

BERICHT

zur

**Zertifizierung der Gesamtgehalte und
der mit Königswasser extrahierbaren
Gehalte der Elemente**

**As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb und Zn
in einer Bodenprobe**

Zertifiziertes Referenzmaterial

BAM-U110a

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Fachbereich 1.6: Anorganische Referenzmaterialien
Richard-Willstätter-Str. 11
D - 12489 Berlin

September 2006 (BAM-U110)
Ergänzt Februar 2024 (BAM-U110a)

Koordinator: Dr. Holger Scharf (BAM-I.1)
Auswertung u. Bericht: Dr. Holger Scharf (BAM-I.1)
Dr. Detlef Lück (BAM-I.1)
Dr. Wolfram Bremser (BAM-I.0)
Ergänzung (BAM-U110a) Dr. Sebastian Recknagel, Sabine Buttler, Sibylle Penk (BAM-1.6),
Kristin Vogel (BAM-VP.1)

Zusammenfassung

Der Bericht beschreibt die Herstellung sowie die analytischen Untersuchungen zur Charakterisierung und Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110a, basierend auf dem Bericht zur Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110.

Die zertifizierten Referenzwerte sind in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet; informative Werte für weitere Probenparameter werden im Anhang 3 angegeben.

Zertifizierte Königswasser-extrahierbare Massenanteile (Extraktion nach DIN ISO 11466):

Element	Massenanteil in mg/kg*	Unsicherheit U in mg/kg*
As	13,0	$\pm 1,4$
Cd	7,0	$\pm 0,7$
Co	14,5	$\pm 1,2$
Cr	190	± 18
Cu	262	± 18
Hg	49	± 5
Mn	580	± 34
Ni	96	± 8
Pb	185	± 15
Zn	990	± 55

Zertifizierte Gesamt-Massenanteile:

Element	Massenanteil in mg/kg*	Unsicherheit U in mg/kg*
As	15,8	$\pm 1,7$
Cd	7,3	$\pm 0,8$
Co	16,2	$\pm 1,8$
Cr	230	± 17
Cu	263	± 17
Hg	51	± 6
Mn	621	± 30
Ni	101	± 7
Pb	197	± 18
Zn	1000	± 55

* Bezug des Massenanteils auf den nach DIN ISO 11465 ermittelten Gehalt an Trockensubstanz bei 105 °C

U ist die erweiterte Unsicherheit, ermittelt nach:

$$U = U_{neu} = 2 \cdot u_{shift} + |bias| \quad \text{mit} \quad u_{shift} = \sqrt{u_{zert}^2 + u_{bias}^2}$$

u_{zert} Unsicherheitsbeitrag, berechnet aus den Unsicherheitsbeiträgen aus Zertifizierungsringversuch für BAM-U110 und Homogenitätsuntersuchung (siehe Kapitel 6.6)

$|bias|$ gemessene absolute Differenz zwischen BAM-U110 und BAM-U110a

u_{bias} Unsicherheitsbeitrag zur Schätzung der Differenz zwischen BAM-U110 und BAM-U110a

Das zertifizierte Referenzmaterial wird als Pulver mit Korngrößen unter 63 μm in Braunglasflaschen mit jeweils (60 ± 1) g Inhalt angeboten. Es kann im Rahmen der laborinternen Qualitätssicherung zur Verifizierung (Ermittlung der Richtigkeit und Präzision) der mit bekannten Prüfverfahren erhaltenen Analyseergebnisse sowie zur Validierung modifizierter

oder neuer Verfahren eingesetzt werden. Darüber hinaus ist es als Kalibrier- oder Kontrollprobe für die Röntgenfluoreszenzanalyse geeignet.
Die zertifizierten Referenzwerte gelten für eine Analyseneinwaage von mindestens 500 mg. Bei sachgemäßer Handhabung und Lagerung der Probe kann von einer Mindesthaltbarkeit von 10 Jahren ausgegangen werden.

Verwendete Abkürzungen

(soweit nicht in den einzelnen Abschnitten des Berichtes erläutert)

AMA	automatischer Quecksilberanalysator (automatic mercury analyzer)
CV-AAS	Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (cold vapour atomic absorption spectrometry)
ET-AAS	elektrothermische Atomabsorptionsspektrometrie
F-AAS	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie
HG-AAS	Hydrid- Atomabsorptionsspektrometrie (hydride generation atomic absorption spectrometry)
ICP-OES	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (inductively coupled plasma optical emission spectrometry)
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (inductively coupled plasma mass spectrometry)
INAA	instrumentelle Neutronenaktivierungsanalyse
IPAA	instrumentelle Photonenaktivierungsanalyse
KW	Königswasser
MW	Labor-Mittelwert
MW/MW	Mittelwert der Labor-Mittelwerte
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
RSD	relative Standardabweichung (relative standard deviation)
SD	Standardabweichung (standard deviation)
TS	Trockensubstanzgehalt nach DIN ISO 11465
TXRF	Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse (total reflection x-ray fluorescence)

Inhalt

	Seite
1. Hintergrund des Zertifizierungsprojektes	1
2. Beteiligte Laboratorien	2
3. Beschreibung der Probe	4
3.1 Ausgangsmaterial	4
3.2 Probenpräparation	4
3.3 Charakterisierung der Probenmatrix	4
4. Homogenitätsprüfung	5
5. Stabilitätsprüfung	6
6. Zertifizierung	7
6.1 Durchführung des Zertifizierungsringversuches	7
6.2 Eingesetzte analytische Methoden	8
6.3 Statistische Auswertung	11
6.4 Zertifizierte Referenzwerte mit Angabe ihrer Unsicherheit	13
6.5 Informative Werte	14
6.6 Vergleich BAM-U110 – BAM-U110a	16
6.7 Metrologische Rückführung	17
7. Hinweise für den Benutzer	18
8. Literatur	18
9. Anhänge	19
Anhang 1: Mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte; tabellarische Zusammenstellung sowie grafische Darstellung der individuellen Ringversuchsergebnisse für die zertifizierten Parameter	20
Anhang 2: Gesamtgehalte; tabellarische Zusammenstellung sowie grafische Darstellung der individuellen Ringversuchsergebnisse für die zertifizierten Parameter	40
Anhang 3: Informative Werte; tabellarische Zusammenstellung der individuellen Ringversuchs- ergebnisse für optionale, nicht zertifizierte Parameter	60
Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung	64
Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung	69
Anhang 6: Ergebnisse der statistischen Tests	74
Anhang 7: Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a	76
Anhang 8: Homogenitätstest BAM-U110a	80

1. Hintergrund des Zertifizierungsprojektes

Die Bestimmung der Elementgehalte von Böden gehört zu den am häufigsten nachgefragten Dienstleistungen der auf dem Gebiet der Umweltanalytik tätigen Prüflaboratorien. Diese sind nicht zuletzt aufgrund gesetzlicher Regelungen (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [1]) sowie im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen an eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 [2] verpflichtet, die Zuverlässigkeit (Richtigkeit und Reproduzierbarkeit) der erhaltenen Analysenergebnisse zu gewährleisten. Das erfordert umfangreiche Maßnahmen der internen und externen Qualitätssicherung, zu denen im Hinblick auf die geforderte Rückführung der Messergebnisse auf anerkannte Bezugsnormale die regelmäßige Analyse von zertifizierten Referenzmaterialien (ZRM) gehört.

Beim Einsatz von ZRM ist zu beachten, dass diese den in der Routine zu untersuchenden Proben bzgl. der Analytkonzentrationen sowie der Matrixzusammensetzung weitestgehend angepasst sein müssen. In Anbetracht der großen Variationsbreite von Böden hinsichtlich ihrer mineralischen Bestandteile, der Gehalte an organischen Stoffen sowie der anthropogen eingetragenen Verunreinigungen ergibt sich somit ganz zwangsläufig die Forderung nach Bereitstellung einer möglichst breiten Palette unterschiedlicher Boden-Referenzmaterialien.

Mit der im vorliegenden Bericht beschriebenen Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110/[BAM-U110a](#) soll ein Beitrag zur Erweiterung des Angebotes von ZRM für die anorganische Bodenanalytik geleistet werden. Ziel des Projektes war die Ermittlung von Referenzwerten für die Massen-anteile der Elemente As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb und Zn, wobei neben den mit Königswasser extrahierbaren Gehalten auch die Gesamtgehalte dieser Elemente zertifiziert werden sollten.

Die Bestimmung der Elementgehalte von Böden nach Extraktion mit Königswasser gemäß DIN ISO 11466 [3], [DIN EN 16174](#) [4] bzw. [DIN EN ISO 54321](#) [5] spielt im Hinblick auf die Bewertung von umweltrelevanten Schadstoff-belastungen in der täglichen Praxis von Prüflaboratorien nicht nur in Deutschland eine immer größere Rolle und ist in zahlreichen nationalen und internationalen Verordnungen festgelegt. Demgegenüber ist die Kenntnis der Gesamtgehalte nach wie vor insbesondere für Geochemiker und Mineralogen von Interesse.

Die Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110 erfolgte auf der Grundlage der relevanten ISO-Richtlinien [6 - 8].

Zur Teilnahme am Zertifizierungsringversuch wurden solche Prüflaboratorien eingeladen, die über Jahre hinweg erfolgreich an den von der BAM seit 1996 regelmäßig durchgeführten Ringversuchen zur Bodenanalytik teilgenommen hatten bzw. bei denen ein hohes Maß an fachlicher Kompetenz vorausgesetzt werden konnte.

[Zur Zertifizierung des Referenzmaterials BAM-U110 wurde seinerzeit nur ein Teil des Materials abgefüllt und als BAM-U110 auf den Markt gebracht \(siehe auch Abschnitt 3.2\). Der andere Teil wurde gelagert und später homogenisiert und abgefüllt. Bei Vergleichsmessungen der ursprünglichen Teilmenge mit der rückgestellten Menge wurden leichte Differenzen in den Elementgehalten festgestellt. Dies war der Anlass, die rückgestellte Menge als BAM-U110a zu vertreiben.](#)

2. **Beteiligte Laboratorien** (in alphabetischer Reihenfolge)

Probenpräparation, Homogenitäts- und Stabilitätsprüfung:

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe I.11, Berlin

Teilnehmer am Zertifizierungsringversuch:

ANTEUM GmbH, Berlin

AUA Agrar- und Umweltanalytik GmbH, Jena

AZBA Analytisches Zentrum Berlin-Adlershof GmbH, Berlin

Berliner Wasserbetriebe, Geschäftsbereich Labor, Berlin

Bodenuntersuchungs-Institut Koldingen GmbH, Burgwedel

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Referat B 4.25, Hannover

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe I.1 (AG I.12), Berlin

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe I.1 (AG I.13), Berlin

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe I.1 (AG I.14), Berlin

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe I.4 (AG I.43), Berlin

Chemisches Labor Dr. Vogt, Abfall-Wasser-Abwasseranalysen GmbH, Karlsruhe

Chemisches Laboratorium Dr. E. Weßling GmbH, Hannover

Chemisches Untersuchungslabor Dr. Lörcher, Ludwigsburg

Deutsche Steinkohle AG, Zentrallabor Saar, Saarbrücken

Dr. Fechter GmbH, Umweltlabor und Ingenieurbüro, Berlin

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA),

Abt. Anorganische Chemie/Feststoffcharakterisierung, Dübendorf (Schweiz)

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e. V., Analytisches Labor, Finsterwalde

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, Schmallenberg

G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH, Umweltlabor, Tuttendorf

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Küstenforschung, Geesthacht

görtler analytical services gmbh, Flöha

HDLGN - LUFA, Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Kassel

I.U.T. Institut für Umwelttechnologien GmbH, Berlin

ICA Institut für Chemische Analytik GmbH, Leipzig

IfE-Analytik GmbH, Leipzig

IHU - Geologie und Analytik, Gesell. für Ingenieur-, Hydro- u. Umweltgeologie mbH, Stendal

Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH, Greifswald

INNOLAB GmbH, Harburg

INSTITUT FRESENIUS Chemische und Biologische Laboratorien AG, Taunusstein

Institut Fresenius WPW GmbH, Saarbrücken

Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS), Dortmund

IUS Institut für Umweltanalytik und Schadstoffchemie GmbH, Stuttgart

Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Gießen

Laborgesellschaft für Umweltschutz mbH, Neustadt

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow

Landeslabor Brandenburg, Fachbereich U3, Potsdam

LUA Labor für Umweltanalytik GmbH, Schwerin
METALEUROP WESER GmbH, Labor für Arbeits- und Umweltschutz, Nordenham
PWU Potsdamer Wasser-und Umweltlabor GmbH & Co. KG, Potsdam
Ruhranalytik, Laboratorium für Kohle und Umwelt GmbH, Herne
SEWA Gesellschaft für Sediment- und Wasseranalytik mbH & Co. KG, Essen
TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie, Freiberg
UCL - Umwelt Control Labor GmbH, Lünen
UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Analytik, Leipzig
Umweltbundesamt (UBA), Labor für Bodenanalytik, Berlin
Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Fachbereich KAA, Dresden
wave GmbH, Umweltlabor, Stuttgart
Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien - ABC-Schutz, Dez. 510, Munster

3. Beschreibung der Probe

3.1 Ausgangsmaterial

Als Ausgangsmaterial für die Herstellung des Referenzmaterials BAM-U110/BAM-U110a diente ein Boden von einer nördlich der Stadt Halle (Sachsen-Anhalt) gelegenen Fläche, die als periodisches Überschwemmungsgebiet der Saale jahrzehntelang der fluviatilen Immission von industriellen und kommunalen Schadstoffen ausgesetzt war.

Die Probennahme erfolgte im Frühjahr 1996 aus dem B-Horizont (Bereich 0,2 – 0,8 m); entsprechend der Substratkörnung (Siebanalyse) wurde der Boden als sandig, schwach toniger Schluff klassifiziert.

3.2 Probenpräparation

Das feldfeuchte Ausgangsmaterial (ca. 200 kg) wurde zunächst im Umluft-Wärmeschrank bei 30 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und anschließend der Feinbodenanteil (< 2 mm) abgesiebt. Danach erfolgte das vollständige Aufmahlen dieser Siebfraction (ca. 100 kg) bis auf Korngrößen < 63 µm mit Hilfe einer Kugelmühle mit Achat-Mahlwerkzeugen.

Die Homogenisierung und Konfektionierung eines Teils des Mahlgutes (ca. 36 kg) wurde im März 2001 unter Verwendung eines Schräglage-Mischers mit 60 Liter Nutzinhalt und programmierbarer Abfüllvorrichtung (Fa. Aachener Misch- und Knetmaschinenfabrik Peter Küpper GmbH & Co. KG) durchgeführt. Insgesamt wurden 600 Einzelproben mit jeweils (60 ± 1) g in 100 ml-Braunglasflaschen mit Schraubverschluss und PE-Dichtung abgefüllt. Die Lagerung erfolgte anschließend bei Raumtemperatur; ab Januar 2004 wurden dann für eine systematische Stabilitätsprüfung jeweils vier konfektionierte Einzelproben bei Temperaturen von -20 °C bzw. +40 °C eingelagert (siehe Abschnitt 5).

Der zweite Teil des Mahlgutes (BAM-U110a) wurde bei Raumtemperatur gelagert und im Jahr 2022 erneut homogenisiert und jeweils (60 ± 1) g in 100 ml-Braunglasflaschen mit Schraubverschluss und PE-Dichtung abgefüllt (insgesamt 650 Flaschen).

3.3 Charakterisierung der Probenmatrix

Mittels halbquantitativer Röntgenfluoreszenzanalyse wurden für die Hauptbestandteile der konfektionierten Bodenprobe die folgenden Gesamtgehalte ermittelt:

Element	Si	Al	Ca	Fe	K	S	Mg
Massenanteil (%)	25,7	5,1	4,1	2,8	1,9	1,1	1,0

Diese Werte stimmen gut mit den von einigen Ringversuchsteilnehmern übermittelten optionalen Analyseergebnissen überein (siehe Abschnitt 6.5 bzw. Anhang 3).

Die Ergebnisse weiterer Untersuchungen zur Charakterisierung der Bodenprobe BAM-U110/BAM-U110a sind nachstehend zusammengefasst:

Parameter	Messwert	Bestimmungsverfahren
organischer Kohlenstoff (TOC)	6,7 %	DIN ISO 10694 [9]
anorganischer Kohlenstoff (TIC)	0,8 %	DIN ISO 10694 [9]
pH-Wert in Wasser	7,4	DIN ISO 10390 [10]
pH-Wert in CaCl ₂ -Lösung	7,2	DIN ISO 10390 [10]
Trockensubstanz bei 105 °C	97,3 %	DIN ISO 11465 [11]
Glühverlust bei 550 °C	13,3 %	DIN 38414-3 [12]
Kohlenstoff (Gesamtgehalt)	7,5 %	Elementaranalyse
Wasserstoff (Gesamtgehalt)	1,2 %	Elementaranalyse
Stickstoff (Gesamtgehalt)	0,4 %	Elementaranalyse

4. Homogenitätsprüfung

Die Homogenitätsprüfung der Bodenprobe BAM-U110 erfolgte an 12 konfektionierten Einzelproben, die nach einer der Abfüllsequenz folgenden Systematik ausgewählt wurden.

Aus jeder dieser Probenflaschen wurden 4 Teilmengen von jeweils ca. 500 mg entnommen und bzgl. der mit Königswasser extrahierbaren Gehalte analysiert. Die Bestimmung der Gesamtgehalte wurde aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen als nicht notwendig erachtet, zumal sie mit einer aufwändigeren Probenvorbereitung und damit gleichzeitig auch mit einer größeren verfahrensbedingten Streuung der Analyseergebnisse verbunden gewesen wäre.

Die Extraktion erfolgte wegen der relativ geringen Probenmenge und der Möglichkeit eines schnelleren Probendurchsatzes mit 4,5 ml HCl und 1,5 ml HNO₃ unter Druck (geschlossenes Gefäß) in einer Mikrowellen-Apparatur und nicht nach dem Normverfahren [3], das eine Probeneinwaage von ca. 3 g sowie die Verwendung einer offenen Apparatur vorschreibt.

In Abhängigkeit von den zu bestimmenden Elementen wurden zur Analyse der Extrakte die AAS und die ICP-OES eingesetzt, wobei bei der Optimierung der Messbedingungen nicht die Richtigkeit sondern die Präzision der Ergebnisse im Vordergrund stand. Alle Proben wurden zweimal analysiert. Die Mittelwerte sind im Anhang 4 zusammengestellt; die Probennummer gibt dabei die Reihenfolge der Abfüllung aus dem Schräglage-Mischer wieder.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA). Dabei wurden die Streuungen der Analyseergebnisse "innerhalb" der Proben mit denen "zwischen" den Proben verglichen und nach den in [8] beschriebenen Algorithmen für jedes Element ein durch mögliche Probeninhomogenitäten bedingter Unsicherheitsbeitrag u_{hom} berechnet. Berücksichtigt man die Tatsache, dass die zur Homogenitätsprüfung eingesetzten analytischen Methoden selbst mit einer nicht zu vernachlässigenden Messunsicherheit behaftet sind, so handelt es sich bei den in der folgenden Tabelle angegebenen Beträgen für u_{hom} eher um konservative Schätzwerte.

Homogenität BAM-U110

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
u_{hom} (in %, Bezugsgröße ist der zertifizierte Massenanteil)	0,53	0,75	0,52	0,72	0,60	0,39	0,20	0,64	0,41	0,53

Die zweite Teilcharge, die als Ausgangsmaterial für BAM-U110a verwendet wurde, wurde ebenfalls auf Homogenität geprüft. Dazu wurden 10 Flaschen zufällig ausgewählt, aus denen je drei Teilproben à 1,5 g entnommen und mit Königswasser in Anlehnung an DIN ISO 11466 [3] extrahiert wurden. Die Messungen erfolgten mit Hilfe der ICP-OES, die Einzelergebnisse sind in Anhang 8 zusammengefasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA). Aus den erhaltenen Daten wurde für jedes Element ein durch mögliche Probeninhomogenitäten bedingter Unsicherheitsbeitrag u_{hom} berechnet.

Homogenität BAM-U110a

Element	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
u_{hom} (in %, Bezugsgröße ist der zertifizierte Massenanteil)	0,51	0,32	0,35	0,35	0,26	0,31	0,35	0,37	0,24	0,30

Die tabellierten prozentualen Unsicherheitsbeiträge u_{hom} wurden bei der Berechnung der Gesamtunsicherheiten der zertifizierten Referenzwerte der mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte bzw. der Gesamtgehalte in gleichem Maße berücksichtigt.

5. Stabilitätsprüfung

Ausgehend von den in der BAM bei der Untersuchung einer Vielzahl von Referenzmaterialien für die anorganische Bodenanalytik gesammelten Erfahrungen sind zeitliche Veränderungen der Elementgehalte bei sachgemäßer Lagerung und Handhabung der Proben auch nach mehreren Jahren nicht zu erwarten. Trotz dieser Tatsache wurde in Verbindung mit der Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110 – vor allem auch im Hinblick auf die Abschätzung einer Haltbarkeitsfrist – eine Stabilitätsprüfung durchgeführt. Diese beschränkte sich auf die Kontrolle der mit Königswasser extrahierbaren Massenanteile, da hinsichtlich der Gesamtgehalte eine Instabilität der konfektionierten Proben ausgeschlossen werden kann.

Mit der Stabilitätsprüfung wurde nach Abschluss des Zertifizierungsringversuches begonnen. Dazu erfolgte im Januar 2004 die Einlagerung von jeweils vier konfektionierten Einzelproben bei Temperaturen von -20 °C bzw. +40 °C, von denen nach 7, 14 und 24 Monaten jeweils zwei zusammen mit der gleichen Anzahl bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C) gelagerter Proben analysiert wurden.

Die Extraktion mit Königswasser erfolgte nach dem von den Teilnehmern am Zertifizierungsringversuch verbindlich einzusetzenden Normverfahren [3] unter Verwendung der dort vorgeschriebenen Probeneinwaage von 3 g. Das ermöglicht einen direkten Bezug der Ergebnisse der Stabilitätsprüfung zu den zertifizierten Referenzwerten sowie zu deren Unsicherheit.

Von jeder der beiden bei Raumtemperatur, -20 °C bzw. +40 °C gelagerten Proben wurden zwei Teilmengen entnommen, so dass pro Temperaturniveau jeweils vier Extraktionslösungen zu untersuchen waren. Wie bei der Homogenitätsprüfung erfolgte die Analyse der Extrakte mittels AAS und ICP-OES unter Bedingungen, die in erster Linie eine gute Reproduzierbarkeit der Messungen gewährleisten sollten.

Bei der Auswertung der erhaltenen Analysenergebnisse wurde postuliert, dass die mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte der bei -20 °C gelagerten Proben keinen zeitlichen Veränderungen unterliegen. Sie dienten somit als Bezugsgrößen für die Bewertung der Stabilität der bei Raumtemperatur bzw. bei +40 °C gelagerten Proben.

Der Vergleich erfolgte für alle relevanten Elemente durch Berechnung der Quotienten

$$R_t = \frac{MW_t}{MW_{-20\text{ °C}}}$$

wobei MW_t der Mittelwert des mit Königswasser extrahierbaren Massenanteils der bei Raumtemperatur bzw. bei +40 °C gelagerten Proben und $MW_{-20\text{ °C}}$ der entsprechende Wert für die bei -20 °C eingelagerten Bezugsproben ist.

