

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

in Zusammenarbeit mit dem Chemikerausschuss der GDMB
Gesellschaft der Metallurgen und Bergleute e.V.

Zertifiziertes Referenzmaterial

BAM-M376a

Reinkupfer

Zertifizierte Werte

Element	Massenanteil ¹⁾ in mg/kg	Unsicherheit ²⁾ in mg/kg
Ag	163	3
As	200	3
Bi	200	5
Cd	186	3
Co	208	2
Fe	235	3
Mn	206	3
Ni	209	6
P	203	5
Pb	236	4
Sb	202	5
Se	210	4
Sn	247	3
Te	215	7
Zn	217	3
Zr	42,2	1,9

¹⁾ Mittelwerte der akzeptierten Messreihenmittelwerte (gebildet aus mind. 5, im Normalfall 6 Einzelwerten), wobei die Datensätze entweder von unterschiedlichen Laboratorien stammen oder mit unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden. Die Werte sind rückführbar auf das SI (Système International d'Unités) über die Kalibrierung mit reinen Metallen oder Substanzen mit bekannter Stoichiometrie.

²⁾ halbe Breite des Vertrauensbereiches bei einem Signifikanzniveau von 5%, ermittelt aus den Standardabweichungen der Messreihenmittelwerte.

Beschreibung des Materials

Das Referenzmaterial ist erhältlich in Form von Zylindern (ca. 40 mm Durchmesser und ca. 30 mm hoch). Es handelt sich um dasselbe Grundmaterial wie BAM-376, wobei es Hinweise auf Inhomogenitäten für die Elemente Be, Cr, Mg und S gibt. Diese Elemente sind deshalb nur zur Information und mit größerer Unsicherheit angegeben. Alle angegebenen Massenanteile wurden im Zertifizierungsringversuch für BAM-376 im Jahr 1996 ermittelt.

Werte zur Information

Element	Massenanteil ¹⁾ in mg/kg	Unsicherheit ²⁾ in mg/kg
Al	182	10
Be	41	6
Cr	400	60
Mg	124	19
S	133	19
Ti	4,5	1,7

¹⁾ Die Werte wurden nicht zertifiziert sondern nur zur Information angegeben, wenn die Anzahl der akzeptierten Datensätze zu klein (< 5), die Unsicherheit aus dem Zertifizierungsringversuch deutlich größer als erwartet war oder es Hinweise auf Inhomogenitäten gab. Die Werte sind rückführbar auf das SI (Système International d'Unités) über die Kalibrierung mit reinen Metallen oder Substanzen mit bekannter Stöchiometrie.

²⁾ halbe Breite des Vertrauensbereiches bei einem Signifikanzniveau von 5%, ermittelt aus den Standardabweichungen der Messreihenmittelwerte.

Empfohlener Einsatzbereich

Das Referenzmaterial ist zur Aufnahme und Überprüfung von Kalibrationen für die Röntgenfluoreszenz- und Emissionsspektralanalyse von Proben ähnlicher Zusammensetzung vorgesehen. Die Mindesteinwaage für nasschemische Analysen beträgt 0,5 g.

Handhabung

Die zu analysierende Oberfläche der Probe muss vor der Analyse durch Drehen oder Fräsen vorbehandelt werden. Für nasschemische Analysen müssen Späne von der Probenoberfläche durch Drehen oder Fräsen gewonnen werden.

Transport und Lagerung

Das Material ist in trockener und sauberer Umgebung bei (ca. 20 °C) zu lagern. Transport unter normalen Umgebungsbedingungen.

