

PSS-TICKER

Aktuelle Nachrichten von PSS Polymer Standards Service GmbH



Ausgabe: Herbst 2000

Im Blickpunkt: Qualität

Die neueste Ausgabe des PSS-Tickers befasst sich mit dem Thema Qualität von Produkten, die für die Gelpermeationschromatographie (GPC) eingesetzt werden. Vielen Anwendern ist vielleicht nicht bewusst, dass es auch für die GPC nationale und internationale Normen und Richtlinien gibt.

National ist die Durchführung von GPC-Analysen in der DIN-Norm 55672 festgelegt. Hier werden die notwendigen Geräte, Säulen, Reagenzien und Auswertverfahren beschrieben.

Die ISO-Norm 13885 befasst sich mit der Untersuchung von Farben und Lacken. Die ASTM-Methode D5296-97 (American Society for Testing and Materials) beschreibt die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Polystyrolen. Diese Normen und Richtlinien geben dem Anwender die Möglichkeit, die Qualität der angebotenen Produkte besser bewerten und vergleichen zu können. Wir von PSS versichern unseren Kunden, dass unsere Produkte diesen Normen entsprechen. So sind zum Beispiel alle Säulen und Standards mit entsprechenden Test- und Analysenberichten ausgestattet.

Die WINGPC™ - Software ist mit einem Konformitätszertifikat versehen. Ein strenges Qualitätssicherungssystem gemäß DIN EN ISO 9001 garantiert, dass Produkte von gleichbleibender und hoher Qualität angeboten werden.

Wir möchten uns an dieser Stelle ganz herzlich bei unseren Kunden für 15 Jahre Vertrauen bedanken. Wir werden auch weiterhin dafür sorgen, dass das Qualitätssicherungssystem gemäß DIN EN ISO 9001 bei uns oberste Priorität hat

PSS GPC Datensysteme

**Vertrauen ist gut...
...Überprüfung
ist besser**

Worin liegt eigentlich die Qualität einer Software?

Chromatographiedatensysteme spielen bei der Datenerfassung und -verarbeitung in den Labors eine immer größere Rolle, da sie repetitive Routinetätigkeiten automatisieren helfen.

Jedoch bleibt bei vielen Anwendern ein Gefühl der Scheinsicherheit, da es im eigenen Labor praktisch unmöglich ist, die Richtigkeit der Datenerfassung und -auswertung zu überprüfen und zu validieren. Noch schwieriger wird der Nachweis der Richtigkeit der Datensysteme, wenn externe Auditoren von der Richtigkeit der Ergebnisse eines Datenverarbeitungsprogramms überzeugt werden sollen. Dann reichen Plausibilitäts-tests in der Regel nicht aus.

PSS hat diese Problematik frühzeitig erkannt und ein umfangreiches Programm zum Testen der eigenen Software in allen Entwicklungsphasen entwickelt. Die vollständige Einbindung des Entwicklungsprozesses der Software in die ISO 9001 Zertifizierung ist hierbei lediglich eine notwendige Voraussetzung für eine ordentliche Softwareentwicklung. Andere Methoden müssen hinzukommen, damit diese Arbeiten auch für die Anwender im Labor, Auditoren und Kunden nachvollziehbar werden, die den Ergebnissen vertrauen müssen.

Fortsetzung auf Seite 2



Inhalt:

- Seite 1: PSS GPC Datensysteme
- Seite 2: PSS WINGPC, PSS Intern
- Seite 3: PSS WINGPC, Keine Chance für Trittbrettfahrer
- Seite 4: Methoden zur Polymercharakterisierung
- Seite 5: Bestellformular
- Seite 6: PSS MCX Säulen





PSS Intern

NEU+ NEU + NEU+ NEU + NEU+ NEU + NE

Unsere Homepage im Internet wurde jüngst durch eine Applikationsdatenbank ergänzt. Nähere Informationen unter:

http:// www.polymer.de

Seit November 1999 vertreibt die Omnilab AG (Untere Bahnhofstr. 14, CH-8932 Mettmenstetten) unsere Produkte in der Schweiz und in Liechtenstein
Tel: +41 (0) 1-768 22 11 - Fax: +41 (0) 1-768 23 21
email: omnilab@omnilab.ch
Webpage: http://www.omnilab.ch



