegel gebracht wird, werden Temperaturschwankungen im Material präzise gemessen. Dieser innovative Ansatz ermöglicht auch bei thermogravimetrischen Messungen eine gründliche Untersuchung endothermer (z. B. Schmelzen) und exothermer Vorgängen (z. B. Oxidation). Darüber hinaus erleichtert *c-DTA*® die Temperaturkalibrierung mit DSC-Referenzmaterialien und trägt so zu einer Erhöhung der Genauigkeit der Ergebnisse bei.

Traditionell war bei der thermogravimetrischen Analyse die Durchführung einer Basislinienmessung entscheidend für den Erhalt präziser Werte der Massenänderung. Dabei wurden Versuchsbedingungen wie Heizrate, Gasart, Durchfluss sowie Tiegeltyp und -geometrie wiederholt. Resultierende Geräte- und Auftriebseffekte mussten berücksichtigt und von der Probenmessung abgezogen werden. Mit der integrierten *BeFlat*®-Funktionalität der TG 309 *Libra*® für typische Temperaturprofile entfällt jedoch die Notwendigkeit einer zusätzlichen Korrekturmessung. Dies vereinfacht nicht nur den Messablauf, sondern beschleunigt auch die Ermittlung der Ergebnisse erheblich.

Applikationsbeispiel: Karkasse eines Fahrradreifens

Die TG wird häufig für die Analyse der Zusammensetzung von Kautschuk eingesetzt, eine Praxis, die in Normen wie ISO 9924 oder ASTM E1131 beschrieben ist. In diesem Beispiel (siehe Abbildung 4) wurde eine Fahrradreifenkarkasse untersucht. Bei Kautschuk handelt es sich um eine komplexe Mischung aus unterschiedlichen Komponenten. Der anfängliche Massenverlust von 8,7 % zeigt die Freisetzung eines Weichmachers. Danach können die beiden folgenden Stufen des Gummiabbaus beobachtet werden.

Die TG ist auch eine effektive Methode, um kleinste Mengen anorganischer Füllstoffe wie Kreide nachzuweisen. Der bei 664,5 °C beobachtete Massenverlust (angezeigt durch den DTG-Peak) von nur 1,2 % entspricht der Freisetzung von CO₂ aus der Zersetzung von Kreide (CaCO₃).

Der Übergang zu einer oxidierenden Atmosphäre bei 850 °C und die weitere Aufheizung auf 1100 °C ermöglichen die Beobachtung und Quantifizierung der Rußverbrennung.

Die TG 309 Libra®-Familie

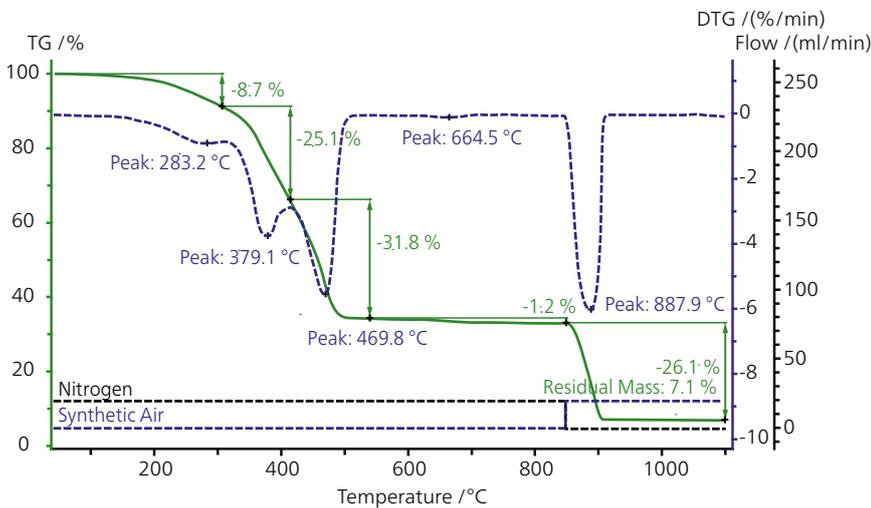


Abb. 4. TG-Messung der Karkasse eines Fahrradreifens (9,79 mg, Heizrate 10 K/min); TG-Kurve (grün), DTG-Kurve (blau gestrichelt).

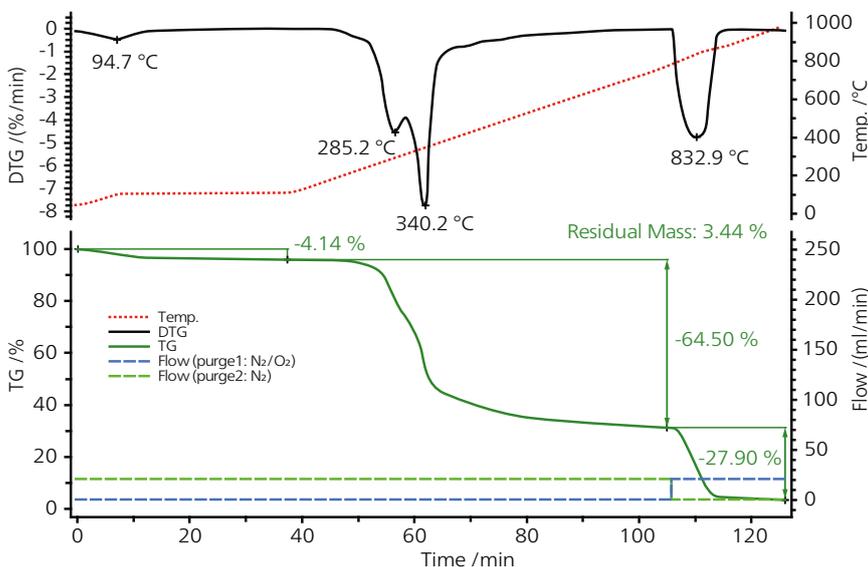


Abb.5. Immediatanalyse einer Walnusschale: TG-Kurve (grün), DTG-Kurve (schwarz), Temperaturprofil (rot gestrichelt).



Applikationsbeispiel: Walnusschale

Biomasse dient als erneuerbare Energiequelle zur Erzeugung von Synthesegas, chemischen Grundstoffen und reinem Kohlenstoff. Im vorliegenden Beispiel (siehe Abbildung 5) wird die Immediatanalyse (engl. proximate analysis) einer Walnusschalenprobe veranschaulicht.

Bei der anfänglichen Trocknung bei 110 °C werden 4,1 % Feuchtigkeit freigesetzt. Anschließendes Aufheizen auf 800 °C in inerter Atmosphäre resultiert in zwei sich überlappenden Pyrolysestufen mit einem Massenverlust von insgesamt 64,5 %. Diese Stufen beinhalten die Zersetzung der organischen Bestandteile. Der Übergang zu Luftatmosphäre führt schließlich zur Verbrennung des Kohlenstoffs (macht 27,9 % der Ausgangsprobe aus) unter Bildung von CO₂. Der Restaschegehalt beträgt 3,4 %.

Zusammenfassung

Wir sind sehr stolz auf die neue TG 309 *Libra*®-Familie – der Beweis für unser Engagement, die Wünsche unserer geschätzten Kunden zu erfüllen und zu übertreffen. Begleiten Sie uns auf unserer gemeinsamen Reise der Innovationen und Entdeckungen.

Erfahren Sie mehr:
<https://netzs.ch/4c7vzRe>



H₂Secure – Die Multifunktionslösung für den Einsatz von Wasserstoff in Geräten zur Thermischen Analyse

Dr. Michael Schöneich, Product Line Manager STA & EGA



Abb.1. Aufbau des H₂Secure

- 1 Wasserstoff-Gasversorgung**
Wasserstoff kann durch einen H₂-Generator oder eine H₂-Flasche bereitgestellt werden. Er wird an den speziellen H₂-Gaseinlass auf der STA-Rückseite über integrierte Sicherheitsventile angeschlossen.
- 2 Optimierter Gasweg**
Er sorgt für eine präzise Gaskonzentration im Ofen, z. B. bis 100% Wasserstoff und gleichzeitig für eine Schutzgasatmosphäre im Waagenbereich.
- 3 Kontinuierliche Überwachung der Gaskonzentration**
Der STA-Auslassgasstrom wird kontinuierlich auf H₂- und O₂-Konzentration überwacht.
- 4 H₂Secure-Box**
Die zentrale Kommunikationsbox steuert die Freigabe oder Sperrung von Gasflüssen in Abhängigkeit von den festgelegten H₂- oder O₂-Grenzwerten.

