

Auswahlhilfe für Agilent J&W GC-Säulen

**Unübertroffene Verlässlichkeit,
Effizienz und Inertheit.**

**Schnellere Auswahl, dank der
"One-Stop" Ressource.**

Our measure is your success.



Agilent Technologies

Inhalt



Die Entwicklung von Agilent J&W Advanced GC-Säulen.....1



Einführung in die Grundlagen der Gaschromatographie.....2

Was ist Gaschromatographie?	2
Das Innere einer Kapillarsäule	4
Geschäftsbedingungen	5



Prinzipien der Säulenauswahl.....11

Auswahl von stationären Phasen	12
Säulendurchmesser	20
Säulenlänge	22
Filmdicke der Säule	24
Richtlinien zur Methodenentwicklung	27



GC-Applikationen39

Anwendungen in der Umwelttechnik	40
Anwendungen aus der Kohlenwasserstoffverarbeitung	58
Anwendungen für Lebensmittel, Aroma- und Duftstoffe	61
Anwendungen im Bereich der industriellen Chemie	67
Life Science-Anwendungen	71



GC-Kapillarsäulen.....75

Ultra Inert-GC-Kapillarsäulen	76
High Efficiency-GC-Kapillarsäulen	78
GC/MS-Säulen mit geringen Säulenbluten	80
Premium Polysiloxan-Säulen	89
Polyethylenglycol (PEG) Säulen	107
Kundenspezifische Säulen	115
PLOT-Säulen	128



Installation der Säule und Fehlerbehebung137

Kurzanleitung zur Installation von Kapillarsäulen	138
Ursachen für die Leistungsminderung von Säulen	141
Eingrenzung von Problemen	148
Anleitungen zur Fehlersuche	150



Grundlagen der GC-Methodenentwicklung.....153

Ermitteln der besten durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit des Trägergases	154
Standard-Injektoreinstellungen	155
Ofentemperaturen	155
Entwicklung eines Temperaturprogramms	157

Die Entwicklung von Agilent J&W Advanced GC-Säulen

2000 fusionierte Agilent Technologies, Erfinder der Fused Silica-GC-Kapillaren, mit J&W Scientific, dem Entwickler der ersten stationären GC-Phase aus quervernetzten Siloxanpolymeren. Dank dieser Partnerschaft sind jetzt die renommierten HP- und DB-Säulenreihen unter einem Namen vereint. All das bietet Agilent Technologies, ein Unternehmen mit mehr als 40 Jahren Erfahrung in der Gaschromatographie.

Wir stellen vor: die neuesten Agilent J&W GC-Säulen

Agilent J&W Ultra Inert-GC-Kapillarsäulen

Agilent J&W Ultra Inert GC-Säulen bieten Analysen im Spurenbereich einschließlich der Analyse von Säuren, Basen oder anderen Substanzen, und das bei der größtmöglichen Zuverlässigkeit. Darüber hinaus setzt Agilent mit einer neuen Ultra Inert Testprobenmischung einen neuen Industriestandard im Bereich der Säuleninertheitstests, die unsere eigenen strikten Anforderungen in Bezug auf Bluten, Empfindlichkeit und Effizienz noch übertrifft. Agilent J&W Ultra Inert GC-Säulen sind die einzigen GC-Säulen, die eine einheitliche Säuleninertheitsleistung und außergewöhnlich geringes Säulenbluten und damit größere Empfindlichkeit, eine bessere Peakform und zuverlässigere Ergebnisse bieten und so den strikten Anforderungen der anspruchsvollen Anwendungen von Heute gerecht werden. Anwendungen von Heute erfüllen.

Agilent J&W High Efficiency-GC-Kapillarsäulen

Agilent J&W High Efficiency GC-Kapillarsäulen sind ideal für die schnelle Chromatographie, bei der es neben einer guten Auflösung besonders auf die Geschwindigkeit der Säulen ankommt. Die Säulen sind ideal für alle Applikationen, die eine kurze Analysendauer erfordern, z. B. Screenings mit hohem Durchsatz, die Überwachung schneller Prozesse, schnelle Qualitätssicherungsanalysen und eine schnelle Methodenentwicklung. Agilent J&W High Efficiency GC-Kapillarsäulen sind sehr gut für eine Vielzahl an Proben aus den Bereichen Umwelt, Erdölchemie, Aromen/Duftstoffe, klinische Toxikologie oder Pharmazie geeignet.

Die besten Säulen in punkto geringes Bluten und inerten Materialien für eine hohe Empfindlichkeit und sehr gute Performance.

Das Bluten der Säule kann die Spektralintegrität verringern, die Betriebszeit reduzieren und für eine Verkürzung der Lebensdauer der Säule verantwortlich sein. Die Säulenaktivität trägt zu einem starkem Peak-tailing sowie zu Substanzverlust oder -zersetzung bei aktiven Substanzen (wie Säuren und Basen) bei, was zu einer ungenauen Quantifizierung führt. Agilent J&W-Säulen bieten die größte Auswahl an Standard-, GC/MS- und Ultra Inert-stationären Phasen an, die Säulen sind einheitlich inert und weisen ein außergewöhnlich geringes Bluten bei höheren Temperaturgrenzwerten auf, wodurch eine genaue Peak-Identifizierung und Quantifizierung gewährleistet wird.

Größere Präzision und bessere Ergebnisse.

Agilent J&W-Säulen halten sehr enge Retentionsfaktor (k)-Spezifikationen ein und sorgen für einheitliche Retention und Trennung. Außerdem bieten sie schmale Retentionsindizes und eine hohe Anzahl theoretischer Böden pro Meter, wodurch schmale Peaks gewährleistet und die Auflösung eng eluierender Peaks verbessert wird.

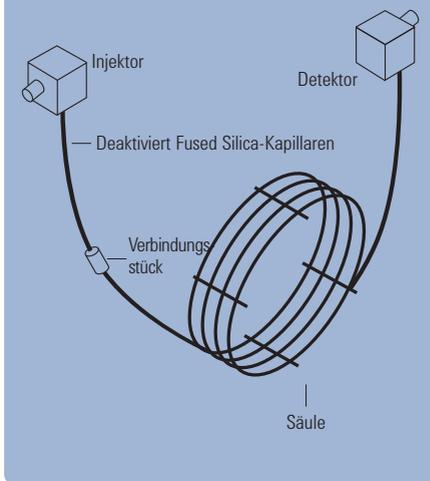
Die striktesten Qualitätskontroll-Spezifikationen in der Branche.

Die strikten Tests von Agilent gewährleisten zuverlässige qualitative und quantitative Ergebnisse selbst bei den am schwierigsten zu analysierenden Substanzen. Wir messen z. B. die Peakhöhenverhältnisse sowohl für Säuren als auch Basen, um eine hervorragende Leistung bei möglichst vielen verschiedenen Substanzen zu gewährleisten. Außerdem überwachen wir Peaksymmetrie und -tailing für eine Vielzahl verschiedener chemisch aktiver Substanzen.

Weitere Säulenempfehlungen, Chromatogramme und Methodenparameter finden Sie unter:
www.agilent.com/chem/myGCColumns

Als weltweit führender Anbieter von GC-Kapillarsäulen ist Agilent hervorragend positioniert, um Ihnen hervorragende Qualität sowie unerreichten Service und Support zu bieten.





Einführung in die Grundlagen der Gaschromatographie

Was ist Gaschromatographie?

Unter Chromatographie versteht man die Trennung einer Mischung von Substanzen (gelöste Stoffe) in separate Komponenten, wodurch jede Komponente leichter identifiziert (qualifiziert) und gemessen (quantifiziert) werden kann.

Gaschromatographie (GC) ist nur eine von mehreren Techniken der Chromatographie und ist für die Analyse von 10-20 % aller bekannten Substanzen geeignet. Damit sich eine Substanz für die GC-Analyse eignet, muss sie ausreichend flüchtig und thermisch stabil sein. Wenn alle oder einige der Moleküle einer Substanz sich in der Gas- oder Dampfphase bei 400-450 °C oder darunter befinden und sich nicht bei diesen Temperaturen zersetzen, kann die Substanz wahrscheinlich mittels GC analysiert werden.

Allgemeine GC-Mechanik und Verfahren

Der erste Schritt im GC-Prozess besteht darin, ein oder mehrere hoch reine Gase in den GC zu leiten. Eines der Gase (das sog. Trägergas) strömt in den Injektor, durch die Säule und in den Detektor. Dann wird eine Probe in den Injektor geleitet, die in der Regel auf 150-250 °C erhitzt wird, wodurch die flüchtigen Probenstoffe verdampfen. Diese verdampften gelösten Stoffe werden dann vom Trägergas in die Säule befördert, während die Säule sich in einem temperaturgeregelten Ofen befindet.

Die gelösten Stoffe werden bei verschiedenen Geschwindigkeiten durch die Säule geleitet. Die Geschwindigkeiten hängen in erster Linie von den physischen Eigenschaften sowie der Temperatur und Zusammensetzung der Säule ab. Der sich am schnellsten bewegend gelöste Stoff verlässt die Säule zuerst (eluiert), gefolgt von den restlichen Stoffen in der jeweiligen Reihenfolge. Wenn ein Stoff eluiert, gelangt er in den erhitzten Detektor, wo basierend auf der Interaktion des Stoffes mit dem Detektor ein elektronisches Signal generiert wird. Die Stärke des Signals wird von einem Datensystem wie z. B. der Agilent ChemStation-Software aufgezeichnet und im Vergleich zur verstrichenen Zeit geplottet, um ein Chromatogramm zu erstellen.

Chromatogramm-Interpretation

Die Peakgröße korrespondiert mit der Menge der Komponenten in der Probe. Mit zunehmender Konzentration der Komponenten werden auch die Peaks größer. Als Retentionszeit wird die Zeit bezeichnet, die ein Analyt zum Passieren der Säule benötigt. Wenn die Säule und alle Bedingungen konstant gehalten werden, hat eine bestimmte Verbindung immer dieselbe Retentionszeit.

Peakgröße und Retentionszeit werden zur Quantifizierung und Qualifizierung einer Substanz verwendet. Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass die Identität einer Verbindung nicht nur aufgrund ihrer Retentionszeit getroffen werden kann. Zur Bestimmung der Retentionszeit und der Peakgröße muss eine reine Probensubstanz zunächst in einer bekannten Konzentration analysiert werden. Dieser Wert kann dann mit den Ergebnissen einer unbekannt Probe verglichen werden, ob die Zielkomponente vorhanden ist (durch Vergleich der Retentionszeit) und in welcher Konzentration (durch Vergleich der Peakgröße).

Das ideale Chromatogramm besitzt nahe beieinander liegende Peaks, die jedoch nicht überlappen (koeluierten). Das ist aus zwei Gründen wichtig. Zum einen ist es nicht möglich, koeluierte Peaks exakt zu quantifizieren. Zum anderen können zwei Peaks, die dieselbe Retentionszeit besitzen, nicht genau identifiziert werden.





Das Innere einer Kapillarsäule

Eine GC-Kapillarsäule besteht aus zwei Hauptteilen: Kapillare und stationäre Phase. Auf der inneren Wand einer Kapillare mit engem Durchmesser (0,05 bis 0,53 mm ID) wird ein dünner Film (0,1 bis 10 µm) eines hochmolekularen, thermisch stabilen Polymers aufgebracht. Diese Polymerbelegung wird stationäre Phase genannt. Das Gas, das durch die Säule fließt wird als Trägergas oder mobile Phase bezeichnet.

Nach dem Eintritt in die Säule verteilen sich die Analyten zwischen der stationären und der mobilen Phase. Die Moleküle in der mobilen Phase werden entlang der Säule mitgetragen. Die Moleküle in der stationären Phase sind zeitweise unbeweglich. Während ihrer Wanderung in der mobilen Phase kollidieren einige Moleküle mit der stationären Phase und treten wieder in sie ein. Während derselben Zeit verlassen einige der Analytmoleküle die stationäre Phase und treten in die mobile Phase ein. Dies geschieht tausende Male für jedes einzelne Analytmolekül beim Passieren der Säule.

Alle Moleküle, die zu einer spezifischen Komponente gehören, wandern mit etwa derselben Geschwindigkeit durch die Säule und erscheinen als sogenannte Probenbande. Die Geschwindigkeit, mit welcher jede Probenbande durch die Säule wandert, ist abhängig von der Struktur des Analyten, der chemischen Struktur der stationären Phase und der Säulentemperatur. Die Breite der Probenbande ist abhängig von den Analysenbedingungen und den Säulendimensionen.

Zur Vermeidung von Koelutionen dürfen Peaks keine Überlappung zeigen, wenn sie die Säule verlassen. Dies wird erreicht durch eine entsprechende Säulenauswahl und Trennbedingungen, welche die Peakbreite minimieren und sicherstellen, dass jede Probenbande mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit wandert.

Geschäftsbedingungen

Warum ist die grundlegende Arithmetik wichtig? Zur Beschreibung der verschiedenen chromatographischen und säulenspezifischen Charakteristiken gibt es einige grundlegende Begriffe und Gleichungen. Eine Kenntnis dieser Begriffe und Gleichungen ist hilfreich beim Vergleich der Säulenleistung, der Qualität, bei der Fehlersuche und bei der Interpretation von Ergebnissen.

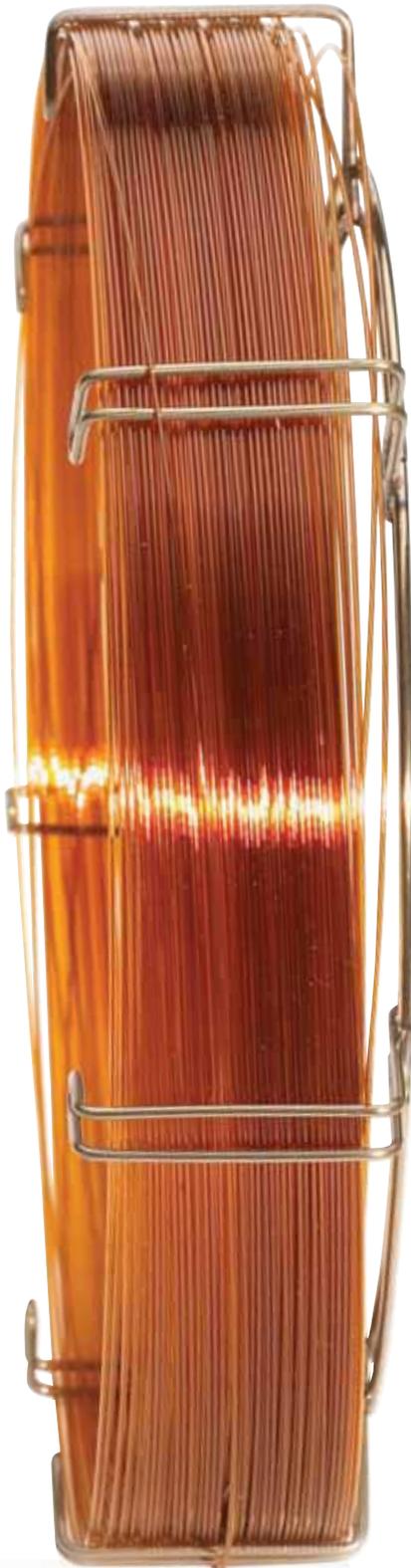
Retentionszeit (t_R)

Als Retentionszeit wird die Zeit bezeichnet, die ein Analyt zum Passieren der Säule benötigt. Die Retentionszeit wird dem korrespondierenden Analyten zugeordnet und ist ein Maß für die Zeit, die der Analyt in der Säule verbringt. Sie ist die Summe der Zeit, in der sich die Analytmoleküle in der stationären und der mobilen Phase aufhalten.

Der neue Agilent 7890A Gaschromatograph bietet wichtige neue Trennungs- und Produktivitätsfunktionen für die branchenweit führende Agilent GC-Plattform. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/7890A



Agilent Technologies
7890A GC System



Retentionszeit einer nicht retardierten Verbindung (t_M)

Als Totzeit t_M oder t_0 wird diejenige Zeit bezeichnet, die eine nicht retardierte Substanz benötigt, um durch die Säule zu wandern. Nicht retardierte Substanzen diffundieren nicht in die stationäre Phase und passieren die Säule mit derselben Geschwindigkeit wie das Trägergas. Dies entspricht der Zeit, in der sich eine Substanz in der mobilen Phase aufhält. Es ist die gleiche Zeit für alle Komponenten in einem chromatographischen Lauf. Die Totzeit wird bestimmt, indem eine nicht retardierte Substanz injiziert und die Zeit von der Injektion bis zur Elution im Detektor gemessen wird.

Retentionsfaktor (k)

Die Retention kann auch mit dem Retentionsfaktor bestimmt werden. Er entspricht dem Zeitverhältnis, welches eine Substanz in der stationären und der mobilen Phase (Trägergas) verbringt. Berechnet wird der Retentionsfaktor über **Gleichung 1**. Der Retentionsfaktor ist auch bekannt als Verteilungskoeffizient oder Kapazitätsfaktor. Da alle Substanzen dieselbe Zeit in der mobilen Phase verbringen, ist der Retentionsfaktor ein Maß für die Retention durch die stationäre Phase. Zum Beispiel wird ein Analyt mit einem k -Wert von 6 doppelt solange durch die stationäre Phase (nicht aber durch die Säule) retardiert wie ein Analyt mit einem k -Wert von 3. Der Retentionsfaktor liefert keine absoluten, sondern nur relative Retentionsinformationen. Eine nicht retardierte Verbindung hat einen k -Wert von 0.

$$k = \frac{t_R - t_M}{t_M} = \frac{t'_R}{t_M}$$

Gleichung 1

Retentionsindex (I)

Der Retentionsindex ist ein Maß der Retention einer Substanz relativ zur Retention eines unverzweigten n -Alkans bei einer gegebenen Temperatur. **Gleichung 2a** wird zur Berechnung von Retentionsindizes unter isothermen Bedingungen verwendet. Für Temperaturprogramme wird **Gleichung 2b** eingesetzt.

Der Retentionsindex eines n -Alkans ist definiert als die Anzahl seiner Kohlenstoffatome multipliziert mit 100. Beispielsweise besitzt n -Dodecan ($n\text{-C}_{12}\text{H}_{26}$) einen Retentionsindex von $I = 1200$. Besitzt ein Analyt einen Retentionsindex von $I = 1478$ eluiert er nach $n\text{-C}_{14}$ und vor $n\text{-C}_{15}$ und befindet sich zudem näher bei $n\text{-C}_{15}$. Retentionsindizes normalisieren Gerätevariablen, sodass Retentionsdaten zwischen verschiedenen GC-Systemen verglichen werden können. Retentionsindizes eignen sich auch zum Vergleich von Retentionscharakteristiken unterschiedlicher Säulen.

$$I = 100y + 100(z-y) \frac{\log t'_{R(x)} - \log t'_{R(y)}}{\log t'_{R(z)} - \log t'_{R(y)}}$$

Gleichung 2a

t_R = Retentionszeit
 x = relevanter Analyt
 y = n-Alkan mit y Kohlenstoffatomen, Elution vor Analyt x
 z = n-Alkan mit z Kohlenstoffatomen, Elution nach Analyt x
 $z - y$ = Differenz in der Anzahl der Kohlenstoffatome zweier n-Alkane

$$I_T = 100 \left(\frac{t_{R(x)} - t_{R(y)}}{t_{R(z)} - t_{R(y)}} \right) + y$$

Gleichung 2b

Trennungsfaktor (α)

Der Trennungsfaktor ist ein Maß der Zeit oder Distanz zwischen den Maximalwerten zweier Peaks. Er wird mithilfe von **Gleichung 3** berechnet. Wenn $\alpha = 1$, haben die beiden Peaks die gleiche Retentionszeit und koeluiieren.

$$\alpha = \frac{k_2}{k_1} \quad \begin{array}{l} k_1 = \text{Retentionsfaktor des ersten Peaks} \\ k_2 = \text{Retentionsfaktor des zweiten Peaks} \end{array}$$

Gleichung 3

Anzahl der theoretischen Böden (N)

Die theoretische Bodenzahl oder Trennleistung einer Säule beruht auf einem mathematischen Konzept und kann über **Gleichung 4** berechnet werden. Tatsächlich enthält eine Kapillarsäule allerdings keine der physikalischen Destillation entsprechenden Böden oder ähnliche Eigenschaften. Theoretische Bodenzahlen sind ein indirektes Maß für die Breite eines Peaks bei einer spezifischen Retentionszeit.

$$N = 5.545 \left(\frac{t_R}{w_h} \right)^2 \quad \begin{array}{l} N = \text{Anzahl der theoretischen Böden} \\ t_R = \text{Retentionszeit} \\ w_h = \text{Peakbreite bei halber Höhe (in Zeiteinheiten)} \end{array}$$

Gleichung 4



Säulen mit hohen Bodenzahlen weisen eine höhere Trennleistung auf als Säulen mit niedrigeren Bodenzahlen. Säulen mit höheren theoretischen Bodenzahlen liefern bei einer gegebenen Retentionszeit schmalere Peaks als Säulen mit niedrigen Bodenzahlen.

Eine hohe Trennleistung ist wünschenswert, da für eine vollständige Auflösung schmaler Peaks eine geringere Trennung (α) ausreichend ist. Für stationäre Phasen mit niedrigen Alphas (α) sind effizientere Säulen erforderlich. Die Trennleistung einer Säule ist abhängig von den Säulendimensionen (Durchmesser, Länge und Filmdicke), der Art des Trägergases, der Flussrate oder der mittleren linearen Geschwindigkeit sowie den zu trennenden Verbindungen und deren Retentionsverhalten. Zum Vergleich von Säulen werden häufig die theoretischen Bodenzahlen pro Meter (N/m) verwendet.

Die theoretischen Bodenzahlen gelten jeweils nur für einen spezifischen Satz an chromatographischen Bedingungen. Insbesondere sind isotherme Bedingungen erforderlich, da Temperaturprogramme zu viel zu hohen, ungenauen Bodenzahlen führen können. Zudem sollte der Retentionsfaktor (k) der Testsubstanz zur Bestimmung der Bodenzahl größer als 5 sein. Zu wenig retardierte Peaks liefern zu hohe Bodenzahlen. Ein Vergleich der theoretischen Bodenzahlen unterschiedlicher Säulen kann nur unter denselben Temperaturbedingungen und Retentionsfaktoren (k) durchgeführt werden.

Höhe eines theoretischen Bodens (H)

Eine andere Kenngröße zur Bestimmung der Trennleistung ist die theoretische Bodenhöhe H. Diese wird mittels **Gleichung 5** bestimmt und üblicherweise in Millimeter angegeben. Je niedriger die theoretische Bodenhöhe, desto größer ist die Bodenzahl in der entsprechenden Säulenlänge. Dies führt zu höheren Bodenzahlen pro Meter und damit zu höheren Trennleistungen.

$$H = \frac{L}{N} \quad \begin{array}{l} L = \text{Länge der Säule (mm)} \\ N = \text{Anzahl theoretischer Böden} \end{array}$$

Gleichung 5

Verwendung der theoretischen Effizienz (Utilization of Theoretical Efficiency, UTE%)

Die Beschichtungseffizienz (CE%) ist ein historischer Term, der die gemessene Säulentrennleistung mit der theoretisch maximalen Trennleistung vergleicht. Diese wird mittels **Gleichung 6** berechnet.

$$\text{UTE\%} = \left(\frac{H_{\text{actual}}}{H_{\text{theoretical}}} \right) \times 100$$

Gleichung 6

Früher wurde die Bodenhöhe $H_{\text{theoretisch}}$ durch Unregelmäßigkeiten in der stationären Filmphase so stark beeinflusst, dass Faktoren außerhalb der Säule (wie Injektionsabweichungen, unzureichendes oder fehlgeleitetes Trägergas, mechanische oder elektronische Verzögerungszeiten) für die Bestimmung der Bodenhöhe H_{aktuell} vernachlässigt werden konnten. Durch Verbesserungen in der Beschichtungseffizienz ist dies nicht mehr der Fall und die Bodenhöhe H_{aktuell} wird durch Faktoren außerhalb der Säule stärker beeinflusst als durch die Säule selbst. Mit zunehmender Filmdicke oder Polarität (beides Faktoren, welche die Diffusion in die stationäre Phase beeinflussen) wird allerdings der Einfluss der Säule auf die Bodenhöhe H_{aktuell} größer. Aus diesem Grund wird heute der Begriff "Verwendung der theoretischen Effizienz" (UTE) verwendet, der die oben aufgeführten Faktoren mit berücksichtigt. Typische Werte für UTEs betragen 85 bis 100 % für unpolare stationäre Phasen und 60 bis 80 % für polare Phasen.

Auflösung (R_s)

Daraus leitet sich ab, dass je höher die Auflösung, desto geringer die Überlappung zweier Peaks ist. Trennung ist also nur die Distanz oder die Zeit zwischen zwei Peakmaxima (alpha, α). Für die Auflösung spielen sowohl alpha (α) als auch die Peakbreite eine Rolle. Die Auflösung wird über **Gleichung 7** berechnet. Eine Basislinientrennung wird normalerweise bei einer Auflösung von 1,5 erreicht – d.h., dass zwischen den zwei Peaks keine Basislinie sichtbar ist. Bei Auflösungen $> 1,5$ sind die Peaks durch eine sichtbare Basislinie voneinander getrennt, Auflösungen $< 1,5$ zeigen eine Koelution an.

$$R = 1.18 \left(\frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{h1} + w_{h2}} \right)$$

$$R = 2 \left(\frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{b1} + w_{b2}} \right)$$

t_{R1} = Retentionszeit des ersten Peaks

t_{R2} = Retentionszeit des zweiten Peaks

w_{h1} = Peakbreite bei halber Höhe (in Zeiteinheiten) des ersten Peaks

w_{h2} = Peakbreite bei halber Höhe (in Zeiteinheiten) des zweiten Peaks

w_{b1} = Peakbreite an der Basis (in Zeiteinheiten) des ersten Peaks

w_{b2} = Peakbreite an der Basis (in Zeiteinheiten) des zweiten Peaks

Gleichung 7

Phasenverhältnis (β)

Das Phasenverhältnis einer Säule, β , ist ein dimensionsloser Wert, der mit **Gleichung 8** berechnet wird. Werden die gleiche stationäre Phase und Säulentemperatur (Programm oder isotherm) beibehalten, kann anhand der Änderung des Phasenverhältnisses die Änderung der Retention eines gelösten Stoffes bestimmt werden. Diese Beziehung wird in **Gleichung 3** ausgedrückt. Die Verteilungskonstante (K_C) ist das Verhältnis der Konzentration des gelösten Stoffes in der stationären und mobilen Phase. Die Verteilungskonstante ist für die gleiche stationäre Phase, Säulentemperatur und den gleichen gelösten Stoff fix.

$$\beta = \frac{r}{2d_f} \quad \begin{array}{l} r = \text{Säulenradius (Mikrometer, } \mu\text{m)} \\ d_f = \text{Filmdicke (Mikrometer, } \mu\text{m)} \end{array}$$

Gleichung 8

Daher ist es möglich, bei einer vorgegebenen stationären Phase und Säulentemperatur den Einfluss von Änderungen des Säulendurchmessers oder der Filmdicke auf die Retention zu bestimmen. **Gleichung 9** zeigt, dass eine Zunahme des Phasenverhältnisses zu einer entsprechenden Abnahme des Retentionsfaktors (k) führt, da K_C eine Konstante ist. Umgekehrt liefert eine Abnahme des Phasenverhältnisses eine entsprechende Zunahme der Retention (k).

$$\frac{c_s}{c_M} = K_C$$
$$K_C = k\beta = k \left(\frac{r}{2d_f} \right) \quad \begin{array}{l} c_s = \text{Konzentration des gelösten Stoffes in der stationären Phase} \\ c_M = \text{Konzentration des gelösten Stoffes in der mobilen Phase} \end{array}$$

Gleichung 9

Gleichung 8 zeigt, dass das Phasenverhältnis mit einer Abnahme des Durchmessers oder einer Zunahme der Filmdicke kleiner wird. Jede dieser Änderungen der Säule resultiert in einer Zunahme der Retention der Analyten. Das Phasenverhältnis vergrößert sich mit einer Zunahme des Durchmessers oder einer Abnahme der Filmdicke. Jede dieser Änderungen der Säule führt zu einer Abnahme der Retention der Analyten. Manchmal ist es wünschenswert, Säulenparameter oder die Filmdicke zu ändern, um spezifische Effekte (verbesserte Trennleistung) zu erhalten ohne die Retention zu ändern. Dies kann durch eine entsprechende Änderung des Säulendurchmessers und der Filmdicke erreicht werden.

Prinzipien der Säulenauswahl

Vereinfachen Sie die Säulenauswahl und reduzieren Sie die Zeit für die Methodenentwicklung.

Die Auswahl der für eine bestimmte Analytik am besten geeigneten Säule kann sich schwierig gestalten. Falls möglich informieren Sie sich über Probenapplikationen der GC-Hersteller und Zubehörlieferanten oder über veröffentlichte Applicaton Notes.

Die folgenden Seiten sind Ihnen bei folgenden Punkten behilflich:

- Wählen Sie eine stationäre Phase – die kritischste Entscheidung – basierend auf Faktoren wie Selektivität, Polarität und Phenylanteil.
- Verstehen Sie, wie der Säulendurchmesser die Trennleistung, die Retention der Analyten, den Säulenvordruck und die Trägergasflussraten beeinflusst.
- Bestimmen Sie, wie die Säulenlänge die Retention, den Säulenvordruck und das Säulenbluten verändert – ebenso wie die Kosten.
- Stellen Sie die Unterschiede von Säulen mit dicken oder dünnen Filmen im Hinblick auf Kapazität, Inertheit, Bluten und obere Temperaturgrenzwerte fest.





Die Auswahl der für eine bestimmte Analytik am besten geeigneten Säule kann sich schwierig gestalten. Zur Vereinfachung der Säulenauswahl finden Sie hier einige Richtlinien und Konzepte. Es gibt 4 Hauptkriterien zu berücksichtigen: Stationäre Phase, Durchmesser, Länge und Filmdicke.

Auswahl von stationären Phasen

Das Wichtigste bei der Auswahl einer Kapillarsäule ist daher die stationäre Phase. Leider ist es auch die am schwierigsten zu treffende Entscheidung. Die zuverlässigste Methode ist es auf die große Sammlung an Beispielapplikationen der Säulen- oder GC-Gerätehersteller oder auf Veröffentlichungen zurückzugreifen. Auch wenn eine exakt passende Applikation eventuell nicht verfügbar ist, gibt es in der Regel genug Information zur Reduzierung der Anzahl potentiell geeigneter Säulen. Falls gar keine Information vorliegt, kann sich die Methodenentwicklung schwierig gestalten. Die Auswahl der stationären Phase ist viel einfacher wenn nur ein einziges Beispielchromatogramm vorliegt, in dem alle oder die meisten der Probenkomponenten enthalten sind.

Bei der Auswahl der stationären Phase ist das Konzept der Selektivität und Polarität sehr hilfreich. Um eine optimale Leistung zu erzielen, beginnen Sie mit den Agilent J&W Ultra Inert-1ms- und 5ms-Säulen, um möglichst geringes Säulenbluten und möglichst geringe Säulenaktivität für eine Vielzahl von Analyten zu erzielen, darunter aktive Substanzen und Proben im Spurenbereich.

Der synonyme Gebrauch der Begriffe Polarität und Selektivität ist nicht exakt richtig, aber üblich. Die Selektivität wird von den physikalisch-chemischen Wechselwirkungen der Analytmoleküle mit der stationären Phase bestimmt. Die Polarität dagegen rührt von der Struktur der stationären Phase her. Die Polarität hat Einfluss auf die Trennung; sie ist jedoch nur eine der vielen Eigenschaften der stationären Phase, welche die Peaktrennung beeinflussen (siehe nächsten Abschnitt zur Polarität).

Die Selektivität kann als Fähigkeit der stationären Phase betrachtet werden, zwei verschiedene Analytmoleküle aufgrund ihrer chemischen oder physikalischen Eigenschaften zu unterscheiden. Die Trennung wird durch unterschiedliche Wechselwirkungen zwischen der stationären Phase und den verschiedenen Analyten erreicht. Für flüssige oder gummiartige stationäre Phasen (Polysiloxane und Polyethylenglykole) gibt es drei hauptsächliche Wechselwirkungen: Dispersion, Dipol- und Wasserstoffbrückenbindung. Im Folgenden sehen Sie eine vereinfachte Zusammenstellung der Wechselwirkungen mit stationären Phasen aus Polysiloxan und Polyethylenglykol.

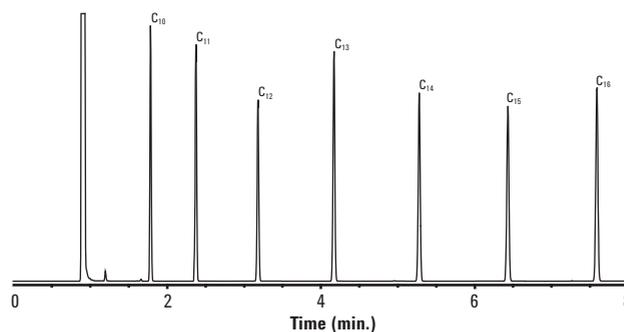


Die Dispersion ist die Hauptwechselwirkung für alle stationären Phasen aus Polysiloxan und Polyethylenglykol. Dispersion kann über das Konzept der Flüchtigkeit vereinfacht werden. Einfach ausgedrückt: je flüchtiger ein Analyt, desto schneller eluiert er von der Säule (d. h. mit kürzeren Retentionszeiten). Polaritätseffekte der Analyten und der stationären Phase, sowie andere Wechselwirkungen können diesen Zusammenhang allerdings verändern. Die Siedepunkte werden manchmal als ein Maß für die Flüchtigkeit von Verbindungen herangezogen. Die Elutionsreihenfolge von Verbindungen nimmt mit zunehmendem Siedepunkt zu. Leider können Siedepunkte nicht universell auf die Dispersionswechselwirkungen angewendet werden. Die Siedepunkte sind nur dann zur Abschätzung der Retentionsreihenfolge geeignet, wenn die Analyten ähnliche Strukturen und funktionelle Gruppen aufweisen oder zu einer homologen Serie gehören (**Abbildung 1**). Bei Verbindungen mit unterschiedlichen funktionellen Gruppen können die Siedepunkte nicht zur Vereinfachung herangezogen werden (Abbildung 2). Substanzen, deren Siedepunkte mehr als 30 °C differieren, können mit wenigen Ausnahmen mit den meisten stationären Phasen getrennt werden. Bei Unterschieden von weniger als 10 °C wird die Vereinfachung mit den Siedepunkten unsicher und fehlerhaft (außer für homologe Reihen).

Abb. 1: Elutionsreihenfolge nach dem Siedepunkt für homologe Reihen

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm
Träger: Helium mit 30 cm/sec
Ofen: 60 °C für 1 min, 60 - 265 °C mit 20 °/min

	Siedepunkte (°C)
1. n-Decan (C10)	174
2. n-Undecan (C11)	196
3. n-Dodecan (C12)	216
4. n-Tridecan (C13)	234
5. n-Tetradecan (C14)	253
6. n-Pentadecan (C15)	268
7. n-Hexadecan (C16)	287

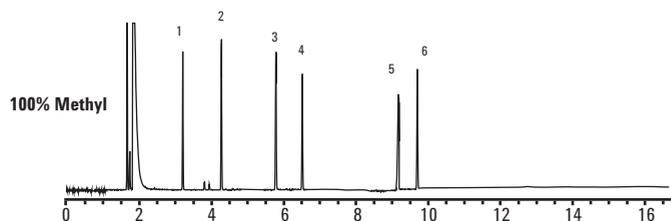


Homologe Reihe von Kohlenwasserstoffen Die Substanzen eluieren in der Reihenfolge ihrer ansteigenden Siedepunkte. Die Abstände zwischen den Peaks entsprechen aber nicht den entsprechenden Siedepunkten.

Abb. 2: Abweichung von der Siedepunktfolge

Säule: DB-1, 30 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm

	Siedepunkte in °C
1. Toluol	111
2. Hexanol	157
3. Phenol	182
4. n-Decan (C10)	174
5. Naphthalin	219
6. Dodecan (C12)	216



Substanzen, die nicht zur homologen Reihe gehören, eluieren nicht in der Reihenfolge der Siedepunkte.

Analyten mit unterschiedlichen Dipolmomenten lassen sich sehr gut mit stationären Phasen trennen, die Dipol-Wechselwirkungen eingehen können. Es gibt nur einige stationäre Phasen, die diese Wechselwirkungen aufweisen. Hierzu gehören Polyethylenglykol, Cyanopropyl- und Trifluorpropyl-substituierte Polysiloxane. Methyl- oder Phenyl-substituierte Gruppen sind unpolar und gehen keine Dipol-Wechselwirkungen ein (Tabelle 1). Stationäre Phasen mit verschiedenen Wechselwirkungen führen zu unterschiedlichen Trennungen von Analyten mit unterschiedlichen Dipolen (Abbildung 3). Besitzen die Analyten nur geringe Dipol-Unterschiede, ist es erforderlich, stationäre Phasen mit einem hohen Anteil der entsprechenden polaren Gruppe einzusetzen (z.B. 50 % Cyanopropylphenyl- anstelle von 14 % Cyanopropylphenyl-Methylpolysiloxan). Es ist schwierig, die Größe der Trennungsänderung für alle Peaks vorherzusagen. Empirische Studien haben gezeigt, dass stationäre Phasen mit Dipol-Wechselwirkungen gut zur Trennung von Substanzen mit basischen oder unterschiedlichen, in verschiedenen Positionen gebundenen Gruppen, geeignet sind. Beispiele sind substituierte Aromaten, Halogenkohlenwasserstoffe, Pestizide und Pharmazeutika.

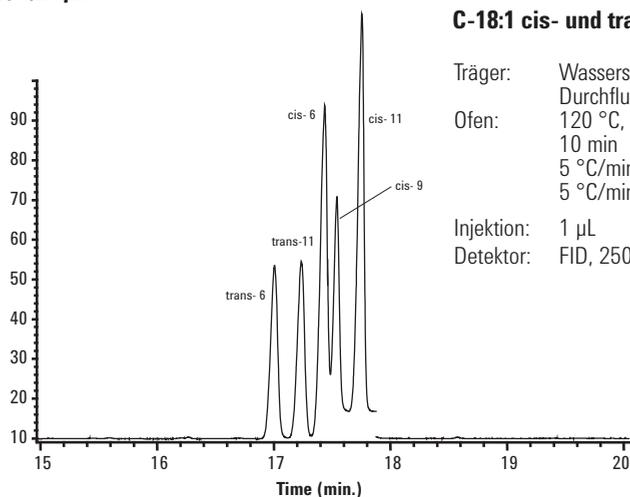
Tabelle 1: Wechselwirkung der stationären Phase

Funktionelle Gruppe	Dispersion	Dipol	Wasserstoffbrücken
Methyl	Stark	Keine	Keine
Phenyl	Stark	Schwach bis keine	Schwach
Cyanopropyl	Stark	Sehr stark	Mittel
Trifluorpropyl	Stark	Mittel	Schwach
PEG	Stark	Stark	Mittel

Abbildung 3: Dipol-Wechselwirkungen

Säule: HP-88, 30 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm

Molekulargewicht und Siedepunkte sind für diese Fettsäuremethylester-Isomere (Fatty Acid Methyl Ester, FAME) praktisch identisch und nur die Dipol-Wechselwirkungen unterscheiden sich aufgrund der Wasserstoffisomer-Positionen auf den Molekülen. Nur starke Dipol-Wechselwirkungen in der stationären Phase können bei diesen Arten von Substanzen für eine chromatografische Trennung sorgen.



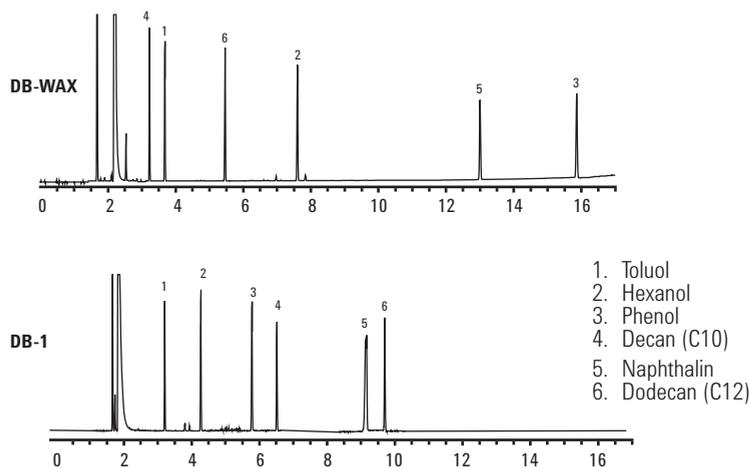
Zwischen der stationären Phase und den Analytmolekülen können Wasserstoffbrückenbindungen auftreten. **Tabelle 2** listet Verbindungen, die Wasserstoffbrückenbindungen zusammen mit der relativen Bindungsstärke bilden können. Für die Trennung ist die Stärke der Wasserstoffbrückenbindung ein wichtiger Faktor. Stationäre Phasen mit Dipol-Wechselwirkungen zeigen ebenfalls Wasserstoffbrückenbindungen. Analyten, die verschieden starke Wasserstoffbrückenbindungen eingehen können, zeigen mit stationären Phasen, deren Anzahl an möglichen Wasserstoffbrückenbindungen variiert, auch eine unterschiedliche Peaktrennung (**Abbildung 4**). Besitzen die Analyten nur geringe Unterschiede in der Bildung von Wasserstoffbrücken ist es erforderlich, stationäre Phasen mit einem hohen Anteil der entsprechenden Gruppe einzusetzen (z.B. Polyethylenglykol anstelle von 14 % Cyanopropylphenyl-Methylpolysiloxan). Die Auswirkungen auf die Trennung für alle Peaks vorherzusagen ist allerdings schwierig. Manchmal wird mit einer neuen stationären Phase eine gewünschte Trennung erreicht, dafür fallen aber die Peaks anderer Analyten zusammen.

Tabelle 2: Relative Stärke der Wasserstoffbrückenbindung

Stärke	Verbindungen
Stark	Alkohole, Carbonsäuren, Amine
Mittel	Aldehyde, Ester, Ketone
Schwach bis keine	Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe, Ether

Abb. 4: Wechselwirkung durch Wasserstoffbrückenbindungen

Säule: 15 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm



DB-1 zeigt keine Wechselwirkungen mit Wasserstoffbrückenbindungen. Die Änderung der Elutionsreihenfolge von Hexanol und Phenol bei DB-WAX wird durch die gleichzeitige Wechselwirkung von Dipol und Wasserstoffbrückenbindung bewirkt.

Agilent Goldstandard-Spritzen erhöhen die Lebensdauer des Septums und verringern gleichzeitig eine Einlasskontamination. Weitere Informationen finden Sie unter www.agilent.com/chem/syringes



Für stationäre Phasen mit Phenylgruppen lassen sich ebenfalls Vorhersagen zur Retention machen. Generell gilt, dass je höher der Gehalt an Phenylgruppen in der stationären Phase ist, desto größer auch die Retention aromatischer Analyten im Vergleich zu aliphatischen Komponenten. Dies bedeutet nicht, dass aromatische Substanzen stärker mit dem Phenylgehalt der stationären Phase retardiert werden (höhere k-Werte), sondern nur, dass Aromaten im Vergleich zu aliphatischen Substanzen später eluieren. **Abbildung 5** stellt diesen Zusammenhang dar.

Polarität

Die Polarität der stationären Phase wird durch die Polarität der substituierten Gruppen und ihrer relativen Mengen bestimmt. **Tabelle 3** listet eine Vielzahl an stationären Phasen in ansteigender Polarität. Häufig wird nur die Polarität berücksichtigt, um Säulen auszuwählen oder Trenncharakteristiken zu bestimmen. Die Polarität der stationären Phase ist aber nur einer von vielen Faktoren, welche die Retention und Trennung beeinflussen.

Während die Polarität nicht direkt die Selektivität bestimmt, besitzt sie aber einen deutlichen Effekt auf die Retention und Trennung von Verbindungen. Für Verbindungen mit ähnlicher Flüchtigkeit kann eine größere Retention erreicht werden, wenn die Polaritäten der Analyten ähnlich der stationären Phase sind. Dies bedeutet, dass polare Verbindungen durch eine polare Phase stärker retardiert werden als unpolare Verbindungen und umgekehrt. Diese Wirkung ist in **Abbildung 6** ersichtlich. Die Änderungen der Retention und Elutionsreihenfolge sind zum Großteil den Änderungen der Polarität der stationären Phase zuzuschreiben. Dieser Effekt ist in **Abbildung 6** dargestellt. Die Änderungen der Retention und Elutionsreihenfolge können vor allem auf die Änderungen der Polarität der stationären Phase zurückgeführt werden. Auch die Anzahl der Phenylsubstitutionen und Dipol- und Wasserstoffbrückenwechselwirkungen tragen hierzu bei, allerdings ist ihr individueller Anteil schwieriger zuzuordnen.

Zusätzlich zur Retention beeinflusst die Polarität der stationären Phase andere Säulenmerkmale. Es gibt einen generellen Zusammenhang zwischen der Polarität der stationären Phase und der Säulenlebensdauer, den Temperaturgrenzwerten, dem Säulenbluten und der Trennleistung. Säulenlebensdauer, Temperaturgrenzwerte und Trennleistung sind in der Regel für unpolare stationäre Phasen höher. Es handelt sich hierbei um allgemeine Trends, die im Einzelfall anders sein können. Säulen mit geringem Bluten verhalten sich manchmal entgegen diesem Trend.

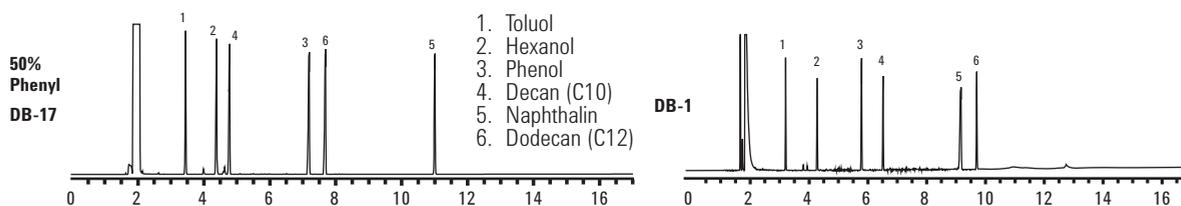
Tabelle 3: Polarität der stationären Phase

Non Polarity								Mid	
DB-1	DB-5	DB-XLB	DB-35	HP-Chiral 10 β	DB-17	DB-TPH	DB-502.2	DB-VRX	DB-1301
HP-1	HP-5		DB-35ms	HP-Chiral 20 β	DB-17ms		HP-VOC		DB-624
DB-1ms	DB-5ms		HP-35		DB-608				HP-Fast Residual Solvent
HP-1ms	HP-5ms				HP-50+				
DB-2887	HP-5ms Semivol				DB-17ht				
DB-Petro	DB-5.625								
DB-PONA	DB-5ht								
DB-HT Sim Dis	Ultra 2								
DB-1ht	HP-PASS								
Ultra 1	DB-EVDX								

Trennung und Trennleistung (Bodenzahl) müssen zusammen betrachtet werden und nicht als einzelne Säuleneigenschaften. Beide tragen zur Peakauflösung bei. Wenn die stationäre Phase eine adäquate Peakauflösung liefert, sind keine Säulen mit einer größeren Trennleistung (Bodenzahl) erforderlich. In diesem Fall können auch kürzere Säulen, größere Innendurchmesser und nicht optimale GC-Bedingungen verwendet werden. Ist die Auflösung nicht ausreichend, müssen Säulen mit größerer Trennleistung eingesetzt werden.

Abb. 5: Retention und Phenylgehalt

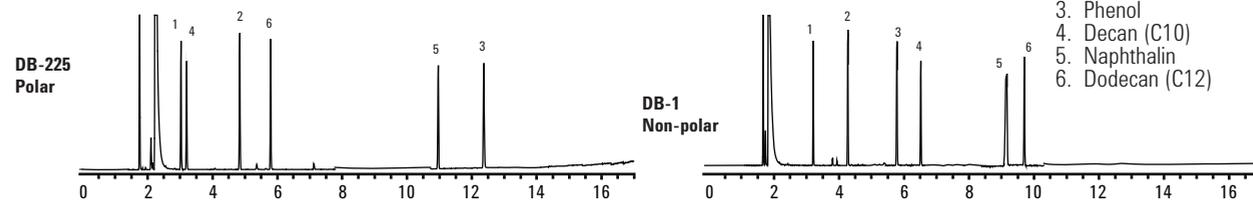
Säule: 15 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm



Die Retention der Aromaten relativ zu den Kohlenwasserstoffen ist auf der Säule DB-17 größer. Bei der DB-17 sind 50 % der Methylgruppen durch Phenylgruppen ersetzt. Die DB-1 enthält keine Phenylgruppen.

Abb. 6: Zusammenhang Polarität – Retention

Säule: 15 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm



Bei der Säule DB-225 steigt die Retention polarer Alkohole gegenüber unpolaren Kohlenwasserstoffen. DB-225 ist polarer als DB-1.

Polarity

DB-1701
DB-1701P
CycloSil-β
Cyclodex-β

DB-ALC2

DB-225
DB-225ms
HP Blood
Alcohol

DB-ALC1

DB-Dioxin

DB-200

DB-210

DB-23

HP-88

DB-WAX
DB-WAXetr
HP-INNOWax
DB-FFAP
HP-FFAP
DB-WaxFF

High Polarity

Gepackte oder PLOT-Säulen

PLOT- Säulen (Porous Layer Open Tubular) werden zur Trennung hochflüchtiger Analyten (primär Gase) eingesetzt, ohne Kältemittel oder Kühlung des Ofens unter Raumtemperatur. Trennungen, welche auch mit Dickfilm-Säulen bei Temperaturen unter 35 °C durchgeführt werden müßten, lassen sich mit PLOT-Säulen oberhalb 35 °C durchführen.

Stationäre Phasen von Festphasen- oder PLOT-Säulen unterscheiden sich physisch von Polysiloxanen und Polyethylenglycolen. Gepackte stationäre Phasen bestehen aus kleinen, porösen Partikeln. Die Partikel werden mit einem Binder auf die innere Wand der Kapillare aufgebracht. Die Analyten werden entsprechend ihren adsorptiven Eigenschaften getrennt. Da die Partikel porös sind, erfolgt auch eine Trennung aufgrund der Größe und der Form.

GS-Aluminiumoxid-Säulen sind gut für die Trennung von Kohlenwasserstoffen C₁-C₁₀ und Aromaten geeignet. Mit KCl deaktivierte GS-Aluminiumoxidsäulen zeigen für manche Kohlenwasserstoffe eine geänderte Elutionsreihenfolge auf. Die HP-PLOT Q-Säule liefert für C₁-C₃ Kohlenwasserstoffe eine etwas bessere Trennung, C₄ und höhere Kohlenwasserstoffe werden allerdings bevorzugt mit der GS-Aluminiumoxidsäule analysiert. Für C₆ und höhere Kohlenwasserstoffe weist die HP-PLOT Q-Säule jedoch extrem lange Retentionszeiten und sehr breite Peaks auf. HP-PLOT Q trennt Schwefelgase und die meisten leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe. Das HP-PLOT-Molsieb dient zur Analyse von Edel- und Permanentgasen. GS-GasPro-Säulen kombinieren viele der Eigenschaften der verschiedenen anderen PLOT-Säulen. Die GS-GasPro-Säulen sind für leichte Kohlenwasserstoffe, anorganische Gase und Lösungsmittel geeignet.

Primary Selectivity Interactions in PLOT Phases

Dispersive		
Shape/Size Zeolites	↔	Ionic Surface Alumina/Al ₂ O ₃ GS-OxyPLOT

Dispersive		
Shape/Size Bonded Graphitized Carbon Molecular Sieves	↔ Porous Polymers	Ionic Surface Bonded Silica

PLOT Column Examples

Zeolite/Molesieve:	HP-PLOT Molesieve
Graphitized Bonded Carbon:	GS-CarbonPLOT
Porous Polymers:	HP-PLOT Q, HP-PLOT U
Bonded Silica:	GS-GasPro
Alumina/Al₂O₃:	GS-Alumina, GS-Alumina KCl, HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl, HP-PLOT Al ₂ O ₃ "S", HP-PLOT Al ₂ O ₃ "M"
Proprietary Phase:	GS-OxyPLOT

Auswahlübersicht zur stationären Phase

1. Falls keine Informationen oder Vorschläge zur Auswahl der zu verwendenden stationären Phase verfügbar sind, beginnen Sie mit einer DB-1 oder DB-5.
2. Säulen mit geringem Bluten ("ms") besitzen gewöhnlich eine größere Inertheit und eine höhere maximale Temperaturgrenze. Ultra Inert-1-ms- und -5-ms-Säulen haben das geringste Säulenbluten und die höchste Inertheit für ein großes Spektrum an Analyten einschließlich aktiver Substanzen und Proben im Spurenbereich.
3. Verwenden Sie die am wenigsten polare stationäre Phase, die noch eine zufriedenstellende Auflösung und Analysenzeit aufweist. Unpolare stationäre Phasen haben eine längere Lebensdauer als polare Phasen.
4. Verwenden Sie eine stationäre Phase mit einer ähnlichen Polarität wie die der Analyten. Dieser Ansatz funktioniert oft, doch wird mit dieser Methode nicht immer die beste stationäre Phase ermittelt.
5. Wenn Analyten, die sich schlecht trennen lassen, eine unterschiedlich starke Neigung zur Ausbildung von Dipol- oder Wasserstoffbrückenbindungen besitzen, kann eine stationäre Phase mit anderer (nicht zwangsläufig größerer) Tendenz zur Ausbildung von Dipol- oder Wasserstoffbrückenbindungen versucht werden. Bei einem Wechsel der stationären Phase können andere Koelutionen auftreten, welche die Auflösung insgesamt nicht verbessern.
6. Verwenden Sie möglichst keine stationären Phasen mit funktionellen Gruppen, die mit einem selektiven Detektor ein großes Signal generieren. So zeigen z. B. stationäre Phasen, die Cyanopropyl enthalten, einen starken Anstieg der Basislinie (verursacht durch Säulenbluten) mit NPD-Detektoren.
7. DB-1 oder DB-5, DB-1701, DB-17 und DB-WAX decken den breitesten Trennbereich mit der geringsten Anzahl an Säulen ab.
8. PLOT-Säulen werden für die Analyse gasförmiger Proben bei Säulentemperaturen über der Raumtemperatur eingesetzt.



