

Schnelle Analyse von Erdgas mit dem Agilent 990 Micro GC Erdgas-Analyzer

Autor

Jie Zhang
Agilent Technologies, Inc.

Einführung

Erdgas ist ein natürlich vorkommendes Kohlenwasserstoffgasgemisch, das hauptsächlich aus Methan besteht, aber üblicherweise unterschiedliche Mengen anderer Kohlenwasserstoffe wie Ethan, Propan, Butan und Isobutan, Pentan und Isopentan enthält. Gelegentlich ist ein kleiner Prozentsatz von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickstoff, Schwefelwasserstoff (H₂S) oder Helium zusammen mit den Kohlenwasserstoffen vorhanden.

Erdgas ist eine Energiequelle, die zum Heizen, Kochen und zur Stromerzeugung genutzt wird. Es kann auch als Kraftstoff für Fahrzeuge und als chemischer Rohstoff zur Herstellung von Kunststoffen und anderen wichtigen Chemikalien verwendet werden.

In den meisten Teilen der Welt wird Erdgas nach seinem Energiegehalt gehandelt. Genaue Informationen über die Erdgaszusammensetzung können helfen, den für den Erdgashandel wichtigen Heizwert zu ermitteln. Der traditionelle Ansatz der Erdgasanalyse basiert in erster Linie auf einem normalen Labor-GC mit einer komplexen Konfiguration mit mehreren Säulen und Ventilen. In der Regel dauert es 6 bis 20 Minuten, bis die Analyse abgeschlossen ist (abhängig von der Konfiguration und den zu analysierenden Verbindungen). Im Vergleich zu einer herkömmlichen GC-Plattform ist der Agilent 990 Micro GC viel kleiner und verbraucht viel weniger Trägergas und Strom. Noch wichtiger ist, dass er eine schnellere Erdgasanalyse ermöglicht. Der Analyseansatz des 990 Micro GC für komplexe Gasproben besteht darin, Teile der Probe jeweils auf verschiedenen Kanälen zu analysieren und dann die Ergebnisse der verschiedenen Kanäle zu kombinieren und zu normieren, um vollständige Informationen über die gesamte Probe zu erhalten. Da sich jeder Kanal nur auf eine Teilmenge der Probe konzentriert, lässt sich das Verfahren leicht auf eine höhere Geschwindigkeit optimieren, ohne die Auflösung zu beeinträchtigen.

Diese Studie zeigt vier Arten von Erdgas-Analysen (NGA) auf Basis der 990 Micro GC-Plattform. Jeder Analysekanal im Analyzer wird für einen Teil der Erdgasbestandteile gemäß den spezifischen Analysenanforderungen angepasst. Die auf den Analyzer geladene analytische Methode wird im Werk optimiert und durch einen simulierten Erdgasstandard verifiziert. Um die Validität der Methode zu demonstrieren, werden alle Testergebnisse vor Ort beim Kunden reproduziert.

Experimentelles

Tabelle 1: Kanalkonfigurationen für die vier NGA-Analysier.

NGA-Analysier	NGA-Analysier A	NGA-Analysier A erweitert	NGA-Analysier B	NGA-Analysier B erweitert
G3559A-Option	#120	#121	#122	#123
Kanal 1	HayeSep A-Kanal, 40-cm, direkt	HayeSep A-Kanal, 40 cm, Backflush	CP-PoraPLOT U, 10 m, Backflush	CP-Molesieve 5Å, 10 m, Backflush, mit Option für die Stabilität der Retentionszeit (RTS)
Kanal 2	CP-Sil 5CB, 6 m, direkt	CP-Sil 5CB, 4 m, Backflush	CP-Sil 5CB, 6 m, direkt	CP-PoraPLOT U, 10 m, Backflush
Kanal 3		CP-Sil 5CB, 8 m, direkt		CP-Sil 5CB, 6 m, direkt
Analyse	Luft, CO ₂ Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₉	Luft, CO ₂ Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₁₂	Luft, CO ₂ Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₉ H ₂ S	Luft, CO ₂ Kohlenwasserstoffe C ₁ bis C ₉ H ₂ S Permanentgas (O ₂ , N ₂ , He, H ₂)

Tabelle 2: Zusammensetzung der für den Analyser-Test verwendeten Gas-Standardproben.

Substanz	Konzentration (mol %)
Simuliertes Erdgas	
Stickstoff	1,01 %
Sauerstoff	0,02 %
Kohlenstoffdioxid	5 %
Methan	restliche Menge
Ethan	1,5 %
Propan	0,40 %
Isobutan	0,05 %
Butan	0,05 %
2,2-Dimethylpropan	0,01 %
Isopentan	0,03 %
Pentan	0,03 %
2,2-Dimethylbutan	0,01 %
Hexan	0,005 %
Heptan	0,005 %
Oktan	0,005 %
Nonan	0,005 %

Substanz	Konzentration (mol %)
C₆- bis C₁₀-Kohlenwasserstoffmischungen in Helium	
Hexan	0,005 %
Heptan	0,005 %
Oktan	0,005 %
Nonan	0,005 %
Decan	0,005 %

Substanz	Konzentration (mol %)
He/Ne/H₂/O₂/N₂ in Methan	
Helium	0,10 %
Neon	0,05 %
Wasserstoff	0,10 %
Sauerstoff	0,05 %
Stickstoff	0,10 %
Methan	restliche Menge

Tabelle 3: Bedingungen der einzelnen Kanäle für die Probenanalyse.

