

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

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

Zertifiziertes Referenzmaterial

BAM-M384c

Reinkupfer

Zertifizierte Werte

Element	Massenanteil ¹⁾ in mg/kg	Unsicherheit ²⁾ in mg/kg
Ag	14,8	0,5
Al	< 2	
As	2,9	0,3
Bi	3,8	0,3
Cd	5,0	0,4
Co	4,0	0,2
Fe	33,0	1,1
Mg	1,8	0,4
Mn	5,7	0,5
Ni	5,7	0,5
P	< 1	
Pb	7,2	0,6
S	4,0	0,4
Sb	9,8	0,6
Se	2,9	0,4
Sn	0,6	0,1
Te	6,1	0,7
Ti	< 0,2	
Zn	1,0	0,3
Zr	< 0,3	

¹⁾ Mittelwert der akzeptierten Messreihenmittelwerte (gebildet aus mind. 2, im Normalfall 6 Einzelwerten), wobei die Datensätze entweder von unterschiedlichen Laboratorien stammen oder mit unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden.

²⁾ Geschätzte erweiterte Unsicherheit U mit einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$, entsprechend einem Vertrauensniveau von etwa 95 %, wie im ISO/IEC Guide 98-3: 2008 definiert [Uncertainty of measurement -Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement].

Dieses Zertifikat ist gültig bis 03/2052.

Informative Werte

Element	Massenanteil ¹⁾ in mg/kg	Unsicherheit ²⁾ in mg/kg
Cr	4,7	0,8

1) Der Wert wurde nicht zertifiziert, sondern nur zur Information angegeben, da die Unsicherheit aus dem Zertifizierungsringversuch deutlich größer als erwartet war.

2) Geschätzte erweiterte Unsicherheit U mit einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$, entsprechend einem Vertrauensniveau von etwa 95 %, wie im ISO/IEC Guide 98-3: 2008 definiert [Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement].

Beschreibung des Materials

Das Referenzmaterial ist erhältlich in Form von Zylindern (ca. 40 mm Durchmesser und ca. 30 mm hoch).

Empfohlener Einsatzbereich

Das Referenzmaterial ist zur Erstellung und Überprüfung von Kalibrationen für die Funken-Emissionsspektralanalyse von Proben ähnlicher Zusammensetzung vorgesehen. Die Mindesteinwaage für nasschemische Analysen beträgt 0,2 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 Raumtemperatur zu lagern. Der Transport kann unter normalen Umgebungsbedingungen erfolgen.

Beteiligte Laboratorien

Alfred H Knight International, Prescot, Knowsley, Vereinigtes Königreich
Aurubis AG, Hamburg, Bundesrepublik Deutschland
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Bundesrepublik Deutschland
Diehl Metall Stiftung & Co KG, Röthenbach, Bundesrepublik Deutschland
Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie, Schwäbisch Gmünd, Bundesrepublik Deutschland
Heimerle + Meule GmbH, Pforzheim, Bundesrepublik Deutschland
Inspectorate International Limited, Witham, Vereinigtes Königreich
Institut Glörfeld, Willich, Bundesrepublik Deutschland
KM Europa Metal AG, Osnabrück, Bundesrepublik Deutschland
KME Mansfeld GmbH, Hettstedt, Bundesrepublik Deutschland
Łukasiewicz Research Network – Institute of Non-Ferrous Metals, Gliwice, Polen
Montanwerke Brixlegg, Brixlegg, Österreich
Wieland-Werke AG, Vöhringen, Bundesrepublik Deutschland