Tabelle 4:
Säuleneffizienz und Durchmesser

Säulen ID Durchmesser (mm)	Theoretische Bodenzahl pro Meter
0,10	12500
0,18	6600
0,20	5940
0,25	4750
0,32	3710
0,45	2640
0,53	2240

Maximale Effizienz für eine Substanz mit $k=5$

Säulendurchmesser

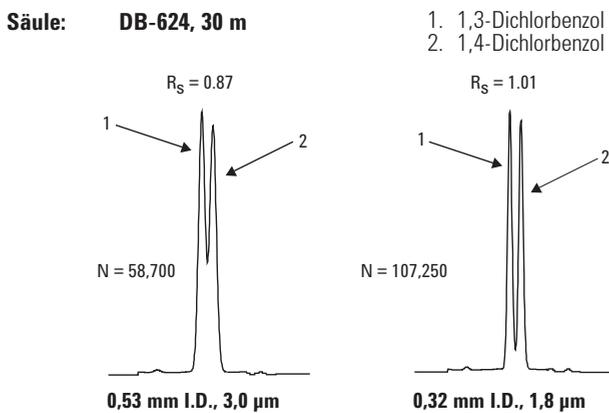
Der Säulendurchmesser wirkt sich auf fünf wichtige Parameter aus: Trennleistung (Bodenzahl), Retention, Druck, Flussrate des Trägergases und Kapazität.

Die Säuleneffizienz (N/m) ist umgekehrt proportional zum Säulendurchmesser. **Tabelle 4** zeigt, dass Säulen mit kleinerem inneren Durchmesser eine höhere Anzahl an theoretischen Böden pro Meter aufweisen. Die Auflösung steigt allerdings nur mit der Wurzel der theoretischen Bodenzahl N an. Daher vergrößert eine Verdoppelung der theoretischen Bodenzahlen die Auflösung nur um den Faktor 1,41 (Wurzel aus 2), in der Praxis tatsächlich nur um den Faktor 1,2 - 1,3. Für anspruchsvolle Trennungen, die eine hohe Trennleistung erfordern, werden daher Säulen mit kleinerem Durchmesser bevorzugt. **Abbildung 7** zeigt den Unterschied in der Auflösung für zwei Säulen mit verschiedenen Durchmessern.

Die Retention des Analyts ist bei isothermen Temperaturbedingungen umgekehrt proportional zum Säulendurchmesser. Bei Temperaturprogrammbedingungen beträgt die Änderung $1/3$ - $1/2$ des isothermen Werts. Säulendurchmesser werden selten anhand der Retention ausgewählt. **Abbildung 7** zeigt die Retentionsdifferenz für zwei Säulen mit unterschiedlichen Durchmessern.

Der Säulenvordruck ist eine umgekehrte Wurzelfunktion des Säulenradius. Zum Beispiel benötigt eine 0,25-mm-ID-Säule einen um den Faktor 1,7 höheren Vordruck als eine 0,32-mm-ID-Säule derselben Länge (ebenso Trägergas und Temperatur). Der Säulenvordruck nimmt mit dem Säulendurchmesser stark zu oder ab. Wegen des erforderlichen hohen Drucks für Säulen mit kleinem Innendurchmesser werden für Standard-GC-Analysen vor allem Säulen mit 0,18 mm ID oder größer verwendet. In der GC/MS sind größere Durchmesser und kürzere Säulen (z. B. 15 m x 0,32 mm ID) nicht einsetzbar. Das Vakuum am Ende der Säule reduziert den erforderlichen Säulenvordruck stark; zudem ist es schwierig, einen sehr geringen Säulenvordruck exakt zu kontrollieren und beizubehalten.

Abb. 7: Säulendurchmesser - Einfluss auf Auflösung und Retention



Bei konstantem Druck nimmt die Trägergasflussrate mit steigendem Durchmesser zu. Daher werden für Applikationen, die eine höhere Flussrate erfordern, Säulen mit größeren Innendurchmessern verwendet. Headspace- und Purge & Trap-Systeme arbeiten daher mit höheren Trägergasflussraten. In diesen Systemen werden 0,45- oder 0,53-mm-ID-Säulen bei höheren Trägergasflussraten verwendet. Sollen in diesen Systemen Säulen mit kleineren Innendurchmessern verwendet werden, müssen einige Anpassungen vorgenommen werden. Dies beinhaltet die Verwendung von Kühlmitteln oder Split-Injektoren. Mit diesen Techniken sind eine zusätzliche Komplexität, und/oder Kosten oder Probenverlust verbunden. Für Applikationen oder Hardware, die eine niedrige Trägergasflussrate erfordern, werden normalerweise Säulen mit kleineren Innendurchmessern verwendet. GC/MS erfordert niedrige Trägergasflussraten, daher werden für diese Applikationen vor allem Säulen mit 0,25 mm ID oder kleiner verwendet.

Die Säulenkapazität nimmt mit zunehmenden Säulendurchmesser zu. Die tatsächliche Säulenkapazität hängt zusätzlich von der stationären Phase, dem Analyt und der Filmdicke ab. In **Tabelle 5** werden die typischen Kapazitätsbereiche für verschiedene Säulendurchmesser aufgeführt.

Tabelle 5: Säulenkapazität in ng

Filmdicke (µm)	Säuleninnendurchmesser (mm)			
	0,18-0,20	0,25	0,32	0,53
0,10	20-35	25-50	35-75	50-100
0,25	35-75	50-100	75-125	100-250
0,50	75-150	100-200	125-250	250-500
1,00	150-250	200-300	250-500	500-1000
3,00		400-600	500-800	1000-2000
5,00		1000-1500	1200-2000	2000-3000

Agilent Kapillar-Ferrule werden in einer neuen Spenderbox verpackt, die jeweils nur eine Ferrule liefert und so die anderen sauber und einsatzbereit hält. Weitere Informationen finden Sie unter www.agilent.com/chem/ferrules





Zusammenfassung zur Auswahl des Säulendurchmessers

1. Verwenden Sie Säulen mit 0,18-0,25 mm ID, wenn eine höhere Säuleneffizienz erforderlich ist. Säulen mit 0,18 mm ID sind besonders gut für GC/MS-Systeme mit geringer Pumpleistung geeignet. Säulen mit kleineren Durchmessern haben die niedrigsten Kapazitäten und erfordern den höchsten Vordruck.
2. Verwenden Sie Säulen mit 0,32 mm ID, wenn eine höhere Probenkapazität erforderlich ist. Sie haben oft eine bessere Auflösung bei früher eluierenden Analyten, für splitlose Injektionen oder große Injektionsvolumina (>2 µL) als Säulen mit 0,25 mm ID.
3. Verwenden Sie Säulen mit 0,45 mm ID, wenn nur ein Megabore-Direktinjektor verfügbar ist und eine höhere Trennleistung gewünscht ist. Sie eignen sich gut für hohe Trägergas-Flussraten, wie z.B. bei Purge & Trap- und Headspace-Probengebern sowie bei Ventilinjektions-Applikationen
4. Verwenden Sie Säulen mit 0,53 mm ID, wenn nur ein Megabore-Direktinjektor verfügbar ist. Sie sind auch gut geeignet für hohe Trägergas-Flussraten, wie z. B. bei Purge & Trap- und Headspace-Probengebern. Säulen mit 0,53 mm ID haben die höchste Probenkapazität bei konstanter Filmdicke (d_f).

Säulenlänge

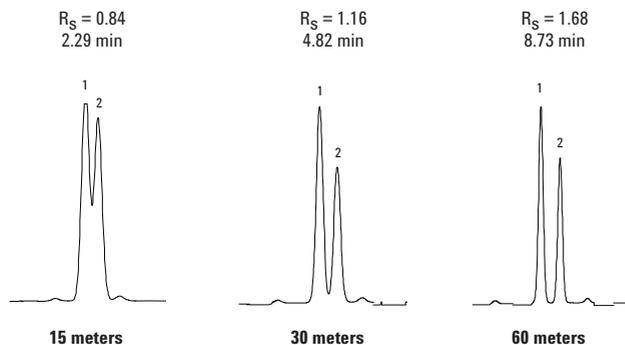
Die Säulenlänge wirkt sich auf drei wichtige Parameter aus: Trennleistung, Retention (Analysezeit) und Trägergasdruck.

Die Trennleistung der Säule (N/m) ist proportional zur Säulenlänge. Die Auflösung steigt allerdings nur mit der Wurzel der theoretischen Bodenzahl N an. Zum Beispiel bedeutet eine Verdoppelung der Säulenlänge (der Trennleistung) nur eine Zunahme um den Faktor 1,41 bei der Auflösung (in der Praxis nur 1,2-1,3). Für Trennungen mit geringer Peakauftrennung, die eine hohe Trennleistung erfordern (schmale Peaks), werden daher bevorzugt lange Säulen verwendet. **Abbildung 8** zeigt den Unterschied in der Auflösung für zwei Säulen für drei verschiedene Längen.

Abb. 8: Säulenlänge - Einfluss auf Auflösung und Retention

Säule: DB-624
15 m x 0,53 mm I.D., 0,3 µm
30 m x 0,53 mm I.D., 0,3 µm
60 m x 0,53 mm I.D., 0,3 µm

1. 1,3-Dichlorbenzol
2. 1,4-Dichlorbenzol



Unter isothermen Bedingungen ist die Retention der Analyten proportional zur Säulenlänge. Bei Temperaturprogrammen ist die Änderung $1/3-1/2$ des isothermen Werts. Wird die verbesserte Trennleistung durch die Verwendung einer längeren Säule erzielt, bedeutet dies auch eine entsprechend längere Analysenzeit. **Abbildung 8** zeigt den Unterschied in der Retention für zwei Säulen mit drei verschiedenen Längen.

Der Säulenvordruck ist nahezu proportional zur Säulenlänge. Der Druck ist üblicherweise kein limitierender Faktor, außer bei Säulen mit sehr kleinen oder sehr großen Durchmessern. Lange Säulen mit sehr kleinem Durchmesser machen einen extrem hohen Säulenvordruck erforderlich, kurze Säulen mit großem Durchmesser dagegen einen sehr niedrigen Druck. In der Praxis ist dies nicht einfach realisierbar und kann ein limitierender Faktor sein. Auch die Auswahl des Trägergases hat einen Einfluss auf den Säulendruck.

Mit zunehmender Länge der Säule nimmt außerdem das Säulenbluten zu. Längere Säulen haben mehr stationäre Phase und daher entstehen mehr Abbauprodukte. Die Zunahme des Säulenblutens mit längeren Säulen ist allerdings nicht sehr groß und sollte nicht davon abhalten, eine längere Säule zu verwenden, sofern dies erforderlich ist.

Längere Säulen sind allerdings teurer. Eine Verdopplung der Säulenlänge führt nahezu zu einer Verdopplung des Preises. Wird die Trennleistung durch die Anwendung einer längeren Säule erzielt, bedeutet dies auch eine deutliche Zunahme der Kosten für die Säule. Unter Berücksichtigung der längeren Analysenzeiten und der höheren Kosten, sollte die Verwendung einer längeren Säule zur Steigerung der Trennleistung die letzte Möglichkeit sein.

Die Kosten pro Meter liegen bei kürzeren Säulen allerdings höher als bei längeren. Das Schneiden von längeren Säulen in kürzere Säulen ist aber nur scheinbar eine gute Methode um Kosten zu sparen und wird daher nicht empfohlen. Die Qualität der kürzeren Stücke ist nicht garantiert und möglicherweise nicht so hochwertig, wie die der originalen, intakten Säule. Theoretisch sollte jedes Stück ausreichende und einheitliche Ergebnisse liefern. In der Praxis ist dies jedoch nicht der Fall. Die Wahrscheinlichkeit von Unterschieden der einzelnen Teile nimmt zu, je kürzere Stücke geschnitten werden. Die Unterschiede werden umso größer, je größer Säulenlänge, Filmdicke und Polarität der stationären Phase sind und je kleiner der Durchmesser. Zudem besteht die Gefahr des Brechens, wenn die kürzeren Säulen aufgewickelt werden. Durch das Schneiden der Säule in kürzere Stücke geht auch die Gewährleistung der Leistungsfähigkeit verloren.



Sie haben genug von leckenden, schwierig zu verwendenden Press-Fit-Verbindungen? Versuchen Sie es mit der Agilent Ultimate Capillary Union. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/union





Zusammenfassung zur Auswahl der Säulenlänge

1. Wenn die optimale Länge unbekannt ist, beginnen Sie mit Säulen mit 25-30 Metern.
2. 10-15 Meter lange Säulen bieten sich an für Proben, die sehr wenige oder leicht trennbare Analyten enthalten. Bei sehr kleinen Durchmessern werden kürzere Säulen verwendet, um den Vordruck zu reduzieren.
3. 50 - 60 Meter lange Säulen sollten nur dort eingesetzt werden, wo eine Auflösung mit anderen Mitteln nicht möglich ist (kleinerer Durchmesser, andere stationäre Phase, Änderung der Säulentemperatur). Sie sind aber bestens geeignet für komplexe Proben, die viele Substanzen enthalten. Lange Säulen benötigen eine lange Analysenzeit und verursachen höhere Kosten.

Filmdicke der Säule

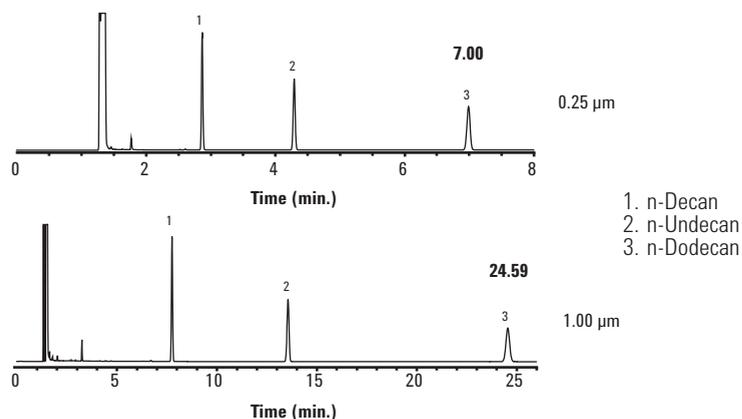
Die Filmdicke der Säule hat Einfluss auf fünf wichtige Parameter: Retention, Auflösung, Säulenbluten, Inertheit und Kapazität.

Unter isothermen Bedingungen ist die Retention der Analyten direkt proportional der Filmdicke. Bei Temperaturprogrammen ist die Änderung $1/3-1/2$ des isothermen Werts. Für sehr flüchtige Substanzen werden zur Erzielung einer längeren Retention größere Filmdicken verwendet. Flüchtige Verbindungen, welche bei Verwendung üblicher Filmdicken normalerweise Kühlung (unter Raumtemperatur) benötigen, können so bei Temperaturen über 30 °C gemessen werden. Der Wechsel zu Säulen mit einer größeren Filmdicke liefert bei höherer Säulentemperatur eine gleiche oder größere Retention. Säulen mit großer Filmdicke werden üblicherweise für die Analyse flüchtiger Verbindungen wie der von Lösungsmitteln oder ausgewählten Gasen verwendet. Dünnere Filme reduzieren die Retention stark retardierter Analyten. Stark retardierte Analyten können so früher eluiert werden, oder bei einer niedrigeren Temperatur. Der Wechsel zu einer Säule mit einem dünneren Film liefert eine gleiche oder geringere Retention bei einer niedrigeren Säulentemperatur. Säulen mit dünnem Film werden typischerweise für hochsiedende Verbindungen oder solche mit hohem Molekulargewicht verwendet. **Abbildung 9** zeigt den Unterschied in der Retention für zwei Säulen mit verschiedenen Filmdicken.

Analyten, deren k-Werte sich um weniger als 2 unterscheiden, sind wegen der geringen Retention schwierig zu trennen. Der Wechsel zu einer Säule mit dickerem Film liefert hier eine bessere Auflösung, da die Retention der Analyten vergrößert wird. Die Verbesserung der Auflösung ist vom k-Wert des Analyten auf der ursprünglichen Säule abhängig. Für Analyten mit k-Werten von 5 oder kleiner führt die Vergrößerung der Retention zu einer verbesserten Auflösung. Analyten mit k-Werten von 5 bis 10, zeigen bei einer Vergrößerung der Retention eine kleine oder moderate Verbesserung der Auflösung. Peaks mit k-Werten über 10 weisen bei einer Vergrößerung der Retention keine Verbesserung der Auflösung auf, manchmal ist sogar ein Verlust an Auflösung zu beobachten. Die Verbesserung der Auflösung früh eluierender Peaks durch Verwendung einer größeren Filmdicke kann bei spät eluierenden Peaks zu einem Verlust an Auflösung führen.

Abb. 9: Filmdicke der Säule - Einfluss auf Auflösung und Retention

Säule: DB-1, 30 m x 0,32 mm I.D.
Träger: Helium mit 38 cm/sec
Ofen: 100 °C isotherm



Bei einer gegebenen stationären Phase nimmt das Säulenbluten mit zunehmender Filmdicke zu. Da größere Filmdicken eine längere Retention aufweisen, kann es sein, dass spät eluierende Peaks mit dem Säulenbluten überlagern. Die oberen Temperaturgrenzwerte liegen bei Säulen mit größeren Filmdicken aufgrund des verstärkten Säulenblutens niedriger.

Säulen mit dickerem Film sind träger. Die gelösten Stoffe werden durch mehr stationäre Phase von der Kapillaroberfläche abgeschirmt. Peaktailing für aktive Substanzen kann mit einer Säule mit dickerem Film oft reduziert oder eliminiert werden.

Dickere Filme besitzen eine höhere Kapazität für die Analyten. In signifikant großen Mengen vorliegende Analyten führen zu breiten Peakbanden und zu möglichen Koeleutionen mit angrenzenden Peaks. Der Wechsel zu einer Säule mit dickerem Film kann die Peakverbreiterung reduzieren und damit auch die Koelution. Tabelle 5 listet typische Kapazitätsbereiche für verschiedene Filmdicken.

Die Capillary Flow Technology-Geräte von Agilent können für Backflush-Anwendungen eingesetzt werden, um Zykluszeiten sowie Säulenwartung zu reduzieren und die Datenqualität zu steigern.





Zusammenfassung zur Auswahl der Filmdicke von Säulen

1. Für Säulen mit 0,18-0,32 mm ID ist eine Filmdicke von 0,18-0,25 μm Standard und wird für die meisten Analysen eingesetzt.
2. Für Säulen mit 0,45-0,53 mm ID ist eine Filmdicke von 0,8-1,5 μm Standard und wird für die meisten Analysen eingesetzt.
3. Säulen mit dicken Filmen sind geeignet, flüchtige Verbindungen zu trennen (z. B. niedrig siedende Lösungsmittel, Gase). Säulen mit dickem Film sind inerte und haben größere Probenkapazitäten. Säulen mit dickem Film zeigen allerdings auch ein größeres Säulenbluten und weisen niedrigere Temperaturobergrenzen auf.
4. Säulen mit dünnen Filmen werden verwendet, um die Retentionszeiten hochsiedender und hochmolekularer Stoffe zu verringern (z. B. Steroide, Triglyzeride). Säulen mit dünnem Film sind weniger inert, haben eine geringere Probenkapazität, zeigen aber nur minimales Säulenbluten.



Richtlinien zur Methodenentwicklung

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Ungef. Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
Allgemeine Anwendungen					
DB-1ms Ultra Inert	Amine, Kohlenwasserstoffe, Pestizide, PCBs, Phenole, Schwefelverbindungen, Aroma- und Duftstoffe	100 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 340/360	
HP-1ms Ultra Inert	Amine, Kohlenwasserstoffe, Pestizide, PCBs, Phenole, Schwefelverbindungen, Aroma- und Duftstoffe	100 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	
DB-5ms Ultra Inert	Schwerflüchtige Substanzen, halogenierte Substanzen, Pestizide, Herbizide, Drogen, Amine, Screening unbekannter Proben	5 % Phenyl, 95 % Dimethylarylsiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	
HP-5ms Ultra Inert	Schwerflüchtige Substanzen, halogenierte Substanzen, Pestizide, Herbizide, Drogen, Amine, Screening unbekannter Proben	5 % Phenyl, 95 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	
HP-1ms, DB-1ms, HP-1, DB-1	Amine, Kohlenwasserstoffe, Pestizide, PCBs, Phenole, Schwefelverbindungen, Aroma- und Duftstoffe	100 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	BP-1, SPB-1, CP-Sil 5, Rtx-1, OV-1, SE-30, 007-1, ZB-1
HP-5ms, DB-5, HP-5	Schwerflüchtige Substanzen, Alkaloide, Pharmazeutika/Drogen, FAME, halogenierte Substanzen, Pestizide, Herbizide	5 % Phenyl, 95 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms, BP-5, ZB-5
DB-5ms	Schwerflüchtige Substanzen, Alkaloide, Pharmazeutika/Drogen, FAME, halogenierte Substanzen, Pestizide, Herbizide	5 % Phenyl, 95 % Dimethylarylsiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	Rtx-5ms, Rtx-5Sil MS, Rxi-5ms, Rxi-5Sil MS, VF-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms, SLB-5ms, Equity-5
DB-1301	Aroclor, Alkohole, Pestizide, VOCs	6 % Cyanopropylphenyl, 94 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 280/300	Rtx-1301, PE-1301, VF-1301ms
DB-35, HP-35	CLP-Pestizide, Aroclor, Pharmazeutika, Drogen	35 % Phenyl, 65 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von 40 bis 300/320	Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-35ms	CLP-Pestizide, Aroclor, Pharmazeutika, Drogen	35 % Phenyl, 65 % Dimethylarylsiloxan	Mittelpolar	Von 50 bis 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-1701, DB-1701P	Pestizide, Herbizide, TMS-Derivate von Zucker, Aroclor	14 % Cyanopropylphenyl, 86 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 280/300	SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, CB-1701, OV-1701, 007-1701, BPX-10

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Ungef. Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
HP-50+, DB-17	Pharmazeutika/Drogen, Glycole, Pestizide, Steroide	50 % Phenyl, 50 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von 40 bis 280/300	Rtx-50, CP-Sil 19 CB, BPX-50, SP-2250
DB-17ms	Pharmazeutika/Drogen, Glycole, Pestizide, Steroide	50 % Phenyl, 50 % Dimethylarylsiloxan	Mittelpolar	Von 40 bis 320/340	HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50
DB-200	Lösungsmittelrückstände, Pestizide, Herbizide	35 % Trifluoropropyl, 65 % Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 30 bis 300/320	Rtx-200, VF-200ms
DB-210	EPA-Methoden 8140 und 609	50 % Trifluoropropyl, 50 % Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 45 bis 240/260	SP-2401
DB-225ms, DB-225	FAME, Alditolacetate, neutrale Sterole	50 % Cyanopropylphenyl, 50 % Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 40 bis 220/240	SP-2330, CP-Sil 43 CB, OV-225, Rtx-225, BP-225, 007-225
HP-INNOWax	Alkohole, freie organische Säuren, Lösungsmittel, ätherische Öle, Aroma- und Duftstoffe	Polyethylenglycol	Polar	Von 40 bis 260/270	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX
DB-WAX	Lösungsmittel, Glycole, Alkohole	Polyethylenglycol	Polar	Von 20 bis 250/260	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX, VF-WAXms
CAM	Amine, basische Substanzen	Polyethylenglycol, mit Base modifiziert	Polar	Von 60 bis 220/240	Stabilwax-DB, Carbowax Amine
HP-FFAP, DB-FFAP	Organische Säuren, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Acrylate	Polyethylenglycol, mit Säure modifiziert	Polar	Von 40 bis 250	OV-351, SP-1000, Stabilwax-DA, 007-FFAP, Nukol
DB-23	FAME (erfordern cis/trans-Trennung)	50 % Cyanopropyl, 50 % Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 40 bis 250/260	SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms
CycloSil- β	Chirale Substanzen (allgemeine Verwendung)	30%-heptakis (2,3-di-O-methyl-6-O-t-butyl-dimethylsilyl)-B-cyclodextrin in DB-1701	Mittelpolar	Von 35 bis 260/280	LIPODEX C, Rt- β DEXm, β -DEX 110, β -DEX 120
HP-Chiral β	Chirale Substanzen (unter Verwendung eines stickstoffselektiven Detektors, NPD)	beta-Cyclodextrin in phenylbasierter stationärer Phase	Mittelpolar	Von 30 bis 240/250	LIPODEX C, Rt- β DEXm, β -DEX 110, β -DEX 120

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Ungef. Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
PLOT-Phasen					
HP-PLOT-Molsieb	Permanent- und Edelgase. Argon- und Sauerstofftrennung bei 35 °C	5Å Molekularsiebzeolith		Von -60 bis 300	Keine
HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₆ in Erdgas, Raffineriegas, Brenngas, Synthetikgas, Diene	Aluminiumoxid, mit KCl deaktiviert	Schwach polar	Von -60 bis 200	CP-Al ₂ O ₃ /KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al ₂ O ₃ /KCl
HP-PLOT Al ₂ O ₃ S	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₆ in Erdgas, Raffineriegas, Brenngas, Synthetikgas, Diene	Aluminiumoxid, Natriumsulfat-deaktiviert	Mittelpolar	Von -60 bis 200	CP-Al ₂ O ₃ PLOT Na ₂ SO ₄
GS-Alumina	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₆ in Erdgas, Raffineriegas, Brenngas, Synthetikgas, Diene	Aluminiumoxid mit proprietärer Deaktivierung	Am meisten polar	Von -60 bis 200	Al ₂ O ₃ /KCl, Al ₂ O ₃ /Na ₂ SO ₄ , Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT
HP-PLOT Q	Kohlenwasserstoffe einschließlich Isomere, CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, polare Lösungsmittel, Schwefelverbindungen	Polystyrol-Divinylbenzol		Von -60 bis 270/290	CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q
HP-PLOT U	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₇ , CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, sauerstoffhaltige Substanzen, Amine, Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Aldehyde	Divinylbenzol/Ethylenglycol-Dimethacrylat		Von -60 bis 190	PoraPlot U, RTU PLOT
GS-GasPro	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₁₂ , CO ₂ , Schwefelspuren, Hydridgase, anorganische Gase, halogenierte Kohlenwasserstoffe, SF ₆ , Sauerstoff/Stickstoff-Trennung bei -80 °C	Proprietär, gebunden, kieselgelbasiert		Von -80 bis 260/300	CP-Silica PLOT
GS-OxyPLOT	Sauerstoffhaltige Substanzen	Proprietäre Phase, hohe Selektivität		Bis 350	CP-LowOX
GS-CarbonPLOT	Kohlenwasserstoffe C ₁ -C ₅ , CO ₂ , Luft/CO, Spuren von Acetylen in Ethylen, Methan.	Gebundene monolithische Kohlenstoffschicht		Von 0 bis 360	Carbopack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Ungef. Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
Andere spezielle Phasen - Umwelt					
DB-EUPAH	Von der Europäischen Kommission regulierte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 40 bis 320/340	
DB-624	Flüchtige Umweltschadstoffe, EPA-Methode 502.2	6 % Cyanopropylphenyl, 94 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 260	AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms
DB-VRX	Flüchtige organische Substanzen unter Verwendung von MSD, ELCD/PID	Proprietäre Phase	Unpolar	Von -10 bis 260	VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC
DB-35ms	CLP-Pestizide, chlorierte Herbizide, PCBs, 508.1-Pestizide	35 % Phenyl, 65 % Dimethylarylsiloxan	Mittelpolar	Von 50 bis 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
HP-5ms, DB-5, HP-5	Schwer flüchtige Substanzen gemäß EPA-Methode 8270	5 % Phenyl, 95 % Dimethylpolysiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms
DB-XLB (Bestätigungssäule)	PCB Kongeneranalyse (209 Kongenere) CLP-Pestizide, chlorhaltige Herbizide, PCBs, 508.1-Pestizide	Proprietäre Phase	Unpolar	Von 30 bis 340/360	Rtx-XLB, MDN-12
DB-TPH	LUFT-Tests (Leaking Underground Fuel Tank)	Proprietäre Phase	Unpolar	Von -10 bis 290	
DB-MTBE	MTBE in Boden und Wasser	Proprietäre Phase	Unpolar	Von 35 bis 260/280	

Nur die Premium-Einlass-Liner-O-Ringe von Agilent sind vorgereinigt und konditioniert, um eine Gaskontamination zu verhindern. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/o-rings



Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Ungef. Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
Andere spezielle Phasen					
Biodiesel ASTM D6584 Freies Glycerin/Gesamtglycerin	Freies Glycerin und Gesamtglycerin in Biodiesel	Proprietäre Phase	Unpolar	Von -60 bis 400	
Biodiesel EN14105 Freies Glycerin/Gesamtglycerin	Freies Glycerin und Gesamtglycerin in Biodiesel	Proprietäre Phase	Unpolar	Von -60 bis 400	
Biodiesel EN14103 FAME-Analyse	FAME in Biodiesel	Proprietäre Phase	Hohe Polarität	Von 40 bis 260/270	
Biodiesel EN14110 Rest-Methanol	Restmethanol in Biodiesel	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 20 bis 260/280	
HP-Schnelle Lösungsmittelrückstands-Säule	Lösungsmittelrückstände	6 % Cyanopropylphenyl, 94 % Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 260	DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624
DB-ALC1	Blutalkoholtests	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 20 bis 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
DB-ALC2	Blutalkoholtests	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 20 bis 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
HP-Blutalkohol	Blutalkoholtests	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von -60 bis 270/290	

ASTM-Methoden

Methodenbezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 1945	Standardtestmethode für die Analyse von Erdgas mittels GC	HP-PLOT-Molsieb 15 m x 0,53 mm, 50 µm HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-MS9 19095P-Q03
D 1946	Standardtestmethode für die Analyse von reformiertem Gas mittels GC	HP-PLOT-Molsieb 15 m x 0,53 mm, 50 µm HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-MS9 19095P-Q03
D 1983	Standardtestmethode für die Fettsäurezusammensetzung mittels Gas-/Flüssigchromatografie von Methylestern	DB-WAX 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7032
D 2163	Standardtestmethode für die Analyse von Flüssiggasen (LP-Gase) und Propenkonzentrationen mittels GC	HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl 30 m x 0,53 mm, 15 µm HP-PLOT Al ₂ O ₃ S 30 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-K23 19095P-S23
D 2268	Standardtestmethode für die Analyse von hoch reinem n-Heptan und Isooctan mittels Kapillar-GC	DB-1 60 m x 0,25 mm, 0,50 µm	122-106E
D 2306	Standardtestmethode für die aromatische Kohlenwasserstoffe C8 mittels GC	HP-INNOWax 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091N-136
D 2426	Standardtestmethode für Butadiendimer und Styren in Butadienkonzentrationen mittels GC	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 2427	Standardtestmethode für die Bestimmung der Kohlenwasserstoffe C2 bis C5 in Benzin mittels GC	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm GS-Alumina 30 m x 0,53 mm,	125-1035 115-3532
D 2504	Standardtestmethode für nicht kondensierfähige Gase in Kohlenwasserstoffprodukten C2 und leichter mittels GC	HP-PLOT-Molsieb 30 m x 0,53 mm, 50 µm	19095P-MS0

ASTM-Methoden

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 2505	Standardtestmethode für Ethylen, andere Kohlenwasserstoffe und Kohlendioxid in hoch reinem Ethylen mittels GC	GS-GasPro 60 m x 0,32 mm,	113-4362
D 2593	Standardtestmethode für die Butadienreinheit und Kohlenwasserstoff-Verunreinigungen mittels GC	GS-Alumina 30 m x 0,53 mm,	115-3532
D 2712	Standardtestmethode für Kohlenwasserstoffspuren in Propylenkonzentraten mittels GC	GS-Alumina 50 m x 0,53 mm	115-3552
D 2804	Standardtestmethode für die Reinheit von Methyllethylketon mittels GC	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm DB-210 15 m x 0,53 mm, 1 µm	124-7032 125-0212
D 2887	Standardtestmethode für die Siedebereichsverteilung von Erdölfractionen mittels GC	DB-2887 10 m x 0,53 mm, 3 µm	125-2814
D 2887 erweitert	Standardtestmethode für die Siedebereichsverteilung von Erdölfractionen mittels GC, bis C60	HP-1 10 m x 0,53 mm, 0,88 µm HP-1 5 m x 0,53 mm, 0,88 µm	19095Z-021 19095Z-020
D 3054	Standardtestmethode für die Analyse von Cyclohexan mittels GC	DB-1 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	123-106E
D 3257	Standardtestmethode für Aromate in Lösungsbenzin mittels GC	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3329	Standardtestmethode für die Reinheit von Methylisobutylketon mittels GC	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm DB-624 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-7032 124-1334
D 3432	Standardtestmethode für freie Toluendiisocyanate in Urethanpolymeren und Beschichtungslösungen mittels GC	HP-1ms, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	19091S-713
D 3447	Standardtestmethode für die Reinheit halogener organischer Lösungsmittel	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3545	Standardtestmethode für Alkoholgehalt und Reinheit von Acetateestern mittels GC	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
D 3687	Standardtestmethode für die Analyse von organischen Dämpfen, die mit der Aktivkohle-Röhrenadsorptionsmethode aufgefangen wurden	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032 124-7032
D 3695	Standardtestmethode für flüchtige Alkohole in Wasser mittels Direktwasserinjektions-GC	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 3710	Standardtestmethode für die Siedebereichsverteilung von Benzin und Benzinfraktionen mittels GC	DB-2887 10 m x 0,53 mm, 3 µm	125-2814
D 3760	Standardtestmethode für die Analyse von Isopropylbenzol (Cumen) mittels GC	DB-WAX 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm HP-1 50 m x 0,32 mm, 0,52 µm	123-7062 19091Z-115
D 3797	Standardtestmethode für die Analyse von o-Xylen mittels GC	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 3798	Standardtestmethode für die Analyse von p-Xylen mittels GC	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 3871	Standardtestmethode für reinigungsfähige organische Substanzen Wasser mithilfe der Headspace-Technik	DB-VRX 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1574
D 3893	Standardtestmethode für die Reinheit von Methylamylketon und Methylisoamylketon mittels GC	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 3973	Standardtestmethode für halogenierte Kohlenwasserstoffe geringen Molekulargewichts in Wasser	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534

ASTM-Methoden

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 4415	Standardtestmethode für die Bestimmung von Dimer in Acrylsäure	DB-FFAP 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-3232
D 4424	Standardtestmethode für die Butylenanalyse mittels GC	HP-PLOT Al2O3 "S" 50 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-S25
D 4443	Standardtestmethode für Vinylchloridmonomer-Rückständige im PPB-Bereich in Vinylchlorid-Homo- und Copolymeren mittels Headspace-GC	DB-VRX 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 4735	Standardtestmethode für die Bestimmung von Thiophenspuren in raffiniertem Benzol mittels GC	DB-FFAP 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-3232
D 4773	Standardtestmethode für Propylenglycol-Monomethylether, Dipropylenglycol-Monomethylether und Propylenglycol-Monomethylether-Acetat	Kundenspezifisch	100-2000
D 4864	Standardtestmethode für die Bestimmung von Methanolspuren in Propylenkonzentraten mittels GC	DB-WAX 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 4947	Standardtestmethode für Chlordan- und Heptachlorrückstände in Innenluft	DB-5 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm DB-608 30 m x 0,53 mm, 0,83 µm	125-5032 125-1730
D 4961	Standardtestmethode für die GC-Analyse umfassender organischer Verunreinigungen in mit dem Cumenprozess hergestelltem Phenol	DB-FFAP 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm	124-3232 19095P-Q03
D 4983	Standardtestmethode für Cyclohexylaminmorpholin und Diethylaminoethanol in Wasser und kondensiertem Dampf mittels Direktwasserinjektions-GC	HP-5ms, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm CAM 30 m x 0,53 mm, 1 µm	19091S-213 115-2132
D 5008	Standardtestmethode für Ethylmethylpentonal-Gehalt und Reinheitswert von 2-Ethylhexanol mittels GC	HP-1 15 m x 0,53 mm, 5,00 µm HP-INNOWax 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19095Z-621 19091N-113
D 5060	Standardtestmethode zur Bestimmung von Verunreinigungen in hoch reinem Ethylbenzol mittels GC	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 5075	Standardtestmethode für Nikotin in Innenluft	DB-5 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm DB-5 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	125-5032 123-5033
D 5134	Standardtestmethode für die detaillierte Analyse von Erdölnaphtalen bis n-Nonan mittels Kapillar-GC	HP-PONA 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	19091S-001
D 5135	Standardtestmethode für die Analyse von Styren mittels Kapillar-GC	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,5 µm	19091N-216
D 5175	Standardtestmethode für halogenorganische Pestizide und polychlorierte Biphenyle in Wasser mittels Mikroextraktion und GC	DB-1 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm DB-608 30 m x 0,32 mm, 0,5 µm DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	123-1033 123-1730 122-1232
D 5303	Standardtestmethode für Spuren von Carbonylsulfid in Propylen mittels GC	GS-GasPro 30 m x 0,32 mm HP-PLOT Q 30 m x 0,53 mm, 40 µm	113-4332 19095P-Q04
D 5307	Standardtestmethode zur Bestimmung der Siedebereichsverteilung von Rohöl mittels GC	HP-1 7,5 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-627

ASTM-Methoden

Methodenbezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 5310	Standardtestmethode für die Teersäurezusammensetzung mittels Kapillar-GC	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-225ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433 122-2932
D 5316	Standardtestmethode für 1, 2-Dibromoethan und 1, 2-Dibromo-3-Chlorpropan in Wasser mittels Mikroextraktion und GC	HP-1ms 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm DB-624 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	19091S-713 124-1334
D 5317	Standardtestmethode für die Bestimmung chlorierter organischer Säureverbindungen in Wasser mittels GC mit Elektroneneinfangdetektor	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433 122-7732 122-1232 122-3832
D 5320	Standardtestmethode für die Bestimmung von 1, 1-Trichlorethan und Methylenechlorid in stabilisiertem Trichlorethylen und Tetrachlorethylen	DB-1 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm DB-VRX 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	125-1034 123-1534
D 5399	Standardtestmethode für die Siedepunktverteilung von Kohlenwasserstoff-Lösungsmitteln mittels GC	DB-2887 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	125-2814
D 5441	Standardtestmethode für die Analyse von Methyl-Tert-Butylether (MTBD) mittels GC	HP-PONA 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm DB-Petro 100 m x 0,25 mm, 0,5 µm	19091S-001 122-10A6
D 5442	Standardtestmethode für die Analyse von Erdölwachsen mittels GC	DB-1 25 m x 0,32 mm, 0,25 µm DB-5 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm	123-1022 122-5012
D 5475	Standardtestmethode für stickstoff- und phosphorhaltige Pestizide in Wasser mittels GC mit einem Stickstoff-/Phosphor-Detektor	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433 122-7732 122-1232 122-3832
D 5480	Standardtestmethode für die Motoröflüchtigkeit mittels GC	DB-PS1 15 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1011
D 5501	Standardtestmethode für die Bestimmung des Ethanolgehalts von denaturiertem Kraftstoffethanol mittels GC	HP-1 100 m x 0,25 mm, 0,50 µm	19091Z-530
D 5507	nStandardtestmethode für die Bestimmung von Spuren organischer Verunreinigungen in Vinylchlorid von Monomergüte mittels Kapillarsäulen-/multidimensionaler GC	HP-PLOT Q 15 m x 0,53 mm, 40 µm HP-PLOT U 30 m x 0,53 mm, 20 µm	19095P-Q03 19095P-U04
D 5508	Standardtestmethode für die Bestimmung von Acrylonitril-Monomer-Rückständen in Styren-Acrylonitril-Copolymer-Harzen und Nitril-Butadien-Gummi mittels Headspace-Kapillar-GC	HP-PLOT Q 30 m x 0,53 mm, 40 µm	19095P-Q04
D 5580	Standardtestmethode für die Bestimmung von Benzol, Toluol, Ethylbenzol, p/m-Xylen, C9 und schwereren Aromaten sowie Gesamtaromaten in Fertigbenzin mittels GC	DB-1 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 5599	Standardtestmethode für die Bestimmung von sauerstoffhaltigen Substanzen in Benzin mittels GC und sauerstoffselektiver Flammenionisationsdetektion	DB-5 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5032
D 5623	Standardtestmethode für Schwefelverbindungen in Leichtöflüssigkeiten mittels GC und selektiver Schwefeldetektion	HP-1 30 m x 0,32 mm, 4,00 µm	19091Z-613
D 5713	Standardtestmethode für die Analyse von hoch reinem Benzol für Cyclohexan-Ausgangsmaterial mittels Kapillar-GC	DB-Petro 50 m x 0,20 mm, 0,5 µm	128-1056

ASTM-Methoden

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 5739	Standardpraxis für die Identifizierung der Quelle von ausgelaufenem Öl mittels GC und Positivionen-Elektronenstoß-Massenspektrometrie bei niedriger Trennung	DB-5 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5032
		DB-TPH 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-1632
D 5769	Standardtestmethode zur Bestimmung von Benzol, Toluol und von Gesamtaromaten in Fertigbenzin mittels GC/MS	HP-1 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 5790	Standardtestmethode zur Messung von reinigungsfähigen organischen Substanzen in Wasser mittels Kapillarsäulen-GC/MS	DB-VRX 60 m x 0,25 mm, 1,40 µm	122-1564
		DB-VRX 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm	121-1524
		DB-624 60 m x 0,25 mm, 1,4 µm	122-1364
		DB-624 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm	121-1324
D 5812	Standardtestmethode zur Bestimmung von Organochlorin-Pestiziden in Wasser mittels Kapillarsäulen-GC	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-1701P 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7732
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
		DB-35ms 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-3832
D 5917	Standardtestmethode für Verunreinigungsspuren in monozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mittels GC und externen Kalibration	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
D 5974	Standardtestmethode für Fett- und Harzsäuren in Tallölfraktionsprodukten mittels Kapillar-GC	DB-23 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-2362
D 5986	Standardtestmethode zur Bestimmung von stauerhoffhaltigen Substanzen, Benzol, Toluol, C8-C12-Aromaten und Gesamtaromaten in Fertigbenzin mittels GC/FTIR	HP-1 60 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-626
D 6144	Standardtestmethode zur Bestimmung von Verunreinigungen in Alpha-Methylstyren mittels Kapillar-GC	HP-1 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 6159	Standardtestmethode für die Bestimmung von Kohlenwasserstoffverunreinigungen in Ethylen mittels GC	HP-PLOT Al2O3 "KCl" 50 m x 0,53 mm, 15 µm	19095P-K25
		GS-Alumina 50 m x 0,53 mm	115-3552
		DB-1 50 m x 0,53 mm	125-1035
D 6160	Standardtestmethode für die Bestimmung von PCBs Abfallstoffen mittels GC	HP-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091S-413
		DB-XLB 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-1232
D 6352	Standardtestmethode für die Siedebereichsverteilung von Erdöldestillaten im Siedebereich von 174 bis 700 mittels GC	DB-HT SimDis 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 6417	Standardtestmethode für die Schätzung der Motoröflüchtigkeit mittels Kapillar-GC	DB-HT SimDis 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 2360	Standardtestmethode zur Bestimmung von Verunreinigungen in monozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mittels GC	HP-INNOWax 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
E 1616	Standardtestmethode für die Analyse von Essigsäureanhydrid mittels GC	HP-1 50 m x 0,32 mm, 0,52 µm	19091Z-115
E 1863	Standardtestmethode für die Analyse von Acrylonitril mittels GC	DB-WAXetr 60 m x 0,32 mm, 1,00 µm	123-7364
E 202	Standardtestmethode für die Analyse von Ethylglycolen und Propylenglycolen	DB-624 30 m x 0,53 mm, 3 µm	125-1334
E 475	Standardtestmethode für den Assay von Di-tert-Butylperoxid mittels GC	HP-5 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095J-623

Umwelt/EPA-Methoden

Es können zahlreiche Säulen und Gerätekombinationen benutzt werden, um eine erfolgreiche Umweltanalytik durchzuführen. Im Folgenden sind einige Säulen aufgeführt, die Agilent für diese Analytik empfiehlt. Die folgenden Empfehlungen basieren auf GC-Systemen mit Split/Splitlosem Injektor (ausgenommen Methoden für leichtflüchtige Verbindungen). Andere Säulenkonfigurationen mit anderen Systemkonfigurationen sind ebenfalls möglich. Um Ihr analytisches System Ihren besonderen Anforderungen anzupassen, wenden Sie sich bitte an Agilent Technologies.

Umwelt/EPA-Methoden

Probenart	EPA Methoden-referenz	Probenaufbereitung	Detektor-typen	Probenmatrix	Empfohlene Agilent Säule
Flüchtige Verbindungen					
Trihalomethane	501	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	ELCD, ECD	Trinkwasser	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534 DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	502.2, 8021, CLP-Volatiles	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	PID, ELCD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1574 DB-624, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1374
Austreibbare, halogenierte, organische Substanzen	601, 8010	Purge & Trap, Headspace zum Screening	PID, ELCD	Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1574 DB-624, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1374
Austreibbare, aromatische, organische Substanzen	503.1, 602, 8020	Purge & Trap, Headspace zum Screening	PID	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534 DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	MSD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 60 m x 0,25 mm, 1,40 µm, 122-1564 DB-624, 60 m x 0,25 mm, 1,4 µm, 122-1364 HP-VOC, 60 m x 0,20 mm, 1,10 µm, 19091R-306
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	MSD (5973)	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm, 121-1524 DB-624, 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm, 121-1324
EDB und DBCP	504.1, 8011	Mikroextraktion mit Hexan	ECD	Trinkwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534 DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Acrylnitril und Acrolein	603, 8015, 8031	Purge-and-Trap, Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung	FID, NPD	Abwasser, feste Abfälle	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1534 DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm, 124-1334
Schwerflüchtige Verbindungen					
Schwerflüchtige organische Verbindungen	525, 625, 8270	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	MSD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,50 µm, 19091S-133
Phenole	528, 604, 8040, 8041	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, Derivatisierung	ECD, FID	Abwasser, feste Abfälle	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-XLB, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-1232 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Phthalatester	506, 606, 8060, 8061	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD, FID	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837

Umwelt/EPA-Methoden

Probenart	EPA Methoden-referenz	Probenaufbereitung	Detektor-typen	Probenmatrix	Empfohlene Agilent Säule
Schwerflüchtige Verbindungen					
Benzidine	605	Flüssig-Extraktion	ECD	Abwasser	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Nitrosamine	607, 8070	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	NPD	Abwasser, feste Abfälle	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532
Nitroaromaten und Isophorone	609, 8090	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD, FID	Abwasser, feste Abfälle	HP-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,50 µm, 19091S-133 DB-5ms, 30 m x 0,53 mm, 1,50 µm, 125-5532 DB-608, 30 m x 0,53 mm, 0,50 µm, 125-6837
Mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs)	610, 8100	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	FID	Abwasser, feste Abfälle	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-5532 DB-1ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-0132
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	612, 8120, 8121	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD	Abwasser, feste Abfälle	DB-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-5536 HP-5ms, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 19091S-113 DB-1, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-103E
Nebenprodukte chlorierter Desinfektionsmittel	551, 551.1A	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 1,00 µm, 122-5533 DB-1, 30 m x 0,25 mm, 1,00 µm, 122-1033
Halogenierte Essigsäuren	552, 552.1, 552.2	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
Pestizide, Herbizide und PCBs					
Organochlor Pestizide und PCBs	508.1, 608, 8081A, 8082, CLP-Pestizide	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
Phenoxy-säure-Herbizide	515, 615, 8150, 8151	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	DB-35ms, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0,32 mm, 0,50 µm, 123-1236
N- und P-haltige Pestizide und Herbizide	507, 614, 619, 622, 8140, 8141A	Flüssigextraktion, Derivatisierung	NPD, ELCD, FPD	Trinkwasser	DB-35ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-3832 DB-5ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-5532
PCB Analoga mittels MSD		Flüssigextraktion, Derivatisierung	MSD		DB-XLB, 30 m x 0,18 mm, 0,18 µm, 121-1232 DB-XLB, 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm, 122-1262

GC Phasen für Methoden gemäß der United States Pharmacopoeia (USP)

USP	Phasenzusammensetzung	Von Agilent empfohlene Phasen
G1	Dimethylpolysiloxan-Öl	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G2	Dimethylpolysiloxan-Harz	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G3	50% Phenyl-50% Methylpolysiloxan	DB-17*, HP-50+*
G5	3-Cyanopropylpolysiloxan	DB-23
G6	Trifluorpropylmethylpolysilikon	DB-200, DB-210
G7	50% 3-Cyanopropyl-50% Phenylmethylsilikon	DB-225, DB-225ms
G14	Polyethylenglykol (mittleres Molekulargewicht von 950 - 1.050)	DB-WAX
G15	Polyethylenglykol (mittleres Molekulargewicht von 3.000-3.700)	DB-WAX
G16	Polyethylenglykol (mittleres Molekulargewicht von 15.000)	DB-WAX*
G17	75% Phenyl-25% Methylpolysiloxan	DB-17, HP-50+
G19	25% Phenyl-25% Cyanopropylmethylsilikon	DB-225*, DB-225ms
G20	Polyethylenglykol (mittleres Molekulargewicht von 380-420)	DB-WAX
G25	Polyethylenglykol TPA (Carbowax 20M Terephthalsäure)	DB-FFAP*, HP-FFAP*
G27	5% Phenyl-95% Methylpolysiloxan	DB-5*, HP-5*, HP-5ms*, DB-5ms
G28	25% Phenyl-75% Methylpolysiloxan	DB-35, HP-35, DB-35ms
G32	20% Phenylmethyl-80% Dimethylpolysiloxan	DB-35, HP-35, DB-35ms
G35	Polyethylenglykol und Diepoxid, verestert mit Nitroterephthalsäure	DB-FFAP*, HP-FFAP*
G36	1% Vinyl-5% Phenylmethylpolysiloxan	DB-5, HP-5, HP-5ms, DB-5ms
G38	Phase G1 plus Tailinginhibitor	DB-1, HP-1, HP-1ms, DB-1ms
G39	Polyethylenglykol (mittleres Molekulargewicht von 1.500)	DB-WAX
G41	Phenylmethyldimethylsilikon (10% Phenyl substituiert)	DB-5, HP-5, HP-5ms, DB-5ms
G42	35% Phenyl-65% Dimethylvinylsiloxan	DB-35*, HP-35*, DB-35ms
G43	6% Cyanopropylphenyl-94% Dimethylpolysiloxan	DB-624*, DB-1301
G45	Divinylbenzol-Ethylenglykol-Dimethacrylat	HP-PLOT U*
G46	14% Cyanopropylphenyl – 86% Methylpolysiloxan	DB-1701*

*kennzeichnet das genaue Äquivalent

GC-Applikationen

Industriespezifische Applikationen von Ihrem Partner in der Chromatographie

Mit mehr als 40 Jahren Erfahrung in der Chromatographie ist Agilent eine hervorragende Ressource für Anwendungen jeder Art. Neue Applikationen sind laufend in der Entwicklung.

Auf den folgenden Seiten finden Sie die aktuellsten Applikationen für spezielle Anwendungsbereiche.

