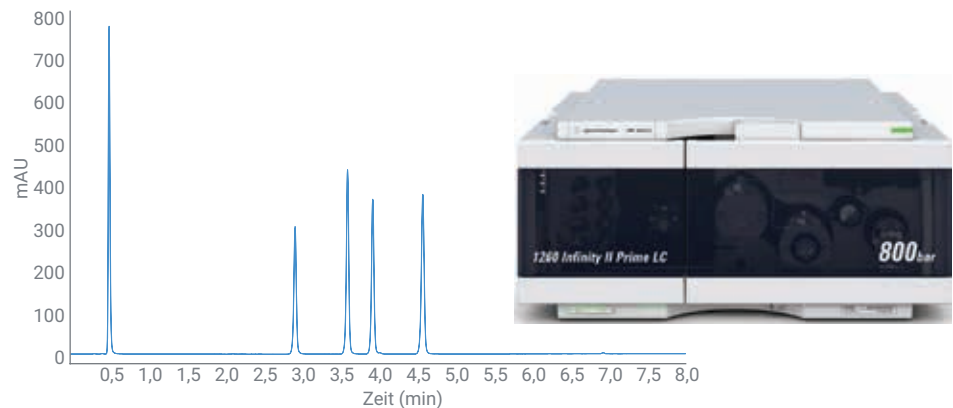


Die Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe

Der Maßstab für hohe Genauigkeit und Präzision bei niederdruckseitig mischenden Gradientenpumpen



Autoren

Melanie Metzlaß und
Patric Hörth
Agilent Technologies, Inc.

Abstract

Die Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe bietet höchste Flexibilität für herkömmliche Applikationen auf 4,6-mm-Säulen oder für schnelle Läufe auf Säulen mit 2,1 mm und 3,0 mm Innendurchmesser, ohne Kompromisse bei der Genauigkeit und Präzision akzeptieren zu müssen.

Diese Technische Übersicht zeigt die hervorragende Leistungsfähigkeit der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe. Die Genauigkeit der Retentionszeiten unter schwierigen Bedingungen wurde ausgewertet und mit den Daten der Agilent 1260 Infinity II binären Pumpe verglichen. Darüber hinaus wurden die Zusammensetzungsgenauigkeit, das Totvolumen und die Flussgenauigkeit für beide Pumpen mit Hilfe von Stufengradienten ausgewertet.

Einführung

Die Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe ist eine niederdruckseitig mischende Gradientenpumpe, die für Betriebsdrücke von bis zu 800 bar geeignet ist. Das integrierte Mehrzweckventil ermöglicht praktische Funktionen wie automatisches Spülen, Ein- und Ausschalten eines zusätzlichen Mischers und Filter-Backflush.

Um die überragende Leistungsfähigkeit der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe aufzuzeigen, wurden verschiedene schwierige Applikationen ausgewählt. Die mit der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe erzielten Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen verglichen, die mit einer Agilent 1260 Infinity II binären Pumpe erzielt wurden.

Experimentelles

Geräte

Für die Experimente wurden die folgenden Module verwendet:

- Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe (G7104C)
- Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe (G7112B)
- Agilent 1260 Infinity II Mehrfachprobengeber (G7167A), ausgestattet mit integriertem Probenkühler (Option Nr. 100)
- Agilent 1260 Infinity II Thermostat für mehrere Säulen (G7116A)
- Agilent 1260 Infinity II Diodenarray-Detektor WR (G7115A), ausgestattet mit Standarddurchflusszelle: 10 mm Schichtdicke, 13 µl Volumen

Software

Agilent OpenLab CDS 2.2 (M8413A)

Chemikalien

Alle Lösemittel waren LC-Qualität. Frisches Reinstwasser wurde aus einem Milli-Q-Integralsystem, das mit einer

0,22-µm-Membran-Kartusche (Millipak) ausgestattet war, am Verwendungsort erhalten. Acetonitril und Aceton wurden von Merck (Darmstadt, Deutschland)

bezogen. Trifluoressigsäure (TFA) und Ameisensäure (FA) wurden von Sigma-Aldrich (Steinheim, Deutschland) bezogen.

Methoden

Tabelle 1: Chromatographiebedingungen für Stufengradienten.

