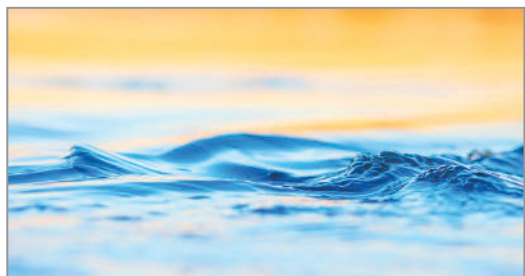


Neue Wege in der GC-MS-Analytik: Präzisere Erfassung halbflüchtiger Verbindungen im Spurenbereich

Von Jessi Collier, Erica Pack, Ramkumar Dhandapani und Colton Myers

- Profitieren Sie von einer Deaktivierung der nächsten Generation, die niedrige Nachweisgrenzen ermöglicht und gleichzeitig die gängigen Anforderungen an die Datenqualität zuverlässig erfüllt.
- Ein hochinertes Probenflusskonzept sorgt für scharfe, symmetrische Peaks – auch bei analytisch anspruchsvollen halbflüchtigen Verbindungen.
- Praxiserprobte GC-MS-Bedingungen unterstützen sowohl robuste Scan-Messungen als auch empfindliche SIM-Analysen.



Umweltlabore, die halbflüchtige Verbindungen untersuchen, stehen unter dauerhaftem Handlungsdruck. Kunden erwarten immer niedrigere Nachweisgrenzen. Gleichzeitig sollen der Lösemittelverbrauch und damit verbundene Kosten sinken – sei es aus regulatorischen Gründen oder zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Für diese Aufgaben haben sich MS-basierte GC-Methoden etabliert, etwa die EPA-Methode 8270. Sie bieten die nötige Flexibilität, um die Analytik an die jeweilige Fragestellung anzupassen und möglichst niedrige Nachweisgrenzen zu erreichen. Je nach Ausstattung und Zielsetzung kommen dabei unterschiedliche

Strategien zum Einsatz: Einige Labore arbeiten mit besonders empfindlichen Systemen wie GC-MS/MS, andere nutzen GC-MS im Selected-Ion-Monitoring-Modus (SIM). Wieder andere setzen bewusst auf klassische Scan-Messungen, um robuste Routinemethoden zu etablieren.

SIM- und Scanmessungen lassen sich in der Regel mit demselben GC-MS-System durchführen. Der Scanmodus ist dabei einfach anzuwenden und vielseitig, da er Signale über einen breiten Massenbereich hinweg erfasst. Der SIM-Modus hingegen konzentriert sich gezielt auf ausgewählte Ionen innerhalb definierter Retentionszeitfenster und ermöglicht dadurch eine deutlich höhere Empfindlichkeit. Der höhere Aufwand bei Einrichtung und Pflege von SIM-Methoden ist bekannt. Dennoch gewinnt dieser Ansatz an Bedeutung, da viele Labore ihre Nachweisgrenzen weiter absenken möchten. GC-MS im SIM-Modus kann hier eine praktikable Alternative zu GC-MS/MS darstellen – insbesondere, weil sich die Empfindlichkeit steigern lässt, ohne in neue Instrumentierung zu investieren. Vor diesem Hintergrund wurden in dieser Studie Bedingungen für die Analyse halbflüchtiger Verbindungen sowohl im Scan- als auch im SIM-Modus etabliert. Ziel war es, Laboren zwei praxistaugliche Optionen an die Hand zu geben: einen robusten und unkomplizierten Scan-Workflow sowie eine hochempfindliche SIM-Variante als Alternative zur GC-MS/MS-Analytik (Abbildung 1).

Für beide Ansätze kam eine RMX-5Sil-MS-Säule zum Einsatz, die die bewährte 5sil-Selektivität mit einer TriMax-Deaktivierung der nächsten Generation kombiniert. Diese Oberflächenbehandlung sorgt für einen außergewöhnlich inerten Probenflussweg [1,2]. Entsprechend erfüllte die Peakasymmetrie für zentrale Analyten wie Benzidin, Pentachlorphenol und 2,4-Dinitrophenol durchgängig die Qualitätsanforderungen (≤ 2), wie in Abbildung 1 gezeigt. Auch die Trennleistung für analytisch anspruchsvolle polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe war überzeugend. Die Auflösungskriterien ($> 50\%$) wurden problemlos erreicht, mit Talwerten von über 94 % zwischen Benzo[b]- und Benzo[k]fluoranthren sowie über 95 % zwischen Indeno[1,2,3-cd]pyren und Dibenzo[a,h]anthracen.

Unter den hier gewählten Bedingungen erzielte die RMX-5Sil-MS-Säule überzeugende chromatografische Ergebnisse für eine große Bandbreite halbflüchtiger Verbindungen – und das selbst bei sehr niedrigen Einsatzmengen von nur 1 ng im Scan-Modus beziehungsweise 200 pg im SIM-Modus. Die Methode zeigt damit eindrucksvoll, dass sich auch im unteren Bereich der MS-Nachweisgrenzen zuverlässig und mit hoher Datenqualität arbeiten lässt.

