

Inversvoltammetrische Bestimmung von Arsen an der rotierenden Goldelektrode

Von Interesse für:

Allgemein analytische Laboratorien; Wasseranalytik; Pharmazie; Lebensmittelanalytik

B 1, 2, 4, 7, 9

Zusammenfassung

Das Bulletin beschreibt die Bestimmung von Arsen mit Hilfe der Anodischen Stripping-Voltammetrie (ASV) an der rotierenden Goldelektrode. Bei Verwendung von 10 mL Probenlösung ist eine Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/L erzielbar. Je nach Wahl der Anreicherungsspannung kann zwischen der As(III)-Konzentration und der Gesamtarsenkonzentration unterschieden werden.

Gearbeitet wird mit einer speziellen Goldelektrode, deren aktive Oberfläche seitlich angeordnet ist; als Grundelektrolyt dient $c(\text{HCl}) = 5 \text{ mol/L}$. Zur Bestimmung des Gesamtarsengehalts werden As(III) und As(V) bei -1200 mV durch naszierenden Wasserstoff zu As^0 reduziert und an der Elektrodenoberfläche angereichert. Erfolgt die Anreicherung dagegen bei -200 mV , so wird lediglich As(III) reduziert, was die Differenzierung zwischen Gesamtarsen und As(III) erlaubt.

Während der nachfolgenden voltammetrischen Bestimmung wird das angereicherte As^0 wieder zu As(III) oxidiert.

Geräte und Zubehör

- VA Trace Analyzer 746 mit VA-Stand 747 oder
- VA Computrace 757
- Elektroden und Messgefäß; zur ausschliesslichen Verwendung für die Arsenbestimmung:

WE: Antriebsachse	6.1246.000
Au-Elektroden-Tip (seitliche Au-Oberfläche)	6.1204.150
AE: Elektrodenhalter	6.1241.020
Glassy-Carbon-Stift	6.1247.000
RE: Ag/AgCl-Bezugssystem	6.0728.000
Elektrolytgefäß	6.1245.000
Stopfen	6.2709.040
Polierset	6.2802.000
Messgefäß	6.1415.210

Probenvorbereitung

Voltammetrische Bestimmungen sind empfindlich gegenüber Störungen durch organische Substanzen. Proben, die organische Bestandteile enthalten, müssen daher vorab aufgeschlossen werden.

- Grund-, Trink-, Meer- und Mineralwässer können in der Regel direkt analysiert werden.
- Leicht bis mässig durch organische Stoffe verunreinigte Wässer werden mit dem UV-Digester 705 aufgeschlossen:
 - 10 mL angesäuerte Wasserprobe ($\text{pH} = 2$) werden mit $10 \text{ µL w}(\text{HCl}) = 30\%$ sowie $50 \text{ µL w}(\text{H}_2\text{O}_2) = 30\%$ versetzt und 60 min bei 90 °C bestrahlt.
- Proben mit organischer Matrix (Lebensmittel, Pharmazeutika usw.) müssen nass aufgeschlossen werden:
 - Hochdruckveraschung
 - Mikrowellenaufschluss
 Bei beiden Verfahren wird die Probe in einem geschlossenen Gefäß mit Hilfe einer Mischung konzentrierter Mineralsäuren oxidiert.
 - Ein offener Nassaufschluss ist aufgrund der Flüchtigkeit einiger Arsenverbindungen nicht empfehlenswert.

Bestimmung des Blindwerts der Reagenzien

Es ist sehr schwierig, völlig arsenfreie Reagenzien zu bekommen. Ausserdem kann deren Arsengehalt von Charge zu Charge variieren. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit der beschriebenen Methode ist es deshalb unbedingt erforderlich, den Blindwert der verwendeten Reagenzien zu bestimmen. Dieser wird in

