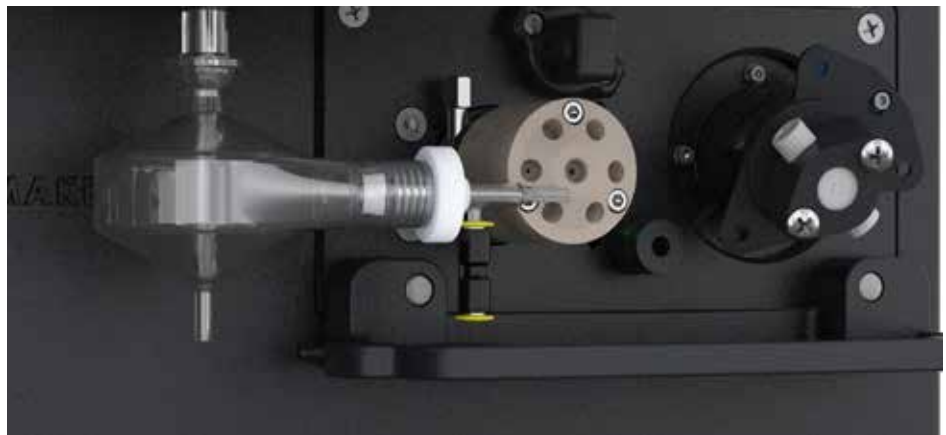


Kosten senken und die Produktivität steigern mit dem Advanced Valve System (AVS) Schaltventil mit 6 oder 7 Anschlüssen



Setzen Sie auf höhere Produktivität

Verdoppeln Sie Ihren Probendurchsatz und reduzieren Sie den Argonverbrauch um über 50 % mit dem Agilent Advanced Valve System (AVS) Schaltventil mit 6 oder 7 Anschlüssen.

Das AVS ist ein Zubehör für die Agilent ICP-OES-Geräte 5900 und 5800 oder 5100/5110 ICP-OES. Das spezielle Schaltventil verfügt über 2 Positionen und 6 bzw. 7 Anschlüsse (der 7. Anschluss ist für den internen Standard bestimmt) und eine Hochgeschwindigkeitspumpe mit positiver Verdrängung zur schnellen Befüllung der Probenschleife. Die kontrollierte Argon-Blasen-Injektion reduziert die Aufnahmeverzögerung und eliminiert damit die Spülzeiten, um die Analyse von Proben mit hohem Durchsatz zu erleichtern.

Das Agilent AVS bietet:

- **Schnelle, genaue Ergebnisse** – Das AVS spült das Probenaufgabesystem, während bereits die nächste Probe in das Gerät geladen wird, sodass die Verzögerungen bei der herkömmlichen ICP-OES-Analyse praktisch entfallen. Die Verwendung einer kontrollierten Argon-Blasen-Injektion zwischen Probe und Spüllösung verhindert die Vermischung von Probe und Spülung und verkürzt die Vorspülungs- und Spülzeiten
- **Geringere Betriebskosten** – Durch die kürzere Analysendauer kann der Argonverbrauch um mindestens 50 % pro Probe reduziert werden. Eine effizientere Analyse minimiert die Exposition von Fackeln, Zerstäubern und Pumpenschläuchen gegenüber aggressiven Chemikalien und Proben, was weiterhin die Kosten reduziert, da die Lebensdauer von Verbrauchsmaterialien verlängert wird.
- **Bedienerfreundlichkeit** – Die Bedienung des AVS ist einfach, da das System vollständig in die ICP-OES-Hardware integriert ist und über das optionale Software-Modul Pro Pack der ICP Expert-Software gesteuert wird. So wird eine optimale Zeitsteuerung (im Gegensatz zu Schaltventilzubehör von Drittanbietern mit komplizierter, eigenständiger Steuersoftware) gewährleistet.
- **Einfacher Zugang** – Die optimierte Positionierung des AVS verhindert eine physische Behinderung der üblichen Komponenten zur Probenzufuhr wie Fackel, Zerstäuberkammer/Zerstäuber und Pumpenschläuche, wenn diese zur Reinigung oder zum Austausch entfernt werden müssen.
- **Reduzierte Verschleppung** – Durch die Argon-Blasen-Injektion zwischen Probe und Spüllösung wird die Verschleppung in der ICP-OES-Zerstäuberkammer reduziert. Die Verwendung einer Ar-Blase anstelle von Luft bedeutet, dass das Plasma stabiler ist und eine bessere analytische Präzision bietet.
- **Verbesserte Präzision und Stabilität** – Durch den Wegfall des schnellen Pumpens der peristaltischen Pumpe zwischen den Proben, wodurch das Plasma destabilisiert wird, verbessern sich die analytische Präzision und Langzeitstabilität.
- **Höhere Produktivität** – Kombiniert mit einem der automatischen Probengeber von Agilent, dem SPS 4- oder SPS 6-Probenvorbereitungssystem, kann das AVS den Probendurchsatz verdoppeln.

