**ausverkauft / out of stock**

# Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

in Zusammenarbeit mit dem Chemikerausschuß der GDMB
Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik

## Referenzmaterial

## BAM-M382
## Reinkupfer

Zertifizierte Gehalte

| Element | Massenanteil in µg/g | Unsicherheit * in µg/g |
|---|---|---|
| Ag | 1,8 | ± 0,2 |
| Al | < 2,5 | |
| Bi | 0,53 | ± 0,03 |
| Cd | 0,90 | ± 0,09 |
| Co | 0,73 | ± 0,07 |
| Cr | 0,56 | ± 0,06 |
| Fe | 6,0 | ± 0,4 |
| Mn | 0,76 | ± 0,06 |
| Ni | 1,7 | ± 0,2 |
| Pb | 1,0 | ± 0,2 |
| Sb | 0,7 | ± 0,2 |
| Se | 0,6 | ± 0,1 |
| Si | < 6 | |
| Sn | 4,29 | ± 0,21 |
| Te | 0,61 | ± 0,06 |
| Zn | 6,0 | ± 0,5 |
| Zr | < 3 | |

Richtwerte

| Element | Massenanteil in µg/g | Unsicherheit * in µg/g |
|---|---|---|
| As | 0,6 | ± 0,2 |
| Mg | 1,4 | ± 0,3 |
| S | 3,2 | ± 1,4 |
| Ti | 0,6 | ± 0,2 |

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

Das vorrangig für die Röntgenfluoreszenz- und Emissionsspektralanalyse vorgesehene Referenzmaterial ist erhältlich in Form von Zylindern mit 3 cm Höhe und einem Durchmesser von 4 cm.