Parameter	Wert
Säule	Restriktionskapillare
Lösemittel	A) 0,3 % Aceton in Wasser B) Wasser
Gradient	Zwischen 20 und 45 Minuten in Schritten von 1 % von 100 bis 94 % A Zwischen 45 und 55 Minuten in Schritten von 2 % von 94 bis 90 % A Zwischen 55 und 80 Minuten in Schritten von 10 % von 90 bis 51 % A Zwischen 80 und 90 Minuten in Schritten von 1 % von 51 bis 49 % A Zwischen 90,01 und 110 Minuten in Schritten von 10 % von 40 bis 10 % Zwischen 110,01 und 135 Minuten in Schritten 2 % von 6 bis 0 % A
Stoppzeit	140 Minuten
Flussrate	1 ml/min
Säulentemperatur	30 °C
DAD	273/4 nm, Ref. 360/100 nm, 10 Hz

Tabelle 2: Chromatographiebedingungen für flache Gradientenanalysen.

Parameter	Wert
Verbindungen	Polyphenol-Mischung: Catechin, Kaffeesäure, Epicatechin, Epigallocatechin (alle von Sigma-Aldrich bezogen)
Säule	Agilent ZORBAX StableBond-Säule C18, 2,1 x 50 mm, 1,8 µm (Best.-Nr. 857700-902)
Lösemittel	A) 0,1 % FA in Wasser B) 0,1 % FA in Acetonitril
Gradient	0 Minuten – 6 % B 8 Minuten – 12 % B
Stoppzeit	8 Minuten
Nachlaufzeit	3 Minuten
Flussrate	0,6 ml/min
Injektionsvolumen	2 µl mit Nadelspülung von 3 Sekunden (60 % Acetonitril in Wasser)
Probentemperatur	10 °C
Säulentemperatur	30 °C
DAD	280/4 nm, Ref. 360/50 nm, 40 Hz

Tabelle 3: Chromatographiebedingungen für Läufe mit geringem Anteil an organischem Lösemittel.

Parameter	Wert
Verbindungen	Sulfonamid-Arzneimittel: Sulfanilamid, Sulfathiazol, Sulfamerazin, Sulfachlorpyridazin, Sulfamethazin (alle von Sigma-Aldrich bezogen)
Säule	Agilent ZORBAX StableBond-Säule C18, 2,1 x 50 mm, 1,8 µm (Best.-Nr. 857700-902)
Lösemittel	A) 0,1 % TFA in Wasser B) 0,1 % TFA in Acetonitril
Gradient	0 Minuten – 1 % B 6 Minuten – 25 % B
Stoppzeit	8 Minuten
Nachlaufzeit	3 Minuten
Flussrate	0,6 ml/min
Injektionsvolumen	2 µl mit Nadelspülung von 3 Sekunden (60 % Acetonitril in Wasser)
Probentemperatur	10 °C
Säulentemperatur	45 °C
DAD	254/4 nm, Ref. 360/80 nm, 20 Hz

Ergebnisse und Diskussion

Experiment 1: Stufengradient

Stufengradienten und ein Tracer in Lösemittel A wurden verwendet, um das Totvolumen, die Zusammensetzungsgenauigkeit, das Mischungsrauschen und die Flussgenauigkeit zu ermitteln. Für die Bewertung der Flussgenauigkeit wurde ein Flussgenauigkeitsmesser (FAM) verwendet.

Die Stufengradienten wurden unter identischen Bedingungen bei der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe, mit und ohne Jet Weaver Mischer, und bei der 1260 Infinity II binären Pumpe angewandt. Abbildung 1 zeigt die Überlagerung der drei Stufengradienten von 100 % A (Wasser + Tracer) bis 0 % A (Wasser + Tracer) in Schritten von 1, 2 und 10 %. Beide Pumpen zeigten über den gesamten Gradientenbereich hinweg eine hervorragende Leistung. Die Gradientenschritte waren auch bei den Schritten von 1 % bei geringen Prozentanteilen des Lösemittels B perfekt aufgelöst. Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass die 1260 Infinity II flexible Pumpe im Vergleich zur 1260 Infinity II binären Pumpe eine gleichwertige Gradientenleistung bietet, auch in schwierigen Bereichen wie 1 bis 5 % B.

Tabelle 4: Chromatographiebedingungen für Läufe mit hohem Anteil an organischem Lösemittel.

Parameter	Wert
Verbindungen	Sudanfarbstoff-Mischung: Sudan I, Sudan II, Sudan III, Sudan IV (alle von Sigma-Aldrich bezogen)
Säule	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 3,0 × 50 mm, 1,8 µm (Best.-Nr. 959941-302)
Lösemittel	A) Wasser B) 95 % Acetonitril in Wasser
Gradient	0 Minuten – 90 % B 4 Minuten – 100 % B
Stoppzeit	4 Minuten
Nachlaufzeit	2 Minuten
Flussrate	1 ml/min
Injektionsvolumen	1 µl mit Nadelspülung von 3 Sekunden (Acetonitril)
Probentemperatur	10 °C
Säulentemperatur	40 °C
DAD	490/20 nm, keine Ref., 20 Hz

Tabelle 5: Chromatographiebedingungen für schnelle Gradientenanalysen.