Umweltanalytik – hier erfahren Sie, wie kritische Analysen durchgeführt werden können – wie zum Beispiel die Messung atmosphärischer Halogenkohlenwasserstoffe oder die Identifizierung von Organochlor-Pestiziden in Böden – mit höchster Geschwindigkeit und Genauigkeit. *Siehe Seite 40.*

Petrochemie – hier finden Sie Applikationen wie die Analyse von Schwefelverbindungen in Propylen – die Sie direkt einsetzen können um gesetzliche Richtlinien einzuhalten, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen und die ökologische Verantwortung sicherzustellen. *Siehe Seite 58.*

Lebensmittel, Aroma- und Duftstoffe – wir diskutieren, wie Qualität, Sicherheit und gesetzliche Bestimmungen bei der Analyse von Duftstoffen, Parfümen und essentiellen Ölen gewährleistet werden können. Applikationen chiraler Verbindungen, Menthol und cis/trans-Fettsäuremethylester (FAMES). *Siehe Seite 61.*

Industriechemikalien – wir unterstützen Sie bei der Aufrechterhaltung der Produktqualität und Produkteffizienz durch Bereitstellen der aktuellsten Applikationen für Alkohole, halogenierte Kohlenwasserstoffe, aromatische Lösungsmittel, Phenole und anorganische Gase. *Siehe Seite 67.*

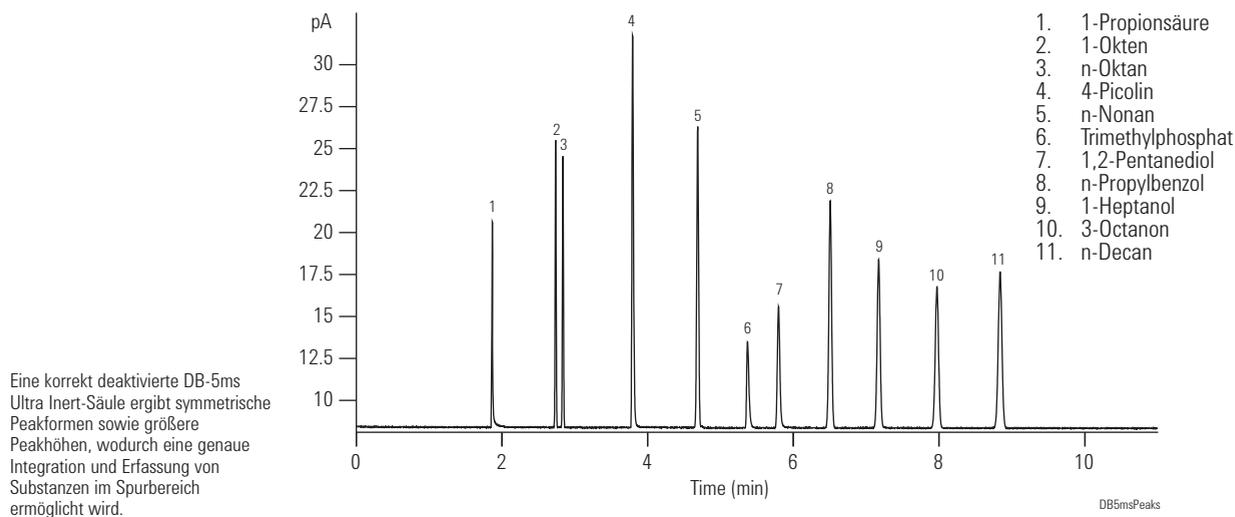
Life Sciences – wir stellen Ihnen die neuesten Screening-Methoden für kontrollierte Substanzen wie Amphetamine, Narkotika und Alkohol vor. Wir betrachten zudem die neuesten Techniken zu Bestimmung von Restlösemitteln. *Siehe Seite 71.*

Ultra Inert Testprobenmischung von Agilent

Säule: DB-5MS Ultra Inert
122-5532UI
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Wasserstoff 38 cm/s, konstanter Fluss
Ofen: 65 °C isotherm
Probengeber: Agilent 7683B, 0,5 µL Spritze
(Agilent Best.-Nr. 5188-5246), 0,02 µL
Splitinjektion

Injektion: Split/splitlos; 250 °C, 1,4 mL/min; Splitsäulendurchfluss
900 mL/min; Gasspardurchfluss 75 mL/min bei 2,0 min
Detektor: FID bei 325 °C; 450 mL/min Luft, 40 mL/min Wasserstoff,
45 mL/min Stickstoff-Makeup



EPA-Methode 8270 Short Mix

Säule: DB-5MS Ultra Inert
122-5532UI
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium, konstanter Fluss 30 cm/s
Ofen: 40 °C (1 min) bis 100 °C
(15 °C/min),
10 °C bis 210 °C (1 min),
5 °C/min bis 310 °C (8 min)

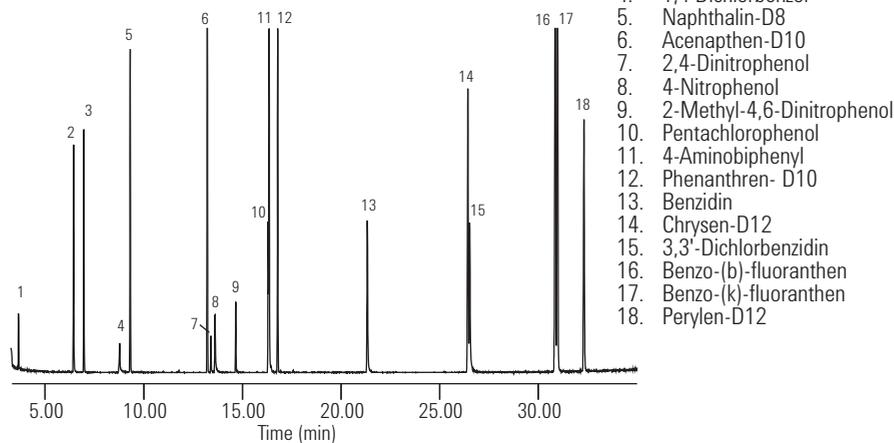
Injektion: Split/Splitlos; 260 °C,
53,7 mL/min.
Gesamtfluss,
Spülfluss 50 mL/min
bei 0,5 min, Trägergasfluss
80 mL/min
ein bei 3,0 min.

Detektor: MSD-Quelle bei 300 °C,
Quadrapol
bei 180 °C, Transferkappilare
bei 290 °C,
Full-Scan m/z 50-550

Probe: 1,0 µL Splitlos-Injektion,
5 ng jeder Komponente
on-column

Empfohlenes Zubehör

Liner: Direkteinlass, doppelkonisch, deaktiviert, 4 mm ID,
G1544-80700
Spritze: Probengeberspritze, 0,5 µL, 23 g, konisch,
5188-5246



Die Analyse von halbflüchtigen Substanzen mithilfe von Methoden ähnlich der EPA-Methode 8270 wird in Umweltanalyzelabors weltweit immer wichtiger. Säurehaltige Substanzen wie die Benzoesäure oder 2,4-Dinitrophenol sowie starke Basen wie Pyridin oder Benzidin sind Beispiele für aktive Substanzen, die in der Mischung halbflüchtiger Substanzen gefunden wurden. Diese DB-5ms Ultra Inert-Säule weist eine hervorragende Inertheit für diese schwierigen Analyte auf.

US EPA-Methode 551.1

Säule A: HP-1ms Ultra Inert
19091S-733UI
30 m x 0,25 mm, 1,00 µm

Säule B: DB-1301
122-1333
30 m x 0,25 mm, 1,00 µm

Träger: Agilent 7890A GC
Probengeber: Agilent 7683B, 5,0 µL Spritze
(Agilent Best.-Nr. 5181-1273)
0,5 µL splitlose Injektion

Träger: Helium 25 cm/s, konstanter Durchfluss
Einlass: Splitlos; 200 °C,
Spüldurchfluss 20 mL/min bei 0,25 min

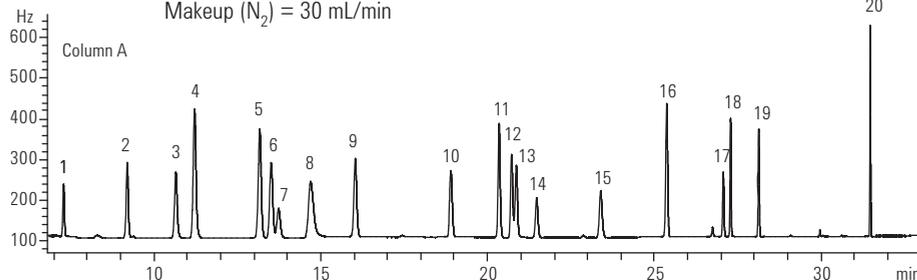
Träger: 1 m, 0,32 mm ID, deaktivierte Fused Silica-
Hochtemperaturkapillare
(Agilent Best.-Nr. 160-2855-5)

Ofen: 33 °C (14 min) bis 60 °C (5 °C/min),
Verweilzeit 5 min, 15 °C/min bis 275 °C,
Verweilzeit 20 min

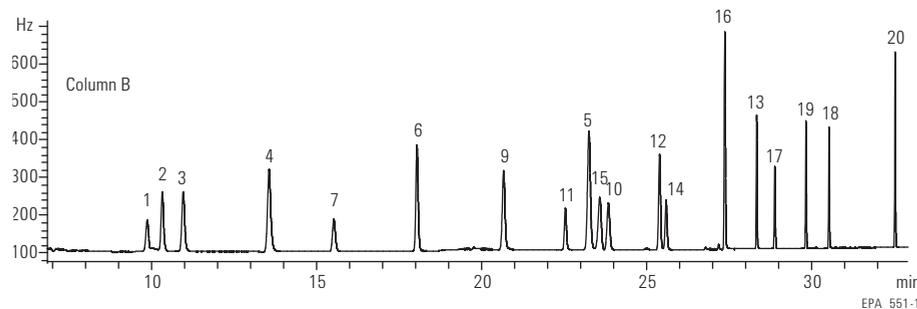
Detektor: Dual G2397A µECD; 300 °C, Konstantssäule +
Makeup (N₂) = 30 mL/min

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, doppelkonisch, deaktiviert, 4 mm ID,
G1544-80700
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273



1. Chloroform
2. 1,1,1-Trichlorethan
3. Tetrachlorkohlenstoff
4. Trichloracetonitril
5. Dichloracetonitril
6. Bromdichlormethan
7. Trichlorethylen
8. Chloralhydrat
9. 1,1-Dichlor-2-propanon
10. 1,1,2-Trichlorethan
11. Chlorpicrin
12. Dibromchlormethan
13. Bromchloracetonitril
14. 1,2-Dibromethan
15. Tetrachlorethylen
16. 1,1,1-Trichlor-2-propanon
17. Bromform
18. Dibromacetonitril
19. 1,2,3-Trichlorpropan
20. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan



Diese Anwendung demonstriert erfolgreich die Verwendung der HP-1ms Ultra Inert-Säule für die primäre Analyse von EPA 551.1 chlorhaltigen Lösungsmitteln, Trihalomethanen und Desinfektions-Nebenprodukten. Die hervorragende Peakform des chlorhaltigen Hydrats und die Auflösung zwischen Bromdichlormethan und Trichlorethylen unterstreichen die hohe Säuleninertheit der HP-1ms Ultra Inert-Säule, wodurch sie zu einer hervorragenden Option für die Analyse gemäß EPA-Methode 551.1 wird.

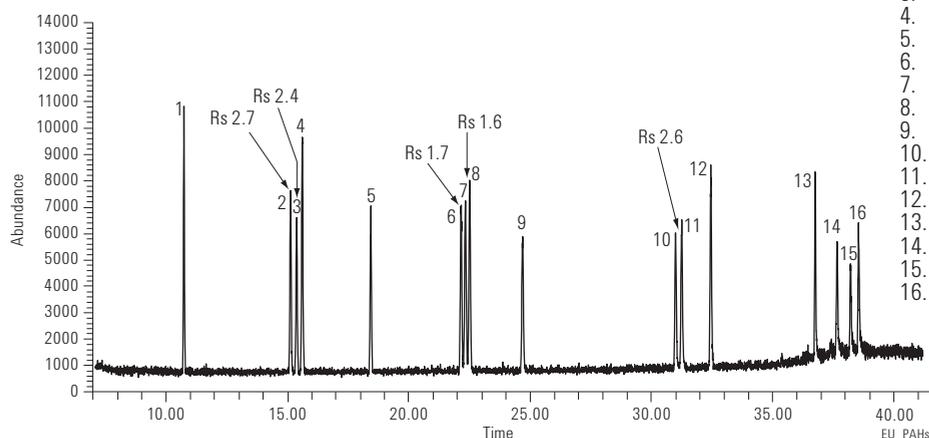
15+1 EU-Prioritäts-PAHs

Säule: DB-EUPAH
121-9627
20 m x 0,18 mm, 0,14 µm
Träger: Agilent 6890N/5975B MSD
Probengeber: Agilent 7683B, 5,0 µL Spritze (Agilent Best.-Nr. 5181-1273) 0,5 µL splitlose Injektion, Injektionsgeschwindigkeit 75 µL/min
Träger: Helium, ansteigender Durchfluss 1,0 mL/min (0,2 min), 5 mL/min 2 bis 1,7 mL/min
Einlass: 325 °C splitlos, Spüldurchfluss 60 mL/min bei 0,8 min
Ofen: 45 °C (0,8 min) bis 200 °C (45 °C/min), 2,5 °C/min bis 225 °C, 3 °C/min bis 266 °C, 5 °C/min bis 300 °C, 10 °C/min bis 320 °C (4,5 min)
Detektor: MSD-Quelle bei 300 °C, Quadrupol bei 180 °C, Transferkapillare bei 330 °C, Scanbereich 50-550 AMU

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, doppelkonisch, deaktiviert, 4 mm ID, G1544-80700
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273

Auflösung kritischer Paare mit einer Agilent J&W DB-EUPAH-Säule



1. Benzo[c]fluoren
2. Benz[a]anthracen
3. Cyclopenta[c,d]pyren
4. Chrysen
5. 5-Methylchrysen
6. Benzo[b]fluoranthren
7. Benzo[k]fluoranthren
8. Benzo[j]fluoranthren
9. Benz[a]pyren
10. Indeno[1,2,3-cd]pyren
11. Dibenzo[a,h]anthracen
12. Benzo[g,h,i]perylene
13. Dibenzo[a,l]pyren
14. Dibenzo[a,e]pyren
15. Dibenzo[a,i]pyren
16. Dibenzo[a,h]pyren

Alle 15+1 von der EU regulierten Prioritäts-PAHs werden mit der DB-EUPAH-Säule gut getrennt. Schwierige Benzo(b,k,j)fluoranthren-Isomere werden anhand der Basislinie getrennt, was eine genaue Quantifizierung jedes Isomers ermöglicht. Darüber hinaus wird die Basislinienauflösung für die kritischen Paare Benz[a]anthracen und Cyclopenta[c,d]pyren, Cyclopenta[c,d]pyren und Chrysen sowie Indeno[1,2,3-cd]pyren und Dibenzo[a,h]anthracen erzielt. Diese Anwendung demonstriert, dass die DB-EUPAH-Säule eine hervorragende Empfindlichkeit und Selektivität für die Analyse von durch die EU regulierten PAHs bietet.

CLP-Pestizidanalyse

Contract Laboratory Program (CLP)-Pestizidanalyse mit High Efficiency (0,18 mm ID) GC-Säulen. In diesem Beispiel wurden 22 CLP-Pestizide mit der Originalmethode in 16 Minuten, mit der verbesserten Methode aber in nicht einmal 7 Minuten analysiert. Das bedeutet eine um 56 % schnellere Probenanalysezeit.

Säule: DB-XLB
121-1222
20 m x 0,18 mm, 0,18 µm

Träger: H₂, konstanter Durchfluss, 77,3 cm/s bei 120 °C

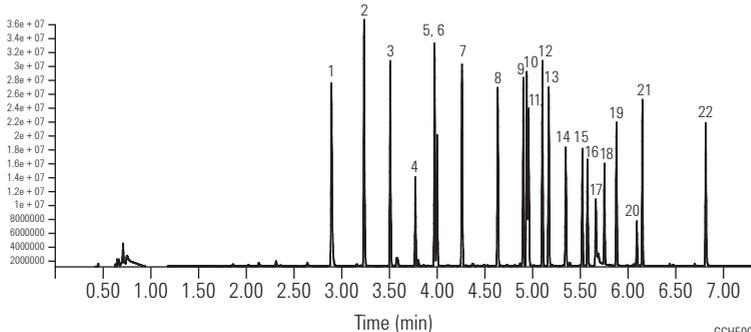
Ofen: 120 °C für 0,49 min
120 °C bis 160 °C bei 59,4 °C/min
160 °C bis 260 °C bei 23,7 °C/min
260 °C bis 300 °C (1,69 min) bei 35,6 °C/min

Injektion: Impuls, splitlos, 220 °C
Impulsdruck und -zeit:
35 psi/241 kPa für 0,5 min
Durchfluss
Anstieg bei 6,25 min von 99 mL/min
2 bis 3 mL/min
2 mm ID Liner

Detektor: µ-ECD, 320 °C
Ar/CH₄ (P5) Makeup-Gas
bei 60 mL/min

Probe: 0,5 µL, 50 ppb

Schnellere Methode (unter Verwendung einer High Efficiency-GC-Säule und H₂ als Trägergas)



- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. TCMX | 12. 4,4'-DDE |
| 2. Alpha-BHC | 13. Dieldrin |
| 3. Gamma-BHC | 14. Endrin |
| 4. Beta-BHC | 15. 4,4'-DDD |
| 5. Delta-BHC | 16. Endosulfan II |
| 6. Heptachlor | 17. 4,4'-DDT |
| 7. Aldrin | 18. Endrinaldehyd |
| 8. Heptachlorepoxid | 19. Endosulfansulfat |
| 9. Gamma-Chlordan | 20. Methoxychlor |
| 10. Alpha-Chlordan | 21. Endrington |
| 11. Endosulfan I | 22. DCB |

Säule: DB-XLB
123-1232
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

Träger: He, konstanter Fluss,
38 cm/s bei 120 °C

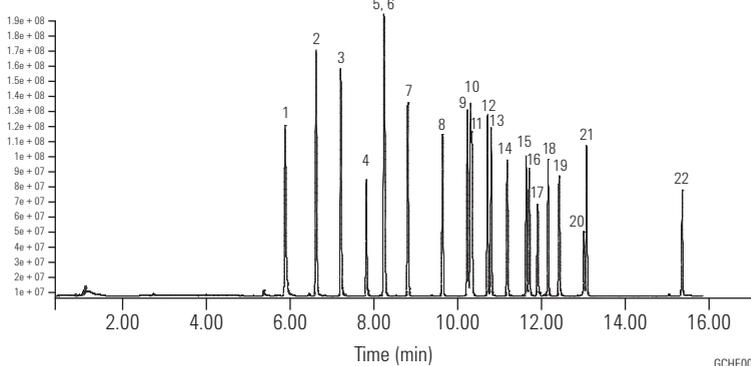
Ofen: 120 °C für 1,17 Min.
120 °C bis 160 °C bei 25 °C/min
160 °C bis 260 °C bei 10 °C/min
260 °C bis 300 °C (4 Min.) bei 15 °C/min

Injektion: Gepulst splitlos, 220 °C
Pulsdruck & Zeit: 35 psi für 1,15 Min.

Detektor: µ-ECD, 320 °C
Ar/CH₄ (P5) Makeup-Gas bei 60 mL/min

Probe: 2 µL, 50 ppb

Originalmethode (mit einer 0,32-mm-Säule und Helium-Trägergas)





Analyse von schwer flüchtigen Substanzen

Übersetzung von 0,25 mm ID Säulenmethode in 0,18 mm ID Format führt zu einer Reduzierung der Analysezeit um 32 %.
Auflösung von 77 interessierenden Peaks wird auch bei der schnelleren 0,18 mm ID Trennung beibehalten.

Säule A: DB-5.625
122-5632

Säule B: DB-5.625

121-5622

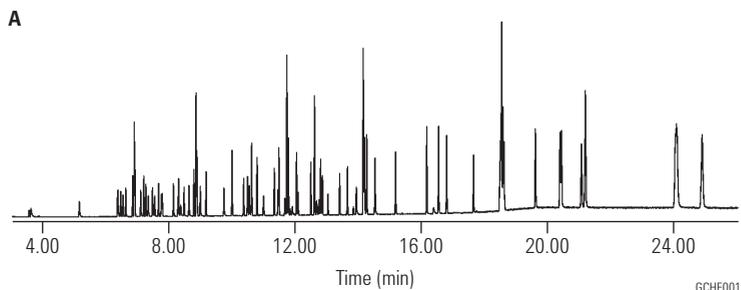
20 m x 0,18 mm, 0,36 µm

Träger: Wasserstoff, konstanter Durchflussmodus,
1,1 mL/min

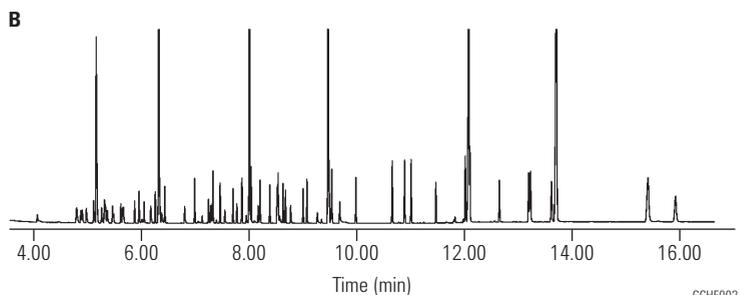
Ofen: 40 °C (1 min), 25 °C/min bis 320 °C
4,80 min Verweilzeit

Injektion: Splitlos, 0,5 µL injiziert bei 300 °C,
QuickSwap-Druck 5,0/34 kPa während
der Aufnahme, 80,0 psi/550 kPa während
Rückfluss bei auf 1,0 psi/6,9 kPa
eingestelltem Einlass

Detektor: Agilent 5975C Performance Turbo MSD
mit 6 mm Large-aperture Drawout-Linse,
Best.-Nr. G2589-20045



U.S. EPA-Methode 8270, 5 ng/mL Systemleistungsprüfungs-Substanzchromatogramm unter Verwendung von DB-5.625, 30 m x 0,25 mm, 0,5 µm



U.S. EPA-Methode 8270, 5 ng/mL Systemleistungsprüfungs-Substanzchromatogramm unter Verwendung von DB-5.625, 20 m x 0,18 mm, 0,36 µm



Organochlor-Pestizide I, EPA-Methode 8081A

Säule: DB-35ms
122-3832
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

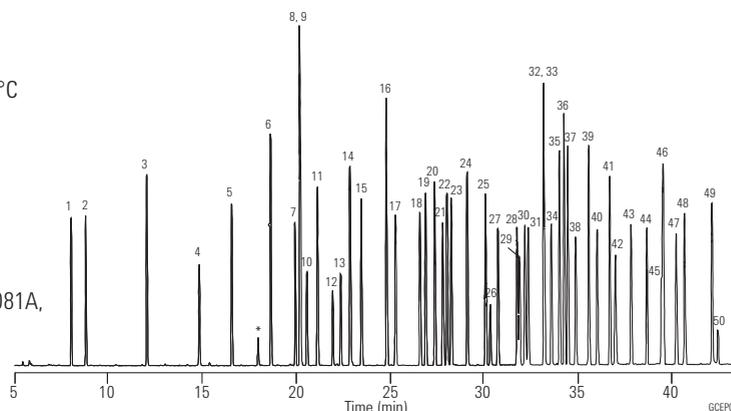
Träger: Helium mit 35 cm/sec, gemessen bei 50 °C

Ofen: 50 °C für 1 min
50 - 100 °C mit 25 °/min
100 - 300 °C mit 5 °/min
300 °C für 5 min

Injektion: Splitlos, 250 °C
30 sec Spüldauer

Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
Full Scan m/z 50 - 500

Probe: 1 µL der 35 µg/ml Standard-Mischung 8081A, Accustandard Inc.



- | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| 1. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan | 17. γ-BHC | 26. Kelthan | 35. Chlorbenzilat | 44. Dibutylchlorendat (SS) |
| 2. 4-Chlor-3-nitrobenzotrifluorid (SS) | 18. β-BHC | 27. Heptachlorepoxid | 36. Perthan | 45. Captafol |
| 3. Hexachlorpentadien | 19. Heptachlor | 28. γ-Chlordan | 37. Chlorpropylat | 46. Methoxychlor |
| 4. 1-Brom-2-nitrobenzol (IS) | 20. Alachlor | 29. trans-Nonachlor | 38. Endrin | 47. Endrinketon |
| 5. Terrazol | 21. δ-BHC | 30. α-Chlordan | 39. p,p'-DDD | 48. Mirex |
| 6. Chloroneb | 22. Chlorthalonil | 31. Endosulfan I | 40. Endosulfan II | 49. Cis-Permethrin |
| 7. Trifluralin | 23. Aldrin | 32. Captan | 41. p,p'-DDT | 50. Trans-Permethrin |
| 8. 2-Brombiphenyl (SS) | 24. Dacthal | 33. p,p'-DDE | 42. Endrinaldehyd | |
| 9. Tetrachlor-m-xylol (SS) | 25. Isodrin | 34. Dieldrin | 43. Endosulfansulfat | |
| 10. α, α-Dibrom-m-xylol | | | | |
| 11. Propachlor | | | | |
| 12. Diallat A | | | | |
| 13. Diallat B | | | | |
| 14. Hexachlorbenzol | | | | |
| 15. α-BHC | | | | |
| 16. Pentachlornitrobenzol (IS) | | | | |

Verwendete Standards waren eine Mischung einzelner Lösungen;
hergestellt von Accustandard Inc., 25 Science Park, New Haven, CT 06511, 800-442-5290.



Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, 5181-3316
Spritze: 10 µL, abgeschragt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

* Zersetzungsprodukte
SS - Surrogate Standard
(Ersatzstandard)
IS - Internal Standard
(interner Standard)

Organochlor-Pestizide II, EPA-Methode 8081A

Säule: DB-5ms
122-5532
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

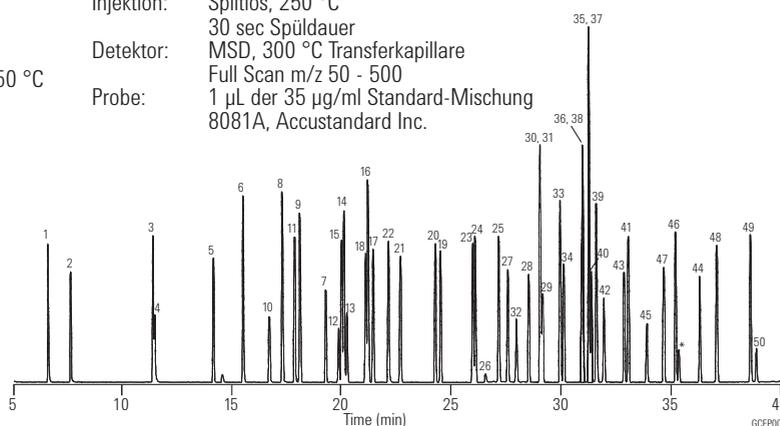
Träger: Helium mit 35 cm/sec, gemessen bei 50 °C

Ofen: 50 °C für 1 min
50 - 100 °C mit 25 °C/min
100 - 300 °C mit 5 °C/min
300 °C für 5 min

Injektion: Splitlos, 250 °C
30 sec Spüldauer

Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
Full Scan m/z 50 - 500

Probe: 1 µL der 35 µg/ml Standard-Mischung 8081A, Accustandard Inc.



- | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| 1. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan | 20. Alachlor | 28. γ-Chlordan | 36. Perthan | 44. Dibutylchlorendat (SS) |
| 2. 4-Chlor-3-nitrobenzotrifluorid (SS) | 21. δ-BHC | 29. trans-Nonachlor | 37. Chlorpropylat | 45. Captafol |
| 3. Hexachlorpentadien | 22. Chlorthalonil | 30. α-Chlordan | 38. Endrin | 46. Methoxychlor |
| 4. 1-Brom-2-nitrobenzol (IS) | 23. Aldrin | 31. Endosulfan I | 39. p,p'-DDD | 47. Endrinketon |
| 5. Terrazol | 24. Dacthal | 32. Captan | 40. Endosulfan II | 48. Mirex |
| 6. Chloroneb | 25. Isodrin | 33. p,p'-DDE | 41. p,p'-DDT | 49. cis-Permethrin |
| 7. Trifluralin | 26. Kelthan | 34. Dieldrin | 42. Endrinaldehyd | 50. trans-Permethrin |
| 8. 2-Brombiphenyl (SS) | 27. Heptachlorepoxid | 35. Chlorbenzilat | 43. Endosulfansulfat | |
| 9. Tetrachlor-m-xylol (SS) | | | | |
| 10. α, α-Dibrom-m-xylol | | | | |
| 11. Propachlor | | | | |
| 12. Diallat A | | | | |
| 13. Diallat B | | | | |
| 14. Hexachlorbenzol | | | | |
| 15. α-BHC | | | | |
| 16. Pentachlornitrobenzol (IS) | | | | |
| 17. γ-BHC | | | | |
| 18. β-BHC | | | | |
| 19. Heptachlor | | | | |



Pestizide, EPA 508.1

Säule: DB-35ms
123-3832
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

Säule: DB-XLB
123-1236
30 m x 0,32 mm, 0,50 µm

Träger: Helium bei 45 cm/s (EPC in Konstantflussmodus)
Ofen: 75 °C für 0,5 min
75-300 °C bei 10 °C/min
300 °C für 2 min

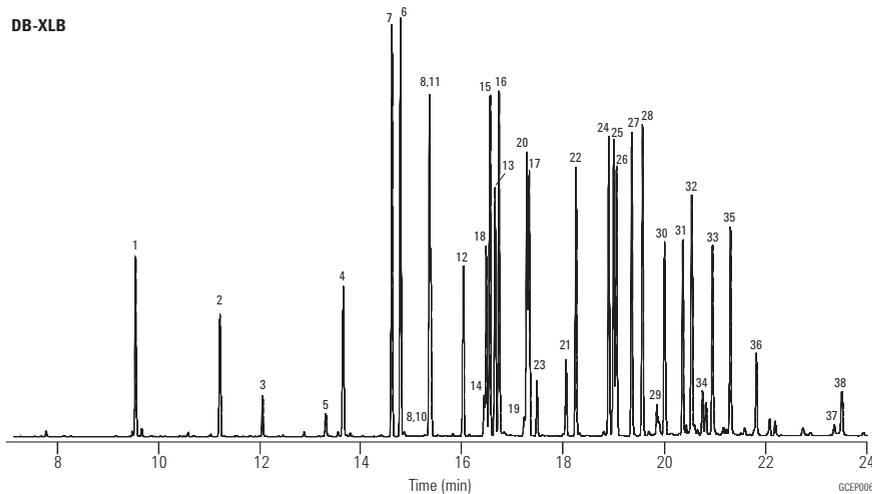
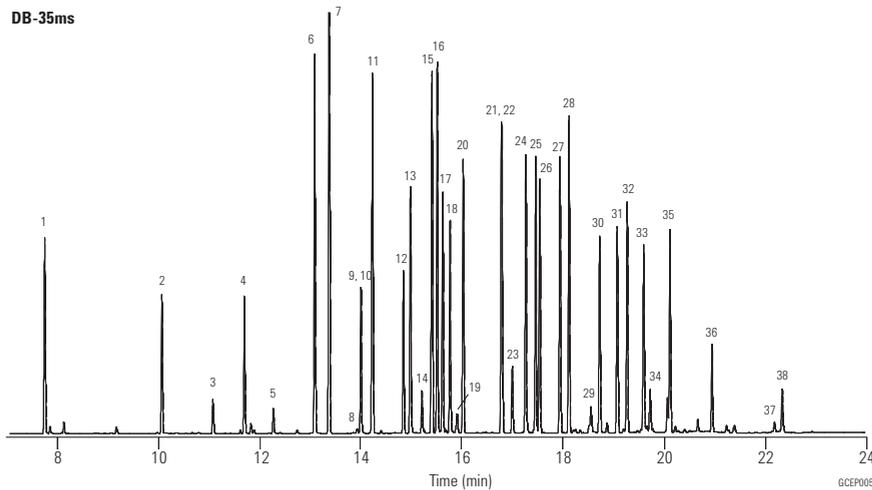
Injektion: Splitlos, 250 °C
30 s Spülaktivierungszeit

Detektor: µECD, 350 °C
Stickstoff-Makeup-Gas
(Säule + Makeup-Durchfluss = 30 mL/min konstanter Fluss)

Probe: 50 pg pro Komponente

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, G1544-80730
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267



1. Hexachlorcyclopentadien
2. Etridiazol
3. Chloroneb
4. Trifluralin
5. Propachlor
6. Hexachlorbenzol
7. α -BHC
8. Atrazin
9. Pentachlornitrobenzol
10. Simazin
11. γ -BHC
12. β -BHC
13. Heptachlor
14. Alachlor
15. δ -BHC
16. Chlorthalonil
17. Aldrin
18. Metribuzin
19. Metolachlor
20. DCPA
21. 4,4'-Dibromobiphenyl
22. Heptachlorepid
23. Cyanazin
24. γ -Chlordan
25. α -Chlordan
26. Endosulfan I
27. 4,4'-DDE
28. Dieldrin
29. Chlorbenzilat
30. Endrin
31. 4,4'-DDD
32. Endosulfan II
33. 4,4'-DDT
34. Endrinaldehyd
35. Endosulfansulfat
36. Methoxychlor
37. cis-Permethrin
38. trans-Permethrin

Phenoxysäure-Herbizide, Methylderivate, EPA 8151A

Säule: DB-35ms
123-3832
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 45 cm/sec (EPC mit konstantem Fluss)
 Ofen: 50 °C für 0,5 min
 50 - 100 °C mit 25 °C/min
 100 - 320 °C mit 12 °C/min
 320 °C für 2 min

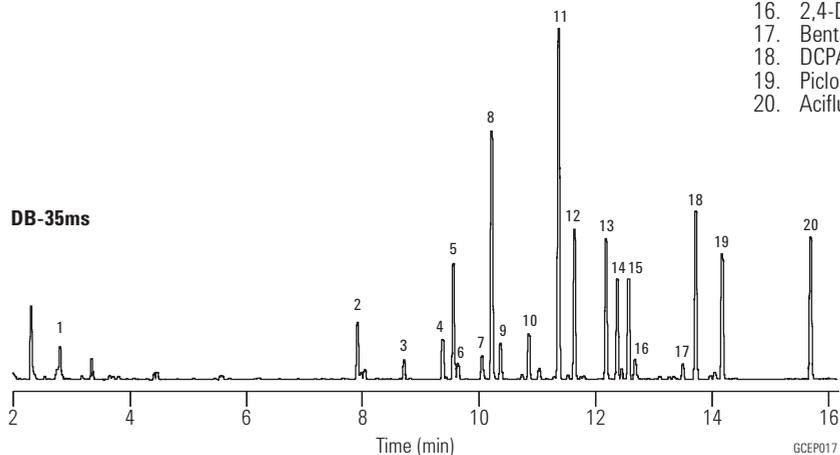
Injektion: Splitlos, 250 °C
 30 sec Spüldauer

Detektor: µECD, 350 °C
 Stickstoff als Makeup-Gas
 (Säulen- + Makeup-Fluss = konstant 30 mL/min)

Probe: 50 pg pro Substanz

1. Dalapon
2. 3,5-Dichlorbenzoesäure
3. 4-Nitrophenol
4. Methyl-2,4-dichlorphenylacetat (SS)
5. Dicamba
6. MCPP
7. MCPA
8. 4,4'-Dibromoctafluorbiphenyl (IS)
9. Dichlorprop
10. 2,4-D
11. Pentachlorphenol
12. 2,4,5-T,P
13. 2,4,5-T
14. Chloramben
15. Dinoseb
16. 2,4-DB
17. Bentazon
18. DCPA
19. Picloram
20. Acifluorfen

DB-35ms



Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-
 Septa, 11 mm, 5183-4759
 Liner: Splitlos, einseitig konisch,
 deaktiviert, 4 mm ID,
 5181-3316
 Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN,
 23-26s/42/HP, 5181-1267



Herbizide I

Säule: DB-XLB
122-1232
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

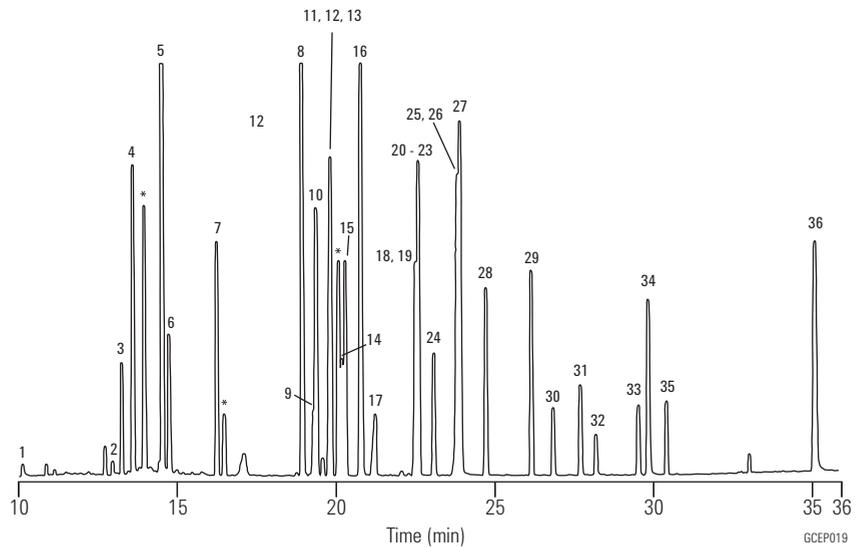
Träger: Helium mit 32 cm/s, gemessen bei 50 °C
Ofen: 50 °C für 1 Min.
50 - 180 °C mit 10 °C/Min.
180 - 230 °C mit 5 °C/Min.
230 - 320 °C mit 10 °C/Min.
320 °C für 2 Min.

Injektion: Splitlos, 250°C
30 s Spüldauer
Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
Full Scan 50 - 400
Probe: 2 µL x 10 - 50 ng/µL Lösung
in Aceton

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID,
5181-3316
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. Monuron | 19. Propanil |
| 2. Diuron | 20. Ametryn |
| 3. EPTC | 21. Prometryn |
| 4. Dichlobenil | 22. Simetryn |
| 5. Vernolat | 23. Metribuzin |
| 6. Pebulat | 24. Terbutryn |
| 7. Molinat | 25. Metolachlor |
| 8. Sulfallat | 26. Bromacil |
| 9. Atraton | 27. Dacthal |
| 10. Prometon | 28. Diphenamid |
| 11. Atrazin | 29. Butachlor |
| 12. Propazin | 30. Napropamid |
| 13. Simazin | 31. Carboxin |
| 14. Terbutylazin | 32. Tricyclazol |
| 15. Pronamid | 33. Norflurazon |
| 16. Secbumeton | 34. Hexazinon |
| 17. Terbacil | 35. Difolotan |
| 18. Alachlor | 36. Fluridon |
- * Verunreinigung



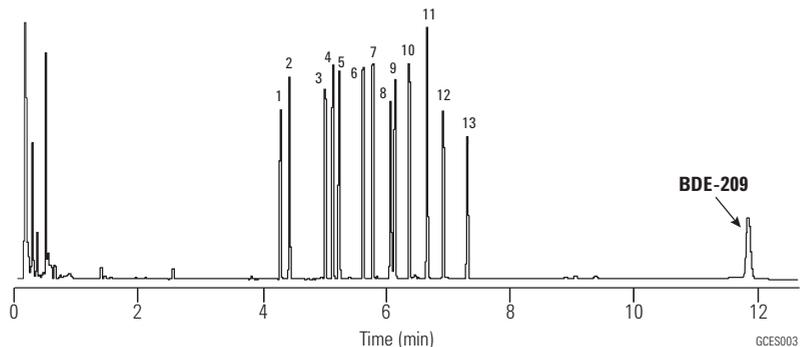
PBDEs nach ECD

Säule: DB-XLB
15 m x 0,18 mm ID, 0,07 µm
Agilent Technologies Spezialsäule

Träger: Wasserstoff bei 72 cm/s und 100 °C (4,0 mL/min),
Konstantflussmodus
Ofen: 100 °C für 0,5 min
100 °C bis 300 °C bei 30 °C/min
300 °C für 5 min
Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 20:1
Detektor: ECD, 300 °C
Peak, kongener (2,5 mg/mL)
Probe: 1 µL

1. 2,2',4'-TriBDE (BDE-17)
2. 2,4,4'-TriBDE (BDE-28)
3. 2,3',4',6-Tetra-BDE (BDE-71)
4. 2,2',4,4'-Tetra-BDE (BDE-47)
5. 2,3',4,4'-TetraBDE (BDE-66)
6. 2,2',4,4',6-PentaBDE (BDE-100)
7. 2,2',4,4',5-PentaBDE (BDE-99)
8. 2,2',3,4,4'-PentaBDE (BDE-85)
9. 2,2',4,4',5,6'-HexaBDE (BDE-154)
10. 2,2',4,4',5,5'-HexaBDE (BDE-153)
11. 2,2',3,4,4',5'-HexaBDE (BDE-138)
12. 2,2',3,4,4',5',6-HeptaBDE (BDE-183)
13. 2,3,3',4,4',5,6-HeptaBDE (BDE-190)
14. DecaBDE (BDE-209) (12,5 mg/mL)

Besonderer Dank gilt Accustandard, Inc. aus
New Haven, CT, für die PBDE-Standards.



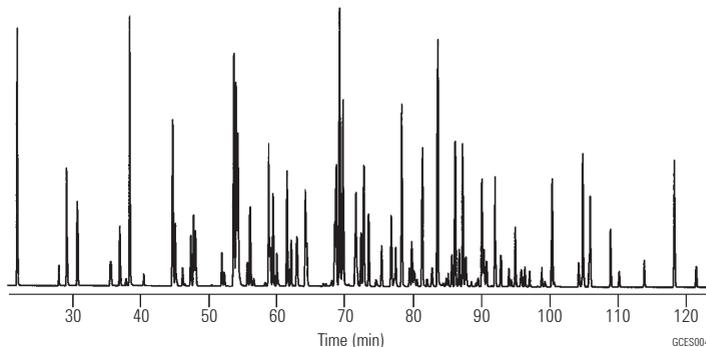
Aroclor 1016-1268 (ohne 1221)

Säule: DB-XLB
121-1232
30 m x 0,18 mm, 0,18 µm

Träger: Helium mit 37 cm/sec, gemessen bei 150°C
Ofen: 100 °C für 1 min
100 - 265 °C mit 1,2 °C/min
Injektion: Heiße On-Column, 250 °C
Detektor: MSD, 340 °C Transferkapillare, SIM
Probe: 1 µL in Isooctan, 12,5 ppm

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, G1544-80730
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

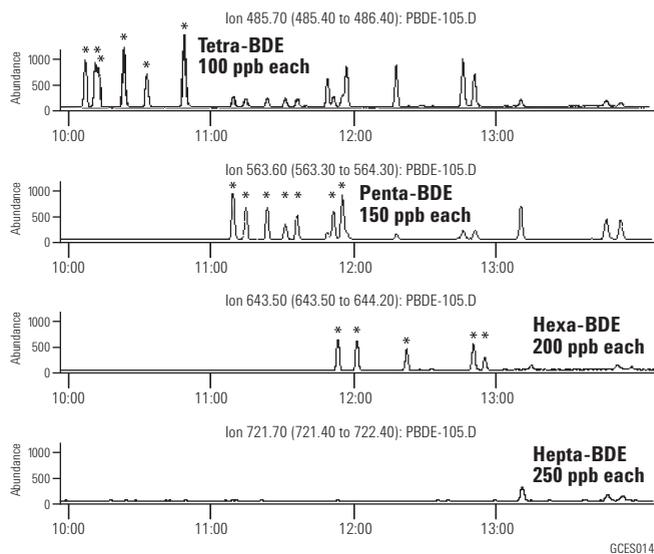


PBDEs

Säule: DB-XLB
122-1231
30 m x 0,25 mm, 0,10 µm

Träger: Helium mit 38 cm/s bei 100 °C (1,2 mL/min), konstanter Fluss
Ofen: 100 °C für 1 Min.; 100-340 °C mit 20 °C/min, 340 °C für 12 Min.
Injektion: Cool-on-Column, Oven-Track Modus
Detektor: Agilent 5973 MSD, 325 °C Transferkapillare, EI SIM (gemessene Ionen: 231.8, 248.0, 327.9, 398.6, 400.5, 405.8, 845.7, 563.6, 643.5, 721.4, 799.3)
Probe: 0,5 µL

Eine vollständige Application Note finden Sie unter www.agilent.com/chem. Wählen Sie dort in der Literatur-Bibliothek "Online-Bibliothek" und geben Sie in das Feld "Keyword" 5989-0094EN ein.



Halbflüchtige Substanzen nach EPA-Methode 8270

Säule: HP-5ms
19091S-133
30 m x 0,25 mm, 0,50 µm

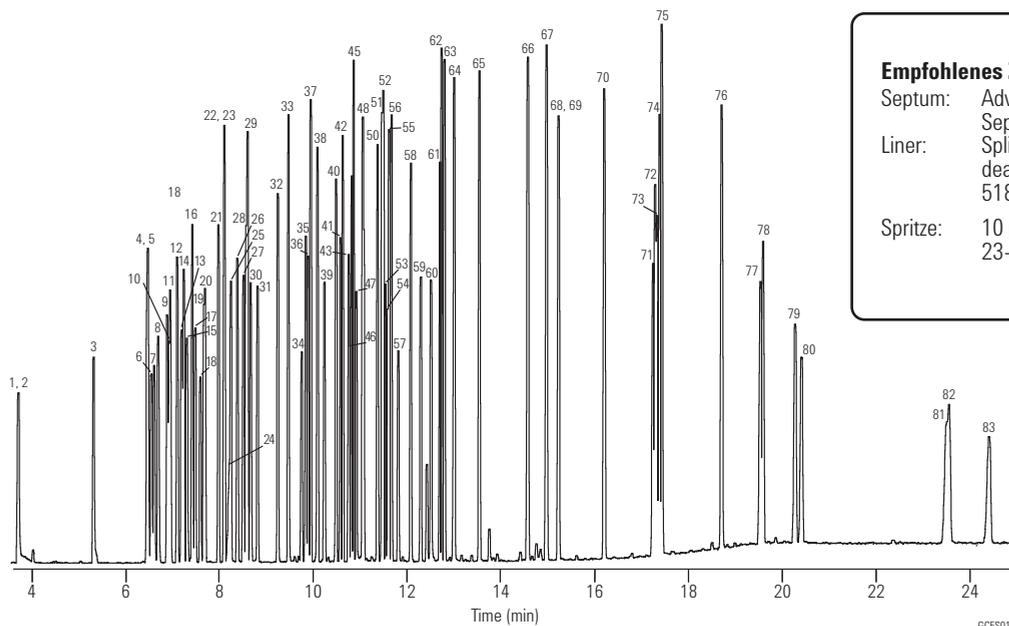
Träger: Steigende Flussrate mit 1,2 mL/min für 0,0 Min.
dann Anstieg auf 99 mL/min mit 2,0 mL/min
2,0 mL/min für 0,35 Min.
Anstieg auf 10 mL/min mit 1,2 mL/min

Ofen: 40 °C für 1,0 Min.
40-100 °C mit 15 °C/min
100-240 °C mit 20 °C/min
240-310 °C mit 10 °C/min

Injektion: Splitlos, 250 °C
30 mL/min Spülfluss für 0,35 Min.

Detektor: 5973 MSD, 310 °C Transferkapillare
Scanbereich 35 - 500 amu, 3,25 Scans/s

Probe: 1 µL des 50 ng Standard



Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, 5181-3316

Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. n-Nitrosodimethylamin	23. 2,4-Dimethylphenol	45. Acenaphthen	67. Pyren
2. Pyridin	24. Benzoesäure	46. 2,4-Dinitrophenol	68. Terphenyl-d14
3. 2-Fluorphenol	25. Bis(2-chlorethoxy)-methan	47. 4-Nitrophenol	69. Benzidin
4. Phenol-d5	26. 2,4-Dichlorphenol	48. Dibenzofuran	70. Butylbenzylphthalat
5. Phenol	27. 1,2,4-Trichlorbenzol	49. 2,4-Dinitrotoluol	71. 3,3'-Dichlorbenzidin
6. Anilin	28. Naphthalin-d8	50. Diethylphthalat	72. Benzo-(a)-anthrazen
7. Bis(2-chlorethyl)-ether	29. Naphthalin	51. 4-Chlorphenyl-phenylether	73. Chrysen-d12
8. 2-Chlorphenol	30. 4-Chloranilin	52. Fluoren	74. Chrysen
9. 1,3-Dichlorbenzol	31. Hexachlorbutadien	53. 4-Nitroanilin	75. Bis(2-ethylhexyl)-phthalat
10. 1,4-Dichlorbenzol-d4	32. 4-Chlor-3-methylphenol	54. 4,6-Chlor-2-methylphenol	76. Di-n-octylphthalat
11. 1,4-Dichlorbenzol	33. 2-Methylnaphthalin	55. n-Nitrosodiphenylamin	77. Benzo-(b)-fluoranthen
12. Benzylalkohol	34. Hexachlorcyclopentadien	56. Azobenzol	78. Benzo-(k)-fluoranthen
13. 1,2-Dichlorbenzol	35. 2,4,6-Trichlorphenol	57. 2,4,6-Tribromphenol	79. Benzo[a]pyren
14. 2-Methylphenol	36. 2,4,6-Trichlorphenol	58. 4-Bromphenyl-phenylether	80. Perylen-d12
15. Bis(2-chlorisopropyl)-ether	37. 2-Fluorbiphenyl	59. Hexachlorbenzol	81. Indeno-(1,2,3-cd)-pyren
16. 4-Methylphenol	38. 2-Chlornaphthalin	60. Pentachlorophenol	82. Dibenzo[a,h]anthracen
17. n-Nitroso-di-n-propylamin	39. 2-Nitroanilin	61. Phenanthren-d10	83. Benzo-(g,h,i)-perylene
18. Hexachlorethan	40. Dimethylphthalat	62. Phenanthren	
19. Nitrobenzol-d5	41. 2,6-Dinitrotoluol	63. Anthracen	
20. Nitrobenzol	42. Acenaphthylen	64. Carbazol	
21. Isophoron	43. 3-Nitroanilin	65. Di-n-butylphthalat	
22. 2-Nitrophenol	44. Acenaphthen-d10	66. Fluoranthen	

Für die Analysenmethode 8270 und ähnlicher schwerflüchtiger Substanzen können verschiedene Agilent HP-5ms und DB-5ms Säulen verwendet werden. Die oben angeführte Säule wurde wegen ihrer großen Inertheit und Robustheit gegenüber Rückständen mit einer 0,5 µm Filmdicke gewählt, was jedoch eine etwas längere Analysenzeit mit sich bringt. Eine HP-5ms, 30 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm, Best.Nr.19091S-433 ergibt kürzere Analysenzeiten bei etwas weniger Inertheit und Robustheit. Eine DB-5ms, 30 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm, Best.Nr. 122-5532, zeigt etwas weniger Inertheit, aber eine bessere Auflösung der PAHs wie Benzo[b]fluoranthen und Benzo[k]fluoranthen. Eine DB-5ms, 20 m x 0,18 mm x 0,18 µm, Best.Nr. 121-5522, bietet deutlich geringere Analysenzeiten bei geringem Verlust an Inertheit.

EPA-Methode 525.2

Säule: DB-5ms
122-5532
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium, bei 32 cm/s, gemessen bei 45 °C,
Konstantflussmodus

Ofen: 45 °C für 1 min
45-130 °C bei 30 °C/min
130 °C für 3 min
130-180 °C bei 12 °C/min
180-240 °C bei 7 °C/min
240-325 °C bei 12 °C/min
325 °C für 5 min

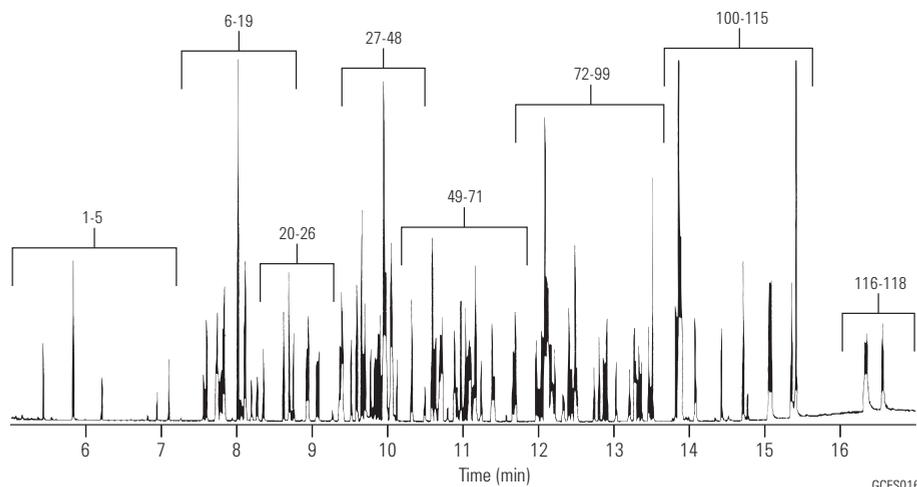
Injektion: Splitlos, 300 °C
1,0 min. Spülaktivierungszeit
Focus-Liner

Detektor: MSD, 325 °C Transferkapillare
Full-Scan m/z 45-450

Probe: Verbindungsmischung von Accustandard
Methode-525.2-Standards (M-525.2-SV-ASL,
M-525.2-FS-ASL, M-525.2-CP-ASL,
M-525.2-NP1-ASL, M-525.2-NP2-ASL);
Zielverbindungen bei 2 ng/µL, IS/SS bei 5 ng/µL

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, einseitig konisch, deaktiviert,
4 mm ID, G1544-80730
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP,
5181-1267



Nur die Premium-Einlass-Septa von Agilent bieten eine proprietäre, plasmabehandelte Oberfläche, um bei jedem Einsatz ein nicht haftendes Septum zu gewährleisten, ohne Sauberkeit und Integrität Ihres GC-Systems zu beeinträchtigen. Weitere Informationen finden Sie unter:
www.agilent.com/chem/septa



Flüchtige Substanzen nach EPA mit GC/MS (Splitinjektor)

Säule: DB-VRX
122-1564
60 m x 0,25 mm, 1,40 µm

Träger: Helium mit 30 cm/s, gemessen bei 45 °C
Ofen: 45 °C für 10 Min.
45-190 °C mit 12 °C/min
190 °C für 2 Min.
190-225 °C mit 6 °C/min
225 °C für 1 Min.

Probengeber: Purge and Trap (O.I.A. 4560)
Purge: Helium für 11 Min. mit 40 mL/min
Trap: Tenax/Kieselgel/Carbosieve
Vorheizen: 175 °C
Desorbieren: 220 °C für 0,6 Min.