Die Unsicherheit dieser Quotienten wurde nach der Formel

$$u_t = \sqrt{(SD_t/MW_t)^2 + (SD_{-20\text{ °C}}/MW_{-20\text{ °C}})^2} * R_t$$

ermittelt. SD_t und $SD_{-20\text{ °C}}$ sind hier die Standardabweichungen der aus jeweils vier Analyseergebnissen berechneten Mittelwerte MW_t bzw. $MW_{-20\text{ °C}}$.

Die Ergebnisse der Stabilitätsprüfung sind im Anhang 5 zusammengefasst; zum Vergleich wird für jedes Element auch die Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes angegeben.

Im Idealfall, also bei uneingeschränkter zeitlicher Stabilität der Bodenprobe BAM-U110 hinsichtlich der mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte, hat der Quotient R_t den Wert 1. Aufgrund der nicht zu vermeidenden zufälligen Schwankungen der im Rahmen der Stabilitätsprüfung erhaltenen Analyseergebnisse muss allerdings immer mit einer gewissen Abweichung gerechnet werden. Berücksichtigt man die in den Tabellen im Anhang 5 angegebenen Unsicherheiten u_t , so liegt der Wert 1 jedoch fast immer innerhalb des Bereiches $R_t \pm u_t$. In den ganz wenigen Fällen, wo dies nicht zutrifft, ist die Abweichung – gemessen an den Unsicherheiten der zertifizierten Referenzwerte – aber ebenfalls vernachlässigbar.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass die Stabilität der Bodenprobe BAM-U110/BAM-U110a und damit die Validität der angegebenen Referenzwerte selbst bei einer Lagertemperatur von +40 °C nicht beeinträchtigt werden. Die Berücksichtigung eines spezifischen Unsicherheitsbeitrags, der eventuellen zeitlichen Veränderungen der Probe Rechnung trägt, war daher nicht erforderlich.

Zur Abschätzung einer Mindesthaltbarkeit des Referenzmaterials wurden die Ergebnisse der Stabilitätsprüfung einer Trendanalyse unterzogen. Danach ist auch bei einer pessimistischen Bewertung mit signifikanten Veränderungen der mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte frühestens nach einer Lagerzeit von 10 Jahren zu rechnen. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Frist im Ergebnis des Weiteren, im Abstand von fünf Jahren geplanten Stabilitätsmonitorings verlängert.

6. Zertifizierung

6.1 Durchführung des Zertifizierungsringversuches (BAM-U110)

Insgesamt beteiligten sich 49 Prüflaboratorien und Forschungseinrichtungen am Ringversuch zur Zertifizierung der Bodenprobe BAM-U110. Die Bestimmung aller vorab festgelegten Parameter war zwar erwünscht, jedoch nicht Bedingung für eine Teilnahme.

Der Probenversand erfolgte im März 2003; für die Durchführung der Analysen wurde den Laboratorien ein Zeitraum von vier Monaten eingeräumt. Folgende Vorgaben waren dabei einzuhalten:

- Bestimmung der mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte bzw. der Gesamtgehalte unter Verwendung von jeweils vier unabhängigen Teilmengen,
- Durchführung der Extraktion mit Königswasser unter strikter Einhaltung der in der DIN ISO 11466 [3] festgelegten Vorschrift,

- Bestimmung der Gesamtgehalte der relevanten Elemente entweder mit Methoden der direkten Feststoffanalytik oder nach vollständigem Aufschluss der Bodenprobe,
- Wiederholung der Analyse der Teilproben bzw. der Extraktions-/Aufschlusslösungen nach erneuter Kalibrierung der Messtechnik und Berechnung der Mittelwerte aus diesen beiden Messreihen,
- Überprüfung der verwendeten Kalibrierproben durch Vergleich mit unabhängigen Referenzproben,
- Bezug der ermittelten Elementgehalte auf den nach DIN ISO 11465 [11] bestimmten Trockenrückstand der Bodenprobe bei 105 °C und Angabe der Ergebnisse mit vier signifikanten Stellen in mg/kg.

Eine anonymisierte Zusammenstellung aller übermittelten Analysenergebnisse wurde den Ringversuchsteilnehmern im Juli 2003 – also noch vor der abschließenden statistischen Auswertung – zur nochmaligen kritischen Prüfung und endgültigen Bestätigung der jeweils eigenen Ergebnisse zugesandt. Damit verbunden war die Bitte, bei Zweifeln an der Richtigkeit einzelner Datensätze diese zurückzuziehen. Nachträgliche Korrekturen wurden dabei nicht zugelassen.

6.2 Eingesetzte analytische Methoden

Die von den Ringversuchsteilnehmern zur Bestimmung der mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte bzw. der Gesamtgehalte eingesetzten analytischen Methoden sind in den Tabellen mit den individuellen Ringversuchsergebnissen (siehe Anhänge 1 bis 3) angegeben. Diesbezüglich waren die Laboratorien an keine Vorgaben gebunden.

Da es sich bei den mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalten von Bodenproben um verfahrensdefinierte Parameter handelt, sollten bei der Durchführung der Extraktionen jegliche Abweichungen vom Normverfahren [3] vermieden werden. Hierzu ist anzumerken, dass trotz einer detaillierten Abfrage aus den von den Laboratorien übermittelten Unterlagen nicht in jedem Falle ersichtlich ist, ob diese Forderung auch in allen Punkten erfüllt wurde.

Die Bestimmung der Gesamtgehalte erfolgte durch die überwiegende Zahl der Ringversuchsteilnehmer nach Aufschluss der Bodenprobe mit Säuren und anschließender Analyse der erhaltenen Lösungen. Dabei kamen zum Teil sehr unterschiedliche Säuremischungen und Aufschlussvarianten zum Einsatz.

Die von den Laboratorien gemachten Angaben zur Probenvorbereitung bei der Bestimmung der Gesamtgehalte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Labor-Code	Einwaage	Probenvorbereitung
01	1001 - 1047 mg	Direkte Feststoffanalytik (IPAA)
02	157 - 172 mg	Mehrstufiger Mikrowellen-Druckaufschluss mit 4 ml HNO ₃ und 4 ml HF; Zusatz von Ga als internen Standard
04	1000 mg	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat (RFA); Hg: Bestimmung aus der unbehandelten Bodenprobe mittels CV-AAS; Einwaage: 5 - 10 mg

Labor-Code	Einwaage	Probenvorbereitung
05	254 - 285 mg	Direkte Feststoffanalytik (INAA)
06	4000 mg	Wachs-Pressling (RFA)
08	487 - 547 mg	Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ , 2 ml HClO ₄ und 7,5 ml HF (30 h bei 170°C); Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung zur Aufschlusslösung und Eindampfen auf ein Restvolumen von ca. 2 ml; Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und 2 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
09	250 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 3 ml HNO ₃ , 1 ml HCl und 5 ml HF (2,5 h bei 200°C); Zugabe von 10 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung zur Aufschlusslösung und Eindampfen auf ein Restvolumen von ca. 2 ml; Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und 2 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
10	100 mg	Offener Aufschluss mit 3 ml HNO ₃ und 5 ml HF; Eindampfen bis zur Trockne; Wiederholung der Prozedur und Lösen des Rückstandes mit 3 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
12	1000 mg	Schmelzaufschluss mit Lithiumtetraborat (RFA); Hg: Hochdruckaufschluss mit 3 ml Königswasser (3 h bei 320°C und 135 bar); Einwaage: 190 - 213 mg
13	2000 mg	Extraktion mit Königswasser; Abfiltrieren der ungelösten Probenbestandteile; Veraschen des Filters; Aufschluss des Rückstandes mit HF und H ₂ SO ₄ , Lösen mit HCl
14	291 - 307 mg	Druckaufschluss mit 7 ml HNO ₃ , 1 ml H ₂ O ₂ und 2,5 ml HF (7 h bei 200°C); Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung, anschließend nochmaliges Erwärmen der Probe im Druckgefäß (3 h bei 130°C)
18	140 - 142 mg	Druckaufschluss mit 3 ml HNO ₃ und 1 ml HF; Eindampfen der Aufschlusslösung bis zur Trockne; Lösen des Rückstandes mit 6 M HCl
19	204 - 219 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 0,5 ml HNO ₃ , 1 ml HCl und 4 ml HF; Zugabe von 24 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung
20	200 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ , 2 ml H ₂ O ₂ und 3 ml HF bei 230°C; Eindampfen der Aufschlusslösung bis zur Trockne; Lösen des Rückstandes mit HNO ₃ bei 150°C im Druckgefäß; Auffüllen auf 50 ml mit H ₂ O
21	102 - 113 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 4 ml HNO ₃ und 1 ml HF bei 186°C; Auffüllen der Aufschlusslösung auf 50 ml mit H ₂ O (PP-Messkolben)

Labor-Code	Einwaage	Probenvorbereitung
22	491 - 507 mg	Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ , 2 ml HClO ₄ und 7,5 ml HF (30 h bei 170°C); Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung zur Aufschlusslösung und Eindampfen auf ein Restvolumen von ca. 2 ml; Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und 2 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
25	507 - 563 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 8 ml HNO ₃ , 5 ml HCl und 2 ml HF bei 210°C; Zugabe von 10 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und nochmaliges Erwärmen der Probe im Druckgefäß auf 160°C
27	200 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit HNO ₃ , HCl und HF bei 210°C; Maskierung der überschüssigen HF mit H ₃ BO ₃
28	415 - 786 mg	Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ , 2 ml HClO ₄ und 7,5 ml HF (30 h bei 170°C); Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung zur Aufschlusslösung und Eindampfen auf ein Restvolumen von ca. 2 ml; Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und 2 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
39	194 - 204 mg	Druckaufschluss mit HNO ₃ und HF; Maskierung der überschüssigen HF mit H ₃ BO ₃
41	46 - 50 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ und 2 ml HF (1 h bei 250°C); Auffüllen der Aufschlusslösung mit 0,65 M H ₃ BO ₃ -Lösung auf 25 ml
44	3000 mg	Offener Aufschluss mit 10 ml HNO ₃ und 5 ml HClO ₄ ; Eindampfen bis zur Trockne; Zugabe von 5 ml HF und erneutes Eindampfen bis zur Trockne; Lösen des Rückstandes mit 10 ml HNO ₃ und Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O Hg: Offener Aufschluss mit 10 ml HNO ₃ , 5 ml HCl und 3 ml HF; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O; Filtration der Lösung unmittelbar vor der Messung; Einwaage: 1000 mg
46	3000 mg	Offener Aufschluss mit 7 ml HNO ₃ , 21 ml HCl, 20 ml HF und 5 ml HClO ₄ ; Eindampfen bis zum Rauchen der HClO ₄ ; Zugabe von 10 ml HCl und Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O
49	140 - 142 mg	Druckaufschluss mit 3 ml HNO ₃ und 1 ml HF; Eindampfen der Aufschlusslösung bis zur Trockne; Lösen des Rückstandes mit 6 M HCl Hg: Direkte Feststoffanalytik (TXRF)
50	244 - 253 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 9 ml HNO ₃ , 2 ml HCl, 2 ml HF und 1 ml H ₂ O bei 200°C; Zugabe von 10 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und nochmaliges Erwärmen der Probe im Druckgefäß auf 180°C

Labor-Code	Einwaage	Probenvorbereitung
52	200 - 217 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 5 ml HNO ₃ , 1 ml HCl, 4 ml HF und 5 ml H ₂ O bei 210°C; Zugabe von 30 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und nochmaliges Erwärmen der Probe im Druckgefäß auf 210°C
53	250 mg	Mikrowellen-Druckaufschluss mit 3 ml HNO ₃ , 1 ml HCl und 5 ml HF (2,5 h bei 200°C); Zugabe von 10 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung zur Aufschlusslösung und Eindampfen auf ein Restvolumen von ca. 2 ml; Zugabe von 5 ml gesättigter H ₃ BO ₃ -Lösung und 2 ml HNO ₃ ; Auffüllen auf 100 ml mit H ₂ O

6.3 Statistische Auswertung

Von den 49 Laboratorien, die sich am Zertifizierungsringversuch beteiligten, übermittelten vier für die zu bestimmenden Parameter Ergebnisse, die mit jeweils zwei verschiedenen analytischen Methoden erhalten wurden. Diesen Teilnehmern wurden jeweils zwei unterschiedliche Labor-Codes zugeordnet.

Die von den Laboratorien nochmals kontrollierten und bestätigten Analysenergebnisse (siehe Abschnitt 6.1) sind – für jeden der zu bestimmenden Parameter nach aufsteigenden Labormittelwerten sortiert – in den Anhängen 1 und 2 zusammengefasst. Die grafischen Darstellungen wurden mit Hilfe des Programms *ProLab* der *quo data GmbH Dresden* erstellt; die eingezeichneten Balken geben hier die laborinterne Streuung (Wiederholstandardabweichung) der ermittelten Elementgehalte wieder.

Von einigen Ringversuchsteilnehmern wurden über den geplanten Umfang des Zertifizierungsprojektes hinaus für zusätzliche Elemente die mit Königswasser extrahierbaren Gehalte sowie die Gesamtgehalte in der Bodenprobe BAM-U110 bestimmt. Diese Ergebnisse sind im Anhang 3 aufgelistet, sie wurden jedoch nicht statistisch ausgewertet.

Die Auswertung der in den Anhängen 1 und 2 angegebenen Ringversuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programms *SoftCRM* [13].

Ausgeführt wurden die folgenden statistischen Tests:

- Cochran-Test zur Ermittlung von Ausreißern bezüglich der Varianz,
- Grubbs-, Dixon- und Nalimov-Test zur Ermittlung von Ausreißern bezüglich des Labormittelwertes,
- Bartlett-, Scheffé- und Snedecor-F-Test zur Prüfung der Daten auf Homogenität (Zugehörigkeit zu einer Grundgesamtheit),
- Kolmogorov-Smirnov-Test (Lilliefors-Version) zum Test der Daten auf Normalverteilung.

Die Ergebnisse dieser Tests sind im Anhang 6 zusammengestellt.

Da aufgrund der Spezifika der von den Ringversuchsteilnehmern zur Bestimmung der Elementgehalte eingesetzten unterschiedlichen analytischen Methoden von vornherein mit größeren Differenzen der laborinternen Ergebnisstreuungen gerechnet werden musste, wurde auf die Streichung von Cochran-Ausreißern generell verzichtet.

Labormittelwerte wurden bei der Auswertung nur dann nicht berücksichtigt, wenn sie mit einer statistischen Sicherheit von 99 % als Nalimov-Ausreißer indiziert wurden. Diese Datensätze sind in den Tabellen der Anhänge 1 und 2 mit (1) gekennzeichnet.

Soweit nicht bereits als Nalimov-Ausreißer gestrichen, wurden alle weiteren Ergebnisse des Teilnehmers mit dem Labor-Code 46 – in den Tabellen mit (2) gekennzeichnet – wegen grundsätzlicher Bedenken hinsichtlich der Effizienz der laborinternen Qualitätssicherung bei der statistischen Auswertung ebenfalls nicht berücksichtigt.

Wie die entsprechenden Tests zeigten, lassen sich die von den Ringversuchsteilnehmern übermittelten Einzelwerte für keinen der zu bestimmenden Parameter einer gemeinsamen Grundgesamtheit zuordnen. Die Berechnung der Referenzwerte erfolgte daher in allen Fällen auf der Grundlage der Labormittelwerte, für die die Annahme einer Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test nicht widerlegt wurde.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind in den beiden nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Dabei sind

- MW/MW Mittelwert der berücksichtigten Labormittelwerte,
- N Anzahl der berücksichtigten Labormittelwerte,
- u_R Standardabweichung des Mittelwertes der Labormittelwerte,
- u_r mittlere Wiederholstandardabweichung der von den Ringversuchsteilnehmern übermittelten Einzelwerte.

Zusätzlich werden der durch Inhomogenitäten der Bodenprobe bedingte Unsicherheitsbeitrag u_{hom} (siehe hierzu auch Abschnitt 4) sowie die entsprechend dem ISO-Leitfaden GUM [14] berechnete kombinierte Unsicherheit u_{zert} angegeben.

Mit Königswasser extrahierbare Massenanteile (Extraktion nach DIN ISO 11466):

Element	MW/MW*	N	u_R^*	u_r^*	u_{hom}^*	u_{zert}^*
As	13,036	43	0,2015	0,4614	0,0691	0,5082
Cd	6,9670	47	0,0641	0,1268	0,0520	0,1513
Co	14,513	41	0,1724	0,3439	0,0756	0,3921
Cr	189,49	46	1,7573	3,5527	1,3733	4,1947
Cu	262,06	45	1,6176	3,7932	1,5683	4,4118
Hg	49,334	38	0,5843	1,2986	0,1945	1,4372
Mn	579,98	46	4,0624	8,1993	1,1426	9,2215
Ni	95,579	47	0,8772	1,6379	0,6158	1,9574
Pb	184,90	44	1,5326	3,6206	0,7614	4,0046
Zn	985,98	48	6,5541	13,6598	5,2499	16,0345

Gesamt-Massenanteile:

Element	MW/MW*	N	u_R^*	u_r^*	u_{hom}^*	u_{zert}^*
As	15,806	17	0,3131	0,5855	0,0838	0,6692
Cd	7,3214	18	0,1047	0,2440	0,0546	0,2710
Co	16,156	19	0,3730	0,6802	0,0842	0,7803
Cr	230,23	25	3,5250	4,7027	1,6686	6,1094
Cu	263,09	22	3,2856	4,5314	1,5744	5,8145
Hg	51,452	13	1,1133	1,6771	0,2029	2,0232
Mn	621,06	21	5,9181	7,8643	1,2235	9,9181
Ni	101,37	21	0,8111	2,2217	0,6531	2,4537
Pb	196,67	20	2,6922	6,2861	0,8099	6,8861
Zn	1002,3	23	6,1666	18,6457	5,3368	20,3512

* Massenanteile und Unsicherheitsbeiträge in mg/kg Trockensubstanz

6.4 Zertifizierte Referenzwerte mit Angabe ihrer Unsicherheit

Die Referenzwerte für die zertifizierten Massenanteile der Bodenprobe BAM-U110 entsprechen den Mittelwerten der bei der statistischen Auswertung der Ringversuchsergebnisse berücksichtigten Labormittelwerte. Die Berechnung der erweiterten Unsicherheiten U dieser Referenzwerte erfolgte nach

$$U = 2 \cdot u_{zert} = 2 \cdot \sqrt{u_{RV}^2 + u_{hom}^2}$$

mit $u_{RV}^2 = u_R^2 + u_r^2$. Durch die Erweiterung der kombinierten Unsicherheiten u_{zert} um den Faktor $k = 2$ ergibt sich dabei ein Konfidenzniveau von 95 %.

Die nachfolgend tabellierten zertifizierten Massenanteile sowie deren erweiterte Unsicherheiten wurden nach den in [9] festgelegten Regeln gerundet; die angegebenen Werte beziehen sich auf den bei 105 °C gemäß DIN ISO 11465 [11] ermittelten Trockensubstanzgehalt der Bodenprobe.

Zertifizierte Königswasser-extrahierbare Massenanteile (Extraktion nach DIN ISO 11466, BAM-U110):

Element	Massenanteil in mg/kg	Unsicherheit U in mg/kg
As	13,0	$\pm 1,1$
Cd	6,97	$\pm 0,31$
Co	14,5	$\pm 0,8$
Cr	190	± 9
Cu	262	± 9
Hg	49,3	$\pm 2,9$
Mn	580	± 19
Ni	95,6	$\pm 4,0$
Pb	185	± 8
Zn	986	± 33

Zertifizierte Gesamt-Massenanteile (BAM-U110):

Element	Massenanteil in mg/kg	Unsicherheit U in mg/kg
As	15,8	$\pm 1,4$
Cd	7,32	$\pm 0,55$
Co	16,2	$\pm 1,6$
Cr	230	± 13
Cu	263	± 12
Hg	51,5	$\pm 4,1$
Mn	621	± 20
Ni	101	± 5
Pb	197	± 14
Zn	1000	± 40

6.5 Informative Werte

Die von den Ringversuchsteilnehmern übermittelten optionalen Analysenergebnisse sind im Anhang 3 angegeben. Neben den zu zertifizierenden Elementgehalten wurden in der Bodenprobe BAM-U110/BAM-U110a die mit Königswasser extrahierbaren Gehalte von 21 sowie die Gesamtgehalte von 26 zusätzlichen Elementen bestimmt.

In der folgenden tabellarischen Übersicht wurden diejenigen Elemente berücksichtigt, für die die Anzahl der vorliegenden Datensätze $n \geq 4$ war.

- Mit Königswasser extrahierbare Massenanteile:

Element	MW/MW (mg/kg TS)	SD (mg/kg TS)	RSD (%)	n
Al	23735	1682	7,09	4
Ca	40941	6169	15,07	7
Fe	26914	1461	5,43	6
K	5067	492	9,70	7
Mg	8108	905	11,16	6
Sr	239,1	82,2	34,37	4
V	40,40	5,06	12,53	6

Elemente mit weniger als 4 Datensätze:
(Labormittelwerte siehe Anhang 3)

Ag, Ba, Be, Ga, Li, Mo, Na, P, Rb, S,
Sb, Se, Sn, Ti

- Gesamt-Massenanteile:

Element	MW/MW (mg/kg TS)	SD (mg/kg TS)	RSD (%)	n
Al	50382	1081	2,15	4
Ba	1488	187	12,54	5
Ca	40638	2105	5,18	6
Fe	28229	663	2,35	5
K	20381	4560	22,37	7
Mg	8380	735	8,77	5
Sr	276,6	11,7	4,22	4
Ti	3206	401	12,51	5
V	67,80	7,98	11,77	6

Elemente mit weniger als 4 Datensätze:
(Labormittelwerte siehe Anhang 3)

Ag, Be, Ga, Li, Mo, Na, Nb, P, Rb, S,
Sb, Si, Sn, Th, U, Y, Zr

Nach Abschluss des Zertifizierungsringversuches in der BAM (AG I.42) mittels Thermionen-Massenspektrometrie nach dem Verfahren der Isotopenverdünnungsanalyse durchgeführte Untersuchungen der Bodenprobe BAM-U110 ergaben die folgenden Ergebnisse:

Element	KW-extrahierbarer Massenanteil		Gesamtmassenanteil	
	MW (mg/kg TS)	$U_{k=2}$ (mg/kg TS)	MW (mg/kg TS)	$U_{k=2}$ (mg/kg TS)
Cd	7,224	0,068	7,280	0,101
Cr	196,6	2,1	242,6	2,3
Cu	269,0	1,2	272,5	3,2
Pb	194,3	1,9	205,8	4,5

Die ermittelten Elementgehalte unterscheiden sich nicht signifikant von den zertifizierten Werten, sie wurden daher nicht nachträglich in die statistischen Berechnungen einbezogen.

6.6 Vergleich BAM-U110 – BAM-U110a

Zum Vergleich der beiden Teilchargen BAM-U110 und BAM-U110a wurden aus je fünf Flaschen je drei Teilproben à 1,5 g entnommen und mit Königswasser in Anlehnung an DIN ISO 11466 [3] extrahiert und mit Hilfe der ICP-OES vermessen. Dabei zeigten sich geringe Abweichungen zwischen den Chargen (Massenanteile in mg/kg, siehe Anhang 7).