Kanaltyp	Säulentemperatur (°C)	Säulendruck (KPa)	Backflush-Zeit (s)	Trägergas
HayeSep A, 40 cm, direkt	60	260	n. z.	Helium
CP-Sil 5CB, 6 m, direkt	70	175	n. z.	Helium
HayeSep A, 40 cm, Backflush	90	340	150	Helium
CP-Sil 5CB, 4 m, Backflush	60	150	11	Helium
CP-Sil 5CB, 8 m, direkt	150	200	n. z.	Helium
CP-PoraPLOT U, 10 m, Backflush	80	150	12	Helium
CP-Molesieve 5Å, 10 m, Backflush (RTS)	80	200	8	Helium/Argon

NGA-Analyzer

2-Kanal-NGA-Analyzer (Abb. 1A)

Der Probeneinlass befindet sich an der Vorderseite des Geräts und ist leicht zugänglich. Die Anschlüsse für das Trägergas und die Säulen-/Probenentlüftung befinden sich auf der Rückseite des GC.

Durch den Probeneinlass wird die Probe in die Probenschleife gezogen (im Pumpenbetrieb) oder in die Probenschleife gedrückt (im Durchflussbetrieb). Der Einlassanschluss und sein Verbindungsschlauch zu jedem Kanal sind wegen der Inertheit deaktiviert. Dies ist nützlich bei der Analyse von niedrig konzentrierten aktiven Komponenten wie H_2S . Der Einlassanschluss kann auf $110\text{ }^\circ\text{C}$ erwärmt werden, um eine Kondensation der Probe zu vermeiden.

Nachdem die Probe gespült und die Probenschleife im Injektor gefüllt ist, wird das Injektionsventil eingeschaltet und die Probe zur Analyse in die Analysensäule oder Vorsäule (Backflush-Kanal) injiziert. Die injizierte Probenmenge wird durch die Injektionszeit gesteuert. Im Allgemeinen beträgt die Injektionszeit je nach Probenkonzentration 20 bis 100 ms. Je länger die Injektionszeit, desto höher die TCD-Response. Jeder Kanal trennt seine Zielverbindungen und erzeugt ein Chromatogramm. Die Retentionszeit (RT) der einzelnen Peaks wird zur Identifikation der Verbindungen verwendet. Die Peak-Response wird für die Konzentrationsberechnung basierend auf der auf jedem Kanal entwickelten ESTD-Kurve verwendet; die Endkonzentration für jede Komponente in der gesamten Probe wird durch Konzentrationsnormalisierung aller quantifizierten Komponenten berechnet.

Erweiterte Version des NGA-Analyzers (Abb. 1B)

Die erweiterte Version des Analyzers verfügt über drei Kanäle für die Erdgasanalyse. Es ist die Kombination aus Basisgehäuse und Gehäuse für

ausbaubare Kanäle, das bis zu vier Kanäle aufnehmen kann, die von einer Hauptplatine gesteuert werden.

Der Vollfarb-Touchscreen sorgt für eine bessere Benutzerfreundlichkeit. Auf ihm werden die Systemkonfiguration, der Istwert und die Sollwerte von Druck und Temperatur auf jedem Kanal angezeigt. Benutzer können problemlos die Firmware-Version, die Gerätelizenz, die IP-Adresse und andere Netzwerkeinstellungen sehen. Die Informationen können in zwei Sprachen angezeigt werden: Englisch und Chinesisch. Die Sprache kann über den Touchscreen einfach gewechselt werden. Unten auf dem Touchscreen befindet sich eine Statusleiste, in der verschiedene Farben für den Gerätestatus angezeigt werden. Zusätzlich befindet sich auf der rechten Seite der oberen Baugruppe eine LED-Leuchte zur Anzeige des Gerätestatus. Sie funktioniert wie eine Ampel:

- Grün für Systembereitschaft bei Sollwerten
- Gelb für Nicht bereit
- Rot für Fehler
- Blinkt grün für Lauf

Die Kanalkonfiguration jedes Analyzers hängt von der Zusammensetzung des Erdgases oder den interessierenden Verbindungen ab. Der Molekularsieb-

Kanal ist für die Analyse von Permanentgasen, Methan und Kohlenstoffmonoxid vorgesehen. Der CP-PoraPLOT U-Typ ist für die Analyse von H_2S - und C_1 - bis C_3 -Verbindungen bestimmt. Der CP-Sil 5CB-Kanal ist für die Analyse von Kohlenwasserstoffen, die schwerer als C_2 sind.

Die Backflush-Option wird zum Schutz der Analysensäule verwendet. So werden beispielsweise CO_2 und Feuchtigkeit leicht an einer Molesieve 5\AA -Säule adsorbiert, was zu einer Verschiebung der RT führen kann. Es dauert sehr lange, die Säule zu konditionieren und ihre Leistung wiederherzustellen. Wenn andere Kohlenwasserstoffe in den Molekularsieb-Kanal gelangen, eluieren sie nach langer Zeit. Dies verlängert nicht nur die Analysendauer, sondern erhöht auch das Basislinienrauschen. Die Backflush-Option kann helfen, Feuchtigkeit, CO_2 und Kohlenwasserstoffe ($> C_1$) einzufangen und auszuspülen, um die Molesieve 5\AA -Analysesäule zu schützen. Die Säulen PoraPLOT U und HayeSep A verfügen ebenfalls über Backflush-Optionen, die verhindern, dass Kohlenwasserstoffe, die schwerer als C_3 sind, in die Analysensäule gelangen, um so die Analysendauer auf den beiden Kanälen verkürzen und Störungen durch schwerere Komponenten beim nächsten Lauf vermeiden.



Abbildung 1A. 2-Kanal-NGA-Analyzer. Der rote Kreis zeigt den Probeneinlass an.



Abbildung 1B. 3-Kanal-NGA-Analyzer. Der rote Kreis zeigt den Probeneinlass an.

