

Biokraftstoffanalytik



Qualitätssicherung von Biokraftstoffen



Metrohm ...

- ist der Weltmarktführer im Bereich Titration
- bietet neben sämtlichen Methoden der Ionenanalytik – Titration, Voltammetrie und Ionenchromatographie – ein komplettes Portfolio für die NIR- und Raman-Analytik
- ist ein Schweizer Unternehmen und produziert ausschliesslich in der Schweiz
- gewährt 3 Jahre Garantie auf Geräte und 10 Jahre auf chemische Suppressoren für die Anionenchromatographie
- unterstützt Sie bei Fragen mit einzigartigem Applikations-Know-how
- stellt Ihnen kostenlos über 1800 Applikationen zur Verfügung
- unterstützt Sie weltweit mit zuverlässigem Vor-Ort-Service
- ist nicht an der Börse notiert, sondern im Besitz einer gemeinnützigen Stiftung
- gibt einer nachhaltigen, den Interessen von Kunden und Mitarbeitern verpflichteten Unternehmensführung Vorrang vor einer Maximierung der Rendite

Metrohm – massgeschneiderte Analytik für die Biokraftstoffindustrie

Eine Branche mit hohen Anforderungen

Ein nachhaltiger Umgang mit Biokraftstoffen setzt – von der Rohstoffauswahl über die Prozessoptimierung bis hin zum normkonformen Endprodukt – den Einsatz von zuverlässigen und präzisen Analysemethoden voraus.

Als führender Hersteller von Geräten für die chemische Analytik wissen wir um diese Herausforderungen. Wir bieten Ihnen modernste Geräte und Systeme, mit denen Sie die Qualität verschiedenster Biokraftstoffprodukte und deren Mischungen mit fossilen Kraftstoffen mit der geforderten Genauigkeit überwachen und optimieren können – im Labor sowie in der Atline- und Online-Prozessumgebung.

Auf unser Know-how können Sie zählen

Metrohm bietet Ihnen nicht nur modernste Geräte, sondern komplette Lösungen für ganz konkrete Aufgaben. Ihre Ansprechpartner bei uns sind erfahrene Spezialisten, die massgeschneiderte Applikationen für Sie entwickeln und Sie mit erstklassigen Serviceleistungen unterstützen.

Entdecken Sie auf den folgenden Seiten, welche Lösungen Metrohm der Biokraftstoffbranche und ganz speziell Ihnen zur Gewährleistung der Qualität und Sicherheit Ihrer Produkte bietet. Fordern Sie uns!



Qualitätssicherung von Biokraftstoffen

04

Starkes Interesse an biogenen Treibstoffen

Das Interesse an Biokraftstoffen aus erneuerbaren Quellen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Gründe dafür sind die Verknappung der Erdölreserven und die gleichzeitig steigende Nachfrage nach Mineralöl sowie die mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe verbundenen Umweltprobleme. Neben einer neutralen CO₂-Bilanz zeichnen sich biogene Kraftstoffe im allgemeinen durch eine sehr gute mikrobiologische Abbaubarkeit aus, weshalb sie sich zum Einsatz in ökologisch empfindlichen Bereichen eignen. Zudem können alternative Brennstoffe meist lokal hergestellt werden und verringern dadurch die Abhängigkeit von importierten Rohstoffen.

Biodiesel- und Bioethanolherstellung

Zur Herstellung von Biodiesel werden meist Pflanzenöl oder auch Fette tierischen Ursprungs verwendet. In einer säure-, base- oder enzymkatalysierten Reaktion werden die Triglyceride des Öls oder Fettes mit Methanol zu Fettsäuremethylestern (fatty acid methyl ester, FAME), die allgemein auch als Biodiesel bezeichnet werden, umgeestert.

Bioethanol dagegen wird aus Produkten hergestellt, die Zucker oder Stärke enthalten. Die mikrobielle Fermentation der in der Biomasse enthaltenen Zucker mit Hilfe von

Hefekulturen ist eine seit langem etablierte und kommerziell auf breiter Basis eingesetzte Technologie. Als grosser Hoffnungsträger gilt der bisher nur in Pilotanlagen aus lignocellulosehaltigen Reststoffen hergestellte Cellulose-Ethanol, der sich durch eine besonders günstige Treibhausgasbilanz auszeichnet.

Hohe Qualitätsstandards

Ein zu hoher Gehalt an Wasser, Alkali- oder Erdalkali- sowie Sulfat- und Chloridionen wirkt sich negativ auf die Kraftstoffqualität aus und kann zu Schäden im Kraftstoffsystem des Fahrzeugs führen. Bei Biokraftstoffen auf Fettsäurebasis besteht bei höheren Temperaturen, bei Abwesenheit von Antioxidantien oder bei Anwesenheit von Buntmetallen ein erhöhtes Polymerisationsrisiko. Mit dem Ziel, diese Probleme zu vermeiden, entwickelten Biokraftstoff- und Fahrzeughersteller Qualitätsstandards, in denen Prüfverfahren und Qualitätsparameter für Biokraftstoffe festgelegt sind.

Zahlreiche der in internationalen Normen vorgeschriebenen Prüfverfahren lassen sich mit Metrohm-Geräten und Metrohm-Applikationsmethoden durchführen.



Ausgewählte Normen aus dem Bereich der Biokraftstoffanalytik

Mindestanforderungen und Prüfverfahren

Für die Qualitätskontrolle der (Bio-)Kraftstoffe gelten Normen, die Mindestanforderungen in Form von Grenzwerten für Fremdstoffe und anzuwendende Prüfverfahren festlegen. Metrohm-Geräte erfüllen die nachfolgend zur Über-

prüfung der Grenzwerte vorgeschriebenen Prüfverfahren. Ist für die Überwachung der Grenzwerte ein alternatives Prüfverfahren angegeben, so ist dies durch das Symbol «√» gekennzeichnet.

Biodiesel

Biodiesel kommt als Reinkraftstoff und Beimischung zu fossilen Kraftstoffen in den Handel. Die Mindestanforderungen sind in den Spezifikationen EN 14214 (Reinkraftstoff und Beimischung) und ASTM D6751 (nur Beimischung) festgelegt. Die EN 14213 beschreibt die Mindest-

anforderungen für als Heizöl eingesetzten Biodiesel. EN 590 gilt für Dieselmotoren, die bis zu 7 % Biodiesel, die ASTM D7467 für solche, die zwischen 6 und 20 % Biodiesel enthalten.

Prüfverfahren	Anforderungen und Prüfverfahren			Methode	Seite	
	EN 14214 EN 14213	ASTM D6751 ASTM D7467	EN 590			
Säurezahl	EN 14104	ASTM D664	–	Titration	7	
Iodzahl	EN 14111	–	–	Titration		
Wassergehalt	EN ISO 12937	√	EN ISO 12937	KFT _{coulometrisch}	10	
Oxidationsstabilität	EN 15751 (EN 14112)	EN 15751 (EN 14112)	EN 15751 ^a	EN 16568 ^b	Oxidationsstabilität	12
Freies und gesamtes Glycerol	√	ASTM D7591	–	Ionenchromatographie	14	
Alkali- und Erdalkalimetalle	√	√	–	Ionenchromatographie	15	
Antioxidantien	empfohlen	empfohlen	empfohlen	Ionenchromatographie	15	
Schwefelgehalt	√	√	√	CIC	18	

KFT = Karl-Fischer-Titration, CIC = Combustion Ion Chromatography

^aGilt für reinen Biodiesel und Beimischungen, die mindestens 2 % (v/v) Biodiesel enthalten.

^bAlterung der Probe erfolgt bei 120 °C und nicht bei 110 °C wie im Fall der EN 15751

Bioethanol

Die Mindestanforderungen für Bioethanol als Blendkomponente in Ottokraftstoffen sind in den Spezifikationen

EN 15376 und ASTM D4806 dokumentiert. Die ASTM D5798 bezieht sich auf die Ethanol-Benzin-Gemische E75–E85.