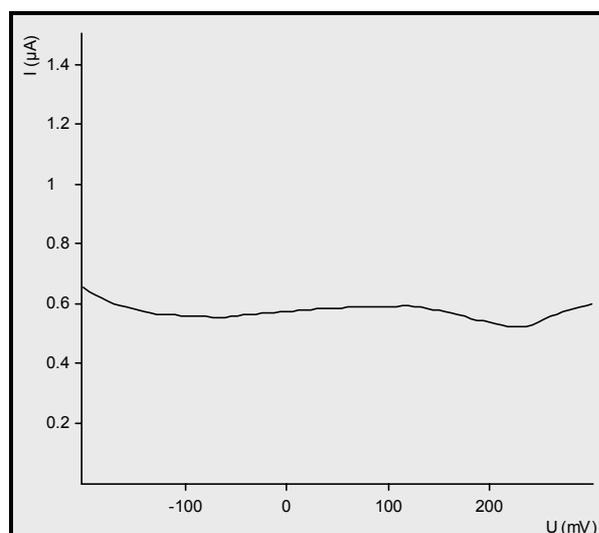
10 mL Reinstwasser
+ 10 mL $w(\text{HCl}) = 30\%$

auf die gleiche Weise wie der Arsengehalt der Probe ermittelt.

Konditionierung der Goldelektrode

Um reproduzierbare Kurvenverläufe zu erhalten, muss die Goldelektrode elektrochemisch konditioniert werden. Dies sollte täglich vor Beginn der Messungen durchgeführt werden, aber auch dann, wenn sich der Grundstrom von Messung zu Messung stark verändert. Der Grundstrom sollte generell möglichst gering sein. Bei einer gut funktionierenden Goldelektrode liegt er bei -200 mV etwa zwischen $0,5$ und $1,5$ μ A.

Beispiel für den Grundstrom in $c(\text{HCl}) = 5$ mol/L



Konditionierlösung:

10 mL Reinstwasser
+ 10 mL w(HCl) = 30%

Parameter für die Konditionierung mit dem VA Computrace 757 im Fenster *Cleaning procedure*:

Stirrer / RDE	2000 rpm
Purge time	300 s
Conditioning cycle	
Start potential	-1000 mV
End potential	-1400 mV
No. of cycles	50
Cleaning potential	$+400$ mV
Cleaning time	60 s
Sweep	
Equilibration time	5 s
Start potential	-200 mV
End potential	$+300$ mV
Voltage step	6 mV

Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
No. of repetition cycles	20

Parameter für die Konditionierung mit dem VA Trace Analyzer 746:

Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Purge time	300 s
Conditioning cycle	
Cleaning potential 1	-1500 mV
Cleaning time 1	30 s
Cleaning potential 2	$+400$ mV
Cleaning time 2	60 s
No. of repetition cycles	16
Sweep	
Equilibration time	5 s
Start potential	-200 mV
End potential	$+300$ mV
Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s

Bemerkungen

- Neue Goldelektroden sollten vor dem ersten Gebrauch 30 min in $c(\text{NaOH}) = 0,1$ mol/L getaucht und anschliessend gut mit Ethanol und Reinstwasser gespült werden.
- Bei neuen oder lange Zeit nicht benutzten Elektroden muss die Konditionierung eventuell mehrmals wiederholt werden.
- Es empfiehlt sich, die Konditionierung von Zeit zu Zeit zusätzlich in $c(\text{NaOH}) = 0,1$ mol/L durchzuführen.
- Goldelektroden sollten nur mit Aluminiumoxid poliert werden, falls die Reinigung mit Natronlauge und Ethanol sowie die elektrochemische Konditionierung zu keinem befriedigenden Ergebnis führen.

Method 1: Bestimmung von Gesamtarsen

Reagenzien

Alle verwendeten Reagenzien sollten von höchstmöglicher Reinheit und möglichst arsenfrei sein (p.a. oder «suprapur»). Es sollte nur Reinstwasser verwendet werden.

- Salzsäure, w(HCl) = 30%, suprapur
- As(V)-Stammlösung, $\beta[\text{As(V)}] = 1 \text{ g/L}$ (kommerziell erhältlich)

Gebrauchsfertige Lösung

As(V)-Standardlösung	$\beta[\text{As(V)}] = 1 \text{ mg/L}$ Diese Lösung wird aus der As(V)-Stammlösung durch Verdünnen mit $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$ hergestellt.
-----------------------------	--

Analyse

Messlösung:

10 mL (verdünnte) Probe
+ 10 mL w(HCl) = 30%

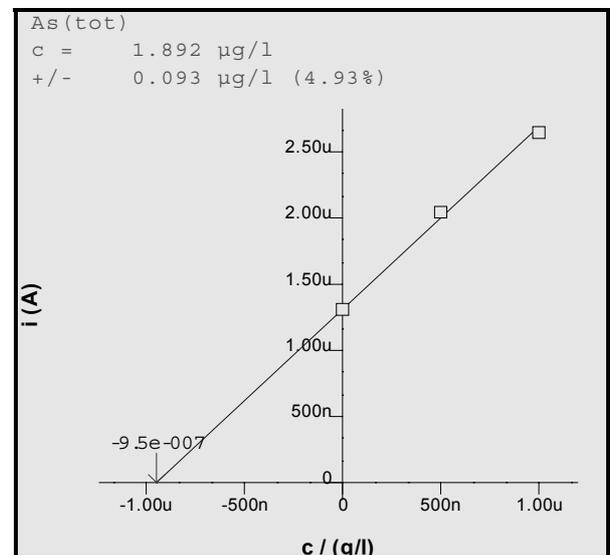
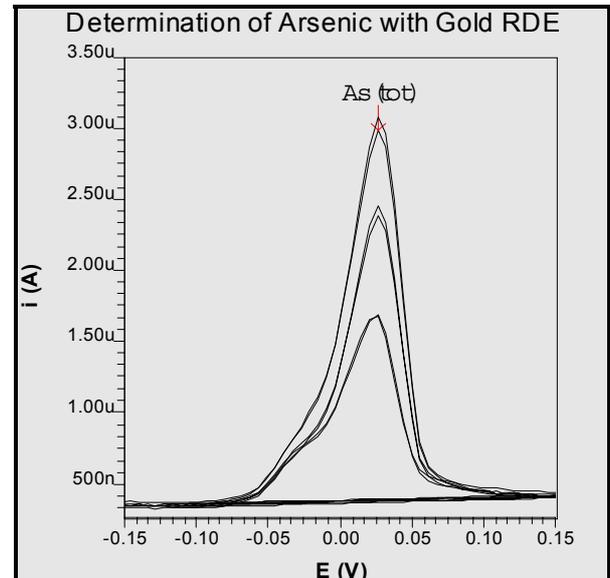
Das Voltammogramm wird mit folgenden Parametern aufgenommen:

Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Mode	DP
Purge time	300 s
Deposition	
Cleaning potential (Anreicherungspotential 1)	-1200 mV
Cleaning time (Anreicherungszeit 1)	120 s
Deposition potential (Anreicherungspotential 2)	0 mV
Deposition time (Anreicherungszeit 2)	10 s
Equilibration time	2 s
Sweep	
Pulse amplitude	50 mV
Start potential	-200 mV
End potential	+300 mV
Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
Peak potential As	+50 mV

Die Ermittlung der Konzentration erfolgt durch Standardaddition.

Beispiel

Bestimmung von Gesamtarsen in Mineralwasser mit dem VA Computrace 757



Probenvolumen: 10 mL

Resultat: 1,9 µg/L As

Bemerkungen

- Es empfiehlt sich, einen kompletten Satz Elektroden inklusive Messgefäß für die Arsenbestimmung zu reservieren. Diese sollten für keine andere Applikation eingesetzt werden, insbesondere nicht in Kombination mit einer Quecksilberelektrode.
- Die PTFE-Kanüle (6.1819.000) zum Begasen der Messlösung sollte so ausgerichtet werden, dass die Hilfselektrode während des Begasens mit Stickstoff umspült wird.
- Haften an der Hilfselektrode während der Bestimmung zu viele Gasblasen, kann die Elektrode mit Hilfe des Poliersets 6.2802.000 poliert werden.
- An der Hilfselektrode entwickelt sich bei der Anreicherung Chlorgas. Um Korrosion zu vermeiden, sollte die Messlösung möglichst bald nach jeder Bestimmung entfernt werden
- Am VA Trace Analyzer 746 erscheint während der Elektrolyse bei der elektrolytischen Konditionierung und bei der voltammetrischen Bestimmung (MEAS -1200 mV) in der Stromanzeige der Ausdruck *•overload•*. Je nach Zustand der Goldelektrode kann die Stromstärke 1,2 mA überschreiten. Es erscheint dann die Fehlermeldung *VA STAND - ERROR 6: IR current overload*, die zum Abbruch der Bestimmung führt. Die Verwendung einer geringeren Elektrolysespannung (z.B. -1,15 V oder -1,10 V) schafft in diesem Fall Abhilfe.
- Entwickelt sich bei Verwendung des VA Trace Analyzers 746 während der Anreicherung nur wenig naszierender Wasserstoff, kann auch bei einem Potential von -1,5 V angereichert werden.
- Um den linearen Arbeitsbereich nicht zu überschreiten, sollten sich im Messgefäß einschliesslich der beiden Standardadditionen nicht mehr als 500 ng As befinden. Proben mit höheren Arsengehalten sind entsprechend mit Reinstwasser zu verdünnen.
- Bei Verwendung von 10 mL Probenlösung ist die Methode bis 50 µg/L linear; die Bestimmungsgrenze liegt bei 0.5 µg/L As.
- Wiederfindung bei «synthetischen» Wasserproben:

As zugegeben	As gefunden	Fehler absolut	Fehler relativ
5,00 ppb	5,30 ppb	+0,30 ppb	+6,0%
7,50 ppb	7,59 ppb	+0,09 ppb	+1,2%
9,00 ppb	8,94 ppb	-0,06 ppb	-0,7%
15,00 ppb	14,07 ppb	-0,93 ppb	-6,2%
20,00 ppb	19,08 ppb	-0,92 ppb	-4,6%

- Der folgenden Tabelle können Störungen bzw. Einflüsse durch andere Elemente entnommen werden (darin bedeutet n x As die maximale Menge des Elements, bezogen auf die As-Konzentration, die noch keine Störung ergibt):

Element	Bemerkung
Bi	Peak bei 0 mV, max. 2 x As
Cu	Peak bei +350 mV, As-Peak positiver, max. 0,25 x As
Hg	Peak bei +250 mV, As-Peak wird bei 2 x um ca. 25% kleiner, max. 1 x As
Sb	Peak bei +40 mV, max. 2 x As
Se	Peak ausserhalb As-Bestimmung, As-Peak wird bei 2 x um ca. 50% kleiner, max. 1 x As
Sn	Peak bei ca. -300 mV, As-Peak wird kleiner, max. 1 x As
Te	Peak ausserhalb As-Bestimmung, As-Peak wird bei 2 x um ca. 60% kleiner, max. 0,25 x As

Viele dieser Störungen sind auf interelementare Verbindungen zurückzuführen.

Literatur

- T. W. Hamilton, J. Ellis, T. M. Florence
Anal. Chim. Acta 119 (1980) 225–233.
- D. Jagner, M. Josefson, S. Westerlund
Anal. Chem. 53 (1981) 2144–2146.
- P. C. Leung, K. S. Subramanian, J. C. Méranger
Talanta 29 (1982) 515–518.
- H. Huiliang, C. Hua, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 193 (1987) 61–69.
- H. Huiliang, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 202 (1987) 117–122.
- C. Hua, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 201 (1987) 263–268.
- H. Huiliang, D. Jagner, L. Renman
Anal. Chim. Acta 207 (1988) 37–46.

Methode 2: Bestimmung von As(III)

Reagenzien

Alle verwendeten Reagenzien sollten von höchstmöglicher Reinheit und möglichst arsenfrei sein (p.a. oder «suprapur»). Es sollte nur Reinstwasser verwendet werden.

- Salzsäure, w(HCl) = 30%, suprapur
- Ascorbinsäure, puriss. p.a., CAS 50-81-7
- As(III)-Stammlösung, $\beta[\text{As(III)}] = 1 \text{ g/L}$ (kommerziell erhältlich)

Gebrauchsfertige Lösungen

As(III)-Standardlösung	$\beta[\text{As(III)}] = 1 \text{ mg/L}$ Diese Lösung wird aus der As(III)-Stammlösung durch Verdünnen mit $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$ (sauerstofffrei) hergestellt.
Ascorbinsäure-Lösung	$w(\text{Ascorbinsäure}) = 1\%$ 100 mg Ascorbinsäure werden in 10 mL sauerstofffreiem Reinstwasser gelöst.