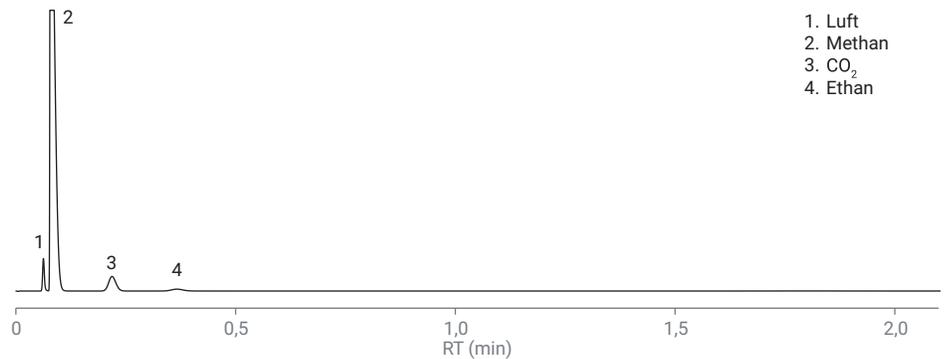
NGA-Analyzer A

Kanal 1: Ein direkter Kanal mit HayeSep A 40 cm, für die Analyse von Luft, Methan, CO₂, Ethan und Propan.

Die Abbildungen 2A und 2B zeigen Chromatogramme der fünf Verbindungen auf diesem Kanal. Die fünf Zielkomponenten wurden gut aufgelöst. Die Analyse war innerhalb von zwei Minuten abgeschlossen.

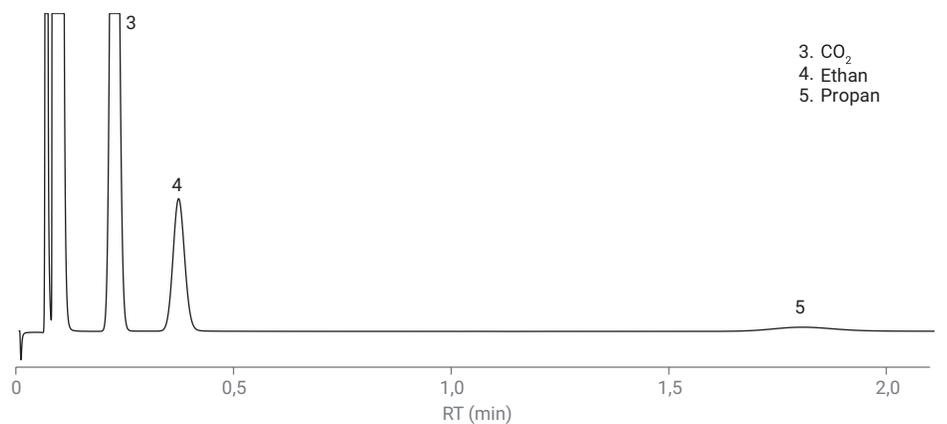
Kanal 2: Ein direkter Kanal mit CP-Sil 5CB, 6m, für die Analyse von Kohlenwasserstoffen von Propan bis Nonan.

Hexan eluierte innerhalb von 50 Sekunden und Oktan eluierte innerhalb von etwa drei Minuten. Die Detektion von Nonan dauert etwa fünf Minuten. Die Abbildungen 3A und 3B zeigen die Chromatogramme der C₃- bis C₉-Komponenten. Propan kann auf beiden Kanälen als Brückenkomponente analysiert werden.



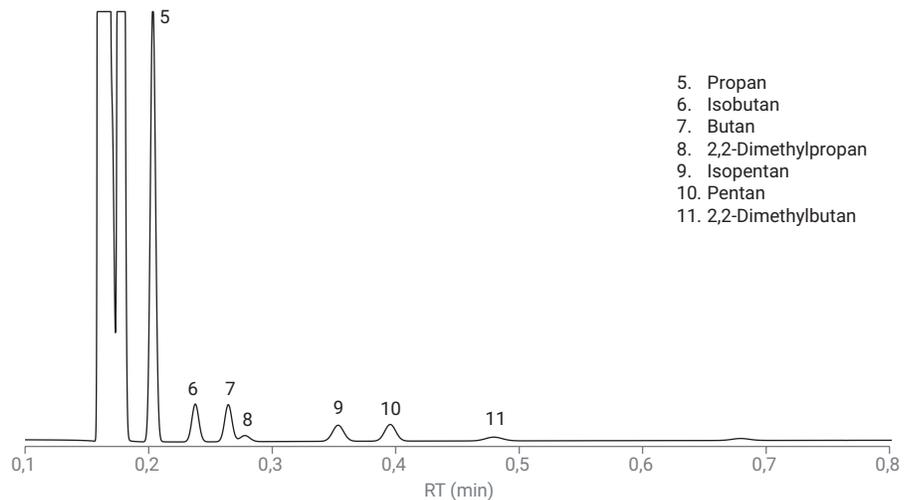
1. Luft
2. Methan
3. CO₂
4. Ethan

Abbildung 2A. Analyse von Luft, CO₂ und C₁ bis C₃ auf dem direkten HayeSep A-Kanal.



3. CO₂
4. Ethan
5. Propan

Abbildung 2B. Vergrößertes Chromatogramm von Propan auf dem direkten HayeSep A-Kanal.



5. Propan
6. Isobutan
7. Butan
8. 2,2-Dimethylpropan
9. Isopentan
10. Pentan
11. 2,2-Dimethylbutan

Abbildung 3A. C₃ bis C₅ auf dem Kanal mit CP-Sil 5CB, 6 m.

NGA-Analyser A erweitert

Kanal 1: Ein Kanal mit HayeSep A, 40 cm, Backflush, für die Analyse von Luft, Methan, CO₂, Ethan und Propan.

