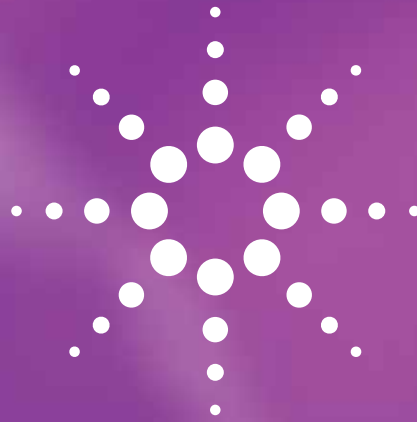


Auswahlhilfe für Agilent J&W GC-Säulen



Unübertroffene Reproduzierbarkeit,
Effizienz und Inertheit



Agilent Technologies

Inhalt



Hochentwickelte Agilent J&W GC-Säulen.....1



Grundlagen der Gaschromatographie.....2

Grundlagen der Gaschromatographie.....	2
Inneres einer Kapillarsäule.....	4
Begriffe und Bedingungen.....	5



Prinzipien zur Säulenauswahl.....11

Auswahl der stationären Phasen.....	12
Säulendurchmesser.....	20
Säulenlänge.....	22
Säulen-Filmdicke.....	24
Richtlinien zur Methodenentwicklung.....	27



GC-Applikationen39

Umweltapplikationen.....	40
Petrochemische Applikationen.....	52
Applikationen für Lebensmittel, Aroma- und Duftstoffe.....	55
Applikationen zu Industriechemikalien.....	59
Life Science-Applikationen.....	63



GC-Kapillarsäulen.....67

Kapillarsäulen für GC/MS.....	68
Premium Polysiloxan-Säulen.....	77
Polyethylenglycol (PEG) Säulen.....	94
Spezielle Säulen.....	101
PLOT-Säulen.....	110



Installation der Säule und Fehlerbehebung117

Kurzanleitung zur Installation von Kapillarsäulen.....	118
Ursachen für die Leistungsminderung von Säulen.....	121
Eingrenzung von Problemen.....	128
Richtlinien zur Fehlerbehebung.....	130



Grundlagen der Methodenentwicklung133

Bestimmen der besten mittleren linearen Geschwindigkeit für das Trägergas.....	134
Standard-Injektoreinstellungen.....	135
Ofentemperatur.....	135
Entwicklung eines Temperaturprogramms.....	137

Hochentwickelte Agilent J&W GC-Säulen

Im Jahr 2000 kam es zu einem Zusammenschluss von Agilent Technologies mit J&W Scientific. Beide Firmen setzten Meilensteine in der Gaschromatographie. So stammt die Fused Silica GC-Säulentechnologie von Agilent Technologies und von J&W Scientific wurden die ersten stationären Phasen aus quervernetztem Polysiloxan entwickelt.

Dank dieser Partnerschaft finden sich nun HP- und DB-Säulen unter einem Namen. Die Säulen von Agilent Technologies stützen sich auf mehr als 40 Jahre Erfahrung in der Gaschromatographie.

Beste Low-Bleed-Säulen für höchste Empfindlichkeit und Leistungsfähigkeit

Säulenbluten kann die MS-Spektrenqualität mindern, Betriebszeiten reduzieren und die Säulenlebensdauer verkürzen. Agilent J&W Säulen bieten die größte Auswahl an Low-Bleed-Standard-Phasen, sowie stationären Phasen mit größter Inertheit bei hohen Temperaturobergrenzen – speziell für Ion Trap MS-Anwendungen.

Bessere Präzision für bessere Ergebnisse

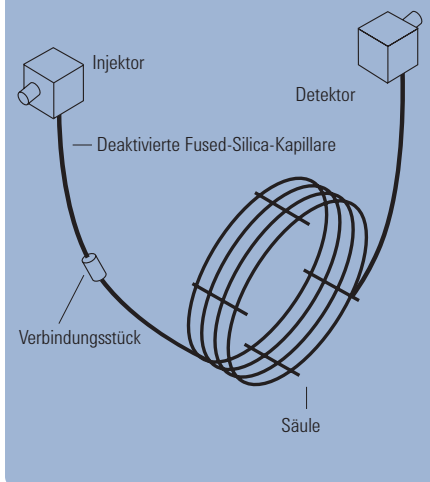
Agilent J&W Säulen bieten enge Spezifikationen für Retentionsfaktoren (k) und liefern eine gleichbleibende Retention und Trennung. Zudem besitzen sie eine hohe Anzahl an theoretischen Böden pro Meter und engen Retentionsindizes. Dies bedeutet schmale Peaks und eine verbesserte Auflösung von eng eluierenden Peaks.

Die strengsten Qualitätskontrollen in der Branche

Die strengen Qualitätstests gewährleisten zuverlässige qualitative und quantitative Ergebnisse – auch für anspruchvollste Trennungen. Zum Beispiel messen wir Peakhöhenverhältnisse sowohl für Säuren als auch für Basen, um die höchste Leistungsfähigkeit für den weitesten Anwendungsbereich sicherzustellen. Genauso sorgfältig überwachen wir die Peaksymmetrie und das Tailing für einen weiten Bereich an chemisch aktiven Substanzen.

Als weltweit größter Hersteller von GC-Kapillarsäulen können Sie von Agilent höchste Qualität, Service und Unterstützung erwarten.

Weitere Empfehlungen zu Säulen, Chromatogrammen und Methodenparameter finden Sie unter www.agilent.com/chem/myGCcolumns.



Grundlagen der Gaschromatographie

Grundlagen der Gaschromatographie

Chromatographie ist die Trennung einer Mischung von Verbindungen (gelösten Substanzen) in getrennte Einzelkomponenten. Diese können so einfacher qualitativ identifiziert und quantitativ gemessen werden.

Die Gaschromatographie (GC) ist eine von mehreren chromatographischen Techniken, mit der rund 10 - 20 % aller bekannten Verbindungen analysiert werden können. Um für die Gaschromatographie geeignet zu sein, muss eine Verbindung ausreichend flüchtig und thermisch stabil sein. Wenn bei einer Temperatur von 400 - 450 °C oder darunter alle oder einige Moleküle der Verbindung in der Gas- oder Dampfphase sind und nicht zersetzt werden, kann diese Verbindung in der Regel mit der Gaschromatographie analysiert werden.

Generelle GC-Mechanik und Arbeitsabläufe

Der erste Schritt im GC-Prozess ist die Zufuhr eines oder mehrerer sehr reiner Gase zum GC. Eines der Gase (genannt Trägergas) fließt in den Injektor, durch die Säule und in den Detektor. Im nächsten Schritt wird eine Probe in den Injektor injiziert, der üblicherweise auf 150 - 250 °C geheizt wird, damit die flüchtigen Probenkomponenten in die Dampfphase übertreten. Die verdampften Probenkomponenten werden dann nacheinander mit dem Trägergas in die Säule transportiert, die sich in einem temperaturkontrollierten Ofen befindet.

Die Probenkomponenten passieren die Säule mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, die primär von ihren physikalischen Eigenschaften bestimmt werden, ferner auch von der Temperatur und der Art der Säule. Die am schnellsten wandernde Komponente verlässt (eluiert) die Säule zuerst, gefolgt von den verbleibenden Komponenten in einer entsprechenden Reihenfolge. Nach der Elution der Säule gelangt jede Komponente in den geheizten Detektor, wo ein elektronisches Signal basierend auf der Wechselwirkung des Analyten mit dem Detektor generiert wird. Die Größe des Signals wird von einem Datensystem registriert – beispielsweise der Agilent ChemStation Software – und gegen die abgelaufene Zeit aufgetragen, sodass ein Chromatogramm aufgezeichnet werden kann.

Interpretation von Chromatogrammen

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

Die Peakgröße und die Retentionszeit werden dazu verwendet, Substanzen qualitativ und quantitativ zu bestimmen. 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 Retentionszeiten) und in welcher Konzentration (durch Vergleich der Peakgröße).

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



Inneres 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.

Begriffe und Bedingungen

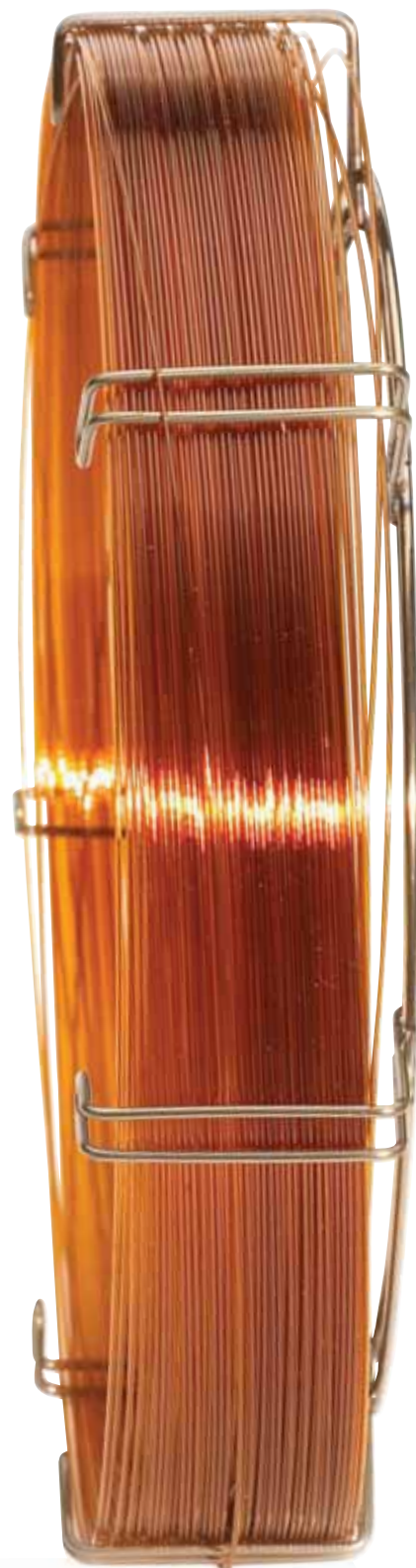
Wozu dienen die grundlegenden Gleichungen in der Chromatographie? Zur Beschreibung der verschiedenen chromatographischen und säulenspezifischen Charakteristiken gibt es einige grundlegende Begriffe und Gleichungen. Eine Kenntnis dieser Begriffe und Gleichungen ist hilfreich beim Vergleich der Säulenleistung, 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 neue Trennmöglichkeiten und Produktivitätseigenschaften für die Agilent GC-Plattform. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/7890A





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 für die Retention einer Substanz in Relation 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-System verglichen werden können. Retentionsindizes eignen sich auch zum Vergleich von Retentionscharakteristiken unterschiedlicher Säulen.

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

Gleichung 2a

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

Gleichung 2b

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

Trennfaktor (α)

Der Trennfaktor ist ein Maß für die Zeit bzw. die Distanz zwischen den Maxima zweier Peaks. Berechnet wird er nach **Gleichung 3**. Wenn $\alpha = 1$, dann besitzen zwei Peaks dieselbe 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 theoretischer 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.

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

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.

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

Gleichung 5

Utilization of Theoretical Efficiency (Verwendung der theoretischen Effizienz) (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 auf halber Höhe (in Zeiteinheiten) des ersten Peaks
 w_{h2} = Peakbreite auf halber Höhe (in Zeiteinheiten) des zweiten Peaks
 w_{b1} = Basisbreite (in Zeiteinheiten) des ersten Peaks
 w_{b2} = Basisbreite (in Zeiteinheiten) des zweiten Peaks

Gleichung 7

Phasenverhältnis (β)

Das Phasenverhältnis β einer Säule ist eine dimensionslose Kenngröße, die über **Gleichung 8** bestimmt wird. Bei gleicher stationärer Phase und Säulentemperatur (Programm oder isotherm) kann über die Änderung des Phasenverhältnisses die Änderung der Retention einer Substanz berechnet werden. Dieser Zusammenhang ist in **Gleichung 9** dargestellt. Die Verteilungskonstante (K_c) ist das Verhältnis der Analytkonzentration in der stationären und mobilen Phase. Die Verteilungskonstante ist ein fester Wert für stationäre Phase, Säulentemperatur und Substanz.

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

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).

$$\frac{c_S}{c_M} = K_c \quad \begin{array}{l} c_S = \text{Konzentration des Analyten in der stationären Phase} \\ c_M = \text{Konzentration des Analyten in der mobilen Phase} \end{array}$$

$$K_c = k\beta = k \left(\frac{r}{2d_f} \right)$$

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 zur 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.






Prinzipien zur Säulenauswahl

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 der 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. 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.

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 die 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

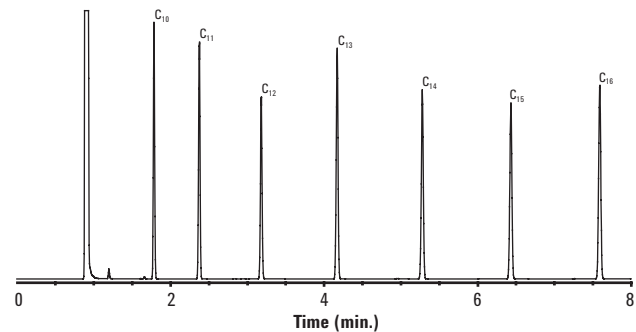
Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm

Träger: Helium mit 30 cm/s

Ofen: 60 °C für 1 Min.,

60 - 265 °C mit 20 °/Min.

	Siedepunkte (°C)
1. n-Decan (C ₁₀)	174
2. n-Undecan (C ₁₁)	196
3. n-Dodecan (C ₁₂)	216
4. n-Tridecan (C ₁₃)	234
5. n-Tetradecan (C ₁₄)	253
6. n-Pentadecan (C ₁₅)	268
7. n-Hexadecan (C ₁₆)	287

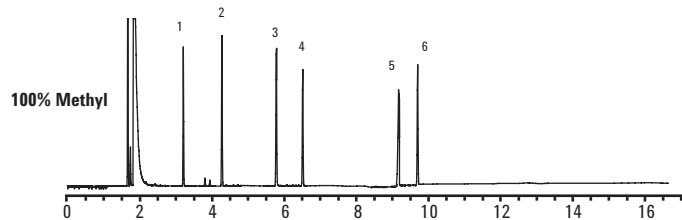


Homologe Reihe von Kohlenwasserstoffen Die Substanzen eluieren in der Reihenfolge ihrer ansteigenden Siedepunkte. Die Abstände zwischen den Peaks entsprechen aber nicht den entsprechenden Siedepunkten.

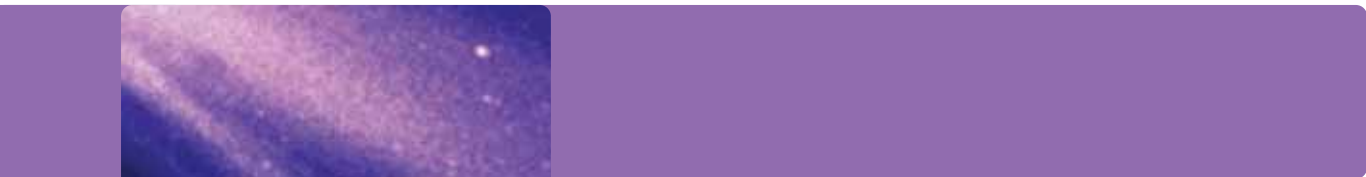
Abb. 2: Abweichung von der Siedepunktfolge

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 (C ₁₀)	174
5. Naphthalin	219
6. Dodecan (C ₁₂)	216



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



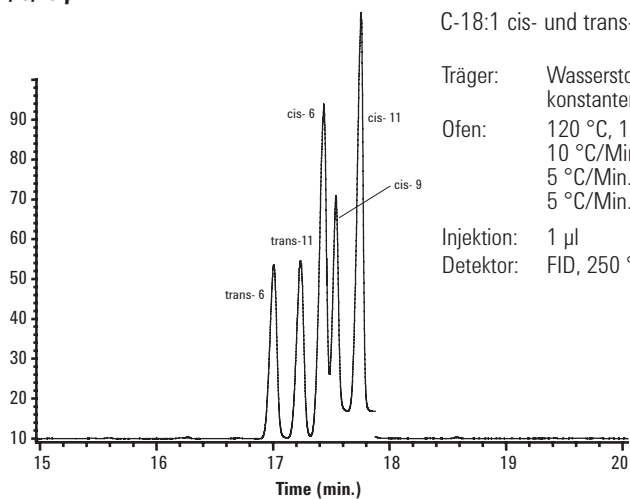
Analyten mit unterschiedlichen Dipolmomenten lassen sich sehr gut mit stationären Phasen trennen, die Dipol-Wechselwirkungen eingehen können. Es gibt nur einige stationäre Phasen, die diese Wechselwirkungen aufweisen. Hierzu gehören Polyethylenglykol, Cyanopropyl- und Trifluorpropyl-substituierte Polysiloxane; 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 allerdings schwierig vorherzusagen, wie sich diese Änderungen auf die Trennung der Peaks auswirken. Empirische Studien haben gezeigt, dass stationäre Phasen mit Dipol-Wechselwirkungen zur Trennung von Substanzen mit basischen oder unterschiedlichen, in verschiedenen Positionen gebundenen Gruppen, gut 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

Abb. 3: Dipol-Wechselwirkungen

Säule: DB-88, 30 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm

Molekulargewicht und Siedepunkte sind bei diesen Fettsäure-m-ethyl-ester-Isomeren nahezu (FAME) identisch. Nur die Dipolwechselwirkung durch die isomeren Positionen des Wasserstoffs im Molekül ist unterschiedlich. Eine chromatographische Trennung dieser Substanzen kann nur über eine starke Dipolwechselwirkung mit der stationären Phase erfolgen.



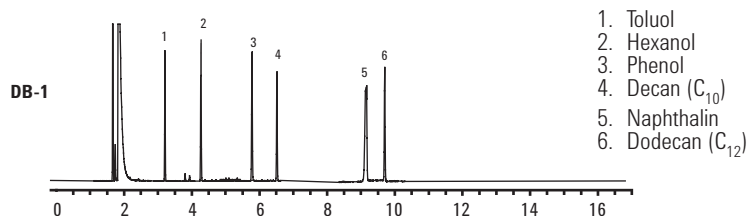
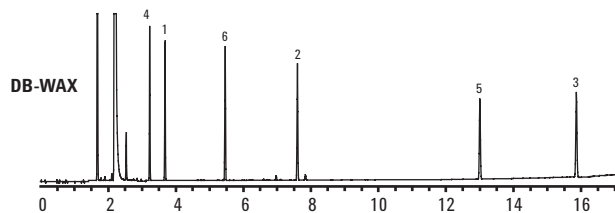
Zwischen der stationären Phase und den Analytmolekülen können Wasserstoffbrückenbindungen auftreten. **Tabelle 2** listet Verbindungen, die Wasserstoffbrückenbindungen zusammen mit der relativen Bindungsstärke bilden können. Für die Trennung ist die Stärke der Wasserstoffbrückenbindung ein wichtiger Faktor. Stationäre Phasen mit Dipol-Wechselwirkungen zeigen ebenfalls Wasserstoffbrückenbindungen. Analyten, die verschiedene 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 % Cyano-propylphenyl-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



1. Toluol
2. Hexanol
3. Phenol
4. Decan (C₁₀)
5. Naphthalin
6. Dodecan (C₁₂)

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 Gold Standard Spritzen erhöhen die Lebensdauer der Septen und reduzieren die Kontamination des Einlasses. Weitere Informationen finden Sie im Internet 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. 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 auch andere Säulencharakteristika. 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.

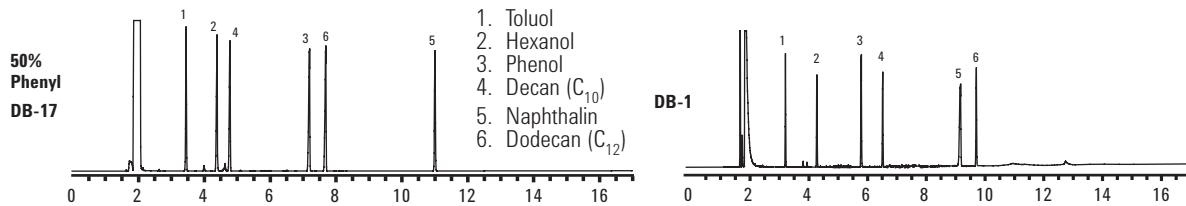
Tabelle 3: Polarität der stationären Phase

Non Polarity						Mid			
DB-1	DB-5	DB-XLB	DB-35	HP-Chiral 10β	DB-17	DB-TPH	DB-502.2	DB-VRX	DB-1301
HP-1	HP-5		DB-35ms	HP-Chiral 20β	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

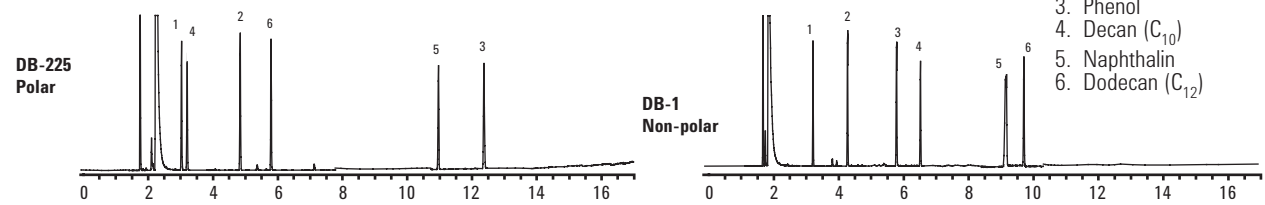
Säule: 15 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm



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-225 ms
HP Blood
Alcohol

DB-ALC1

DB-Dioxin

DB-200

DB-210

High Polarity

DB-23

HP-88

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

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.

Die stationären Phasen der gepackten oder PLOT-Säulen unterscheiden sich physikalisch von Polysiloxanen oder Polyerthylenglykol. 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-Aluminiumoxidsäulen sind für die Trennung von C₁-C₁₀ Kohlenwasserstoffen und niedermolekularen Aromaten gut 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. 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

Auswahl der stationären Phase

1. Wenn Sie keine Angaben über die zu verwendende stationäre Phase haben, beginnen Sie am besten mit einer DB-1 oder DB-5.
2. Säulen mit geringem Bluten ("ms") besitzen gewöhnlich eine größere Inertheit und eine höhere maximale Temperaturgrenze.
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. Diese Methode ist oft erfolgreich, aber nicht immer wird so auch die beste stationäre Phase gefunden.
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 zur Analyse gasförmiger Proben bei Säulentemperaturen über Raumtemperatur verwendet.



Tabelle 4:
Säuleneffizienz und Durchmesser

Säulen ID Durchmesser (mm)	Theoretische Bodenzahl pro Meter
0,10	12.500
0,18	6.600
0,20	5.940
0,25	4.750
0,32	3.710
0,45	2.640
0,53	2.240

Maximale Effizienz für eine Substanz mit $k=5$

Säulendurchmesser

Der Säulendurchmesser hat auf fünf für die Trennung wichtige Parameter einen großen Einfluss. Dies sind Trennleistung (Bodenzahl), Retention, Druck, Flussrate des Trägergases und Kapazität.

Die Säulentrennleistung (N/m) ist invers proportional dem 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.

Unter isothermen Bedingungen ist die Retention der Analyten umgekehrt proportional zum Säulendurchmesser. Bei Temperaturprogrammen ist die Änderung $1/3-1/2$ des isothermen Werts. Säulendurchmesser werden selten basierend auf der Retention ausgewählt.

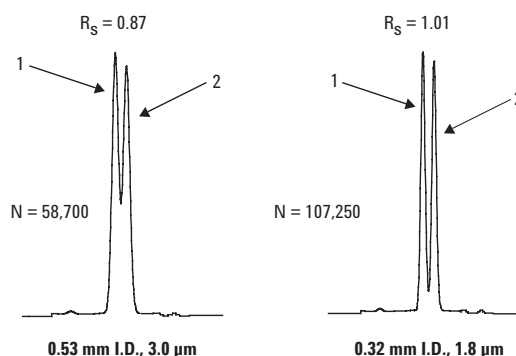
Abbildung 7 zeigt den Unterschied in der Auflösung für zwei Säulen mit verschiedenen Durchmessern.

Der Säulenvordruck ist eine umgekehrte Wurzelfunktion des Säulendurchmessers. 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

Säule: **DB-624, 30 m**

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



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 zunehmendem Säulendurchmesser zu. Die tatsächliche Säulenkapazität hängt zusätzlich von der stationären Phase, den Analyten und der Filmdicke ab. **Tabelle 5** listet typische Kapazitätsbereiche für eine Vielzahl an Säulendurchmessern.

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. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/ferrules.





Wahl des Säulendurchmessers

1. Verwenden Sie **Säulen mit 0,18 - 0,25 mm ID**, wenn Sie eine höhere Trennleistung benötigen. Säulen mit 0,18 mm ID eignen sich besonders gut für GC/MS-Systeme mit niedriger Pumpleistung. Säulen mit kleineren Durchmessern haben die niedrigste Kapazität und benötigen den höchsten Vordruck.
2. Verwenden Sie **Säulen mit 0,32 mm ID**, wenn sie eine größere Probenkapazität benötigen. Sie haben oft eine bessere Auflösung bei früh eluierenden Stoffen, splitlosen Injektionen oder großen Injektionsvolumina (>2 µl) als Säulen mit 0,25 mm ID.
3. Verwenden Sie **Säulen mit 0,45 mm ID**, wenn nur ein Megabore-Direktinjektor zur Verfügung steht 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 zur Verfügung steht. 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 hat Einfluss auf drei wichtige Parameter. Diese sind Trennleistung, Retention (Analysenzeit) und Trägergasdruck.

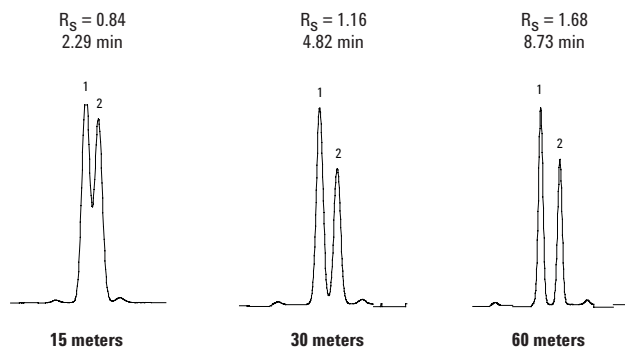
Die **Trennleistung (N)** ist proportional zu Säulenlänge. Die Auflösung steigt allerdings nur mit der Wurzel der theoretischen Bodenzahl N an. Zum Beispiel bedeutet eine Verdoppelung der Säulenlänge (der Trennleistung) nur eine Zunahme um den Faktor 1,41 bei der Auflösung (in der Praxis nur 1,2-1,3). 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 mit verschiedenen 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
 30 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 drei Säulen mit 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.