Beteiligte Laboratorien

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin (Deutschland)
Diehl GmbH u. Co., Röthenbach (Deutschland)
Hahn-Meitner-Institut GmbH, Berlin (Deutschland)
Hüttenwerke Kayser AG, Lünen (Deutschland)
KM Europa Metal AG, Osnabrück (Deutschland)
Krupp VDM GmbH, Werdohl (Deutschland)
Mansfeld Kupfer und Messing GmbH - Nord, Hettstedt (Deutschland)
Mansfeld Kupfer und Messing GmbH - Süd, Hettstedt (Deutschland)
Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart (Deutschland)
Montanwerke Brixlegg GmbH, Brixlegg (Österreich)
Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg (Deutschland)
TU Bergakademie Freiberg, Freiberg (Deutschland)
Union Minière, Olen (Belgien)
Wieland-Werke AG, Ulm (Deutschland)

Mittelwerte der akzeptierten Datensätze (Zertifizierungsringversuch BAM-376)

Massenanteil in mg/kg
Zertifizierte Werte

Werte zur Information

Lfd. Nr.	Ag	As	Bi	Cd	Co	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Te	Zn	Zr	Al	Be	Cr	Mg	S	Ti
1	157,7	---	188,0	---	---	---	199,8	191,3	222,8	186,2	---	---	191,8	209,3	38,6	159,5	38,3	371,4	---	---	2,5
2	158,8	190,9	189,2	175,8	204,6	227,8	199,9	196,7	228,2	190,3	203,2	242,3	201,7	209,3	40,5	168,2	39,0	372,0	112,3	124,3	2,7
3	159,7	194,5	192,2	177,4	205,0	228,2	201,0	202,2	228,2	195,2	204,0	243,8	209,2	211,3	40,6	170,7	39,7	386,0	113,2	129,3	3,2
4	159,8	197,3	194,2	184,3	205,5	230,3	203,3	204,5	231,5	195,5	205,8	243,9	210,5	212,7	40,8	171,9	40,2	390,0	116,2	130,5	4,7
5	159,8	197,8	199,2	184,4	205,5	233,2	204,2	205,7	231,3	195,7	206,0	245,7	211,5	215,2	41,1	172,3	40,7	398,8	118,3	133,7	4,9
6	161,4	198,7	199,6	185,7	205,8	234,0	204,7	206,8	233,7	201,4	210,5	246,2	213,0	216,7	42,0	173,5	41,3	402,5	121,2	134,0	6,6
7	161,8	200,4	201,7	185,7	206,4	234,9	205,3	209,5	234,2	202,8	212,0	247,0	214,9	217,1	42,3	180,8	41,4	403,8	123,5	134,2	6,7
8	162,8	200,5	204,4	186,0	206,7	234,9	205,6	209,7	234,2	203,8	213,0	247,3	218,7	217,2	43,8	182,5	41,4	404,5	124,8	137,8	
9	162,8	200,8	205,0	186,5	208,1	235,7	206,5	210,9	234,9	203,9	213,7	249,3	222,2	218,5	44,8	189,9	41,6	406,5	125,7	139,9	
10	163,0	201,5	208,2	186,8	208,2	235,7	206,9	211,2	237,5	203,9	214,1	253,5	223,5	219,4	47,9	192,7	42,4	407,8	126,2		
11	166,0	202,5	208,8	187,2	209,8	238,5	207,4	212,8	239,0	206,0	214,4	254,5	224,3	220,3	---	202,8	---	410,5	126,5		
12	167,2	203,7	209,2	187,6	211,0	239,0	211,5	213,3	239,4	208,6			225,2	221,3		213,7		411,8	127,9		
13	170,3	204,8		188,8	211,2	239,8	212,7	214,8	241,3	209,3			230,0	222,3				414,0	128,2		
14	170,7	205,7		191,5	214,9	242,6	214,0	216,1	241,9	213,7				222,4				417,3	128,2		
15	---			192,0		---		228,2	242,6	214,1				225,7					130,3		
16									244,2					---					133,0		
17									254,1										---		
<i>M</i>	163,0	199,9	200,0	186,1	207,9	234,6	205,9	208,9	236,4	202,0	209,7	247,3	215,1	217,3	42,2	181,5	40,6	399,8	123,7	133,0	4,5
<i>s_M</i>	4,1	4,1	7,6	4,6	3,0	4,4	4,4	8,9	7,4	8,1	4,4	4,1	10,6	4,9	2,6	15,7	1,3	14,6	6,2	4,9	1,8
\bar{s}_i	1,8	3,7	2,3	1,6	1,9	1,8	2,6	2,6	3,0	5,0	4,4	4,5	3,8	2,5	1,6	5,5	0,4	6,1	2,0	3,4	0,5