Optimierte Methodenbedingungen auf Knopfdruck

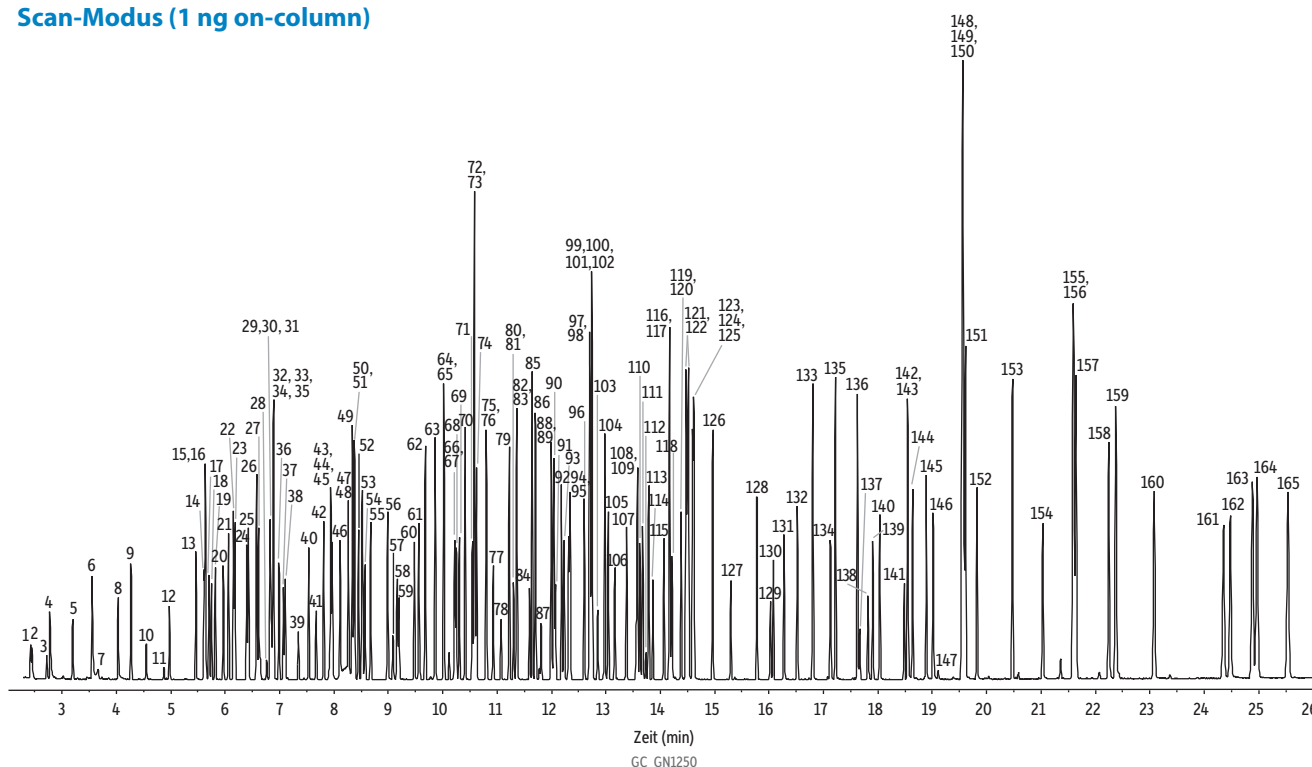
Tragen Sie Ihre Zielanalyten in den kostenlosen EZGC Chromatogram Modeler ein und sehen Sie sofort, wie daraus eine optimierte GC-Methode entsteht – passgenau für Ihre Zielanalyten und Säulendimensionen.

Probieren Sie es jetzt aus!



Abbildung 1: RMX-5Sil MS-Säulen liefern hervorragende chromatografische Ergebnisse für 165 halbflüchtige Verbindungen, die in niedrigen Konzentrationen mithilfe von GC-MS analysiert wurden.

Scan-Modus (1 ng on-column)



Säule Standard/Probe

RMX-5Sil MS, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm (Art.-Nr. 17323)

Lösemittel: Konz.:

Methapyrilen (Art.-Nr. 32460)
Anhang IX Gemisch Nr. 1, überarbeitet (Art.-Nr. 32459)
SVOC-Ergänzungen (Art.-Nr. 31909)
Benzoessäure (Art.-Nr. 31879)
8270 MegaMix (Art.-Nr. 31850)
Anhang IX Gemisch Nr. 2 (Art.-Nr. 31806)
Säuresurrogatgemisch (4/89 SOW) (Art.-Nr. 31025)
Basenneutrales Surrogatgemisch (4/89 SOW) (Art.-Nr. 31024)
Überarbeitetes Gemisch interner Standards für halbflüchtige Verbindungen (Art.-Nr. 31886)
Methylenchlorid
1 µg/mL

Injektion

Inj. Vol.:

1 µL Splitinjektion (Splitverhältnis 10:1)

Liner:

Topaz 4.0 mm ID Single Taper Liner m. Glaswolle (Art.-Nr. 23303)

Inj. Temp.:

250 °C

Split Vent Flussrate:

12 mL/min

Ofen

Ofentemperatur:

40 °C (1 min) auf 280 °C mit 12.4 °C/min auf 330 °C mit 3.3 °C/min (3.65 min)

Trärgas

Flussrate:

He, konstanter Fluss
1.2 mL/min

Lineargeschwindigkeit:

39.7 cm/sec

Detektor

Modus:

MS

Scan-Programm:

Scan

Transferleitungs-Temp.:

280 °C

Analysator-typ:

Quadrupol

Quellentemperatur:

330 °C

Quad-Temperatur:

180 °C

Lösemittel-Verzögerungszeit:

2 min

Tuningtyp:

PFTBA

Ionisierungsmodus:

EI

Gerät

Agilent 7890B GC und 5977B MSD

Hinweise

Zur Vereinfachung der Bestellung enthält das SVOC MegaMix 150-Kit (Art.-Nr. 31907) jeweils eine Ampulle der folgenden Standards, die in diesem Experiment verwendet wurden.