Injektion: Split, 110 °C

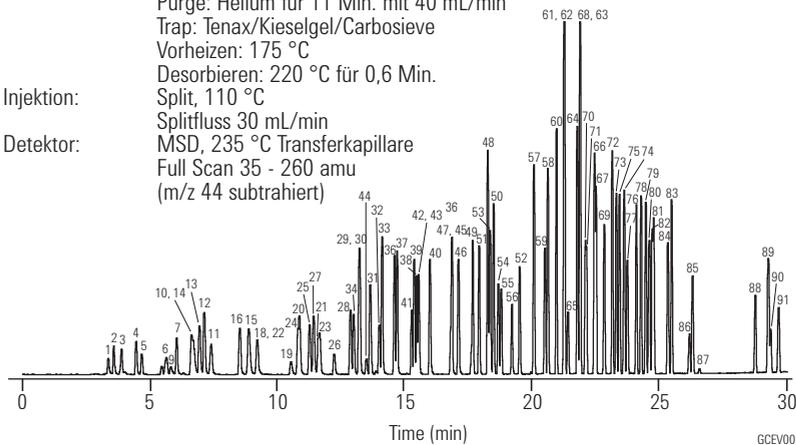
Detektor: Splitfluss 30 mL/min
MSD, 235 °C Transferkapillare
Full Scan 35 - 260 amu
(m/z 44 subtrahiert)

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759

Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200

Dichtung: Dichtungssatz, goldbeschichtet,
5188-5367



1. Dichlordifluormethan
2. Chlormethan
3. Vinylchlorid
4. Brommethan
5. Chlorethan
6. Trichlorfluormethan
7. Ethylether
8. 1,1-Dichlorethen
9. Aceton
10. Methyljodid
11. Schwefelkohlenstoff
12. Allylchlorid
13. Methylenchlorid
14. Acrylnitril
15. Methyl tert-butylether (MTBE)
16. trans-1,2-Dichlorethen
17. Hexane
18. 1,1-Dichlorethan
19. 2-Butanon
20. cis-1,2-Dichlorethen
21. 2,2-Dichlorpropan
22. Propionitril
23. Methyllacrylat
24. Methacrylnitril
25. Bromchlormethan
26. Tetrahydrofuran
27. Chloroform
28. Pentafluorbenzol (IS)
29. 1,1,1-Trichlorethan
30. 1-Chlorbutan
31. 1,1-Dichlorpropan
32. Tetrachlorkohlenstoff
33. Benzol
34. 1,2-Dichlorethan
35. 2,2-Dimethylhexan
36. Fluorbenzol (IS)
37. 1,4-Difluorbenzol (IS)
38. Trichlorethen
39. 1,2-Dichlorpropan
40. Methylnitril
41. Dibrommethan
42. Bromdichlormethan
43. 2-Nitropropan
44. Chloracetonitril
45. cis-1,3-dichlorpropan
46. 4-Methyl-2-pentanone
47. 1,1-Dichlor-2-propanon
48. Toluol
49. trans-1,3-Dichlorpropan
50. Ethylmethacrylat
51. 1,1,2-Trichlorethan
52. Tetrachlorethen
53. 1,3-Dichlorpropan
54. 2-Hexanon
55. Dibromchlormethan
56. 1,2-Dibromethan
57. 1-Chloro-3-fluorbenzol (IS)
58. Chlorbenzol
59. 1,1,1,2-Tetrachlorethan
60. Ethylbenzol
61. m-Xylol
62. p-Xylol
63. o-Xylol
64. Styrol
65. Bromoform
66. Isopropylbenzol
67. 4-Bromfluorbenzol (SS)
68. 1,1,2,2-Tetrachlorethan
69. Brombenzol
70. 1,2,3-Trichlorpropan
71. trans-1,4-dichlor-2-buten
72. n-Propylbenzol
73. 2-Chlortoluol
74. 1,3,5-Trimethylbenzol
75. 4-Chlortoluol
76. tert-Butylbenzol
77. Pentachlorethan
78. 1,2,4-Trimethylbenzol
79. sec-Butylbenzol
80. 1,3-Dichlorbenzol
81. p-Isopropyltoluol
82. 1,4-Dichlorbenzol
83. n-Butylbenzol
84. 1,2-Dichlorbenzol
85. Hexachlorethan
86. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
87. Nitrobenzol
88. 1,2,4-Trichlorbenzol
89. Hexachlortadien
90. Naphthalin
91. 1,2,3-Trichlorbenzol

Säule: DB-624
122-1364
60 m x 0,25 mm, 1,4 µm

Träger: Helium mit 31 cm/s, gemessen bei 40 °C
Ofen: 45 °C für 3 Min.
45-90 °C mit 8 °C/min
90 °C für 4 Min.
90-200 °C mit 6 °C/min
200 °C für 5 Min.

Probengeber: Purge and Trap (O.I.A. 4560)
Purge: Helium für 11 Min. mit 40 mL/min
Trap: Tenax/Kieselgel/Carbosieve
Vorheizen: 175 °C
Desorbieren: 220 °C für 0,6 Min.

Injektion: Split, 110 °C

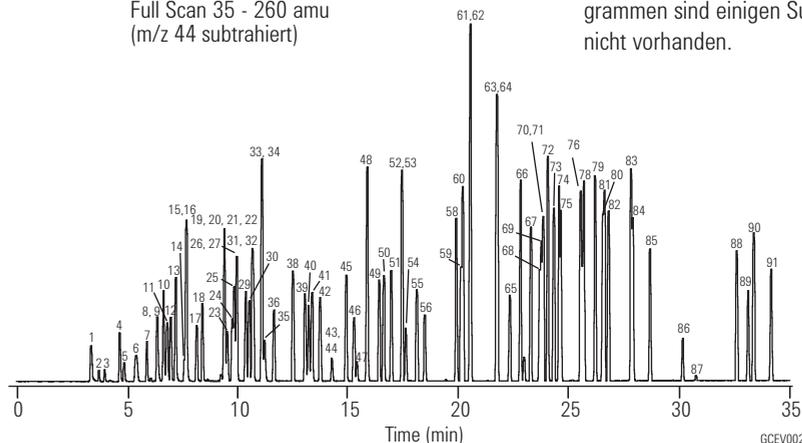
Detektor: Splitfluss 30 mL/min
MSD, 235 °C Transferkapillare
Full Scan 35 - 260 amu
(m/z 44 subtrahiert)

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759

Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200

Dichtung: Dichtungssatz, goldbeschichtet,
5188-5367



IS - Internal Standard
(Interner Standard)
SS - Surrogate Standard
(Ersatzstandard)
Hinweis: In beiden Chromato-
grammen sind einigen Substanzen
nicht vorhanden.

Schnelle Analyse von VOC, EPA-Methode 8260

**Säule: DB-VRX
121-1524
20 m x 0,18 mm, 1,00 µm**

Träger: Helium mit 55 cm/s (1,5 mL/min)
Ofen: 45 °C für 3,0 Min. 190-225 °C mit 20 °C/min
45-190 °C mit 36 °C/min 225 °C für 0,5 Min.

Probengeber: Purge Trap (Tekmar 3100) Ausheizen: 260 °C für 10 Min.
Purge: 11 Min. Kap. & Ventil: 100 °C
Trap: Vocarb 3000
Vorheizen: 245 °C
Desorbieren: 250 °C für 1 Min.

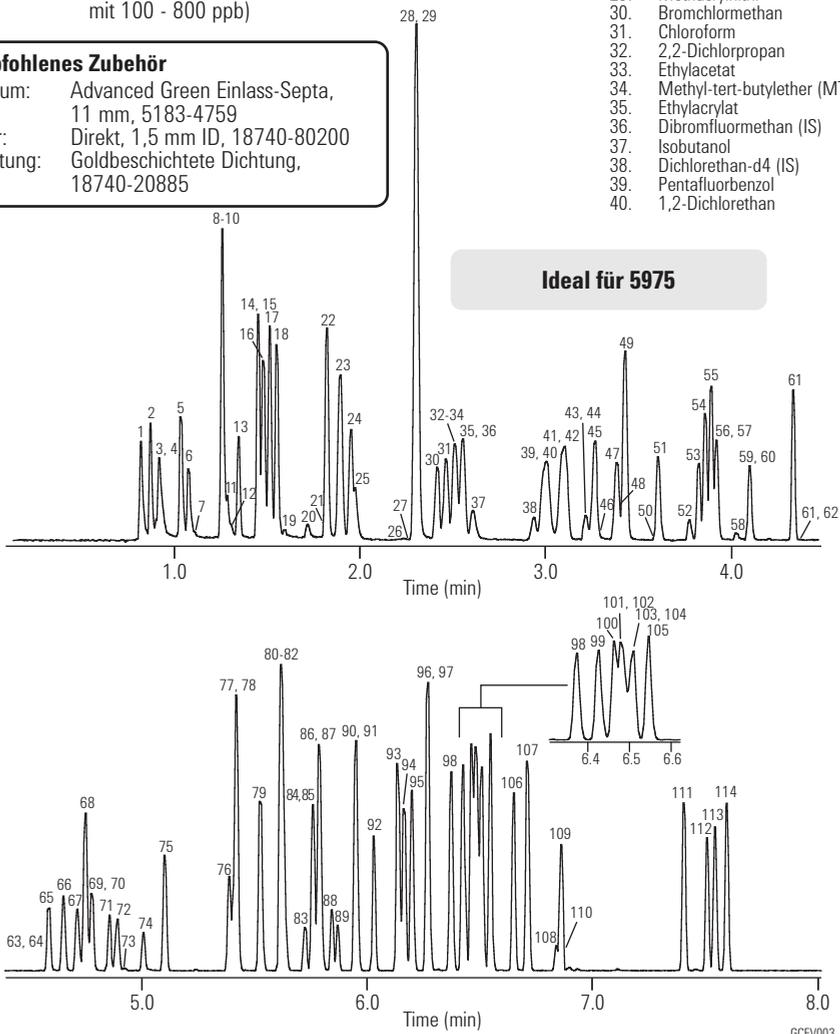
Injektion: Split, 150 °C

Detektor: Agilent 5975 MSD, Temperatur der Transferkap.: 200 °C
Scan-Bereich: 35 - 260 amu
Scangeschw.: 3,25 Scans/s
Quad Temperatur: 150 °C
Quellentemperatur: 200 °C

Probe: 5 mL
• Halogenierte und aromatische Analyten mit 40 ppb
• Interne Standards mit 20 ppb
• Polare Analyten (z.B. Ether, Alkohole und Ketone mit 100 - 800 ppb)

1. Dichlordifluormethan
2. Chlormethan
3. Hydroxypropionitril
4. Vinylchlorid
5. Brommethan
6. Chlorethan
7. Ethanol
8. Acetonitril
9. Acrolein
10. Trichlorfluormethan
11. Isopropylalkohol
12. Aceton
13. Ethylether
14. 1,1-Dichlorethen
15. tert-Butylalkohol
16. Acrylnitril
17. Methylenchlorid
18. Allylchlorid
19. Allylalkohol
20. 1-Propanol
21. Propargylalkohol
22. trans-1,2-Dichlorethen
23. MTBE
24. 1,1-Dichlorethan
25. Propionitril
26. 2-Butanon
27. Diisopropylether
28. cis-1,2-Dichlorethen
29. Methacrylnitril
30. Bromchlormethan
31. Chloroform
32. 2,2-Dichlorpropan
33. Ethylacetat
34. Methyl-tert-butylether (MTBE)
35. Ethylacrylat
36. Dibromfluormethan (IS)
37. Isobutanol
38. Dichlorethan-d4 (IS)
39. Pentafluorbenzol
40. 1,2-Dichlorethan
41. 1,1,1-Trichlorethan
42. 1-Chlorbutan
43. Crotonaldehyd
44. 2-Chlorethanol
45. 1,1-Dichlorpropen
46. 1-Butanol
47. Tetrachlorkohlenstoff
48. Chloracetonitril
49. Benzol
50. tert-Amylmethylether
51. Fluorbenzol (IS)
52. 2-Pentanon
53. Dibrommethan
54. 1,2-Dichlorpropan
55. Trichlorethen
56. Bromdichlormethan
57. 2-Nitropropan
58. 1,4-Dioxan
59. Epichlorhydrin
60. Methylmethacrylat
61. cis-1,3-dichlorpropen
62. Propiolacton
63. Bromoacetone
64. Pyridin
65. trans-1,3-Dichlorpropen
66. 1,1,2-Trichlorethan
67. Toluol-d8 (IS)
68. Toluol
69. 1,3-Dichlorpropan
70. Paraldehyd
71. Ethylmethacrylat
72. Dibromchlormethan
73. 3-Chlorpropionitril
74. 1,2-Dibrommethan
75. Tetrachlorethen
76. 1,1,1,2-Tetrachlorethan
77. 1-Chlorhexan
78. Chlorbenzol
79. Ethylbenzol
80. Bromoform
81. m-Xylol
82. p-Xylol
83. trans-Dichlorbuten
84. 1,3-Dichlor-2-propanol
85. Styrol
86. 1,1,2,2-Tetrachlorethan
87. o-Xylol
88. 1,2,3-Trichlorpropan
89. cis-Dichlorbuten
90. 4-Bromfluorbenzol (IS)
91. Isopropylbenzol
92. Brombenzol
93. Propylbenzol
94. 2-Chlortoluol
95. 4-Chlortoluol
96. 1,3,5-Trimethylbenzol
97. Pentachlorethan
98. tert-Butylbenzol
99. 1,2,4-Trimethylbenzol
100. sec-Butylbenzol
101. 1,3-Dichlorbenzol
102. Benzylchlorid
103. 1,4-Dichlorbenzol-d4 (IS)
104. 1,4-Dichlorbenzol
105. Isopropyltoluol
106. 1,2-Dichlorbenzol
107. Butylbenzol
108. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
109. Hexachlorethan
110. Nitrobenzol
111. 1,2,4-Trichlorbenzol
112. Naphthalin
113. Hexachlorbutadien
114. 1,2,3-Trichlorbenzol

Empfohlenes Zubehör
Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID, 18740-80200
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885



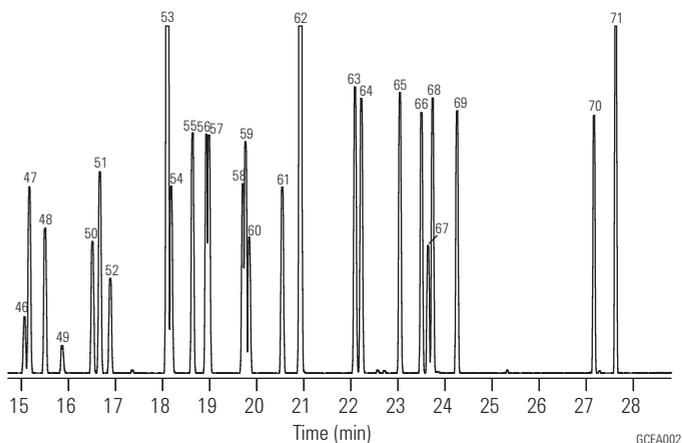
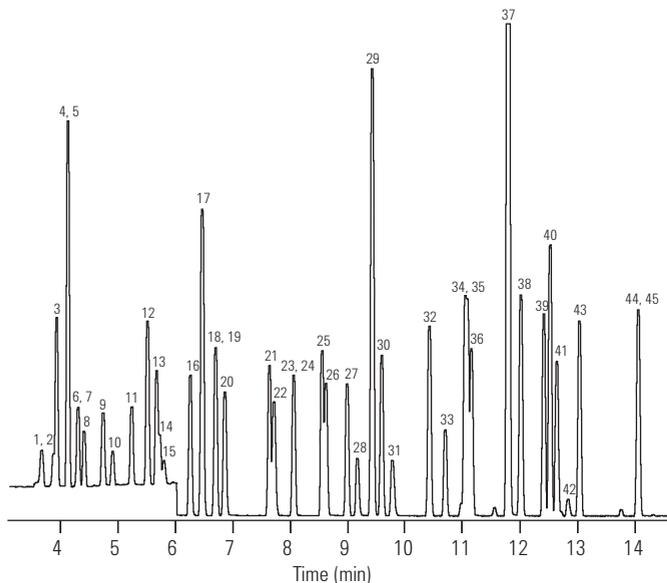


EPA-Luftanalyse, Methode TO-15 (1-ppbV-Standard)

Säule: DB-5ms
123-5563
60 m x 0,32 mm, 1,00 µm

Wir bedanken uns bei Entech Instruments für die Überlassung dieses Chromatogramms.

Träger: Helium, 1,5 mL/min
Ofen: 35 °C für 5 Min.
35-140 °C mit 6 °C/min
140-220 °C mit 15 °C/min
220 °C für 3 Min.
Probengeber: Entech 7100 Tieftemperatur-Probenkonzentrator
Detektor: GC/MS 6890/5973N
Scan 29 - 180 amu 0 - 6 Min.
33 - 280 amu 6 - 30 Min.
Electron Impact 70 eV
Probe: 400 mL Probenvolumen,
Alle Substanzen bei 10 ppbV mit Ausnahme von
Formaldehyd (50 ppbV), Acetaldehyd (20 ppbV),
Propanol (20 ppbV), Aceton (30 ppbV),
2-Butanon (30 ppbV)



GCEA002

	Quantifizierungs- Ion	
1.	Formaldehyd	30
2.	Propen	41
3.	Dichlordifluormethan	85
4.	Chlormethan	50
5.	Dichlortetrafluorethan	85
6.	Acetaldehyd	29
7.	Vinylchlorid	62
8.	1,3-Butadien	39
9.	Brommethan	94
10.	Chlorethan	64
11.	Bromethen	106
12.	Trichlorfluormethan	101
13.	Aceton	58
14.	Propanal	29
15.	Isopropylalkohol	45
16.	1,1-Dichlorethen	61
17.	1,1,2-Trichlor-1,2,2-trifluorethan	101
18.	Methylenchlorid	49
19.	3-Chlor-1-propen (Allylchlorid)	76
20.	Schwefelkohlenstoff	76
21.	trans-1,2-Dichlorethylen	96
22.	Methyl-tert-butylether (MTBE)	73
23.	1,1-Dichlorethan	63
24.	Vinylacetat	43
25.	2-Butanon (MEK)	72
26.	n-Hexan	57
27.	cis-1,2-Dichlorethylen	96
28.	Ethylacetat	43
29.	Bromchlormethan (IS)	128
30.	Chloroform	83
31.	Tetrahydrofuran	42
32.	1,1,1-Trichlorethan	97
33.	1,2-Dichlorethan	62
34.	Benzol	78
35.	Tetrachlorkohlenstoff	117
36.	Cyclohexan	56
37.	1,4-Difluorbenzol (IS)	114
38.	2,2,4-Trimethylpentan (Isooctan)	57
39.	n-Heptan	41
40.	Trichlorethen	130
41.	1,2-Dichlorpropan	63
42.	1,4-Dioxan	88
43.	Bromdichlormethan	83
44.	4-Methyl-2-pentanon (MIBK)	43
45.	cis-1,3-Dichlorpropen	75
46.	trans-1,3-Dichlorpropen	75
47.	Toluol	91
48.	1,1,2-Trichlorethan	97
49.	2-Hexanon	43
50.	Dibromchlormethan	129
51.	Tetrachlorethen	166
52.	1,2-Dibromethan	107
53.	Chlorbenzol-d5 (IS)	117
54.	Chlorbenzol	112
55.	Ethylbenzol	91
56.	m-Xylol	91
57.	p-Xylol	91
58.	Styrol	104
59.	o-Xylol	91
60.	Bromoform	173
61.	1,1,2,2-Tetrachlorethan	83
62.	4-Bromfluorbenzol	95
63.	4-Ethyltoluol	105
64.	1,3,5-Trimethylbenzol	105
65.	1,2,4-Trimethylbenzol	105
66.	1,3-Dichlorbenzol	146
67.	Benzylchlorid	91
68.	1,4-Dichlorbenzol	146
69.	1,2-Dichlorbenzol	146
70.	1,2,4-Trichlorbenzol	180
71.	Hexachlorbutadien	225

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885

C1- und C2-Halogenkohlenwasserstoffe (Freone)

Säule: GS-GasPro
113-4362
60 m x 0,32 mm

Träger: Helium mit 35 cm/s, konstante Geschwindigkeit

Ofen: 40 °C für 2 Min.
40-120 °C mit 10 °C/min
120 °C für 3 Min.
120-200 °C mit 10 °C/min

Injektion: Splitlos, 250 °C
0,20 Minuten Spüldauer

Detektor: MSD, 280 °C,
Full Scan 45 - 180 amu

Probe: 1,0 µL der 100 ppm Mischung
von Accustandard M-REF &
M-REF-X in Methanol

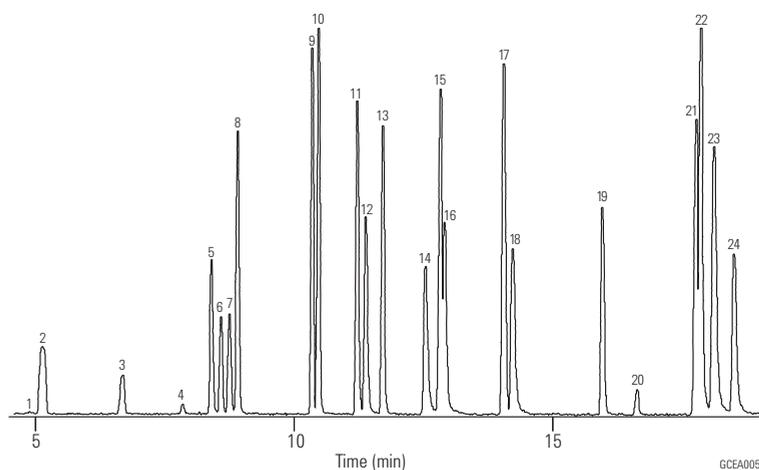
Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID,
5181-3316

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267



	Freon Nr.	
1.	Chlortrifluormethan*	13
2.	Trifluormethan	23
3.	Bromtrifluormethan	13B1
4.	Chlorpentafluorethan	115
5.	Pentafluorethan	125
6.	1,1,1-Trifluorethan	143a
7.	Dichlordifluormethan	12
8.	Chlordifluormethan	22
9.	1,1,1,2-Tetrafluorethan	134a
10.	Chlormethan	40
11.	1,1,2,2-Tetrafluorethan	134
12.	Bromchlordifluormethan	12B1
13.	1,1-Difluorethan	152a
14.	1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan	114
15.	2-Chlor-1,1,1,2-tetrafluorethan	124
16.	1-Chlor-1,1-difluorethan	142b
17.	Dichlorfluormethan	21
18.	Trichlorfluormethan	11
19.	Chlorethan	160
20.	Dichlormethan	
21.	1,1-Dichlor-1-fluorethan	141b
22.	2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan	123
23.	1,1,2-Trichlor-1,2,0,2-trifluorethan	113
24.	1,2-Dibrom-1,1,2,2-tetrafluorethan	114B2

*Peak nicht angezeigt



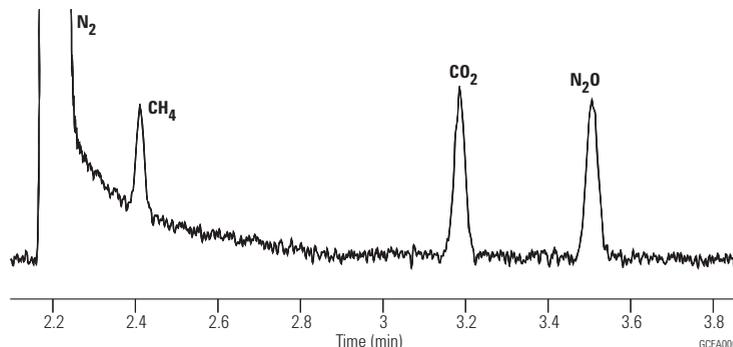
Mit GC PAL Flüssigkeitsinjektionsspritzen kann eine Vielzahl verschiedener Probenvolumina injiziert werden, bei LVI-Anwendungen bis zu 500 µL.



N₂O I

Säule: HP PLOT Q
19095P-004
30 m x 0,53 mm, 40 µm

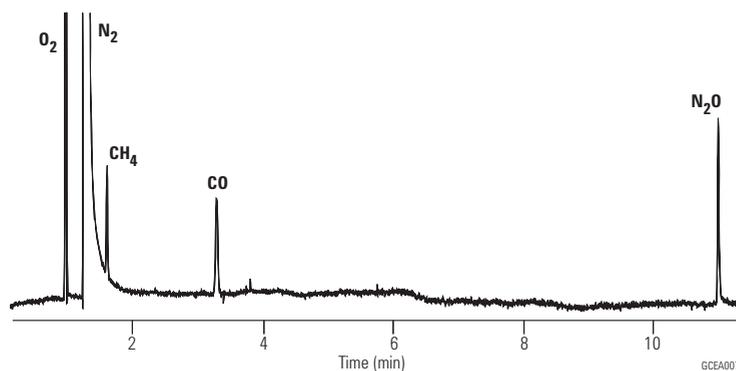
Träger: Helium, 5 psi (ungefähr 8 mL/min)
Ofen: 35 °C isotherm
Injektion: 250 µL, injiziert
Splitverhältnis 1:3
Detektor: WLD, 200 °C
Probe: ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)



N₂O II

Säule: HP PLOT
19095P-MS6
30 m x 0,53 mm, 25,00 µm

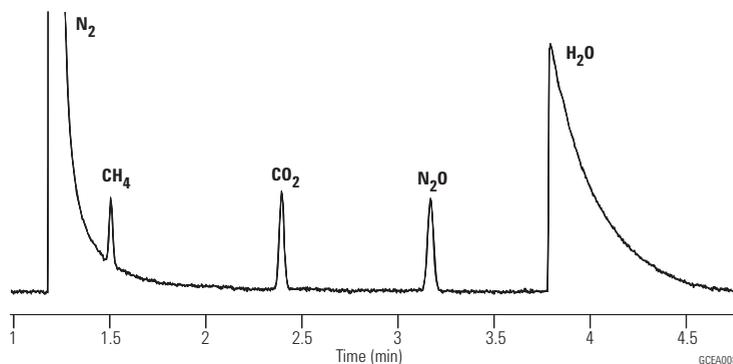
Träger: Helium, 6 psi (ungefähr 10 mL/min)
Ofen: 50 °C (5 Min.), 25 °C/min bis 200 °C, dann halten
Injektion: 250 µL, injiziert
Splitverhältnis 1:4
Detektor: WLD, 250 °C
Säulenkompensation an
Probe: ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)



N₂O III

Säule: GS-CarbonPLOT
113-3133
30 m x 0,32 mm, 3,00 µm

Träger: Helium, 12 psi (ungefähr 3 mL/min)
Ofen: 35 °C isotherm
Injektion: 250 µL, injiziert
Splitverhältnis 1:4
Detektor: WLD, 200 °C
Probe: ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)



Schnelle Analyse aromatischer Lösungsmittel

Diese Applikation zeigt die einfache Anwendung hoch effizienter GC-Säulen bei der täglichen Analyse aromatischer Lösungsmittel. Das Ergebnis: Eine dreifache Reduzierung der Analysenzeit (im Vergleich zu einer 0,32-mm-ID-Säule) ohne Verlust der Auflösung.

Säule: HP-INNOWax
19091N-216
60 m x 0,32 mm, 0,5 µm

Träger: Helium mit 20 psi, konstanter Druck

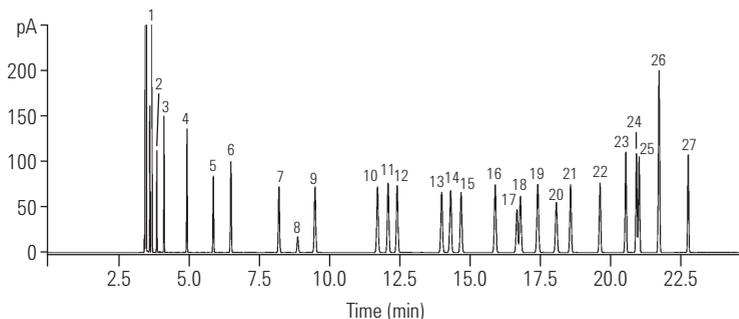
Ofen: 75°C (10 Min.); 3°C/Min bis 100°C (0 Min.)
10°C/Min. bis 145°C (0 Min.)

Injektion: Split/splitlos bei 250 °C
Splitverhältnis 100:1

Detektor: FID bei 250 °C

Probe: 1,0 µL

Universelle Methode für aromatische Lösungsmittel



- | | | |
|---------------|-------------------|-----------------------|
| 1. Heptan | 10. Ethylbenzol | 19. t-Butylbenzol |
| 2. Cyclohexan | 11. p-Xylol | 20. s-Butylbenzol |
| 3. Octan | 12. m-Xylol | 21. Styrol |
| 4. Nonan | 13. Cumen | 22. Tridecan |
| 5. Benzol | 14. Dodecan | 23. 1,3-Diethylbenzol |
| 6. Decan | 15. o-Xylol | 24. 1,2-Diethylbenzol |
| 7. Toluol | 16. Propylbenzol | 25. n-Butylbenzol |
| 8. 1,4-Dioxan | 17. p-Ethyltoluol | 26. a-Methylstyren |
| 9. Undecan | 18. m-Ethyltoluol | 27. Phenylacetylen |

Säule: HP-INNOWax
19091N-577
20 m x 0,18 mm, 0,18 µm

Träger: Helium mit 33 psi, konstanter Druck

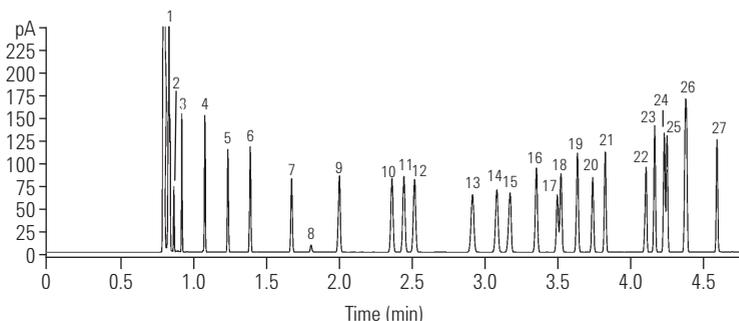
Ofen: 70 °C (3 Min.); 45 °C/min bis 145 °C (1 Min.)

Injektion: Split/splitlos bei 250 °C
Splitverhältnis 100:1 bis 600:1

Detektor: FID bei 250 °C

Probe: 0,2 bis 1,0 µL

Optimierte universelle Methode für aromatische Lösungsmittel



GCHE003



Raffineriegas I

Säule: HP PLOT Q
19095P-004
30 m x 0,53 mm, 40 µm

Träger: Helium p=9,0 psi/62 kPa bei 60 °C
Ofen: 60 °C für 5 min
60-200 °C bei 20 °C/min
200 °C für 1 min

Injektion: Split, 250 °C
Splittdurchfluss 100 mL/min
0,25 cm³ Ventil

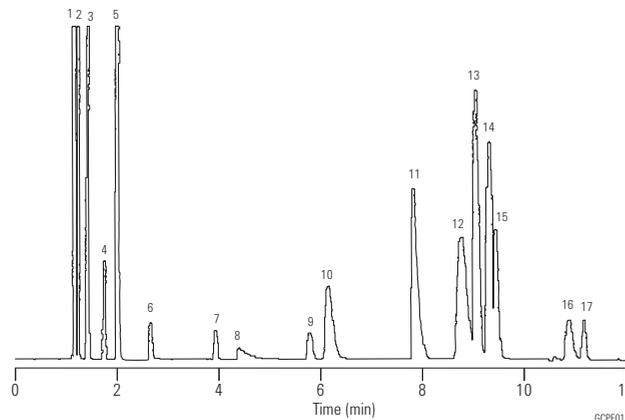
Detektor: WLD, 250 °C
Probe: Raffineriegas und andere

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759

Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885



1. Luft/CO
2. C₁
3. CO₂
4. Ethylen
5. C₂
6. H₂S
7. COS
8. H₂O
9. Propylen
10. C₃
11. MeOH
12. i-C₄
13. t-C₄
14. n-C₄
15. cis-C₄
16. i-C₅
17. n-C₅

Flüchtige Schwefelverbindungen

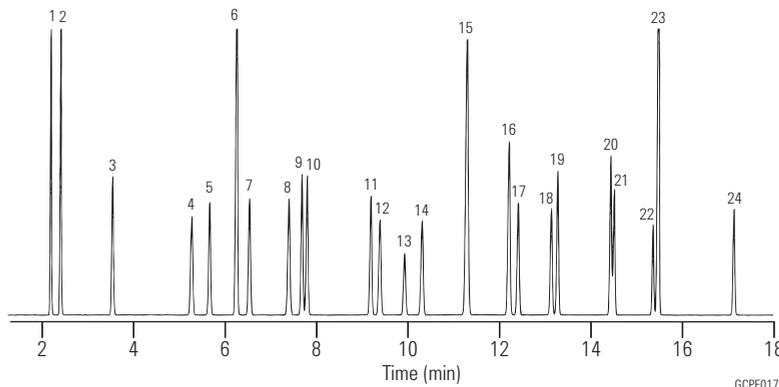
Säule: DB-1
123-1035
30 m x 0,32 mm, 5.00 µm

Träger: Helium mit 23 cm/sec (H₂S bei 50 °C)
Ofen: 50 °C für 4 min, 50 - 120 °C mit 20 °/min,
120 °C für 4 min, 120 - 220 °C mit
25 °/min, 220 °C für 2,5 min

Injektion: Split, 200 °C
Splitverhältnis 1:10

Detektor: PFPD (OI Analytical), 220 °C
Probe: 600 µL des Standards für Schwefelgase
3 ppmV pro Substanz

Wir danken Air Toxics, Ltd. (Folsom, CA) für die Bereitstellung der Standardmischung für dieses Chromatogramm.



1. Schwefelwasserstoff
2. Carbonylsulfid
3. Methylmercaptan
4. Ethylmercaptan
5. Dimethylsulfid
6. Schwefelkohlenstoff
7. 2-Propanthiol
8. 2-Methyl-2-propanthiol
9. 1-Propanthiol
10. Ethylmethylsulfid
11. Thiophen
12. 2-Methyl-1-propanthiol
13. Diethylsulfid
14. 1-Butanthiol
15. Methylsulfid
16. 2-Methylthiophen
17. 3-Methylthiophen
18. Tetrahydrothiophen
19. 1-Pentanthiol
20. 2-Ethylthiophen
21. 2,5-Dimethylthiophen
22. 1-Hexanthiol
23. Methylsulfid
24. 1-Heptanthiol

Schwefelverbindungen in Propylen (1 ppm)

Säule: GS-GasPro
113-4332
30 m x 0,32 mm

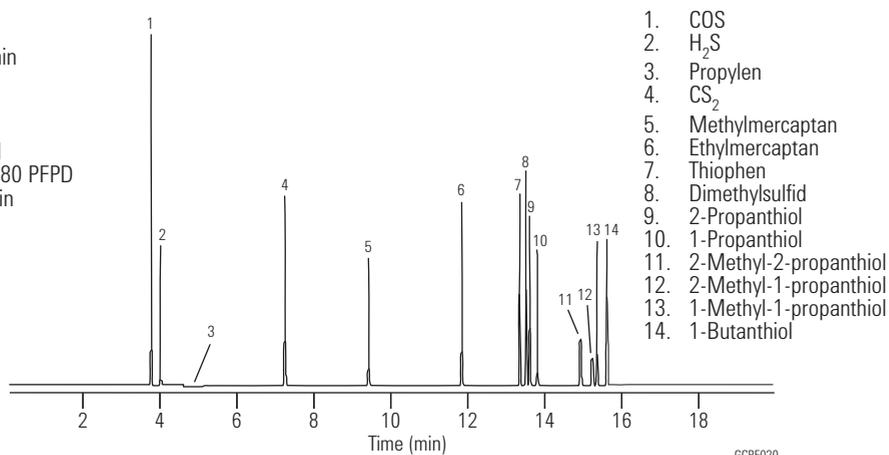
Ofen: 60 °C für 2,5 Min.
60-250 °C mit 10 °C/min

Injektion: OI Analytical Einlass für flüchtige Substanzen
Splitverhältnis 5:1
200 µL Gasprobenventil

Detektor: OI Analytical Modell 5380 PFPD

Probe: Schwefelverbindungen in Propylen (1 ppm)

Wir danken OI Analytical für das Chromatogramm.



Unverbleites Benzin

Säule: DB-Petro
122-10A6
100 m x 0,25 mm, 0,5 µm

Träger: Helium mit 25,6 cm/s

Ofen: 0 °C für 15 Min.
0 - 50 °C mit 1 °C/Min.
50 - 130 °C mit 2 °C/Min.
130 - 180 °C mit 4 °C/Min.
180 °C für 20 Min.

Injektion: Split, 200 °C
Splitverhältnis 1:300

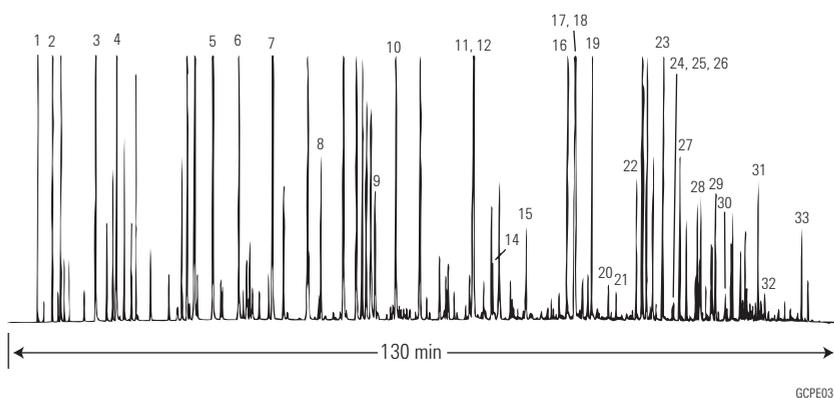
Detektor: FID, 250°C
Stickstoff Makeup-Gas mit 30 mL/Min.

Probe: 1 µL reine Probe

- | | | | |
|-----|-----------------------|-----|---------------------------|
| 1. | Methan | 18. | p-Xylol |
| 2. | n-Butan | 19. | o-Xylol |
| 3. | Isopentan | 20. | n-Nonan |
| 4. | n-Pentan | 21. | Isopropylbenzol |
| 5. | n-Hexan | 22. | Propylbenzol |
| 6. | Methylcyclopentan | 23. | 1,2,4-Trimethylbenzol |
| 7. | Benzol | 24. | Isobutylbenzol |
| 8. | Cyclohexan | 25. | sec-Butylbenzol |
| 9. | Isooctan | 26. | n-Decan |
| 10. | n-Heptan | 27. | 1,2,3-Trimethylbenzol |
| 11. | Toluol * | 28. | Butylbenzol |
| 12. | 2,3,3-Trimethylpentan | 29. | n-Undecan |
| 13. | 2-Methylheptan | 30. | 1,2,4,5-Tetramethylbenzol |
| 14. | 4-Methylheptan | 31. | Naphthalin |
| 15. | n-Octan | 32. | Dodecan |
| 16. | Ethylbenzol | 33. | Tridecan |
| 17. | m-Xylol ** | | |

* Talpunkt bei 12 = 78 %

** Talpunkt bei 18 = 87 %

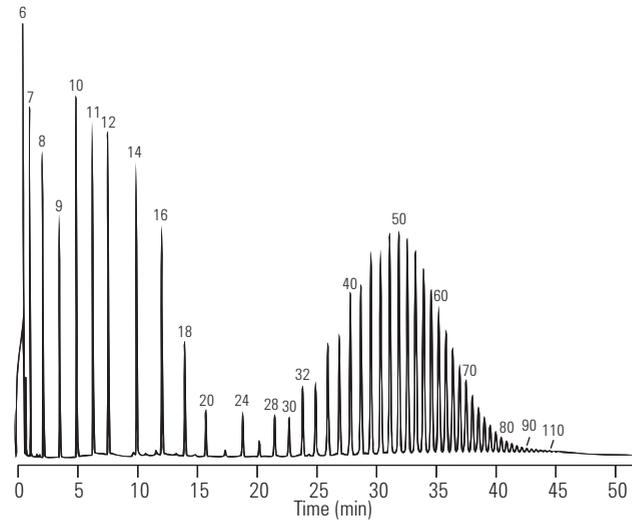




n-Paraffin-Standard

Säule: DB-HT SimDis
145-1001
5 m x 0,53 mm, 0,15 µm

Träger: Helium mit 18 mL/min, gemessen bei 35 °C
Ofen: -30 - 430 °C mit 10 °C/min
Injektion: OPTIC PTV
55 - 450 °C mit 2 °C/sec
Detektor: FID, 450 °C
Makeup-Gas Stickstoff mit 15 mL/min
Probe: 0,5 µL an 2%-igen n-Paraffinen in CS₂



GCPE038

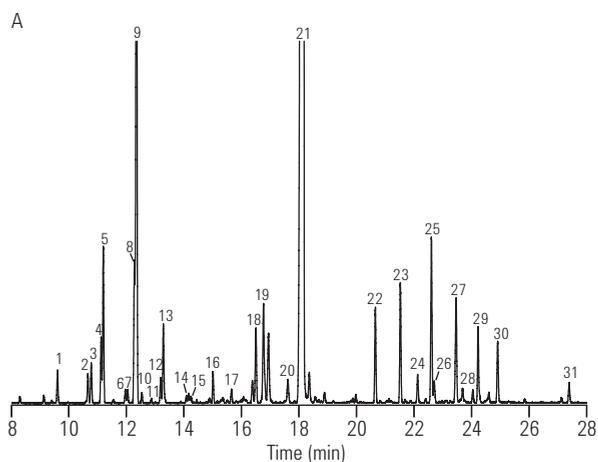


Spearmintöl

Die Verwendung von Wasserstoff als Trägergas in Verbindung mit der High Efficiency-Säule führte zu einer Gesamtgeschwindigkeitsverbesserung von 61 % im Vergleich zur Originalmethode. Darüber hinaus wurde die Auflösung während der gesamten Methodenübersetzung korrekt beibehalten.

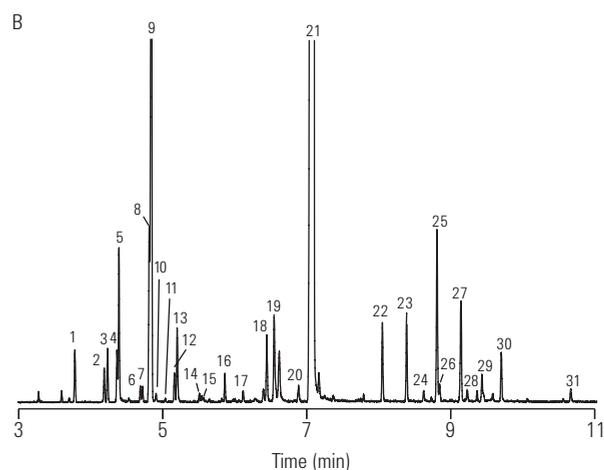
Säule A:	DB-1 122-1032 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	Träger:	A: Helium 25 cm/s, gemessen bei 40 °C B: Wasserstoff 47 cm/s, gemessen bei 40 °C
Säule B:	DB-1 121-1022 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm	Ofen:	A: 40 °C Verweilzeit 1 min, 5 °C/min bis 290 °C B: 40 °C Verweilzeit 0,38 min, 13 °C/min bis 290 °C Verweilzeit 13,09 min
		Injektion:	250 °C, Split 40:1, 1 µL Injektion

Originalmethode mit einer DB-1, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm Säule und Helium als Trägergas



1. α -Pinen
2. Sabinen
3. β -Pinen
4. 3-Octanol
5. Myrcen
6. α -Terpinen
7. p -Cymen
8. 1,8-Cineol
9. Limonen
10. cis-Ocimen
11. trans-Ocimen
12. γ -Terpinen
13. trans-Sabinenhydrat
14. Terpinolen
15. Linalool
16. 3-Octylacetat
17. Isomenthon
18. Terpinen-4-ol
19. Dihydrocarvon
20. trans-Carveol
21. l-Carvon
22. trans-Dihydrocarveolacetat
23. cis-Carvylacetat
24. cis-Jasmon
25. β -Bourbonen
26. α -Bourbonen
27. β -Caryophylen
28. α -Copaen
29. trans- β -Farnesen
30. Germacren-d
31. Viridiflorol

Schnellere Methode mit einer DB-1, 20 m x 0,18 mm, 0,18 µm High Efficiency-Säule und Wasserstoff als Trägergas



SPEARMINT

Lavendelölcharakterisierung

Säule: DB-1ms Ultra Inert
122-0132UI
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Agilent 7890A/5975B MSD und 6890N FID
Probengeber: Agilent 7683B, 5,0 µL Spritze
(Agilent Best.-Nr. 5188-5246) 1,0 µL Injektion

Träger: Helium 40 cm/s, konstanter Durchfluss MSD-System,
35 cm/s FID-system

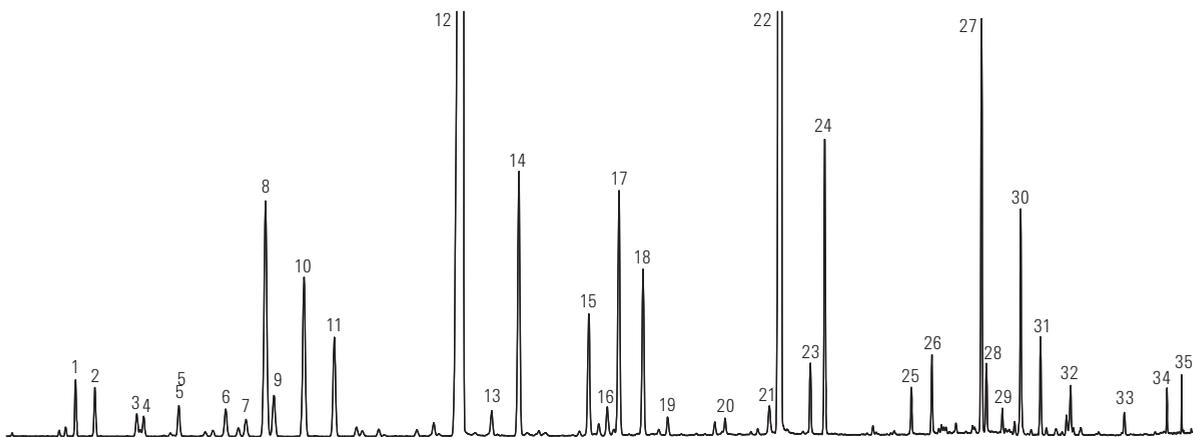
Einlass: 200:1 Split
Ofen: 62 °C 12,5 min Verweilzeit, 3 °C/min bis 92 °C, dann
5 °C/min bis 165 °C, dann 100 °C/min bis 310 °C,
2,5 Minuten Verweilzeit

Detektor: MSD-Quelle bei 300 °C, Quadrupol bei 180 °C,
Transferkapillare bei 280 °C, Scanbereich 45-450 AMU

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: MS-zertifizierter Liner, Split, einseitig konisch, mit
Restriktion zum Halten der Glaswolle,
5188-6576
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. α -Pinen | 19. Hexylbutyrat |
| 2. Camphen | 20. Cumicaldehyd |
| 3. 1-Octen-3-ol | 21. cis-Geraniol |
| 4. 3-Octanon | 22. Linaloolacetat |
| 5. β -Myrcen | 23. Borneolacetat |
| 6. 3-Caren | 24. Lavandulylacetat |
| 7. o-Cymen | 25. Nerolacetat |
| 8. Eucalyptol | 26. Geranylacetat |
| 9. D-Limonen | 27. Caryophyllen |
| 10. β -trans-Ocimen | 28. α -Santoloen |
| 11. β -cis-Ocimen | 29. α -Bergamoten |
| 12. β -Linalool | 30. β -Farnesen |
| 13. Octen-1-olacetat | 31. Germacren D |
| 14. Camphor | 32. γ -Cardinen |
| 15. Borneol | 33. Caryophyllenoxid |
| 16. Lavandulol | 34. tau-Cardinol |
| 17. Terpin-4-ol | 35. α -Bisabolol |
| 18. α -Terpinol | |



GC/MS-Gesamtionen-Chromatogramm von Lavendelölprobe mit einer Agilent J&W DB-1ms Ultra Inert 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm GC-Kapillarsäule (Best.-Nr. 122-0132UI). Die gut aufgelösten, scharfen Peaks, die mit der Säule beobachtet wurden, gewährleisten eine zuverlässige Analyse und Fingerprinting der Lavendelöle.

Aromastoff-Referenzstandard I

Säule: DB-1
122-1032
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 25 cm/s, gemessen bei 150 °C
 Ofen: 40 °C für 1 Min.
 40-290 °C bei 5 °C/min

Injektion: Split, 250 °C
 Splitverhältnis 1:50

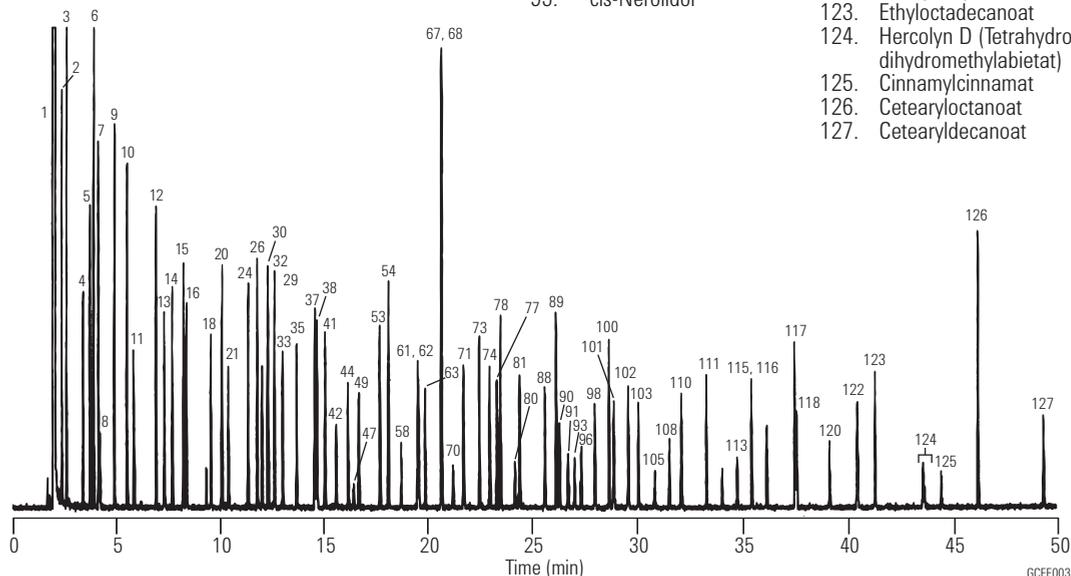
Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
 Probe: 1 µL einer 1:20 Verdünnung
 einer normalen Probe in Aceton

Vielen Dank an Carl Frey, Manager von Analytical Services, Dragoco, und Kevin Myung, Director of Flavor and Perfumery Research, Bush Boake Allen, Inc. für ihre Beiträge zu dieser Publikation.