Prüfverfahren	Anforderungen und Prüfverfahren		Methode	Seite
	EN 15376	ASTM D4806 ASTM D5798		
pH _s -Wert	EN 15490	ASTM D6423	pH _s -Wert	6
Leitfähigkeit	DIN 51627-4	–	Leitfähigkeit	
Gesamtsäurezahl und Acidität	EN 15491	ASTM D1613	Titration	8
Anorganischer Chloridgehalt	EN 15484	ASTM D512	Titration	
Gesamter anorganischer Sulfatgehalt	–	ASTM D7318	Titration	
Wassergehalt	EN 15489	ASTM E1064 ASTM E203	KFT _{coulometrisch} KFT _{volumetrisch}	11
Anorganischer Chlorgehalt	EN 15492	ASTM D7319 ASTM D7328	Ionenchromatographie	16
Gesamter und potentieller anorganischer Sulfatgehalt	EN 15492	ASTM D7319 ASTM D7328	Ionenchromatographie	16
Schwefelgehalt	√	√	CIC	18
Kupfergehalt	√	√	Voltammetrie	20

KFT = Karl-Fischer-Titration, CIC = Combustion Ion Chromatography

Weitere normkonforme Prüfmethoden für den Kraftstoffbereich finden Sie in der Broschüre «Petrochemische Analytik» (8.000.5143DE)

pH_e-Wert und Leitfähigkeitsmessung

06

Bioethanol

pH_e-Wert

Zur Messung des pH_e-Wertes in organischen Lösungsmitteln wird eine kombinierte pH-Glaselektrode mit Schliffdiaphragma empfohlen. Da die pH_e-Bestimmung gemäss der ASTM D6423 und EN 15490 zeitkontrolliert verläuft, ist eine schnelle Ansprechzeit des Sensors erforderlich. Die EtOH-Trode mit Spezial-Membranglas und sehr präzisiertem Schliffdiaphragma ist speziell für die pH_e-Messung in Biokraftstoffen geeignet. Das Double-Junction-System erlaubt die freie Wahl des Elektrolyten (zum Beispiel 3 mol/L KCl in ASTM D6423 und 1 mol/L LiCl in EN 15490). Das zur Messung verwendete pH-Meter sollte unter anderem folgende GLP-Funktionen besitzen:

- 3-Punkt-Kalibrierung mit automatischer Puffererkennung
- Temperaturkompensation
- Kalibrierdatenüberwachung
- Automatische Messwerterfassung
- Resultatspeicher mit Identifikation

Das Labor-pH-Meter 827 pH lab und das handliche, batteriebetriebene 826 pH mobile bieten all diese Funktionen bei höchst komfortabler Bedienung.

Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein wichtiger analytischer Summenparameter zur Erfassung und Kontrolle von korrosiven ionischen Bestandteilen in Ethanol und Ethanolkraftstoff. Aufgrund der in nichtwässrigen Systemen deutlich geringeren Leitfähigkeit sind sehr empfindliche Messsysteme erforderlich. Die Leitfähigkeitsmesszelle aus Edelstahl (6.0916.040) mit Pt-1000-Temperaturfühler ist in Verbindung mit dem flexiblen 856 Conductivity Module gemäss DIN 51627-4 hervorragend für diese Applikation geeignet.



Die Elektrode zur pH_e-Messung in Ethanol



Das Labor-pH-Meter 827 pH lab



Titration

Biodiesel

Säurezahl

Die Säurezahl ist ein Summenparameter für alle sauren Komponenten und gleichzeitig ein Mass für die Langzeitstabilität und die Aggressivität des Biokraftstoffs. Je geringer ihr Wert, desto höher ist die Qualität. Die Norm EN 14104 schreibt zur Bestimmung der Säurezahl eine nichtwässrige potentiometrische Säure-Base-Titration vor. Dazu wird die Probe in einem Bioethanol/Ethylether-Gemisch gelöst und mit in 2-Propanol gelöster Kalilauge (0.1 mol/L) titriert.

Da organische Lösungsmittel zu verwenden sind, sollten manuelle Arbeitsschritte auf ein Minimum reduziert werden. Der Titrande erlaubt mit seiner Platz sparenden Dosino-Technologie eine vollautomatische und sichere Zugabe des Lösungsmittels. Die Solvotrode, eine hervorragend abgeschirmte kombinierte pH-Glaselektrode, wurde speziell für nichtwässrige Titrationen entwickelt. Das lösliche Schliffdiaphragma garantiert stabile Potentiale und ist leicht zu reinigen. Besonders bequem, schnell und präzise verläuft die Bestimmung der Säurezahl mithilfe des vollautomatischen Analysesystems MATi 02.

Iodzahl

Die Iodzahl ist ein Mass für die Anzahl der Doppelbindungen in einer Probe. Sie gibt an, welche Menge Iod (in g/100 g Probe) unter gegebenen Bedingungen an die Probe addiert werden kann. Die Bestimmung der Iodzahl ist in der europäischen Norm EN 14111 für Fettsäuren und Biodiesel geregelt.

Ein Aliquot der zu analysierenden Fettsäuren oder Fettsäuremethylester wird in einem Cyclohexan/Eisessig-Gemisch gelöst und mit Wijs-Reagenz versetzt. Nach einer definierten Zeit erfolgt die Zugabe von Kaliumiodid und Wasser. Anschliessend titriert man das freigesetzte elementare Iod mit Natriumthiosulfatlösung. EN 14111 erlaubt sowohl eine optische (mit Stärkelösung als Indikator) als auch die potentiometrische Endpunktsbestimmung.



Bioethanol

Chlorid

Der Chloridgehalt in Bioethanoltriebstoffen ist Gegenstand der ASTM D512. Die Quantifizierung kann durch merkurimetrische oder argentometrische Titration oder aber durch direkte Bestimmung mit einer Cl-selektiven Elektrode erfolgen. Die Argentometrie (Titration mit Silbernitrat) ist aufgrund der Umweltvorteile und der sehr hohen Präzision die Methode der Wahl. Ein definiertes Probenvolumen wird in die Titrierzelle pipettiert, mit 5 mL Salpetersäure (2 mol/L) versetzt und anschliessend mit Silbernitratlösung (0.01 mol/L) titriert. Entsprechend beschreibt die EN 15484 in EN 15376 die potentiometrische Titration von anorganischen Chloriden mit einer 0.1 mol/L Silbernitratlösung nach Aufnahme des Eindampfrückstands in deionisiertem Wasser.

Acidität und Gesamtsäuregehalt

Die Normen ASTM D4806 und ASTM D5798 sowie EN 15376 regeln den maximal zulässigen Säuregehalt in Bioethanol. Die beiden darin stipulierten Prüfverfahren (ASTM D1613, EN 15491) schreiben eine Säure-Base-Titration mit visueller Indikator-Endpunktserkennung vor.

Sulfat

Die potentiometrische Titration mit Bleinitrat unter Verwendung einer Pb-selektiven Elektrode ist eine bewährte Methode zur Sulfatbestimmung gemäss der ASTM D7318. Der pH-Wert der Probe wird mit Perchlorsäure auf pH 3–5 eingestellt und anschliessend das Sulfat mit Bleinitratlösung ausgefällt. Die Pb-selektive Elektrode detektiert den ersten Überschuss an Bleiionen am Äquivalenzpunkt.



Der Titrande – der Alleskönner in der potentiometrischen Titration

So unterschiedlich die potentiometrischen Applikationen für Biokraftstoff sind, so flexibel sollte auch Ihr Titrator sein. Kein anderes Titriersystem bietet mehr Flexibilität und Arbeitskomfort als der Titrande.

- Mit dem Touch Control oder **tiamo** – titration and more – ist die Bedienung ein Kinderspiel.
- Die platzsparende Dosino-Technologie mit umfangreichen Liquid-Handling-Funktionen vereinfacht die Probenvorbereitung und ermöglicht die automatische Vorbereitung beziehungsweise Entleerung der Büretten, ohne dass Sie selbst Hand anlegen müssen – also kein Hantieren mit organischen Lösungsmitteln mehr.
- Intelligente Dosiereinheiten und Elektroden schliessen Verwechslungen aus. Umfangreiche GLP-Funktionen garantieren sicheres und fehlerfreies Arbeiten.
- Der Titrande ist unglaublich flexibel – vom einfachen Stand-Alone-Titrator bis zum vollautomatischen Titrationssystem mit Probenwechsler, direkter Waageneinbindung und Barcodeleser.

09



Der Titrande bietet ein Höchstmass an Flexibilität und Bedienungskomfort.

Wasserbestimmung nach Karl Fischer

10

Die Präsenz von Wasser in Biokraftstoffen reduziert deren Heizwert und erhöht die Korrosionsrate.

Biodiesel

Wasser als Verunreinigung

Wasser hydrolysiert die Esterbindungen der Fettsäuremethylester und führt zur Bildung von Fettsäuren. Letztere bilden unter zusätzlichem NaOH-Verbrauch Seifen, welche die spätere Abtrennung des Glycerols erschweren. Biodiesel mit hohem Wassergehalt hat eine klar geringere Oxidationsstabilität. Je geringer letztere ist, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei längerer Lagerung Oxidationsprodukte entstehen. Diese können im Motorenbereich, insbesondere bei der Einspritzung, zu Störungen durch Ablagerungen führen.