Einleitung

Wasserstoff, das einfachste und häufigste Element im Universum, beflügelt bereits seit langem die Fantasie der Menschheit. Von seiner Rolle bei der Entstehung der Sterne bis hin zu seinem Vorkommen in den Wassermolekülen, die das Leben erhalten, ist Wasserstoff ein fester Bestandteil unseres Verständnisses des Kosmos. Angesichts der drängenden Umweltprobleme rückt er nun auch als entscheidender Player beim Übergang zu nachhaltigen Energielösungen in den Mittelpunkt des Interesses. Seine Vielseitigkeit und seine potenziellen Anwendungen im Verkehrswesen, bei der Energieerzeugung und in der Industrie finden immer mehr Beachtung und bieten einen vielversprechenden Weg in eine sauberere und grünere Zukunft.

Die Erforschung der vielseitigen Möglichkeiten von Wasserstoff – von Brennstoffzellen für den Antrieb von Fahrzeugen bis hin zu seiner Rolle beim Ausgleich erneuerbarer Energienetze und bei der Dekarbonisierung von Industrieprozessen – ist ein Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigeren und widerstandsfähigeren globalen Energielandschaft.

Der Aufbau

Das H₂Secure-Konzept (Abb. 1) ist für unsere aktuelle STA 509 Jupiter®-Serie erhältlich und kann auch für bestehende STA 449 Jupiter®-Geräte jederzeit nachgerüstet werden.

Abb.2. Die vier Säulen des H₂Secure-Konzepts

Definiertes H₂-Gasvolumen

Der Wasserstoff wird von oben in den Ofen eingeleitet und bleibt auf einen definierten Raum über dem kontinuierlich gespülten Wägenraum begrenzt.

H₂- und O₂-Überwachung

Die H₂- und O₂-Konzentrationen werden kontinuierlich gemessen, um eine sichere Handhabung zu bieten.



H₂Secure-Box

Die zentrale H₂Secure-Kommunikationsbox empfängt Informationen über die Gaskonzentration und regelt die Freigabe der Gase auf Grundlage der festgelegten Grenzwerte.

Ausfallsicherheit

Im Fall eines Stromausfalls öffnen sich die Magnetventile und setzen ein Inertgas frei, das den Wasserstoff aus dem System spült.

H₂Secure

Das H₂Secure-Konzept

Das H₂Secure-Konzept von NETZSCH ist die Komplettlösung für Untersuchungen in variablen Wasserstoffumgebungen unter Einhaltung der höchstmöglichen Sicherheitsstandards. Dieses innovative Konzept erlaubt sowohl die Forschung in reiner Wasserstoffatmosphäre als auch in Umgebungen mit geringen H₂-Konzentrationen – verdünnt mit nicht-brennbaren Gasen wie Stickstoff (N₂) oder Argon (Ar). Diese Flexibilität wird durch ein umfassendes Sicherheitskonzept erreicht, das sich auf vier Säulen in Abbildung 2 stützt.

Die reversible Natur von Kupfer – Redoxreaktion von Kupferoxid

Ein wesentliches Merkmal des H₂Secure-Konzepts ist die Fähigkeit, komplexe Oxidations- und Reduktionszyklen nahtlos durchzuführen. Innerhalb einer einzigen Messung kann das System von einer wasserstoffreichen zu einer sauerstoffreichen Umgebung wechseln, was eine genaue Untersuchung der Reaktionskinetik und des Materialverhaltens unter verschiedenen Bedingungen ermöglicht.

Das dargestellte Beispiel zeigt ein Zyklusexperiment zur Untersuchung der reversiblen Reaktion von Kupferoxid mit Wasserstoff und Luft durch Überwachung der Massenänderungen während des gesamten Prozesses.

Zunächst wird Kupferoxid in einer Wasserstoffatmosphäre reduziert, was zur Bildung von metallischem Kupfer führt. Diese Umwandlung geht mit einem anfänglichen Massenverlust von 20,07 % einher, was recht gut der theoretischen Erwartung für reines Kupferoxid (20,11 %) entspricht. In den anschließenden Oxidations-/Reduktionszyklen, die durch die abwechselnde Zufuhr von Wasserstoff und Luft eingeleitet werden, weist die Massenkurve ein gleichbleibendes Muster auf: ein Anstieg während der Oxidation, gefolgt von einem anschließenden Verlust während der Reduktionsstufe. Dieses Muster unterstreicht die reversible Natur der Cu/CuO-Redoxreaktion.

Über mehrere Zyklen hinweg zeigt sich jedoch eine deutliche Änderung des Oxidationsverhaltens. Diese Änderung wird durch die veränderte Kurvenform und der Gesamtmassenänderung zwischen dem ersten und dem folgenden Oxidationszyklus angezeigt. Sie deutet auf eine Verschiebung zwischen dem ersten und den folgenden Zyklen des Prozesses hin, ein Anzeichen für eine Änderung des Reaktionsverhaltens der Probe.

Diese Beobachtung liefert wertvolle Einblicke in die Reaktionskinetik, die Mechanismen und die thermodynamischen Eigenschaften von Redoxreaktionen auf Oxidbasis. Indem sie unser Verständnis dieser Prozesse verbessert, ebnet sie den Weg für die Optimierung von Redoxsystemen und für Fortschritte in verschiedenen Bereichen wie der Katalyse und der Dekarbonisierung von Industrieprozessen.

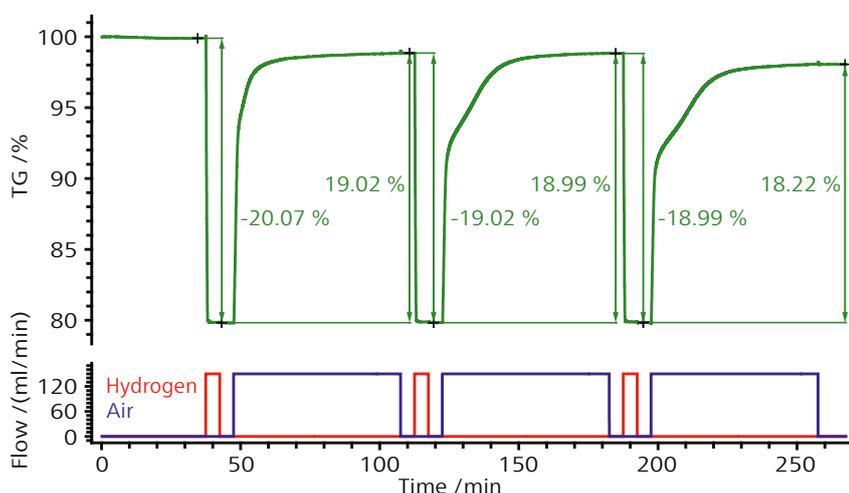


Abb.3. Thermogravimetrische Reduktions-Oxidations-Zyklen von 29,975 mg Kupfer- (II) Oxid-Pulver bei 1000 °C

Fazit

Wasserstoff spielt in der modernen Forschung und Entwicklung eine entscheidende Rolle. Unser neues H₂-Secure-Konzept ermöglicht es unseren bestehenden Thermoanalysegeräten, einen wichtigen Beitrag zu diesem Fortschritt zu leisten, indem es neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet und gleichzeitig eine sichere und einfach zu bedienende experimentelle Umgebung bietet.