Keine Probleme mehr mit undichten, kompliziert anzuwendenden Press-Fit-Verbindungen. Testen Sie die Agilent Ultimate Union für Kapillarsäulen. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/union.





Wahl der Säulenlänge

1. Für den Beginn der Methodenentwicklung sind **Säulen mit einer Länge von 25 - 30 Meter** geeignet.
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.

Säulen-Filmdicke

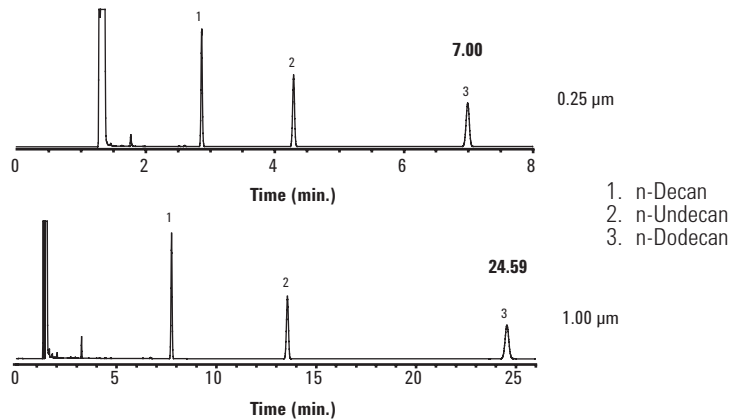
Die Filmdicke der Säule hat Einfluss auf fünf wichtige Parameter: Retention, Auflösung, Säulenbluten, Inertheit und Kapazität.

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/s
 Ofen: 100 °C isotherm



Bei einer gegebenen stationären Phase nimmt das Säulenbluten mit zunehmender Filmdicke ebenfalls 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 inerte. Die stationäre Phase, welche die Analyten von der Kapillarwand abschirmt, ist dicker. Aus diesem Grund lässt sich Peaktailing bei aktiven Verbindungen oft durch die Verwendung dickerer Filme reduzieren oder vermeiden.

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" kann für Backflush-Applikationen verwendet werden, um die Zykluszeiten zu verkürzen, Säulenwartungen zu reduzieren und die Datenqualität zu verbessern.





Wahl der Filmdicke

1. Für **Säulen mit 0,18 - 0,32 mm ID** ist eine Filmdicke von 0,18 - 0,25 μm allgemein üblich und für die meisten Analysen geeignet.
2. Für **Säulen mit 0,45 - 0,53 mm ID** ist eine Filmdicke von 0,8 - 1,5 μm Standard und gut für die Trennung der meisten Analyten.
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	Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
Allgemeine Applikationen					
HP-1ms, DB-1ms, HP-1, DB-1	Amine, Kohlenwasserstoffe, Pestizide, PCBs, Phenole, Schwefelverbindungen, Geschmacksstoffe und Duftöle	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, 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, Drogen, FAME, halogenierte Substanzen, Pestizide, Herbizide	5% Phenyl 95% Dimethyl-Arylensiloxan	Unpolar	Von -60 bis 325/350	Rtx-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms
DB-1301	Aroclor, Alkohole, Pestizide, VOCs	6% Cyanopropylphenyl 94% Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 280/300	Rtx-1301, PE-1301
DB-35, HP-35	CLP-Pestizide, Aroclor, Arzneimittel, 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, Arzneimittel, Drogen	35% Phenyl 65% Dimethyl-Arylensiloxan	Mittelpolar	Von 50 bis 340/360	Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-1701, DB-1701P	Pestizide, Herbizide, TMS-Derivate von Zuckern, 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
HP-50+, DB-17	Arzneimittel, Glykole, Pestizide, Steroide	50% Phenyl 50% Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von 40 bis 280/300	Rtx-50, CP-Sil 19 CB, BPX-50, SP-2250
DB-17ms	Arzneimittel, Glykole, Pestizide, Steroide	50% Phenyl 50% Dimethyl-Arylensiloxan	Mittelpolar	Von 40 bis 320/340	HP-50+, Rtx-50, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50
DB-200	Lösungsmittelrückstände, Pestizide, Herbizide	35% Trifluorpropyl 65% Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 30 bis 300/320	Rtx-200
DB-210		50% Trifluorpropyl 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

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen (Fortsetzung)

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
HP-INNOWax	Alkohole, freie organische Säuren, Lösungsmittel, essenzielle Öle, Aromen und Duftstoffe	Polyethylenglykol	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, Glykole, Alkohole	Polyethylenglykol	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
CAM	Amine, basische Verbindungen	Polyethylenglykol – Basen modifiziert	Polar	Von 60 bis 220/240	Stabilwax-DB, Carbowax Amine
HP-FFAP, DB-FFAP	Organische Säuren, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Acrylate	Polyethylenglykol - Säure modifiziert	Polar	Von 40 bis 250	OV-351, SP-1000, Stabilwax-DA, 007-FFAP, Nukol
DB-23	FAME (für cis/trans Auflösung)	50% Cyanopropyl 50% Dimethylpolysiloxan	Polar	Von 40 bis 250/260	SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340
CycloSil-β	Chirale Substanzen (allgemeine Verwendung)	30%-Heptakis (2,3-di-O-methyl-6-O-t-butyl dimethylsilyl)-β-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 Verbindungen (mittels Stickstoff selektiven Detektor, NPD)	beta-Cyclodextrin in Phenyl-basierender stationären Phase	Mittelpolar	Von 30 bis 240/250	LIPODEX C, Rt-βDEXm, β-DEX 110, β-DEX 120
PLOT Phasen					
HP-PLOT-Molsieb	Permanent- und Edelgase. Argon und Sauerstoff Trennung bei 35°C	5Å Molsieb Zeolite		Von -60 bis 300	None
HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl	C1-C6 Kohlenwasserstoffe in Erdgas, Raffineriegas, Treibstoff, synthetische Gase, Diene	Aluminiumoxid "KCl" deaktiviert	Weniger 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	C1-C6 Kohlenwasserstoffe in Erdgas, Raffineriegas, Treibstoff, synthetische Gase, Diene	Aluminiumoxid "Natriumsulfat" deaktiviert	Mittelpolar	Von -60 bis 200	CP-Al ₂ O ₃ PLOT Na ₂ SO ₄

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen (Fortsetzung)

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
GS-Alumina	C1-C6 Kohlenwasserstoffe in Erdgas, Raffineriegas, Treibstoff, synthetische Gase, 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	C1 bis C7 Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, Sauerstoffverbindungen, Amine, Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Aldehyde	Divinylbenzol/Ethylenglyk oldimethacrylat		Von -60 bis 190	PoraPlot U, RTU PLOT
GS-GasPro	C1 bis C12 Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Schwefelspuren, Hydridgase, anorganische Gase, Halogenkohlenwasserstoffe, SF ₆ , Sauerstoff/Stickstoff-Trennungen bei -80°C.	Proprietär gebunden, auf Kieselgelbasis		Von -80 bis 260/300	CP-Silica PLOT
GS-OxyPLOT	Sauerstoffverbindungen	Proprietäre Phase, sehr selektiv		Bis 350	CP-LowOX
GS-CarbonPLOT	C1 bis C5 Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Luft/CO, Acetylsuren in Ethylen, Methan.	Gebundene monolithische Kohlenstoffschicht		Von 0 bis 360	Carbopack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7
Andere spezielle Phasen – Umwelt					
DB-624		6% Cyanopropyl-phenyl, 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 Verbindungen mittels 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% Dimethyl-Arylensiloxan	Mittelpolar	Von 50 bis 340/360	Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
HP-5ms, DB-5, HP-5	Schwerflüchtige nach 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

Anleitung zur Auswahl der geeigneten stationären Phase von GC-Säulen (Fortsetzung)

Agilent Phase	Applikation	Zusammensetzung	Polarität	Temperaturbereich (°C)	Ähnliche Phasen
DB-XLB (Bestätigungssäule)	PCB-Analoga Analyse (209 Analoga) CLP Pestizide, Chlorierte Herbizide, PCBs, 508,1 Pestizide	Proprietäre Phase	Unpolar	Von 30 bis 340/360	Rtx-XLB, MDN-12
DB-TPH	Leaking Underground Fuel Tank (LUFT) – Test auf undichten unterirdischen Treibstofftank	Proprietäre Phase	Unpolar	Von -10 bis 290	Keine
DB-MTBE	MTBE in Boden und Wasser	Proprietäre Phase	Unpolar	Von 35 bis 260/280	Keine
Andere spezielle Phasen					
HP-Schnelle Lösungsmittelrückstands- Säule	Lösungsmittelrückstände	6% Cyanopropyl- phenyl, 94% Dimethylpolysiloxan	Mittelpolar	Von -20 bis 260	DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624
DB-ALC1	Prüfung auf Blutalkohol	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 20 bis 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
DB-ALC2	Prüfung auf Blutalkohol	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von 20 bis 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
HP-Blutalkohol	Prüfung auf Blutalkohol	Proprietäre Phase	Mittelpolar	Von -60 bis 270/290	Keine

Nur die hochwertigen Agilent Non-Stick-O-Ringe für Einlass-Liner sind vorgereinigt und konditioniert, um Kontamination durch Ausgasen zu vermeiden. Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/o-rings.



ASTM-Methoden

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 1945	Standardverfahren zur Analyse natürlicher Gase mittels GC	HP-PLOT Q, 15 m x 0,53 mm, 40,00 µm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q, 15 m x 0,53 mm, 40,00 µm	19095P-Q03
D 1946	Standardverfahren zur Analyse von Reformergasen mittels GC	HP-PLOT-Molsieb, 15 m x 0,53 mm, 50,00 µm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q, 15 m x 0,53 mm, 40,00 µm	19095P-Q03
D 1983	Standardverfahren zur Fettsäurezusammensetzung mittels Gas-Flüssig Chromatographie der Methylester	DB-WAX, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-7032
D 2163	Standardverfahren für die Analyse von verflüssigten Petroleum-(LP)-Gasen und Propen-Konzentraten mittels GC	HP-PLOT Al ₂ O ₃ "KCI", 30 m x 0,53 mm, 15,00 µm	19095P-K23
		HP-PLOT Al ₂ O ₃ "S", 30 m x 0,53 mm, 15,00 µm	19095P-S23
D 2268	Standardverfahren für die Analyse von hochreinem n-Heptan und Isooktane mittels Kapillar-GC	DB-1, 60 m x 0,25 mm, 0,50 µm	122-106E
D 2306	Standardverfahren für aromatische C8-Kohlenwasserstoffe mittels GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091N-136
D 2426	Standardverfahren für Butadien Dimer und Styrol in Butadien Konzentraten mittels GC	DB-1, 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 2427	Standardverfahren zur Bestimmung von C2 bis C5 Kohlenwasserstoffe in Treibstoff mittels GC	DB-1, 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
		GS-Alumina, 30 m x 0,53 mm,	115-3532
D 2504	Standardverfahren für nichtkondensierbare Gase in C2 und leichten Kohlenwasserstoffprodukten mittels GC	HP-PLOT-Molsieb, 30 m x 0,53 mm, 50,00 µm	19095P-MS0
D 2505	Standardverfahren für Ethylen, anderen Kohlenwasserstoffen und Kohlendioxid in hochreinem Ethylen mittels GC	GS-GasPro, 60 m x 0,32 mm	113-4362
D 2593	Standardverfahren für Butadien Reinheit und Kohlenwasserstoffverunreinigungen mittels GC	GS-Alumina, 30 m x 0,53 mm	115-3532
D 2712	Standardverfahren für Kohlenwasserstoffspuren in Propylenkonzentraten mittels GC	GS-Alumina, 50 m x 0,53 mm	115-3552

ASTM-Methoden (Fortsetzung)

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 2804	Standardverfahren für die Reinheit von Methyläthylketon mittels GC	DB-WAX, 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm DB-210, 15 m x 0,53 mm, 1,00 µm	124-7032 125-0212
D 2887	Standardverfahren zur Siedepunktverteilung von Erdölfractionen mittels GC	DB-2887, 10 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-2814
Erweiterte D 2887	Standardverfahren zur Bestimmung der 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	Standardverfahren zur Analyse von Cyclohexan mittels GC	DB-1, 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	123-106E
D 3257	Standardverfahren für Aromaten in Universalreiniger mittels GC	DB-624, 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1334
D 3329	Standardverfahren 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	Standardverfahren für nicht umgesetztes Toluoldiisocyanat in Urethan-Prepolymeren und Überzugslösungen mittels GC	HP-1MS, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	19091S-713
D 3447	Standardverfahren zur Bestimmung der Reinheit von halogenierten organischen Lösungsmitteln	DB-624, 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1334
D 3545	Standardverfahren zur Bestimmung des Alkoholgehaltes und der Reinheit von Acetateestern mittels GC	DB-624, 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1334
D 3687	Standardverfahren zur Analyse organischer Dämpfe, gesammelt mittels Aktivkohle-Adsorptionsmethode	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	Standardverfahren für flüchtige Alkohole in Wasser mittels wässriger Direkteinspritzungs-GC	DB-WAX, 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 3710	Standardverfahren für die Siedebereichsverteilung von Benzin und Benzinfraktionen mittels GC	DB-2887, 10 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-2814
D 3760	Standardverfahren zur 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	Standardverfahren für die Analyse von o-Xylol mittels GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	19091N-216
D 3798	Standardverfahren für die Analyse von p-Xylol mittels GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	19091N-216
D 3871	Standardverfahren für austreibbare organische Substanzen in Wasser mittels Headspace Probenahme	DB-VRX, 75 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1574
D 3893	Standardverfahren für die Reinheit von Methyläthylketon und Methylisobutylketon mittels GC	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 3973	Standardverfahren für halogenierte Kohlenwasserstoffe mit niedrigem Molekulargewicht in Wasser	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534

ASTM-Methoden (Fortsetzung)

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 4415	Standardverfahren zur Bestimmung von Dimeren in Acrylsäure	DB-FFAP, 30 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-3232
D 4424	Standardverfahren für die Butylen Analyse mittels GC	HP-PLOT Al2O3 "S", 50 m x 0,53 mm, 15,00 µm	19095P-S25
D 4443	Standardverfahren für die Gehaltsbestimmung von Vinylchloridmonomer-Rückständen im ppb-Bereich in Vinylchlorid Homo- und Co-Polymeren mittels Headspace GC	DB-VRX, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1534
D 4735	Standardverfahren zur Bestimmung von Thiophenspuren in raffiniertem Benzol mittels GC	DB-FFAP, 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-3232
D 4773	Standardverfahren für Propylenglykolmonomethylether, Dipropylenglykolmonomethylether und Propylenglykolmonomethyletheracetat	Kundenspezifisch	100-2000
D 4864	Standardverfahren zur Bestimmung von Methanolspuren in Propylenkonzentraten mittels GC	DB-WAX, 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm	124-7032
D 4947	Standardverfahren für Rückstände von Chlordan und in Raumluft	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	Standardverfahren zur GC Analyse der wichtigsten organischen Verunreinigungen in Phenol, hergestellt im Cumen Prozess	DB-FFAP, 30 m x 0,45 mm, 0,85 µm HP-PLOT Q, 15 m x 0,53 mm, 40,00 µm	124-3232 19095P-Q03
D 4983	Standardverfahren für Cyclohexylamin, Morphinol und Diethylaminoethanol in Wasser und Kondensaten mittels wässriger Direkteinspritzungs-GC	HP-5MS, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm CAM, 30 m x 0,53 mm, 1,00 µm	19091S-213 115-2132
D 5008	Standardverfahren zur Bestimmung des Ethylmethylpentonal Gehaltes und der Reinheit 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	Standardverfahren zur Bestimmung der Verunreinigungen in hochreinem Ethylbenzol mittels GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	19091N-216
D 5075	Standardverfahren für Nikotin in der Raumluft	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	Standardverfahren für eine detaillierte Analyse von Petroleum-Naphthas über n-Nonan mittels Kapillar-GC	HP PONA, 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	19091S-001
D 5135	Standardverfahren für die Analyse von Styrol mittels Kapillar-GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,50 µm	19091N-216
D 5175	Standardverfahren für Organohalogen 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, 0,50 µm DB-XLB, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	123-1033 123-1730 122-1232
D 5303	Standardverfahren zur Bestimmung von Spuren Carbonylsulfid in Propylen mittels GC	GS-GasPro, 30 m x 0,32 mm, HP-PLOT Q, 30 m x 0,53 mm, 40,00 µm	113-4332 19095P-Q04
D 5307	Standardverfahren zur Bestimmung der Siedepunktverteilung von Erdölfraktionen mittels GC	HP-1, 7,5 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-627

ASTM-Methoden (Fortsetzung)

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 5310	Standardverfahren für die Analyse der Teersäurezusammensetzung mittels Kapillar-GC	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	19091S-433
		DB-225ms, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-2932
D 5316	Standardverfahren für 1, 2-Dibromethan und 1, 2-Dibrom-3-Chlorpropan in Wasser durch Mikroextraktion und GC	HP-1MS, 30 m x 0,32 mm, 1,00 µm	19091S-713
		DB-624, 30 m x 0,45 mm, 2,55 µm	124-1334
D 5317	Standardverfahren für die Bestimmung von chlorierten organischen sauren Verbindungen in Wasser mittels GC mit Elektronen-Einfangdetektor	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 5320	Standardverfahren zur Bestimmung von 1, 1-Trichlorethan und Methylenchlorid in stabilisiertem Trichlorethylen und Tetrachlorethylen	DB-1, 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1034
		DB-VRX, 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	123-1534
D 5399	Standardverfahren für die Siedepunktverteilung von Kohlenwasserstoff-Lösungsmitteln mittels GC	DB-2887, 30 m x 0,32 mm, 1,80 µm	125-2814
D 5441	Standardverfahren zur Analyse von Methyl-tert-Butylether (MTBE) mittels GC	HP PONA, 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	19091S-001
		DB-Petro, 100 m x 0,25 mm, 0,50 µm	122-10A6
D 5442	Standardverfahren zur Analyse von Petroleumwachsen mittels GC	DB-1, 25 m x 0,32 mm, 0,25 µm	123-1022
		DB-5, 15 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5012
D 5475	Standardverfahren für Stickstoff- und Phosphorenhaltende Pestizide in Wasser mittels GC mit Stickstoff-Phosphor-Detektor	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 5480	Standardverfahren für die Flüchtigkeit von Maschinenöl mittels GC	DB-PS1, 15 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1011
D 5501	Standardverfahren zur Bestimmung des Ethanolgehaltes in denaturiertem Ethanol-Brennstoff mittels GC	HP-1, 100 m x 0,25 mm, 0,50 µm	19091Z-530
D 5507	Standardverfahren zur Bestimmung von Spuren organischer Verunreinigungen in Vinylchlorid der Monomer-Qualität mittels Kapillarsäulen/Multidimensionaler GC	HP-PLOT Q, 15 m x 0,53 mm, 40,00 µm	19095P-Q03
		HP-PLOT U, 30 m x 0,53 mm, 20,00 µm	19095P-U04
D 5508	Standardverfahren zur Bestimmung von Acrylnitrilmonomer-Rückständen in Styrol-Acrylnitril Copolymer-Harzen und Nitril-Butadien-Gummis mittels Headspace-Kapillar-GC	HP-PLOT Q, 30 m x 0,53 mm, 40,00 µm	19095P-Q04
D 5580	Standardverfahren zur Bestimmung von Benzol, Toluol, Ethylbenzol, p/m-Xylol, C9 und schwerere Aromaten und Gesamtaromaten in fertigem Benzin mittels GC	DB-1, 30 m x 0,53 mm, 5,00 µm	125-1035
D 5599	Standardverfahren zur Bestimmung von Sauerstoffverbindungen in Benzin mittels GC und Sauerstoff empfindlichen Flamenionisationsdetektor	DB-5, 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-5032
D 5623	Standardverfahren für Schwefelverbindungen in Leichtölen mittels GC und Schwefel-selektiver Detektion	HP-1, 30 m x 0,32 mm, 4,00 µm	19091Z-613
D 5713	Standardverfahren zur Analyse von hochreinem Benzol für Cyclohexan Rohstoff mittels Kapillar-GC	DB-Petro, 50 m x 0,20 mm, 0,50 µm	128-1056

ASTM-Methoden (Fortsetzung)

Methoden- bezeichnung	Methodentitel	Säulenempfehlung	Best.-Nr.
D 5739	Standardverfahren zur Identifizierung von Ölteppich- Quellen mittels GC und niedrig auflösender Massenspektrometrie (pos. Ionen EI)	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	Standardverfahren zur Bestimmung von Benzol, Toluol und Gesamtaromaten in fertigem Benzin mittels GC/MS	HP-1, 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 5790	Standardverfahren zur Messung von austreibbaren organischen Substanzen in Wasser mit 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, 1,40 µm	122-1364
		DB-624, 20 m x 0,18 mm, 1,00 µm	121-1324
D 5812	Standardverfahren zur Bestimmung von chlororganischen 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	Standardverfahren für Spuren von Verunreinigungen in monozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mittels GC mit externer Kalibrierung	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
D 5974	Standardverfahren zur Bestimmung von Fett- und Harzsäuren in Tallöl-Fraktionen mittels Kapillar-GC	DB-23, 60 m x 0,25 mm, 0,25 µm	122-2362
D 5986	Standardverfahren zur Bestimmung von Sauerstoff- verbindungen, Benzol, Toluol, C8 - C12 Aromaten und Gesamtaromaten in fertigem Benzin mittels GC/FTIR	HP-1, 60 m x 0,53 mm, 5,00 µm	19095Z-626
D 6144	Standardverfahren für Spuren von Verunreinigungen in Alpha-Methylstyrol mittels Kapillar-GC	HP-1, 60 m x 0,25 mm, 1,00 µm	19091Z-236
D 6159	Standardverfahren zur Bestimmung von Kohlenwasserstoff-Verunreinigungen in Ethylen mittels GC	HP-PLOT Al ₂ O ₃ "KCI", 50 m x 0,53 mm, 15,00 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	Standardverfahren zur Bestimmung von PCBs in Abfällen 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	Standardverfahren zur Siedepunktverteilung von Erdöldestillaten im Siedebereich von 174 to 700°C mittels GC	DB-HT SimDis, 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 6417	Standardverfahren zur Bestimmung der Flüchtigkeit von Maschinenöl mittels Kapillar-GC	DB-HT SimDis, 5 m x 0,53 mm, 0,15 µm	145-1001
D 2360	Standardverfahren für Verunreinigungsspuren in mono- zyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen mittels GC	HP-INNOWax, 60 m x 0,32 mm, 0,25 µm	19091N-116
E 1616	Standardverfahren zur Analyse von Essigsäureanhydrid mittels GC	HP-1, 50 m x 0,32 mm, 0,52 µm	19091Z-115
E 1863	Standardverfahren zur Analyse von Acrylnitril mittels GC	DB-WAXetr, 60 m x 0,32 mm, 1,00 µm	123-7364
E 202	Standardverfahren zur Analyse von Ethylenglykolen und Propylenglykolen	DB-624, 30 m x 0,53 mm, 3,00 µm	125-1334
E 475	Standardverfahren zur Bestimmung 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 Methodenreferenz	Probenaufbereitung	Detektortypen	Probenmatrix	Empfohlene Agilent Säule
Flüchtige Verbindungen					
Trihalomethane	501	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	ELCD, ECD	Trinkwasser	124-1534, 124-1334
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	502.2, 8021, CLP-Volatiles	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	PID, ELCD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	124-1574, 124-1374
Austreibbare, halogenierte, organische Substanzen	601, 8010	Purge & Trap, Headspace zum Screening	PID, ELCD	Abwasser, feste Abfälle	124-1574, 124-1374
austreibbare, aromatische, organische Substanzen	503.1, 602, 8020	Purge & Trap, Headspace zum Screening	PID	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	124-1534, 124-1334
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	MSD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	122-1564, 122-1364, 19091R-306
Flüchtige organische Substanzen (VOCs)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	Purge & Trap, Direkteinspritzung, Headspace	MSD (5973)	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	121-1524, 121-1324
EDB und DBCP	504.1, 8011	Mikroextraktion mit Hexan	ECD	Trinkwasser, feste Abfälle	121-1324, 124-1534
Acrylnitril und Acrolein	603, 8015, 8031	Purge & Trap, Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung	FID, NPD	Abwasser, feste Abfälle	124-1334, 124-1534



Umwelt/EPA-Methoden

Probenart	EPA Methodenreferenz	Probenaufbereitung	Detektortypen	Probenmatrix	Empfohlene Agilent Säule
Schwerflüchtige Verbindungen					
Schwerflüchtige organische Verbindungen	525, 625, 8270	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	MSD	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	19091S-133
Phenole	528, 604, 8040, 8041	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, Derivatisierung	ECD, FID	Abwasser, feste Abfälle	122-5532, 122-1232, 125-5532, 125-6837
Phthalatester	506, 606, 8060, 8061	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD, FID	Trinkwasser, Abwasser, feste Abfälle	122-5532, 125-5532, 125-6837
Benzidine	605	Flüssig-Extraktion	ECD	Abwasser	122-5532, 125-5532, 125-6837
Nitrosamine	607, 8070	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	NPD	Abwasser, feste Abfälle	122-5532, 125-5532
Nitroaromaten und Isophorone	609, 8090	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD, FID	Abwasser, feste Abfälle	19091S-133, 125-5532, 125-6837
Mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs)	610, 8100	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	FID	Abwasser, feste Abfälle	122-5532, 123-5532, 122-0132
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	612, 8120, 8121	Flüssigextraktion, Ultraschallbehandlung, Soxhlet-Extraktion, SPE	ECD	Abwasser, feste Abfälle	123-5536, 19091S-113, 123-103E
Nebenprodukte chlorierter Desinfektionsmittel	551, 551.1A	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	122-5533, 122-1033
Halogenierte Essigsäuren	552, 552.1, 552.2	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	123-3832, 123-1236
Pestizide, Herbizide und PCBs					
Organochlor Pestizide und PCBs	552, 552.1, 552.2	Flüssigextraktion, Derivatisierung	ECD	Trinkwasser	123-3832, 123-1236

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 bietet Agilent Unterstützung bei allen Arten von Applikationen. 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 52.*

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 55.*

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 59.*

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 63.*



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/s, 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

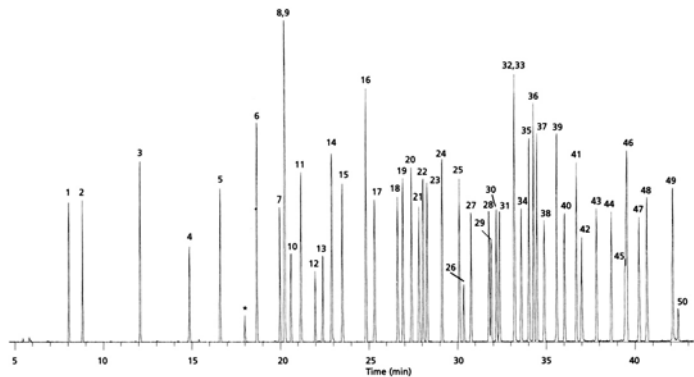
Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
Full Scan m/z 50 - 500

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

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

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



Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 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

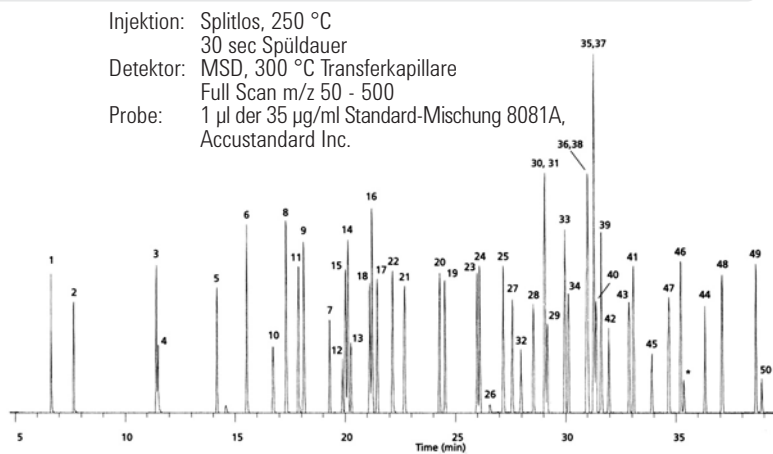
Säule: DB-5ms
122-5532

30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 35 cm/s, 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.

1. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
2. 4-Chlor-3-nitrobenzotrifluorid (SS)
3. Hexachlorpentadien
4. 1-Brom-2-nitrobenzol (IS)
5. Terrazol
6. Chloroneb
7. Trifluralin
8. 2-Brombiphenyl (SS)
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

- | | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| 20. Alachlor | 28. γ -Chlordan | 36. Perthan | 44. Dibutylchlorendat (SS) |
| 21. δ -BHC | 29. trans-Nonachlor | 37. Chlorpropylat | 45. Captafol |
| 22. Chlorthalonil | 30. α -Chlordan | 38. Endrin | 46. Methoxychlor |
| 23. Aldrin | 31. Endosulfan I | 39. p,p'-DDD | 47. Endrinke-ton |
| 24. Dacthal | 32. Captan | 40. Endosulfan II | 48. Mirex |
| 25. Isodrin | 33. p,p'-DDE | 41. p,p'-DDT | 49. cis-Permethrin |
| 26. Kelthan | 34. Dieldrin | 42. Endrinaldehyd | 50. trans-Permethrin |
| 27. Heptachlorepoxid | 35. Chlorbenzilat | 43. Endosulfansulfat | |



Pestizide, EPA 508.1

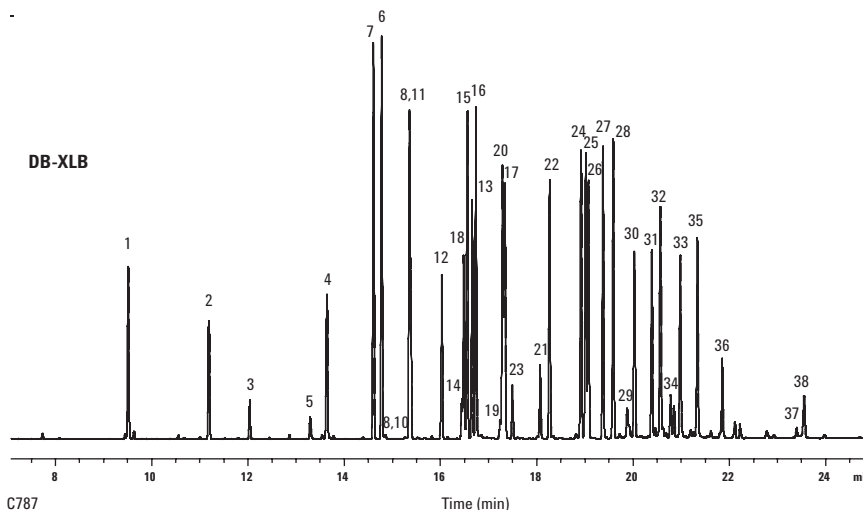
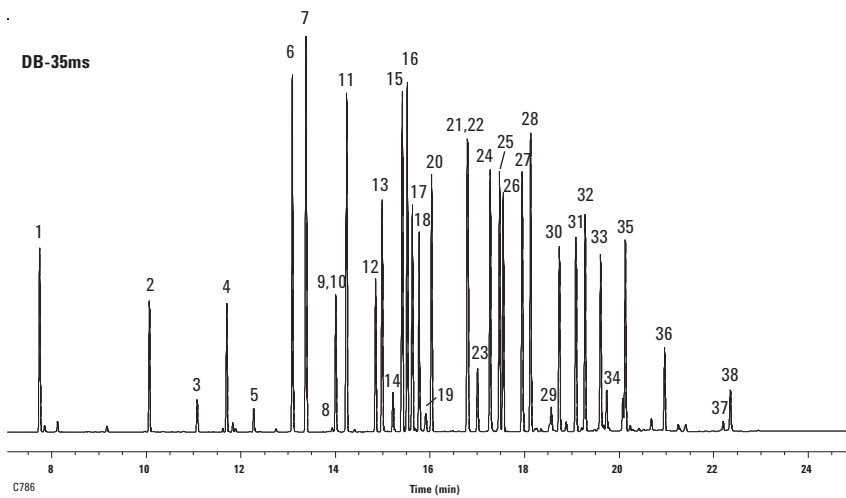
Säule: DB-35ms
123-3832
30 m x 0,32 mm, 0,25 µm

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

Träger: Helium mit 45 cm/s (EPC mit konstantem Fluss)
 Ofen: 75 °C für 0,5 Min.
 75 - 300 °C mit 10 °C/Min.
 300 °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 µg jede Substanz

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759
 Liner: Direkteinlass, einfach verjüngt, 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'-Dibrombiphenyl
22. Heptachlorepoxyd
23. Cyanazin
24. γ-Chlordan
25. α-Chlordan
26. Endosulfan I
27. 4,4'-DDE
28. Dieldrin
29. Chlorbenzilal
30. Endrin
31. 4,4'-DDD
32. Endosulfan II
33. 4,4'-DDT
34. Endrinlaldehyd
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/s (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

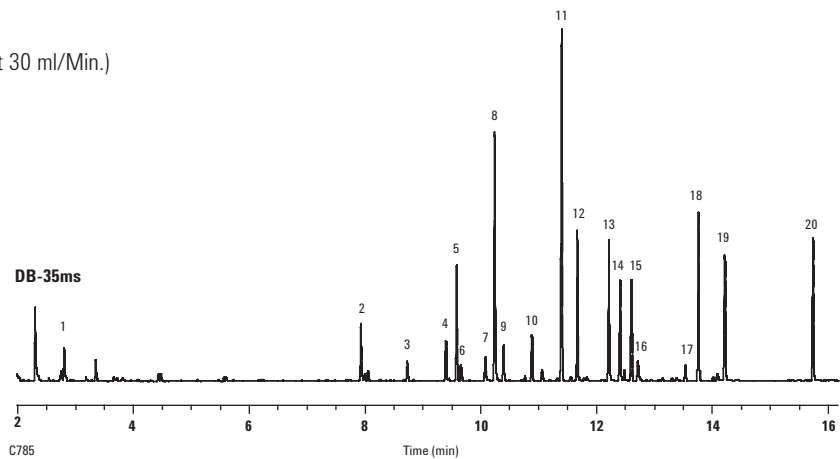
Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759

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

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

1. Dalapon
2. 3,5-Dichlorbenzoesäure
3. 4-Nitrophenol
4. Methyl-2,4-dichlorphenylacetat (SS)
5. Dicamba
6. MCPP
7. MCPA
8. 4,4
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



Nur die Agilent Premium Einlass-Septen verfügen über eine plasmabehandelte Oberfläche, um stets eine nicht klebende Oberfläche zu gewährleisten, ohne Nachteile für die Integrität und Sauberkeit Ihres GC-Systems. Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter

www.agilent.com/chem/septa

Herbizide

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.

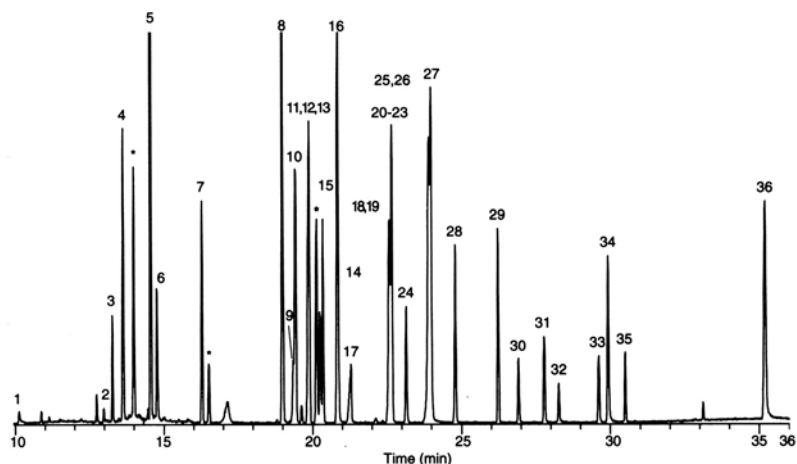
Injektion: Splitlos, 250 °C
 30 s Spüldauer
 Detektor: MSD, 300 °C Transferkapillare
 Full Scan 50 - 400
 Probe: 2 µl x 10 - 50 ng/µl Lösung
 in Aceton

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 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 |

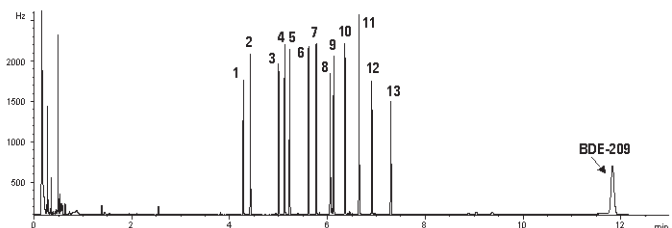
* Verunreinigung


PBDEs mittels ECD

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

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)

Träger: Wasserstoff mit 72 cm/s bei 100 °C (4,0 ml/Min.),
 konstanter Fluss
 Ofen: 100 °C für 0,5 Min.
 100 - 300 °C mit 30 °C/Min.
 300 °C für 5 Min.
 Injektion: Split, 250 °C
 Splitverhältnis 20:1
 Detektor: ECD, 300 °C
 Peak, Analogon (2,5 mg/ml)
 Probe: 1 µl



Wir danken Accustandard, Inc. aus New Haven, CT, für die PBDE-Standards.



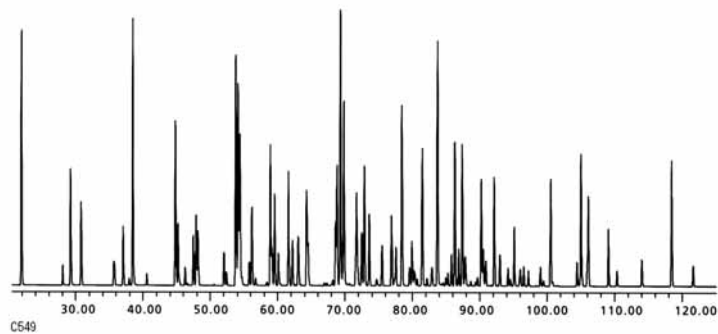
Aroclor 1016-1268 (ohne 1221)

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

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

Empfohlenes Zubehör

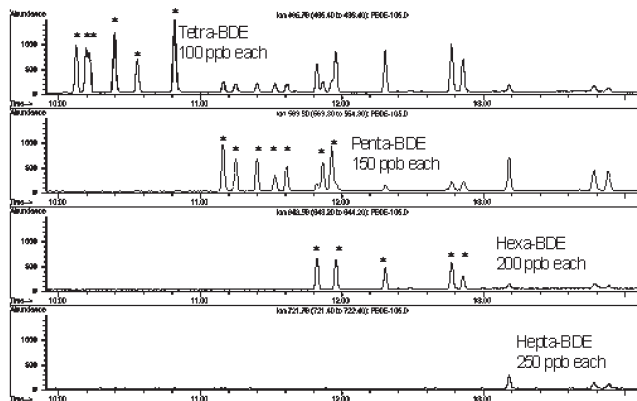
Septum: 11 mm Advanced Green Septa,
5183-4759
Liner: Direkteinlass, einfach verjüngt, deaktiviert,
4 mm ID, G1544-80730
Spritze: 10 µl, abgeschrägt, FN, 23-26s/42/HP,
5181-1267



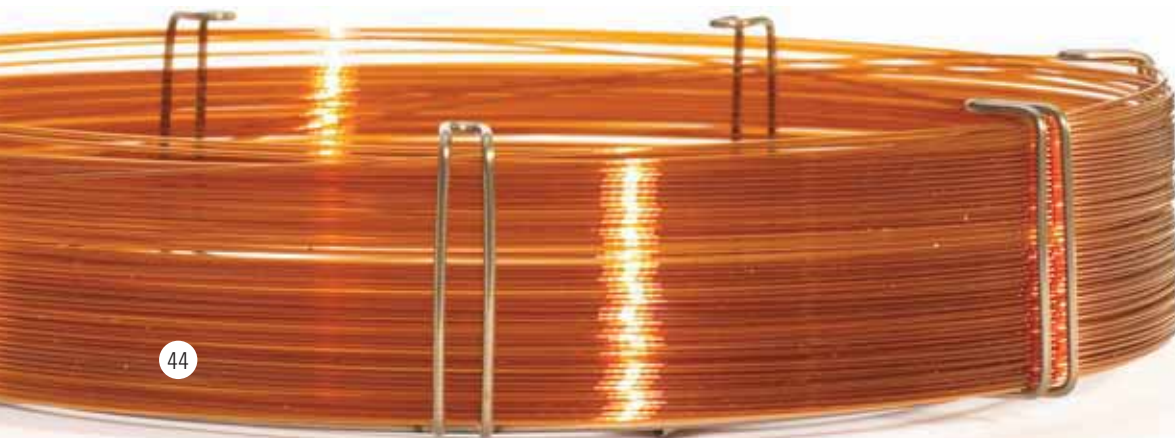
PBDEs

**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



Die komplette Application Note finden Sie unter www.agilent.com/chem. Wählen Sie dort in der Literatur-Bibliothek "Online-Bibliothek" und geben dort in das Feld "Schlüsselwort" 5989-0094DEE ein.

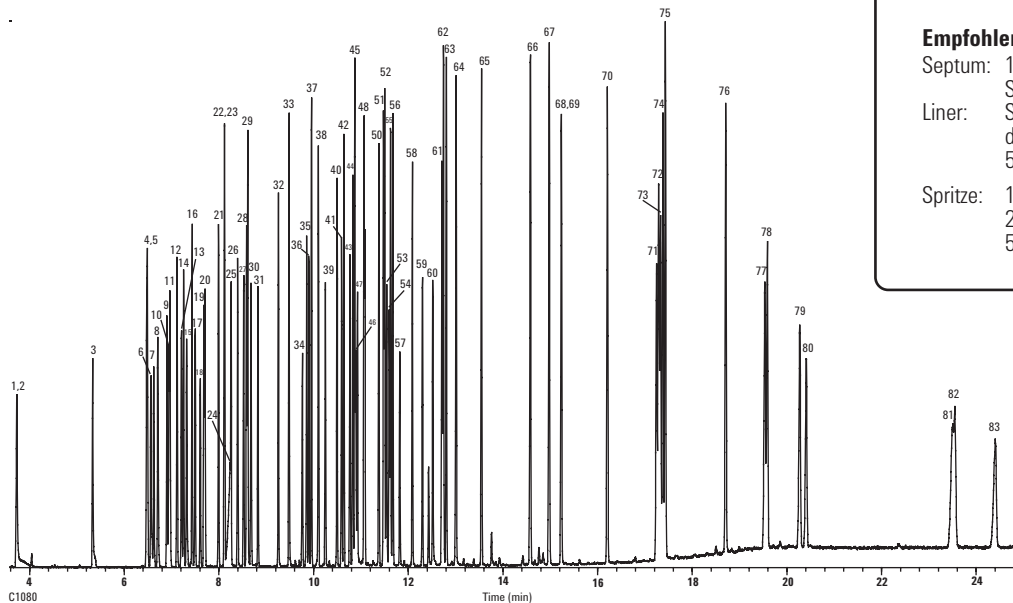


Halbflüchtige Substanzen nach EPA-Methode 8270

**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/sec
Probe: 1 µl des 50 ng Standard



Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green
Septa, 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)-anthracen |
| 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)-fluoranthren |
| 12. Benzylalkohol | 34. Hexachlorcyclopentadien | 56. Azobenzol | 78. Benzo-(k)-fluoranthren |
| 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)-perlyen |
| 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. Fluoranthren | |

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]fluoranthren und Benzo[k]fluoranthren. 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, mit 32 cm/sek,
gemessen bei 45 °C, konstanter Fluss

Ofen: 45 °C für 1 Min.
45 - 130 °C mit 30 °/Min.
130 °C für 3 Min.
130 - 180 °C mit 12 °/Min.
180 - 240 °C mit 7 °/Min.
240 - 325 °C mit 12 °/Min.
325 °C für 5 Min.

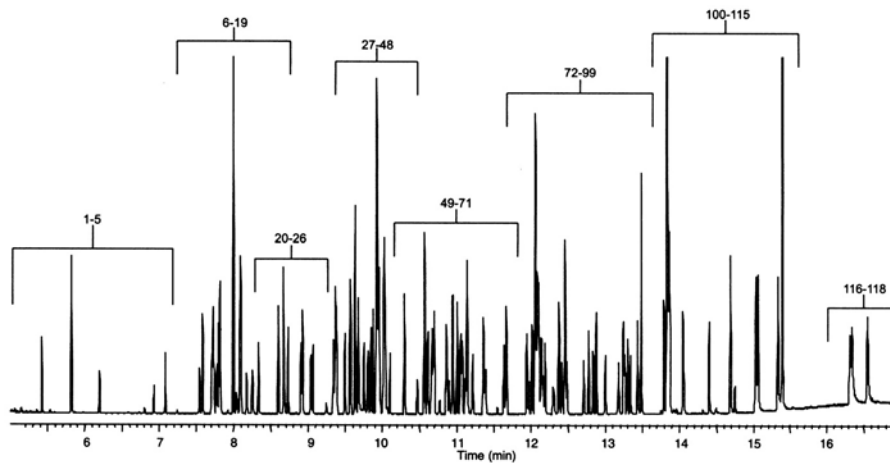
Injektion: Splitlos, 300 °C
1,0 Minute Spüldauer
FocusLiner

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

Probe: Standardmischung von Accustandard
Standards Methode 525.2 (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):
Zielsubstanzen mit 2 ng/µl, IS/SS mit 5 ng/µl

Empfohlenes Zubehör

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



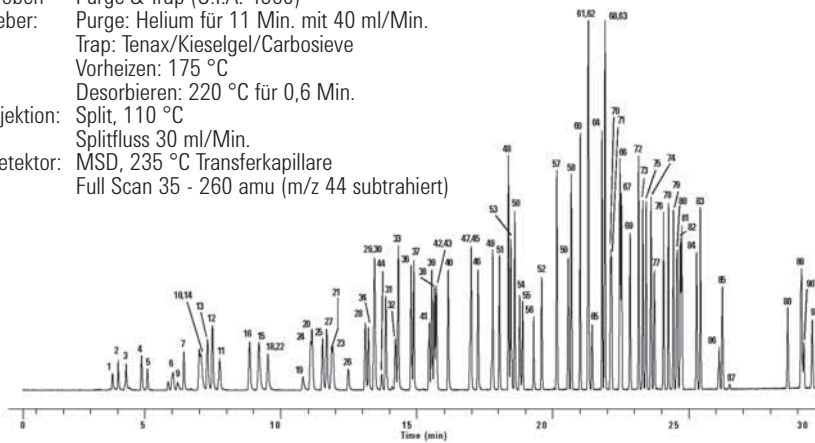
Flüchtige Substanzen nach EPA mit GC/MS (Splitinjektor)

**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 °/Min.
190 °C für 2 Min.
190 - 225 °C mit 6 °/Min.
225 °C für 1 Min.
Proben-
geber: Purge & 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
Splitfluss 30 ml/Min.
Detektor: MSD, 235 °C Transferkapillare
Full Scan 35 - 260 amu (m/z 44 subtrahiert)

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa,
5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID, 18740-80200
Dichtung: Dichtungssatz, goldbeschichtet,
5188-5367



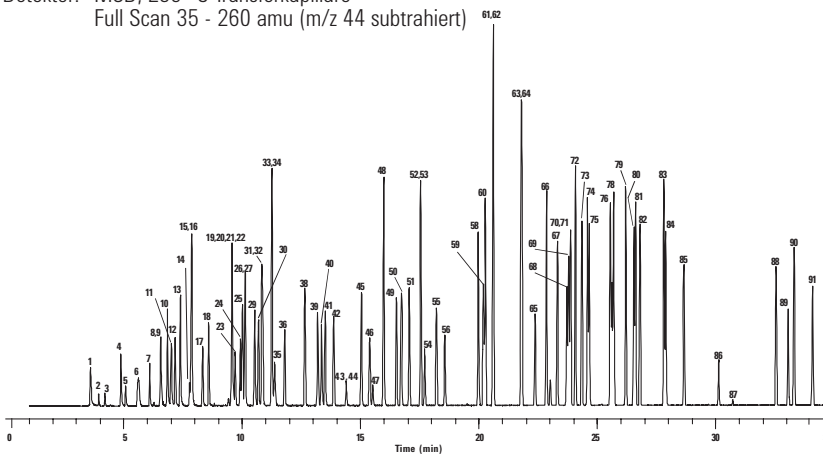
1. Dichlordifluormethan
2. Chlormethan
3. Vinylchlorid
4. Brommethan
5. Chlorethan
6. Trichlortluormethan
7. Ethylether
8. 1,1-Dichlorethen
9. Aceton
10. Methyljodid
11. Schwefelkohlenstoff
12. Allylchlorid
13. Methylenchlorid
14. Acrylnitril
15. Methyl tert-butylether (MTBE)
16. trans-1,2-Dichlorethen
17. Hexane
18. 1,1-Dichlorethan
19. 2-Butanon
20. cis-1,2-Dichlorethen
21. 2,2-Dichlorpropan
22. Propionitril
23. Methylacrylat
24. Methacrylnitril
25. Bromchlormethan
26. Tetrahydrofuran
27. Chloroform
28. Pentafluorbenzol (IS)
29. 1,1,1-Trichlorethan
30. 1-Chlorbutan
31. 1,1-Dichlorpropen
32. Tetrachlorkohlenstoff
33. Benzol
34. 1,2-Dichlorethan
35. 2,2-Dimethylhexan
36. Fluorbenzol (IS)
37. 1,4-Difluorbenzol (IS)
38. Trichlorethan
39. 1,2-Dichlorpropan
40. Methylmethacrylat
41. Dibrommethan
42. Bromdichlormethan
43. 2-Nitropropan
44. Chloracetnitril
45. cis-1,3-dichlorpropen
46. 4-Methyl-2-pentanon
47. 1,1-Dichlor-2-propanon
48. Toluol
49. trans-1,3-Dichlorpropen
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. Hexachlorbutadien
90. Naphthalin
91. 1,2,3-Trichlorbenzol

**Säule: DB-624
122-1364
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 °/Min.
190 °C für 2 Min.
190 - 225 °C mit 6 °/Min.
225 °C für 1 Min.
Proben-
geber: Purge & 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
Splitfluss 30 ml/Min.
Detektor: MSD, 235 °C Transferkapillare
Full Scan 35 - 260 amu (m/z 44 subtrahiert)

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa,
5183-4759
Liner: Direkt, 1,5 mm ID, 18740-80200
Dichtung: Dichtungssatz, goldbeschichtet,
5188-5367



IS - Interner Standard
SS - Surrogat-Standard
Hinweis: Einige Substanzen sind
nicht in beiden
Chromatogrammen enthalten



Schnelle Analyse von VOC, EPA-Methode 8260

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

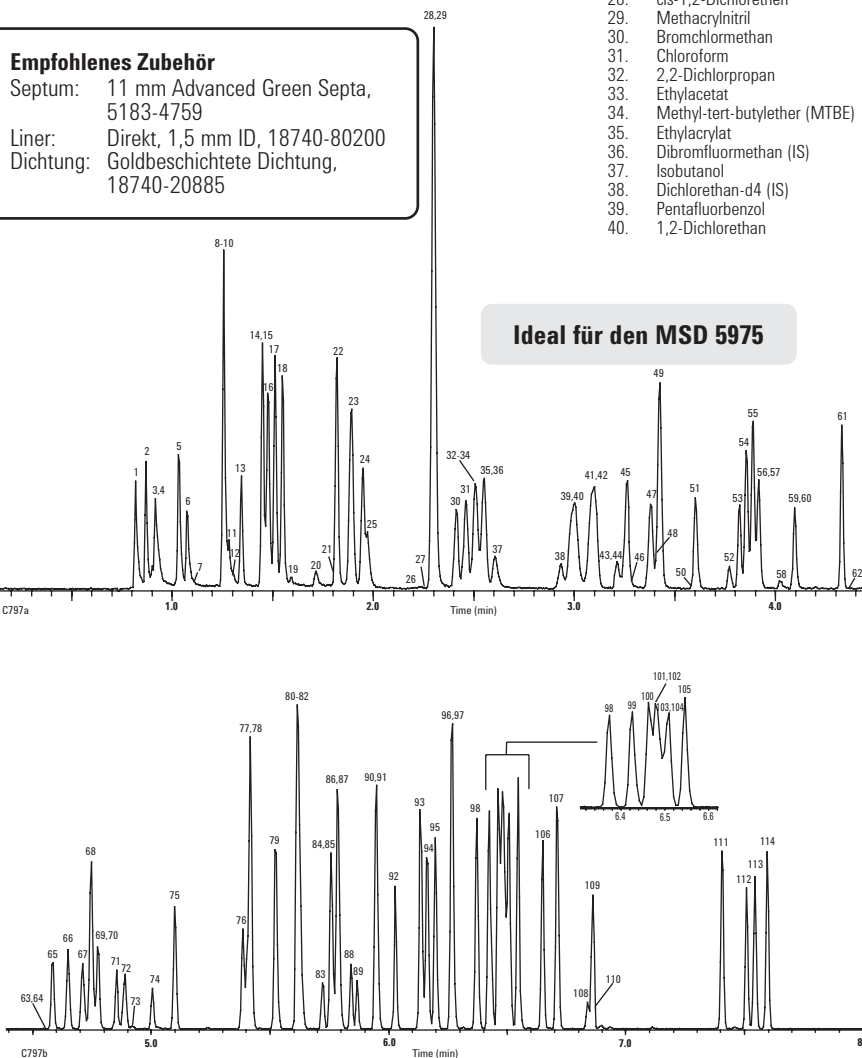
Träger: Helium mit 55 cm/s (1,5 ml/Min.)
Ofen: 45 °C für 3,0 Min. 190 - 225 °C mit 20 °C/Min.
45 - 190 °C mit 36 °C/Min. 225 °C für 0,5 Min.
Proben- Purge & Trap (Tekmar 3100) Desorbieren: 250 °C für 1 Min.
geber: Purge: 11 Min. Ausheizen: 260 °C für 10 Min.
Trap: Vocarb 3000 Kap. & Ventil: 100 °C
Vorheizen: 245 °C