Maximal zulässiger Wassergehalt

Um diese Beeinträchtigungen zu vermeiden, begrenzt die EN 14214 den Wassergehalt in Biodiesel auf 500 ppm. Das in der EN 14214 vorgeschriebene Prüfverfahren EN ISO 12937 «Mineralölerzeugnisse – Bestimmung des Wassergehaltes – Coulometrische Titration nach Karl Fischer» beschreibt eine schnelle und präzise Methode zur Bestimmung des Wassergehalts.

Coulometer und Titrande

Alle Coulometer von Metrohm erfüllen spielend alle von der Norm geforderten Spezifikationen und eignen sich hervorragend für diese Applikation. In den meisten Fällen kann die Probe direkt in die Reaktionslösung injiziert werden. Um die Löslichkeit der Proben zu verbessern, wird das KF-Reagenz mit Xylol (Dimethylbenzol) versetzt.

Karl-Fischer-Ofenmethode

Einige Biodieselskraftstoffe enthalten Additive, welche im Verlauf der coulometrischen Karl-Fischer-Direkttitration Nebenreaktionen eingehen können. In diesen Fällen empfiehlt Metrohm, die Biodieselprobe nicht direkt in die Reaktionslösung zu injizieren. Stattdessen sollte das im Biodiesel enthaltene Wasser in einem Karl-Fischer-Ofen ausgetrieben werden. Dazu eignet sich der 860 KF Thermo-Prep. Das Wasser wird bei 120 °C ausgetrieben und mittels Trägergasstrom (trockene Luft oder Inertgas) in die Titrierzelle eingeleitet. Mit dem 874 USB Oven Sample Processor oder 885 Compact Oven Sample Changer lässt sich dieser Prozess vollständig automatisieren.



Der 874 USB Oven Sample Processor mit 851 Titrande für die automatische Bestimmung des Wassergehaltes in ölhaltigen Proben. Nebenreaktionen in der KF-Coulometerzelle und Verunreinigungen derselben treten nicht mehr auf.



852 Titrande mit coulometrischer und volumetrischer Titrierzelle für Wassergehaltsbestimmungen im Spurenbereich



Bioethanol

Benzin-Alkohol-Gemische

Bioethanol wird in unterschiedlichen Anteilen mit Otto-kraftstoff gemischt, um sowohl den Benzinbedarf als auch die Umweltbelastung zu reduzieren. Das Benzin-Alkohol-Gemisch wird in den USA als Gasohol und in Brasilien als Gasolina Tipo C bezeichnet. In den USA sind die Mischungen E10 und E85, die jeweils 10 beziehungsweise 85% Bioethanol enthalten, verbreitet. In Brasilien liegt der Bioethanolanteil der meisten Mischungen zwischen 21 und 23 %.

Prüfverfahren

Die Normen ASTM E1064 «Standard Test Method for Water in Organic Liquids by Coulometric Karl Fischer Titration» und EN 15489 beschreiben die coulometrische Titration nach Karl Fischer zur Bestimmung des Wassergehalts. Für Wassergehalte > 2 % wird die volumetrische Titration als Prüfverfahren nach der Norm ASTM E203 empfohlen. Die volumetrischen KF-Titratoren von Metrohm erfüllen alle von der Norm geforderten Spezifikationen und eignen sich daher hervorragend für diese Applikation.



901 Titrando mit 900 Touch Control und 803 Ti Stand

Oxidationsstabilität

12

Biodiesel

Fettsäuremethylester werden aus einem meist aus Ölsaat gewonnenen Pflanzenöl durch die Umesterung mit Methanol hergestellt. Sowohl das Rohmaterial als auch der Biodiesel sind relativ wenig lagerstabil, da sie langsam vom Luftsauerstoff oxidiert werden. Die dabei entstehenden Substanzen können zu Schäden im Motor führen. Aus diesem Grund ist die Oxidationsstabilität ein wichtiges Qualitätskriterium für Pflanzenöle und Biodiesel und muss bei der Herstellung und Lagerung regelmässig kontrolliert werden.

Internationale Qualitätsstandards

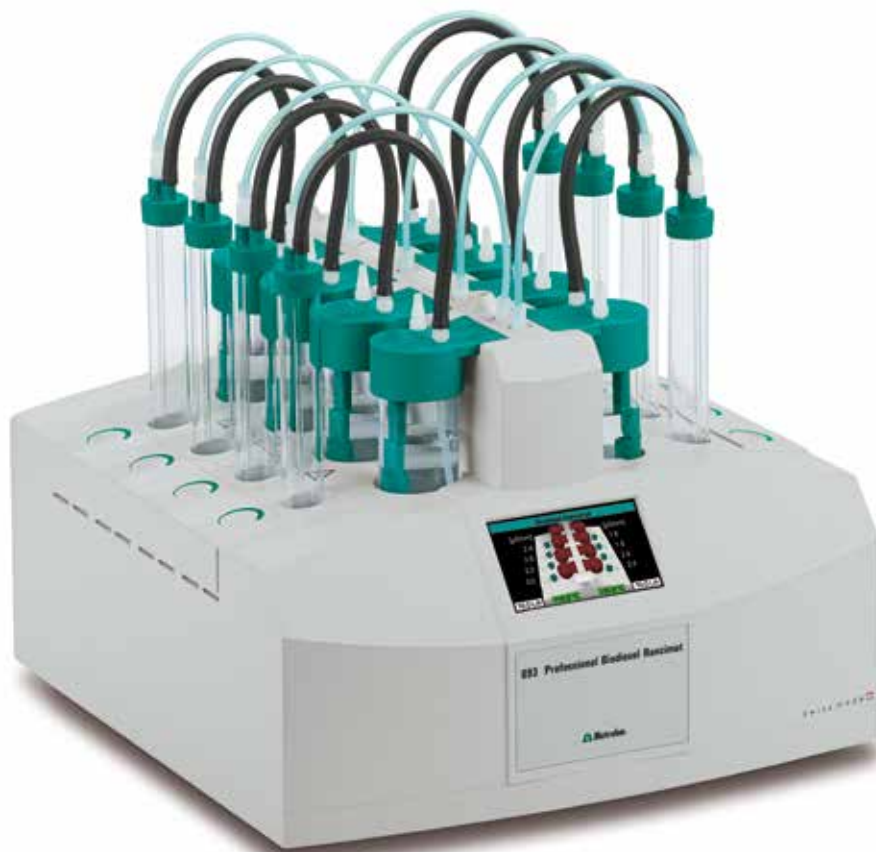
Die Oxidationsstabilität von Fettsäuremethylestern ist als Standardparameter, wie schon in der Übersicht auf Seite 5 dargestellt, in vielen Normen enthalten, welche die Mindestqualitätsstandards von Biodiesel definieren, der für den Einsatz als Kraftstoff oder Heizöl in den Handel kommt.

Messprinzip

Zur Bestimmung der Oxidationsstabilität wird die zu untersuchende Probe bei erhöhter Temperatur mit Luft durchströmt und so künstlich gealtert. Bei diesem Prozess werden die Fettsäuren durch Sauerstoff oxidiert, wobei sich neben unlöslichen polymeren Verbindungen leichtflüchtige organische Substanzen bilden. Letztere werden durch den Luftstrom ausgetrieben, in Wasser aufgefangen und dort mittels Leitfähigkeitsmessung detektiert. Die Zeit bis zur Bildung dieser Abbauprodukte wird als Induktionszeit oder Oil Stability Index (OSI) bezeichnet und charakterisiert die Widerstandsfähigkeit der Probe gegenüber oxidativen Alterungsprozessen.

893 Professional Biodiesel Rancimat

Mit Hilfe des modernen und PC-gesteuerten 893 Professional Biodiesel Rancimaten lässt sich die gleichzeitige Bestimmung der Oxidationsstabilität von Biodiesel und Biodieselmischungen in bis zu acht Proben komfortabel und zuverlässig durchführen. Des Weiteren ermöglicht das Gerät, die Wirksamkeit von Antioxidantien zu bestimmen.



Der 893 Professional Biodiesel Rancimat erlaubt die Bestimmung der Oxidationsstabilität gemäss zahlreicher internationaler Normen.



Starttasten am Gerät

Neben jeder Messposition befindet sich eine Taste, mit der die Bestimmung sofort nach dem Platzieren der Probe im Heizblock gestartet werden kann. Die Starttaste ist nach aussen vollständig dicht, so dass keine Flüssigkeiten wie Probe oder Wasser eindringen können.