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
 Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall, Glaswolle, 5183-4647
 Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
 Spritze: 5 µL, abgeschragt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273

1. Aceton	28. Methylkresol	60. Geraniol	96. Rosatol (Roseton)
2. 2,3-Butanedion (diacetyl)	29. Benzylalkohol	61. Linalylacetat	Geranylbutyrat
3. Ethylacetat	30. para-Cymol	62. Geranial	97. trans-Nerolidol
4. 2,3-Pentandion (Acetylpropionyl)	31. 1,8-Cineol	63. Hydroxycitronellal	98. n-Amylsalicylat
5. Ethylpropionat	32. Limonen	64. Citronellylformiat	99. Phenylethyltiglat
6. Methylbutyrat	33. 2,6-Dimethylhept-5-enal	66. Bornylacetat	100. Ethylundecanoat
7. 3-Methylbutylalkohol	34. γ-Terpinen	67. Vertenex (Isomer 1)	101. Benzophenon
8. 2-Methylbutylalkohol	35. Octanol	68. Ethylnonanoat	102. Dibenzylether
9. Isobutylacetat	37. Ethylheptanoat	69. Geranylformiat	103. γ-Dodecalacton
10. Ethylbutyrat	38. Linalool	70. Vertenex (Isomer 2)	104. Citronellyltiglat
11. Furfural	39. Benzoethanol	71. γ-Nonalacton	105. Evernyl
12. Ethylisovalerat	41. Rosenoxid, cis-rose	72. Citronellylacetat	106. Geranyltiglat
13. Hexanol	42. Rosenoxid, trans-rose	73. Nerylacetat	107. Geranyl-2-methylvalerat
14. Allylbutyrat	43. Campher	74. Geranylacetat	108. Celestocid
15. Ethylpentanoat	44. Citronellal	76. Diphenyloxid	109. Heptadec-1-en
16. Hexylenglykol	45. Benzylacetat	78. Ethyldecanoat	110. Benzylbenzoat
17. α-Thujon	46. Menthon	79. α-Copaen	111. Ethyltetradecanoat
18. Benzaldehyd	47. Isoborneol	80. Florazon (Isomer 1)	112. Benzylsalicylat
19. α-Pinen	48. Isomenthon	81. Florazon (Isomer 2)	113. Tonalid
20. Camphen	49. Borneol	82. β-Caryophyllen	114. Nonadec-1-en
21. 3,5,5-Trimethylhexanol	51. Terpinen-4-ol	83. Citronellylpropionat	115. Isopropylmyristat
22. Sabinen	52. α-Terpineol	85. 3,7-Guaiadien	116. Ethylpentadecanoat
23. β-Pinen	53. Ethylactanoat	88. Dodecanol	Nonadecan
24. Ethylhexanoat	54. Octylacetat	89. Ethylundecanoat	117. Ethylhexadecanoat
25. Myrcen	56. Fenchylacetat	90. Eugenylacetat	118. Musk T (Ethylenbrassylat)
26. Hexylacetat	57. Citronellol	91. Frambione	119. Eicosan
cis-Linalooloxid	58. Neral	(p-Hydroxybenzylacetone)	120. Cinnamylphenylacetat
Methylbenzoat	59. Carvonel	93. Isoamylsalicylat	121. Heneicosan
trans-Linalooloxid	Phenylethylacetat	94. δ-Cadinen	122. Phenylethylcinnamat
		95. cis-Nerolidol	123. Ethyloctadecanoat
			124. Herculyn D (Tetrahydro & dihydromethylabietat)
			125. Cinnamylcinnamat
			126. Cetearylactanoat
			127. Cetearyldecanoat





Aromastoff-Referenzstandard II

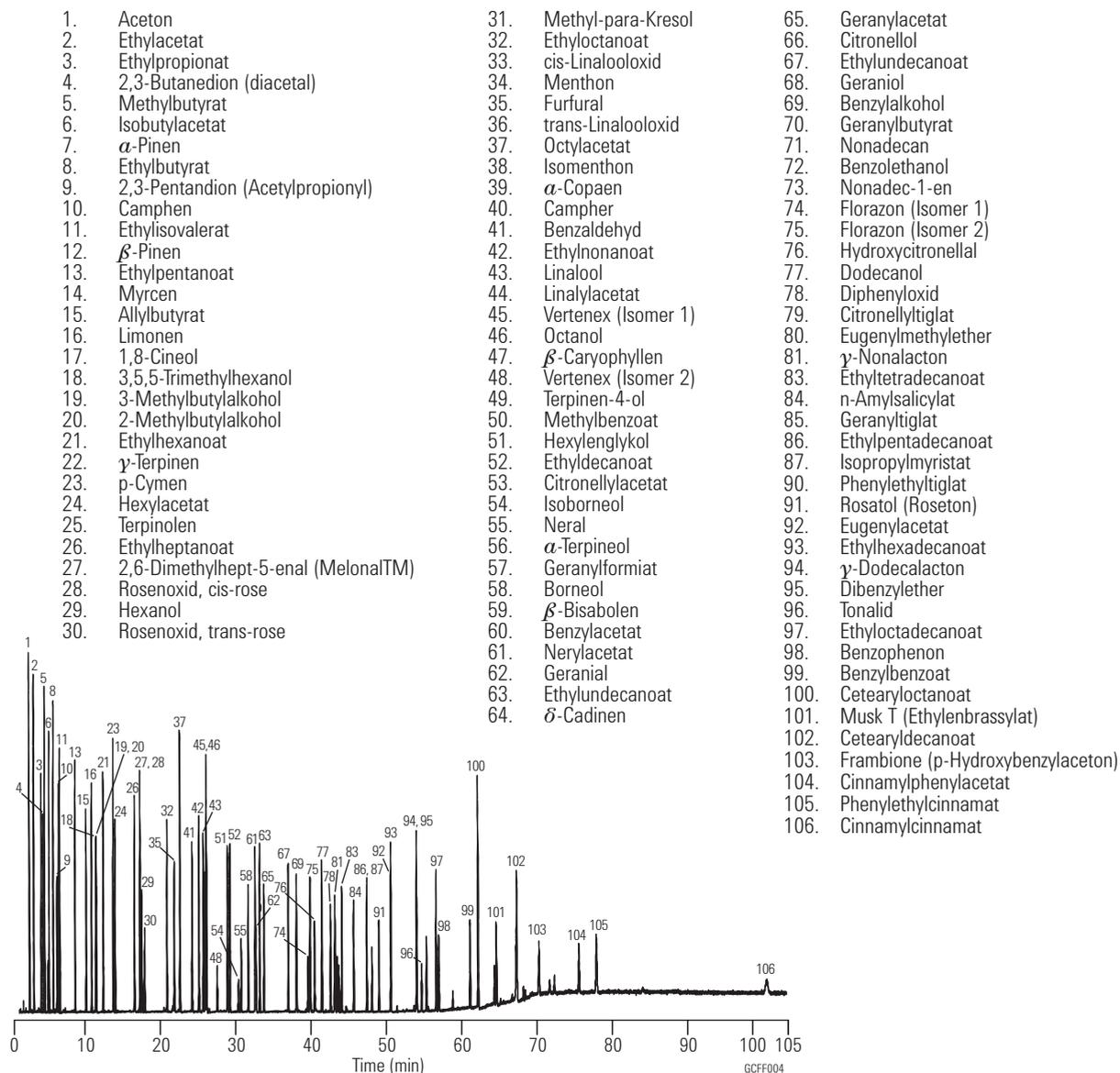
Säule: DB-WAX
122-7032
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 25 cm/s,
gemessen bei 150 °C
Ofen: 45 °C für 2 Min.
45-250 °C bei 3 °C/min
250 °C für 34 Min.
Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:50
Detektor: MSD, 250 °C Transferkapillare
Probe: 1 µL einer 1:20 Verdünnung einer
normalen Probe in Aceton

Wir danken Carl Frey, Manager of Analytical Services, Dragoco, und Kevin Myung,
Leiter der Forschungsabteilung Aroma- und Duftstoffe, Bush Boake Allen, Inc. für ihre
Beiträge.

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall,
Glaswolle, 5183-4647
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP,
5181-1273



Parfüm

Säule: HP-INNOWax
19091N-133
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

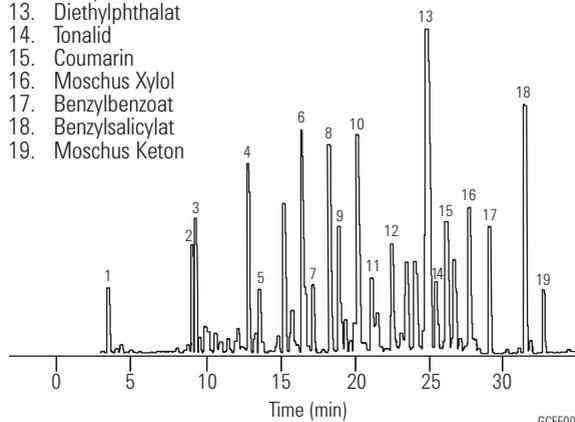
Träger: Helium mit 30 cm/sec
0,9 mL/min konstanter Fluss

Ofen: 80 °C für 1 min
80 - 250 °C mit 5 °C/min
250 °C für 2 min

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 20:1

Detektor: MSD, 280 °C

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Limonen | 11. Commamylacetat |
| 2. Linalool | 12. Acetylcedren |
| 3. Linalylacetat | 13. Diethylphthalat |
| 4. Benzylacetat | 14. Tonalid |
| 5. Citronellol | 15. Coumarin |
| 6. Benzoethanol | 16. Moschus Xylol |
| 7. α-Methylionon | 17. Benzylbenzoat |
| 8. Carvocol und Geraiol | 18. Benzylsalicylat |
| 9. Isoamylsalicylat | 19. Moschus Keton |
| 10. n-Amylsalicylat | |



Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall, Glaswolle, 5183-4647

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273

Chirale Substanzen in ätherischen Ölen und Duftstoffen

Säule: HP Chiral B
19091G-B233
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

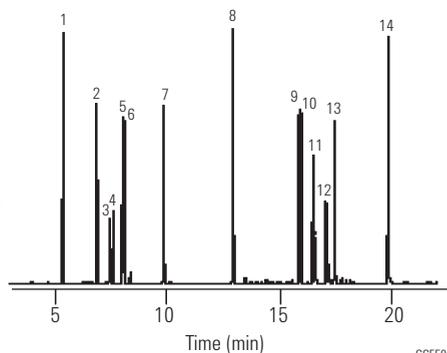
Träger: Wasserstoff, 39 cm/s, Konstantdruck

Ofen: 65 °C für 1 min
65-170 °C bei 5 °C/min

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 30:1

Detektor: FID, 300 °C

Probe: 1 µL 0,25 ng/µL jeder Substanz in Hexan



1. 1,2-Dimethylbenzol
2. Myrcen
3. (-)-Camphen
4. (+)-Camphen
5. (+)-β-Pinen
6. 1S-(-)-β-Pinen
7. Cineol
8. (R)-(+)-Citronellal
9. 1S,2R,5S-(+)-Menthol
10. 1R,2S,5R-(-)-Menthol
11. α-Terpineol
12. (+/-)-Isoborneol
13. (+)-Borneol
14. trans-Cinnamaldehyd

Menthol

Säule: Cyclodex-β
112-2532
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

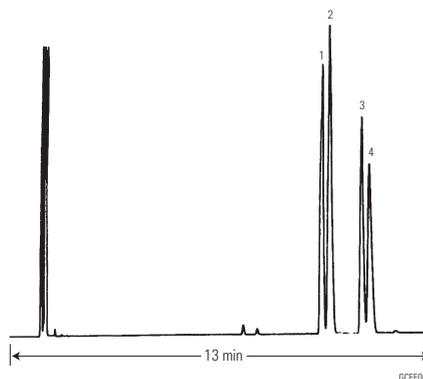
Träger: Wasserstoff mit 55 cm/s

Ofen: 105 °C isotherm

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:100

Detektor: FID, 300 °C

Probe: Stickstoff-Makeup-Gas mit 30 mL/min
1 µL einer 1 µg/µL Lösung in Chloroform

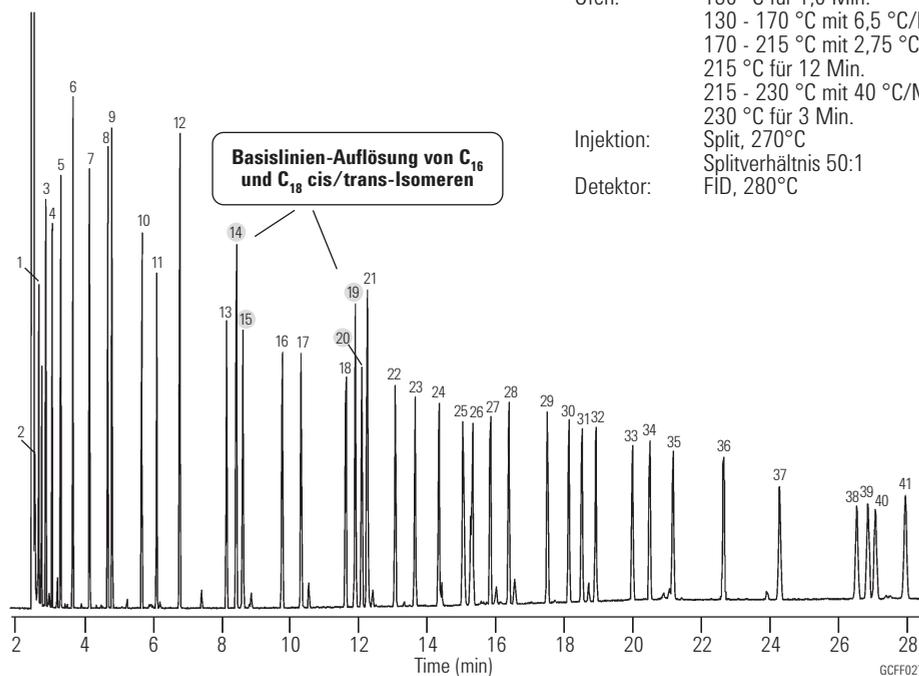


1. (+)-Neomenthol
2. (-)-Neomenthol
3. (+)-Menthol
4. (-)-Menthol

FAMEs I

Säule: DB-23
122-2362
60 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Chromatogramm mit freundlicher Unterstützung von Steve Watkins und Jeremy Ching,
FAME Analytics, <http://www.fameanalytics.com>



Träger: Wasserstoff mit 43 cm/s
Bei konstantem Druck
Ofen: 130 °C für 1,0 Min.
130 - 170 °C mit 6,5 °C/Min.
170 - 215 °C mit 2,75 °C/Min.
215 °C für 12 Min.
215 - 230 °C mit 40 °C/Min.
230 °C für 3 Min.
Injektion: Split, 270°C
Splitverhältnis 50:1
Detektor: FID, 280°C

1. C_{6:0}
2. C_{7:0}
3. C_{8:0}
4. C_{9:0}
5. C_{10:0}
6. C_{11:0}
7. C_{12:0}
8. BHT
9. C_{13:0}
10. C_{14:0}
11. C_{14:1n5}
12. C_{15:0}
13. C_{16:0}
14. C_{16:1n7(trans)}
15. C_{16:1n7(cis)}
16. C_{17:0}
17. C_{17:1}
18. C_{18:0}
19. C_{18:1n9(trans)}
20. C_{18:1n9(cis)}
21. C_{18:1n7}
22. C_{18:2n6}
23. C_{18:3n6}
24. C_{18:3n3}
25. C_{18:2(d9,11)}
26. C_{18:2(d10,12)}
27. C_{20:0}
28. C_{20:1n9}
29. C_{20:2n6}
30. C_{20:3n6}
31. C_{20:4n6}
32. C_{20:3n3}
33. C_{20:5n3}
34. C_{22:0}
35. C_{22:1n9}
36. C_{22:2n6}
37. C_{22:4n6}
38. C_{22:5n3}
39. C_{24:0}
40. C_{22:6n3}
41. C_{24:1n9}

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall, Glaswolle, 5183-4647
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273

Alkohole I

**Säule: DB-624
125-1334
30 m x 0,53 mm, 3 µm**

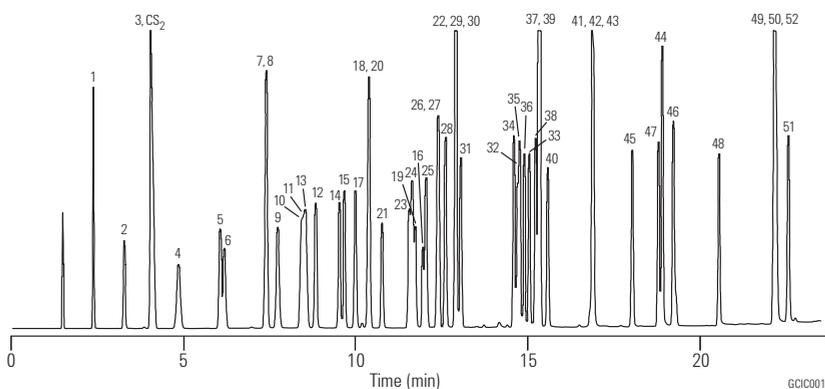
Träger: Helium mit 30 cm/s,
gemessen bei 40 °C
Ofen: 40 °C für 5 Min.
40-260 °C mit 10 °C/min
260 °C für 3 Min.

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:10

Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff-Makeup-Gas mit 30 mL/min

Probe: 1 µL einer 0,01 - 0,05 %-igen Lösung
in CS₂

- | | |
|---|--|
| 1. Methanol | 15. 2-Buten-1-ol (Crotylalkohol) |
| 2. Ethanol | 16. Ethylenglykol |
| 3. Isopropanol | 17. 1-Penten-3-ol |
| 4. tert-Butanol | 18. 2-Pentanol |
| 5. 2-Propen-1-ol (Allylalkohol) | 19. Glycidol |
| 6. 1-Propanol | 20. 3-Pentanol |
| 7. 2-Propyn-1-ol (Propargylalkohol) | 21. 2-Ethoxyethanol (Cellosolve) |
| 8. sec-Butanol | 22. Propylenglykol |
| 9. 2-Methyl-3-buten-2-ol | 23. 3-Methyl-1-butanol (Isoamylalkohol) |
| 10. Isobutanol | 24. 2-Methyl-1-butanol (aktiver Amylalkohol) |
| 11. 2-Methoxyethanol (Methylcellosolve) | 25. 4-Methyl-2-pentanol |
| 12. 3-Buten-1-ol | 26. 1-Pentanol |
| 13. 2-Methyl-2-butanol (tert-Amylalkohol) | 27. 2-Penten-1-ol |
| 14. 1-Butanol | 28. 3-Methyl-2-buten-1-ol |
| | 29. Cyclopentanol |
| | 30. 3-Hexanol |
| | 31. 2-Hexanol |
| | 32. 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanon |
| | 33. Furfurylalkohol |
| | 34. cis-3-Hexen-1-ol |
| | 35. 1-Hexanol |
| | 36. cis-2-Hexen-1-ol |
| | 37. Cyclohexanol |
| | 38. 3-Heptanol |
| | 39. 2-Heptanol |
| | 40. 2-Butoxyethanol (Butylcellosolve) |
| | 41. cis-4-Hepten-1-ol |
| | 42. trans-2-Hepten-1-ol |
| | 43. 1-Heptanol |
| | 44. Benzylalkohol |
| | 45. 2-Ethyl-1-hexanol |
| | 46. a-Methylphenylalkohol |
| | 47. 1-Octanol |
| | 48. 1-Nonanol |
| | 49. 2-Phenoxyethanol |
| | 50. a-Ethylphenethylalkohol |
| | 51. b-Ethylphenethylalkohol |
| | 52. 1-Decanol |



Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall, Glaswolle, 5183-4647
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 5 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1273



Die neue Goldeinlassdichtung von Agilent (Patent angemeldet) verbessert die Lebensdauer der Säule, indem herstellungsbedingte Kratzer beseitigt werden, die eine mögliche Quelle von Undichtigkeiten darstellen könnten.

Halogenierte Kohlenwasserstoffe I

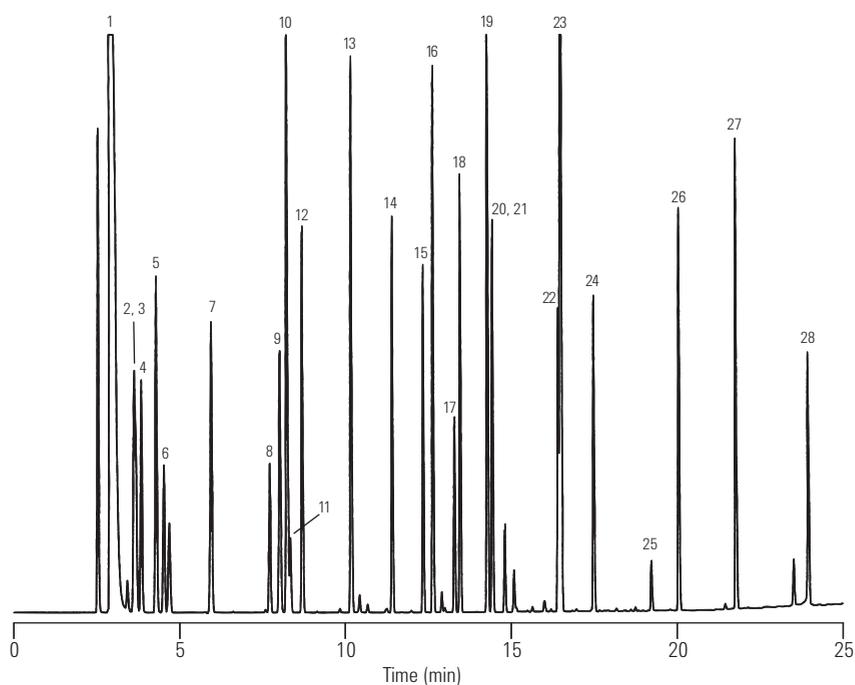
Säule: DB-624
123-1334
30 m x 0,32 mm, 1,80 µm

Träger: Helium mit 35 cm/s
Ofen: 35 °C für 5 Min.
35-245 °C bei 10 °C/min
Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:50
Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff-Makeup-Gas mit 30 mL/min

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Allgemein verwendbarer Split/Splitlos-Liner, konisch,
Glaswolle, 5183-4711
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. Pentan
2. Methyljodid
3. 1,1-Dichlorethen
4. 1,1,2-Trichlortrifluorethan (Freon -113)
5. 3-Chlorpropen (Allylchlorid)
6. Methylenchlorid
7. 1,1-Dichlorethan
8. Chloroform
9. 1,1,1-Trichlorethan
10. 1-Chlorbutan
11. Tetrachlorkohlenstoff
12. 1,2-Dichlorethan
13. 1,2-Dichlorpropan
14. cis-1,2-Dichlorpropen
15. trans-1,2-Dichlorpropen
16. 1,1,2-Trichlorethan
17. 1,1,1,2-Tetrachlorethan
18. 1,2-Dibromethan (EDB)
19. 1-Chlorhexan
20. trans-1,4-Dichlor-2-buten
21. Jodoform
22. Hexachlorbutadien
23. 1,2,3-Trichlorpropan
24. 1,1,2,2-Tetrachlorethan
25. Pentachlorethan
26. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan (DBCP)
27. Hexachlorethan
28. Hexachlorcyclopentadien



GCIC034

Aromatische Lösungsmittel

Säule: DB-200
122-2032
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 31 cm/sec
Ofen: 50 °C für 5 min
50 - 160 °C mit 10 °/min

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:100

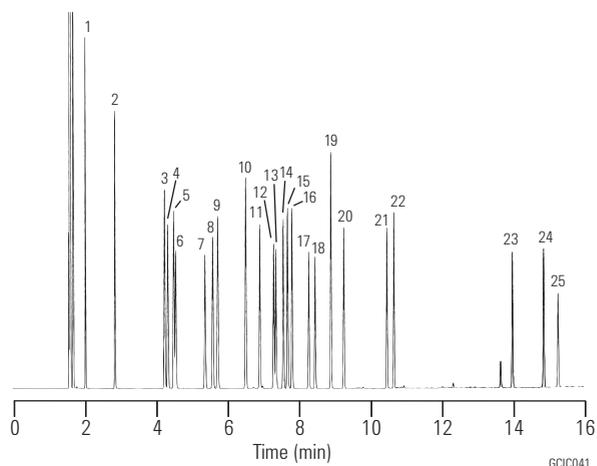
Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff Makeup-Gas mit 30 mL/min

Probe: 0,5 µL eines 0,5 µg/µL
Standards in Hexan

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Allgemein verwendbarer Split/Splitlos-Liner, konisch, Glaswolle, 5183-4711
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1. Benzol | 14. tert-Butylbenzol |
| 2. Toluol | 15. sec-Butylbenzol |
| 3. Ethylbenzol | 16. Isobutylbenzol |
| 4. Chlorbenzol | 17. 1,3-Dichlorbenzol |
| 5. p-Xylol | 18. 1,4-Dichlorbenzol |
| 6. m-Xylol | 19. n-Butylbenzol |
| 7. o-Xylol | 20. 1,2-Dichlorbenzol |
| 8. Styrol | 21. 1,3-Diisopropylbenzol |
| 9. Isopropylbenzol | 22. 1,4-Diisopropylbenzol |
| 10. n-Propylbenzol | 23. 2-Nitrotoluol |
| 11. 2-Chlortoluol | 24. 3-Nitrotoluol |
| 12. 3-Chlortoluol | 25. 4-Nitrotoluol |
| 13. 4-Chlortoluol | |



Phenole I

Säule: HP-5MS
19091S-433
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 33 cm/s, konstante Geschwindigkeit
Ofen: 35 °C für 5 Min.
35-220 °C mit 8 °C/min

Injektion: Splitlos, 250 °C

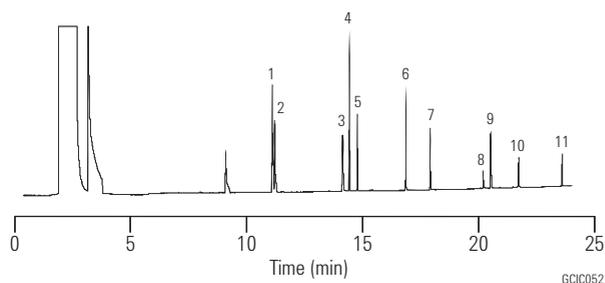
Detektor: FID, 300 °C

Probe: 1 µL
20 µg/mL Phenol in Methylenchlorid

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, G1544-80730
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. Phenol
2. 2-Chlorphenol
3. 2-Nitrophenol
4. 2,4-Dimethylphenol
5. 2,4-Dichlorphenol
6. 4-Chlor-3-methylphenol
7. 2,4,6-Trinitrophenol
8. 2,4-Dinitrophenol
9. 4-Nitrophenol
10. 2-Methyl-4,6-Dinitrophenol
11. Pentachlorophenol





Anorganische Gase

Säule: GS-GasPro
113-4332
30 m x 0,32 mm

Träger: Helium mit 53 cm/s
Ofen: 25 °C für 3 Min.
25-200 °C bei 10 °C/min
200 °C halten

Injektion: Split, 200 °C
Splitverhältnis 1:50

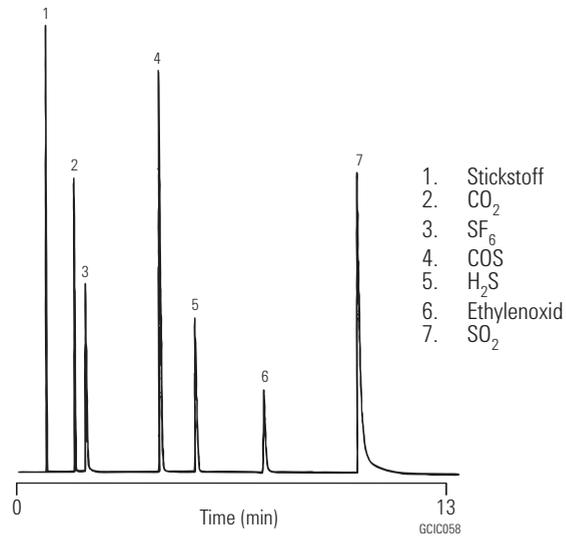
Detektor: WLD, 250 °C
Probe: 50 µL

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm,
5183-4759

Liner: Direkt, 1,5 mm ID, 18740-80200

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885



Benzodiazepine I

Säule: DB-5MS Ultra Inert
122-5532UI
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

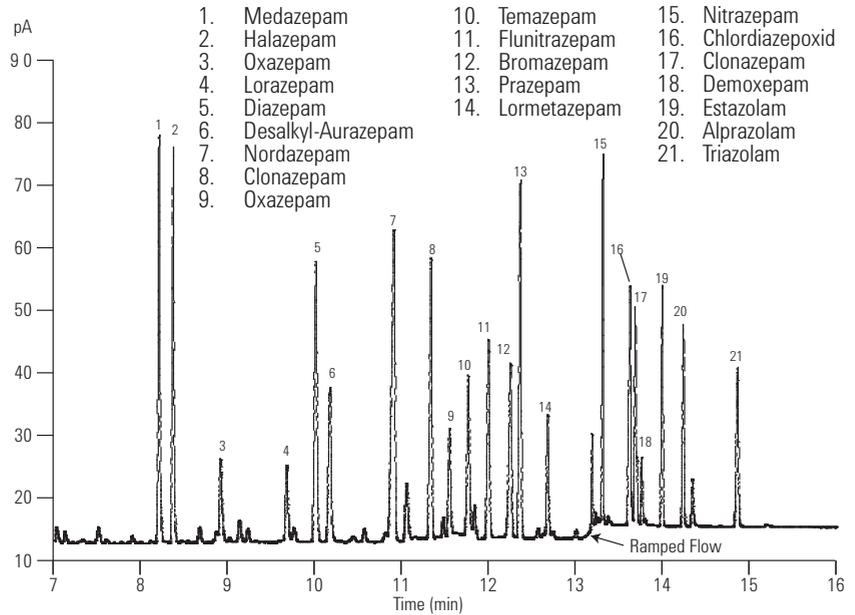
Träger: Wasserstoff, 53 cm/s,
konstanter Fluss
1,6 für 11 Min.
1,6 bis 2,4 bei 60 mL/min₂
2 Min. gehalten
2,4 bis 5,0 bei 50 mL/min²
9 Min. gehalten

Ofen: 170 °C für 3,2 Min.
170-250 °C bei 24,7 °C/min,
5,3 Min. gehalten
250-280 °C bei 18,6 °C/min,
4,0 Min. gehalten
280-325 °C bei 50,0 °C/min,
4 Min. gehalten

Injektion: Gepulst splitlos, 280 °C
20 psi Pulsdruck für 0,38 Min.
50 mL/min Spülung bei
0,40 Min.
Direct Connect-Liner
G1544-80730

Detektor: FID, 350 °C

Probe: 1 µL von 5-10 ppm



Die Analyse von Benzodiazepinen und anderen Arzneimitteln ist eine besondere Herausforderung, da diese Substanzen einen hohen Grad an Aktivität aufweisen. Aus diesem Grund müssen alle Bereiche des Probenpfads und insbesondere die GC-Säule so inert wie möglich sein.

BENZODIAZ

Amphetamine und Vorstufen, TMS Derivate

Säule: DB-5
121-5023
20 m x 0,18 mm, 0,40 µm

Träger: Helium mit 39 cm/sec, gemessen bei 100 °C

Ofen: 100 - 240 °C mit 10 °C/min

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:100

Detektor: FID, 300 °C

Stickstoff Makeup-Gas mit 30 mL/min

Probe: 1 µL einer 2 µg/µL Lösung in Pyridin

Empfohlenes Zubehör

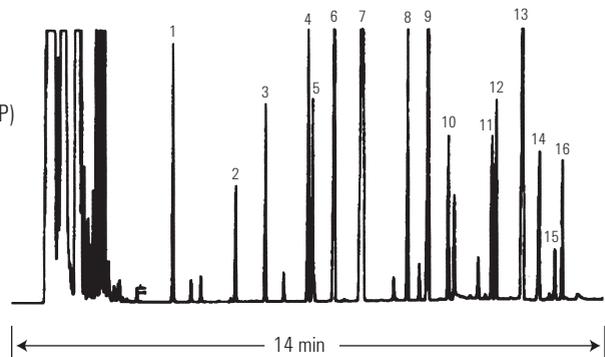
Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Allgemein verwendbarer Split/Splitlos-Liner, konisch, Glaswolle, 5183-4711

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Phenylacetone | 9. Phenacetin |
| 2. Dimethylamphetamin | 10. 3,4-Methylendioxyamphetamin (MDA) |
| 3. Amphetamin | 11. 3,4-Methylendioxymethylamphetamin |
| 4. Phentermin | 12. 4-Methyl-2,5-dimethoxyamphetamin (STP) |
| 5. Methamphetamin | 13. Phenylephedrin |
| 6. Methylephedrin | 14. 3,4-Methylendioxyethylamphetamin (MDE; Eve) |
| 7. Nicotinamin | 15. Koffein |
| 8. Ephedrin | 16. Benzphetamin |



GCLS004



Barbiturate

Säule: DB-35ms
122-3832
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 31 cm/sec, gemessen bei 50 °C
Ofen: 50 °C für 0,5 min

50 - 150 °C mit 25 °C/min
150 - 300 °C mit 10 °C

Injektion: Splitlos, 250 °C

30 sec Spüldauer
Detektor: MSD, 280 °C Transferkapillare
Full Scan m/z 40-270

1. Barbitäl
2. Allobarbitäl
3. Aprobarbitäl
4. Butabarbitäl
5. Butethäl
6. Butalbitäl
7. Amobarbitäl
8. Talbutäl
9. Pentobarbitäl
10. Methohexital
11. Secobarbitäl
12. Hexobarbitäl
13. Thiopental
14. Cyclopentylbarbitäl
15. Mephobarbitäl
16. Thiamyläl
17. Phenobarbitäl
18. Alphenäl

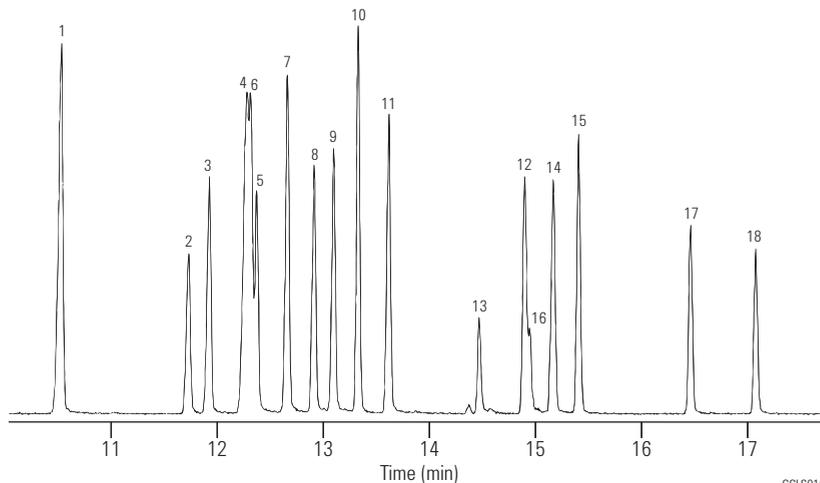
Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID,
5181-3316

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP, 5181-1267



GCLS010

Narkotika

Säule: DB-5ms
122-5532
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 31 cm/sec, gemessen bei 50 °C
Ofen: 50 °C für 0,5 min

50 - 150 °C mit 25 °C/min
150 - 325 °C mit 10 °C/min

Injektion: Splitlos, 250 °C

30 sec Spüldauer
Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
Full Scan m/z 40-380

1. Dextromethorphan
2. Codein
3. Dihydrocodein
4. Norcodein
5. Ethylmorphin
6. Morphin
7. Normorphin
8. 6-Acetylcodein
9. 6-Monoacetylmorphin
10. Heroin

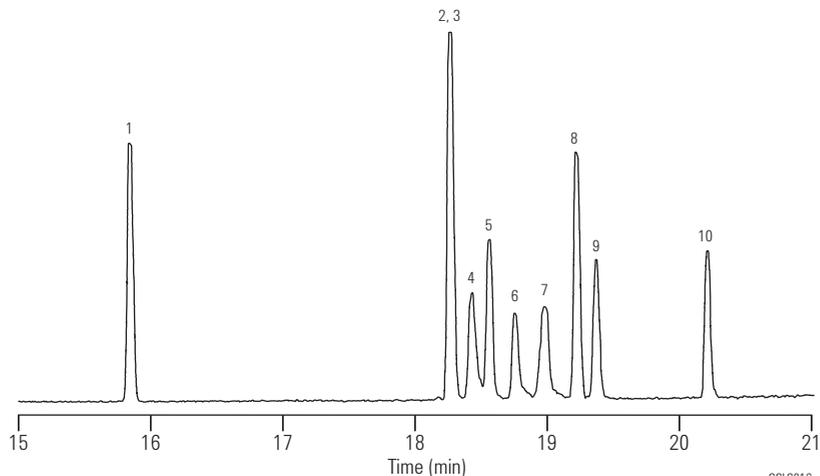
Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm, 5183-4759

Liner: Direkteinlass, einseitig konisch, deaktiviert,
4 mm ID, G1544-80730

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 10 µL, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP,
5181-1267



GCLS016

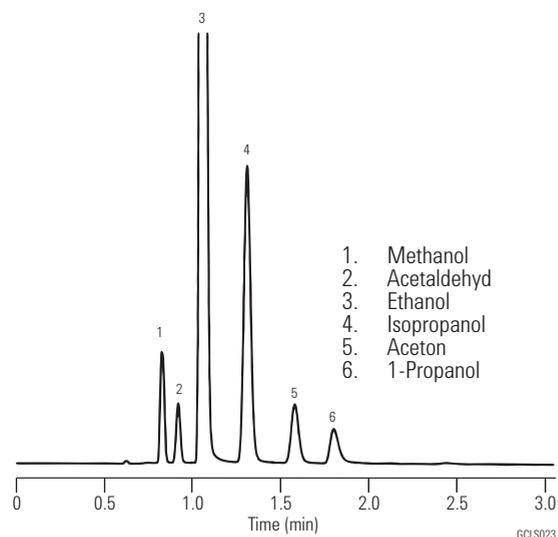
Blutalkohol I (Statische Headspace/Split)

Säule: DB-ALC1
125-9134
30 m x 0,53 mm, 3,00 µm

Träger: Helium mit 80 cm/s,
gemessen bei 40 °C
Ofen: 40 °C isotherm
Probengeber: Headspace-Analyse
Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:10
Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff-Makeup-Gas
mit 23 mL/min

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa, 11 mm,
5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID, 18740-80200
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

**Blutalkohol II (Statische Headspace/Split)**

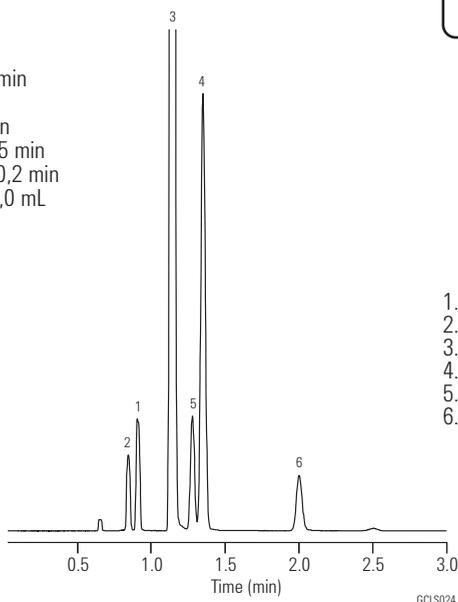
Säule: DB-ALC2
125-9234
30 m x 0,53 mm, 2,00 µm

Träger: Helium mit 80 cm/s,
gemessen bei 40 °C
Ofen: 40 °C isotherm
Probengeber: Headspace-Analyse
Ofen: 70 °C
Schleife: 80 °C
Transferkapillare: 90 °C
Probenfl. Equil. Zeit: 10 min
Druckdauer: 0,20 min
Schleifenfüllzeit: 0,20 min
Schleifen Equil. Zeit: 0,05 min
Injektionsdauer: 0,1 bis 0,2 min
Probenschleifengröße: 1,0 mL

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:10
Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff-Makeup-Gas
mit 23 mL/min
Probe: 0,1 % Ethanol,
0,001 % Sonstige

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885





Lösungsmittelrückstand, DMI-Verdüner

Säule: DB-624
123-1364
60 m x 0,32 mm, 1,80 µm

Besonderer Dank gilt Julie Kancler, Brian Wallace, Teledyne.

Ofen: 50-60 °C, 1 °C/min
60-115 °C, 9,2 °C/min
115-220 °C, 35 °C/min
220 °C - 6 min halten

Probengeber: Headspace
Platen 140 °C
Transferkapillare, Ventil 250 °C
Probenschleife 2 mL

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:18

Detektor: FID, 270 °C
Stickstoff-Makeup

Probe: 5000 ppm Standard

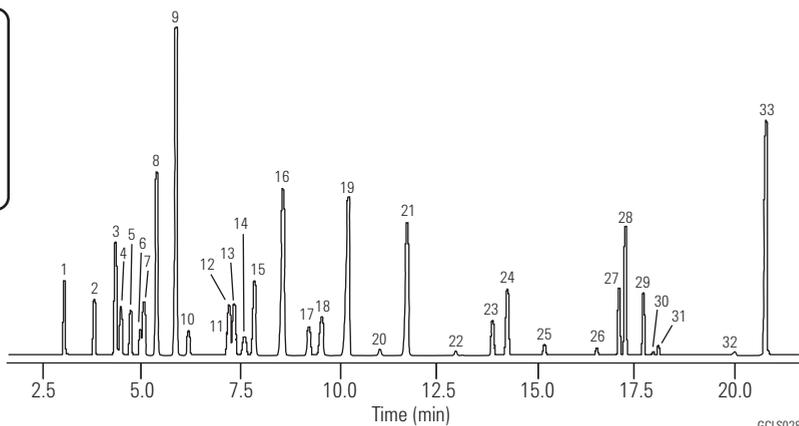
- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Methanol | 17. Isopropylacetat |
| 2. Ethanol | 18. 1,2-Dimethoxyethan |
| 3. Aceton | 19. Heptan |
| 4. 2-Propanol | 20. 1-Methoxy-2-propanol |
| 5. Acetonitril | 21. Methylcyclohexan |
| 6. Methylenechlorid | 22. 2-Ethoxyethanol |
| 7. 2-Methyl-2-propanol (tert-butanol) | 23. MIBK (2-Pentanon) |
| 8. MTBE | 24. Toluen |
| 9. Hexan | 25. 1-Pentanol |
| 10. 1-Propanol | 26. n,n-Dimethylformamid (DMF) |
| 11. DMI-Verunreinigung | 27. Ethylbenzol |
| 12. 2-Butanon (MEK) | 28. m,p-Xylol |
| 13. Ethylacetat | 29. o-Xylol |
| 14. 2-Butanol | 30. Dimethylsulfoxid (DMSO) |
| 15. Tetrahydrofuran | 31. n,n-Dimethylacetamid |
| 16. Cyclohexan | 32. n-Methylpyrrolidon |
| | 33. 1,3-Dimethyl-2-imidazolidinon (DMI) |

Empfohlenes Zubehör

Septum: Advanced Green Einlass-Septa,
11 mm, 5183-4759

Liner: Direkt, 1,5 mm ID,
18740-80200

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885





GC-Kapillarsäulen

Ein unverzichtbares Produkt für zuverlässige Ergebnisse!

Mit dem geringsten Säulenbluten, der höchsten Inertheit und der besten Reproduzierbarkeit von Säule zu Säule bieten Agilent J&W GC-Kapillarsäulen die besten Leistungen auf dem Markt. Auf den folgenden Seiten finden Sie:

Ultra Inert-Säulen: Für sichere Analysen im Spurenbereich, einschließlich der Analyse von Säuren, Basen oder anderer aktiver Substanzen. Außerdem ermöglichen sie einen inerten GC-Durchflussweg, der ausschlaggebend für die Empfindlichkeit, Leistung und Integrität von Analyseergebnissen ist. *Siehe Seite 76.*

High Efficiency-Säulen: Besonders geeignet für alle Applikationen, die eine kurze Analysendauer erfordern, z. B. Screenings mit hohem Durchsatz, die Überwachung schneller Prozesse, schnelle Qualitätssicherungsanalysen und eine schnelle Methodenentwicklung. *Siehe Seite 78.*

GC/MS-Säulen mit geringem Bluten: Diese Säulen sind speziell für die Chromatografie einer Vielzahl von Proben im Spurenbereich ausgelegt und bieten selbst bei hohen Temperaturen geringes Bluten und hohe Inertheit. *Siehe Seite 80.*

Premium Polysiloxan-Säulen: Stabil, robust, vielseitig und erhältlich in einer großen Vielzahl an stationären Phasen. *Siehe Seite 89.*

Polyethylenglycol (PEG)-Säulen: Der Prozess der Vernetzung und Deaktivierung dieser Säulen unterliegt den strengen Agilent Qualitätskontrollen. Sie bieten eine einzigartige Phasencharakteristik und erfüllen die vielfältigen Anforderungen. *Siehe Seite 107.*

Spezielle Säulen: Für Hochtemperatur-, Life Science-, Pestizid-, Erdöl-, schwach flüchtigen und flüchtigen Anwendungen. *Siehe Seite 115.*

PLOT-Säulen: Ideal zur Trennung von Verbindungen, die bei Raumtemperatur gasförmig sind. Sie sind ausgezeichnet zur Analyse von Permanentgasen, niedrigmolekularen Kohlenwasserstoffisomeren, flüchtigen Polymeren und reaktiven Analyten wie Gasen, Aminen und Hydriden geeignet. *Siehe Seite 128.*

Die folgenden Seiten zeigen die Eigenschaften der am häufigsten ausgewählten Agilent Säulen. Eine vollständige Liste aller Agilent Säulen finden Sie im Katalog für Zubehör und Verbrauchsmaterialien, bei Agilent Technologies oder einem autorisierten Vertriebspartner.

Agilent J&W Ultra Inert-GC-Kapillarsäulen

- Jede Säule wird mit einer einzigartigen, anspruchsvollen One-Testprobenmischung getestet
- Gleich bleibende Säuleninertheit
- Außergewöhnlich geringes Säulenbluten
- Minimales Peak tailing bei aktiven Substanzen
- Herausragendes Signal/Rausch-Verhältnis
- Minimale Substanzadsorption oder -zerersetzung
- Verwendung von Säulen mit einem ID von 0,18 mm für einen höheren Probendurchsatz

Agilent J&W Ultra Inert-GC-Kapillarsäulen bieten die branchenweit größtmögliche Säuleninertheit. Mit diesen lassen sich äußerst zuverlässige Analysen von Säuren, Basen und anderen aktiven Substanzen im Spurenbereich durchführen. Zudem bewirken sie einen inerten GC-Flussweg, der für die Empfindlichkeit, Leistung und Integrität der Ergebnisse unerlässlich ist.

Agilent J&W LTM-Säulenmodule

Agilent J&W LTM-Säulenmodule kombinieren eine Fused-Silica-Kapillarsäule mit um die Säule gewickelten Heizkomponenten und Temperatursensoren. Durch diese Bauweise wird die Säule sehr effizient aufgeheizt und gekühlt, sodass die Analysenzyklendauer gegenüber konventionellen Luftbad-GC-Ofenmethoden signifikant verkürzt wird und gleichzeitig weniger Energie erforderlich ist.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.agilent.com/chem/ltmlcol

Eine komplette Liste der Bestellnummern finden Sie in dem Katalog für Zubehör und Verbrauchsmaterialien mit der Publikationsnummer 5989-9611DEE.



Ultra Inert-GC-Kapillarsäulen

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
DB-1ms Ultra Inert				
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-0122UI
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	122-0112UI
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-0132UI
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-0162UI
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	123-0112UI
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-0132UI
HP-1ms Ultra Inert				
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-677UI
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-931UI
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-933UI
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	19091S-633UI
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-733UI
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-911UI
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091S-612UI
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-913UI
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-713UI
DB-5ms Ultra Inert				
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5522UI
0,18	20	0,36	-60 bis 325/350	121-5523UI
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	122-5512UI
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	122-5513UI
0,25	25	0,25	-60 bis 325/350	122-5522UI
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-5532UI
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	122-5536UI
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	122-5533UI
0,25	50	0,25	-60 bis 325/350	122-5552UI
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-5562UI
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	122-5563UI
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-5532UI
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	123-5536UI
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	123-5533UI
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	123-5563UI
HP-5ms Ultra Inert				
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-577UI
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-431UI
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-433UI
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	19091S-133UI
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-233UI
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	19091S-436UI
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-413UI
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-213UI



Agilent J&W High Efficiency-GC-Kapillarsäulen

- Erhöhung des Probendurchsatzes ohne Einbußen bei der Auflösung
- Reduzierung der Trägergasmenge und der Kosten pro Analyse
- Kompatibel mit vorhandenen GC- und GC/MS-Geräten
- Arbeiten mit He- oder H₂-Trägergas
- In mehr als 20 stationären Phasen erhältlich
- Schnelle und einfache Methodenübertragung mit der Agilent Method Translation Software

Agilent J&W High Efficiency-Säulen sind ideal für Applikationen mit hoher Geschwindigkeit ohne Einbußen bei der Auflösung. Die Säulen können für alle Applikationen eingesetzt werden, die eine kurze Analysendauer erfordern, z. B. Screenings mit hohem Durchsatz, die Überwachung schneller Prozesse, schnelle Qualitätssicherungsanalysen und eine schnelle Methodenentwicklung. Die Säulen eignen sich für eine Vielzahl an Proben aus den Bereichen Umwelt, Erdölchemie, Aromen/Duftstoffe, klinische Toxikologie oder Pharmazie.



High Efficiency-GC-Kapillarsäulen

Phase	ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich	Best.-Nr.
				(°C)	
DB-1	0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-1012
DB-1	0,18	10	0,20	-60 bis 325/350	121-101A
DB-1	0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-1013
DB-1	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-1022
DB-1	0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-1023
DB-1	0,18	40	0,40	-60 bis 325/350	121-1043
HP-1	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091Z-577
DB-1ms	0,18	20	0,18	-60 bis 340/360	121-0122
HP-1ms	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-677
DB-5	0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-5012
DB-5	0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-5013
DB-5	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5022
DB-5	0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-5023
DB-5	0,18	40	0,18	-60 bis 325/350	121-5042
HP-5	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091J-577
DB-5ms	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5522
DB-5ms	0,18	20	0,36	-60 bis 325/350	121-5523
DB-5ms	0,18	40	0,18	-60 bis 325/350	121-5542
HP-5ms	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-577
DB-XLB	0,18	20	0,18	30 bis 340/360	121-1222
DB-XLB	0,18	30	0,18	30 bis 340/360	121-1232
DB-35ms	0,18	20	0,18	50 bis 340/360	121-3822
DB-17	0,18	20	0,18	40 bis 280/300	121-1722
DB-17	0,18	20	0,30	40 bis 280/300	121-1723
DB-17ms	0,18	20	0,18	40 bis 320/340	121-4722
HP-50+	0,18	20	0,18	40 bis 280/300	19091L-577
DB-23	0,18	20	0,20	40 bis 250/260	121-2323
DB-225	0,18	20	0,20	40 bis 220/240	121-2223
DB-624	0,18	20	1,00	-20 bis 280	121-1324
DB-1301	0,18	10	0,40	-20 bis 280/300	121-1313
DB-1701	0,18	10	0,40	-20 bis 280/300	121-0713
DB-1701	0,18	20	0,18	-20 bis 280/300	121-0722
DB-WAX	0,18	10	0,18	20 bis 250/260	121-7012
DB-WAX	0,18	20	0,18	20 bis 250/260	121-7022
DB-WAX	0,18	40	0,18	20 bis 250/260	121-7042
DB-WAX	0,18	40	0,30	20 bis 240/250	121-7043
HP-INNOWax	0,18	20	0,18	40 bis 260/270	19091N-577
DB-5.625	0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5621
DB-5.625	0,18	20	0,36	-60 bis 325/350	121-5622
DB-VRX	0,18	20	1,00	-10 bis 260	121-1524
DB-VRX	0,18	40	1,00	-10 bis 260	121-1544
DB-608	0,18	20	0,18	40 bis 280/300	121-6822



GC/MS-Säulen mit geringen Säulenbluten

Es werden immer mehr Analysen im spurenbereich und hohen Temperaturen durchgeführt. Diese Analysen erfordern zunehmend inerte, geringer blutende Säulen bei hohen Temperaturen. Aufgrund dieser wachsenden Nachfrage hat Agilent Technologies weitere "ms"-Säulen entwickelt, die speziell für die Chromatographie bei immer vielfältigeren Proben im Spurenbereich vorgesehen sind und selbst bei höheren Temperaturen ein geringes Säulenbluten aufweisen.

Warum ist die Agilent J&W Säule mit geringem Bluten so außergewöhnlich? Einzigartige Polymere und proprietäre Oberflächendeaktivierung ergeben Säulen, die die striktesten Qualitätskontrollspezifikationen der Branche in punkto Bluten, Inertheit, Selektivität und Effizienz einhalten. Agilent J&W "ms"-Säulen verwenden eine spezielle Oberflächen-deaktivierung und Siloxanverbindungen, die die chromatographische Leistung von Siloxanpolymeren steigern.

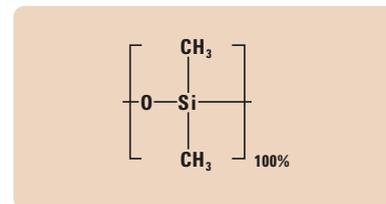
Massenspektren des Septumblutens können GC-Säulenbluten sehr ähneln, deshalb werden beide oft verwechselt. Eine einfache Möglichkeit, sie auseinander zu halten: Säulenbluten ergibt einen Anstieg der Basislinie, nicht der Peaks. Falls Blutungspeaks sichtbar sind, sind diese in der Regel auf Septa geringerer Qualität oder darauf zurückzuführen, dass Septa außerhalb ihrer Betriebsbereiche verwendet werden. Um Untergrundbluten durch Septa zu minimieren, verwenden Sie qualitativ hochwertige Septa wie Agilent BTO, Long Life oder Advanced Green.