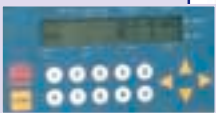
PSS GRAL™-GPC-Säulen

speziell für in DMAc, DMF und DMSO lösliche Polymere

Differential Viskositätsdetektor η 1001

Hohe Empfindlichkeit, einfachste Bedienung, elektronisch geregelte Thermostatisierung und erhöhte Betriebssicherheit sind die Highlights.

Vertrieb durch PSS



Neu:

Porengrößenbestimmung

PSS bietet ab sofort die Möglichkeit, Porengrößen verschiedenster Materialien mit inverser GPC zu untersuchen. Ein Starter-Kit enthält die dazu nötige Analysensoftware sowie alle Komponenten und Beschreibungen, um eine Porengrößenanalyse aus dem Stand erfolgreich durchführen zu können.

Neben mittlerer Porenweite und Porengrößenverteilung werden der Porenvolumenanteil, die spezifische Oberfläche und die Selektivität des Materials bestimmt. Gegenüber herkömmlichen Methoden (Gasadsorption, Hg-Porosimetrie) ist dieses Verfahren zur Bestimmung der Porengrößen sehr schnell und einfach in jedem Labor, das eine konventionelle Chromatographieausrüstung besitzt, durchführbar. Auch der Messbereich ist gegenüber der Gasadsorptionsmethode deutlich erweitert. Wenn nur wenige Proben untersucht werden sollen, ist die Durchführung solcher Analysen im PSS Auftragsanalysenlabor möglich.

Fortsetzung von Seite 1

GPC-Datenverarbeitung ist besonders aufwendig und kann deshalb an vielen Stellen mit Fehlern behaftet sein. Hierin liegt die besondere Notwendigkeit einer einfachen und universell einsetzbaren Validiermethode. Dabei ist es Kunden und Anwendern nicht zuzumuten, sich tagelang durch die Testdokumentation einer Softwareentwicklungsabteilung quälen zu müssen.

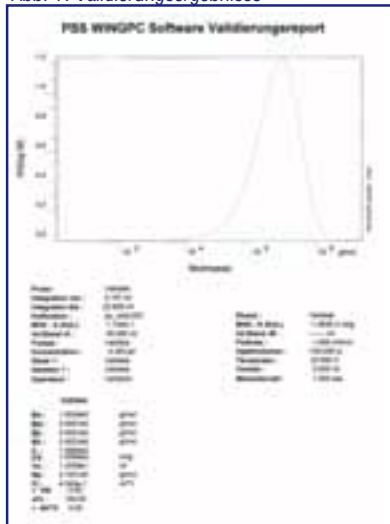
Deshalb hat PSS ein Software-Validiersystem für die WINGPC™ Software entwickelt, das die vielen einzelnen Arbeitsschritte für jeden Kunden an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt selbstständig überprüfbar macht.

Software - Validierung

Das PSS Verfahren setzt die Informationen von theoretischen Molmassen-Verteilungskurven mit bekannten Eigenschaften und Ergebnissen, die durch einen einfachen Soll-Ist-Vergleich überprüfbar sind, zur unabhängigen Validierung der PSS WINGPC™ Software ein. Diese theoretischen Verteilungskurven werden als Rohdaten aus der Software heraus quasi als Messdaten eines Detektors in die Datenerfassung übertragen und durchlaufen daher die gleichen Software-Verarbeitungsfunktionen wie die realen Messdaten. Der komplette Datenerfassungs- und -verarbeitungsvorgang kann dabei vollständig in einem Durchgang validiert werden, und zwar jederzeit direkt über einen Menüpunkt aufrufbar.