Messgefäßdeckel mit integrierter Leitfähigkeitsmesszelle

Die Leitfähigkeitsmesszelle mit ihren elektrischen Anschlüssen ist in den Deckel des Messgefäßes integriert. Beim Aufsetzen des Deckels taucht die Zelle in das Wasser ein und befindet sich sofort in der richtigen Position. Gleichzeitig wird auch der elektrische Kontakt zur Messelektronik im Gerät hergestellt.



Moderne Software für Stabilitätsmessungen

StabNet ist die moderne und bedienerfreundliche Software zur Durchführung von Stabilitätsmessungen und zur Archivierung der Messdaten. StabNet zeichnet sich durch einfache Bedienbarkeit und Flexibilität aus.

Weitere Vorteile von StabNet

- Datenbank mit flexiblen Filter-, Sortier- und Statistikfunktionen
- Netzwerkfähig durch Client-Server-Funktionalität
- Erfüllt alle Anforderungen von FDA und GLP

Ionenchromatographie

14

Die moderne Ionenchromatographie (IC) ermöglicht die effiziente Trennung und Bestimmung anorganischer und niedermolekularer organischer Anionen und Kationen. Verschiedene Trennmechanismen und Detektionsarten sowie die Möglichkeit der Automatisierung und Probenvorbereitung machen die IC zu einer vielseitigen Analyse-methode in der Biokraftstoff- und Petroindustrie.

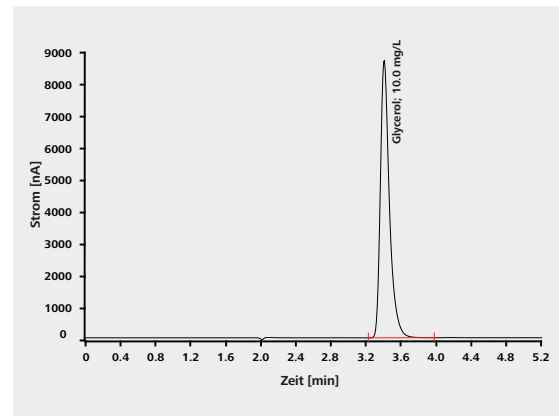
Biodiesel

Glycerol

Bei der Herstellung von Biodiesel aus Pflanzenölen und tierischen Fetten fallen nach Umesterung der Triglyceride freies und gebundenes Glycerol (Mono- und Diglyceride)

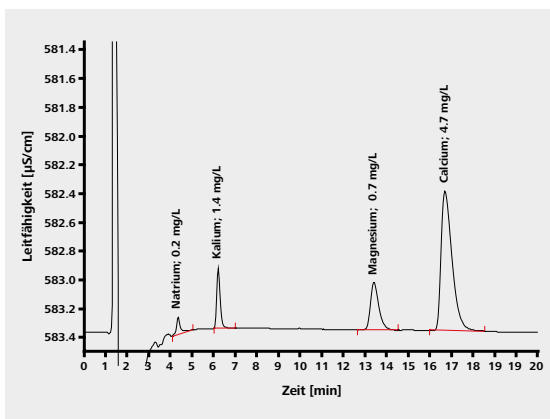
als Nebenprodukte an. Eine unvollständige Umesterung und/oder Glycerolabtrennung führt zu Glycerolverunreinigungen im Biodiesel, welche die Kraftstoffalterung beschleunigen und im Motor zu Ablagerungen und Filterverstopfungen führen. Für einen ordnungsgemässen Motorbetrieb begrenzen die amerikanische ASTM D6751 und die europäische EN 14214 den maximalen Gesamtglycerolgehalt (= freies und gebundenes Glycerol) auf 0.24 beziehungsweise 0.25 Volumenprozent. Der Nachweis des freien und gebundenen Glycerol gemäss der ASTM D7591 erfolgt mittels Ionenchromatographie und nachfolgender amperometrischer Detektion.

Glycerolbestimmung mittels gepulster amperometrischer Detektion; Säule: Metrosep Carb 2 - 150/4.0; Eluent: 100 mmol/L NaOH, 10 mmol/L Natriumacetat, 0.5 mL/min; Säulentemperatur: 30 °C, Probenvolumen: 20 µL



Alkali- und Erdalkalimetalle

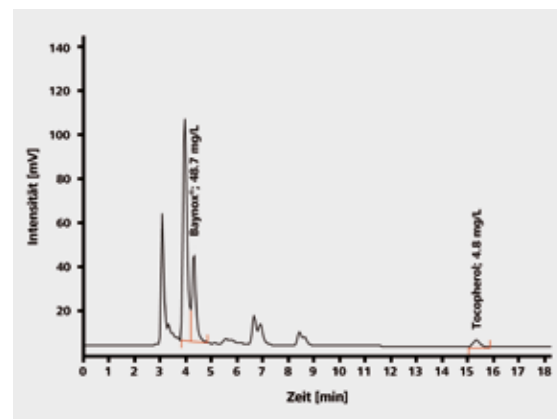
Während Natrium- und Kaliumverunreinigungen von den in der Umesterung eingesetzten Hydroxiden stammen, resultieren Calcium- und Magnesiumverunreinigungen meist aus der Verwendung des in der Biodieselwäsche zur Extraktion von wasserlöslichen Fremdstoffen wie Methanol und Glycerol eingesetzten Wassers. In höheren Konzentrationen führen diese Metalle im Motor zu Betriebsproblemen, weshalb ihr Gehalt im Kraftstoff durch internationale Spezifikationen reguliert wird. Sowohl die EN 14214 als auch die ASTM D6751 erlauben für die beiden Alkali- und Erdalkalimetalle jeweils eine maximale Gesamtkonzentration von 5 mg/kg.



Alkali- und Erdalkalimetalle in einer Biodieselprobe. Die Proben werden mit verdünnter Salpetersäure extrahiert, dialysiert und anschließend direkt in das IC-System injiziert. Die komplette Probenvorbereitung und Analyse erfolgt vollautomatisch. Säule: Metrosep C 4 - 150/4.0; Eluent: 2 mmol/L HNO₃ mit 10 % Aceton, 0.9 mL/min; Säulentemperatur: 30 °C; Probenvolumen: 10 µL

Antioxidantien

Die Oxidationsstabilität von Fettsäuren und den daraus synthetisierten Fettsäuremethylestern lässt sich durch Zugabe von Antioxidantien deutlich verbessern. Biodiesel auf der Basis von Rapsöl enthält dabei schon einen natürlichen Oxidationsschutz – das Vitamin E (d- α -Tocopherol). Zusätzlich wird dem Biodiesel ein dem Vitamin E strukturell nachempfundenes Baynox[®]-Produkt als Stabilisator zugesetzt. Beide Substanzen hemmen die Oxidation zu korrosiven Säuren und die Bildung von unlöslichen Polymeren und verhindern somit die Verstopfung der Einspritzdüsen. Antioxidantien werden im Rahmen der Qualitätskontrolle, insbesondere zur Überwachung und Bewertung der Lagerstabilität bestimmt. Die in Vitamin E und Baynox[®] vorhandenen Chromophoren erlauben eine empfindliche spektrophotometrische Detektion ohne vorherige Nachsäulenderivatisierung.



Eine mit 50 mg/L Baynox[®] und 5 mg/L d- α -Tocopherol aufgestockte Biodieselprobe. Zur besseren Löslichkeit wird dem Eluenten und den Analytlösungen Dichlormethan zugesetzt. Säule: Prontosil 120-5-C18; Eluent: 90% Acetonitril und 10 % Dichlormethan, 1 mL/min; Säulentemperatur: 35 °C; Wellenlänge: 220 nm; Probenvolumen: 10 µL; 1:1000 (w/w)



940 Professional IC Vario für die vollautomatische Kationanalyse mit Metrohm Inline-Extraktion und -Dialyse



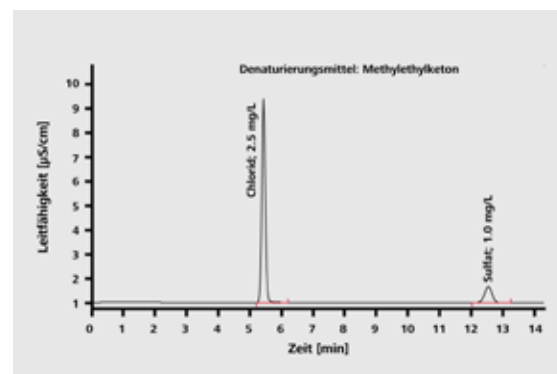
Bioethanol

Chlorid und Sulfat

Bioethanol wird entweder als Kraftstoff in Reinform oder als Beimischung zu fossilen Kraftstoffen verwendet. Verunreinigungen in Form von anorganischen Chlorid- und Sulfatsalzen sind korrosiv und führen zu Ablagerungen und Verstopfungen im Kraftstofffilter und den Einspritzdüsen. Die internationalen Ethanolpezifikationen EN 15376 und ASTM D4806 beziehungsweise ASTM D5798 reglementieren den Sulfat- und Chloridgehalt in Bioethanol und dessen Kraftstoffmischungen.