Element	Gehalt BAM-U110	Gehalt BAM-U110a	Differenz (bias)	Bereich Zert.-RV	M Zert.-RV	S Zert.-RV
As	14,69	14,41	0,28	10,7 – 17,5	13,15	1,46
Cd	7,08	6,89	0,19	5,94 – 8,03	6,97	0,44
Co	12,95	12,71	0,24	10,9 – 18,6	14,52	1,36
Cr	194,5	189,8	4,7	158,9 – 240,8	189,9	14,6
Cu	269,8	263,9	5,9	238 - 278	261,6	11,2
Hg	49,4	48,2	1,2	44,1 – 57,8	49,4	3,6
Mn	578,7	570,3	8,5	523 - 631	581	28
Ni	92,9	90,9	2,0	81,2 – 109,0	95,3	6,3
Pb	190,5	186,8	3,7	154,8 – 204,5	184,2	11,0
Zn	1004	991	13	886 - 1107	987	46

Aufgrund der großen Wertebereiche im Zertifizierungsringversuch für BAM-U110, innerhalb derer die Messergebnisse der Vergleichsmessung BAM-U110 - BAM-U110a lagen, wurde entschieden, für BAM-U110a keinen erneuten Zertifizierungsringversuch durchzuführen, sondern die original zertifizierten Werte beizubehalten und nur die Unsicherheit der zertifizierten Werte aufzuweiten.

Neben den bereits bei BAM-U110 eingerechneten Unsicherheitskomponenten u_R , u_f und u_{hom} werden noch der *bias* and die Unsicherheit des *bias* eingerechnet.

Die Unsicherheit des *bias* wird berechnet aus den Varianzen der Vergleichsmessungen nach

$$u_{bias} = \sqrt{\frac{var(1)}{n} + \frac{var(2)}{n}}$$

mit

var(1): Varianz der Vergleichsmessung BAM-U110

var(2): Varianz der Vergleichsmessung BAM-U110a

n: Anzahl der Wiederholmessungen, hier in beiden Fällen $n=5$

Da der *bias* und dessen Unsicherheit zu der Unsicherheit der ursprünglichen Verteilung aus dem Zertifikat addiert wird (korrigiert um den neuen Unsicherheitsbeitrag aus der Homogenität), ist folglich die Verteilung für BAM-U110a breiter.

Dazu wird u_{shift} wie folgt berechnet

$$u_{shift} = \sqrt{u_{zert}^2 + u_{bias}^2}$$

Die neue erweiterte Unsicherheit wird dann wie folgt berechnet

$$U_{neu} = 2 \cdot u_{shift} + |bias|$$

Unsicherheitsberechnung für königswasser-extrahierbare Gehalte in BAM-U110a

Element	u_{hom}^*	u_{zert}^*	bias^*	u_{bias}^*	u_{shift}^*	U_{neu}^*
As	0,0660	0,508	0,277	0,0900	0,516	1,309
Cd	0,0222	0,144	0,188	0,0493	0,236	0,660
Co	0,0508	0,388	0,242	0,0522	0,457	1,156
Cr	0,6617	4,019	4,690	1,2116	6,176	17,041
Cu	0,6575	4,176	4,781	1,3586	6,334	17,477
Hg	0,1489	1,432	0,968	0,2337	1,728	4,424
Mn	1,9998	9,387	8,472	2,3924	12,625	33,730
Ni	0,3468	1,890	2,036	0,5463	2,778	7,593
Pb	0,4402	3,957	3,711	0,8462	5,424	14,559
Zn	2,9027	15,427	13,394	5,2268	20,397	54,253

* Massenanteile und Unsicherheitsbeiträge in mg/kg Trockensubstanz

Die erweiterten Unsicherheiten für die Gesamtgehalte wurden ebenfalls neu berechnet unter Verwendung der neu ermittelten Unsicherheitsbeiträge zur Homogenität (verwendet wurden die mit dem Königswasserauszug ermittelten Werte) und der Annahme, dass der Bias aus den Vergleichsmessungen der königswasserextrahierbaren Gehalte auf die Gesamtgehalte übertragbar ist.

Unsicherheitsberechnung für Gesamtgehalte in BAM-U110a

Element	u_{hom}^*	u_{zert}^*	bias^*	u_{bias}^*	u_{shift}^*	U_{neu}^*
As	0,0801	0,669	0,277	0,0900	0,675	1,627
Cd	0,0244	0,267	0,188	0,0493	0,271	0,730
Co	0,0545	0,778	0,242	0,0522	0,780	1,801
Cr	0,8040	5,932	4,690	1,2116	6,054	16,798
Cu	0,6601	5,636	4,781	1,3586	5,798	16,376
Hg	0,1553	2,019	0,968	0,2337	2,033	5,033
Mn	2,1414	10,073	8,472	2,3924	10,353	29,177
Ni	0,3678	2,394	2,036	0,5463	2,455	6,946
Pb	0,4683	6,855	3,711	0,8462	6,907	17,523
Zn	2,9508	19,860	13,394	5,2268	20,536	54,465

* Massenanteile und Unsicherheitsbeiträge in mg/kg Trockensubstanz

Die zertifizierten Massenanteile mit ihren Unsicherheiten sind auf Seite III dargestellt.

6.7 Metrologische Rückführung

Da es sich bei den Elementgehalten von Böden, die mit Königswasser extrahiert werden können, um prozessdefinierte Parameter handelt, wurden die Extraktionen unter strikter Einhaltung des in DIN ISO 11466 beschriebenen Konventionsverfahrens durchgeführt. Zur Herstellung der Kalibrierlösungen wurden ausnahmslos Metalle mit bekannter Reinheit oder handelsübliche Standardlösungen mit zertifizierten Elementkonzentrationen verwendet.

7. Hinweise für den Benutzer

Die Bodenprobe [BAM-U110a](#) wird als Pulver mit Korngrößen unter 63 µm in Braunglasflaschen mit jeweils (60 ± 1) g Inhalt geliefert. Das zertifizierte Referenzmaterial kann im Rahmen der laborinternen Qualitätssicherung zur Verifizierung (Ermittlung der Richtigkeit und Präzision) der mit bekannten Prüfverfahren erhaltenen Analysenergebnisse sowie zur Validierung modifizierter oder neuer Verfahren der Bodenanalytik eingesetzt werden. Darüber hinaus ist es als Kalibrier- oder Kontrollprobe für die Röntgenfluoreszenzanalyse geeignet.

Die zertifizierten Referenzwerte gelten für eine Analyseneinwaage von mindestens 500 mg. [Bei sachgemäßer Handhabung und Lagerung der Probe sind keine Instabilitäten zu erwarten.](#)

Die Probe ist während der Lagerung fest zu verschließen und bei Temperaturen unter 30 °C aufzubewahren. Vor Entnahme der Analyseneinwaagen ist die Probenflasche zwecks Rehomogenisierung des Inhalts ca. 30 Sekunden zu schütteln. Ein längeres Stehenlassen der geöffneten Probenflasche ist im Hinblick auf einen möglichen Eintrag von Verunreinigungen zu vermeiden.

Bei der Durchführung der Extraktion mit Königswasser ist auf eine exakte Einhaltung der in der Norm DIN ISO 11466 [3] bzw. [DIN EN 16174](#) [4] angegebenen Vorschrift zu achten.

Die bei den Elementbestimmungen erhaltenen Analysenergebnisse sind auf die Trockenmasse der Bodenprobe zu beziehen. Der nach der Konfektionierung ermittelte Gehalt an Trockensubstanz von 97,3 % ist nach mehrmaligem Einsatz des zertifizierten Referenzmaterials zu überprüfen (Durchführung gemäß DIN ISO 11465 [11]).

8. Literatur

- [1] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999; BGBl. 1999 Teil I, Nr. 36, S. 1554 - 1582
- [2] DIN EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- [3] DIN ISO 11466: Bodenbeschaffenheit – Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente
- [4] DIN EN 16174: Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Aufschluss von mit Königswasser löslichen Anteilen von Elementen
- [5] DIN EN ISO 54321: Boden, behandelter Bioabfall, Schlamm und Abfall - Aufschluss von mit Königswasser löslichen Anteilen von Elementen
- [6] ISO Guide 31: Reference materials – Contents of certificates and labels
- [7] ISO Guide 34: General requirements for the competence of reference material producers
- [8] ISO Guide 35: Reference materials - General and statistical principles for certification
- [9] DIN ISO 10694: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung
- [10] DIN ISO 10390: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Wertes
- [11] DIN ISO 11465: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse. Gravimetrisches Verfahren
- [12] DIN 38414-3: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Bestimmung des Glührückstandes und des Glühverlustes der Trockenmasse eines Schlammes (S 3)

- [13] Bonas G, Zervou M, Papaeoannou T, Lees M: Accred Qual Assur (2003) 8:101-107
[14] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, 1993

9. Anhänge

Anhang 1: Mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte;
tabellarische Zusammenstellung sowie grafische Darstellung der
individuellen Ringversuchsergebnisse für die zertifizierten Parameter

Anhang 2: Gesamtgehalte;
tabellarische Zusammenstellung sowie grafische Darstellung der
individuellen Ringversuchsergebnisse für die zertifizierten Parameter

Anhang 3: Informative Werte;
tabellarische Zusammenstellung der individuellen Ringversuchs-
ergebnisse für optionale, nicht zertifizierte Parameter

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung

Anhang 6: Ergebnisse der statistischen Tests

Anhang 7: [Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a](#)

Anhang 8: [Homogenitätstest BAM-U110a](#)

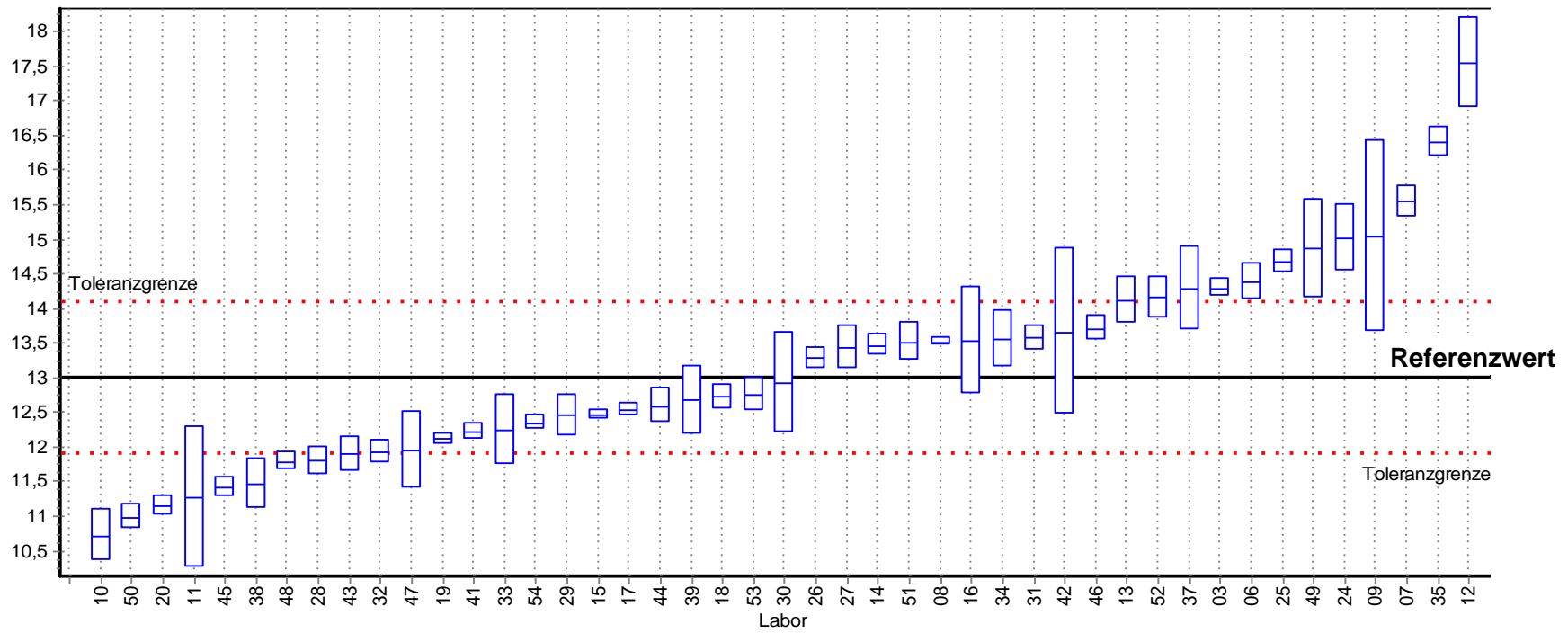
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Arsen

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	10	10,54	10,26	11,08	10,96	10,71	3,54	HG-AAS
2	50	10,78	10,87	11,12	11,17	10,99	1,72	ICP-OES
3	20	11,07	11,35	11,04	11,10	11,14	1,28	HG-ICP-OES
4	11	10,36	10,41	12,25	12,07	11,27	9,12	ICP-OES
5	45	11,41	11,22	11,56	11,44	11,41	1,23	ICP-OES
6	38	11,05	11,63	11,31	11,86	11,46	3,10	HG-AAS
7	48	11,84	11,94	11,74	11,63	11,79	1,13	HG-AAS
8	28	12,10	11,74	11,70	11,65	11,80	1,74	ICP-OES
9	43	11,64	12,24	11,82	11,87	11,89	2,12	ET-AAS
10	32	11,81	11,74	12,01	12,13	11,92	1,51	HG-AAS
11	47	12,66	11,68	12,11	11,34	11,95	4,77	ICP-MS
12	19	12,15	12,20	12,10	12,00	12,11	0,70	ICP-OES
13	41	12,36	12,23	12,09	12,18	12,22	0,92	HG-ICP-MS
14	33	11,88	11,90	12,21	12,96	12,24	4,13	HG-AAS
15	54	12,43	12,26	12,23	12,45	12,34	0,92	ICP-OES
16	29	12,04	12,79	12,48	12,48	12,45	2,48	HG-AAS
17	15	12,44	12,37	12,56	12,45	12,46	0,63	ET-AAS
18	17	12,43	12,45	12,59	12,63	12,53	0,80	HG-AAS
19	44	12,51	12,85	12,73	12,27	12,59	2,03	ICP-OES
20	39	12,48	12,46	12,33	13,41	12,67	3,93	HG-AAS
21	18	12,95	12,72	12,67	12,53	12,72	1,37	ICP-MS
22	53	13,11	12,72	12,62	12,58	12,76	1,90	ICP-MS
23	30	13,04	12,71	12,10	13,83	12,92	5,58	HG-AAS
24	26	13,40	13,40	13,20	13,10	13,28	1,13	ICP-OES
25	27	13,33	13,28	13,89	13,19	13,42	2,36	HG-AAS
26	14	13,55	13,32	13,34	13,64	13,46	1,17	HG-AAS
27	51	13,58	13,28	13,89	13,30	13,51	2,12	HG-AAS
28	08	13,46	13,45	13,59	13,56	13,52	0,52	HG-AAS
29	16	13,38	14,66	13,19	12,90	13,53	5,74	HG-AAS
30	34	14,01	13,30	13,80	13,12	13,56	3,07	ICP-OES
31	31	13,77	13,47	13,36	13,67	13,57	1,37	ICP-OES
32	42	12,51	15,20	12,95	13,98	13,66	8,77	ICP-OES
33	46 (2)	13,62	13,52	13,76	13,93	13,71	1,30	ICP-OES
34	13	13,87	14,28	14,49	13,77	14,10	2,41	ICP-OES
35	52	14,42	13,98	13,82	14,38	14,15	2,09	ICP-MS
36	37	14,45	14,98	13,52	14,15	14,28	4,27	ICP-OES
37	03	14,22	14,17	14,32	14,47	14,30	0,93	ICP-MS
38	06	14,41	13,98	14,53	14,56	14,37	1,86	HG-AAS
39	25	14,52	14,55	14,81	14,83	14,68	1,13	HG-AAS
40	49	13,83	15,03	15,50	15,07	14,86	4,83	TXRF
41	24	15,41	14,65	15,46	14,53	15,01	3,27	ICP-OES
42	09	13,76	16,89	15,27	14,23	15,04	9,22	ICP-OES
43	07	15,46	15,28	15,82	15,62	15,55	1,48	ICP-OES
44	35	16,58	16,29	16,15	16,59	16,40	1,33	ICP-OES
45	12 (1)	17,64	16,67	17,63	18,25	17,55	3,72	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Arsen
Anzahl Labore: 45
Anzahl Einzelwerte: 180

Zertifizierter Wert: 13,0 mg/kg



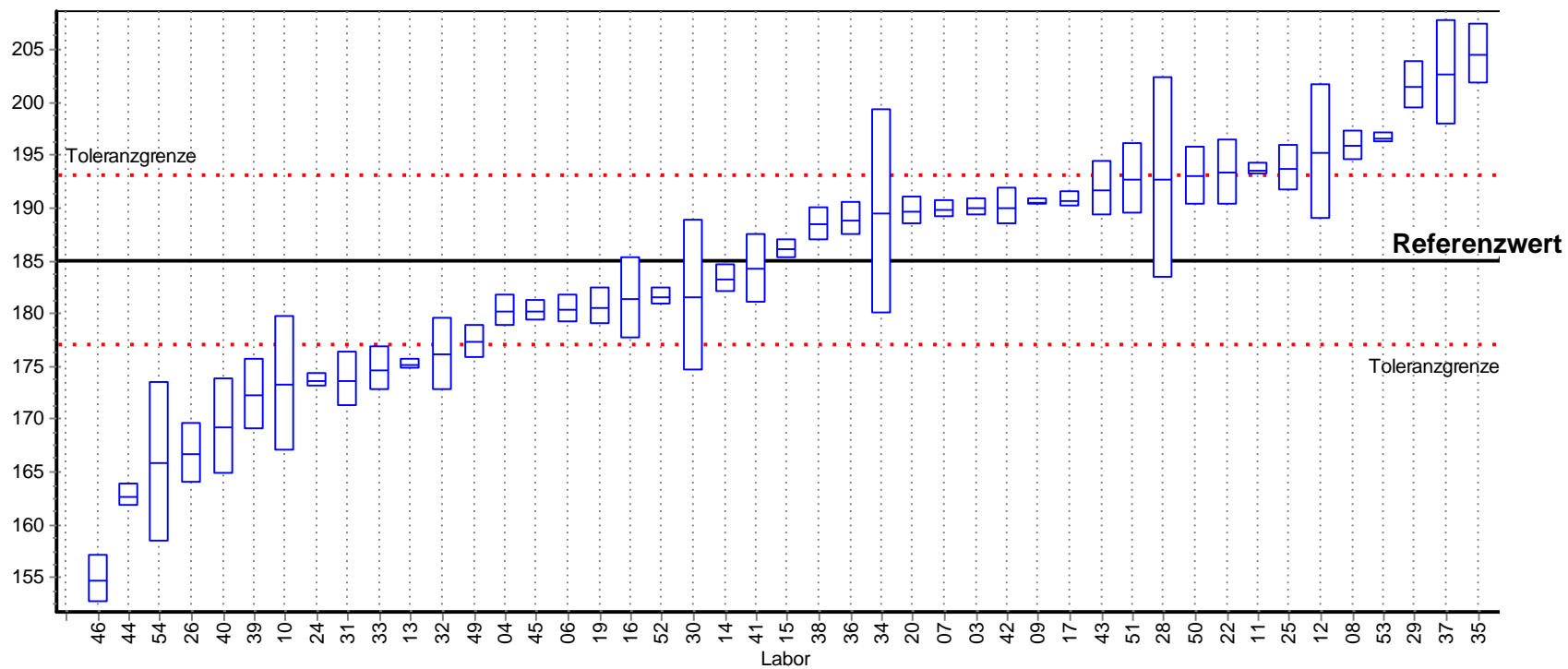
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Blei

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	46 (1)	152,5	155,6	157,6	153,5	154,8	1,47	ICP-OES
2	44	161,6	162,2	164,0	163,1	162,7	0,65	ICP-OES
3	54	169,7	156,2	173,8	163,7	165,9	4,62	ICP-OES
4	26	166,0	165,0	171,0	165,0	166,8	1,72	ICP-OES
5	40	163,7	167,5	172,9	173,1	169,3	2,69	ICP-OES
6	39	175,9	171,5	168,0	173,6	172,3	1,95	ICP-OES
7	10	180,6	176,9	167,4	168,4	173,3	3,73	ICP-OES
8	24	174,1	173,5	172,8	174,3	173,7	0,39	ICP-OES
9	31	174,7	176,8	170,6	172,7	173,7	1,53	ICP-OES
10	33	173,5	174,7	177,7	172,9	174,7	1,22	ICP-OES
11	13	174,5	175,5	175,6	175,2	175,2	0,28	ICP-OES
12	32	171,0	178,0	178,5	177,0	176,1	1,97	F-AAS
13	49	177,4	177,5	179,1	175,1	177,3	0,93	TXRF
14	04	180,6	181,2	181,1	178,0	180,2	0,84	ICP-OES
15	45	180,1	179,0	181,4	180,5	180,3	0,55	ICP-OES
16	06	182,2	180,2	180,0	179,0	180,4	0,74	ICP-OES
17	19	178,5	179,7	182,5	181,8	180,6	1,02	ICP-OES
18	16	181,0	185,0	183,6	176,2	181,5	2,13	ICP-OES
19	52	180,4	182,1	182,3	181,4	181,6	0,47	ICP-MS
20	30	190,4	183,4	173,3	179,4	181,6	3,95	F-AAS
21	14	185,0	183,2	183,3	181,7	183,3	0,74	ICP-OES
22	41	184,9	180,0	188,0	184,0	184,2	1,79	ICP-MS
23	15	187,0	186,0	184,7	186,5	186,1	0,53	ICP-OES
24	38	187,1	189,9	186,9	189,7	188,4	0,86	ICP-OES
25	36	188,6	186,8	190,2	189,9	188,9	0,82	ICP-OES
26	34	203,8	185,9	186,5	181,9	189,5	5,14	ICP-OES
27	20	191,4	188,9	188,4	189,9	189,7	0,70	ICP-OES
28	07	189,3	190,9	189,1	190,0	189,8	0,43	ICP-OES
29	03	190,9	189,6	188,9	190,5	190,0	0,47	ICP-MS
30	42	188,6	188,6	192,0	191,0	190,1	0,91	ICP-OES
31	09	190,1	190,4	191,0	190,5	190,5	0,20	ICP-OES
32	17	190,3	190,7	190,1	191,9	190,8	0,42	F-AAS
33	43	191,7	189,9	190,0	195,4	191,8	1,34	ET-AAS
34	51	194,0	187,7	194,2	194,9	192,7	1,74	ICP-OES
35	28	196,5	194,5	200,9	179,1	192,8	4,92	ICP-OES
36	50	195,9	194,8	190,2	191,1	193,0	1,44	ICP-OES
37	22	194,4	192,0	189,7	197,1	193,3	1,64	ICP-OES
38	11	193,1	193,2	193,6	194,5	193,6	0,33	F-AAS
39	25	195,0	193,0	196,0	191,0	193,8	1,14	ICP-OES
40	12	197,6	185,8	198,5	199,2	195,3	3,25	ICP-OES
41	08	196,2	196,6	196,8	193,8	195,9	0,71	ET-AAS
42	53	196,9	197,0	195,9	196,8	196,7	0,26	ICP-MS
43	29	198,3	201,7	202,6	203,6	201,6	1,14	F-AAS
44	37	205,4	204,0	206,1	195,3	202,7	2,47	ICP-OES
45	35	201,0	208,0	204,4	204,6	204,5	1,40	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Blei
Anzahl Labore: 45
Anzahl Einzelwerte: 180