Damit die Vergleichsdaten und die Parameter der Auswertung nicht durch den Benutzer verändert werden können, erfolgt die Ausgabe der Software-Validierergebnisse direkt auf einem angeschlossenen Drucker (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Validierungsergebnisse



Nützlich kann eine Software-Validierung auch dann sein, wenn die Softwareinstallation verändert wird, beispielsweise nach einer Uminstallation auf einen neuen Rechner oder im Rahmen einer Überprüfung, ob der PC-Prozessor noch richtig rechnet (Stichwort: Pentium Bug). Die lokalen Ergebnisse des Software-Validierungstests können mit einem Referenzdokument im PSS WINGPC™ Benutzerhandbuch oder mit der PSS WINGPC™ Software-Validierungsdokumentation verglichen werden, wo auch die Einzelheiten des Validierungsverfahrens beschrieben sind (nützlich zum Beispiel für QM-Manager, Auditoren etc.). Geringe Abweichungen zwischen der Theorie und dem Rechenergebnis sind durch die komplexen mathematischen Rechenoperationen mit ihren Rundungsfehlern möglich, dürfen aber nicht mehr als 0,5% betragen.

Tabelle 1: Vergleich der theoretischen und lokal überprüften MWD Ergebnisse

	theoret.	berechnet	Fehler [%]
Mn [D]	150000	150300	0.200
Mw [D]	300000	300070	0.023
Mz [D]	450000	450010	0.002
D	2.0	1.997	0.150
Mv [D]	280869	280230	0.228
[h] [ml/g]	105.68	105.69	0.009
c [g/l]	4.343	4.343	0.000

Installations-Verifikation

Die Überprüfung, ob die theoretischen Vergleichsdaten ohne Ungenauigkeiten auf dem lokalen Computersystem vorhanden sind, nimmt das Installationsüberprüfungsprogramm der PSS WINGPC™ vor, das die Übertragung der installierten Daten mit dem Master vergleicht (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Installationsüberprüfung



Dadurch kann jederzeit am lokalen Rechner sichergestellt werden, dass keine Manipulationen an den Originaldateien stattgefunden haben. Die Ergebnisse können zu Dokumentationszwecken gedruckt und archiviert oder auch - sozusagen zwischen-durch - am Computermonitor ausgegeben werden.

Die Installations - Verifikation der PSS WINGPC™ Software kann aber noch mehr; sie überprüft zusätzlich:

- ob alle nötigen Dateien auf dem lokalen Rechner vorhanden sind
- ob diese Dateien das richtige Datum und die richtige Referenzgröße besitzen
- ob der Inhalt der Dateien nicht vom Original abweicht (Prüfsumme)
- ob alle nötigen Systemdateien zum Betrieb der Software vorhanden sind und auch die richtige Version vorliegt

In der Ergebnistabelle werden Abweichungen vom normalen Verhalten ("passed" in der Status-Spalte) sofort sichtbar. Fehlt eine Datei, kann sie jederzeit von den PSS WINGPC™ Installationsmedien nachinstalliert werden. Schlimmer ist die Situation, wenn eine Programmdatei durch Beschädigung korrumpiert ist. Dann kann man sich auf die Ergebnisse nicht mehr verlassen und schnelles Handeln ist erforderlich.

Einfache Abhilfe kann auch hier eine Neuinstallation schaffen, jedoch muss die Ursache für die Korruption der Datei(en) recherchiert werden.

Dies können Benutzermanipulationen (Diskeditoren) ebenso sein wie Hardwarefehler (Festplattensektoren, Festplattencontroller).

Bevor die Ursache nicht wirklich identifiziert ist, sollte man vor jeder Analyse die Installationsverifikation und die Software-Validierung durchführen, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse noch zuverlässig sind.

Zu einer hohen Softwarequalität gehören aber auch gute Leistungsmerkmale, einfache Bedienung, eine gute Produktdokumentation, leichte und universelle Installation sowie ein hervorragender Support. Die herausragenden Leistungen der Softwareprodukte und des PSS Support wurden bei Erhebungen auf PSS WINGPC™ Anwendertreffen im letzten Jahr erneut bestätigt. PSS wird seine Supportleistungen durch Internetdienste weiter verbessern und noch aktueller gestalten.