Parameter	Wert
Verbindungen	Agilent RRLC Checkout-Probe (Best.-Nr. 5188-6529)
Säule	Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 3,0 × 50 mm, 1,8 µm (Best.-Nr. 959941-302)
Lösemittel	A) Wasser B) Acetonitril
Gradient	0 Minuten – 30 % B 1 Minute – 100 % B
Stoppzeit	2 Minuten
Nachlaufzeit	1 Minuten
Flussrate	2 ml/min
Injektionsvolumen	1 µl mit Nadelspülung von 3 Sekunden (60 % Acetonitril in Wasser)
Probentemperatur	10 °C
Säulentemperatur	60 °C
DAD	254/4 nm, Ref. 360/60 nm, 80 Hz

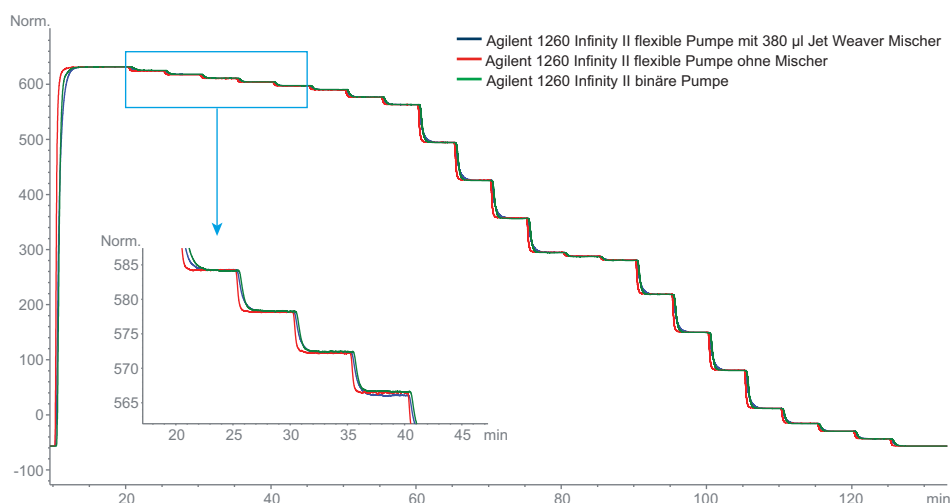


Abbildung 1: Stufengradienten von 100 bis 0 % Tracer mit einer Agilent 1260 Infinity II flexiblen Pumpe mit und ohne Mischer sowie mit einer Agilent 1260 Infinity II binären Pumpe.

Die Zusammensetzungsgenauigkeit wurde für beide Pumpen auf Basis der Stufengradienten berechnet. Abbildung 2 zeigt die Zusammensetzungsgenauigkeit für die 1260 Infinity II flexible Pumpe (mit und ohne 380 µl Jet Weaver Mischer) und für die 1260 Infinity II binäre Pumpe. Für die 1260 Infinity II binäre Pumpe wurde in den technischen Spezifikationen eine Zusammensetzungsgenauigkeit von $\pm 0,35\%$ festgelegt, für die 1260 Infinity II flexible Pumpe eine Präzision von $\pm 0,4\%$. Die Zusammensetzungsgenauigkeit bewegte sich für beide Pumpen im angegebenen Bereich.

Tabelle 7 fasst das Totvolumen, das Mischungsrauschen und die Flussgenauigkeit des Systems zusammen. Wie erwartet, hatte die 1260 Infinity II flexible Pumpe ohne Jet Weaver Mischer das geringste Totvolumen, ungefähr 310 µl. Das Zuschalten des 380 µl Jet Weaver Mischers in den Flussweg erhöhte das Totvolumen nur auf 460 µl. Für die 1260 Infinity II binäre Pumpe wurde ein Totvolumen von 610 µl berechnet. Alle Angaben für Totvolumen von Pumpen beinhalten das Volumen der Kapillaren, der Restriktionskapillare und der Detektorzelle. Für diese Messungen war der 1260 Infinity II Mehrfachprobengeber nicht Teil des Flusswegs.