Injektion: Split, 150 °C
Splitverhältnis 60:1

Detektor: Agilent 5973 MSD, Quad Temperatur: 150 °C
Scan-Bereich: 35 - 260 amu Quelltemperatur: 200 °C
Scangeschw.: 3,25 Temperatur der Transferkap.:
Scans/sec 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. Methylchlorid
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-Dibromethan
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



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

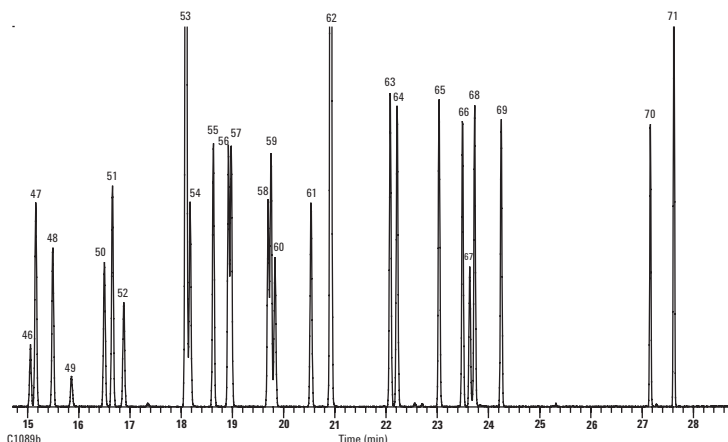
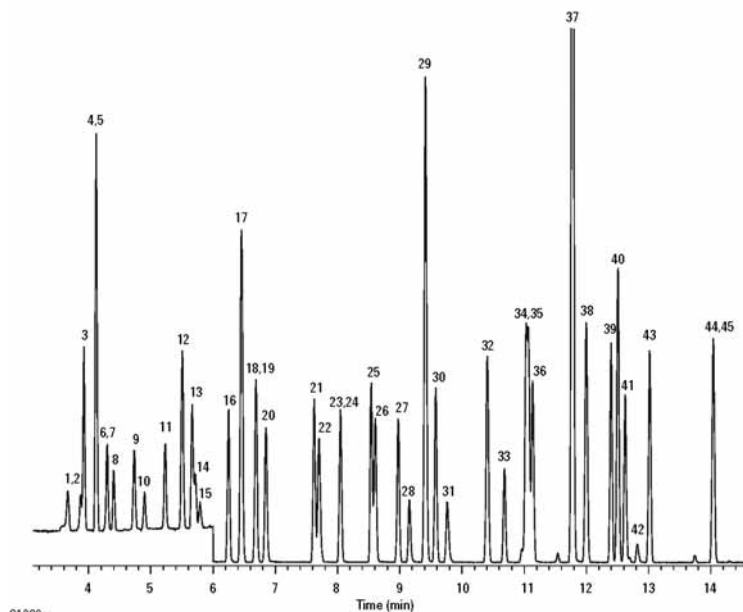
Säule: DB-5ms
123-5563
60 m x 0,32 mm, 1,00 µm

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.
 Proben-
 geber: 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)

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: 11 mm Advanced Green Septa,
 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 °/Min.
 120 °C für 3 Min.
 120 - 200 °C mit 10 °/Min.

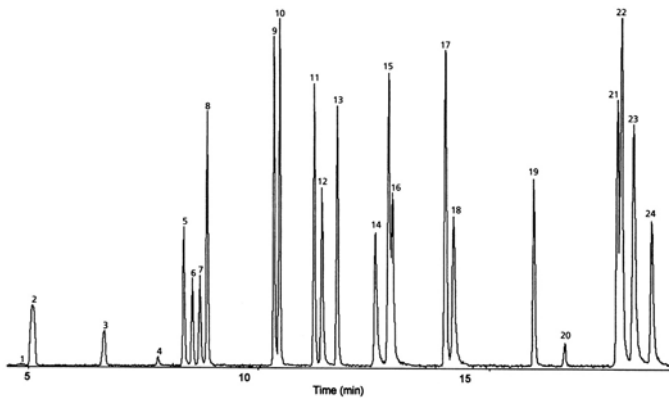
Injektion: Splitlos, 250 °C
 0,20 Minuten Spüldauer

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: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759
 Liner: Splitlos, einseitig konisch, deaktiviert, 4 mm ID, 5181-3316
 Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
 Spritze: 10 µl, abgeschragt, 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-1,2,2-trifluorethan	113
24.	1,2-Dibrom-1,1,2,2-tetrafluorethan	114B2

*Peak nicht angezeigt

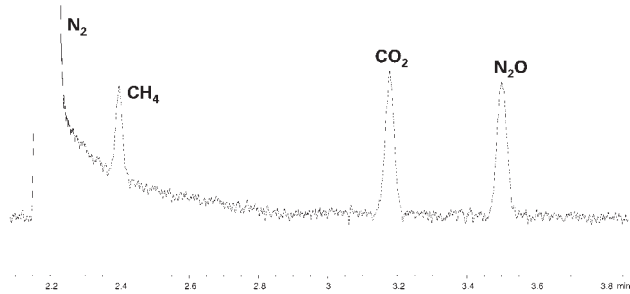


Mit GC PAL Flüssiginjektionspritzen können Sie einen großen Bereich an Probenvolumina, bis zu 500 µl, injizieren.

N₂O I

**Säule: HP-PLOT Q
19095P-Q04
30 m x 0,53 mm, 40,00 µm**

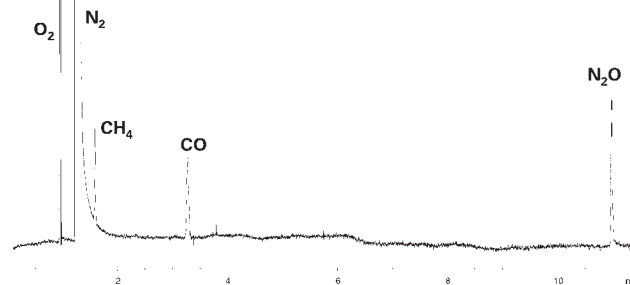
Träger: Helium, 5 psi (ungefähr 8 ml/Min.)
Ofen: 35 °C isotherm
Injektion: Splitverhältnis 1:3
Detektor: WLD, 200 °C
Probe: 250 µl Injektionsvolumen
ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)



N₂O II

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

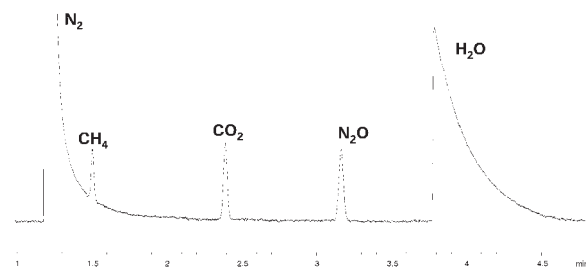
Träger: Helium, 6 psi (ungefähr 10 ml/Min.)
Ofen: 50 °C (5 Min.), 25 °C/Min. bis 200 °C, dann halten
Injektion: Splitverhältnis 1:4
Detektor: WLD, 250 °C
Säulenkompensation an
Probe: 250 µl Injektionsvolumen
ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)



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: Splitverhältnis 1:4
Detektor: WLD, 200 °C
Probe: 250 µl Injektionsvolumen
ungefähr 200 ppmV Methan
200 ppmV CO₂
250 ppmV N₂O (Stickstoffersatz)





Raffineriegas I

Säule: HP-PLOT Q
19095P-Q04
30 m x 0,53 mm, 40,00 µm

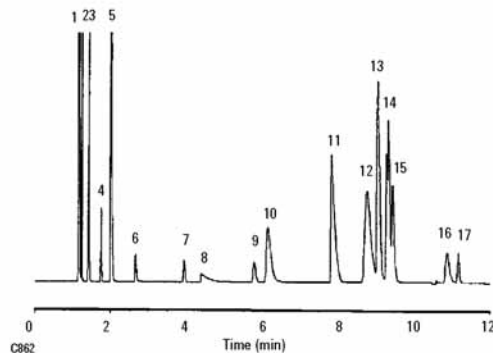
Träger: Helium p=9,0 psi @ 60 °C
Ofen: 60 °C für 5 Min.
60-200 °C mit 20 °C/min
200 °C für 1 Min.

Injektion: Split, 250 °C
Splitfluss: 100mL/Min.

0,25 cc Ventil
Detektor: TCD, 250 °C
Probe: Raffineriegas und andere

Empfohlenes Zubehör

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



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

Flüchtige Schwefelverbindungen

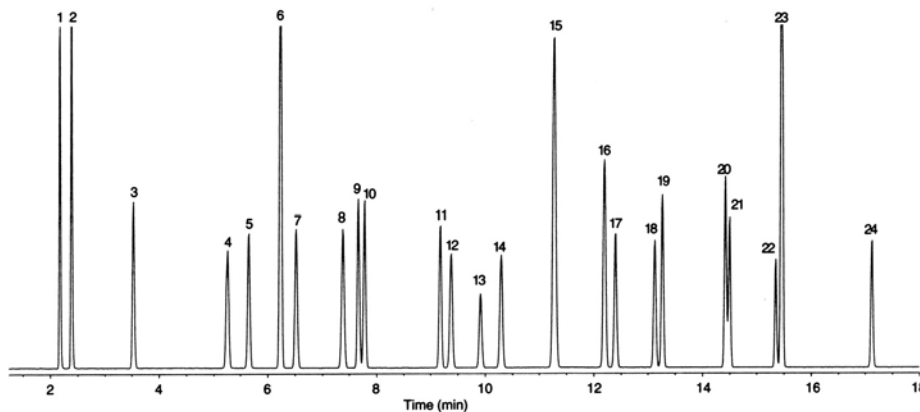
Säule: DB-1
123-1035
30 m x 0,32 mm, 5,00 µm

Träger: Helium mit 23 cm/s (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. Methyldisulfid
16. 2-Methylthiophen
17. 3-Methylthiophen
18. Tetrahydrothiophen
19. 1-Pentanthiol
20. 2-Ethylthiophen
21. 2,5-Dimethylthiophen
22. 1-Hexanthiol
23. Methyldisulfid
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.

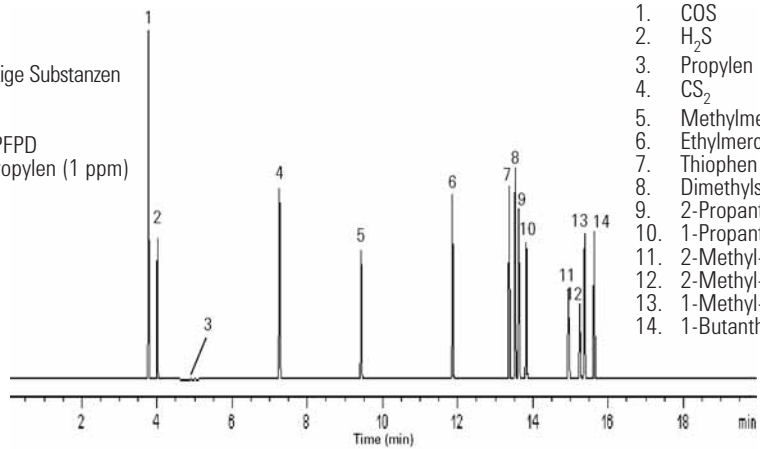
Injektion: OI Analytical Einlass für flüchtige Substanzen
Splitverhältnis 5:1

200 µl Gasprobenventil

Detektor: OI Analytical Modell 5380 PFPD

Probe: Schwefelverbindungen in Propylen (1 ppm)

Wir danken OI Analytical für das Chromatogramm.



1. COS
2. H₂S
3. Propylen
4. CS₂
5. Methylmercaptan
6. Ethylmercaptan
7. Thiophen
8. Dimethylsulfid
9. 2-Propanthiol
10. 1-Propanthiol
11. 2-Methyl-2-propanthiol
12. 2-Methyl-1-propanthiol
13. 1-Methyl-1-propanthiol
14. 1-Butanthiol

Unverbleites Benzin II

Säule: DB-Petro

122-10A6

100 m x 0,25 mm, 0,50 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

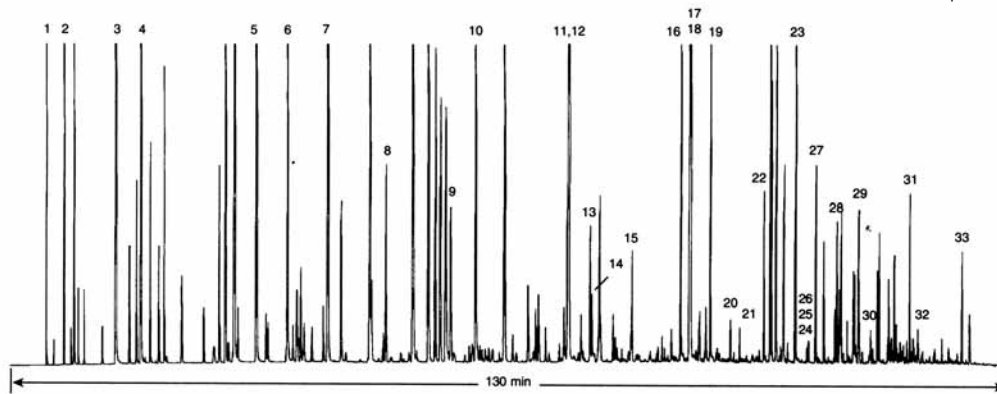
mit 30 ml/Min.

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.

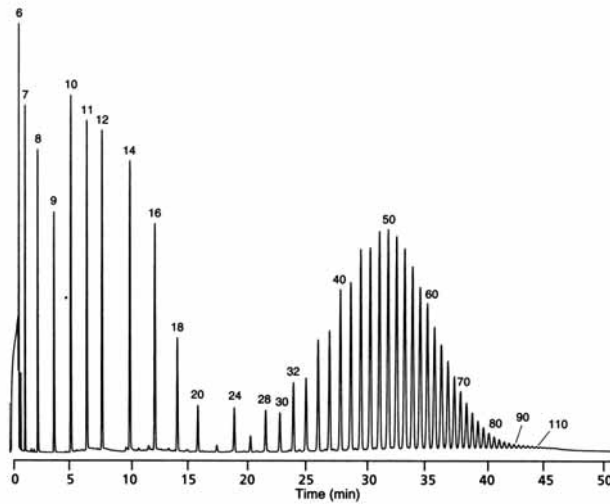
Injektion: OPTIC PTV

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



Duftöl-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 mit 5 °/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

Wir danken Carl Frey, leitender Angestellter des Bereichs "Analytical Services" bei Dragoco, und Kevin Myung, Leiter des Bereichs "Flavor and Perfumery Research" bei Bush Boake Allen, Inc. für die Zusammenarbeit.

Empfohlenes Zubehör

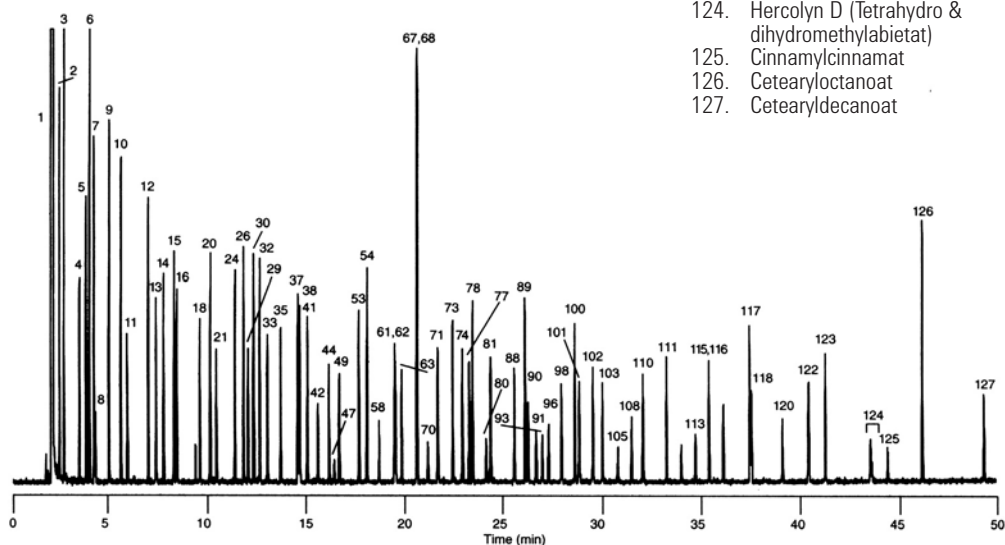
Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759

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

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 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	trans-Nerolidol
4. 2,3-Pentandion (Acetylpropionyl)	31. 1,8-Cineol	63. Hydroxycitronellal	98. n-Amylsalicylat
5. Ethylpropionat	32. Limonen	64. Citronellylformiat	99. Phenylethylglutrat
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. Citronellylglutrat
11. Furfural	39. Benzoethanol	71. γ-Nonalacton	105. Evernyl
12. Ethylisovalerat	41. Rosenoxid, cis-rose	72. Citronellylacetat	106. Geranylglutrat
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. Ethyloctanoat	88. Dodecanol	Nonadecan
24. Ethylhexanoat	54. Octylacetat	89. Ethylundecanoat	117. Ethylhexadecanoat
25. Myrcen	56. Fenchylacetat	90. Eugenylacetat	118. Musk T (Ethylbrassylat)
26. Hexylacetat	57. Citronellol	91. Frambione	119. Eicosan
cis-Linalooloxid	58. Neral	(p-Hydroxybenzylacetat)	120. Cinnamylphenylacetat
Methylbenzoat	59. Carvonel	93. Isoamylsalicylat	121. Heneicosan
trans-Linalooloxid	Phenylethylacetat	94. δ-Cadinen	122. Phenylethylcinnamat
		95. cis-Nerolidol	123. Ethyloctadecanoat
			124. Hercolyn D (Tetrahydro & dihydromethylabietat)
			125. Cinnamylcinnamat
			126. Cetearyl-octanoat
			127. Cetearyldecanoat





Duftöl-Referenzstandard II

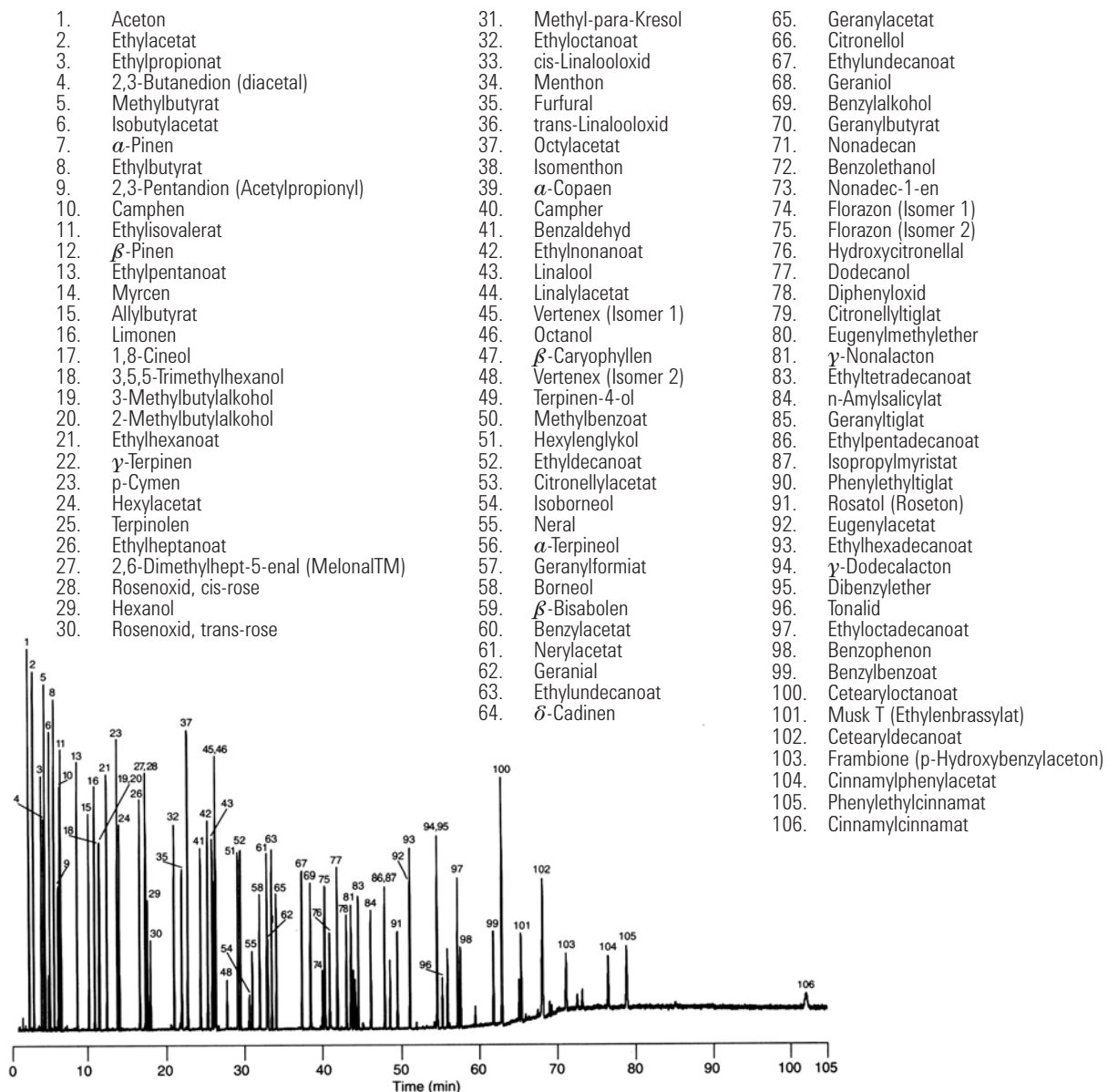
**Säule: DB-WAX
122-7032
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm**

Träger: Helium mit 25 cm/s,
gemessen bei 150 °C
Ofen: 45 °C für 2 Min.
45 - 250 °C mit 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,
Director of Flavor and Perfumery Research, Bush Boake Allen, Inc. für ihre Beiträge.

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759
Liner: Split-Liner, einseitig konisch, geringer Druckabfall,
Glaswolle, 5183-4647
Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885
Spritze: 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

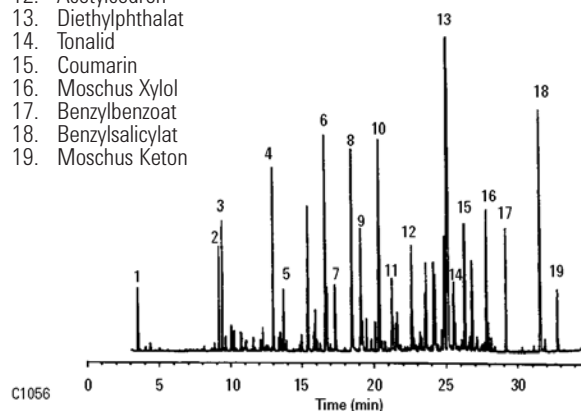
Träger: Helium mit 30 cm/s
0,9 ml/Min. konstanter Fluss

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. Carvocrol und Geraiol | 18. Benzylsalicylat |
| 9. Isoamylsalicylat | 19. Moschus Keton |
| 10. n-Amylsalicylat | |



Empfohlenes Zubehör

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

Chirale Substanzen in essenziellen Ölen und Duftstoffen

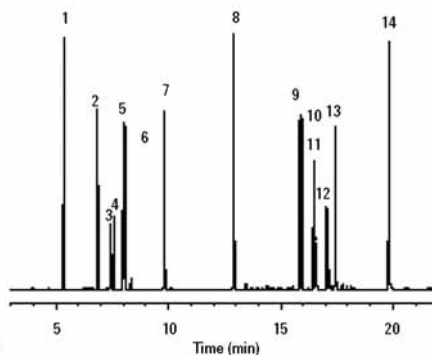
Säule: HP-Chiral β
19091G-B233
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Wasserstoff, 39 cm/s, konstanter Druck

Ofen: 65 °C für 1 Min.
65 - 170 °C mit 5 °C/Min.

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 30:1

Detektor: FID, 300 °C
Probe: 1 µl
0,25 ng/µl je Analyt in Hexan



1. 1,2-Dimethylbenzol
2. Myrcen
3. (-)-Camphen
4. (+)-Camphen
5. (+)- β -Pinen
6. 1S(-)- β -Pinen
7. Cineol
8. (+)-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

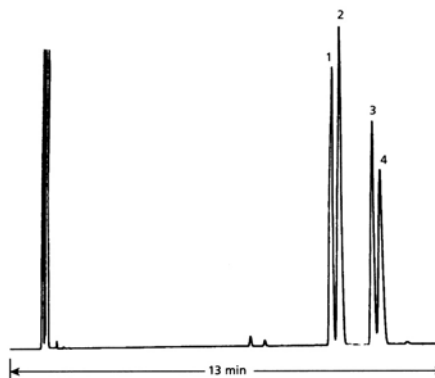
Träger: Wasserstoff mit 55 cm/s

Ofen: 105 °C isotherm

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:100

Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff Makeup-Gas mit 30 ml/Min.