Die durch "---" gekennzeichneten Plätze vertreten Messreihenmittelwerte, die nach einem statistischen Test (Grubbs-Test, 95 %) als Ausreißer erkannt und nicht berücksichtigt wurden. Eine Messreihe umfasst die jeweiligen Einzelwerte eines Laboratoriums (mindestens 5, im Normalfall 6 Einzelwerte)

M : Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte

s_M : Standardabweichung der Messreihenmittelwerte

\bar{s}_i : Mittel der Messreihenstandardabweichungen unter Wiederholbedingungen (Quadratwurzel der Mittelwerte der Laborvarianzen)

Analysenmethoden

Element	laufende Nummer	Methode
Ag	1	PAA
	2, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 14	FAAS
	4, 7, 10, 13	ICP-OES
	6	INAA
As	1	INAA
	2, 3, 6, 10, 13, 14	ICP-OES
	4	PAA
	5, 9	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	7	Photometrie, Molybdänblau, Extraktion
	8	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	11	DCP-OES
	12	FAAS
Bi	1, 6, 8, 9	FAAS
	2, 3, 5	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	4	ICP-OES, Fe(OH) ₃ -Sammelfällung
	7, 12	ICP-OES
	10	ET AAS
	11	Photometrie, Diethyldithiocarbaminat, Extraktion
Cd	1	INAA
	2, 6, 13, 14, 15, 16	ICP-OES
	3	PAA
	4, 5, 7, 8, 10, 11, 12	FAAS
	9	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
Co	1, 5, 9, 10, 11, 12	ICP-OES
	2	INAA
	3, 4, 7, 8, 13	FAAS
	6	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
	14	Photometrie, Nitroso-R-Salz, Extraktion
Fe	1, 5, 6, 11, 14	ICP-OES
	2	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
	3	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	4, 7, 9, 10, 12, 13	FAAS
	8	Photometrie, 1.10 Phenantrolin, Extraktion
	15	INAA
Mn	1	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
	2, 3, 4, 9, 11, 12	FAAS
	5	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	6, 7, 8, 13, 14	ICP-OES
	10	PAA

Element	laufende Nummer	Methode
Ni	1, 3, 4, 8, 9, 11, 13	FAAS
	2	PAA
	5, 7, 10, 12, 14, 15	ICP-OES
	6	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
P	1, 5	Photometrie, Vanadomolybdatophosphorsäure, Extraktion
	2, 3, 6, 7, 8, 10, 11	ICP-OES
	4, 9	Photometrie, Vanadomolybdatophosphorsäure, ohne Extraktion
Pb	1, 2, 12, 14, 16	ICP-OES
	3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 17	FAAS
	5	FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
	7	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	11	PAA
	13	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
Sb	1	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	2	PAA
	3, 4, 10, 11, 15	ICP-OES
	5	INAA
	6, 7, 8, 9	FAAS
	12	ET AAS
	13	Photometrie, Rhodamin B, Extraktion
	14	DCP-OES
Se	1	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	2, 6	ET AAS
	3, 8, 9, 11, 12, 13	ICP-OES
	4	PAA
	5	INAA
	7	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	10	FAAS
Sn	1	FAAS
	2, 3, 5, 6, 7, 10	ICP-OES
	4	PAA
	8, 9	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	11	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
Te	1	PAA
	2, 3, 14	ICP-OES
	4, 5, 7	FAAS
	6, 11	ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	8	ICP-OES, As-Sammelfällung
	9	FAAS, As-Sammelfällung
	10, 12	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung
	13	ET AAS