Gemäss der ASTM D7319 erfolgt die Bestimmung des Gesamtgehalts an anorganischem Chlorid und Sulfat nach Direktinjektion der Ethanolprobe und Trennung auf einer Anionenaustauschersäule mittels Leitfähigkeitsdetektion. Schwefelhaltige Spezies wie zum Beispiel Sulfite, Sulfide oder Thiosulfate lassen sich durch vorherige Wasserstoffperoxidzugabe zu Sulfat oxidieren und als potenziellen Sulfatgehalt quantifizieren. Das Analysensystem ist äusserst robust und garantiert selbst nach 1500 in Ringversuchen durchgeführten Bestimmungen eine hervorragende Vergleichs- und Wiederholpräzision.

Darüber hinaus existieren noch die in der ASTM D7328 und EN 15492 beschriebenen ionenchromatographischen Methoden: Vor der Injektion dampft man die denaturierte Ethanolprobe zur Trockne ein und nimmt sie zur Injektion mit 1-prozentiger Wasserstoffperoxidlösung (ASTM D7328) oder mit deionisiertem Wasser (EN 15492) auf.



Chromatogramm einer denaturierten Ethanolprobe mit 2.5 mg/L Chlorid- und 1 mg/L Sulfataufstockung; Säule: Metrosep A Supp 5 - 150/4.0; Eluent: 3.2 mmol/L Na_2CO_3 , 1 mmol/L NaHCO_3 , 0.7 mL/min; Säulentemperatur 35 °C; Probenvolumen 20 µL.

Cellulose-Ethanol

Kohlenhydrate und organische Säuren

Cellulose-Ethanol zählt zu den Biokraftstoffen der zweiten Generation und wird aus lignocellulosehaltigen Reststoffen wie Stroh, Holz und Bagasse in Pilotanlagen hergestellt. Es besitzt im Vergleich zu dem aus Stärke und Zuckerrohr hergestellten Bioethanol eine deutlich bessere CO₂-Bilanz. Des Weiteren stehen die zur Herstellung benötigten kostengünstigen Rohstoffe nicht mit der Lebensmittelproduktion in Konkurrenz. Allerdings muss die aus komplexen Zuckern zusammengesetzte Biomasse vor der eigentlichen Vergärung erst chemisch oder thermisch

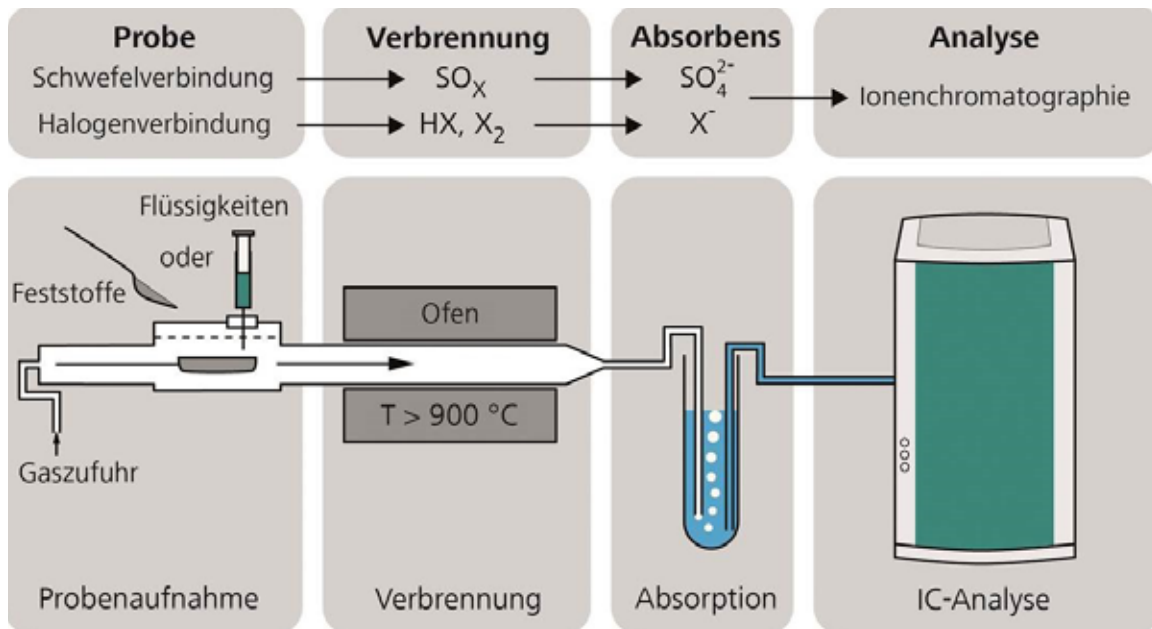
vorbehandelt und dann mittels spezieller Enzyme in fermentierbare Zucker umgewandelt werden. Bei der Vorbehandlung des Pflanzenmaterials entstehen häufig Fermentationsinhibitoren in Form von Kohlenhydraten und organischen Säuren (zum Beispiel Gluconsäure), welche die bei der anschließenden Fermentation eingesetzten Mikroorganismen schädigen. Die schnelle und empfindliche ionenchromatographische Bestimmung von organischen Säuren- und Kohlenhydraten liefert einen wichtigen Beitrag zur Optimierung des Fermentationsprozesses.



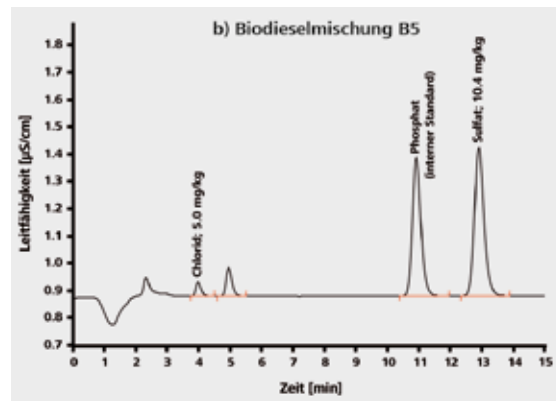
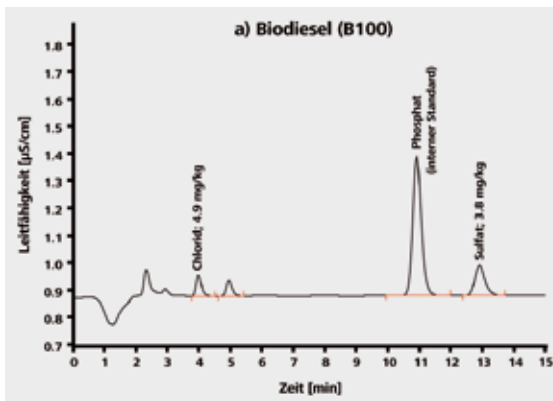
Kraftstoffblends Schwefelgehalt

Die Verbrennung schwefelhaltiger Kraftstoffe führt zur Emission von luftschädigenden Schwefeloxiden in die Atmosphäre. Darüber hinaus beeinträchtigen hohe Schwefelgehalte die Zündwilligkeit und Lagerstabilität von Kraftstoffen. Dies erfordert eine schnelle und zuverlässige Methode zur Bestimmung des Schwefelgehalts. Die Combustion IC kann durch die Kombination von Ver-

brennungsaufschluss (Pyrolyse) und anschließender Ionenchromatographie sowohl Schwefel- als auch Halogenverbindungen in sämtlichen brennbaren festen und flüssigen Matrices nachweisen. Sie lässt sich vollständig automatisieren und überzeugt durch einen hohen Probendurchsatz sowie eine exzellente Präzision und Richtigkeit.



Schwefel- und Halogenverbindungen werden im Verbrennungsaufschluss (Pyrolyse) in Schwefeldioxid beziehungsweise in Halogenwasserstoff und elementare Halogene umgewandelt. Diese gasförmigen Verbrennungsprodukte werden in eine oxidierende Absorptionslösung geleitet und mittels der nachfolgenden Ionenchromatographie als Sulfat und Halogenid nachgewiesen.