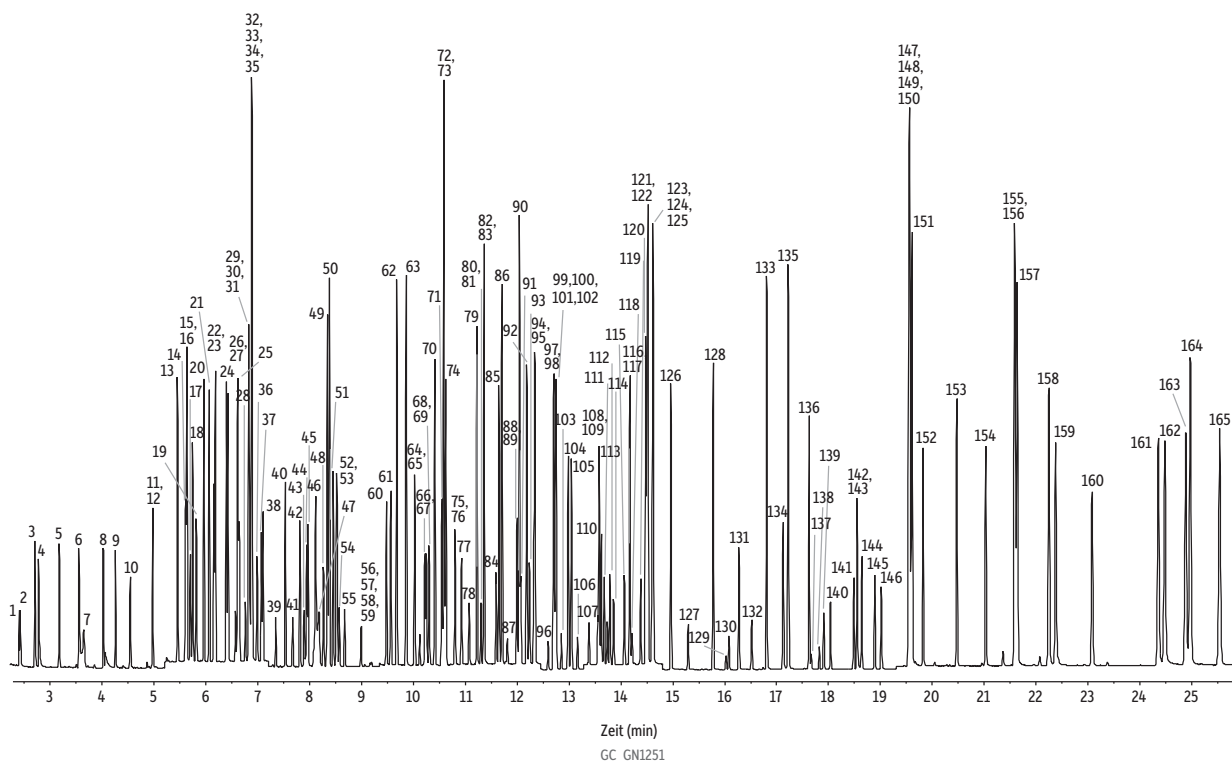
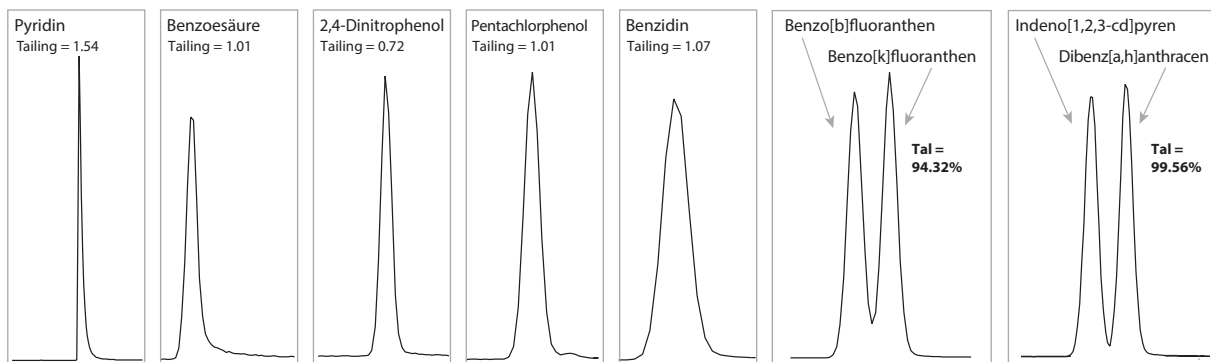
- 8270 MegaMix (Art.-Nr. 31850)
- Standard für SVOC-Ergänzungen (Art.-Nr. 31909)
- Anhang IX Gemisch Nr. 1, überarbeitet (Art.-Nr. 32459)
- Methapyrilen (Art.-Nr. 32460)
- Anhang IX Gemisch Nr. 2 (Art.-Nr. 31806)
- Benzoessäure (Art.-Nr. 31879)

Abbildung 1: RMX-5Si MS-Säulen liefern hervorragende chromatografische Ergebnisse für 165 halbflüchtige Verbindungen, die in niedrigen Konzentrationen mithilfe von GC-MS analysiert wurden. (Forts.)