Dort werden auch moderierte Diskussionsforen eingeführt, damit sich Anwender untereinander und mit den Supportmitarbeitern über wichtige Informationen und nützliche Tipps und Tricks austauschen können. ☞

Ihr Ansprechpartner:

Peter Kilz

Tel.: 0 61 31 / 96 23 9-40

e-mail: pkilz@polymer.de



Termine

PSS-GPC-Kurs im Dorint Hotel Mainz

09.-11. Oktober 2000

22.-24. Januar 2001

WINGPC™-Anwendertreffen

im Dorint Hotel Mainz

12. Oktober 2000

HET Instrument in Utrecht

PSS Produkte auf dem Stand unseres niederländischen Partners Bester BV (Stand 7D2)

09.-13. Oktober 2000

Makromolekulares Kolloquium in Freiburg i. Br.

22.-24. Februar 2001

Keine Chance für Trittbrettfahrer

WINGPC™ bleibt exklusive Marke von PSS

Die **WINGPC™** Produkte der Firma

PSS Polymer Standards Service sind seit vielen Jahren im Markt der makromolekularen Analytik eingeführt. Durch anwenderorientierte Programmierung, die auch die aktuellen Fragestellungen und Methoden in der Polymerforschung berücksichtigt, hat die PSS **WINGPC™** Software zur Untersuchung von Polymeren einen guten Ruf erlangt. Da bekanntlich das Gute und Erfolgreiche gerne nachgeahmt wird, wurde von einer anderen Firma GPC -Software unter dem Titel "**WINGPC**" verkauft.

Dies hat das OLG Koblenz dem Mitbewerber in einer rechtskräftigen Entscheidung untersagt und sich dabei auf eine Verwechslungsgefahr mit der von uns registrierten Marke **WINGPC™** für chemische Produkte gestützt. Damit steht fest, dass GPC-Software nur von uns unter dem Namen **WINGPC™** verkauft werden darf. Dadurch bleibt die Unverwechselbarkeit der Produkte und Dienstleistungen, die PSS in diesem Bereich anbietet, gewährleistet. ☞





Methoden zur Polymercharakterisierung

PSS ist einer der weltweit führenden Anbieter von polymeren Kalibriersubstanzen. Auch Auftrags-synthesen, bei denen Polymere nach entsprechenden Kundenwünschen synthetisiert werden, gehören zu unserem umfangreichen Leistungskatalog. Mit modernsten polymersynthetischen Methoden wird täglich eine Vielzahl unterschiedlicher Polymere hergestellt. Hierbei werden nicht nur unterschiedliche Polymertypen und -typologien, sondern auch die Molekulargewichte vieler verschiedener Polymere über ein breites Spektrum variiert.

Diese Mannigfaltigkeit unterschiedlicher Polymere stellt für jedes polymeranalytische Labor eine große Herausforderung dar. Sollen die polymerrelevanten Fragestellungen (Molmassenmittelwerte, Polydispersität, Zusammensetzung und Reinheit der Polymere) bestmöglich beantwortet werden können, sind eine moderne und komplexe instrumentell-analytische Laborausstattung sowie hochqualifizierte Mitarbeiter unabdingbar.

GPC als Standard-Methode

Die PSS GmbH setzt die GPC als etablierte, robuste und äußerst flexible Standardmethode zur Charakterisierung ihrer Polymere ein. Um eine wechselwirkungsfreie Chromatographie zu gewährleisten, bedienen wir uns hierbei unseres großen und sehr variablen PSS GPC Säulenrepertoires.

So können wir in allen Eluenten und für alle Polymere optimale größenausschlußchromatographische Bedingungen sicherstellen. Allerdings stellt die GPC keine Absolutmethode zur Molmassenbestimmung dar. Bedingung für die Bestimmung der exakten Molmassenmittelwerte der zu untersuchenden Probe ist eine entsprechende Basiskalibration mit Polymeren des gleichen Typ.

