BERICHT

zur
Charakterisierung der Elementspurengehalte in vier Reinkupferproben

Kalibriersatz BAM-M381 – M386
Teil 2

März 2006

Koordinator: Dr. Sebastian Recknagel, Dr. Britta Lange, Dr. Silke Richter
Autor: Dr. Britta Lange
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Richard-Willstätter-Straße 11
D - 12489 Berlin
Tel.: 030/8104 1111
030/8104 5526
Fax.: 030/8104 1117

AG 0103- I.11-0019 „Metallanalytik, Metallreferenzmaterialien“

Zusammenfassung

Der Teilbericht beschreibt die Herstellung und Charakterisierung (Zertifizierungsringversuch) von vier Reinkupferproben mit der Bezeichnung BAM-M381 bis BAM-M384.
Diese Referenzmaterialien sind Bestandteil eines sechs Proben umfassenden Sets und sind hauptsächlich vorgesehen als Analysenkontroll-, Kalibrier- bzw. Rekalibrierprobe für die Röntgenfluoreszenz- und Emissionsspektralanalyse mit Funken- oder Bogenanregung. Sie sind einzeln in Form von ca. 3 cm hohen Zylindern mit einem Durchmesser von etwa 4 cm erhältlich.

Dieser Teilbericht ergänzt den im August 2003 erschienenen Zertifizierungsbericht [1] der ZRM BAM-M385 und BAM-M386 und beschreibt nur die für die Reinkupferproben BAM-M381 - M384 relevanten Fakten.
Die folgenden Tabellen zeigen die im Zertifikat angegebenen Gehalte und deren Unsicherheiten in µg/g. Werte in Klammern stellen Richtwerte dar.

BAM-M381

Folgende Massenanteile und Unsicherheiten wurden für **BAM-M381** zertifiziert:

Element	**Massenanteil in µg/g**	**Unsicherheit* in µg/g**
Ag	< 1	
As	< 0,5	
Bi	< 0,3	
Cd	< 0,4	
Co	< 0,3	
Cr	< 0,4	
Fe	3,3	± 0,2
Mg	< 0,6	
Mn	0,22	± 0,03
Ni	0,7	± 0,2
Pb	0,59	± 0,07
Sb	< 1	
Sn	3,86	± 0,25
Zn	5,3	± 0,3
Zr	< 6	

Folgende Massenanteile werden als nicht zertifizierte Massenanteile (Richtwerte) angegeben:

Element	**Massenanteil in µg/g**	**Unsicherheit* in µg/g**
Al	< 1	
S	3,2	± 1,3
Se	< 1	
Si	< 3	
Te	< 0,3	
Ti	< 0,3	

BAM-M382

Folgende Massenanteile und Unsicherheiten wurden für **BAM-M382** zertifiziert:

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	

Folgende Massenanteile werden als nicht zertifizierte Massenanteile (Richtwerte) angegeben:

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

BAM-M383

Folgende Massenanteile und Unsicherheiten wurden für **BAM-M383** zertifiziert:

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Ag	4,70	± 0,20
As	1,93	± 0,15
Bi	1,02	± 0,09
Cd	1,48	± 0,15
Co	1,37	± 0,05
Cr	1,03	± 0,09
Fe	10,9	± 0,5
Mg	2,37	± 0,29
Mn	1,24	± 0,05
Ni	3,59	± 0,21
Pb	1,31	± 0,20
Sb	1,44	± 0,17
Sn	4,7	± 0,6
Te	1,40	± 0,16
Ti	1,56	± 0,16

Folgende Massenanteile werden als nicht zertifizierte Massenanteile (Richtwerte) angegeben:

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Al	2,3	± 0,6
S	2,8	± 1,4
Se	1,16	± 0,19
Si	< 10	
Zn	7,8	± 0,4
Zr	< 9	

BAM-M384

Folgende Massenanteile und Unsicherheiten wurden für **BAM-M384** zertifiziert:

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Ag	10,3	± 0,4
Al	13,0	± 0,8
As	5,0	± 0,4
Bi	3,34	± 0,22
Cd	3,95	± 0,09
Co	3,88	± 0,16
Cr	6,53	± 0,21
Fe	32,8	± 1,9
Mg	14,6	± 0,5
Mn	6,88	± 0,15
Ni	5,7	± 0,4
Pb	5,7	± 0,5
Sb	12,0	± 0,4
Se	4,24	± 0,19
Te	7,0	± 0,5

Folgende Massenanteile werden als nicht zertifizierte Massenanteile angegeben:

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
S	4,1	± 1,0
Si	5,0	± 0,7
Sn	10,2	± 0,9
Ti	2,10	± 0,23
Zn	12,7	± 2,1
Zr	< 9	

*Die Unsicherheit ist die halbe Breite des Vertrauensintervalls bei einem Signifikanzniveau von 5%, ermittelt aus den Standardabweichungen der Messreihenmittelwerte.

Details zur Herstellung des Referenzmaterials und zur Prüfung der Homogenität sind im Zertifizierungsbericht BAM-M385 und BAM-M386 [1] beschrieben. Der Bericht und alle Zertifikate sind u.a. im Internet unter www.bam.de zu finden. Die verwendeten analytischen Methoden sind im nachfolgenden Bericht aufgeführt. Am Zertifizierungsringversuch beteiligten sich insgesamt 16 Laboratorien.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	8
2.	Beteiligte Laboratorien	8
3.	Zertifizierung	9
3.1	Verwendete Abkürzungen	9
3.2	Kalibrierung	9
3.3	Kurzbeschreibung der Analysenverfahren	10
3.4	Analysenergebnisse und statistische Betrachtung	21
4.	Hinweise für den Benutzer	26
5.	Literatur	26
6.	Information und Probenvertrieb	26
Anhang		27
Darstellung der Laboreinzelwerte		
BAM-M381		Abbildungen 1 – 20
BAM-M382		Abbildungen 21 – 41
BAM-M383		Abbildungen 42 – 62
BAM-M384		Abbildungen 63 – 83

1. Einleitung

Zur Qualitätssicherung bei der Analytik in der metallverarbeitenden Industrie, vorrangig für die Röntgenfluoreszenz- und Emissionsspektralanalyse mit Funken- oder Bogenanregung, wurde ein 6 Proben umfassendes Reinkupfer-Kalibrierset mit abgestuften Gehalten an Elementspuren hergestellt. Die hier beschriebenen Referenzmaterialien BAM-M381 bis BAM-M384 sind Bestandteil dieses Sets.
Informationen zu den Zielvorgaben, zum Anwendungsbereich und zur Herstellung der Referenzmaterialien (Probenpräparation, Homogenitätsuntersuchungen) sind ausführlich im Zertifizierungsbericht für BAM-M385 und BAM-M386 [1] dargestellt und dort nachzulesen.
Grundlage der Zertifizierung sind die entsprechenden ISO-Guides sowie weitere Richtlinien der BAM [2 – 6].

2. Beteiligte Laboratorien

Herstellung des Materials:

- Umicore, Olen, Belgien (Rohmaterial)
- Wieland-Werke AG, Ulm, Deutschland (Herstellung der entsprechenden Zusammensetzung und Weiterverarbeitung durch Strangpressen)

Homogenitätstest:

- Wieland-Werke AG, Ulm, Deutschland (Längenhomogenität)
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Deutschland (Flächenhomogenität, Auswertung)

Chemische Analysen zur Zertifizierung:

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

Statistische Auswertung:

- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Deutschland

3. Zertifizierung

An der chemischen Analyse der Proben innerhalb eines Zertifizierungsringversuches beteiligten sich 16 Laboratorien (siehe Abschnitt 2.). Es handelte sich dabei in der Regel um Laboratorien der metallverarbeitenden Industrie sowie verschiedene Laboratorien der BAM, die alle über große Erfahrung auf dem Gebiet der Analytik von Kupfer verfügen. Es wurden Laboratorien ausgewählt, die ihre Befähigung durch die Mitarbeit an vorangegangenen Verfahrensentwicklungen und Ringversuchen für die zu bestimmenden Elemente gezeigt haben. Auf einen Qualifizierungsringversuch vor dem eigentlichen Zertifizierungsringversuch wurde deshalb verzichtet.
In den Proben wurden die Massenanteile der Elemente Ag, Al, As, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Te, Ti, Zn und Zr bestimmt, wobei pro Element jeweils 6 Einzelwerte (in Ausnahmefällen nur 4 oder 5) aus getrennten Einwaagen ermittelt wurden.

3.1 Verwendete Abkürzungen der Analysenmethoden

A	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (F AAS)
AR	Bogenspektroskopie (GA OES)
GD	Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie (GD OES)
CS	Verbrennung mit IR-Detektion
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung (ET AAS)
E (KE)	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung (ET AAS) nach Kupferabtrennung
E(LF)	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung (ET AAS) nach Lanthan-Fällung
HG	Atomabsorptionsspektrometrie nach Hydridbildung (HG AAS)
I	Plasmaemissionsspektrometrie (ICP OES)
I (LF)	Plasmaemissionsspektrometrie (ICP OES) nach Lanthan-Fällung
I (KE)	Plasmaemissionsspektrometrie (ICP OES) nach Kupferabtrennung
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung (ICP-MS)
IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung (ICP-MS) nach Laserablation
NAA	instrumentelle Neutronenaktivierungsanalyse (NAA)
P	Photometrie
PAA	Photonenaktivierungsanalyse (PAA)
RFA	Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse (SY-RFA)
SP	Funkenspektrometrie (S OES)
T	Titrimetrie

3.2 Kalibrierung

Bei der Ermittlung der zertifizierten Elementgehalte in den Materialien BAM-M383 und BAM-M384 wurden nur Analysenverfahren berücksichtigt, deren Kalibrierung auf Reinstmetalle oder Verbindungen mit exakt bekannter Stöchiometrie und Reinheit zurückzuführen ist. Dabei handelte es sich zumeist um durch Einwaage dieser Reinstsubstanzen hergestellte Bezugslösungen. In Ausnahmefällen wurden auch kommerziell erhältliche Standardlösungen, die zuvor mit gravimetrisch erstellten Kalibrierlösungen überprüft wurden, als Arbeitsstandard akzeptiert.

Bei allen Richtwerten und den Proben BAM-M381 und BAM-M382 wurden aufgrund der geringen Anzahl der eingegangenen Ergebnisse auch Analysenverfahren akzeptiert, die mit

den vorgegebenen Referenzmaterialien BCR 074, BCR 075, ERM®-EB385 und ERM®-EB386 kalibriert wurden. Diese ZRMs sind sehr gut charakterisiert und häufig genutzt. Sie beruhen ihrerseits auf Reinstmetalle oder Verbindungen mit exakt bekannter Stöchiometrie und Reinheit.

In der Regel erfolgte bei den Messungen mit Bezugslösungen eine Matrixangleichung mit Reinstkupfer. Verzichtet wurde darauf, wenn eine Matrix- oder Analytabtrennung in den Probenlösungen erfolgte.

3.3 Kurzbeschreibung der Analysenverfahren

Die Analysenverfahren, die die Laboratorien insgesamt für die Bestimmung der Elementgehalte in allen vier Proben eingesetzt haben, sind für die einzelnen Elemente in den Tabellen 1 bis 22 aufgelistet.

Die Tabellen zeigen für jedes Element die Methoden-Abkürzung und die Nummern der Laboratorien, die nach diesem Verfahren analysiert haben, sowie die eingesetzte Probenmenge, die Probenvorbereitung und die Bestimmungsmethode.

Tabelle 1: Analysenverfahren für die Bestimmung von Silber

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektroskopie
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	8 6	1 g 2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	1 g	Lösen in HNO_3/H_2O_2	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO3	Neutronenaktivierungsanalyse
NAA	1	30-40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
RFA	1		0,2 x 0,2 mm	Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse
SP	4, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 2: Analysenverfahren für die Bestimmung von Aluminium

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/ H_2O_2, Lanthanfällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
SP	4, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 3: Analysenverfahren für die Bestimmung von Arsen

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	4, 22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektroskopie
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	12	1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO_3	Neutronenaktivierungsanalyse
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 4: Analysenverfahren für die Bestimmung von Bismut

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	4, 22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektroskopie
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3, Lanthanfällung	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
SP	4, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 5: Analysenverfahren für die Bestimmung von Cadmium

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
E	1 4	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 8	2 g 1 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
RFA	1		0,2 x 0,2 mm	Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 6: Analysenverfahren für die Bestimmung von Cobalt

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
E	8	1,0 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO_3	Neutronenaktivierungsanalyse
NAA	1	30 – 40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 7: Analysenverfahren für die Bestimmung von Chrom

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
E	1	0,2 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie (ICP OES)
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	1	30-40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 8: Analysenverfahren für die Bestimmung von Eisen

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1	0,2 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 8	2 g 1 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
P	1	2 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Extraktion mit MIBK	Photometrie als Eisen(II)-1,10-Phenanthrolin-Komplex
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 9: Analysenverfahren für die Bestimmung von Magnesium

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 8	2 g 1 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 10: Analysenverfahren für die Bestimmung von Mangan

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 8	2 g 1 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 11: Analysenverfahren für die Bestimmung von Nickel

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	8 1	1 g 0,15 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
SP	4, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 12: Analysenverfahren für die Bestimmung von Phosphor

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	12	1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
P	8	2 g	Lösen in HNO_3, ohne Extraktion	Photometrie als Vanadomolybdatophosphorsäure
SP	4			Funkenspektrometrie

Tabelle 13: Analysenverfahren für die Bestimmung von Blei

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	4, 22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO_3	Neutronenaktivierungsanalyse
SP	4, 5			Funkenspektrometrie

Tabelle 14: Analysenverfahren für die Bestimmung von Schwefel

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
CS	12, 13	1 g	Verbrennung	Infrarot-Spektroskopie
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
P	1 17	1 g	Lösen in Säuremischung, Destillation	Photometrie (Methylenblau)
T	4 8	2 g	Verbrennung	Titration
SP	4, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 15: Analysenverfahren für die Bestimmung von Antimon

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	4, 22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1 4	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Analytabtrennung mittels Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO_3	Neutronenaktivierungsanalyse
NAA	1	30-40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
P	1	1 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Extraktion mit Isopropyläther	Photometrie als Rhodamin-B-Komplex
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
RFA	1		0,2 x 0,2 mm	Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse
SP	4			Funkenspektrometrie

Tabelle 16: Analysenverfahren für die Bestimmung von Selen

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1	0,1 g	Lösen in HNO_3	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	12	1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	1	30-40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 17: Analysenverfahren für die Bestimmung von Silicium

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 18: Analysenverfahren für die Bestimmung von Zinn

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	4	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1	0,15 g	Lösen in HCl/H_2O_2	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 15	2 g 1 g	Lösen in HCl/H_2O_2	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HCl, HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
RFA	1		0,2 x 0,2 mm	Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 19: Analysenverfahren für die Bestimmung von Tellur

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
AR	22	1 g	4 mm Scheiben	Bogenspektrometrie
E	1	10 g	Lösen in HNO_3, Lanthan-Fällung	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektrothermischer Atomisierung
I	4	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
I	8	5 g	Lösen in HCl/H_2O_2, Lanthan-Fällung	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 gt	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
RFA	1		0,2 x 0,2 mm	Synchrotron-Röntgenfluoreszensanalyse
SP	4			Funkenspektrometrie

Tabelle 20: Analysenverfahren für die Bestimmung von Titan

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13 12	0,1 g 1 gt	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
SP	7			Funkenspektrometrie

Tabelle 21: Analysenverfahren für die Bestimmung von Zink

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6 8	2 g 1 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	12	1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS*	21		geschliffene Oberfläche	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma nach Laserablation
NAA	16	0,1 g	Lösen in HNO_3	Neutronenaktivierungsanalyse
NAA	1	30-40 mg	zerspante Probe in Quarzampulle einwägen, Ampulle abschmelzen	Neutronenaktivierungsanalyse
SP	4, 5, 7			Funkenspektrometrie

Tabelle 22: Analysenverfahren für die Bestimmung von Zirconium

Abk.	Labor	Einwaage	Probenvorbereitung	Bestimmungsmethode
GD	23			Glow Discharge Optische Emissionsspektrometrie
I	4, 9	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Plasmaemissionsspektrometrie
I	4	10 g	Lösen in HNO_3/HF, elektrolytische Kupferabtrennung	Plasmaemissionsspektrometrie
I	6	2 g	Lösen in HNO_3	Plasmaemissionsspektrometrie
I	15	2 g	Lösen in HNO_3/HCl	Plasmaemissionsspektrometrie
IMS	13	0,1 g	Lösen in HNO_3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
IMS	1	1 g	Lösen in HNO_3/HF	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
PAA	1	1 g	Ronden d=13 mm, < 1 mm dick	Photonenaktivierungsanalyse
SP	5, 7			Funkenspektrometrie

3.4 Analysenergebnisse und statistische Betrachtung

Die im Zertifizierungs-Ringversuch ermittelten Gehalte für die einzelnen Elemente sind in den Tabellen 23 - 28 dargestellt. Es handelt sich dabei um die gerundeten Mittelwerte der Labormittelwerte mit entsprechender Unsicherheit. Die Unsicherheit ist die halbe Breite des Vertrauensbereiches bei einem Signifikanzniveau von 5% und berechnet sich aus der Standardabweichung des Mittelwertes, der Anzahl der zugrunde gelegten Labormittelwerte und dem entsprechenden Tabellenwert für t (n-1) nach folgender Formel:

$$U = \frac{t\,s}{\sqrt{n}}$$

s Standardabweichung
t Tabellenwert der t-Verteilung für n-1
n Anzahl der Labormittelwerte

Alle Ergebnisse des Zertifizierungs-Ringversuches sind im Anhang in den Abbildungen 1 bis 83 aufgelistet. Die Tabellen und grafischen Darstellungen zeigen die Einzelwerte der Laboratorien mit den dazugehörigen Standardabweichungen, die Labormittelwerte sowie den Mittelwert der Labormittelwerte (Gehalt in µg/g). Zusätzlich werden die angewendeten Analysenmethoden aufgeführt.

Die Mittelwerte der Messreihen aller Laboratorien wurden einem Ausreißertest nach Grubbs unterworfen (α = 5 %). Als Ausreißer erkannte Werte wurden den entsprechenden Laboratorien mitgeteilt, diese wurden um eine Nachanalyse bzw. Stellungnahme gebeten. Bei erfolgter Nachanalyse wurden die Ausreißer durch die neuen Analysendaten ersetzt. Wurden die Analysendaten aufgrund von Verfahrensfehlern zurückgezogen, so wurden sie bei der Erstellung der Tabellen nicht aufgeführt. Einige Daten wurden aus technischen Gründen nicht berücksichtigt (systematische Minder- oder Überbefunde, zu große Streuung der Einzelwerte, enthaltene Null-Befunde).
Anschließend wurden alle Analysendaten erneut dem Grubbs-Test unterworfen (α = 5 %). Werte, die in diesem Fall als Ausreißer erkannt wurden, sind in der Tabelle als solche grau gekennzeichnet, wurden aber bei der Berechnung des zertifizierten Wertes nicht berücksichtigt.
Bei den Proben BAM-M381 und BAM-M382 wurden aufgrund der geringen Anzahl der eingegangenen Ergebnisse auch Analysenverfahren akzeptiert, die mit Referenzmaterial (BCR 074, BCR 075, ERM®-EB385; ERM®-EB386) kalibriert wurden. Da das eigentlich nicht den für eine Zertifizierung vorgegebenen Richtlinien an der BAM entspricht, wurden die auf diese Weise erhaltenen Daten kursiv markiert. Nach ISO Guide 35 ist diese Vorgehensweise jedoch erlaubt.

Die für Eisen angegebenen Mittelwerte einiger Laboratorien wurden nachträglich an der BAM korrigiert, da festgestellt wurde, dass die mitgelieferte Blindprobe nicht zu vernachlässigende Mengen an Eisen enthielt. Der Eisengehalt der Blindprobe wurde in zwei Laboratorien der BAM bestimmt und mit 1,97 µg/g angegeben. Mit diesem Wert wurden die Mittelwerte der Laboratorien, die diese Blindprobe genutzt hatten, nach Rücksprache korrigiert.

Einflüsse auf den zertifizierten Wert durch unvollständige Auflösung des Materials in der gewählten Säure bzw. durch die gewählte Wellenlänge bei der ICP OES konnten vernachlässigt werden.

BAM-M381
Beim Material BAM-M381 wurden keinerlei Elemente zum Kupfer dotiert, sondern ihr ursprünglicher Gehalt im Reinkupfer-Ausgangsmaterial als Basis genommen. Die Elementgehalte der interessierenden Elemente sind entsprechend niedrig (Tabelle 23, 24).

Tabelle 23: Zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M381 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Ag	< 1	
As	< 0,5	
Bi	< 0,3	
Cd	< 0,4	
Co	< 0,3	
Cr	< 0,4	
Fe	3,3	± 0,2
Mg	< 0,6	
Mn	0,22	± 0,03
Ni	0,7	± 0,2
Pb	0,59	± 0,07
Sb	< 1	
Sn	3,86	± 0,25
Zn	5,3	± 0,3
Zr	< 6	

Tabelle 24: Nicht zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M381 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Al	< 1	
S	3,2	± 1,3
Se	< 1	
Si	< 3	
Te	< 0,3	
Ti	< 0,3	

Für Eisen, Schwefel, Zinn und Zink wurden erhöhte Werte ermittelt. Das ist auf das Rohmaterial und den Herstellungsprozess zurückzuführen, besonders Sn und Zn wurden beim Aufschmelzen in Spuren aus dem Tiegelmaterial gelöst.
Für Aluminium, Schwefel, Selen, Silizium, Tellur und Titan konnten nur Richtwerte angegeben werden, da der Ringversuch für diese Elemente zu wenig und noch dazu stark streuende Werte lieferte.
Für Phosphor konnte aus den gleichen Gründen kein Gehalt angegeben werden. Es wurden 0,2 µg/g und 0,6 µg/g von 2 Laboratorien gemessen.

BAM-M382

Beim Material BAM-M382 wurden Elementgehalte zwischen 0,5 µg/g und 2 µg/g zum Kupfer dotiert. Die Tabellen 25 und 26 geben einen Überblick über die ermittelten Gehalte.

Tabelle 25: Zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M382 in µg/g

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	

Tabelle 26: Nicht zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M382 in µg/g

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

Die erhöhten Werte für Zinn und Zink lassen sich wie bei BAM-M381 auf den Schmelztiegel zurückführen.
Für Arsen, Magnesium, Schwefel und Titan konnten nur Richtwerte angegeben werden.
Für Phosphor konnte auch hier kein Gehalt angegeben werden. Nur 2 Laboratorien lieferten Daten (0,2 µg/g und 0,6 µg/g).

BAM-M383

Beim Material BAM-M383 wurden Elementgehalte zwischen 1 und 10 µg/g zum Kupfer dotiert. Tabelle 27 und 28 geben einen Überblick über die ermittelten Gehalte.

Tabelle 27: Zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M383 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Ag	4,70	± 0,20
As	1,93	± 0,15
Bi	1,02	± 0,09
Cd	1,48	± 0,15
Co	1,37	± 0,05
Cr	1,03	± 0,09
Fe	10,9	± 0,5
Mg	2,37	± 0,29
Mn	1,24	± 0,05
Ni	3,59	± 0,21
Pb	1,31	± 0,20
Sb	1,44	± 0,17
Sn	4,7	± 0,6
Te	1,40	± 0,16
Ti	1,56	± 0,16

Tabelle 28: Nicht zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M383 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Al	2,3	± 0,6
S	2,8	± 1,4
Se	1,16	± 0,19
Si	< 10	
Zn	7,8	± 0,4
Zr	< 9	

Für Aluminium, Schwefel, Selen, Silizium, Zink und Zirkonium konnten nur Richtwerte angegeben werden.
2 Laboratorien lieferten für Phosphor Daten (0,3 µg/g und 0,5 µg/g).

BAM-M384

Beim Material BAM-M384 wurden Elementgehalte zwischen 1 und 15 µg/g zum Kupfer dotiert. Die Tabellen 29 und 30 geben einen Überblick über die ermittelten Gehalte.

Tabelle 29: Zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M384 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
Ag	10,3	± 0,4
Al	13,0	± 0,8
As	5,0	± 0,4
Bi	3,34	± 0,22
Cd	3,95	± 0,09
Co	3,88	± 0,16
Cr	6,53	± 0,21
Fe	32,8	± 1,9
Mg	14,6	± 0,5
Mn	6,88	± 0,15
Ni	5,7	± 0,4
Pb	5,7	± 0,5
Sb	12,0	± 0,4
Se	4,24	± 0,19
Te	7,0	± 0,5

Tabelle 30: Nicht zertifizierte Elementgehalte und Unsicherheiten der Probe BAM-M384 in µg/g

Element	Massenanteil in µg/g	Unsicherheit* in µg/g
S	4,1	± 1,0
Si	5,0	± 0,7
Sn	10,2	± 0,9
Ti	2,10	± 0,23
Zn	12,7	± 2,1
Zr	< 9	

Für Schwefel, Silizium, Zinn, Titan, Zink und Zirkonium konnten nur Richtwerte angegeben werden. Für Phosphor wurden folgende Daten angegeben: 0,6 µg/g, 0,6 µg/g, 10,2 µg/g, 13,2 µg/g und < 0,5 µg/g.

*Die Unsicherheit ist die halbe Breite des Vertrauensbereiches bei einem Signifikanzniveau von 5%, ermittelt aus den Standardabweichungen der Messreihenmittelwerte

Die erhaltenen Analysendaten sowie die verwendeten Analysenverfahren mit möglichen Fehlerquellen sowie die erreichte Präzision wurden auf Arbeitssitzungen des Arbeitsausschusses „Kupfer“ des Chemikerausschusses der GDMB mehrfach diskutiert und für die Zertifizierung akzeptiert.

4. Hinweise für den Benutzer

Diese zertifizierten Referenzmaterialien sind u.a. für die Überprüfung der Kalibrierung von optischen Emissions- und Röntgenfluoreszenzspektrometern bei der Analyse von Material ähnlicher Zusammensetzung geeignet.
Vor der Analyse ist die Oberfläche durch Abdrehen oder durch Abschleifen zu reinigen. Es sollte in der Mitte der Proben eine Fläche von ca. 0,5 cm Durchmesser sowie der äußerste Rand ausgespart werden.
Die Probe ist stabil, solange sie keiner übermäßigen Erhitzung ausgesetzt ist (z.B. bei der Behandlung der Oberfläche oder beim Zerspanen).

5. Literatur

[1] Zertifizierungsbericht BAM-M385 und BAM-M386, August 2003, BAM, Berlin

[2] ISO Guide 31, Contents of certificates of reference materials, 1981

[3] ISO Guide 34, General Requirements for the Competence of Reference Material Producers, Second edition, 2000

[4] ISO Guide 35, Certification of reference materials - General and statistical principles. Second edition, 1989

[5] Guidelines for the production and certification of BAM reference materials, 1997

[6] ASTM Designation E 826-90, Standard Practice for Testing Homogeneity of Materials for the Development of Reference Materials

6. Information und Probenvertrieb

Information und Probenvertrieb erfolgen durch die

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Fachgruppe I.1: Anorganisch-chemische Analytik, Referenzmaterialien

Richard-Willstätter-Straße 11
12489 Berlin

Telefon: 030 - 8104 2061
030 - 8104 1119
Fax: 030 - 8104 1117
Email: sales.crm@bam.de

Jede Probe wird zusammen mit einem Zertifikat verschickt, in dem die zertifizierten Gehalte sowie Richtwerte, deren 95%-Vertrauensbereiche, die Mittelwerte der akzeptierten Datensätze, mittlere sowie Laborstandardabweichungen, die verwendeten analytischen Verfahren und die an den Zertifizierungen beteiligten Laboratorien angegeben sind.

Auskünfte und Beratung zu den zertifizierten Referenzmaterialien können unter (030) 8104 1111 (Dr. Recknagel) eingeholt werden.

Anhang

Alle Ergebnisse des Zertifizierungs-Ringversuches sind im Anhang in den Abbildungen 1 bis 83 aufgelistet. Die Tabellen und grafischen Darstellungen zeigen die Einzelwerte der Laboratorien mit den dazugehörigen Standardabweichungen, die Labormittelwerte sowie den Mittelwert der Labormittelwerte (Gehalt in µg/g). Zusätzlich werden jeweils die angewendeten Analysenmethoden aufgeführt.

Für die nachfolgenden Abbildungen werden folgende Abkürzungen verwendet:

EW:	Einzelwert
MW:	Mittelwert der Messreihe
s:	Standardabweichung der Einzelwerte
$\bar{s}$	arithmetisches Mittel der Messreihenstandardabweichungen unter Wiederholbedingungen
s_{rel}:	relative Standardabweichung

Der Mittelwert der Labormittelwerte ist in den Abbildungen als durchgezogene Linie, die einfache Standardabweichung gestrichelt dargestellt.

Die Abbildungen werden nacheinander für die Proben BAM-M381 bis BAM-M384 gezeigt. Die Bildunterschrift gibt das Element und das Material an. Alle Gehalte sind in µg/g angegeben.

Lab./Meth.	1/E	*21/IMS**	1/NAA	1/IMS	13/IMS	22/AR	8/I	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,09	*0,13*	0,135	0,15	0,1	0,45	0,72	*1,3*	n
	0,12	*0,12*	0,130	0,13	0,1	0,39	0,74	*1,3*	7
	0,12	*0,14*	0,136	0,14	0,2	0,38	0,71	*1,3*	
	0,08	*0,12*	0,137	0,14	0,1	0,38	0,70	*1,3*	
	0,10	*0,13*	0,142	0,15	0,2	0,37	0,73	*1,3*	
	0,10	*0,13*	0,139	0,14	0,2	0,42	0,74	*1,3*	
MW in µg/g	**0,10**	***0,13***	**0,14**	**0,14**	**0,16**	**0,40**	**0,72**	***1,30***	**0,26**
s in µg/g	0,01	*0,01*	0,004	0,01	0,03	0,03	0,02	0,00	0,229
$\bar{s}$ in µg/g									0,016
s_{rel}	0,13	*0,059*	0,030	0,053	0,181	0,077	0,023	0,000	0,894
MW	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	
+ 1s	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
- 1s	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	

	5% Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
12/IMS	< 0,2 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
1/RFA	< 0,4 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie
15/I	< 0,9 µg/g				

im Zertifikat: < 1 µg/g

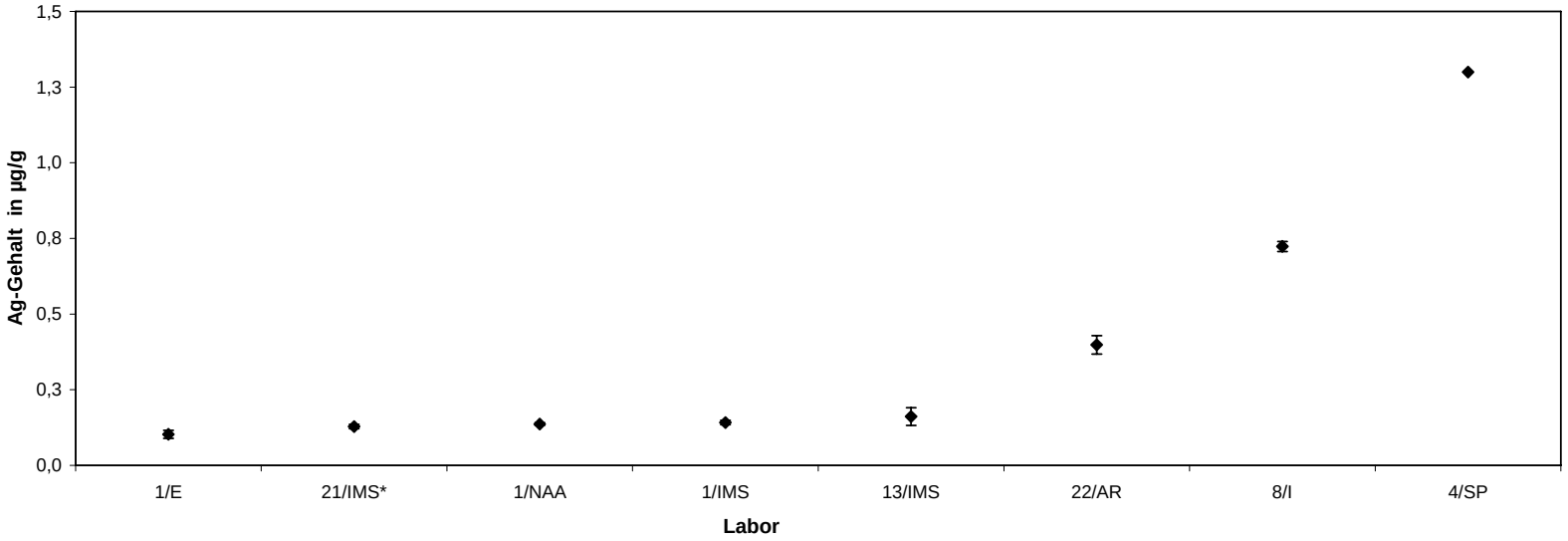

Abbildung 1: Silbergehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*21/IMS**	1/E	*4/AR*	22/AR	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	*0,03*	0,23	*0,4*	0,4	*0,4*	n
	0,06	0,18	*0,4*	0,4	*0,4*	5
	0,07	0,20	*0,3*	0,3	*0,4*	
	0,03	0,20	*0,3*	0,3	*0,4*	
	0,07	0,24	*0,5*	0,5	*0,4*	
	0,05	0,21	*0,4*	0,4	*0,4*	
MW in µg/g	***0,052***	**0,210**	***0,38***	**0,383**	***0,40***	**0,29**
s in µg/g	*0,018*	0,021	*0,075*	0,075	*0,000*	0,152
$\bar{s}$ in µg/g						0,038
s_{rel}	*0,355*	0,099	*0,196*	0,196	*0,000*	0,533
MW	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	
- 1s	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
+ 1s	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	

kursiv	mit RM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie
1/IMS	< 0,1 µg/g	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
15/I	< 0,6 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie
12/IMS	< 1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
6/I	< 4 µg/g	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: < 0,5 µg/g

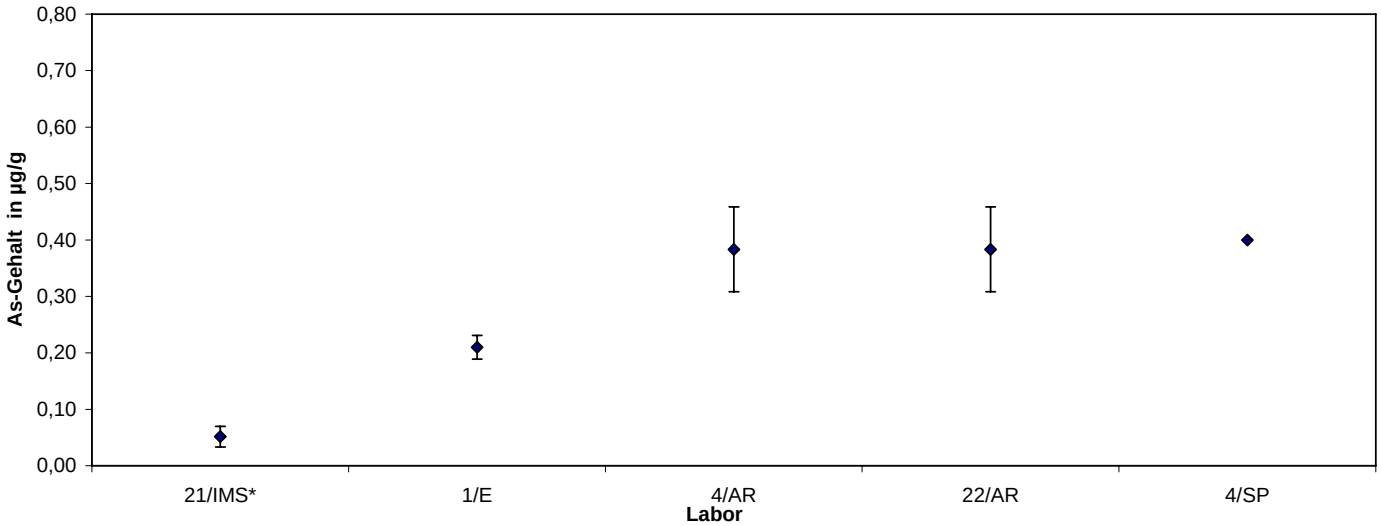

Abbildung 2: Arsengehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*21/IMS**	1/IMS	22/AR	*4/SP*	*4/AR*	Ges.
EW in µg/g	*0,01*	0,02	0,05	*0,2*	*0,2*	n
	0,02	0,02	0,05	*0,2*	*0,2*	5
	0,02	0,02	0,05	*0,2*	*0,2*	
	0,02	0,02	0,05	*0,2*	*0,2*	
	0,02	0,02		*0,2*	*0,2*	
	0,02	0,02		*0,2*	*0,2*	
MW in µg/g	***0,02***	**0,02**	**0,05**	***0,20***	***0,20***	**0,10**
s in µg/g	*0,00*	0,00	0,00	*0,00*	*0,00*	0,094
$\bar{s}$ in µg/g						0,001
s_{rel}	*0,22*	0,000	0,00	*0,000*	*0,000*	0,965
MW	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
- 1s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
+ 1s	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	

kursiv	mit ZRM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
13/IMS	< 0,01 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
12/IMS	< 0,1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		
15/I	< 0,45 µg/g				

im Zertifikat:	**< 0,3 µg/g**

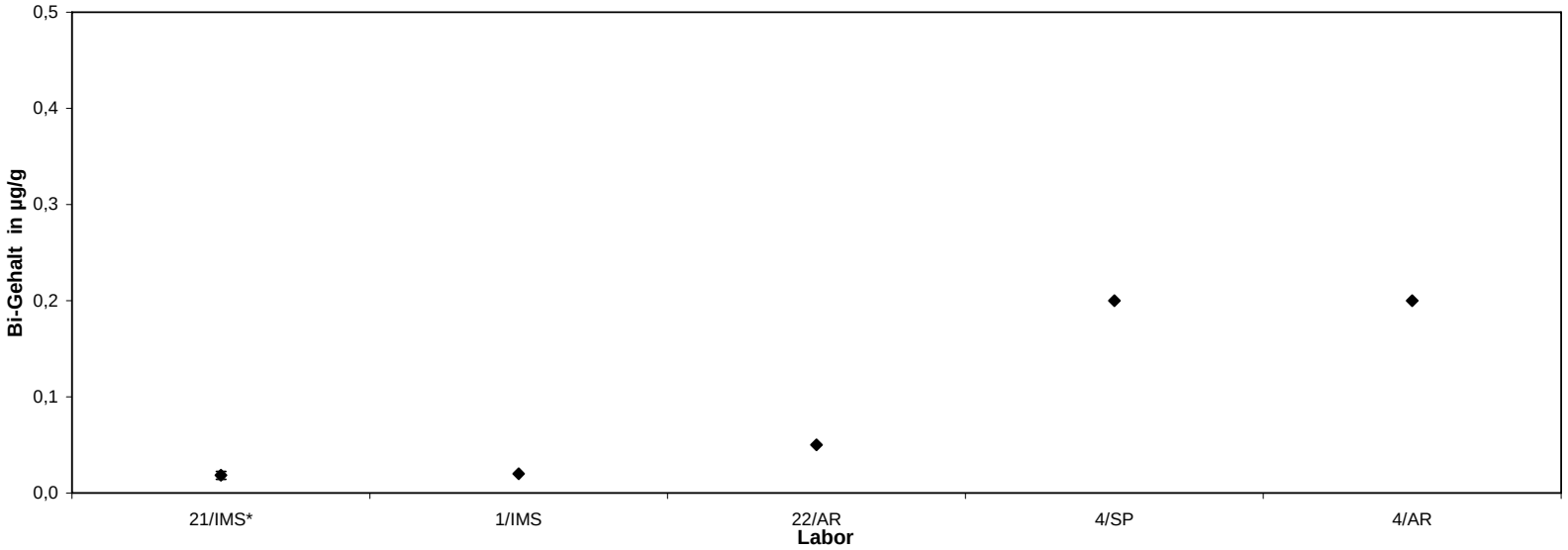

Abbildung 3: Bismutgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	4/E	*4/SP*	8/I	13/IMS	15/I	Ges.
EW in µg/g	0,003	*0,10*	0,20	0,2		n
	0,006		0,22	0,3	0,2	5
	0,007	*0,15*	0,17	0,2	0,3	
	0,006	*0,10*	0,21	0,2	0,4	
	0,006	*0,10*	0,18	0,2	0,2	
	0,006	*0,10*	0,24	0,2	0,4	
MW in µg/g	**0,006**	***0,11***	**0,20**	**0,21**	**0,27**	**0,16**
s in µg/g	0,00	*0,02*	0,03	0,03	0,10	0,103
$\bar{s}$ in µg/g						0,036
s_{rel}	0,211	*0,203*	0,127	0,141	0,381	0,648
MW	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
- 1s	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
+ 1s	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	

kursiv	mit RM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
1/IMS	< 0,01 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie
1/E	< 0,04 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
12/IMS	< 0,1 µg/g	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
6/I	< 0,5 µg/g	SP	Funkenspektroskopie
1/RFA	< 0,7 µg/g		

im Zertifikat: < 0,4 µg/g

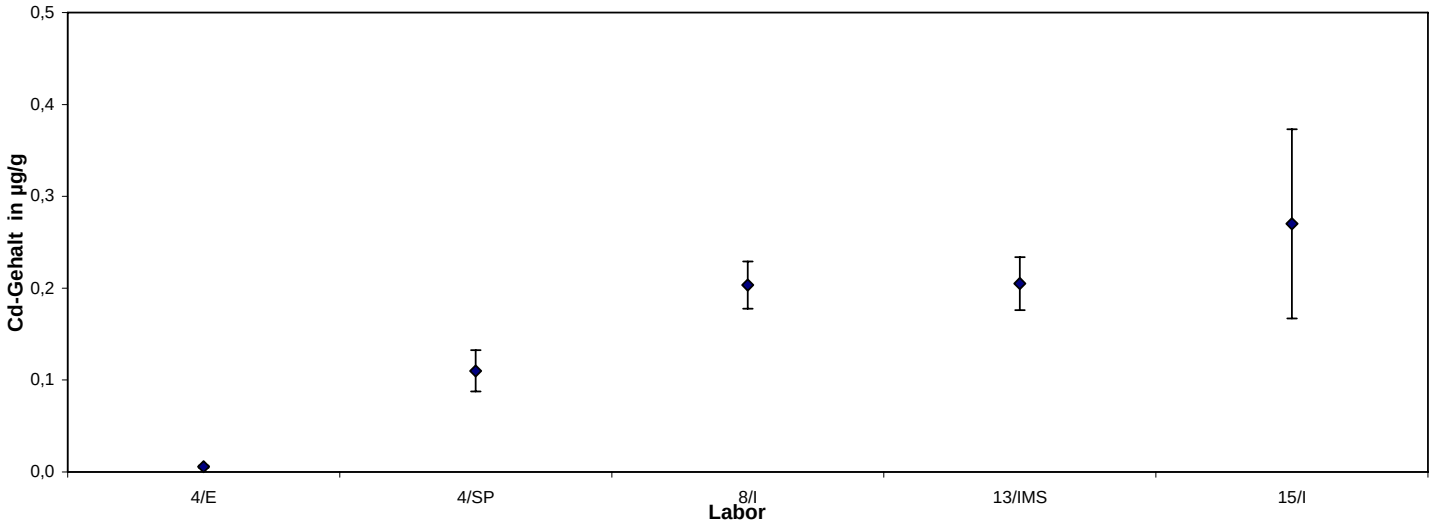

Abbildung 4: Cadmiumgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*21/IMS**	1/IMS	13/IMS	1/NAA	*4/SP*	*23/GD*	8/I	16/NAA	Ges.
EW in µg/g	*0,03*	0,04	0,03	0,068	*0,2*		0,79	1,03	n
	0,03	0,04	0,08	0,066	*0,3*		0,78	0,98	6
	0,04	0,04	0,03	0,072	*0,2*	*0,15*	0,75	1,00	
	0,02	0,04	0,01	0,071	*0,2*	*0,27*	0,75	0,95	
	0,03	0,03	0,07	0,071	*0,2*	*0,26*	0,79	1,02	
	0,04	0,04	0,04	0,071	*0,2*	*0,21*	0,68	0,87	
MW in µg/g	***0,032***	**0,038**	**0,043**	**0,070**	***0,22***	***0,223***	**0,757**	**0,975**	**0,10**
s in µg/g	*0,008*	0,00	0,027	0,002	*0,041*	*0,055*	0,042	0,059	0,091
$\bar{s}$ in µg/g									0,023
s_{rel}	*0,238*	0,11	0,613	0,033	*0,188*	*0,247*	0,055	0,060	0,874
MW	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
- 1s	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
+ 1s	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	