Peaks	t _r (min)	Konz. (µg/mL)	Peaks	t _r (min)	Konz. (µg/mL)
1. 1,4-Dioxan-d8	2.400	1	84. 3-Nitroanilin	11.595	1
2. 1,4-Dioxan	2.428	1	85. Acenaphthen-d10	11.647	1
3. N-Nitrosodimethylamin	2.702	1	86. Acenaphthen	11.704	1
4. Pyridin	2.774	1	87. 2,4-Dinitrophenol	11.809	1
5. Ethylmethacrylat	3.175	1	88. 4-Nitrophenol	11.996	1
6. 2-Picolin	3.554	1	89. Pentachlorbenzol	11.996	1
7. N-Nitrosomethylethylamin	3.648	1	90. Dibenzofuran	12.040	1
8. Methylmethansulfonat	4.021	1	91. 2,4-Dinitrotoluol	12.070	1
9. 2-Fluorphenol	4.258	1	92. 1-Naphthylamin (1-Aminonaphthalin)	12.184	1
10. Acrylamid	4.543	1	93. 2,3,5,6-Tetrachlorphenol	12.236	1
11. N-Nitrosodiethylamin	4.875	1	94. 2,3,4,6-Tetrachlorphenol	12.319	1
12. Ethylmethansulfonat	4.977	1	95. 2-Naphthylamin (2-Aminonaphthalin)	12.341	1
13. Benzaldehyd	5.454	1	96. Diethylphthalat	12.602	1
14. Phenol-d6	5.612	1	97. n-Hexadecan (C16)	12.699	1
15. Phenol	5.629	1	98. Fluoren	12.699	1
16. Anilin	5.638	1	99. Zalophus (Thionazine)	12.745	1
17. Pentachlorethan	5.705	1	100. 4-Chlorphenylphenyl ether	12.745	1
18. Bis(2-chlorethyl)ether	5.743	1	101. 4-Nitroanilin	12.745	1
19. 2-Chlorphenol	5.814	1	102. 5-Nitro-o-toluidin	12.745	1
20. n-Decan (C10)	5.962	1	103. 4,6-Dinitro-2-methylphenol (Dinitro-o-Cresol)	12.853	1
21. 1,3-Dichlorbenzol	6.066	1	104. Diphenylamin	12.979	1
22. 1,4-Dichlorbenzol-d4	6.153	1	105. Azobenzol*	13.042	1
23. 1,4-Dichlorbenzol	6.180	1	106. 2,4,6-Tribromphenol	13.162	1
24. Benzylalcohol	6.393	1	107. Sulfotepp	13.379	1
25. 1,2-Dichlorbenzol	6.426	1	108. 1,3,5-Trinitrobenzol	13.579	1
26. 2-Methylphenol (o-Cresol)	6.612	1	109. Phorat	13.579	1
27. 2,2'-Oxybis(1-chlorpropan)	6.634	1	110. Phenacetin	13.625	1
28. N-Nitrosopyrrolidin	6.765	1	111. 4-Bromphenylphenylether	13.677	1
29. Acetophenon	6.825	1	112. Diallat	13.734	1
30. N-Nitrosomorpholin	6.836	1	113. Hexachlorbenzol	13.785	1
31. N-Nitroso-di-n-propylamin	6.847	1	114. Dimethoat	13.865	1
32. 3-Methylphenol (m-Cresol)	6.885	1	115. Atrazin	14.071	1
33. 4-Methylphenol (p-Cresol)	6.885	1	116. 4-Aminobiphenyl	14.168	1
34. Inden	6.885	1	117. Pentachlorphenol	14.170	1
35. o-Toluidin	6.890	1	118. Pentachlornitrobenzol (Quintozone)	14.214	1
36. Hexachlorethan	6.989	1	119. Propylamid	14.380	1
37. Nitrobenzol-d5	7.067	1	120. Phenanthren-d10	14.477	1
38. Nitrobenzol	7.101	1	121. n-Octadecan (C18)	14.517	1
39. N-Nitrosopiperidin	7.347	1	122. Phenanthren	14.517	1
40. Isophoron	7.536	1	123. Dinoseb	14.599	1
41. 2-Nitrophenol	7.673	1	124. Disulfoton	14.599	1
42. 2,4-Dimethylphenol	7.816	1	125. Anthracen	14.614	1
43. Benzoesäure	7.943	1	126. Carbazol	14.963	1
44. O,O,O-Triethylphosphorthioat	7.943	1	127. Methylparathion	15.295	1
45. Bis(2-chlorethoxy)methan	7.970	1	128. Di-n-butylphthalat	15.775	1
46. 2,4-Dichlorphenol	8.113	1	129. 4-Nitrocinolin-N-oxid	16.027	1
47. α,α-Dimethylphenethylamin (Phentermin)	8.268	1	130. Parathion (Ethylparathion)	16.078	1
48. 1,2,4-Trichlorbenzol	8.268	1	131. Methapyrilenhydrochlorid	16.273	1
49. Naphthalin-d8	8.342	1	132. Isodrin	16.518	1
50. Naphthalin	8.376	1	133. Fluoranthren	16.804	1
51. α-Terpineol	8.451	1	134. Benzidin	17.127	1
52. 4-Chloranilin	8.519	1	135. Pyren	17.222	1
53. 2,6-Dichlorphenol	8.519	1	136. p-Terphenyl-d14	17.622	1
54. Hexachlorpropen	8.571	1	137. Aramit-Isomer 2	17.668	1
55. Hexachlorbutadien	8.674	1	138. Aramit-Isomer 1	17.822	1
56. Chinolin	8.988	1	139. p-Dimethylaminoazobenzol	17.908	1
57. ε-Caprolactam	9.085	1	140. Chlorbenzilat	18.034	1
58. 1,4-Phenylendiamin	9.160	1	141. Famphur	18.485	1
59. N-Nitrosodibutylamin	9.195	1	142. 3,3'-Dimethylbenzidin (o-Tolidin)	18.548	1
60. 4-Chlor-3-methylphenol	9.480	1	143. Kepon	18.548	1
61. Isosafrolisomer 2	9.560	1	144. Benzylbutylphthalat	18.640	1
62. 2-Methylnaphthalin	9.680	1	145. Bis(2-ethylhexyl)adipat	18.891	1
63. 1-Methylnaphthalin	9.857	1	146. 2-Acetylaminofluoren	19.017	1
64. 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	10.023	1	147. 4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin)	19.108	1
65. Hexachlorcyclopentadien	10.023	1	148. 3,3'-Dichlorbenzidin	19.560	1
66. 2,3-Dichloranilin	10.217	1	149. Benz[a]anthracen	19.560	1
67. Isosafrolisomer 1	10.217	1	150. Chrysen-d12	19.560	1
68. 2,4,6-Trichlorphenol	10.248	1	151. Chrysen	19.612	1
69. 2,4,5-Trichlorphenol	10.303	1	152. Bis(2-ethylhexyl)phthalat	19.823	1
70. 2-Fluorbiphenyl	10.412	1	153. 6-Methylchrysen	20.475	1
71. Safrol	10.547	1	154. Di-n-octylphthalat	21.030	1
72. Biphenyl	10.585	1	155. Benzo[b]fluoranthren	21.590	1
73. 2-Chlornaphthalin	10.585	1	156. 7,12-Dimethylbenz[a]anthracen	21.590	1
74. 1-Chlornaphthalin	10.623	1	157. Benzo[k]fluoranthren	21.641	1
75. 2-Nitroanilin	10.801	1	158. Benzo[a]pyren	22.248	1
76. Diphenylether	10.801	1	159. Perylen-d12	22.379	1
77. 1,4-Naphthochinon	10.926	1	160. 3-Methylcholanthren	23.082	1
78. 1,4-Dinitrobenzol	11.075	1	161. Dibenz[a,h]acridin	24.357	1
79. Dimethylphthalat	11.224	1	162. Dibenz[a,j]acridin	24.483	1
80. 1,3-Dinitrobenzol	11.304	1	163. Indeno[1,2,3-cd]pyren	24.883	1
81. 2,6-Dinitrotoluol	11.304	1	164. Dibenz[a,h]anthracen	24.969	1
82. 1,2-Dinitrobenzol	11.361	1	165. Benzo[g,h,i]perylene	25.541	1
83. Acenaphthylen	11.361	1			

Abbildung 1: RMX-5Sil MS-Säulen liefern hervorragende chromatografische Ergebnisse für 165 halbfüchtige Verbindungen, die in niedrigen Konzentrationen mithilfe von GC-MS analysiert wurden. (Forts.)

SIM-Modus (200 pg on-column)



Säule
Standard/Probe

RMX-5Sil MS, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm (Art.-Nr. 17323)

Methapyrilen (Art.-Nr. 32460)
Anhang IX Gemisch Nr. 1, überarbeitet (Art.-Nr. 32459)
SVOC-Ergänzungen (Art.-Nr. 31909)
Benzoessäure (Art.-Nr. 31879)
8270 MegaMix (Art.-Nr. 31850)
Anhang IX Gemisch Nr. 2 (Art.-Nr. 31806)
Säuresurrogatgemisch (4/89 SOW) (Art.-Nr. 31025)
Basenneutrales Surrogatgemisch (4/89 SOW) (Art.-Nr. 31024)
Überarbeitetes Gemisch interner Standards für halbfüchtige Verbindungen (Art.-Nr. 31886)
Methylenchlorid
200 ng/mL

Lösemittel:
Konz.:
Injektion
Inj. Vol.:
Liner:
Inj. Temp.:
Split Vent Flussrate:
Ofen
Ofentemperatur:
Trägergas
Flussrate:
Lineargeschwindigkeit:
Detektor
Messmodus:

1 µL Splitinjektion (Splitverhältnis 10:1)
Topaz 4.0 mm ID Single Taper Liner m. Glaswolle (Art.-Nr. 23303)
250 °C
12 mL/min
40 °C (1 min) auf 280 °C mit 12.4 °C/min auf 330 °C mit 3.3 °C/min (3.65 min)
He, konstanter Fluss
1.2 mL/min
39.7 cm/sec
MS
SIM

SIM-Programm:

Gruppe	Startzeit (min)	Ion(en) (m/z)	Verweilzeit (ms)
1	2	siehe Peakliste	300
2	5.2	siehe Peakliste	286
3	7.2	siehe Peakliste	289
4	9.35	siehe Peakliste	285
5	10.7	siehe Peakliste	273
6	12.45	siehe Peakliste	290
7	13.29	siehe Peakliste	280
8	14.8	siehe Peakliste	300
9	17.4	siehe Peakliste	297
10	19.3	siehe Peakliste	285

Transferleitungs-Temp.: 280 °C
Analysatortyp: Quadrupol
Quellentemperatur: 330 °C
Quad-Temperatur: 180 °C
Lösemittel-Verzögerungszeit: 2 min
Tuningtyp: PFTBA
Ionisierungsmodus: EI
Gerät
Hinweise

Agilent 7890B GC und 5977B MSD
Zur Vereinfachung der Bestellung enthält das SVOC MegaMix 150-Kit (Art.-Nr. 31907) jeweils eine Ampulle der folgenden Standards, die in diesem Experiment verwendet wurden.