Zertifizierter Wert: 185 mg/kg



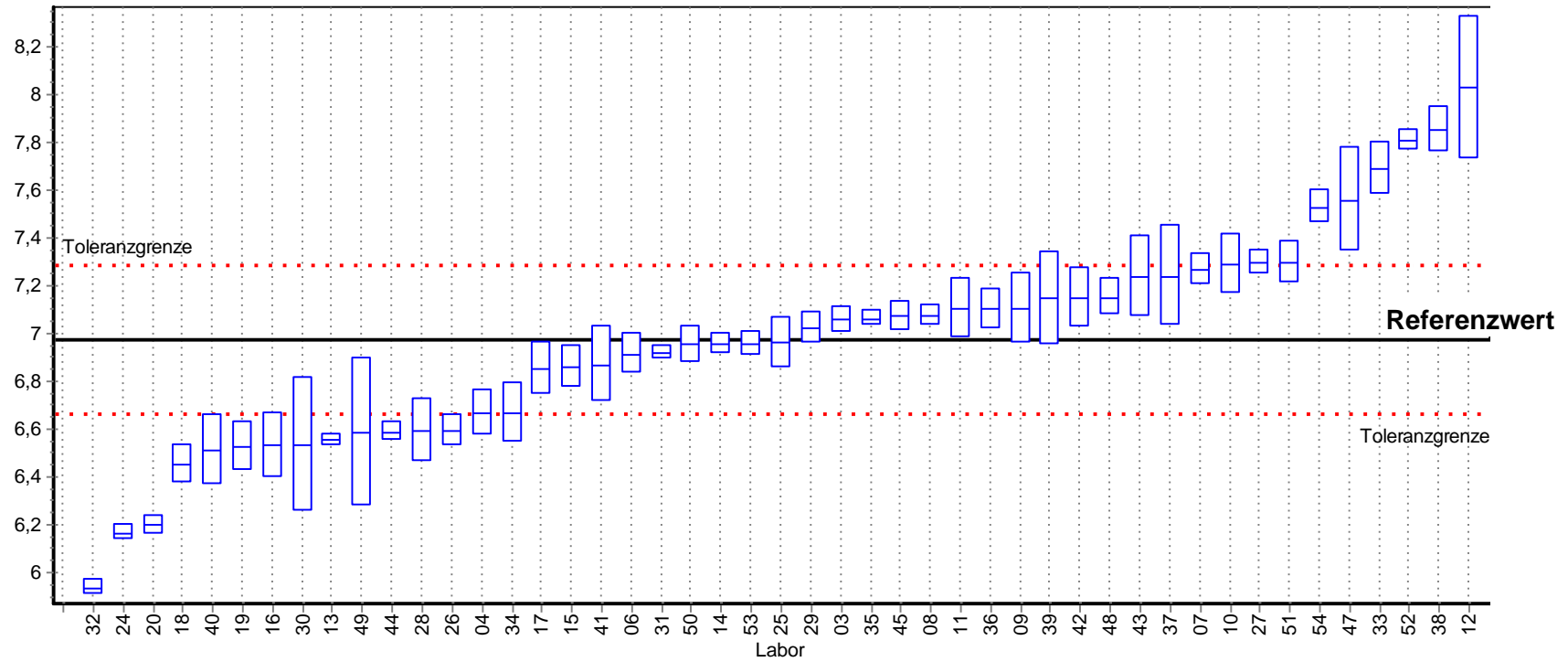
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Cadmium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	32	5,980	5,910	5,910	5,940	5,935	0,56	ET-AAS
2	24	6,169	6,161	6,203	6,125	6,165	0,52	ICP-OES
3	20	6,150	6,176	6,227	6,227	6,195	0,62	ICP-OES
4	18	6,542	6,493	6,424	6,351	6,453	1,29	ICP-MS
5	40	6,616	6,663	6,403	6,369	6,513	2,28	ICP-OES
6	19	6,638	6,398	6,498	6,578	6,528	1,59	ICP-OES
7	16	6,716	6,526	6,478	6,396	6,529	2,08	ICP-OES
8	30	6,820	6,690	6,190	6,420	6,530	4,31	F-AAS
9	13	6,519	6,560	6,580	6,552	6,553	0,39	ICP-OES
10	49	6,211	6,584	6,969	6,568	6,583	4,70	TXRF
11	44	6,528	6,596	6,613	6,613	6,588	0,61	ICP-OES
12	28	6,785	6,548	6,479	6,549	6,590	2,03	ICP-OES
13	26	6,590	6,680	6,590	6,510	6,593	1,05	ICP-OES
14	04	6,745	6,604	6,754	6,559	6,666	1,48	ICP-OES
15	34	6,822	6,703	6,626	6,522	6,668	1,90	ICP-OES
16	17	6,892	6,912	6,922	6,686	6,853	1,63	ICP-OES
17	15	6,950	6,830	6,750	6,900	6,858	1,27	ICP-OES
18	41	6,649	6,892	7,023	6,913	6,869	2,30	ICP-MS
19	06	6,970	6,990	6,800	6,890	6,913	1,25	ICP-MS
20	31	6,889	6,938	6,897	6,948	6,918	0,42	ICP-OES
21	50	7,021	6,851	7,000	6,940	6,953	1,10	ICP-OES
22	14	7,007	6,968	6,899	6,940	6,954	0,66	ICP-OES
23	53	6,920	6,910	6,980	7,020	6,958	0,75	ICP-MS
24	25	7,090	6,940	6,980	6,830	6,960	1,54	ICP-OES
25	29	7,023	6,927	7,048	7,087	7,021	0,97	F-AAS
26	03	7,105	7,098	6,995	7,025	7,056	0,77	ICP-MS
27	35	7,092	7,053	7,084	7,020	7,062	0,46	ICP-OES
28	45	7,060	7,140	6,990	7,100	7,073	0,90	F-AAS
29	08	7,104	7,009	7,081	7,105	7,075	0,64	ET-AAS
30	11	7,249	6,955	7,147	7,051	7,101	1,78	ICP-OES
31	36	7,222	7,069	7,090	7,024	7,101	1,20	ICP-OES
32	09	7,030	7,089	7,315	6,984	7,105	2,07	ICP-OES
33	39	7,287	6,891	7,097	7,312	7,147	2,74	ET-AAS
34	42	7,295	7,215	7,034	7,057	7,150	1,76	ICP-OES
35	48	7,148	7,079	7,112	7,263	7,151	1,12	ICP-MS
36	43	7,451	7,126	7,077	7,292	7,237	2,35	ET-AAS
37	37	7,420	7,210	7,380	6,950	7,240	2,95	ICP-OES
38	07	7,243	7,189	7,298	7,344	7,269	0,92	ICP-OES
39	10	7,420	7,298	7,120	7,310	7,287	1,70	ET-AAS
40	27	7,333	7,333	7,219	7,300	7,296	0,74	ET-AAS
41	51	7,306	7,173	7,333	7,378	7,298	1,21	ICP-OES
42	54	7,576	7,521	7,431	7,590	7,530	0,96	F-AAS
43	47	7,871	7,422	7,387	7,556	7,559	2,92	ICP-MS
44	33	7,544	7,680	7,816	7,714	7,689	1,46	ICP-OES
45	52	7,791	7,760	7,812	7,863	7,807	0,55	ICP-MS
46	38	7,974	7,882	7,760	7,790	7,852	1,23	ICP-OES
47	12	8,106	7,592	8,133	8,278	8,027	3,74	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Cadmium
Anzahl Labore: 47
Anzahl Einzelwerte: 188

Zertifizierter Wert: 6,97 mg/kg



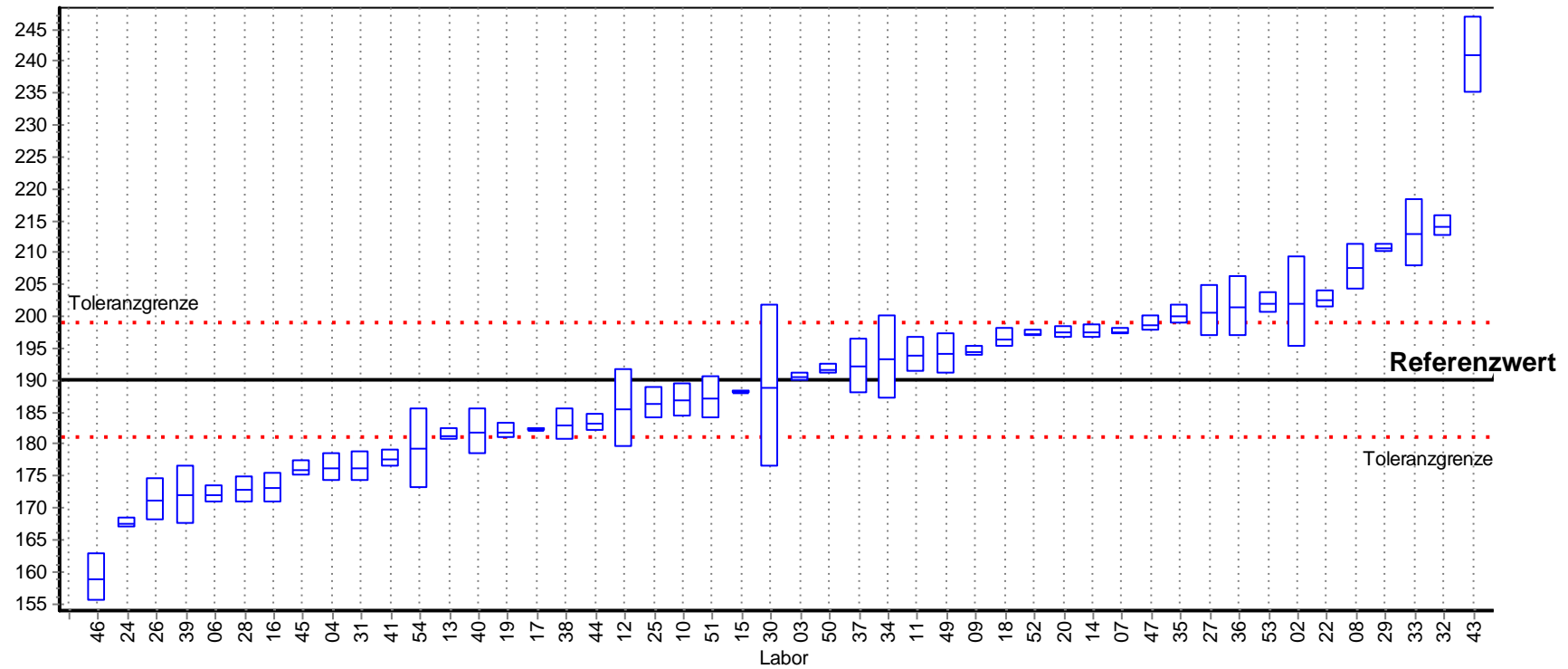
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Chrom

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	46 (2)	158,6	158,6	163,7	154,6	158,9	2,35	ICP-OES
2	24	166,6	166,9	168,1	168,1	167,4	0,47	ICP-OES
3	26	169,0	170,0	176,0	169,0	171,0	1,97	ICP-OES
4	39	175,2	168,0	167,7	176,5	171,9	2,71	ICP-OES
5	06	174,0	170,7	172,0	171,0	171,9	0,87	ICP-OES
6	28	175,3	173,0	172,6	170,0	172,7	1,26	ICP-OES
7	16	175,7	171,6	174,3	170,2	173,0	1,45	ICP-OES
8	45	176,0	174,1	177,0	176,8	176,0	0,75	ICP-OES
9	04	177,2	176,2	178,3	173,2	176,2	1,24	ICP-OES
10	31	174,7	178,8	173,7	177,8	176,3	1,38	ICP-OES
11	41	176,7	177,5	179,6	176,7	177,6	0,77	ICP-OES
12	54	178,7	179,4	171,6	186,9	179,2	3,49	ICP-OES
13	13	182,6	180,6	181,6	180,6	181,4	0,53	ICP-OES
14	40	176,6	182,0	184,6	184,0	181,8	2,00	ICP-OES
15	19	182,5	181,3	183,2	180,5	181,9	0,66	ICP-OES
16	17	182,0	182,2	182,5	182,0	182,2	0,13	ICP-OES
17	38	183,8	185,6	179,7	182,5	182,9	1,36	ICP-OES
18	44	183,7	185,0	182,3	181,8	183,2	0,79	ICP-OES
19	12	187,0	176,4	188,4	190,2	185,5	3,35	ICP-OES
20	25	187,0	186,0	189,0	183,0	186,3	1,34	ICP-OES
21	10	190,0	187,8	185,0	184,2	186,8	1,42	ICP-OES
22	51	190,9	182,7	186,7	188,0	187,1	1,82	ICP-OES
23	15	188,2	187,7	187,8	188,3	188,0	0,16	ICP-OES
24	30	202,0	197,0	181,5	175,0	188,9	6,73	F-AAS
25	03	190,3	189,5	191,2	190,6	190,4	0,37	ICP-MS
26	50	192,4	190,5	191,9	192,1	191,7	0,44	ICP-OES
27	37	186,3	193,4	196,6	192,0	192,1	2,24	ICP-OES
28	34	202,7	191,5	191,6	187,4	193,3	3,40	ICP-OES
29	11	197,7	191,2	194,4	192,2	193,9	1,49	ICP-OES
30	49	194,5	197,5	194,4	189,6	194,0	1,68	TXRF
31	09	194,4	194,3	195,5	193,6	194,4	0,39	ICP-OES
32	18	197,2	198,3	195,9	194,5	196,5	0,84	ICP-MS
33	52	197,1	196,7	197,8	197,3	197,2	0,23	ICP-MS
34	20	198,1	196,1	197,1	198,1	197,4	0,49	ICP-OES
35	14	196,2	198,6	198,2	196,7	197,4	0,59	ICP-OES
36	07	197,7	197,9	196,6	197,5	197,4	0,29	ICP-OES
37	47	198,7	197,8	200,4	197,6	198,6	0,64	ICP-MS
38	35	200,8	199,7	198,2	201,7	200,1	0,75	ICP-OES
39	27	205,2	200,3	195,3	201,7	200,6	2,05	ICP-OES
40	36	201,6	198,3	207,9	197,5	201,3	2,35	ICP-OES
41	53	203,3	201,4	203,2	199,7	201,9	0,85	ICP-MS
42	02	199,5	193,4	208,9	206,6	202,1	3,49	TXRF
43	22	204,0	201,5	201,0	203,5	202,5	0,73	ICP-OES
44	08	202,4	211,0	208,6	208,1	207,5	1,76	ET-AAS
45	29	210,4	209,6	211,5	210,6	210,5	0,37	F-AAS
46	33	208,0	215,8	218,9	208,8	212,9	2,50	ICP-OES
47	32	212,5	215,0	212,5	216,0	214,0	0,83	F-AAS
48	43 (1)	241,5	243,0	232,3	246,4	240,8	2,50	ET-AAS

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Chrom
Anzahl Labore: 48
Anzahl Einzelwerte: 192

Zertifizierter Wert: 190 mg/kg



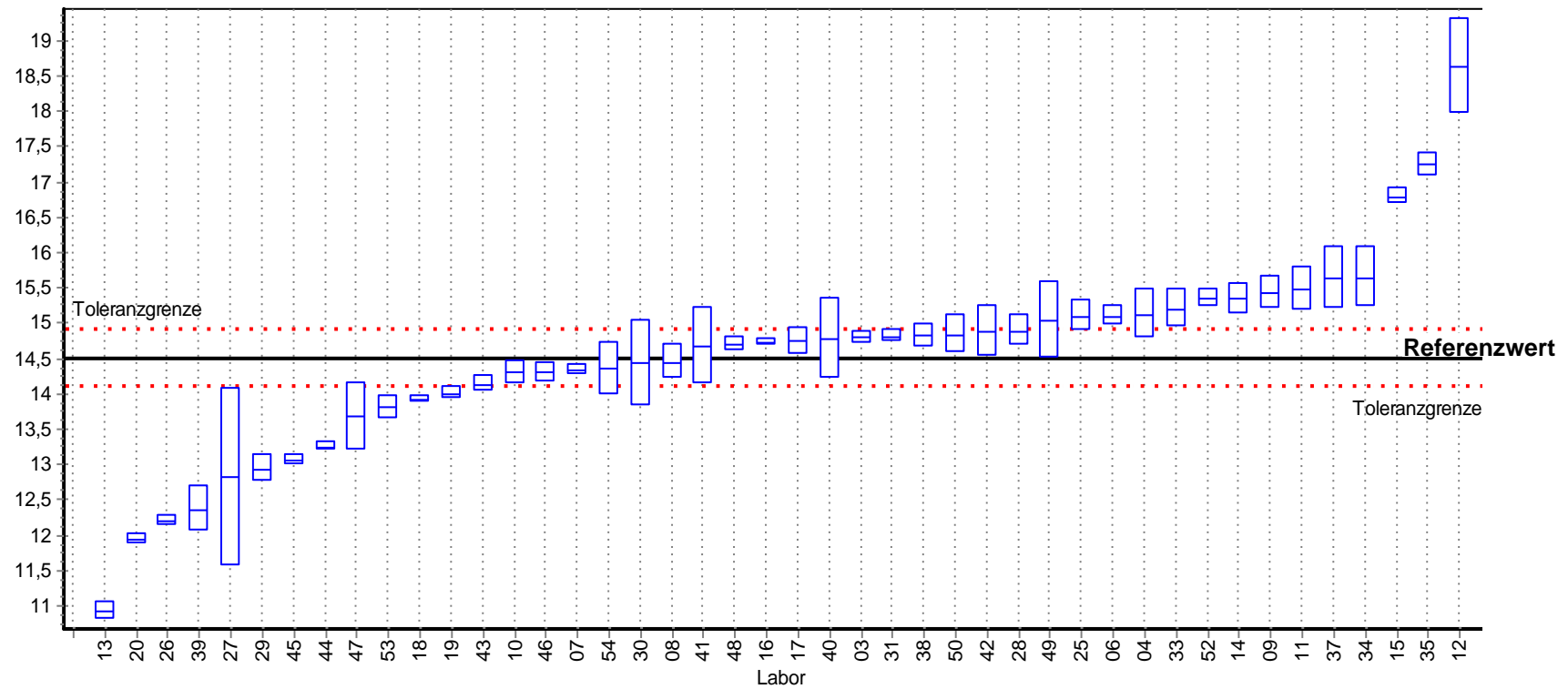
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Cobalt

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	13	10,81	11,02	11,04	10,81	10,92	1,17	ET-AAS
2	20	11,89	11,89	11,94	12,04	11,94	0,59	ICP-OES
3	26	12,10	12,30	12,20	12,20	12,20	0,67	ICP-OES
4	39	12,68	12,16	12,02	12,59	12,36	2,60	ICP-OES
5	27	14,39	12,61	11,32	12,95	12,82	9,84	ICP-OES
6	29	12,78	12,79	13,18	12,99	12,94	1,47	F-AAS
7	45	13,06	12,95	13,11	13,12	13,06	0,60	ICP-OES
8	44	13,24	13,31	13,26	13,16	13,24	0,47	ICP-OES
9	47	14,26	13,48	13,83	13,12	13,67	3,56	ICP-MS
10	53	13,85	13,64	13,69	14,03	13,80	1,28	ICP-MS
11	18	13,88	13,98	13,96	13,87	13,92	0,40	ICP-MS
12	19	13,90	13,95	14,05	14,10	14,00	0,65	ICP-OES
13	43	14,19	14,17	14,24	13,95	14,14	0,91	ET-AAS
14	46 (2)	14,20	14,50	14,20	14,30	14,30	0,99	ICP-OES
15	10	14,26	14,41	14,46	14,07	14,30	1,23	ICP-OES
16	07	14,28	14,25	14,41	14,37	14,33	0,52	ICP-OES
17	54	14,07	13,98	14,77	14,57	14,35	2,67	ICP-OES
18	30	15,11	14,42	13,63	14,54	14,43	4,23	F-AAS
19	08	14,74	14,48	14,40	14,14	14,44	1,71	ET-AAS
20	41	14,11	14,45	15,40	14,69	14,66	3,73	ICP-MS
21	48	14,58	14,66	14,71	14,82	14,69	0,68	ICP-MS
22	16	14,74	14,80	14,69	14,70	14,73	0,34	ICP-OES
23	17	14,75	14,99	14,52	14,71	14,74	1,31	ICP-OES
24	40	13,99	14,73	15,20	15,20	14,78	3,87	ICP-OES
25	03	14,90	14,72	14,83	14,73	14,80	0,58	ICP-MS
26	31	14,80	14,80	14,70	14,92	14,81	0,61	ICP-OES
27	38	14,82	15,02	14,61	14,81	14,82	1,13	ICP-OES
28	50	14,95	14,44	14,89	15,05	14,83	1,82	ICP-OES
29	42	14,83	15,20	14,40	15,10	14,88	2,40	ICP-OES
30	28	15,01	14,87	15,10	14,58	14,89	1,53	ICP-OES
31	49	14,82	15,72	15,19	14,44	15,04	3,63	TXRF
32	25	15,30	15,10	15,20	14,80	15,10	1,43	ICP-OES
33	06	14,90	15,20	15,10	15,20	15,10	0,94	ICP-MS
34	04	14,96	15,01	15,66	14,87	15,13	2,39	ICP-OES
35	33	15,19	14,96	15,08	15,59	15,21	1,80	ICP-OES
36	52	15,27	15,35	15,23	15,53	15,35	0,87	ICP-MS
37	14	15,16	15,65	15,22	15,35	15,35	1,42	ICP-OES
38	09	15,25	15,20	15,58	15,69	15,43	1,57	ICP-OES
39	11	15,86	15,42	15,53	15,11	15,48	2,00	ICP-OES
40	37	15,67	16,15	15,08	15,66	15,64	2,80	ICP-OES
41	34	16,11	15,19	15,92	15,37	15,65	2,80	ICP-OES
42	15	16,83	16,85	16,85	16,61	16,79	0,70	ICP-OES
43	35 (1)	17,38	17,00	17,30	17,29	17,24	0,97	ICP-OES
44	12 (1)	18,78	17,64	18,97	19,13	18,63	3,62	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Cobalt
Anzahl Labore: 45
Anzahl Einzelwerte: 180

Zertifizierter Wert: 14,5 mg/kg



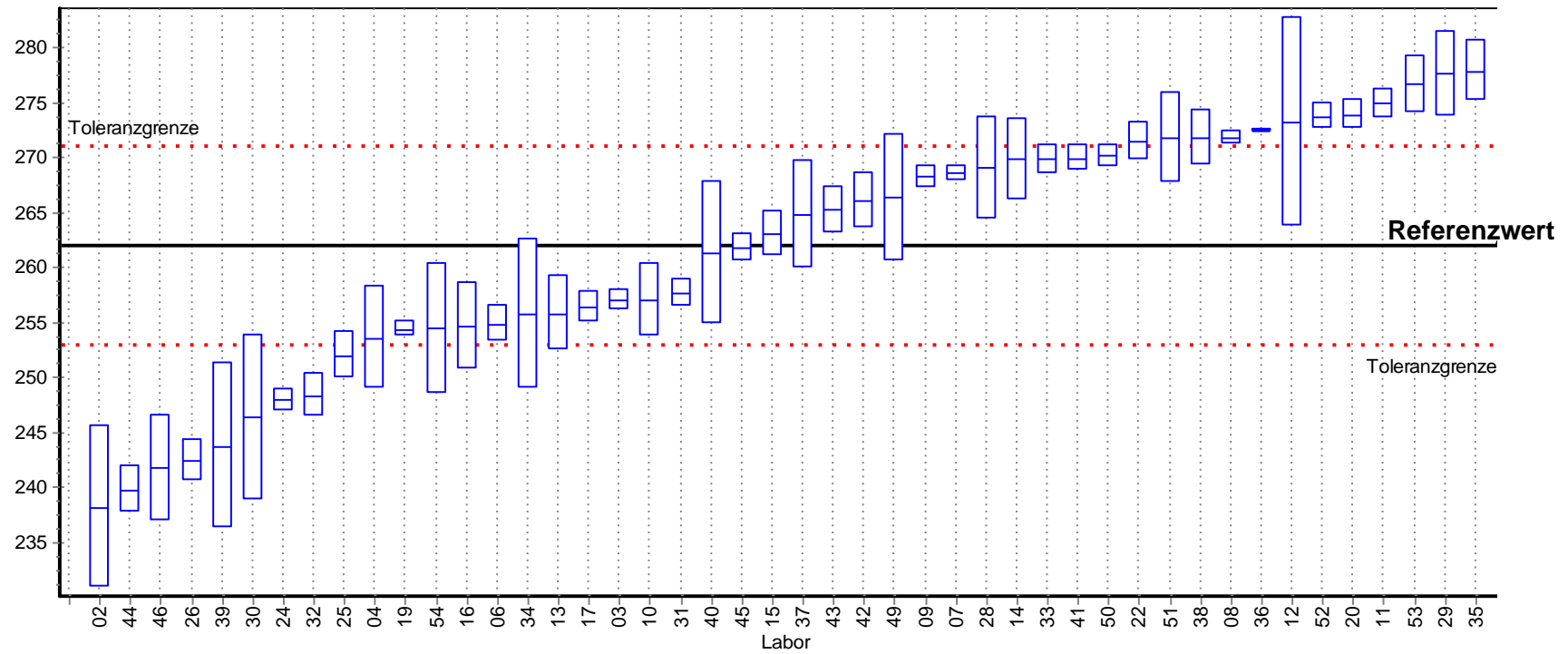
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Kupfer