Element	laufende Nummer	Methode
Zn	1, 4, 8, 10, 12, 13, 15 2, 3, 5, 7, 9, 14 6 11 16	FAAS ICP-OES INAA FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung PAA
Zr	1 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11 7 9	Photometrie, Brenzcatechinviolett, Extraktion (TOPO/Cyclohexan) ICP-OES PAA Photometrie
Al	1, 4, 5, 6, 8, 9 2 3, 7, 10 11, 12	ICP-OES FAAS ICP-OES, La(OH) ₃ -Sammelfällung DCP-OES FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
Be	1, 3 2 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 7	FAAS, La(OH) ₃ -Sammelfällung DCP-OES ICP-OES FAAS
Cr	1, 6 2 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12 5 11, 14 13	FAAS PAA ICP-OES INAA Maßanalyse, Fe(II)ammoniumsulfat Photometrie, Cr(VI)-Diphenylcarbazid, Extraktion
Mg	1, 2, 5, 6, 7, 8, 13, 14 3, 9, 10, 11, 12, 15, 16 4	FAAS ICP-OES FAAS, elektrolytische Cu-Abtrennung
S	1, 6 2, 4 3 5, 8 7 9	ICP-OES Verbrennungsverfahren, jodometrische Titration Photometrie, Molybdänblau, reduzierendes Lösen Verbrennungsverfahren, IR-Bestimmung Mikrotitration, reduzierendes Lösen Verbrennungsverfahren, coulometrische Titration
Ti	1, 2, 3, 4, 5, 6 7	ICP-OES PAA

Abkürzungen: ET AAS – Elektrothermische Atomabsorptionsspektrometrie
FAAS – Flammenatomabsorptionsspektrometrie
ICP-OES – Induktiv gekoppeltes Plasma - optische Emissionsspektrometrie
INAA – Instrumentelle Neutronenaktivierungsanalyse
PAA – Photonenaktivierungsanalyse

Metrologische Rückführung

Die Werte sind rückführbar auf das SI (Système International d'Unités) über die Kalibrierung mit reinen Metallen oder Substanzen mit bekannter Stöchiometrie.

Akzeptiert als BAM-ZRM am 25. Mai 2016

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Prof. Dr. U. Panne
Abteilungsleiter 1
Analytische Chemie;
Referenzmaterialien

Dr. S. Recknagel
Fachbereichsleiter 1.6
Anorganische Referenzmaterialien

Verkauf dieses Referenzmaterials:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Richard-Willstätter-Straße 11, 12489 Berlin

Telefon: +49 30 8104 2061
Fax: +49 30 8104 1117

Email: sales.crm@bam.de
Internet: www.webshop.bam.de

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

in co-operation with the Committee of Chemists of the GDMB
Gesellschaft der Metallurgen und Bergleute e.V.

Certified Reference Material

BAM-M376a

Pure Copper

Certified Values

Element	Mass fraction ¹⁾ in mg/kg	Uncertainty ²⁾ in mg/kg
Ag	163	3
As	200	3
Bi	200	5
Cd	186	3
Co	208	2
Fe	235	3
Mn	206	3
Ni	209	6
P	203	5
Pb	236	4
Sb	202	5
Se	210	4
Sn	247	3
Te	215	7
Zn	217	3
Zr	42.2	1.9

¹⁾ Unweighted mean value of the means of accepted sets of data (consisting of at least 5 but usually 6 single results), each set being obtained by a different laboratory and/or a different method of measurement. The values are traceable to the SI (Système International d'Unités) via calibration using pure metals or substances of known stoichiometry.

²⁾ Estimated uncertainty U at level of confidence of 95 %.

Material description

The Reference Material is available in the form of discs (ca. 40 mm diameter and ca. 30 mm height). It is based on the same batch of candidate material as BAM-376. The mass fractions of the elements Be, Cr, Mg and S differ slightly from the original material. Therefore these elements are given only for information with a higher uncertainty. All mass fractions are obtained from the certification inter-laboratory comparison of BAM-376 from 1996.

Informative values

Element	Mass fraction ¹⁾ in mg/kg	Uncertainty ²⁾ in mg/kg
Al	182	10
Be	41	6
Cr	400	60
Mg	124	19
S	133	19
Ti	4.5	1.7

¹⁾ Values were not certified, but given as indicative values, when the number of accepted data sets was considered to be too low (< 5) or when the uncertainty from the inter-laboratory certification was considerably larger than the expected range or in case of possible inhomogeneities. The values are traceable to the SI (Système International d'Unités) via calibration using pure metals or substances of known stoichiometry.