Bestimmung des Schwefel- und Chlorgehalts einer a) B100-Biodieselprobe und b) Biodieselmischung B5. Säule: Metrosep A Supp 5 - 150/4.0; Eluent: 3.2 mmol/L Na_2CO_3 , 1.0 mmol/L NaHCO_3 , 0.7 mL/min; Säulentemperatur: 30 °C; Probenvolumen: 100 μL , Absorptionslösung: 30 mg/L H_2O_2

Voltammetrie

20

Hohe Nachweisempfindlichkeit, niedrige Kosten

Die Voltammetrie ist eine elektrochemische Analyse-methode, die anhand einer Strom-Spannungs-Kurve Aus-sagen über Art und Menge der in einer gelösten Probe enthaltenen Stoffe gibt. Die Bedeutung der Voltammetrie beruht auf ihrer hohen Genauigkeit und Empfindlichkeit, der Möglichkeit der Speziationsanalyse und dem günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis.

Schwermetallionen als Verunreinigungen in Getränken können mittels Voltammetrie mit hoher Nachweisempfindlichkeit bestimmt werden. Da die organische Getränk-matrix die Schwermetalle teilweise komplexiert, müs-sen die Proben zunächst aufgeschlossen werden. Einige

organische Stoffe in Getränken, z.B. Vitamin C, Vitamine der B-Gruppe oder Chinin, lassen sich ebenfalls voltammet-risch bestimmen.

884 Professional VA

Das 884 Professional VA ist ein flexibles Messgerät für genaue und empfindliche voltammetrische und polaro-graphische Analysen. Durch Erweiterung des Geräts mit Dosinos und einem Probenwechsler lassen sich die Analysen einfach automatisieren. Die dazugehörige viva-Software erlaubt die individuelle Optimierung der Methoden.

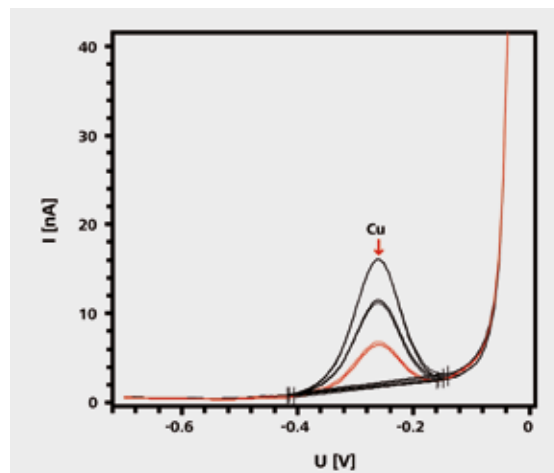




Bioethanol

Kupfer

Ethanol wird in zunehmendem Umfang als Mischkomponente für Benzin eingesetzt. Verunreinigungen können Probleme im Motor verursachen. Beispielsweise katalysieren Spuren von Kupfer die Oxidation von Kohlenwasserstoffen. Als Folge können sich polymere Verbindungen bilden, die zu Ablagerungen und Verstopfungen im Kraftstoffsystem führen. Die Spezifikationen EN 15376 und ASTM D4806 beschreiben die Mindestanforderungen für das dem Benzin zugemischte Ethanol und erlauben einen Kupfergehalt von 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Dagegen reguliert die Spezifikation ASTM D5798 den Kupfergehalt in den Ethanol-Benzin-Gemischen E75-E85 auf 70 $\mu\text{g}/\text{L}$. Mit Hilfe der Voltammetrie kann Kupfer ohne Probenvorbereitung in reinem Ethanol oder Ethanol-Benzin-Mischungen (E85, 85 % Ethanol + 15 % Benzin) im Bereich von 2 bis 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bestimmt werden.



Voltammetrische Bestimmung von Kupfer

Potentiostaten und Galvanostaten

22

Korrosionsbeständigkeit in Biokraftstoffen und Biokraftstoffgemischen

Die Korrosionsbeständigkeit von Lagertanks, Prozessleitungen und Pipelines ist eine wichtige materialtechnische Voraussetzung für die Lagerung und den Transport von Kraftstoffen. Insbesondere an den kraftstoffführenden Materialien können erhebliche Schäden durch Spannungsrisskorrosion (stress corrosion cracking, SCC) und mikrobiell induzierte Korrosion (microbial-induced corrosion, MIC) auftreten. Während das im Zusammenhang mit fossilen Kraftstoffen auftretende Korrosionsverhalten hinreichend untersucht und dokumentiert ist – wie zum Beispiel in der ASTM D7548 – stehen systematische Untersuchungen für die Biokraftstoffkorrosion noch weitgehend aus. Fest steht, dass aufgrund der verschiedenartigen chemischen und physikalischen Eigenschaften, fossile und biogene Kraftstoffe das Korrosionsverhalten in der Material-Kraftstoff-Grenzfläche unterschiedlich beeinflussen. Das Korrosionsverhalten wird allgemein durch das Korrosionspotential als elektrochemische Kennzahl beschrieben.

Biodiesel zeigt erhöhtes Korrosionspotential

Biodiesel besitzt eine höhere elektrische Leitfähigkeit und ist hygroskopischer als der konventionelle Dieselmotorkraftstoff. Dies bedingt bei längerer Lagerung eine verstärkte Wasseraufnahme, die wiederum zur Hydrolyse der Esterbindungen und somit zur Bildung freier Fettsäuren führt. Der pH-Wert sinkt und die für den Abbau verantwortliche mikrobiologische Aktivität steigt. Mit den biotischen Abbaureaktionen verändern sich auch die Eigenschaften des Biodiesels; insbesondere erhöht sich das Korrosionspotential in der Material-Kraftstoff-Grenzfläche.





Die Material-Kraftstoff-Grenzfläche (Substratum)

Elektrochemische Methoden bieten die Möglichkeit, die Korrosionsresistenz von diversen Werkstoffen in Kraftstoffen auf einfache und komfortable Weise zu bestimmen. Der Autolab PGSTAT100N Potentiostat/Galvanostat in Verbindung mit dem FRA2 Impedance Analyzer Module ist ein leistungsstarkes Analysensystem, welches eine Viel-

zahl von vorprogrammierten Methoden beinhaltet. So können die an der leitenden Material-Kraftstoff-Grenzfläche ablaufenden Korrosionsvorgänge mittels linearer Polarisation oder elektrochemischer Impedanzspektroskopie (EIS) effektiv erfasst werden.



Der Autolab PGSTAT100N – ein Potentiostat/Galvanostat für elektrochemische Bestimmungen (max. 100 V Kompensationsspannung) in Medien mit geringer Leitfähigkeit

Massgeschneiderte Prozesskontrolle

In der Biokraftstoffindustrie ist eine fortlaufende Kontrolle des Produktionsprozesses, der Produktqualität und der Zusammensetzung der Abwasserströme von grösster Bedeutung. Mit den Prozessanalytoren von Metrohm Process Analytics ist dies 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche möglich. Die Analytoren werden direkt vor Ort, so nah wie möglich beim Prozess eingesetzt und arbeiten ohne jeglichen Bedieneingriff. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie in einem Probenstrom einen einzelnen Parameter oder in komplexen Mehrfach-Probenströmen verschiedene Parameter gleichzeitig erfassen möchten – Metrohm Process Analytics bietet Ihnen in jedem Fall den geeigneten Online- oder Atline-Analysator.

Bewährte nasschemische Verfahren

Die Analytoren von Metrohm Process Analytics basieren auf nasschemischen Verfahren wie Titration, Kolorimetrie oder Messungen mit ionenselektiven Elektroden (ISE). Probennahme und Probenvorbereitung sind dabei mindestens ebenso wichtig wie die Analyse selbst. Metrohm Process Analytics verfügt in diesem Bereich über eine grosse Fachkompetenz und konfiguriert ein auf die jeweilige Applikation zugeschnittenes Probennahmesystem, zum Beispiel für die Entnahme von Proben aus Druckgefässen, das Filtrieren, Abscheiden, Kühlen oder Entgasen.

Netzwerkeinbindung

Sämtliche Online-Analysatoren von Metrohm Process Analytics sind mit digitalen und analogen Datenausgängen ausgestattet. Ergebnisse können beispielsweise via analoge 4–20 mA-Signale übertragen und Alarmer per digitale Ausgänge ausgelöst werden. Umgekehrt lassen sich digitale Eingänge für Remote-Start/Stop-Befehle verwenden.

Robustes Design

In den meisten Prozessumgebungen ist das IP66-NEMA4-Gehäuse ausreichend. Jedoch erfordern einige Anwendungen in der Biokraftstoffindustrie den Einsatz explosionsgeschützter Systeme. Der ADI 2045Ti Ex proof Analyzer ist gemäss der europäischen ATEX-Explosionsschutzrichtlinie in einer explosionsgeschützten Version aus Edelstahl für die Ex-Zonen I und II verfügbar.