Das Mischungsrauschen wurde für jeden Schritt des gesamten Gradienten berechnet. Tabelle 7 vergleicht die Werte bei drei verschiedenen Schritten: 95 %, 49 % und 4 % Tracer. Die 1260 Infinity II flexible Pumpe und die 1260 Infinity II binäre Pumpe zeigten ähnliche Ergebnisse. In Bezug auf das Mischungsrauschen lieferte jedoch die 1260 Infinity II flexible Pumpe mit 380 µl Jet Weaver Mischer die besten Ergebnisse. Mit dem zusätzlichen Mischer erhöhte sich das Totvolumen der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe nur geringfügig. Diese Maßnahme ermöglicht jedoch ein

stabileres UV-Signal aufgrund der besseren Mischungsleistung. Diese Ergebnisse zeigen deutlich die hervorragende Leistungsfähigkeit des Jet Weaver Mischers. Mit seiner effizienten Mischung und dem intelligenten Design hält er das Totvolumen so klein wie möglich.

Der tatsächliche Fluss im Laufe des Stufengradienten wurde über einen Flussgenauigkeitsmesser im LC-Turm

überwacht. Bei der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe war die reale Flussrate (0,998 ml/min) geringfügig niedriger als die programmierte Flussrate von 1,0 ml/min. Die reale Flussrate der 1260 Infinity II binären Pumpe zeigte mit 1,003 ml/min einen leicht erhöhten Wert. Beide Pumpen zeigten jedoch eine exzellente Leistung innerhalb des in den Spezifikationen angegebenen Bereichs von $\pm 1\%$.

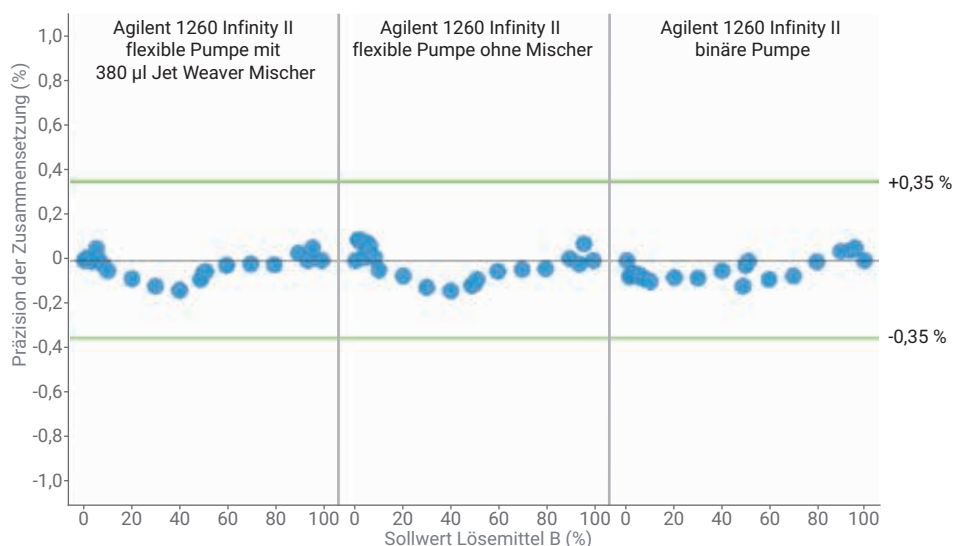


Abbildung 2: Zusammensetzungsgenauigkeit für die Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe mit und ohne Mischer sowie für die Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe.

Tabelle 7: Ergebnisse der Stufengradienten.

	Agilent 1260 Infinity II Flexible Pumpe mit 380 µl Jet Weaver Mischer	Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe	Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe
Totvolumen	~460 µl	~310 µl	~610 µl
Mischungsrauschen bei 95 % A	0,015 %	0,048 %	0,023 %
Mischungsrauschen bei 49 % A	0,024 %	0,040 %	0,045 %
Mischungsrauschen bei 4 % A	0,013 %	0,034 %	0,012 %
Mittlere Flussrate (ml/min)	0,998	0,998	1,003
Mittlere Abweichung der Flussrate (%)	-0,164	-0,155	0,270

Experiment 2: Präzision der Retentionszeiten für flache Gradientenverläufe

Eine Mischung aus vier polyphenolischen Verbindungen wurde analysiert, um die Präzision der Retentionszeiten bei flachen Gradientenbedingungen zu bestimmen. Der Gradient verlief von 6 % B bis 12 % B in acht Minuten, das entspricht einer Änderung des Lösemittels B von 0,75 % pro Minute. Abbildung 3 zeigt eine Überlagerung von zwei Chromatogrammen, eins wurde mit der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe (ohne zusätzlichen Mischer) aufgenommen, das andere mit der 1260 Infinity II binären Pumpe. Die Präzision der Retentionszeiten (Tabelle 8) war für die vier polyphenolischen Verbindungen bei beiden Pumpen ähnlich. Das Experiment zeigt die hohe Mischungspräzision der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe auch unter flachen Gradientenbedingungen, bei denen eine binäre Pumpe bevorzugt wird.