²⁾ Estimated uncertainty U at a level of confidence of 95 %.

Recommended Use

The CRM is intended for establishing or checking the calibration of optical emission and X-ray spectrometers for the analysis of samples of similar matrix composition. The minimum sample size for wet chemical analysis is 0.5 g.

Instructions for Use

Before use, the surface of the material must be prepared by milling or turning on a lathe. For wet chemical analysis chips have to be prepared by turning or milling of the sample surface.

Transport and Storage

The material should be stored in a dry and clean environment at room temperature (approx. 20 °C). Transport under normal ambient conditions.

Participating Laboratories

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin (Germany)
Diehl GmbH u. Co., Röthenbach (Germany)
Hahn-Meitner-Institut GmbH, Berlin (Germany)
Hüttenwerke Kayser AG, Lünen (Germany)
KM Europa Metal AG, Osnabrück (Germany)
Krupp VDM GmbH, Werdohl (Germany)
Mansfeld Kupfer und Messing GmbH - Nord, Hettstedt (Germany)
Mansfeld Kupfer und Messing GmbH - Süd, Hettstedt (Germany)
Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart (Germany)
Montanwerke Brixlegg GmbH, Brixlegg (Austria)
Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg (Germany)
TU Bergakademie Freiberg, Freiberg (Germany)
Union Minière, Olen (Belgium)
Wieland-Werke AG, Ulm (Germany)

Means of Accepted Data Sets (certification inter-laboratory comparison of BAM-376)

Mass fraction in mg/kg

Certified values

Informative values

Line no.	Ag	As	Bi	Cd	Co	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Te	Zn	Zr	Al	Be	Cr	Mg	S	Ti
1	157.7	---	188.0	---	---	---	199.8	191.3	222.8	186.2	---	---	191.8	209.3	38.6	159.5	38.3	371.4	---	---	2.5
2	158.8	190.9	189.2	175.8	204.6	227.8	199.9	196.7	228.2	190.3	203.2	242.3	201.7	209.3	40.5	168.2	39.0	372.0	112.3	124.3	2.7
3	159.7	194.5	192.2	177.4	205.0	228.2	201.0	202.2	228.2	195.2	204.0	243.8	209.2	211.3	40.6	170.7	39.7	386.0	113.2	129.3	3.2
4	159.8	197.3	194.2	184.3	205.5	230.3	203.3	204.5	231.5	195.5	205.8	243.9	210.5	212.7	40.8	171.9	40.2	390.0	116.2	130.5	4.7
5	159.8	197.8	199.2	184.4	205.5	233.2	204.2	205.7	231.3	195.7	206.0	245.7	211.5	215.2	41.1	172.3	40.7	398.8	118.3	133.7	4.9
6	161.4	198.7	199.6	185.7	205.8	234.0	204.7	206.8	233.7	201.4	210.5	246.2	213.0	216.7	42.0	173.5	41.3	402.5	121.2	134.0	6.6
7	161.8	200.4	201.7	185.7	206.4	234.9	205.3	209.5	234.2	202.8	212.0	247.0	214.9	217.1	42.3	180.8	41.4	403.8	123.5	134.2	6.7
8	162.8	200.5	204.4	186.0	206.7	234.9	205.6	209.7	234.2	203.8	213.0	247.3	218.7	217.2	43.8	182.5	41.4	404.5	124.8	137.8	
9	162.8	200.8	205.0	186.5	208.1	235.7	206.5	210.9	234.9	203.9	213.7	249.3	222.2	218.5	44.8	189.9	41.6	406.5	125.7	139.9	
10	163.0	201.5	208.2	186.8	208.2	235.7	206.9	211.2	237.5	203.9	214.1	253.5	223.5	219.4	47.9	192.7	42.4	407.8	126.2		
11	166.0	202.5	208.8	187.2	209.8	238.5	207.4	212.8	239.0	206.0	214.4	254.5	224.3	220.3	---	202.8	---	410.5	126.5		
12	167.2	203.7	209.2	187.6	211.0	239.0	211.5	213.3	239.4	208.6			225.2	221.3		213.7		411.8	127.9		
13	170.3	204.8		188.8	211.2	239.8	212.7	214.8	241.3	209.3			230.0	222.3				414.0	128.2		
14	170.7	205.7		191.5	214.9	242.6	214.0	216.1	241.9	213.7				222.4				417.3	128.2		
15	---			192.0		---		228.2	242.6	214.1				225.7					130.3		
16									244.2					---					133.0		
17									254.1										---		
<i>M</i>	163.0	199.9	200.0	186.1	207.9	234.6	205.9	208.9	236.4	202.0	209.7	247.3	215.1	217.3	42.2	181.5	40.6	399.8	123.7	133.0	4.5
<i>s_M</i>	4.1	4.1	7.6	4.6	3.0	4.4	4.4	8.9	7.4	8.1	4.4	4.1	10.6	4.9	2.6	15.7	1.3	14.6	6.2	4.9	1.8
\bar{s}_i	1.8	3.7	2.3	1.6	1.9	1.8	2.6	2.6	3.0	5.0	4.4	4.5	3.8	2.5	1.6	5.5	0.4	6.1	2.0	3.4	0.5