Mittelwerte der akzeptierten Datensätze

Zertifizierte Werte
Massenanteil in mg/kg

Wert zur
Information

Lfd. Nr.	Ag	Al	As	Bi	Cd	Co	Fe	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Sn	Te	Ti	Zn	Zr	Cr*
1	---	0,07	---	---	---	---	30,0	1,19	---	---	0,30	---	---	---	1,81	0,36	4,73	0,005	< 0,5	0,05	---
2	13,4	0,26	2,52	3,03	4,54	3,69	31,2	1,27	4,25	5,08	< 1	---	3,56	8,8	1,98	0,39	5,54	0,053	0,53	< 0,1	---
3	14,0	< 0,5	2,54	3,41	4,68	3,78	31,3	1,30	4,27	5,15	< 1	6,24	3,83	8,8	2,37	0,46	5,56	< 0,1	0,63	< 0,1	---
4	14,3	0,59	2,57	3,64	4,69	3,79	31,4	1,35	4,87	5,36	< 2	6,61	4,08	9,4	2,71	0,52	5,61	0,100	0,85	< 0,1	---
5	14,3	< 0,9	2,59	3,67	4,82	3,81	32,3	1,49	5,23	5,46	< 5	6,70	4,13	9,4	2,99	0,55	5,97	0,150	0,97	< 0,1	---
6	14,5	< 1	2,74	3,81	4,83	3,85	32,4	1,52	5,38	5,49	< 5	6,78	4,19	9,5	3,23	0,55	6,05	0,176	< 1	< 0,1	---
7	14,7	< 1	2,79	3,83	4,84	3,86	32,7	1,52	5,99	5,49		7,16		9,6	3,36	0,58	6,25	< 0,35	< 1	0,24	---
8	14,8	1,68	2,87	3,84	5,07	3,95	33,3	1,90	6,10	5,50		7,25		9,8	3,36	0,60	6,41	< 0,5	1,11	---	---
9	15,0	1,70	2,87	3,85	5,09	3,98	33,7	2,03	6,12	5,77		7,30		10,0	3,40	0,63	6,61	< 1	1,26	< 1	---
10	15,1	1,85	3,01	3,95	5,15	4,10	33,8	2,29	6,12	5,79		7,37		10,0	3,47	0,81	7,26	< 1	1,45	< 1	3,34
11	15,4	2,05	3,14	4,46	5,15	4,11	34,2	2,55	6,35	6,00		7,41		10,3	3,48	<1	7,44		1,52		3,75
12	15,6	2,69	3,15		5,16	4,11	35,1	2,82	6,43	6,23		7,47		10,3		<1	---		< 5		4,33
13	15,6	< 5	3,17		5,21	4,23	35,2	---	6,47	6,37		7,58		10,4							4,48
14	15,9		3,23		5,41	4,30	35,8		6,61	6,51		7,77		10,5							4,63
15			3,47		5,63	4,64						7,88									4,66
16						---															5,83
17																					6,33
<i>M</i>	14,8	< 2	2,90	3,75	5,02	4,02	33,0	1,77	5,71	5,71	< 1	7,19	3,96	9,8	2,92	0,55	6,13	< 0,2	1,04	< 0,3	4,67
<i>s_M</i>	0,8		0,30	0,37	0,31	0,26	1,8	0,55	0,83	0,46		0,5	0,27	0,6	0,62	0,13	0,79		0,36		1,00
\bar{s}_i	0,3		0,23	0,20	0,13	0,13	0,7	0,18	0,15	0,27		0,5	0,28	0,5	0,22	0,08	0,24		0,10		0,29

Die durch "---" gekennzeichneten Plätze vertreten Messreihenmittelwerte, die nach einem statistischen Test als Ausreißer erkannt und nicht berücksichtigt wurden. Ein Datensatz umfasst die jeweiligen Einzelwerte eines Laboratoriums (mindestens 2, im Normalfall 6 Einzelwerte). „< - Werte“ wurden bei der Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung nicht berücksichtigt.

*Für Chrom wurden nasschemische Werte nur dann berücksichtigt, wenn Königswasser oder HNO₃/HF (Mikrowelle) oder HF/H₃BO₃/HNO₃ (Mikrowelle) zum Lösen verwendet wurde.

M : Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte (< - Werte wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt)