- 8270 MegaMix (Art.-Nr. 31850)
- Standard für SVOC-Ergänzungen (Art.-Nr. 31909)
- Anhang IX Gemisch Nr. 1, überarbeitet (Art.-Nr. 32459)
- Methapyrilen (Art.-Nr. 32460)
- Anhang IX Gemisch Nr. 2 (Art.-Nr. 31806)
- Benzoessäure (Art.-Nr. 31879)

Abbildung 1: RMX-5SiI MS-Säulen liefern hervorragende chromatografische Ergebnisse für 165 halbflüchtige Verbindungen, die in niedrigen Konzentrationen mithilfe von GC-MS analysiert wurden. (Forts.)

Peaks	t _r (min)	Konz. (ng/mL)	SIM-Ion	Verweilzeit (ms)	Ionengruppe	Peaks	t _r (min)	Konz. (ng/mL)	SIM-Ion	Verweilzeit (ms)	Ionengruppe
1. 1,4-Dioxan-d8	2.401	200	96	25	1	84. 3-Nitroanilin	11.591	200	65	13	5
2. 1,4-Dioxan	2.427	200	88	25	1	85. Acenaphthen-d10	11.649	200	162	13	5
3. N-Nitrosodimethylamin	2.702	200	74	25	1	86. Acenaphthen	11.706	200	153	13	5
4. Pyridin	2.774	200	79	25	1	87. 2,4-Dinitrophenol	11.809	200	184	13	5
5. Ethylmethacrylat	3.175	200	69	25	1	88. 4-Nitrophenol	11.996	200	139	13	5
6. 2-Picolin	3.554	200	93	25	1	89. Pentachlorbenzol	11.996	200	250	13	5
7. N-Nitrosomethylethylamin	3.648	200	42	25	1	90. Dibenzofuran	12.043	200	84	13	5
8. Methylmethansulfonat	4.021	200	80	25	1	91. 2,4-Dinitrotoluol	12.183	200	89	13	5
9. 2-Fluorphenol	4.258	200	112	25	1	92. 1-Naphthylamin (1-Aminonaphthalin)	12.235	200	143	13	5
10. Acrylamid	4.543	200	71	25	1	93. 2,3,5,6-Tetrachlorphenol	12.339	200	232	13	5
11. N-Nitrosodiethylamin	4.977	200	102	25	1	94. 2,3,4,6-Tetrachlorphenol	12.339	200	230	13	5
12. Ethylmethansulfonat	4.977	200	109	25	1	95. 2-Naphthylamin (2-Aminonaphthalin)	12.339	200	115	13	5
13. Benzaldehyd	5.454	200	77	11	2	96. Diethylphthalat	12.596	200	149	13	5
14. Phenol-d6	5.612	200	99	11	2	97. n-Hexadecan (C16)	12.703	200	57	29	6
15. Phenol	5.633	200	94	11	2	98. Fluoren	12.703	200	166	29	6
16. Anilin	5.633	200	93	11	2	99. Zolophus (Thionazine)	12.746	200	107	29	6
17. Pentachlorethan	5.7	200	167	11	2	100. 4-Chlorphenylphenylether	12.746	200	204	29	6
18. Bis(2-chlorethyl)ether	5.743	200	63	11	2	101. 4-Nitroanilin	12.746	200	65	29	6
19. 2-Chlorphenol	5.814	200	128	11	2	102. 5-Nitro-o-tolidin	12.746	200	152	29	6
20. n-Decan (C10)	5.962	200	57	11	2	103. 4,6-Dinitro-2-methylphenol (Dinitro-o-Cresol)	12.852	200	198	29	6
21. 1,3-Dichlorbenzol	6.066	200	146	11	2	104. Diphenylamin	12.98	200	169	29	6
22. 1,4-Dichlorbenzol-d4	6.154	200	150	11	2	105. Azobenzol*	13.044	200	77	29	6
23. 1,4-Dichlorbenzol	6.18	200	148	11	2	106. 2,4,6-Tribromphenol	13.162	200	330	29	6
24. Benzylalkohol	6.393	200	79	11	2	107. Sulfotep	13.385	200	322	14	7
25. 1,2-Dichlorbenzol	6.426	200	111	11	2	108. 1,3,5-Trinitrobenzol	13.581	200	213	14	7
26. 2-Methylphenol (o-Cresol)	6.611	200	108	11	2	109. Phenacetin	13.581	200	108	14	7
27. 2,2'-Oxybis(1-chlorpropan)	6.634	200	45	11	2	110. Phorat	13.618	200	75	14	7
28. N-Nitrosopyrrolidin	6.765	200	100	11	2	111. 4-Bromphenylphenylether	13.677	200	248	14	7
29. Acetophenon 6.825	200	105	11	2		112. Diallat	13.735	200	43	14	7
30. N-Nitrosomorpholin	6.825	200	56	11	2	113. Hexachlorbenzol	13.788	200	284	14	7
31. N-Nitroso-di-n-propylamin	6.825	200	43	11	2	114. Dimethoat	13.857	200	87	14	7
32. 3-Methylphenol (m-Cresol)	6.885	200	80	11	2	115. Atrazin	14.064	200	200	14	7
33. 4-Methylphenol (p-Cresol)	6.885	200	107	11	2	116. 4-Aminobiphenyl	14.17	200	169	14	7
34. Inden	6.885	200	117	11	2	117. Pentachlorphenol	14.17	200	266	14	7
35. o-Tolidin	6.885	200	106	11	2	118. Pentachlornitrobenzol (Quintozen)	14.213	200	237	14	7
36. Hexachlorethan	6.989	200	119	11	2	119. Propylamid	14.377	200	173	14	7
37. Nitrobenzol-d5	7.068	200	82	11	2	120. Phenanthren-d10	14.477	200	188	14	7
38. Nitrobenzol	7.1	200	123	11	2	121. n-Octadecan (C18)	14.52	200	57	14	7
39. N-Nitrosopiperidin	7.347	200	114	17	3	122. Phenanthren	14.52	200	178	14	7
40. Isophoron	7.531	200	82	17	3	123. Dinoseb	14.616	200	211	14	7
41. 2-Nitrophenol	7.671	200	139	17	3	124. Disulfoton	14.616	200	88	14	7
42. 2,4-Dimethylphenol	7.811	200	122	17	3	125. Anthracen	14.616	200	179	14	7
43. Benzoesäure	7.898	200	105	17	3	126. Carbazol	14.961	200	167	30	8