Analyse

Messlösung:

10 mL w(HCl) = 30%
 werden zunächst 5 min entlüftet. Dann werden
 100 μL w(Ascorbinsäure) = 1% sowie
 10 mL (verdünnte) Probe
 zugegeben und das Voltammogramm mit folgenden
 Parametern aufgenommen:

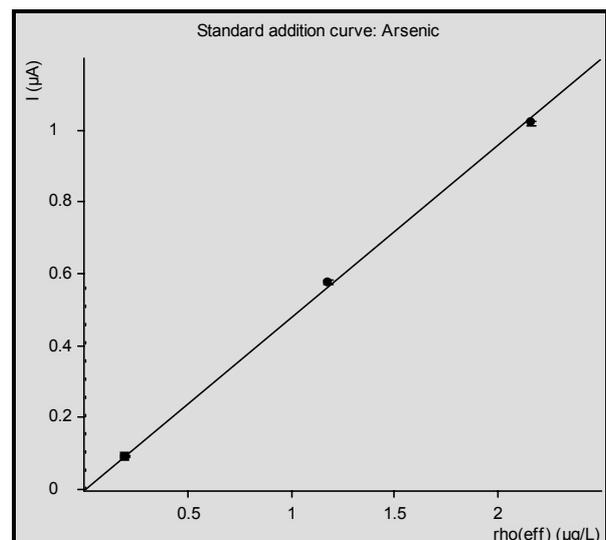
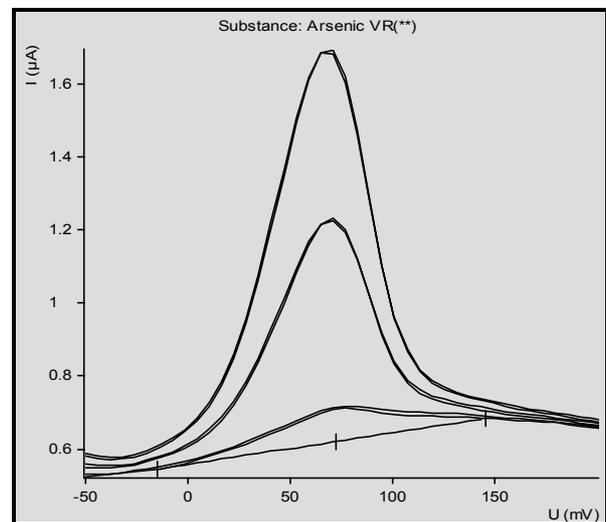
Working electrode	RDE
Stirrer speed	2000 rpm
Mode	DP
Purge time	10 s
Deposition	
Cleaning potential (Anreicherungspotential 1)	-200 mV
Cleaning time (Anreicherungszeit 1)	120 s
Deposition potential (Anreicherungspotential 2)	0 mV
Deposition time (Anreicherungszeit 2)	10 s
Equilibration time	2 s
Sweep	
Pulse amplitude	50 mV
Start potential	-200 mV
End potential	+300 mV

Voltage step	6 mV
Voltage step time	0.3 s
Sweep rate	20 mV/s
Peak potential As	50 mV

Die Ermittlung der Konzentration erfolgt durch Standardaddition.

Beispiel

Bestimmung von As(III) in Mineralwasser (ohne Kohlendioxid) mit dem VA Trace Analyzer 746



Probenvolumen: 3 mL

Resultat: 0,6 $\mu\text{g/L}$ As(III)

Bemerkungen

- As(III) ist oxidationsempfindlich; deshalb wird die Probe erst nach dem Entlüften der Salzsäure zugegeben und dann sofort analysiert. Beim VA Computrace 757 muss das Entlüften vor dem Start der Methode erfolgen.
- Durch die Zugabe von Ascorbinsäure lässt sich As(III) stabilisieren.
- Die As(III)-Stammlösung kann man auch selbst aus Arsen(III)-oxid herstellen. Dazu werden 0,132 g As_2O_3 (CAS 1327-53-3) in ca. 60 mL sauerstofffreiem Reinstwasser sowie 0,5 mL w(NaOH) = 30% gelöst, mit 1 mL w(HCl) = 30% angesäuert und mit Reinstwasser auf 100 mL aufgefüllt.