Künstliche Intelligenz: Präzision und Effizienz in modernen Laboratorien

Dr. Marc Egelhofer, Senior Marketing Manager, LabV®



Abb. 1. Erst eine vollständige Anbindung der Prüfgeräte und der IT-Infrastruktur bildet die Datenbasis für die Nutzung der KI.

Die Künstliche Intelligenz (KI) hat sich rasant von einem bloßen Modewort zu einem integralen Bestandteil der Technologielandschaft entwickelt. Werkzeuge wie ChatGPT stehen stellvertretend für diesen Fortschritt. In Prüflaboren haben maßgeschneiderte KI-Anwendungen das Potenzial, die Effizienz signifikant zu steigern und ermöglichen durch den Einsatz fortgeschrittener Datenanalyse und Automatisierung eine genauere Steuerung und Optimierung von Laborprozessen. Doch wie funktioniert das in der täglichen Praxis?

Die Voraussetzungen für die Nutzung von KI

Die erfolgreiche Implementierung der Künstlichen Intelligenz im Prüflabor beginnt mit strukturierten und qualitativ hochwertigen Daten. Ein Instrument, das dabei eine zentrale Rolle spielt, ist der digitale Zwilling – eine digitale Kopie eines physischen Objektes oder Prozesses. Durch die kontinuierliche Aktualisierung mit Echtzeitdaten erlaubt der digitale Zwilling eine umfassende Überwachung, Analyse und Optimierung im Labor. Der Mehrwert von KI wird vor allem dann ausgeschöpft, wenn der digitale Zwilling alle vier Datenebenen integriert: Rezepturdaten, technische Spezifikationen, Probanden und Messergebnisse (Tabelle 1). Diese umfassende Integration ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Prozesses, was den Nutzen der KI-Anwendung erhöht.

Um den digitalen Zwilling abzubilden, ist daher eine Integration mit sämtlichen relevanten Datenquellen notwendig – von relevanten Prüfinstrumenten bis hin zu anderen Informationsquellen des Unternehmens wie einem MES (Manufacturing Execution System) und ERP (Enterprise Resource Planning). Dadurch wird nicht nur eine umfassendere Datenerhebung ermöglicht,

sondern auch die Einbindung kontextbezogener Informationen, die für die Entscheidungsfindung und Prozessoptimierung durch KI unerlässlich sind. Mit einer so umfassenden Datenbasis können intelligente Systeme Muster erkennen, präzisere Vorhersagen treffen und ihre Lernprozesse kontinuierlich verfeinern.

Die Anbindung aller Geräte und der IT-Infrastruktur ist allerdings für das Labor eine komplexe und nicht selten teure Aufgabe. Die Heterogenität der Datenformate und -standards, die Komplexität der Integration, die kontinuierliche technologische Entwicklung und das Fehlen allgemein akzeptierter Interoperabilitätsstandards erschweren diesen Prozess erheblich.

Patentierter Mapper

Um dem Problem zu begegnen, hat LabV® einen patentierten Mapper entwickelt, der eine nahtlose und schnelle Integration aller Geräte ermöglicht – einschließlich aller Analysegeräte der NETZSCH-Gerätebau GmbH (Abbildung 1). Mit LabV® kann das Labor die Daten von verschiedenen Laborgeräten, die oft in unterschiedlichen Formaten vorliegen, in einer einheitlichen Datenbank zusammenfassen.

Im Labor zeigt sich, dass selbst ohne den Einsatz von KI ein ganzheitliches Datenmanagement bereits einen Mehrwert bietet. Die systematische Erfassung aller relevanten Probeninformationen ermöglicht eine effektive Analyse und Bewertung der Laborergebnisse, was wiederum die Qualitätssicherung und Produktentwicklung unterstützt. Beispielsweise erlauben die daraus generierten übersichtlichen Reports in einem Produktentwicklungsprojekt eine sofortige Bewertung der Ergebnisse, was die Rezepturauswahl basierend auf den Prüfdaten erleichtert und sicherstellt, dass alle Kundenanforderungen erfüllt werden.

Tabelle 1. Der digitale Zwilling im Prüflabor

Datenebene	
Probanden	Metadaten, Herstellerinformationen, Verarbeitungsparameter
Messergebnisse	Metadaten, Messwerte und statistische Auswertungen über alle Messverfahren
Rezepturen	Mischung und Verhältnis aller eingesetzten Rohstoffe und Chemikalien
Technische Spezifikationen	Physikalische und chemische Eigenschaften, Toleranzen und Abmessungen, Leistungsanforderungen, Normen und weitere Materialinformationen (z. B. Beschaffungskosten, MSDS)

KI in Qualitätssicherung und Produktentwicklung

Wenn einmal die Daten in einer Datenbank wie LabV® vereint sind, eröffnet sich mit dem Einsatz von KI ein Spektrum an Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualitätssicherung und Produktentwicklung. In der Qualitätssicherung analysiert KI historische und aktuelle Daten, identifiziert Trends und warnt frühzeitig vor möglichen Qualitätsproblemen. Intelligente Algorithmen erleichtern komplexe Analysen und bieten sofortige visuelle Interpretationen von Datenmustern, wodurch die Entscheidungsfindung verbessert und der Zeitaufwand für die Überprüfung von Ergebnissen verringert wird.

In der Produktentwicklung nutzt KI historische Daten, um Korrelationen zwischen Parametern zu erkennen, die bei der Formulierung und Optimierung von Produkten eine wichtige Rolle spielen. Sie unterstützt bei der Identifizierung von potenziell erfolgreichen Rezepturen schon vor physischen Tests, wodurch Entwicklungszeit und -kosten reduziert werden. KI kann auch gezielt bei der Anpassung von Rezepturen helfen, um bestimmte Eigenschaften zu verbessern und unerwünschte Reaktionen zu minimieren, wodurch die Markteinführungszeit neuer Produkte beschleunigt wird.

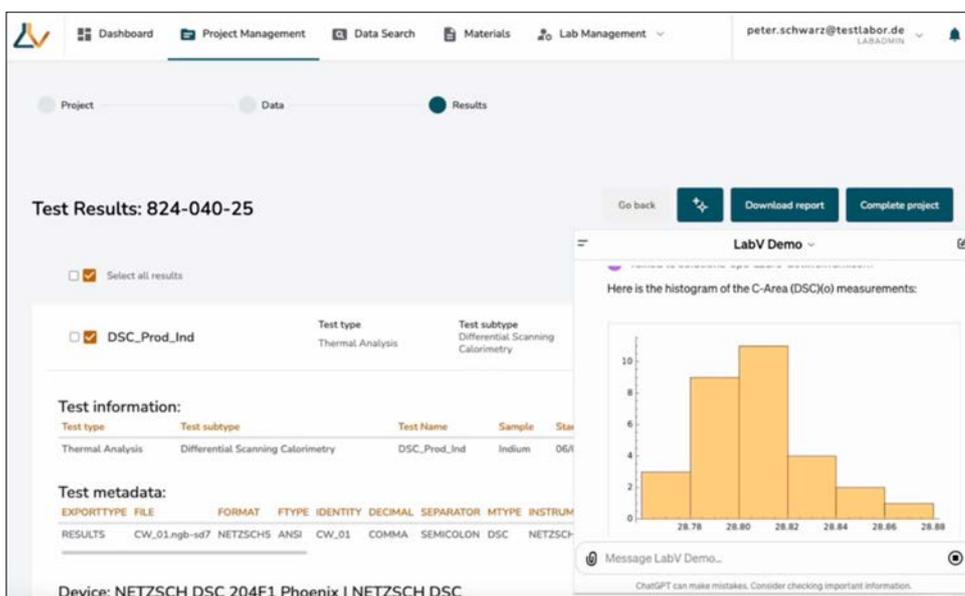
KI trägt also wesentlich zur Steigerung der Effizienz bei, indem sie Daten aus verschiedenen Quellen integriert und dadurch eine ganzheitliche Sicht auf den Entwicklungs- und Qualitätssicherungsprozess bietet.