Ausgabedatum: März 2006

# Messreihenmittelwerte für ein Analysenverfahren in einem Laboratorium

**Massenanteile in µg/g**

**Zertifizierte Gehalte** **Richtwerte**

| Lfd.Nr. | Ag | Al | Bi | Cd | Co | Cr | Fe | Mn | Ni | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Te | Zn | Zr | *As* | *Mg* | *S* | *Ti* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 0,95 | 0,19 | 0,48 | 0,74 | 0,59 | 0,413 | 4,51 | 0,592 | 1,286 | 0,512 | 0,461 | --- | 0,34 | 3,82 | 0,470 | --- | 0,05 | *0,432* | *1,0* | *0,447* | *0,255* |
| **2** | 1,32 | 0,51 | 0,49 | 0,75 | 0,638 | 0,49 | 5,00 | 0,656 | 1,405 | 0,719 | 0,542 | 0,462 | 1,0 | 3,93 | 0,573 | --- | 0,22 | *0,437* | *1,098* | *< 1,35* | *0,385* |
| **3** | 1,40 | 1,3 | 0,51 | 0,76 | 0,66 | 0,502 | 5,15 | 0,710 | 1,447 | 0,823 | 0,577 | 0,540 | 1,35 | 4,145 | 0,586 | 5,21 | 0,8 | *0,445* | *1,20* | *2,20* | *0,480* |
| **4** | 1,57 | 1,42 | 0,53 | 0,816 | 0,67 | 0,52 | 5,70 | 0,72 | 1,50 | 0,927 | 0,593 | 0,552 | 2,52 | 4,195 | 0,608 | 5,45 | 0,95 | *0,517* | *1,25* | *3,477* | *0,658* |
| **5** | 1,76 | 1,96 | 0,54 | 0,83 | 0,70 | 0,530 | 5,85 | 0,725 | 1,554 | 0,970 | 0,602 | 0,56 | 4,90 | 4,20 | 0,660 | 5,97 | 1,13 | *0,541* | *1,45* | *3,598* | *0,68* |
| **6** | 1,86 | | 0,54 | 0,875 | 0,72 | 0,530 | 5,91 | 0,752 | 1,598 | 1,005 | 0,634 | 0,574 | | 4,238 | 0,663 | 5,99 | 1,68 | *< 0,63* | *1,51* | *3,679* | *0,68* |
| **7** | 1,86 | | 0,57 | 0,882 | 0,73 | 0,54 | 6,22 | 0,760 | 1,630 | 1,038 | 0,643 | 0,616 | | 4,27 | 0,678 | 6,11 | 1,98 | *0,657* | *1,59* | *3,72* | *0,780* |
| **8** | 1,89 | | 0,58 | 0,94 | 0,81 | 0,570 | 6,30 | 0,762 | 1,722 | 1,10 | 0,657 | 0,73 | | 4,423 | --- | 6,22 | 2,33 | *0,73* | *1,71* | *5,198* | *< 1* |
| **9** | 1,91 | | --- | 0,960 | 0,85 | 0,620 | 6,38 | 0,775 | 1,770 | 1,192 | 0,818 | | | 4,522 | | 6,37 | 2,73 | *0,80* | *2,02* | | |
| **10** | 1,93 | | | 1 | 0,90 | 0,638 | 6,42 | 0,80 | 1,813 | 1,3 | 0,93 | | | 4,53 | | 6,84 | --- | | | | |
| **11** | 1,96 | | | 1,08 | | 0,682 | 6,48 | 0,833 | 1,82 | 1,352 | 0,98 | | | 4,90 | | | --- | | | | |
| **12** | 2,00 | | | 1,13 | | 0,686 | 6,55 | 0,90 | 2,12 | 1,494 | 1,02 | | | --- | | | | | | | |
| **13** | 2,02 | | | --- | | | 6,59 | 0,905 | 2,24 | | | | | | | | | | | | |
| **14** | 2,13 | | | | | | 6,63 | | | | | | | | | | | | | | |
| **15** | 2,38 | | | | | | 6,63 | | | | | | | | | | | | | | |
| **16** | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **M :** | 1,80 | < 2,5 | 0,528 | 0,90 | 0,725 | 0,56 | 5,98 | 0,76 | 1,68 | 1,039 | 0,71 | 0,58 | < 6 | 4,29 | 0,61 | 6,02 | < 3 | | | | |
| **$s_M$:** | 0,356 | | 0,036 | 0,128 | 0,098 | 0,082 | 0,668 | 0,088 | 0,273 | 0,280 | 0,185 | 0,083 | | 0,299 | 0,070 | 0,510 | | | | | |
| **$\overline{s}_i$:** | 0,142 | | 0,042 | 0,036 | 0,040 | 0,073 | 0,319 | 0,038 | 0,172 | 0,127 | 0,070 | 0,052 | | 0,167 | 0,036 | 0,378 | | | | | |

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 4, im Normalfall 6 Einzelwerte)

*Phosphor wurde von 3 Labors bestimmt (0,24; 0,60; < 0,54 µg/g).*

M: Arithmetisches Mittel der Messreihenmittelwerte
$s_M$: Standardabweichung der Messreihenmittelwerte
$\overline{s}_i$: Arithmetisches Mittel der Messreihenstandardabweichungen unter Wiederholbedingungen

## Analysenmethoden

| Element | Lfd. Nr. | |
|---|---|---|
| Ag | 1, 2, 8, 10 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 3, 12, 14 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 4 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| | 5 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| | 6 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 9 | Bogenspektroskopie |
| | 11 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| | 13 | Funkenspektroskopie |
| | 15 | Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse (SY-RFA) |
| Al | 1, 5 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2, 3, 4 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| As | 1, 4 | Funkenspektroskopie |
| | 2 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 3 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 5 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 6 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 7, 9 | Bogenspektroskopie |
| | 8 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| Bi | 1, 5, 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2, 4 | Funkenspektroskopie |
| | 3, 8 | Bogenspektroskopie |
| | 6 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| Cd | 1, 5, 12 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 2 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 3, 8, 11 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 4, 9 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 6, 7, 10 | Funkenspektroskopie |
| Co | 1 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 2, 3, 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 4, 9 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 5 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| | 6 | Funkenspektroskopie |
| | 8 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 10 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| Cr | 1 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 2, 12 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 3 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 4, 7, 10 | Funkenspektroskopie |
| | 5, 8, 9 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 6 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| | 11 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |

| Element | Lfd. Nr. | |
|---|---|---|
| Fe | 1, 2, 5, 6 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 3 | Atomabsorptionsspektrometrie (ET AAS) |
| | 4, 13 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 8 | Bogenspektroskopie |
| | 9 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| | 10, 11, 14 | Funkenspektroskopie |
| | 12 | Photometrie |
| Mg | 1, 2, 3, 6 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 4, 8 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 5, 7, 9 | Funkenspektroskopie |
| Mn | 1, 2, 9 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 3, 6, 7, 13 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 4 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| | 5 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 8 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 10, 11, 12 | Funkenspektroskopie |
| Ni | 1, 9, 13 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2, 6 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 3 | Bogenspektroskopie |
| | 4, 7, 11 | Funkenspektroskopie |
| | 5, 10 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 8 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 12 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| Pb | 1, 5, 12 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2, 6 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 3 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 4 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 7, 8 | Bogenspektroskopie |
| | 9, 10 | Funkenspektroskopie |
| | 11 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| S | 1, 7 | Funkenspektroskopie |
| | 2 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 3 | Verbrennung mit anschließender IR-Detektion |
| | 4 | Titration |
| | 5, 6 | Photometrie |
| | 8 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| Sb | 1, 5 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 2 | Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse (SY-RFA) |
| | 3 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 4, 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 6 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| | 8 | Photometrie |
| | 9, 11 | Bogenspektroskopie |
| | 10 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| | 12 | Funkenspektroskopie |

| Element | Lfd. Nr. | |
|---|---|---|
| Se | 2, 3 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 4 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 5, 7, 8 | Funkenspektroskopie |
| | 6 | Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) |
| Si | 1, 2, 3 | Funkenspektroskopie |
| | 4 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| | 5 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| Sn | 1, 9 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2 | Bogenspektroskopie |
| | 3, 4, 7 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 5 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |
| | 6 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 8 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 10, 11 | Funkenspektroskopie |
| Te | 1, 5 | Atomabsorptionspektrometrie (ET AAS) |
| | 2, 6, 8 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 3 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 4 | Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse (SY-RFA) |
| | 7 | Bogenspektroskopie |
| Ti | 1, 3, 4 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 2, 7, 8 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 5, 6 | Funkenspektroskopie |
| Zn | 3 | Glow Discharge Emissionsspektrometrie (GD OES) |
| | 4, 10 | Funkenspektroskopie |
| | 5, 8, 9 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 6 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach Laserablation |
| | 7 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| Zr | 1, 6 | Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) |
| | 2, 3, 4 | Plasma-Emissionsspektrometrie (ICP OES) |
| | 5, 8, 9 | Funkenspektroskopie |
| | 7 | Photonenaktivierungsanalyse (PAA) |

**Beteiligte Laboratorien**

- Boliden Mineral AB, Boliden (Schweden)
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
  - Labor I.11 (Metallanalytik)
  - Labor I.43 (Aktivierungsanalyse, Gasanalytik)
  - Projektgruppe I.1902
- Copper Refineries Pty. Ltd, Xstrata Copper, Brisbane (Australien)
- Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach a. d. Pegnitz
- Institut für Kernchemie, Universität Mainz
- Institut für NE-Metallurgie und Reinststoffe, TU Bergakademie Freiberg
- KM Europa Metal AG, Osnabrück
- Korrosions- och Metallforskningsinstitutet AB (KIMAB), Stockholm (Schweden)
- LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach
- Montanwerke Brixlegg AG, Brixlegg (Österreich)
- Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg
- Outukumpu Poricopper Oy, Pori (Finnland)
- Ridsdale & Co. Ltd., Middlesbrough (Großbritannien)
- Tréfimétaux SA, Sérifontaine (Frankreich)
- Umicore, Olen (Belgien)
- Wieland-Werke AG, Ulm


BAM Berlin
Abteilung I
Analytische Chemie;
Referenzmaterialien

Prof. Dr. U. Panne
(Abteilungsleiter)