Leider stehen diese Kalibrierpolymere nicht für alle Polymertypen zur Verfügung.

In Kombination mit der PSS WINGPC™ gelingt es jedoch, eine Vielzahl an Polymeren auch ohne entsprechende Basiskalibration sehr genau zu charakterisieren. Die in der PSS WINGPC™ manifestierten Features universelle, breite und integrale Kalibration ermöglichen eine exakte Molmassenbestimmung unter Berücksichtigung einer Basiskalibration im gleichen Lösungsmittel.

Unter Verwendung der universellen Kalibration ist zur Bestimmung der Molmassen eines unbekanntes Polymers nur die Kenntnis der Mark Houwink Konstanten K und α sowie eine Basiskalibration erforderlich. Für die breite Kalibration werden neben der Basiskalibration eine oder mehrere breite Polymerproben des gewünschten Typs benötigt, um eine neue Kalibrationskurve zu generieren. Bei Kenntnis der integralen Verteilung eines neuen Polymers kann ebenfalls die gewünschte Kalibrationskurve erstellt werden. Die GPC stellt somit ein sehr universelles und vielfältiges Instrument zur Molmassenbestimmung dar. PSS belässt es jedoch nicht nur bei dieser einen Methode zur Molmassenbestimmung.

Alternative Messmethoden

Als Alternative und zur Kontrolle der GPC werden zusätzlich moderne molmassensensitive Methoden wie die statische Vielwinkellaser-Lichtstreuung (MALLS) und die Differential-Viskosimetrie (DV) sowohl im "batch" Verfahren, also als "stand alone" Methoden, als auch in Kombination mit der GPC als GPC-MALLS oder GPC-DV eingesetzt. Die Lichtstreuung erlaubt neben der Bestimmung der Molmassenmittelwerte auch die Bestimmung des Trägheitsradius, das heißt moleküldimensionaler Information bzw. Strukturinformationen der untersuchten Probe. Die Differentialviskosimetrie liefert neben den Molmassenmittelwerten die intrinsische Viskosität IV einer Probe, die gemeinsam mit der Molmasse auch die Bestimmung von Strukturparametern erlaubt.

Die Kenntnis der Strukturinformation der Polymere erlaubt es, Polymere die als stat. Knäuel vorliegen, von Propfpolymeren, verzweigten Polymeren oder Sternpolymeren zu unterscheiden.

Diese molekularen polymertypologischen Eigen-

schaften definieren maßgeblich das Verhalten der Polymere in Lösung sowie deren makroskopische Spezifikationen. Zur Bestimmung kleiner Molmassen wird als Alternative zur GPC die Dampfdruckosmometrie (VPO) und die NMR eingesetzt. Beide Methoden erlauben die M_n -Bestimmung als molekulare Kenngröße.

Möglichkeiten der Substanz-identifizierung

Zur Substanzidentifizierung setzt PSS die GPC oder HPLC in Kopplung mit einem FTIR Interface ein. Hierbei werden die Polymere mittels GPC (Größeneinheitlich) oder HPLC (Substanzeinheitlich) getrennt, anschließend auf eine Germaniumscheibe gesprüht und gesammelt. Diese kann dann mittels FTIR Spektroskopie ausgelesen und analysiert werden. Bei Bedarf werden zur Strukturaufklärung, Substanzidentifikation und Molmassenbestimmung auch MALDI-TOF und NMR eingesetzt. Die Molmassenbestimmung von Copolymeren gelingt über GPC mit Hilfe des PSS-WINGPC Copolymermoduls unter Berücksichtigung der Basiskalibration der beiden Homopolymere. Die Analyse komplex aufgebaute Copolymere (quantitative Bestimmung der chemischen Heterogenität von Copolymeren sowie der Copolymerzusammensetzung) gelingt mittels der 2-dimensionalen Chromatographie (HPLC-/GPC-) Kopplung in Kombination mit der PSS 2D-Software. Hierbei trennt die HPLC die Copolymere oder das Polymerblend nach chemischer Heterogenität und die GPC anschließend nach Größe.