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	02	247,2	237,3	239,0	229,3	238,2	3,08	TXRF
2	44	240,0	242,1	240,2	236,9	239,8	0,90	ICP-OES
3	46 (2)	242,0	244,0	246,0	235,0	241,8	1,98	ICP-OES
4	26	242,0	244,0	244,0	240,0	242,5	0,79	ICP-OES
5	39	251,7	238,6	236,1	248,5	243,7	3,10	ICP-OES
6	30	252,8	250,7	236,0	245,9	246,4	3,04	F-AAS
7	24	249,1	247,0	247,3	248,3	247,9	0,39	ICP-OES
8	32	247,5	248,5	246,5	251,0	248,4	0,78	F-AAS
9	25	253,0	252,0	254,0	249,0	252,0	0,86	ICP-OES
10	04	254,1	256,9	256,5	246,8	253,6	1,85	ICP-OES
11	19	255,4	254,6	253,9	253,8	254,4	0,29	ICP-OES
12	54	251,4	259,2	247,6	259,7	254,5	2,34	ICP-OES
13	16	256,2	256,4	257,3	248,7	254,7	1,57	ICP-OES
14	06	256,8	254,0	253,0	255,8	254,9	0,67	ICP-OES
15	34	245,7	260,6	257,7	259,2	255,8	2,67	ICP-OES
16	13	255,0	256,1	252,0	260,2	255,8	1,33	ICP-OES
17	17	255,4	258,6	255,7	256,0	256,4	0,57	ICP-OES
18	03	256,7	255,9	258,2	257,4	257,1	0,38	ICP-MS
19	10	261,8	256,7	256,0	253,8	257,1	1,32	ICP-OES
20	31	259,0	258,0	255,9	257,9	257,7	0,50	ICP-OES
21	40	252,2	261,3	264,8	267,0	261,3	2,50	ICP-OES
22	45	261,8	260,1	263,0	262,4	261,8	0,48	ICP-OES
23	15	265,7	262,9	260,7	262,8	263,0	0,78	ICP-OES
24	37	263,9	271,1	265,0	259,2	264,8	1,85	ICP-OES
25	43	264,7	262,4	267,5	266,3	265,2	0,83	F-AAS
26	42	267,7	263,1	265,0	268,7	266,1	0,96	ICP-OES
27	49	267,4	269,2	270,9	257,9	266,4	2,18	TXRF
28	09	268,2	266,8	269,1	269,0	268,3	0,40	ICP-OES
29	07	268,6	269,6	267,8	268,3	268,6	0,28	ICP-OES
30	28	275,7	266,7	265,1	268,8	269,1	1,74	ICP-OES
31	14	265,3	273,2	272,5	268,3	269,8	1,38	ICP-OES
32	33	268,3	271,5	269,5	270,2	269,9	0,50	ICP-OES
33	41	268,2	270,2	271,1	270,4	270,0	0,46	ICP-OES
34	50	271,5	270,0	270,0	269,1	270,2	0,37	ICP-OES
35	22	272,9	269,2	272,7	271,0	271,5	0,64	ICP-OES
36	51	273,7	266,2	271,3	275,9	271,8	1,53	ICP-OES
37	38	274,2	273,9	269,9	269,3	271,8	0,95	ICP-OES
38	08	272,8	271,7	271,3	271,6	271,9	0,24	F-AAS
39	36	272,7	272,4	272,5	272,2	272,5	0,08	ICP-OES
40	12	275,6	259,3	277,2	280,8	273,2	3,49	ICP-OES
41	52	273,0	274,6	274,9	272,6	273,8	0,42	ICP-MS
42	20	272,8	273,8	273,3	275,9	274,0	0,50	ICP-OES
43	11	273,5	274,2	276,6	275,4	274,9	0,50	F-AAS
44	53	279,2	276,4	277,9	273,2	276,7	0,93	ICP-MS
45	29	272,7	277,1	278,7	282,0	277,6	1,39	F-AAS
46	35	274,6	281,2	278,6	277,0	277,9	1,00	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Kupfer
Anzahl Labore: 46
Anzahl Einzelwerte: 184

Zertifizierter Wert: 262 mg/kg



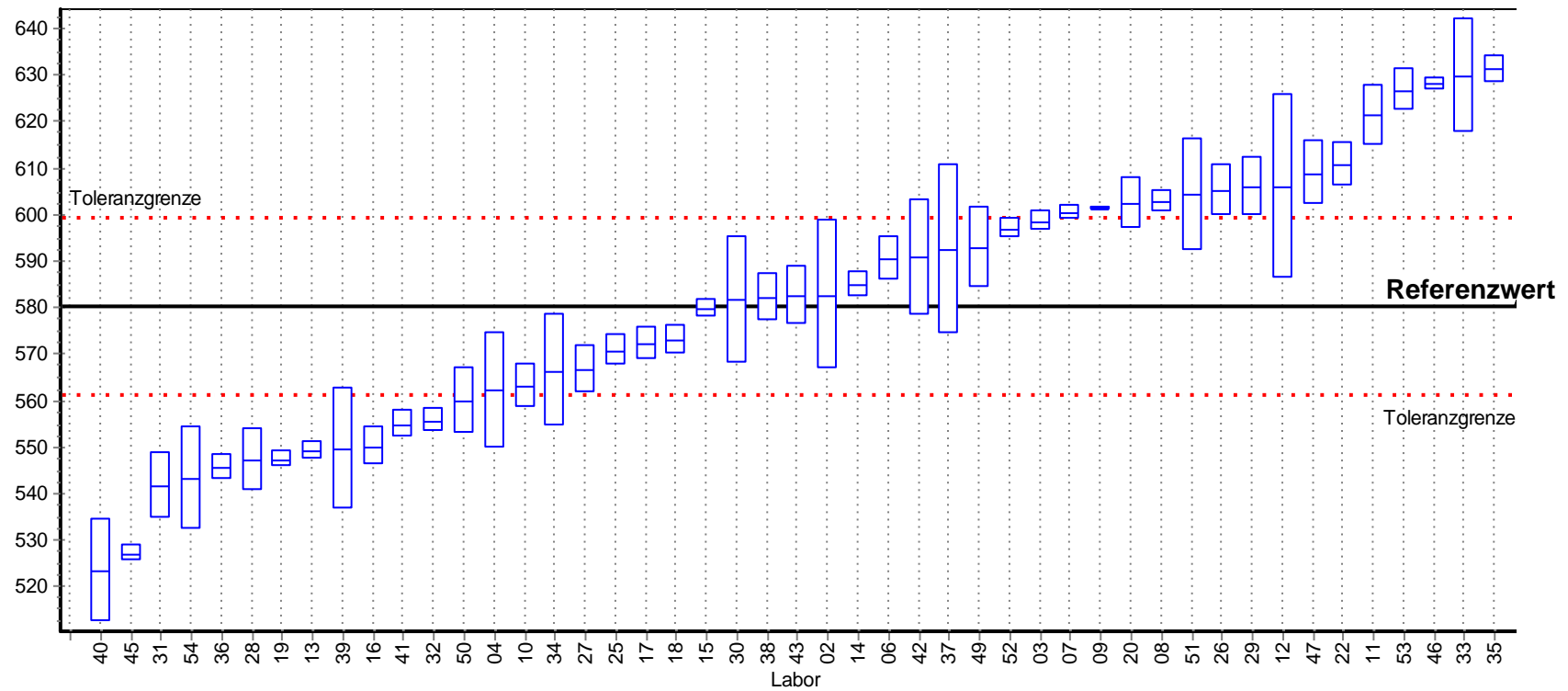
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Mangan

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	40	508,2	521,7	532,0	531,0	523,2	2,11	ICP-OES
2	45	527,5	525,1	526,5	529,1	527,1	0,32	ICP-OES
3	31	533,5	540,7	551,0	541,7	541,7	1,33	ICP-OES
4	54	548,7	526,6	547,2	550,5	543,3	2,06	ICP-OES
5	36	548,8	546,3	545,1	542,2	545,6	0,50	ICP-OES
6	28	555,1	542,7	550,4	540,2	547,1	1,26	ICP-OES
7	19	546,1	548,1	549,2	545,8	547,3	0,30	ICP-OES
8	13	550,9	546,8	550,9	547,8	549,1	0,39	ICP-OES
9	39	554,1	543,1	535,3	565,5	549,5	2,40	ICP-OES
10	16	553,2	553,8	547,2	545,9	550,0	0,74	ICP-OES
11	41	557,0	553,6	557,5	551,3	554,9	0,53	ICP-OES
12	32	552,5	556,5	558,5	555,0	555,6	0,46	F-AAS
13	50	561,2	549,5	563,0	565,5	559,8	1,27	ICP-OES
14	04	579,0	563,1	556,8	549,7	562,2	2,22	ICP-OES
15	10	569,8	558,6	562,7	560,8	563,0	0,86	ICP-OES
16	34	549,5	578,4	566,6	570,8	566,3	2,16	ICP-OES
17	27	566,9	568,3	559,2	571,8	566,6	0,94	ICP-OES
18	25	571,0	574,0	572,0	566,0	570,8	0,60	ICP-OES
19	17	569,7	576,4	574,1	568,7	572,2	0,64	ICP-OES
20	18	569,8	576,5	574,8	571,0	573,0	0,55	ICP-MS
21	15	581,7	578,9	577,3	580,9	579,7	0,34	ICP-OES
22	30	591,9	565,7	574,6	594,2	581,6	2,36	F-AAS
23	38	585,5	586,8	575,4	581,2	582,2	0,88	ICP-OES
24	43	579,0	592,0	579,1	580,0	582,5	1,09	F-AAS
25	02	595,0	559,6	583,9	592,0	582,6	2,75	TXRF
26	14	581,4	587,3	587,1	583,4	584,8	0,49	ICP-OES
27	06	588,0	585,0	596,0	592,0	590,3	0,81	ICP-OES
28	42	590,3	584,8	579,2	608,2	590,6	2,13	ICP-OES
29	37	578,0	610,0	575,0	606,0	592,3	3,09	ICP-OES
30	49	601,8	597,9	589,0	582,3	592,8	1,48	TXRF
31	52	595,0	600,2	595,7	596,7	596,9	0,39	ICP-MS
32	03	600,6	598,7	595,3	599,5	598,5	0,38	ICP-MS
33	07	599,2	601,4	598,7	602,3	600,4	0,29	ICP-OES
34	09	601,5	601,4	601,0	600,8	601,2	0,05	ICP-OES
35	20	599,6	596,5	604,7	608,8	602,4	0,90	ICP-OES
36	08	602,5	601,3	600,5	606,0	602,6	0,40	F-AAS (SA)
37	51	621,1	600,2	592,5	603,2	604,3	2,00	F-AAS
38	26	601,0	607,0	612,0	600,0	605,0	0,93	ICP-OES
39	29	605,6	611,1	597,0	610,1	606,0	1,06	F-AAS
40	12	610,7	576,8	614,3	622,0	606,0	3,30	ICP-OES
41	47	619,2	605,5	607,1	603,7	608,9	1,15	ICP-MS
42	22	615,8	606,5	606,7	613,8	610,7	0,79	ICP-OES
43	11	620,5	623,8	628,2	612,6	621,3	1,06	ICP-OES
44	53	629,5	624,8	631,4	621,0	626,7	0,75	ICP-MS
45	46 (2)	628,0	629,0	626,0	629,0	628,0	0,23	ICP-OES
46	33	642,6	613,4	633,8	629,4	629,8	1,94	ICP-OES
47	35	632,7	633,7	631,0	627,2	631,2	0,45	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Mangan
Anzahl Labore: 47
Anzahl Einzelwerte: 188

Zertifizierter Wert: 580 mg/kg



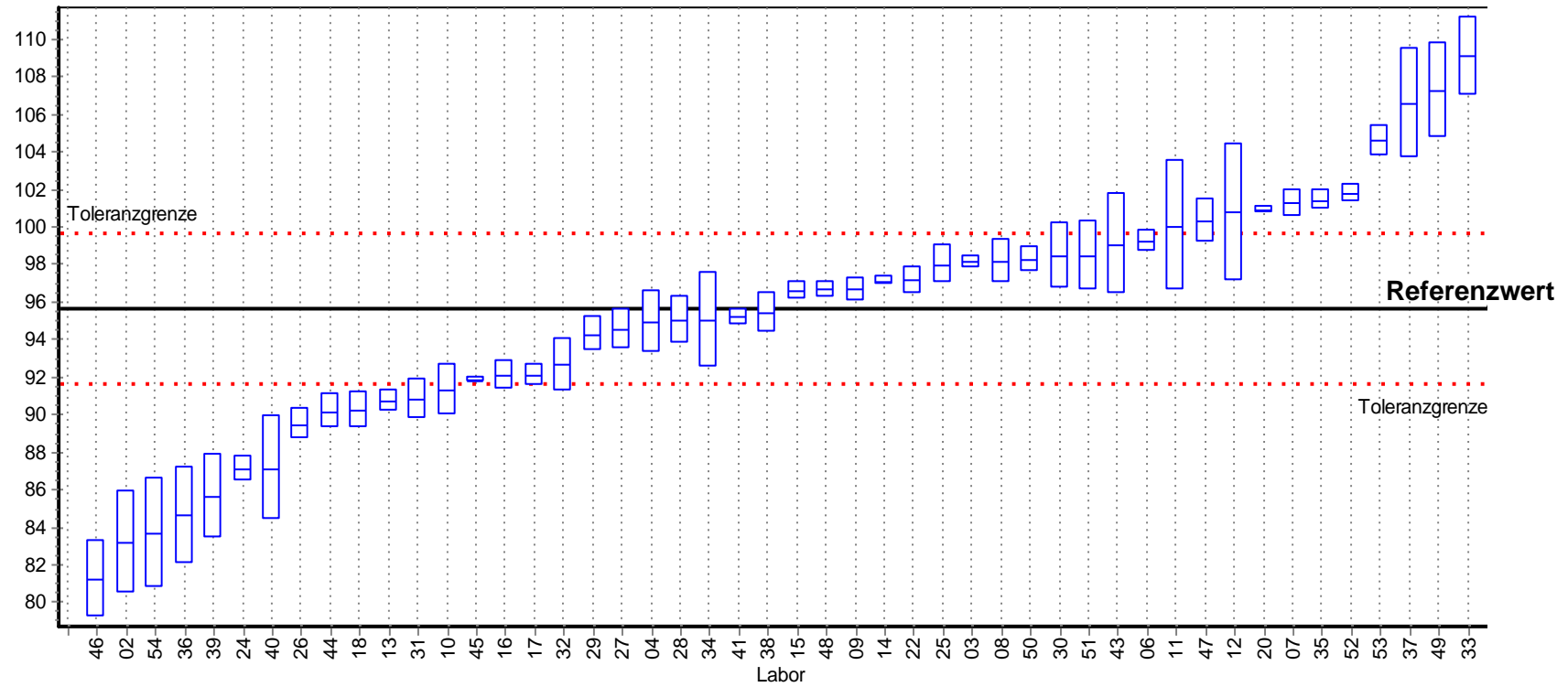
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Nickel

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	46 (2)	83,10	80,40	82,60	78,70	81,20	2,51	ICP-OES
2	02	82,61	83,57	86,57	79,97	83,18	3,28	TXRF
3	54	87,09	80,78	85,09	81,78	83,69	3,49	ICP-OES
4	36	86,88	81,11	84,19	86,21	84,60	3,06	ICP-OES
5	39	87,52	83,84	83,55	87,61	85,63	2,61	ICP-OES
6	24	86,67	88,06	86,60	87,14	87,12	0,77	ICP-OES
7	40	83,19	87,04	89,24	89,03	87,13	3,22	ICP-OES
8	26	89,20	90,70	89,20	88,80	89,48	0,94	ICP-OES
9	44	90,46	91,33	89,60	89,26	90,16	1,03	ICP-OES
10	18	90,88	90,76	90,34	88,77	90,19	1,08	ICP-MS
11	13	89,98	90,49	91,10	91,31	90,72	0,67	ICP-OES
12	31	91,58	91,79	89,60	90,20	90,79	1,17	ICP-OES
13	10	92,84	92,03	90,04	90,20	91,28	1,51	ICP-OES
14	45	91,84	91,65	91,77	92,01	91,82	0,16	ICP-OES
15	17	92,65	92,52	91,67	91,43	92,07	0,66	ICP-OES
16	16	92,15	92,84	92,29	90,99	92,07	0,84	ICP-OES
17	32	90,60	92,75	93,55	93,60	92,63	1,52	F-AAS
18	29	93,02	94,54	94,25	95,19	94,25	0,96	F-AAS
19	27	95,21	94,38	95,54	93,12	94,56	1,14	ICP-OES
20	04	97,44	93,95	93,89	94,39	94,92	1,79	ICP-OES
21	28	95,85	94,96	95,97	93,20	95,00	1,35	ICP-OES
22	34	96,89	92,81	97,51	92,86	95,02	2,67	ICP-OES
23	41	94,56	95,59	95,49	95,01	95,16	0,50	ICP-OES
24	38	95,72	96,61	94,02	95,21	95,39	1,13	ICP-OES
25	15	97,10	96,40	96,00	96,90	96,60	0,51	ICP-OES
26	48	96,25	96,95	96,23	97,13	96,64	0,48	ICP-MS
27	09	96,80	97,50	96,04	96,32	96,67	0,66	ICP-OES
28	14	97,09	97,25	97,26	96,72	97,08	0,26	ICP-OES
29	22	97,39	96,72	96,35	98,05	97,13	0,77	ICP-OES
30	25	98,70	98,60	98,10	96,50	97,98	1,04	ICP-OES
31	03	98,57	97,72	98,15	97,93	98,09	0,37	ICP-MS
32	08	97,09	99,05	97,25	99,26	98,16	1,17	ET-AAS
33	50	98,68	98,01	98,96	97,34	98,25	0,74	ICP-OES
34	30	97,72	96,57	98,67	100,70	98,42	1,78	F-AAS
35	51	99,86	95,86	98,43	99,56	98,43	1,85	ICP-OES
36	43	99,00	102,60	96,16	98,45	99,05	2,69	ET-AAS
37	06	99,90	99,20	98,50	99,30	99,23	0,58	ICP-MS
38	11	99,87	95,18	101,99	103,00	100,01	3,47	ICP-OES
39	47	100,40	99,92	101,90	99,05	100,32	1,19	ICP-MS
40	12	101,70	95,35	102,10	103,80	100,74	3,68	ICP-OES
41	20	100,90	100,80	101,20	100,70	100,90	0,21	ICP-OES
42	07	100,40	101,50	100,90	102,10	101,23	0,73	ICP-OES
43	35	100,80	101,70	102,00	101,10	101,40	0,54	ICP-OES
44	52	101,90	102,00	102,00	101,00	101,73	0,48	ICP-MS
45	53	105,20	104,20	105,30	103,50	104,55	0,82	ICP-MS
46	37	107,80	108,10	108,10	102,10	106,53	2,77	ICP-OES
47	49	107,90	108,90	108,60	103,50	107,23	2,35	TXRF
48	33	105,90	110,00	110,10	110,20	109,05	1,93	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Nickel
Anzahl Labore: 48
Anzahl Einzelwerte: 192

Zertifizierter Wert: 95,6 mg/kg



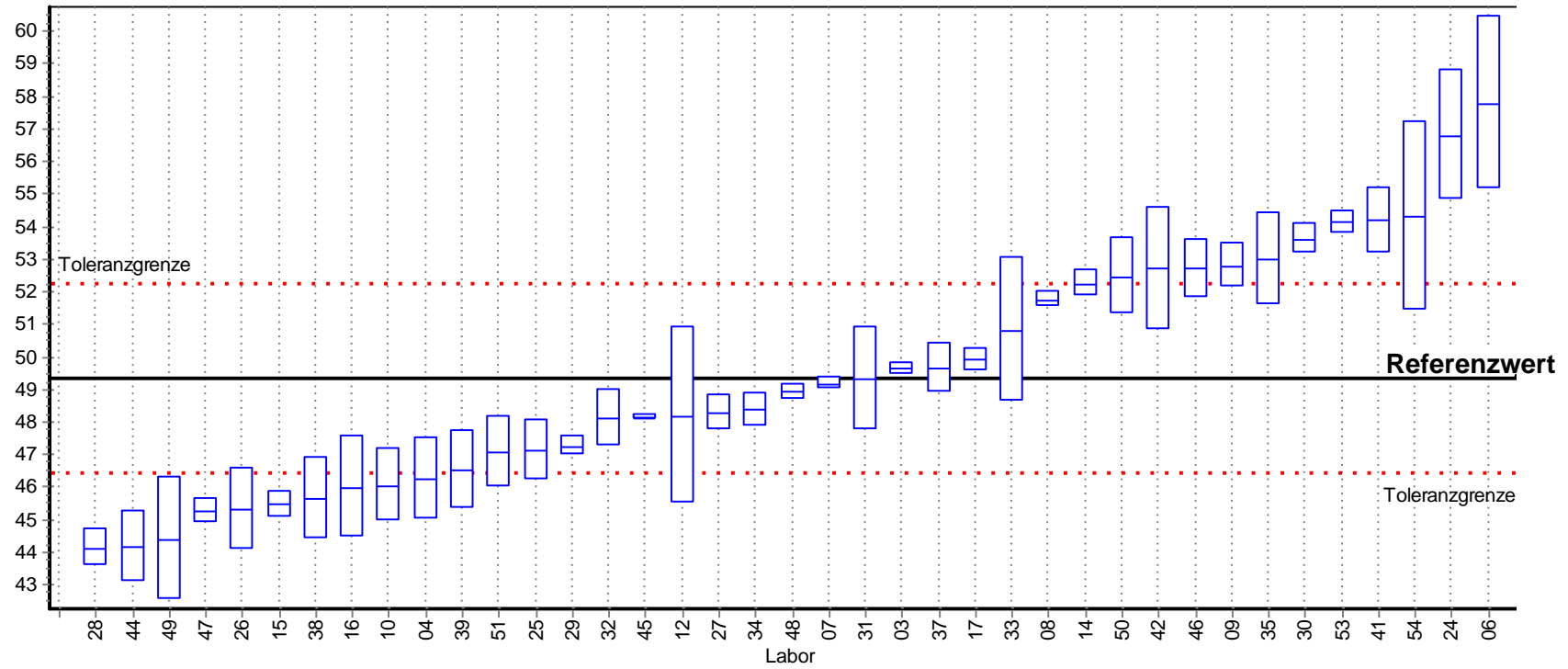
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Quecksilber

