

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

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

## Zertifiziertes Referenzmaterial

### BAM-M386a

Reinkupfer

#### Zertifizierte Werte

Element	Massenanteil <sup>1)</sup> in mg/kg	Unsicherheit <sup>2)</sup> in mg/kg
Ag	44,2	1,4
Al	26,9	2,3
As	20,8	0,8
Bi	9,5	0,5
Cd	5,4	0,5
Co	4,9	0,3
Cr	11,5	0,9
Fe	59,3	1,3
Mg	76,7	2,8
Mn	11,1	0,6
Ni	21,1	1,1
P	6,5	0,7
Pb	19,8	1,1
S	15,9	1,8
Sb	25,2	1,8
Se	9,7	0,9
Sn	21,6	0,9
Te	31,1	1,3
Ti	34,7	1,4
Zn	36,7	1,5

<sup>1)</sup> Mittelwert der akzeptierten Messreihenmittelwerte (gebildet aus mind. 4, im Normalfall 6 Einzelwerten), wobei die Datensätze entweder von unterschiedlichen Laboratorien stammen oder mit unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden.

<sup>2)</sup> 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 12/2050.

## Informative Werte

Element	Massenanteil <sup>1)</sup> in mg/kg	Unsicherheit <sup>2)</sup> in mg/kg
Si	12	4

<sup>1)</sup> 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 keine Daten aus dem Homogenitätstest vorlagen.

<sup>2)</sup> Geschätzte erweiterte Unsicherheit U mit einem Erweiterungsfaktor von  $k = 2$ , entsprechend einem Vertrauens-niveau 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 (GUM:1995)].

### 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 Röntgenfluoreszenz und Funken-Emissionsspektalanalyse 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 hat unter normalen Umgebungsbedingungen zu erfolgen.

### Beteiligte Laboratorien

Alfred H Knight International, Prescott, 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  
Montanwerke Brixlegg, Brixlegg, Österreich

## Mittelwerte der akzeptierten Datensätze

Zertifizierte Werte  
Massenanteil in mg/kg

informative Werte  
Massenanteil in mg/kg

Line No.	Ag	Al	As	Bi	Cd	Co	Cr	Fe	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sb	Se	Sn	Te	Ti	Zn	<i>Si</i>
1	---	24,4	19,1	---	5,14	4,58	10,9	---	70,4	10,4	---	5,7	17,7	12,7	---	---	19,4	30,3	---	---	9,4
2	41,0	25,4	19,5	---	5,19	4,60	10,9	57,0	74,0	10,6	20,4	5,9	18,5	14,7	21,7	---	20,5	30,5	32,3	35,2	10,7
3	42,0	26,5	19,9	9,19	5,20	4,73	11,0	57,8	74,1	10,7	20,6	6,0	18,6	15,7	21,7	7,9	21,2	30,6	32,9	35,7	12,6
4	42,7	26,9	20,6	9,18	5,27	4,74	11,2	58,5	74,3	10,7	20,7	6,4	19,1	16,6	24,1	9,0	21,5	30,9	34,2	35,8	14,8
5	43,8	27,2	20,7	9,32	5,30	4,81	11,3	58,6	74,3	10,8	20,7	6,6	19,8	16,8	25,3	9,3	21,6	31,0	34,4	36,3	
6	43,9	27,2	20,7	9,41	5,36	4,87	11,3	58,7	75,6	11,0	20,9	7,5	20,0	18,8	25,9	9,8	21,9	31,1	34,9	36,5	
7	44,5	27,7	20,8	9,53	5,41	4,89	11,5	59,2	77,2	11,0	20,9	7,7	20,1		26,0	10,2	22,0	31,1	35,0	37,1	
8	44,7	28,1	21,0	9,83	5,41	4,94	11,5	59,6	77,6	11,2	21,3		20,5		27,1	10,3	22,1	31,3	35,6	37,6	
9	45,2	28,9	21,1	10,15	5,45	4,96	11,6	59,9	77,6	11,5	21,6		20,7		27,5	10,4	22,7	---	36,4	37,9	
10	45,8	---	21,6		5,50	4,99	11,7	61,3	77,7	11,5	21,9		20,8		27,8	10,6	22,9	33,2	37,1	38,3	
11	48,0		23,7		5,56	5,22	12,0	62,1	83,3	11,7	21,9		20,9				---			---	
12			---		5,58	5,45	12,4		84,0	12,0	---		21,2								
13					5,70	---	12,4														
<i>M</i>	44,2	26,9	20,8	9,52	5,39	4,90	11,5	59,3	76,7	11,1	21,1	6,5	19,8	15,9	25,2	9,7	21,6	31,1	34,7	36,7	11,9
<i>s<sub>M</sub></i>	2,0	1,4	1,3	0,36	0,17	0,25	0,6	1,6	3,9	0,5	0,6	0,8	1,1	2,1	2,3	1,0	1,1	0,9	1,6	1,1	2,4
$\bar{s}_i$	0,9	1,0	0,7	0,32	0,10	0,15	0,2	0,6	1,2	0,3	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	1,3	1,0	0,8	0,4

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 4, im Normalfall 6 Einzelwerte)

*M* : Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte

*s<sub>M</sub>* : Standardabweichung der Messreihenmittelwerte

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

## Analysenmethoden

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

<b>Element</b>	<b>laufende Nummer</b>	<b>Methode</b>
Pb	1, 2, 5, 6, 10	ICP-OES
	3, 7, 8, 9, 11	ICP-MS
	4	GDMS
	12	ETAAS
S	1, 2, 3	ICP-OES
	4, 6	Verbrennungsanalyse/IR
	5	GDMS
Sb	2, 5, 9	ICP-OES
	3, 4, 6, 8, 10	ICP-MS
	7	GDMS
Se	3, 4, 7, 9	ICP-MS
	5, 6	ICP-OES
	8	GDMS
	10	ETAAS
Sn	1, 2, 3, 9	ICP-OES
	4, 5, 7, 8, 10	ICP-MS
	6	GDMS
Te	1, 4, 5, 8, 10	ICP-MS
	2	GDMS
	3, 6, 7	ICP-OES
Ti	2	GDMS
	3, 5, 7	ICP-MS
	4, 6, 8, 9, 10	ICP-OES
Zn	2, 4, 6, 10	ICP-MS
	3, 7, 8, 9	ICP-OES
	5	GDMS
<i>Si</i>	1, 3, 4	<i>ICP-OES</i>
	2	<i>GDMS</i>

**Abkürzungen:** ETAAS – Elektrothermische Atomabsorptionsspektrometrie  
GDMS – Glimmentladungs-Massenspektrometrie  
ICP-OES – Induktiv gekoppeltes Plasma - optische Emissionsspektrometrie  
ICP-MS – Induktiv gekoppeltes Plasma - Massenspektrometrie  
IR – Infrarotspektrometrie

### **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 rückführbaren kommerziellen Kalibrierlösungen durchgeführt.

## Zertifizierungsbericht

Ein ausführlicher Bericht, der die Zertifizierung des Referenzmaterials BAM-M386a beschreibt, ist auf Anfrage erhältlich oder kann auf der BAM-Webseite heruntergeladen werden ([www.bam.de](http://www.bam.de)).

**Akzeptiert als BAM-ZRM am 13.01.2021**

**Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)**



Dr. S. Richter  
Zertifizierungskomitee

Dr. S. Recknagel  
Projekt-Koordinator

Die BAM ist ein durch die DAkkS nach ISO 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](mailto:sales.crm@bam.de)  
Internet: [www.webshop.bam.de](http://www.webshop.bam.de)