Anhang

Methode für die Konditionierung der Goldelektrode mit dem VA Trace Analyzer 746

```

===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Method: AB226_C .mth          OPERATION SEQUENCE
Title : Conditioning of the RDE-Au for the det. of arsenic
-----
Instructions  t/s  Main parameters  Auxiliary parameters
-----
1  PURGE
2  STIR          300.0  Rot.speed       2000 /min
3  RDE           300.0  Rot.speed       2000 /min
4  (REP
5  DPMODE        300.0  U.ampl         50 mV          t.meas         20.0 ms
                          t.step         0.30 s         t.pulse        30.0 ms
6  MEAS          30.0   U.meas         -1500 mV
7  MEAS          60.0   U.meas         400 mV
8  MEAS          30.0   U.meas         -1500 mV
9  MEAS          60.0   U.meas         400 mV
10 REP) 8
11 SEGMENT      Segm.name     SWEEP
12 OMEAS        U.standby     mV
13 END

Method: AB226_2          SEGMENT
                          SWEEP
-----
Instructions  t/s  Main parameters  Auxiliary parameters
-----
1  RDE
2  DPMODE        300.0  U.ampl         50 mV          t.meas         20.0 ms
                          t.step         0.30 s         t.pulse        40.0 ms
3  OPURGE
4  OSTIR
5  SWEEP         26.1   U.start        -200 mV        U.step         6 mV
                          U.end          300 mV        Sweep rate     20 mV/s
6  END
    
```

Methode für die Bestimmung von Gesamtarsen mit dem VA Trace Analyzer 746 (Methode 1)

```

===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Method: AB226_1 .mth          OPERATION SEQUENCE
Title : Determination of As (total)
-----
Instructions  t/s  Main parameters  Auxiliary parameters
-----
1  SMPL>M
2  DOS>M
3  PURGE
4  STIR          300.0  Rot.speed       2000 /min
5  SEGMENT      Segm.name     Cleaning
6  (ADD
7  PURGE
8  STIR          10.0   Rot.speed       2000 /min
9  (REP
10 SEGMENT      Segm.name     As_ASV
11 REP) 1
12 PURGE
13 ADD>M        Soln.name     As_Std          V.add          0.020 mL
14 ADD) 2
15 END
    
```

Method: AB226		SEGMENT As_ASV			
Instructions	t/s	Main parameters		Auxiliary parameters	
1	OPURGE				
2	RDE	3.0	Rot.speed	2000 /min	
3	DPMODE		U.ampl	50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step	0.30 s	t.pulse 40.0 ms
4	MEAS	60.0	U.meas	-1200 mV	
5	MEAS	10.0	U.meas	0 mV	
6	MEAS	60.0	U.meas	-1200 mV	
7	MEAS	10.0	U.meas	0 mV	
8	OSTIR	2.0			
9	SWEEP	18.6	U.start	-200 mV	U.step 6 mV
			U.end	300 mV	Sweep rate 20 mV/s
10	PURGE				
11	RDE		Rot.speed	2000 /min	
12	MEAS	60.0	U.meas	400 mV	
13	OMEAS		U.standby	mV	
14	END				
Method: AB226		SEGMENT Cleaning			
Instructions	t/s	Main parameters		Auxiliary parameters	
1	RDE		Rot.speed	2000 /min	
2	DCTMODE		t.step	0.30 s	t.meas 40.0 ms
3	MEAS	60.0	U.meas	-1500 mV	
4	MEAS	30.0	U.meas	400 mV	
5	DSWEEP	13.8	U.start	-200 mV	U.step 12 mV
			U.end	300 mV	Sweep rate 40 mV/s
6	OMEAS		U.standby	mV	
7	END				

Full Report für die Bestimmung von Gesamtarsen in Mineralwasser mit dem VA Computrace 757 (Methode 1)

```

===== METROHM 757 VA COMPUTRACE (5.757.0010) =====
Determ.   : 05021631_As(total).dth
Date      : 2001-05-02           Time: 16:31:03
Modified  : 2001-05-03 09:59:55 User:
Cell volume: 20.000 ml

Ident                                           Sample volume
                                           10.000 ml

Method   : AB226_1_Determination of As(total).mth
Title    : Determination of Arsenic with Gold RDE
Remark1  : 10 mL sample + 10 mL HCl (30%)
Remark2  : 1.Add 10 ng As3; 2.Add 10 ng As5

Substance : As(tot)
Mass conc.: 946.129 ng/l
MC.dev.   : 46.676 ng/l      ( 4.93%)
Mass      : 18.923 ng
Add.mass  : 10.000 ng

VR      V      uA      i.mean  Std.Dev.  i.delta  Comments
-----
1-1    0.026  1.294  1.306   0.017
1-2    0.026  1.318
2-1    0.026  2.072  2.044   0.039   0.739
2-2    0.026  2.017
3-1    0.026  2.691  2.651   0.056   0.607
3-2    0.026  2.611

Substance  Calibr.  Y.reg/offset  Slope  Nonlin.  Mean deviat.
-----
As(tot)    std.add.  1.310e-006  1.387e+000
1.657e-008

Final results
-----
As(tot) = 1.892 µg/l      +/- Res. dev.  %      Comments
1.892      0.093      4.933
    
```