Probe: 1 µl einer 1 µg/µl Lösung in Chloroform



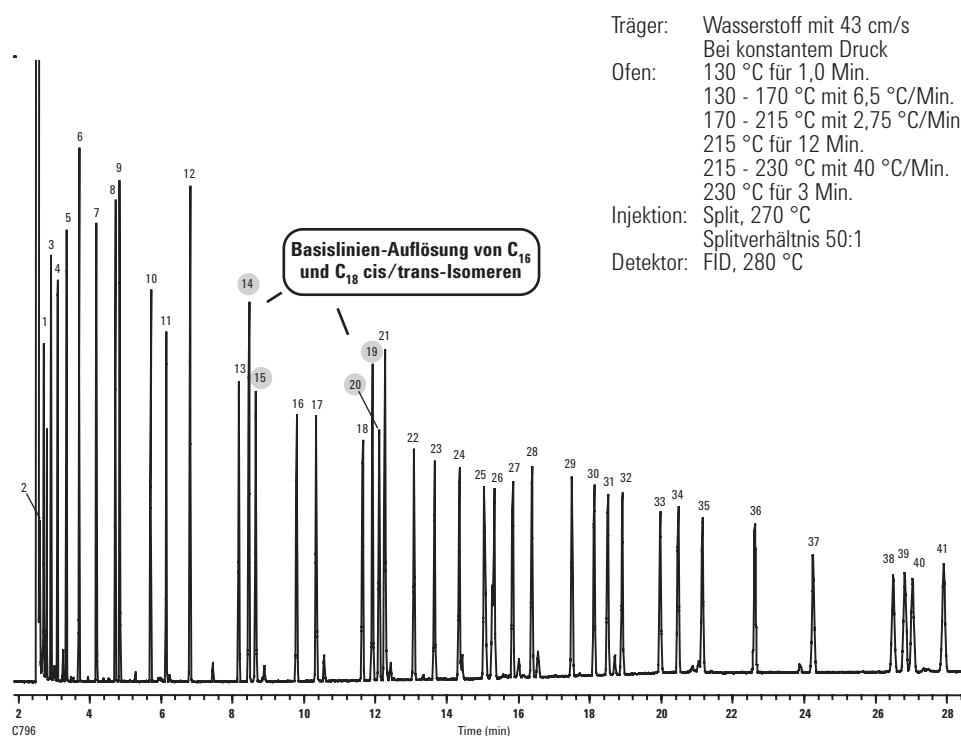
1. (+)-Neomenthol
2. (-)-Neomenthol
3. (+)-Menthol
4. (-)-Menthol



FAME

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. C6:0
2. C7:0
3. C8:0
4. C9:0
5. C10:0
6. C11:0
7. C12:0
8. BHT
9. C13:0
10. C14:0
11. C14:1n5
12. C15:0
13. C16:0
14. C16:1n7(trans)
15. C16:1n7(cis)
16. C17:0
17. C17:1
18. C18:0
19. C18:1n9(trans)
20. C18:1n9(cis)
21. C18:1n7
22. C18:2n6
23. C18:3n6
24. C18:3n3
25. C18:2(d9,11)
26. C18:2(d10,12)
27. C20:0
28. C20:1n9
29. C20:2n6
30. C20:3n6
31. C20:4n6
32. C20:3n3
33. C20:5n3
34. C22:0
35. C22:1n9
36. C22:2n6
37. C22:4n6
38. C22:5n3
39. C24:0
40. C22:6n3
41. C24:1n9

Empfohlenes Zubehör

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



Alkohole I

**Säule: DB-624
125-1334
30 m x 0,53 mm, 3,00 µm**

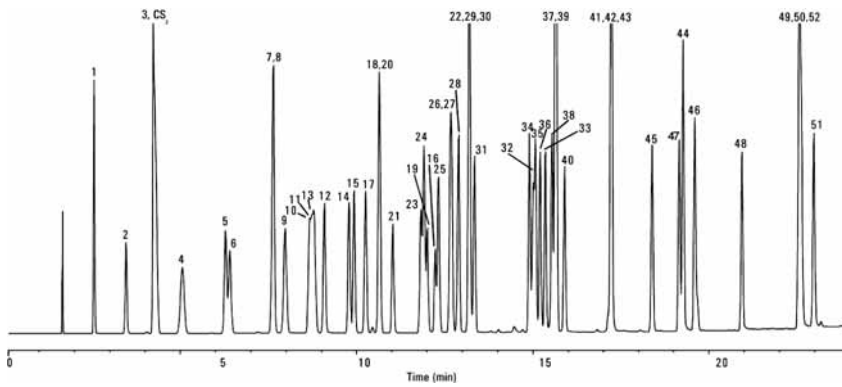
Träger: Helium mit 30 cm/s,
gemessen bei 40 °C
Ofen: 40 °C für 5 Min.
40 - 260 °C mit 10 °C/Min.
260 °C für 3 Min.

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. Acetaldehyd | 15. 2-Methyl-3-pentanon |
| 2. Acrolein | 16. 3-Hexanon |
| 3. Aceton | 17. Cyclopentanon |
| 4. Propionaldehyd | 18. 2-Hexanon |
| 5. Isobutyraldehyd | 19. Hexanal |
| 6. Methacrolein | 20. Furfural |
| 7. Butyraldehyd | 21. 4-Heptanon |
| 8. 2-Butanon (MEK) | 22. 3-Heptanon |
| 9. Crotonaldehyd | 23. 2-Heptanon |
| 10. 3-Methyl-2-butanon | 24. Cyclohexanon |
| 11. 2-Pentanon | 25. Heptanal |
| 12. 3-Pentanon | 26. Benzaldehyd |
| 13. Valeraldehyd (Pentanal) | 27. Octylaldehyd |
| 14. 4-Methyl-2-pentanon (MIBK) | 28. o-Tolualdehyd |
| | 29. m-Tolualdehyd |
| | 30. p-Tolualdehyd |
| | 31. Nonylaldehyd |
| | 32. Methanol |
| | 33. Ethanol |
| | 34. Isopropanol |
| | 35. tert-Butanol |
| | 36. 2-Propen-1-ol (Allylkohol) |
| | 37. 1-Propanol |
| | 38. 2-Propyn-1-ol (Propargylalkohol) |
| | 39. sec-Butanol |
| | 40. 2-Methyl-3-buten-2-ol |
| | 41. Isobutanol |
| | 42. 2-Methoxyethanol (Methylcellosolve) |
| | 43. 3-Buten-1-ol |
| | 44. 2-Methyl-2-butanol (tert-Amylalkohol) |
| | 45. 1-Butanol |
| | 46. 2-Buten-1-ol (Crotylalkohol) |
| | 47. Ethylenglykol |
| | 48. 1-Penten-3-ol |
| | 49. 2-Pentanol |
| | 50. Glycidol |
| | 51. 3-Pentanol |
| | 52. 2-Ethoxyethanol (Cellosolve) |



Empfohlenes Zubehör

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



Die neue Agilent Goldeinlassdichtung, für die ein Patent beantragt wurde, erhöht die Säulenlebensdauer durch Eliminierung herstellungsbedingter Kratzer, die eine mögliche Quelle von Undichtigkeiten darstellen können.

Halogenierte Kohlenwasserstoffe I

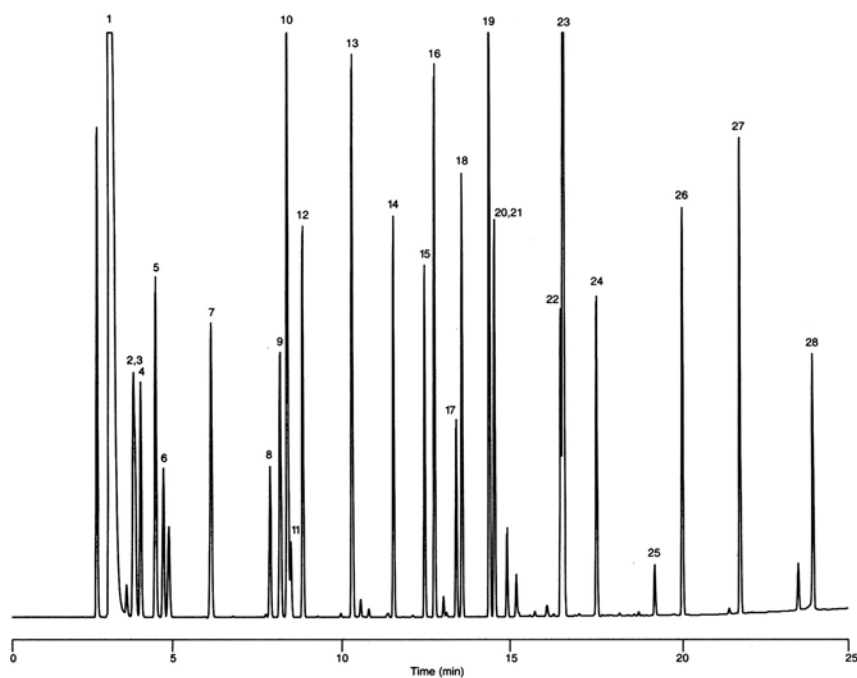
Säule: DB-624
123-1334
30 m x 0,32 mm, 1,80 µm

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

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 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-Dichlorethan
4. 1,1,2-Trichlortrifluoroethan (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



Aromatische Lösungsmittel

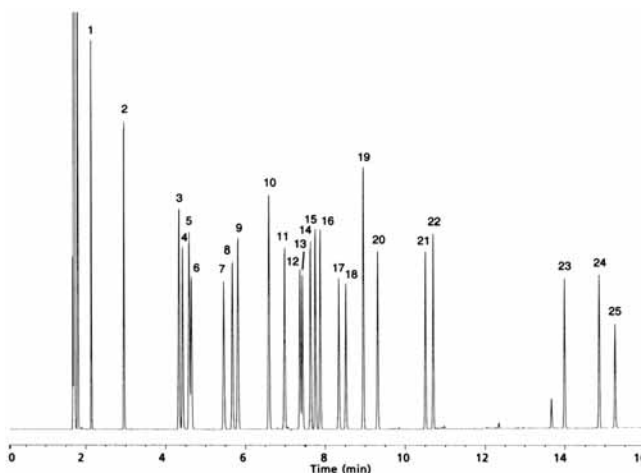
**Säule: DB-200
122-2032
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm**

Träger: Helium mit 31 cm/s
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: 11 mm Advanced Green Septa, 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

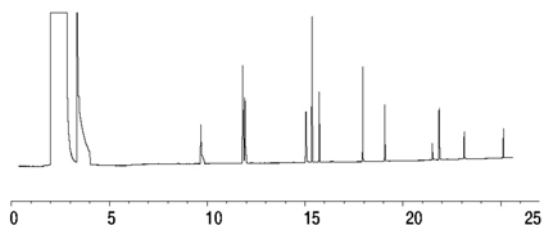
**Säule: HP-5ms
19091S-433
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm**

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: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759
Liner: Direkteinlass, einfach verjüngt, 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. Pentachlorphenol





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 mit 10 °/Min.

Injektion: Split, 200 °C
Splitverhältnis 1:50

Detektor: WLD, 250 °C

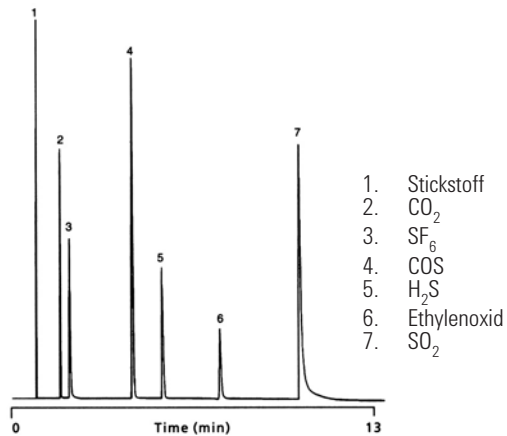
Probe: 50 µl

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa,
5183-4759

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

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung,
18740-20885



Amphetamine und Vorstufen, TMS Derivate

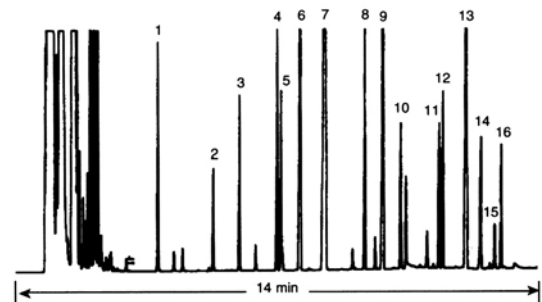
Säule: DB-5
121-5023
20 m x 0,18 mm, 0,40 µm

Träger: Helium mit 39 cm/s, gemessen bei 100 °C
 Ofen: 100 - 240 °C mit 10 °/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: 11 mm Advanced Green Septa, 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-Methylenedioxyamphetamin (MDA) |
| 3. Amphetamin | 11. 3,4-Methylenedioxyamphetamin |
| 4. Phentermin | 12. 4-Methyl-2,5-dimethoxyamphetamin (STP) |
| 5. Methamphetamin | 13. Phenylephedrin |
| 6. Methylephedrin | 14. 3,4-Methylenedioxyethylamphetamin (MDE; Eve) |
| 7. Nicotinamin | 15. Koffein |
| 8. Ephedrin | 16. Benzphetamin |

**Barbiturate**

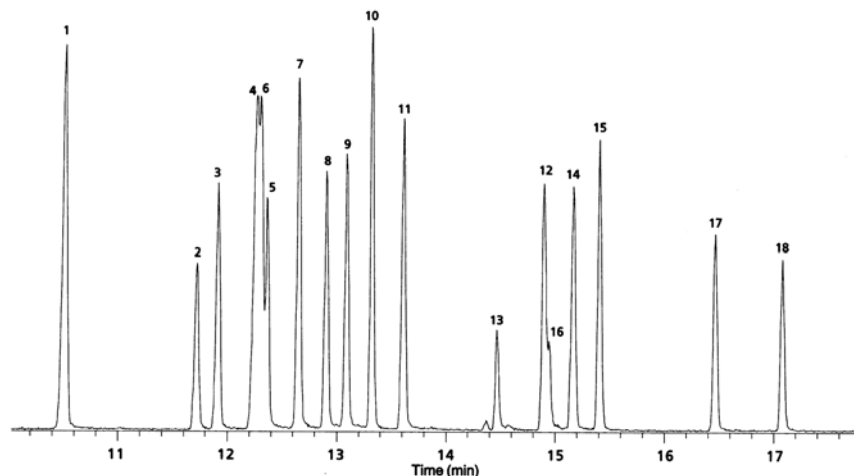
Säule: DB-35ms
122-3832
30 m x 0,25 mm, 0,25 µm

Träger: Helium mit 31 cm/s, gemessen bei 50 °C
 Ofen: 50 °C für 0,5 Min.
 50 - 150 °C mit 25 °/Min.
 150 - 300 °C mit 10 °/Min.
 Injektion: Splitlos, 250 °C
 30 sec Spüldauer
 Detektor: MSD, 280 °C Transferkapillare
 Full Scan m/z 40-270

Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 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

- | |
|-------------------------|
| 1. Barbital |
| 2. Allobarbital |
| 3. Aprobarbital |
| 4. Butabarbital |
| 5. Butethal |
| 6. Butalbital |
| 7. Amobarbital |
| 8. Talbutal |
| 9. Pentobarbital |
| 10. Methohexital |
| 11. Secobarbital |
| 12. Hexobarbital |
| 13. Thiopental |
| 14. Cyclopentylbarbital |
| 15. Mephobarbital |
| 16. Thiethylal |
| 17. Phenobarbital |
| 18. Alphenal |



Narkotika

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

Träger: Helium mit 31 cm/s, 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

Empfohlenes Zubehör

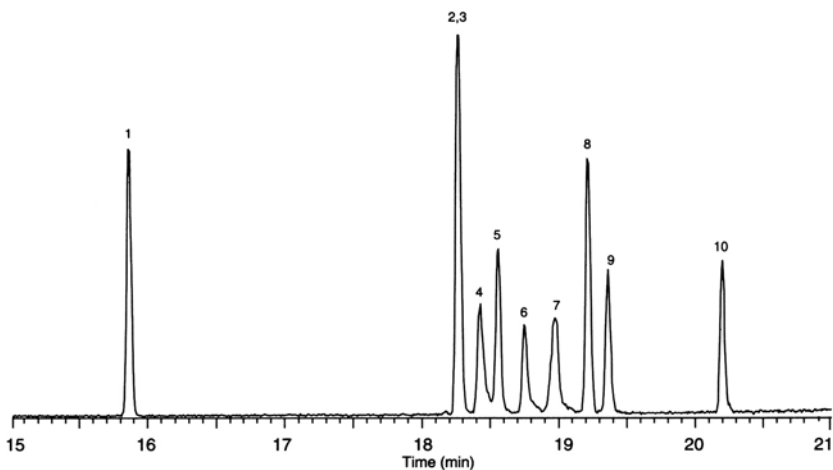
Septum: 11 mm Advanced Green Septa, 5183-4759

Liner: Direkteinlass, einfach verjüngt, deaktiviert, 4 mm ID,
G1544-80730

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Spritze: 10 µl, abgeschragt, FN, 23-26s/42/HP,
5181-1267

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



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

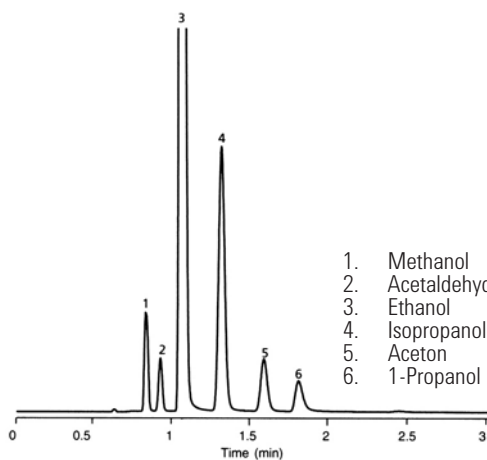
Proben-
geber: Headspace-Analyse

Injektion: Split, 250 °C

Splitverhältnis 1:10

Detektor: FID, 300 °C
Stickstoff Makeup-Gas
mit 23 ml/Min.

1. Methanol
2. Acetaldehyd
3. Ethanol
4. Isopropanol
5. Aceton
6. 1-Propanol



Empfohlenes Zubehör

Septum: 11 mm Advanced Green Septa,
5183-4759

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

Dichtung: Goldbeschichtete Dichtung, 18740-20885

Blutalkohol II (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

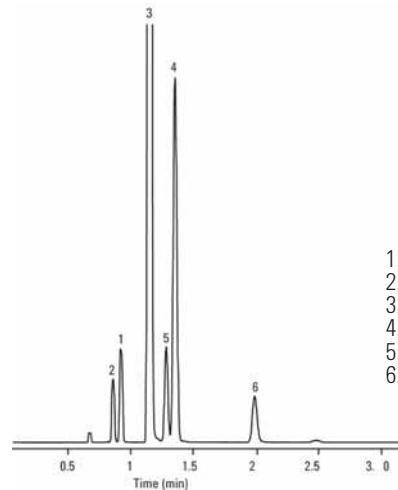
Ofen: 40 °C isotherm
Proben-
geber: Headspace-Analyse
Ofen: 70 °C

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





Lösungsmittelrückstände, DMI-Verdünner

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

Ofen: 50 - 60 °C, 1 °C/Min.
60 - 115 °C, 9,2 °C/Min.
115 - 220 °C, 35 °C/Min.
220 °C sechs Minuten halten

**Proben-
geber:** Headspace-Analyse
Platte 140 °C
Transferleitung, Ventil 250 °C
Probenschleife 2 ml

Injektion: Split, 250 °C
Splitverhältnis 1:18

Detektor: FID, 270 °C
Stickstoff Makeup-Gas

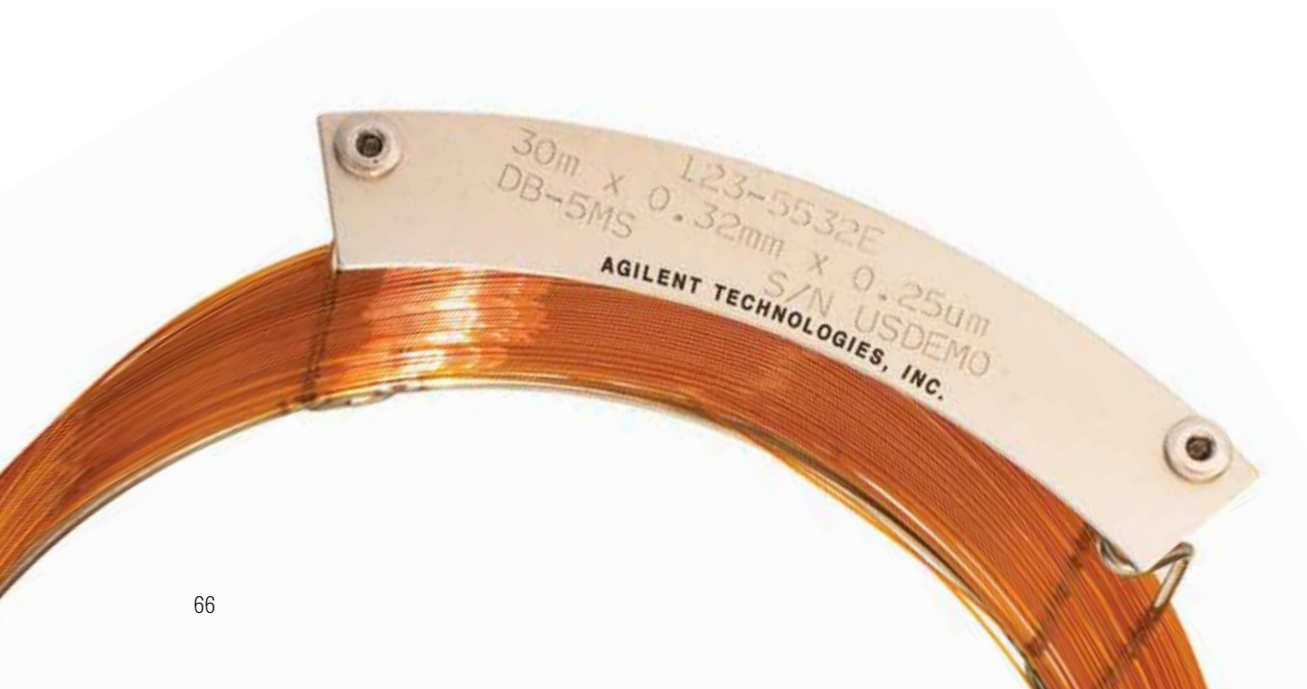
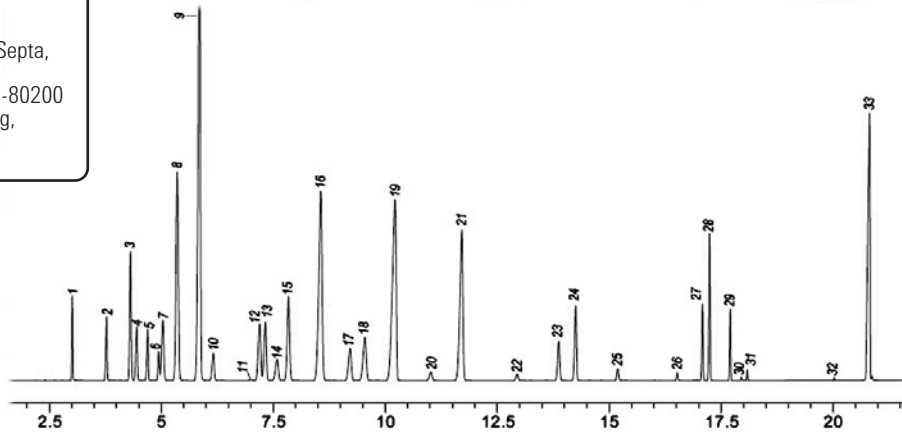
Probe: 5.000 ppm Standard

- | | |
|--|---|
| 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. Methylenchlorid | 22. 2-Ethoxyethanol |
| 7. 2-Methyl-2-butanol (tert-Amylalkohol) | 23. MIBK (2-Pentanon) |
| 8. MTBE | 24. Toluol |
| 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) |

Wir danken Julie Kancler, Brian Wallace, Teledyne.

Empfohlenes Zubehör

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





GC-Kapillarsäulen

Ein unverzichtbares Produkt für zuverlässige Ergebnisse!

Geringstes Säulenbluten, größte Inertheit, höchste Reproduzierbarkeit von Säule zu Säule zeichnen Agilent J&W Kapillarsäulen aus und machen Sie zu Säulen höchster Leistungsfähigkeit. Auf den folgenden Seiten finden Sie ...

GC/MS-Säulen mit geringem Bluten – speziell entwickelt für die Spurenanalytik mit geringem Säulenbluten und großer Inertheit, sogar bei höheren Temperaturen. *Siehe Seite 68.*

Premium Polysiloxan-Säulen – stabil, robust, vielseitig und erhältlich in einer großen Vielzahl an stationären Phasen. *Siehe Seite 77.*

Polyethylenglykol (PEG)-Säulen – bieten eine einzigartige Phasencharakteristik und erfüllen die vielfältigen Anforderungen, die an Ihr Labor gestellt werden. Der Prozess der Vernetzung und Deaktivierung dieser Säulen unterliegt den strengen Agilent Qualitätskontrollen. *Siehe Seite 94.*

Spezielle Säulen – unterliegen den kompromisslosen Standards von Agilent für Hochtemperatur-, Life Sciences-, Pestizid-, und petrochemische Applikationen sowie für leichtflüchtige und schwerflüchtige Verbindungen. *Siehe Seite 101.*

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 110.*

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 2007/2008*, bei Agilent Technologies oder einem autorisierten Vertriebspartner.



Kapillarsäulen für GC/MS

Es gibt einen schnell wachsenden Markt für GC/MS-Tischgeräte in analytischen Labors, die einen größer werdenden Bereich an Hochtemperatur-Proben auf Spurenebene analysieren. Diese Proben verlangen immer mehr inerte, gering blutende Hochtemperatursäulen. Als Antwort auf diesen steigenden Bedarf hat Agilent Technologies bewusst mehrere "ms" Säulen mit geringem Säulenbluten auch bei höheren Temperaturen entwickelt, um einen weiten Bereich an niedrig konzentrierten Proben analysieren zu können.

Was macht eine gering blutende Agilent J&W Säule so einmalig? Einzigartige Polymerchemie und proprietäre Oberflächendeaktivierung: Beides trägt dazu bei, dass die Säulen die strengsten Qualitätskontroll-Spezifikationen der Industriebranche in Bezug auf Säulenbluten, Inertheit, Selektivität und Effizienz erfüllen. Agilent J&W "ms"-Säulen haben eine spezielle Oberflächendeaktivierung und eine Siloxan-Chemie, welche die chromatographische Leistungsfähigkeit des Siloxan-Polymers verbessern.