	1% Grubbs	GD	Glow Discharge OES	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
kursiv	mit RM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektrometrie
12/IMS	< 0,1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		
15/I	< 0,27 µg/g	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation		
6/I	< 0,5 µg/g				

im Zertifikat:	**< 0,3 µg/g**

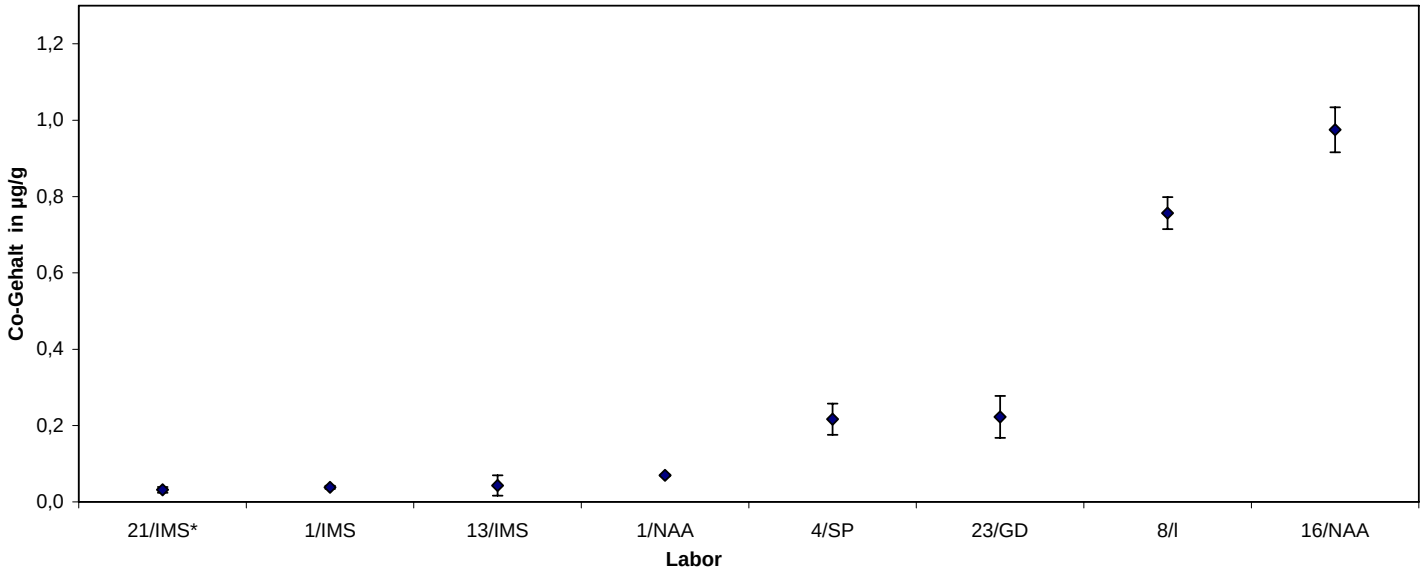

Abbildung 5: Cobaltgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*21/IMS**	1/E	1/NAA	*4/SP*	12/IMS	*23/GD*	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	*0,06*	0,060	0,067	*0,1*	0,1	*0,15*	0,22	n
	0,05	0,052	0,07	*0,1*	0,2	*0,15*	0,35	7
	0,06	0,057	0,062	*0,1*	0,1	*0,15*	0,15	
		0,078	0,086	*0,1*	0,1	*0,16*		
	0,05		0,07	*0,2*	0,1	*0,21*		
	0,04	0,079	0,077		0,1	*0,18*	0,11	
MW in µg/g	***0,052***	**0,065**	**0,072**	***0,12***	**0,13**	***0,167***	**0,208**	**0,12**
s in µg/g	*0,008*	0,013	0,008	*0,045*	0,028	*0,024*	0,105	0,057
$\bar{s}$ in µg/g								0,033
s_{rel}	*0,16*	0,195	0,12	*0,37*	0,218	*0,145*	0,508	0,494
MW	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
- 1s	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
+ 1s	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	

kursiv	mit RM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
1/IMS	< 0,1 µg/g	GD	Glow Discharge OES	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
6/I	< 0,2 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
15/I	< 0,27 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: < 0,4 µg/g

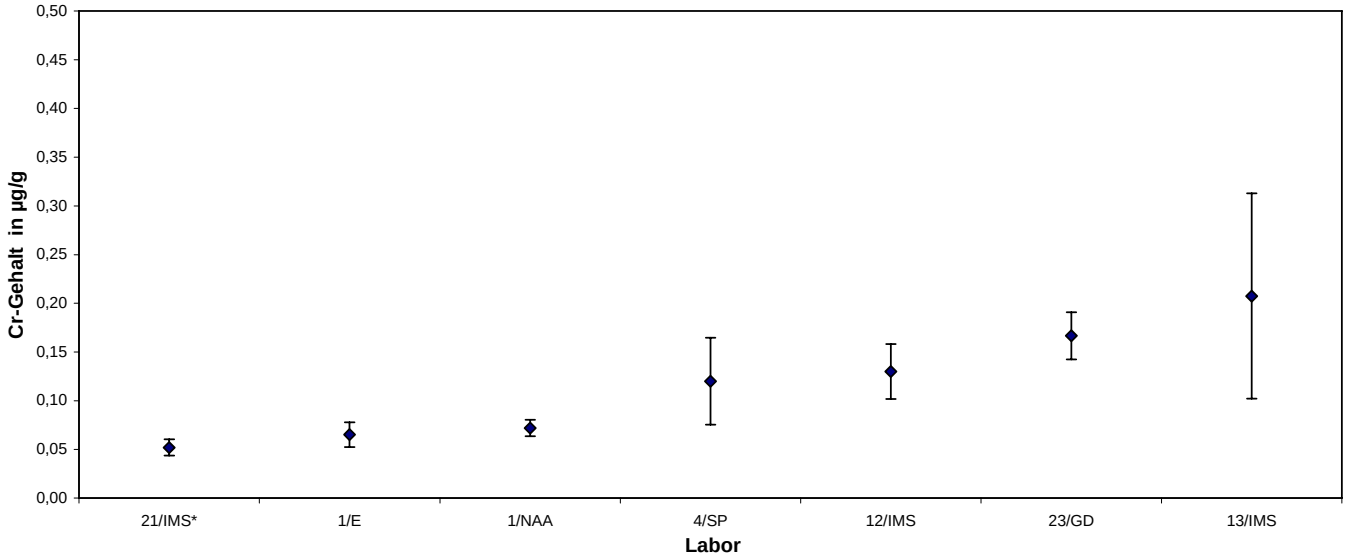

Abbildung 6: Chromgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	6/I	1/E	8/I	9/I	*5/SP*	15/I	*7/SP*	*23/GD*	*21/IMS**	1/IMS	*4/SP*	1/P	Ges.
EW in µg/g	1,7	2,50	2,81	2,98	*3,40*	3,50	*3,25*	*3,40*	*3,33*	3,38	*3,6*	3,65	n
	1,7	1,38	2,89	2,98	*3,30*	2,65	*3,06*	*3,50*	*3,61*	3,30	*3,5*	3,69	10
	1,6	1,56	2,84	2,96	*3,10*	3,87	*3,30*		*3,36*	3,43	*3,6*	3,84	
	1,7	1,42	2,82	2,98	*3,10*	2,73	*3,35*	*2,90*	*2,92*	3,39	*3,4*	4,02	
	1,7	1,76	2,92		*3,10*	3,10	*3,25*	*3,70*	*3,41*	3,22	*3,4*	4,12	
	1,6	2,03	2,87	2,96	*3,00*	3,39	*3,30*	*2,90*	*3,12*	3,33	*3,4*	3,82	
MW in µg/g	**1,67**	**1,77**	**2,86**	**2,97**	***3,17***	**3,21**	***3,25***	***3,28***	***3,29***	**3,34**	***3,48***	**3,86**	**3,27**
s in µg/g	0,05	0,43	0,04	0,01	*0,15*	0,47	*0,10*	0,36	*0,24*	0,08	*0,10*	0,18	0,273
$\bar{s}$ in µg/g													0,174
s_{rel}	0,031	0,243	0,015	0,004	*0,048*	0,147	*0,031*	0,111	*0,073*	0,023	*0,028*	0,047	0,083
MW	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	
- 1s	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
+ 1s	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	

	Grubbs 5 %	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit RM kalibriert	GD	Glow Discharge OES	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	P	Photometrie
				SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 3,3 ± 0,2 µg/g

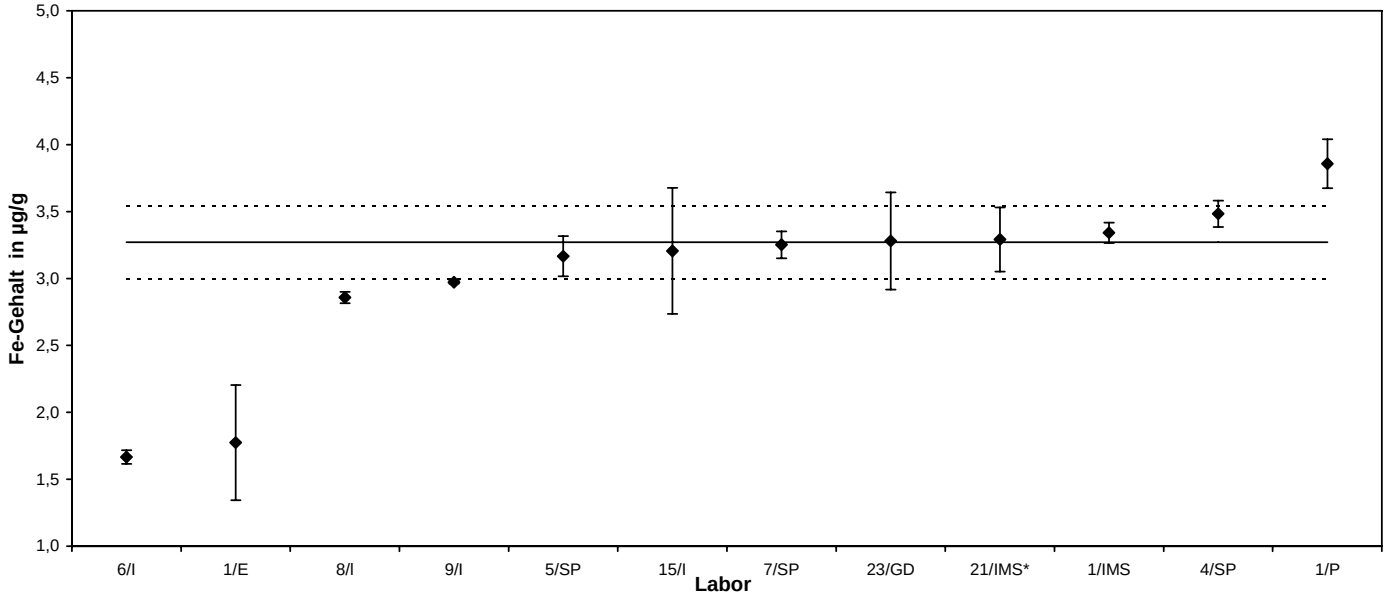

Abbildung 7: Eisengehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	13/IMS	9/I	*7/SP*	8/I	Ges.
EW in µg/g	0,11	0,3	*0,41*	0,5	n
	0,35	0,2	*0,41*	0,6	4
	0,08	0,2	*0,41*	0,5	
	0,12		*0,41*	0,6	
	0,18	0,3	*0,41*	0,6	
	0,30	0,3	*0,41*	0,5	
MW in µg/g	**0,19**	**0,22**	***0,41***	**0,54**	**0,34**
s in µg/g	0,11	0,05	*0,00*	0,04	0,167
$\bar{s}$ in µg/g					0,049
s_{rel}	0,582	0,221	*0,000*	0,069	0,491
MW	0,34	0,34	0,34	0,34	
- 1s	0,17	0,17	0,17	0,17	
+ 1s	0,51	0,51	0,51	0,51	

kursiv	mit RM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie
15/I	< 0,09 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
1/IMS	< 0,1 µg/g	SP	Funkenspektroskopie
6/I	< 0,1 µg/g		
12/IMS	< 1 µg/g		

im Zertifikat:	**< 0,6 µg/g**

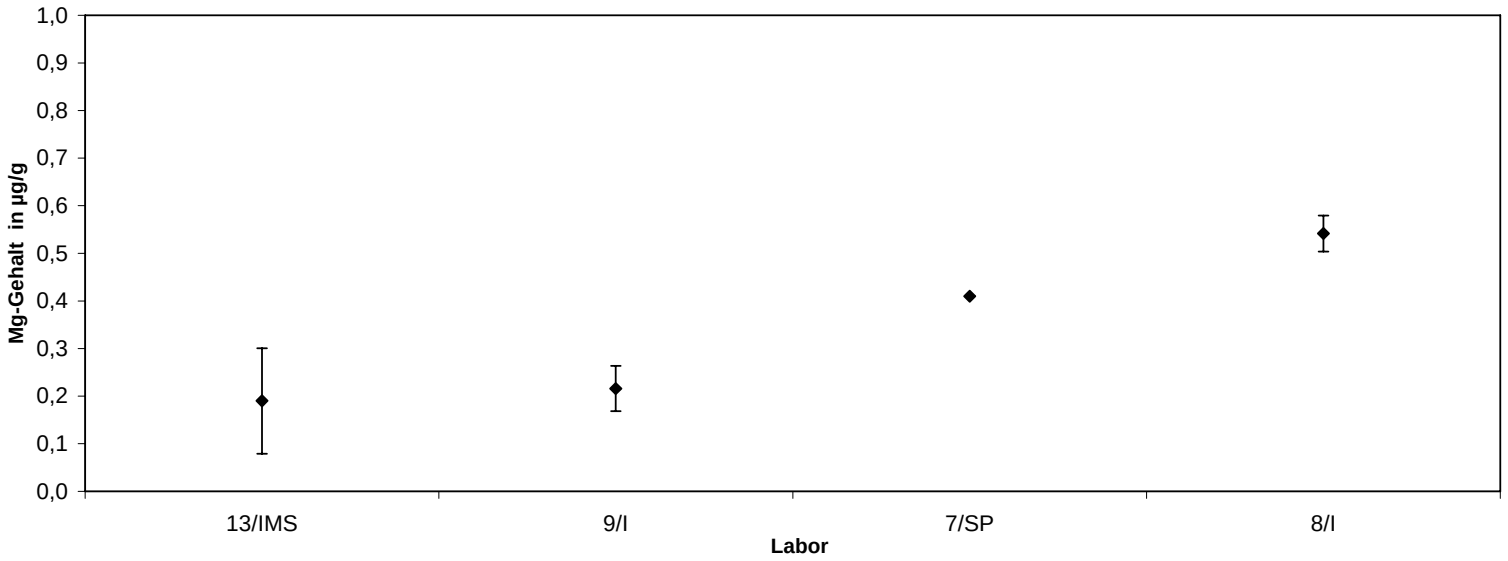

Abbildung 8: Magnesiumgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	9/I	6/I	13/IMS	15/I	*21/IMS**	*5/SP*	1/E	1/IMS	*7/SP*	*4/SP*	8/I	Ges.
EW in µg/g	0,15	0,2	0,25	0,21	*0,22*	*0,3*	0,21	0,23	*0,26*	*0,35*	0,42	n
	0,20	0,2	0,17	0,21	*0,24*	*0,2*	0,22	0,23	*0,25*	*0,40*	0,46	9
	0,20	0,2	0,20	0,22	*0,22*	*0,2*	0,23	0,21	*0,29*	*0,40*	0,46	
	0,20	0,2	0,20	0,21	*0,18*	*0,2*	0,24	0,23	*0,28*	*0,30*	0,45	
	0,15	0,2	0,25	0,21	*0,22*	*0,2*	0,21	0,25	*0,31*	*0,40*	0,42	
	0,10	0,2	0,19	0,21	*0,22*	*0,2*	0,19	0,23	*0,30*	*0,40*	0,48	
MW in µg/g	**0,167**	**0,20**	**0,210**	**0,212**	***0,217***	***0,22***	**0,217**	**0,230**	***0,282***	***0,375***	**0,448**	**0,22**
s in µg/g	0,041	0,000	0,033	0,004	*0,020*	*0,041*	0,018	0,013	*0,023*	*0,042*	0,024	0,030
$\bar{s}$ in µg/g												0,021
s_{rel}	0,245	0,000	0,156	0,019	*0,091*	*0,188*	0,081	0,055	*0,082*	*0,112*	0,054	0,139
MW	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
- 1s	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	
+ 1s	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	

	5% Grubbs	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit RM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
12/IMS	< 0,1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: 0,22 ± 0,03 µg/g

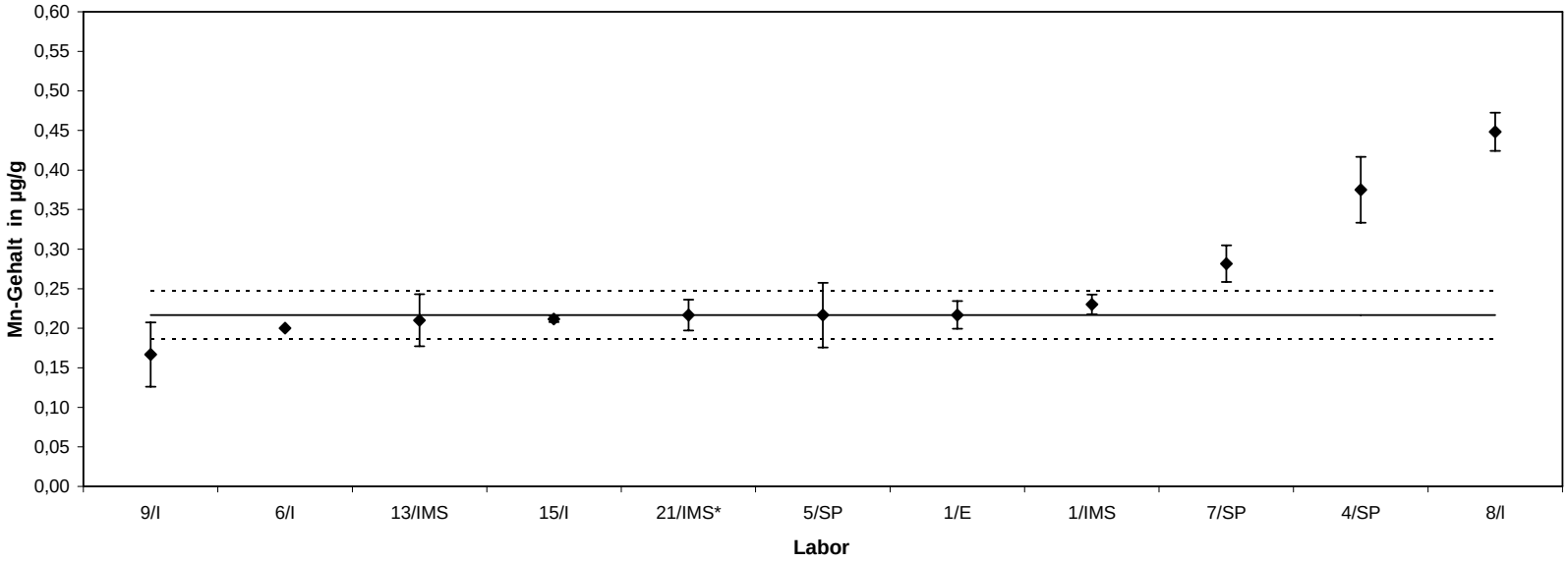

Abbildung 9: Mangangehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	1/E	*21/IMS**	8/I	1/IMS	22/AR	15/I	*4/SP*	*23/GD*	12/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,48	*0,62*	0,68	0,74	1,03	0,72	*1,00*	*0,92*	1,06	n
	0,39	*0,66*	0,43	0,64	0,63	0,70	*0,70*		1,13	9
	0,57	*0,58*	0,56	0,62	0,66	0,72	*0,80*	*1,11*	0,79	
		0,55	0,45	0,73	0,78	0,73	*0,90*	*0,93*	0,93	
	0,48	*0,70*	0,88	0,60	0,54	0,71	*0,70*	*0,94*	1,08	
	0,54	*0,62*	0,78	0,66	0,57	0,70		*0,87*	0,91	
MW in µg/g	**0,492**	***0,622***	**0,630**	**0,665**	**0,702**	**0,713**	***0,820***	***0,954***	**0,983**	**0,73**
s in µg/g	0,069	*0,054*	0,182	0,058	0,181	0,012	*0,130*	*0,091*	0,128	0,161
$\bar{s}$ in µg/g										0,101
s_{rel}	0,140	*0,087*	0,288	0,087	0,258	0,017	*0,159*	*0,096*	0,130	0,220
MW	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
- 1s	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	
+ 1s	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	

kursiv	mit RM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	I	Plasmaemissionsspektrometrie
12/IMS	< 1 µg/g	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
6/I	< 1 µg/g	GD	Glow Discharge OES	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
				SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat:	**0,7 ± 0,2 µg/g**

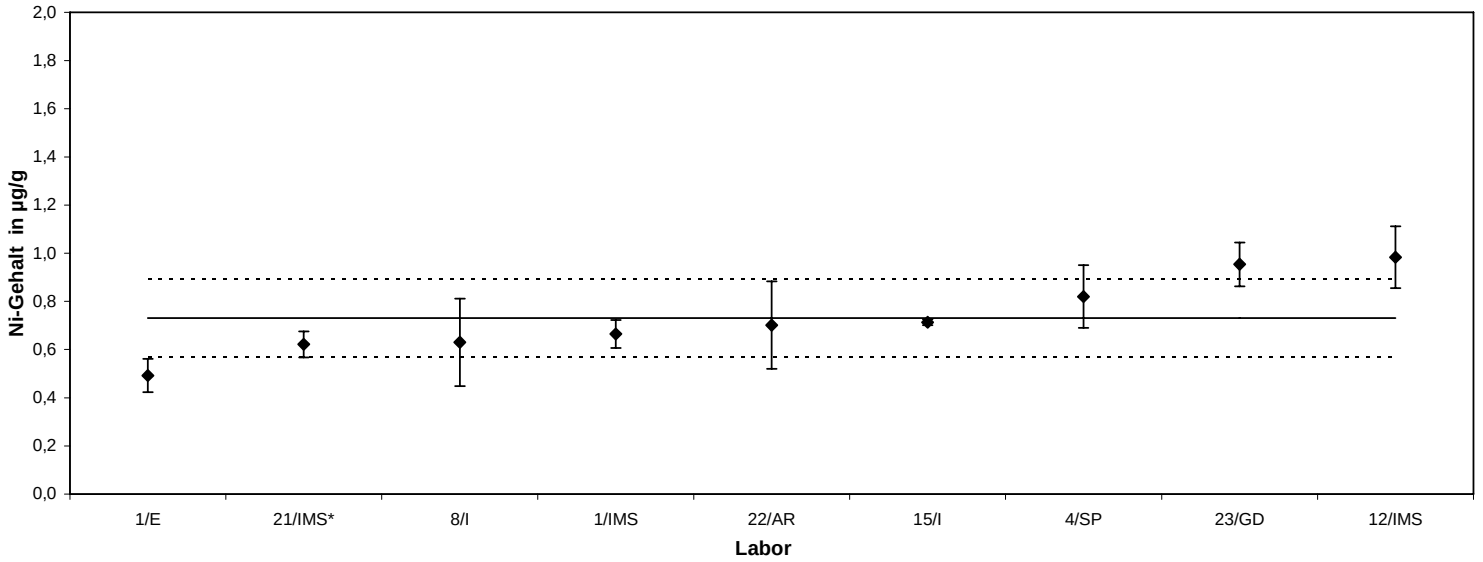

Abbildung 10: Nickelgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	4/E	1/IMS	1/E	*21/IMS**	13/IMS	22/AR	*4/AR*	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,25	0,53	0,52	*0,51*	0,55	0,58	*0,6*	*0,8*	n
	0,26	0,53	0,46	*0,48*	0,52	0,59	*0,6*	*0,7*	7
	0,24	0,53	0,62	*0,65*	0,55	0,51	*0,6*		
	0,25	0,53	0,55		0,57	0,65	*0,6*	*0,8*	
	0,24	0,54	0,56	*0,68*	0,59	0,59	*0,6*	*0,8*	
	0,21	0,53		*0,47*	0,59	0,58	*0,7*	*0,6*	
MW in µg/g	**0,239**	**0,532**	**0,542**	***0,558***	**0,562**	**0,583**	***0,617***	***0,740***	**0,590**
s in µg/g	0,017	0,004	0,058	*0,099*	0,027	0,045	*0,041*	*0,089*	0,072
$\bar{s}$ in µg/g									0,052
s_{rel}	0,069	0,008	0,108	*0,178*	0,048	0,076	*0,066*	*0,121*	0,121
MW	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	
- 1s	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
+ 1s	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	

	5% Grubbs	AR	Bogenspektroskopie
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
12/IMS	< 1 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie
15/I	< 1,08 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
6/I	< 10 µg/g	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,59 ± 0,07 µg/g

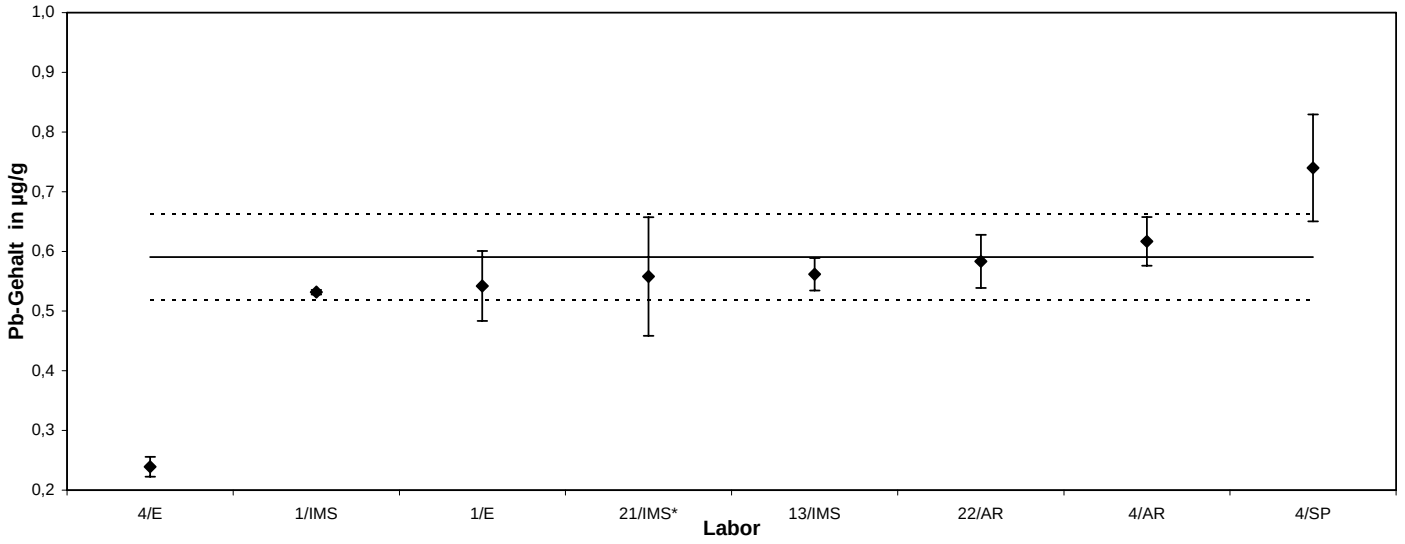

Abbildung 11: Bleigehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*7/SP*	*13/CS*	1/P	8/T	17/P	*4/SP*	*23/GD*	Ges.
EW in µg/g	*0,73*	*1,72*	3,02	3,21	3,84	*3,6*	*5,3*	n
	0,79	*1,41*	3,46	3,21	3,83	*3,6*	*5,0*	7
	0,74	*3,05*	3,18	3,61	3,93	*3,7*	*5,1*	
	0,83	*3,13*	3,82	3,61	3,67	*3,8*	*5,2*	
	0,96	*2,81*	3,92	3,21	3,02	*3,8*	*5,1*	
	0,69	*2,19*	3,05	3,61		*3,7*	*5,1*	
MW in µg/g	***0,79***	***2,39***	**3,41**	**3,41**	**3,66**	***3,70***	***5,13***	**3,21**
s in µg/g	*0,097*	*0,722*	0,391	0,219	0,369	*0,089*	*0,103*	1,339
$\bar{s}$ in µg/g								0,284
s_{rel}	*0,122*	*0,303*	0,115	0,064	0,101	*0,024*	*0,020*	0,417
MW	3,21	*3,21*	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	
- 1s	1,87	*1,87*	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	
+ 1s	4,55	*4,55*	4,55	4,55	4,55	4,55	4,55	

kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	P	Photometrie
15/I	< 1,35 µg/g	CS	Verbrennung mit IR-Detektion	SP	Funkenspektroskopie
		GD	Glow Discharge OES	T	Titrimetrie

im Zertifikat:	**(3,2 ± 1,3 µg/g)**

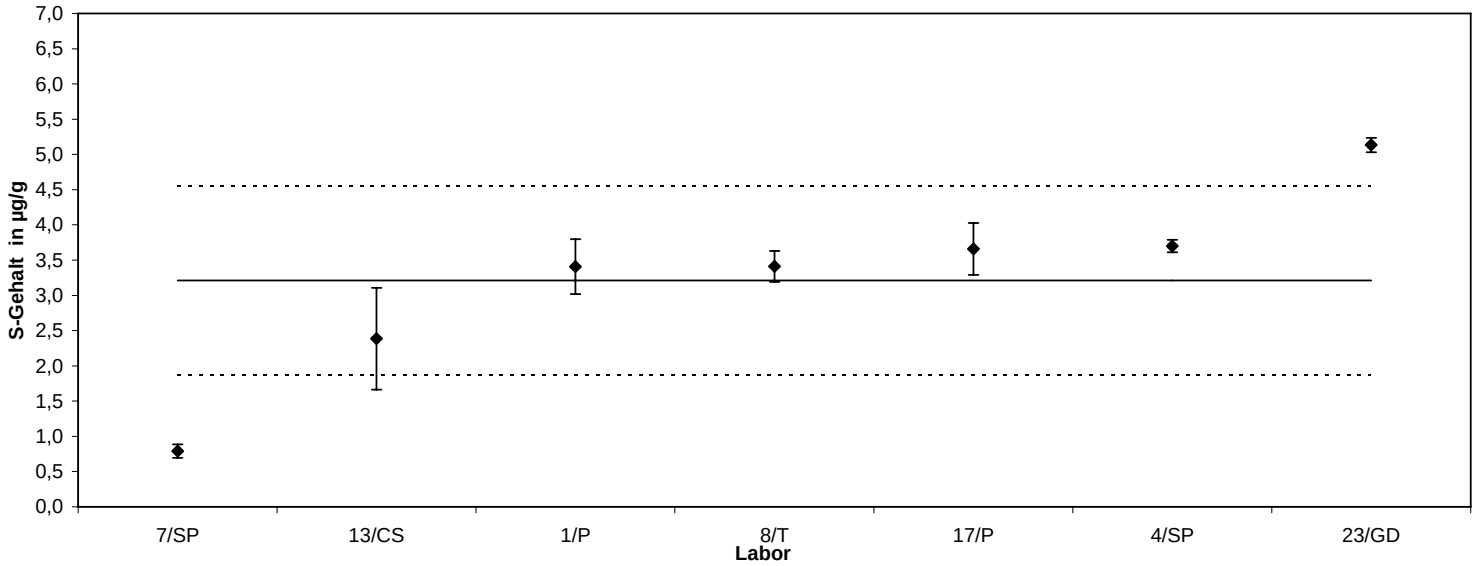

Abbildung 12: Schwefelgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	13/IMS	1/NAA	*21/IMS**	1/IMS	22/AR	*4/AR*	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,01	0,05	*0,03*	0,05	0,51	*0,6*	*1*	n
		0,05	*0,06*	0,05	0,37		*1*	7
	0,01	0,05	*0,06*	0,05	0,45	*0,5*	*1*	
	0,01	0,05	*0,05*	0,05		*0,4*	*1*	
	0,01	0,05	*0,06*	0,05		*0,6*	*1*	
	0,01	0,05	*0,04*	0,05	0,41	*0,7*	*1*	
MW in µg/g	**0,010**	**0,050**	***0,050***	**0,050**	**0,435**	***0,560***	***1,0***	**0,31**
s in µg/g	0,000	0,001	*0,013*	0,000	0,060	*0,114*	*0,000*	0,376
$\bar{s}$ in µg/g								0,027
s_{rel}	0,000	0,024	*0,253*	0,000	0,137	*0,204*	*0,000*	1,221
MW	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	
- 1s	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	
+ 1s	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	

kursiv	mit ZRM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
15/I	< 0,72 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
12/IMS	<1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		
6/I	< 10 µg/g	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation		

im Zertifikat: < 1 µg/g

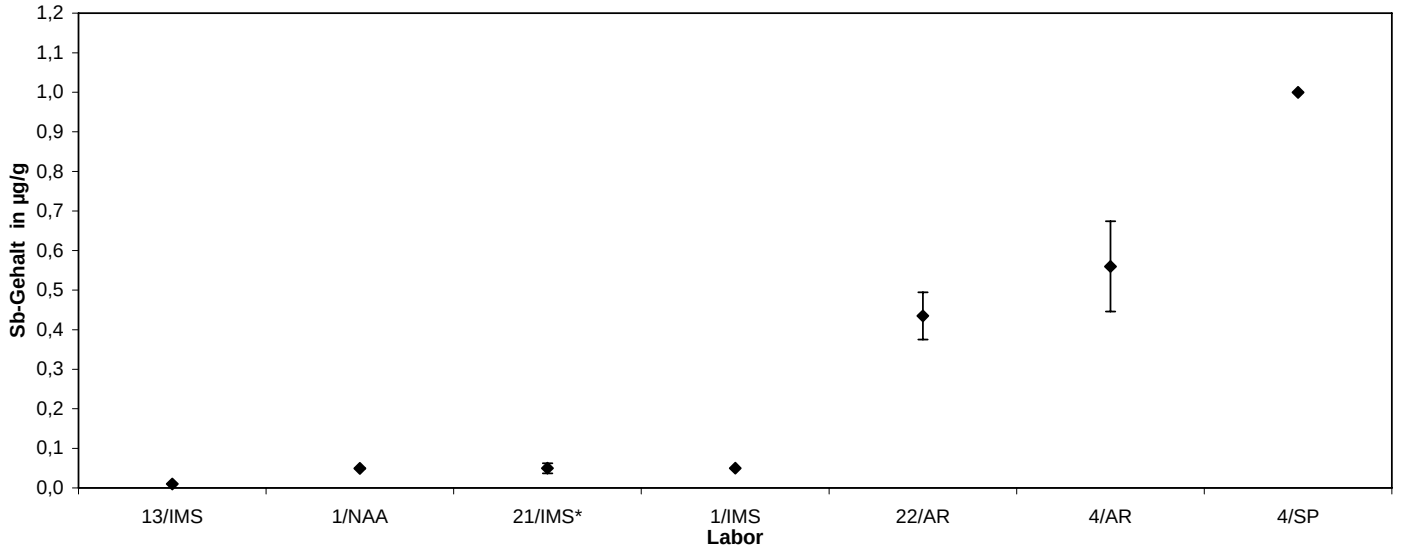

Abbildung 13: Antimongehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*5/SP*	*4/SP*	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	*0,3*	*0,3*	*0,54*	n
	0,3	*0,3*	*0,34*	3
	0,2	*0,3*	*0,31*	
		0,3	*0,47*	
	0,1	*0,3*		
	0,1	*0,3*	*0,35*	
MW in µg/g	***0,20***	***0,30***	***0,402***	**0,30**
s in µg/g	*0,100*	*0,000*	*0,098*	0,101
$\bar{s}$ in µg/g				0,066
s_{rel}	*0,500*	*0,000*	*0,245*	0,336
MW	0,30	0,30	0,30	
- 1s	0,20	0,20	0,20	
+ 1s	0,40	0,40	0,40	

kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie
15/I	< 0,81 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
1/IMS	< 1 µg/g	SP	Funkenspektroskopie
12/IMS	< 1 µg/g		

im Zertifikat:	**(< 1 µg/g)**

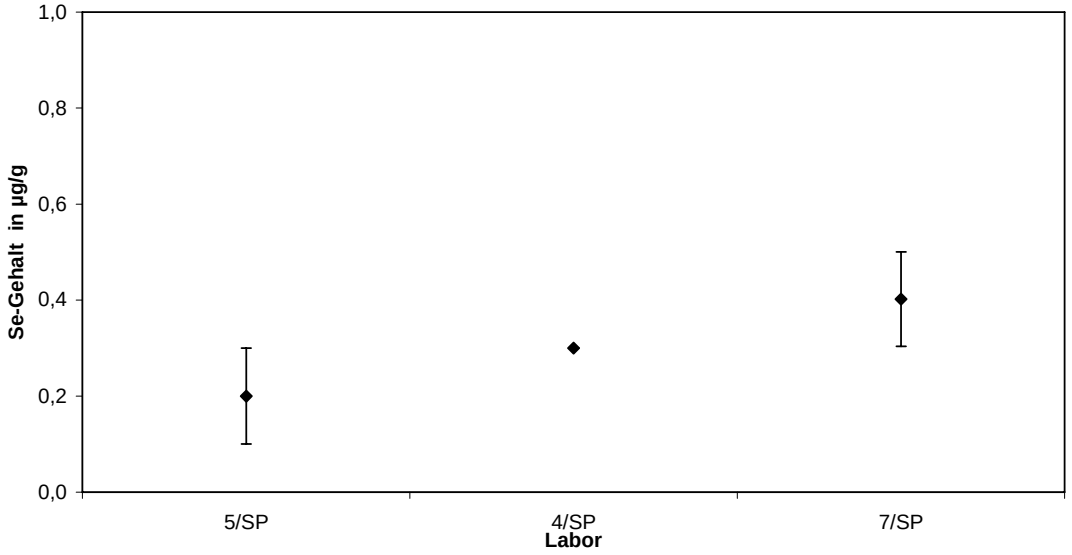

Abbildung 14: Selengehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	*4/SP*	*5/SP*	*7/SP*	*23/GD*	Ges.
EW in µg/g	*0,2*	*1*	*1,10*	*2,5*	n
	0,2	*1*	*1,07*	*2,3*	4
	0,2	*1*	*1,01*	*2,4*	
	0,2	*1*	*0,99*	*2,3*	
	0,2	*1*	*0,93*	*2,3*	
	0,2	*1*	*0,98*	*3,2*	
MW in µg/g	***0,20***	***1***	***1,01***	***2,50***	**1,18**
s in µg/g	*0,00*	*0,00*	*0,06*	*0,35*	0,960
$\bar{s}$ in µg/g					0,104
s_{rel}	*0,000*	*0,000*	*0,061*	*0,141*	0,814
MW	1,18	1,18	1,18	1,18	
- 1s	0,22	0,22	0,22	0,22	
+ 1s	2,14	2,14	2,14	2,14	

kursiv mit ZRM kalibriert

GD Glow Discharge OES

SP Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (< 3 µg/g)

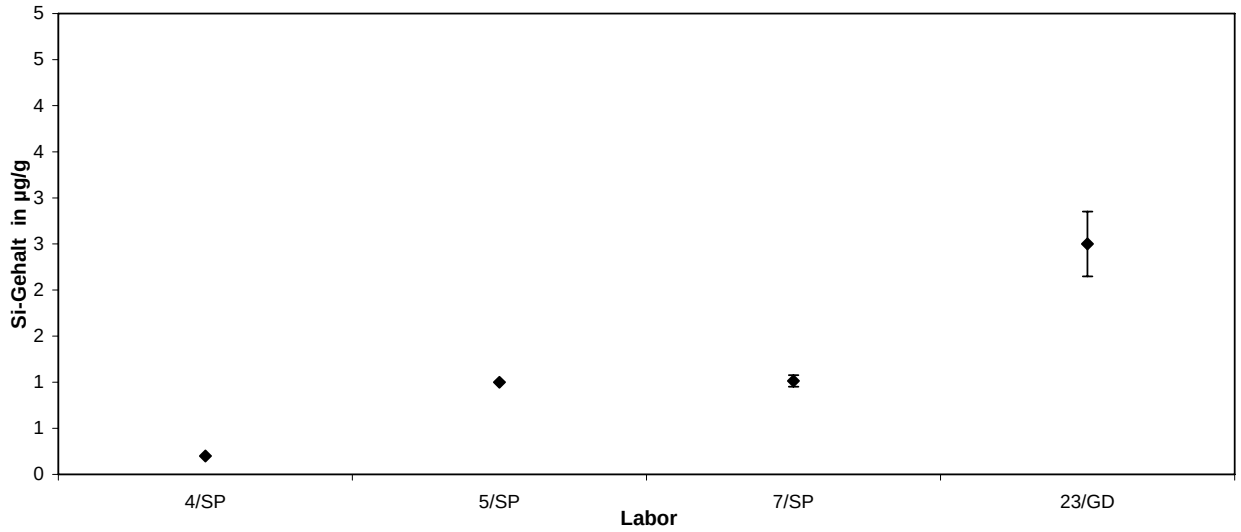

Abbildung 15: Siliziumgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	13/IMS	15/I1	*21/IMS**	15/I2	1/E	*5/SP*	1/IMS	*4/SP*	1/PAA	*4/AR*	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	3,55	3,45	*3,59*	4,04	3,96	*3,7*	3,93	*3,95*	3,3	*4,4*	4,78	n
	3,56	3,36	*3,65*	3,89	4,00	*4,1*	3,91	*4,40*	3,4	*4,2*	4,98	10
	3,31	3,42	*3,65*	3,65	3,54	*4,1*	3,94	*4,10*	6,1	*4,5*		
	3,21	3,45		3,49	3,43	*4,0*	3,90	*4,00*	2,9	*4,4*	4,88	
	3,22	3,33	*3,69*		4,09	*3,7*	3,92	*4,30*	5,7	*4,4*	4,93	
	3,53	3,46	*3,68*		3,64	*3,6*	3,86	*3,90*	4,4	*4,5*	4,93	
MW in µg/g	**3,397**	**3,412**	***3,652***	**3,768**	**3,777**	***3,87***	**3,910**	***4,108***	**4,30**	***4,40***	**4,900**	**3,86**
s in µg/g	0,168	0,054	*0,039*	0,245	0,274	*0,225*	0,028	*0,201*	1,340	*0,110*	0,076	0,337
$\bar{s}$ in µg/g												0,268
s_{rel}	0,050	0,016	*0,011*	0,065	0,073	*0,058*	0,007	*0,049*	0,312	*0,025*	0,015	0,087
MW	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	
- 1s	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	
+ 1s	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	