Viele gängige Laborverfahren lassen sich, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen, leicht mit Hilfe der Online-Analysatoren realisieren.

Wassergehalt

Ein zu hoher Wassergehalt im Kraftstoff reduziert den Brennwert, begünstigt die Korrosion, fördert das bakterielle Wachstum und erhöht die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Oxidationsprodukten. Wie schon im Labor ist die Karl-Fischer-Titration, speziell die Coulometrie, die Methode der Wahl zur Online-Bestimmung des Wassergehalts in Biokraftstoffen. Analytoren von Metrohm Process Analytics erlauben deren Bestimmung sowohl in einem als auch mehreren Probenströmen.



ADI 2045Ti Process Analyzer für die coulometrische Bestimmung des Wassergehalts nach Karl Fischer

Kalium

Kaliumrückstände im Biodiesel stammen vom Katalysator und führen zu Ablagerungen im Kraftstoffinjektionssystem. Die Bestimmung erfolgt mit ionenselektiven Elektroden. Je nach geforderter Nachweisgrenze erfolgt die Bestimmung mit einem Alert Ion Analyzer oder mit dem mit hochauflösenden Kolbenbüretten ausgestatteten und damit präziseren Ion Analyzer ADI 2018.

Freie Fettsäuren (Free Fatty Acids, FFA)

Ein zu hoher Anteil an freien Fettsäuren begünstigt die Korrosion und führt in Verbindung mit dem Katalysator zur Seifenbildung. Des Weiteren deutet ein steigender Gehalt an freien Fettsäuren im Biodiesel meist auf die



Küvette für kolorimetrische Bestimmungen

durch eindringendes Wasser initiierte Hydrolyse der Fettsäuremethylester. Die FFA-Bestimmung dient zudem auch zur Eingangskontrolle der in der Umesterung eingesetzten Pflanzenöle. Die Bestimmung erfolgt im ADI 2045Ti Analyzer mittels kolorimetrischer oder im Fall starker Trübungen potentiometrischer Titration.

Gesamtphosphatgehalt

Phosphatkontaminationen im Biodiesel stammen von den in Pflanzenölen ubiquitär vorkommenden Phospholipiden und der Phosphorsäurezugabe während des Herstellungsprozesses. Nach UV-Aufschluss in Gegenwart von Schwefelsäure wird das entstehende ortho-Phosphat kolorimetrisch bestimmt. Die Kombination aus Aufschluss und kolorimetrischer Bestimmung ist nur im ADI 2045Ti Process Analyzer möglich.



ADI 2045Ti Process Analyzer für die Bestimmung des Gesamtphosphatgehalts



Metrohm Quality Service – Service, auf den Sie sich verlassen können

Sichere Messergebnisse – ein Geräteleben lang

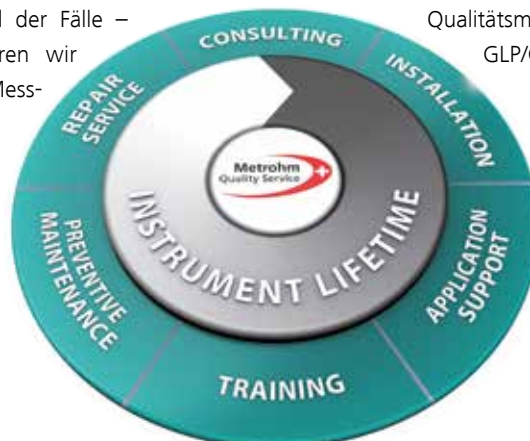
Die chemische Analytik begleitet die Biokraftstoffindustrie von der Auswahl der Rohstoffe über die spezifikationsgerechte Herstellung bis hin zur Qualitätskontrolle der Endprodukte. Wer im chemischen Labor Verantwortung für die Richtigkeit der Analysenergebnisse trägt, darf keine Kompromisse eingehen. Hier gilt: Fachmännisch installierte und in Betrieb genommene Systeme, die regelmässig gewartet werden, garantieren grösstmögliche Sicherheit.

Mit dem Leistungsangebot des Metrohm Quality Service sind Sie von Anfang an auf der sicheren Seite. Von der Installation über die Inbetriebnahme bis zur regelmässigen Wartung und – im Fall der Fälle – raschen Reparatur garantieren wir Ihnen präzise und richtige Messergebnisse.

Metrohm Compliance Service

Vertrauen Sie dem Metrohm Compliance Service, wenn es um die professionelle Erstqualifizierung Ihrer Analysegeräte geht. Durch die Installation Qualification/Operational Qualification (IQ/OQ) oder einer Certified Installation (CI) sparen Sie Zeit und Kosten, indem wir das System gemäss Ihren Anforderungen konfigurieren und für eine schnelle und professionelle Inbetriebnahme sorgen.

Ferner werden im Rahmen von Anwendereinweisungen die Grundlagen für eine sichere und fehlerfreie Bedienung vermittelt. Der Metrohm Compliance Service beinhaltet zudem eine vollständige Dokumentation und garantiert die Konformität mit den gängigen Anforderungen im Qualitätsmanagement, wie beispielsweise GLP/GMP und ISO.



Metrohm Quality Service

Der weltweite Metrohm Quality Service, insbesondere die planmässige und vorbeugende Wartung, verlängert die störungsfreie Lebens- und Betriebsdauer Ihrer Analysensysteme. Qualifizierte Servicetechniker mit Ausbildungsnachweis führen die Wartungsarbeiten durch. Sie

können zwischen verschiedenen Servicevertragstypen auswählen. Ein Vollservicevertrag beispielsweise bietet Ihnen optimale Sicherheit für ein sorgenfreies Arbeiten bei voller Kostenkontrolle und vollständig konformer Nachweisdokumentation.

Metrohm Quality Service	Kundennutzen
Metrohm Care Contracts	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Ausfallzeiten durch vorbeugende Wartung • Budgetkontrolle und Einsparungen durch kostenlose oder kostenreduzierte Ersatz- und Verbrauchsmaterialien • Garantierte Reaktionszeiten und rasche Problembeseitigung vor Ort • Dokumentierte Gerätezertifizierung als ideale Vorbereitung auf Audits
Metrohm Software Care	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Datensicherheit und maximale Systemperformance durch regelmässige und professionelle Softwarewartung
Metrohm Compliance Service	<ul style="list-style-type: none"> • Massgeschneiderte Dienstleistungen und Dokumentation zur analytischen Instrumentenqualifizierung (AIQ) • Professionelle Inbetriebnahme (IQ/OQ oder Certified Installation) sowie Requalifizierung bzw. Rezertifizierung durch speziell geschulte Mitarbeiter
Metrohm Remote Support	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Lösung von Software- und Applikationsfragen direkt am Arbeitsplatz
Metrohm Dosing Test	<ul style="list-style-type: none"> • Kalibrieren von Büretten (z. B. Dosier- und Wechseinheiten) mit Zertifikatserstellung • Genaue Messergebnisse • Nachweisdokumentation zur Einhaltung von Vorschriften und für problemlose Audits
Metrohm Repair Service	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Wiederverfügbarkeit der Geräte dank dezentraler, weltweiter Reparaturwerkstätten und einer Zentralwerkstatt beim Hersteller • Nachhaltiger Reparaturserfolg durch hochqualifizierte Servicetechniker • Schnelle Problemlösung und Minimierung von Stillstandzeiten durch Notfalldienste und Expressreparaturen vor Ort
Metrohm Spare Parts	<ul style="list-style-type: none"> • Weltweit verfügbare, von Metrohm in der Schweiz produzierte Originalersatzteile • Kurze Lieferzeiten durch Lagerhaltung in lokalen Vertretungen • Investitionssicherheit durch zehnjährige Ersatzteilgarantie nach Produktionsende
Metrohm Application Support	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenloser Zugriff auf den Metrohm Application Finder (www.metrohm.com/en/applications/) mit mehr als 1800 Applikationen (Application Bulletins, Application Notes, Monographien, technische Poster und Fachartikel) • Schnelle und professionelle Lösung aller anfallenden Anwendungsfragen durch persönliche Beratung unserer Spezialisten per E-Mail, Telefon oder Remote Support • Unterstützung bei der Lösung komplexer Analysenprobleme sowie Methodenoptimierung vor Ort oder in unseren Applikationslabors
Metrohm Training Programs	<ul style="list-style-type: none"> • Basis- und Expertenschulungen in den lokalen Vertretungen, in der Metrohm Academy oder aber direkt vor Ort • Effiziente und sichere Anwendung aller Analysemethoden sowie Ergebnissicherheit durch kompetent geschulte Anwender • Schulungsnachweise und Zertifikate für problemlose Audits