Das Massenspektrum von Septumbluten kann dem vom GC-Säulenbluten sehr ähneln, weshalb diese oft verwechselt werden. Es gibt jedoch einen einfachen Weg, sie zu unterscheiden: Säulenbluten bewirkt einen Anstieg der Basislinie und ergibt keine Peaks. Wenn Sie Peaks vom Bluten sehen, stammen die Peaks meistens von Septen minderer Qualität oder von Septen, die über ihre Arbeitsbedingungen hinaus verwendet werden. Um den Beitrag des Septums am Untergrundbluten zu minimieren, sollten Sie Agilent Qualitäts-Septen (z. B. BTO, Long Life oder Advanced Green Septen) verwenden.

Der Agilent GC/MSD Serie 5975C kombiniert innovatives Design und erweiterte analytische Möglichkeiten, um die Produktivität Ihres Labors zu steigern und bessere Ergebnisse zu erzielen. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/5975C.



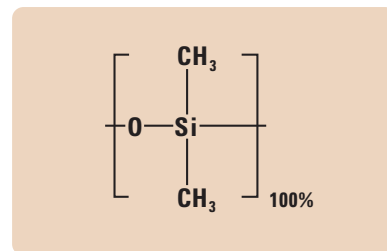
DB-1ms

- 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

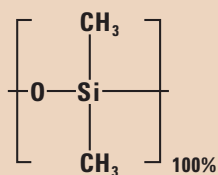
Ähnliche Phasen: HP-1ms, Rtx-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms

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
0,20	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



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

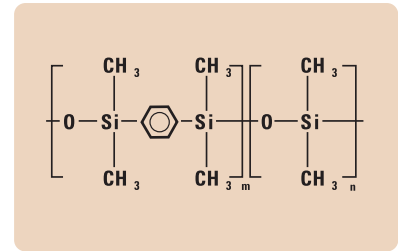
Ähnliche Phasen: DB-1ms, Rtx-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms

HP-1ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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.



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

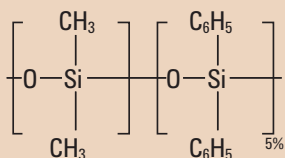
Ähnliche Phasen: Rtx-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms

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	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 (Fortsetzung)

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

HP-5ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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

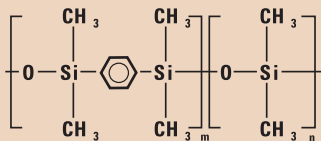




DB-XLB

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich	Best.-Nr.
			(°C)	
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

DB-35ms



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

- 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 (in Kombination mit z. B. DB-5ht)
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Ersetzt HP-35ms
- Nahezu gleiche Selektivität wie die USP Phase G42

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

DB-35ms

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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, 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	Best.-Nr.
			(°C)	
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



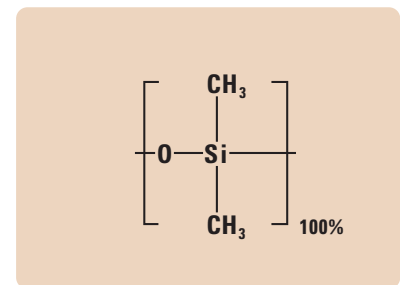
Premium Polysiloxan-Säulen

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 Siliziumatom 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



Agilent zertifizierte Probenflaschen werden mit derselben technischen Expertise, einem qualitativ hochwertigem Design und exakten Spezifikationen gefertigt wie alle Agilent Geräte. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/vials.



Probenflaschenkappen schließen dicht und gewährleisten einen störungsfreien Betrieb mit Agilent Geräten.

DB-1

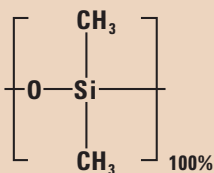
ID (mm)	Länge (m)	Film (μm)	Temperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)	Best.-Nr.
0,05	10	0,05	-60 bis 325/350	126-1012
0,05	10	0,20	-60 bis 325/350	126-1013
0,10	5	0,12	-60 bis 325/350	127-100A
0,10	10	0,10	-60 bis 325/350	127-1012
0,10	10	0,40	-60 bis 325/350	127-1013
0,10	20	0,10	-60 bis 325/350	127-1022
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	0,20	-60 bis 325/350	121-101A
0,18	10	0,40	-60 bis 325/350	121-1013
0,18	20	0,18	-60 bis 325/350	121-1022
0,18	20	0,40	-60 bis 325/350	121-1023
0,18	40	0,40	-60 bis 325/350	121-1043
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 (Fortsetzung)

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	1,5	-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

DB-1 (Fortsetzung)

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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
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

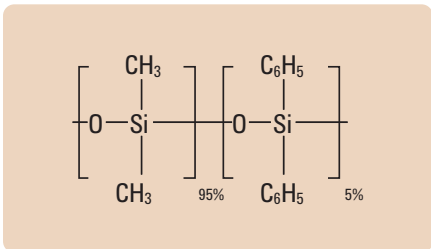
HP-1

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,20	12	0,33	-60 bis 325/350	19091-60312
0,20	17	0,10	-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 (Fortsetzung)

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 8CB, 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

DB-5 (Fortsetzung)

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,15	10	1,20	-60 bis 300/320	12A-5015
0,18	10	0,18	-60 bis 325/350	121-5012
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	0,40	-60 bis 325/350	121-5023
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 (Fortsetzung)

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.
0,20	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	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

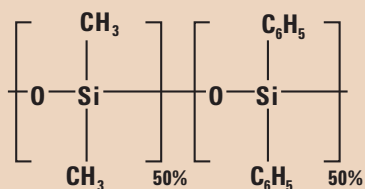
- (35 %-Phenyl)-methylpolysiloxan
- Mittlere Polarität - etwas polarer als HP-35
- Geringes Bluten
- Inert gegenüber aktiven Substanzen
- Ideal für Bestätigungsanalysen (in Kombination mit z. B. DB-5ht)
- Gebunden und quervernetzt
- Mit Lösungsmittel spülbar
- Gleichwertig mit USP Phase G42

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 (Fortsetzung)

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.
0,20	12	0,31	40 bis 280/300	19091L-101
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	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

- DB-1301: (6 %-Cyanopropylphenyl)-Methylpolysiloxan
- DB-1301: Gleichwertig mit USP Phase G43
- DB-1701: (14 %-Cyanopropyl-phenyl)-methylpolysiloxan
- Niedrige/mittlere Polarität
- Gebunden und quervernetzt
- Identischer Ersatz für HP-1301 und HP-1701
- Mit Lösungsmittel spülbar

Ähnliche Phasen: Rtx-1301, PE-1301
 DB-1701: SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, BP-10, OV-1701, 007-1701, ZB-1701

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
0,32	15	0,25	-20 bis 280/300	123-0712

DB-1701

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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

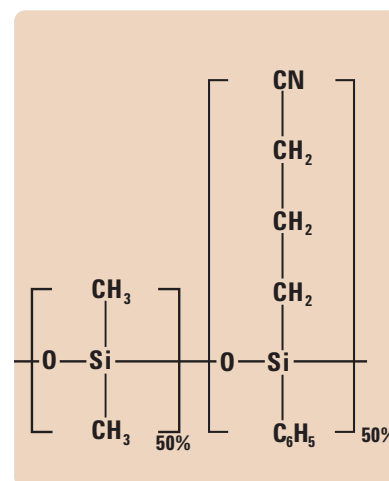
DB-225

- (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

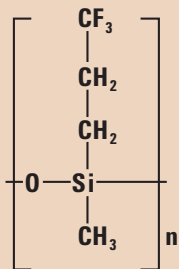
ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,10	20	0,10	40 bis 220/240	127-2222
0,18	20	0,20	40 bis 220/240	121-2223
0,25	15	0,25	40 bis 220/240	122-2212
0,25	30	0,15	40 bis 220/240	122-2231
0,25	30	0,25	40 bis 220/240	122-2232
0,32	30	0,25	40 bis 220/240	123-2232
0,53	15	1,00	40 bis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



DB-200



Struktur von Trifluorpropylmethylpolysiloxan

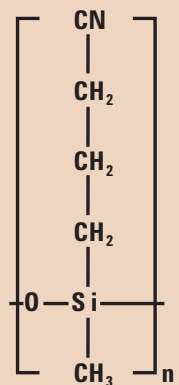
- (35 % Trifluorpropyl)-methylpolysiloxan
- 300/320 °C obere Temperaturgrenze
- Mittlere Polarität (polarer als DB-1701 oder DB-17)
- Ideal für schwer zu trennende Stellungsisomere
- Spezielle Selektivität für Verbindungen, die Nitro-, Halogen- oder Carbonylgruppen enthalten
- Geringes Bluten bei einem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

Ähnliche Phasen: Rtx-200

DB-200

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich		Best.-Nr.
			(°C)		
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



Struktur von Cyanopropylmethylpolysiloxan

- (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

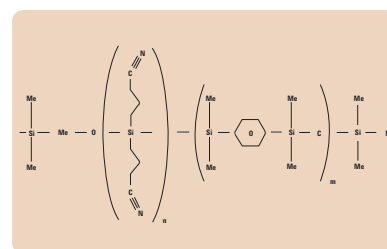
Ähnliche Phasen: SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340

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

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



Struktur von Cyanopropylarylpolysiloxan

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

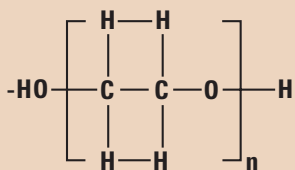
Da die HP-88 nicht gebunden oder quervernetzt ist, darf die Säule auf keinen Fall mit Lösungsmitteln gespült werden.

HP-88

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
0,25	100	0,20	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

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	0,30	20 bis 240/250	121-7043
0,20	25	0,20	20 bis 250/260	128-7022
0,20	25	0,20	20 bis 250/260	128-7032
0,20	50	0,20	20 bis 250/260	128-7052
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

Nur die Agilent Liner sind für die präzisen Bislerenzen der Agilent GC-Einlässe entwickelt. Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter

www.agilent.com/chem/liners.



DB-WAX und DB-WaxFF (Fortsetzung)

ID (mm)	Länge (m)	Film (µm)	Temperaturbereich (°C)	Best.-Nr.
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

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.
0,20	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	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	0,50	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 (°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

Spezielle Säulen

Agilent bietet eine Vielzahl an speziellen Säulen für Hochtemperatur-, Life Sciences-, Pestizid-, und petrochemische Applikationen sowie für leichtflüchtige und schwerflüchtige Verbindungen. Dieser Leitfaden stellt die am häufigsten gewählten Säulen und Applikationen vor. Eine vollständige Liste aller Agilent Säulen finden Sie im *Katalog für Zubehör und Verbrauchsmaterialien 2007/2008*, bei Agilent Technologies oder einem autorisierten Vertriebspartner.

Hochtemperatur 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

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

Pestizide

Agilent J&W Säulen mit geringem Bluten sind ideal für die Analyse von Pestiziden. Sie weisen ein geringeres Bluten als Standard-Polymersäulen auf, wodurch das Signal/Rausch-Verhältnis und die Nachweisgrenze verbessert werden und die maximale Arbeitstemperatur signifikant erhöht wird, was eine kürzere Analysenzeit gestattet. Zusätzlich bietet Agilent eine Reihe speziell getesteter Säulen für die Pestizidanalytik an.

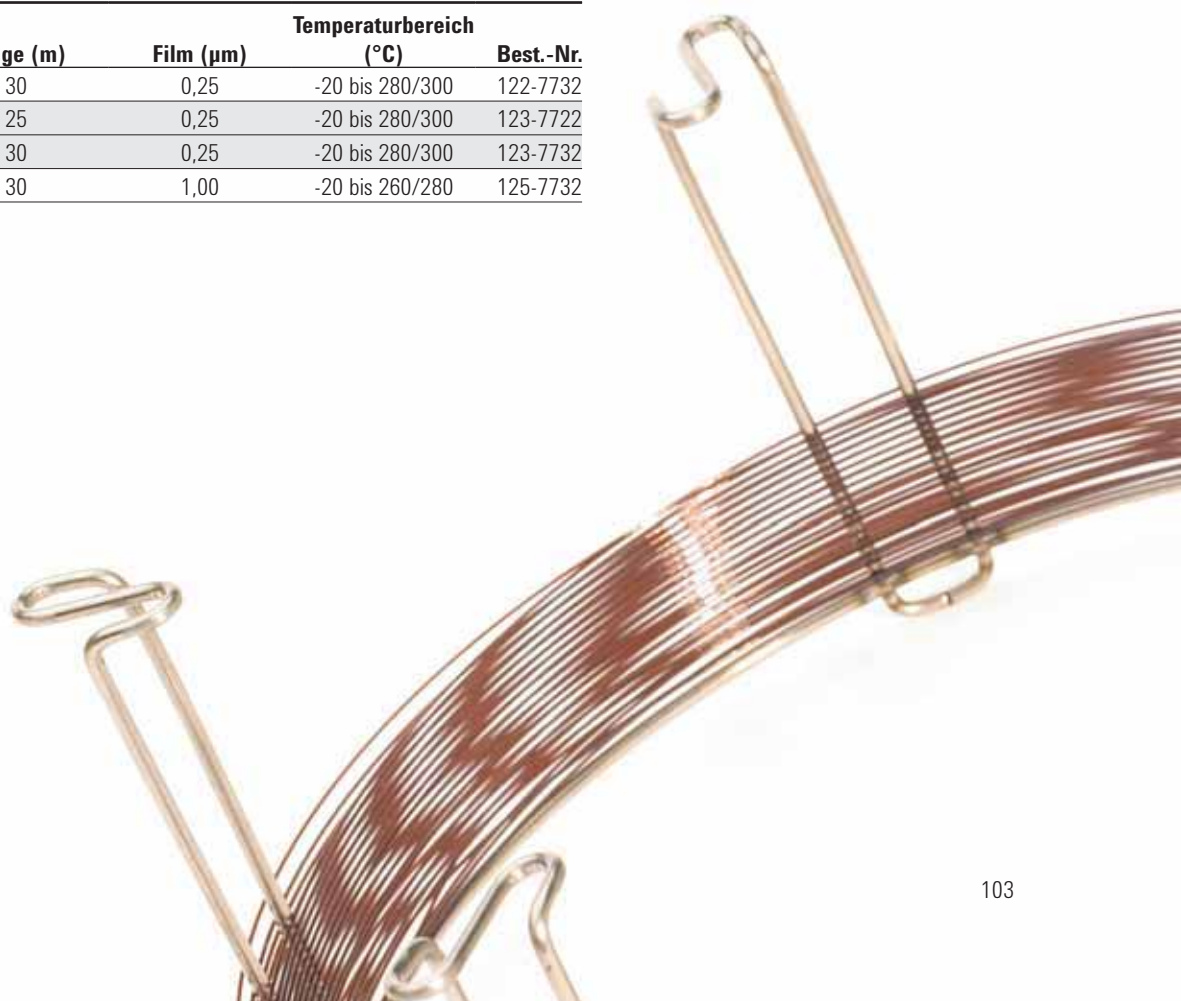
DB-1701P

- 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.
0,25	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



Agilent zertifizierte Probenflaschen werden mit derselben technischen Expertise, einem qualitativ hochwertigem Design und exakten Spezifikationen gefertigt wie alle Agilent Geräte. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.agilent.com/chem/vials.

Petrochemische Applikationen

Applikationen für die petrochemische Industrie sind sehr vielfältig. Von der Gasanalytik bis zur simulierten Destillation, bietet Agilent einen weiten Bereich an Säulen, um die Anforderungen der petrochemischen Analytik abzudecken. Informieren Sie sich im Abschnitt der PLOT-Säulen über 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

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 – auch 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





Schwerflüchtige Verbindungen

Schwerflüchtige Substanzen werden normalerweise aus Bodenproben oder anderen Umweltproben extrahiert. GC-Säulen mit genauer Reproduzierbarkeit der Retentionszeit und guter massenspektrometrischer 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 (°C)	Best.-Nr.
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

Flüchtige Verbindungen

Agilent bietet eine Auswahl an hochentwickelten Polymeren für die wachsende Anzahl an 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
- Niedrige 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	Best.-Nr.
			(°C)	
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

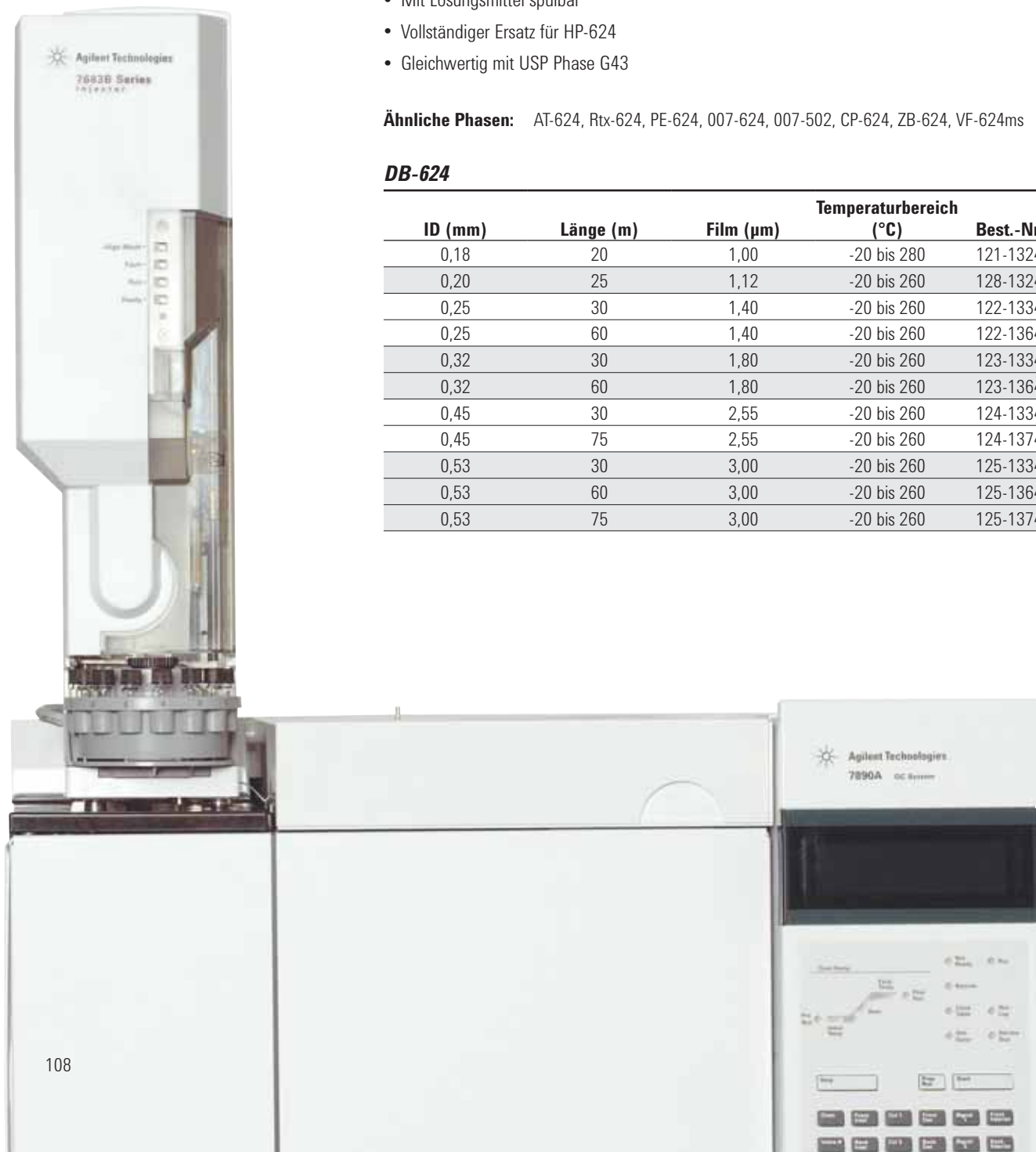
DB-624

- Speziell ausgelegt für die Analytik flüchtiger Umweltschadstoffe
- 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
- Ausgezeichnete Inertheit, geeignet zur Analyse aktiver Verbindungen auch im Spurenbereich
- 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



Pharmazeutisch/klinische Applikationen

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 der chemischen 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



Hochreine Agilent Graphit-Ferrule sind frei von Schwefel oder anderen Verunreinigungen, die mit dem Detektor interferieren können. Weitere Informationen finden Sie im Internet 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, niedermolekularen 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, wodurch potenzielle Detektorprobleme durch Partikelbildung vermieden werden.

PLOT-Säule – Applikationsempfehlungen

Säule	Stationäre Phase	Typische Applikationen
HP-PLOT-Molsieb	5 Å Molsieb Zeolite	Permanent- und Edelgase. Dick- und Dünnschicht erhältlich. Dickschichtsäulen trennen auch Argon und Sauerstoff bei 35 °C.
HP-PLOT Al ₂ O ₃ KCl	Aluminiumoxid deaktiviert mit KCl	Schwach "polare" Aluminiumoxid-Phase. Niedrigste Retention von Olefinen im Vergleich zu entsprechenden Paraffinen. C ₁ bis C ₈ Kohlenwasserstoffisomere. Säule der Wahl für genaue Bestimmung von Dienen, speziell Propadien und Butadien aus Ethylen und Propylen Flüssigkeiten.
HP-PLOT Al ₂ O ₃ S	Aluminiumoxid deaktiviert mit Natriumsulfat	Ausgezeichnete, allgemein verwendbare Säule für die Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C ₁ bis C ₃ Kohlenwasserstoffisomere. Bestens zur Trennung von Acetylen von Butan und Propylen von Isobutan.
GS-Alumina	Aluminiumoxid mit proprietärer Deaktivierung	"Polarste" der Aluminiumoxid-Säulen. Höchste Retention der Olefine relativ zu den entsprechenden Paraffinen. Ausgezeichnete, allgemein verwendbare Säule für die Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C ₁ bis C ₈ Kohlenwasserstoffisomere. Bestens zur Trennung von Cyclopropan von Propylen geeignet. Gute Stabilität und Wiederfindung nach Wassersättigung.
HP-PLOT Q	Polystyrol-Divinylbenzol	Ausgezeichnete Säule für C ₁ bis C ₃ Isomere und Alkane bis C ₁₂ , CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, Sauerstoffverbindungen, Schwefelverbindungen und Lösungsmittel
HP-PLOT U	Divinylbenzol/Ethylen	Polarer als HP-PLOT Q und GS-Q. C ₁ bis C ₇ Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Methan, Luft/CO, Wasser, sauerstoffhaltige Glykoldimethacrylate, Amine, Lösungsmittel, Alkohole, Ketone, Aldehyde.
GS-GasPro	Proprietär gebunden, auf Kieselgelbasis	C ₁ bis C ₁₂ Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Schwefelspuren, Hydridgase, anorganische Gase, Halogenkohlenwasserstoffe, SF ₆ , Sauerstoff/Stickstoff-Trennungen bei -80 °C.
GS-CarbonPLOT	Gebunden, monolithische Kohlenstoffschicht	C ₁ bis C ₅ Kohlenwasserstoffe, CO ₂ , Luft/CO, Acetylen in Ethylen, Methan.
GS-OxyPLOT	Hoch selektives Adsorptionsmittel	Hohe Auflösung für sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe (Retentionsindex Methanol +1400). Empfehlenswert für Alkohole, Ketone und Ether in Benzin, Diesel und C ₁ bis C ₄ Kohlenwasserstoffgase.

GS-OxyPLOT

- Ausgezeichnete Selektivität für C₁ bis C₁₀
- Geeignet für ASTM-Methoden für sauerstoffhaltige Verbindungen
- Verwendbar für die Analyse von Alkoholen, Ketonen und Ethern in Benzin

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 Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C1 bis C8 Kohlenwasserstoffisomere
- 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 der neuen Agilent "Capillary Flow Technology" und dem neuen Deans Switch wird die multidimensionale Analyse praktikabler 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 Propylengasströmen

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 Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C1 bis C8 Kohlenwasserstoffisomere
- 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

- Schwach "polare" Aluminiumoxid-Phase
- Aluminiumoxid mit proprietärer Deaktivierung
- Ausgezeichnete, allgemein verwendbare Säule für die Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C₁ bis C₈ Kohlenwasserstoffisomere
- 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

- „Polarste“ Aluminiumoxidphase (ähnlich der GS-Alumina)
- Aluminiumoxid-deaktiviert mit proprietärer Deaktivierung
- Gute, allgemein verwendbare Säule zur Analytik leichter Kohlenwasserstoffe: C₁ bis C₈ Kohlenwasserstoffisomere
- Bestens 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

Ähnliche Phasen: 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

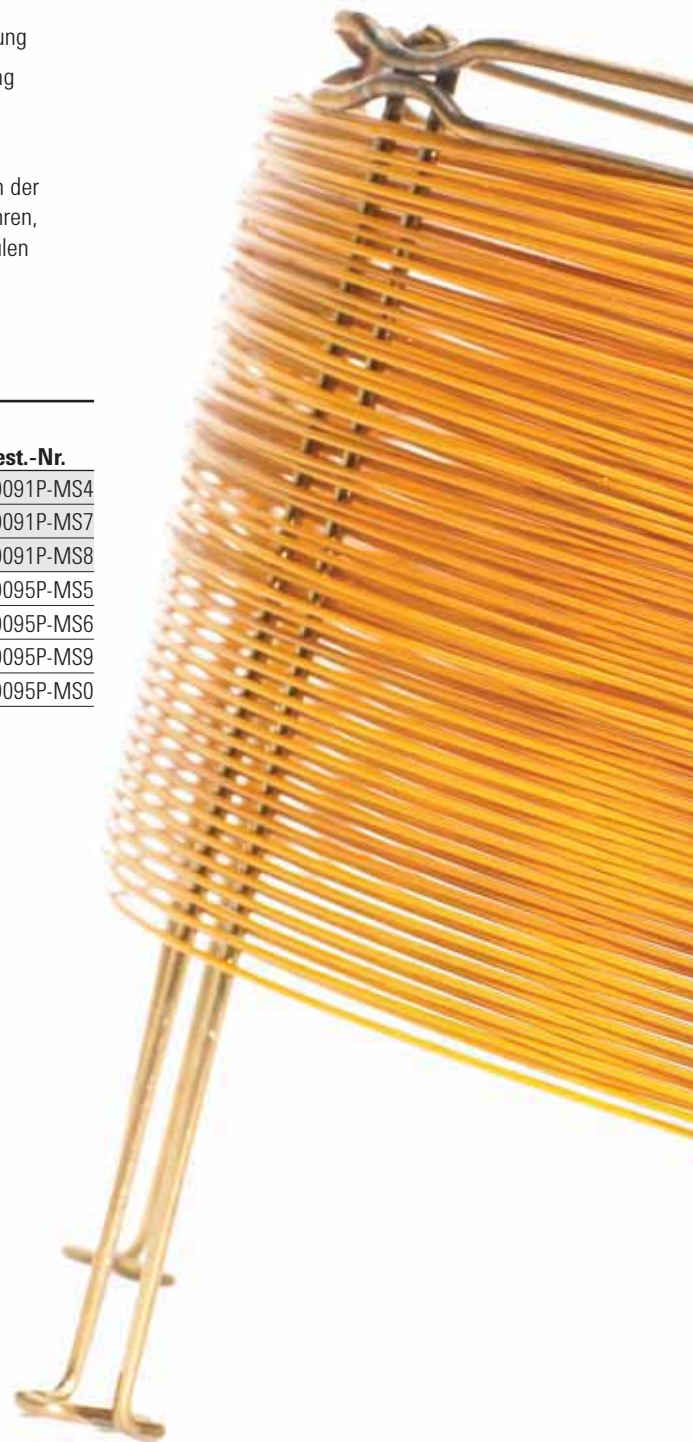
HP-PLOT-Molsieb

- Eine PLOT-Säule zur Analyse permanenter Gase
- O₂, N₂, CO und CH₄ werden innerhalb von weniger als 5 Minuten getrennt
- Dauerhafte Molekularsieb 5Å Beschichtung, minimiert Basislinienspitzen und Beschädigungen am Multiportventil
- Nehmen Sie eine Dickfilm-Säule für die Ar/O₂ Trennung ohne Cryogene 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
- PLOT-Säule als Ersatz für gepackte Festphasen-Säulen
- Trennt Ethan, Ethylen und Acetylen
- Verbesserte Auflösung in kürzerer Zeit als konventionelle, gepackte Säulen
- Erforderliche Konditionierungszeit (Minimum): 1 Stunde
- Bevorzugte robuste „Q“-Säule
- Ersatzsäule für GS-Q

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	-60 bis 190	19091P-U04
0,53	15	20	-60 bis 190	19095P-U03
0,53	30	20	-60 bis 190	19095P-U04



Installation der Säule und Fehlerbehebung

Kurzer Leitfaden und Tipps für eine gute Trennleistung

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 Ihnen Tipps, Techniken und einfache Anleitungen vorgestellt.