	5% Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 3,86 ± 0,25 µg/g

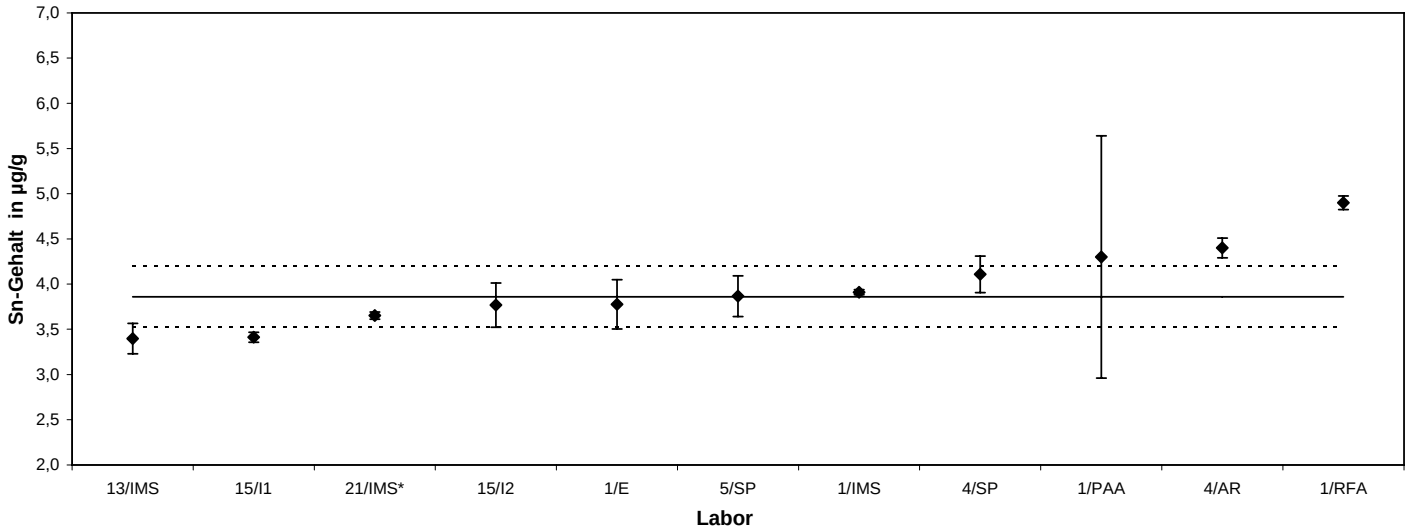

Abbildung 16: Zinngehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	13/IMS
EW in µg/g	0,26
	0,16
	0,18
	0,30
	0,29
	0,15
MW in µg/g	**0,22**
s in µg/g	0,068
$\bar{s}$ in µg/g	
s_{rel}	0,303

kursiv	mit ZRM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie
1/RFA	< 0,02 µg/g	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
1/E	< 0,1 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie
1/IMS	< 0,1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
12/IMS	< 0,1 µg/g	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
22/AR	< 0,15 µg/g	SP	Funkenspektroskopie
7/SP	*< 0,2 µg/g*		
15/I	< 1,71 µg/g		
6/I	< 15 µg/g		

im Zertifikat:	**(< 0,3 µg/g)**

Abbildung 17: Tellurgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	13/IMS	15/I	Ges.
EW in µg/g	0,010	0,25	n
	0,005	0,27	2
	0,005	0,24	
	0,020	0,26	
	0,070	0,25	
	0,060	0,27	
MW in µg/g	**0,028**	**0,257**	**0,14**
s in µg/g	0,029	0,012	0,161
$\bar{s}$ in µg/g			0,021
s_{rel}	1,027	0,047	1,133
MW	0,14	0,14	
- 1s	-0,02	-0,02	
+ 1s	0,30	0,30	

kursiv	mit RM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie
1/IMS	< 0,05 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
12/IMS	< 1 µg/g		

im Zertifikat:	**(< 0,3 µg/g)**

Abbildung 18: Titangehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	8/I	*5/SP*	*23/GD*	9/I	6/I	15/I	*21/IMS**	1/IMS	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	1,8	*5,6*	*5,3*	5,0	5,2	5,3	*5,68*	5,6	*5,40*	n
	1,7	*4,9*	*4,3*	5,2	5,3	5,3	*5,69*	5,3	*5,70*	8
	1,8	*4,8*	*3,9*	5,2	5,2	5,6	*5,72*	5,5	*5,70*	
	1,8	*4,2*	*5,0*	5,5	5,4	5,3	*4,50*	5,7	*6,30*	
	1,7	*4,6*	*5,1*	5,7	5,2	5,5	*5,55*	5,7	*5,20*	
	1,7	*4,1*	*5,4*	4,9	5,2	5,3	*5,59*	5,5	*6,35*	
MW in µg/g	**1,76**	***4,70***	***4,83***	**5,23**	**5,3**	**5,37**	***5,46***	**5,54**	***5,78***	**5,27**
s in µg/g	0,05	*0,54*	*0,60*	0,28	0,1	0,12	*0,47*	0,15	*0,47*	0,357
$\bar{s}$ in µg/g										0,340
s_{rel}	0,028	*0,116*	*0,124*	0,053	0,016	0,023	*0,087*	0,028	*0,081*	0,068
MW	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	
- 1s	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	
+ 1s	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	

	5 % Grubbs	I	Plasmaemissionsspektrometrie	GD	Glow Discharge OES
kursiv	mit RM kalibriert	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie
12/IMS	< 1 µg/g	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation		

im Zertifikat: 5,3 ± 0,3 µg/g

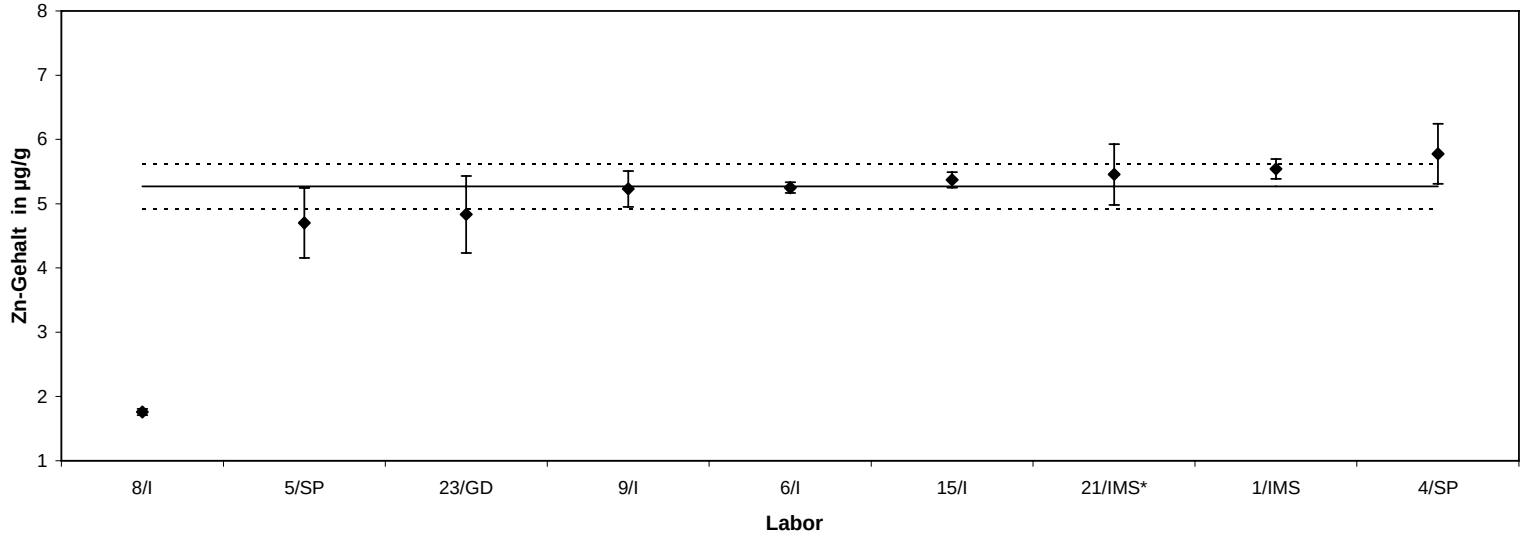

Abbildung 19: Zinkgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	9/I	15/I	*5/SP*	*23/GD*	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,04	0,63	*1,4*	*5,3*	*5,67*	n
	0,04	0,58	*1,3*	*5,3*	*5,64*	5
	0,03	0,61	*1,3*	*5,3*	*5,68*	
	0,03	0,46	*1,1*	*5,4*	*5,65*	
	0,07	0,61	*1,2*	*5,4*	*5,67*	
	0,05	0,52	*1,1*	*5,3*	*5,65*	
MW in µg/g	**0,04**	**0,57**	***1,23***	**5,33**	***5,66***	**2,6**
s in µg/g	0,02	0,07	*0,12*	0,05	*0,02*	2,7
$\bar{s}$ in µg/g						0,05
s_{rel}	0,347	0,115	*0,098*	0,010	*0,003*	1,06
MW	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	
- 1s	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	
+ 1s	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	

kursiv	mit RM kalibriert	GD	Glow Discharge OES
1/IMS	< 0,01 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie
13/IMS	< 0,01 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
6/I	< 0,1 µg/g	SP	Funkenspektrometrie

im Zertifikat: < 6 µg/g

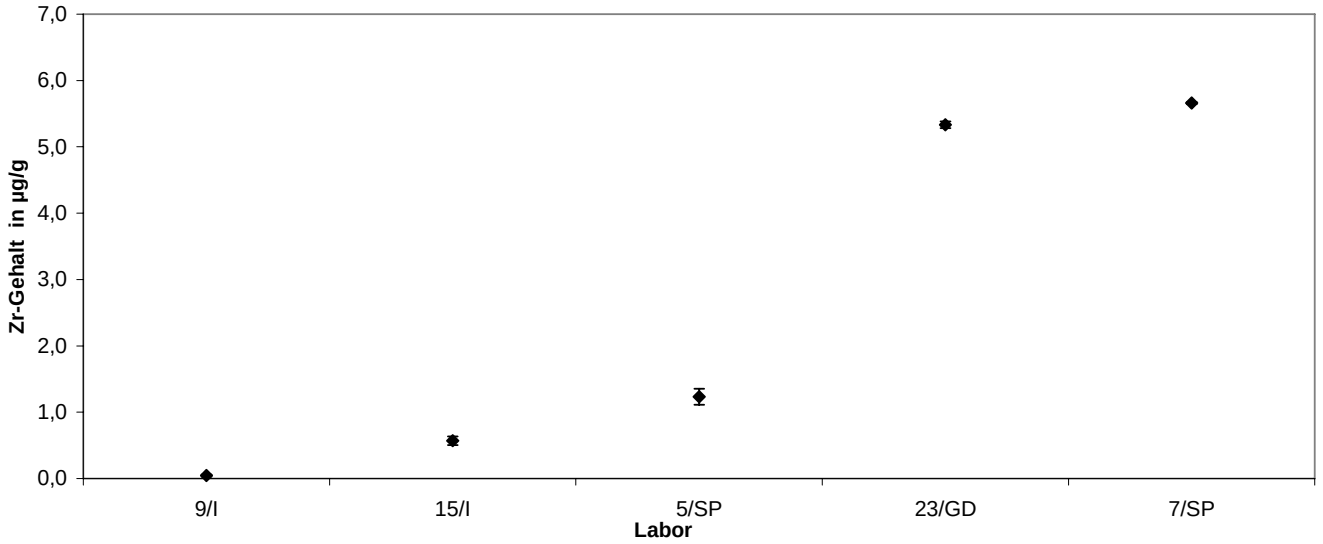

Abbildung 20: Zirkoniumgehalt in BAM-M381

Lab./Meth.	8/I	6/I	13/IMS	1/PAA	*23/GD*	1/E	*21/IMS**	15/I1	22/AR	15/I2	1/NAA	1/IMS	*7/SP*	12/IMS	1/RFA	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	1,0	1,3	1,1	1,4	*1,72*	1,92	*1,99*	1,9	1,88	2,32	1,97	2,01	*1,98*	2,2	2,3	*2,9*	n
	1,0	1,3	1,3	2,2	*1,84*	1,98	*1,89*	1,9	1,71	1,84	2,00	1,99	*2,01*	2,1	2,4	*3,0*	15
	0,9	1,3	1,3	1,9	*1,65*	1,92	*1,92*	2,0	1,66	2,09	2,01	2,00	*2,01*	2,1	2,3	*3,2*	
	0,9	1,3	1,7	1,1	*1,79*	1,78	*2,01*	1,8	1,89	1,47	1,98	2,00	*2,00*	2,2	2,4	*3,0*	
	1,0	1,3	1,6	2,0	*1,58*	1,76	*1,82*	2,0	2,30		1,91	1,99	*2,09*		2,4	*3,1*	
	0,9	1,4	1,4	0,8	*1,98*	1,78	*1,51*	1,8	2,00		1,90	2,01	*2,01*		2,4	*3,0*	
MW in µg/g	**0,95**	**1,32**	**1,40**	**1,57**	***1,76***	**1,86**	***1,86***	**1,89**	**1,91**	**1,93**	**1,96**	**2,00**	***2,02***	**2,13**	**2,38**	***3,03***	**1,795**
s in µg/g	0,02	0,04	0,22	0,55	*0,14*	0,09	*0,18*	0,08	0,23	0,36	0,05	0,01	*0,04*	0,06	0,05	*0,09*	0,356
$\bar{s}$ in µg/g																	0,142
s_{rel}	0,020	0,031	0,160	0,353	*0,08*	0,05	*0,099*	0,041	0,121	0,189	0,024	0,004	*0,019*	0,027	0,021	*0,029*	0,198
MW	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	
+ 1s	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	
- 1s	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
		GD	Glow Discharge OES	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 1,8 ± 0,2 µg/g

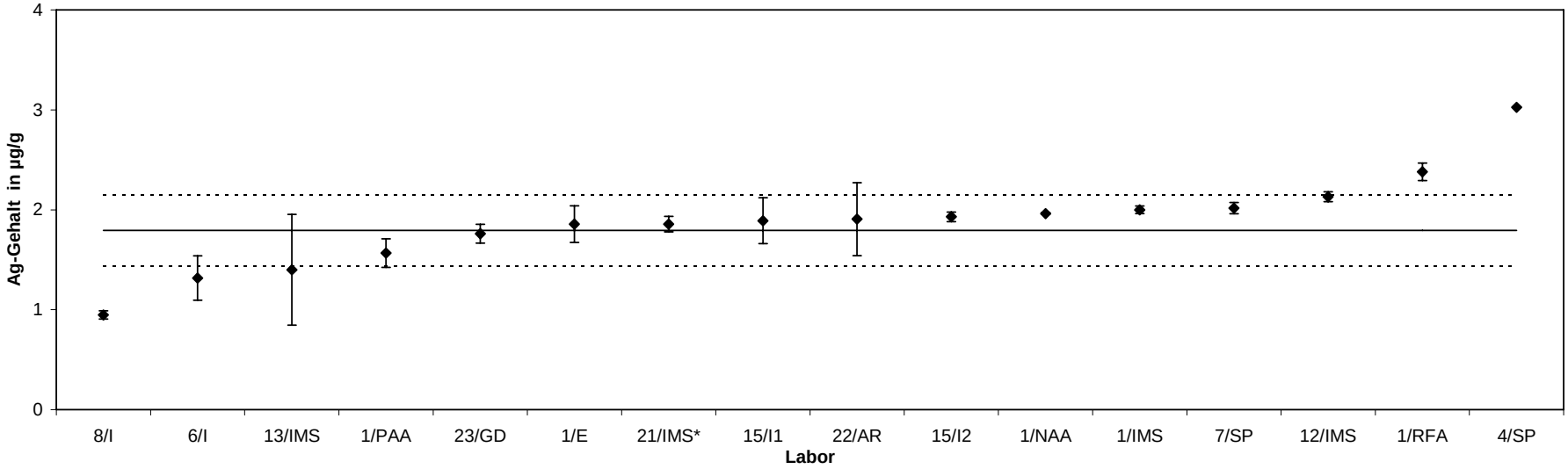

Abbildung 21: Silbergehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	13/IMS	6/I	9/I	15/I	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,14	0,50	1,4	1,3	1,9	n
	0,38	0,45	1,4	1,4	2,0	5
	0,23	0,45	1,2	1,6	2,0	
	0,12	0,52	1,5	1,4	1,9	
	0,10	0,55	1,1	1,6		
	0,16	0,57	1,1	1,2	2,0	
MW in µg/g	**0,19**	**0,51**	**1,3**	**1,42**	**1,96**	**1,07**
s in µg/g	0,10	0,05	0,2	0,18	0,05	0,715
$\bar{s}$ in µg/g						0,115
s_{rel}	0,552	0,10	0,137	0,127	0,028	0,668
MW	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	
- 1s	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	
+ 1s	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	

I Plasmaemissionsspektrometrie
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: < 2,5 µg/g

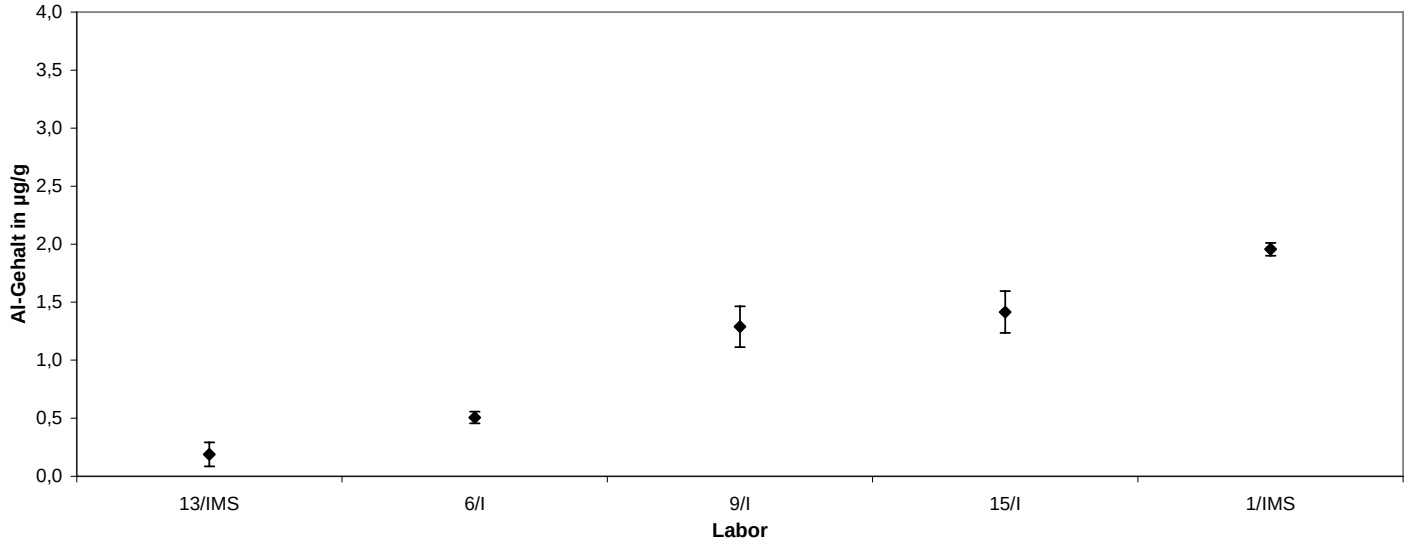

Abbildung 22: Aluminiumgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	*7/SP*	1/IMS	*21/IMS**	*4/SP*	1/E	22/AR	1/PAA	*4/AR*	Ges.
EW in µg/g	*0,29*	0,44	*0,48*	*0,6*	0,57	0,55	0,8	*0,8*	n
		0,44	*0,45*	*0,5*	0,56	0,68	0,8	*0,7*	8
	0,42	0,43	*0,48*	*0,6*	0,51	0,69	0,5	*0,9*	
	0,58	0,44	*0,49*	*0,5*	0,57	0,50	0,4	*0,8*	
	0,56	0,44	*0,43*	*0,4*	0,52	0,72	1,0	*0,9*	
	0,31	0,43	*0,34*	*0,5*	0,52	0,80	0,9	*0,7*	
MW in µg/g	***0,432***	***0,437***	***0,445***	***0,517***	***0,541***	**0,657**	**0,73**	***0,80***	**0,570**
s in µg/g	*0,136*	0,005	*0,056*	*0,075*	0,03	0,111	0,234	*0,089*	0,143
$\bar{s}$ in µg/g									0,092
s_{rel}	*0,314*	0,012	*0,126*	*0,146*	0,052	0,170	0,319	*0,112*	0,251
MW	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	
- 1s	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	
+ 1s	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	

kursiv	mit ZRM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
15/I	< 0,63 µg/g	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
				SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (0,6 ± 0,2 µg/g)

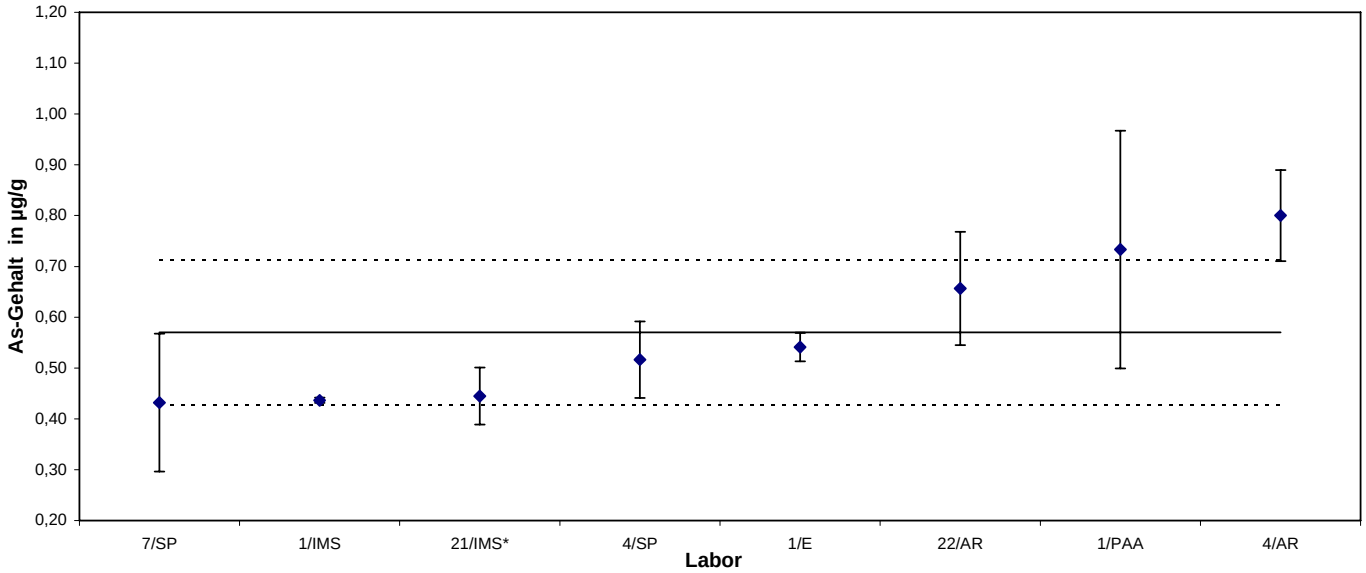

Abbildung 23: Arsengehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	13/IMS	*7/SP*	22/AR	*4/SP*	1/IMS	*21/IMS**	12/IMS	*4/AR*	15/I	Ges.
EW in µg/g	0,49	*0,46*	0,52	*0,50*	0,53	*0,58*	0,55	*0,5*	0,65	n
	0,49	*0,66*	0,47	*0,55*	0,54	*0,56*	0,55	*0,6*	0,54	8
	0,49	*0,44*	0,49	*0,60*	0,55	*0,54*		*0,6*	0,79	
	0,46	*0,35*	0,47	*0,50*	0,53	*0,58*	0,58	*0,6*	0,71	
	0,46	*0,55*	0,57	*0,50*	0,53	*0,52*	0,59	*0,6*	0,67	
	0,47		0,51	*0,50*	0,53	*0,44*		*0,6*	0,86	
MW in µg/g	**0,48**	***0,49***	**0,51**	***0,53***	**0,54**	***0,54***	**0,57**	***0,58***	**0,70**	**0,528**
s in µg/g	0,02	*0,12*	0,04	*0,04*	0,01	*0,05*	0,02	*0,04*	0,11	0,036
$\bar{s}$ in µg/g										0,042
s_{rel}	0,032	*0,239*	0,075	*0,08*	0,02	*0,10*	0,036	*0,07*	0,159	0,069
MW	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	
- 1s	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
+ 1s	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,53 ± 0,03 µg/g

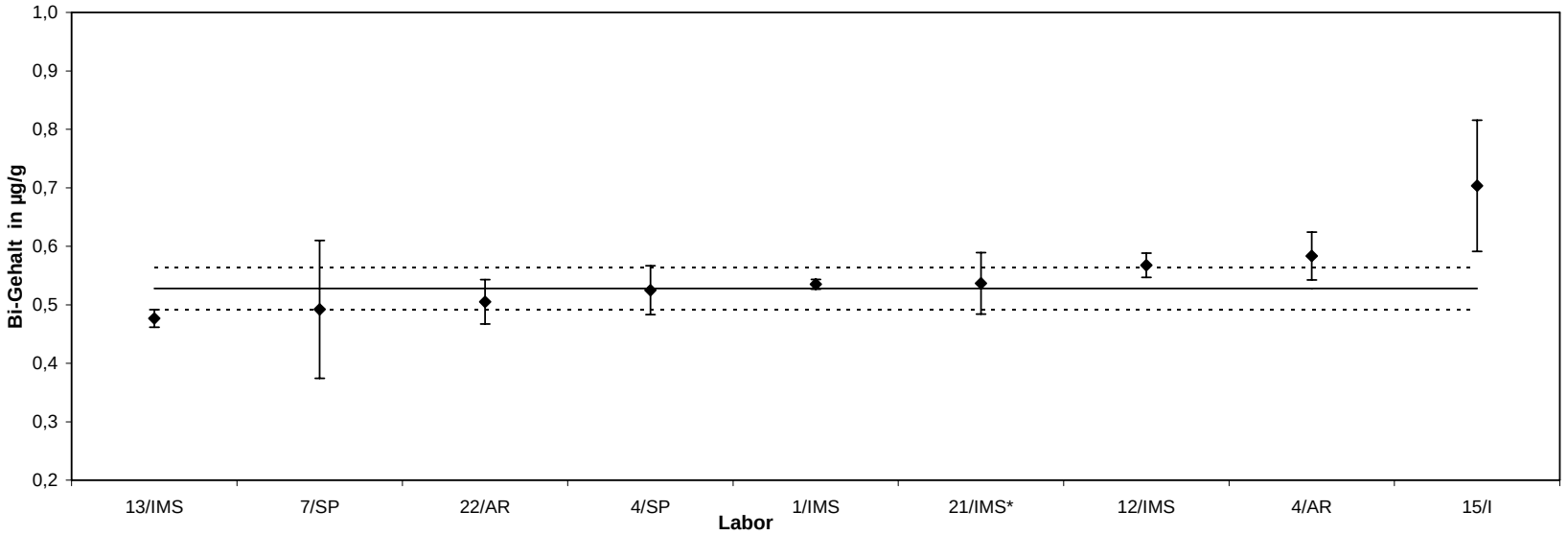

Abbildung 24: Bismutgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	6/I	*21/IMS**	1/IMS	1/E	8/I	*4/SP*	*7/SP*	12/IMS	4/E	*5/SP*	13/IMS	15/I	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	0,76	*0,84*	0,76	0,81	0,83	*0,90*	*0,85*	0,92	0,943	*1*	1,06	1,13	1,85	n
	0,84	*0,77*	0,75	0,82	0,81	*0,90*	*0,86*	0,96	0,950	*1*	1,16	1,12	1,94	12
	0,73	*0,74*	0,75	0,81	0,85	*0,90*	*0,95*	0,89	0,943	*1*	1,17	1,14	1,81	
	0,74	*0,80*	0,76	0,82	0,80	*0,80*	*0,84*	0,94	0,957	*1*	0,98	1,13	2,12	
	0,62	*0,72*	0,77	0,82	0,86	*0,85*	*0,89*	1,00	1,013	*1*	1,05	1,11	1,96	
	0,77	*0,60*	0,77	0,82	0,82	*0,90*	*0,9*		0,953	*1*	1,07	1,12	1,99	
MW in µg/g	**0,74**	***0,75***	**0,760**	**0,816**	**0,83**	***0,875***	***0,882***	**0,94**	**0,960**	***1,0***	**1,08**	**1,13**	**1,95**	**0,90**
s in µg/g	0,07	*0,08*	0,009	0,008	0,02	*0,042*	*0,041*	0,04	0,027	*0,000*	0,07	0,01	0,110	0,128
$\bar{s}$ in µg/g														0,036
s_{rel}	0,10	*0,111*	0,012	0,009	0,028	*0,048*	*0,046*	0,044	0,028	*0,000*	0,067	0,009	0,056	0,143
MW	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
- 1s	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	
+ 1s	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	

	5 % Grubbs	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,90 ± 0,09 µg/g

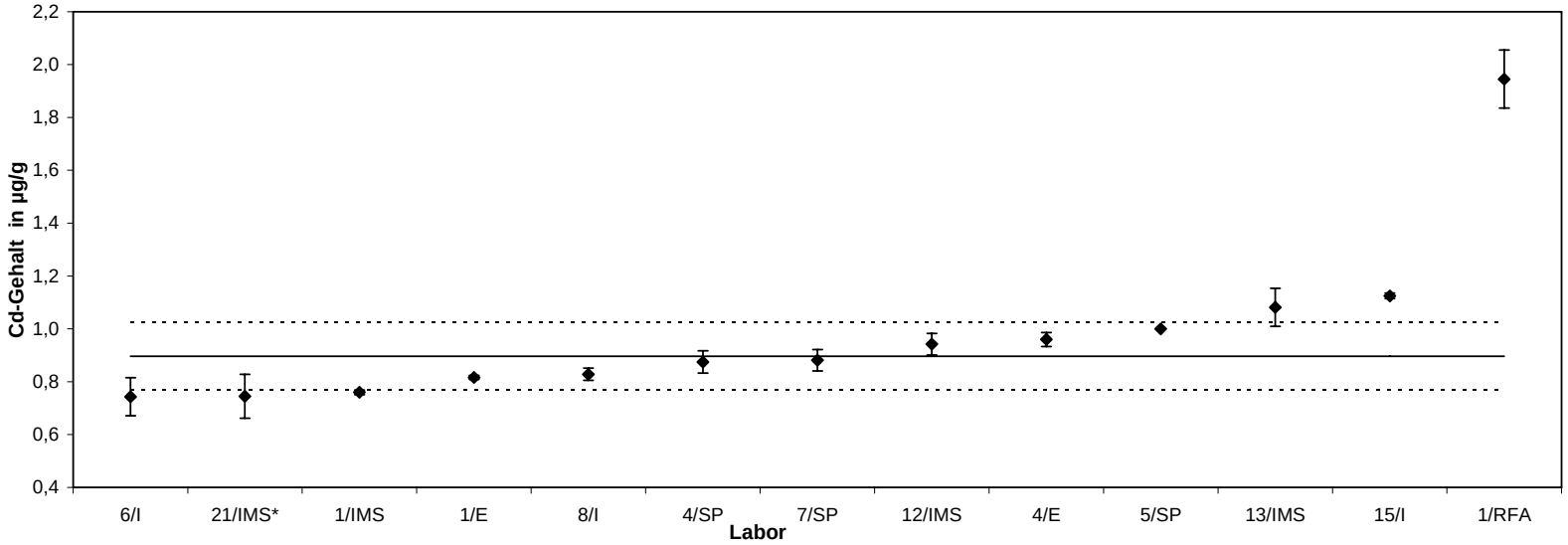

Abbildung 25: Cadmiumgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	*21/IMS**	13/IMS	1/IMS	6/I	1/NAA	*4/SP*	12/IMS	8/E	15/I	23/GD	Ges.
EW in µg/g	*0,61*	0,70	0,64	0,62	0,694	*0,7*	0,72	0,87	0,84	1,0	n
	0,57	0,67	0,65	0,61	0,702	*0,8*	0,71	0,81	0,84	0,9	10
	0,58	0,62	0,67	0,64	0,711	*0,7*	0,69	0,91	0,84	0,8	
	0,62	0,59	0,66	0,70	0,698	*0,7*	0,72	0,78	0,87	0,8	
	0,56	0,61	0,69	0,72	0,698	*0,7*	0,81	0,75	0,87		
	0,57	0,64	0,65	0,72	0,669	*0,7*		0,75	0,83		
MW in µg/g	***0,59***	**0,638**	**0,66**	**0,67**	**0,70**	***0,72***	**0,73**	**0,81**	**0,85**	**0,90**	**0,725**
s in µg/g	*0,02*	0,041	0,018	0,051	0,01	*0,04*	0,05	0,07	0,02	0,086	0,098
$\bar{s}$ in µg/g											0,040
s_{rel}	*0,04*	0,064	0,027	0,076	0,02	*0,057*	0,064	0,08	0,020	0,096	0,136
MW	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	
- 1s	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	
+ 1s	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	

kursiv mit ZRM kalibriert

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
GD	Glow Discharge OES	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
		SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,73 ± 0,07 µg/g

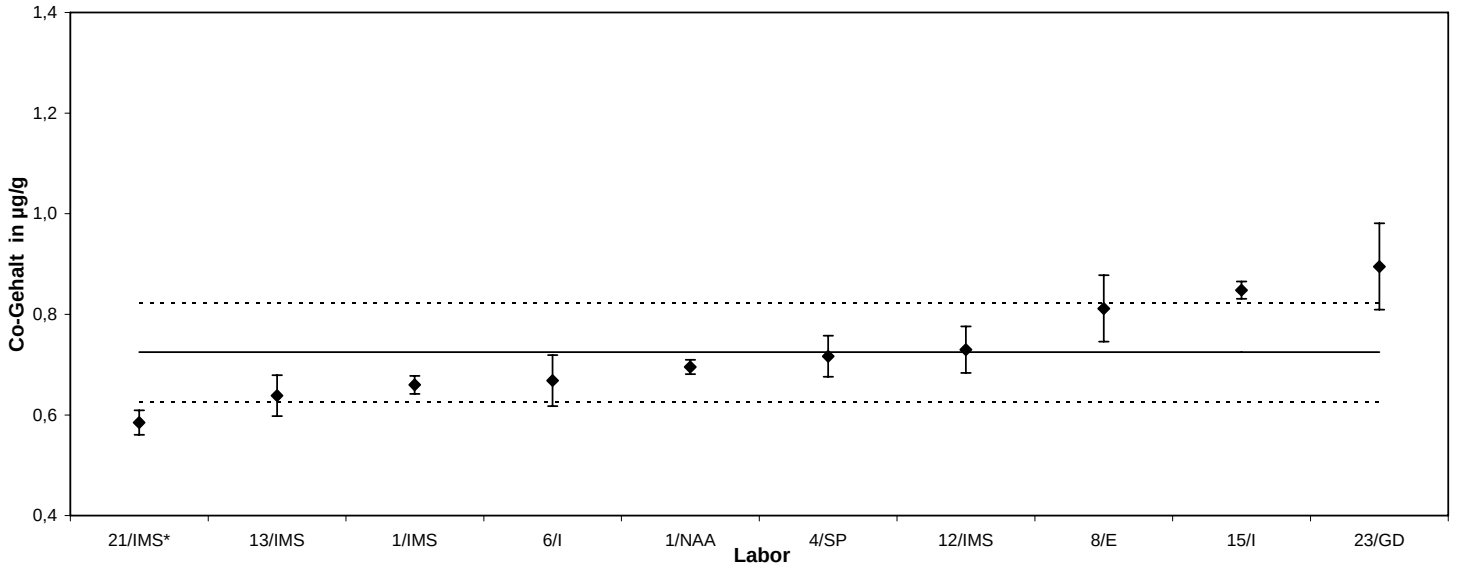

Abbildung 26: Cobaltgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	*21/IMS**	6/I	1/E	*5/SP*	1/IMS	1/NAA	*4/SP*	12/IMS	13/IMS	*7/SP*	23/GD	15/I	Ges.
EW in µg/g	*0,48*	0,5	0,491	*0,4*	0,57	0,533	*0,5*	0,61	0,67	*0,44*	0,64	0,71	n
	0,39	0,5	0,485	*0,6*	0,52	0,546	*0,5*	0,55	0,85		0,72		12
	0,44	0,5	0,543	*0,5*	0,53	0,551	*0,5*	0,51		*0,59*	0,63	0,87	
	0,47	0,5	0,504	*0,5*	0,52	0,528	*0,6*	0,55	0,71	*0,81*	0,72	0,56	
	0,36	0,5	0,489	*0,4*	0,53	0,521	*0,6*	0,63	0,52	*0,82*	0,66	0,67	
	0,34	0,5	0,498	*0,7*	0,51	0,502			0,35	*0,53*	0,72	0,62	
MW in µg/g	***0,413***	**0,49**	**0,502**	***0,52***	**0,530**	**0,530**	***0,54***	**0,570**	**0,620**	***0,638***	**0,682**	**0,686**	**0,56**
s in µg/g	*0,059*	0,02	0,021	*0,117*	0,021	0,018	*0,055*	0,049	0,191	*0,170*	0,043	0,117	0,082
$\bar{s}$ in µg/g													0,073
s_{rel}	*0,142*	0,04	0,042	*0,226*	0,040	0,033	*0,101*	0,086	0,309	*0,267*	0,063	0,171	0,147
MW	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	
- 1s	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	
+ 1s	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	

kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		GD	Glow Discharge OES	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,56 ± 0,06 µg/g

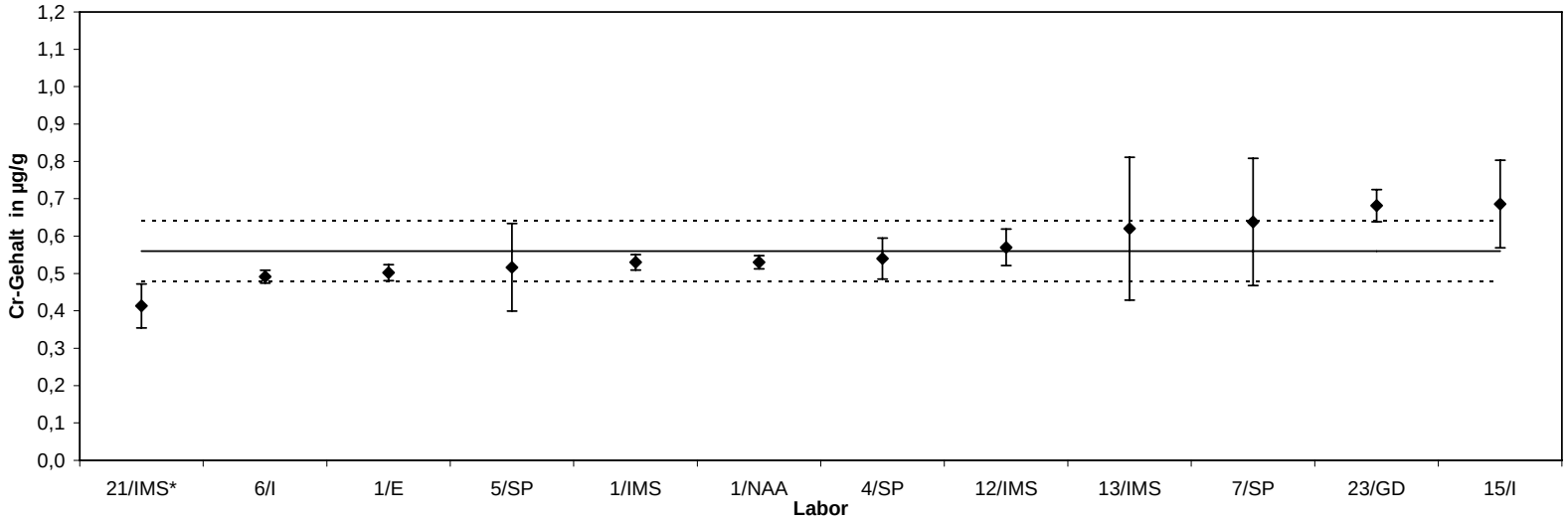

Abbildung 27: Chromgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	15/I	6/I	1/E	13/IMS	8/I	9/I	*21/IMS**	22/AR	*23/GD*	*5/SP*	*7/SP*	1/P	1/IMS	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	4,3	5,0	5,8	5,5	5,8	5,7	*6,41*	7,36	*5,8*	*6,2*	*6,39*	6,85	6,6	*6,60*	n
	3,8	5,0	4,8	6,0	5,9	5,7	*6,25*	6,04	*6,7*	*6,4*	*6,45*	6,76	6,6	*6,70*	14
	5,8	5,1	4,5	5,3	5,8	5,5	*6,16*	6,97	*6,3*	*6,3*	*6,60*	6,16	6,3	*6,60*	
	3,8	5,0	5,5	5,7	5,9	6,2	*6,43*	7,21	*6,4*	*6,4*	*6,71*	6,21	6,7	*6,70*	
	4,8	5,1	5,0	6,2	5,9	6,0	*6,15*	4,89	*6,3*	*6,6*	*6,48*	6,45	6,8	*6,60*	
	4,5	4,8	5,3	5,5	5,9	6,4	*5,94*	5,32	*6,8*	*6,6*	*6,26*	6,87	6,6	*6,55*	
MW in µg/g	**4,51**	**5,00**	**5,15**	**5,70**	**5,85**	**5,91**	***6,22***	**6,30**	***6,38***	***6,42***	***6,48***	**6,55**	**6,59**	***6,63***	**5,98**
s in µg/g	0,76	0,11	0,5	0,33	0,05	0,34	*0,18*	1,04	*0,33*	*0,16*	*0,16*	0,32	0,17	*0,06*	0,668
$\bar{s}$ in µg/g															0,319
s_{rel}	0,168	0,022	0,090	0,058	0,008	0,057	*0,029*	0,165	*0,052*	*0,025*	*0,024*	0,049	0,026	*0,009*	0,112
MW	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	
- 1s	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31	
+ 1s	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	

kursiv	mit RM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
		GD	Glow Discharge OES	P	Photometrie
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 6,0 ± 0,4 µg/g

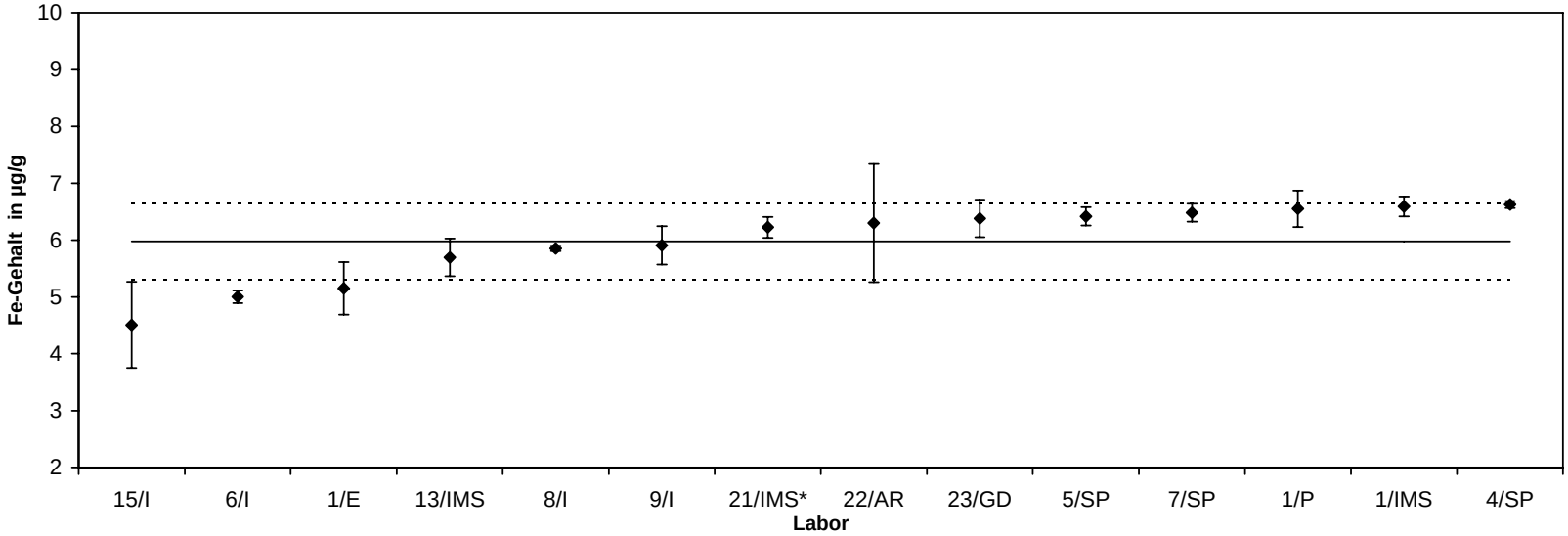

Abbildung 28: Eisengehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	6/I	15/I	8/I	13/IMS	*5/SP*	9/I	*4/SP*	1/IMS	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	1,0	1,03	1,2	1,43	*1,4*	1,5	*1,5*	1,7	*2,02*	n
	1,0	1,11	1,2	1,17	*1,5*	1,8	*1,65*	1,7	*1,97*	9
	1,0	1,20	1,3	1,34	*1,4*	1,4	*1,6*	1,7	*2,02*	
	1,0	1,18	1,2	1,26	*1,5*	1,3	*1,6*	1,7	*2,02*	
	1,0	1,02	1,2	1,23	*1,4*	1,6	*1,6*	1,7	*2,04*	
	1,0	1,05	1,2	1,08	*1,5*	1,5	*1,6*	1,7	*2,07*	
MW in µg/g	**1,0**	**1,098**	**1,20**	**1,25**	***1,45***	**1,51**	***1,59***	**1,71**	***2,02***	**1,43**
s in µg/g	0,0	0,078	0,04	0,12	*0,05*	0,17	*0,05*	0,03	*0,03*	0,325
$\bar{s}$ in µg/g										0,065
s_{rel}	0,010	0,071	0,032	0,099	*0,038*	0,111	*0,031*	0,017	*0,016*	0,228
MW	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
- 1s	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
+ 1s	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	

kursiv mit ZRM kalibriert

I Plasmaemissionsspektrometrie
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
SP Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (1,4 ± 0,3 µg/g)