Die Verbindung moderner polymeranalytischer Methoden mit dem Wissen und der Erfahrung hochqualifizierter Mitarbeiter sichert Ihnen eine zuverlässige und zukunftsorientierte Polymeranalytik mit schneller und präziser Durchführung.

Charakterisierungsmethode	Messgröße	Polymer-standards	DIN-Standards
GPC	M_w, M_n, M_p	x	x
Lichtstreuung	$M_w, \langle R^2 \rangle_z^{1/2}$	-	x*
Viskosimetrie	M_v, IV	-	x*
Dampfdruckosmose	M_n	-	x*
NMR	M_n	-	x*
MALDI-TOF-MS	M_n	-	x*

Charakterisierungsmethode	Messgröße	LS-Visko-Validier-Standards	MALDI-TOF-MS-Standards
GPC	M_w, M_n, M_p	x	x
Lichtstreuung	$M_w, \langle R^2 \rangle_z^{1/2}$	x	x*
Viskosimetrie	M_v, IV	x	x*
Dampfdruckosmose	M_n	-	x*
NMR	M_n	-	x*
MALDI-TOF-MS	M_n	-	x

*optional je nach Polymertyp und Molekulargewicht

Ihr Ansprechpartner:

Dr. Thorsten Hofe
Tel.: 0 61 31 / 96 23 9-60

e-mail: thofe@polymer.de



PSS - INFOFAX

Fax Nr. **0 61 31 - 96 23 9-11**

Name:
Firma:
Abteilung:
Straße:
Ort:
Tel./ Fax:
e-mail:

Ich möchte Informationen über

PSS **MCX-Säulen** 

PSS **HighSpeed™-Säulen** 

PSS **GPC Säulen** 

PSS **GPC Standards** 

PSS **WINGPC™- Software** 

PSS **Auftragsanalytik** 

PSS **GPC Systeme** 

PSS **Online Refraktometer** 

PSS 

PSS 

PSS 

PSS 

Bitte gewünschtes Informationsmaterial ankreuzen.





Aktuell: PSS-MCX Säulen

Erstmalig GPC- und HPLC-Analysen in reinem Wasser möglich. Ohne organische Modifier.

Die PSS MCX-Chromatographiesäulen auf Basis eines Sulfonsäure-Ionenaustauschers für GPC- und HPLC-Untersuchungen eignen sich für die

• GPC

- lipophiler Anionen wie Ligninsulfonat, Lignin, Naphtalinsulfonat etc. (s. Abb. 1)
- hydrophiler Anionen wie Polyacrylsäure, Polymethacrylsäure etc.
- von Polysacchariden und Polysaccharidderivaten (s. Abb. 2)

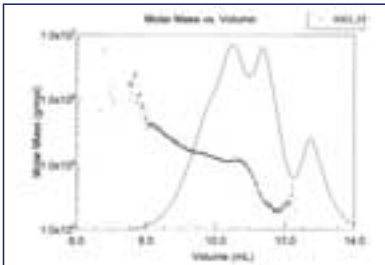


Abb. 1

Analyse eines Ligninsulfonates mittels GPC-Lichtstreuungs-Kopplung. Die gepunktete Kurve repräsentiert die Molmasse aus der Lichtstreuung, Kurvenelugramm (RI), Säulen: 10³ Å, 10 µm, 8x300mm und 10⁴ Å, 10 µm, (8x300mm), Fluss: 1,0ml/min, Na/K-PO₄-Puffer pH 7.0

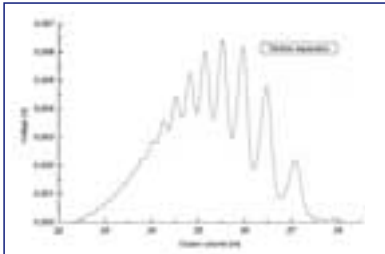


Abb. 2

GPC-Analyse eines oligomeren Dextrans auf PSS MCX Säulen 1000 Å, 5 µm, 3 x (8x300 mm). Fluss 0.5 ml/min H₂O, 0,05 % NaN₃, 80°C, RI-Detektion.