The laboratory mean values have been examined statistically to eliminate outlying values. Where a " --- " appears in the table it indicates that an outlying value has been omitted (Grubbs 95 %). A data set consists of at least 5 but usually 6 single values of one laboratory.

M : mean of laboratory means

s_M : standard deviation of laboratory means

\bar{s}_i : averaged repeatability standard deviation (square root of the mean of laboratory variances)

Analytical Method used for Certification

Element	Line no.	Method
Ag	1	PAA
	2, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 14	FAAS
	4, 7, 10, 13	ICP-OES
	6	INAA
As	1	INAA
	2, 3, 6, 10, 13, 14	ICP-OES
	4	PAA
	5, 9	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
	7	Spectrophotometry, molybdenum blue, extraction
	8	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	11	DCP-OES
	12	FAAS
Bi	1, 6, 8, 9	FAAS
	2, 3, 5	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	4	ICP-OES, Fe(OH) ₃ -precipitation
	7, 12	ICP-OES
	10	ET AAS
	11	Spectrophotometry, diethyldithiocarbamate, extraction
Cd	1	INAA
	2, 6, 13, 14, 15, 16	ICP-OES
	3	PAA
	4, 5, 7, 8, 10, 11, 12	FAAS
	9	FAAS, electrolytic separation of Cu
Co	1, 5, 9, 10, 11, 12	ICP-OES
	2	INAA
	3, 4, 7, 8, 13	FAAS
	6	FAAS, electrolytic separation of Cu
	14	Spectrophotometry, nitroso R salt, extraction
Fe	1, 5, 6, 11, 14	ICP-OES
	2	FAAS, electrolytic separation of Cu
	3	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	4, 7, 9, 10, 12, 13	FAAS
	8	Spectrophotometry, 1.10 phenantroline, extraction
	15	INAA
Mn	1	FAAS, electrolytic separation of Cu
	2, 3, 4, 9, 11, 12	FAAS
	5	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
	6, 7, 8, 13, 14	ICP-OES
	10	PAA