- **Flexibilität** – Das AVS ist mit einer Vielzahl von automatischen Probengebern mit hoher Kapazität von über 700 Proben für den unbeaufsichtigten Betrieb über Nacht kompatibel. Es ist auch mit dem Agilent Advanced Dilution System 2 (ADS 2) kompatibel.
- **Langlebigkeit** – Das AVS ist ideal für komplexe Probenmatrices geeignet. Der metallfreie Flüssigkeitsflussweg mit konstantem Durchmesser eignet sich für Proben mit starken Säuren, Fluorwasserstoffsäure, organischen Lösungsmitteln und sogar mit hoher Salzfracht.

Wie funktioniert es?

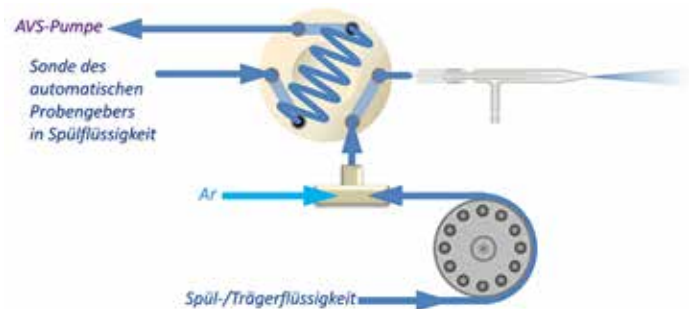


Abbildung 1a. Standby-Modus.

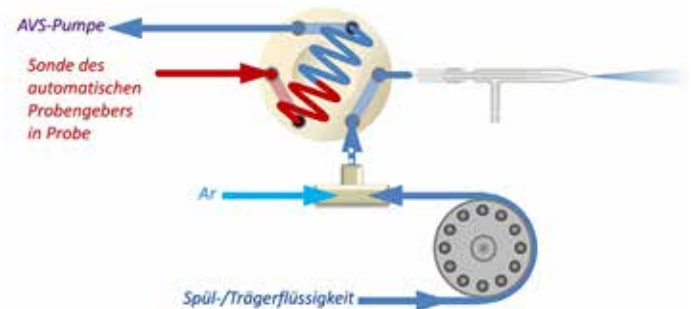


Abbildung 1b. Beladung mit Probe, ca. 5 s.

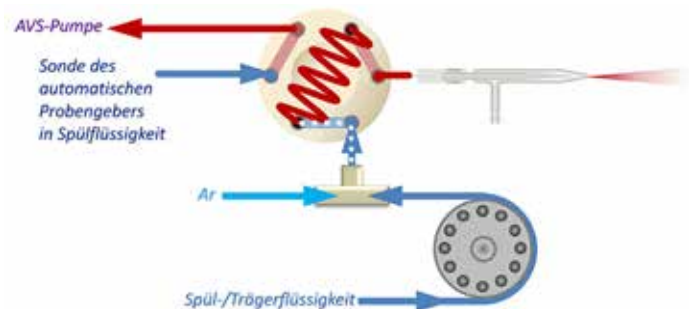


Abbildung 1c. Stabilisierung (ca. 3 s) und Blasen-Injektion.

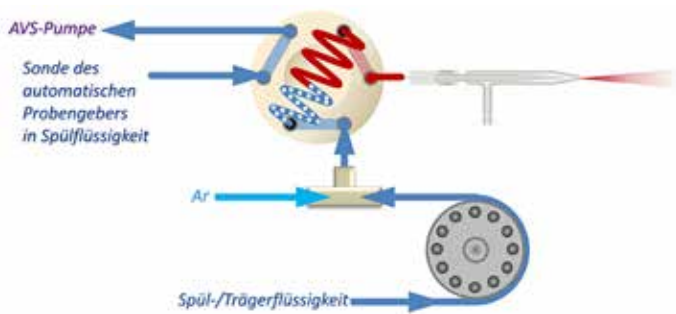


Abbildung 1d. Analytische Messung.