BAM Berlin
Fachgruppe I.1
Anorganisch-chemische Analytik;
Referenzmaterialien

Dr. R. Matschat
(Fachgruppenleiter)


Berlin,

Probenvertrieb durch die


Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Richard-Willstätter-Straße 11
12489 Berlin

Telefon: 030 8104 2061
Telefax: 030 8104 1117
Email: sales.crm@bam.de

ausverkauft / out of stock

# Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

in co-operation with the Committee of Chemists of the GDMB
Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik

## Certified Reference Material

## BAM-M382
## Pure Copper

Certified values

| Element | Mass fraction in µg/g | Uncertainty * in µg/g |
|---|---|---|
| Ag | 1,8 | ± 0,2 |
| Al | < 2,5 | |
| Bi | 0,53 | ± 0,03 |
| Cd | 0,90 | ± 0,09 |
| Co | 0,73 | ± 0,07 |
| Cr | 0,56 | ± 0,06 |
| Fe | 6,0 | ± 0,4 |
| Mn | 0,76 | ± 0,06 |
| Ni | 1,7 | ± 0,2 |
| Pb | 1,0 | ± 0,2 |
| Sb | 0,7 | ± 0,2 |
| Se | 0,6 | ± 0,1 |
| Si | < 6 | |
| Sn | 4,29 | ± 0,21 |
| Te | 0,61 | ± 0,06 |
| Zn | 6,0 | ± 0,5 |
| Zr | < 3 | |

Indicatory values

| Element | Mass fraction in µg/g | Uncertainty * in µg/g |
|---|---|---|
| As | 0,6 | ± 0,2 |
| Mg | 1,4 | ± 0,3 |
| S | 3,2 | ± 1,4 |
| Ti | 0,6 | ± 0,2 |

*Half-width of the confidence interval of the certified value at a level of confidence of 95%, calculated from the standard deviation of mean of laboratory means

BAM-M382 is intended for calibration, recalibration and checking of X-ray fluorescence and spark emission spectrometers. The reference material is available in cylindrical form (diameter: 4 cm, height: 3 cm).

Date of issue: March 2006

## Means of accepted data sets

(for one method at one laboratory, respectively)