Schwerere Komponenten (> C₃) werden vor dem Eintritt in den Analysekanal zurückgespült, sodass die Analyse in kürzerer Zeit abgeschlossen werden kann, ohne auf die spät eluierenden Komponenten zu warten. Dadurch wird auch verhindert, dass sie beim nächsten Lauf stören.

Die HayeSep A-Säulenverbindung in der Backflush-Option unterscheidet sich von der in der direkten Option, sodass die optimierten Analysebedingungen zwischen der Backflush- und der direkten Option unterschiedlich sind. Für eine schnelle Trennung mit der HayeSep-Backflush-Option werden ein höherer Druck und eine höhere Säulentemperatur verwendet. Die Abbildungen 4A und 4B zeigen die Chromatogramme von NGA auf dem Kanal mit HayeSep A, 40 cm, Backflush.

Kanal 2: Ein Backflush-Kanal mit CP-Sil 5CB, 4 m, für die Analyse von C₃- bis C₅-Kohlenwasserstoffen.

Die Komponenten, die schwerer als C₅ waren, wurden durch die Vorsäulen bis zum Belüftungsanschluss zurückgespült. Die Analyse wurde innerhalb von 30 Sekunden abgeschlossen. Abbildung 5 zeigt das Chromatogramm.

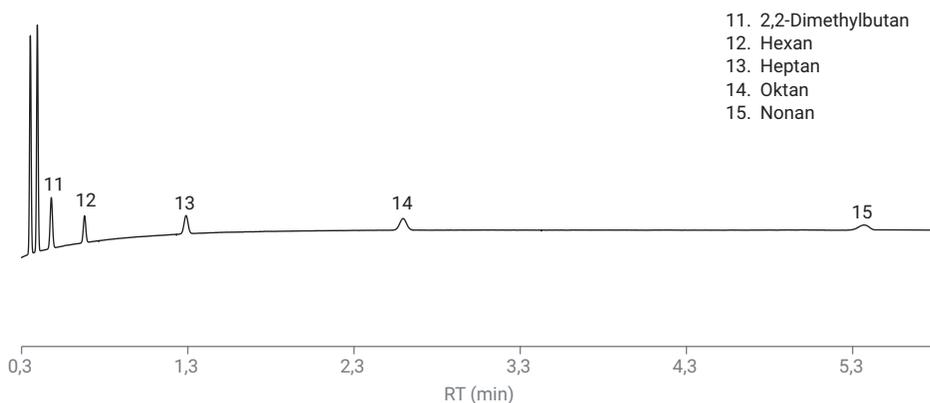


Abbildung 3B. C₆ bis C₉ auf dem Kanal mit CP-Sil 5CB, 6 m.

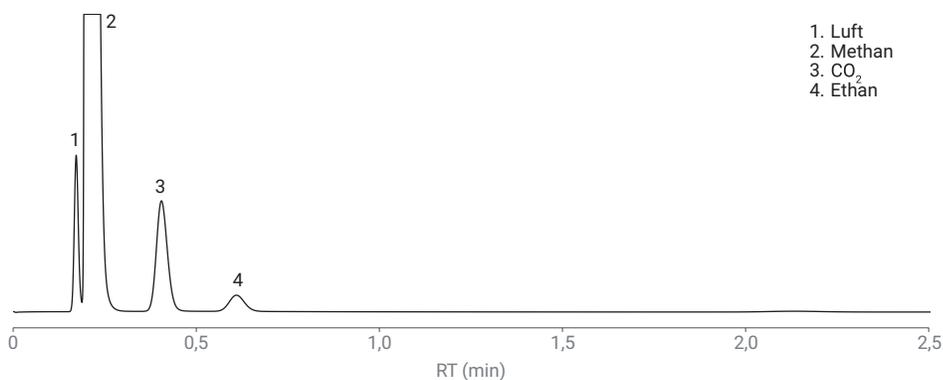


Abbildung 4A. Luft, CO₂ und C₁ bis C₃ auf dem HayeSep A-Backflush-Kanal.

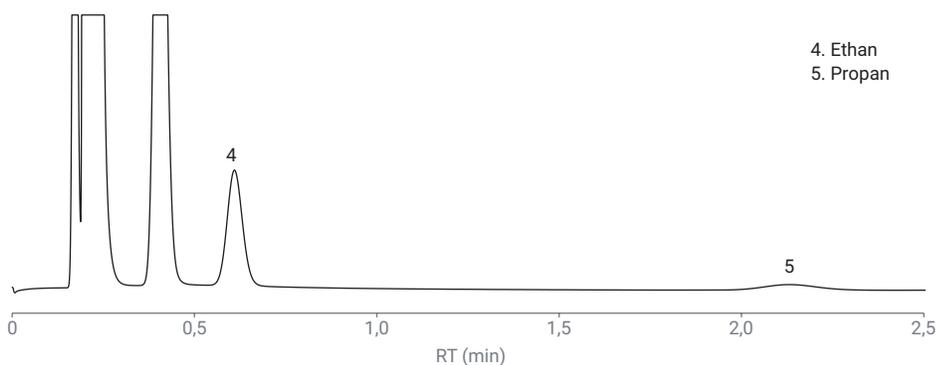


Abbildung 4B. Propan auf dem HayeSep A-Backflush-Kanal.

Kanal 3: Ein direkter Kanal mit CP-Sil 5CB, 8 m, für die Analyse von C₆- und C₆-plus-Komponenten.

Abbildung 6 zeigt das Chromatogramm für die C₆- bis C₁₀-Komponenten auf dem direkten Kanal mit 5CB, 8 m.

Die Kanäle 2 und 3 im erweiterten Analyser A erfüllen nicht nur die Funktion des Kanals 2 im Analyser A, sondern erweitern auch den Analysebereich von Kohlenwasserstoffen bis C₁₂ ohne Geschwindigkeitseinbußen.