Bei LabV® ist ein KI-gestützter digitaler Assistent integriert (Abbildung 2). Die KI verwandelt Sprachbefehle in Visualisierungen oder komplexe Analysen und ist vollständig in die Datenmanagement-Plattform eingebettet. Der Assistent nutzt Ihre Daten optimal, liefert Einblicke und trägt zur Steigerung der Produktivität bei, indem er sich auf die wirklich wichtigen Aufgaben konzentriert und den Arbeitsaufwand reduziert. Mit Befehlseingabe durch Sprach- oder Texteingabe, ähnlich wie bei ChatGPT, ermöglicht der Assistent zeitsparende Datenanalysen und die Umwandlung von Daten in umfassende Insights.

LabV® – Die KI-gestützte Datenplattform für Prüflabore

Wer KI im Entwicklungslabor oder der Qualitätssicherung nutzen möchte, sollte zunächst für eine entsprechend organisierte Datenbasis sorgen. Die Leistungsfähigkeit von KI-Systemen hängt direkt von der Qualität und Struktur der zugrundeliegenden Daten ab. Eine gründliche Vorbereitung der Daten und die Integration von IT-Systemen ist daher der erste Schritt vor der Einführung von KI.

Denn die strategische Organisation und Verwaltung der Daten in einer umfassenden Datenbank wie LabV® sind entscheidend, um den vollen Nutzen von KI auszuschöpfen und das Labor zukunftssicher zu machen.



Weitere Informationen finden Sie auf: <https://netzs.ch/labv>



Abb. 2. Der digitale Assistent von LabV® ermöglicht komplexe Analysen und Visualisierungen auf Knopfdruck.

Clean Label Proteinzusätze mit überlegener Funktionalität und ernährungsphysiologischen Eigenschaften

Prof. Dr. Tomas Kurz, ProteinDistillery GmbH, Ostfildern

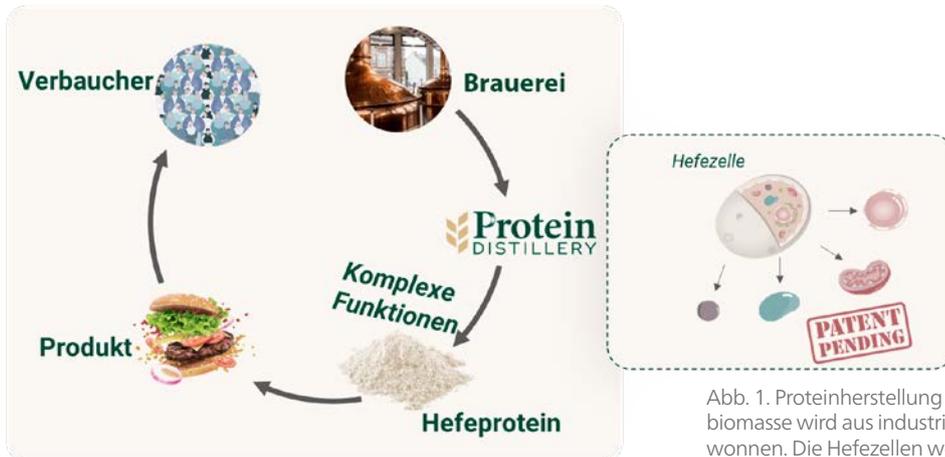


Abb. 1. Proteinherstellung bei der ProteinDistillery GmbH: Die Hefebiomasse wird aus industriellen Nebenströmen wie z. B. Brauereien gewonnen. Die Hefezellen werden standardisiert, geöffnet und zu spezifischen Komponenten mit spezifischen Eigenschaften weiterverarbeitet

ProteinDistillery GmbH

Die ProteinDistillery GmbH ist ein Stuttgarter Start-up, das mit seiner nachhaltigen Verarbeitungsmethode die alternative Proteinindustrie revolutioniert. Das Unternehmen stellt in einem einzigartigen Veredelungsprozess hochwertige vegane Proteine her. Die Herstellung des Proteins basiert auf einer der ältesten Kulturtechniken der Menschheit – der Fermentation.

Die ProteinDistillery GmbH nutzt ein Nebenprodukt der Brauindustrie und zerlegt Bierhefe in funktionelle Bausteine, um das wertvolle natürliche Protein zu gewinnen (Abbildung 1). Das so gewonnene Protein weist bemerkenswerte technofunktionelle Eigenschaften auf, die mit denen des Eiweißes vergleichbar sind, was es zu einer praktikablen Option für den Einsatz in der Lebensmittelindustrie macht.

Tierische Lebensmittel wie Fleisch, Eier und Milch sind für einen großen Teil der globalen CO₂-Emissionen und der Landnutzung verantwortlich. Daher ist es notwendig, unser Konsumverhalten auf Alternativen umzustellen.

In diesem Zusammenhang wird prognostiziert, dass der Markt für alternative Proteine weltweit von ca. 30 Milliarden USD auf 300 Milliarden USD im Jahr 2035* ansteigen wird. Der größte Teil des Marktes für alternative Proteine ist pflanzlicher Natur. Blicken wir auf die verfügbaren Produkte, sind wir oft enttäuscht, da die Eigenschaften von tierischen Proteinen in Lebensmitteln denen von pflanzlichen Proteinen wie Erbsen und Soja in Bezug auf Textur, Geschmack und Nährwert

überlegen sind. Der Mangel an Geschmack und Funktionalität muss durch Lebensmittelzusatzstoffe wie Methylcellulose oder Aromakomponenten ausgeglichen werden.

ProteinDistillery produziert Proteine aus Mikroorganismen wie Hefe, insbesondere Bierhefe. Mit diesem Ansatz können wir die funktionellen Eigenschaften von tierischen Proteinen wie Eiklarproteinen auf die nachhaltigste Weise nachbilden. Unser Protein verhält sich im Prinzip wie ein Ei, der Goldstandard in der Lebensmittelindustrie. Daher können unsere Proteinpräparate in vielfältigen Lebensmittelanwendungen wie Fleisch- und Ei-Ersatzprodukten (Rührei oder Backwaren) und Käse eingesetzt werden.

Unser Produkt trägt durch seine Eigenschaften wie Emulsionsfähigkeit, Gelierung und Verdickung zum Endprodukt unserer Kunden bei. Um die Verarbeitbarkeit unserer Produkte sicherzustellen, müssen wir für gleichbleibende physikalische Eigenschaften sorgen. Daher ist die Kenntnis der Pulverstruktur sowie der rheologischen Eigenschaften und Denaturierungseigenschaften wichtig.

Für jede Lebensmittelanwendung gibt es eine Kombination notwendiger technofunktioneller Eigenschaften. Für die Herstellung von pflanzlichen Ei-Analoga sind Löslichkeit, Gelierverhalten und Emulgiereigenschaften wichtig, für den Ei-Ersatz in Backwaren eher Schaumbildung und Emulgiereigenschaften (Abbildung 2).

* Blue Horizon & BCG analysis 2021, [Food for Thought: The Protein Transformation | BCG](#)

KUNDEN FÜR KUNDEN

Fleischalternativen	Milch- & Käsealternativen	Backwaren	Eiersatz
			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimale Textur & optimales Mundgefühl ohne Methylcellulose ▪ Einzigartiger Geschmack ohne Zusatz von Hefeextrakt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emulgierereigenschaften & Löslichkeit für pflanzliche Milchalternativen ▪ Gelbildende & emulgierende Eigenschaften für cremigen Käse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Bindung von Backwaren ▪ Schaumbildende Eigenschaften für fluffige Backwaren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Löslichkeit für flüssige Ei-Alternativen ▪ Schnelle Gelbildung für kurzes Braten in der Pfanne

Abb. 2. Verschiedene Applikationsbereiche der PD-Hefepoteine

Bestimmung der Denaturierungstemperatur

Die Denaturierung eines Proteins beschreibt eine strukturelle Änderung. Die Denaturierung von Hefepoteinen kann mittels DSC (Abbildung 3) gemessen werden und zeigt sich während der ersten Aufheizung durch endotherme Effekte im Temperaturbereich zwischen 40 °C und 80 °C. Auch das rheologische Verhalten der Proteinlösung charakterisiert diesen Vorgang (Abbildung 4). Mit Beginn der Denaturierung (Onsettemperatur, 1. Aufheizung, rote Symbole) steigt die intrinsische Viskosität deutlich an. In der zweiten Aufheizung ist in der Rheometermessung keine

Denaturierung mehr und ein konstant hohes Viskositätsniveau zu erkennen (blaue Symbole).