**Mass fraction in µg/g**

**Certified values** **Indicatory values**

| Line no. | Ag | Al | Bi | Cd | Co | Cr | Fe | Mn | Ni | Pb | Sb | Se | Si | Sn | Te | Zn | Zr | *As* | *Mg* | *S* | *Ti* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 0,95 | 0,19 | 0,48 | 0,74 | 0,59 | 0,413 | 4,51 | 0,592 | 1,286 | 0,512 | 0,461 | --- | 0,34 | 3,82 | 0,470 | --- | 0,05 | *0,432* | *1,0* | *0,447* | *0,255* |
| **2** | 1,32 | 0,51 | 0,49 | 0,75 | 0,638 | 0,49 | 5,00 | 0,656 | 1,405 | 0,719 | 0,542 | 0,462 | 1,0 | 3,93 | 0,573 | --- | 0,22 | *0,437* | *1,098* | *< 1,35* | *0,385* |
| **3** | 1,40 | 1,3 | 0,51 | 0,76 | 0,66 | 0,502 | 5,15 | 0,710 | 1,447 | 0,823 | 0,577 | 0,540 | 1,35 | 4,145 | 0,586 | 5,21 | 0,8 | *0,445* | *1,20* | *2,20* | *0,480* |
| **4** | 1,57 | 1,42 | 0,53 | 0,816 | 0,67 | 0,52 | 5,70 | 0,72 | 1,50 | 0,927 | 0,593 | 0,552 | 2,52 | 4,195 | 0,608 | 5,45 | 0,95 | *0,517* | *1,25* | *3,477* | *0,658* |
| **5** | 1,76 | 1,96 | 0,54 | 0,83 | 0,70 | 0,530 | 5,85 | 0,725 | 1,554 | 0,970 | 0,602 | 0,56 | 4,90 | 4,20 | 0,660 | 5,97 | 1,13 | *0,541* | *1,45* | *3,598* | *0,68* |
| **6** | 1,86 | | 0,54 | 0,875 | 0,72 | 0,530 | 5,91 | 0,752 | 1,598 | 1,005 | 0,634 | 0,574 | | 4,238 | 0,663 | 5,99 | 1,68 | *< 0,63* | *1,51* | *3,679* | *0,68* |
| **7** | 1,86 | | 0,57 | 0,882 | 0,73 | 0,54 | 6,22 | 0,760 | 1,630 | 1,038 | 0,643 | 0,616 | | 4,27 | 0,678 | 6,11 | 1,98 | *0,657* | *1,59* | *3,72* | *0,780* |
| **8** | 1,89 | | 0,58 | 0,94 | 0,81 | 0,570 | 6,30 | 0,762 | 1,722 | 1,10 | 0,657 | 0,73 | | 4,423 | --- | 6,22 | 2,33 | *0,73* | *1,71* | *5,198* | *< 1* |
| **9** | 1,91 | | --- | 0,960 | 0,85 | 0,620 | 6,38 | 0,775 | 1,770 | 1,192 | 0,818 | | | 4,522 | | 6,37 | 2,73 | *0,80* | *2,02* | | |
| **10** | 1,93 | | | 1 | 0,90 | 0,638 | 6,42 | 0,80 | 1,813 | 1,3 | 0,93 | | | 4,53 | | 6,84 | --- | | | | |
| **11** | 1,96 | | | 1,08 | | 0,682 | 6,48 | 0,833 | 1,82 | 1,352 | 0,98 | | | 4,90 | | | --- | | | | |
| **12** | 2,00 | | | 1,13 | | 0,686 | 6,55 | 0,90 | 2,12 | 1,494 | 1,02 | | | --- | | | | | | | |
| **13** | 2,02 | | | --- | | | 6,59 | 0,905 | 2,24 | | | | | | | | | | | | |
| **14** | 2,13 | | | | | | 6,63 | | | | | | | | | | | | | | |
| **15** | 2,38 | | | | | | 6,63 | | | | | | | | | | | | | | |
| **16** | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **M :** | 1,80 | < 2,5 | 0,528 | 0,90 | 0,725 | 0,56 | 5,98 | 0,76 | 1,68 | 1,039 | 0,71 | 0,58 | < 6 | 4,29 | 0,61 | 6,02 | < 3 | | | | |
| **$s_M$:** | 0,356 | | 0,036 | 0,128 | 0,098 | 0,082 | 0,668 | 0,088 | 0,273 | 0,280 | 0,185 | 0,083 | | 0,299 | 0,070 | 0,510 | | | | | |
| **$\bar{s}_i$:** | 0,142 | | 0,042 | 0,036 | 0,040 | 0,073 | 0,319 | 0,038 | 0,172 | 0,127 | 0,070 | 0,052 | | 0,167 | 0,036 | 0,378 | | | | | |

The laboratory mean values have been examined statistically to eliminate outlying values. Where ” --- ” appears in the table it indicates that an outlying value has been omitted. A data set consists of at least 4 but usually 6 single values of one laboratory.

*Phosphorus was determined by three laboratories (0,24; 0,60; < 0,54 µg/g).*

M: mean of means of data sets

$s_M$: standard deviation of means of data sets

$\bar{s}_i$: mean of standard deviations of data sets in case of repeatability

## Analytical Methods

| Element | Line no. | |
|---|---|---|
| Ag | 1, 2, 8, 10 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 3, 12, 14 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 4 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| | 5 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| | 6 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 7 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 9 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 11 | Neutron Activation Analysis |
| | 13 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 15 | Synchrotron X-ray fluorescence analysis |
| Al | 1, 5 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 3, 4 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| As | 1, 4 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 2 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 3 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 5 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 6 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 7, 9 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 8 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| Bi | 1, 5, 7 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 3, 8 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 6 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| Cd | 1, 5, 12 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 2 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 3, 8, 11 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 4, 9 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 6, 7, 10 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| Co | 1 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 3, 7 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 4, 9 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 5 | Neutron Activation Analysis |
| | 6 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 8 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 10 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| Cr | 1 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 12 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 3 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 4, 7, 10 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 5, 8, 9 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 6 | Neutron Activation Analysis |
| | 11 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| Fe | 1, 2, 5, 6 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 3 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 4, 13 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 7 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 8 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 9 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| | 10, 11, 14 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 12 | Photometry |