Die Backflush-Funktion des Kanals mit CP-Sil 5CB, 4 m, stellt sicher, dass C₃- bis C₅-Kohlenwasserstoffe innerhalb von 30 Sekunden ohne Interferenz durch schwere Komponenten analysiert werden. Die hohe Temperatur von 150 °C auf Kanal 3 beschleunigt die Elution von C₆/C₆-plus-Komponenten. Um eine gute Trennung von Hexan und Pentan bei hoher Säulentemperatur zu erreichen, wird eine CP-Sil 5CB 8-m-Säule verwendet. Das Chromatogramm (Abbildung 6) zeigte, dass Decan unter den optimierten Bedingungen bei etwa 100 Sekunden eluierte. Dieses Ergebnis ist das gleiche wie bei unserer früheren Arbeit mit Agilent 490 NGA-Analysern.¹

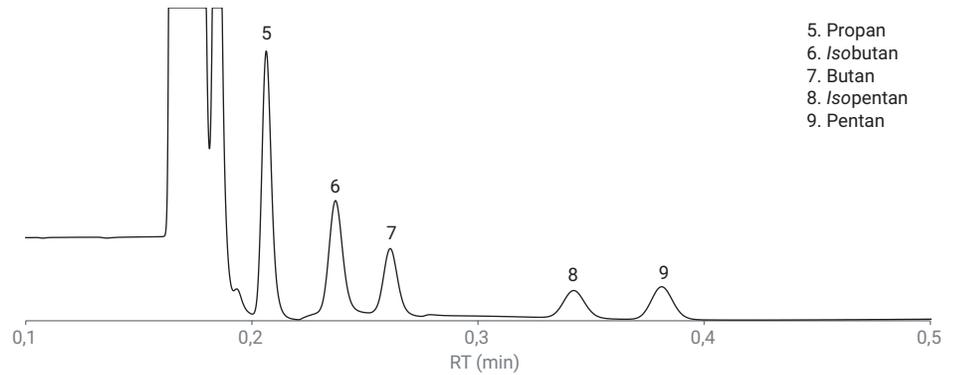


Abbildung 5. C₃ bis C₅ auf dem Backflush-Kanal mit CP-Sil 5CB, 4 m.

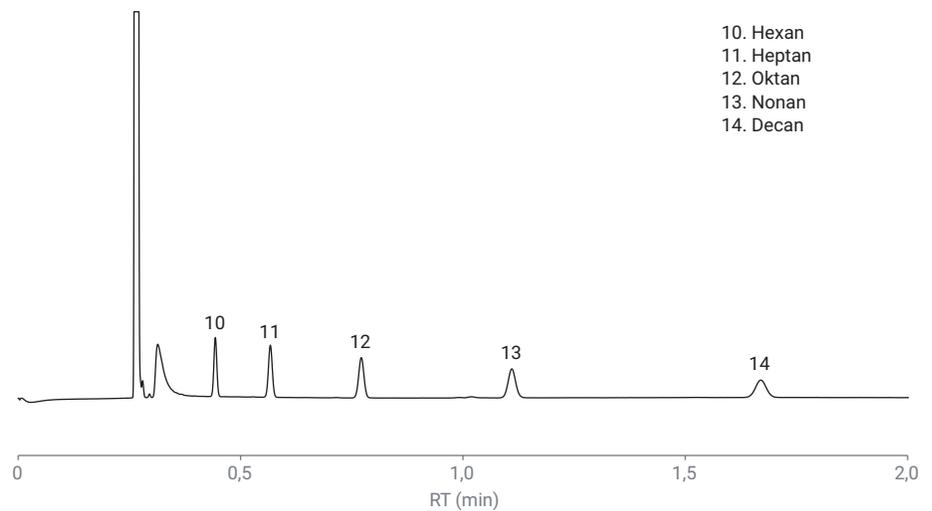


Abbildung 6. C₆- bis C₁₀-Mischung auf dem Kanal mit CP-Sil 5CB, 8 m.

NGA-Analyzer B

Kanal 1: Ein Backflush-Kanal mit CP-PoraPLOT U, 10 m, wurde für die Analyse von Luft, Methan, H₂S, Ethan und Propan verwendet.

Die Messung von H₂S ist wichtig aufgrund der Spezifikation der Gasqualität, der korrosiven Natur von H₂S am Rohrleitungsmaterial und der Auswirkungen von H₂S auf die Nutzungsanlagen. Die CP-PoraPLOT U (PPU)-Säule eignet sich für die H₂S-Analyse. Der 990 Micro GC wendet auf seinen Probenflussweg eine spezielle proprietäre Deaktivierungstechnik an, die die Adsorption von aktiven Substanzen reduziert, deren Peakform verbessert und eine bessere Detektierbarkeit der aktiven Komponenten ermöglicht. Abbildung 7B zeigt die gute Peakform von H₂S auf der PPU-Säule. H₂S, Methan und Luft wurden auf diesem Kanal gut aufgelöst. Die schwerste Verbindung, die auf diesem Kanal analysiert wurde, ist Propan. Wenn C₄- und schwerere Kohlenwasserstoffe auf einem PPU-Kanal analysiert würden, würden sie viel später eluieren, mit Peak tailing bei der angewendeten Säulentemperatur. Deshalb werden sie auf dem CP-Sil 5CB-Kanal analysiert.

Kanal 2: Ein direkter Kanal mit CP-Sil 5CB, 6 m, wurde für die Analyse von Propan bis Nonan verwendet.

Dieser Kanal ist der gleiche wie der des NGA-Analyzers A. Die Chromatogramme sind in den Abbildungen 3A und 3B dargestellt.