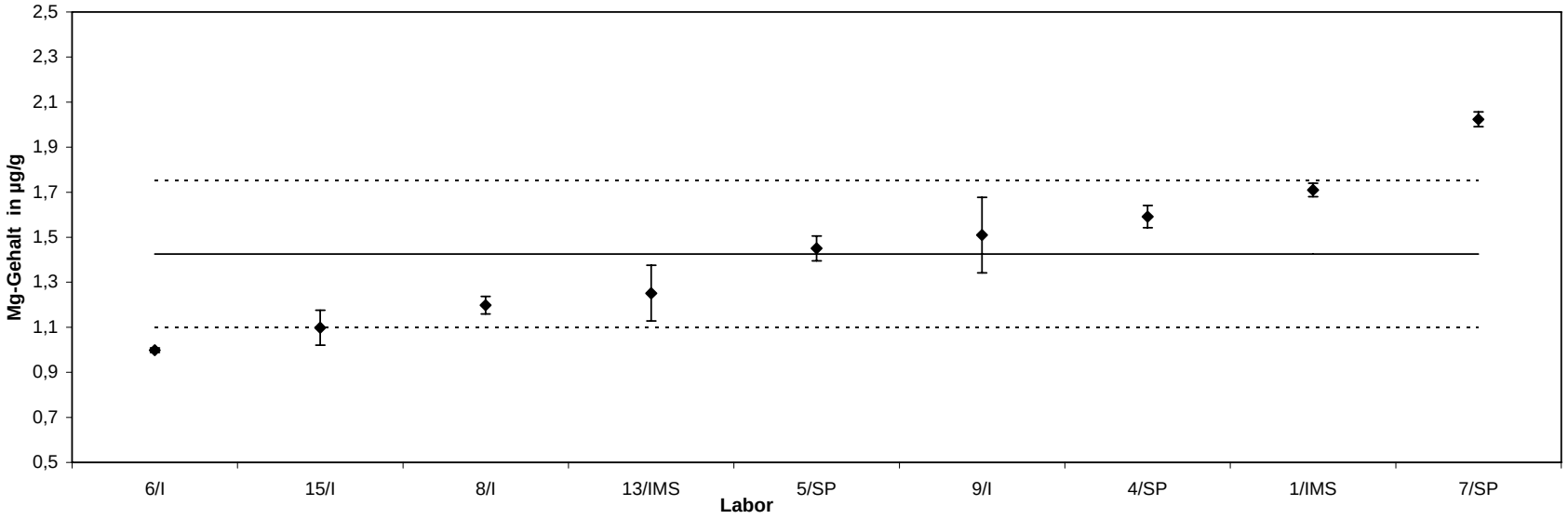

Abbildung 29: Magnesiumgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	13/IMS	12/IMS	9/I	1/PAA	*21/IMS**	6/I	15/I	1/E	1/IMS	*5/SP*	*7/SP*	*4/SP*	8/I	Ges.
EW in µg/g	0,60	0,65	0,68	1,0	*0,77*	0,75	0,76	0,76	0,78	*0,8*	*0,81*	*0,9*	0,91	n
	0,56	0,63	0,73	0,6	*0,77*	0,75	0,76	0,76	0,77	*0,8*	*0,78*	*0,9*	0,90	13
	0,62	0,64	0,63	0,9	*0,74*	0,76	0,76	0,77	0,78	*0,8*	*0,85*	*0,9*	0,95	
	0,62	0,64	0,74	0,7	*0,76*	0,76	0,76	0,77	0,77	*0,8*	*0,84*	*0,9*	0,90	
		0,72	0,74	0,4	*0,69*	0,74	0,76	0,78	0,78	*0,8*	*0,87*	*0,9*	0,88	
	0,56		0,74		*0,62*	0,75	0,76	0,73	0,77	*0,8*	*0,85*	*0,9*	0,89	
MW in µg/g	**0,592**	**0,656**	**0,710**	**0,72**	***0,725***	**0,752**	**0,760**	**0,762**	**0,775**	***0,80***	***0,833***	***0,90***	**0,905**	**0,76**
s in µg/g	0,030	0,036	0,046	0,239	*0,060*	0,008	0,000	0,017	0,005	*0,000*	*0,033*	*0,000*	0,024	0,088
$\bar{s}$ in µg/g														0,038
s_{rel}	0,051	0,056	0,064	0,332	*0,082*	0,010	0,000	0,023	0,007	*0,000*	*0,039*	*0,000*	0,027	0,115
MW	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
- 1s	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	
+ 1s	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	

kursiv mit ZRM kalibriert

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,76 ± 0,06 µg/g

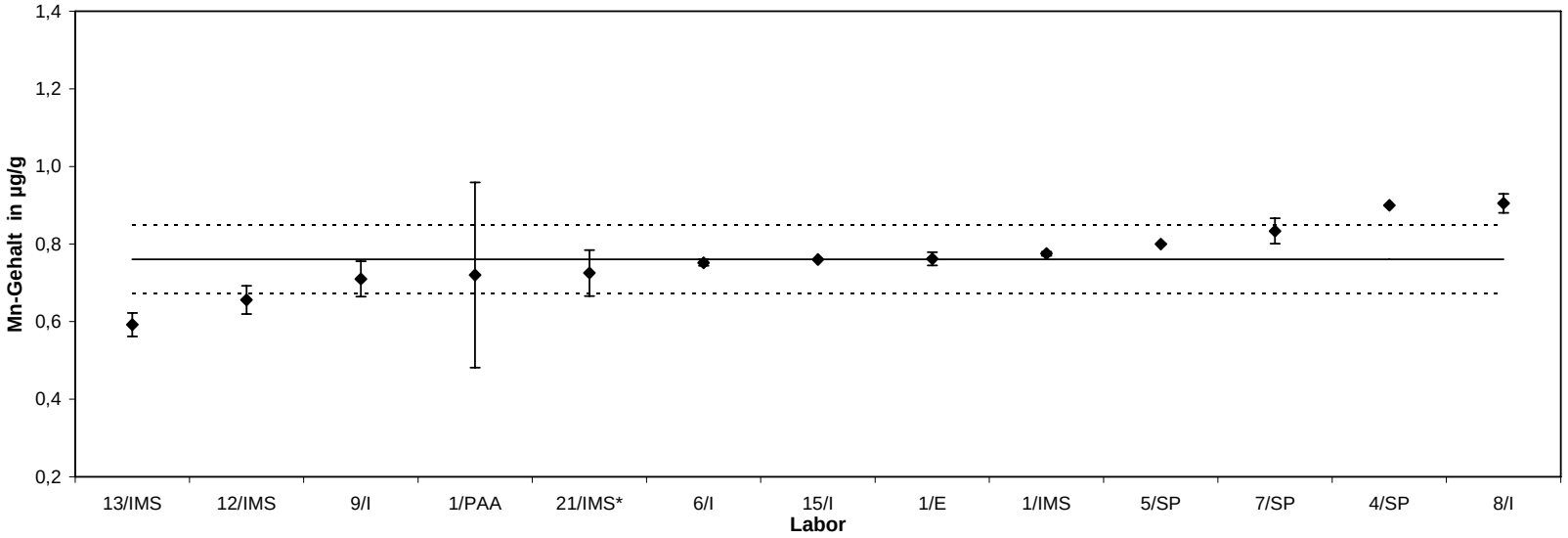

Abbildung 30: Mangangehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	12/IMS	1/E	22/AR	*5/SP*	6/I	8/E	*7/SP*	*21/IMS**	1/IMS	15/I	*4/SP*	1/PAA	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	1,27	1,22	1,52	*1*	1,94	1,77	*1,93*	*1,71*	1,82	1,80		2,4	2,34	n
	1,22	1,57	1,59	*2*		1,55	*1,90*	*1,76*	1,74	1,81	*1,7*	1,8	2,03	13
	1,27	1,51	1,48	*1*	1,43	1,65	*1,33*	*1,66*	1,76	1,81	*1,9*			
	1,33	1,25	1,46	*1*	1,50	1,56	*1,51*	*1,87*	1,78	1,79	*1,8*	1,9	2,12	
	1,34	1,45	1,38	*2*	1,50	1,74	*1,68*	*1,77*	1,76	1,82	*2,0*	2,2	2,47	
		1,43	1,25	*2*	1,40	1,32	*1,43*	*1,56*	1,76	1,85	*1,7*	2,3		
MW in µg/g	**1,286**	**1,405**	**1,447**	***1,50***	**1,554**	**1,598**	***1,630***	***1,722***	**1,770**	**1,813**	***1,82***	**2,12**	**2,240**	**1,68**
s in µg/g	0,049	0,139	0,119	0,548	0,220	0,163	*0,249*	*0,106*	0,028	0,021	*0,130*	0,259	0,201	0,273
$\bar{s}$ in µg/g														0,172
s_{rel}	0,038	0,099	0,082	0,365	0,142	0,102	*0,153*	*0,061*	0,016	0,011	*0,072*	0,122	0,090	0,162
MW	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	
- 1s	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	
+ 1s	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	

kursiv mit ZRM kalibriert

AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 1,7 ± 0,2 µg/g

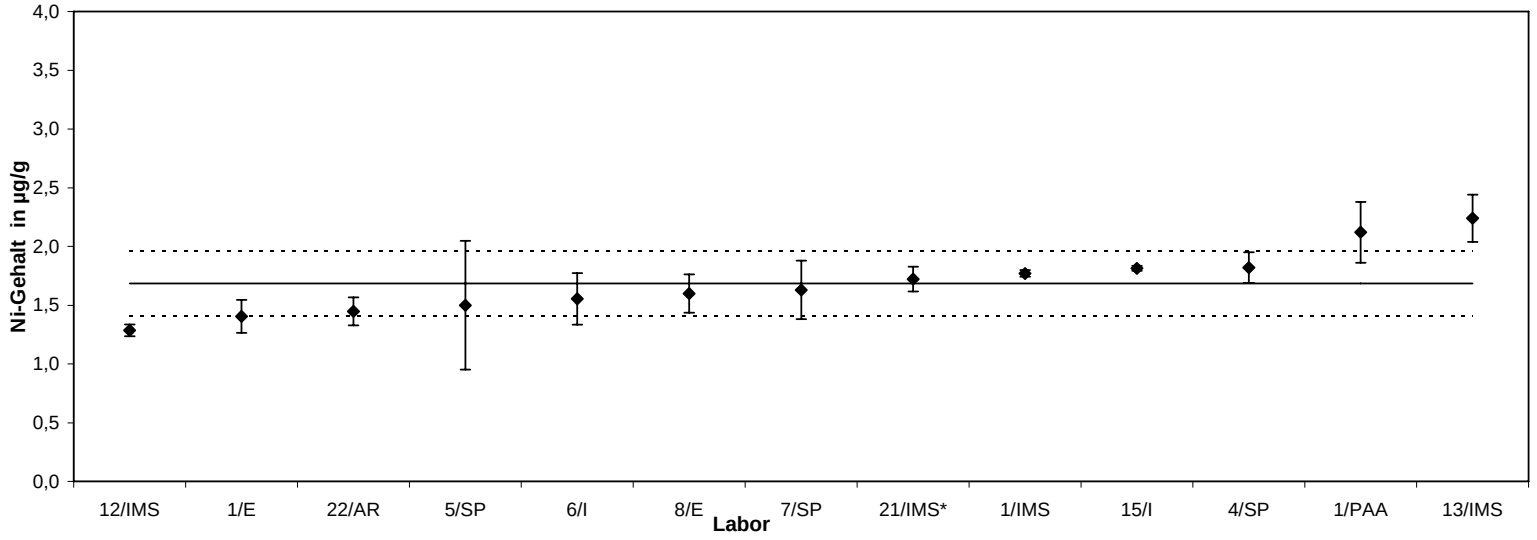

Abbildung 31: Nickelgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	12/IMS	4/E	15/I	*21/IMS**	1/IMS	1/E	22/AR	*4/AR*	*4/SP*	*5/SP*	16/NAA	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,62	0,675	0,77	*0,97*	0,98	0,95	1,14	*1,1*	*1,10*	*1*	1,30	1,38	n
	0,42	0,720	0,59	*0,99*	0,98	0,98	0,98	*1,1*	*1,30*	*1*	1,20		12
	0,50	0,680	0,91	*0,95*	0,96	1,07	1,00	*1,1*	*1,35*	*2*	1,35	1,74	
	0,49	0,670	0,87	*1,01*	0,97	0,99	1,04	*1,1*	*1,10*	*1*	1,48	1,30	
	0,53	0,895	1,10	*0,93*	0,96	0,97	1,11	*1,1*	*1,00*	*2*	1,30	1,53	
		0,675	0,70	*0,71*	0,97	1,07	0,96	*1,1*	*1,30*	*1*	1,48	1,52	
MW in µg/g	**0,512**	**0,719**	**0,823**	***0,927***	**0,970**	**1,005**	**1,038**	***1,10***	***1,192***	***1,3***	**1,352**	**1,494**	**1,039**
s in µg/g	0,073	0,088	0,178	*0,110*	0,009	0,052	0,073	*0,000*	*0,143*	0,516	0,111	0,168	0,280
$\bar{s}$ in µg/g													0,127
s_{rel}	0,142	0,122	0,216	*0,119*	0,009	0,052	0,070	*0,000*	*0,120*	0,387	0,082	0,113	0,270
MW	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	
- 1s	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
+ 1s	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	

kursiv mit ZRM kalibriert
6/I < 10 µg/g

AR Bogenspektroskopie
E Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
I Plasmaemissionsspektrometrie

IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
IMS* Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
NAA Neutronenaktivierungsanalyse
SP Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 1,0 ± 0,2 µg/g

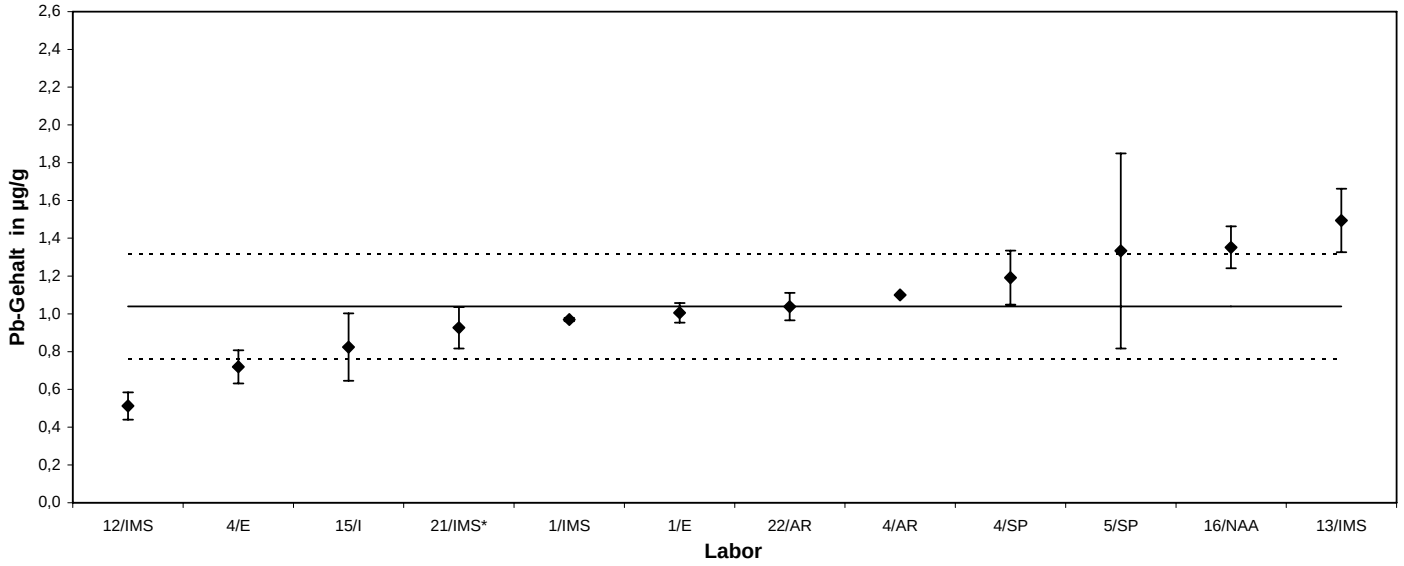

Abbildung 32: Bleigehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	*7/SP*	*13/CS*	8/T	17/P	1/P	*4/SP*	*23/GD*	Ges.
EW in µg/g	*0,56*	*2,58*	3,21	3,70	4,12	*3,7*	*5,14*	n
	0,31	*1,48*	3,61	[4,98]	3,69	*3,7*	*5,16*	7
	0,38	*2,66*	3,61	3,28	4,28	*3,6*	*5,30*	
	0,36	*2,03*	3,21	3,44	2,81	*3,7*	*5,15*	
	0,36	*1,48*	3,61	3,93	3,56	*3,8*	*5,14*	
	0,71	*2,97*	3,61	3,64	3,62	*3,8*	*5,30*	
MW in µg/g	***0,447***	***2,20***	**3,477**	**3,598**	**3,679**	***3,72***	***5,198***	**3,19**
s in µg/g	*0,155*	0,635	0,207	0,249	0,516	*0,075*	0,079	1,489
$\bar{s}$ in µg/g								0,352
s_{rel}	*0,347*	0,289	0,059	0,069	0,140	*0,020*	0,015	0,467
MW	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	
- 1s	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	
+ 1s	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	

kursiv	mit ZRM kalibriert	CS	Verbrennungsanalyse	P	Photometrie
15/I	< 1,35 µg/g	GD	Glow Discharge OES	T	Titration
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (3,2 ± 1,4 µg/g)

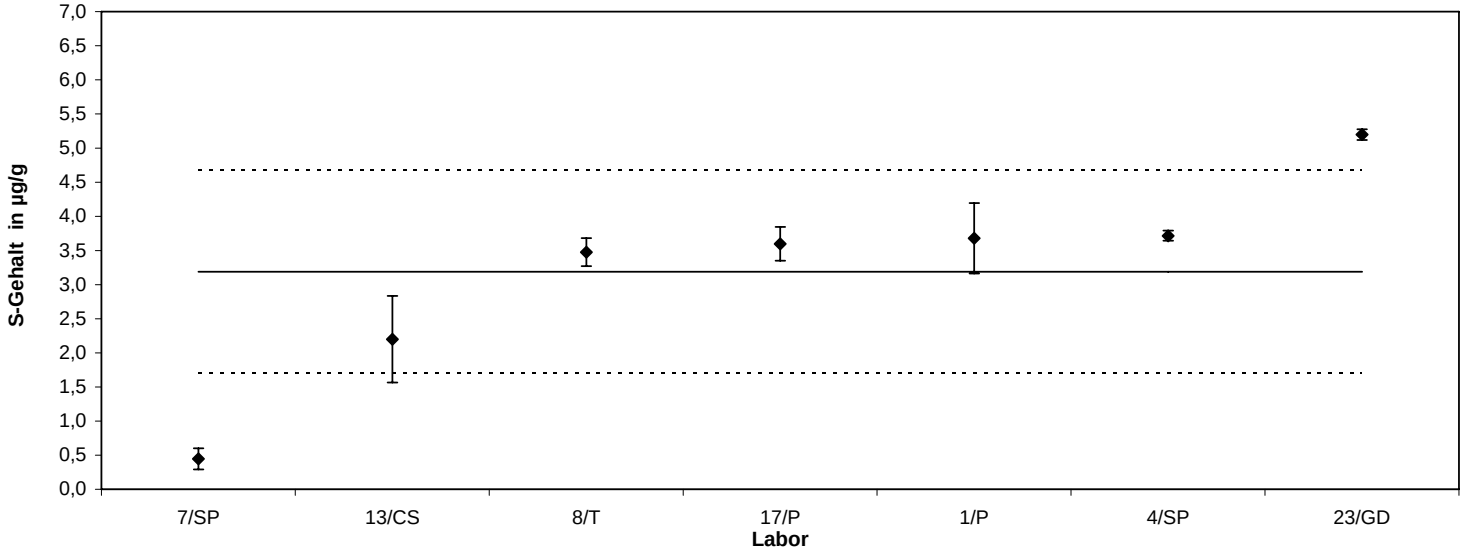

Abbildung 33: Schwefelgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	4/E	1/RFA	*21/IMS**	13/IMS	1/E	1/NAA	1/IMS	1/P	22/AR	1/PAA	*4/AR*	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,495	0,51	*0,61*	0,59	0,65	0,642	0,64	0,617	0,94	0,8	*1,0*	*1,0*	n
	0,480	0,54	*0,61*	0,63	0,56	0,647	0,64	0,674	0,93	0,9	*1,0*	*1,1*	12
	0,410	0,51	*0,59*	0,64	0,60	0,649	0,64	0,674	0,60	1,1	*0,8*	*1,0*	
	0,460	0,51	*0,62*	0,59	0,55	0,639	0,64	0,659	1,00	1,0	*1,1*	*1,0*	
		0,55	*0,57*	0,56	0,57	0,615	0,65	0,654	0,52	0,7	*1,2*	*1,0*	
		0,63	*0,46*	0,55	0,68	0,613	0,65	0,668	0,92	1,1	*0,8*	*1,0*	
MW in µg/g	**0,461**	**0,542**	***0,577***	**0,593**	**0,602**	**0,634**	**0,643**	**0,657**	**0,818**	**0,93**	***0,98***	***1,02***	**0,71**
s in µg/g	0,037	0,047	*0,060*	0,036	0,053	0,016	0,005	0,022	0,204	0,163	*0,160*	*0,041*	0,185
$\bar{s}$ in µg/g													0,070
s_{rel}	0,080	0,086	*0,104*	0,061	0,088	0,025	0,008	0,033	0,249	0,175	*0,163*	*0,040*	0,262
MW	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	
- 1s	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
+ 1s	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	

kursiv	mit ZRM kalibriert	AR	Bogenspektroskopie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
6/I	< 10 µg/g	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	P	Photometrie
15/I	< 0,72 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
12/IMS	< 1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
		IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,7 ± 0,2 µg/g

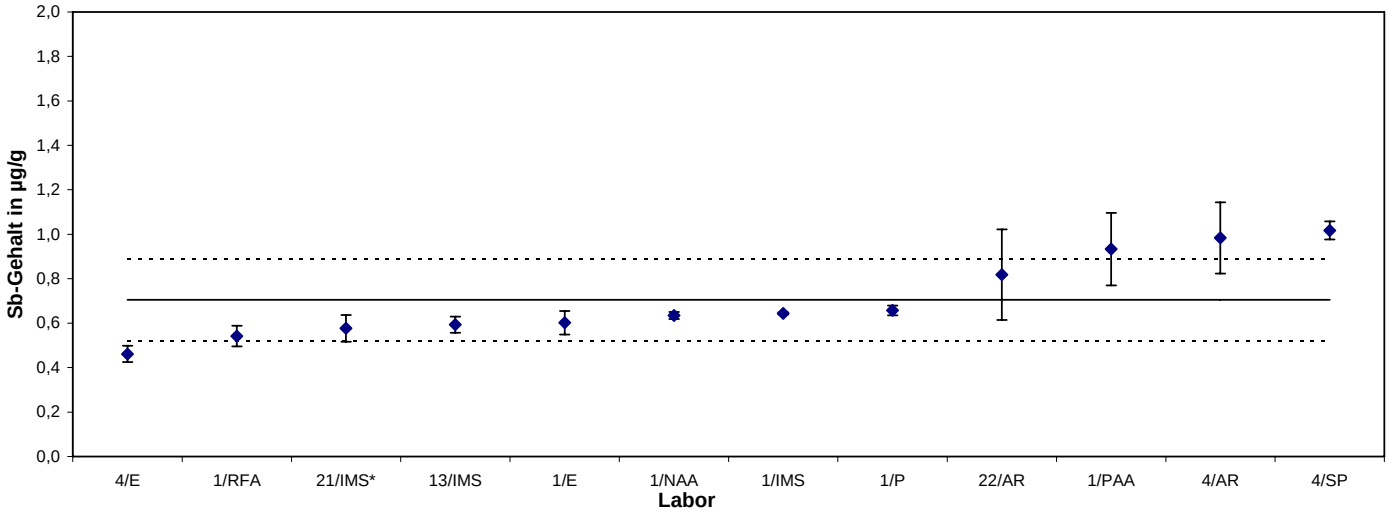

Abbildung 34: Antimongehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	22/AR	1/E	4/E	*21/IMS**	*4/SP*	1/NAA	*7/SP*	*5/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,23	0,44	0,530	*0,55*	*0,6*	0,586	*0,76*	*0,6*	n
	0,31	0,50	0,560	*0,55*		0,579	*0,55*	*0,9*	7
	0,26	0,50	0,525	*0,55*	*0,6*	0,590	*0,56*	*0,8*	
	0,20	0,48	0,545	*0,60*	*0,5*	0,580	*0,56*	*0,6*	
	0,30	0,42		*0,51*	*0,5*	0,560		*0,7*	
		0,43			*0,6*	0,548	*0,65*	*0,8*	
MW in µg/g	**0,260**	**0,462**	**0,540**	***0,552***	***0,56***	**0,574**	***0,616***	***0,73***	**0,58**
s in µg/g	0,046	0,036	0,016	*0,032*	*0,055*	0,016	*0,090*	0,121	0,083
$\bar{s}$ in µg/g									0,052
s_{rel}	0,178	0,078	0,029	*0,058*	*0,098*	0,028	*0,146*	0,165	0,144
MW	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	
- 1s	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
+ 1s	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
15/I	< 0,81 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
1/IMS	< 1 µg/g			SP	Funkenspektroskopie
6/I	< 5 µg/g				

im Zertifikat: 0,6 ± 0,1 µg/g

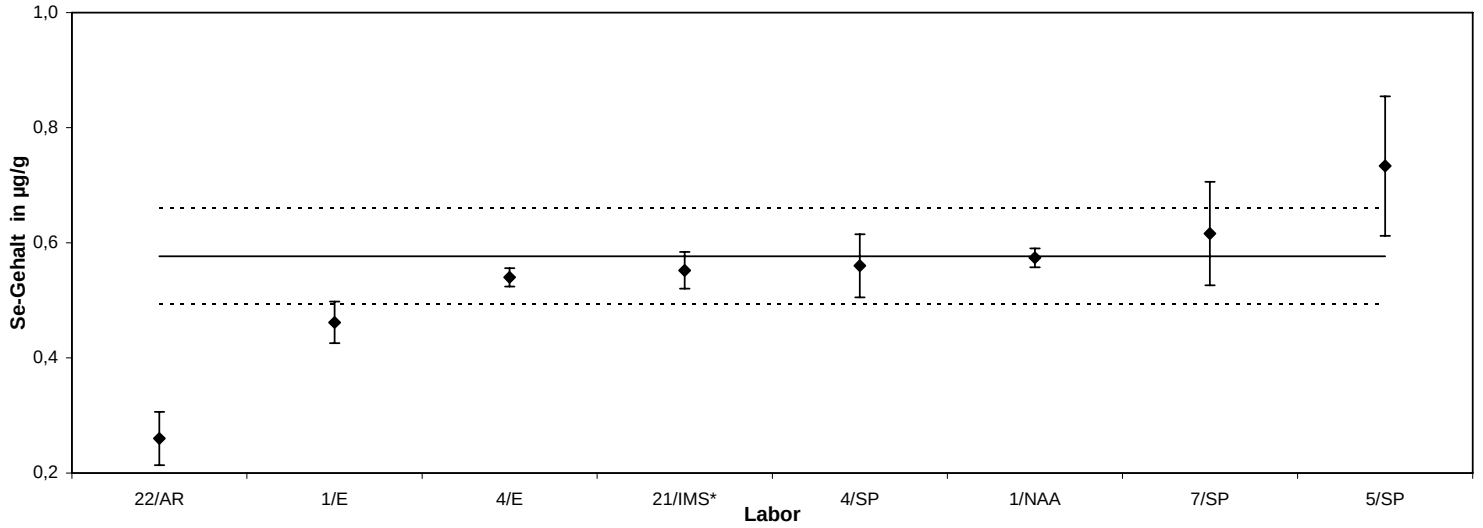

Abbildung 35: Selengehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	*4/SP*	*5/SP*	*7/SP*	*23/GD*	15/I	Ges.
EW in µg/g	*0,2*	*1*	*1,47*	*2,6*	4,4	n
	0,3	*1*	*1,39*	*2,4*		5
		1	*1,26*	*2,9*	5,5	
	0,4	*1*	*1,33*	*2,6*	4,4	
	0,4	*1*	*1,33*	*2,2*	6,4	
	0,4	*1*	*1,32*	*2,4*	3,9	
MW in µg/g	***0,34***	***1,0***	***1,35***	***2,52***	**4,90**	**2,02**
s in µg/g	*0,09*	*0,00*	*0,07*	*0,24*	1,01	1,791
$\bar{s}$ in µg/g						0,283
s_{rel}	*0,263*	*0,000*	*0,053*	*0,095*	0,207	0,886
MW	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	
- 1s	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
+ 1s	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	

kursiv mit ZRM kalibriert

GD Glow Discharge OES
I Plasmaemissionsspektrometrie
SP Funkenspektroskopie

im Zertifikat: < 6 µg/g

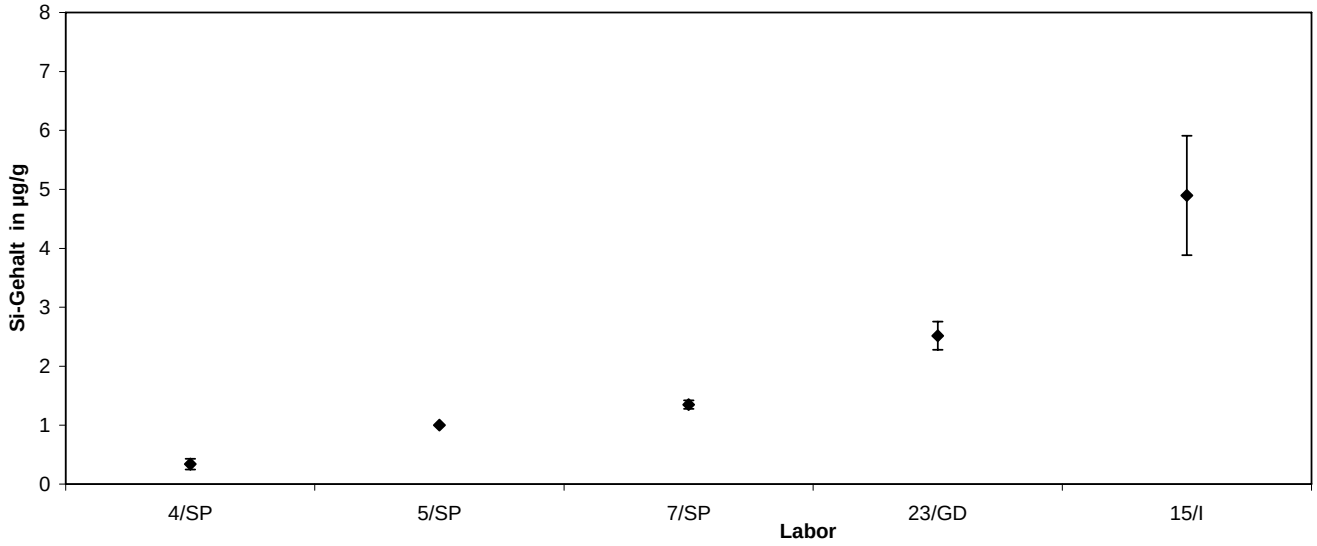

Abbildung 36: Siliziumgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	13/IMS	*4/AR*	15/I2	15/I1	1/PAA	*21/IMS**	6/I	1/E	1/IMS	*5/SP*	*4/SP*	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	4,03	*3,9*	4,11	4,14	4,4	*4,56*	4,3	4,16	4,49	*4,5*	*4,8*	5,76	n
	3,99	*4,0*	4,28	4,13	4,7	*4,17*	4,2	4,10	4,50	*4,6*	*5,0*	5,79	11
	3,89	*4,0*	4,06	4,33	3,7	*4,12*	4,6	4,67	4,49	*4,4*	*4,7*	5,80	
	3,57	*3,9*	4,13	4,16		*4,32*	4,3	4,87	4,52	*4,4*	*5,0*	5,71	
	3,64	*3,9*		4,22	4,0	*4,02*	4,0	4,28	4,55	*4,7*	*4,9*	6,06	
	3,80	*3,9*		4,19			4,2	4,46	4,58	*4,6*	*5,0*	6,24	
MW in µg/g	**3,82**	***3,93***	**4,145**	**4,195**	**4,20**	***4,238***	**4,27**	**4,423**	**4,522**	***4,53***	***4,90***	**5,893**	**4,29**
s in µg/g	0,186	*0,052*	0,095	0,074	0,440	*0,210*	0,197	0,302	0,037	0,121	*0,126*	0,209	0,299
$\bar{s}$ in µg/g													0,167
s_{rel}	0,049	*0,013*	0,023	0,018	0,105	*0,050*	0,046	0,068	0,008	0,027	*0,026*	0,035	0,070
MW	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	4,29	
- 1s	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	
+ 1s	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 4,29 ± 0,21 µg/g

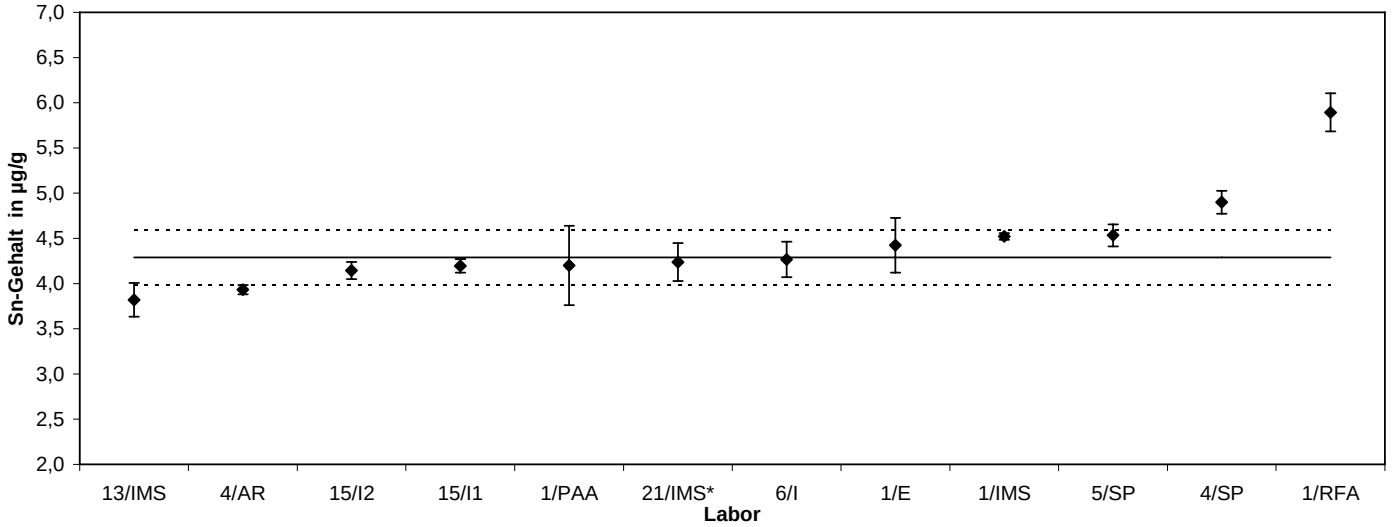

Abbildung 37: Zinngehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	4/E	12/IMS	*21/IMS**	1/RFA	1/E	13/IMS	22/AR	1/IMS	*4/Sp*	Ges.
EW in µg/g	0,48	0,67	*0,60*	0,62	0,68	0,69	0,64	0,65	*1,8*	n
	0,47	0,53	*0,60*	0,62	0,66		0,63	0,62	*1,8*	8
	0,47	0,51	*0,59*	0,63	0,67		0,71	0,67	*1,8*	
	0,47	0,58	*0,59*	0,50	0,64	0,62		0,67	*1,8*	
			0,55	0,62	0,64	0,65	0,67	0,70	*1,8*	
				0,66	0,67	0,68		0,76	*1,8*	
MW in µg/g	**0,470**	**0,573**	***0,586***	**0,608**	**0,660**	**0,660**	**0,663**	**0,678**	***1,80***	**0,61**
s in µg/g	0,007	0,071	*0,021*	0,055	0,017	0,032	0,036	0,048	0,000	0,070
$\bar{s}$ in µg/g										0,036
s_{rel}	0,015	0,125	*0,035*	0,091	0,025	0,048	0,054	0,071	0,000	0,114
MW	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	
- 1s	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	
+ 1s	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
15/I	< 1,71 µg/g	I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
6/I	< 15 µg/g			SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: 0,61 ± 0,06 µg/g

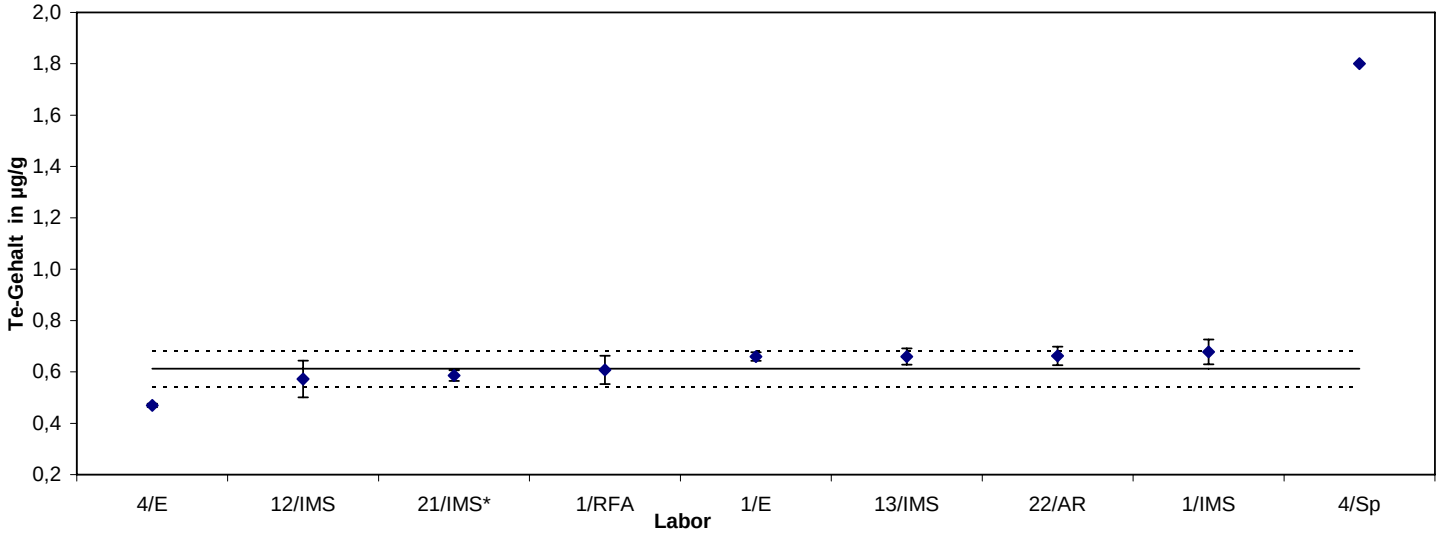

Abbildung 38: Tellurgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	6/I	13/IMS	9/I	15/I	*5/SP*	*4/SP*	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,24	0,35	0,41	0,64	*0,7*	*0,7*	0,77	n
	0,26	0,45	0,45	0,63	*0,7*	*0,7*	0,75	7
	0,26	0,43	0,47	0,68	*0,6*	*0,6*	0,77	
	0,27	0,32	0,54	0,66	*0,7*	*0,7*	0,79	
	0,24	0,38	0,56	0,71	*0,6*	*0,7*	0,83	
	0,26	0,38	0,45	0,63	*0,8*	*0,7*	0,77	
MW in µg/g	**0,255**	**0,385**	**0,480**	**0,658**	***0,68***	***0,68***	**0,780**	**0,61**
s in µg/g	0,012	0,048	0,058	0,032	0,075	*0,041*	0,028	0,148
s_I in µg/g								0,047
s_{rel}	0,048	0,126	0,121	0,048	0,110	*0,060*	0,035	0,242
MW	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	
- 1s	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	
+ 1s	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	

kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie
12/IMS	< 1 µg/g	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (0,6 ± 0,2 µg/g)

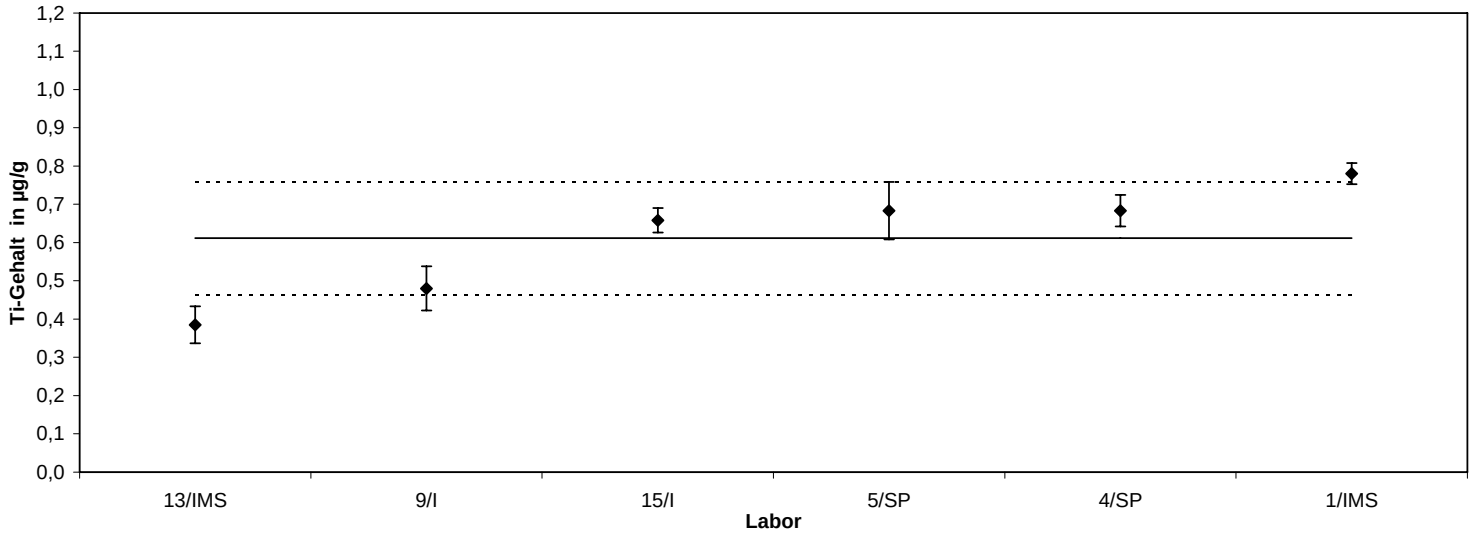

Abbildung 39: Titangehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	12/IMS	8/I	*23/GD*	*5/SP*	9/I	*21/IMS**	1/IMS	6/I	15/I	*4/SP*	Ges.
EW in µg/g	2,04	1,90	*4,18*	*5,2*	5,4	*6,67*	6,2	6,2	6,3	*6,7*	n
	1,55	1,95	*5,15*	*5,9*	5,4	*5,95*	6,1	6,2	6,6	*6,4*	8
	1,44	1,84	*6,14*	*5,1*	6,7	*5,95*	6,1	6,3		*7,1*	
	2,23	1,92	*5,45*	*5,4*	6,5	*6,49*	6,2	6,2	6,3	*6,0*	
		1,88	*4,58*	*5,1*	5,4	*5,56*	6,0	6,2	6,3	*6,5*	
		1,81	*5,78*	*6,0*	6,3	*5,31*	6,1	6,2	6,3	*8,4*	
MW in µg/g	**1,82**	**1,88**	***5,21***	***5,45***	**5,97**	***5,99***	**6,11**	**6,22**	**6,37**	***6,84***	**6,02**
s in µg/g	0,38	0,05	*0,74*	*0,40*	0,59	*0,52*	0,07	0,05	0,15	*0,82*	0,510
$\bar{s}$ in µg/g											0,378
s_{rel}	0,209	0,027	*0,141*	*0,074*	0,099	*0,087*	0,011	0,008	0,024	*0,120*	0,085
MW	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	
- 1s	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	
+ 1s	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	

	5 % Grubbs	GD	Glow Discharge OES	IMS*	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung nach Laserablation
kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: 6,0 ± 0,5 µg/g