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	28	44,15	43,97	44,87	43,54	44,13	1,26	ICP-OES
2	44	42,66	44,89	45,06	44,03	44,16	2,48	CV-AAS
3	49	43,18	45,02	46,76	42,62	44,40	4,24	TXRF
4	47	45,72	45,28	45,20	44,79	45,25	0,84	ICP-MS
5	26	46,10	44,50	44,00	46,60	45,30	2,75	CV-AAS
6	15	45,16	45,94	45,29		45,46	0,92	CV-AAS
7	38	45,78	45,42	47,20	44,14	45,64	2,76	CV-AAS
8	16	43,87	45,81	46,78	47,51	45,99	3,43	CV-AAS
9	10	47,54	45,14	46,22	45,24	46,03	2,42	ICP-OES
10	04	44,81	46,99	45,59	47,60	46,25	2,76	ICP-OES
11	39	45,89	46,98	48,00	45,21	46,52	2,64	CV-AAS
12	51	47,93	45,47	47,53	47,33	47,07	2,32	CV-AAS
13	25	45,90	47,76	46,95	47,90	47,13	1,95	CV-AAS
14	29	47,55	47,37	46,84	47,18	47,24	0,64	CV-AAS
15	32	47,66	49,25	47,20	48,29	48,10	1,84	CV-AAS
16	45	48,12	48,00	48,22	48,16	48,13	0,19	CV-AAS
17	12	47,85	44,46	49,89	50,53	48,18	5,67	ICP-OES
18	27	48,98	48,18	47,69	48,21	48,27	1,10	CV-AAS
19	34	49,11	47,90	48,38	48,07	48,37	1,11	CV-AAS
20	48	49,17	48,65	49,06	48,79	48,92	0,49	CV-AAS
21	07	48,92	49,22	49,36	49,18	49,17	0,37	ICP-OES
22	31	47,27	48,93	50,26	50,88	49,34	3,24	CV-AAS
23	03	49,81	49,52	49,71	49,44	49,62	0,34	ICP-MS
24	37	49,00	50,40	50,20	49,00	49,65	1,52	CV-AAS
25	17	50,13	49,40	49,94	50,12	49,90	0,69	CV-AAS
26	33	50,63	53,67	48,30	50,69	50,82	4,33	CV-AAS
27	08	51,72	51,44	51,74	52,05	51,74	0,48	CV-AAS
28	14	52,68	51,79	52,50	52,02	52,25	0,79	CV-AAS
29	50	51,72	51,52	54,12	52,48	52,46	2,25	CV-AAS
30	42	54,66	50,39	51,97	53,76	52,70	3,61	CV-AAS
31	46 (2)	52,20	51,70	53,20	53,70	52,70	1,73	CV-AAS
32	09	52,06	52,83	53,43		52,77	1,30	CV-AAS
33	35	51,41	52,35	53,54	54,72	53,01	2,71	CV-AAS
34	30	53,90	53,83	53,83	52,91	53,62	0,88	CV-AAS
35	53	53,83	53,83	54,61	54,23	54,13	0,69	ICP-MS
36	41	54,81	53,29	55,24	53,36	54,18	1,84	CV-AAS
37	54	52,19	51,55	57,55	55,92	54,30	5,34	CV-AAS
38	24	54,47	56,25	59,24	57,22	56,80	3,50	CV-AAS
39	06	54,61	58,69	56,90	60,91	57,78	4,63	CV-AAS

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Quecksilber
Anzahl Labore: 39
Anzahl Einzelwerte: 154

Zertifizierter Wert: 49,3 mg/kg



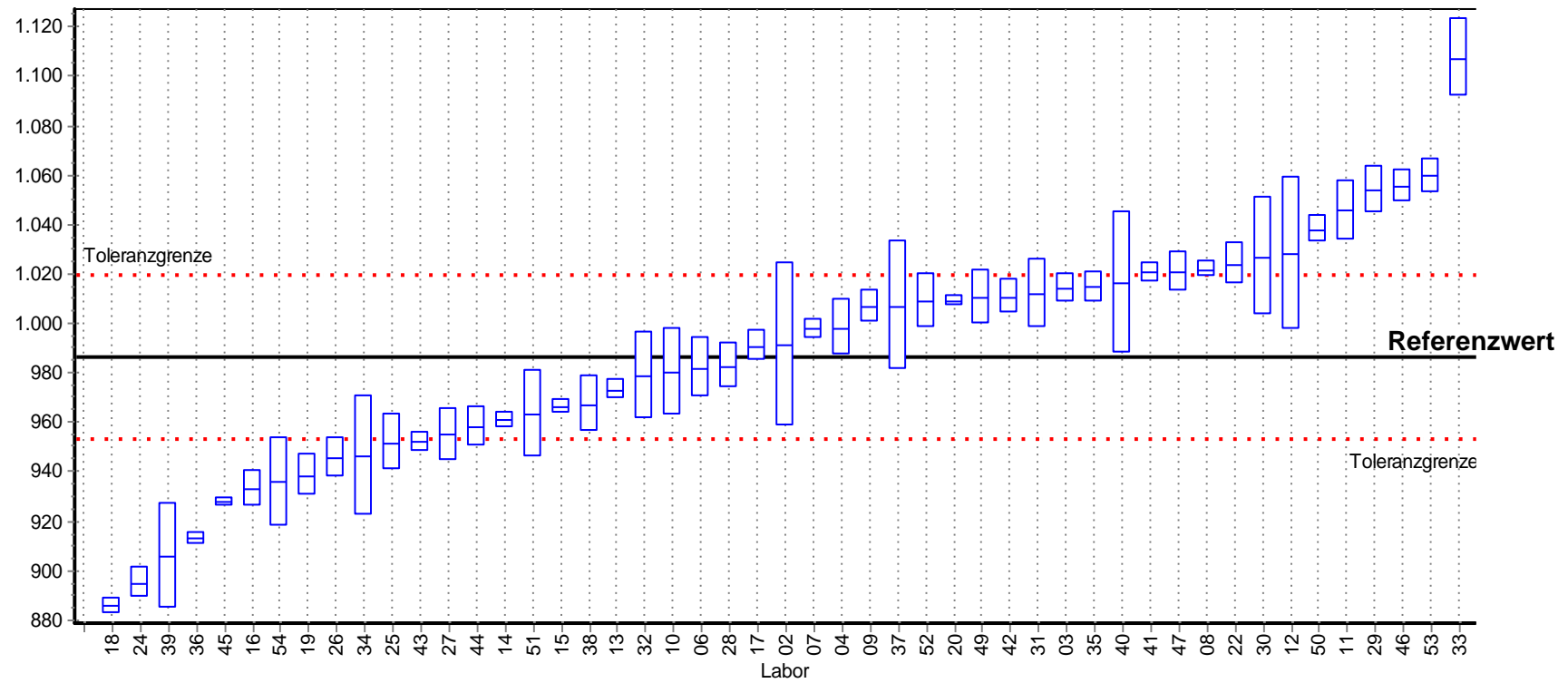
Anhang 1: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(mit Königswasser extrahierbarer Gehalt)

Zink

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	18	885,2	889,2	886,6	881,0	885,5	0,39	ICP-MS
2	24	889,0	893,6	893,3	904,0	895,0	0,71	ICP-OES
3	39	907,5	897,5	883,4	933,8	905,6	2,35	ICP-OES
4	36	914,8	914,6	913,3	909,1	913,0	0,29	ICP-OES
5	45	927,3	925,2	929,1	928,5	927,5	0,19	ICP-OES
6	16	938,0	924,7	928,7	940,7	933,0	0,81	ICP-OES
7	54	919,6	927,5	935,0	961,3	935,9	1,93	ICP-OES
8	19	929,2	939,8	949,4	935,1	938,4	0,91	ICP-OES
9	26	953,0	951,0	941,0	936,0	945,3	0,86	ICP-OES
10	34	910,6	963,4	952,2	958,4	946,2	2,55	ICP-OES
11	25	956,0	951,0	963,0	936,0	951,5	1,20	ICP-OES
12	43	947,3	951,7	950,6	957,7	951,8	0,46	F-AAS
13	27	957,2	938,7	960,1	962,9	954,7	1,15	ICP-OES
14	44	956,0	969,7	952,6	952,6	957,7	0,85	ICP-OES
15	14	957,8	964,9	960,8	959,1	960,7	0,32	ICP-OES
16	51	973,7	938,1	964,4	977,4	963,4	1,84	ICP-OES
17	15	969,4	967,7	964,0	963,6	966,2	0,29	ICP-OES
18	38	969,5	980,7	952,6	965,9	967,2	1,20	ICP-OES
19	13	977,4	974,3	968,2	972,3	973,1	0,40	ICP-OES
20	32	964,0	1000,0	986,0	964,0	978,5	1,81	F-AAS
21	10	1003,0	982,7	975,1	960,3	980,3	1,81	ICP-OES
22	06	979,0	999,0	979,0	970,0	981,8	1,25	ICP-OES
23	28	995,7	976,5	982,2	975,8	982,6	0,94	ICP-OES
24	17	998,9	990,9	990,3	983,1	990,8	0,65	ICP-OES
25	02	1037,3	989,4	959,2	979,3	991,3	3,34	TXRF
26	07	995,8	1001,6	993,2	999,6	997,6	0,38	ICP-OES
27	04	1010,0	997,9	1002,0	982,7	998,2	1,15	ICP-OES
28	09	997,3	1008,3	1011,9	1010,0	1006,9	0,65	ICP-OES
29	37	983,0	1009,0	993,0	1043,0	1007,0	2,61	ICP-OES
30	20	1012,0	1007,0	1008,0	1009,0	1009,0	0,21	ICP-OES
31	52	1023,0	1010,0	1007,0	996,0	1009,0	1,10	ICP-MS
32	49	1014,0	1012,0	1020,0	994,3	1010,1	1,09	TXRF
33	42	1012,5	1010,6	1001,0	1017,8	1010,5	0,69	ICP-OES
34	31	1017,0	1028,0	996,0	1006,0	1011,8	1,37	ICP-OES
35	03	1016,0	1021,0	1010,0	1008,0	1013,8	0,58	ICP-MS
36	35	1022,0	1016,0	1012,0	1008,0	1014,5	0,59	ICP-OES
37	40	977,1	1013,0	1034,0	1041,0	1016,3	2,82	ICP-OES
38	41	1020,0	1015,0	1024,0	1023,0	1020,5	0,40	ICP-OES
39	47	1020,0	1016,0	1032,0	1015,0	1020,8	0,76	ICP-MS
40	08	1027,0	1021,0	1020,0	1019,0	1021,8	0,35	F-AAS
41	22	1028,0	1014,0	1021,0	1033,0	1024,0	0,81	ICP-OES
42	30	1049,0	1034,0	992,8	1031,0	1026,7	2,33	F-AAS
43	12	1034,0	983,4	1042,0	1053,0	1028,1	3,00	ICP-OES
44	50	1042,0	1030,0	1040,0	1040,0	1038,0	0,52	ICP-OES
45	11	1049,8	1036,9	1060,8	1034,7	1045,6	1,16	ICP-OES
46	29	1044,0	1066,0	1056,0	1049,0	1053,8	0,90	F-AAS
47	46 (2)	1061,0	1053,0	1047,0	1061,0	1055,5	0,64	ICP-OES
48	53	1067,5	1054,8	1063,6	1053,0	1059,7	0,66	ICP-MS
49	33	1093,0	1098,0	1109,0	1129,0	1107,3	1,44	ICP-OES

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Königswasser-Extraktion
Parameter: Zink
Anzahl Labore: 49
Anzahl Einzelwerte: 196

Zertifizierter Wert: 990 mg/kg



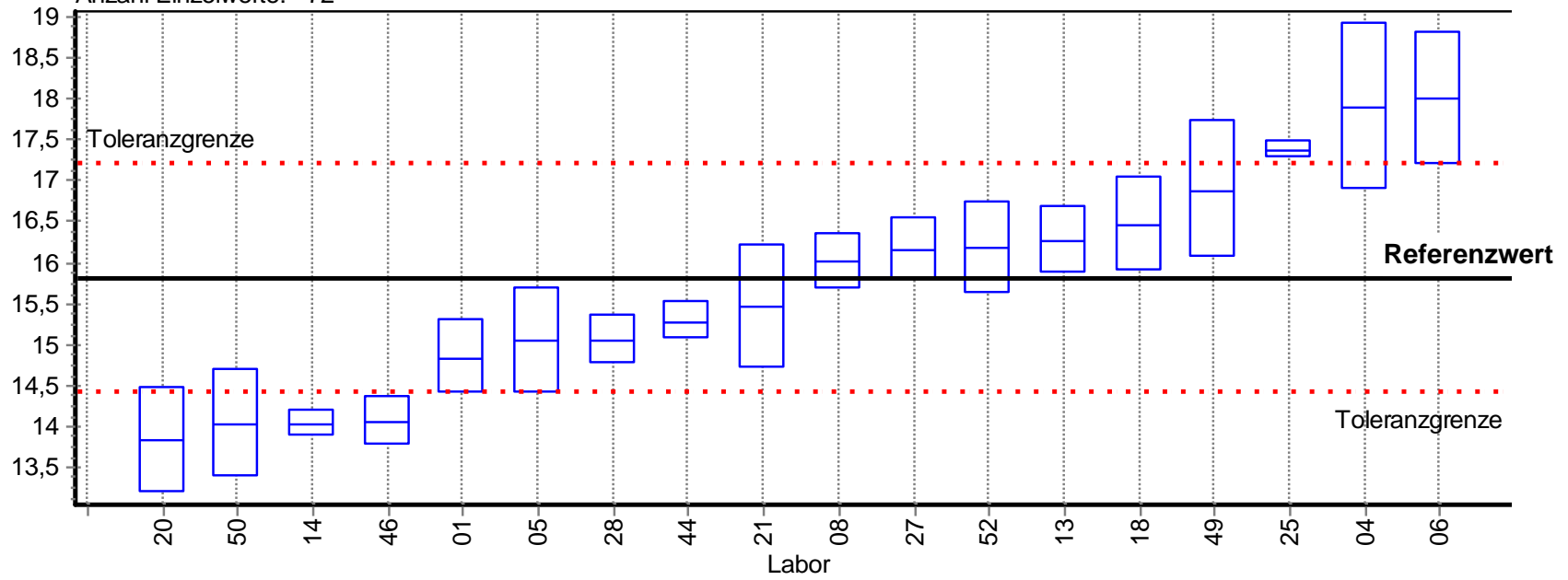
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Arsen

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	20	13,60	13,21	14,74	13,71	13,82	4,73	HG-ICP-OES	Druckaufschluss
2	50	14,63	14,50	13,67	13,24	14,01	4,76	HG-AAS	Druckaufschluss
3	14	13,96	13,90	14,28	13,96	14,03	1,23	ET-AAS	Druckaufschluss
4	46 (2)	14,40	14,20	13,90	13,70	14,05	2,21	ICP-OES	offener Aufschluss
5	01	15,10	14,60	14,30	15,30	14,83	3,08	IPAA	Feststoffanalytik
6	05	14,17	15,01	15,23	15,72	15,03	4,30	INAA	Feststoffanalytik
7	28	14,98	15,48	14,92	14,79	15,04	2,01	ICP-OES	Druckaufschluss
8	44	15,59	15,28	15,25	14,99	15,28	1,61	ICP-OES	offener Aufschluss
9	21	16,33	15,83	14,91	14,74	15,45	4,89	ICP-MS	Druckaufschluss
10	08	15,74	16,00	16,50	15,77	16,00	2,20	HG-AAS	Druckaufschluss
11	27	16,63	16,33	15,89	15,78	16,16	2,44	HG-AAS	Druckaufschluss
12	52	16,38	16,55	16,44	15,31	16,17	3,57	ICP-MS	Druckaufschluss
13	13	15,71	16,32	16,73	16,32	16,27	2,58	ICP-OES	offener Aufschluss
14	18	17,18	16,47	15,75	16,42	16,46	3,55	ICP-MS	Druckaufschluss
15	49	17,72	16,07	17,49	16,27	16,89	4,96	TXRF	Druckaufschluss
16	25	17,54	17,39	17,31	17,28	17,38	0,67	HG-AAS	Druckaufschluss
17	04	18,15	18,48	16,37	18,57	17,89	5,76	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
18	06	18,00	17,00	18,00	19,00	18,00	4,54	RFA	Wachs-Pressling

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Arsen
Anzahl Labore: 18
Anzahl Einzelwerte: 72

Zertifizierter Wert: 15,8 mg/kg



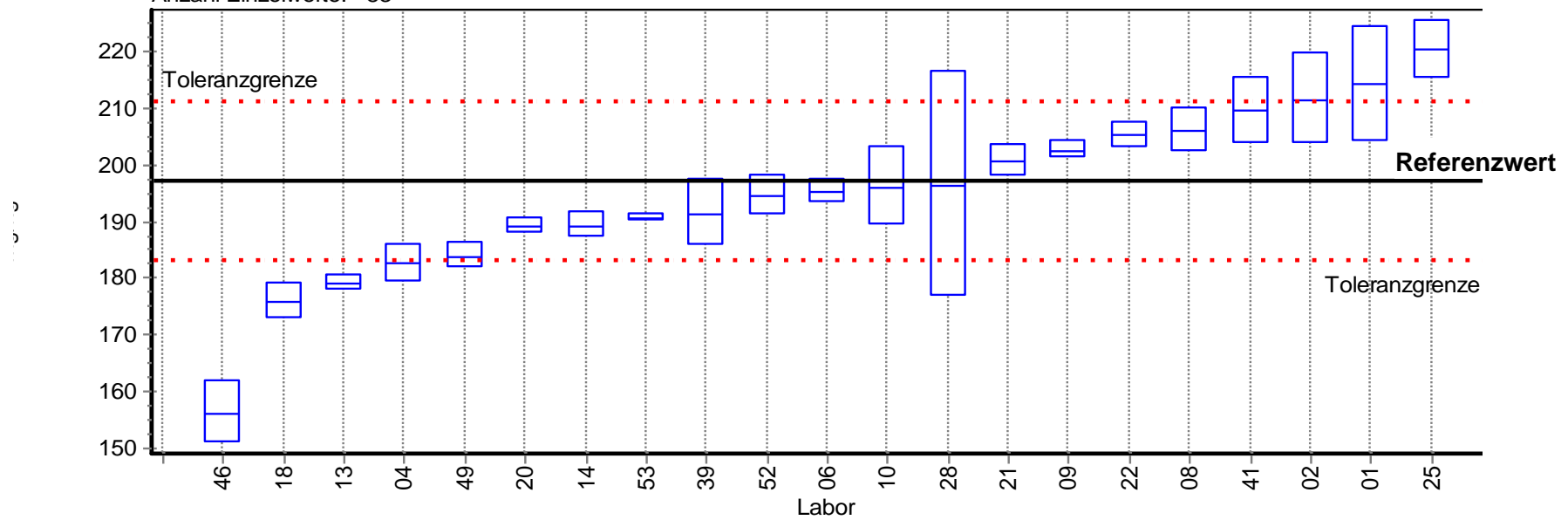
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Blei

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	46 (1)	159	160	158	148	156,3	3,56	ICP-OES	offener Aufschluss
2	18	180	176,7	172,7	173,7	175,8	1,87	ICP-MS	Druckaufschluss
3	13	177,1	178,6	179,6	180,5	179,0	0,81	ICP-OES	offener Aufschluss
4	04	181,6	187,4	181,1	179,9	182,5	1,83	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
5	49	183	185,3	186,1	181,1	183,9	1,23	TXRF	Druckaufschluss
6	20	188,7	188,4	191,3	187,8	189,1	0,82	ICP-OES	Druckaufschluss
7	14	187,4	191,4	190,9	187,4	189,3	1,15	ICP-OES	Druckaufschluss
8	53	191,3	189,7	190,9	190,8	190,7	0,36	ICP-MS	Druckaufschluss
9	39	187,8	186,5	199,7	191,3	191,3	3,10	ICP-OES	Druckaufschluss
10	52	193,2	199	190,6	195,5	194,6	1,83	ICP-MS	Druckaufschluss
11	06	192	196	197	196	195,3	1,14	RFA	Wachs-Pressling
12	10	194,3	204,4	197,8	187,7	196,1	3,55	ICP-OES	offener Aufschluss
13	28	168,6	196,4	214,4	206,4	196,5	10,17	ICP-OES	Druckaufschluss
14	21	201,6	199	197,3	203,9	200,5	1,45	ICP-MS	Druckaufschluss
15	09	202,6	204,6	200,9	202	202,5	0,77	ICP-OES	Druckaufschluss
16	22	203	208,4	204,9	204,4	205,2	1,12	ICP-OES	Druckaufschluss
17	08	202,9	207,3	202,9	210,9	206,0	1,88	ET-AAS	Druckaufschluss
18	41	203,6	210,5	206,6	217,2	209,5	2,80	ICP-MS	Druckaufschluss
19	02	202,5	213,8	218,3		211,5	3,85	TXRF	Druckaufschluss
20	01	212,3	209,2	206,2	229	214,2	4,76	IPAA	Feststoffanalytik
21	25	227	221	218	215	220,3	2,33	ICP-OES	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Blei
Anzahl Labore: 21
Anzahl Einzelwerte: 83

Zertifizierter Wert: 197 mg/kg



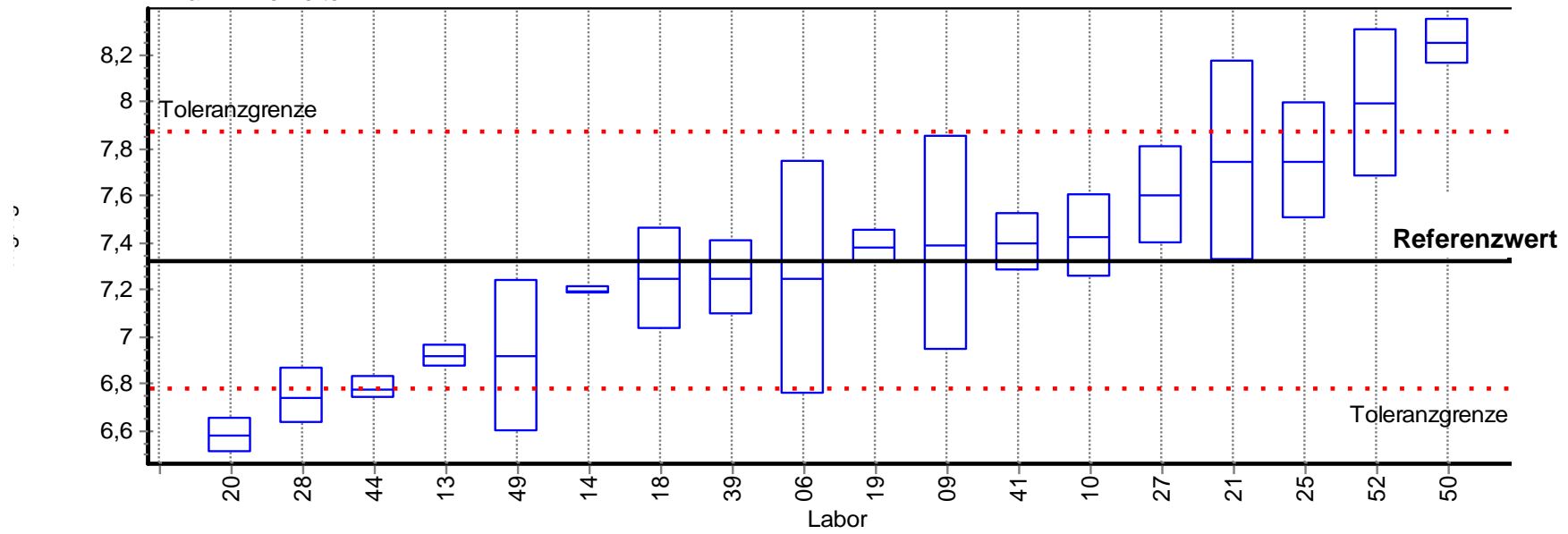
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Cadmium