Die Agilent Serie 5975C GC/MSD kombiniert innovatives Design zur Verbesserung der Produktivität Ihres Labors mit erweiterten Analysefunktionen, mit denen Sie schneller bessere Ergebnisse erzielen können. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/5975C



DB-1ms

- 100 % Dimethylpolysiloxan, identische Selektivität zu DB-1
- Unpolar
- Sehr geringes Bluten, ideal für die GC/MS
- Erhöhte Säurenbelastbarkeit im Vergleich zu Standardsäulen mit 100 % Dimethylpolysiloxan
- Verbessertes Signal-/Rauschverhältnis ergibt höhere Empfindlichkeit und qualitativ höherwertige Massenspektren
- maximale Temperatur 340/360 °C
- Exzellente Säule für die allgemeine Verwendung
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

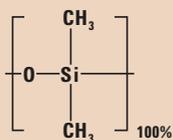


Struktur von Dimethylpolysiloxan

Ähnliche Phasen: HP-1ms, Rtx-1ms, Rxi-1ms, VF-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms, Equity-1

DB-1ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,10	10	0,10	-60 bis 340/360	127-0112
0,10	10	0,40	-60 bis 340/360	127-0113
0,10	20	0,10	-60 bis 340/360	127-0122
0,10	20	0,40	-60 bis 340/360	127-0123
0,18	20	0,18	-60 bis 340/360	121-0122
0,20	12	0,33	-60 bis 340/350	128-0112
0,20	25	0,33	-60 bis 340/350	128-0122
0,25	15	0,25	-60 bis 340/360	122-0112
0,25	30	0,10	-60 bis 340/360	122-0131
0,25	30	0,25	-60 bis 340/360	122-0132
0,25	60	0,25	-60 bis 340/360	122-0162
0,32	15	0,25	-60 bis 340/360	123-0112
0,32	30	0,10	-60 bis 340/360	123-0131
0,32	30	0,25	-60 bis 340/360	123-0132
0,32	60	0,25	-60 bis 340/360	123-0162



Struktur von Dimethylpolysiloxan

HP-1ms

- 100 % Dimethylpolysiloxan
- Selektivität identisch mit HP-1
- Unpolar
- Gering blutend
- Exzellente Säule für die allgemeine Verwendung
- Verbessertes Signal-/Rauschverhältnis ergibt höhere Empfindlichkeit und qualitativ höherwertige Massenspektren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: DB-1ms, Rtx-1ms, Rxi-1ms, VF-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms, Equity-1

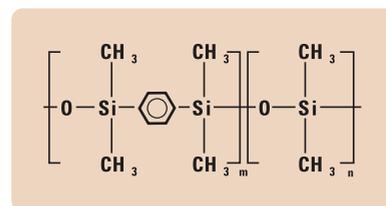
HP-1ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-677
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091S-602
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-931
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	19091S-833
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-933
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	19091S-633
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-733
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	19091S-936
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-911
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091S-612
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-913
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-713
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	19091S-916

DB-5ms

- Phenyl-Arylen-Polymer äquivalent zu (5%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Unpolar
- Sehr geringes Bluten, ideal für die GC/MS
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen
- Verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis ergibt höhere Empfindlichkeit und qualitativ höherwertige Massenspektren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Ein MSD-Testzertifikat ist verfügbar
- Gleichwertiger Ersatz für HP-5TA
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G27
- Testmischung ist erhältlich

Ähnliche Phasen: Rtx-5ms, Rtx-5Sil MS, Rxi-5ms, Rxi-5Sil MS, VF-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms, SLB-5ms, Equity-5



Struktur von Poly(dimethylsiloxyl)poly(1,4-bis(dimethylsiloxyl)phenylene)siloxan

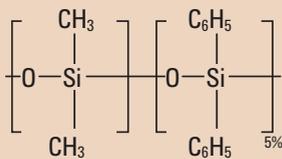
DB-5ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5522
0,18	20	0,36	-60 bis 325/350	121-5523
0,18	40	0,18	-60 bis 325/350	121-5542
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	128-5512
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	128-5522
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	128-5552
0,25	15	0,10	-60 bis 325/350	122-5511
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	122-5512
0,25	15	0,50	-60 bis 325/350	122-5516
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	122-5513
0,25	25	0,25	-60 bis 325/350	122-5522
0,25	25	0,40	-60 bis 325/350	122-552A
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	122-5531
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-5532
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	122-5536
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	122-5533
0,25	50	0,25	-60 bis 325/350	122-5552
0,25	60	0,10	-60 bis 325/350	122-5561
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-5562
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	122-5563



DB-5ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	15	0,10	-60 bis 325/350	123-5511
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	123-5512
0,32	15	1,00	-60 bis 325/350	123-5513
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	123-5526
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	123-5531
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-5532
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	123-5536
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	123-5533
0,32	60	0,10	-60 bis 325/350	123-5561
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	123-5562
0,32	60	0,50	-60 bis 325/350	123-5566
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	123-5563
0,53	15	1,50	-60 bis 300/320	125-5512
0,53	30	0,50	-60 bis 300/320	125-5537
0,53	30	1,00	-60 bis 300/320	125-553J
0,53	30	1,50	-60 bis 300/320	125-5532



Struktur von Diphenyldimethylpolysiloxan

HP-5ms

- (5%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Selektivität identisch mit HP-5
- Unpolar
- Sehr geringes Bluten, ideal für die GC/MS
- Exzellente Inertheit für aktive Substanzen einschließlich saurer und basischer Verbindungen
- Verbessertes Signal-/Rauschverhältnis ergibt höhere Empfindlichkeit und qualitativ höherwertige Massenspektren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G27

Ähnliche Phasen: DB-5ms, Rtx-5MS, Rtx-5 Amine, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, ZB-5ms, Equity-5

HP-5ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091S-577
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091S-101
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091S-102
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	19091S-105
0,25	15	0,10	-60 bis 325/350	19091S-331
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091S-431
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	19091S-231
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	19091S-333
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-433
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	19091S-133
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-233
0,25	60	0,10	-60 bis 325/350	19091S-336
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	19091S-436
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091S-112
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	19091S-313
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091S-413
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	19091S-113
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091S-213
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	19091S-416

DB-XLB

- Sehr geringes Bluten
- Niedrige Polarität
- Erweiterte Temperaturgrenze bis 340/360°C
- Einzigartige Selektivität
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen auch im Spurenbereich
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Ausgezeichnet für Pestizide, Herbizide, PCBs und PAKs
- Ideal für GC/MS
- Ein MSD-Testzertifikat ist verfügbar
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Hinweis: „DB-XLB ist ausgelegt auf geringstes Säulenbluten bei hohen Temperaturen. Sie kann viele PCB Isomere in Verbindung mit der MS-Detektion trennen. Dieses Leistungsvermögen wurde noch durch sorgfältige Optimierung der Säulenabmessungen, Temperaturprogramme und Trägergasflussbedingungen optimiert.“

(Frame, G. Analytical Chemistry News & Features, 1. Aug. 1997, 468A-475A)

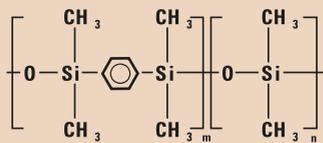
Ähnliche Phasen: Rtx-XLB, MDN-12





DB-XLB

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	30 bis 340/360	121-1222
0,18	30	0,18	30 bis 340/360	121-1232
0,20	12	0,33	30 bis 340/360	128-1212
0,20	25	0,33	30 bis 340/360	128-1222
0,25	15	0,10	30 bis 340/360	122-1211
0,25	15	0,25	30 bis 340/360	122-1212
0,25	30	0,10	30 bis 340/360	122-1231
0,25	30	0,25	30 bis 340/360	122-1232
0,25	30	0,50	30 bis 340/360	122-1236
0,25	30	1,00	30 bis 340/360	122-1233
0,25	60	0,25	30 bis 340/360	122-1262
0,32	30	0,25	30 bis 340/360	123-1232
0,32	30	0,50	30 bis 340/360	123-1236
0,32	60	0,25	30 bis 340/360	123-1262
0,53	15	1,50	30 bis 320/340	125-1212
0,53	30	1,50	30 bis 320/340	125-1232



Struktur von Poly(dimethylsiloxy)poly(1,4-bis(dimethylsiloxy)phenylene)siloxan

DB-35ms

- Äquivalent zu (35 %-Phenyl)-Methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität
- Sehr geringes Bluten, ideal für die GC/MS
- Erweiterte Temperaturgrenze bis 340/360°C
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen auch im Spurenbereich
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Ersetzt HP-35ms
- Nahezu gleiche Selektivität wie USP Phase G42

Ähnliche Phasen: Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35

DB-35ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	50 bis 340/360	121-3822
0,20	15	0,33	50 bis 340/360	128-3812
0,20	25	0,33	50 bis 340/360	128-3822
0,25	15	0,25	50 bis 340/360	122-3812
0,25	30	0,15	50 bis 340/360	122-3831
0,25	30	0,25	50 bis 340/360	122-3832
0,25	60	0,25	50 bis 340/360	122-3862
0,32	15	0,25	50 bis 340/360	123-3812
0,32	30	0,25	50 bis 340/360	123-3832
0,53	30	0,50	50 bis 320/340	125-3837
0,53	30	1,00	50 bis 320/340	125-3832

DB-17ms

- Praktisch äquivalent zu (50 %-Phenyl)-methylpolysiloxan
- 320/340 °C obere Temperaturgrenze
- Sehr geringes Bluten, mittlere Polarität, ideal für die GC/MS
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen auch im Spurenbereich
- Qualitativ höherwertigere Massenspektren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Beste Säule für CLP-Pestizide

Ähnliche Phasen: HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50

DB-17ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	40 bis 320/340	121-4722
0,25	15	0,15	40 bis 320/340	122-4711
0,25	15	0,25	40 bis 320/340	122-4712
0,25	30	0,15	40 bis 320/340	122-4731
0,25	30	0,25	40 bis 320/340	122-4732
0,25	60	0,25	40 bis 320/340	122-4762
0,32	15	0,25	40 bis 320/340	123-4712
0,32	30	0,25	40 bis 320/340	123-4732



DB-225ms

- Praktisch äquivalent zu (50 %-Cyanopropylphenyl)-Methylpolysiloxan
- Mittlere/hohe Polarität
- Ausgezeichnet zur Trennung von cis- und trans-Fettsäuremethylestern (FAMES)
- Geringes Bluten
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G7

Ähnliche Phasen: HP-225, SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

DB-225ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,25	40 bis 240	122-2912
0,25	30	0,25	40 bis 240	122-2932
0,25	60	0,25	40 bis 240	122-2962
0,32	30	0,25	40 bis 240	123-2932



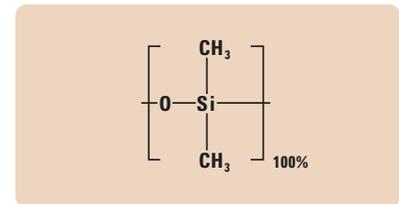
Premium Polysiloxan-Säulen

Polysiloxane sind die gebräuchlichsten stationären Phasen. Sie sind in großer Vielzahl verfügbar, stabil, robust und vielseitig. Standard-Polysiloxane sind gekennzeichnet durch die Wiederholung des Siloxan-Gerüsts. Jedes Silikonatom enthält zwei funktionelle Gruppen. Die Art und Menge dieser Gruppen unterscheiden jede stationäre Phase und ihre Eigenschaften.

DB-1

- 100% Dimethylpolysiloxan
- Unpolar
- Exzellente Säule für die allgemeine Verwendung
- Weiter Applikationsbereich
- Geringes Bluten
- Hohe Temperaturgrenze
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Weiter Bereich an Säulenabmessungen
- Gleichwertig mit USP Phase G2

Ähnliche Phasen: HP-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1



Struktur von Dimethylpolysiloxan



Die zertifizierten Probenflaschen von Agilent werden mit dem gleichen qualitativen hochwertigen Design, der technischen Expertise und den genauen Spezifikationen hergestellt, die Sie von jedem Agilent Instrument erwarten. Weitere Informationen finden Sie unter www.agilent.com/chem/vials



Die Probenflaschenkappen bieten eine optimale Dichtung und einen problemlosen Einsatz mit Agilent Probengebern.

DB-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,05	10	0,05	-60 bis 325/350	126-1012
0,05	10	0,20	-60 bis 325/350	126-1013
0,10	5	0,12	-60 bis 325/350	127-100A
0,10	10	0,10	-60 bis 325/350	127-1012
0,10	10	0,40	-60 bis 325/350	127-1013
0,10	20	0,10	-60 bis 325/350	127-1022
0,10	20	0,40	-60 bis 325/350	127-1023
0,10	40	0,20	-60 bis 325/350	127-1046
0,10	40	0,40	-60 bis 325/350	127-1043
0,15	10	1,20	-60 bis 325/350	12A-1015
0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-1012
0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-1012E*
0,18	10	0,20	-60 bis 325/350	121-101A
0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-1013
0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-1013E*
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-1022
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-1022E*
0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-1023
0,18	40	0,40	-60 bis 325/350	121-1043
0,18	40	0,40	-60 bis 325/350	121-1043E*
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	128-1012
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	128-1022
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	128-1052
0,25	15	0,10	-60 bis 325/350	122-1011
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	122-1012
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	122-1013
0,25	25	0,25	-60 bis 325/350	122-1022
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	122-1031
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-1032
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	122-103E
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	122-1033
0,25	50	0,25	-60 bis 325/350	122-1052
0,25	60	0,10	-60 bis 325/350	122-1061
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-1062
0,25	60	0,50	-60 bis 325/350	122-106E
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	122-1063
0,25	100	0,50	-60 bis 325/350	122-10AE
0,25	150	1,00	-60 bis 325/350	122-10G3

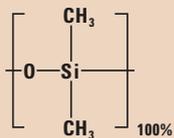
DB-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	15	0,10	-60 bis 325/350	123-1011
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	123-1012
0,32	15	1,00	-60 bis 325/350	123-1013
0,32	15	3,00	-60 bis 280/300	123-1014
0,32	15	5,00	-60 bis 280/300	123-1015
0,32	25	0,12	-60 bis 325/350	123-1027
0,32	25	0,25	-60 bis 325/350	123-1022
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	123-1026
0,32	25	1,05	-60 bis 325/350	123-102F
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	123-1031
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-1032
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	123-103E
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	123-1033
0,32	30	1,50	-60 bis 300/320	123-103B
0,32	30	3,00	-60 bis 280/300	123-1034
0,32	30	5,00	-60 bis 280/300	123-1035
0,32	50	0,25	-60 bis 325/350	123-1052
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	123-1056
0,32	50	1,05	-60 bis 325/350	123-105F
0,32	50	1,20	-60 bis 325/350	123-105C
0,32	50	5,00	-60 bis 280/300	123-1055
0,32	60	0,10	-60 bis 325/350	123-1061
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	123-1062
0,32	60	0,50	-60 bis 325/350	123-106E
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	123-1063
0,32	60	1,50	-60 bis 300/320	123-106B
0,32	60	2,00	-60 bis 280/300	123-106G
0,32	60	3,00	-60 bis 280/300	123-1064
0,32	60	5,00	-60 bis 280/300	123-1065
0,45	30	1,27	-60 bis 325/350	124-1032
0,45	30	2,55	-60 bis 260/280	124-1034
0,53	5	2,65	-60 bis 325/350	125-100B
0,53	5	5,00	-60 bis 325/350	125-1005
0,53	7.5	1,50	-60 bis 325/350	125-1002
0,53	10	2,65	-60 bis 260/280	125-10HB
0,53	10	5,00	-60 bis 260/280	125-10H5
0,53	15	0,15	-60 bis 340/360	125-1011
0,53	15	0,25	-60 bis 320/340	125-101K
0,53	15	0,50	-60 bis 300/320	125-1017
0,53	15	1,00	-60 bis 300/320	125-101J



DB-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	15	1,50	-60 bis 300/320	125-1012
0,53	15	3,00	-60 bis 260/280	125-1014
0,53	15	5,00	-60 bis 260/280	125-1015
0,53	25	1,00	-60 bis 300/320	125-102J
0,53	25	5,00	-60 bis 260/280	125-1025
0,53	30	0,10	-60 bis 340/360	125-1039
0,53	30	0,25	-60 bis 320/340	125-103K
0,53	30	0,50	-60 bis 300/320	125-1037
0,53	30	1,00	-60 bis 300/320	125-103J
0,53	30	1,50	-60 bis 300/320	125-1032
0,53	30	2,65	-60 bis 260/280	125-103B
0,53	30	3,00	-60 bis 260/280	125-1034
0,53	30	5,00	-60 bis 260/280	125-1035
0,53	50	5,00	-60 bis 260/280	125-1055
0,53	60	1,00	-60 bis 300/320	125-106J
0,53	60	1,50	-60 bis 300/320	125-1062
0,53	60	3,00	-60 bis 260/280	125-1064
0,53	60	5,00	-60 bis 260/280	125-1065
0,53	105	5,00	-60 bis 260/280	125-10B5



Struktur von Dimethylpolysiloxan

HP-1

- 100 % Dimethylpolysiloxan
- Unpolar
- Ausgezeichnete allgemeine Säule – „Industriestandard“
- Weiter Applikationsbereich
- Überlegene Leistungsfähigkeit bei Alkoholen mit niedrigem Molekulargewicht (<C5)
- Hohe Temperaturgrenze
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Großes Angebot an Säulenabmessungen
- Gleichwertig mit USP Phase G2

Ähnliche Phasen: DB-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1

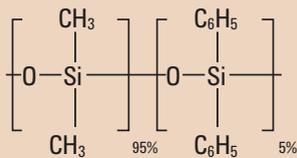
HP-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091Z-577
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091-60312
0,20	17	0,11	-60 bis 325/350	19091Z-008
0,20	25	0,11	-60 bis 325/350	19091Z-002
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091Z-102
0,20	25	0,50	-60 bis 325/350	19091Z-202
0,20	50	0,11	-60 bis 325/350	19091Z-005
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	19091Z-105
0,20	50	0,50	-60 bis 325/350	19091Z-205
0,25	15	0,10	-60 bis 325/350	19091Z-331
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-431
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-231
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	19091Z-333
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-433
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-233
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-436
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-236
0,25	100	0,50	-60 bis 325/350	19091Z-530
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-411
0,32	15	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-211
0,32	25	0,17	-60 bis 325/350	19091Z-012
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091Z-112
0,32	25	1,05	-60 bis 325/350	19091Z-212
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	19091Z-313
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-413
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-213
0,32	30	3,00	-60 bis 260/280	19091Z-513
0,32	30	4,00	-60 bis 260/280	19091Z-613
0,32	30	5,00	-60 bis 260/280	19091Z-713
0,32	50	0,17	-60 bis 325/350	19091Z-015
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	19091Z-115
0,32	50	1,05	-60 bis 325/350	19091Z-215
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	19091Z-416
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	19091Z-216
0,32	60	5,00	-60 bis 260/280	19091Z-716
0,53	5	0,15	-60 bis 320/400	19095Z-220
0,53	5	0,88	-60 bis 320/400	19095Z-020
0,53	5	2,65	-60 bis 260/280	19095S-100
0,53	7.5	5,00	-60 bis 260/280	19095Z-627



HP-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	10	0,88	-60 bis 300/320	19095Z-021
0,53	10	2,65	-60 bis 260/280	19095Z-121
0,53	15	0,15	-60 bis 320/400	19095Z-221
0,53	15	1,50	-60 bis 300/320	19095Z-321
0,53	15	3,00	-60 bis 260/280	19095Z-421
0,53	15	5,00	-60 bis 260/280	19095Z-621
0,53	30	0,88	-60 bis 300/320	19095Z-023
0,53	30	1,50	-60 bis 300/320	19095Z-323
0,53	30	2,65	-60 bis 260/280	19095Z-123
0,53	30	3,00	-60 bis 260/280	19095Z-423
0,53	30	5,00	-60 bis 260/280	19095Z-623
0,53	60	5,00	-60 bis 260/280	19095Z-626



Struktur von Diphenyldimethylpolysiloxan

DB-5

- (5 %-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Unpolar
- Exzellente Säule zur allgemeinen Verwendung
- Weiter Applikationsbereich
- Geringes Bluten
- Hohe Temperaturgrenze
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Großes Angebot an Säulenabmessungen
- Gleichwertig mit USP Phase G27

Ähnliche Phasen: HP-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5

DB-5

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,10	10	0,10	-60 bis 325/350	127-5012
0,10	10	0,17	-60 bis 325/350	127-501E
0,10	10	0,33	-60 bis 325/350	127-501N
0,10	10	0,40	-60 bis 325/350	127-5013
0,10	20	0,10	-60 bis 325/350	127-5022
0,10	20	0,40	-60 bis 325/350	127-5023
0,15	10	1,20	-60 bis 300/320	12A-5015

DB-5

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-5012
0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-5012E*
0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-5013
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5022
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5022E*
0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-5023
0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-5023E*
0,18	40	0,18	-60 bis 325/350	121-5042
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	128-5012
0,20	15	0,20	-60 bis 325/350	128-50H7
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	128-5022
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	128-5052
0,25	15	0,10	-60 bis 325/350	122-5011
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	122-5012
0,25	15	0,50	-60 bis 325/350	122-501E
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	122-5013
0,25	25	0,25	-60 bis 325/350	122-5022
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	122-5031
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-5032
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	122-503E
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	122-5033
0,25	50	0,25	-60 bis 325/350	122-5052
0,25	60	0,10	-60 bis 325/350	122-5061
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-5062
0,25	60	0,50	-60 bis 325/350	122-506E
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	122-5063
0,32	15	0,10	-60 bis 325/350	123-5011
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	123-5012
0,32	15	1,00	-60 bis 325/350	123-5013
0,32	25	0,17	-60 bis 325/350	123-502D
0,32	25	0,25	-60 bis 325/350	123-5022
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	123-5026
0,32	25	1,05	-60 bis 325/350	123-502F
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	123-5031
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-5032
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	123-503E
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	123-5033
0,32	30	1,50	-60 bis 325/350	123-503B
0,32	50	0,25	-60 bis 325/350	123-5052
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	123-5056
0,32	50	1,00	-60 bis 325/350	123-5053
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	123-5062
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	123-5063



DB-5

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,45	15	1,27	-60 bis 300/320	124-5012
0,45	30	0,42	-60 bis 300/320	124-5037
0,45	30	1,27	-60 bis 300/320	124-5032
0,53	10	2,65	-60 bis 260/280	125-50HB
0,53	15	0,25	-60 bis 300/320	125-501K
0,53	15	0,50	-60 bis 300/320	125-5017
0,53	15	1,00	-60 bis 300/320	125-501J
0,53	15	1,50	-60 bis 300/320	125-5012
0,53	25	5,00	-60 bis 260/280	125-5025
0,53	30	0,25	-60 bis 300/320	125-503K
0,53	30	0,50	-60 bis 300/320	125-5037
0,53	30	0,88	-60 bis 300/320	125-503D
0,53	30	1,00	-60 bis 300/320	125-503J
0,53	30	1,50	-60 bis 300/320	125-5032
0,53	30	2,65	-60 bis 260/280	125-503B
0,53	30	3,00	-60 bis 260/280	125-5034
0,53	30	5,00	-60 bis 260/280	125-5035
0,53	60	1,50	-60 bis 300/320	125-5062
0,53	60	5,00	-60 bis 260/280	125-5065

HP-5

- (5%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Unpolar
- Exzellente Säule für die allgemeine Verwendung
- Weiter Applikationsbereich
- Hohe Temperaturgrenze
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Weiter Bereich an Säulenabmessungen
- Gleichwertig mit USP Phase G27

Ähnliche Phasen: DB-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5



HP-5

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	19091J-577
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091J-101
0,20	25	0,11	-60 bis 325/350	19091J-002
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091J-102
0,20	25	0,50	-60 bis 325/350	19091J-202
0,20	50	0,11	-60 bis 325/350	19091J-005
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	19091J-105
0,20	50	0,50	-60 bis 325/350	19091J-205
0,25	5	0,10	-60 bis 325/350	19091J-330
0,25	15	0,25	-60 bis 325/350	19091J-431
0,25	15	1,00	-60 bis 325/350	19091J-231
0,25	30	0,10	-60 bis 325/350	19091J-333
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	19091J-433
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	19091J-233
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	19091J-436
0,25	60	1,00	-60 bis 325/350	19091J-236
0,32	15	0,25	-60 bis 325/350	19091J-411
0,32	25	0,17	-60 bis 325/350	19091J-012
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091J-112
0,32	25	1,05	-60 bis 325/350	19091J-212
0,32	30	0,10	-60 bis 325/350	19091J-313
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	19091J-413
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	19091J-113
0,32	30	1,00	-60 bis 325/350	19091J-213
0,32	50	0,17	-60 bis 325/350	19091J-015
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	19091J-115
0,32	50	1,05	-60 bis 325/350	19091J-215
0,32	60	0,25	-60 bis 325/350	19091J-416
0,32	60	1,00	-60 bis 325/350	19091J-216
0,53	10	2,65	-60 bis 260/280	19095J-121
0,53	15	1,50	-60 bis 300/320	19095J-321
0,53	15	5,00	-60 bis 260/280	19095J-621
0,53	30	0,88	-60 bis 300/320	19095J-023
0,53	30	1,50	-60 bis 300/320	19095J-323
0,53	30	2,65	-60 bis 260/280	19095J-123
0,53	30	5,00	-60 bis 260/280	19095J-623





Ultra 1

- Unpolar
- 100 % Dimethylpolysiloxan
- Äquivalent zu HP-1 mit engerer Spezifikation für Retentionsindex und Kapazitätsfaktoren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: DB-1, HP-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, 007-1(MS)

Ultra 1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091A-101
0,20	25	0,11	-60 bis 325/350	19091A-002
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091A-102
0,20	50	0,11	-60 bis 325/350	19091A-005
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	19091A-105
0,32	25	0,17	-60 bis 325/350	19091A-012
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091A-112
0,32	50	0,17	-60 bis 325/350	19091A-015
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	19091A-115

Ultra 2

- Unpolar
- (5 %-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Äquivalent zu HP-5 mit engerer Spezifikation für Retentionsindex und Kapazitätsfaktoren
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: DB-5, HP-5, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, CB-5, 007-5, 2B-5

Ultra 2

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091B-101
0,20	25	0,11	-60 bis 325/350	19091B-002
0,20	25	0,33	-60 bis 325/350	19091B-102
0,20	50	0,11	-60 bis 325/350	19091B-005
0,20	50	0,33	-60 bis 325/350	19091B-105
0,32	25	0,17	-60 bis 325/350	19091B-012
0,32	25	0,52	-60 bis 325/350	19091B-112
0,32	50	0,17	-60 bis 325/350	19091B-015
0,32	50	0,52	-60 bis 325/350	19091B-115

DB-35

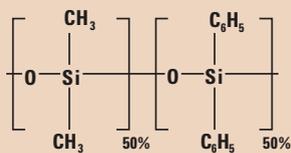
- (35%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität - etwas polarer als HP-35
- Geringes Bluten
- Inert gegenüber aktiven Substanzen
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G42

Ähnliche Phasen: Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, HP-35, BPX-35

DB-35

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	30	0,25	40 bis 300/320	122-1932
0,25	60	0,25	40 bis 300/320	122-1962
0,32	30	0,25	40 bis 300/320	123-1932
0,32	30	0,50	40 bis 300/320	123-1933
0,53	15	1,00	40 bis 280/300	125-1912
0,53	30	0,50	40 bis 280/300	125-1937
0,53	30	1,00	40 bis 280/300	125-1932





Struktur von Diphenyldimethylpolysiloxan

DB-17

- (50%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität – etwas polarer als HP-50+
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G3

Ähnliche Phasen: HP-50+, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), HP-17, SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

DB-17

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,05	10	0,10	40 bis 280/300	126-1713
0,10	10	0,10	40 bis 280/300	127-1712
0,10	10	0,20	40 bis 280/300	127-1713
0,10	20	0,10	40 bis 280/300	127-1722
0,18	20	0,18	40 bis 280/300	121-1722
0,18	20	0,30	40 bis 280/300	121-1723
0,25	15	0,15	40 bis 280/300	122-1711
0,25	15	0,25	40 bis 280/300	122-1712
0,25	15	0,50	40 bis 280/300	122-1713
0,25	30	0,15	40 bis 280/300	122-1731
0,25	30	0,25	40 bis 280/300	122-1732
0,25	30	0,50	40 bis 280/300	122-1733
0,25	60	0,25	40 bis 280/300	122-1762
0,32	15	0,15	40 bis 280/300	123-1711
0,32	15	0,25	40 bis 280/300	123-1712
0,32	15	0,50	40 bis 280/300	123-1713
0,32	30	0,15	40 bis 280/300	123-1731
0,32	30	0,25	40 bis 280/300	123-1732
0,32	30	0,50	40 bis 280/300	123-1733
0,32	60	0,25	40 bis 280/300	123-1762
0,53	5	2,00	40 bis 280/300	125-1704
0,53	15	0,25	40 bis 260/280	125-1711
0,53	15	0,50	40 bis 260/280	125-1717

DB-17

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	15	1,00	40 bis 260/280	125-1712
0,53	15	1,50	40 bis 260/280	125-1713
0,53	30	0,25	40 bis 260/280	125-1731
0,53	30	0,50	40 bis 260/280	125-1737
0,53	30	1,00	40 bis 260/280	125-1732
0,53	30	1,50	40 bis 260/280	125-1733
0,53	60	1,00	40 bis 260/280	125-1762

HP-50+

- (50%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität - etwas weniger polar als DB-17
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G3

Ähnliche Phasen: DB-17, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

HP-50+

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	40 bis 280/300	19091L-577
0,20	12	0,31	40 bis 280/300	19091L-101
0,25	5	0,15	40 bis 280/300	19091L-330
0,25	15	0,25	40 bis 280/300	19091L-431
0,25	30	0,15	40 bis 280/300	19091L-333
0,25	30	0,25	40 bis 280/300	19091L-433
0,25	30	0,50	40 bis 280/300	19091L-133
0,32	15	0,50	40 bis 280/300	19091L-111
0,32	30	0,25	40 bis 280/300	19091L-413
0,32	30	0,50	40 bis 280/300	19091L-113
0,32	60	0,25	40 bis 280/300	19091L-416
0,53	15	1,00	40 bis 260/280	19095L-021
0,53	30	0,50	40 bis 260/280	19095L-523
0,53	30	1,00	40 bis 260/280	19095L-023



DB-1301 und DB-1701

- (6 %-Cyanopropylphenyl)-Methylpolysiloxan
- Gleichwertig mit USP Phase G43
- Niedrige/mittlere Polarität
- Gebunden und quervernetzt
- Identischer Ersatz für HP-1301 und HP-1701
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: Rtx-1301, PE-1301, VF-1301ms

SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, BP-10, OV-1701, 007-1701, ZB-1701, VF-1701ms

DB-1301

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	30	0,25	-20 bis 280/300	122-1332
0,25	30	1,00	-20 bis 280/300	122-1333
0,25	60	0,25	-20 bis 280/300	122-1362
0,25	60	1,00	-20 bis 280/300	122-1363
0,32	30	0,25	-20 bis 280/300	123-1332
0,32	30	1,00	-20 bis 280/300	123-1333
0,32	60	1,00	-20 bis 280/300	123-1363
0,53	15	1,00	-20 bis 260/280	125-1312
0,53	30	1,00	-20 bis 260/280	125-1332
0,53	30	1,50	-20 bis 260/280	125-1333

DB-1701

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,10	20	0,10	-20 bis 280/300	127-0722
0,10	20	0,40	-20 bis 280/300	127-0723
0,18	10	0,40	-20 bis 280/300	121-0713
0,25	15	0,25	-20 bis 280/300	122-0712
0,25	15	1,00	-20 bis 280/300	122-0713
0,25	30	0,15	-20 bis 280/300	122-0731
0,25	30	0,25	-20 bis 280/300	122-0732
0,25	30	1,00	-20 bis 280/300	122-0733
0,25	60	0,15	-20 bis 280/300	122-0761
0,25	60	0,25	-20 bis 280/300	122-0762
0,25	60	0,50	-20 bis 280/300	122-0766
0,25	60	1,00	-20 bis 280/300	122-0763

DB-1701

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	15	0,25	-20 bis 280/300	123-0712
0,32	15	1,00	-20 bis 280/300	123-0713
0,32	30	0,15	-20 bis 280/300	123-0731
0,32	30	0,25	-20 bis 280/300	123-0732
0,32	30	1,00	-20 bis 280/300	123-0733
0,32	50	1,00	-20 bis 280/300	123-0753
0,32	60	0,25	-20 bis 280/300	123-0762
0,32	60	1,00	-20 bis 280/300	123-0763
0,53	15	1,00	-20 bis 260/280	125-0712
0,53	30	0,25	-20 bis 260/280	125-0731
0,53	30	0,50	-20 bis 260/280	125-0737
0,53	30	1,00	-20 bis 260/280	125-0732
0,53	30	1,50	-20 bis 260/280	125-0733
0,53	60	1,00	-20 bis 260/280	125-0762

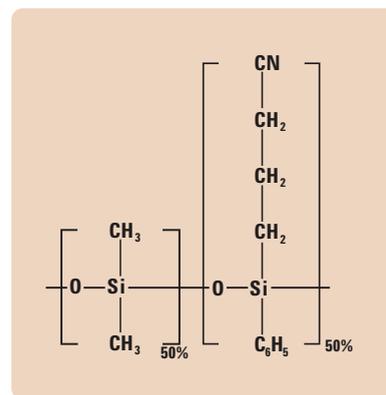
DB-225

- (50 %-Cyanopropylphenyl)dimethylpolysiloxan
- Mittlere/hohe Polarität
- Ausgezeichnet zur Trennung von cis- und trans-Fettsäuremethylestern (FAMES)
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Vollständiger Ersatz für HP-225
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G7

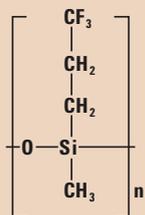
Ähnliche Phasen: SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

DB-225

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,10	20	0,10	40 bis 220/240	127-2222
0,18	20	0,20	40 bis 220/240	121-2223
0,25	15	0,25	40 bis 220/240	122-2212
0,25	30	0,15	40 bis 220/240	122-2231
0,25	30	0,25	40 bis 220/240	122-2232
0,32	30	0,25	40 bis 220/240	123-2232
0,53	15	1,00	40 bis 200/220	125-2212
0,53	30	0,50	40 bis 200/220	125-2237
0,53	30	1,00	40 bis 200/220	125-2232



Struktur von Cyanopropylphenylmethylpolysiloxan



Struktur von Trifluoropropylmethylpolysiloxan

DB-200

- (35 % Trifluorpropyl)-methylpolysiloxan
- 300/320 °C obere Temperaturgrenze
- Mittlere Polarität - polarer als DB-1701 oder DB-17
- Ideal für schwer zu trennende Stellungsisomere
- Spezielle Selektivität für Verbindungen, die Nitro-, Halogen- oder Carbonylgruppen enthalten
- Geringes Bluten bei einem ECD
- Einzigartige Selektivität
- Nahezu gleiche Selektivität wie USP Phase G6

Ähnliche Phasen: Rtx-200, VF-200ms

DB-200

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	30	0,25	30 bis 300/320	122-2032
0,25	30	0,50	30 bis 300/320	122-2033
0,32	30	0,25	30 bis 300/320	123-2032
0,32	30	0,50	30 bis 300/320	123-2033
0,53	30	1,00	30 bis 280/300	125-2032

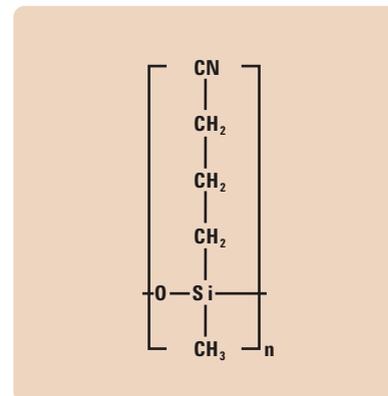
DB-23

- (50%-Cyanopropyl)-methylpolysiloxan
- Hohe Polarität
- Optimierte Selektivität zur Trennung von Fettsäuremethylester (FAME)
- Ausgezeichnete Auflösung für cis- und trans-Isomere
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Ersetzt HP-23
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G5

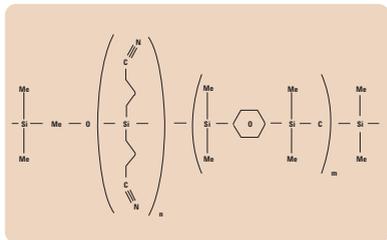
Ähnliche Phasen: SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms

DB-23

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,20	40 bis 250/260	121-2323
0,25	15	0,25	40 bis 250/260	122-2312
0,25	30	0,15	40 bis 250/260	122-2331
0,25	30	0,25	40 bis 250/260	122-2332
0,25	60	0,15	40 bis 250/260	122-2361
0,25	60	0,25	40 bis 250/260	122-2362
0,32	30	0,25	40 bis 250/260	123-2332
0,32	60	0,25	40 bis 250/260	123-2362
0,53	15	0,50	40 bis 230/240	125-2312
0,53	30	0,50	40 bis 230/240	125-2332



Struktur von Cyanopropylmethylpolysiloxan



Struktur von Cyanopropylarylsiloxan

HP-88

- (88 %-Cyanopropyl)-aryl-polysiloxan
- 250/320 °C obere Temperaturgrenze
- Hohe Polarität
- Optimierte Selektivität zur Trennung von cis-/trans-Fettsäuremethylestern (FAME)
- Übertrifft sogar DB-23 für die Trennung der cis-/trans-Isomere

Ähnliche Phasen: CP-Sil 88, SP-2560, SP-2340, SP-2330, BPX-70, BPX-90

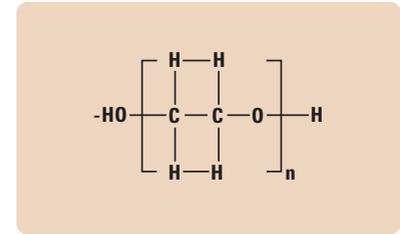
Da die HP-88 nicht gebunden oder quervernetzt ist, darf die Säule auf keinen Fall mit Lösungsmitteln gespült werden.

HP-88

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	100	0,25	0 bis 250/260	112-88A7
0,25	60	0,20	0 bis 250/260	112-8867
0,25	30	0,20	0 bis 250/260	112-8837

Polyethylenglycol (PEG) Säulen

Agilent bietet mehrere PEG-Säulen an. Unterschiedliche Quervernetzungs- und Deaktivierungsprozesse bewirken, dass eine Vielzahl von Phasen mit unterschiedlichen Charakteristiken existiert, die den immer neuen Anforderungen eines Labors genügen.



Struktur von Polyethylenglykol

PEG-Säule	Merkmale	Vorzüge
DB-WAX DB-WaxFF	Niedrigste Betriebstemperaturgrenze Ähnlich Carbowax 20M Erhältlich mit 0,10 mm ID Hoch inert	Analyse von Analyten mit niedrigem Siedepunkt. Übertragung alter Methoden auf gebundene Phasen. Einsatz bei der schnellen GC für einen hohen Probendurchsatz. Breite analytische Kompatibilität.
DB-WAXetr	Mittlerer Arbeitstemperaturbereich	Kompromiss für hohe und niedrig siedende Analyte.
HP-INNOWax	Höchster oberer Temperaturbereich Breite chemische Kompatibilität Geringstes Bluten bei höheren Temperaturen Hoch inert	Analyse hoch siedender Analyte. Exzellente Säule für die allgemeine Verwendung. Beste Wahl bei MS Einsatz. Breite analytische Kompatibilität.
DB-FFAP, HP-FFAP	Säuren modifiziert	Analyse organischer Säuren ohne Derivatisierung.
CAM	Base modifiziert Nicht-gebunden	Ausgezeichnete Peakform bei basischen Substanzen. Kann nicht gespült werden.





DB-WAX und DB-WaxFF

- Polyethylenglykol (PEG)
- Gleichwertig mit USP Phase G16
- Hohe Polarität
- Das untere Temperaturlimit von 20 °C ist das niedrigste aller gebundenen PEG-Phasen; es verbessert die Auflösung von Proben mit niedrigem Siedepunkt
- Gute Reproduzierbarkeit von Säule zu Säule
- Gebunden und quervernetzt
- Gleichwertiger Ersatz für HP-WAX
- Mit Lösungsmittel spülbar
- DB-WaxFF ist eine hoch reproduzierbare, besonders getestete Microbore DB-WAX-Säule für die Aromastoff-Analyse

Ähnliche Phasen: HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX, VF-WAXms

DB-WAX und DB-WaxFF

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
DB-WAX				
0,05	10	0,05	20 bis 250/260	126-7012
0,05	10	0,10	20 bis 240/250	126-7013
0,10	10	0,10	20 bis 250/260	127-7012
0,10	10	0,20	20 bis 240/250	127-7013
0,10	20	0,10	20 bis 250/260	127-7022
0,10	20	0,20	20 bis 240/250	127-7023
0,18	10	0,18	20 bis 250/260	121-7012
0,18	20	0,18	20 bis 250/260	121-7022
0,18	20	0,30	20 bis 240/250	121-7023
0,18	40	0,18	20 bis 250/260	121-7042
0,18	40	0,30	20 bis 240/250	121-7043
0,20	25	0,20	20 bis 250/260	128-7022
0,20	30	0,20	20 bis 250/260	128-7032
0,20	50	0,20	20 bis 250/260	128-7052

DB-WAX und DB-WaxFF

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,25	20 bis 250/260	122-7012
0,25	15	0,50	20 bis 240/250	122-7013
0,25	30	0,15	20 bis 250/260	122-7031
0,25	30	0,25	20 bis 250/260	122-7032
0,25	30	0,50	20 bis 240/250	122-7033
0,25	60	0,15	20 bis 250/260	122-7061
0,25	60	0,25	20 bis 250/260	122-7062
0,25	60	0,50	20 bis 240/250	122-7063
0,32	15	0,25	20 bis 250/260	123-7012
0,32	15	0,50	20 bis 240/250	123-7013
0,32	30	0,15	20 bis 250/260	123-7031
0,32	30	0,25	20 bis 250/260	123-7032
0,32	30	0,50	20 bis 240/250	123-7033
0,32	60	0,25	20 bis 250/260	123-7062
0,32	60	0,50	20 bis 240/250	123-7063
0,45	30	0,85	20 bis 230/240	124-7032
0,53	15	0,50	20 bis 230/240	125-7017
0,53	15	1,00	20 bis 230/240	125-7012
0,53	30	0,25	20 bis 230/240	125-7031
0,53	30	0,50	20 bis 230/240	125-7037
0,53	30	1,00	20 bis 230/240	125-7032
0,53	60	1,00	20 bis 230/240	125-7062
DB-WaxFF				
0,10	20	0,20	20 bis 240/250	127-7023FF

Nur Liner von Agilent werden speziell für die präzisen Toleranzwerte von Agilent GC-Einlässen entworfen. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/liners



DB-WAXetr

- Polyethylenglykol (PEG)
- Erweiterter Temperaturbereich (etr)
- Hohe Polarität
- Ausgezeichnete Reproduzierbarkeit von Säule zu Säule
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G16

Ähnliche Phasen: HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, ZB-WAX

DB-WAXetr

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,20	25	0,40	30 bis 250/260	128-7323
0,25	30	0,25	30 bis 260/280	122-7332
0,25	30	0,50	30 bis 250/260	122-7333
0,25	60	0,25	30 bis 260/280	122-7362
0,25	60	0,50	30 bis 250/260	122-7363
0,32	15	0,25	30 bis 260/280	123-7312
0,32	15	1,00	30 bis 250/260	123-7314
0,32	30	0,25	30 bis 260/280	123-7332
0,32	30	0,50	30 bis 250/260	123-7333
0,32	30	1,00	30 bis 250/260	123-7334
0,32	50	1,00	30 bis 250/260	123-7354
0,32	60	0,25	30 bis 260/280	123-7362
0,32	60	0,50	30 bis 250/260	123-7363
0,32	60	1,00	30 bis 250/260	123-7364
0,53	15	1,00	30 bis 240/260	125-7312
0,53	15	2,00	50 bis 230/250	125-7314
0,53	30	1,00	30 bis 240/260	125-7332
0,53	30	1,50	30 bis 230/240	125-7333
0,53	30	2,00	50 bis 230/250	125-7334
0,53	60	1,00	30 bis 240/260	125-7362

HP-INNOWax

- Polyethylenglykol (PEG)
- Hohe Polarität
- Höchste obere Temperaturgrenze aller gebundenen PEG-Phasen
- Ausgezeichnete Reproduzierbarkeit von Säule zu Säule
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G16

Ähnliche Phasen: HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX

HP-INNOWax

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	40 bis 260/270	19091N-577
0,20	25	0,20	40 bis 260/270	19091N-102
0,20	25	0,40	40 bis 260/270	19091N-202
0,20	50	0,20	40 bis 260/270	19091N-105
0,20	50	0,40	40 bis 260/270	19091N-205
0,25	4	0,25	40 bis 260/270	19091N-130
0,25	5	0,15	40 bis 260/270	19091N-030
0,25	15	0,25	40 bis 260/270	19091N-131
0,25	15	0,50	40 bis 260/270	19091N-231
0,25	30	0,15	40 bis 260/270	19091N-033
0,25	30	0,25	40 bis 260/270	19091N-133
0,25	30	0,50	40 bis 260/270	19091N-233
0,25	60	0,15	40 bis 260/270	19091N-036
0,25	60	0,25	40 bis 260/270	19091N-136
0,25	60	0,50	40 bis 260/270	19091N-236
0,32	15	0,25	40 bis 260/270	19091N-111
0,32	30	0,15	40 bis 260/270	19091N-013
0,32	30	0,25	40 bis 260/270	19091N-113
0,32	30	0,50	40 bis 260/270	19091N-213
0,32	60	0,25	40 bis 260/270	19091N-116
0,32	60	0,5	40 bis 260/270	19091N-216
0,53	15	1,00	40 bis 240/250	19095N-121
0,53	30	1,00	40 bis 240/250	19095N-123
0,53	60	1,00	40 bis 240/250	19095N-126





DB-FFAP

- Nitroterephthalsäure-modifiziertes Polyethylenglykol
- Hohe Polarität
- Temperaturbereich von 40 bis 250 °C
- Ausgelegt für die Analyse von flüchtigen Fettsäuren und Phenolen
- Ersetzt OV-351
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G35

Wir empfehlen, die DB-FFAP GC-Säulen nicht mit Wasser oder Methanol zu spülen

Ähnliche Phasen: Stabilwax-DA, HP-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-Wax 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

DB-FFAP

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,25	40 bis 250	122-3212
0,25	30	0,25	40 bis 250	122-3232
0,25	30	0,50	40 bis 250	122-3233
0,25	60	0,25	40 bis 250	122-3262
0,25	60	0,50	40 bis 250	122-3263
0,32	15	0,25	40 bis 250	123-3212
0,32	25	0,50	40 bis 250	123-3223
0,32	30	0,25	40 bis 250	123-3232
0,32	30	0,50	40 bis 250	123-3233
0,32	30	1,00	40 bis 250	123-3234
0,32	50	0,50	40 bis 250	123-3253
0,32	60	0,25	40 bis 250	123-3262
0,32	60	0,50	40 bis 250	123-3263
0,32	60	1,00	40 bis 250	123-3264
0,45	30	0,85	40 bis 250	124-3232
0,53	10	1,00	40 bis 250	125-32H2
0,53	15	0,50	40 bis 250	125-3217
0,53	15	1,00	40 bis 250	125-3212
0,53	30	0,25	40 bis 250	125-3231
0,53	30	0,50	40 bis 250	125-3237
0,53	30	1,00	40 bis 250	125-3232
0,53	30	1,50	40 bis 250	125-3233
0,53	60	1,00	40 bis 250	125-3262

HP-FFAP

- Nitroterephthalsäure-modifiziertes Polyethylenglykol
- Hohe Polarität
- Temperaturbereich von 60 ° bis 240/250 °C (230/240 °C für 0,53 mm)
- Ausgelegt für die Analyse von flüchtigen Fettsäuren und Phenolen
- Ersetzt OV-351
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G35

Wir empfehlen, die HP-FFAP GC-Säulen nicht mit Wasser oder Methanol zu spülen

Ähnliche Phasen: Stabilwax-DA, DB-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-WAX 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

HP-FFAP

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,20	25	0,30	60 bis 240/250	19091F-102
0,20	50	0,30	60 bis 240/250	19091F-105
0,25	30	0,25	60 bis 240/250	19091F-433
0,32	25	0,50	60 bis 240/250	19091F-112
0,32	30	0,25	60 bis 240/250	19091F-413
0,32	50	0,50	60 bis 240/250	19091F-115
0,53	10	1,00	60 bis 240	19095F-121
0,53	15	1,00	60 bis 240	19095F-120
0,53	30	1,00	60 bis 240	19095F-123



CAM

- Basisdeaktiviertes Polyethylenglykol
- Speziell ausgelegt für die Aminanalyse
- Ausgezeichnete Peakform bei primären Aminen
- Ersetzt HP-Basicwax

Ähnliche Phasen: Stabilwax-DB, Carbowax Amine

Da CAM nicht gebunden oder quervernetzt ist, darf die Säule auf keinen Fall mit Lösungsmitteln gespült werden.

CAM

ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,25	15	0,25	60 bis 220/240	112-2112
0,25	30	0,25	60 bis 220/240	112-2132
0,25	30	0,50	60 bis 220/240	112-2133
0,25	60	0,25	60 bis 220/240	112-2162
0,32	30	0,25	60 bis 220/240	113-2132
0,32	30	0,50	60 bis 220/240	113-2133
0,53	30	1,00	60 bis 200/220	115-2132



Kundenspezifische Säulen

Agilent bietet eine Vielzahl von Spezialsäulen für Hochtemperatur-, Pestizid-, Erdöl-, schwach flüchtige und flüchtige Anwendungen sowie Life Science-Anwendungen. In diesem Dokument werden einige der beliebtesten Optionen vorgestellt. Eine komplette Liste der Agilent GC-Säulen finden Sie im Agilent Katalog für Zubehör und Verbrauchsmaterialien für Chromatographie und Spektroskopie oder erhalten Sie bei Ihrem lokalen Agilent Vertriebspartner.

Biodiesel GC-Kapillarsäulen

Biokraftstoffe werden als praktikable Ergänzung oder Alternative zu mineralölbasierten Kraftstoffen immer attraktiver. Agilent J&W Biodiesel GC-Kapillarsäulen wurden entwickelt und anwendungsoptimiert für die Analyse von Biodiesel zur Einhaltung der ASTM- und CEN-Prüfnormen.

Biodiesel EN14105 Freies Glycerin/Gesamtglycerin und Biodiesel ASTM D6584 Freies Glycerin/Gesamtglycerin

- Entwickelt für die Analyse von freiem Glycerin und Gesamtglycerin in B100 gemäß EN14105 oder ASTM D6584
- Speziell hergestellt für eine hohe Temperaturgrenze von 400 °C
- Hochtemperatur-Fused Silica-Kapillare, Polyimid-beschichtet
- Ausgezeichnete Peakform und längere Säulenlebensdauer
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Retention-Gaps: bestellen Sie 160-BD65-5 (5 m x 0,53 mm)





Biodiesel EN14103 FAME-Analyse

- Speziell entwickelt für die Analyse von Estern und Linoleinsäuremethylestern in B100 gemäß EN14103
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Biodiesel EN14110 Rest-Methanol

- Speziell entwickelt für die Bestimmung von Methanolspuren in B100 gemäß EN14110
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Biodiesel GC-Kapillarsäulen

Beschreibung	ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
Biodiesel ASTM D6584 Freies Glycerin/Gesamtglycerin	0,32	15	0,1	-60 bis 400	123-BD11
Biodiesel EN14105 Freies Glycerin/Gesamtglycerin	0,32	10	0,1	-60 bis 400	123-BD01
Biodiesel EN14103 FAME-Analyse	0,32	30	0,25	40 bis 260/270	1909BD-113
Biodiesel EN14110 Rest- Methanol	0,32	30	1,8	20 bis 260/280	123-BD34

Biodiesel-Testproben

Beschreibung	Best.-Nr.
Biodiesel-Kit MSTFA, 10 x 1-mL-Ampullen N-Methyl-N-(trimethylsilyl)trifluoroacetamid für ASTM-Methode D6584	5190-1407
Biodiesel-Kit D6584 2 Interne Standardlösungen, 1 mL, 5 St. und 2 Interne Standardlösungen, 5 mL	5190-1408
Biodiesel-Kit E14105, 4 x 1-mL-Ampullen 4 Standardlösungen	5190-1409
Biodiesel-Kit Monoglyzerid, 3 x 1-mL-Ampullen	5190-1410

Hochtemperatur-Säulen

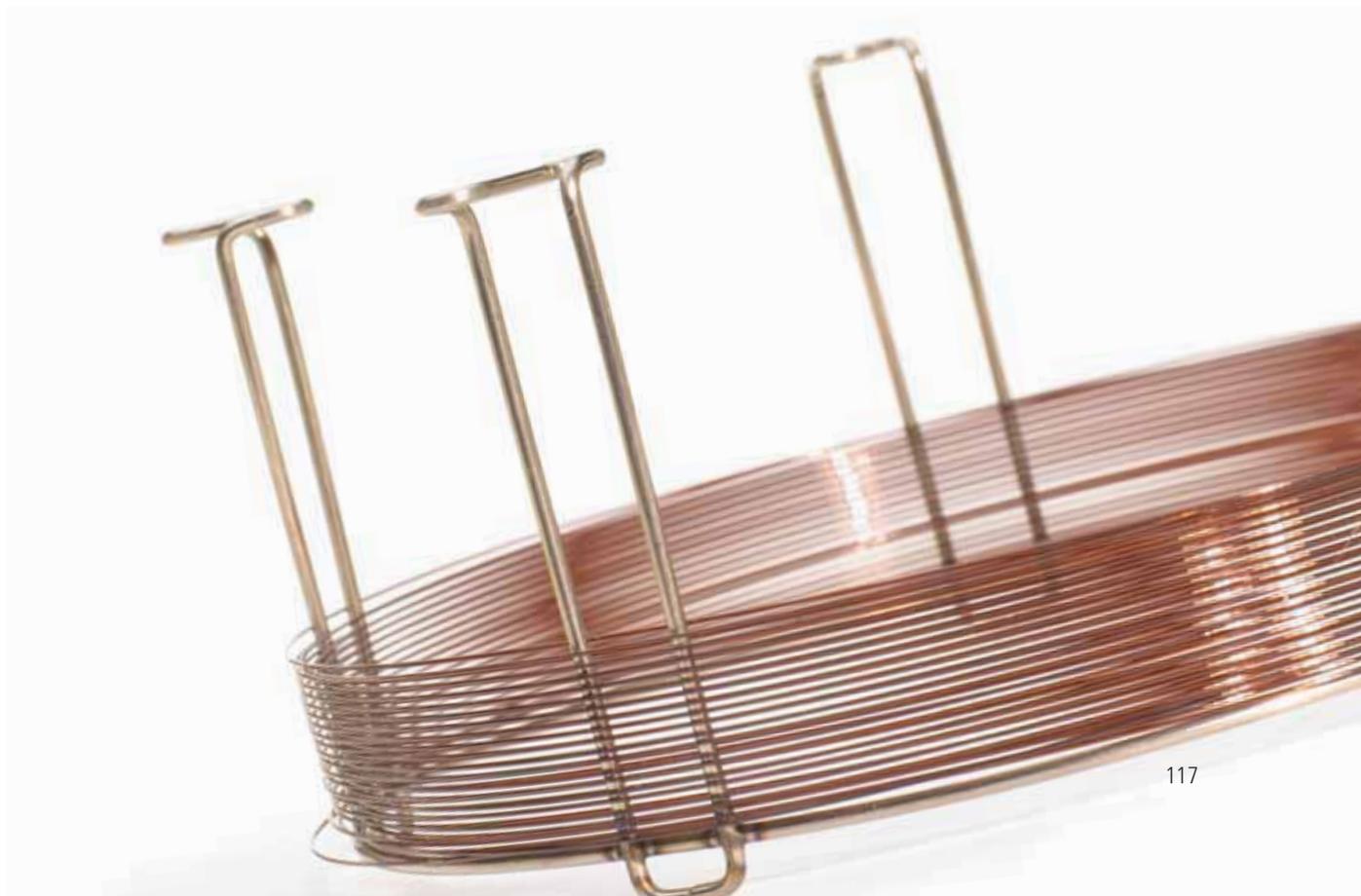
DB-1ht

- 100 % Dimethylpolysiloxan
- Unpolar
- Speziell hergestellt für eine hohe Temperaturgrenze von 400 °C
- Hochtemperatur-Fused Silica, Polyimid-beschichtet
- Ausgezeichnete Peakform und schnelle Elutionszeiten für hochsiedende Substanzen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: Stx-1ht

DB-1ht

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,10	-60 bis 400	122-1111
0,25	30	0,10	-60 bis 400	122-1131
0,32	15	0,10	-60 bis 400	123-1111
0,32	30	0,10	-60 bis 400	123-1131





DB-5ht

- (5 %-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Unpolar
- Speziell hergestellt für eine hohe Temperaturgrenze von 400 °C
- Hochtemperatur-Fused Silica, Polyimid-beschichtet
- Ausgezeichnete Peakform und schnelle Elutionszeiten für hochsiedende Substanzen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: HT5, Stx-5ht, VF-5ht

DB-5ht

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,10	-60 bis 400	122-5711
0,25	30	0,10	-60 bis 400	122-5731
0,32	15	0,10	-60 bis 400	123-5711
0,32	30	0,10	-60 bis 400	123-5731

DB-17ht

- (50%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität
- Erweitertes Temperaturlimit von 365 °C
- Hochtemperatur-Fused Silica, Polyimid-beschichtet
- Ausgezeichnete Peakform und schnelle Elutionszeiten für hochsiedende Substanzen
- Verbesserte Auflösung von Triglyzeriden
- Ideal für Bestätigungsanalysen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: Rtx-65TG, BPX50, CP-TAP CB

DB-17ht

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	15	0,15	40 bis 340/365	122-1811
0,25	30	0,15	40 bis 340/365	122-1831
0,32	15	0,15	40 bis 340/365	123-1811
0,32	30	0,15	40 bis 340/365	123-1831
0,32	60	0,15	40 bis 340/365	123-1861



Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

DB-EUPAH

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs) sind chemische Substanzen, die aus verbundenen aromatischen Ringen bestehen, die bei der unvollständigen Verbrennung organischer Stoffe entstehen. Die Europäische Kommission (EU) empfiehlt die Überwachung von 16 PAHs, die sowohl genotoxische als auch karzinogene Eigenschaften aufweisen. Agilent J&W DB-EUPAH GC-Kapillarsäulen sind speziell darauf ausgelegt, in der Anwendung optimiert und werden darauf getestet, eine optimale Leistung für alle von der EU regulierten PAHs zu bieten.