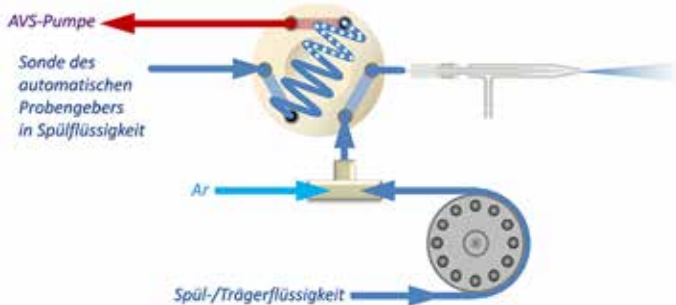


Abbildung 1e. Zurück in den Standby-Modus.

Blasen-Injektion

Im AVS werden Argonblasen zwischen Proben- und Spülstrom injiziert, um eine Vermischung der beiden Lösungen zu verhindern (siehe Abbildungen 1a-e). Die Blasen trennen die beiden Lösungen, sodass eine Vermischung und Verdünnung in der Schleife vermieden wird. Dies ermöglicht längere Messwertaufnahme-Zeiten.

Bei einer 1-ml-Probenschleife ergibt die Blasen-Injektion 47 Sekunden Messzeit gegenüber 20 Sekunden stabiler Messung ohne Blasen-Injektion (Abbildung 2). Abbildung 3 zeigt den Effekt der Blasen-Injektion für eine 0,5-ml-Probenschleife. Die Blasen-Injektion maximiert die Messzeit und Präzision für eine gegebene Probenschleife. Um den Durchsatz zu erhöhen, kann eine kleinere Schleife verwendet werden, die die Aufnahmeverzögerung weiter reduziert und die Spülzeiten verringert.

Im Gegensatz zu den meisten kommerziellen Systemen, die mit Luftblasen-Injektion arbeiten, verwendet das AVS Argon zur Erzeugung der Segmente, da Argon das Plasma im Gegensatz zu Luft nicht destabilisiert, was wiederum zu einer besseren analytischen Präzision führt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Analytische Präzision von 3 x 5 Sekunden Replikatmessungen einer 5 ppm Mn-Lösung unter Verwendung des AVS 6.

	Analytische Präzision
5 ppm Mn mit Ar-Injektion	0,5 % RSD
5 ppm Mn mit Luft-Injektion	1,0 % RSD

Analysen-Durchsatz

Tabelle 2. Vergleich des Probendurchsatzes zur Analyse von Abriebmetallen in Schmierölen mit und ohne Schaltventil AVS 6.

	Mit AVS 6	Ohne AVS 6
Analysendauer pro Probe	22 s	52 s
Argongas-Gesamtverbrauch pro Probe	7 l	17,4 l

Das AVS verbessert den Probendurchsatz, indem es die bei normalen ICP-OES-Analysen verwendeten Verzögerungs- und Spülzeiten reduziert oder eliminiert. Tabelle 2 zeigt einen Vergleich der durchschnittlichen Proben-Analysendauer und des Ar-Verbrauchs für eine Analyse von Schmieröl mit und ohne AVS (1). Zweiundzwanzig Elemente wurden gemessen und die Zeit von Probe zu Probe betrug bei Verwendung des AVS 6 22 Sekunden bei einem Ar-Verbrauch von 7 l pro Probe. Im Vergleich dazu beträgt die Zeit von Probe zu Probe 52 Sekunden und der Verbrauch von Ar 17,4 l ohne den Einsatz des AVS 6. Die Unterschiede in Durchsatz und Ar-Verbrauch spiegeln die Reduzierung der Aufnahmeverzögerung und Spülzeiten mit dem AVS 6 wider.