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	20	6,485	6,536	6,639	6,639	6,575	1,17	ICP-OES	Druckaufschluss
2	28	6,616	6,708	6,906	6,730	6,740	1,80	ICP-OES	Druckaufschluss
3	44	6,836	6,785	6,716	6,767	6,776	0,73	ICP-OES	offener Aufschluss
4	13	6,841	6,953	6,941	6,915	6,913	0,73	ICP-OES	offener Aufschluss
5	49	6,875	6,472	7,225	7,081	6,913	4,74	TXRF	Druckaufschluss
6	09	6,946	7,361		7,867	7,391	6,24	ICP-OES	Druckaufschluss
7	14	7,181	7,199	7,174	7,213	7,192	0,25	ET-AAS	Druckaufschluss
8	18	7,529	7,292	7,049	7,100	7,243	3,01	ICP-MS	Druckaufschluss
9	39	7,086	7,256	7,469	7,176	7,247	2,26	ET-AAS	Druckaufschluss
10	06	7,000	7,000	7,000	8,000	7,250	6,90	RFA	Wachs-Pressling
11	19	7,442	7,440	7,325	7,309	7,379	0,97	ICP-OES	Druckaufschluss
12	41	7,496	7,339	7,258	7,516	7,402	1,68	ICP-MS	Druckaufschluss
13	10	7,220	7,466	7,652	7,364	7,426	2,45	ICP-OES	offener Aufschluss
14	27	7,722	7,541	7,803	7,333	7,600	2,75	ET-AAS	Druckaufschluss
15	21	8,115	7,954	7,132	7,780	7,745	5,57	ICP-MS	Druckaufschluss
16	25	7,510	7,560	7,930	7,990	7,748	3,19	ICP-OES	Druckaufschluss
17	52	7,620	8,304	7,853	8,195	7,993	3,93	ICP-MS	Druckaufschluss
18	50	8,148	8,275	8,223	8,377	8,256	1,17	ET-AAS	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Cadmium
Anzahl Labore: 18
Anzahl Einzelwerte: 71

Zertifizierter Wert: 7,32 mg/kg



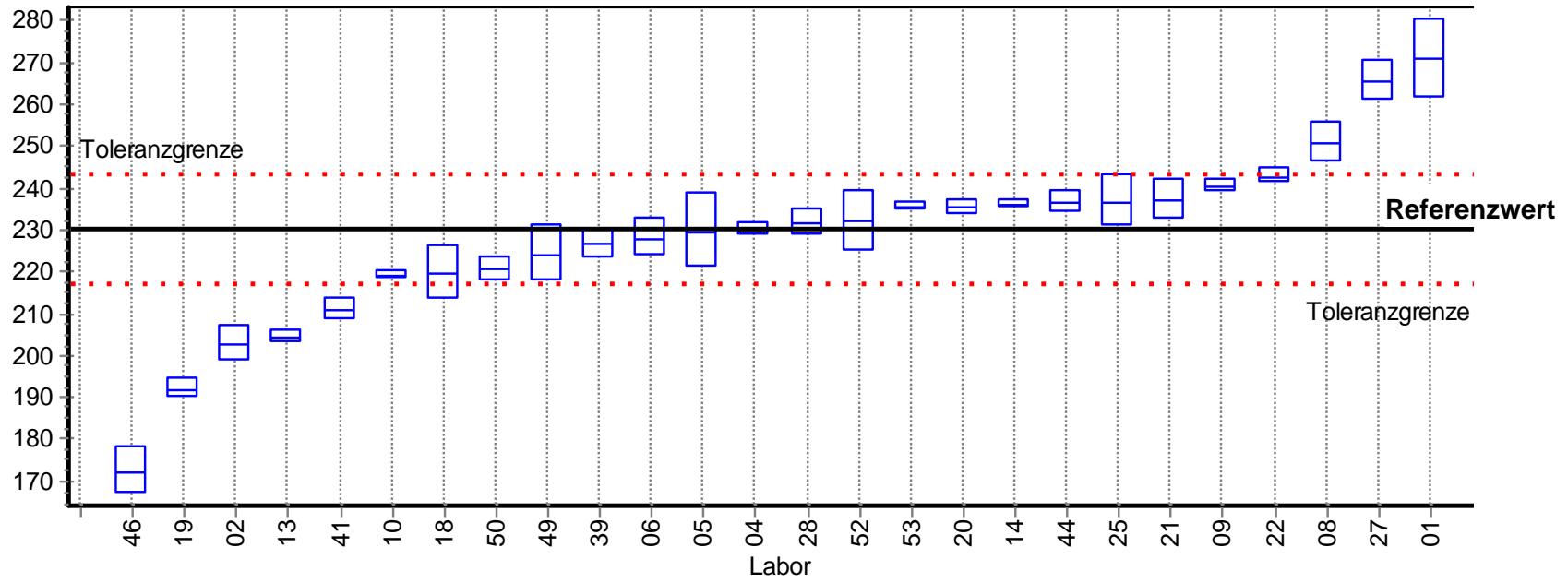
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse

Chrom (Gesamtgehalt)

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	46 (1)	176,0	176,0	173,0	164,0	172,3	3,30	ICP-OES	offener Aufschluss
2	19	189,5	190,3	195,4	192,3	191,9	1,37	ICP-OES	Druckaufschluss
3	02	197,9	206,6	203,5		202,7	2,18	TXRF	Druckaufschluss
4	13	205,1	202,6	206,5	203,8	204,5	0,82	ICP-OES	offener Aufschluss
5	41	212,3		207,4	212,1	210,6	1,32	ICP-OES	Druckaufschluss
6	10	218,5	220,2	219,9	217,6	219,1	0,56	ICP-OES	offener Aufschluss
7	18	229,2	217,7	213,8	217,3	219,5	3,05	ICP-MS	Druckaufschluss
8	50	219,4	217,3	220,6	224,4	220,4	1,35	ICP-OES	Druckaufschluss
9	49	229,3	230,4	221,4	215,5	224,2	3,13	TXRF	Druckaufschluss
10	39	225,5	228,6	229,8	222,2	226,5	1,50	ICP-OES	Druckaufschluss
11	06	223,0	225,0	232,0	232,0	228,0	2,06	RFA	Wachs-Pressling
12	05	227,0	220,1	229,4	241,9	229,6	3,96	INAA	Feststoffanalytik
13	04	229,8	231,4	228,0	230,8	230,0	0,65	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
14	28	228,7	230,0	235,7	231,8	231,6	1,31	ICP-OES	Druckaufschluss
15	52	233,7	232,3	222,3	240,0	232,1	3,16	ICP-MS	Druckaufschluss
16	53	234,8	234,6	237,0	234,8	235,3	0,49	ICP-MS	Druckaufschluss
17	20	233,1	237,5	234,7	236,2	235,4	0,81	ICP-OES	Druckaufschluss
18	14	235,7	234,4	237,0	236,1	235,8	0,46	ICP-OES	Druckaufschluss
19	44	233,7	238,1	239,5	235,1	236,6	1,13	ICP-OES	offener Aufschluss
20	25	239,0	228,0	237,0	243,0	236,8	2,68	ICP-OES	Druckaufschluss
21	21	242,0	240,4	234,8	231,3	237,1	2,09	ICP-MS	Druckaufschluss
22	09	238,0	239,7	241,9	241,1	240,2	0,71	ICP-OES	Druckaufschluss
23	22	244,8	240,4	242,9	242,9	242,8	0,74	ICP-OES	Druckaufschluss
24	08	250,2	254,5	254,6	244,2	250,9	1,95	ET-AAS	Druckaufschluss
25	27	265,3	258,9	271,4	266,3	265,5	1,93	ICP-OES	Druckaufschluss
26	01	283,0	260,0	269,0	271,0	270,8	3,50	IPAA	Feststoffanalytik

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Chrom
Anzahl Labore: 26
Anzahl Einzelwerte: 102

Zertifizierter Wert: 230 mg/kg



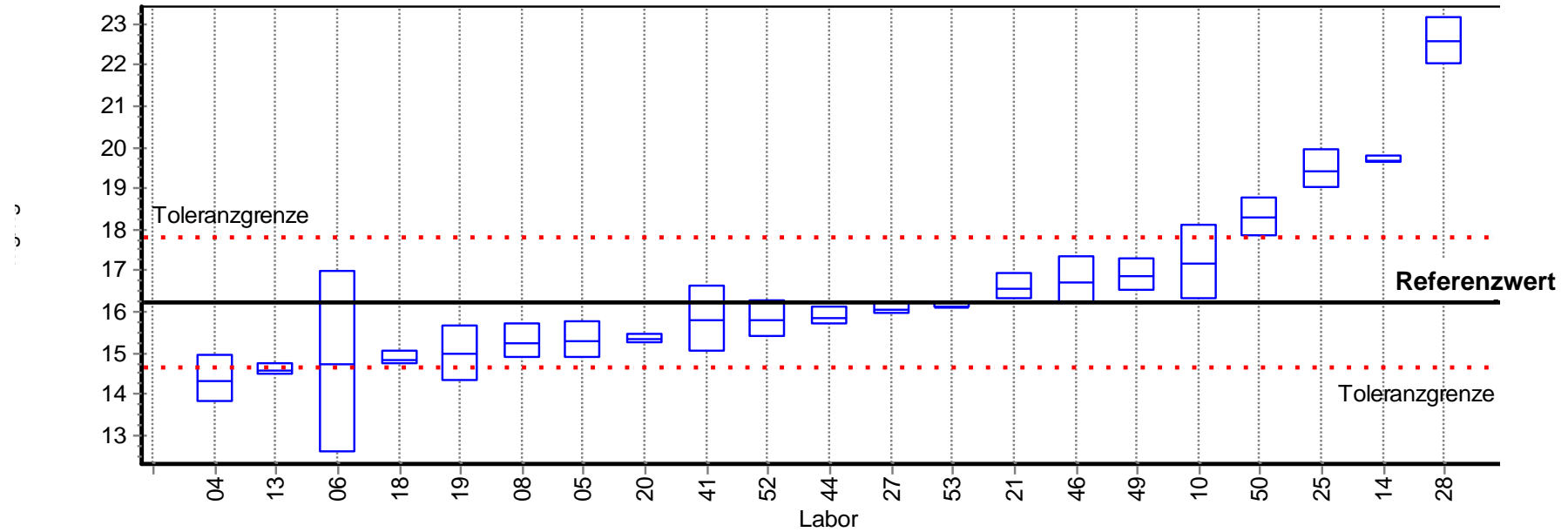
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Cobalt

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	04	13,64	14,99	14,60	14,08	14,33	4,12	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
2	13	14,39	14,59	14,79	14,49	14,57	1,17	ICP-OES	offener Aufschluss
3	06	12,00	14,00	17,00	16,00	14,75	15,03	RFA	Wachs-Pressling
4	18	15,05	14,76	14,63	14,95	14,85	1,27	ICP-MS	Druckaufschluss
5	19	14,10	14,85	15,70	15,20	14,96	4,49	ICP-OES	Druckaufschluss
6	08	15,57	14,90	15,66	14,85	15,25	2,82	ET-AAS	Druckaufschluss
7	05	15,12	14,81	15,24	15,91	15,27	3,04	INAA	Feststoffanalytik
8	20	15,23	15,22	15,38	15,44	15,32	0,72	ICP-OES	Druckaufschluss
9	41	16,73	16,25	14,98	15,27	15,81	5,19	ICP-MS	Druckaufschluss
10	52	16,18	15,40	16,23	15,44	15,81	2,87	ICP-MS	Druckaufschluss
11	44	15,90	16,07	15,98	15,52	15,87	1,52	ICP-OES	offener Aufschluss
12	27	16,22	16,12	16,00	15,84	16,05	1,02	ICP-OES	Druckaufschluss
13	53	16,17	16,11	16,03	16,18	16,12	0,43	ICP-MS	Druckaufschluss
14	21	17,10	16,51	16,40	16,32	16,58	2,13	ICP-MS	Druckaufschluss
15	46 (2)	17,20	17,00	16,80	15,90	16,73	3,43	ICP-OES	offener Aufschluss
16	49	17,02	16,91	16,30	17,26	16,87	2,42	TXRF	Druckaufschluss
17	10	17,39	16,57	18,40	16,38	17,19	5,36	ICP-OES	offener Aufschluss
18	50	18,07	18,07	17,96	19,00	18,28	2,66	ICP-OES	Druckaufschluss
19	25	19,40	19,50	18,80	20,00	19,43	2,54	ICP-OES	Druckaufschluss
20	14	19,66	19,68	19,58	19,80	19,68	0,46	ICP-OES	Druckaufschluss
21	28 (1)	21,75	22,52	23,11	22,82	22,55	2,60	ICP-OES	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Cobalt
Anzahl Labore: 21
Anzahl Einzelwerte: 84

Zertifizierter Wert: 16,2 mg/kg



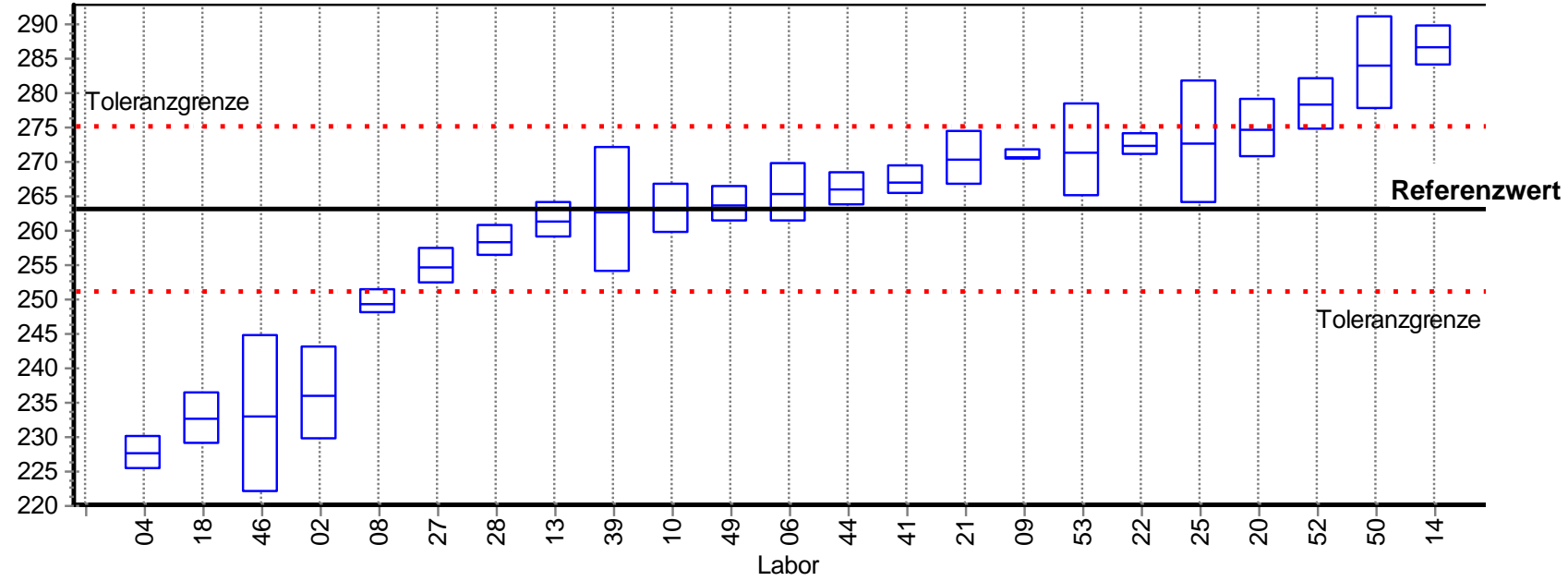
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Kupfer

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	04	230,2	227,8	224,4	227,3	227,4	1,05	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
2	18	237,0	231,2	228,2	233,2	232,4	1,59	ICP-MS	Druckaufschluss
3	46 (2)	237,0	234,0	244,0	217,0	233,0	4,92	ICP-OES	offener Aufschluss
4	02	228,4	238,9	240,9		236,1	2,84	TXRF	Druckaufschluss
5	08	250,2	250,5	250,1	246,5	249,3	0,76	ET-AAS	Druckaufschluss
6	27	257,0	255,8	250,8	254,3	254,5	1,06	ICP-OES	Druckaufschluss
7	28	256,6	256,5	261,5	258,3	258,2	0,90	ICP-OES	Druckaufschluss
8	13	262,2	261,2	257,6	264,2	261,3	1,06	ICP-OES	offener Aufschluss
9	39	256,6	257,2	276,2	261,1	262,8	3,49	ICP-OES	Druckaufschluss
10	10	262,0	267,7	258,8	262,7	262,8	1,40	ICP-OES	offener Aufschluss
11	49	265,2	259,5	264,5	265,4	263,7	1,06	TXRF	Druckaufschluss
12	06	260,0	264,0	267,0	270,0	265,3	1,61	RFA	Wachs-Pressling
13	44	269,0	266,4	265,0	263,2	265,9	0,92	ICP-OES	offener Aufschluss
14	41	265,1	270,3	266,2	266,8	267,1	0,84	ICP-OES	Druckaufschluss
15	21	271,0	275,9	267,3	267,3	270,4	1,51	ICP-MS	Druckaufschluss
16	09	270,9	269,7	271,0	271,4	270,8	0,27	ICP-OES	Druckaufschluss
17	53	270,8	281,0	264,9	269,0	271,4	2,52	ICP-MS	Druckaufschluss
18	22	270,5	272,1	272,4	274,3	272,3	0,57	ICP-OES	Druckaufschluss
19	25	283,0	261,0	273,0	273,0	272,5	3,30	ICP-OES	Druckaufschluss
20	20	271,2	271,7	275,3	280,5	274,7	1,56	ICP-OES	Druckaufschluss
21	52	281,9	281,3	274,4	275,6	278,3	1,38	ICP-MS	Druckaufschluss
22	50	279,4	278,3	285,5	293,3	284,1	2,42	ICP-OES	Druckaufschluss
23	14	285,4	285,7	291,2	284,8	286,8	1,04	ICP-OES	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Kupfer
Anzahl Labore: 23
Anzahl Einzelwerte: 91

Zertifizierter Wert: 263 mg/kg



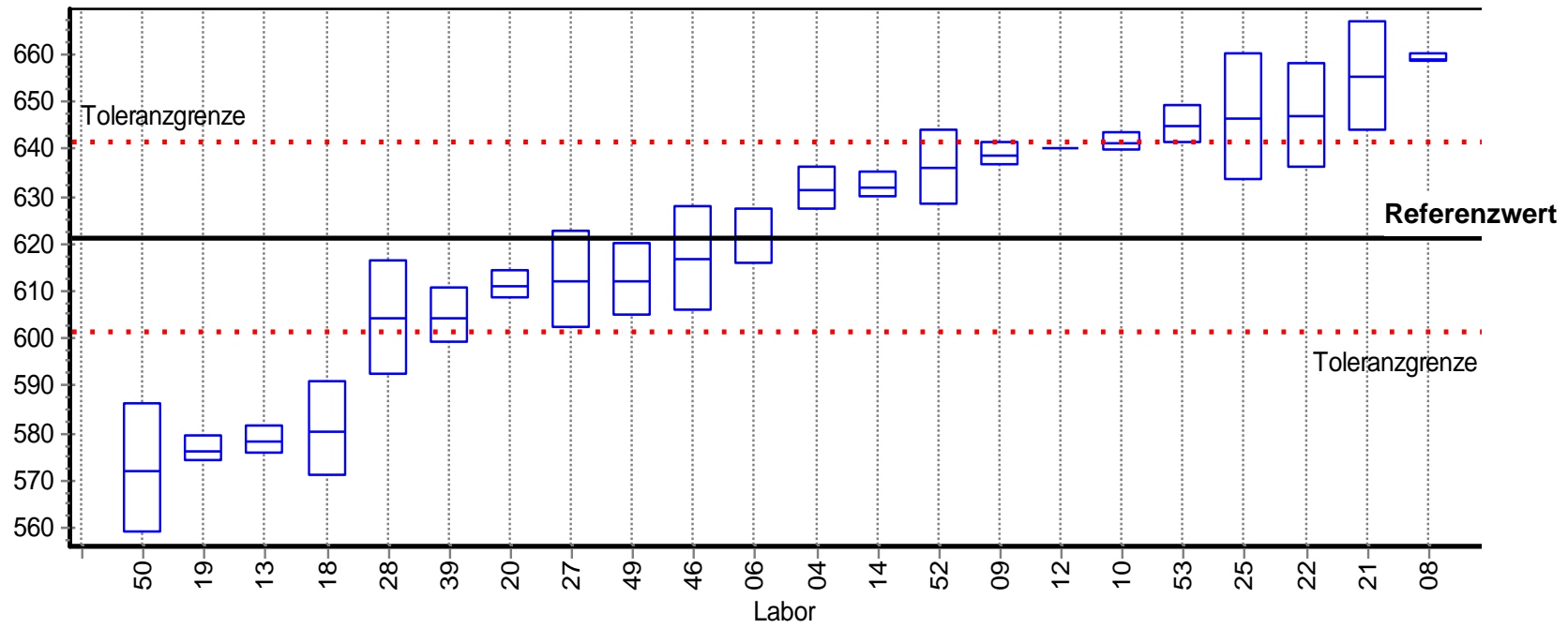
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Mangan

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	50	572,3	564,0	560,8	591,4	572,1	2,40	ICP-OES	Druckaufschluss
2	19	572,7	579,3	575,2	577,4	576,2	0,49	ICP-OES	Druckaufschluss
3	13	580,5	574,4	580,5	577,4	578,2	0,51	ICP-OES	offener Aufschluss
4	18	595,4	576,6	571,9	578,0	580,5	1,77	ICP-MS	Druckaufschluss
5	28	589,5	599,5	617,9	609,0	604,0	2,02	ICP-OES	Druckaufschluss
6	39	605,7	607,9	608,4	595,8	604,5	0,97	ICP-OES	Druckaufschluss
7	20	608,4	609,6	615,2	610,6	611,0	0,49	ICP-OES	Druckaufschluss
8	27	617,3	598,1	609,8	622,1	611,8	1,71	ICP-OES	Druckaufschluss
9	49	610,0	622,7	610,4	604,4	611,9	1,26	TXRF	Druckaufschluss
10	46 (2)	612,0	611,0	610,0	633,0	616,5	1,79	ICP-OES	offener Aufschluss
11	06	616,0	620,0	619,0	630,0	621,3	0,98	RFA	Wachs-Pressling
12	04	635,1	631,2	634,3	625,0	631,4	0,73	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
13	14	632,3	630,9	629,0	635,8	632,0	0,45	ICP-OES	Druckaufschluss
14	52	634,9	625,9	645,3	636,9	635,8	1,25	ICP-MS	Druckaufschluss
15	09	638,4	635,9	641,8	638,4	638,6	0,38	ICP-OES	Druckaufschluss
16	12	640,0	640,0	640,0		640,0	0,00	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiumtetraborat
17	10	642,3	640,6	643,1	638,8	641,2	0,30	ICP-OES	offener Aufschluss
18	53	643,9	648,5	647,8	639,1	644,8	0,67	ICP-MS	Druckaufschluss
19	25	651,0	627,0	659,0	649,0	646,5	2,12	ICP-OES	Druckaufschluss
20	22	637,8	636,5	657,2	655,2	646,7	1,71	ICP-OES	Druckaufschluss
21	21	667,4	661,3	650,4	641,0	655,0	1,79	ICP-MS	Druckaufschluss
22	08	659,5	660,0	657,9	658,5	659,0	0,14	F-AAS	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Mangan
Anzahl Labore: 22
Anzahl Einzelwerte: 87