Darüber hinaus ist es möglich, auf der Grundlage von DSC-Experimenten kinetische Modelle für die Denaturierungsrate von Proteinen bei verschiedenen Aufheizraten zu erstellen. Mit diesen Modellen lassen sich Aufheizprofile (Temperatur-Zeit-Kombinationen) definieren, die die Mikroorganismen deaktivieren, ohne das Protein zu gelieren, und somit eine Pasteurisierung mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Proteine erlauben. Die kinetischen Modelle können auch zur Optimierung der Gelbildung in gelierten Produkten eingesetzt werden.

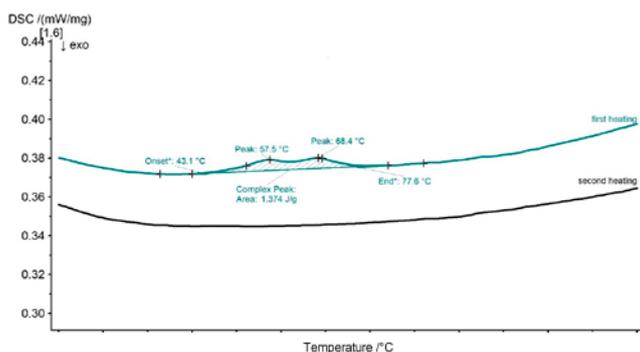


Abb. 3. DSC-Kurve der Hefepoteindenaturierung als Funktion der Temperatur. Ausgewertet sind Onset-, Peak- und Endtemperaturen der Denaturierung.

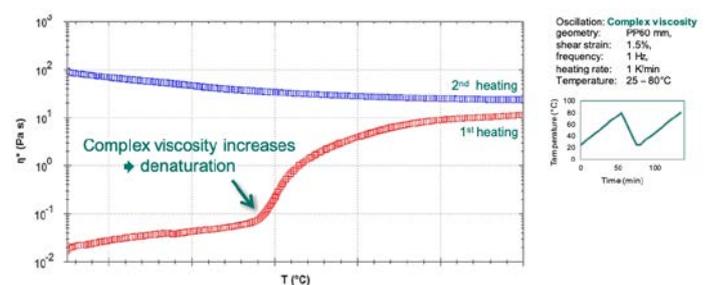


Abb. 4. Links: Rheologische Messung der Proteindenaturierung, rechts: Temperaturprofil und -parameter der rheologischen Messung.

Modellbasierte Simulation und Optimierung der Proteinumwandlung bei der Pasteurisierung mittels Kinetics Neo

Allgemeines Ziel der Pasteurisierung ist die Verlängerung der Haltbarkeit der Erzeugnisse durch Inaktivierung aller nicht-sporenbildenden pathogenen Bakterien und der meisten vegetativen Verderbniserreger sowie durch Hemmung oder Unterdrückung der mikrobiellen und enzymatischen Aktivität. Bei der Wärmebehandlung verlieren die Proteine jedoch einen Teil ihrer technofunktionellen Eigenschaften wie Gelier- oder Emulgiervermögen. Daher ist es insbesondere für die funktionellen Proteinprodukte der ProteinDistillery GmbH von höchster Bedeutung, Kenntnisse über das Denaturierungs-/Umwandlungsverhalten während der Wärmebehandlung zu gewinnen. Damit können Verarbeitungsregime gefunden werden, die es industriellen Anwendern der Proteine gestattet, ihre Produkte (z. B. alternative Käseprodukte) zu pasteurisieren und dabei die funktionellen Eigenschaften der Proteine weitestgehend zu erhalten.

Tabelle 1. Simulationstemperaturen und -zeiten für Batch-Pasteurisierung, Hochtemperatur-Kurzzeit-Pasteurisierung (HTST), Ultra-Pasteurisierung und Ultra-Hochtemperatur-Behandlung (UHT).

Methode	Temperatur (°C)	Zeit
Batch (vat)	65	30 min
HTST	72	15 s
Ultra-Pasteurisierung	89 - 100	1 s
UHT	138	2 s

Food Safety Management, Chapter 17 - Thermal Treatment, Tibor Deak, Academic Press, 2014, pages 423-442, ISBN 9780123815040

Zu diesem Zweck wurde Kinetics Neo verwendet, eine von NETZSCH entwickelte Simulations- und Optimierungssoftware zur Beschreibung kinetischer Reaktionen.

Als Grundlage für die thermische Behandlung der Produkte bzw. der Proteinlösung wurden die in der Lebensmittelindustrie üblichen Standardparameter gewählt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über diese Standardparameter. Die Pasteurisierung kann bei niedrigen Temperaturen erfolgen, z. B. bei 65 °C für 30 Minuten, oder bei höheren Temperaturen von 100 °C oder sogar 138 °C für nur 1 bis 2 Sekunden.

Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für ein zur Analyse und Vorhersage von DSC-Signalen und der damit verbundenen Umwandlung des Proteinanteils angewendetes Temperaturprofil. Im linken Diagramm ist exemplarisch das Temperaturprofil mit einer Heizrate von 5 K/min dargestellt. Das rechte Diagramm zeigt die Antwortsignale in der DSC für Heizraten von 5, 20 und 50 K/min, die Umwandlungsprozesse in der Proteinlösung repräsentieren.

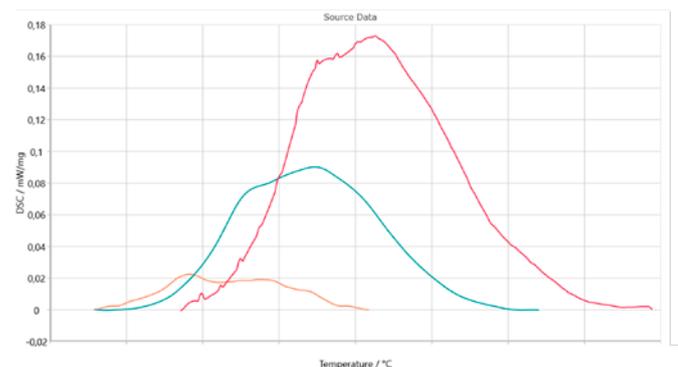
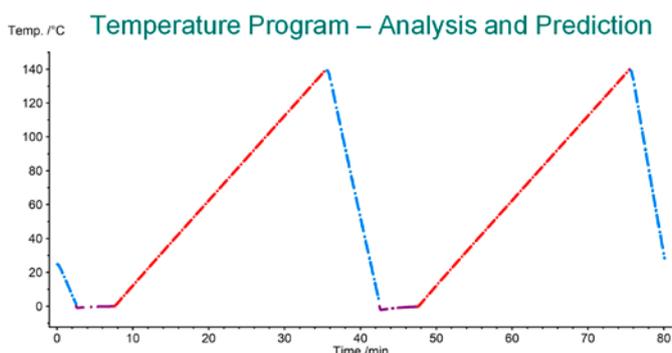
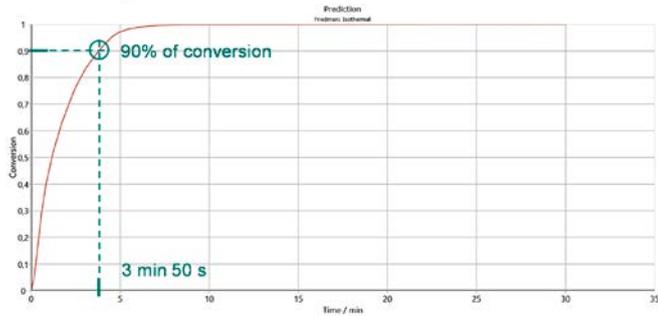