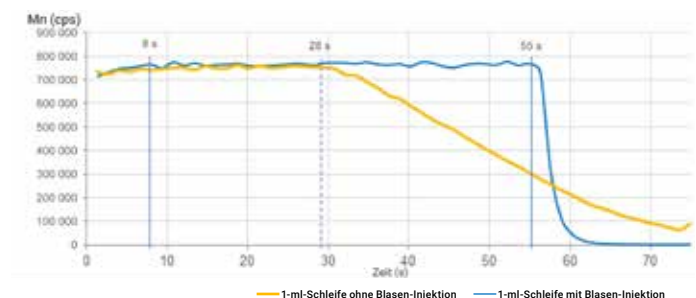


Abbildung 2. Verfügbare Messzeit für eine 1-ml-Probenschleife mit und ohne Blasen-Injektion.

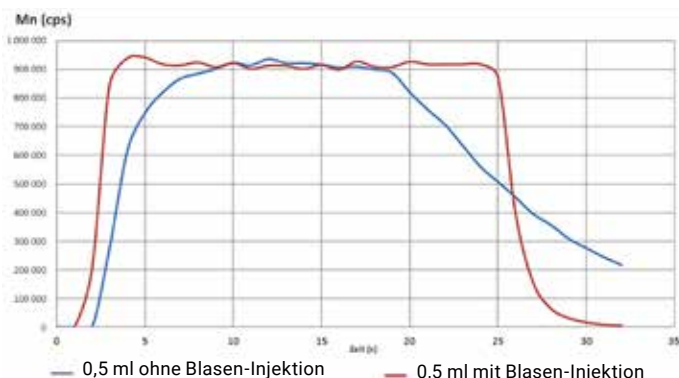


Abbildung 3. Verfügbare Messzeit einer 0,5-ml-Probenschleife, mit 19 Sekunden Messzeit gegenüber 9 Sekunden Messzeit mit beziehungsweise ohne Blasen-Injektion.

Schaltventil AVS

Pumprate – Aufnahme (ml/min)	35,0	☐	☐
Pumprate – Injektion (ml/min)	9,0	☐	☐
Ventilaufnahmeverzögerung (s)	6,0	☐	☐
Blasen-Injektionszeit (s)	2,0	☐	☐
Präemptive Spülzeit (s)	2,0	☐	☐
Spülzeit (s):	0	☐	☐
Intelligente Spülung aktivieren	☐	☐	☐

☐ Schnelles Pumpen

Abbildung 4. Die einfache Software, die das Zubehör des AVS steuert.

Um die analytische Geschwindigkeit und die Präzision des AVS sicherzustellen, ist die vollständig in die ICP Expert-Software integrierte Steuersoftware einfach zu bedienen (siehe Abbildung 4). Die Software umfasst den AVS-Parameterrechner, um die Konfiguration und Methodenentwicklung zu erleichtern. Die wichtigsten Parameter, die in der Software zur Optimierung der Leistung verwendet werden, sind:

- Pumprate – Aufnahme, Geschwindigkeit in ml/min (typischerweise auf 35 ml/min eingestellt)
- Ventil-Aufnahmeverzögerung in Sekunden (typischer Wert von 5 bis 6 Sekunden)
- Stabilisierungszeit (ca. 3 Sekunden für den Standard-Zerstäuber und die Kapillare)

Beispielanalyse



Abbildung 5. Ein Schaltventil AVS 7, das in das Probenaufgabesystem eines Agilent 5900 ICP-OES integriert ist.

In einem Experiment, das die Fähigkeiten des AVS demonstrieren sollte, wurde die folgende Konfiguration verwendet: Ein Agilent Automatischer Probengeber SPS 4 mit einer 1-mm-ID-Sonde und einem standardmäßigen konzentrischen SeaSpray-Glaszerstäuber mit einer 50 mm langen (Standard-) Kapillare zur Verbindung mit dem Ventil. Alle Schläuche hatten einen Durchmesser von 1 mm, und die Schläuche für die peristaltische Pumpe waren vom Typ weiß/weiß und wurden bei einer konstanten Drehzahl von 12 U/min verwendet. Alle Ventil-Fittings waren inert und so konstruiert, dass eine Verschleppung verhindert wird. Deutliche Beschriftungen an den Ventil-Fittings und Anschlüssen vereinfachen die Installation und Wartung (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6. Die Anschlüsse am AVS sind deutlich beschriftet.