Experiment 3: Präzision der Retentionszeiten für geringen organischen Lösemittelanteil

Eine Mischung von fünf Sulfonamid-Arzneimitteln wurde mit einem Gradienten von 1 bis 25 % organischem Lösemittelanteil untersucht (Abbildung 4). Für diesen Bereich mit geringem Anteil an organischem Lösemittel ist die Verwendung einer binären Pumpe von Vorteil. Entsprechend den technischen Daten der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe ist diese für einen Bereich der Zusammensetzung von 0 bis 100 % ausgelegt. Um die Leistungsfähigkeit bei einem geringen Anteil an organischem Lösemittel für beide Pumpen zu bewerten, wurde die Präzision der Retentionszeiten von acht aufeinander folgenden Läufen berechnet (Tabelle 9).

Beide Pumpen zeigten eine hervorragende Leistung in Bezug auf die Präzision der Retentionszeiten. Für die zwei früh eluierenden Verbindungen Sulfanilamid und Sulfathiazol zeigte die 1260 Infinity II flexible Pumpe sogar eine bessere Leistung als die 1260 Infinity II binäre Pumpe.

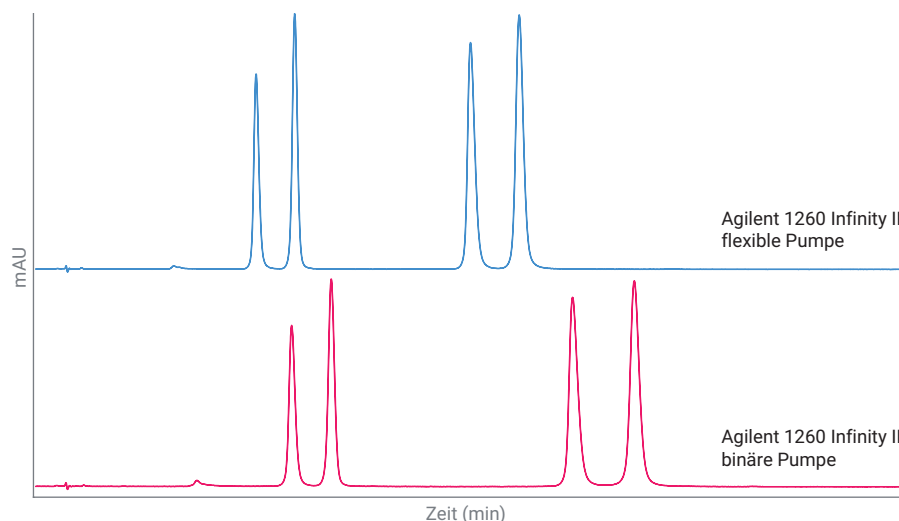


Abbildung 3: Analyse polyphenolischer Verbindungen mit einem flachen Gradienten. Elutionsreihenfolge: Catechin, Kaffeesäure, Epicatechin, dann Epigallocatechin.

Tabelle 8: Präzision der Retentionszeiten für die Analyse von polyphenolischen Verbindungen. Für die Berechnung wurden acht aufeinander folgende Läufe verwendet.

Agilent 1260 Infinity flexible Pumpe				
	Catechin	Kaffeesäure	Epicatechin	Epigallocatechin
Durchschnittliche RT (min)	2,019	2,372	3,979	4,426
Standardabweichung der RT	0,0018	0,0015	0,0042	0,0036
RSD der RT	0,087	0,061	0,106	0,081
Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe				
Durchschnittliche RT (min)	2,348	2,710	4,927	5,491
Standardabweichung der RT	0,0035	0,0023	0,0032	0,0033
RSD der RT	0,151	0,085	0,066	0,060