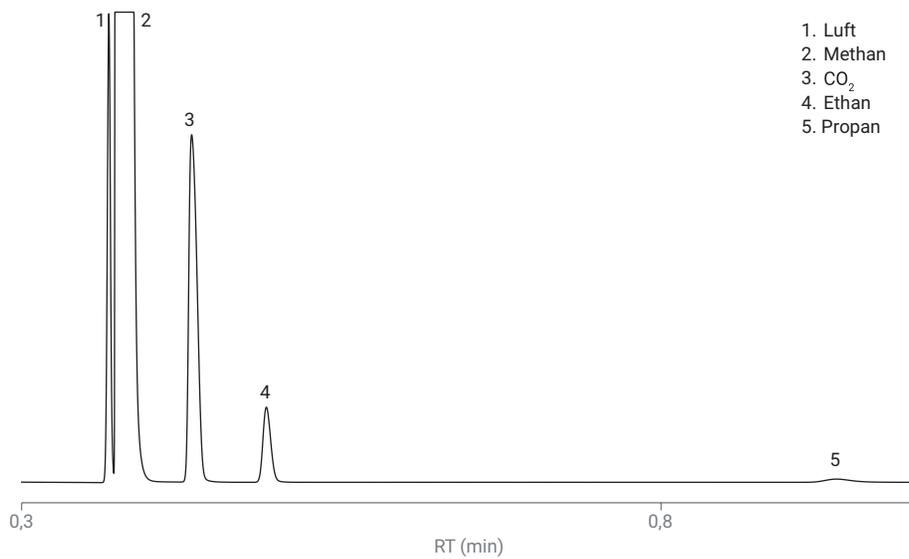


Abbildung 7A. Luft, CO₂ und C₁- bis C₃-Kohlenwasserstoffe auf dem Backflush-Kanal mit CP-PoraPLOT U, 10 m.

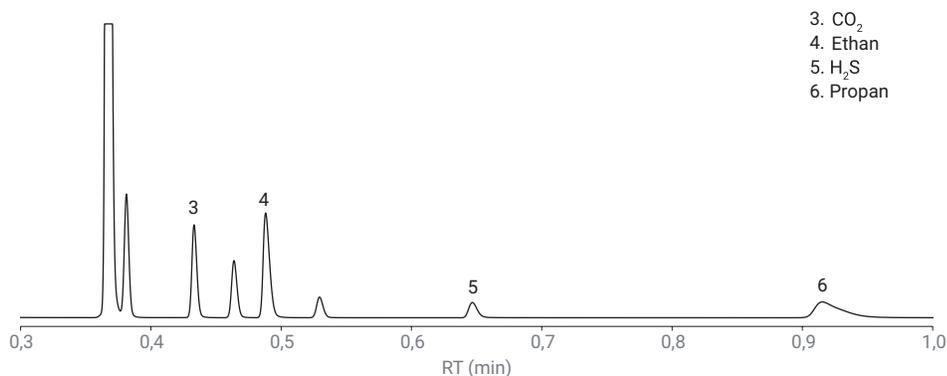


Abbildung 7B. Schwefelwasserstoff auf dem Backflush-Kanal mit CP-PoraPLOT U 10 m.

NGA-Analyzer B erweitert

Kanal 1: Ein Backflush-Kanal mit CP MoleSieve 5Å, 10 m.

Die Permanentgase in Erdgas, einschließlich Helium, Neon, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Methan, werden in der Regel auf Säulen mit stationärer Molekularsieb-Phase analysiert. Im Vergleich zu anderen Arten von stationären Phasen erreicht Molesieve 5Å die Basislinientrennung von Permanentgasen bei oder über der Umgebungstemperatur ohne teure Kühlmittel.

Sowohl Argon als auch Helium können als Trägergas verwendet werden. Helium wird üblicherweise für die Stickstoff- und Sauerstoffanalyse mit guter Detektor-Response verwendet. Für die Analyse von niedrigkonzentriertem Helium und Wasserstoff im gesamten Bereich wird in der Regel Argon als Trägergas verwendet.

Molekularsieb-Säulen sind empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und CO₂. Aus diesem Grund wird zwischen dem Modul für die dynamische elektronische Gassteuerung (DEGC) und der Analysensäule eine Option zur Stabilisierung der Retentionszeit (RTS) platziert. Als Inline-Filter fängt die RTS Feuchtigkeit und CO₂ ein, bevor das Trägergas in die Molekularsieb-Säule gelangt, was die langfristige Stabilität der Retentionszeit dieses Kanals gewährleistet.

Die Abbildungen 8A und 8B zeigen die Chromatogramme der Permanentgase auf dem MoleSieve 5Å-Kanal mit Helium und Argon als Trägergas. Beim getesteten Konzentrationsniveau (500 bis 1000 ppm) sind Helium und Wasserstoff mit Argon als Trägergas leichter zu detektieren.

Kanal 2: Ein Backflush-Kanal mit CP-PoraPLOT U, 10 m, wurde für die Analyse von CO₂, H₂S, Ethan und Propan verwendet.

Kanal 3: Ein direkter Kanal mit CP-Sil 5CB, 6 m, wurde für die Analyse von Propan bis Nonan verwendet.

Die Kanäle 2 und 3 des erweiterten Analyzers B sind identisch mit den beiden Kanälen des Analyzers B. Die Chromatogramme sind in den Abbildungen 7B, 3A und 3B dargestellt.