Bestellinformationen

28

pH-Wert und Leitfähigkeitsmessung

pH_s-Wert in Bioethanol

2.827.0X1X	827 ph lab mit Primatrode oder Unitrode
2.826.0010	826 pH mobile
6.0269.100	EtOH-Trode
6.2104.020	Elektrodenkabel

Leitfähigkeit in Bioethanol

2.856.0110	856 Conductivity Module mit 900 Touch Control
6.0916.040	Leitfähigkeitsmesszelle (Edelstahl) $c = 0.1 \text{ cm}^{-1}$ mit Pt 1000
6.1418.250	Titriergefäß mit Thermostatmantel
6.1414.010	Titriergefäß-Oberteil mit 5 Öffnungen

Titration

Säurezahl in Biodiesel

2.905.0010	905 Titrande
2.900.0010	900 Touch Control
2.801.0040	801 Magnetic Stirrer
2.800.0010	800 Dosino (2 Stück für die Zugabe von Titrant und Solvent)
2.814.0030	814 USB Sample Processor
MATi 02	Automated TAN/TBN determination
6.3032.220	Dosiereinheit 20 mL (Titrant)
6.3032.250	Dosiereinheit 50 mL (Solvent)
6.0229.010	Solvotrode <i>easyClean</i> , Fixkabel, Stecker F
6.2320.000	Elektrolyt TEABr = 0.4 mol/L in Ethylenglykol

Iodzahl in Biodiesel

2.905.0010	905 Titrande
2.900.0010	900 Touch Control
2.801.0040	801 Magnetic Stirrer
2.800.0010	800 Dosino
6.3032.220	Dosiereinheit 20 mL (Titrant)
6.0471.300	iPt-Titrode

Chlorid in Bioethanol

2.905.0010	905 Titrande
2.900.0010	900 Touch Control
2.801.0040	801 Magnetic Stirrer
2.800.0010	800 Dosino (2 Stück für die Zugabe von Titrant und Salpetersäure)
6.3032.220	Dosiereinheit 20 mL (Titrant)
6.3032.210	Dosiereinheit 10 mL (Salpetersäure)
6.0470.300	iAg-Titrode

Sulfat in Bioethanol

2.905.0010	905 Titrande
2.900.0010	900 Touch Control
2.801.0040	801 Magnetic Stirrer
2.800.0010	800 Dosino (2 Stück für die Zugabe von Titrant und Perchlorsäure)
6.3032.220	Dosiereinheit 20 mL (Titrant)



6.3032.210	Dosiereinheit 10 mL (Perchlorsäure)
6.0502.170	Pb-selektive Elektrode
6.0750.100	LL ISE Reference
6.2104.020	Elektrodenkabel, 1 m, F
6.2106.020	Kabellitze, 1 m, 2 × B

Wasserbestimmung nach Karl Fischer

Coulometrische KF-Titration

2.831.0010	831 KF Coulometer inklusive Generatorelektrode mit Diaphragma und 728 Stirrer
2.756.0010	756 KF Coulometer inklusive Generatorelektrode mit Diaphragma, 728 Stirrer und eingebautem Drucker
2.851.0010	851 Titrande inklusive Generatorelektrode mit Diaphragma und 801 Magnetic Stirrer
2.899.0010	899 Coulometer mit eingebautem Rührer inklusive Generatorelektrode mit Diaphragma

Volumetrische KF-Titration

2.870.1010	870 KF Titrino plus komplett
2.890.0110	890 Titrande inklusive 803 Ti-Stand und Touch Control
2.901.0010	901 Titrande inklusive Titrierzelle und Indikatorelektrode

Coulometrische und volumetrische KF-Titration

2.852.0050	852 Titrande inklusive Generatorelektrode mit Diaphragma und 801 Magnetic Stirrer
2.915.0110	915 Ti-Touch mit eingebautem Rührer

KF Ofen

2.874.0010	874 USB Oven Sample Processor
2.860.0010	860 KF Thermoprep
2.885.0010	885 Compact Oven Sample Changer

Oxidationsstabilität

2.893.0010	893 Professional Biodiesel Rancimat inklusive Zubehör ohne Software StabNet
6.6068.102	StabNet 1.0 Full

Ionenchromatographie

Glycerol in Biodiesel

2.930.2160	930 Compact IC Flex
2.850.9110	IC Amperometric Detector
2.858.0020	858 Professional Sample Processor
6.1090.420	Metrosep Carb 2 - 150/4.0
6.5337.010	IC Equipment Wall-Jet cell: Carb (Au, Pd)
6.2041.440	Probenrack 148 × 11 mL
6.6059.311	MagIC Net 3.1 Compact

Alkali- und Erdalkalimetalle in Biodiesel

2.940.1110	940 Professional IC Vario ONE/Prep 1
2.858.0020	858 Professional Sample Processor – Pump
2.850.9010	IC Conductivity Detector
2.800.0010	800 Dosino
2.741.0010	741 Magnetrührer
6.5330.120	IC-Ausrüstung für die Verdünnung
6.5330.100	IC-Ausrüstung für die Dialyse
6.2041.440	Probenrack 148 × 11 mL
6.1050.420	Metrosep C 4 - 150/4.0
6.6059.312	MagIC Net 3.1 Professional



Antioxidantien in Biodiesel

2.930.2160	930 Compact IC Flex Oven/Deg
2.944.0010	944 Professional UV/VIS Detector Vario
2.858.0020	858 Professional Sample Processor – Pump
6.2041.440	Probenrack 148 x 11 mL
6.2061.120	System-Connector
6.2061.110	Bodenwanne mit Sensor zu Professional IC-Geräten
6.6059.311	MagIC Net 3.1 Compact

Chlorid und Sulfat in Ethanol

2.930.2560	930 Compact IC Flex Oven/SeS/PP/Deg
2.850.9010	IC Conductivity Detector
2.858.0020	858 Professional Sample Processor – Pump
6.2041.440	Probenrack 148 x 11 mL
6.5330.110	IC-Ausrüstung für Ultrafiltration
6.1006.520	Metrosep A Supp 5 - 150/4.0
6.2842.000	MSM-HC Rotor A
6.6059.311	MagIC Net 3.1 Compact

Schwefelgehalt in Kraftstoffblends – Combustion IC

2.930.9010	930 Metrohm Combustion IC
6.1006.520	Metrosep A Supp 5 - 150/4.0

Voltammetrie

2.884.0110	884 Professional VA manual für die Multi-Mode-Elektrode
2.884.1110	884 Professional VA semiautomated für die Multi-Mode-Elektrode. Bestehend aus 884 Professional VA, Messkopf für MME und zwei 800 Dosinos.
MVA-22	Vollautomatisiertes Professional-VA-System. Bestehend aus 884 Professional VA, Messkopf für MME, 919 IC Autosampler plus für VA und zwei 800 Dosinos zur automatischen Zugabe von Hilfslösungen. Ermöglicht die automatische Bearbeitung von bis zu 25 Proben. Dieses System ist die optimale Lösung für die automatische Analyse kleiner Probenserien.
	Notwendiges Zubehör
6.5339.030	VA-Elektrodenkit mit Multi-Mode-Elektrode
6.6065.202	viva 2.0 Full

Prozessanalytik

Wir bieten Ihnen Online- und Atline-Analyser für Einzel- und Multiparameterbestimmungen, die alle Ansprüche in der Prozessanalytik erfüllen. Jeder Prozessanalysator ist einzigartig, da er an die Erfordernisse des jeweiligen Prozesses angepasst ist.

ADI2045PL	ProcessLab-System für die Atline-Bestimmung diverser Parameter mit Titration, Kolorimetrie und ISE
ADI 201Y Series	Process Analyzer zur Einzelparameteranalytik, beinhalten Titration, Kolorimetrie und ISE
ADI 204Y Series	Multifunktionelle Process Analyzer, beinhalten Titration, ISE, Kolorimetrie und Voltammetrie
2035 Series	Analyzer in 3 Versionen erhältlich, als potentiometrischer, photometrischer und thermometrischer Titrator
ICON Analyzer	Analyzer aus der Plug-and-Analyze-Serie für photometrische Extinktionsmessungen
Alert Ion Analyzer	Analyzer aus der Plug-and-Analyze-Serie für die Messung von Einzelparametern durch ISE

Ihre Metrohm-Vertretung gibt Ihnen kompetente Auskunft auf Ihre Fragen. Besuchen Sie uns unter www.metrohm.com



biofuels.metrohm.com