44. O,O,O-Triethylphosphorthioat	7.942	200	121	17	3	127. Methylparathion	15.296	200	109	30	8
45. Bis(2-chlorethoxy)methan	7.969	200	93	17	3	128. Di-n-butylphthalat	15.779	200	149	30	8
46. 2,4-Dichlorphenol	8.113	200	162	17	3	129. 4-Nitrochinolin-N-oxid	16.026	200	190	30	8
47. α,α-Dimethylphenethylamin (Phentermin)	8.178	200	58	17	3	130. Parathion (Ethylparathion)	16.075	200	291	30	8
48. 1,2,4-Trichlorbenzol	8.264	200	180	17	3	131. Methapyrilenhydrochlorid	16.273	200	58	30	8
49. Naphthalin-d8	8.34	200	136	17	3	132. Isodrin	16.52	200	193	30	8
50. Naphthalin	8.378	200	128	17	3	133. Fluoranthen	16.806	200	202	30	8
51. α-Terpineol	8.453	200	59	17	3	134. Benzidin	17.124	200	184	30	8
52. 4-Chloranilin	8.518	200	127	17	3	135. Pyren	17.223	200	203	30	8
53. 2,6-Dichlorphenol	8.518	200	164	17	3	136. p-Terphenyl-d14	17.627	200	244	27	9
54. Hexachlorpropen	8.572	200	213	17	3	137. Aramit-Isomer 2	17.627	200	175	27	9
55. Hexachlorbutadien	8.674	200	225	17	3	138. Aramit-Isomer 1	17.818	200	135	27	9
56. Chinolin	8.993	200	129	15	4	139. p-Dimethylaminoazobenzol	17.905	200	120	27	9
57. ε-Caprolactam	9.085	200	55	15	4	140. Chlorbenzilat	18.041	200	251	27	9
58. 1,4-Phenylendiamin	9.160	200	108	15	4	141. Famphur	18.487	200	218	27	9
59. N-Nitrosodibutylamin	9.195	200	84	15	4	142. 3,3'-Dimethylbenzidin (o-Tolidin)	18.553	200	254	15	9
60. 4-Chlor-3-methylphenol	9.477	200	107	15	4	143. Kepon	18.553	200	272	27	9
61. Isosafrolisomer 2	9.563	200	181	15	4	144. Benzylbutylphthalat	18.64	200	149	27	9
62. 2-Methylnaphthalin	9.681	200	142	15	4	145. Bis(2-ethylhexyl)adipat	18.89	200	129	27	9
63. 1-Methylnaphthalin	9.858	200	141	15	4	146. 2-Acetylaminofluoren	19.015	200	181	27	9
64. 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	10.024	200	216	15	4	147. 4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin)	19.561	200	231	15	9
65. Hexachlorcyclopentadien	10.024	200	237	15	4	148. 3,3'-Dichlorbenzidin	19.561	200	212	27	9
66. 2,3-Dichloranilin	10.221	200	161	15	4	149. Benz[a]anthracen	19.561	200	228	15	10
67. Isosafrolisomer 1	10.221	200	104	15	4	150. Chrysen-d12	19.561	200	240	15	10
68. 2,4,6-Trichlorphenol	10.25	200	196	15	4	151. Chrysen	19.61	200	226	15	10
69. 2,4,5-Trichlorphenol	10.303	200	198	15	4	152. Bis(2-ethylhexyl)phthalat	19.824	200	167	15	10
70. 2-Fluorobiphenyl	10.41	200	172	15	4	153. 6-Methylchrysen	20.473	200	242	15	10
71. Safrol	10.549	200	131	15	4	154. Di-n-octylphthalat	21.031	200	149	15	10
72. Biphenyl	10.586	200	154	15	4	155. Benzo[b]fluoranthren	21.589	200	57	15	10
73. 2-Chloranaphthalin	10.586	200	162	15	4	156. 7,12-Dimethylbenz[a]anthracen	21.589	200	256	15	10
74. 1-Chloranaphthalin	10.624	200	127	15	4	157. Benzo[k]fluoranthren	21.637	200	252	15	10
75. 2-Nitroanilin	10.803	200	138	13	5	158. Benzo[a]pyren	22.249	200	253	15	10
76. Diphenylether	10.803	200	170	15	5	159. Perylen-d12	22.377	200	264	15	10
77. 1,4-Naphthochinon	10.927	200	158	13	5	160. 3-Methylcholanthren	23.08	200	268	15	10
78. 1,4-Dinitrobenzol	11.073	200	168	13	5	161. Dibenz[a,h]acridin	24.357	200	279	15	10
79. Dimethylphthalat	11.223	200	163	13	5	162. Dibenz[a,j]acridin	24.48	200	280	15	10
80. 1,3-Dinitrobenzol	11.301	200	76	13	5	163. Indeno[1,2,3-cd]pyren	24.882	200	277	15	10
81. 2,6-Dinitrotoluol	11.301	200	165	13	5	164. Dibenz[a,h]anthracen	24.968	200	278	15	10
82. 1,2-Dinitrobenzol	11.363	200	50	13	5	165. Benzo[g,h,i]perylene	25.537	200	276	15	10
83. Acenaphthylen	11.363	200	152	13	5						

Literaturhinweise

- 1. E. Pack, J. Hoisington, C. English, R. Dhandapani, and C. Myers, Comprehensive trace-level semivolatiles analysis by GC-MS/MS (EPA Method 8270E), Application note, EVAN4919-US, Restek Corporation, 2025.
- 2. Broschüre zu RMX GC-Säulen, GNBR4923-UNV, Restek Corporation, 2026.

Vorgestellte Produkte

RMX-5Sil MS GC-Kapillarsäule

Art.-Nr.	Produktname	Einheiten
17323	RMX-5Sil MS GC-Kapillarsäule, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm	1



Topaz Single Taper Inlet Liner

Art.-Nr.	Produktname	Einheiten
23303	Topaz, Single Taper Inlet Liner, 4.0 mm x 6.5 x 78.5, für Agilent GCs, m. Quarzwolle, Premium-Deaktivierung	5er Pck.