Bei dieser Konfiguration beträgt die Stabilisierungsverzögerung – die Zeit, die die Probe benötigt, um das Schaltventil zu verlassen und das Plasma zu erreichen – typischerweise 3 Sekunden, unabhängig von der Größe der Probenschleife. Die Stabilisierungsverzögerung nimmt mit einer längeren Kapillare zwischen Ventilauslass und Zerstäuber und/oder einer langsameren Geschwindigkeit der peristaltischen Pumpe oder einem dünneren peristaltischen Pumpenschlauch zu.

In Abbildung 7 unten sehen wir die Auswirkung auf die analytische Präzision für eine 5-ppm-Mn-Lösung mit verschiedenen Aufnahmeverzögerungen bei Verwendung einer 0,5-ml-Probenschleife.

Die Aufnahmeverzögerung muss lang genug sein, damit die Probe aus dem Probenröhrchen im automatischen Probengeber durch die Sonde des automatischen Probengebers und die Transferleitung transportiert und die Probenschleife vollständig gefüllt werden kann.

Während dieser Aufnahmephase arbeitet die AVS-Pumpe mit hohen Geschwindigkeiten – typischerweise 35 ml/min oder mehr. Die Aufnahmeverzögerung wird durch das Volumen zwischen Probenschlauch und Ventileinlass beeinflusst, das durch eine möglichst kurze Transferleitung zwischen automatischem Probengeber und Ventil minimiert werden kann. Die Aufrechterhaltung eines konstanten Innendurchmessers von 1 mm vom Probenschlauch bis zum Zerstäuber stellt sicher, dass die Probe im gesamten Flussweg nur minimal vermischt wird.

Abbildung 7 zeigt, dass für eine 0,5-ml-Probenschleife eine Aufnahmeverzögerung von mehr als 4 Sekunden eine typische Kurzzeitpräzision von besser als 0,5 % relative Standardabweichung für 5 ppm Mn ergibt.

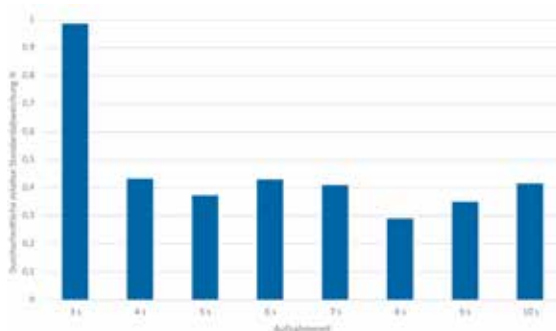


Abbildung 7. Präzision (% RSD) von 5 ppm Mn bei verschiedenen Aufnahmeverzögerungen unter Verwendung einer 0,5-ml- Probenschleife.

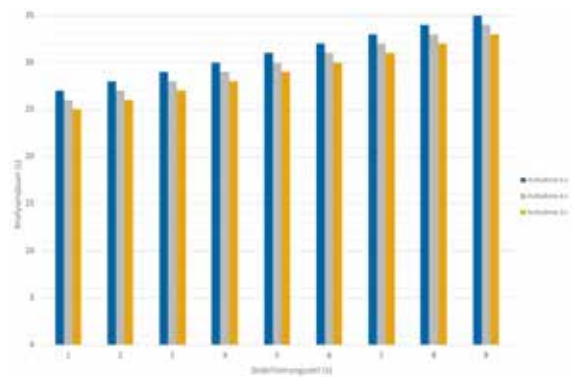


Abbildung 8. Analysendauer von Probe zu Probe (in Sekunden) mit verschiedenen Kombinationen von Aufnahme- und Stabilisierungsverzögerung.

In Abbildung 8 ist die Analysendauer von Probe zu Probe für AVS 6 mit einer 0,5-ml-Probenschleife bei verschiedenen Aufnahmeverzögerungen (3, 4 und 5 Sekunden) und unterschiedlichen Stabilisierungszeiten mit 3 x 5 Sekunden Replikaten dargestellt. Die Optimierung für eine 0,5-ml-Schleife wird mit einer Aufnahmeverzögerung von 4 bis 5 Sekunden und einer Stabilisierungsverzögerung von 3 Sekunden erreicht, was eine Analysendauer von etwa 28 bis 29 Sekunden für eine analytische Präzision von typischerweise weniger als 0,5 % relative Standardabweichung für 5 ppm Mn ergibt. Die Probendurchsatzzeiten steigen erwartungsgemäß linear mit zunehmender Stabilisierungsverzögerung.