- Installieren Sie jede Kapillarsäule problemlos.
- Konditionieren und testen Sie neue Säulen.
- Verringern oder vermeiden Sie eine Abnahme der Säulenleistung durch thermische Beschädigung, Beeinträchtigung durch Sauerstoff oder andere Faktoren.
- Erkennen und lösen Sie die häufigsten Probleme mit Säulen.

Erhöhen Sie Ihre Arbeitsleistung, verringern Sie Ausfallzeiten und erhalten Sie reproduzierbare Ergebnisse.





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.
3. Prüfen bzw. erneuern Sie die Detektordichtungen. Säubern oder ersetzen Sie die Detektordüse.
4. Überprüfen Sie die Säule sorgfältig auf Beschädigungen und/oder Bruchstellen.
5. 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 99.995% und Wasserstoff 99.995 %, mit $H_2O < 1$ ppm und $O_2 < 0,5$ ppm.
6. Legen Sie die erforderlichen Installationswerkzeuge bereit: Benötigt werden ein Säulenschneider, Säulenmutter, Schraubenschlüssel für Säulenmutter, Ferrule, eine Lupe und Tippex.

Installation 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 ~ 0,5 m). Vermeiden Sie ein scharfes Knicken der Säule.
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 4-5 cm von jedem Ende an (z. B. mit dem Agilent Säulenschneider 5181-80634).

5. Brechen Sie sie glatt ab. 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 erneut an einer anderen Stelle (weit genug entfernt vom vorherigen Ende) und versuchen Sie erneut eine saubere Trennung.
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 Tippex. 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. Stellen Sie über die Markierung mit Tippex sicher, dass der richtige Säulenabstand beibehalten wurde.
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 geeignete Makeup- und Detektorgasflüsse 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 Methylchlorid (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 GC-Kapillarsäule ist die kostenlose GC Pressure/Flow Calculator Software unter

www.agilent.com/chem/gccalc zum Download verfügbar.

Konditionieren und Prüfen 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. Wenn Sie Vespel- oder Graphit/Vespel-Ferrule verwenden, dann prüfen Sie nach dem Konditionieren noch einmal, ob diese fest angezogen sind.
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. Wenn eine Säule zerbricht, die immer mit hoher Temperatur oder fortwährend mit Temperaturprogrammen betrieben wurde, ist sie wahrscheinlich unbrauchbar. Der hintere Teil der gebrochenen Säule war bei höheren Temperaturen dem Sauerstoff ausgesetzt, was zu dauerhaften Schädigungen der stationären Phase führt. Die vordere Hälfte ist noch in Ordnung, da Trägergas durch diesen Teil der Säule geflossen ist. Wenn eine gebrochene Säule nicht aufgeheizt wurde, oder nur sehr kurze Zeit hohen Temperaturen und Sauerstoff ausgesetzt war, ist möglicherweise auch die hintere Hälfte noch in Ordnung.

Mit einem Verbindungsstück können Sie die gebrochene Säule reparieren. Zum Verbinden der Säulenstücke kann jedes geeignete Verbindungsstück verwendet werden. Bei inkorrekt angebrachten Verbindungsstücken können Probleme mit dem Totvolumen (Peaktailing) auftreten.





Thermische Schäden

Wenn die obere Temperaturgrenze einer Säule überschritten wird, verursacht dies eine beschleunigte Zersetzung der stationären Phase und der Säulenoberfläche. Dies zeigt sich in einem vorzeitigen, starken Säulenbluten, Peaktailing bei reaktiven Verbindungen und/oder dem Verlust der Trennleistung (Auflösung). 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. Die thermische Schädigung wird bei Vorhandensein von Sauerstoff stark beschleunigt. Das Überhitzen einer undichten Säule oder hohe Sauerstoffgehalte im Trägergas schädigen eine Säule rasch und irreversibel.

Zur Vermeidung einer thermischen Schädigung empfiehlt es sich, die maximale Temperatur des GC-Ofens auf das Temperaturlimit der Säule oder ein paar Grad höher einzustellen. Dies verhindert ein unbeabsichtigtes Überhitzen der Säule. Eine thermisch geschädigte Säule kann jedoch noch funktionieren. Entfernen Sie die Säule aus dem Detektoreinlass. Konditionieren Sie die Säule 8 bis 16 Stunden lang bei der isothermen Maximaltemperatur. Schneiden Sie 10 bis 15 cm des Detektorendes der Säule ab. Installieren und konditionieren Sie die Säule erneut. Die Säule erhält normalerweise ihre ursprüngliche Leistungsfähigkeit nicht mehr zurück, kann aber für viele Aufgabenstellungen noch ausreichend gute Ergebnisse liefern. Nach einer thermischen Schädigung verkürzt sich die Lebensdauer der Säule.

Schäden 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. Häufig kann die Säule mit verminderter Leistung noch verwendet werden. Sie kann aber auch irreversibel zerstört sein.



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.

Die beste Vorsichtsmaßnahme gegen Sauerstoffschäden ist ein vollkommen dichtes System. 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.

Chemische Schäden

Nur wenige chemische Verbindungen schädigen die stationären Phasen. Nicht flüchtige Verbindungen (z. B. Salze) vermindern oft die Leistungsfähigkeit einer Säule, zerstören aber nicht die stationäre Phase. Diese Rückstände können oftmals entfernt werden und die Trennleistung kehrt nach einem Spülen mit Lösungsmittel zurück.

Alle GC-Säulen werden von anorganischen oder mineralischen Säuren und Laugen geschädigt. Hierzu zählen Säuren wie Salzsäure (HCl), Schwefelsäure (H₂SO₄), Salpetersäure (HNO₃), Phosphorsäure (H₃PO₄) und Chromtrioxid (CrO₃). Vertreter der Basen sind Kaliumhydroxid (KOH), Natriumhydroxid (NaOH) und Ammoniumhydroxid (NH₄OH). 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 NH₄OH in der Säule nur kurz. Sie verursachen deshalb keine oder nur sehr geringe Schäden. Wenn also eine Probe HCl oder NH₄OH enthält, und eine Säule oder Analysenbedingungen angewendet werden, die kein Wasser zurückhalten, dann richten solche Substanzen in der Säule relativ geringen Schaden an.

Die einzig bekannten organischen Substanzen, welche die stationäre Phase schädigen können, sind Perfluorsäuren. Hierzu zählen Trifluoressigsäure, Pentafluorpropionsäure und Heptafluorbuttersäure. Diese müssen in hohen Konzentrationen vorliegen (z. B. 1 % oder mehr). Die meisten Probleme werden bei splitlosen oder Megabore-Direktinjektionen beobachtet, wo sich große Probenvolumina am Säulenbeginn absetzen.





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.

Verunreinigung der Säule

Säulenkontaminationen zählt zu den häufigsten Problemen in der Kapillar-GC. Sie täuschen eine Vielzahl von Problemen vor, die oft nicht als Verunreinigung erkannt werden. Eine verunreinigte Säule ist eigentlich nicht beschädigt, kann aber völlig unzureichende Ergebnisse liefern.

Es gibt zwei Arten von Kontaminanten: nicht flüchtige und schwer flüchtige Substanzen. Nicht flüchtige Verunreinigungen (Salze) oder andere Rückstände lassen sich nicht eluieren und lagern sich am Säuleneingang ab. 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 auch aus dem Material der Gasleitungen und Filter, aus Ferrulen- und Septateilchen oder aus Gegenständen, die Kontakt mit den Proben haben (Probenflaschen, Lösungsmittel, Spritzen, Pipetten, etc.). Um solche Verunreinigungen handelt es sich wahrscheinlich, wenn plötzlich ein Problem auftaucht, die gleichen Proben aber zuvor ohne Schwierigkeiten analysiert werden konnten.

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.





Spülen der 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 der Säule sollte diese ca. 0,5 Meter vom Säulenanzug abgeschnitten werden. Setzen Sie das Detektorende der Säule in das Spül-Kit ein. Normalerweise werden nacheinander verschiedene Lösungsmittel zum Spülen verwendet. Jedes Lösungsmittel muss mit dem vorhergehenden mischbar sein. Hochsiedende Lösungsmittel sollten nicht eingesetzt werden, vor allem nicht für die letzte Spülung. Vorteilhaft ist oft das Lösungsmittel, in dem die Probe gelöst ist.



Agilent GC Buddy, ein Vielweck-Werkzeug für das Labor
Best.-Nr. 5182-9765

Methanol, Methylenchlorid und Hexan sind zu empfehlen und helfen in den meisten Fällen. Aceton kann an Stelle von Methylenchlorid eingesetzt werden, wenn halogenierte Lösungsmittel unerwünscht sind; Methylenchlorid ist sicher eines der besten Mittel zum Säulenspülen. Wenn wässrige Proben (z. B. biologische Flüssigkeiten und Gewebe) injiziert wurden, wird erst mit Wasser, dann mit Methanol gespült. Einige Rückstände aus wässrigen Proben sind nur in Wasser, nicht in organischen Lösungsmitteln löslich. Mit Wasser und Alkoholen (z. B. Methanol, Ethanol, Isopropanol) sollten nur gebundene, auf Polyethylenglykol basierende stationäre Phasen (z. B. DB-WAX, DB-WAXetr, DB-FFAP, HP-Innowax) als letzte Möglichkeit gespült werden.

In **Tabelle 8** sind die empfohlenen Lösungsmittelmengen für verschiedene Säulendurchmesser aufgeführt. Größere Mengen schaden zwar nicht, wirken aber nicht besser und verschwenden Lösungsmittel. Füllen Sie das erste Lösungsmittel in das Spülkit ein und legen Sie Druck an (geringer als 20 psi). Die Flussrate des Lösungsmittels sollte unter 1 ml/min liegen. Außer bei Säulen mit 0,53 mm ID wird der Druck des Spülkits auf 20 psi steigen, bevor die Flussrate 1 ml/min erreicht hat. Bei schweren oder viskosen Lösungsmitteln, bei langen Säulen oder solchen mit kleinem Durchmesser muss die Spülzeit verlängert werden. Sobald sich der größte Teil des ersten Lösungsmittels in der Säule befindet, geben Sie das nächste dazu. Die Säule darf nicht leer laufen, ein Lösungsmittel muss direkt auf das andere folgen.

Wenn das letzte Lösungsmittel aus der Säule geflossen ist, lassen Sie noch 5 - 10 Minuten lang Gas durch die Säule strömen. Installieren Sie die Säule im Injektor und schalten Sie das Trägergas ein. Lassen Sie das Trägergas 5 - 10 Minuten durch die Säule strömen. Bringen Sie die Säule am Detektor an (oder auch nicht). Heizen Sie die Säule mit einem Temperaturprogramm, das bei 40 - 50 °C beginnt, mit 2 - 3 °/min auf, bis die obere Temperaturgrenze der Säule erreicht ist. Halten Sie diese Temperatur 1 - 4 Stunden lang, bis die Säule vollständig konditioniert ist.

Aufbewahrung der Säulen

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.

Wenn eine Säule im GC verbleibt, muss stets ein Gasfluss durch die Säule gehen. Der Trägergasfluss darf nur abgeschaltet werden, wenn Ofen, Injektor, Detektor und Transferleitungen ausgeschaltet oder nicht mehr beheizt sind. Ohne Trägergas werden die beheizten Säulenteile beschädigt.

Tabelle 8:
Lösungsmittelvolumen zur Säulenspülung

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

Größere Mengen schaden der Säule nicht.



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, Septumpülung)
- 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



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.



Richtlinien zur Fehlerbehebung

Starkes Rauschen der Basislinie

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Verunreinigter Injektor	Injektor reinigen, Liner austauschen, Golddichtung ersetzen	Kondensationstest durchführen; Gasleitungen können ebenfalls verunreinigt sein
Verunreinigung der Säule	Ausheizen der Säule Spülen der Säule mit Lösungsmittel	Ausheizen auf 1-2 Stunden beschränken Nur für gebundene und quervernetzte Phasen Überprüfung des Einlasses auf Verunreinigungen
Verunreinigter Detektor	Detektor reinigen	Normalerweise nimmt das Rauschen allmählich und nicht plötzlich zu.
Verunreinigte Gase oder von geringer Qualität	Verwendung von Gasen höherer Reinheit; Prüfung auf verbrauchte Filter oder Lecks	Tritt gewöhnlich nach dem Wechseln einer Gasflasche auf
Säule sitzt zu tief im Detektor	Säule neu installieren	Korrekte Installationstiefe im GC-Handbuch beachten
Ungeeignete Detektorgas-Flussraten	Flussraten an die empfohlenen Werte anpassen	Empfohlene Flussraten im GC-Handbuch beachten
Undichtigkeit bei Verwendung eines MS, ECD oder WLD	Leck suchen und beseitigen	Gewöhnlich an den Säulenfittings oder am Injektor
Alte Detektorfilamente, Lampen oder Elektronenvervielfacher	Entsprechendes Teil austauschen	
Septumzersetzung	Septum auswechseln	Für Applikationen bei hohen Temperaturen geeignetes Septum verwenden

Instabile oder gestörte Basislinie

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Verunreinigter Injektor	Injektor reinigen	Kondensationstest durchführen; Gasleitungen können ebenfalls verunreinigt sein
Verunreinigung der Säule	Ausheizen der Säule	Ausheizen auf 1 bis 2 Stunden beschränken
Nicht abgeglicher Detektor	Detektor stabilisieren lassen	Manche Detektoren benötigen bis zu 24 Stunden zum Erreichen einer stabilen Basislinie
Unvollständig konditionierte Säule	Säule vollständig konditionieren	Besonders kritisch bei Spurenanalysen
Änderung der Trägergas-Flussrate während des Temperaturprogramms	In vielen Fällen normal	MS, WLD und ECD reagieren auf Änderungen der Trägergas-Flussrate

Peaks mit Tailing

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Verunreinigung der Säule	Kürzen der Säule Spülen der Säule mit Lösungsmittel	Kürzen Sie den Säulenanfang um 0,5 bis 1 Meter Nur für gebundene und quervernetzte Phasen Überprüfung des Einlasses auf Verunreinigungen
Säulenaktivität	Irreversibel. Säule auswechseln	Betrifft nur reaktive Verbindungen
Unpassende Polarität des Lösungsmittels	Wechsel von einem gemischten zu einem einzigen Lösungsmittel Retention-Gap verwenden	Stärkeres Tailing für zuerst eluierte Peaks oder für Peaks nahe an der Lösungsmittelfront 3 bis 5 Meter Retention-Gap ausreichend
Störung durch Lösungsmittelleffekt bei splitlosen oder On-Column-Injektionen	Verringerung der anfänglichen Säulentemperatur	Peak-Tailing nimmt mit der Retention ab
Zu niedriges Splitverhältnis	Erhöhen des Splitverhältnisses	Flussrate am Splitauslass sollte 20 ml/min oder höher sein
Fehlerhafte Säuleninstallation	Säule neu installieren	Stärkeres Tailing bei den zuerst eluierten Peaks
Einige aktive Substanzen zeigen immer ein Tailing	Keine	Häufig bei Aminen und Carboxylsäuren

Grundlagen der Methodenentwicklung

Systematische und strukturierte Entwicklung einer GC-Methode

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.

Daher finden Sie hier eine Zusammenstellung der kritischsten Schritte bei der Methodenentwicklung ...

- Maximierung der Auflösung – und Verkürzung der Analysenzeiten – durch Bestimmung der besten mittleren linearen Geschwindigkeit des Trägergases.
- Bestimmung der Standard-Injektoreinstellungen für die verschiedenen Probenarten – einschließlich flüchtiger Proben (wie z. B. Lösungsmittel) und hochsiedender Proben (wie Steroide, Triglyceride und Tenside).
- Festlegung, ob ein Temperaturprogramm oder isotherme Temperaturbedingungen für Ihre Applikation am geeignetsten sind.
- Optimierung des Temperaturprogramms - inklusive der Parameter für die Anfangstemperatur und Haltezeit, Anpassung der Aufheizrate zur Verbesserung der Auflösung für die in der Chromatogrammmitte eluierenden Peaks und Festlegung der Endtemperatur und Zeit einschließlich der Bestimmung der Peakidentitäten.

Wenn Sie sich an die Anleitungen in diesem Abschnitt halten, können Sie jede Methodenentwicklung im Hinblick auf Produktivität, Qualität und Kosteneffizienz gestalten.





Grundlagen der Methodenentwicklung

Bestimmen der besten mittleren linearen Geschwindigkeit für das Trägergas

Die Bestimmung der besten mittleren linearen Geschwindigkeit ist sehr einfach und benötigt nur wenig Tests. Wasserstoff liefert die beste Auflösung und die kürzesten Analysenzeiten. Helium zeigt eine ähnliche Auflösung, führt aber zu längeren Analysenzeiten. Stickstoff wird in Kombination mit Kapillarsäulen nicht empfohlen, da er zu extrem langen Analysenzeiten führt.

Als Anfangsbedingungen für Helium als Trägergas wählen Sie eine mittlere lineare Geschwindigkeit von 30 cm/s. Für eine bessere Auflösung reduzieren Sie die Geschwindigkeit auf 25 cm/s, wobei allerdings die Analysendauer vergrößert wird. Möchten Sie kürzere Analysenzeiten, so erhöhen Sie die Geschwindigkeit auf 35 cm/s bis zu 40 cm/s. Beachten Sie aber mögliche Einbußen an Auflösung. Eine geringe Anpassung der Ofentemperatur kann ebenfalls erforderlich sein. Eine mittlere lineare Geschwindigkeit von 30-35 cm/s ist für Helium als Trägergas üblich.

Als Anfangsbedingungen für Wasserstoff als Trägergas wählen Sie eine mittlere lineare Geschwindigkeit von 60 cm/s. Für eine bessere Auflösung reduzieren Sie die Geschwindigkeit auf 50 cm/s, wobei allerdings die Analysendauer vergrößert wird. Möchten Sie kürzere Analysenzeiten, erhöhen Sie die Geschwindigkeit auf 70 cm/s bis zu 80 cm/s. Beachten Sie aber mögliche Einbußen an Auflösung. Eine geringe Anpassung der Ofentemperatur kann ebenfalls erforderlich sein. Eine mittlere lineare Geschwindigkeit von 60-70 cm/s ist für Wasserstoff als Trägergas üblich.

Ein Vergleich mehrerer Chromatogramme bei verschiedenen mittleren linearen Geschwindigkeiten zeigt Unterschiede in der Retention und Auflösung. Eventuell sind für verschiedene Peaks im selben Chromatogramm verschiedene mittlere lineare Geschwindigkeiten am besten geeignet. In diesen Fällen wird als ein Kompromiss eine für alle Peaks passende Geschwindigkeit gewählt. Außer bei Stickstoff führen kleine Änderungen der mittleren linearen Geschwindigkeit (<2 cm/s) zu keinen signifikanten Änderungen in der Auflösung. Wenn Sie verschiedene mittlere lineare Geschwindigkeiten testen, sollten diese mindestens um 3-4 cm/s unterschiedlich sein.

Standard-Injektoreinstellungen

Eine Injektortemperatur von 250 °C ist ausreichend für nahezu alle Proben. Für flüchtige Proben wie Lösungsmittel wird eine Injektortemperatur von 150-200 °C empfohlen. Für hochsiedende Proben wie Steroide, Triglyceride oder Tenside ist eine Injektortemperatur von 275-300 °C besser geeignet. Es muss aber sicher gestellt werden, dass das Septum diese hohen Injektortemperaturen zulässt.

Standard-Injektoreinstellungen			
	Megabore-Direktinjektor	Split	Splitless
Temperatur:	250 °C	250 °C	250 °C
Liner:	Direkte Flash-Verdampfung	Gerades Rohr oder in Form einer Sanduhr	Gerades Rohr mit Verjüngung
Injektion:	1 µl	1 µl	1 µl
Splitverhältnis:		1:50	
Spüldauer			0,5 Minuten



Hinweis zur Anpassung des Temperaturprogramms

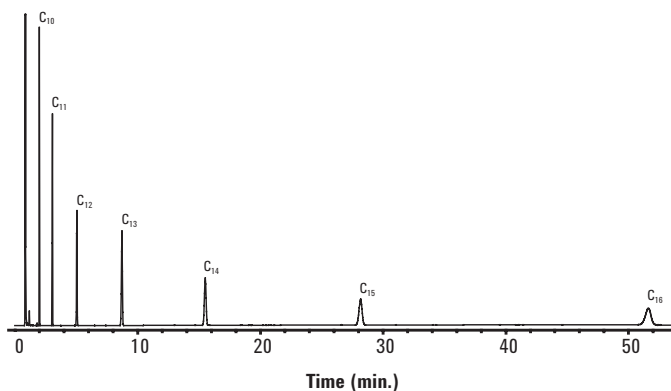
Die meisten Proben können mit verschiedensten Injektorbedingungen oder Parametern analysiert werden. Hieraus ergibt sich ein Standardset an Injektorparametern, die für die meisten Proben geeignet sind. Da 80-90 % aller Proben mit diesen Standard-Injektorbedingungen analysiert werden können, sind sie ein guter Ausgangspunkt für die Entwicklung einer neuen Methode.

Ofentemperatur

Bei einer isothermen GC-Analyse wird eine konstante Ofentemperatur über den gesamten Analysenlauf beibehalten. Isotherme Temperaturbedingungen werden bei Analyten mit ähnlicher Retention eingesetzt. Verschiedenartige Analyten können unter isothermen Temperaturbedingungen große Retentionsunterschiede aufweisen. Die Peakbreiten nehmen bei isothermen Bedingungen schnell zu (**Abbildung 10a**). Aus diesem Grund werden isotherme Temperaturbedingungen nur für eine limitierte Anzahl an Analyten eingesetzt.

Abb. 10a: Isotherm

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





Hinweis zur Anpassung des Temperaturprogramms

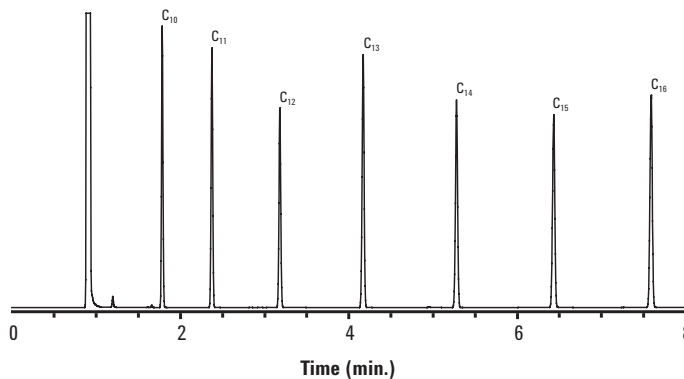
Bei Änderung des Temperaturprogramms ist es erforderlich, die Peakidentitäten im neuen Chromatogramm zu überprüfen. Die Retentionsreihenfolge kann durch eine Änderung des Temperaturprogramms anders sein (Peakinversion). Eine falsche Zuordnung von Peaks oder ein Verlust eines Peaks durch Koelution mit einem anderen Peak ist eine häufige Folge der Peakinversion. Dies gilt für die meisten polaren stationären Phasen.

Die meisten Analysen erfordern ein Temperaturprogramm. Mit dem Temperaturprogramm wird der Ofen während des Analysenlaufs mit einer kontrollierten Rate aufgeheizt. Dies ermöglicht die schnellere Analyse von Analyten mit unterschiedlichen Retentionszeiten und liefert nur eine geringe Peakverbreiterung mit zunehmender Retention (**Abbildung 10b**). Nachteile eines Temperaturprogramms sind die schwierigere Methodenentwicklung und die längeren Abkühlzeiten für den Ofen zwischen den Analysen. Es gibt keine Standardvorgaben für die Entwicklung eines Temperaturprogramms. Das optimale Temperaturprogramm muss in verschiedenen Versuchen ermittelt werden.

Falls auch verschiedene Versuche mit unterschiedlichen Temperaturprogrammen keine zufriedenstellende Peakauflösung liefern, sollten andere Möglichkeiten getestet werden. Verbindungen, die sich auf einer bestimmten stationären Phase mit keinem Temperaturprogramm trennen lassen, machen die Wahl einer anderen stationären Phase erforderlich. Eventuell führt auch die Erhöhung der theoretischen Bodenzahlen zum Erfolg. Die gewünschte Auflösung wird möglicherweise mit einer anderen mittleren linearen Geschwindigkeit, optimierten Injektorbedingungen oder einem anderen Säulendurchmesser erreicht.