Element	Line no.	Method
Ni	1, 3, 4, 8, 9, 11, 13	FAAS
	2	PAA
	5, 7, 10, 12, 14, 15	ICP-OES
	6	FAAS, electrolytic separation of Cu
P	1, 5	Spectrophotometry, phosphovanadomolybdate, extraction
	2, 3, 6, 7, 8, 10, 11	ICP-OES
	4, 9	Spectrophotometry, phosphovanadomolybdate, without extraction
Pb	1, 2, 12, 14, 16	ICP-OES
	3, 4, 6, 8, 9, 10, 15, 17	FAAS
	5	FAAS, electrolytic separation of Cu
	7	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	11	PAA
	13	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
Sb	1	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	2	PAA
	3, 4, 10, 11, 15	ICP-OES
	5	INAA
	6, 7, 8, 9	FAAS
	12	ET AAS
	13	Spectrophotometry, Rhodamine B, extraction
	14	DCP-OES
Se	1	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	2, 6	ET AAS
	3, 8, 9, 11, 12, 13	ICP-OES
	4	PAA
	5	INAA
	7	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
	10	FAAS
Sn	1	FAAS
	2, 3, 5, 6, 7, 10	ICP-OES
	4	PAA
	8, 9	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
	11	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
Te	1	PAA
	2, 3, 14	ICP-OES
	4, 5, 7	FAAS
	6, 11	ICP-OES, La(OH) ₃ -precipitation
	8	ICP-OES, As-precipitation
	9	FAAS, As-precipitation
	10, 12	FAAS, La(OH) ₃ -precipitation
	13	ET AAS

Element	Line no.	Method
Zn	1, 4, 8, 10, 12, 13, 15	FAAS
	2, 3, 5, 7, 9, 14	ICP-OES
	6	INAA
	11	FAAS, electrolytic separation of Cu
	16	PAA
Zr	1	Spectrophotometry, pyrocatechol violet, extraction (TOPO/cyclohexane)
	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11	ICP-OES
	7	PAA
	9	Spectrophotometry
<i>Al</i>	<i>1, 4, 5, 6, 8, 9</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>2</i>	<i>FAAS</i>
	<i>3, 7,</i>	<i>ICP-OES, La(OH)₃-precipitation</i>
	<i>10</i>	<i>DCP-OES</i>
	<i>11, 12</i>	<i>FAAS, electrolytic separation of Cu</i>
<i>Be</i>	<i>1, 3</i>	<i>FAAS, La(OH)₃-precipitation</i>
	<i>2</i>	<i>DCP-OES</i>
	<i>4, 5, 6, 8, 9, 10, 11</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>7</i>	<i>FAAS</i>
<i>Cr</i>	<i>1, 6</i>	<i>FAAS</i>
	<i>2</i>	<i>PAA</i>
	<i>3, 4, 7, 8, 9, 10, 12</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>5</i>	<i>INAA</i>
	<i>11, 14</i>	<i>Titration, Fe(II)ammoniumsulfate</i>
	<i>13</i>	<i>Spectrophotometry, Cr(VI)-diphenylcarbazide, extraction</i>
<i>Mg</i>	<i>1, 2, 5, 6, 7, 8, 13, 14</i>	<i>FAAS</i>
	<i>3, 9, 10, 11, 12, 15, 16</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>4</i>	<i>FAAS, electrolytic separation of Cu</i>
<i>S</i>	<i>1, 6</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>2, 4</i>	<i>Combustion, iodometric titration</i>
	<i>3</i>	<i>Spectrophotometry, molybdenum blue</i>
	<i>5, 8</i>	<i>Combustion, infrared absorption</i>
	<i>7</i>	<i>Microtitration as sulphide</i>
	<i>9</i>	<i>Combustion, coulometric titration</i>
<i>Ti</i>	<i>1, 2, 3, 4, 5, 6</i>	<i>ICP-OES</i>
	<i>7</i>	<i>PAA</i>

Abbreviations: ET AAS – Electrothermal atomic absorption spectrometry
FAAS – Flame atomic absorption spectrometry
ICP-OES – Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry
INAA – Instrumental neutron activation analysis
PAA – Photon activation analysis

Metrological Traceability

The values are traceable to the SI (Système International d'Unités) via calibration using pure metals or substances of known stoichiometry.

Accepted as a BAM-CRM on May 25, 2016

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Prof. Dr. U. Panne
Head of Department 1
Analytical Chemistry;
Reference Materials

Dr. S. Recknagel
Head of Division 1.6
Inorganic Reference Materials

This Reference Material is offered by:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Richard-Willstätter-Str. 11, 12489 Berlin, Germany

Phone: +49 30 8104 2061
Fax: +49 30 8104 1117

Email: sales.crm@bam.de
Internet: www.webshop.bam.de