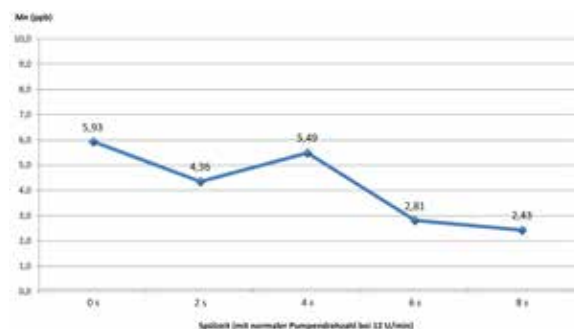


Abbildung 9. Auswaschleistung von Mn (in ppb) in einer Blindprobe nach einer 50 000-ppb-Mn-Lösung.

Die Auswaschleistung des AVS wurde mit Messung einer Blindprobenlösung nach der Messung einer 50 000-ppb-Mn-Lösung untersucht. Ohne jegliche Methodenspülung wurde die Mn-Konzentration um fast 4 Größenordnungen von 50 000 ppb auf 6 ppb reduziert. Bei zusätzlicher Methodenspülung unterschied sich die gemessene Mn-Konzentration nicht signifikant von der 0-Sekunden-Methodenspülung, wie in Abbildung 9 dargestellt. Die experimentellen Ergebnisse zeigen ein Auswaschen um 4 Konzentrationsgrößenordnungen und die hervorragenden Auswascheigenschaften des AVS 6.

ICP Automatisierung



Abbildung 10. Das ICP-Automatonsystem umfasst das Gerät, einen automatischen Probengeber, das Schaltventil AVS und das automatische Verdünnungssystem ADS 2.

Das Schaltventil AVS ist ein integraler Teil des ICP-Automatonsystems. Das ICP-Automatonsystem umfasst das Gerät, einen automatischen Probengeber, ein Schaltventil und das neue automatische Verdünnungssystem ADS 2 (Autodilutor) von Agilent. Der Autodilutor automatisiert:

- die Herstellung von Kalibrierungsstandards
- die Verdünnung von Proben vor der Analyse
- Reaktive Verdünnung und Wiederholungsmessung von Proben mit Konzentrationen oberhalb des Kalibrationsbereichs oder nach Fehlschlag mit internem Standard oder QK-Fehlschlag

Das ICP-Automatonsystem kombiniert den hohen Probendurchsatz des AVS mit den zeitsparenden Vorteilen des Autodilutors und automatischen Probengebers.

AVS/ADS-Timing-Monitor

Der AVS/ADS-Timing-Monitor hilft bei der Optimierung und Fehlersuche für Methoden, indem Analytsignale mit gekennzeichneten Parameterschritten angezeigt werden. Beispielsweise stabilisiert sich in Abbildung 11 das Mn-Signal bei 12 Sekunden, die Messung beginnt jedoch bei 16 Sekunden. Dies zeigt eine Möglichkeit zur Optimierung der Methode, indem die Stabilisierungszeit um 2–4 Sekunden reduziert wird. Der Timing-Monitor hilft auch, Probleme bei der Probenzuführung zu identifizieren, wobei im Hilfe- und Lernzentrum Anweisungen zur Fehlersuche verfügbar sind.



Abbildung 11. In dieser Anzeige des Timing-Monitors stabilisiert sich das Mn-Signal bei 12 Sekunden, die Messung beginnt jedoch bei 16 Sekunden. Die Messung könnte bei 12 Sekunden starten, was 4 Sekunden pro Probe spart.

Referenzen

1. Improved productivity for the determination of metals in oil samples using the Agilent 5110 Radial View (RV) ICP-OES with Advanced Valve System. Agilent Publikation Nr. [5991-6849DEE](#)
2. Analysis of Waste Samples According to US EPA Method 6010D. Agilent Publikation Nr. [5994-2027DEE](#)
3. The Fastest and Smartest Way to Analyze Water Samples by ICP-OES. Agilent Publikation Nr. [5994-1520DEE](#)

www.agilent.com/chem/icpoes

DE.7119097222

Änderungen vorbehalten.

© Agilent Technologies, Inc. 2020–2026
Gedruckt in den USA, 12. Januar 2026
5991-6863DEE