s_M : Standardabweichung der Messreihenmittelwerte

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

Analysenmethoden

Element	laufende Nummer	Methode
Ag	2, 3, 4, 5, 6, 12	ICP-OES
	7, 8, 9, 10, 11, 13	ICP-MS
	14	GDMS
Al	1, 5, 6, 13	ICP-MS
	2, 4, 7, 8, 9, 11, 12	ICP-OES
	3	GDMS
	10	ETAAS
As	2, 5, 8, 10, 12	ICP-MS
	3, 4, 6, 7, 14, 15	ICP-OES
	9, 11	ETAAS
	13	GDMS
Bi	2, 3, 5, 11	ICP-OES
	4, 6, 7, 8, 9	ICP-MS
	10	GDMS
Cd	2, 5, 6, 8, 11, 14	ICP-MS
	3, 4, 7, 9, 12, 13, 15	ICP-OES
	10	GDMS
Co	2, 4, 5, 6, 8, 14	ICP-OES
	3, 7, 9, 11, 12, 13	ICP-MS
	10	GDMS
	15	ETAAS
Fe	1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 13	ICP-OES
	3, 4, 6, 10, 12	ICP-MS
	14	GDMS
Mg	1, 2, 4, 5, 7, 11	ICP-OES
	3, 6, 8, 9	ICP-MS
	10	ETAAS
	12	GDMS
Mn	2, 4, 5, 8, 9	ICP-MS
	3, 6, 7, 10, 11, 12, 14	ICP-OES
	13	GDMS
Ni	2, 6, 9, 11, 13, 14	ICP-MS
	3, 4, 5, 7, 8, 10	ICP-OES
	12	GDMS
P	1	GDMS
	2, 3, 4, 5, 6	ICP-OES
Pb	3, 13	ETAAS
	4	GDMS
	5, 7, 9, 15	ICP-OES
	6, 8, 10, 11, 12, 14	ICP-MS

Element	laufende Nummer	Methode
S	2	GDMS
	3, 5	Verbrennungsanalyse/IR
	4, 6	ICP-OES
Sb	2, 7, 9, 10, 11, 14	ICP-MS
	3	ETAAS
	4, 5, 6, 8, 13	ICP-OES
	12	GDMS
Se	1, 3, 5, 10	ICP-OES
	2, 6, 9, 11	ICP-MS
	4, 8	ETAAS
	7	GDMS
Sn	1, 3, 4, 5, 7, 8	ICP-MS
	2, 9, 11, 12	ICP-OES
	6	GDMS
	10	ETAAS
Te	1, 2, 11	ICP-OES
	3, 5, 6, 7, 8, 9	ICP-MS
	4	GDMS
	10	ETAAS
Ti	1	GDMS
	2, 6, 7, 8	ICP-MS
	3, 4, 5, 9, 10	ICP-OES
Zn	1, 2, 7, 10	ICP-OES
	3, 4, 6, 9, 11	ICP-MS
	5	GDMS
	8	ETAAS
Zr	1, 6, 7, 8, 10, 11	ICP-OES
	2	GDMS
	3, 4, 5	ICP-MS
Cr	10, 13, 16	ICP-OES (Königswasser)
	11	ICP-OES (HF/H ₃ BO ₃ /HNO ₃ ; MW)
	12, 17	ICP-MS (Königswasser)
	14	GDMS
	15	ICP-OES (HNO ₃ /HF; MW)

Abkürzungen:

ETAAS – Elektrothermische Atomabsorptionsspektrometrie
GDMS – Glimmentladungs-Massenspektrometrie
ICP-OES – Induktiv gekoppeltes Plasma - optische Emissionsspektrometrie
ICP-MS – Induktiv gekoppeltes Plasma - Massenspektrometrie
IR – Infrarotspektrometrie
MW - Mikrowelle

Metrologische Rückführung

Um die Rückführbarkeit der zertifizierten Massenanteile auf das SI (Système International d'Unités) zu gewährleisten, wurde die Kalibrierung mit Standardlösungen, die aus reinen Metallen oder stöchiometrischen Verbindungen hergestellt wurden, oder mit gut überprüften kommerziellen Kalibrierlösungen durchgeführt.

Zertifizierungsbericht

Ein ausführlicher Bericht, der die Zertifizierung des Referenzmaterials BAM-M384c beschreibt, ist auf Anfrage erhältlich oder kann auf der BAM-Webseite heruntergeladen werden (www.bam.de).

Akzeptiert als BAM-ZRM am 15.03.2022

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)



Dr. S. Richter
Zertifizierungskomitee

Dr. S. Recknagel
Projekt-Koordinator

Die BAM ist ein durch die DAkkS nach ISO/IEC 17034 akkreditierter Referenzmaterialhersteller. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-RM-11075-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang. Die DAkkS ist Unterzeichnerin des Multilateralen Abkommens von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung.



Verkauf dieses Referenzmaterials:

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

Telefon: +49 30 8104 2061
Fax: +49 30 8104 72061

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