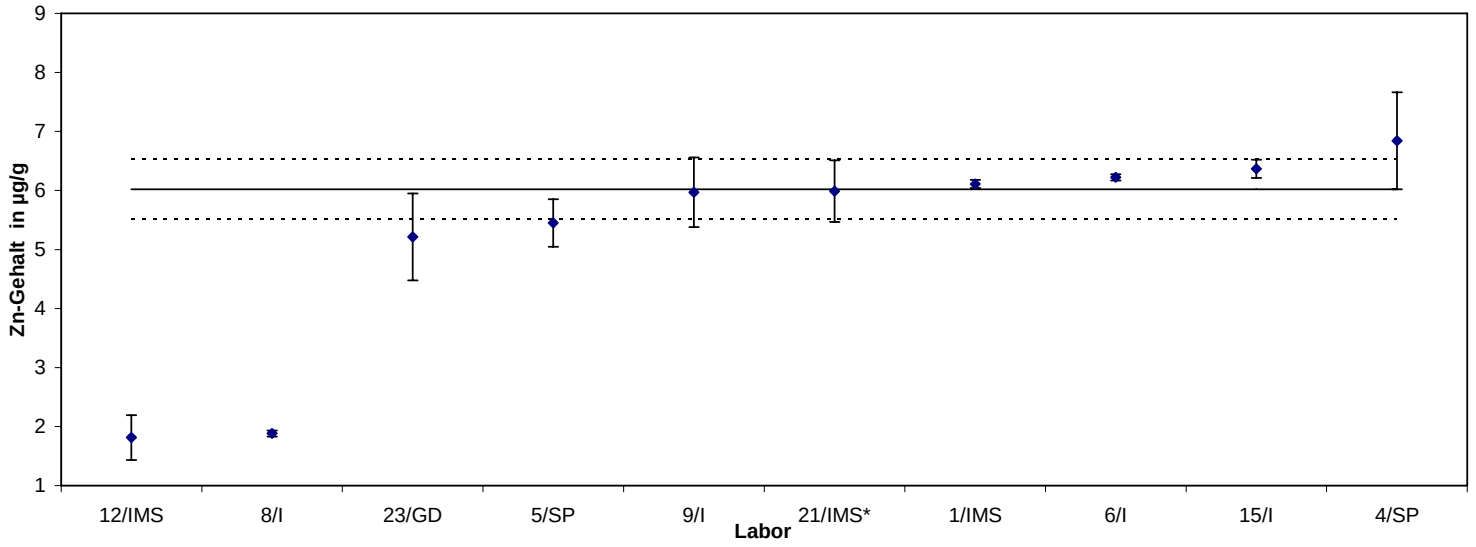

Abbildung 40: Zinkgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	13/IMS	6/I	9/I	15/I	*4/SP*	1/IMS	1/PAA	*5/SP*	*23/GD*	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,04	0,21	0,67	0,98	*1,2*	1,69	1,9	*2,3*	*5,69*	*6,06*	n
	0,06	0,19	0,70	0,91	*1,1*	1,67	2,0	*2,4*	*5,87*	*6,00*	9
	0,05	0,20	0,71	1,10	*1,1*	1,67	1,8	*2,3*	*6,01*	*6,08*	
	0,02	0,20	1,03	0,98	*1,2*	1,67	2,0	*2,3*	*5,87*	*6,12*	
	0,05	0,25	0,96	0,80	*1,1*	1,68	2,1	*2,3*	*5,64*	*6,10*	
	0,07	0,26	0,86	0,93	*1,1*	1,69	2,1	*2,4*	*5,96*	*6,09*	
MW in µg/g	**0,05**	**0,22**	**0,8**	**0,95**	***1,13***	**1,68**	**1,98**	***2,33***	***5,8***	***6,08***	**1,7**
s in µg/g	0,02	0,03	0,2	0,10	*0,05*	0,01	0,12	0,05	0,1	0,04	1,7
$\bar{s}$ in µg/g											0,07
s_{rel}	0,356	0,134	0,184	0,104		0,006		0,022	0,025		1,04
MW	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
- 1s	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	
+ 1s	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	

	5 % Grubbs	GD	Glow Discharge OES	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: < 3 µg/g

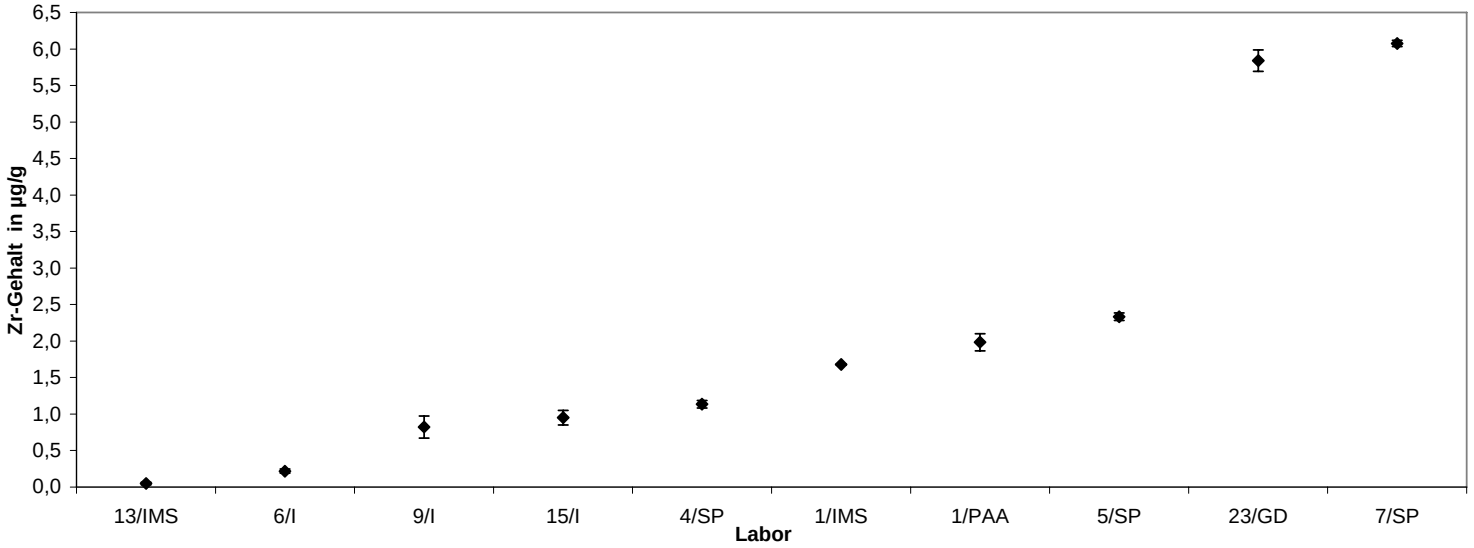

Abbildung 41: Zirkoniumgehalt in BAM-M382

Lab./Meth.	8/I	22/AR	6/I	16/NAA	4/I	13/IMS	1/E	15/I1	1/NAA	1/PAA	15/I2	12/IMS	1/IMS	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	4,2	4,08	4,3	4,40	5,6	4,7	4,83	4,8	4,86	4,8	4,55	5,2	5,04	5,46	n
	4,2	3,75	4,3	4,65	4,8	4,5	4,79	4,8	4,82	4,8	5,13	4,8	5,09		14
	4,1	3,69	4,3	4,06	4,3	4,5	4,89	4,8	4,79	5,0	4,91	4,9	5,05	5,41	
	4,1	4,43	4,2	4,70	4,1	4,6	4,58	4,9	4,80	5,1	5,16	4,9	5,08	5,39	
	4,2	5,11	4,3	4,33	3,7		4,44	4,9	4,90	5,0		4,9	5,11	5,31	
	4,2	4,42	4,3	4,01	4,7	4,9	4,58	4,8	4,94	4,7		5,0	5,07	5,12	
MW in µg/g	**4,18**	**4,25**	**4,28**	**4,36**	**4,54**	**4,65**	**4,69**	**4,83**	**4,85**	**4,90**	**4,94**	**4,95**	**5,07**	**5,34**	**4,701**
s in µg/g	0,04	0,53	0,04	0,29	0,65	0,16	0,18	0,03	0,06	0,15	0,28	0,15	0,03	0,13	0,345
$\bar{s}$ in µg/g															0,194
s_{rel}	0,010	0,124	0,008	0,07	0,144	0,034	0,04	0,007	0,012	0,032	0,057	0,030	0,01	0,025	0,073
MW	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	
+ 1s	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	
- 1s	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	

AR	Bogenspektroskopie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: 4,70 ± 0,2 µg/g

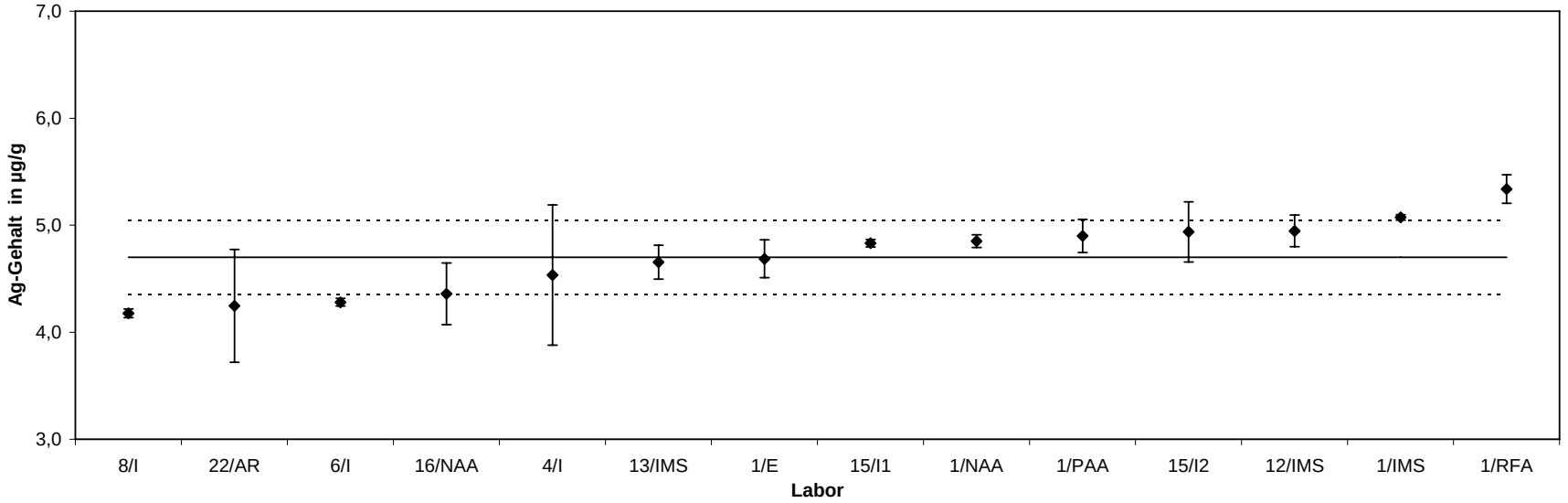

Abbildung 42: Silbergehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	13/IMS	*7/SP*	*23/GD*	*4/SP*	6/I	4/I (KE)	15/I	9/I	1/IMS	8/I (LF)	Ges.
EW in µg/g	1,7	*1,65*	*1,37*	*1,8*	2,17		2,8	3,1	4,0	5,4	n
	1,6	*1,80*	*2,48*	*1,8*	2,08	2,21	2,9	2,9	4,0	5,3	9
	1,5	*1,71*	*1,51*	*1,9*	1,99	2,01	3,0	3,0	3,9	5,2	
	1,8	*1,58*	*2,23*	*1,8*	2,08	2,24	3,2	2,8	3,8	5,4	
	1,6	*1,59*	*1,31*	*1,8*	2,07	1,96	2,6	2,7	4,0	5,2	
	1,6		*1,26*	*1,9*	2,16		2,6	2,8	3,9	5,3	
MW in µg/g	**1,63**	***1,67***	***1,69***	***1,8***	**2,09**	**2,11**	**2,85**	**2,9**	**3,9**	**5,3**	**2,30**
s in µg/g	0,08	*0,09*	*0,53*	*0,05*	0,07	0,14	0,22	0,1	0,10	0,1	0,782
$\bar{s}$ in µg/g											0,158
s_{rel}	0,052	*0,05*	*0,31*	*0,03*	0,03	0,07	0,076	0,050	0,03	0,013	0,340
MW	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
+ 1s	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
- 1s	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	

	5 % Grubbs	E (KE)	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung nach Cu-Abtrennung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
kursiv	mit ZRM kalibriert	GD	Glow Discharge OES	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (2,3 ± 0,6 µg/g)

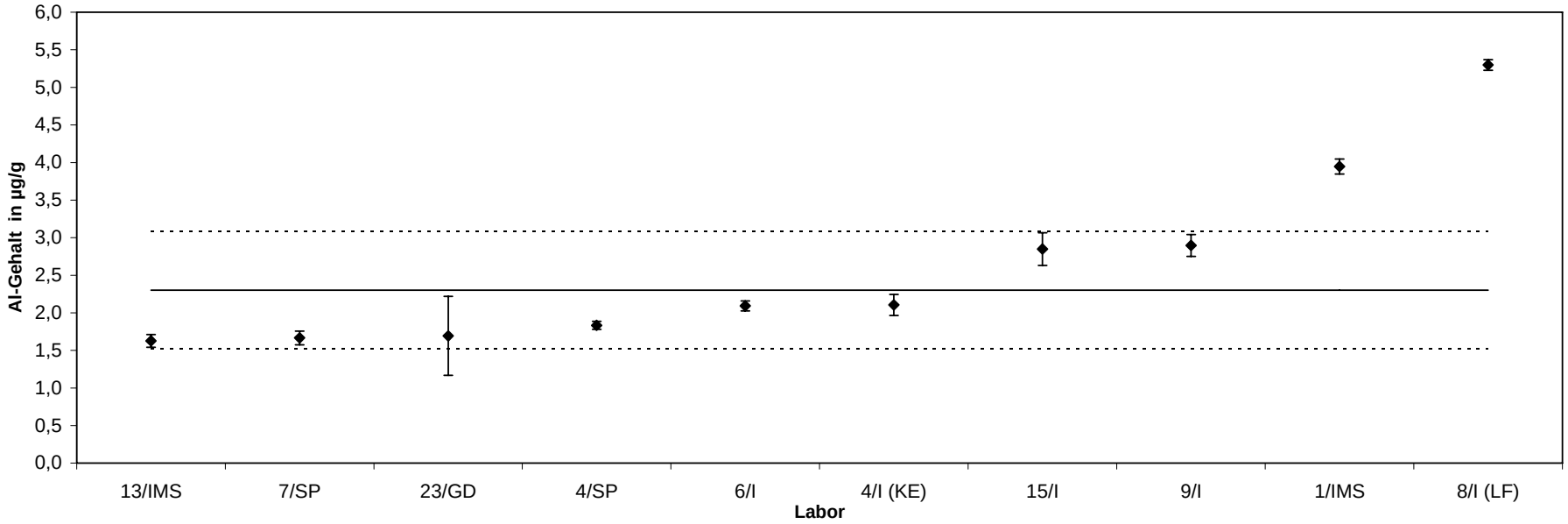

Abbildung 43: Aluminiumgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	22/AR	8/I (LF)	12/IMS	4/I (LF)	1/IMS	16/NAA	1/PAA	1/E	15/I	6/I	4/I	Ges.
EW in µg/g	1,51	1,7	2,0	1,3	1,88	1,83	1,90	2,0	2,00	2,1	3,72	n
	1,59	1,7	1,9	1,6	1,88	1,95	2,20		2,07	2,5	2,52	10
	1,58	1,7	1,8	1,6	1,85	2,03	2,00	1,9	2,11	2,5		
	1,58	1,7	1,8	2,0	1,90	1,86	2,10	1,9	2,02	2,6	4,07	
	1,97	1,8	1,38	2,3	1,91	1,89	2,00	2,0	2,03	2,1	2,77	
	1,96	1,8	1,5	1,8	1,88	1,90	1,90	2,1	2,30	2,3	4,07	
MW in µg/g	**1,698**	**1,727**	**1,743**	**1,76**	**1,883**	**1,91**	**2,017**	**2,08**	**2,088**	**2,35**	**3,430**	**1,93**
s in µg/g	0,21	0,07	0,262	0,35	0,02	0,07	0,12	0,10	0,111	0,22	0,736	0,209
$\bar{s}$ in µg/g												0,153
s_{rel}	0,123	0,039	0,150	0,200	0,011	0,04	0,058	0,048	0,053	0,092	0,215	0,108
MW	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	
+ 1s	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
- 1s	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	

5 % Grubbs

AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (LF)	I nach Lanthan-Fällung		

im Zertifikat: 1,93 ± 0,15 µg/g

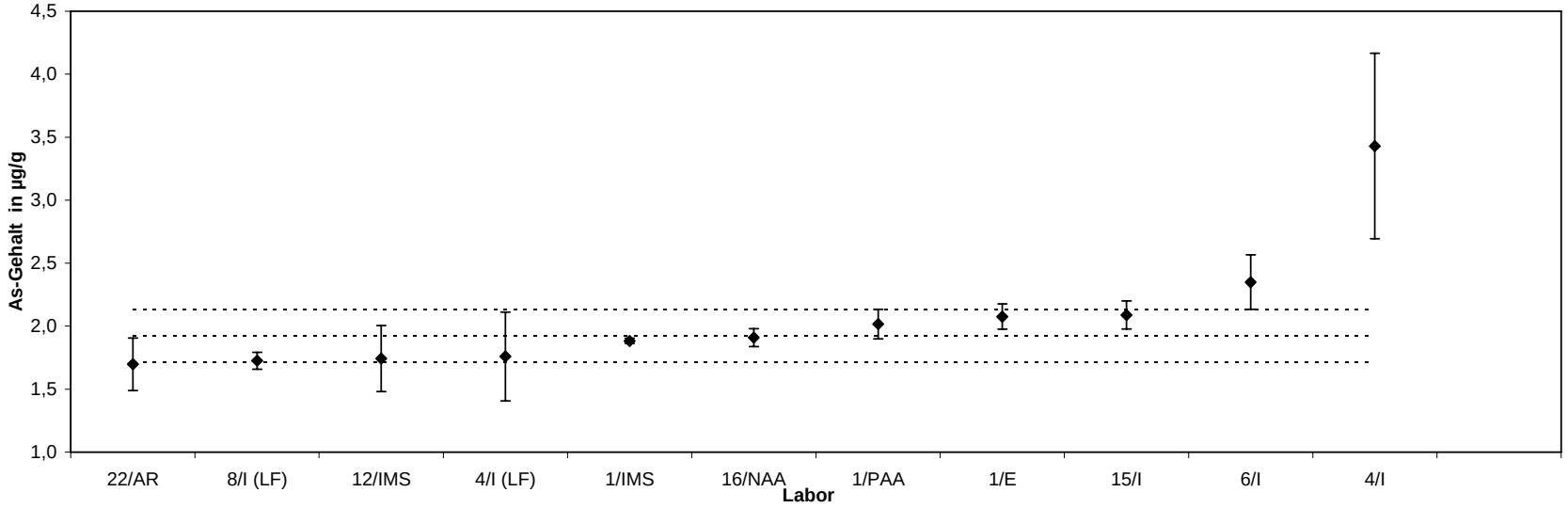

Abbildung 44: Arsengehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	8/I (LF)	4/I (LF)	22/AR	15/I	13/IMS	1/IMS	12/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,88		1,06	1,1	1,1	1,12	1,53	n
	0,88	0,69	0,91	1,2	1,1	1,10	1,47	6
	0,94		0,93	0,9	1,1	1,10	1,45	
	0,92	0,85	1,10	1,1	1,1	1,11	1,36	
	0,90	1,07	1,13	1,0	1,1	1,11	1,45	
	0,86	1,15	1,05	1,0	1,1	1,09		
MW in µg/g	**0,90**	**0,94**	**1,03**	**1,04**	**1,08**	**1,11**	**1,45**	**1,015**
s in µg/g	0,0	0,21	0,09	0,13	0,02	0,01	0,06	0,081
$\bar{s}$ in µg/g								0,078
s_{rel}	0,033	0,22	0,087	0,122	0,016	0,009	0,042	0,079
MW	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	
+ 1s	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
- 1s	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	

5 % Grubbs

AR Bogenspektroskopie
I Plasmaemissionsspektrometrie

I (LF) I nach Lanthan-Fällung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 1,02 ± 0,09 µg/g

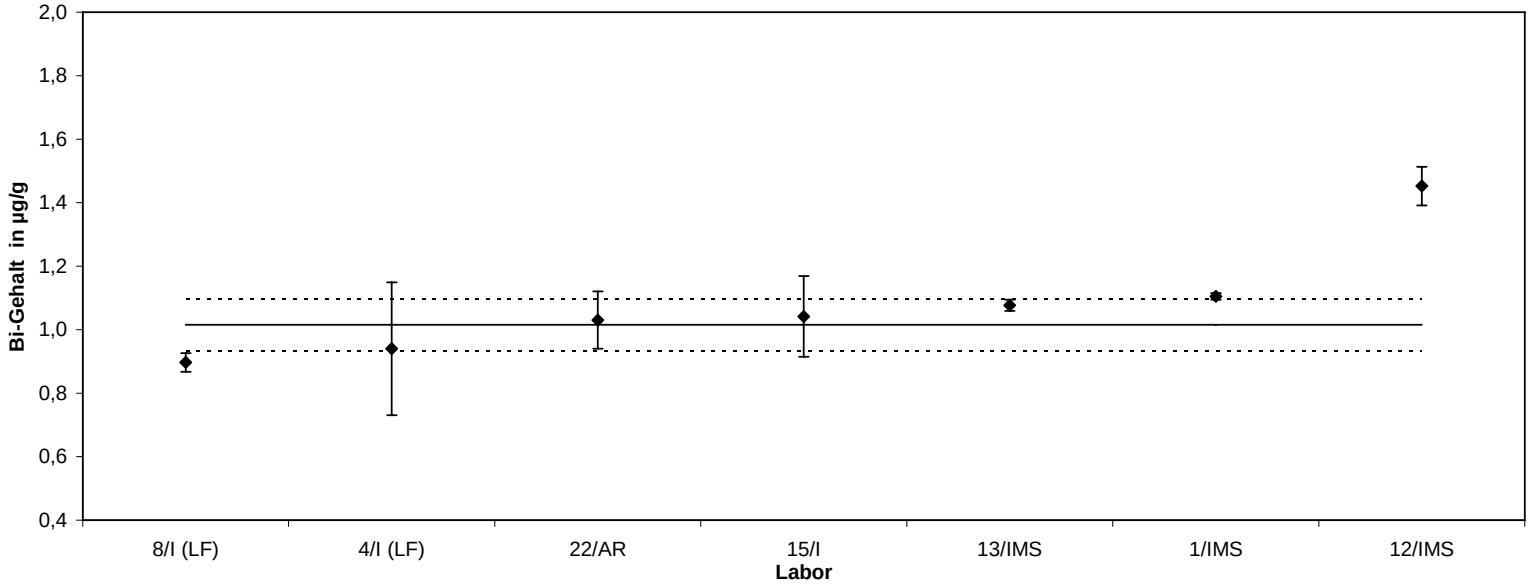

Abbildung 45: Bismutgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	6/I	4/I (KE)	1/IMS	4/I	1/E	12/IMS	15/I	13/IMS	8/I	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	1,36	1,43	1,33	1,34	1,44	1,42	1,65	1,6	1,88	2,7	n
	1,47	1,21	1,33	1,35	1,41	1,44	1,66	1,6	1,82		9
	1,36	1,20	1,34	1,46	1,43	1,39	1,65	1,7	1,89	2,83	
	1,12	1,40	1,32	1,44	1,36	1,39	1,64	1,7	1,91	2,73	
	1,20	1,37	1,38	1,38	1,35	1,39	1,66	1,8	1,84	2,52	
	1,29		1,30	1,31	1,37	1,49	1,66	1,7	1,90	2,48	
MW in µg/g	**1,30**	**1,322**	**1,33**	**1,380**	**1,395**	**1,42**	**1,65**	**1,67**	**1,87**	**2,65**	**1,483**
s in µg/g	0,13	0,109	0,03	0,059	0,038	0,04	0,01	0,07	0,04	0,15	0,201
$\bar{s}$ in µg/g											0,056
s_{rel}	0,10	0,082	0,020	0,043	0,027	0,028	0,005	0,039	0,019	0,056	0,135
MW	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
+ 1s	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
- 1s	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	

5 % Grubbs

E Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
I Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE) I nach Cu-Abtrennung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
RFA Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse

im Zertifikat: 1,48 ± 0,15 µg/g

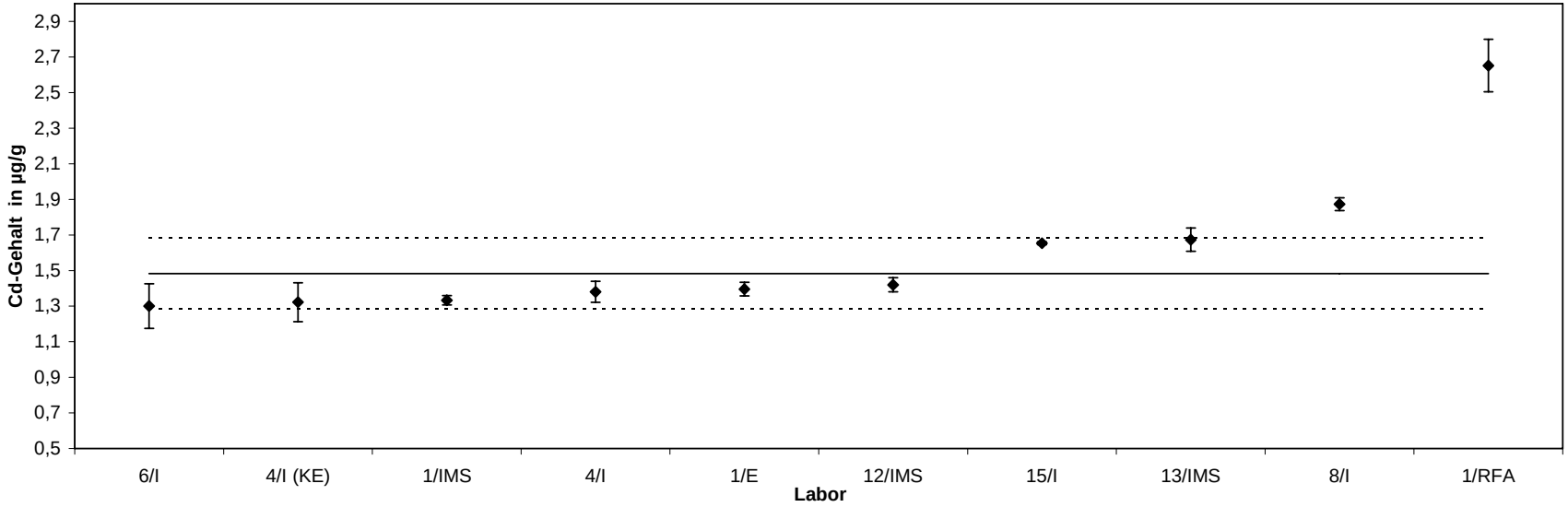

Abbildung 46: Cadmiumgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	8/E	1/NAA	6/I	4/I	1/IMS	12/IMS	4/I (KE)	13/IMS	15/I	16/NAA	Ges.
EW in µg/g	1,42	1,320	1,3	1,50	1,36	1,3	1,58	1,46	1,48	2,22	n
	1,4	1,308	1,2	1,31	1,34	1,4	1,27	1,39	1,48	2,14	9
	1,2	1,298	1,3	1,24	1,33	1,4	1,30	1,46	1,46	2,21	
	1,32	1,313	1,3	1,35	1,32	1,4	1,43	1,45	1,45	1,91	
	1,18	1,335	1,4	1,37	1,38	1,3	1,36	1,43	1,48	2,1	
	1,22	1,349	1,5	1,27	1,32	1,4		1,43	1,49	2,21	
MW in µg/g	**1,29**	**1,32**	**1,333**	**1,34**	**1,342**	**1,38**	**1,39**	**1,437**	**1,47**	**2,13**	**1,367**
s in µg/g	0,10	0,02	0,103	0,09	0,024	0,05	0,12	0,027	0,02	0,12	0,059
$\bar{s}$ in µg/g											0,062
s_{rel}	0,08	0,01	0,077	0,07	0,018	0,038	0,09	0,019	0,010	0,056	0,043
MW	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
+ 1s	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
- 1s	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	

5 % Grubbs

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Cu-Abtrennung		

im Zertifikat: 1,37 ± 0,05 µg/g

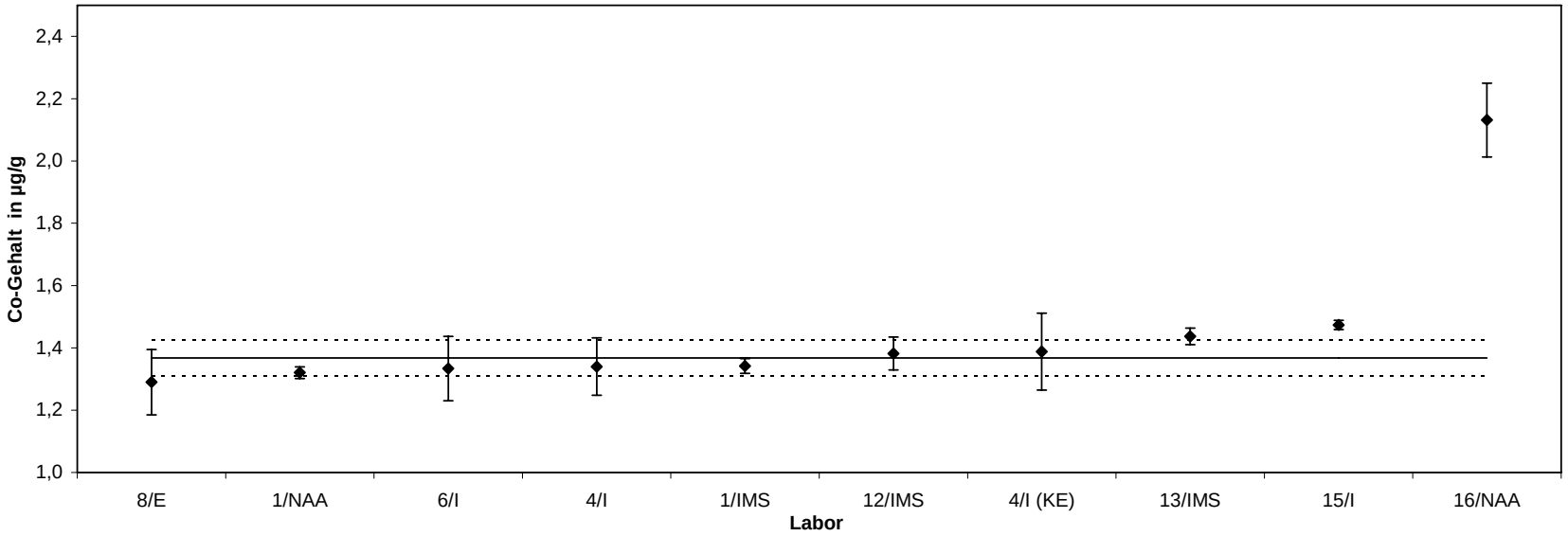

Abbildung 47: Cobaltgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	6/I	4/I (KE)	1/NAA	12/IMS	4/I	1/E	1/IMS	9/I	15/I	8/I (LF)	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	0,9	1,0	0,935	1,03	0,99	1,017	1,02	0,96	0,97	1,2	1,21	n
	0,9	0,9	0,931	0,97	1,00	1,008	1,02	0,96	1,10	1,2	1,43	11
	0,9	0,9	0,912	1,00	1,05	0,914	1,01	1,04	0,97	1,3	1,46	
	0,9	1,0	0,904	1,00	0,96	1,036	0,96	0,92	1,06	1,3	1,56	
	0,9	0,9	0,931	0,87	0,94	0,961	0,97	1,12	1,11	1,4	1,15	
	0,9		0,926	0,97	0,95	0,974	1	1,12		1,2	1,02	
MW in µg/g	**0,91**	**0,92**	**0,923**	**0,973**	**0,98**	**0,985**	**0,997**	**1,02**	**1,042**	**1,262**	**1,305**	**1,029**
s in µg/g	0,02	0,06	0,01	0,055	0,04	0,045	0,03	0,09	0,068	0,08	0,209	0,132
$\bar{s}$ in µg/g												0,063
s_{rel}	0,02	0,061	0,013	0,057	0,04	0,045	0,026	0,085	0,066	0,060	0,160	0,129
MW	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
+ 1s	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
- 1s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I (KE)	I nach Cu-Abtrennung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: 1,03 ± 0,09 µg/g

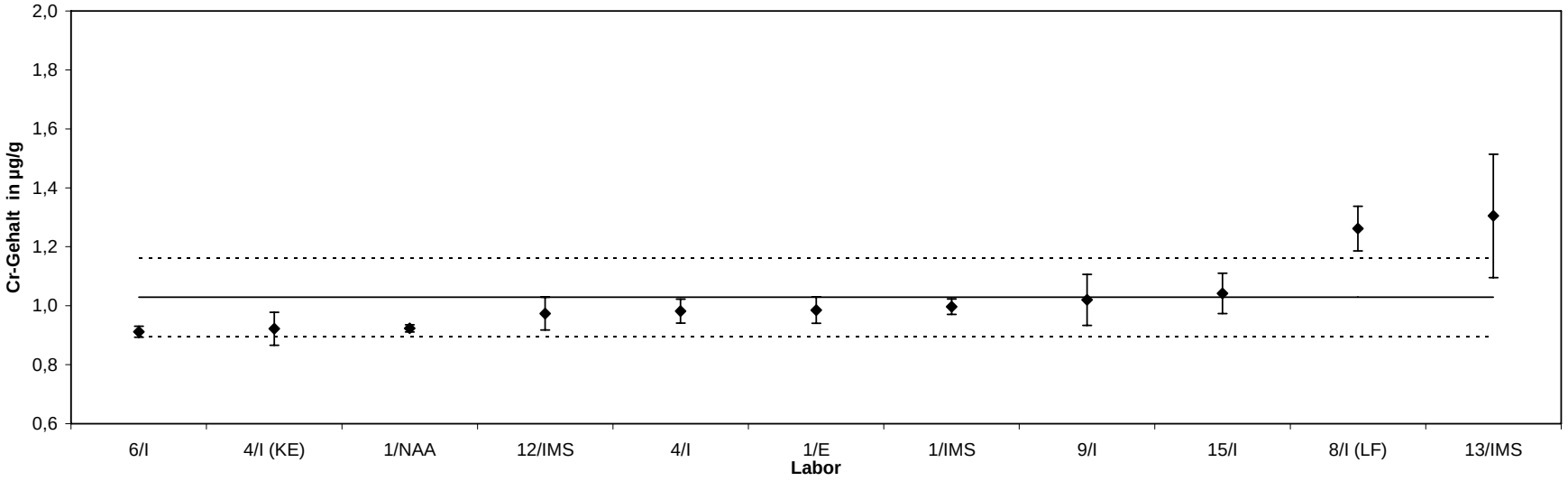

Abbildung 48: Chromgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	6/I	9/I	1/E	15/I	22/AR	4/E (KE)	4/I	13/IMS	8/I	1/IMS	4/E (LF)	1/P	Ges.
EW in µg/g	9,3	10,6			10,770	9,22	11,1	10,6	11,3	11,46	12,40	11,76	n
	9,3	10,2	10,3	10,8	10,870	11,02		12,8	11,4	11,94	11,65	12,21	12
	9,3	10,4	10,1	10,2	9,950	10,61	10,9	11,2	11,4	11,97	11,28	12,15	
	9,5	10,6	10,4	10,6	10,160	12,25	10,7	12,6	11,3	11,64	12,63	11,6	
	9,5	10,0	10,8	10,0	11,130	10,38	10,0	9,7	11,3	11,85	11,29	11,9	
	9,5	10,4	10,3	11,3	10,910		10,9	10,4	11,4		11,58	11,54	
MW in µg/g	**9,42**	**10,36**	**10,38**	**10,60**	**10,63**	**10,70**	**10,7**	**11,21**	**11,35**	**11,77**	**11,81**	**11,86**	**10,90**
s in µg/g	0,12	0,23	0,27	0,51	0,47	1,10	0,4	1,25	0,05	0,22	0,57	0,28	0,725
$\bar{s}$ in µg/g													0,455
s_{rel}	0,012	0,022	0,026	0,048	0,044	0,10	0,038	0,112	0,004	0,018	0,05	0,023	0,067
MW	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	
+ 1s	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	
- 1s	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	

AR	Bogenspektroskopie	I	Plasmaemissionsspektrometrie
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
E (KE)	E nach Cu-Abtrennung	P	Photometrie
E (LF)	E nach Lanthan-Fällung		

im Zertifikat: 10,9 ± 0,5 µg/g

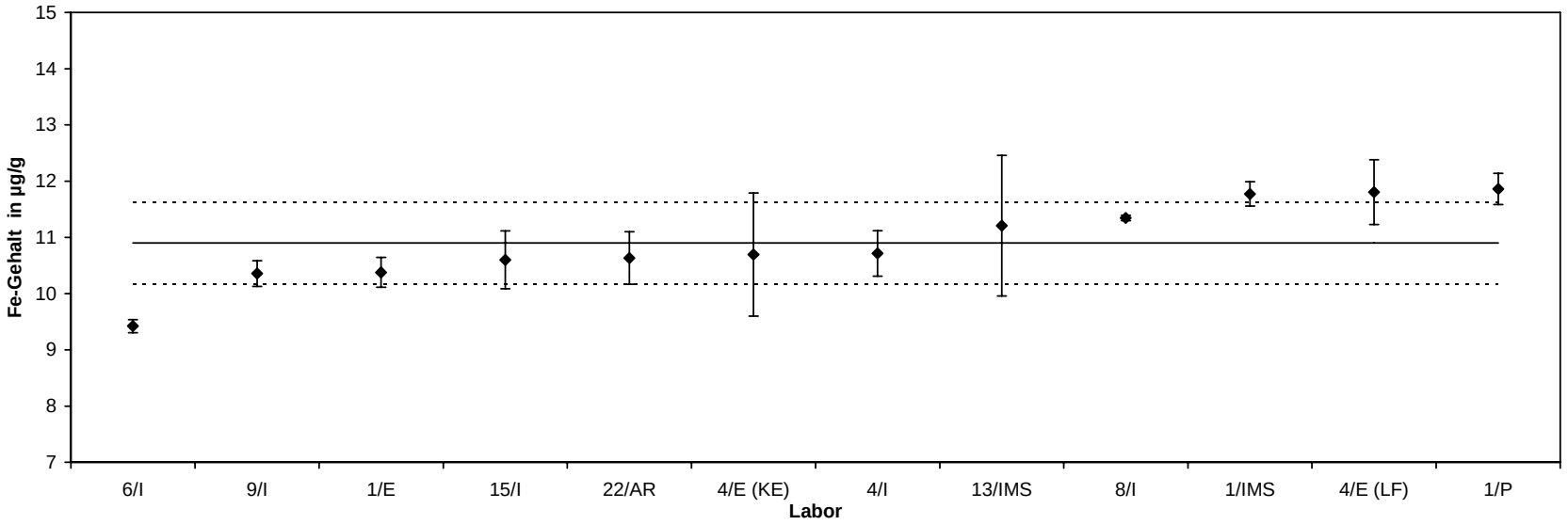

Abbildung 49: Eisengehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	12/IMS	15/I	6/I	4/I (KE)	8/I	4/I	13/IMS	9/I	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	1,6	1,90	2,2	2,66	2,2		2,58		3,01	n
	1,7	1,94	2,1	2,10	2,4	2,58	2,42	2,7	3,06	9
	1,9	1,89	2,0	2,05	2,3	2,31	2,76	2,8	3,05	
	2,2	1,93	2,1	2,47	2,3	2,12	2,79	3,1	3,02	
	2,2	2,13	2,1	2,02	2,3	2,28	2,92	2,5	3,00	
		2,14	2,1		2,4	2,43	2,37	2,8	3,01	
MW in µg/g	**1,92**	**1,988**	**2,1**	**2,26**	**2,32**	**2,34**	**2,64**	**2,79**	**3,03**	**2,37**
s in µg/g	0,31	0,115	0,0	0,29	0,06	0,17	0,22	0,21	0,02	0,375
$\bar{s}$ in µg/g										0,141
s_{rel}	0,163	0,058	0,019	0,13	0,025	0,073	0,083	0,075	0,01	0,158
MW	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
+ 1s	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
- 1s	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	

I Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE) Plasmaemissionsspektrometrie nach Cu-Abtrennung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 2,37 ± 0,29 µg/g

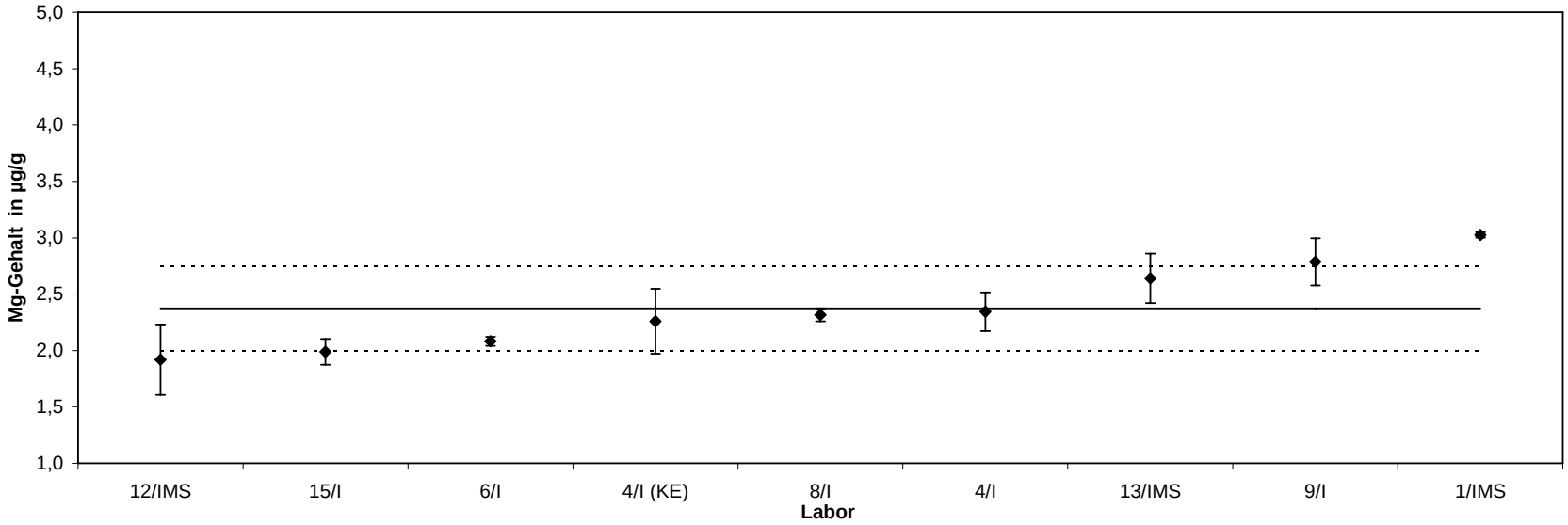

Abbildung 50: Magnesiumgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	12/IMS	9/I	4/I (KE)	6/I	4/I	15/I	1/IMS	1/E	1/PAA	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	1,15	1,27	1,30	1,25	1,25	1,26	1,30	1,26	1,6	2,07	n
	1,12	1,17	1,18	1,24	1,28	1,26	1,30	1,24	1,7	2,13	8
	1,09	1,25	1,12	1,26	1,27	1,27	1,32	1,32	1,9	2,09	
	1,09	1,25	1,32	1,24	1,24	1,26	1,29	1,34	2,1	2,01	
	1,07	1,24	1,28	1,24	1,24	1,26	1,30	1,33	1,8	2,13	
	1,16	1,19		1,23	1,23	1,27	1,27	1,35	2,1	2,04	
MW in µg/g	**1,113**	**1,228**	**1,240**	**1,243**	**1,252**	**1,263**	**1,297**	**1,307**	**1,867**	**2,078**	**1,24**
s in µg/g	0,036	0,039	0,086	0,010	0,019	0,005	0,016	0,045	0,207	0,048	0,059
$\bar{s}$ in µg/g											0,052
s_{rel}	0,032	0,032	0,069	0,008	0,016	0,004	0,013	0,035	0,111	0,023	0,048
MW	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
+ 1s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
- 1s	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	