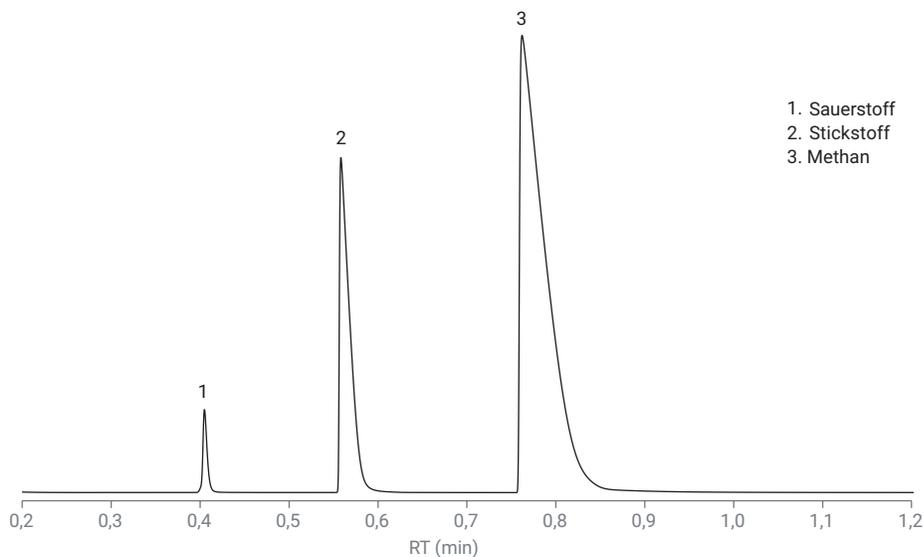


Abbildung 8A. Sauerstoff, Stickstoff und Methan auf dem CP-Molesieve 5 Å-Backflush-Kanal mit Helium als Trägergas.

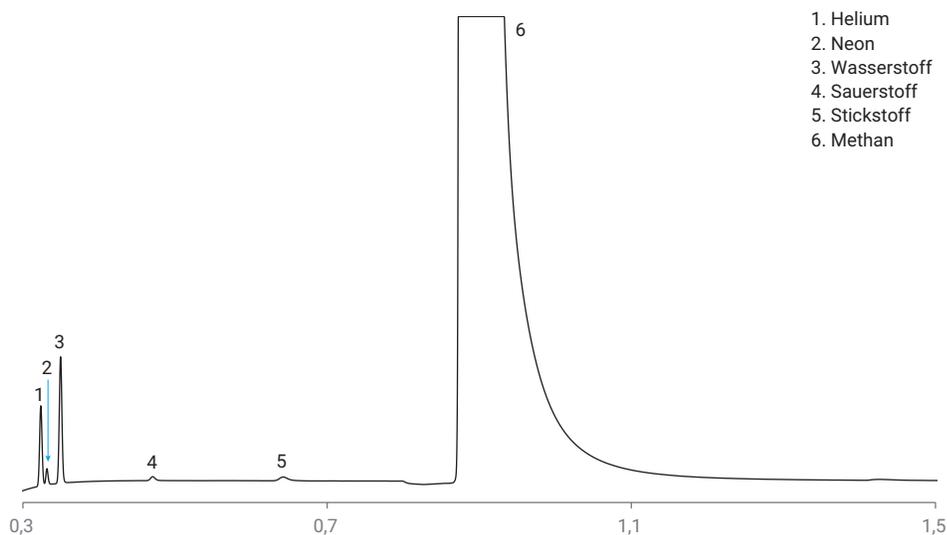


Abbildung 8B. Helium, Neon, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Methan auf dem CP-Molesieve 5 Å-Backflush-Kanal mit Argon als Trägergas.

Analyzer-RT- und Response-Reproduzierbarkeit

Für eine korrekte Qualifizierung und genaue Quantifizierung ist die Geräte-Reproduzierbarkeit wichtig. Die Tabellen 4A und 4B zeigen die Geräte-Reproduzierbarkeit der RT und des Response-Bereichs für Analyser A, Analyser B und B erweitert in 10 Injektionen. Für die Analyser B und B erweitert, werden RSD von RT und Fläche auf dem Kanal mit CP-PoraPLOT U, 10 m, und dem Molekularsieb-Kanal angezeigt. Das Ergebnis der Reproduzierbarkeit der C₄- bis C₉-Kohlenwasserstoffe auf dem Kanal mit CP-Sil 5CB, 6 m, war das gleiche wie auf dem Analyser A Kanal 2, wie in Tabelle 4A dargestellt. Die RT-Reproduzierbarkeit in den drei Analysern liegt unter 0,1 %, und die Flächenreproduzierbarkeit liegt im Bereich von 0,1 bis 2 %. Die ausgezeichnete Leistung in Bezug auf die Reproduzierbarkeit wurde durch eine hochpräzise pneumatische und thermische Steuerung sowie eine stabile und empfindliche TCD-Detektion erreicht.

Tabelle 4A: RT- und Flächenreproduzierbarkeit auf dem Analyser A.

Substanz	RT/min	RT RSD%	Fläche (mV × s)	Fläche RSD%
Stickstoff/Sauerstoff	0,063	0,081	10,73	0,09
Methan	0,079	0,074	426,69	0,04
Kohlenstoffdioxid	0,219	0,022	19,89	0,02
Ethan	0,366	0,014	4,12	0,05
Propan	0,203	0,004	6,685	0,02
Isobutan	0,238	0,002	0,787	0,03
Butan	0,264	0,003	0,813	0,03
2,2-Dimethylpropan	0,278	0,005	0,169	0,12
Isopentan	0,353	0,002	0,538	0,22
Pentan	0,396	0,002	0,555	0,11
2,2-Dimethylbutan	0,480	0,002	0,191	0,33
Hexan	0,679	0,003	0,106	1,0
Heptan	1,290	0,007	0,118	1,1
Oktan	2,596	0,017	0,129	1,00
Nonan	5,382	0,002	0,137	1,90

Tabelle 4B: RT- und Flächenreproduzierbarkeit auf dem Analyser B/CP-PoraPLOT U-Kanal und dem erweiterten Analyser B/CP-Molesieve 5Å-Kanal.