Methode für die Bestimmung von As(III) mit dem VA Trace Analyzer 746 (Methode 2)

===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
 Method: AB226_2 .mth OPERATION SEQUENCE
 Title : Determination of As(III)

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	DOS>M		Soln.name HCl_30%	V.add 10.000 mL
2	PURGE			
3	STIR	300.0	Rot.speed 2000 /min	
4	SEGMENT		Segm.name Cleaning	
5	DOS>M		Soln.name VitC	V.add 0.100 mL
6	SMPL>M		V.fraction mL	V.total L
7	(ADD			
8	PURGE			
9	STIR	10.0	Rot.speed 2000 /min	
10	(REP			
11	SEGMENT		Segm.name As3_ASV	
12	REP) 1			
13	PURGE			
14	ADD>M		Soln.name As3_Std	V.add 0.010 mL
15	ADD) 2			
16	END			

Method: AB226_1 SEGMENT
 As3_ASV

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	0PURGE			
2	RDE	3.0	Rot.speed 2000 /min	
3	DPMODE		U.ampl 50 mV	t.meas 20.0 ms
			t.step 0.30 s	t.pulse 40.0 ms
4	MEAS	60.0	U.meas -200 mV	
5	MEAS	10.0	U.meas 0 mV	
6	MEAS	60.0	U.meas -200 mV	
7	MEAS	10.0	U.meas 0 mV	
8	0STIR	2.0		
9	SWEEP	18.6	U.start -200 mV	U.step 6 mV
			U.end 300 mV	Sweep rate 20 mV/s
10	PURGE			
11	RDE		Rot.speed 2000 /min	
12	MEAS	30.0	U.meas 400 mV	
13	0MEAS		U.standby mV	
14	END			

Method: AB226_1 SEGMENT
 Cleaning

	Instructions	t/s	Main parameters	Auxiliary parameters
1	RDE		Rot.speed 2000 /min	
2	DCTMODE		t.step 0.30 s	t.meas 40.0 ms
3	MEAS	30.0	U.meas -1500 mV	
4	MEAS	60.0	U.meas 400 mV	
5	DSWEEP	13.8	U.start -200 mV	U.step 12 mV
			U.end 300 mV	Sweep rate 40 mV/s
6	MEAS	30.0	U.meas 400 mV	
7	0MEAS		U.standby mV	
8	END			

Full Report für die Bestimmung von As(III) in Mineralwasser (ohne Kohlendioxid) mit dem VA Trace Analyzer 746 (Methode 2)

```

===== METROHM 746 VA TRACE ANALYZER (5.746.0101) =====
Determ.      : 04251553          User:          Date: 2001-04-25
Modified     : no                Run : 20         Time: 15:53:29
Sample table: -
-----
Pos.  Ident.1/S1  Ident.2/S2  Ident.3/S3  Method.call  Sample size/S0
-----
      mineralwater
-----
Method : AB226_2
Title  : Determination of As(III)
Remark1: 2 mL H2O + 5 mL HCl (30 %)
Remark2: + 100 uL VitC + 3 mL mineral water
-----
Substance : Arsenic
Mass conc.: 637.4 ng/L          Mass          : 1.912 ng
MC.dev.   : 17.3 ng/L (2.71%)  Add.mass     : 10 ng
Cal.dev.  : -                  V0.sample    : 3 mL
-----
      VR  U/mV  I/uA  I.mean  Std.dev.  I.delta  Comments
      ---  ---  ---  ---  ---  ---  -----
      00  72   0.0889  0.0904  0.0022           rear overlapping
      01  72   0.0919
      10  70   0.5802  0.5757  0.0064  0.4853
      11  70   0.5712
      20  69   1.021   1.017   0.0069  0.4409
      21  68   1.012
-----
Substance  Techn.  Y.reg/offset  Slope  Nonlin.  Mean deviat.
-----
Arsenic    std.add.  9.054e-08    0.4783  -        3.723e-09
-----
Final results
-----
Arsenic = 637.36 ng/L          +/- Res.dev.  %  Comments
-----

```