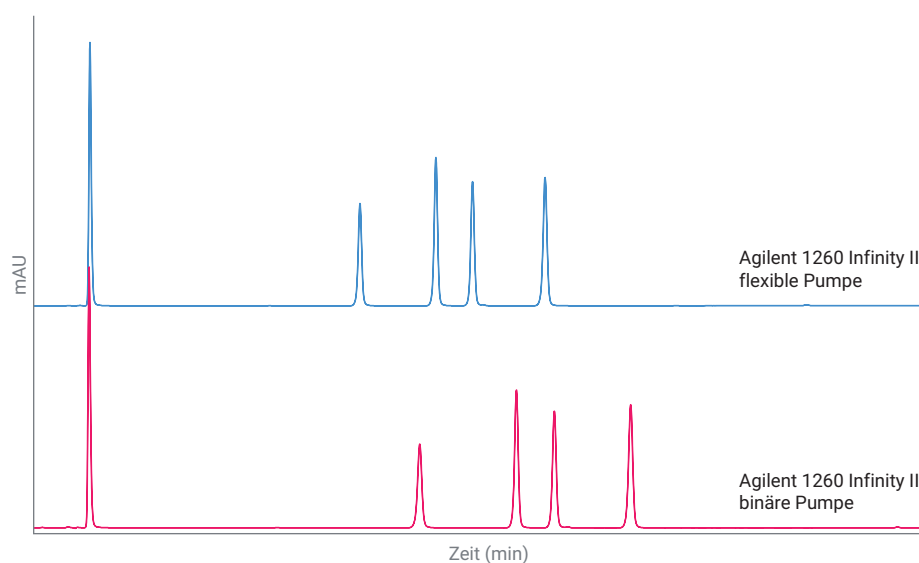


Abbildung 4: Analyse von Sulfonamid-Arzneimitteln bei einem geringen Anteil an organischem Lösemittel. Elutionsreihenfolge: Sulfanilamid, Sulfathiazol, Sulfamerazin, Sulfachlorpyridazin, dann Sulfamethazin.

Experiment 4: Präzision der Retentionszeiten für hohen organischen Lösemittelanteil

Für dieses Experiment wurden Sudan I, II, III und IV mit einem Gradienten von 90 bis 100 % organischem Lösemittel analysiert (Abbildung 5 und Tabelle 10). Die Ergebnisse zeigen, dass die 1260 Infinity II flexible Pumpe für diese Art der Applikation gut geeignet ist und eine bessere Leistung ermöglicht als die 1260 Infinity II binäre Pumpe.

Tabelle 9: Präzision der Retentionszeiten für die Analyse von Sulfon-Arzneimitteln.

Agilent 1260 Infinity flexible Pumpe					
	Sulfanilamid	Sulfathiazol	Sulfamerazin	Sulfachlorpyridazin	Sulfamethazin
Durchschnittliche RT (min)	0,505	2,926	3,607	3,935	4,586
Standardabweichung der RT	0,0005	0,0009	0,0012	0,0013	0,0005
RSD der RT	0,092	0,032	0,033	0,033	0,010
Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe					
Durchschnittliche RT (min)	0,499	3,468	4,331	4,671	5,355
Standardabweichung der RT	0,0009	0,0044	0,0022	0,0022	0,0024
RSD der RT	0,174	0,127	0,050	0,047	0,045

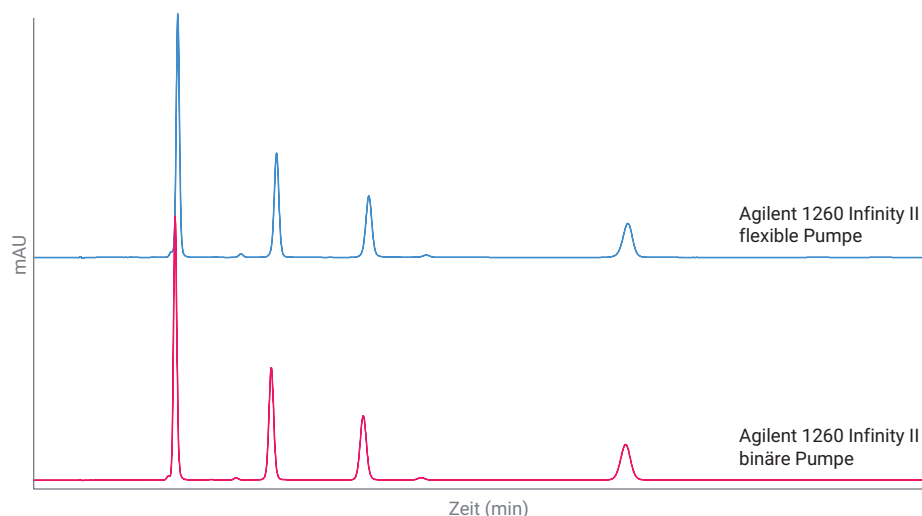


Abbildung 5: Analyse einer Mischung von Sudanfarbstoffen bei einem hohen Anteil an organischem Lösemittel. Elutionsreihenfolge: Sudan I, Sudan II, Sudan III, dann Sudan IV.

Tabelle 10: Präzision der Retentionszeiten für die Analyse von Sudanfarbstoffen. Für die Berechnung wurden acht aufeinander folgende Läufe verwendet.