- Speziell entwickelt für die Analyse von der EU regulierter PAHs
- Einzeln mit einer anwendungsspezifischen QK-Testprobenmischung getestet
- Hervorragende Auflösung für die meisten kritischen Isomere wie Benzo(b,j,k)fluoranthene
- Hervorragende thermische Stabilität für die präzise Analyse von PAHs mit hohem Siedepunkt wie Dibenzopyrene
- Hervorragendes Signal-Rausch-Verhältnis
- Optimierte Säulenabmessungen bieten bewährte Leistung

DB-EUPAH

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	0,14	40 bis 320/340	121-9627
0,25	60	0,25	40 bis 320/340	122-96L2
0,32	15	0,25	40 bis 320/340	123-9612

Pestizid-Säulen

Agilent J&W Säulen mit geringem Bluten sind ideal für die Analyse von Pestiziden. Sie bluten weniger als Standard-Polymersäulen, wodurch das Signal/Rausch-Verhältnis und die Nachweisgrenze verbessert werden und die maximale Arbeitstemperatur signifikant erhöht wird. Die Analysendauer wird somit verkürzt. Zusätzlich bietet Agilent eine Reihe spezieller Säulen für die Pestizidanalytik an.

DB-1701P

- Niedrige/mittlere Polarität
- Ersetzt die HP-PAS1701
- Speziell entwickelt und hergestellt für die Analyse von Organochlorpestiziden
- ECD-geprüft für geringen Pestizidabbau und geringes Bluten am ECD
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: SPB-1701, CP-Sil 19CB, Rtx-1701, BP-10, CB-1701, OV-1701, 007-1701

DB-1701P

ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,25	30	0,25	-20 bis 280/300	122-7732
0,32	25	0,25	-20 bis 280/300	123-7722
0,32	30	0,25	-20 bis 280/300	123-7732
0,53	30	1,00	-20 bis 260/280	125-7732

DB-608

- Speziell entwickelt für die Analytik chlorierter Pestizide und PCBs
- U.S. EPA-Methoden: 608, 508, 8080
- Ausgezeichnete Inertheit und Wiederfindungsraten ohne Pestizidverlust
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Vollständiger Ersatz für HP-608

Ähnliche Phasen: SPB-608, NON-PAKD Pesticide, 007-608

DB-608

ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	40 bis 280/300	121-6822
0,25	30	0,25	40 bis 280/300	122-6832
0,32	30	0,50	40 bis 280/300	123-1730
0,45	30	0,70	40 bis 260/280	124-1730
0,53	15	0,83	40 bis 260/280	125-1710
0,53	30	0,50	40 bis 260/280	125-6837
0,53	30	0,83	40 bis 260/280	125-1730



Die zertifizierten Probenflaschen von Agilent werden mit dem gleichen qualitativen hochwertigen Design, der technischen Expertise und den genauen Spezifikationen hergestellt, die Sie von jedem Agilent Instrument erwarten. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/vials

Säulen für die Petrochemie

Applikationen für die petrochemische Industrie sind sehr vielfältig. Von der Gasanalytik bis zur simulierten Destillation bietet Agilent einen weiten Bereich an Säulen, welche die Anforderungen der petrochemischen Analytik abdecken. Siehe Abschnitt zu den PLOT-Säulen nach Säulen für die Analytik flüchtiger Gase.

DB-2887

- 100 % Dimethylpolysiloxan
- Speziell entwickelt für die simulierte Destillation nach ASTM-Methode D2887
- Schnelle Konditionierung, kurze Analysenzeiten und geringes Säulenbluten im Vergleich zu gepackten Säulen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: HP-1, Petrocol EX2887, MXT-2887, MXT-1, Rtx-2887

DB-2887

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	10	3,00	-60 bis 350	125-2814

DB-HT SimDis

- 100 % Dimethylpolysiloxan
- „Boiling point“-Phase für hochtemperaturesimulierte Destillation
- Haltbare Edelstahlsäule
- 430 °C obere Temperaturgrenze
- Destillationsbereich von C6 bis C110+
- Geringes Bluten - selbst bei 430 °C
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: Petrocol EX2887, CP-SimDist Ultimetall, MXT-2887, Rtx-2887, AC Controls High Temp Sim Dist, AT-2887

DB-HT SimDis

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	5	0,15	-60 bis 400/430	145-1001





Säulen für schwerflüchtige Substanzen

Schwerflüchtige Substanzen werden normalerweise aus Bodenproben oder anderen Umweltproben extrahiert. GC-Säulen mit exakter Reproduzierbarkeit der Retentionszeit und gute massenspektrometrische Leistung sind die Schlüssel für diese anspruchsvollen Analysen.

DB-5,625

- Nahezu gleichwertig mit (5%-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Unpolar
- Speziell hergestellt mit einer ausgezeichneten Inertheit für EPA Semivolatiles-Methoden 625, 1625, 8270 und CLP-Protokolle*
- Übertrifft EPA-Leistungskriterien für schwerflüchtige Verbindungen
- Inert gegenüber basischen, neutralen und sauren Substanzen
- Hohe maximale Arbeitstemperatur, thermisch stabil und geringes Bluten
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

* Pentachlorphenol, 2,4-Dinitrophenol, Carbazol und N-Nitrosodiphenylamin wurden zur Prüfung der Responsefaktoren benutzt

Ähnliche Phasen: XTI-5, Rtx-5, PTE-5, BPX-5

DB-5,625

ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-5621
0,18	20	0,36	-60 bis 325/350	121-5622
0,25	30	0,25	-60 bis 325/350	122-5631
0,25	30	0,50	-60 bis 325/350	122-5632
0,25	30	1,00	-60 bis 325/350	122-5633
0,25	60	0,25	-60 bis 325/350	122-5661
0,32	30	0,25	-60 bis 325/350	123-5631
0,32	30	0,50	-60 bis 325/350	123-5632

Säulen für flüchtige Substanzen

Agilent bietet eine Auswahl an weiterentwickelten Polymeren für die wachsende Anzahl von Applikationen für flüchtige Verbindungen an. Ob als primäre Analysensäule oder als Säule für Bestätigungsanalysen, die J&W-Kapillaren sind für den Analytiker die erste Wahl.

DB-VRX

- Optimierte Selektivität für beste Auflösung bei der Analyse von flüchtigen organischen Verbindungen: U.S. EPA Methoden 502.2, 524.2 und 8260
- 0,45-mm-ID-Säulen bieten mehr Trennstufen pro Meter im Vergleich zu 0,53-mm-ID-Säulen und eine verbesserte Trennung mit wenig Koelution für diese GC-Methode **
- Kein Abkühlen unter Umgebungstemperatur erforderlich zur Auflösung der sechs „Gase“
- Kurze Laufzeit:
 - < 30 Minuten für optimalen Probendurchsatz
 - < 8 Minuten mit 0,18-mm-ID
- Geringe Polarität
- Ausgezeichnete Peakform
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar

** Zwei Koelutionen: 1) m- und p-Xylol, für die die U.S. EPA keine Trennung erfordert, und 2) 1,1,2,2-Tetrachlorethan und o-Xylol, die mittels der Detektoren PID bzw. ELCD getrennt werden. Hinweis für GC/MS-Analytiker: Diese koelutierenden Substanzen haben unterschiedliche primäre charakteristische Ionen von 83 bzw. 106.

Ähnliche Phasen: VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC

DB-VRX

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	1,00	-10 bis 260	121-1524
0,18	40	1,00	-10 bis 260	121-1544
0,25	30	1,40	-10 bis 260	122-1534
0,25	60	1,40	-10 bis 260	122-1564
0,32	30	1,80	-10 bis 260	123-1534
0,32	60	1,80	-10 bis 260	123-1564
0,45	30	2,55	-10 bis 260	124-1534
0,45	75	2,55	-10 bis 260	124-1574



DB-624

- Speziell ausgelegt für die Analyse flüchtiger Umweltschadstoffe und Restlösemittel
- Keine Säulenkühlung erforderlich für U.S. EPA-Methode 502.2
- Hervorragend geeignet für U.S. EPA-Methoden: 501.3, 502.2, 503.1, 524.2, 601, 602, 8010, 8015, 8020, 8240, 8260 und USP 467
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Vollständiger Ersatz für HP-624
- Gleichwertig mit USP Phase G43

Ähnliche Phasen: AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms

DB-624

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,18	20	1,00	-20 bis 280	121-1324
0,20	25	1,12	-20 bis 260	128-1324
0,25	30	1,40	-20 bis 260	122-1334
0,25	60	1,40	-20 bis 260	122-1364
0,32	30	1,80	-20 bis 260	123-1334
0,32	60	1,80	-20 bis 260	123-1364
0,45	30	2,55	-20 bis 260	124-1334
0,45	75	2,55	-20 bis 260	124-1374
0,53	30	3,00	-20 bis 260	125-1334
0,53	60	3,00	-20 bis 260	125-1364
0,53	75	3,00	-20 bis 260	125-1374



Life Sciences-Säulen

Applikationen aus dem Bereich Life Sciences stellen spezielle Anforderungen an die Kapillar-GC. Dazu gehören beispielsweise die komplexe Probenmatrix und die Notwendigkeit der Detektion von Komponenten im Spurenbereich sowie die chemische Aktivität mancher Proben. Agilent bietet Säulen an, die speziell für diese Applikationen, z.B. den Drogennachweis, ausgelegt sind.

DB-ALC1 und DB-ALC2

- Zuverlässige Blutalkoholanalyse
- Optimierte primäre Bestätigungssäule für die Blutalkoholanalyse gemäß USP
- Kürzere Analysenzeiten
- Verbesserte Auflösung der Schlüsselkomponenten Ethanol und Aceton
- Verfügbar mit 0,32 und 0,53 mm ID
- Gebunden und quervernetzt

Ähnliche Phasen: Rtx-BAC1, Rtx-BAC2

DB-ALC1 und DB-ALC2

Beschreibung	ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
DB-ALC1	0,32	30	1,80	20 bis 260/280	123-9134
DB-ALC1	0,53	30	3,00	20 bis 260/280	125-9134
DB-ALC2	0,32	30	1,20	20 bis 260/280	123-9234
DB-ALC2	0,53	30	2,00	20 bis 260/280	125-9234



Agilent Kapillar-Ferrule werden in einer neuen Spenderbox verpackt, die jeweils nur eine Ferrule liefert und so die anderen sauber und einsatzbereit hält. Weitere Informationen finden Sie unter: www.agilent.com/chem/ferrules

HP-Schnelle Lösungsmittelrückstands-Säule

- Gleichwertig mit USP Phase G43
- Der dünnere Film reduziert die Laufzeit um den Faktor 2,5 und erhöht das minimale Detektionslimit (MDL) um den Faktor 2 im Vergleich zu der für diese Methode sonst verwendeten Standard-Filmdicke
- Gebunden und quervernetzt

Ähnliche Phasen: DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624

HP-Schnelle Lösungsmittelrückstands-Säule

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	30	1,00	-20 bis 260	19095V-420



PLOT-Säulen

PLOT-Säulen sind ideal zur Trennung von Verbindungen, die bei Raumtemperatur gasförmig sind. Agilent Technologies bietet eine umfassende Palette an PLOT-Säulen zur Analyse von Permanentgasen, niedrigmolekularen Kohlenwasserstoffisomeren, flüchtigen polaren Verbindungen und reaktiven Analyten wie Schwefelgas, Aminen und Hydriden. Unsere PLOT-Phasen werden in den Abmessungen von 0,25 bis 0,53 mm ID angeboten, wodurch eine einfache Säulenauswahl für verschiedene Detektoren und Systemanforderungen ermöglicht wird. Für GC/MS-Systeme bieten wir mehrere Säulen mit engem Durchmesser und gebundener, immobilisierter Phase an. Hierdurch werden potenzielle Detektorprobleme durch Partikelbildung vermieden.

PLOT Säulenanwendungsempfehlungen

Säule	Stationäre Phase	Typische Anwendungen
HP-PLOT-Molsieb	5Å Molekularsiebzeolith	Permanent- und Edelgase. Dick- und Dünnschichten verfügbar. Dickfilmsäule trennt Argon und Sauerstoff bei 35 °C.
HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl	Aluminiumoxid, mit KCl deaktiviert	Schwach "polare" Aluminiumoxid-Phase. Geringste Retention von Olefinen gegenüber den entsprechenden Paraffinen. Kohlenwasserstoffisomere C ₁ bis C ₈ . Empfohlene Säule für die präzise Quantifizierung von Dienen, besonders Propadien und Butadien in Ethylen- und Propylen-Gasströmen.
HP-PLOT Al ₂ O ₃ S	Aluminiumoxid deaktiviert mit Natriumsulfat	Ausgezeichnete Aluminiumoxid-Säule für die allgemeine Verwendung für leichte Kohlenwasserstoffisomere C ₁ bis C ₉ . Bestens geeignet zur Trennung von Acetylen von Butan und Propylen von Isobutan.
GS-Aluminiumoxid	Aluminiumoxid mit proprietärer Deaktivierung	Stark "polare" Aluminiumoxid-Säule. Höchste Retention von Olefinen gegenüber den entsprechenden Paraffinen. Ausgezeichnete Aluminiumoxid-Säule für die allgemeine Verwendung für leichte Kohlenwasserstoffisomere C ₁ bis C ₈ . Bestens geeignet zur Trennung von Cyclopropan von Propylen. Gute Stabilität und Wiederfindung bei Wassersättigung.
HP-PLOT Q	Polystyrol-Divinylbenzol	Isomere C ₁ bis C ₃ , Alkane bis C ₁₂ , CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, sauerstoffhaltige Substanzen, Schwefelverbindungen, Lösungsmittel.
HP-PLOT U	Divinylbenzol/Ethylen	Stärker polar als HP-PLOT Q und GS-Q. Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₇ , CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, Glycolmethacrylat-Sauerstoffverbindungen, Amine, Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Aldehyde.
GS-GasPro	Proprietär, gebunden, kieselgelbasiert	Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₁₂ , CO ₂ , Schwefelspuren, Hydridgase, anorganische Gase, halogenierte Kohlenwasserstoffe, SF ₆ , Sauerstoff/Stickstoff-Trennung bei -80 °C.
GS-CarbonPLOT	Gebunden, monolithische Kohlenstoffschicht	Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₅ , CO ₂ , Luft/CO, Spuren von Acetylen in Ethylen, Methan.
GS-OxyPLOT	Proprietär, Adsorbent hoher Selektivität	Hohe Retention bei sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen (Methanol-Retentionsindex +1400). Nützlich für Alkohole, Ketone und Ether in Benzin, Diesel und Kohlenwasserstoff-Gasströmen C ₁ bis C ₄ .

GS-OxyPLOT

- Genaue Analyse von Oxygenaten im ppm/ppb-Bereich in C₁ bis C₁₀-Kohlenwasserstoffen
- Große Selektivität für zahlreiche Oxygenate (Ether, Alkohole, Aldehyde und Ketone) in komplexen Matrizen wie z. B. gasförmigen Kohlenwasserstoffen, Kraftstoffen und Rohöl
- Geeignet für ASTM-Methoden für sauerstoffhaltige Verbindungen
- Sehr hohe Säulenstabilität (obere Temperaturgrenze bei 350 °C) ohne Säulenbluten
- Beschichtung der stabilen Phase verhindert die Partikelbildung und Detektor-Spikes nahezu vollständig
- Hervorragend geeignet für eine quantitative GC-Analyse mit niedrigen Konzentrationen
- Ideal für selektive „Heart-Cutting“-Applikationen

Ähnliche Phasen: CP-LowOX

GS-OxyPLOT

ID (mm)	Länge (m)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	10	350	115-4912

HP-PLOT Al₂O₃ KCl

- Schwach "polare" Aluminiumoxid-Phase
- Aluminiumoxid deaktiviert mit KCl
- Standardsäule für die Analyse leichter Kohlenwasserstoffe - Kohlenwasserstoffisomere C₁ bis C₈
- Geringe Retention von Olefinen gegenüber den entsprechenden Paraffinen
- Ausgezeichnet geeignet für die Quantifizierung von Dienen, besonders Propadien und Butadien in Ethylen- und Propylen-Gasströmen
- Empfohlene Phase bei bestimmten ASTM-Methoden
- Bevorzugte "KCl"-deaktivierte Aluminiumoxid-Säule

Ähnliche Phasen: CP-Al₂O₃/KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al₂O₃/KCl

HP-PLOT Al₂O₃ KCl

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	30	5,00	-60 bis 200	19091P-K33
0,32	50	8,00	-60 bis 200	19091P-K15
0,53	30	15,00	-60 bis 200	19095P-K23
0,53	50	15,00	-60 bis 200	19095P-K25

Mit Capillary Flow Technology, dem neuen Deans Switch von Agilent, wird Heart-Cutting einfacher und zuverlässiger.

Bestellen Sie online unter www.agilent.com/chem/store





GS-Alumina KCl

- Schwach "polare" Aluminiumoxid-Phase
- Aluminiumoxid deaktiviert mit KCl
- Gute Wahl für die Analyse leichter Kohlenwasserstoffe
- Gute Auflösung von Propadien und Butadien in Ethylen- und Propylgasströmen

Ähnliche Phasen: CP-Al₂O₃/KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al₂O₃/KCl

GS-Alumina KCl

ID (mm)	Länge (m)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	30	-60 bis 200	115-3332
0,53	50	-60 bis 200	115-3352

HP-PLOT Al₂O₃ S

- Mittlerer Polaritätsbereich für Aluminiumoxidphasen
- Aluminiumoxid deaktiviert mit Natriumsulfat
- Ausgezeichnete, allgemein verwendbare Säule für die Analyse leichter Kohlenwasserstoffe - Kohlenwasserstoffisomere - C₁ bis C₈
- Bestens geeignet zur Trennung von Acetylen von Butan und Propylen von Isobutan

Ähnliche Phasen: GS-Alumina

HP-PLOT Al₂O₃ S

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	30	5,00	-60 bis 200	19091P-S33
0,32	25	8,00	-60 bis 200	19091P-S12
0,32	50	8,00	-60 bis 200	19091P-S15
0,53	15	15,00	-60 bis 200	19095P-S21
0,53	30	15,00	-60 bis 200	19095P-S23
0,53	50	15,00	-60 bis 200	19095P-S25

GS-Alumina

- "Polarste" Aluminiumoxid-Phase
- Aluminiumoxid mit proprietärer Deaktivierung
- Ausgezeichnete, allgemein verwendbare Säule für die Analyse leichter Kohlenwasserstoffe – Kohlenwasserstoffisomere C₁ bis C₈
- Trennt C₁ bis C₄ gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe
- Bestens geeignet zur Trennung von Cyclopropan von Propylen
- Schneller, effektiver und mit höherer Empfindlichkeit als gepackte Säulen
- Minimale Konditionierungszeit
- Vorzüglicher Ersatz für Natriumsulfat-deaktiviertes Aluminiumoxid aufgrund der Regenerierung

Ähnliche Phasen: Al₂O₃/KCl, Al₂O₃/Na₂SO₄, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT

Hinweis: Aluminiumoxidsäulen zeigen die Tendenz, Wasser und CO₂ zu absorbieren, wodurch mit der Zeit Änderungen in der Retentionszeit erfolgen. Wir verwenden ein modernes proprietäres Deaktivierungsverfahren, das eine schnelle Regenerierung erlaubt. Vollständig wassergesättigte GS-Aluminiumoxidsäulen regenerieren in 7 Stunden oder weniger bei 200 °C.

GS-Alumina

ID (mm)	Länge (m)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,53	30	-60 bis 200	115-3532
0,53	50	-60 bis 200	115-3552





HP-PLOT Al₂O₃ M

- Stark "polare" Aluminiumoxid-Phase (ähnlich der GS-Alumina)
- Aluminiumoxid-deaktiviert mit proprietärer Deaktivierung
- Gute, allgemein verwendbare Säule für die Analyse leichter Kohlenwasserstoffe - Kohlenwasserstoffisomere C₁ bis C₈
- Gut geeignet zur Trennung von Acetylen und Butan sowie Propylen und Isobutan

Ähnliche Phasen: GS-Alumina

HP-PLOT Al₂O₃ M

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	50	8,00	-60 bis 200	19091P-M15
0,53	30	15,00	-60 bis 200	19095P-M23
0,53	50	15,00	-60 bis 200	19095P-M25

GS-GasPro

- Spezielle Kieselgel-Bindungstechnik für PLOT-Säulen
- Ausgezeichnet geeignet für leichte Kohlenwasserstoffe und Schwefelgase
- Stabilität der Retention nicht durch Wasser beeinträchtigt
- Trennt CO und CO₂ auf einer einzigen Säule
- Ideale PLOT-Säule für GC/MS – keine Partikel

Ähnliche Phasen: CP-Silica PLOT

GS-GasPro

ID (mm)	Länge (m)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	5	-80 bis 260/300	113-4302
0,32	15	-80 bis 260/300	113-4312
0,32	30	-80 bis 260/300	113-4332
0,32	60	-80 bis 260/300	113-4362





GS-CarbonPLOT

- Gebundene Kohlenstoffschicht mit hoher Stabilität als stationäre Phase
- Einmalige Selektivität für anorganische und organische Gase
- Maximale Arbeitstemperatur von 360 °C
- Ideal für GC/MS – keine Partikelbildung
- Stabilität der Retention nicht durch Wasser beeinträchtigt

Ähnliche Phasen: CarboPack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

GS-CarbonPLOT

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	15	1,50	0 bis 360	113-3112
0,32	30	1,50	0 bis 360	113-3132
0,32	30	3,00	0 bis 360	113-3133
0,32	60	1,50	0 bis 360	113-3162
0,53	15	3,00	0 bis 360	115-3113
0,53	30	3,00	0 bis 360	115-3133



HP-PLOT-Molsieb

- Eine PLOT-Säule zur Analyse der Permanentgase
- O₂, N₂, CO und CH₄ werden innerhalb von weniger als 5 Minuten getrennt
- Dauerhafte Molekularsieb 5Å Beschichtung, minimiert Spikes und Beschädigungen am Multiportventil
- Nehmen Sie eine Dickfilm-Säule für die Ar/O₂ Trennung ohne Ofenkühlung
- Wählen Sie die HP-PLOT-Molsieb-Dünnsäulen für die Routine-Luftüberwachung
- Ersetzt die GS-Molsiebe

Hinweis: Molekularsieb-Säulen absorbieren Wasser, was mit der Zeit zu Änderungen der Retentionszeit führt. Wir verwenden ein modernes proprietäres Deaktivierungsverfahren, das eine schnelle Regenerierung erlaubt. Vollständig gesättigte HP-PLOT-Molsiebsäulen regenerieren in 7 Stunden oder weniger bei 200 °C.

HP-PLOT-Molsieb

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	30	12,00	-60 bis 300	19091P-MS4
0,32	15	25,00	-60 bis 300	19091P-MS7
0,32	30	25,00	-60 bis 300	19091P-MS8
0,53	15	25,00	-60 bis 300	19095P-MS5
0,53	30	25,00	-60 bis 300	19095P-MS6
0,53	15	50,00	-60 bis 300	19095P-MS9
0,53	30	50,00	-60 bis 300	19095P-MS0



HP-PLOT Q

- Eine Säule basierend auf gebundenem Polystyrol-Divinylbenzol
- PLOT-Säule mit einer Polarität zwischen Porapak-Q und Porapak-N
- Ausgezeichnete Säule für C₁ bis C₃ Isomere und Alkane bis C₁₂, CO₂, Methan, Luft/CO, Sauerstoffverbindungen, Schwefelverbindungen und Lösungsmittel
- Eine PLOT-Säule als Ersatz für gepackte Festphasen-Säulen
- Trennt Ethan, Ethylen und Acetylen
- Verbesserte Auflösung in kürzerer Zeit als konventionelle, gepackte Säulen
- Minimale Konditionierungszeit – 1 Stunde
- Bevorzugte robuste „Q“-Säule

Ähnliche Phasen: CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q

HP-PLOT Q

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	15	20,00	-60 bis 270/290	19091P-Q03
0,32	30	20,00	-60 bis 270/290	19091P-Q04
0,53	15	40,00	-60 bis 270/290	19095P-Q03
0,53	30	40,00	-60 bis 270/290	19095P-Q04

HP-PLOT U

- Gebundenes Divinylbenzol/Ethylenglykol-Dimethacrylat
- Stärker polar als HP-PLOT Q
- Ausgezeichnete Säule für die Trennung von C₁ bis C₇ Kohlenwasserstoffen, CO₂, Methan, Luft/CO, Wasser, sauerstoffhaltigen Verbindungen, Aminen, Lösungsmitteln, Alkoholen, Ketonen und Aldehyden
- Verbesserte Auflösung in kürzerer Zeit als konventionelle, gepackte Säulen

Ähnliche Phasen: PoraPlot U, RTU PLOT

HP-PLOT U

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,32	30	10,00	-60 bis 190	19091P-U04
0,53	15	20,00	-60 bis 190	19095P-U03
0,53	30	20,00	-60 bis 190	19095P-U04



Installation der Säule und Fehlerbehebung

Kurzanleitungen und Tipps zur Gewährleistung hervorragender Leistungen.

Agilent J&W GC-Säulen sind langjährig erprobte Säulen und zeichnen sich durch hervorragende Qualität und Reproduzierbarkeit aus. Gängige Arbeitsabläufe zur Installation und Fehlerbehebung helfen Ihnen, eine maximale Leistungsfähigkeit, Trennleistung und Säulenlebensdauer zu gewährleisten.

In diesem Abschnitt werden Tipps, Techniken und einfache Anleitungen vorgestellt, mit denen Folgendes leicht gemacht wird:

- Problemlose Installation jeder beliebigen Kapillarsäule.
- Konditionieren und Testen neuer Säulen.
- Beseitigung und Vermeidung von der Abnahme der Säulenleistung aufgrund thermischer Beschädigung, Beeinträchtigung durch Sauerstoff und andere Faktoren.
- Identifizierung und Behebung der am häufigsten auftretenden Probleme mit Säulen.

Dadurch wird die Betriebszeit verlängert, Ausfallzeiten verringert und es werden reproduzierbaren Ergebnisse geliefert.





Tipps

Das Agilent Säuleninstallationskit, Best.-Nr. 430-2000, ist das ideale Hilfsmittel zur Säuleninstallation.

**Tabelle 6:
Ferrulegrößen**

Säulen ID	Ferrule-ID (mm)
0,10	0,4
0,18	0,4
0,20	0,4
0,25	0,4
0,32	0,5
0,45	0,8
0,53	0,8

Kurzanleitung zur Installation von Kapillarsäulen

Weitere Informationen erhalten Sie in den jeder Säule beiliegenden Installationsanweisungen oder auf der Agilent Webseite unter: www.agilent.com/chem/columninstall

Checkliste für die Säuleninstallation

1. Ersetzen Sie, falls notwendig, die Sauerstoff-, Feuchtigkeits- und Kohlenwasserstofffilter.
2. Reinigen Sie den Injektoreinlass, erneuern Sie gegebenenfalls Dichtungen, Liner und Septum.
2. Prüfen bzw. erneuern Sie die Detektordichtungen. Säubern oder ersetzen Sie die Detektordüse.
3. Überprüfen Sie die Säule sorgfältig auf Beschädigungen und/oder Bruchstellen.
4. Beachten Sie die Vorgaben des GC-Herstellers bezüglich Gasdruck und stellen Sie die Druckregler der Gasflaschen so ein, dass die entsprechende Zufuhr von Träger-, Makeup- und Brenngasen sichergestellt ist. Die Trägergase sollten mindestens folgende Reinheit haben: Helium und Wasserstoff jeweils 99,995 %, wobei $H_2O < 1$ ppm und $O_2 < 0,5$ ppm.
5. Sorgen Sie dafür, dass Sie das notwendige Installationswerkzeug zur Hand haben: Sie benötigen einen Säulenschneider, Säulenmutter, Säulenmutternschlüssel, Ferrulen, eine Lupe und Schreibmaschinen-Korrekturflüssigkeit.

Installieren der Säule

1. Zur Installation der Säule im Injektor und Detektor wickeln Sie auf beiden Seiten der Säule ca 0,5 m vom Korb ab (1 Wicklung $\sim 0,5$ m). Achten Sie darauf, dass die Schlauchleitung nicht stark gebogen oder geknickt wird.
2. Befestigen Sie die Säule im Säulenofen. Verwenden Sie möglichst die Haltevorrichtung.
3. Setzen Sie die Säulenmutter und Vespel- oder Graphit-Ferrule auf jedes Säulenende; schieben Sie Mutter und Ferrule jeweils ca. 15 cm auf die Säule (**Tabelle 6**).
4. Ritzen Sie die Säule vorsichtig 4 bis 5 cm von jedem Ende an (z.B. mit dem Agilent Säulenschneider 5181-80634).

5. Sorgen Sie für eine saubere Bruchstelle. Halten Sie die Säule zwischen Daumen und Zeigefinger möglichst dicht an der Trennstelle. Ziehen und biegen Sie die Säule vorsichtig. Die Säule sollte leicht auseinanderbrechen. Falls die Säule nicht leicht bricht, üben Sie keine Gewalt aus. Ritzen Sie die Säule an einer anderen Stelle (weiter vom Ende entfernt als zuvor) erneut an und versuchen Sie noch einmal, sie sauber abzubrechen.
6. Sehen Sie sich die Bruchkante mit einer Lupe an. Prüfen Sie, ob der Schnitt plan verläuft und sich keine Polyimid- oder Glaspartikel am Säulenende befinden.
7. Installieren Sie die Säule im Einlass. Überprüfen Sie im Handbuch des GC-Herstellers die korrekte Einbautiefe im eingebauten Einlass. Setzen Sie die Säulenmutter und das Ferrul im richtigen Abstand auf und markieren Sie diesen Abstand direkt hinter der Säulenmutter mit Schreibmaschinen-Korrekturflüssigkeit. Lassen Sie die Flüssigkeit trocknen. Setzen Sie die Säule dann in den Injektor ein. Ziehen Sie die Säulenmutter mit den Fingern soweit an, dass die Säule gehalten wird. Anschließend ziehen Sie sie mit einer weiteren 1/4 bis 1/2 Drehung weiter an, damit die Säule nicht leicht aus dem Fitting gezogen werden kann. Vergewissern Sie sich, dass die korrekte Säuleneinführdistanz beibehalten wurde. Achten Sie dazu auf die Markierung mit der Schreibmaschinen-Korrekturflüssigkeit.
8. Drehen Sie das Trägergas auf und stellen Sie die geeignete Flussrate ein. Stellen Sie den Vordruck, Splitfluss und Septum-Spülfluss auf die entsprechenden Werte. **Tabelle 7** zeigt die nominellen Werte für den Vordruck. Bei einem Split/Splitlos-Injektor muss das Purge(Split)ventil geöffnet sein.
9. Überprüfen Sie, ob das Trägergas durch die Säule fließt. Tauchen Sie dazu das Ende der Säule in ein Gefäß mit Lösungsmittel und beobachten Sie, ob Gasblasen den Gasfluss anzeigen.
10. Installieren Sie die Säule im Detektor. Sehen Sie im Handbuch des Geräteherstellers nach, wie tief Sie die Säule einsetzen müssen.
11. Prüfen Sie auf Leckagen. **Dies ist sehr wichtig.** Sie dürfen die Säule auf keinen Fall heizen, ohne sie vorher sorgfältig auf undichte Stellen geprüft zu haben.
12. Stellen Sie die geeigneten Temperaturen für Injektor und Detektor ein.
13. Stellen Sie die korrekten Makeup- und Detektorgasdurchflüsse ein. Zünden Sie den Detektor bzw. schalten Sie ihn ein.
14. Spülen Sie die Säule mindestens 10 Minuten bei Raumtemperatur. Fügen Sie noch die zusätzlichen Spülzeiten entsprechend den Wartungsvorschriften für den Einlass und Filter hinzu.
15. Injizieren Sie eine nicht retardierte Substanz, um die korrekte Installation am Injektor zu überprüfen. Zum Beispiel: Butan oder Methan (FID), Headspacephase von Acetonitril (NPD), Headspacephase von Methylenchlorid (ECD), Luft (WLD), Argon (Massenspektrometer). Ein symmetrischer Peak belegt eine korrekte Installation. Falls Peak tailing auftritt, muss die Installation am Einlass wiederholt werden.



Tipps

Zur genauen Berechnung von Druck- und Flussparametern durch die GCKapillarsäule, ist die kostenlose GCPressure/Flow Calculator Software unter: www.agilent.com/chem/gccalc zum Download verfügbar.

Konditionieren und Testen der Säule

1. Konditionieren Sie die Säule zwei Stunden, entweder bei einer Temperatur, die 20°C über der maximalen Analysentemperatur liegt oder bei der maximalen Säulentemperatur (je nachdem, welche Temperatur niedriger ist). Nach 10 Minuten auf Maximaltemperatur muss der Untergrund auf die in der Säulenspezifikation genannten Werte abnehmen, andernfalls muss die Säule sofort gekühlt und das System auf undichte Stellen untersucht werden.
2. Falls Sie Vespel- oder Vespel-Graphit-Ferrulen verwenden, überprüfen Sie nach der Konditionierung erneut, ob die Säulenmutter fest ist.
3. Prüfen Sie zum Schluss die mittlere lineare Trägergasgeschwindigkeit. Injizieren Sie dazu eine Substanz, die nicht zurückgehalten wird.

Tabelle 7:
Ungefährer Vordruck (psig)

Länge (m)	Säulen-ID (mm)					
	0,18	0,2	0,25	0,32	0,45	0,53
10	5-10					
12		10-15				
15			8-12	5-10		1-2
20	10-20					
25		20-30				
30			15-25	10-20	3-5	2-4
40	20-40					
50		40-60				
60			30-45	20-30	6-10	4-8
75					8-14	5-10
105						7-15

Ursachen für die Leistungsminderung von Säulen

Bruchstellen

Fused-Silica-Säulen brechen, wenn der Polyimidüberzug an irgendeiner Stelle beschädigt ist. Dieser Polyimidüberzug schützt die zerbrechliche Fused-Silica-Kapillare. Das fortwährende Aufheizen und Abkühlen im Säulenofen, die Vibrationen des Ofenventilators und das Aufwickeln auf den Säulenkorb "stressen" die Kapillare. Ein möglicher Bruch erfolgt an einer geschwächten Stelle. Schwachstellen entstehen, wenn der Polyimidüberzug angekratzt oder abgeschabt wird. Das kann eintreten, wenn ein scharfer Gegenstand über die Säule gezogen wird. Aufhängungen, Klemmen, Metallkanten im GC-Ofen, Säulenschneider und viele verschiedene Dinge, die auf dem Labortisch liegen, können eine Säule außen beschädigen.

Selten brechen Säulen spontan. Bei der Säulenherstellung ist man bestrebt, fehlerhafte Kapillaren zu erkennen und auszusondern. Säulen mit größeren Durchmessern neigen eher zu Bruchstellen. Das bedeutet, dass Kapillaren mit 0,45 - 0,53 mm ID noch vorsichtiger behandelt werden müssen als Kapillaren mit 0,18 - 0,32 mm ID.

Eine gebrochene Säule ist nicht immer unbrauchbar. Wurde eine gebrochene Säule entweder kontinuierlich oder bei Programmläufen mit unterschiedlichen Temperaturen eingesetzt, sind Beschädigungen der Säule sehr wahrscheinlich. Die rückseitige Hälfte der gebrochenen Säule wurde bei erhöhten Temperaturen Sauerstoff ausgesetzt, wodurch die stationäre Phase schnell beschädigt wird. Die vordere Hälfte ist unbeschädigt, weil durch diesen Teil der Säule Trägergas geströmt ist. Wurde eine gebrochene Säule nicht erhitzt oder nur kurze Zeit hohen Temperaturen oder Sauerstoff ausgesetzt, wurde die rückseitige Hälfte wahrscheinlich nicht signifikant beschädigt.

Mit einem Verbindungsstück können Sie die gebrochene Säule reparieren. Zum Verbinden der Säulenstücke kann jedes geeignete Verbindungsstück verwendet werden. Werden Verbindungsstücke nicht richtig installiert, kann es zu Totvolumenproblemen (Peaktailing) kommen.





Thermische Beschädigung

Das Überschreiten des oberen Temperaturgrenzwerts der Säule führt zu einer beschleunigten Zersetzung der stationären Phase und der Leitungsoberfläche. Dies führt zu einem vorzeitigen Einsetzen von übermäßigem Säulenbluten, Peaktailing für aktive Substanzen bzw. Effizienzverlust (Auflösungsverlust). Die thermische Beschädigung ist ein langsamer Prozess, so dass eine Säule längere Zeit oberhalb des Temperaturlimits betrieben werden muss, bevor es zu einer Beschädigung kommt. Bei Anwesenheit von Sauerstoff werden thermische Beschädigungen beträchtlich beschleunigt. Das Überhitzen einer Säule mit einem Leck oder hohen Sauerstoffwerten im Trägergas führt zu schnellen und permanenten Säulenschäden.

Die beste Methode zur Verhinderung thermischer Schäden besteht darin, die maximale GC-Ofentemperatur auf den Temperaturgrenzwert der Säule bzw. nur wenige Grad darüber einzustellen. Dadurch wird das versehentliche Überhitzen der Säule verhindert. Wird eine Säule thermisch beschädigt, kann sie evtl. weiterhin funktionieren. Nehmen Sie die Säule aus dem Detektor. Erhitzen Sie die Säule 8-16 Stunden auf ihren isothermen Temperaturgrenzwert. Entfernen Sie 10-15 cm am Detektorende der Säule. Installieren Sie die Säule wieder und konditionieren Sie sie wie sonst auch. Die Säule wird zwar in der Regel nicht die Originalleistung erbringen, ist aber oft noch funktionstüchtig. Die Lebensdauer der Säule wird durch eine thermische Beschädigung reduziert.



Agilent bietet ein einfach anzuwendendes, stiftförmiges Werkzeug und einen keramischen Schneider an, mit denen Sie Kapillaren aus Quarz, Glas und mit Aluminium überzogene Säulen leicht und sauber abschneiden können.

Beschädigung durch Sauerstoff

Sauerstoff schadet den meisten GC-Kapillarsäulen. Bei Raumtemperatur gibt es meist keine Probleme; bei höheren Temperaturen treten jedoch rasch erhebliche Schäden auf. Im allgemeinen treten Schäden an Säulen mit polarer stationärer Phase bei niedrigeren Temperaturen und Sauerstoffkonzentrationen auf. Das eigentliche Problem ist ein dauerhafter Kontakt mit Sauerstoff. Gelegentlicher Kontakt wie eine Injektion von Luft oder ein kurzfristiges Entfernen der Septummutter stellen kein Problem dar.

Meist gerät Sauerstoff durch ein Leck ins Trägergassystem (Gasleitungen, Fittings, Injektor). Wenn die Säule aufgeheizt wird, tritt dann sehr rasch die Zerstörung der stationären Phase ein. Dies zeigt sich in einem vorzeitigen, starken Säulenbluten, Peaktailing bei reaktiven Verbindungen und/oder dem Verlust der Trennleistung (Auflösung). Die Symptome entsprechen denen bei thermischer Schädigung. Schäden durch Sauerstoff werden leider meist erst dann entdeckt, wenn die Säule schon beträchtlich geschädigt ist. In weniger schweren Fällen kann die Säule evtl. weiter funktionstüchtig sein, allerdings ist ihre Leistung eingeschränkt. In schwerwiegenderen Fällen ist die Säule irreversibel beschädigt.

Die beste Vorbeugung gegen Beschädigungen durch Sauerstoff besteht darin, das System sauerstoff- und leckfrei zu halten. Eine gute Wartung des GC-Systems beinhaltet eine regelmäßige Kontrolle der Gasleitungen und Druckregler auf Undichtigkeiten, regelmäßiges Auswechseln der Septa an den Druckreglern, Verwendung hochreiner Trägergase, Einbau und Austausch von Sauerstofffiltern und Wechseln der Gasflaschen, bevor sie völlig leer sind.

Beschädigung durch Chemikalien

Es gibt relativ wenige Substanzen, die stationäre Phasen beschädigen. Nicht flüchtiger Substanzen (z. B. Salze) beeinträchtigt oft die Leistung, doch wird die stationäre Phase nicht beschädigt. Solche Rückstände können oft entfernt und die Leistung kann durch Spülen der Säule mit einem Lösungsmittel wiederhergestellt werden.

Alle GC-Säulen werden von anorganischen oder mineralischen Säuren und Laugen geschädigt. Hierzul zählen Säuren wie Salzsäure (HCl), Schwefelsäure (H_2SO_4), Salpetersäure (HNO_3), Phosphorsäure (H_3PO_4) und Chromsäure (CrO_3). Vertreter der Basen sind Kaliumhydroxid (KOH), Natriumhydroxid (NaOH) sowie Ammoniumhydroxid (NH_4OH). Die meisten dieser Säuren und Basen sind nicht sehr flüchtig und sammeln sich im vorderen Teil der Säule. Wenn sie dort verbleiben, schädigen sie die stationäre Phase. Dies zeigt sich in einem vorzeitigen, starken Säulenbluten, Peaktailing bei reaktiven Verbindungen und/oder dem Verlust der Trennleistung (Auflösung). Die Symptome sind denen einer thermischen oder durch Sauerstoff verursachten Schädigung sehr ähnlich. Salzsäure und Ammoniumhydroxid sind die am wenigsten schädlichen Stoffe dieser Gruppe. Sie kommen häufig im wässrigen Anteil einer Probe vor. Wenn in einer Säule Wasser nicht oder nur wenig zurückgehalten wird, ist die Verweildauer von HCl und NH_4OH in der Säule nur kurz. Sie verursachen deshalb keine oder nur sehr geringe Schäden. Wenn also eine Probe HCl oder NH_4OH enthält, und eine Säule oder Analysenbedingungen angewendet werden, die kein Wasser zurückhalten, dann richten solche Substanzen in der Säule relativ geringen Schaden an.

Die einzigen organischen Substanzen, die in der Vergangenheit stationäre Phasen beschädigt haben, sind Perfluorsäuren. Beispiele dafür sind Trifluoressigsäure, Pentafluorpropionsäure und Heptafluorbuttersäure. Sie müssen in hohen Konzentrationen vorhanden sein (1 % oder mehr). Die meisten Probleme treten bei splitlosen oder Megabore-Direktinjektionen auf, bei denen großen Probenvolumina vorne in der Säule deponiert werden.





Da chemische Schädigungen meistens nur den vorderen Teil der Säule betreffen, reicht das Kürzen der Säule um 0,5 - 1 m, um chromatographische Probleme zu beseitigen. In schwereren Fällen müssen 5 m oder noch mehr entfernt werden. Eine Vorsäule oder ein Retention Gap vermindert Säulenschäden, wobei ein häufiges Kürzen der Vorsäule nötig sein kann. Säuren und Laugen schädigen oft die Oberfläche der deaktivierten Fused-Silica-Kapillare und führen bei reaktiven Stoffen zu Problemen mit der Peakform.

Säulenkontamination

Säulenkontamination ist eines der häufigsten Probleme bei Kapillar-GC. Leider ähnelt sie einer Vielzahl anderer Probleme, so dass sie oft falsch diagnostiziert wird. Eine kontaminierte Säule ist in der Regel nicht beschädigt, kann aber nutzlos werden.

Es gibt zwei grundlegende Verunreinigungsarten: nichtflüchtige und schwerflüchtige Substanzen. Nichtflüchtige Verunreinigungen oder Rückstände eluieren nicht und sammeln sich in der Säule an. Die Säule wird von diesen Rückständen überzogen, wodurch die Trennung der Analyte durch die stationäre Phase gestört wird. Die Rückstände können auch mit reaktiven Analyten reagieren und Probleme durch Peakadsorption hervorrufen (sichtbar als Peaktailing oder verringerte Peakgröße). Reaktive Analyte sind solche, die eine Hydroxyl-(-OH) oder Amin-(-NH) Gruppe enthalten, sowie einige Thiole(-SH) und Aldehyde. Schwer flüchtige Verunreinigungen oder Rückstände lagern sich in der Säule ab, werden aber schließlich doch eluiert. Es kann Stunden bis Tage dauern, bis sie vollständig aus der Säule verschwunden sind. Wie nicht flüchtige Verbindungen können sie Probleme hinsichtlich der Peakform und -größe hervorrufen und sind auch für viele Probleme bezüglich der Basislinie verantwortlich (Instabilität, Wandern, Driften, Geisterpeaks, etc.).

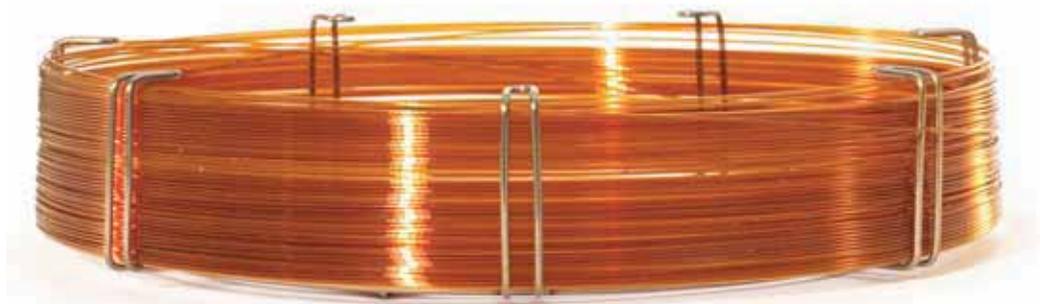
Verunreinigungen stammen aus vielen verschiedenen Quellen, meistens aber aus den injizierten Proben. Extrahierte Proben verursachen die größten Probleme. Biologische Flüssigkeiten und Gewebe, Böden, Grund- und Abwasser und ähnliche Matrices enthalten viele nicht flüchtige und schwerflüchtige Substanzen. Trotz einer sorgfältigen und gründlichen Extraktion verbleiben oft noch kleine Mengen dieser Verunreinigungen in der Probe. Es können einige, aber auch mehrere hundert Injektionen vorgenommen werden, bis die abgelagerten Rückstände Schwierigkeiten verursachen. Einige Injektionstechniken, wie On-Column-, splitlose und Megabore-Direktinjektionen, bringen eine große Probenmenge in die Säule ein und verursachen deshalb auch häufiger Kontaminationen.



Gelegentlich stammen Verunreinigungen aus Materialien in Gasleitungen und -filtern, Ferrulen- und Septa-Partikeln oder anderen Objekten, die mit der Probe in Kontakt kommen (Probenflaschen, Lösungsmittel, Spritzen, Pipetten usw.). Diese Arten von Verunreinigungen sind wahrscheinlich verantwortlich, wenn ein Kontaminationsproblem plötzlich auftritt und ähnliche Proben in den vorherigen Monaten oder Jahren keine derartigen Probleme verursacht haben.

Die beste Methode zur Vermeidung solcher Probleme besteht darin, die Menge der nicht flüchtigen und schwer flüchtigen Substanzen in den Proben auf ein Minimum zu reduzieren. Oft wird das Vorhandensein und die Art einer möglichen Verunreinigung nicht erkannt. Die beste Möglichkeit zur Vermeidung von Verunreinigungen besteht in einer gründlichen und sorgfältigen Reinigung der Proben. Mit Vorsäulen oder Retention Gaps lassen sich die Schwierigkeiten durch Verunreinigungen oftmals verringern oder beheben. Wenn eine Säule verunreinigt ist, empfiehlt sich eine Spülung mit einem Lösungsmittel, um Kontaminationen zu entfernen.

Es ist nicht empfehlenswert, eine verunreinigte Säule lange Zeit hohen Temperaturen auszusetzen (oft als "Baking-out" bezeichnet). Durch das Ausheizen können einige Rückstände in unlösliche Stoffe übergeführt werden, die sich nicht mehr aus der Säule herausspülen lassen. Eine solche Säule ist dann meist nicht mehr verwendbar. Manchmal kann sie auseinandergeschnitten und die hintere Hälfte möglicherweise noch verwendet werden. Das Ausheizen sollte nur für 1 bis 2 Stunden an der isothermen Temperaturgrenze der Säule durchgeführt werden.





Säulenspülkit, 430-3000

Spülen von Säulen mit Lösungsmittel

Zum Spülen mit Lösungsmittel wird die Säule aus dem GC genommen und mit einigen Millilitern Lösungsmittel durchgespült. Dadurch werden lösliche Substanzen aus der Säule herausgewaschen. Es ist nicht sinnvoll, die Säule im GC zu belassen und große Mengen eines Lösungsmittels zu injizieren. Dies ist kein Durchspülen, und es entfernt auch nicht alle Verunreinigungen aus der Säule. Eine GC-Kapillarsäule kann nur mit Lösungsmittel gespült werden, wenn sie eine gebundene oder quervernetzte Phase besitzt. Wenn nicht gebundene stationäre Phasen gespült werden, wird die Säule gestört.

Mit einem speziellen Spül-Kit wird das Lösungsmittel durch die Säule gedrückt (siehe Abb.). Das Spül-Kit wird an eine Druckgasflasche angeschlossen (N_2 oder He), und die Säule in das Spül-Kit eingesetzt. Das Gefäß wird mit Lösungsmittel gefüllt; anschließend wird Gasdruck angelegt. Das Lösungsmittel fließt durch die Säule. Die Rückstände lösen sich in der Flüssigkeit und werden mit ihr wieder aus der Säule herausgespült. Das Lösungsmittel wird dann aus der Säule entfernt und die Säule neu konditioniert.

Vor dem Spülen einer Säule schneiden Sie 0,5 m von der Vorderseite (Injektorende) der Säule ab. Führen Sie das Detektorende der Säule in das Spül-Kit. Normalerweise werden mehrere Lösungsmittel zum Spülen von Säulen eingesetzt. Jedes nachfolgende Lösungsmittel muss mit dem vorherigen vermischt werden können. Lösungsmittel mit hohen Siedepunkten sind zu vermeiden, insbesondere als letztes Lösungsmittel. Probenmatrix-Lösungsmittel stellen oft eine gute Wahl dar.