5 % Grubbs

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Cu-Abtrennung		

im Zertifikat: 1,24 ± 0,05 µg/g

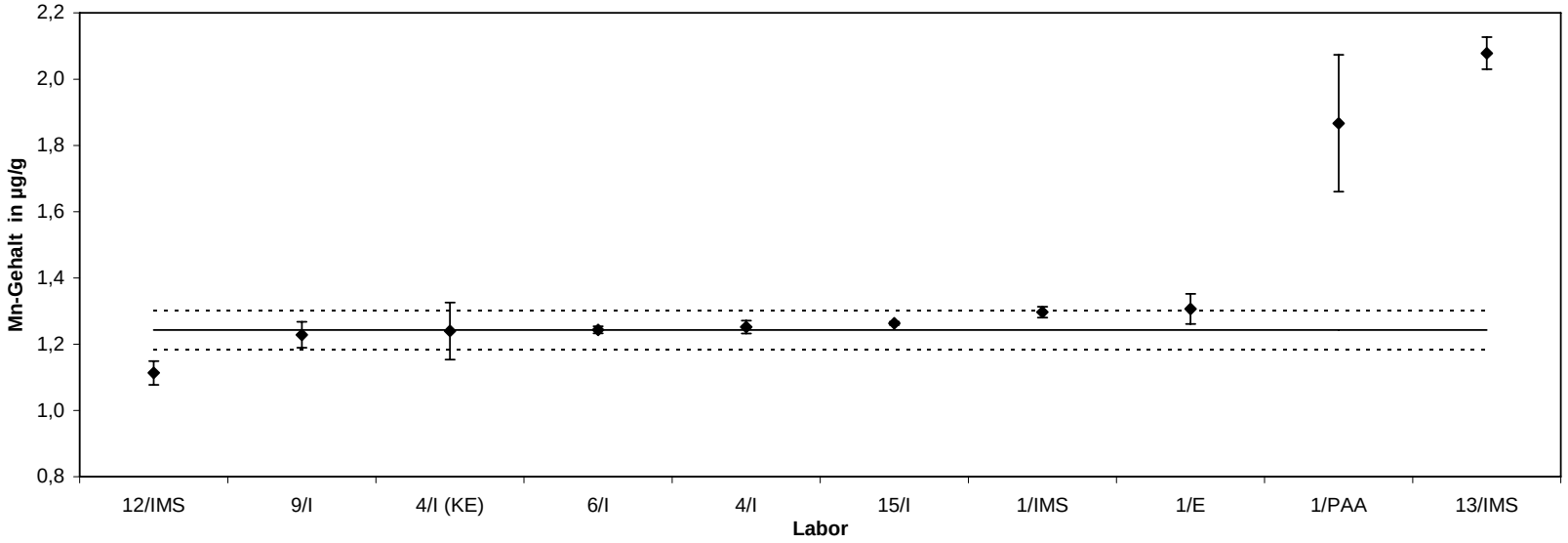

Abbildung 51: Mangangehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	12/IMS	8/E	4/I	15/I	1/IMS	1/E	22/AR	1/PAA	4/I (KE)	6/I	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	3,08	3,62	3,56	3,49	3,57	3,67	3,59	3,6	3,99	3,58	4,12	n
	2,94	3,39	3,48	3,51	3,55	3,93	3,77	3,6	3,52	4,20	4,06	11
	2,83	3,33	3,39	3,52	3,54	3,82	3,65	4,0	3,56	3,90	4,34	
	2,83	3,43	3,23	3,51	3,64	3,74	3,57	3,7	3,97	3,96	4,36	
	2,93	3,36	3,33	3,47	3,66	3,22	3,80	3,8	3,93		4,06	
	2,73	3,13	3,28	3,53	3,49	3,17	3,72	3,7		3,58	3,72	
MW in µg/g	**2,890**	**3,377**	**3,378**	**3,505**	**3,575**	**3,592**	**3,683**	**3,733**	**3,794**	**3,844**	**4,110**	**3,59**
s in µg/g	0,121	0,158	0,124	0,022	0,064	0,320	0,095	0,151	0,233	0,266	0,233	0,315
$\bar{s}$ in µg/g												0,163
s_{rel}	0,042	0,047	0,037	0,006	0,018	0,089	0,026	0,040	0,061	0,069	0,057	0,088
MW	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	
+ 1s	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
- 1s	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	

AR	Bogenspektroskopie	I (KE)	I nach Cu-Abtrennung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: 3,59 ± 0,21 µg/g

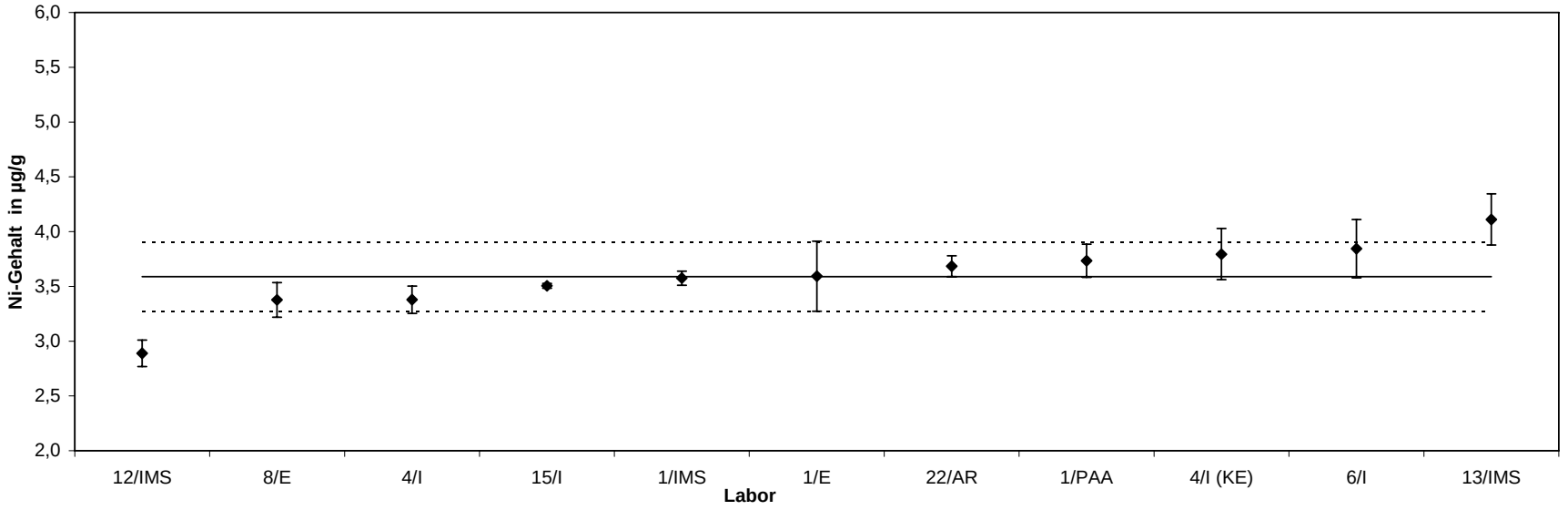

Abbildung 52: Nickelgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	4/I	12/IMS	15/I	4/I (KE)	4/I (LF)	1/IMS	13/IMS	1/E	22/AR	8/I (LF)	Ges.
EW in µg/g	0,93	1,16	1,18	1,06	1,42		1,46	1,42	1,69	3,44	n
		0,95	1,30	1,64	1,40	1,45	1,47	1,38	1,62	3,65	9
	1,13	1,01	1,29	0,73	1,36	1,46	1,49	1,59	1,53	3,49	
	0,53	1,01	0,98	1,83	1,31	1,47	1,49	1,53	1,84	3,56	
	0,91	1,00	1,10	1,03	1,37	1,46	1,45	1,44	1,80	3,60	
	0,74	1,02	1,19		1,38	1,48	1,47	1,63	1,46	3,69	
MW in µg/g	**0,848**	**1,025**	**1,173**	**1,258**	**1,373**	**1,464**	**1,472**	**1,498**	**1,657**	**3,572**	**1,308**
s in µg/g	0,225	0,071	0,121	0,459	0,038	0,011	0,016	0,100	0,149	0,095	0,256
$\bar{s}$ in µg/g											0,132
s_{rel}	0,266	0,069	0,103	0,365	0,028	0,008	0,011	0,067	0,090	0,027	0,196
MW	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
+ 1s	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
- 1s	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	

5 % Grubbs

AR	Bogenspektroskopie	I (KE)	I nach Cu-Abtrennung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 1,31 ± 0,20 µg/g

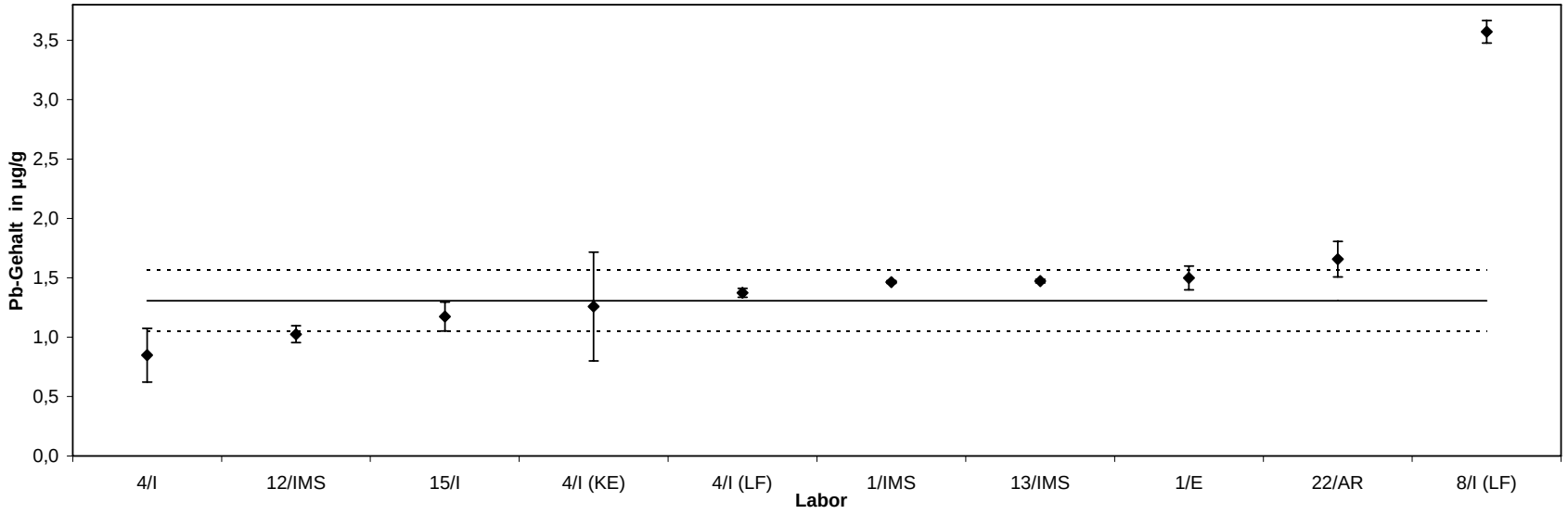

Abbildung 53: Bleigehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	*7/SP*	15/I	13/CS	1/P	*4/SP*	8/T	17/P	23/GD	Ges.
EW in µg/g	*0,57*	1,03	1,72	3,91	*3,5*	4,01	4,44	4,93	n
	0,55	1,49	1,56	3,17	*3,6*	4,01	4,28	4,85	8
	0,41	0,97	0,70	3,48	*3,8*	3,61	3,65	5,04	
	0,62	0,41	1,41	3,13	*3,8*	3,61	4,23	5,69	
	0,40	0,60	2,66	3,60	*3,3*	3,61	3,15	5,05	
		0,79	1,33	3,72	*3,8*	3,61	3,23	5,02	
MW in µg/g	***0,510***	**0,882**	**1,563**	**3,503**	***3,633***	**3,743**	**3,830**	**5,097**	**2,85**
s in µg/g	*0,099*	0,377	0,640	0,309	*0,207*	0,207	0,564	0,301	1,641
$\bar{s}$ in µg/g									0,338
s_{rel}	*0,195*	0,427	0,410	0,088	*0,057*	0,055	0,147	0,059	0,577
MW	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
+ 1s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
- 1s	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	

kursiv	mit ZRM kalibriert	CS	Verbrennungsanalyse	P	Photometrie
		GD	Glow Discharge OES	T	Titration
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat:	**(2,8 ± 1,4 µg/g)**

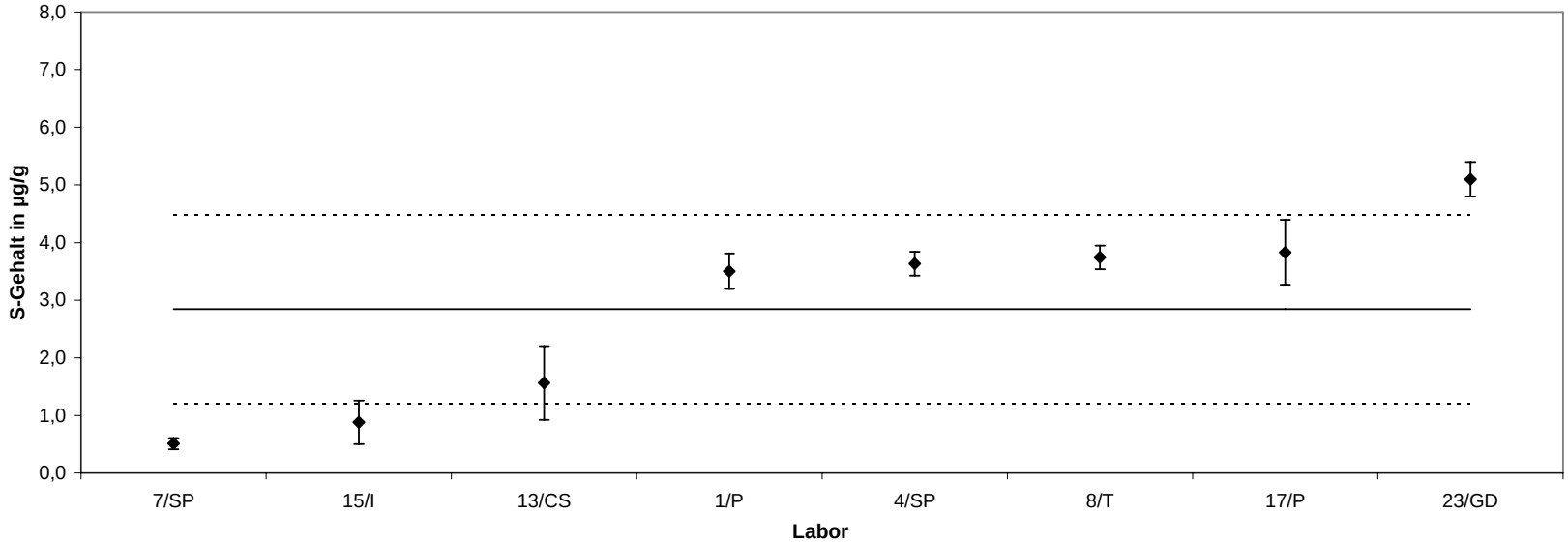

Abbildung 54: Schwefelgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	4/I (LF)	1/RFA	12/IMS	13/IMS	1/NAA	1/IMS	1/E	15/I	22/AR	1/P	4/I	8/I (LF)	1/PAA	16/NAA	Ges.
EW in µg/g	0,90	1,13	1,28	1,32	1,29	1,35	1,34	1,35	1,58	1,57	1,79	1,79	1,80	1,89	n
	0,99	1,14	1,31	1,24	1,29	1,36	1,29	1,48	1,45	1,43	1,76	1,91	1,70	2,15	14
	0,89	1,19	1,29	1,31	1,28	1,36	1,43	1,30	1,66	1,43	1,35	1,66	1,80	2,02	
	0,91	1,17		1,32	1,28	1,37	1,39	1,41	1,09	1,43	1,74	1,70	1,70	1,96	
	0,84	1,08	1,25	1,31	1,31	1,38	1,31	1,45	1,20	1,60	1,58	1,85	1,90	1,90	
	0,93	0,97		1,21	1,32	1,38	1,45	1,29	1,66	1,61		1,65	2,00	2,08	
MW in µg/g	**0,910**	**1,113**	**1,283**	**1,285**	**1,295**	**1,367**	**1,368**	**1,380**	**1,440**	**1,512**	**1,644**	**1,760**	**1,817**	**2,000**	**1,44**
s in µg/g	0,049	0,080	0,025	0,048	0,016	0,012	0,065	0,079	0,244	0,090	0,183	0,107	0,117	0,103	0,288
$\bar{s}$ in µg/g															0,087
s_{rel}	0,054	0,072	0,019	0,037	0,013	0,009	0,048	0,057	0,169	0,060	0,112	0,061	0,064	0,051	0,200
MW	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
+ 1s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
- 1s	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	

AR	Bogenspektroskopie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	P	Photometrie
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (LF)	I nach Lanthan-Fällung	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: 1,44 ± 0,17 µg/g

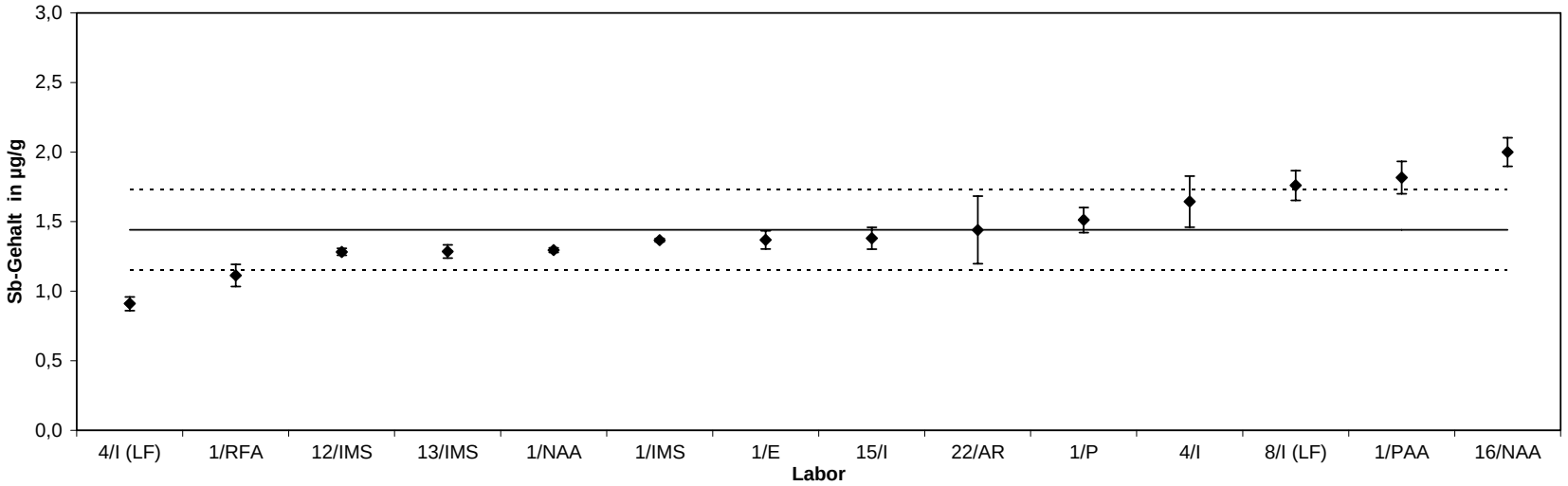

Abbildung 55: Antimongehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	22/AR	1/E	8/I (LF)	1/NAA	*4/SP*	*21/IMS*	15/I	*5/SP*	1/IMS	*7/SP*	4/I	Ges.
EW in µg/g	0,58	0,87	0,89	1,213	*1,2*	*1,22*	1,30	*1,2*	1,29	*1,43*	3,28	n
	0,60	0,95	0,98	1,196	*1,1*	*1,29*	1,13	*1,5*	1,23	*1,53*	3,33	10
	0,56	0,81	0,93	1,191	*1,2*	*1,29*	1,35	*1,3*	1,41		2,80	
	0,61	0,84	1,04	1,206	*1,3*	*1,28*	1,35	*1,2*	1,70	*1,54*		
	0,90	0,84	1,01	1,226	*1,2*	*1,27*	1,25	*1,4*	1,47	*1,44*	3,28	
	0,35	0,92	0,91	1,252	*1,3*	*1,30*	1,32	*1,3*	1,19		2,35	
MW in µg/g	**0,600**	**0,872**	**0,960**	**1,214**	***1,217***	***1,275***	**1,283**	***1,317***	**1,382**	***1,485***	**3,008**	**1,16**
s in µg/g	0,176	0,053	0,059	0,022	*0,075*	*0,029*	0,084	*0,117*	0,189	*0,058*	0,427	0,269
$\bar{s}$ in µg/g												0,086
s_{rel}	0,293	0,061	0,062	0,018	*0,062*	*0,023*	0,065	*0,089*	0,137	*0,039*	0,142	0,232
MW	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
+ 1s	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
- 1s	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit ZRM kalibriert	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	SP	Funkenspektroskopie
		I (LF)	I nach Lanthan-Fällung		

im Zertifikat: (1,16 ± 0,19 µg/g)

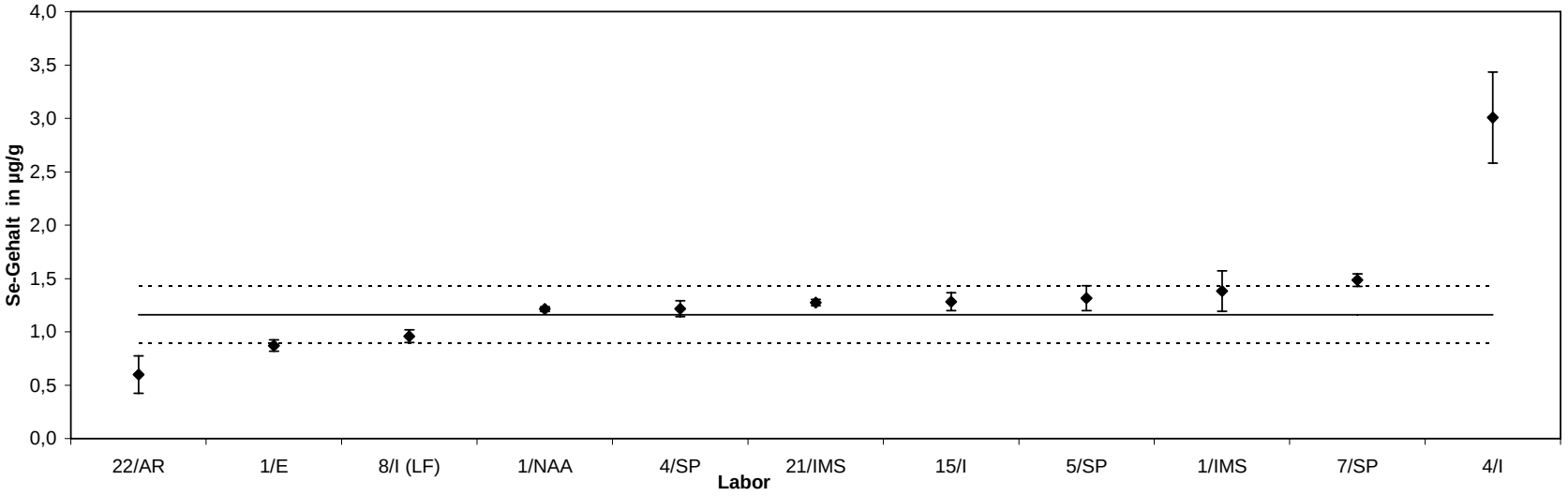

Abbildung 56: Selengehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	*4/SP*	*5/SP*	*7/SP*	*23/GD*	15/I	Ges.
EW in µg/g	*0,8*	*1*	*1,86*	*3,05*	6,3	n
	1,0	*1*	*1,93*	*2,38*	5,8	5
	0,9	*1*	*2,45*	*2,56*	7,4	
	0,7	*1*	*1,75*	*2,91*	5,9	
	0,8	*1*	*1,74*	*2,65*	5,0	
	1,0	*1*		*2,79*	7,5	
MW in µg/g	***0,86***	***1,00***	***1,95***	***2,72***	**6,32**	**2,57**
s in µg/g	*0,13*	*0,00*	*0,29*	*0,24*	0,98	2,227
$\bar{s}$ in µg/g						0,330
s_{rel}	*0,149*	*0,000*	*0,150*	*0,089*	0,156	0,867
MW	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
+ 1s	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
- 1s	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	

kursiv mit ZRM kalibriert GD Glow Discharge OES SP Funkenspektroskopie
I Plasmaemissionsspektrometrie

im Zertifikat: (< 10 µg/g)

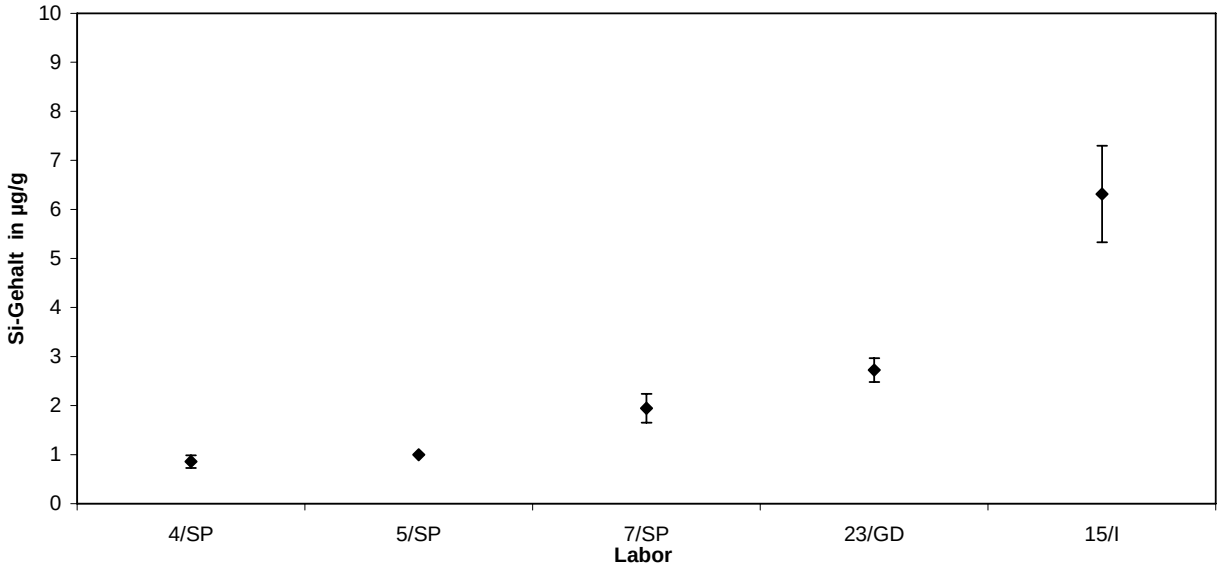

Abbildung 57: Siliziumgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	4/I	15/I2	15/I1	13/IMS	4/I (LF)	1/IMS	1/E	1/RFA	8/I (LF)	Ges.
EW in µg/g	3,54	4,50	4,39	4,51	4,66	4,83	4,97	6,11	8,56	n
	3,42	4,38	4,51	4,50	4,65	4,86	5,05	6,08	8,50	8
	3,48	4,29	4,58	4,63	4,65	4,90	5,36	5,81	8,77	
		4,04	4,56	4,65	4,50	4,89	5,45	6,06	8,63	
	3,18		4,52	4,83	4,69	4,91	5,07	5,70	8,52	
	3,81		4,42	4,48	4,83	4,91	5,67	5,64	8,71	
MW in µg/g	**3,486**	**4,303**	**4,497**	**4,600**	**4,663**	**4,883**	**5,262**	**5,900**	**8,615**	**4,70**
s in µg/g	0,227	0,195	0,076	0,133	0,105	0,032	0,275	0,209	0,108	0,704
$\bar{s}$ in µg/g										0,157
s_{rel}	0,065	0,045	0,017	0,029	0,023	0,007	0,052	0,035	0,013	0,150
MW	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
+ 1s	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
- 1s	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	

5 % Grubbs

E Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung
I Plasmaemissionsspektrometrie
I (LF) I nach Lanthan-Fällung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
RFA Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse

im Zertifikat: 4,7 ± 0,6 µg/g

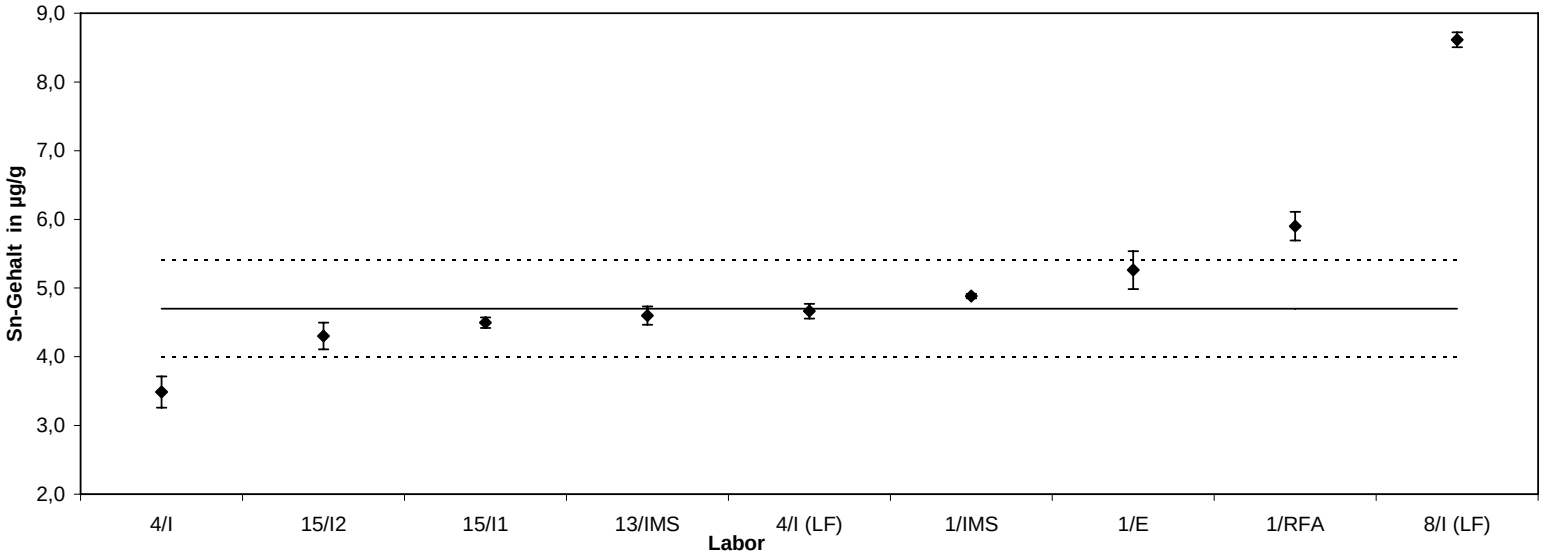

Abbildung 58: Zinngehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	4/I	4/I (LF)	1/RFA	22/AR	1/E	1/IMS	12/IMS	13/IMS	8/I (LF)	15/I	Ges.
EW in µg/g	1,51	1,03	1,29	1,21	1,30	1,43	1,17	1,60	1,68	2,06	n
	1,21	1,24	1,14	1,40	1,30	1,39	1,61	1,44	1,59	1,70	10
	1,48	1,13	1,27	1,27	1,30	1,43	1,73	1,44	1,55	1,88	
	0,71	1,25	1,23	1,60	1,29	1,37	1,48	1,53	1,64	1,80	
	0,86	1,20	1,21	1,29	1,30	1,46	1,54	1,50	1,75	2,33	
		1,22	1,04	0,92	1,29	1,42	1,43	1,58	1,57	1,28	
MW in µg/g	**1,154**	**1,178**	**1,197**	**1,282**	**1,297**	**1,417**	**1,493**	**1,515**	**1,630**	**1,842**	**1,40**
s in µg/g	0,360	0,084	0,093	0,224	0,005	0,032	0,190	0,068	0,076	0,354	0,223
$\bar{s}$ in µg/g											0,149
s_{rel}	0,312	0,071	0,078	0,175	0,004	0,023	0,127	0,045	0,046	0,192	0,159
MW	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
+ 1s	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
- 1s	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	

AR	Bogenspektroskopie	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluorenszenzanalyse

im Zertifikat: 1,40 ± 0,16 µg/g

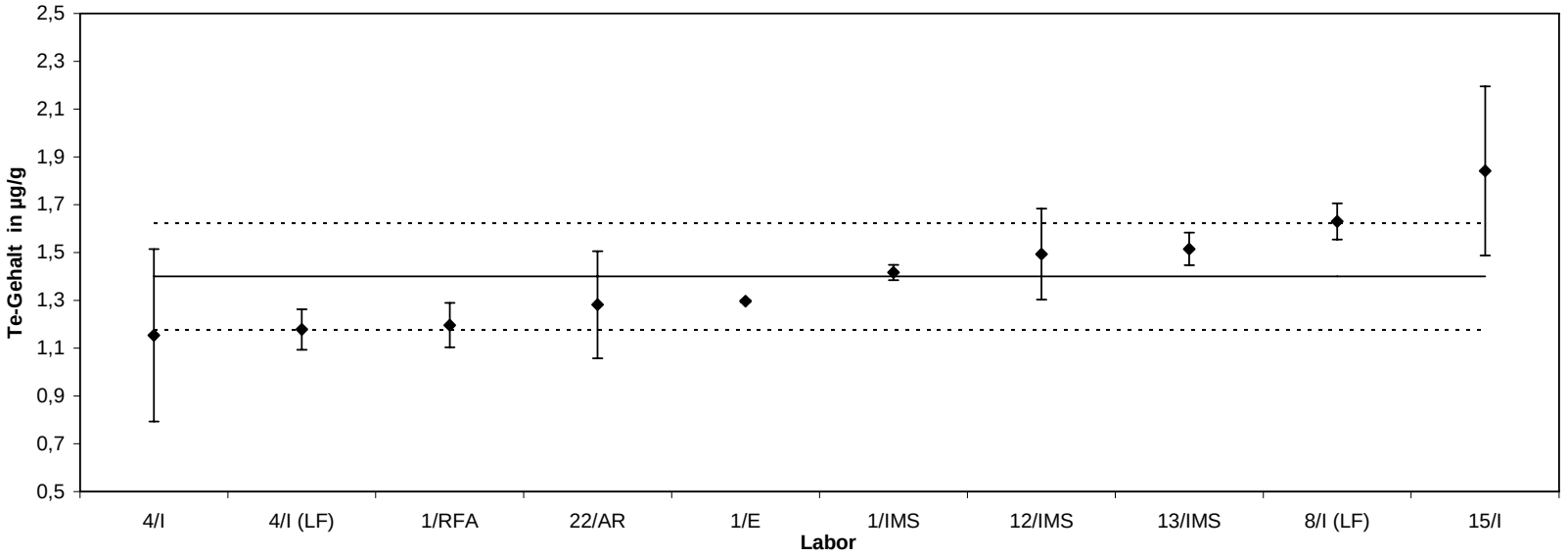

Abbildung 59: Tellurgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	12/IMS	6/I	4/I	9/I	4/I (KE)	15/I	1/IMS	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	1,18	1,41	1,39	1,59	1,41	1,64	1,71	1,78	n
	1,12	1,47	1,42	1,59	1,61	1,64	1,74	1,73	8
	1,22	1,44	1,36	1,53	1,56	1,66	1,74	1,78	
	1,22	1,45	1,57	1,59	1,71	1,65	1,74	1,79	
	1,24	1,42	1,59	1,56		1,64	1,73	1,90	
	1,24	1,42	1,66	1,56		1,68	1,77	1,85	
MW in µg/g	**1,203**	**1,435**	**1,498**	**1,570**	**1,573**	**1,652**	**1,738**	**1,805**	**1,56**
s in µg/g	0,046	0,023	0,124	0,024	0,125	0,016	0,019	0,060	0,188
$\bar{s}$ in µg/g									0,055
s_{rel}	0,039	0,016	0,083	0,016	0,079	0,010	0,011	0,033	0,120
MW	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
+ 1s	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
- 1s	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	

I	Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE)	I nach Cu-Abtrennung
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 1,56 ± 0,16 µg/g

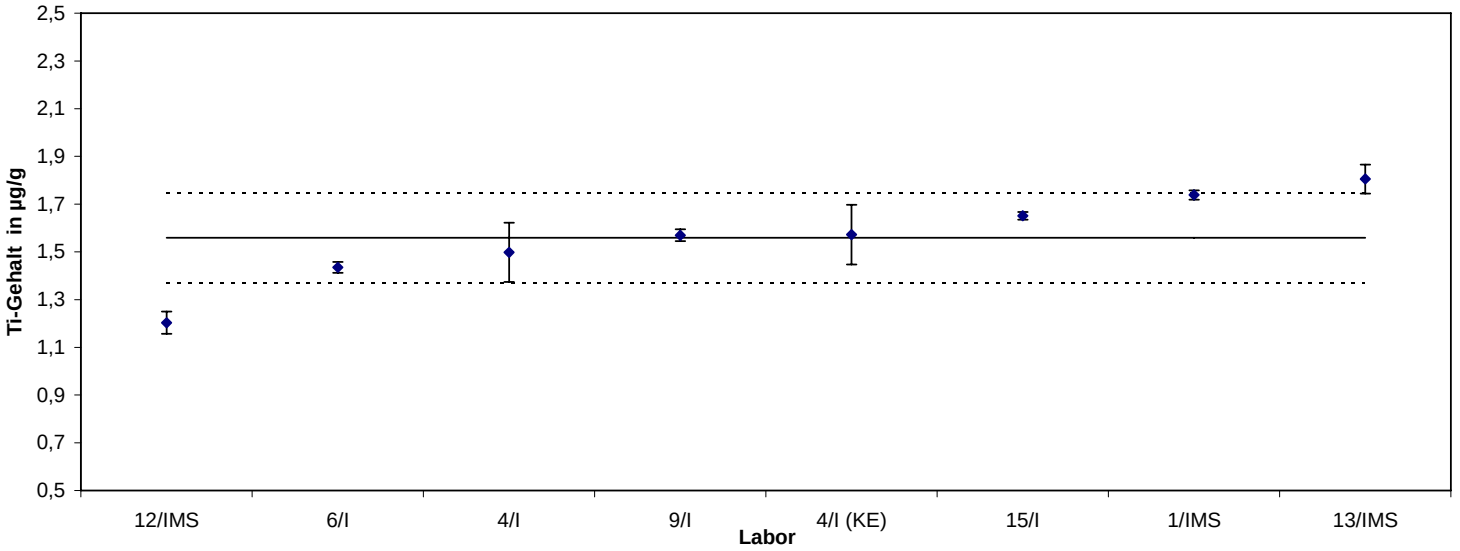

Abbildung 60: Titangehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	1/NAA	12/IMS	*7/SP*	*5/SP*	6/I	15/I	*21/IMS*	9/I	1/IMS	4/I (KE)	4/I	Ges.
EW in µg/g	2,95	3,56	*7,60*	*7,6*	7,7	7,7	*7,99*	7,9	7,8	9,1	8,62	n
	2,49	3,15	*6,54*	*7,5*	7,6	7,6	*7,76*	8,3	7,8	7,5	9,13	9
	2,15	3,17	*6,64*	*7,1*	7,8	7,6	*7,45*	7,7	7,8	7,8	8,17	
	2,41	3,17	*7,54*	*6,8*	7,7	7,6	*7,89*	8,1	8,0	9,2	8,93	
	3,24	2,69	*6,95*	*7,3*	7,2	7,6	*7,6*	7,4	7,9	9,0	8,77	
	3,27	3,65		*7,1*	7,6	7,8	*7,9*	7,6	7,9		8,38	
MW in µg/g	**2,75**	**3,23**	***7,05***	***7,23***	**7,6**	**7,65**	***7,77***	**7,84**	**7,9**	**8,51**	**8,67**	**7,80**
s in µg/g	0,47	0,34	*0,50*	*0,29*	0,2	0,10	*0,21*	0,30	0,1	0,80	0,35	0,524
$\bar{s}$ in µg/g												0,331
s_{rel}	0,170	0,11	*0,07*	*0,04*	0,025	0,012	*0,03*	0,039	0,011	0,095	0,04	0,067
MW	7,8	7,80	7,80	7,80	7,8	7,8	7,80	7,8	7,8	7,8	7,80	
+ 1s	7,3	7,27	7,27	7,27	7,3	7,3	7,27	7,3	7,3	7,3	7,27	
- 1s	8,3	8,32	8,32	8,32	8,3	8,3	8,32	8,3	8,3	8,3	8,32	

	5 % Grubbs	I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
kursiv	mit ZRM kalibriert	I (KE)	I nach Cu-Abtrennung	SP	Funkenspektroskopie
		IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: (7,8 ± 0,4 µg/g)

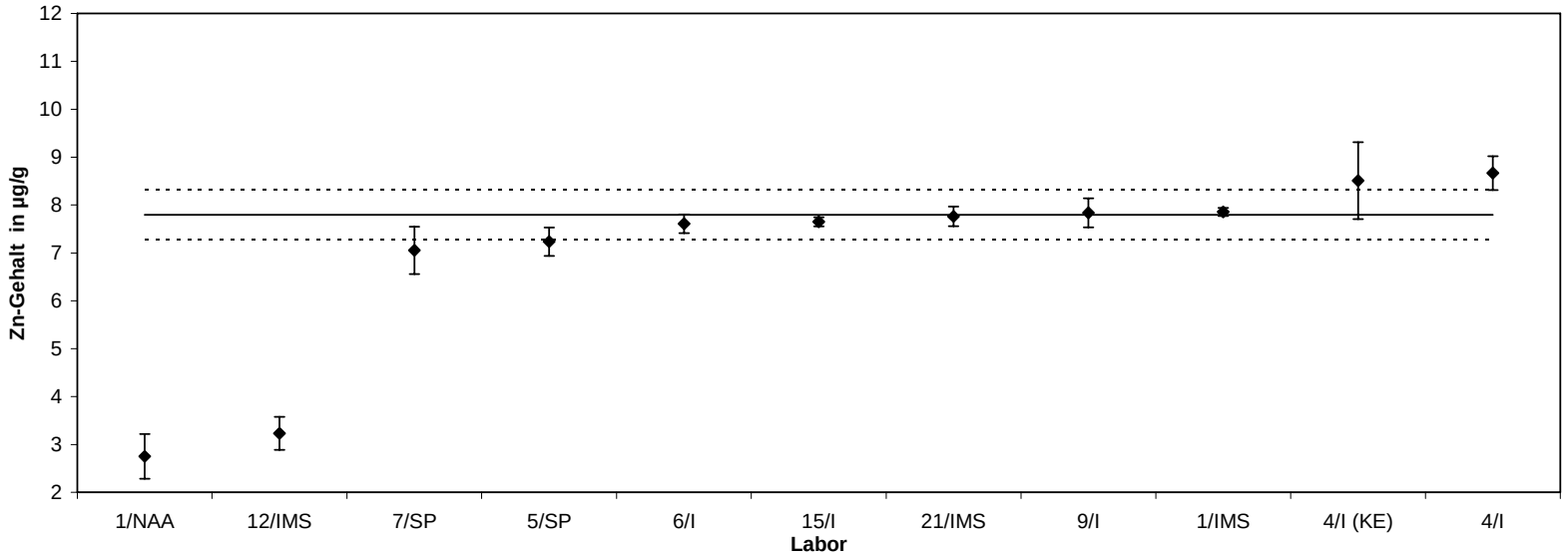

Abbildung 61: Zinkgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	13/IMS	6/I	4/I (KE)	4/I	15/I	9/I	1/IMS	1/PAA	*5/SP*	23/GD	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,05	0,30	0,90	0,64	1,18	1,58	2,94	3,3	*3,3*	6,30	*6,45*	n
	0,05	0,34	0,62	0,66	1,31	1,60	3,00	3,2	*3,4*	6,30	*6,38*	9
	0,07	0,22	0,48	0,53	1,30	1,91	2,99	3,3	*3,4*	6,45	*6,88*	
	0,05	0,33	0,48	0,53	1,31	1,61	2,97	3,4	*3,8*	6,49	*6,48*	
	0,05	0,38		1,16	1,17	1,76	3,00	3,2	*3,7*	6,27	*6,45*	
	0,06	0,28		1,06	1,22	1,92	2,99	3,1	*3,4*	6,18		
MW in µg/g	**0,06**	**0,31**	**0,62**	**0,76**	**1,25**	**1,7**	**2,98**	**3,3**	**3,50**	**6,33**	***6,5***	**2,5**
s in µg/g	0,01	0,06	0,20	0,28	0,07	0,2	0,02	0,1	0,20	0,12	*0,2*	2,3
$\bar{s}$ in µg/g												0,13
s_{rel}	0,152	0,179	0,32	0,36	0,053	0,091	0,01		0,057	0,018		0,92
MW	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
+ 1s	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
- 1s	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	

	5 % Grubbs	GD	Glow Discharge OES	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
kursiv	mit ZRM kalibriert	I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		I (KE)	I nach Cu-Abtrennung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (< 9 µg/g)