Kleine Partikelgrößen erlauben hohe effiziente Bodenzahlen und damit eine gute chromatographische Auflösung.

Impressum

Herausgeber:

PSS Polymer Standards Service GmbH

Postfach 3368 • D-55023 Mainz

Tel.: 06131 - 9 62 39 - 0

Fax: 06131 - 9 62 39 - 11

e-mail: info@polymer.de • www.polymer.de

Design + Layout:

www.sintaeks.de, Mainz

• HPLC-Analyse

- von Lebensmittelbestandteilen wie Fruchtsäuren und Alkoholen (s. Abb.3)

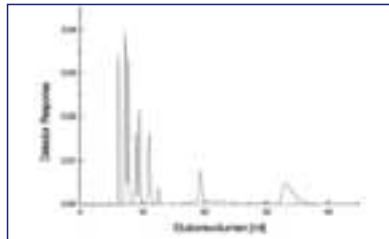


Abb. 3

Trennung eines Multikomponentengemisches auf der PSS MCX 100 Å, 5 µm, (8 x 300mm), Hochleistungs HPLC-Säule. Eluent: 0,01M H₂SO₄, T=80°C.

Elutionsreihenfolge: Oxalsäure (geringstes Elutionsvolumen), Zitronensäure, Ascorbinsäure, Milchsäure, Ethylenglykol, Essigsäure, Methanol, Ethanol und iso-Propanol (höchstes Elutionsvolumen)

Die MCX-Säulen zeichnet eine extreme Druckstabilität bei guter chromatographischer Auflösung aus. (s. Abb. 4)

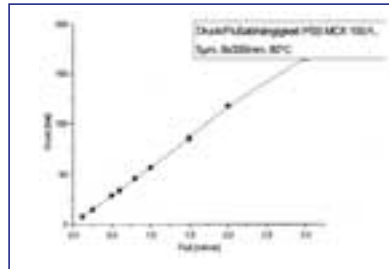


Abb. 4

Druck/Fluss Abhängigkeit der PSS MCX 100 Å, 5 µm, (8x300mm) Hochleistungs HPLC-Säule. Eluent: 0,01M H₂SO₄, T=80°C.

Lipophile Polyanionenzusätze sind unter anderem entscheidend für die Qualität von Beton in der Baustoffindustrie, aber auch von Flockungsmitteln und Papieradditiven. GPC-Analysen wurden bisher zumeist auf der Basis von wässrigen Puffersystemen mit so genannten organischen Modifiern (beispielsweise 20% Acetonitril) und der entsprechenden GPC-Säule durchgeführt. Das Solvenssystem besteht somit aus den drei Komponenten Wasser, Puffer und dem organischen Modifier.

PSS MCX dagegen benötigt lediglich die beiden Komponenten Wasser und Puffer in der Methodenentwicklung. Damit ist die GPC lipophiler Polyanionen erstmalig in Wasser und ohne organische Modifier möglich. Dies reduziert Solvensentsorgungskosten, erhöht die Arbeitssicherheit und ermöglicht erstmals verlässliche Molekulargewichts- und -strukturuntersuchungen mit molmassensensitiven Kopplungen. ☘

Die Vorteile auf einen Blick:

- Beschleunigte Methodenentwicklung
- Verbesserter Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz
- Geringere Entsorgungskosten
- Schonung der Umwelt
- Verbesserte Aussagekraft molmassensensitiver Kopplungen



Ihr Ansprechpartner:

Dr. Christian Dauwe

Tel.: 0 61 31 / 96 23 9-60

e-mail: cdauwe@polymer.de