Elektronisches Lecksuchgerät von Restek

Art.-Nr.	Produktname	Einheiten
28500	Elektronisches Lecksuchgerät von Restek (inkl. Tragetasche, Universal-AC-Netzadapter [USA, Großbritannien, Europa, Australien, Japan], ca. 1.8 m langes USB-Ladekabel)	1



Benötigen Sie Hilfe bei der Auswahl von Anwendungen oder Produkten?

Kontaktieren Sie uns!



Benötigen Sie Hilfe bei Angeboten, Einkauf und mehr?

Kontaktieren Sie uns!



SVOC MegaMix 150-Kit, 1 mL/Ampulle; 6 Ampullen/Kit

Enthält jeweils eine Ampulle der folgenden Verbindungen.

Art.-Nr. 31850: 8270 MegaMix

Jeweils 1000 µg/mL in Methylenchlorid (3-Methylphenol und 4-Methylphenol zu 500 µg/mL), 1 mL/Ampulle

Acenaphthen (83-32-9)
Acenaphthylen (208-96-8)
Anilin (62-53-3)
Anthracen (120-12-7)
Azobenzol (103-33-3)*
Benz[a]anthracen (56-55-3)
Benzo[a]pyren (50-32-8)
Benzo[b]fluoranthren (205-99-2)
Benzo[g,h,i]perylene (191-24-2)
Benzo[k]fluoranthren (207-08-9)
Benzylalkohol (100-51-6)
Benzylbutylphthalat (85-68-7)
Bis(2-chlorethoxy)methan (111-91-1)
Bis(2-chlorethyl)ether (111-44-4)
Bis(2-ethylhexyl)adipat (103-23-1)
Bis(2-ethylhexyl)phthalat (117-81-7)
4-Bromphenylphenylether (101-55-3)
Carbazol (86-74-8)
4-Chloranilin (106-47-8)
4-Chlor-3-methylphenol (59-50-7)
2-Chlornaphthalin (91-58-7)
2-Chlorphenol (95-57-8)
4-Chlorphenylphenylether (7005-72-3)
Chrysen (218-01-9)
Dibenz[a,h]anthracen (53-70-3)
Dibenzofuran (132-64-9)
1,2-Dichlorbenzol (95-50-1)
1,3-Dichlorbenzol (541-73-1)
1,4-Dichlorbenzol (106-46-7)
2,4-Dichlorphenol (120-83-2)
Diethylphthalat (84-66-2)
2,4-Dimethylphenol (105-67-9)
Dimethylphthalat (131-11-3)
Di-n-butylphthalat (84-74-2)
1,2-Dinitrobenzol (528-29-0)
1,3-Dinitrobenzol (99-65-0)
1,4-Dinitrobenzol (100-25-4)
4,6-Dinitro-2-methylphenol (Dinitro-o-Cresol) (534-52-1)
2,4-Dinitrophenol (51-28-5)
2,4-Dinitrotoluol (121-14-2)
2,6-Dinitrotoluol (606-20-2)
Di-n-octylphthalat (117-84-0)
Diphenylamin (122-39-4)†
Fluoranthren (206-44-0)
Fluoren (86-73-7)
Hexachlorbenzol (118-74-1)
Hexachlorbutadien (87-68-3)
Hexachlorcyclopentadien (77-47-4)
Hexachlorethan (67-72-1)
Indeno[1,2,3-cd]pyren (193-39-5)
Isophoron (78-59-1)
1-Methylnaphthalin (90-12-0)
2-Methylnaphthalin (91-57-6)
2-Methylphenol (o-Cresol) (95-48-7)
3-Methylphenol (m-Cresol) (108-39-4)
4-Methylphenol (p-Cresol) (106-44-5)
Naphthalin (91-20-3)
2-Nitroanilin (88-74-4)
3-Nitroanilin (99-09-2)

4-Nitroanilin (100-01-6)
Nitrobenzol (98-95-3)
2-Nitrophenol (88-75-5)
4-Nitrophenol (100-02-7)
N-Nitrosodimethylamin (62-75-9)
N-Nitroso-di-n-propylamin (621-64-7)
2,2'-Oxybis(1-chlorpropan) (108-60-1)
Pentachlorphenol (87-86-5)
Phenanthren (85-01-8)
Phenol (108-95-2)
Pyren (129-00-0)
Pyridin (110-86-1)
2,3,4,6-Tetrachlorphenol (58-90-2)
2,3,5,6-Tetrachlorphenol (935-95-5)
1,2,4-Trichlorbenzol (120-82-1)
2,4,5-Trichlorphenol (95-95-4)
2,4,6-Trichlorphenol (88-06-2)

Art.-Nr. 31909: SVOC-Ergänzungen

Jeweils 1000 µg/mL in Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

Acrylamid (79-06-1)
Benzidin (92-87-5)
n-Decan (C10) (124-18-5)
Dibenz(a,h)acridin (226-36-8)
2,3-Dichloranilin (608-27-5)
3,3'-Dichlorbenzidin (91-94-1)
Dimethoat (60-51-5)
Dinoseb (88-85-7)
Disulfoton (298-04-4)
Famphur (52-85-7)
n-Hexadecan (C16) (544-76-3)
Inden (95-13-6)
Methylparathion (298-00-0)
6-Methylchrysen (1705-85-7)
4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin) (101-14-4)
n-Octadecan (C18) (593-45-3)
Parathion (Ethylparathion) (56-38-2)
Phorast (298-02-2)
Chinolin (91-22-5)
Sulfotepp (3689-24-5)
α-Terpineol (98-55-5)
O,O,O-Triethylphosphorthioat (126-68-1)
Zalophus (Thionazin) (297-97-2)

Art.-Nr. 32459: Anhang IX Gemisch Nr. 1, überarbeitet

Jeweils 2000 µg/mL in Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

2-Acetylaminofluoren (53-96-3)
4-Aminobiphenyl (92-67-1)
p-Dimethylaminoazobenzol (60-11-7)
3,3'-Dimethylbenzidin (o-Tolidin) (119-93-7)
α,α-Dimethylphenethylamin (Phentermin) (122-09-8)
1-Naphthylamin (1-Aminonaphthalin) (134-32-7)
2-Naphthylamin (2-Aminonaphthalin) (91-59-8)
N-Nitrosodibutylamin (924-16-3)
N-Nitrosodiethylamin (55-18-5)
N-Nitrosomethylethylamin (10595-95-6)
N-Nitrosomorpholin (59-89-2)
N-Nitrosopiperidin (100-75-4)
N-Nitrosopyrrolidin (930-55-2)
5-Nitro-o-toluidin (99-55-8)
1,4-Phenyldiamin (106-50-3)
2-Picolin (109-06-8)
o-Toluidin (95-53-4)