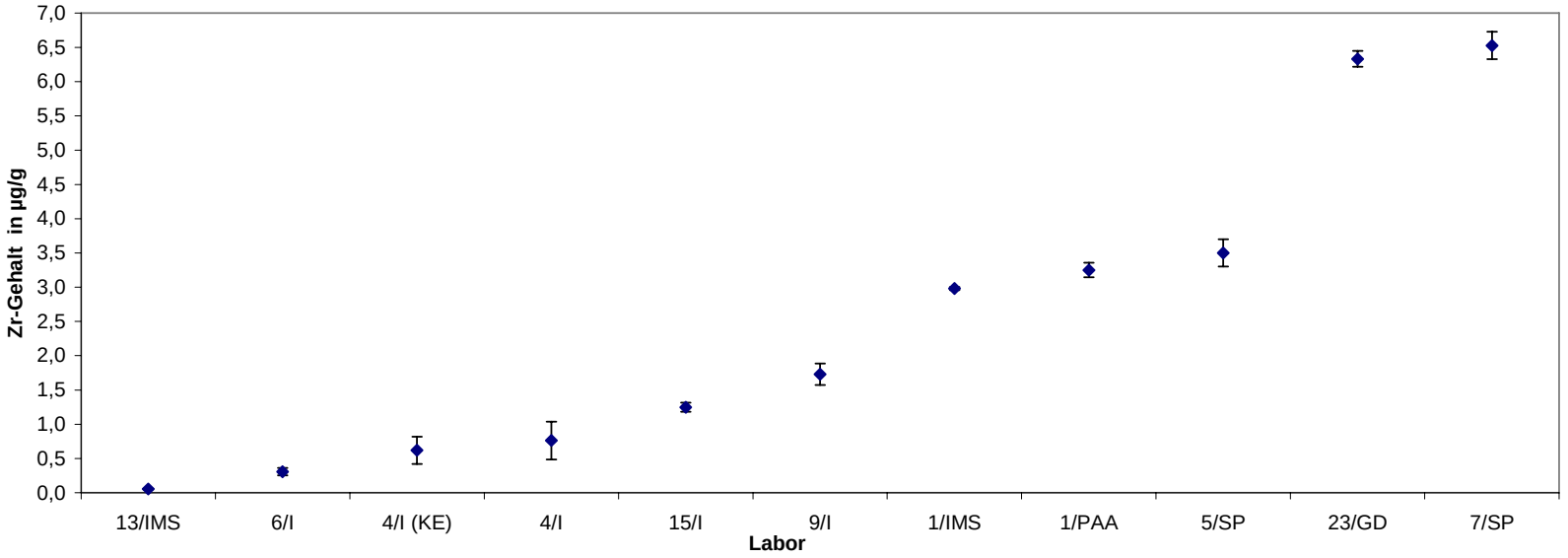

Abbildung 62: Zirkoniumgehalt in BAM-M383

Lab./Meth.	22/AR	4/I	6/I	8/I	1/E	15/I1	1/NAA	12/IMS	1/PAA	16/NAA	1/IMS	13/IMS	15/I2	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	8,60		9,77	9,88	9,79	10,2	10,2	10,4	10,5	10,18	10,5	11,3	11,27	11,58	n
	8,34	9,5	9,76	9,92	10,28	10,2	10,0	10,4	10,3	10,41	10,7	11,0	11,33	11,68	14
	8,46	9,8	9,82	9,83	10,34	10,0	10,0	10,1	9,9	10,49	10,3	10,8	11,38	11,73	
	8,91	9,3	9,81	9,86	9,52	10,1	10,1	10,0	10,6	10,40	10,4	11,2	10,81	11,65	
	10,11	9,8	9,81	9,90	9,80	10,2	10,2	10,1	9,9	10,17	10,5	11,3		11,53	
	9,92	10,0	9,73	9,84	9,57	9,9	10,4		10,1	10,54	10,1	11,0		11,73	
MW in µg/g	**9,06**	**9,68**	**9,78**	**9,87**	**9,88**	**10,10**	**10,14**	**10,20**	**10,22**	**10,37**	**10,44**	**11,08**	**11,20**	**11,65**	**10,26**
s in µg/g	0,77	0,27	0,04	0,03	0,35	0,12	0,15	0,19	0,30	0,16	0,20	0,18	0,26	0,08	0,672
$\bar{s}$ in µg/g															0,221
s_{rel}	0,085	0,028	0,004	0,004	0,04	0,012	0,015	0,018	0,029	0,02	0,019	0,016	0,023	0,007	0,066
MW	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26	
+ 1s	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	10,93	
- 1s	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	

AR	Bogenspektroskopie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung		

im Zertifikat: 10,3 ± 0,4 µg/g

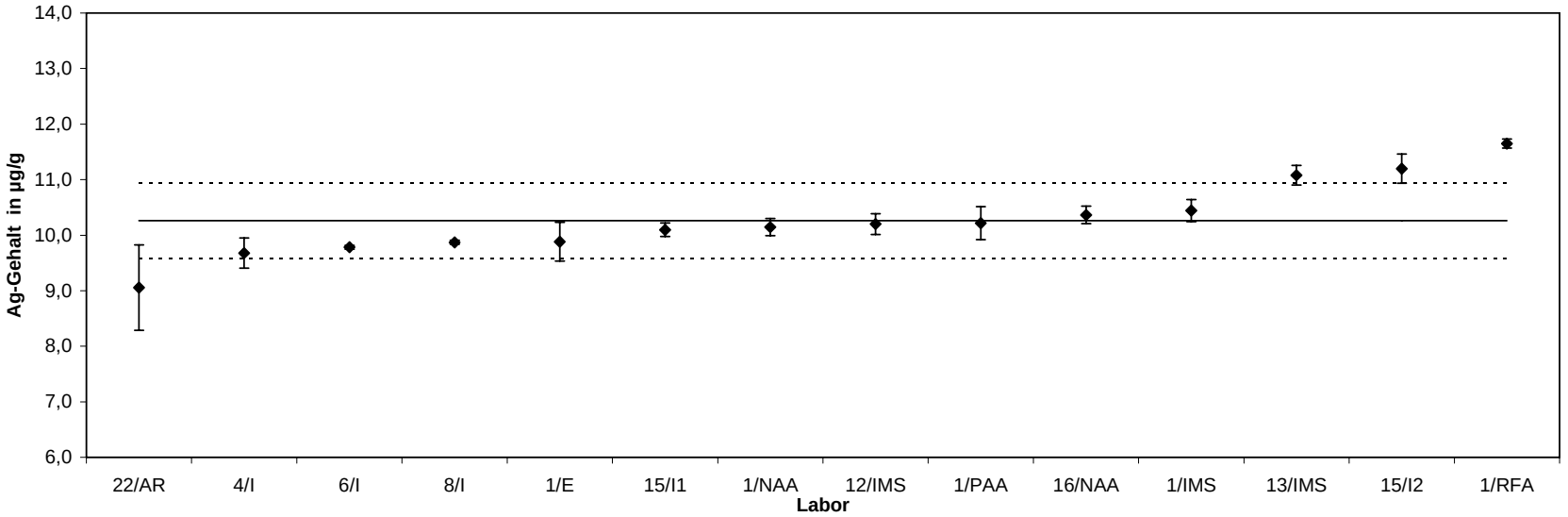

Abbildung 63: Silbergehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	4/I	15/I	8/I	9/I	6/I	13/IMS	4/I KE	12/IMS	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	9,33	11,73	11,59	13,42	13,15	13,34	13,58	14,4	13,98	n
	9,6	11,47	11,80	12,89	13,10	13,38	13,27	15,8	13,96	8
	9,29	11,40	11,73	13,20	13,20	13,46		12,4	14,11	
	9,11	11,35	11,84	13,78	13,20	12,90	14,54	12,4	13,91	
	9,28	11,28	11,60	12,84	13,30	13,53	13,30	14,0	13,44	
	8,91	11,04	11,77	12,38	13,30	13,24	13,37		13,85	
MW in µg/g	**9,25**	**11,38**	**11,72**	**13,09**	**13,21**	**13,31**	**13,61**	**13,80**	**13,88**	**13,00**
s in µg/g	0,23	0,23	0,10	0,49	0,08	0,22	0,53	1,44	0,23	0,940
$\bar{s}$ in µg/g										0,416
s_{rel}	0,025	0,020	0,009	0,04	0,01	0,017	0,04	0,10	0,017	0,072
MW	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	
- 1s	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	
+ 1s	13,94	13,94	13,94	13,94	13,94	13,94	13,94	13,94	13,94	

5 % Grubbs

I Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE) I nach Kupferabtrennung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 13,0 ± 0,8 µg/g

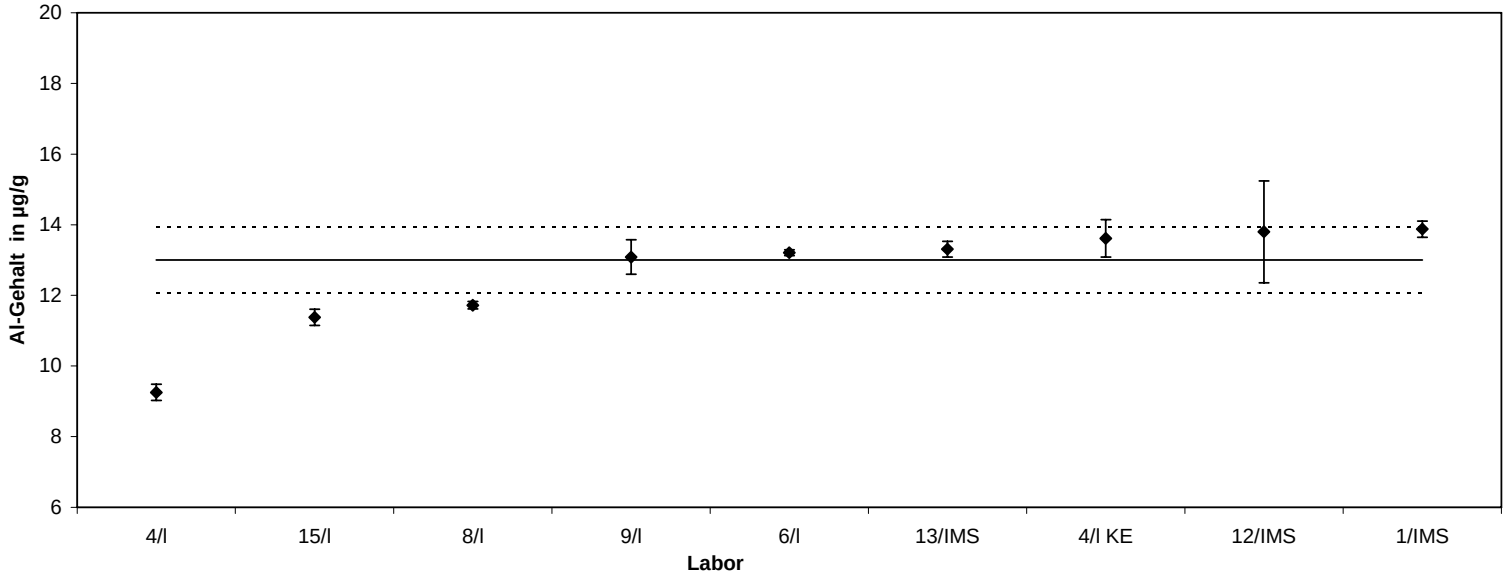

Abbildung 64: Aluminiumgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	22/AR	12/IMS	1/IMS	4/l (KE)	1/E	8/l	1/PAA	16/NAA	15/l	6/l	4/l	Ges.
EW in µg/g	3,69	4,79	4,80	5,30	5,14	5,28	5,1	5,44	5,59	5,40	5,42	n
	3,61	4,82	5,07	4,52	5,26	5,31	5,3	5,40	5,37	5,70		10
	4,06	4,60	4,94	4,72	4,99	5,04	5,0	5,13	5,43	5,60	7,18	
	3,91	4,79	4,57	4,85	5,17	5,10	5,5	4,97	5,56		7,64	
	4,24	4,34	4,64	4,81	5,44	5,36	5,3	5,18	5,30	5,40	6,50	
	4,99		4,39	5,23	5,12	5,20	5,1	5,26	5,23	5,50	7,74	
MW in µg/g	**4,083**	**4,668**	**4,735**	**4,91**	**5,186**	**5,215**	**5,217**	**5,23**	**5,413**	**5,52**	**6,90**	**5,02**
s in µg/g	0,501	0,203	0,25	0,30	0,15	0,13	0,18	0,18	0,142	0,13	0,959	0,428
$\bar{s}$ in µg/g												0,217
s_{rel}	0,123	0,044	0,053	0,062	0,029	0,024	0,035	0,03	0,026	0,024	0,139	0,085
MW	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02	
- 1s	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	
+ 1s	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	5,45	

5 % Grubbs

AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Cu-Abtrennung		

im Zertifikat: 5,0 ± 0,4 µg/g

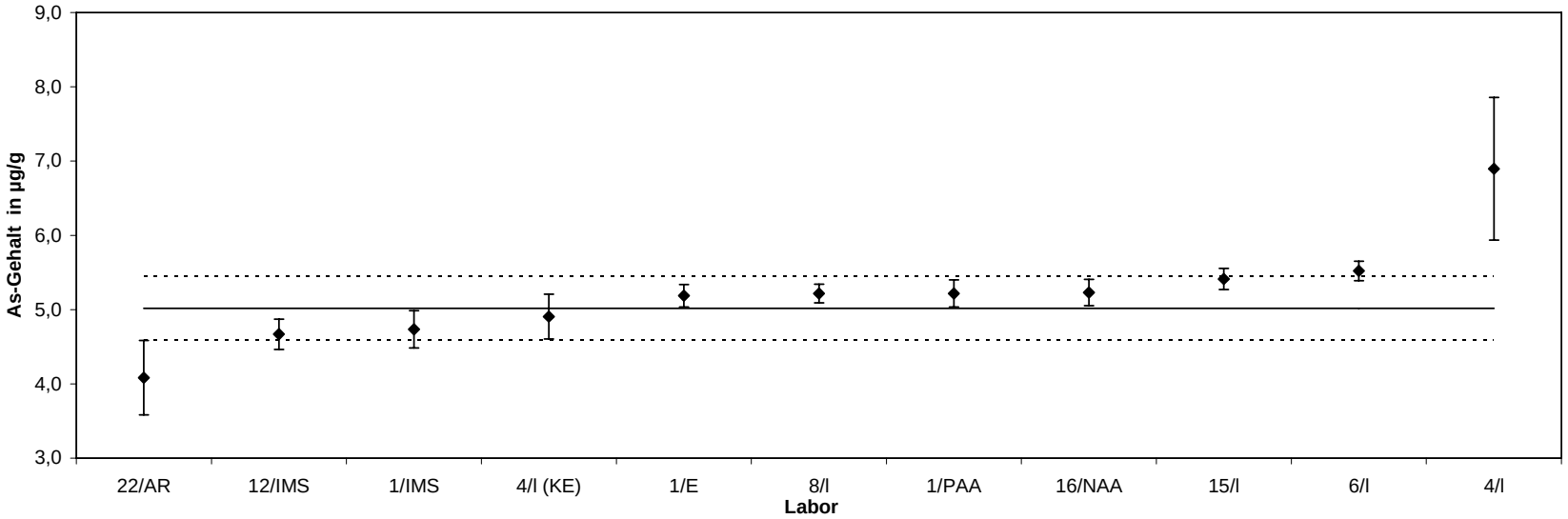

Abbildung 65: Arsengehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	8/I (LF)	4/I (KE)	22/AR	1/IMS	15/I	1/E	13/IMS	12/IMS	Ges.
EW in µg/g	3,06	3,24	3,09	3,45	3,77	3,56	3,56	5,28	n
	3,1	2,73	2,60	3,38	3,40	3,59	3,58	5,33	7
	2,97	3,14	2,89	3,42	3,36	3,56	3,60	5,28	
	2,97	3,39	3,23	3,41	3,52	3,64	3,61	5,38	
	3	3,08	3,30	3,43	3,33	3,64	3,61	5,31	
	3,05	3,01	3,75	3,48	3,39	3,56	3,68		
MW in µg/g	**3,03**	**3,10**	**3,14**	**3,43**	**3,46**	**3,59**	**3,61**	**5,32**	**3,336**
s in µg/g	0,05	0,22	0,39	0,03	0,16	0,04	0,04	0,04	0,243
$\bar{s}$ in µg/g									0,135
s_{rel}	0,02	0,07	0,12	0,01	0,047	0,01	0,011	0,01	0,073
MW	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	
- 1s	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	
+ 1s	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	

5 % Grubbs

AR	Bogenspektroskopie	I (KE)	I nach Kupferabtrennung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 3,34 ± 0,22 µg/g

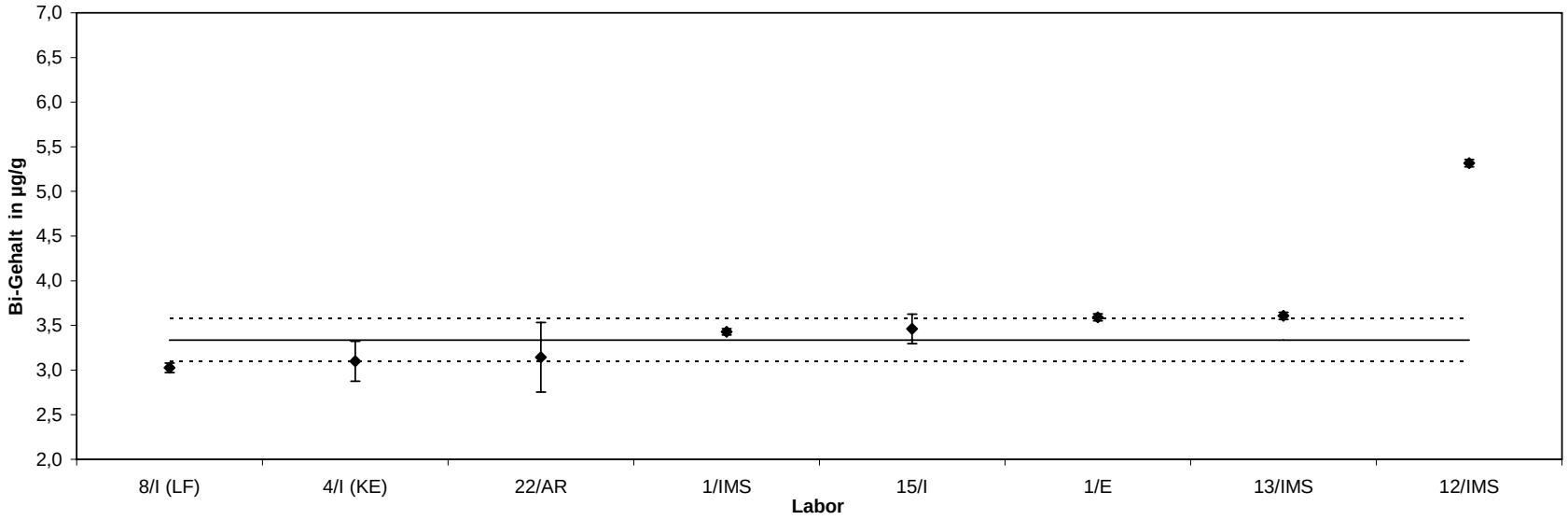

Abbildung 66: Bismutgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	1/PAA	4/I	1/E	6/I	12/IMS	1/IMS	15/I	8/I	4/I (KE)	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	3,3	3,88	3,88	3,97	3,99	3,97	4,07	4,00	4,04	4,79	n
	3,7	3,81	4,01	3,99	3,96	4,09	4,04	4,10	3,93	4,76	9
	3,0	3,87	3,87	3,94	3,89	3,93	4,05	4,05		4,83	
	4,6	3,82	3,79	3,78	3,84	3,98	4,07	4,01	4,28	4,88	
	3,9	3,9	3,79	3,73	4,04	3,98	4,04	4,12	4,03	4,92	
	4,4	3,86	3,82	3,80		3,74	4,04	4,10	4,29	4,94	
MW in µg/g	**3,82**	**3,857**	**3,860**	**3,87**	**3,944**	**3,948**	**4,05**	**4,06**	**4,114**	**4,85**	**3,947**
s in µg/g	0,62	0,035	0,086	0,11	0,080	0,115	0,01	0,05	0,162	0,07	0,107
$\bar{s}$ in µg/g											0,141
s_{rel}	0,162	0,009	0,022	0,03	0,020	0,029	0,004	0,013	0,039	0,015	0,027
MW	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	
- 1s	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	
+ 1s	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	

5 % Grubbs

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Kupferabtrennung		

im Zertifikat: 3,95 ± 0,09 µg/g

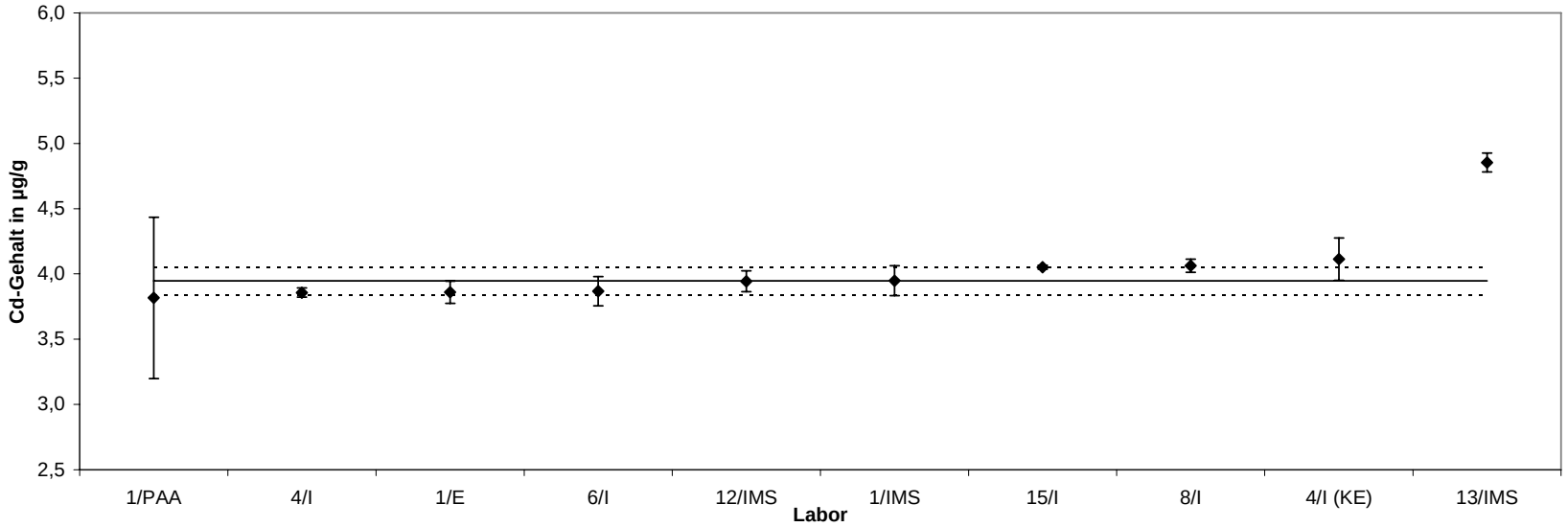

Abbildung 67: Cadmiumgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/IMS	8/E	4/I	1/NAA	15/I	6/I	4/I (KE)	1/IMS	16/NAA	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	3,7	3,53	3,86	3,85	3,89	3,9	3,78	3,93	4,38	4,23	n
	3,8	3,64	3,81	3,74	3,83	3,8	3,70	4,02	4,43	4,18	10
	3,5	3,63	3,75	3,74	3,83	3,9		3,94	4,02	4,28	
	3,5	3,93	3,84	3,78	3,84	3,8	4,04	3,94	4,24	4,23	
	3,4	3,47	3,84	3,84	3,81	3,9	3,91	3,92	4,16	4,21	
		3,44	3,69	3,87	3,80	3,9	4,07	4,06	4,25	4,39	
MW in µg/g	**3,58**	**3,607**	**3,80**	**3,803**	**3,83**	**3,86**	**3,90**	**3,97**	**4,25**	**4,253**	**3,885**
s in µg/g	0,16	0,18	0,07	0,06	0,03	0,039	0,16	0,06	0,15	0,074	0,227
$\bar{s}$ in µg/g											0,097
s_{rel}	0,044	0,05	0,02	0,015	0,008	0,010	0,04	0,01	0,035	0,018	0,058
MW	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89	
- 1s	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	
+ 1s	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	4,11	

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Kupferabtrennung		

im Zertifikat: 3,88 ± 0,16 µg/g

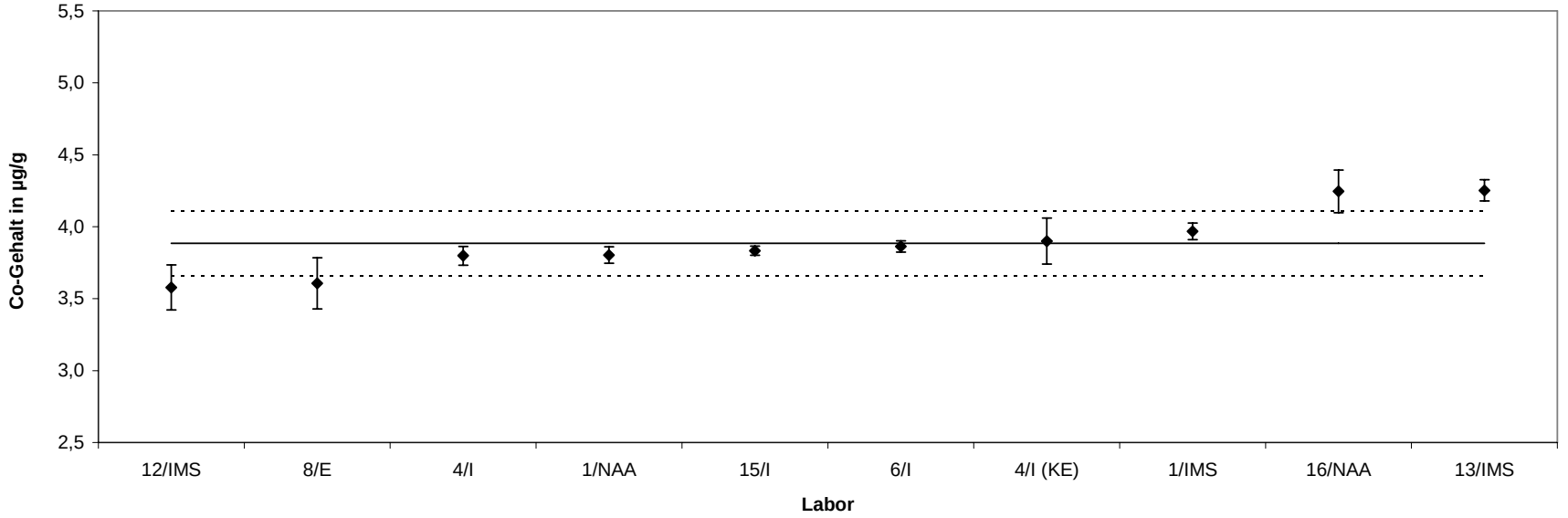

Abbildung 68: Cobaltgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/IMS	1/NAA	6/I	4/I (KE)	9/I	1/E	4/I	1/IMS	15/I	1/PAA	8/I (LF)	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	6,33	6,33	6,4	6,5	6,57	6,647	6,53	6,84	6,61	6,3	7,24	8,53	n
	6,24	6,19	6,4	6,4	6,45	6,602	6,48	6,68	6,50	6,8	7,30	8,39	11
	5,87	6,22	6,4		6,33	6,701	6,52	6,95	6,82	7,1	7,37	8,59	
	5,83	6,28	6,4	6,2	6,53	6,277	6,58	6,21		6,1	7,22	8,85	
	5,77	6,37	6,3	6,7	6,29	6,672	6,61	6,23	6,51	7,5	7,23	8,86	
		6,49	6,4	6,4	6,71	6,357	6,57	6,54	6,58	6,1	7,28	8,97	
MW in µg/g	**6,008**	**6,313**	**6,38**	**6,43**	**6,48**	**6,543**	**6,55**	**6,575**	**6,604**	**6,650**	**7,273**	**8,698**	**6,528**
s in µg/g	0,257	0,11	0,04	0,17	0,16	0,179	0,05	0,308	0,129	0,58	0,06	0,227	0,305
$\bar{s}$ in µg/g													0,185
s_{rel}	0,043	0,017	0,01	0,027	0,024	0,027	0,01	0,047	0,020	0,087	0,008	0,026	0,047
MW	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	
- 1s	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	
+ 1s	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83	

5 % Grubbs

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I (KE)	I nach Kupferabtrennung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
		PAA	Photonenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: 6,53 ± 0,21 µg/g

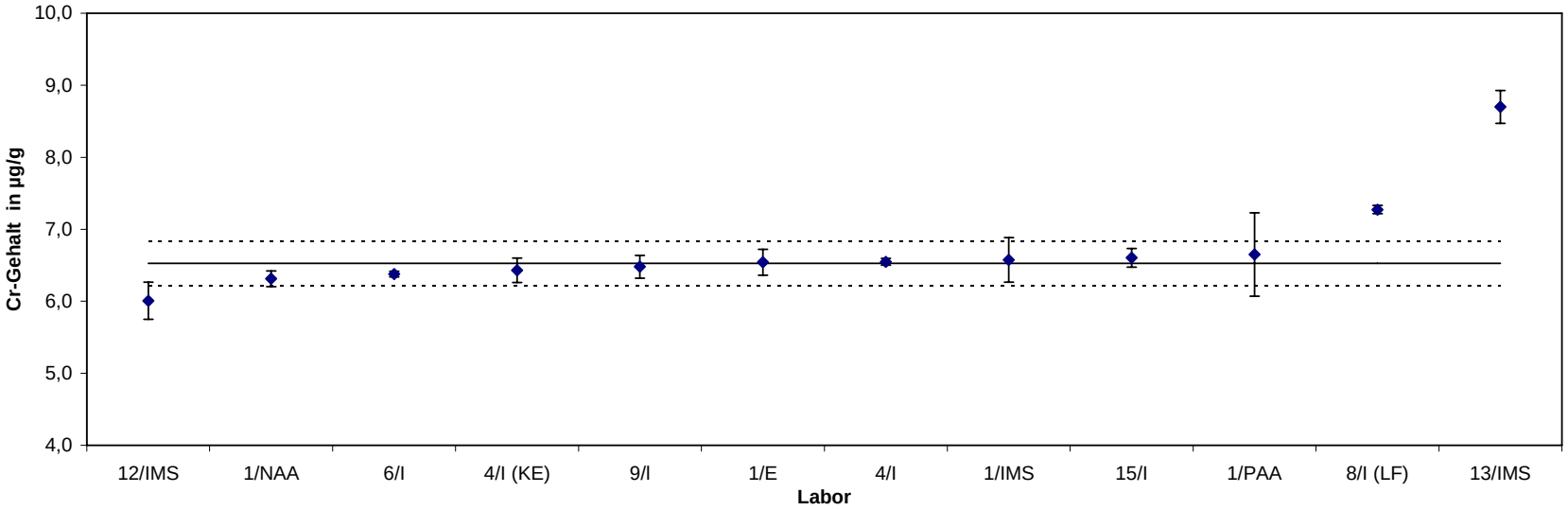

Abbildung 69: Chromgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/A	22/AR	9/I	15/I	6/I	4/I	1/IMS	1/P	4/I (LF)	8/I	1/E	4/I (KE)	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	10,4	25,73	30,0	30,4	31,0	31,4	32,67	32,84	32,90	33,3	33,4	40,40	42,5	n
	10,4	32,22	30,2	30,1	31,3		32,17	32,55	34,15	33,4	34,0		38,4	12
	10,1	28,93	28,7	31,1	31,4	31,2	33,37	32,08	33,33	33,3	32,0	31,41	40,7	
	10,0	28,99	28,8		31,1	31,6	32,7	32,89	33,04	33,3	33,7	39,78	36,8	
	10,1	28,85	29,2	30,2	31,3	31,4	32,13	33,21	32,76	33,3	33,7	38,68	39,7	
		29,87	28,9	30,4	30,9	31,2	32,93	33,2	33,36	33,4		35,24	38,6	
MW in µg/g	**10,20**	**29,10**	**29,30**	**30,43**	**31,17**	**31,35**	**32,66**	**32,80**	**33,26**	**33,34**	**33,38**	**37,10**	**39,45**	**32,78**
s in µg/g	0,19	2,09	0,62	0,41	0,19	0,2	0,47	0,43	0,50	0,06	0,78	3,76	2,00	3,014
$\bar{s}$ in µg/g														0,957
s_{rel}	0,018	0,072	0,021	0,013	0,006	0,006	0,014	0,013	0,01	0,002	0,023	0,10	0,051	0,092
MW	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	32,78	
- 1s	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	29,76	
+ 1s	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	

5 % Grubbs

A	Atomabsorptionsspektrometrie mit Flammenatomisierung	I (KE)	I nach Kupferabtrennung
AR	Bogenspektroskopie	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	P	Photometrie

im Zertifikat: 32,8 ± 1,9 µg/g

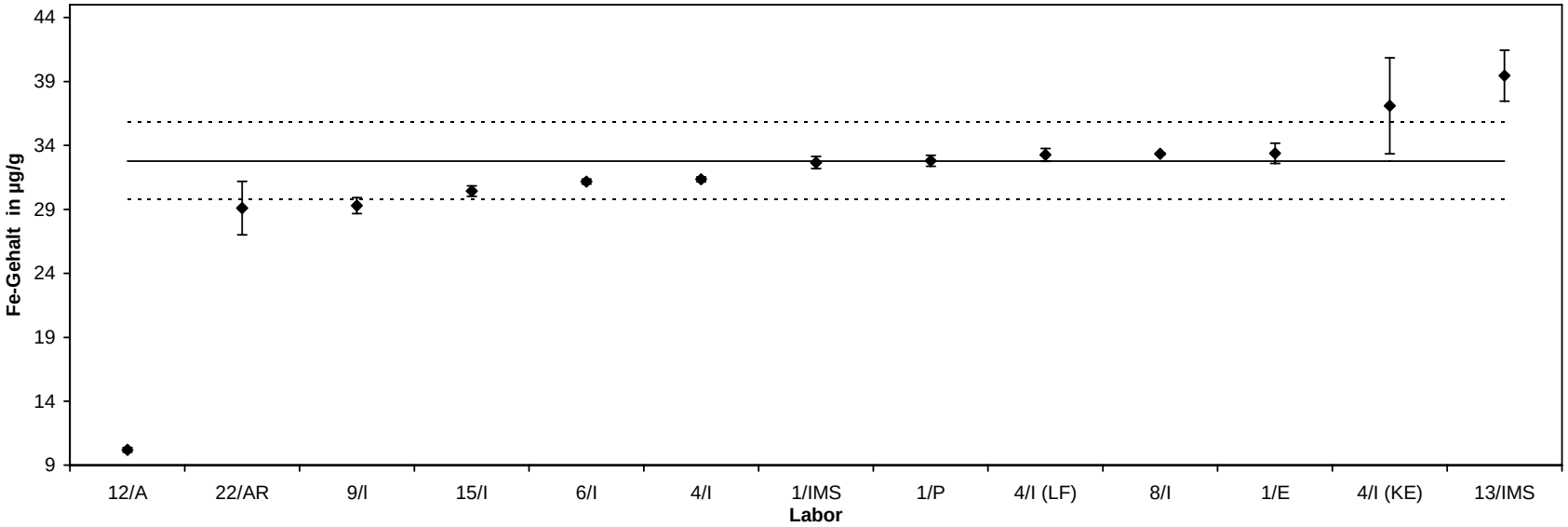

Abbildung 70: Eisengehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	8/I	15/I	12/IMS	6/I	4/I (KE)	4/I	9/I	13/IMS	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	11,4	14,09	13,5	14,7	14,17	14,89	14,06	15,19	15,4	n
	11,6	14,27	14,3	14,8	14,03	15,09	15,57	14,94	15,2	8
	11,5	13,80	13,8	14,8		14,67	14,57	14,83	15,5	
	11,6	13,99	13,7	14,7	15,43	14,71	15,15	15,19	15,1	
	11,5	13,75	14,4	14,6	14,71	14,45	14,50	14,93	15,2	
	11,5	13,39		14,6	15,21	14,6	15,63	15,02	15,5	
MW in µg/g	**11,53**	**13,88**	**13,94**	**14,70**	**14,71**	**14,74**	**14,91**	**15,02**	**15,29**	**14,648**
s in µg/g	0,1	0,307	0,39	0,1	0,62	0,23	0,6	0,15	0,2	0,496
$\bar{s}$ in µg/g										0,324
s_{rel}	0,007	0,022	0,028	0,006	0,04	0,015	0,043	0,010	0,012	0,034
MW	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	14,65	
- 1s	14,15	14,15	14,15	14,15	14,15	14,15	14,15	14,15	14,15	
+ 1s	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	

5 % Grubbs

I Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE) I nach Kupferabtrennung
IMS Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 14,6 ± 0,5 µg/g

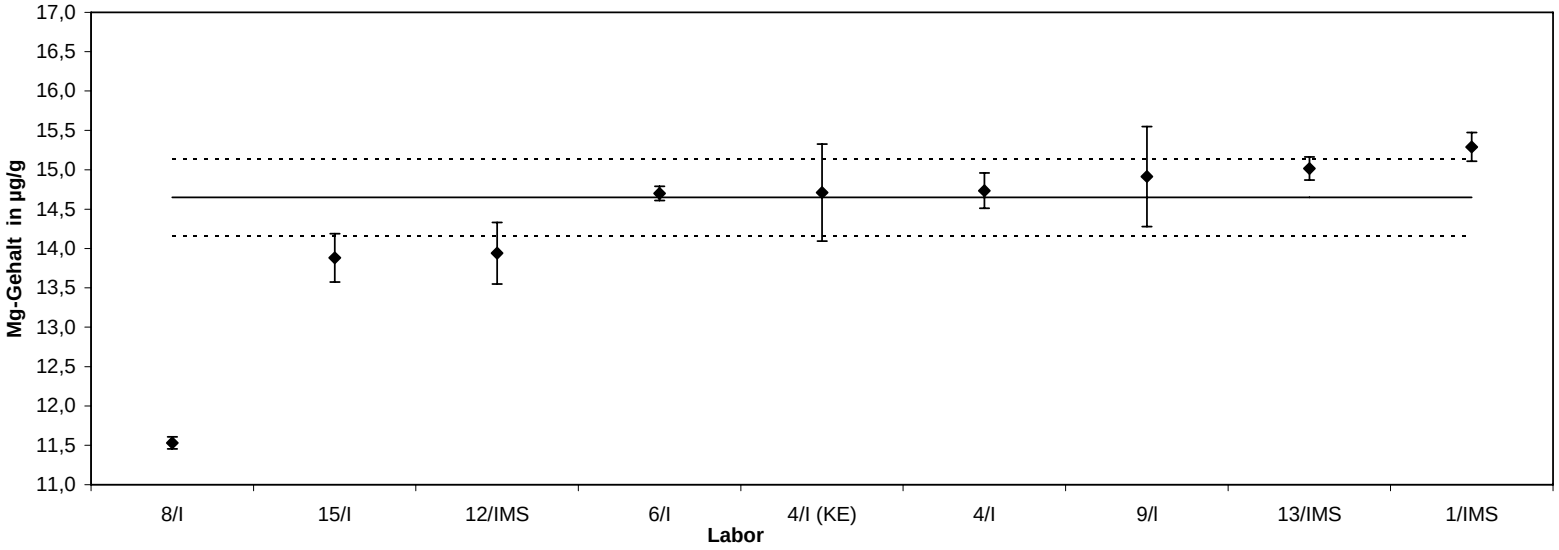

Abbildung 71: Magnesiumgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/IMS	8/I	6/I	13/IMS	9/I	4/I	1/IMS	15/I	4/I (KE)	1/E	1/PAA	Ges.
EW in µg/g	6,93	6,65	6,71	6,84	6,73	6,86	6,79	6,97	6,90	6,92	7,2	n
	6,79	6,70	6,81	6,97	6,64	6,85	6,85	6,95	6,71	7,08	7,4	11
	6,31	6,68	6,71	6,96	6,89	6,82	6,89	6,93		7,28	7,1	
	6,34	6,77	6,73	6,45	6,80	6,86	6,90	6,94	7,41	7,33	7,6	
	6,38	6,62	6,73	6,64	6,78	6,87	6,82	6,96	7,11	7,17	7,2	
		6,72	6,68	6,61	6,69	6,85	7,01	6,91	7,24	7,39	7,1	
MW in µg/g	**6,550**	**6,690**	**6,728**	**6,745**	**6,755**	**6,852**	**6,877**	**6,943**	**7,074**	**7,195**	**7,267**	**6,880**
s in µg/g	0,288	0,053	0,044	0,211	0,088	0,017	0,077	0,022	0,276	0,175	0,197	0,222
$\bar{s}$ in µg/g												0,120
s_{rel}	0,044	0,008	0,007	0,031	0,013	0,003	0,011	0,003	0,039	0,024	0,027	0,032
MW	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	6,88	
- 1s	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	
+ 1s	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (KE)	I nach Kupferabtrennung		

im Zertifikat: 6,88 ± 0,15 µg/g

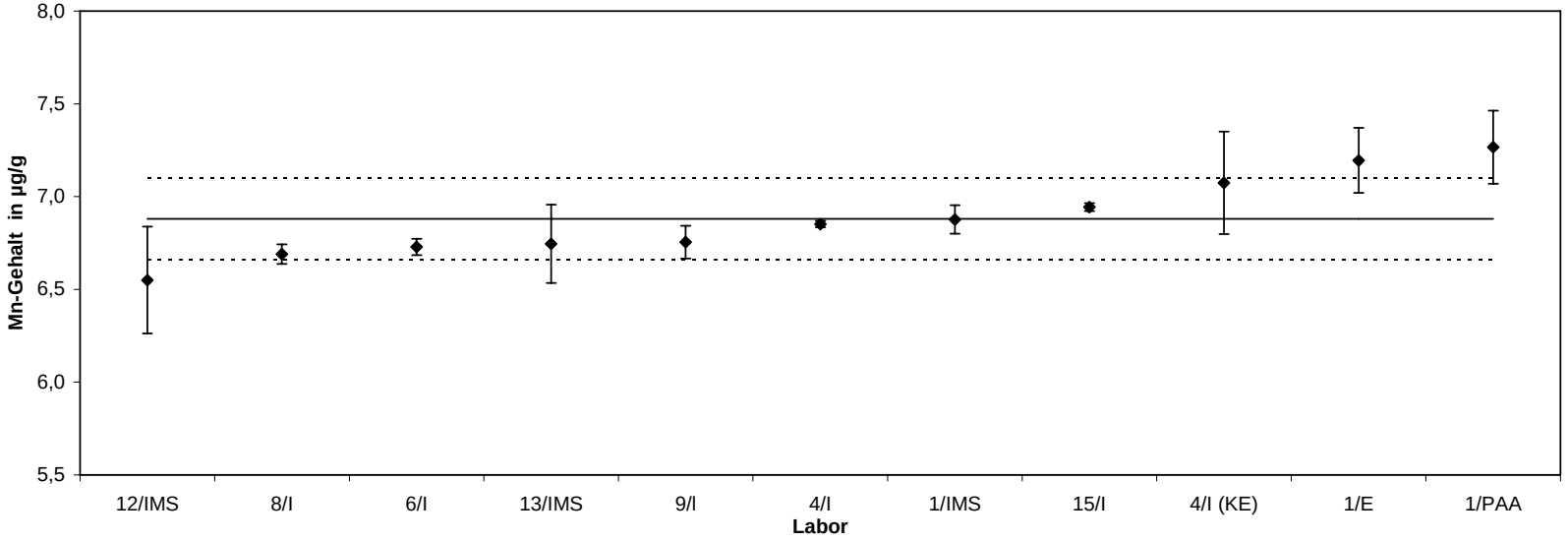

Abbildung 72: Mangangehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/IMS	1/PAA	8/E	15/I	1/E	1/IMS	6/I	4/I	4/I (KE)	22/AR	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	5,28	4,9	5,09	5,69	5,87	5,94	5,44	6,57	5,89	6,08	6,81	n
	4,79	4,8	5,22	5,60	5,79	5,71	5,64	6,26	5,91	6,50	6,92	11
	4,71	5,2	5,30	5,61	5,52	5,71	5,92	5,52		6,11	6,90	
	4,34	5,4	4,92	5,74	5,77	5,58	5,49	5,77	6,23	6,10	6,77	
	4,33	5,5	5,30	5,71		5,65	6,37	5,72	5,90	6,17	6,76	
		5,1	5,10	5,73	5,63	5,93	6,01	5,48	6,37	6,42	7,04	
MW in µg/g	**4,690**	**5,15**	**5,155**	**5,680**	**5,716**	**5,753**	**5,812**	**5,887**	**6,060**	**6,230**	**6,867**	**5,727**
s in µg/g	0,391	0,274	0,147	0,061	0,140	0,149	0,356	0,435	0,225	0,182	0,108	0,586
$\bar{s}$ in µg/g												0,224
s_{rel}	0,083	0,053	0,029	0,011	0,024	0,026	0,061	0,074	0,037	0,029	0,016	0,102
MW	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	
- 1s	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	5,14	
+ 1s	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	