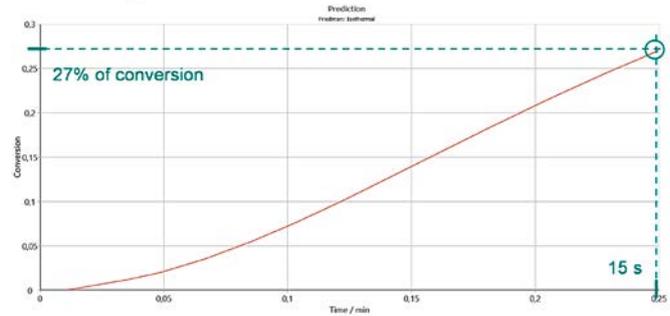
Abb. 5. Links: Temperaturprofil für die DSC-Analyse und Vorhersage mit einer Heizrate von 5 K/min. Rechts: DSC-Kurven für die Denaturierung von Hefeproteinen mit verschiedenen Heizraten zwischen 5 K/min und 50 K/min als Funktion der Temperatur.

KUNDEN FÜR KUNDEN

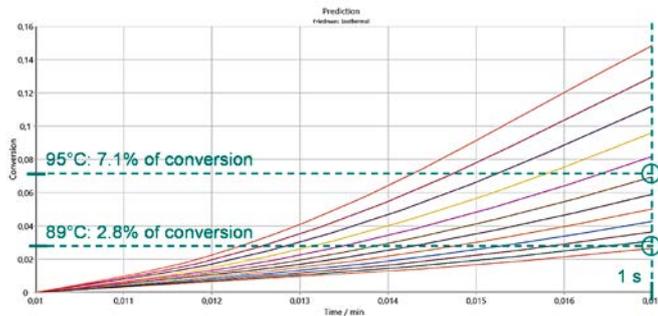
Batch: 65°C, 30min



HTST: 72°C, 15 s



Ultra Pasteurization, 89 - 100°C, 1 s



UHT: 138°C, 2 s

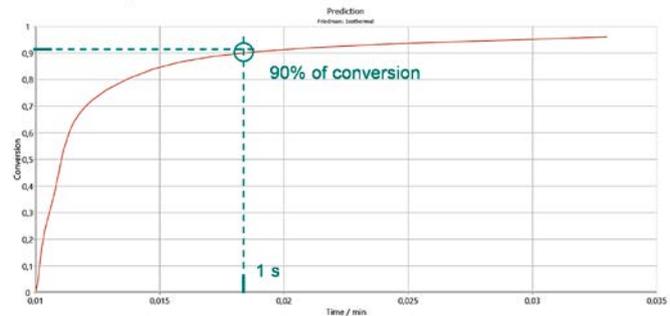


Abb. 6. Verschiedene Simulationsläufe basierend auf den Pasteurisierungsparametern in Tabelle 1 (Batch 65 °C, HTST, Ultra Pasteurisierung und UHT). Dargestellt sind die Konversionsraten in Abhängigkeit von der Behandlungszeit bei unterschiedlichen Pasteurisierungsregimen

Heizraten von 50 K/min führen zu einem deutlich größeren DSC-Signal als die betrachteten niedrigeren Heizraten. Anhand dieser DSC-Signale konnte ein zeit- und temperaturabhängiges Modell für die Umsatzrate erstellt werden, das die Grundlage für die in Abbildung 6 dargestellten modellbasierten Simulationsläufe bildet.

Hier werden die Pasteurisierungsregime aus Tabelle 1 simuliert. Eine Chargen-Pasteurisierung bei 65 °C ergab eine Umsatzrate von ca. 90 % nach 3 min und 50 s – nur ein geringer Teil der erforderlichen 30 min. Eine Hochtemperatur-Kurzzeitpasteurisierung (HTST) bei 72 °C führte zu einem Umsatz von 27 % des Proteins nach der angestrebten Behandlungszeit von 15 s. Auch eine Ultra-Hochtemperaturbehandlung (UHT) bei 138 °C ergab eine übermäßig hohe Konversionsrate von 90 % nach 1 s Pasteurisierung.

Die Ultrapasteurisierung in einem Temperaturbereich von 89 °C bis 100 °C zeigte jedoch vielversprechende Ergebnisse. Nach einer Behandlungszeit von 1 s wurden beispielsweise bei 89 °C und 96 °C 2,8 % bzw. 7,1 % umgesetzt.

Um die Simulationen zu überprüfen, wurde ein berechnetes DSC-Signal auf Grundlage des in Abbildung 7 dargestellten Temperaturprofils mit einer realen Messkurve verglichen.

Zusammenfassung

Auf Grundlage dieser Ergebnisse konnte ein praktisches Verarbeitungsfenster für eine Kundenanlage gefunden werden, um das Hefeprotein der Protein-Distillery GmbH in der jeweiligen Anlage einschließlich des Wärmebehandlungsschritts einzusetzen.

Es war auch möglich, das Modell mit experimentellen Daten zu validieren. Als Beispiel zeigt Abbildung 7 ein Temperaturprofil (oben), modellbasierte Simulationsdaten (Mitte) und experimentelle DSC-Messungen. Die experimentellen Daten werden durch die modellbasierte Simulation gut beschrieben. Daher kann dieses Modell für den fraglichen Anwendungsbereich als gültig angesehen werden.