| Element | Line no. | |
|---|---|---|
| Mg | 1, 2, 3, 6 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 4, 8 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 5, 7, 9 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| Mn | 1, 2, 9 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 3, 6, 7, 13 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 4 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| | 5 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 8 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 10, 11, 12 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| Ni | 1, 9, 13 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 6 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 3 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 4, 7, 11 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 5, 10 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 8 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 12 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| Pb | 1, 5, 12 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 6 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 3 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 4 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 7, 8 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 9, 10 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 11 | Neutron Activation Analysis |
| S | 1, 7 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 2 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 3 | Carrier gas hot extraction with IR-detection (gas calibration) |
| | 4 | Titration |
| | 5, 6 | Photometry |
| | 8 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| Sb | 1, 5 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 2 | Synchrotron X-ray fluorescence analysis |
| | 3 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 4, 7 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 6 | Neutron Activation Analysis |
| | 8 | Photometry |
| | 9, 11 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 10 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| | 12 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| Se | 2, 3 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 4 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 5, 7, 8 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 6 | Neutron Activation Analysis |
| Si | 1, 2, 3 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 4 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| | 5 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| Sn | 1, 9 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| | 3, 4, 7 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 5 | Activation Analysis with High-Energy Photons |
| | 6 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 8 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 10, 11 | Spark Optical Emission Spectrometry |

| Element | Line no. | |
|---|---|---|
| Te | 1, 5 | Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry |
| | 2, 6, 8 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 3 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 4 | Synchrotron X-ray fluorescence analysis |
| | 7 | Globule Arc Optical Emission Spectrometry |
| Ti | 1, 3, 4 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 2, 7, 8 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 5, 6 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| Zn | 3 | Glow Discharge Optical Emission Spectrometry |
| | 4, 10 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 5, 8, 9 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 6 | Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 7 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| Zr | 1, 6 | Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry |
| | 2, 3, 4 | Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry |
| | 5, 8, 9 | Spark Optical Emission Spectrometry |
| | 7 | Activation Analysis with High-Energy Photons |

## Participating Laboratories

- Boliden Mineral AB, Boliden, Sweden
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Germany
  - Laboratory I.11 (Metal Analysis)
  - Laboratory I.43 (Activation Analysis, Gas Analysis)
  - Project Group I.1902
- Copper Refineries Pty. Ltd, Xstrata Copper, Brisbane, Australia
- Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach a. d. Pegnitz, Germany
- Institut für Kernchemie, University of Mainz, Germany
- Institut für NE-Metallurgie und Reinststoffe, TU Bergakademie Freiberg, Germany
- Korrosions- och Metallforskningsinstitutet AB (KIMAB), Stockholm, Sweden
- KM Europa Metal AG, Osnabrück, Germany
- LECO Instrumente GmbH, Mönchengladbach, Germany
- Montanwerke Brixlegg AG, Brixlegg, Austria
- Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg, Germany
- Outukumpu Poricopper Oy, Pori, Finland
- Ridsdale & Co. Ltd., Middlesbrough, UK
- Tréfimétaux SA, Sérifontaine, France
- Umicore, Olen, Belgium
- Wieland-Werke AG, Ulm, Germany

BAM Berlin
Department I
Analytical Chemistry;
Reference Materials

BAM Berlin
Division I.1
Inorganic-chemical Analysis;
Reference Materials

Prof. Dr. U. Panne
(Head of Department)

Dr. R. Matschat
(Head of Division)

Berlin,

Sale:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Richard-Willstätter-Straße 11
12489 Berlin

Phone: ++49 30 - 8104 2061
Fax: ++49 30 - 8104 1117
Email: sales.crm@bam.de