Art.-Nr. 32460: Methapyrilen

2000 µg/mL in Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle
Methapyrilenhydrochlorid (135-23-9)

Art.-Nr. 31806: Anhang IX Gemisch Nr. 2

Jeweils 1000 µg/mL in Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

Acetophenon (98-86-2)
Aramit (140-57-8)
Atrazin (1912-24-9)
Benzaldehyd (100-52-7)
Biphenyl (92-52-4)
ε-Caprolactam (105-60-2)
Chlorbenzilat (510-15-6)
1-Chlornaphthalin (90-13-1)
Diallat (2303-16-4)
Dibenz[a,j]acridin (224-42-0)
2,6-Dichlorphenol (87-65-0)
7,12-Dimethylbenz[a]anthracen (57-97-6)
1,4-Dioxan (123-91-1)
Diphenylether (101-84-8)
Ethylmethacrylat (97-63-2)
Ethylmethansulfonat (62-50-0)
Hexachlorpropen (1888-71-7)
Isodrin (465-73-6)
Isosafrol (cis & trans) (120-58-1)
Kepon (143-50-0)
3-Methylcholanthren (56-49-5)
Methylmethansulfonat (66-27-3)
1,4-Naphthochinon (130-15-4)
4-Nitrochinolin-N-oxid (56-57-5)
Pentachlorbenzol (608-93-5)
Pentachlorethan (76-01-7)
Pentachlornitrobenzol (Quintozen) (82-68-8)
Phenacetin (62-44-2)
Propyzamid (23950-58-5)
Safrol (94-59-7)
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol (95-94-3)
1,3,5-Trinitrobenzol (99-35-4)

Art.-Nr. 31879: Benzoesäure

2000 µg/mL in Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle
Benzoesäure (65-85-0)

* 1,2-Diphenylhydrazin (in Methode 8270 aufgelisteter Analyt) zersetzt sich im Injektor zu Azobenzol (Komponente des Gemischs).

† N-Nitrosodiphenylamin ist eine reaktive Spezies, die die vorzeitige Zersetzung anderer Verbindungen im Gemisch einleiten kann. Deshalb wird bei der Herstellung dieses Gemischs Diphenylamin verwendet.



Art.-Nr.

31907

Einheiten

Kit

GC-MS Tuning-Gemisch

1000 µg/mL, Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

Art.-Nr.	Enthält	Einheiten
31615	Benzidin (92-87-5) 4,4'-DDT (50-29-3) DFTPP (Decafluortriphenylphosphin) (5074-71-5) Pentachlorphenol (87-86-5)	1

Säuresurrogatgemisch (4/89 SOW)

2000 µg/mL, Methanol, 1 mL/Ampulle

Art.-Nr.	Enthält	Einheiten
31025	2-Fluorphenol (367-12-4) Phenol-d6 (13127-88-3) 2,4,6-Tribromphenol (118-79-6)	1

Basenneutrales Surrogatgemisch (4/89 SOW)

1000 µg/mL, Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

Art.-Nr.	Enthält	Einheiten
31024	2-Fluorbiphenyl (321-60-8) Nitrobenzol-d5 (4165-60-0) p-Terphenyl-d14 (1718-51-0)	1

Überarbeitetes Gemisch interner Standards für halbflüchtige Verbindungen

4000 µg/mL, Methylenchlorid, 1 mL/Ampulle

Art.-Nr.	Enthält	Einheiten
31886	Acenaphthen-d10 (15067-26-2) Chrysen-d12 (1719-03-5) 1,4-Dichlorbenzol-d4 (3855-82-1) 1,4-Dioxan-d8 (17647-74-4) Naphthalin-d8 (1146-65-2) Perylen-d12 (1520-96-3) Phenanthren-d10 (1517-22-2)	1

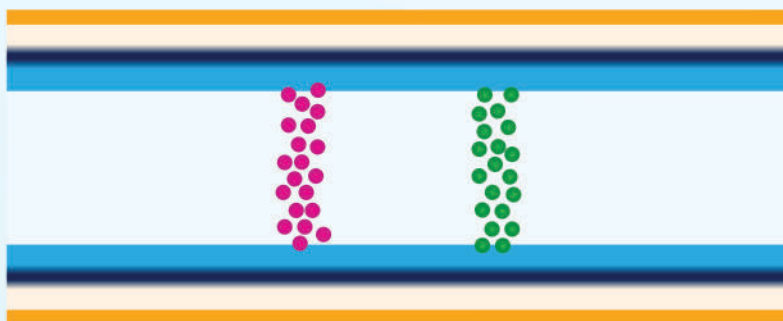


Was macht RMX-Säulen besser?

Die hochwirksame TriMax-Deaktivierung schützt Analyten vor Wechselwirkungen mit der Oberfläche und verbessert die Peakform sowie die analytische Empfindlichkeit für eine Vielzahl von Verbindungen mit unterschiedlichen chemischen Eigenschaften



TriMax-Deaktivierung

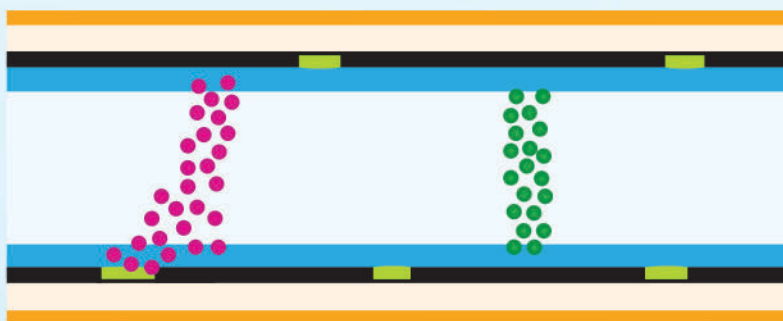


Inaktiv



Aktiv

Deaktivierung ohne TriMax



Inaktiv



Aktiv



- Inaktive Verbindungen: *Alkane, Alkene, Alkine usw.*
- Aktive Verbindungen: *Säuren, Basen, Alkohole, Ester, Ether usw.*
- Verbleibende aktive Stelle

Erfahren Sie noch heute mehr über RMX-Säulen!



RESTEK

Restek Patente und Marken sind Eigentum der Restek Corporation. (Eine vollständige Liste finden Sie unter www.restek.com/Patents-Trademarks.) Andere Marken in der Literatur oder auf der Website von Restek sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Eingetragene Marken von Restek sind in den USA und möglicherweise auch in anderen Ländern registriert.

© 2026 Restek Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

www.restek.com



Lit. Cat.# EVFA4921-DE