GC Buddy, ein Vielzweck-Werkzeug für das Labor von Agilent, bietet Alles, was Sie benötigen. Best.-Nr. 5182-9765

Methanol, Methylenchlorid und Hexan werden empfohlen und funktionieren in den meisten Fällen sehr gut. Methylenchlorid kann durch Aceton ersetzt werden, um die Verwendung halogener Lösungsmittel zu vermeiden. Methylenchlorid ist aber eines der besten Spüllösungsmittel. Wenn Proben auf Wasserbasis (z. B. biologische Flüssigkeiten und Gewebe) injiziert wurden, verwenden Sie vor dem Methanol Wasser. Einige Rückstände wasserbasierter Proben sind nur in Wasser und anorganischen Lösungsmitteln löslich. Wasser und Alkohole (z. B. Methanol, Ethanol, Isopropanol) sind **nur als letztes Mittel** zum Spülen gebundener stationärer Phasen auf Polyethylenbasis (z. B. DB-WAX, DB-WAXetr, DB-FFAP, HP-Innowax) zu verwenden.

In **Tabelle 8** werden die empfohlenen Lösungsmittelvolumina für verschiedene Säulendurchmesser aufgeführt. Die Verwendung größerer Lösungsmittelvolumina ist nicht schädlich, aber selten nützlich und oft Verschwendung. Nachdem das erste Lösungsmittel dazugegeben wurde, setzen Sie das Spül-Kit unter Druck, bleiben Sie aber immer unter 20 psi/135 kPa. Verwenden Sie den höchsten Druck, der die Lösungsmittelflussrate unter 1 mL/min hält. Außer bei den meisten Säulen mit 0,53 mm ID erreicht der Druck des Spülkits 20 psi/135 kPa, bevor die Flussrate 1 mL/min erreicht wird. Längere Spülzeiten sind erforderlich, wenn schwere oder zähflüssige Lösungsmittel verwendet werden bzw. längere Säulen oder solche mit geringeren Durchmessern gespült werden. Wenn das gesamte oder der Großteil des ersten Lösungsmittel in die Säule befördert wurde, geben Sie das nächste Lösungsmittel hinzu. Das vorherige Lösungsmittel muss die Säule nicht verlassen haben, bevor das nächste Lösungsmittel zugeführt wird.

Nachdem das letzte Lösungsmittel die Säule verlassen hat, lassen Sie 5 bis 10 Minuten lang Gas durch die Säule strömen. Installieren Sie die Säule im Injektor und stellen Sie das Trägergas an. Lassen Sie 5 bis 10 Minuten lang Trägergas durch die Säule strömen. Befestigen Sie die Säule am Detektor (oder lassen Sie sie ggf. unbefestigt). Erwärmen Sie die Säule mithilfe eines Temperaturprogramms ab 40-50 °C für 2-3 °C/min, bis der obere Temperaturgrenzwert erreicht wird. Halten Sie diese Temperatur 1 bis 4 Stunden, bis die Säule vollständig konditioniert ist.

Säulenaufbewahrung

Kapillarsäulen sollten in ihrer Originalverpackung aufbewahrt werden, wenn Sie aus dem GC genommen wurden. Stecken Sie GC-Septa auf die Säulenenden, um ein Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern. Wenn die Säule wieder eingebaut wird, müssen ihre Enden um 2 - 4 cm gekürzt werden, um eventuell vorhandene kleine Septenreste zu entfernen.

Wird eine Säule in einem erwärmten GC gelassen, sollte stets Trägergas fließen. Der Trägergasdurchfluss kann nur abgeschaltet werden, wenn der Ofen, Injektor, Detektor sowie die Transferkapillaren ausgeschaltet (d. h. nicht erhitzt) sind. Ohne Trägergasdurchfluss wird der erhitzte Teil der Säule beschädigt.

Tabelle 8:
Lösungsmittelvolumina zum Spülen von Säulen

Säulen-ID (mm)	Lösungsmittelvolumen (ml)
0,18-0,2	3-4
0,25	4-5
0,32	6-7
0,45	7-8
0,53	10-12

Bei Verwendung größerer Volumina wird die Säule nicht beschädigt.



Eingrenzung von Problemen

Der erste Schritt jeder Fehlersuche ist ein Rückblick auf die Analysensituation. Wenn Sie versuchen, ein Problem rasch zu lösen, können Sie manchmal wichtige Punkte oder Hinweise auf Fehler übersehen. Sehen Sie sich das Chromatogramm an, ob Sie zusätzlich zu Ihrem aktuellen Problem noch andere Veränderungen feststellen. Viele Probleme äußern sich noch in weiteren Symptomen. Retentionszeitverschiebungen, geändertes Basislinienrauschen oder Änderungen der Peakform sind nur einige Hinweise auf eine mögliche Ursache oder deren Eingrenzung. Prüfen Sie auch jede Änderung oder Abweichung bezüglich der Proben. Lösungsmittel, Probenflaschen, Pipetten, Aufbewahrung, Alter der Probe, Extraktion, Probenvorbereitung und viele andere Faktoren, die Einfluss auf die Probe haben, können für Probleme verantwortlich sein.

Naheliegende Fehler

Erstaunlich viele Probleme betreffen ganz einfache und oft übersehene Punkte im Verlauf der chromatographischen Analyse. Vieles davon wird in der täglichen Arbeit am GC als klar und sicher angenommen und als selbstverständlich betrachtet ("Einstellen und vergessen"). Überprüfen Sie deshalb Folgendes:

- Gase: Druck, durchschnittliche lineare Flussgeschwindigkeit des Trägergases und Flussraten (Detektor, Splitauslass, Septumspülung)
- Temperaturen: Säule, Injektor, Detektor und Transferleitungen
- Systemparameter: Spülzeiten, Detektorabschwächung und -bereich, Massenbereiche usw.
- Gasleitungen und Gasreinigung: Sauberkeit, Undichtigkeiten und Ablaufdatum
- Injektorteile: Septa, Liner, O-Ringe und Ferrule
- Probenintegrität: Konzentration, Zersetzung, Lösungsmittel und Lagerung
- Spritzen: Handhabung, Dichtigkeit, Nadelschärfe und Sauberkeit
- Datensystem: Einstellungen und Anschlüsse



Tipps

Weil Agilent sich stets dazu verpflichtet fühlt, Ihr Chromatographie-Partner zu sein, haben wir eine Serie von GC-Fehlersuchvideos mit Daron Decker, einem GC-Anwendungsspezialisten, und Herb Brooks, einem Agilent Servicetechniker, produziert. Diese Videos finden Sie unter: www.agilent.com/chem/gctroubleshooting

Die häufigsten Probleme

Geisterpeaks oder Verschleppung

Geisterpeaks und Verschleppung sind meist auf Verunreinigungen im System zurückzuführen. Wenn die zusätzlichen Geisterpeaks die gleiche Breite und Retentionszeit wie die Probenpeaks haben, wurde die Verunreinigung sehr wahrscheinlich zur gleichen Zeit wie die Probe in die Säule eingebracht. Diese zusätzlichen Substanzen können aus dem Injektor oder aus der Probe stammen. Verunreinigungen in Lösungsmitteln, Probenflaschen, Verschlüssen und Spritzen sind nur einige der möglichen Quellen. Das Einspritzen von Proben- und Lösungsmittel-Leerwerten hilft manchmal, die Ursache der Verunreinigung aufzufinden. Wenn die Geisterpeaks wesentlich breiter als die Probenpeaks sind, haben sich die Verunreinigungen bereits vor der Injektion in der Säule befunden. Diese Substanzen haben sich bereits am Ende des letzten Analysenlaufes in der Säule befunden. Sie werden bei einem späteren Analysenlauf eluiert und sind oft sehr breit. Manchmal überlagern sich viele Geisterpeaks aus verschiedenen Einspritzungen und erscheinen als Buckel. Dies erweckt oft den Anschein einer driftenden oder wandernden Basislinie.

Eine Methode zur Minimierung oder Eliminierung von Geisterpeaks ist die Verlängerung der Verweilzeit auf Maximaltemperatur am Ende des Temperaturprogramms. Alternativ dazu kann nach jedem Lauf oder nach einer Reihe von Läufen ein kurzes Ausheizen der Säule durchgeführt werden.

Kondensationstest

Machen Sie diesen Test immer dann, wenn Sie vermuten, dass der Injektor oder das Trägergas verunreinigt sind (z. B. bei Geisterpeaks oder wandernden Basislinien).

1. Heizen Sie den GC bei 40 - 50 °C 8 Stunden oder länger.
2. Führen Sie einen Analysenlauf mit den normalen Temperaturbedingungen und Geräteeinstellungen, aber ohne Probe durch (d. h., Sie starten den GC, spritzen aber nicht ein).
3. Heben Sie das Chromatogramm von diesem Lauf auf.
4. Wiederholen Sie sofort, nachdem dieser Lauf beendet ist, das Ganze noch einmal. Zwischen dem ersten und dem zweiten Lauf dürfen nicht mehr als 5 Minuten liegen.
5. Vergleichen Sie das zweite Chromatogramm mit dem ersten.
6. Wenn das zweite Chromatogramm wesentlich mehr Peaks und eine instabilere Basislinie aufweist, ist die Trägergasleitung bzw. das Trägergas verunreinigt.
7. Wenn das zweite Chromatogramm nur wenige Peaks oder eine geringe Drift der Basislinie zeigt, ist das Trägergas bzw. die Trägergasleitung relativ sauber.





Anleitungen zur Fehlersuche

Übermäßiges Basislinienrauschen

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Injektorkontamination	Injektor reinigen, Liner und Golddichtung ersetzen	Kondensationstest durchführen; Gasleitungen müssen evtl. ebenfalls gereinigt werden
Säulenkontamination	Säule ausheizen	Ausheizen auf 1-2 Stunden begrenzen
	Säule mit Lösungsmittel spülen	Nur für gebundene sowie quervernetzte Phasen Auf Einlasskontamination prüfen
Detektorkontamination	Detektor reinigen	In der Regel nimmt das Rauschen über Zeit zu, nicht plötzlich
Gase kontaminiert oder von geringer Qualität	Gase höherer Güte verwenden; auch auf abgelaufene Gasfilter oder Lecks prüfen	Erfolgt in der Regel nach Auswechseln einer Gasflasche
Säule zu weit in Detektor eingeführt	Säule neu installieren	Korrekte Einführdistanz ist dem GC-Handbuch zu entnehmen
Detektor-Gasflussraten nicht korrekt	Flussraten auf empfohlene Werte einstellen	Korrekte Flussraten sind dem GC-Handbuch zu entnehmen
Leck bei Verwendung von MS, ECD oder WLD	Leck suchen und beheben	In der Regel an den Säulen-Fittings oder am Injektor
Altes Detektor-Filament, alte Lampe oder Elektronenvervielfacher	Jeweiliges Teil ersetzen	
Septumersetzung	Septum ersetzen	Bei Hochtemperatur-Anwendungen geeignetes Septum verwenden

Basislinieninstabilität oder -störungen

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Injektorkontamination	Injektor reinigen	Kondensationstest durchführen; Gasleitungen müssen evtl. ebenfalls gereinigt werden
Säulenkontamination	Säule ausheizen	Ausheizen auf 1-2 Stunden begrenzen
Detektor nicht equilibriert	Detektor stabilisieren lassen	Einige Detektoren benötigen für die vollständige Stabilisierung evtl. bis zu 24 Stunden
Unvollständig konditionierte Säule	Säule vollständig konditionieren	Für Spurenanalytik wichtiger
Änderung der Trägergasflussrate während des Temperaturprogramms	In vielen Fällen normal	MS, WLD und ECD reagieren auf Änderungen der Trägergasflussrate

Peaktailing

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Säulenkontamination	Säule trimmen	0,5-1 Meter an der Säulenvorderseite entfernen
	Säule mit Lösungsmittel spülen	Nur für gebundene sowie quervernetzte Phasen Auf Einlasskontamination prüfen
Säulenaktivität	Irreversibel Säule ersetzen	Betrifft nur aktive Substanzen
Lösungsmittel-Phasenpolarität stimmt nicht überein	Probenlösungsmittel durch einzelnes Lösungsmittel ersetzen	Mehr Tailing bei früh eluierenden Peaks oder den der Lösungsmittelvorderseite am nächsten liegenden
	Retention-Gap verwenden	3-5 Meter Retention-Gap reicht aus
Lösungsmittel-Wirkverletzung für splitlose oder On-Column-Injektionen	Anfangssäulentemperatur verringern	Peaktailing nimmt mit Retention ab
Splitverhältnis zu niedrig	Splitverhältnis erhöhen	Durchfluss vom Splitauslass sollte 20 mL/min oder mehr betragen
Mangelhafte Säuleninstallation	Säule neu installieren	Mehr Tailing für früh eluierende Peaks
Einige aktive Substanzen weisen immer Tailing auf	Keine	Bei Aminen und Carboxylsäuren am häufigsten

Splitpeaks

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Injektionstechnik	Verfahren ändern	In der Regel auf fehlerhafte Kolbendepression oder Probe in der Spritzennadel zurückzuführen. Automatischen Injektor verwenden
Gemischtes Probenlösungsmittel	Probenlösungsmittel durch einzelnes Lösungsmittel ersetzen	Für Lösungsmittel mit großen Polaritäts- oder Siedepunktunterschieden am schlimmsten
Mangelhafte Säuleninstallation	Säule neu installieren	In der Regel fehlerhafte Einführdistanz
Probenzersetzung im Injektor	Injektortemperatur reduzieren	Ist die Temperatur zu niedrig, kann es zu Peakverbreiterung oder -tailing kommen
	Änderung an On-Column-Injektion	Erfordert On-Column-Injektor
Schlechte Probenfokussierung	Retention-Gap verwenden	Für splitlose und On-Column-Injektion

Retentionszeitverschiebung

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Änderung der Trägergasgeschwindigkeit	Trägergasgeschwindigkeit prüfen	Alle Peaks mit Verschiebung in der gleichen Richtung um ungefähr die gleiche Menge
Änderung der Säulentemperatur	Säulentemperatur überprüfen	Nicht alle Peaks werden um gleiche Menge verschoben
Änderung der Säulengröße	Säulenidentität überprüfen	
Umfassende Änderung der Substanzkonzentration	Andere Probenkonzentration ausprobieren	Kann sich auch auf benachbarte Peaks auswirken. Probenüberladung wird durch erhöhtes Splitverhältnis oder Probenverdünnung korrigiert.
Leck am Injektor	Injektor auf Leck überprüfen	In der Regel ändert sich auch die Peakgröße
Blockierung in einer Gasleitung	Verstopfte Leitung reinigen oder ersetzen	An Splitleitung häufiger; auch Durchflussregler und Magnetventile überprüfen
Septumleck	Septum ersetzen	Auf Nadelhaken prüfen
Probe-Lösungsmittel-Inkompatibilität	Probenlösungsmittel durch einzelnes Lösungsmittel ersetzen Retention-Gap verwenden	Für splitlose Injektion





Änderung der Peakgröße

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Änderung der Detektorantwort	Gasdurchflüsse, Temperaturen und Einstellungen überprüfen	Es sind evtl. nicht alle Peaks gleichermaßen betroffen
	Untergrundlevel oder Rauschen überprüfen	Kann durch Systemkontamination und nicht durch den Detektor verursacht werden
Änderung des Splitverhältnisses	Splitverhältnis überprüfen	Es sind evtl. nicht alle Peaks gleichermaßen betroffen
Änderung der Spülaktivierungszeit	Spülaktivierungsleitung überprüfen	Für splitlose Injektion
Änderung des Injektionsvolumens	Injektionsverfahren überprüfen	Injektionsvolumina nicht linear
Änderung der Probenkonzentration	Probenkonzentration überprüfen und verifizieren	Änderungen können auch durch Zersetzung, Verdunstung oder Abweichungen der Probenkonzentration oder des pH-Werts verursacht werden
Leck in der Spritze	Andere Spritze verwenden	Probenlecks nach dem Kolben oder um die Nadel; Lecks sind oft schwer ersichtlich
Säulenkontamination	Säule trimmen	0,5-1 Meter an der Säulenvorderseite entfernen
	Säule mit Lösungsmittel spülen	Nur für gebundene sowie quervernetzte Phasen
Säulenaktivität	Irreversibel	Betrifft nur aktive Substanzen
Koelution	Säulentemperatur oder stationäre Phase ändern	Säulentemperatur verringern und auf Anwesenheit einer Peakschulter oder eines Peaktail prüfen
Änderung der Injektordiskriminierung	Gleiche Injektorparameter beibehalten	Bei Splitinjektionen am schwerwiegendsten
Probenrückfluss	Weniger einspritzen, größeren Liner verwenden, Einlasstemperatur reduzieren	Weniger Lösungsmittel und höhere Flussraten sind am nützlichsten
Zersetzung aufgrund von Einlasskontamination	Injektor reinigen, Liner und Golddichtung ersetzen	Nur deaktivierte Liner und Glaswolle im Einlass verwenden

Auflösungsverlust

Mögliche Ursache	Lösung	Anmerkungen
Reduzierte Trennung		
Unterschiedliche Säulentemperatur	Säulentemperatur überprüfen	Differenzen bei anderen Spitzen sichtbar
Unterschiedliche Säulengrößen oder -phase	Säulenidentität überprüfen	Differenzen bei anderen Spitzen sichtbar
Koelution mit anderem Peak	Säulentemperatur ändern	Säulentemperatur verringern und auf Anwesenheit einer Peakschulter oder eines Peaktail prüfen
Erhöhte Peakbreite		
Änderung der Trägergasgeschwindigkeit	Trägergasgeschwindigkeit prüfen	Die Retentionszeit wird ebenfalls geändert
Säulenkontamination	Säule trimmen	0,5-1 Meter an der Säulenvorderseite entfernen
	Säule mit Lösungsmittel spülen	Nur für gebundene sowie quervernetzte Phasen
Änderung am Injektor	Injektoreinstellungen überprüfen	Typische Bereiche: Splitverhältnis, Liner, Temperatur, Injektionsvolumen
Änderung der Probenkonzentration	Andere Probenkonzentration ausprobieren	Peakbreiten nehmen bei höheren Konzentrationen zu
Unzureichende Lösungsmittelwirkung, mangelnde Fokussierung	Ofentemperatur senken, besseres Lösungsmittel, Probenphasen-Polaritäts-Übereinstimmung verbessern, Retention-Gap verwenden	Für splitlose Injektion

Grundlagen der GC-Methodenentwicklung

Entwicklung eines systematischen, strukturierten Ansatzes zur GC-Methodenentwicklung.

Vom Aufsetzen des Geräts zum Anpassen der Temperatur und der Flussraten – eine effektive Methodenentwicklung ist die Voraussetzung für das Erzielen einer ausgezeichneten Leistungsfähigkeit und zuverlässiger Ergebnisse.

Deshalb haben wir die wichtigsten Methodenentwicklungsverfahren alle hier zusammengestellt, sodass Sie sie sofort zur Verfügung haben:

- Auflösungsmaximierung und Verkürzen der Analysezeit durch Bestimmung der optimalen durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit des Trägergases.
- Auswahl der Standardinjektoreinstellungen für verschiedene Probentypen einschl. flüchtiger Proben (wie z.B. Lösungsmittel) und solcher mit hohem Siedepunkt (wie Steroide, Triglyceride und Tenside).
- Bestimmung, ob ein Temperaturprogramm oder ein isothermer Temperaturzustand für Ihre Anwendung am besten geeignet ist.
- Perfektionieren Sie die neuesten Verfahren zur Entwicklung eines Temperaturprogramms, einschließlich Einstellung der Anfangstemperatur und Verweilzeit, Anpassen der Anstiegsrate zur Verbesserung der Auflösung in der Mitte eluierender Peaks, Bestimmung von Endtemperatur und -zeit und Bestätigung der Peakidentitäten.

Mithilfe der Empfehlungen in diesem Abschnitt können Sie Produktivität, Qualität und Kosteneffektivität in jede von Ihnen entwickelte Methode integrieren.





Ermitteln der besten durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit des Trägergases

Die Bestimmung der besten durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit ist sehr einfach und benötigt nur wenige Tests. Wasserstoff bietet die beste Auflösung in der kürzesten Zeit. Helium bietet eine ähnliche Auflösung, aber bei einer längeren Analysezeit. Stickstoff wird aufgrund der extrem langen Analysezeiten nicht für die Verwendung mit Kapillarsäulen empfohlen.

Wird Helium als Trägergas verwendet, versuchen Sie es mit einer anfänglichen durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit von 30 cm/s. Ist eine höhere Auflösung erforderlich, reduzieren Sie die Geschwindigkeit auf nicht weniger als 25 cm/s. Dadurch wird aber die Analysezeit verlängert. Ist eine kürzere Analysezeit erforderlich, erhöhen Sie die Geschwindigkeit auf 35 bis 40 cm/sec. Dies kann potenzielle Auflösungsverluste mit sich bringen. Evtl. ist auch eine geringfügige Anpassung der Ofentemperatur erforderlich. Durchschnittliche lineare Geschwindigkeiten von 30-35 cm/s werden für viele Analysen mit Helium als Trägergas eingesetzt.

Wird Wasserstoff als Trägergas verwendet, versuchen Sie es mit einer anfänglichen durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit von 60 cm/s. Ist eine höhere Auflösung erforderlich, reduzieren Sie die Geschwindigkeit auf nicht weniger als 50 cm/s. Dadurch wird aber die Analysezeit verlängert. Ist eine kürzere Analysezeit erforderlich, erhöhen Sie die Geschwindigkeit auf 75 bis 80 cm/sec. Dies kann potenzielle Auflösungsverluste mit sich bringen. Evtl. ist auch eine geringfügige Anpassung der Ofentemperatur erforderlich. Durchschnittliche lineare Geschwindigkeiten von 60-70 cm/s werden für viele Analysen mit Wasserstoff als Trägergas eingesetzt.

Durch den Vergleich der Chromatogramme bei verschiedenen durchschnittlichen linearen Geschwindigkeiten sind Retentions- und Auflösungsunterschiede feststellbar. Manchmal sind unterschiedliche durchschnittliche lineare Geschwindigkeiten für unterschiedliche Peaks im gleichen Chromatogramm am besten geeignet. In diesen Fällen wird in der Regel eine Kompromissgeschwindigkeit ausgewählt. Außer bei Stickstoff wirken sich geringfügige Änderungen der durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit (<2 cm/s) nur selten signifikant auf die Auflösung aus. Wenn Sie mit den durchschnittlichen linearen Geschwindigkeiten experimentieren, versuchen Sie es mit Werten, die sich um mind. 3-4 cm/s unterscheiden.

Standard-Injektoreinstellungen

Eine Injektortemperatur von 250 °C reicht für fast alle Proben aus. Für flüchtige Proben wie z. B. flüchtige Lösungsmittel wird eine Injektortemperatur von 150-200 °C empfohlen. Für Proben mit hohem Siedepunkt wie Steroide, Triglyceride oder Tenside wird eine Injektortemperatur von 275-300 °C empfohlen. Vergewissern Sie sich, dass das Septum die hohe Injektortemperatur tolerieren kann.

Standard-Injektoreinstellungen

	Megabore direkt	Split	Splitlos
Temperatur:	250 °C	250 °C	250 °C
Liner:	Direkte Flash-Verdampfung	Gerade Kapillare oder Sanduhrform	Gerade Kapillare mit Restriktion unten
Injektion:	1 µL	1 µL	1 µL
Splitverhältnis:		1:50	
Spüldauer			0,5 Minuten



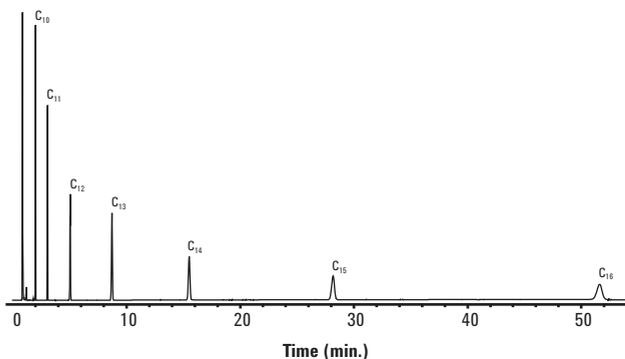
Die meisten Proben können mithilfe eines breiten Bereichs von Injektorbedingungen oder -parameter analysiert werden. Dies führt zu einem recht standardmäßigen Satz von Injektorbedingungen, die für die meisten Proben geeignet sind. Weil die Standardinjektorbedingungen für 80-90 % aller Proben geeignet sind, sind diese Bedingungen ein guter Ausgangspunkt zur Entwicklung einer neuen Methode.

Ofentemperaturen

Isotherme Temperaturbedingungen umfassen das Bewahren einer konstanten Ofentemperatur während des gesamten GC-Laufs. Isotherme Temperaturbedingungen werden für gelöste Stoffe mit ähnlicher Retention eingesetzt. Retentionsunterschiede für unterschiedliche gelöste Stoffe können für isotherme Temperaturbedingungen recht schwerwiegend sein. Peakbreiten nehmen bei der Retention für isotherme Bedingungen rapide zu (**Abbildung 10a**). Deshalb sind isotherme Temperaturbedingungen nur für eine begrenzte Anzahl von Analysen geeignet.

Abbildung 10a: Isothermer Zustand

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm , 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 100 °C isotherm





Warnung zur Anpassung von Temperaturprogrammen

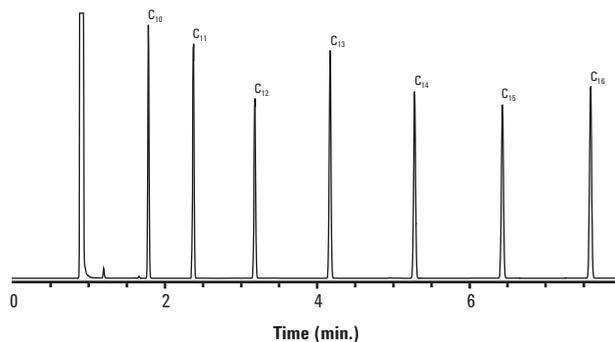
Wenn ein Temperaturprogramm geändert wird, ist die Bestätigung der Peakidentitäten im neuen Chromatogramm von grundlegender Bedeutung. Die Peakretentionsreihenfolgen können sich bei einer Änderung des Temperaturprogramms ändern (sog. Peakinversionen). Häufige Folgen nicht festgestellter Peakinversionen sind die fehlerhafte Identifizierung von Peaks oder ein anscheinender Peakverlust (eigentlich Koeluiieren mit einem anderen Peak). Dies gilt insbesondere für die am stärksten polaren stationären Phasen.

Die meisten Analysen erfordern die Verwendung eines Temperaturprogramms. Ein Temperaturprogramm umfasst das Erhitzen des Ofens bei einer kontrollierten Rate während des Laufs. Dies ermöglicht die schnellere Analyse gelöster Stoffe mit unterschiedlicher Retention, und es tritt nur eine geringe Peakverbreiterung bei Retentionssteigerung auf (**Abbildung 10 b**). Die Hauptnachteile eines Temperaturprogramms bestehen darin, dass die Methodenentwicklung schwieriger ist und die GC-Ofenabkühlzeit zwischen Analysen länger dauert. Bei der Ermittlung eines optimalen Temperaturprogramms für eine Analyse gibt es keine besonderen Tricks. In der Regel muss etwas ausprobiert werden.

Wenn mehrere Versuche mit unterschiedlichen Temperaturprogrammen nicht zu einer zufriedenstellenden Peakauflösung geführt haben, ist evtl. ein anderer Ansatz erforderlich. Einige Substanzen können mit einer bestimmten stationären Phase nicht mit einem normalen Temperaturprogramm getrennt werden, daher ist evtl. eine andere stationäre Phase erforderlich. Eventuell führt auch die Erhöhung der theoretischen Bodenzahlen zum Erfolg. Die Optimierung der durchschnittlichen linearen Geschwindigkeit des Trägergases, Verbesserung der Injektoreffizienz oder Verwendung einer effizienteren Säulengröße können die gewünschte Auflösung bieten.

Abbildung 10b: Temperaturprogrammzustand

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 60 °C für 1 min, 60-180 °C bei 20 °C/min



Entwicklung eines Temperaturprogramms

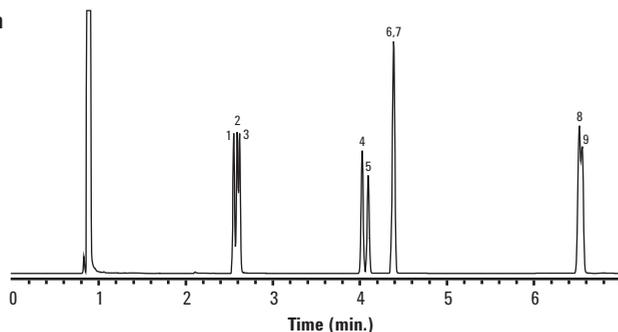
Verwendung eines linearen Temperaturprogramms als Ausgangspunkt

Wenn keine Informationen aus vorherigen Analysen als Anleitung zur Verfügung stehen, besteht der erste Schritt bei der Programmentwicklung darin, es mit einem einfachen, linearen Temperaturprogramm zu probieren. Dadurch erhalten Sie Informationen zu den Retentionseigenschaften der gelösten Stoffe. Beginnen Sie mit einer Anfangstemperatur von 50 °C (oder 10 °C unter dem Siedepunkt Ihres Probelösungsmittels), einer Anstiegsrate von 10 °C/min, einer Endtemperatur, die dem isothermen Temperaturgrenzwert der Säule entspricht, und einer Endverweilzeit von ca. 30 Minuten. Die lange Endverweilzeit soll gewährleisten, dass alle gelösten Stoffe aus der Säule eluiert werden. Das Programm kann mehrere Minuten nach dem Eluieren des letzten gelösten Stoffes aus der Säule angehalten werden. Dies kann vor dem Erreichen der Endtemperatur erfolgen (**Abbildung 11**). Nach Erhalten eines Chromatogramms mithilfe eines einfachen, linearen Temperaturprogramms bestehen die nächsten Schritte darin, die verschiedenen Programmkomponenten so anzupassen, dass eine adäquate Auflösung und möglichst kurze Analysezeit erzielt werden.

Abbildung 11: Einfaches, lineares Temperaturprogramm

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 50-130 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol



Anpassen der Anfangstemperatur und Verweilzeit

Zur Verbesserung der Auflösung frühzeitig eluierender Peaks verringern Sie die Anfangstemperatur oder verlängern Sie die anfängliche Haltezeit. Die Verringerung der Anfangstemperatur führt in der Regel zur größten Auflösungsverbesserung, doch werden dadurch die Analysezeiten beträchtlich verlängert (**Abbildung 12a**). Darüber hinaus werden die Abkühlzeiten zwischen Läufen evtl. signifikant verlängert, insbesondere beim Abkühlen unter 50 °C. Es ist oft nicht möglich, einen GC-Ofen auf einen Wert unter 35 °C abzukühlen, ohne Kältemittel einzusetzen. Die Auflösung der später eluierenden Peaks wird durch die Senkung der Anfangstemperatur nur minimal beeinflusst, insbesondere bei längeren Säulen. Tritt beim ursprünglichen linearen Temperaturprogramm eine übermäßige Auflösung auf, erhöhen Sie die Anfangstemperatur, um die Auflösung und die Analysezeit zu reduzieren. Die Auflösung später eluierender Peaks kann ebenfalls durch Erhöhung der Anfangstemperatur reduziert werden.

Eine Verlängerung der Haltezeit zu Beginn verbessert ebenfalls die Auflösung der früh eluierenden Peaks. Die Verbesserung ist aber kleiner als beim Senken der Anfangstemperatur (**Abbildungen 12b und c**). Die Auflösung später eluierender Peaks wird von einer Änderung der Haltezeit zu Beginn nur minimal beeinflusst. Das Senken der Anfangstemperatur und Verlängerung der anfänglichen Haltezeit in Kombination können die Auflösung frühzeitig eluierender Peaks verbessern (**Abbildung 12d**). Verweilzeiten sollten auf maximal 5 Minuten begrenzt werden. Peaks, die gegen Ende der Haltezeit eluieren, können eine Peakverbreiterung und damit eine geringere Auflösung aufweisen.

Abbildung 12a: Entwicklung von Temperaturprogrammen: Verringerung der Anfangstemperatur

Säule: DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40-130 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

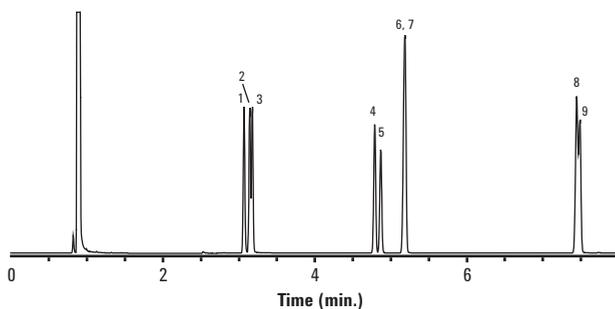


Abbildung 12b: Entwicklung von Temperaturprogrammen: Verlängerung der anfänglichen Haltezeit

Säule: DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 50 °C für 2 min, 50-130 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

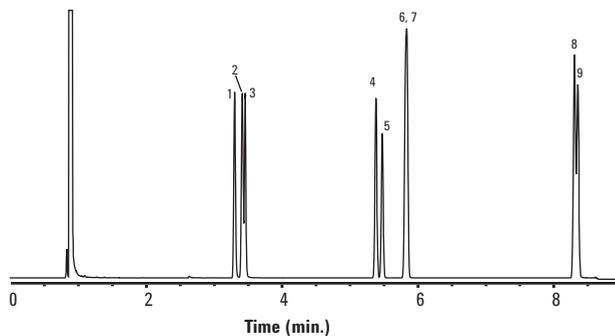


Abbildung 12c: Entwicklung von Temperaturprogrammen: Verlängerung der anfänglichen Haltezeit

Säule: DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 50 °C für 4 min, 50-130 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

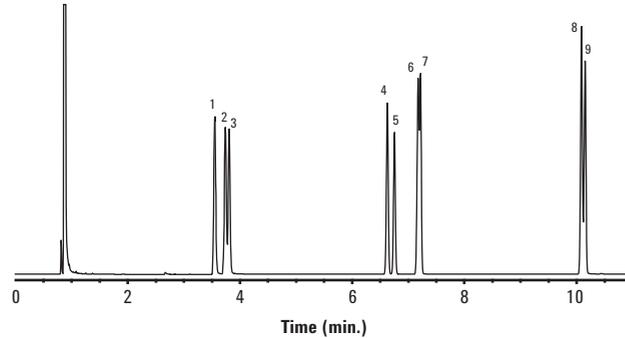
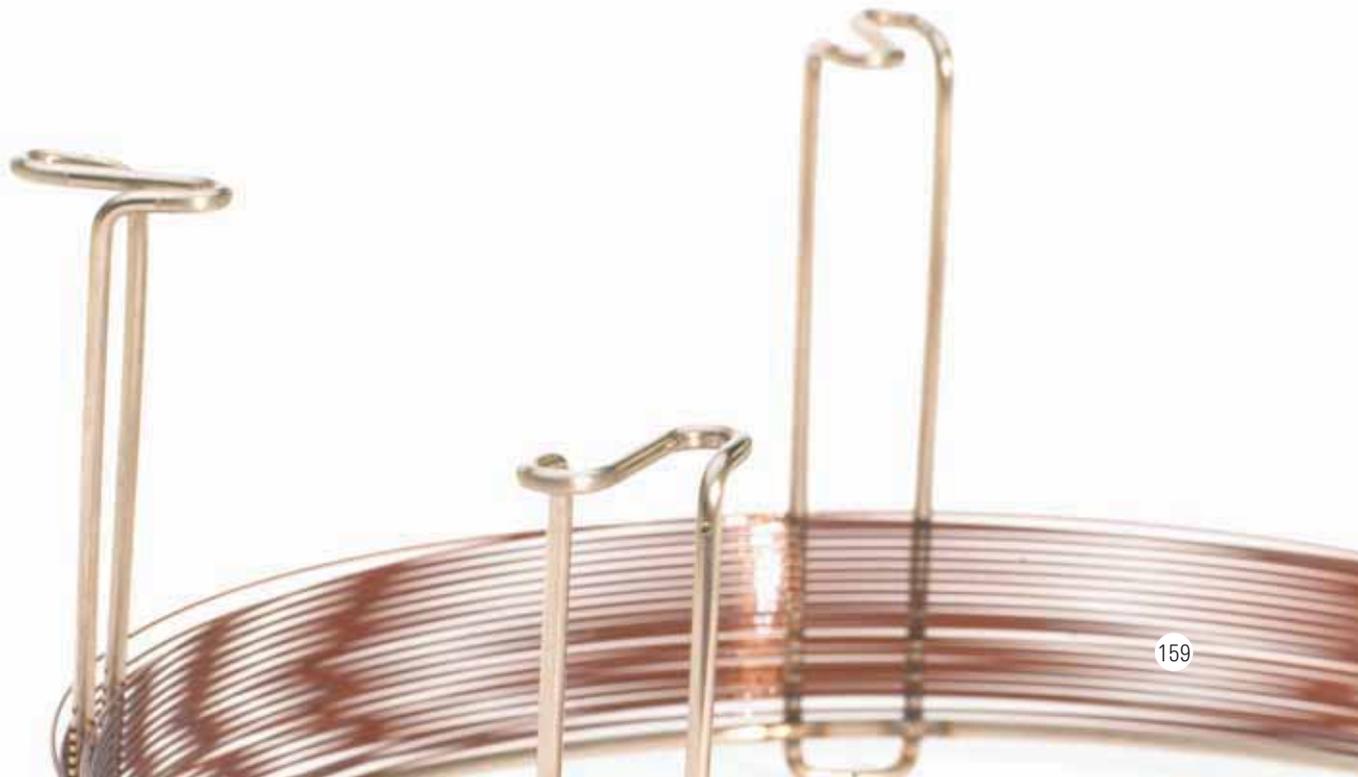
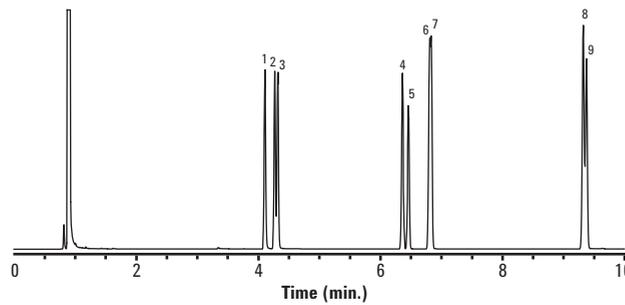


Abbildung 12d: Entwicklung von Temperaturprogrammen: Verringerung der Anfangstemperatur und Verlängerung der anfänglichen Haltezeit

Säule: DB-1, 15 m x 0,32 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40 °C für 2 min, 40-130 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol



Anpassen der Anstiegsrate

Die Auflösung der in der Mitte des Chromatogramms eluierenden Peaks kann durch Änderung der Anstiegsrate geändert werden. Bei einer übermäßigen Peakauflösung kann die Anstiegsrate reduziert werden, um Auflösung und Analysezeit zu reduzieren. Ist die Auflösung nicht ausreichend, senken Sie die Anstiegsrate, doch wird dadurch die Analysezeit verlängert (**Abbildung 13a**). Beim Senken der Anstiegsrate kommt es oft zu einer besseren Auflösung später eluierender Peaks. Ändern Sie die Anstiegsrate nur in Schritten von ca. 5 °C/min. Viel größere bzw. kleinere Änderungen verursachen in der Regel massive bzw. insignifikante Änderungen. Änderungen der Anfangstemperaturen und -zeiten in Kombination mit der Anstiegsrate können sich auf einen großen Abschnitt des Chromatogramms auswirken (**Abbildung 13b**).

Abbildung 13a: Änderung der Anstiegsrate

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 50-120 °C bei 5 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

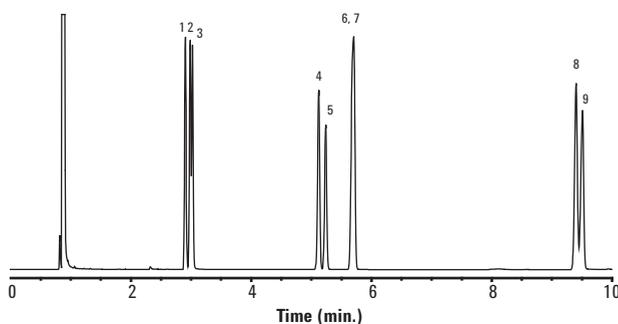
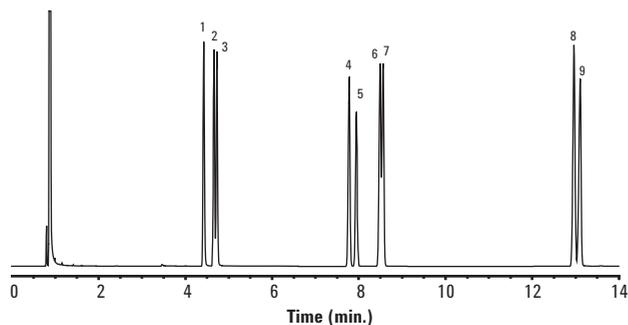


Abbildung 13b: Änderung der Anstiegsrate

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40 °C für 2 min, 40-120 °C bei 5 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

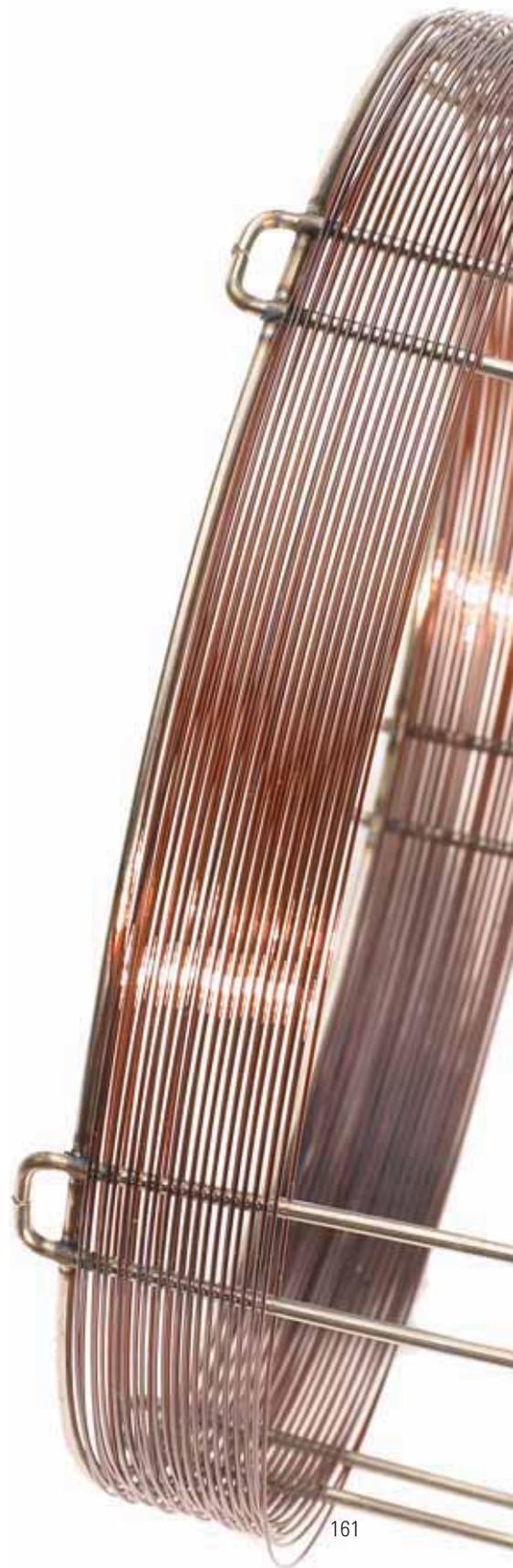
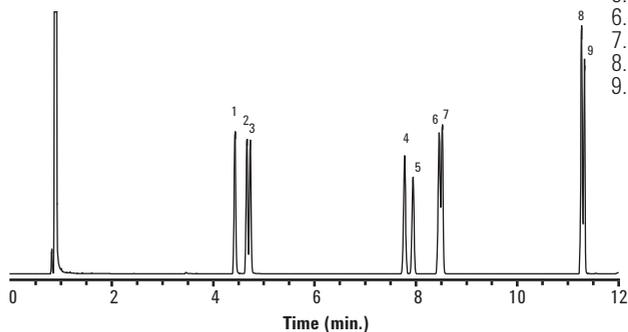


Es können mehrere Anstiegsraten verwendet werden, um kleinere Regionen des Chromatogramms zu beeinflussen. Beispiel: Wenn eine Anstiegsrate von 5 °C/min für einen früheren Abschnitt des Chromatogramms gut geeignet und eine von 15 °C/min für einen späteren Abschnitt besser geeignet ist, können beide Anstiegsraten in einem einzigen Programm verwendet werden (**Abbildung 14**).

Abbildung 14: Verwendung mehrerer Anstiegsraten

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40 °C für 2 min, 40-70 °C bei 5 °C/min, 70-130 °C bei 15 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol



Eine weitere Option zur Änderung der Auflösung von Peaks in der Mitte des Chromatogramms besteht darin, eine Verweilzeit mitten im Anstieg zu verwenden. Darunter versteht man einen mehrere Minuten langen isothermen Bereich an einer beliebigen Stelle im Temperaturanstieg. Beispiel: Das Temperaturprogramm von 50-100 °C bei 10 °C/min, 100 °C für 3 min, 100-300 °C bei 10 °C/min enthält eine Verweilzeit mitten im Anstieg. Um eine geeignete Verweiltemperatur zu bestimmen, berechnen Sie den Ofentemperaturbereich beim Eluieren des ersten Peaks von Interesse. Verwenden Sie eine Verweiltemperatur, die 20-30 °C unter dieser Temperatur liegt. Verweilzeiten von 2-5 Minuten sind am effektivsten. Kürzere bzw. längere Zeiten haben oft keine oder gar schädliche Auswirkungen auf die Peakauflösung. Probieren Sie mehrere verschiedene Temperaturen und Verweilzeiten aus, da bereits geringfügige Änderungen signifikant sein können (**Abbildungen 15a und b**). Verwenden Sie nur eine Verweilzeit mitten im Anstieg, wenn andere Temperaturprogrammänderungen wirkungslos sind.

Abbildung 15a: Verwendung von Verweilzeiten mitten im Anstieg

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40-70 °C bei 10 °C/min, 70 °C für 3 min, 70-120 °C bei 10 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol

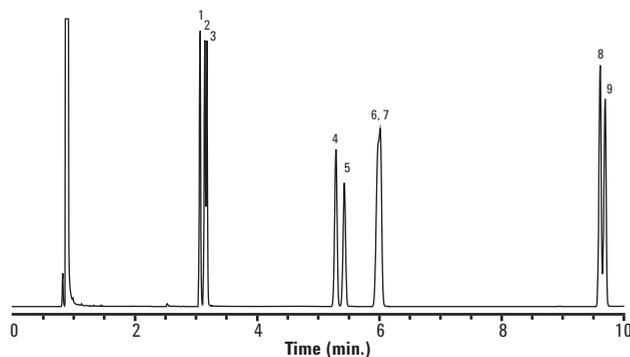
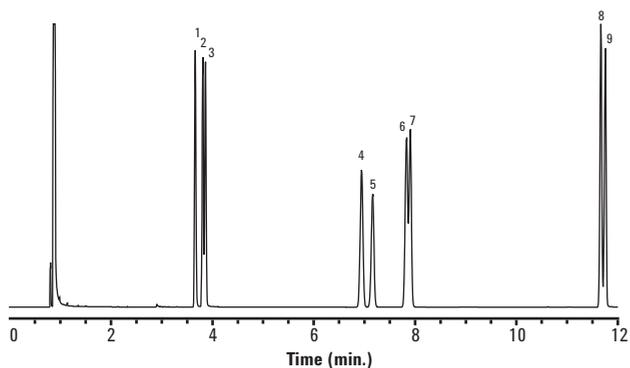


Abbildung 15b: Verwendung von Verweilzeiten mitten im Anstieg

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm
Träger: Helium bei 30 cm/s
Ofen: 40-60 °C bei 5 °/min, 60 °C für 3 min, 60-120 °C bei 5 °C/min

1. 3-Heptanon
2. 2-Heptanon
3. Cyclohexanon
4. 1,3-Dichlorbenzol
5. 1,4-Dichlorbenzol
6. 1,2-Dichlorbenzol
7. Iodbenzol
8. Naphthalen
9. 3-Nitrobenzol



Endtemperatur und -zeit

Halten Sie das Temperaturprogramm kurz nach Eluieren des letzten Peaks aus der Säule an. Falls die Temperaturobergrenze der Säule erreicht ist und noch immer Peaks eluieren, ist eine Haltezeit am Ende des Temperaturprogramms erforderlich. Verwenden Sie nur eine abschließende Verweilzeit, wenn der Temperaturgrenzwert erreicht wurde und Substanzen weiterhin eluiert werden. Alle Peaks, die bei isothermen Temperaturbedingungen eluiert werden, werden beträchtlich breiter, wenn die Peakretention zunimmt. Falls die Säule eine höhere maximale Temperaturprogrammgenze aufweist, können Sie den GC weiter bis zu diesem Temperaturlimit aufheizen. Sie sollten diese Temperatur aber maximal 20 Minuten halten.

Extrahierte Proben enthalten oft Substanzen, die nach dem letzten gelösten Stoff von Interesse eluiert werden. Die Endtemperatur bzw. -verweilzeit muss hoch/lang genug sein, um die Elution dieser Substanzen zu gewährleisten. Sie können es mit höheren Endtemperaturen oder längeren Haltezeit versuchen, bis sicher ist, dass alle gelösten Stoffe für jeden Lauf aus der Säule eluiert werden. Wenn Teile zuvor injizierter Proben während späterer Injektionen in der Säule verbleiben, kommt es zu Säulenkontamination.



Technische Support an Ihrem Arbeitsplatz

Haben Sie Fragen zur Hardware, Software, Applikation, zur Reparatur von Geräten oder zu einem Problem? Der Technische Kundendienst von Agilent kann Ihre Fragen beantworten. Durch jahrelange Labortätigkeit verfügt der technische Kundendienst von Agilent über ein fundiertes Wissen und die nötige Erfahrung.

Bei Fragen zu Verbrauchsmaterialien in diesem Katalog setzen Sie sich bitte mit Ihrer zuständigen Agilent Verkaufsniederlassung in Verbindung. Auf unserer Webseite www.agilent.com/chem/techsupport finden Sie eine Fülle an Grundlagen, Tipps und Anleitungen, einschließlich:

- Häufig gestellte Fragen (Frequently Asked Questions)
- Downloads und Dienstprogramme
- Videos zur Installation und Wartung
- Interaktive Fehlersuche
- Hinweise zur Garantie
- Kontaktinformationen für technischen Support



Weil Agilent sich stets dazu verpflichtet fühlt, Ihr Chromatographie-Partner zu sein, haben wir eine Serie von GC-Fehlersuchvideos mit Daron Decker, einem GC-Anwendungsspezialisten, und Herb Brooks, einem Agilent Servicetechniker, produziert. Diese Videos finden Sie unter: www.agilent.com/chem/gctroubleshooting





Agilent e-Seminare

Kostenlose e-Seminare von Agilent bieten einfachen Zugang zu neuesten Technologien und Entwicklungen

Mit unterschiedlichen Angeboten zu den Themen Fehlerbehebung, Wartung, Informatik, Compliance und Industrie-Applikationen bieten Agilent e-Seminare eine einfache Möglichkeit, aktuelle Informationen zu erhalten. Aufwändige, kostenintensive Anreisen sind nicht erforderlich. Diese 60- bis 90-minütigen Online-Seminare werden fortlaufend angeboten:

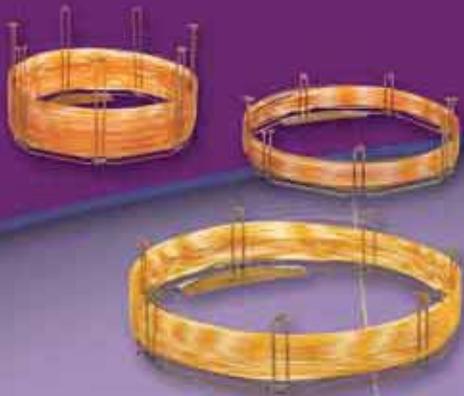
- Das Angebot umfasst aufgezeichnete oder Live-Veranstaltungen
- Die Teilnahme ist von jedem Standort aus möglich, ob Büro, Hotel oder von zu Hause
- Während F&A-Live-Sitzungen stehen Spezialisten von Agilent für Fragen zur Verfügung

Weitere Informationen und eine vollständige Liste der verfügbaren Seminare finden Sie unter www.agilent.com/chem/eseminars

Kontakt zu Agilent

Die neuesten Informationen und die komplette Produktliste an Säulen und Zubehör von Agilent Technologies finden Sie unter www.agilent.com/chem

- Wenden Sie sich an Agilent Technologies
- Oder kontaktieren Sie einen autorisierten Vertriebspartner von Agilent Technologies
- Unser Kundeninformationszentrum erreichen sie unter
0800/603-1000 (Deutschland) gebührenfrei
01/25125-6800 (Österreich)
0848/803560 (Schweiz)



Änderungen vorbehalten.

© Agilent Technologies, Inc. 2010
Gedruckt in Deutschland, 3. März 2010
5990-5488DEE



Agilent Technologies