CP-PoraPLOT U, 10 m, Backflush				
Substanz	RT (min)	RT RSD%	Fläche (mV × s)	Fläche RSD%
Stickstoff/Sauerstoff	0,368	0,006	12,646	0,34
Methan	0,374	0,001	495,347	0,36
Kohlenstoffdioxid	0,414	0,006	23,826	0,37
Ethan	0,487	0,007	4,748	0,37
Propan	0,932	0,014	0,879	0,46
CP-Molesieve 5Å, 10 m, Backflush				
Substanz	RT (min)	RT RSD%	Fläche (mV × s)	Fläche RSD%
Helium	0,308	0,006	1,28	0,04
Neon	0,316	0,006	0,231	0,22
Wasserstoff	0,333	0,006	2,137	0,06

Berechnung der physikalischen Eigenschaften von Erdgas

Der wirtschaftliche Wert von Erdgas wird durch mehrere wichtige physikalische Eigenschaften bestimmt, darunter Brennwert, Kompressibilität, Wobbe-Index usw. Nach internationalen Standards wurden diese Eigenschaften aus der Konzentration jeder identifizierten Verbindung im Erdgas und ihren spezifischen physikalisch-chemischen Parametern berechnet. Agilent OpenLab CDS, OpenLab EZchrom und OpenLab ChemStation sind verfügbare Chromatographiedatensysteme für den NGA-Analyzer zur Datenerfassung, Identifizierung und Quantifizierung von NGA-Komponenten. Die Quantifizierungsergebnisse werden der EZReporter-Software (Abbildung 9) zur Berechnung der entscheidenden physikalischen Eigenschaften zugeführt. EZReport 4.0 folgt ASTM D3588, ASTM D2598, GPA 2172, GPA 2177, ISO 6976 und ISO 8973 für Berechnungen auf der Basis von Erdgasanalysen. Die Berechnungsergebnisse stehen zur Berichterstellung, Überwachung, Trenddarstellung und zum Export in EZReport zur Verfügung.

The screenshot displays the following data:

Sample Information:

- Sample Name: GPA 2172-09 Calculation Check at 14.696 psia
- Report Date: 2019-07-08 17:55:21
- EZReporter Configuration File: GPA 2172-09 Calculation Check at 14.696 psia.ctgs
- EZReporter Data File: GPA 2172-09 Example Data at 14.696 psia.smr
- EZReporter Version: 4.0.12.5

Component Results:

Component Name	Norm% (Std.)	Norm Mol% (Std.)	Norm Mol% (Wet)	Weight% (Dry)	Weight% (Std.)	Weight% (Wet)	Gross HV (Dry) (BTU / Ideal cu.ft.)	Gross HV (Std.) (BTU / Ideal cu.ft.)	Gross HV (Wet) (BTU / Ideal cu.ft.)	Gross HV (Wet) (BTU / lb)
Helium	0.0000	1.7447	1.8180	0.0000	1.5538	1.4408	0.0	0.0	0.0	0.0
Hydrogen Sulfide	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0
Propan	0.0000	1.6668	1.6975	0.0000	1.1814	1.0905	0.0	0.0	0.0	0.0

Results Summary:

Result	Dry	Sat. (Base)	Sat. (Flowing)
Total Raw Mol% (Dry)	100.0000		
Pressure Base (psia)	14.696		
Temperature Base (Deg. F)	60.00		
Flowing Temperature (Deg. F)	70.0		
Flowing Pressure (psia)	28.0		

Errors and Warnings:

Type	Source	Description

Abbildung 9. Berechnung basierend auf GPA 2172-09 nach Diablo EZReport 4.0.

Abschließende Bemerkungen

Diese Studie zeigt vier Arten von NGA-Analysen, die auf der 990 Micro GC-Plattform basieren. Die Konfiguration jedes Analyzers wird durch die Zusammensetzung des Ziel-Erdgasstroms bestimmt. NGA-Analyzer A löst Luft, Methan, Kohlenstoffdioxid und C₂- bis C₆-Kohlenwasserstoffe innerhalb von zwei Minuten auf. Die Analyse von schwereren Verbindungen, bis hin zu C₉, kann in ca. fünf Minuten abgeschlossen werden. Um die allgemeine Analyse von Erdgas mit schweren Kohlenwasserstoffen bis zu C₁₂ bei hoher Geschwindigkeit zu ermöglichen, wird der erweiterte NGA-Analyzer mit drei Kanälen verwendet. Der NGA-Analyzer B analysiert Proben mit ähnlicher Zusammensetzung wie der NGA-Analyzer A, jedoch mit der zusätzlichen Fähigkeit

zur H₂S-Analyse. Mit dem erweiterten NGA-Analyzer B können Permanentgase, H₂S und andere allgemeine Bestandteile in Erdgas (Kohlenwasserstoffe bis zu C₉) analysiert werden. Die Backflush-Optionen werden verwendet, um die Analysensäule vor schwereren Verunreinigungen zu schützen und jeden Lauf frei von Störungen durch die schweren Verbindungen aus dem vorherigen Lauf zu halten.

Ausgezeichnete Geräteleistungen werden bei der RT- und Flächenreproduzierbarkeit beobachtet, was Qualifizierungs- und Quantifizierungsergebnisse mit einem hohen Maß an Zuverlässigkeit garantiert.

Die NGA-Analysen können im Labor, online, inline und vor Ort eingesetzt werden. Sie sind schnelle, tragbare und energieeffiziente Lösungen für die NGA-Analyse.

Literatur

1. Fast Analysis of Natural Gas using the Agilent 490 Micro GC Natural Gas Analyzer, *Agilent Technologies Application Note*, publication number 5991-0275EN, **2011**.

www.agilent.com/chem

Änderungen vorbehalten.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Gedruckt in den USA, 26. September 2019
5994-1040DEE