AR	Bogenspektroskopie	I (KE)	I nach Kupferabtrennung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: 5,7 ± 0,4 µg/g

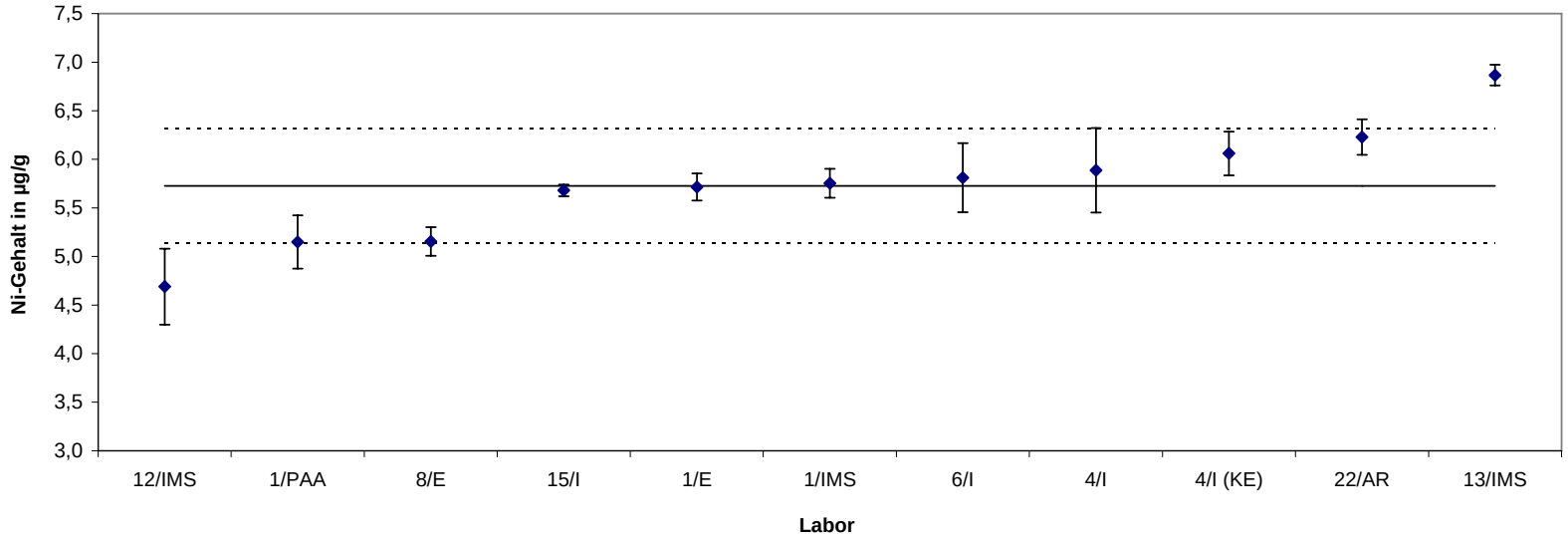

Abbildung 73: Nickelgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	8/I (LF)	4/I	4/I (KE)	12/IMS	15/I	1/IMS	4/I (LF)	1/E	22/AR	13/IMS	Ges.
EW in µg/g	4,43	5,30	5,61	5,46	5,77	5,99	5,85	6,46	6,31	6,21	n
	4,33	5,43	4,90	5,56	5,99	5,96	6,00	6,26	5,73	6,20	10
	4,38	5,18	3,92	5,46	5,63	5,98	5,90	6,42	6,05	6,31	
	4,29	5,12	5,79	5,59	5,48	5,99	6,10	5,97	6,53	6,35	
	4,28	5,34	6,25	5,56	6,15	5,96	6,00	6,16	6,57	6,29	
	4,30	5,32	5,45		5,68	6,02	6,12	6,08	6,47	6,41	
MW in µg/g	**4,335**	**5,282**	**5,320**	**5,526**	**5,783**	**5,983**	**5,995**	**6,225**	**6,277**	**6,295**	**5,702**
s in µg/g	0,059	0,113	0,815	0,061	0,246	0,023	0,107	0,192	0,328	0,081	0,610
$\bar{s}$ in µg/g											0,203
s_{rel}	0,014	0,021	0,153	0,011	0,043	0,004	0,018	0,031	0,052	0,013	0,107
MW	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	
- 1s	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	
+ 1s	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	6,31	

6/I	< 10	AR	Bogenspektroskopie	I (KE)	I nach Kupferabtrennung
		E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: 5,7 ± 0,5 µg/g

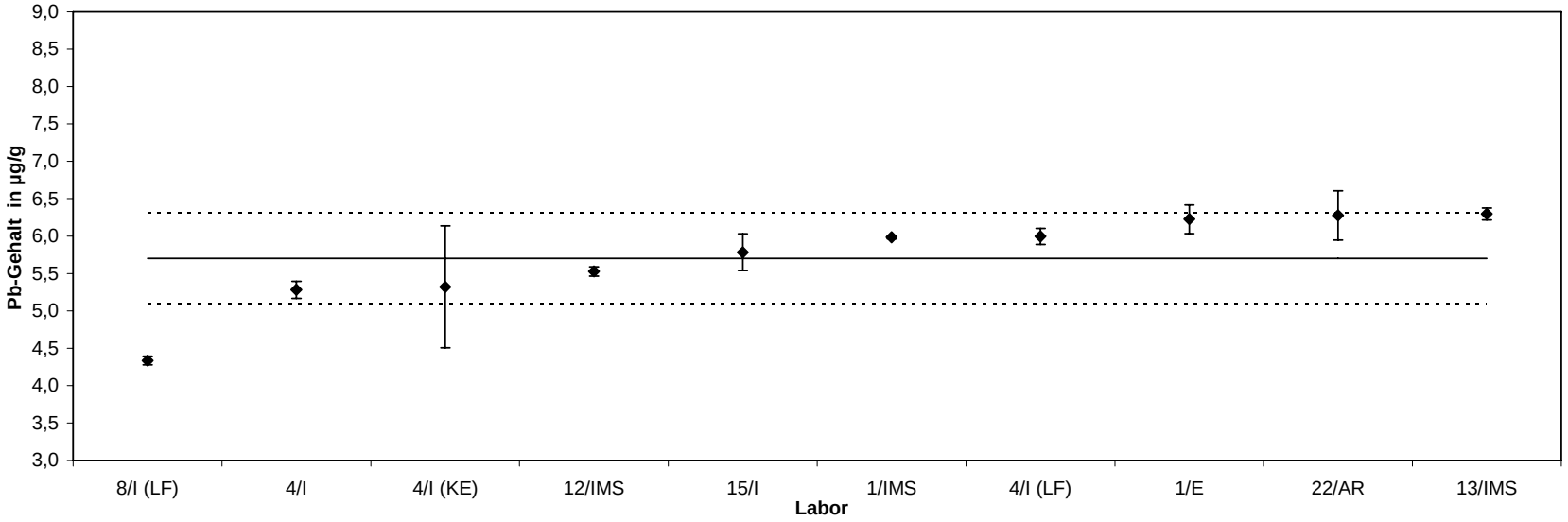

Abbildung 74: Bleigehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	13/CS	1/P	8/T	*4/SP*	17/P	*23/GD*	4/T	Ges.
EW in µg/g	1,56	3,54	3,61	*3,90*	4,31	*5,09*	6	n
	2,89	3,42	3,61	*4,00*	6,67	*4,88*	5	7
	2,58	3,73	3,61	*4,05*	5,75	*5,06*	6	
	2,27	3,69	4,01	*4,20*	3,91	*4,92*	6	
	1,95	3,60	4,01	*4,25*	3,48	*4,70*	6	
	2,50	3,68	4,01	*4,20*	2,65	*4,89*	5	
MW in µg/g	**2,292**	**3,610**	**3,810**	***4,100***	**4,462**	***4,923***	**5,7**	**4,12**
s in µg/g	0,477	0,117	0,219	*0,138*	1,491	*0,141*	0,516	1,069
$\bar{s}$ in µg/g								
s_{rel}	0,208	0,032	0,058	*0,034*	0,334	*0,029*	0,091	0,259
MW	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	
- 1s	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	
+ 1s	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	

kursiv	mit ZRM kalibriert	CS	Verbrennungsanalyse	T	Titration
15/I	**< 2**	GD	Glow discharge OES	SP	Funkenspektroskopie
		P	Photometrie		

im Zertifikat: (4,1 ± 1,0 µg/g)

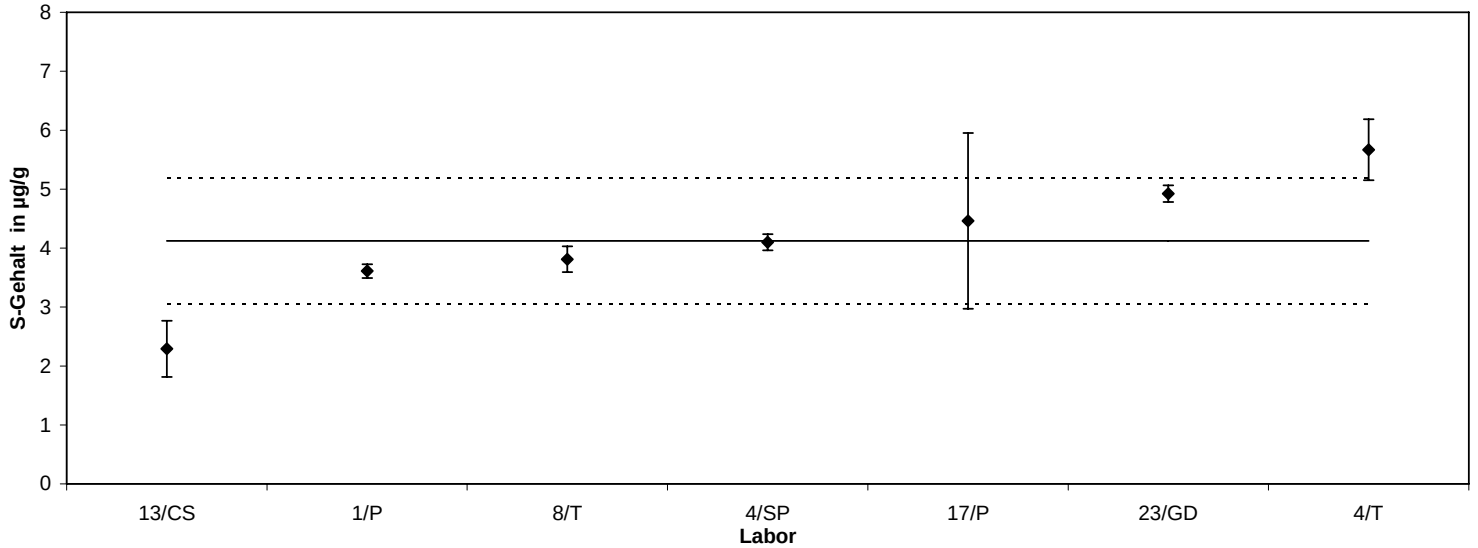

Abbildung 75: Schwefelgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	4/I (LF)	13/IMS	22/AR	8/I (LF)	6/I	1/NAA	1/RFA	1/P	4/I	1/PAA	1/E	16/NAA	15/I	1/IMS	12/HG	Ges.
EW in µg/g	9,44	10,71	10,07	11,52	11,4	12,08	11,94	11,94	12,16	12,5	12,37	12,46	12,52	12,47	11,7	n
	9,61	10,60	11,55	11,34	12,6	11,81	12,24	12,65	12,50	12,2	12,42	12,78	12,44	12,92	13,8	14
	5,89	10,77	12,35	11,30	11,6	11,81	12,25	12,26	12,35	12,6	12,20	12,28	12,57	12,40	12,8	
	7,73	11,27	10,45	11,43	11,8	11,94	11,95	11,98	11,46	12,0	12,16	12,18	12,33	12,60	13,6	
	10,26	10,59	11,89	11,49	11,7	12,11	12,15	12,12	12,28	12,4	12,32	12,05	12,45	12,62	13,3	
	10,02	11,21	10,55	11,28	11,3	12,28	12,05	12,08	12,58	12,1	12,38	12,50	12,31	12,28		
MW in µg/g	**8,83**	**10,86**	**11,14**	**11,39**	**11,73**	**12,01**	**12,10**	**12,17**	**12,22**	**12,30**	**12,31**	**12,38**	**12,44**	**12,55**	**13,04**	**12,05**
s in µg/g	1,691	0,304	0,913	0,101	0,463	0,186	0,138	0,260	0,402	0,237	0,105	0,261	0,102	0,222	0,838	0,584
$\bar{s}$ in µg/g																0,324
s_{rel}	0,192	0,028	0,082	0,009	0,039	0,015	0,011	0,021	0,033	0,019	0,009	0,021	0,008	0,018	0,064	0,048
MW	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	
- 1s	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	
+ 1s	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	12,63	

5 % Grubbs

AR	Bogenspektroskopie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse
HG	Atomabsorptionsspektrometrie nach Hydridbildung	P	Photometrie
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (LF)	I nach Lanthan-Fällung	RFA	Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse

im Zertifikat: 12,0 ± 0,4 µg/g

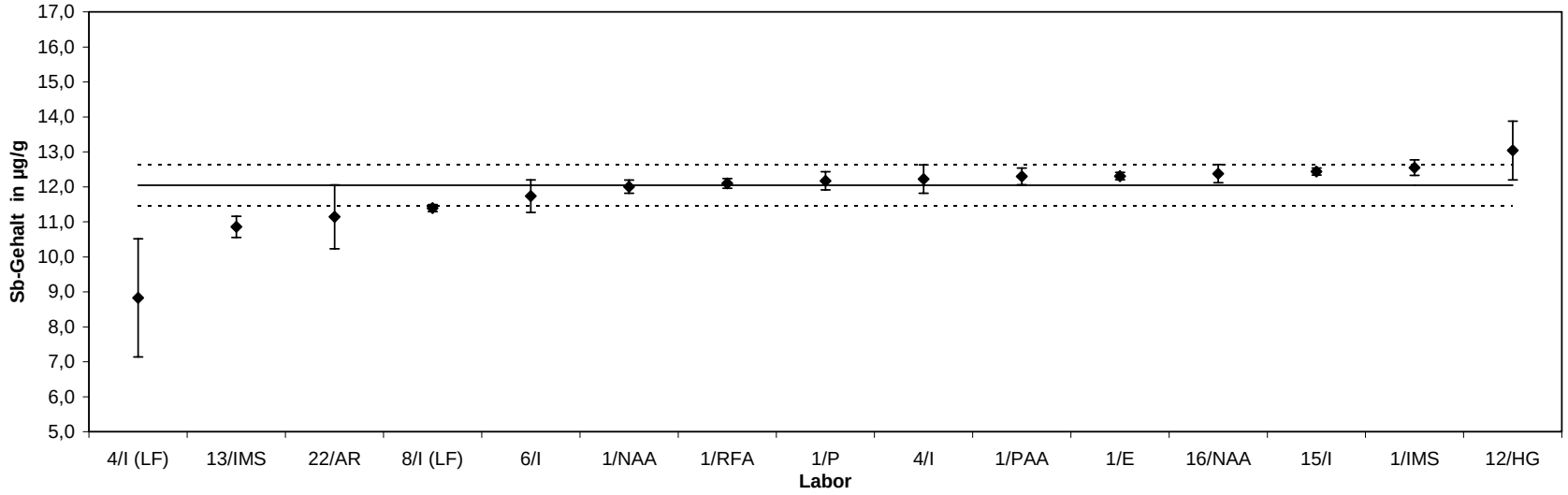

Abbildung 76: Antimongehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	22/AR	12/IMS	1/NAA	4/I	15/I	1/E	8/I (LF)	1/IMS	Ges.
EW in µg/g	2,11	3,45	4,07		4,19	4,16	4,54	4,33	n
	1,91	3,40	3,94	4,11	4,42	4,25	4,50	4,71	6
	2,22	2,50	3,93	4,43	4,13	4,29	4,40	4,65	
	3,07	3,87	4,00		4,21	4,21	4,48	4,26	
	2,90	2,45	4,03	4,12	4,11		4,40	4,58	
	3,43		4,13	3,72	4,29		4,37	4,23	
MW in µg/g	**2,607**	**3,134**	**4,017**	**4,095**	**4,225**	**4,228**	**4,448**	**4,460**	**4,245**
s in µg/g	0,610	0,629	0,077	0,291	0,115	0,056	0,068	0,211	0,181
$\bar{s}$ in µg/g									0,136
s_{rel}	0,234	0,201	0,019	0,071	0,027	0,013	0,015	0,047	0,043
MW	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	
- 1s	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	
+ 1s	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
6/I	< 5	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: 4,24 ± 0,19 µg/g

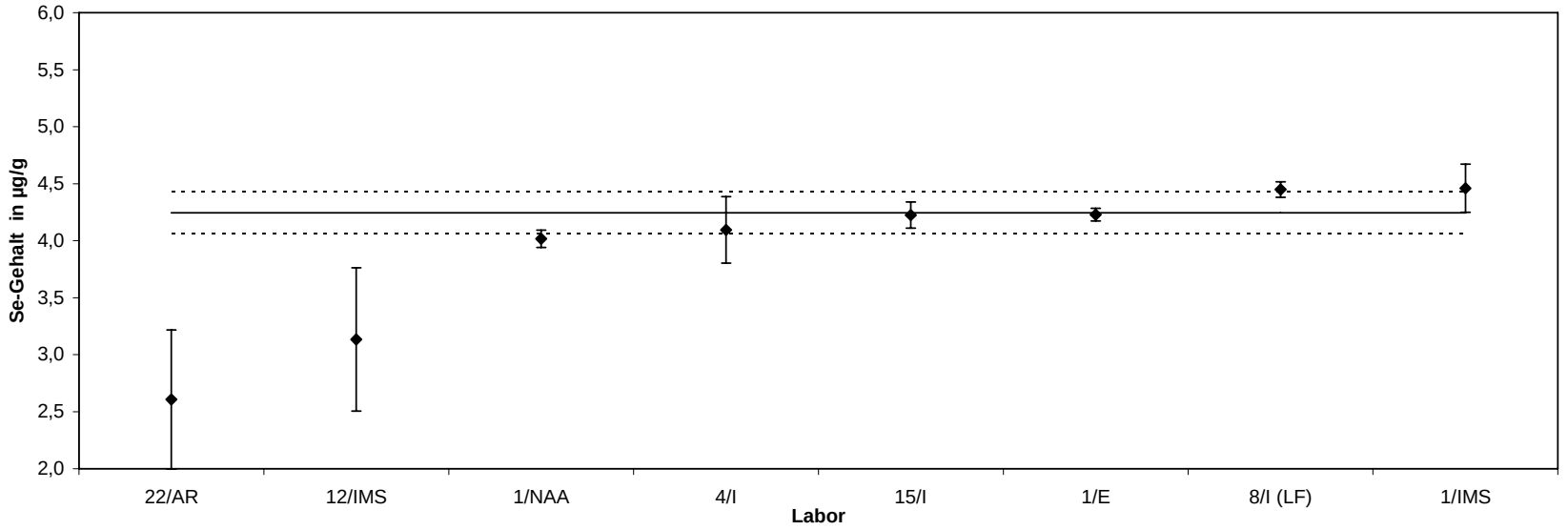

Abbildung 77: Selengehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	*5/SP*	*7/SP*	*4/SP*	*23/GD*	15/I	Ges.
EW in µg/g	*4*	*4,81*	*5,00*	*5,19*	4,57	n
	5	*4,85*	*5,10*	*4,92*	4,19	5
	5	*4,69*	*5,35*	*4,84*	4,88	
	4	*4,75*	*4,90*	*5,16*	7,64	
	4	*4,90*	*5,00*	*5,26*	7,39	
	4	*4,77*	*5,01*	*5,15*	6,07	
MW in µg/g	***4,33***	***4,80***	***5,06***	***5,09***	**5,79**	**5,01**
s in µg/g	*0,52*	*0,07*	*0,16*	*0,17*	1,48	0,529
$\bar{s}$ in µg/g						0,478
s_{rel}	*0,119*	*0,016*	*0,031*	*0,033*	0,255	0,106
MW	*5,01*	*5,01*	*5,01*	*5,01*	5,01	
- 1s	*4,48*	*4,48*	*4,48*	*4,48*	4,48	
+ 1s	*5,54*	*5,54*	*5,54*	*5,54*	5,54	

kursiv mit ZRM kalibriert

GD Glow discharge OES
I Plasmaemissionsspektrometrie
SP Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (5,0 ± 0,7 µg/g)

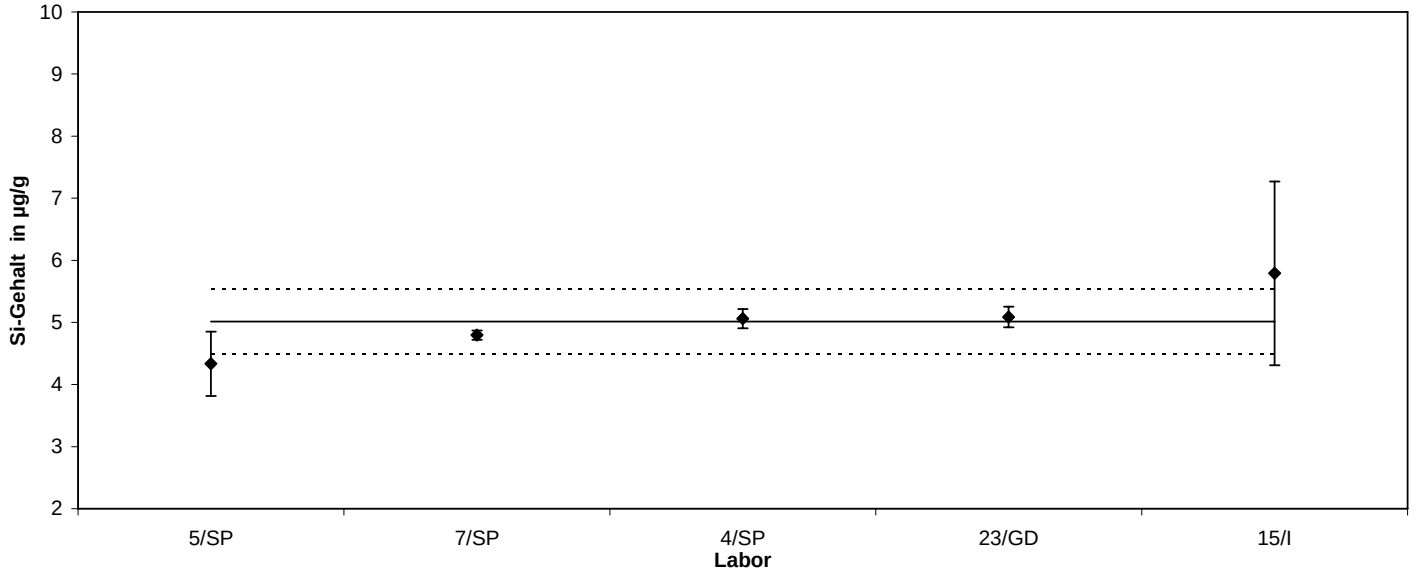

Abbildung 78: Siliziumgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	15/I1	15/I2	6/I	4/I (LF)	1/E	4/I	1/IMS	13/IMS	8/I (LF)	9/I	1/PAA	1/RFA	Ges.
EW in µg/g	8,95	9,26	9,14	9,03	9,51	9,82	9,52	9,97	11,48	12,83	14,3	12,29	n
	8,92		9,07	9,35	9,41	8,66	9,79	9,73	11,24	12,45	9,4	12,34	12
	8,97	9,03	9,11		9,73	9,13	9,62	9,55	11,31	12,45	11,8	12,66	
	9,20	9,04	9,11	9,06	9,66	9,77	9,64	10,03	11,20	10,87	12,4	11,87	
	8,97		9,34	9,28	9,37	10,26	9,62	10,07	11,22	11,67	11,8	12,42	
	8,75		8,98	9,28	9,31	9,82	9,45	9,99	11,36	11,67	12,3	12,12	
MW in µg/g	**8,960**	**9,110**	**9,125**	**9,200**	**9,498**	**9,577**	**9,607**	**9,890**	**11,302**	**11,990**	**12,00**	**12,283**	**10,21**
s in µg/g	0,144	0,130	0,119	0,145	0,167	0,577	0,116	0,205	0,106	0,719	1,574	0,269	1,287
$\bar{s}$ in µg/g													0,356
s_{rel}	0,016	0,014	0,013	0,016	0,018	0,060	0,012	0,021	0,009	0,060	0,131	0,022	0,126
MW	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,21	10,2
- 1s	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	8,9
+ 1s	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	

E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
I (LF)	I nach Lanthan-Fällung	RFA	Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse

im Zertifikat: (10,2 ± 0,9 µg/g)

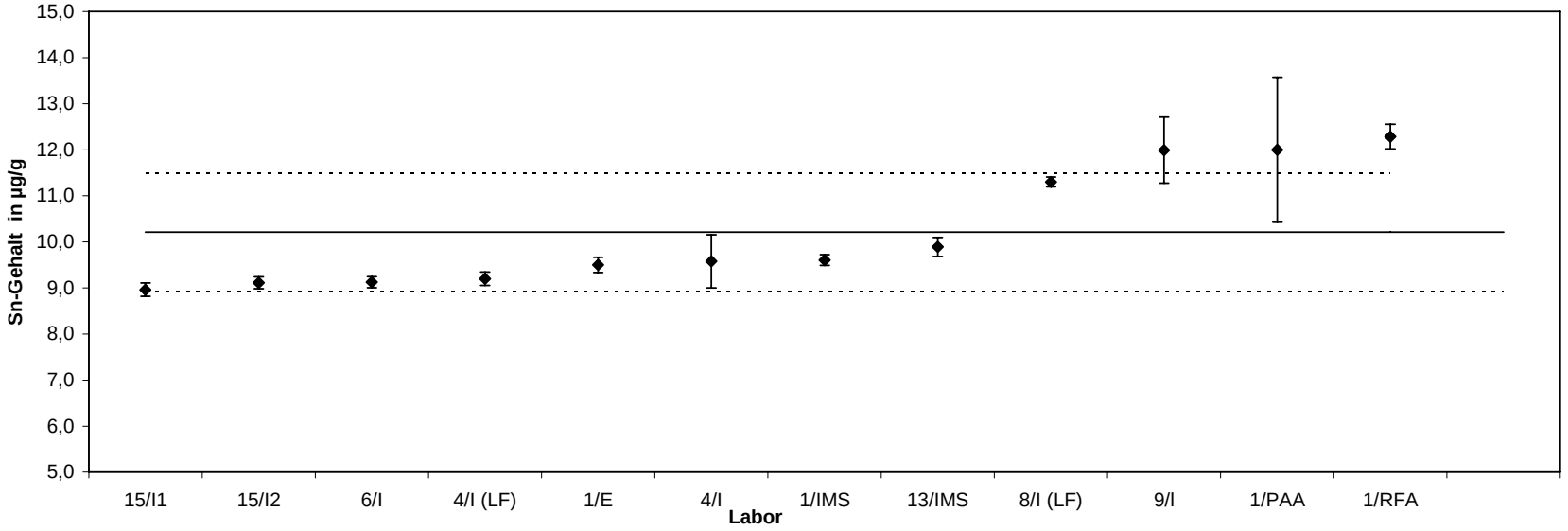

Abbildung 79: Zinngehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	4/I	22/AR	1/E	4/I (LF)	1/RFA	1/IMS	8/I (LF)	15/I	13/IMS	12/IMS	Ges.
EW in µg/g	6,08	6,21	6,11	6,50	6,98	6,99	7,27	7,81	7,73	8,83	n
	6,19	6,54	6,42	6,60	7,06	7,10	7,40	7,22	7,76	9,28	9
	7,67	6,57	6,59	6,55	7,00	7,08	7,34	7,62	7,68	9,19	
	5,96	6,60	6,53	6,54	6,99	7,20	7,55	7,38	7,90	9,59	
	5,29	6,00	6,36	6,46	6,95	6,92	7,49	7,76	7,94	9,49	
	6,51	6,40	6,68	6,61	6,97	6,83	7,44	7,65	8,36		
MW in µg/g	**6,283**	**6,387**	**6,448**	**6,543**	**6,992**	**7,020**	**7,415**	**7,573**	**7,895**	**9,276**	**6,95**
s in µg/g	0,789	0,238	0,202	0,058	0,038	0,134	0,101	0,229	0,249	0,296	0,579
$\bar{s}$ in µg/g											0,226
s_{rel}	0,126	0,037	0,031	0,009	0,005	0,019	0,014	0,030	0,032	0,032	0,083
MW	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	
- 1s	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	
+ 1s	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	

	5 % Grubbs	AR	Bogenspektroskopie	I (LF)	I nach Lanthan-Fällung
6/I	< 15	E	Atomabsorptionsspektrometrie mit thermischer Atomisierung	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	RFA	Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse

im Zertifikat: 7,0 ± 0,5 µg/g

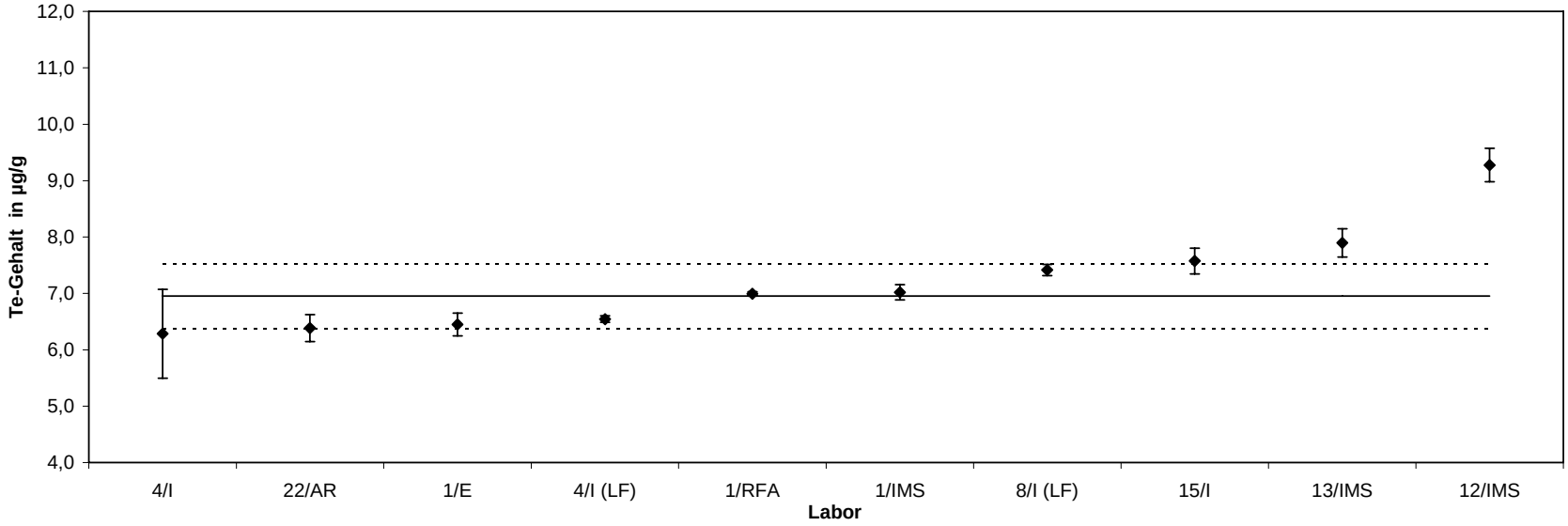

Abbildung 80: Tellurgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	12/IMS	6/I	1/IMS	4/I	15/I	9/I	13/IMS	4/I (KE)	Ges.
EW in µg/g	1,56	1,88	2,04	2,01	2,05	2,31	2,41	2,04	n
	1,94	1,93	2,07	2,03	2,04	2,35	2,40	2,37	8
	1,44	1,95	2,08	2,01	2,04	2,29	2,31	2,77	
	1,56	1,96	1,99	2,05	2,02	2,18	2,51	2,39	
	1,80	1,88	1,83	2,03	2,03	2,30	2,50	3,65	
		1,91	2,13	2,03	2,00	1,97	2,39	1,78	
MW in µg/g	**1,660**	**1,918**	**2,023**	**2,027**	**2,030**	**2,233**	**2,420**	**2,500**	**2,101**
s in µg/g	0,204	0,034	0,105	0,015	0,018	0,141	0,075	0,656	0,273
$\bar{s}$ in µg/g									0,156
s_{rel}	0,123	0,018	0,052	0,007	0,009	0,063	0,031	0,263	0,130
MW	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	
- 1s	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	
+ 1s	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	

I	Plasmaemissionsspektrometrie
I (KE)	I nach Kupferabtrennung
IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung

im Zertifikat: (2,10 ± 0,23 µg/g)

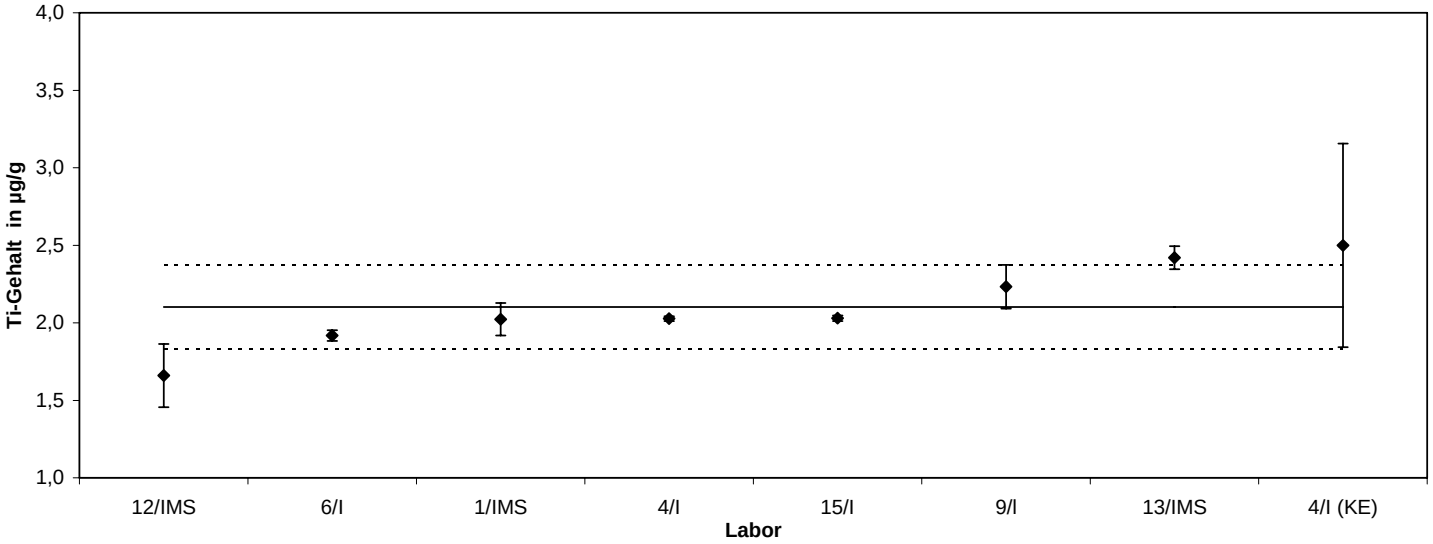

Abbildung 81: Titangehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	8/I	1/NAA	16/NAA	12/IMS	9/I	1/IMS	6/I	4/I (KE)	15/I	4/I	Ges.
EW in µg/g	8,5	9,1	9,49	11,55	13,82	13,87	14,10	15,2	14,8	14,96	n
	8,7	8,4	9,83	11,99	13,66	14,25	14,10	15,0	14,7	16,26	10
	8,6	8,2	9,1	9,81	14,15	14,65	14,40		14,9	15,31	
	8,5	8,7	10,14	10,20	14,50	14,00	14,40	16,1	15,5	15,75	
	8,6	9,4	9,57	9,30	14,36	13,76	14,40	14,9	17,2	17,19	
	8,5	9,8	10,31		13,96	14,26	14,05	16,3	16,0	15,41	
MW in µg/g	**8,56**	**8,95**	**9,74**	**10,57**	**14,08**	**14,13**	**14,24**	**15,46**	**15,52**	**15,81**	**12,71**
s in µg/g	0,07	0,62	0,45	1,15	0,32	0,32	0,17	0,65	0,98	0,81	2,907
$\bar{s}$ in µg/g											0,554
s_{rel}	0,008	0,069	0,046	0,11	0,023	0,023	0,012	0,042	0,063	0,05	0,229
MW	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	12,71	
- 1s	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	
+ 1s	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	15,61	

I	Plasmaemissionsspektrometrie	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
I (KE)	I nach Kupferabtrennung	NAA	Neutronenaktivierungsanalyse

im Zertifikat: (12,7 ± 2,1 µg/g)

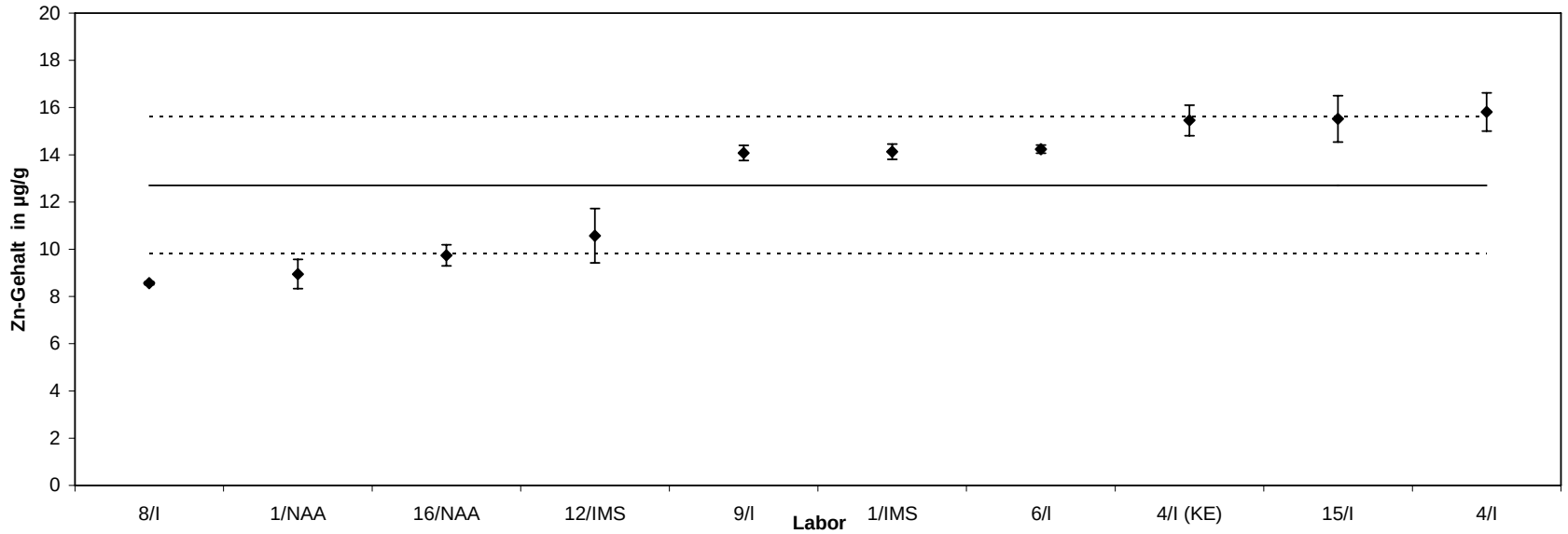

Abbildung 82: Zinkgehalt in BAM-M384

Lab./Meth.	13/IMS	4/I	6/I	4/I (KE)	15/I	9/I	*4/SP*	*5/SP*	1/IMS	1/PAA	*23/GD*	*7/SP*	Ges.
EW in µg/g	0,22	0,30	0,41	0,75	1,36	2,41	*2,50*	*3,5*	3,72	4,1	*6,04*	*6,66*	n
	0,19	0,34	0,46	0,41	1,22	2,28	*2,40*	*3,8*	3,88	4,4	*5,55*	*6,71*	12
	0,23	0,35	0,38	0,68	1,32	2,17	*2,60*	*3,8*	3,69	4,2	*5,79*	*6,63*	
	0,23	0,40	0,54	0,29	1,34	2,06	*2,70*	*3,8*	3,77	4,0	*5,64*	*6,58*	
	0,21	0,39	0,39	0,49	1,21	2,24	*2,80*	*3,6*	3,82	4,2	*5,36*	*6,59*	
	0,17	0,30		0,67	1,23	2,00	*2,35*	*3,6*	3,74	4,0	*5,65*	*6,67*	
MW in µg/g	**0,21**	**0,35**	**0,44**	**0,55**	**1,28**	**2,19**	***2,56***	***3,68***	**3,77**	**4,15**	***5,67***	***6,64***	**2,62**
s in µg/g	0,02	0,04	0,07	0,18	0,07	0,15	*0,17*	*0,13*	0,07	0,15	*0,23*	*0,05*	2,18
$\bar{s}$ in µg/g													0,11
s_{rel}	0,115	0,12	0,151	0,33	0,053	0,068	*0,07*	*0,04*	0,02	0,037	*0,04*	*0,01*	0,83
MW	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	
- 1s	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	
+ 1s	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	

kursiv	mit ZRM kalibriert	GD	Glow discharge OES	IMS	Massenspektrometrie mit Plasmaanregung
		I	Plasmaemissionsspektrometrie	PAA	Photonenaktivierungsanalyse
		I (KE)	I nach Kupferabtrennung	SP	Funkenspektroskopie

im Zertifikat: (< 7 µg/g)

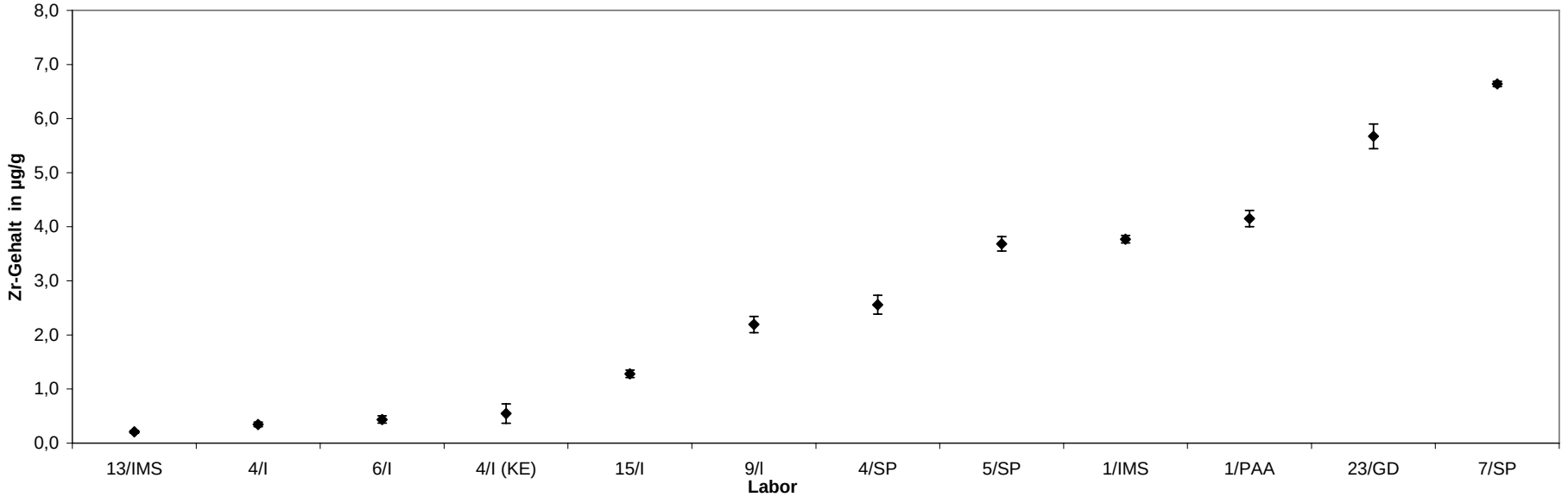

Abbildung 83: Zirkoniumgehalt in BAM-M384