Agilent 1260 Infinity flexible Pumpe				
	Sudan I	Sudan II	Sudan III	Sudan IV
Durchschnittliche RT (min)	0,643	1,085	1,497	2,656
Standardabweichung der RT	0,0004	0,0008	0,0007	0,0014
RSD der RT	0,055	0,070	0,047	0,053
Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe				
Durchschnittliche RT (min)	0,630	1,058	1,468	2,640
Standardabweichung der RT	0,0009	0,0018	0,0027	0,0044
RSD der RT	0,147	0,173	0,187	0,166

Experiment 5: Präzision der Retentionszeiten für schnelle Läufe

Um schnellere Läufe zu ermöglichen, wurde eine hohe Flussrate von 2 ml/min verwendet. Die Gradientendauer wurde auf eine Minute festgesetzt und verlief von 30 bis 100 % organischem Anteil (Abbildung 6). Für die 1260 Infinity II binäre Pumpe wurde die Standardkonfiguration und eine Konfiguration mit geringem Totvolumen untersucht. Für die Konfiguration mit geringem Totvolumen wurden der Dämpfer und der Mischer umgangen. Die 1260 Infinity II flexible Pumpe wurde mit und ohne Mischer verwendet. Der Druck betrug für alle Systemkonfigurationen ungefähr 540 bar.

Die 1260 Infinity II binäre Pumpe in der Konfiguration mit geringem Totvolumen lieferte die kürzeste Analysendauer, gefolgt von der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe in der Standardkonfiguration.

Drei repräsentative Peaks wurden ausgewählt, um die Präzision der Retentionszeiten für diese schnellen chromatographischen Läufe zu zeigen (Tabelle 11). Selbst unter diesen schwierigen Bedingungen zeigte die Präzision der Retentionszeiten für beide Pumpen und ihre jeweiligen Konfigurationen mit weniger als 0,09 % relativer Standardabweichung (RSD) exzellente Werte.

In einem weiteren Experiment wurde die Flussrate von 2 ml/min auf 2,6 ml/min erhöht, der resultierende Systemdruck lag bei 750 bar. Für dieses Experiment wurde nur die 1260 Infinity II flexible Pumpe in der Standardkonfiguration verwendet, da diese Pumpe über einen Betriebsdruckbereich von bis zu 800 bar verfügt, während der Druck bei der 1260 Infinity II binären Pumpe auf 600 bar begrenzt ist.

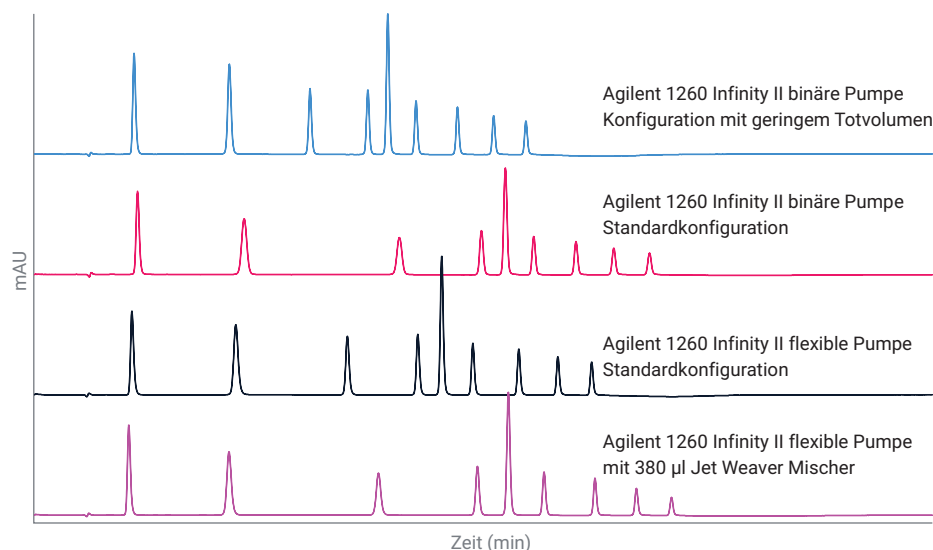


Abbildung 6: Analyse der RRLC-Checkout-Probe unter Verwendung einer hohen Flussrate.

Tabelle 11: Präzision der Retentionszeiten für die Analyse der RRLC-Checkout-Probe. Es wurden drei repräsentative Peaks ausgewählt. Für die Berechnung wurden acht aufeinander folgende Läufe verwendet.

Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe – Standardkonfiguration			
	Peak 3	Peak 6	Peak 8
Durchschnitt	0,697	0,977	1,166
Standardabweichung	0,0004	0,0005	0,0005
RSD	0,051	0,047	0,040
Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe mit 380 µl Jet Weaver Mischer			
Durchschnitt	0,766	1,135	1,341
Standardabweichung	0,0005	0,0004	0,0000
RSD	0,060	0,031	0,003
Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe – Standardkonfiguration			
Durchschnitt	0,813	1,112	1,290
Standardabweichung	0,0005	0,0005	0,0006
RSD	0,066	0,048	0,050
Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe – Konfiguration mit geringem Totvolumen			
Durchschnitt	0,614	0,850	1,023
Standardabweichung	0,0005	0,0006	0,0005
RSD	0,084	0,074	0,047

Durch die Erhöhung der Flussrate auf 2,6 ml/min wurde die Gradientenlaufzeit von einer Minute auf 0,77 Minuten reduziert (Abbildung 7). Alle Peaks eluierten in weniger als einer Minute, mit einer hervorragenden Präzision der Retentionszeiten unterhalb der Spezifikation von 0,15 % relativer Standardabweichung. Die letzte Verbindung eluierte bei der 1260 Infinity II flexiblen Pumpe früher (0,967 Minuten) als bei der 1260 Infinity II binären Pumpe (1,095 Minuten) bei einer Flussrate von 2 ml/min in der Konfiguration mit geringem Totvolumen.

Abschließende Bemerkungen

Die Agilent 1260 Infinity II flexible Pumpe lieferte hinsichtlich der Präzision der Retentionszeiten für verschiedene schwierige LC-Applikationen eine hervorragende Leistung. Die angewandten Stufengradienten zeigten eine exzellente Genauigkeit der Zusammensetzung und hervorragend niedriges Mischungsrauschen für die 1260 Infinity II flexible Pumpe und für die Agilent 1260 Infinity II binäre Pumpe. Für beide Pumpen wurden die Flussraten in Echtzeit gemessen und überwacht. Dies zeigte, dass die Flussgenauigkeit immer unter 0,3 % lag.

Das Totvolumen des Systems lag für die 1260 Infinity II flexible Pumpe bei ungefähr 310 µl und mit dem 380 µl Jet Weaver Mischer bei 460 µl. Für die 1260 Infinity II binäre Pumpe beläuft sich das Totvolumen des Systems auf 610 µl.

Diese Technische Übersicht zeigt, dass beide Pumpen eine exzellente Leistung lieferten. Darüber hinaus zeigte die 1260 Infinity II flexible Pumpe exzellente Ergebnisse für schwierige Applikationen, bei denen normalerweise eine binäre Pumpe von Vorteil ist.

www.agilent.com/chem

Änderungen vorbehalten.

© Agilent Technologies, Inc. 2018
Gedruckt in den USA, 1. März 2018
5991-9031DEE

Verbindung	Durchschnittliche RT (min)	RSD der RT (%)
1. Acetanilid	0,171	0,103
2. Acetophenon	0,351	0,071
3. Propiophenon	0,546	0,037
4. Butyrophenon	0,668	0,021
5. Valerophenon	0,710	0,019
6. Hexanophenon	0,763	0,025
7. Heptanophenon	0,842	0,025
8. Octanophenon	0,909	0,024
9. Benzophenon	0,967	0,024

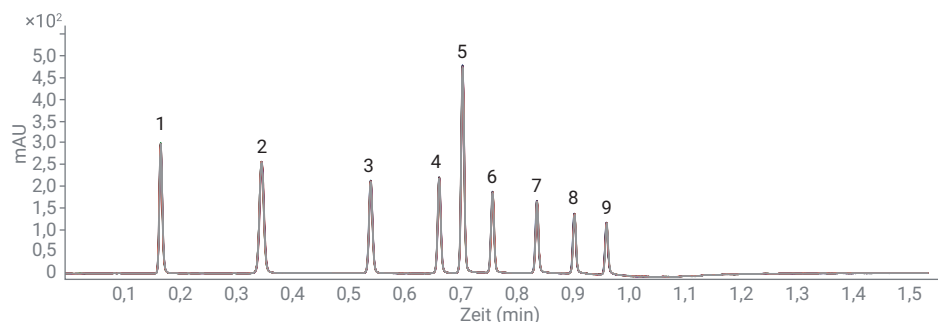


Abbildung 7: Überlagerung von acht Chromatogrammen, bei denen eine Flussrate von 2,6 ml/min bei einem Rückdruck von 750 bar verwendet wurde.