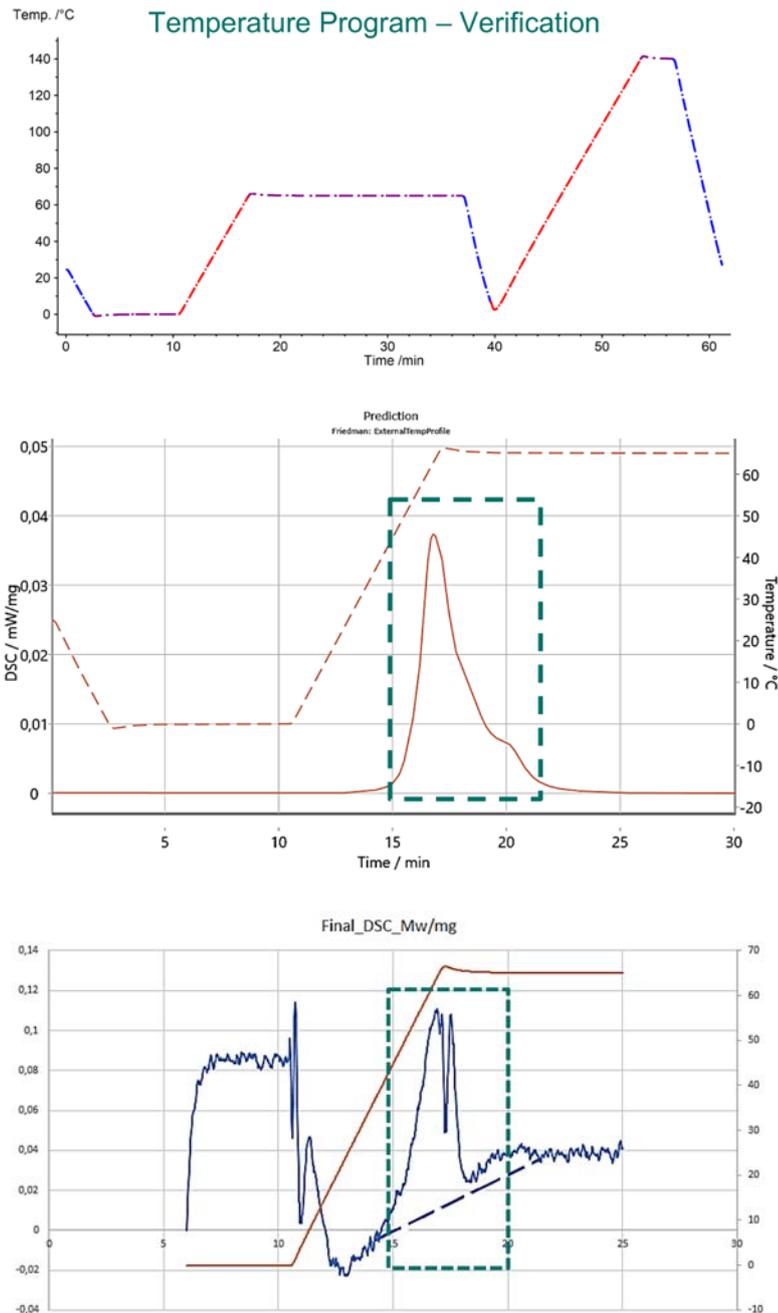


Abb. 7. Verifizierung des Kinetics Neo-Modells für den Hefepasteurierungsprozess. Oben: Temperaturprogramm für die Pasteurisierung. Mitte: Modellbasierte Vorhersage mit Kinetics Neo. Unten: DSC-Messdaten für den Denaturierungsprozess von Proteinen. Dargestellt ist das DSC-Signal in Abhängigkeit von der Prozesszeit bei Anwendung des gewählten Temperaturregimes.

Danksagung

Vielen Dank an Dr. Ligia de Souza (DSC/Rheologie), Claire Strasser (Rheologie) und Dr. Elena Moukhina (Kinetics Neo), NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb, für die Durchführung der Messungen und Auswertungen.

Der Autor



Prof. Dr. Tomas Kurz hat einen Abschluss in Brauerei- und Getränketechnologie an der Technischen Universität München. Nach seiner Promotion auf dem Gebiet der Bioverfahrenstechnik wurde er als Juniorprofessor für Lebensmittelverfahrenstechnik an die Technische Universität Berlin berufen. Er verfügt über umfangreiche Erfahrung in der Industrie als Forschungs- und Entwicklungsleiter mit den Schwerpunkten alternative Proteine, Fermentationsprozessentwicklung, Hydrokolloide und vegane Lebensmittelsysteme.

Als technischer Leiter einer Hydrokolloid-Produktionsanlage war er für die Planung, Wartung und Instandhaltung der Anlagen, die Personalführung und Produktion mit über 100 Mitarbeitern verantwortlich.

Als Produkt- und Betriebsleiter ist er für die Anwendungstechnik der hergestellten Produkte sowie für die Überführung der Prozesse vom Labor- in den Pilot- und Industriemaßstab zuständig.

NETZSCH ist Gewinner des German Design Award 2024 für ausgezeichnetes Produktdesign

Aileen Sammler, Content Marketing & Social Media



Abb. 1. Preisverleihung während der German Award Show in Frankfurt im Januar 2024

Getreu unserer *Maxime Proven Excellence* wurde der DSC 300 Caliris® Supreme & Select der "Gold Award" verliehen – die höchste Auszeichnung, die für herausragende, ganzheitliche und innovative Designleistungen vergeben wird!

Zusätzlich erhält unsere DMA 303 Eplexor® die begehrte Auszeichnung "Winner" für bestechende und beispielhafte Designleistungen!

Der German Design Award der Bundesrepublik Deutschland wird jährlich vom Rat für Formgebung, der höchsten Instanz für neue Entwicklungen in der deutschen Designwirtschaft, verliehen.

Er wurde 1953 auf Initiative des Deutschen Bundestages als Stiftung gegründet und unterstützt die Branche beständig in alle Fragen, die auf die Schaffung von Markenmehrwert durch Design ausgerichtet sind. Damit ist der Rat für Formgebung eines der weltweit führenden Kompetenzzentren für Kommunikation und Markenmanagement im Bereich Design.

Der Gewinner des German Design Award wird von einer unabhängigen internationalen Expertenjury aus Vertretern von Industrie, Hochschule und Design ermittelt. Die Auszeichnungen setzen internationale Maßstäbe für innovative Designentwicklungen und Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt.

Gemeinsam mit dem Produktdesign-Team von hoch^E – Designing Emotional Identity sind wir stolz darauf, gleich zwei Preise gewonnen zu haben!



Abb. 2. Unsere zwei Preisträger: DSC 300 Caliris® und DMA 303 Eplexor®

(Quelle: German Design Award | The award for excellent design ([german-design-award.com](https://www.german-design-award.com)))

Wie die NETZSCH-Toolkits zu einem besseren Materialverständnis beitragen

Claire Strasser, Applications Specialist Thermal Analysis and Rheology

Einleitung

Bei der Prüfung mit einem Rotationsrheometer wird das Material in der Regel zwischen zwei parallelen Platten oder zwischen einer Platte (untere Geometrie) und einem Kegel (obere Geometrie) platziert. Typische Messungen werden unterteilt in:

- Rotationsmessungen, bei denen die obere Geometrie mit definierter Geschwindigkeit rotiert, während die untere Platte nicht bewegt wird. Dabei bildet sich in der Probe eine laminare Strömung im Scherspalt. Das typische Ergebnis eines solchen Tests ist die Scherviskosität, d.h. der Fließwiderstand eines Materials in Abhängigkeit von der Scherrate.
- Oszillationsmessungen, bei denen die obere Geometrie bei definierter Frequenz und Scherdeformation oszilliert. Auf diese Weise können die viskoelastischen Eigenschaften der Probe, d.h. ihr Verhalten vor dem Fließen quantifiziert werden.

Neben den vielen wählbaren Parametern (Geometrietyp, Messspalt, Temperatur, Scherrate, Scherdeformation usw.) können die Messungen stark von der Probenstruktur und der Probenvorbereitung abhängen. Stabilität, thixotropes Verhalten und das Vorhandensein einer Fließgrenze sind alles Faktoren, die für das richtige Verständnis der resultierenden rheologischen Kurven berücksichtigt werden müssen.

Die Mess- und Auswertesoftware rSpace enthält Toolkits für typische Viskositäts- und Oszillationstests. Diese Toolkits sind Methoden mit kurzen Erklärungen. Sie enthalten leicht verständliche, mit Bildern illustrierte Schritte, so dass auch Anfänger auf dem Gebiet der

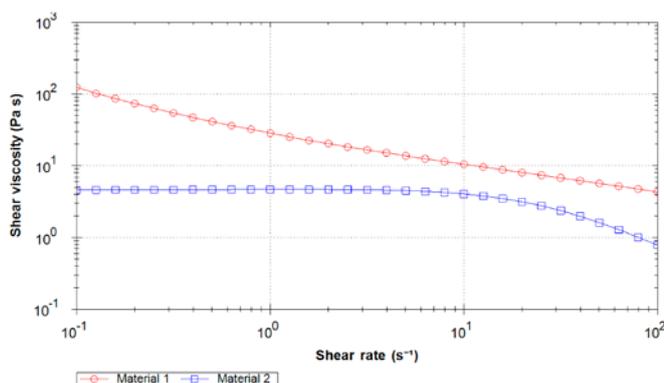


Abb. 1. Zeitabhängige Scherviskositätskurven von Duschgel 1 (rot, Kreise) und 2 (blau, Quadrate), erhalten mit Toolkit_V001

Rheologie ihre ersten Messungen problemlos durchführen können.

Im Folgenden wird gezeigt, wie die Viskositäts-Toolkits eingesetzt werden, um auf einfachste Weise ein erstes Screening des Fließverhaltens der Proben zu erhalten.