Abb. 10b: Temperatur programmiert

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



Entwicklung eines Temperaturprogramms

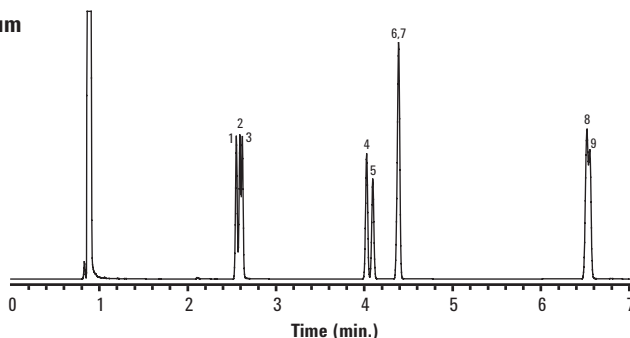
Zu Beginn wird ein lineares Temperaturprogramm erstellt.

Falls keine Informationen über die Analyse vorliegen, die als Richtlinie verwendet werden können, ist der erste Schritt bei der Entwicklung eines Temperaturprogramms ein einfacher, linearer Temperaturgradient. Dieser liefert Informationen über die Retentionscharakteristik der Analyten. Starten Sie mit einer Anfangstemperatur von 50 °C (oder 10 °C unterhalb des Siedepunktes Ihres Probenlösungsmittels), geben Sie eine Aufheizrate von 10 °C/Min. ein, bis die Temperaturobergrenze der Säule erreicht ist. Diese Temperatur halten Sie dann isotherm für rund 30 Minuten. Die lange Haltezeit zum Schluss dient dazu, alle Analyten von der Säule zu eluieren. Das Programm kann einige Minuten nach dem Eluieren des letzten Analyten von der Säule gestoppt werden. Dies kann bereits vor Erreichen der Endtemperatur sein (**Abbildung 11**). Nachdem nun ein Chromatogramm mit diesem einfachen, linearen Temperaturprogramm erhalten wurde, werden im nächsten Schritt die verschiedenen Programmparameter so angepasst, dass eine adäquate Auflösung bei kürzest möglichen Analysenzeiten erzielt wird.

Abb. 11: Einfaches, lineares Temperaturprogramm

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm
Träger: Helium mit 30 cm/s
Ofen: 50 - 130 °C mit 10 °C/Min..

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



Anpassen der Anfangstemperatur und der Haltezeit

Um die Auflösung für früh eluierende Peaks zu erhöhen, sollte die Anfangstemperatur gesenkt oder die anfängliche Haltezeit verlängert werden. Eine Senkung der Anfangstemperatur führt üblicherweise zur größten Verbesserung der Auflösung, allerdings mit einer deutlichen Verlängerung der Analysenzeiten (**Abbildung 12a**). Zusätzlich werden die Abkühlzeiten zwischen den Analysen stark verlängert, insbesondere wenn eine Kühlung unter 50 °C erforderlich ist. Ohne Kältemittel ist eine Kühlung des GC-Ofens unter 35 °C in den meisten Laborumgebungen nicht möglich. Die Auflösung der spät eluierenden Peaks wird durch die Erniedrigung der Anfangstemperatur nur minimal beeinflusst, insbesondere bei längeren Säulen. Falls eine sehr große Auflösung mit dem ursprünglichen, linearen Temperaturprogramm erreicht wird, erhöhen Sie die Anfangstemperatur um die Auflösung und die Analysenzeiten zu reduzieren. Die Auflösung der spät eluierenden Peaks kann durch eine erhöhte Anfangstemperatur ebenfalls verringert werden.

Eine Verlängerung der Haltezeit zu Beginn verbessert ebenfalls die Auflösung der früh eluierenden Peaks. Diese Verbesserung ist allerdings kleiner als bei der Erniedrigung der Anfangstemperatur (**Abbildungen 12b und c**). Die Auflösung der spät eluierenden Peaks wird durch eine Änderung der anfänglichen Haltezeit nur minimal verändert. Die Erniedrigung der Anfangstemperatur kann mit einer Verlängerung der anfänglichen Haltezeit kombiniert werden und verbessert so die Auflösung der früh eluierenden Peaks (**Abbildung 12d**). Die Haltezeit sollte auf 5 Minuten oder kürzer begrenzt werden. Peaks, die gegen Ende der Haltezeit eluieren, können eine Peakverbreiterung und damit eine geringere Auflösung aufweisen.

Abb. 12a: Erstellen eines Temperaturprogramms: Absenken der Anfangstemperatur

Säule: DB-1, 15 m x 0,32 mm I.D., 0,25 µm
Träger: Helium mit 30 cm/s
Ofen: 40 - 130 °C mit 10 °C/Min.

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

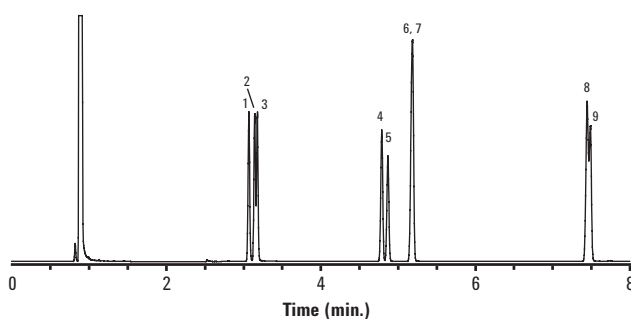


Abb. 12b: Erstellen eines Temperaturprogramms: Verlängern der anfänglichen Haltezeit

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

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

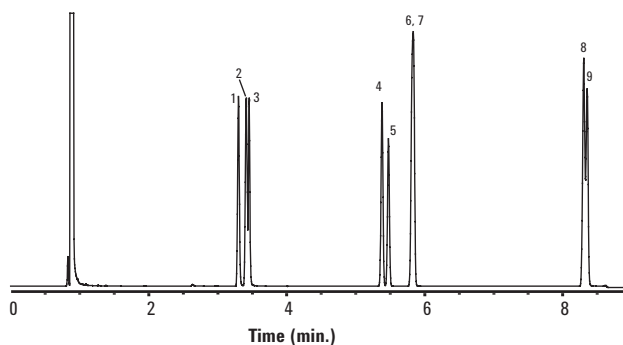


Abb. 12c: Erstellen eines Temperaturprogramms: Verlängern der anfänglichen Haltezeit

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

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

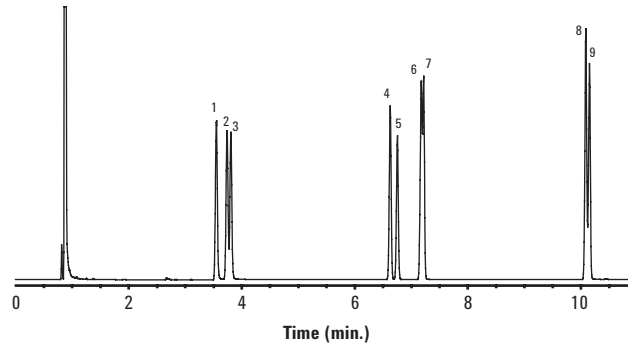
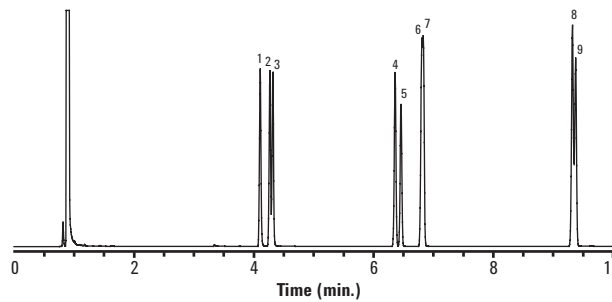


Abb. 12d: Erstellen eines Temperaturprogramms: Verringern der Anfangstemperatur und Verlängern der anfänglichen Haltezeit

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

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



Anpassen der Aufheizrate

Die Auflösung der Peaks, die in der Mitte des Chromatogramms eluieren, kann durch eine Änderung der Aufheizrate angepasst werden. Falls eine sehr große Auflösung vorliegt, kann diese durch eine Vergrößerung der Aufheizrate reduziert werden, was gleichzeitig zu kürzeren Analysenzeiten führt. Bei ungenügender Auflösung reduzieren Sie die Aufheizraten, erhalten dann aber auch längere Analysenzeiten (**Abbildung 13a**). Die Auflösung der spät eluierenden Peaks wird oft durch eine Erniedrigung der Aufheizrate verbessert. Ändern Sie die Aufheizrate jeweils nur mit 5 °C/Min.. Sehr viel größere oder kleinere Änderungen führen üblicherweise zu sehr starken Veränderungen des Chromatogramms. Änderungen der Anfangstemperatur und Anfangszeit können mit einer Änderung der Aufheizrate kombiniert werden, um das Chromatogramm im Ganzen zu verändern (**Abbildung 13b**).

Abb. 13a: Ändern der Aufheizrate

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm
Träger: Helium mit 30 cm/s
Ofen: 50 - 120 °C mit 5 °C/Min.

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

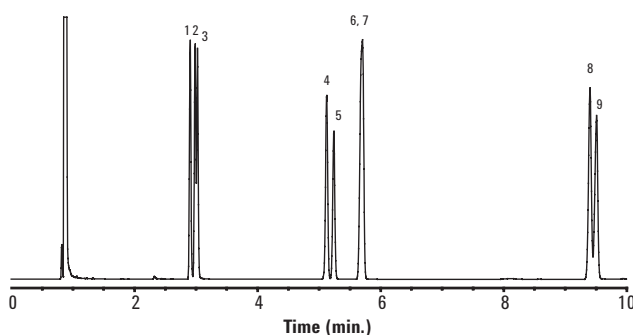
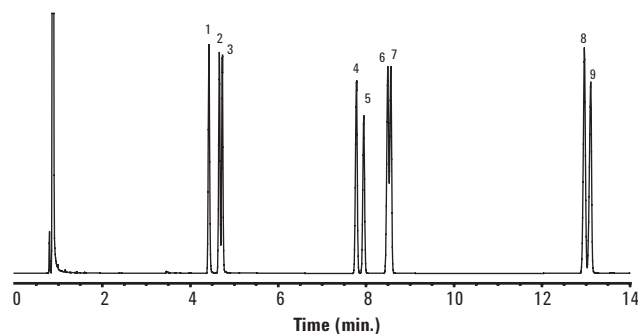


Abb. 13b: Ändern der Aufheizrate

Säule: DB-1, 15 m x 0,25 mm I.D., 0,25 µm
Träger: Helium mit 30 cm/s
Ofen: 40 °C für 2 Min.,
40 - 120 °C mit 5 °C/Min.

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

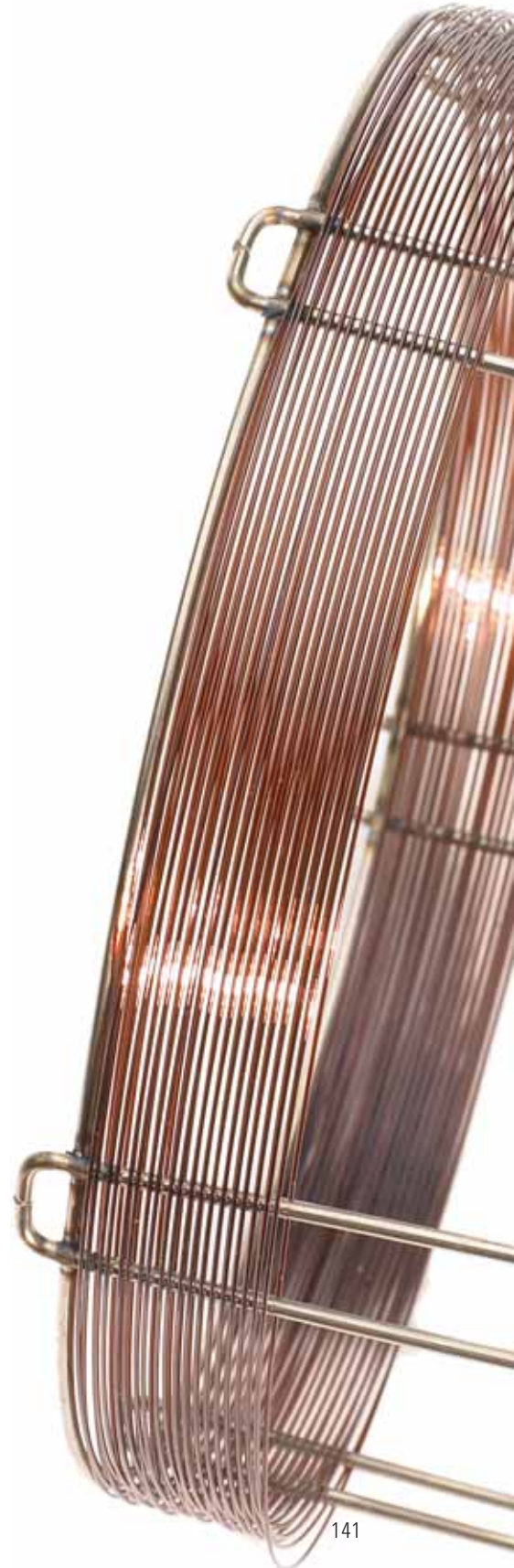
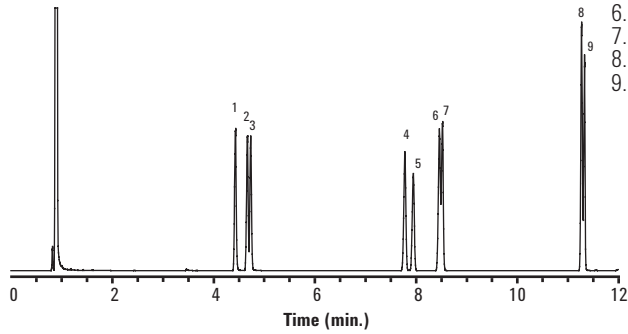


Verschiedene Aufheizraten können verwendet werden, um einzelne Bereiche des Chromatogramms zu verändern. Falls zu Beginn des Chromatogramms eine Aufheizrate von 5 °C/Min. und im späteren Bereich von 15 °C/Min. geeignet ist, können diese beiden Aufheizraten in demselben Programm verwendet werden (**Abbildung 14**).

Abb. 14: Verwendung verschiedener Aufheizraten

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

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



Eine weitere Möglichkeit, die Auflösung der Peaks in der Mitte des Chromatogramms zu ändern, ist das Halten der Aufheizrate. Ein Halten der Aufheizrate entspricht einem mehrminütigen isothermen Bereich innerhalb eines Temperaturanstiegs. Ein solches Temperaturprogramm kann beispielsweise folgendermaßen aussehen: 50-100 °C mit 10 °C/Min., 100 °C für 3 Min., 100-300 °C mit 10 °C/Min.. Um eine geeignete Haltetemperatur zu bestimmen, berechnen Sie die Ofentemperatur bei Elution des ersten relevanten Peaks. Verwenden Sie eine Haltetemperatur, die 20-30 °C unterhalb dieser Temperatur liegt. Haltezeiten von 2 bis 5 Minuten sind am effektivsten. Kürzere oder längere Zeiten haben keinen oder eher einen nachteiligen Effekt auf die Peakauflösung. Testen Sie verschiedene Temperaturen und Haltezeiten, da bereits kleine Änderungen deutliche Veränderungen im Chromatogramm hervorrufen können (**Abbildung 15a und b**). Verwenden Sie eine mittlere Haltetemperatur nur, wenn andere Temperaturprogramme nicht erfolgreich waren.

Abb. 15a: Halten der Aufheizrate

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

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

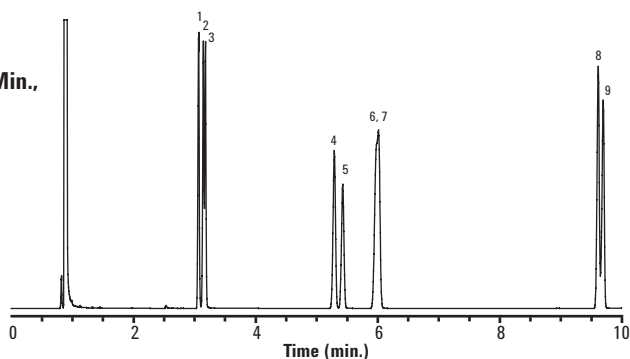
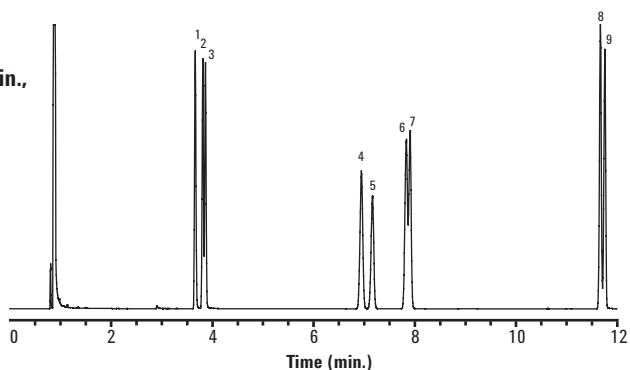


Abb. 15b: Halten der Aufheizrate

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

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



Endtemperatur und Zeit

Stoppen Sie das Temperaturprogramm kurz nachdem der letzte Peak von der Säule eluiert ist. Falls die Temperaturobergrenze der Säule erreicht ist und noch immer Peaks eluieren, ist eine Haltezeit am Ende des Temperaturprogramms erforderlich. Diese Haltezeit ist nur dann nötig, wenn das Temperaturlimit erreicht wurde und noch immer Peaks eluieren. Alle Peaks, die unter isothermen Temperaturbedingungen eluieren, werden eine deutliche Zunahme der Peakbreite aufweisen. 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 Verbindungen, die erst nach den relevanten Analyten eluieren. Die Endtemperatur bzw. die Haltezeit müssen lang genug sein, um eine Elution dieser Verbindungen sicherzustellen. Höhere Endtemperaturen oder längere Haltezeiten sollten getestet werden bis sicher ist, dass alle Analyten nach jedem Lauf von der Säule eluiert sind. Falls Teile der zuvor injizierten Proben auf der Säule verbleiben, führt dies zu Säulenkontaminationen.





Technische Unterstützung an Ihrem Arbeitsplatz

Haben Sie Fragen zu Hardware, Software, einer Applikation oder zu einem Problem? Der technische Kundendienst von Agilent wird 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 Agilent Technologies in Verbindung. Auf unserer Webseite www.agilent.com/chem/techsupport finden Sie eine Fülle an Grundlagen, Tipps und Anleitungen.

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



Gesplittete Peaks

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Injektionstechnik	Injektionstechnik ändern	Normalerweise durch unregelmäßigen Kolbendruck oder Probenflüssigkeit in der Spritzenadel verursacht. Automatischen Injektor verwenden.
Lösungsmittelgemisch für die Probe	Wechsel von einem gemischten zu einem einzigen Lösungsmittel	Gravierender bei Lösungsmitteln mit unterschiedlicher Polarität oder mit verschiedenen Siedepunkten
Fehlerhafte Säuleninstallation	Säule neu installieren	Zumeist falsche Einsetztiefe der Säule
Zersetzung der Probe im Injektor	Verringerung der Injektortemperatur	Peakverbreiterung oder Tailing kann bei zu niedriger Temperatur auftreten
	Wechseln auf On-Column-Injektion	On-Column-Injektor erforderlich
Ungenügende Probenfokussierung	Retention-Gap verwenden	Für splitlose und On-Column-Injektion

Verschiebung der Retentionszeit

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Trägergasgeschwindigkeit ändern	Überprüfung der Trägergasgeschwindigkeit	Alle Peaks verschieben sich in etwa im gleichen Verhältnis in die gleiche Richtung
Änderung der Säulentemperatur	Überprüfung der Säulentemperatur	Nicht alle Peaks verschieben sich im gleichen Verhältnis
Änderung der Säulenabmessung	Säulenidentität überprüfen	
Größere Änderung der Probenkonzentration	Andere Probenkonzentration verwenden	Kann auch benachbarte Peaks beeinflussen. Probenüberladungseffekte können durch Erhöhung des Splitverhältnisses oder durch Verdünnung der Probe korrigiert werden.
Leck im Injektor	Injektor auf Undichtigkeit prüfen	Meistens ändert sich auch die Peakgröße
Verstopfte Gasleitung	Reinigen oder Austausch der verstopften Gasleitung	Kann bei der Splitleitung vorkommen; Überprüfung der Durchflussmesser und Magnetventile
Septum undicht	Septum auswechseln	Nadel auf raue Stellen prüfen
Unverträglichkeit des Lösungsmittels	Wechsel von einem gemischten zu einem einzigen Lösungsmittel Retention-Gap verwenden	Für Splitlos-Injektionen





Veränderte Peakgröße

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Änderung der Detektor-Empfindlichkeit	Prüfen der Gasflüsse, Temperaturen und Einstellungen	Nicht alle Peaks müssen gleichermaßen betroffen sein
	Prüfen des Untergrundes oder Rauschens	Kann durch Verunreinigung des Systems und nicht durch den Detektor verursacht werden
Änderung des Splitverhältnisses	Splitverhältnis prüfen	Nicht alle Peaks müssen gleichermaßen betroffen sein
Änderung der aktiven Spülzeit	Überprüfung der Spülleitung	Für Splitlos-Injektionen
Änderung des Injektionsvolumens	Injektionstechnik überprüfen	Injektionsvolumina sind nicht linear
Änderung der Probenkonzentration	Prüfen und Verifizieren der Probenkonzentration	Änderungen können auch durch Abbau, Verdampfung oder unterschiedliche Temperaturen und pH-Werte der Proben verursacht werden
Undichte Spritze	Andere Spritze verwenden	Probenlecks am Kolben oder rund um die Nadel; Lecks sind oft nicht zu erkennen
Verunreinigung der Säule	Kürzen der Säule	Kürzen Sie den Säulenanzug um 0,5 bis 1 Meter
	Spülen der Säule mit Lösungsmittel	Nur für gebundene und quervernetzte Phasen
Säulenaktivität	Irreversibel	Betrifft nur reaktive Verbindungen
Koelution	Änderung der Säulentemperatur oder der stationären Phase	Säulentemperatur senken und auf Peakschultern oder Tailing prüfen
Änderung der Diskriminierung im Injektor	Beibehalten der gleichen Injektorparameter	Gravierend bei Split-Injektionen
Proben zurückgespült	Weniger injizieren, größeren Liner verwenden, Einlasstemperatur reduzieren	Weniger Lösungsmittel und höhere Flussraten sind hilfreich
Zersetzung durch Verunreinigung des Einlasses	Injektor reinigen, Liner austauschen, Golddichtung ersetzen	Nur deaktivierte Liner und Glaswolle im Einlass verwenden

Verschlechterung der Auflösung

Mögliche Ursache	Empfohlenes Vorgehen	Anmerkungen
Verschlechterung der Trennung		
Geänderte Säulentemperatur	Überprüfung der Säulentemperatur	Sichtbare Veränderungen bei anderen Peaks
Änderung der Säulenabmessung oder der Phase	Säulenidentität überprüfen	Sichtbare Veränderungen bei anderen Peaks
Koelution mit anderem Peak	Änderung der Säulentemperatur	Säulentemperatur senken und auf Peakschultern oder Tailing prüfen

Peakverbreiterung

Trägergasgeschwindigkeit ändern	Überprüfung der Trägergasgeschwindigkeit	Die Retentionszeit ändert sich ebenfalls
Verunreinigung der Säule	Kürzen der Säule	Kürzen Sie den Säulenanzug um 0,5 bis 1 Meter
	Spülen der Säule mit Lösungsmittel	Nur für gebundene und quervernetzte Phasen
Änderungen am Injektor	Injektoreinstellungen überprüfen	Hierbei insbesondere: Splitverhältnis, Liner, Temperatur, Injektionsvolumen
Änderung der Probenkonzentration	Andere Probenkonzentration verwenden	Peakbreite nimmt bei höheren Konzentrationen zu
Nachteiliger Lösungsmittelleffekt, fehlende Fokussierung	Ofentemperatur herabsetzen, geeigneteres Lösungsmittel, passende Proben und Phasenpolaritäten, Verwendung eines Retention Gap	Für Splitlos-Injektionen



Die Produktivität beginnt hier: www.agilent.com/chem/store

Willkommen beim Online Store von Agilent Life Sciences & Chemical Analysis!

Ob Sie den Probendurchsatz erhöhen oder Methoden skalieren und transferieren möchten, Sie finden hier alle Säulen und das erforderliche Zubehör für Ihre tägliche Arbeit. Dies vereinfacht die Produktsuche und gibt Ihnen mehr Zeit zum Erzielen bester Analyseergebnisse.

Die elektronische Bestellabwicklung über unseren Online Store kann mit Funktionen wie zum Beispiel einer Online-Freigabe an die Einkaufsbedingungen Ihres Unternehmens angepasst werden. Nachdem Sie die gewünschten Produkte in den Warenkorb gelegt und eine sichere, eindeutige Identifikationsnummer an Ihren Verkaufsmitarbeiter gesendet haben, kann dieser die Bestellung aufrufen, ändern und weiterleiten.

Und falls noch Fragen offen bleiben, sprechen Sie direkt mit einem unserer Spezialisten in Ihrer lokalen Verkaufsniederlassung oder mit einem autorisierten Vertriebspartner.



- Sehen Sie hier die Listenpreise und die für Ihr Unternehmen spezifischen Preise (nach Aktivierung des Benutzerkontos) ein.
- Geben Sie Ihre Bestellung innerhalb von Sekunden über die Funktion "Quick Buy" ein.
- Die Lieferzeiten werden sofort angezeigt.
- Stellen Sie Produkte zusammen und erhalten Sie ein Angebot zur Genehmigung der Bestellung oder kaufen Sie direkt online.
- Wählen Sie aus 5 Sprachen – Französisch, Italienisch, Deutsch, Spanisch und Englisch.
- Erstellen Sie Ihren persönlichen Katalog an Produkten, die Sie häufig benötigen. So können Sie diese bei der nächsten Bestellung schneller auffinden.
- Verfolgen Sie den Status Ihrer Bestellung von Agilent bis zu Ihrem Unternehmen.
- Finden Sie frühere Bestellungen einfach über wenige Mausklicks.



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. 2007
Gedruckt in Deutschland, 31. Mai 2007
5989-6159DEE