Toolkit_V001: Scherviskositätskurve

Die Scherviskositätskurve eines Materials, d.h. die Abhängigkeit der Viskosität von der Scherrate bei einer definierten Temperatur, gibt einen ersten Einblick in das Fließverhalten einer Probe. Das rSpace Toolkit_V001 (Scherratentabelle) beschreibt die Methode für diese Art von Test. Mit den Standardparametern startet die Prüfung bei einer Gleichgewichtszeit von fünf Minuten bei der definierten Prüftemperatur. Während dieser Zeit wird die Probe in ein thermisches Gleichgewicht gebracht, bei dem sich die Struktur zusätzlich von den intrinsischen Spannungen erholt, die während der Probenvorbereitung aufgetreten sind (Aufbringen auf die untere Platte; Zusammendrücken, während die obere Geometrie abgesenkt wird, um den Messspalt zu erreichen). Nach der Gleichgewichtseinstellung beginnt die Prüfung.

In Abbildung 1 ist ein Beispiel für die resultierende Scherviskositätskurve an zwei Duschgelen dargestellt. Hier sind beide Produkte scherverdünnend ab einer Scherrate von 10 s^{-1} , d. h., die Scherviskosität nimmt mit zunehmender Scherrate ab.

Bei niedrigen Scherraten ist das Verhalten unterschiedlich. Während die Scherviskosität von Material 1 mit abnehmender Scherrate gegen unendlich geht (rote Kurve), erreicht sie bei Material 2 einen konstanten Wert (Plateau der Null-Scherviskosität; blaue Kurve). Dies deutet auf ein unterschiedliches Verhalten im Ruhezustand hin. Material 1 ist ein viskoelastischer Festkörper mit Fließgrenze und guter Langzeitstabilität; Material 2 ist eine viskoelastische Flüssigkeit mit guten Nivelliereigenschaften.

Toolkit_V002: Thixotropie-Test

Die Thixotropie eines scherverdünnenden Materials hängt mit der Zeit zusammen, die die Struktur benötigt, um sich nach dem prozessbedingten Zusammenbruch zu erholen. Je mehr Zeit die Probenstruktur benötigt, um sich zu erholen, desto thixotroper ist sie. Eine typische alltägliche

TIPPS & TRICKS

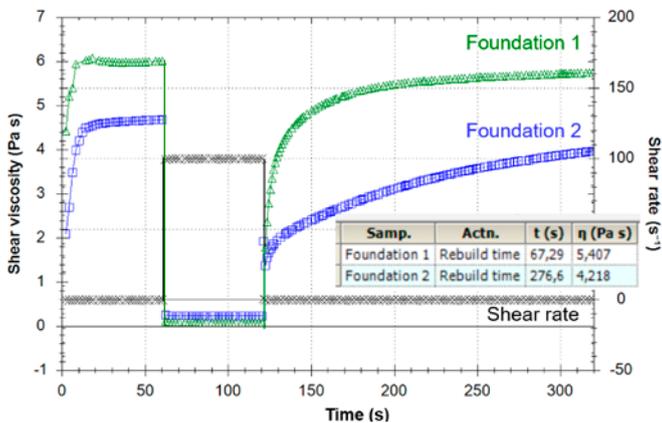


Abb. 2. Thixotropie-Test an zwei unterschiedlichen Foundations

Anwendung, die dies veranschaulicht, ist das nicht-thixotrope Verhalten von Zahnpasta: Sobald sie aus der Tube gedrückt wird, erholt sich die Struktur sofort, so dass sie nicht auf der Zahnbürste verläuft.

Mit dem Thixotropie-Test-Toolkits kann das thixotrope Verhalten von Materialien getestet werden. Es wurde für die in Abb. 2 gezeigten Messungen verwendet, bei denen das thixotrope Verhalten zweier Foundations verglichen wurde. Bei jedem Versuch wurde eine 3-stufige Sequenz angewandt, bestehend aus:

- Schritt mit niedriger Scherrate ($0,1 \text{ s}^{-1}$), um das Verhalten der Probe im Ruhezustand zu simulieren. In diesem Fall hat Foundation 1 eine höhere Scherviskosität als Foundation 2 und wird wahrscheinlich bessere "Stand-up"-Eigenschaften aufweisen
- Schritt mit hoher Scherrate (100 s^{-1}), um den Abbau der Probenstruktur während der Verarbeitung zu simulieren. Beide Produkte sind scherverdünnend, weil die Scherviskosität abnimmt.

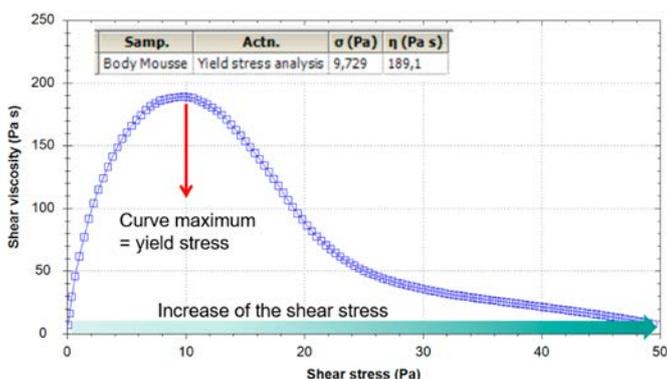


Abb. 3. Analyse der Fließgrenze einer Körpermousse; Geometrie: Flügelrührer: 25 mm; Spalt: 1 mm; Temperatur: 25°C; Schubspannung: 1 bis 50 Pa

- Schritt mit niedriger Scherrate (gleiche Scherrate wie in Schritt 1), In diesem Schritt wird die Erholung des Materials verglichen, d.h. die Zeit, die benötigt wird, um die ursprüngliche Viskosität zu erreichen. Foundation 2 ist thixotroper als Foundation 1 und benötigt mehr Zeit, um sich zu erholen (277 s gegenüber 67 s). Die Erholungszeit (hier: Zeit bis zum Erreichen von 90 % der Ausgangsviskosität) wird nach der Messung automatisch ermittelt und angezeigt.

Toolkit_V003: Fließgrenzetest

Die Fließgrenze ist die Schubspannung, oberhalb der ein Werkstoff zum Fließen übergeht. Während der Messung wird eine lineare Schubspannungsrampe vorgegeben.

Abbildung 3 zeigt eine typische Kurve einer Analyse der Fließgrenze. Zu Beginn der Prüfung verformt sich das Material elastisch, und die Viskosität scheint zuzunehmen. Es ist zu beachten, dass die bei diesem Versuch gemessene Viskosität im Gegensatz zu den in Toolkit_V001 gemessenen Werten nicht zeitunabhängig ist. Beim Peakmaximum bricht die Struktur zusammen, und die Probe beginnt zu fließen. Das bedeutet, dass die außen wirkenden Kräfte größer sind als die inneren Strukturkräfte. Dies ist die Fließgrenze, auch als Yield Point oder Yield Value bezeichnet. Die Ergebnisse werden am Ende der Messung automatisch ermittelt.

Zusammenfassung

Die rSpace-Software mit ihren Toolkits begleitet den noch wenig erfahrenen Rheologen bei der Probenbeladung und schlägt gleichzeitig Parameter für typische Versuche vor. Die Toolkits können beliebig modifiziert werden, sodass auch erfahrene Anwender in der Lage sind, eigene Methoden zu schreiben, auch inkl. automatischer Analyse und Auswerteroutinen.

Hier erhalten Sie einen Überblick über typische Viskosimetrie-Versuche und mögliche Ergebnisse:



NETZSCH

Proven Excellence.

Impressum

Herausgeber
NETZSCH-Gerätebau GmbH
Wittelsbacherstraße 42
95100 Selb
Deutschland
Tel.: +49 9287 881-0
Fax: +49 9287 881-505
at@netzsch.com
www.netzsch.com

Redaktion
Dr. Gabriele Kaiser, Doris Forst,
Dr. Ekkehard Füglein, Dr. Elisabeth
Kapsch, Philipp Köppe, Aileen Sammler,
Dr. Ligia Elena de Souza

Layout
Doris Forst

Übersetzungen
Doris Forst, Nicole Unnasch

Copyright
NETZSCH-Gerätebau GmbH, 06/24