Zertifizierter Wert: 621 mg/kg



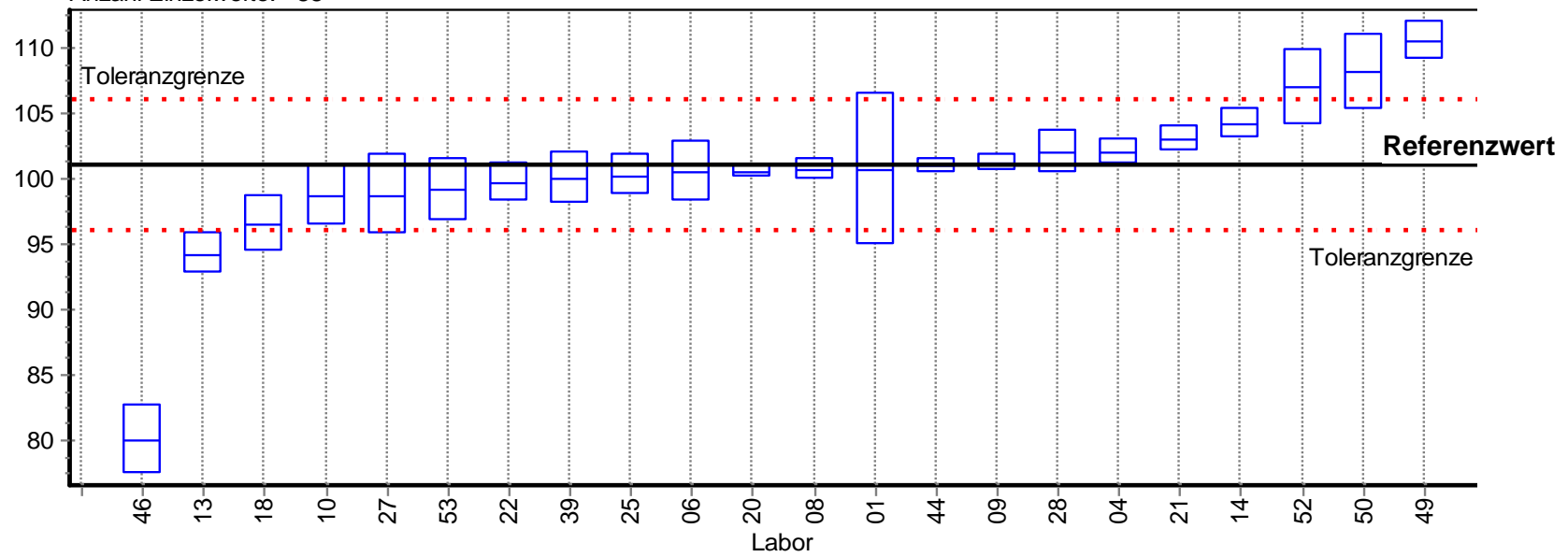
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Nickel

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	46 (1)	80,80	81,80	81,10	76,00	79,93	3,32	ICP-OES	offener Aufschluss
2	13	92,84	93,04	96,21	94,78	94,22	1,69	ICP-OES	offener Aufschluss
3	18	99,51	96,23	94,37	95,95	96,52	2,24	ICP-MS	Druckaufschluss
4	10	96,89	96,58	99,49	101,53	98,62	2,37	ICP-OES	offener Aufschluss
5	27	97,83	95,21	102,50	99,53	98,77	3,10	ICP-OES	Druckaufschluss
6	53	102,10	96,95	100,00	97,41	99,12	2,42	ICP-MS	Druckaufschluss
7	22	97,57	101,00	100,10	100,10	99,69	1,48	ICP-OES	Druckaufschluss
8	39	99,22	100,00	102,70	97,93	99,96	2,02	ICP-OES	Druckaufschluss
9	25	99,50	98,40	101,00	102,00	100,23	1,59	ICP-OES	Druckaufschluss
10	06	98,00	102,00	103,00	99,00	100,50	2,37	RFA	Wachs-Pressling
11	20	99,95	100,90	100,90	100,40	100,54	0,45	ICP-OES	Druckaufschluss
12	08	101,70	100,50	99,86	100,70	100,69	0,76	ET-AAS	Druckaufschluss
13	01	107,00	98,00	104,00	94,00	100,75	5,81	IPAA	Feststoffanalytik
14	44	101,10	101,60	100,90	100,20	100,95	0,57	ICP-OES	offener Aufschluss
15	09	101,95	100,30	101,40	101,20	101,21	0,68	ICP-OES	Druckaufschluss
16	28	100,00	101,30	103,90	102,80	102,00	1,67	ICP-OES	Druckaufschluss
17	04	103,50	101,50	101,90	101,20	102,03	1,00	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
18	21	104,30	103,50	102,20	102,30	103,08	0,98	ICP-MS	Druckaufschluss
19	14	103,20	104,30	105,70	103,60	104,20	1,05	ICP-OES	Druckaufschluss
20	52	110,40	106,90	103,30	107,30	106,98	2,72	ICP-MS	Druckaufschluss
21	50	107,30	107,10	105,90	112,50	108,20	2,71	ICP-OES	Druckaufschluss
22	49	110,10	112,60	108,90	110,50	110,53	1,39	TXRF	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Nickel
Anzahl Labore: 22
Anzahl Einzelwerte: 88

Zertifizierter Wert: 101 mg/kg



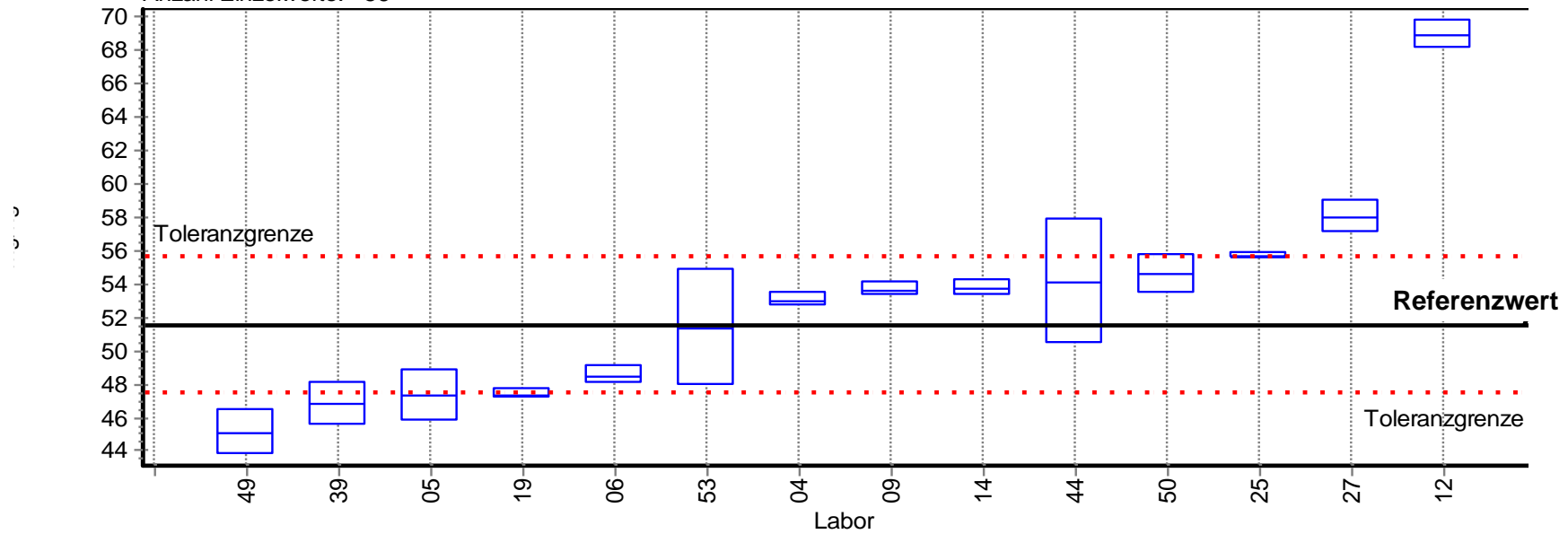
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Quecksilber

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	49	45,41	45,19	46,54	43,18	45,08	3,10	TXRF	Feststoffanalytik
2	39	47,95	47,53	44,93	46,74	46,79	2,86	CV-AAS	Druckaufschluss
3	05	46,91	45,49	47,35	49,35	47,28	3,37	INAA	Feststoffanalytik
4	19	47,50	47,30	47,00	47,70	47,38	0,63	CV-AAS	Druckaufschluss
5	06	49,00	48,00	49,00	48,00	48,50	1,19	RFA	Wachs-Pressling
6	53	50,54	47,37	55,93	51,53	51,34	6,89	ICP-MS	Druckaufschluss
7	04	53,46	52,54	52,76	53,26	53,01	0,81	CV-AAS	Feststoffanalytik
8	09	53,09	53,81	53,96	53,71	53,64	0,71	AMA	Feststoffanalytik
9	14	54,43	53,32	53,60	53,39	53,69	0,88	CV-AAS	Druckaufschluss
10	44	50,58	59,42	52,84	53,35	54,05	6,99	CV-AAS	offener Aufschluss
11	50	52,83	54,84	55,13	55,49	54,57	2,18	CV-AAS	Druckaufschluss
12	25	55,56	55,53	55,50	55,99	55,65	0,42	CV-AAS	Druckaufschluss
13	27	56,84	58,44	57,36	59,06	57,93	1,74	CV-AAS	Druckaufschluss
14	12 (1)	68,66	69,17	69,86	67,74	68,86	1,30	CV-AAS	Druckaufschluss mit Königswasser

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Quecksilber
Anzahl Labore: 14
Anzahl Einzelwerte: 56

Zertifizierter Wert: 51,5 mg/kg



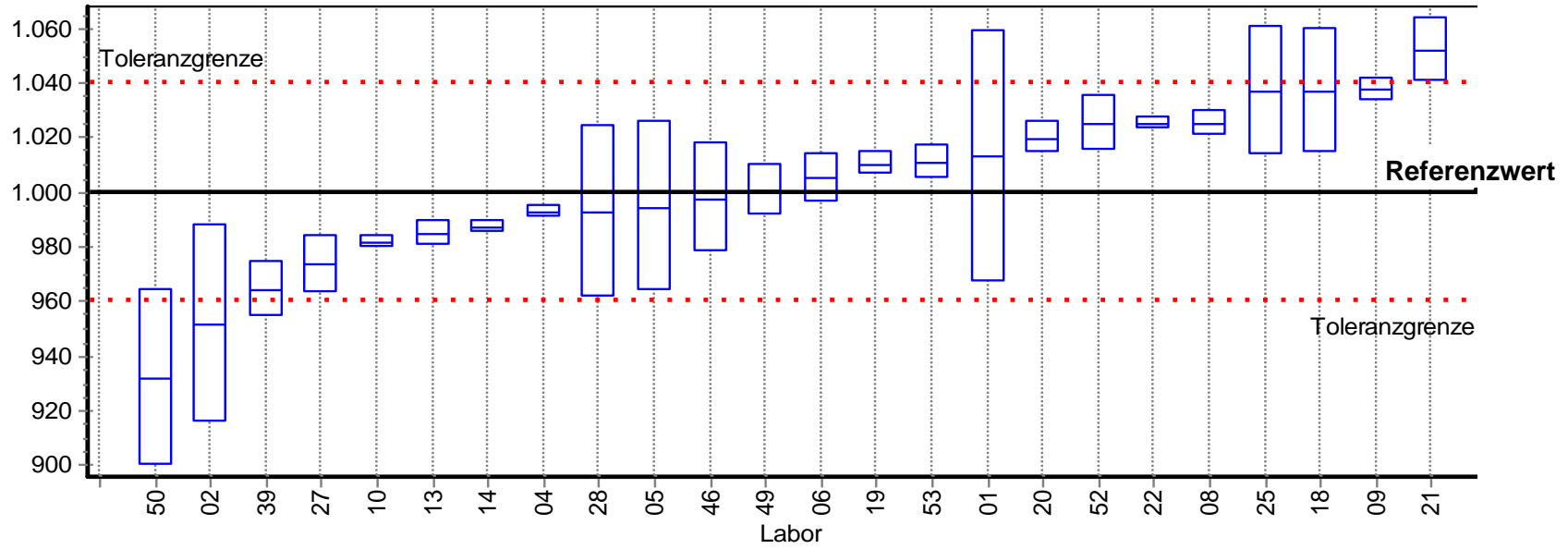
Anhang 2: Individuelle Ringversuchsergebnisse
(Gesamtgehalt)

Zink

Ifd. Nr.	LCode	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode	Probenvorbereitung
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW			
1	50	914,5	907,4	927,1	979,2	932,1	3,48	ICP-OES	Druckaufschluss
2	02	958,2	983,9	912,9		951,7	3,78	TXRF	Druckaufschluss
3	39	964,5	964,9	976,1	950,8	964,1	1,07	ICP-OES	Druckaufschluss
4	27	978,8	957,2	977,7	980,1	973,5	1,12	ICP-OES	Druckaufschluss
5	10	982,3	979,6	984,4	979,3	981,4	0,25	ICP-OES	offener Aufschluss
6	13	990,6	986,5	979,4	983,5	985,0	0,48	ICP-OES	offener Aufschluss
7	14	983,7	990,0	987,4	988,0	987,3	0,27	ICP-OES	Druckaufschluss
8	04	993,8	994,3	993,1	989,5	992,7	0,22	RFA	Schmelzaufschluss mit Lithiummetaborat
9	28	947,4	996,5	1016,0	1011,0	992,7	3,16	ICP-OES	Druckaufschluss
10	05	982,2	966,7	989,7	1039,1	994,4	3,15	INAA	Feststoffanalytik
11	46 (2)	982,0	996,0	986,0	1027,0	997,8	2,04	ICP-OES	offener Aufschluss
12	49	1006,0	1010,0	989,1	996,2	1000,3	0,95	TXRF	Druckaufschluss
13	06	997,0	998,0	1015,0	1010,0	1005,0	0,89	RFA	Wachs-Pressling
14	19	1015,0	1010,0	1005,0	1012,0	1010,5	0,42	ICP-OES	Druckaufschluss
15	53	1004,9	1005,8	1016,5	1016,6	1011,0	0,64	ICP-MS	Druckaufschluss
16	01	957,0	1046,0	1055,0	994,0	1013,0	4,54	IPAA	Feststoffanalytik
17	20	1014,0	1016,0	1022,0	1027,0	1019,8	0,58	ICP-OES	Druckaufschluss
18	52	1035,0	1017,0	1015,0	1033,0	1025,0	1,02	ICP-MS	Druckaufschluss
19	08	1022,0	1024,0	1023,0	1032,0	1025,3	0,45	F-AAS	Druckaufschluss
20	22	1022,0	1026,0	1028,0	1025,0	1025,3	0,24	ICP-OES	Druckaufschluss
21	25	1042,0	1002,0	1051,0	1052,0	1036,8	2,28	ICP-OES	Druckaufschluss
22	18	1063,0	1037,0	1008,0	1040,0	1037,0	2,17	ICP-MS	Druckaufschluss
23	09	1034,2	1034,5	1043,1	1038,2	1037,5	0,40	ICP-OES	Druckaufschluss
24	21	1069,0	1047,0	1050,0	1042,0	1052,0	1,12	ICP-MS	Druckaufschluss

Ringversuch: Bodenprobe BAM-U110
Probe: Gesamtgehalte
Parameter: Zink
Anzahl Labore: 24
Anzahl Einzelwerte: 95

Zertifizierter Wert: 1000 mg/kg



Anhang 3: Informative Werte / mit Königswasser extrahierbare Gehalte

Aluminium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	21420	21610	22180	21850	21765	1,51	ICP-OES
2	34	24274	23464	22918	23608	23566	2,37	ICP-OES
3	52	23710	23680	23920	23620	23733	0,55	ICP-MS
4	35	25200	26300	26100	25900	25875	1,85	ICP-OES

Antimon

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	3,345	3,294	3,242	3,242	3,281	1,50	HG-ICP-OES
2	49	3,554	3,037	3,884	3,108	3,396	11,72	TXRF

Barium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	456,5	453,4	447,7	455,5	453,3	0,87	ICP-OES
2	49	1079	1035	1076	1072	1065,5	1,93	TXRF

Beryllium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	1,279	1,273	1,285	1,285	1,281	0,45	ICP-OES

Calcium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	02	32558	33131	34165	31674	32882	3,18	TXRF
2	52	37360	37470	37570	36950	37338	0,73	ICP-MS
3	49	37550	37240	37180	38730	37675	1,92	TXRF
4	20	40800	40920	40810	40460	40748	0,49	ICP-OES
5	34	41667	40781	40132	42569	41287	2,57	ICP-OES
6	35	42500	45600	45100	44500	44425	3,06	ICP-OES
7	33	52248	52214	52179	52282	52231	0,08	ICP-OES

Eisen

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	02	25339	24827	25196	25002	25091	0,89	TXRF
2	52	25840	25540	25700	25450	25633	0,67	ICP-MS
3	49	25970	27260	27130	25390	26438	3,43	TXRF
4	20	27460	27530	27640	27690	27580	0,38	ICP-OES
5	34	28075	27597	26982	28322	27744	2,13	ICP-OES
6	35	28100	29400	29300	29200	29000	2,09	ICP-OES

Anhang 3: Informative Werte / mit Königswasser extrahierbare Gehalte

Gallium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	49	6,823	6,637	6,933	6,742	6,784	1,85	TXRF

Kalium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	50	4244	4110	4450	4329	4283	3,34	ICP-OES
2	49	4745	4699	4760	4887	4773	1,69	TXRF
3	20	4722	4838	4992	4874	4857	2,29	ICP-OES
4	52	5071	4876	5043	5040	5008	1,77	ICP-MS
5	02	5071	4928	4807	6668	5369	16,26	TXRF
6	34	5581	5339	5199	5517	5409	3,21	ICP-OES
7	35	5780	5740	5830	5730	5770	0,79	ICP-OES

Lithium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	31,09	31,81	32,46	32,48	31,96	2,06	ICP-OES

Magnesium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	50	7065	7046	7320	6943	7094	2,26	ICP-OES
2	52	7380	7415	7333	7268	7349	0,87	ICP-MS
3	20	7977	8044	8018	8013	8013	0,34	ICP-OES
4	34	8286	8061	7890	8376	8153	2,70	ICP-OES
5	35	8410	8300	8410	8410	8383	0,66	ICP-OES
6	33	9463	9548	9804	9821	9659	1,87	ICP-OES

Molybdän

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	2,12	2,09	2,05	2,05	2,08	1,72	ICP-OES
2	52	3,00	3,10	2,89	2,91	2,97	3,21	ICP-MS
3	35	10,62	10,81	11,20	11,00	10,91	2,28	ICP-OES

Natrium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	640,7	648,5	655,1	644,9	647,3	0,94	ICP-OES

Anhang 3: Informativ Werte / mit Königswasser extrahierbare Gehalte

Phosphor

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	3043	3025	3047	3057	3043	0,44	ICP-OES
2	50	3445	3408	3495	3377	3431	1,48	ICP-OES

Rubidium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	49	35,95	35,67	36,22	36,15	36,00	0,68	TXRF
2	02	54,17	55,50	46,70	60,68	54,26	10,64	TXRF

Schwefel

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	9423	9481	9520	9330	9439	0,87	ICP-OES

Selen

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	1,081	0,978	0,926	0,978	0,991	6,56	HG-ICP-OES

Silber

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	49	4,668	4,473	4,938	4,130	4,552	7,47	TXRF

Strontium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	177,6	177,0	178,1	178,1	177,7	0,29	ICP-OES
2	49	205,2	202,0	204,4	205,4	204,3	0,76	TXRF
3	52	211,8	214,4	214,6	216,2	214,3	0,85	ICP-MS
4	02	380,5	360,5	336,5	363,1	360,2	5,02	TXRF

Titan

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	416,9	406,6	417,9	411,2	413,2	1,28	ICP-OES
2	49	529,2	546,5	547,7	531,7	538,8	1,80	TXRF
3	02	920,7	850,7	855,9	951,5	894,7	5,53	TXRF

Anhang 3: Informative Werte / mit Königswasser extrahierbare Gehalte

Vanadium

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	20	32,56	32,57	33,35	33,12	32,90	1,21	ICP-OES
2	54	33,17	36,25	37,25	35,67	35,59	4,88	ICP-OES
3	52	41,88	41,71	41,68	41,95	41,81	0,31	ICP-MS
4	35	42,45	41,41	42,10	42,43	42,10	1,15	ICP-OES
5	49	44,72	46,10	44,89	41,36	44,27	4,59	TXRF
6	34	46,05	44,04	45,63	47,35	45,77	2,98	ICP-OES

Zinn

Ifd. Nr.	Labor-Code	Gehalt in mg/kg					RSD (%)	Best.-methode
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	4. Wert	MW		
1	49	15,65	16,72	16,47	16,03	16,22	2,92	TXRF
2	52	16,75	16,38	16,35	16,49	16,49	1,10	ICP-MS
3	35	18,51	16,74	18,13	17,00	17,60	4,88	ICP-OES

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

Zusammenstellung der Ergebnisse aller Probenserien (Proben xxx/1 – xxx/4);
Gehaltsangaben in mg/kg

Arsen (HG-AAS)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	13,56	14,15	14,06	13,36	13,78	0,379	2,75
003/x	13,85	14,24	13,76	13,23	13,77	0,418	3,03
006/x	13,96	14,32	13,79	13,52	13,90	0,338	2,43
011/x	13,93	14,07	14,03	13,39	13,85	0,316	2,28
043/x	13,54	14,07	13,54	13,35	13,62	0,308	2,26
100/x	13,72	14,06	13,88	13,25	13,73	0,345	2,51
180/x	13,70	13,88	13,88	13,78	13,81	0,088	0,64
260/x	13,58	13,97	13,86	13,40	13,70	0,259	1,89
340/x	14,12	14,17	13,95	13,89	14,03	0,133	0,94
420/x	13,71	13,59	13,17	13,79	13,57	0,278	2,05
500/x	13,64	13,99	13,84	13,94	13,85	0,157	1,14
580/x	13,42	13,64	13,77	13,74	13,64	0,159	1,16
					MW/MW	13,77	
					SD	0,130	
					RSD (%)	0,94	

Blei (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	207,0	209,4	212,2	203,3	208,0	3,74	1,80
003/x	203,9	205,4	214,4	204,9	207,1	4,89	2,36
006/x	209,4	208,2	208,7	206,7	208,2	1,16	0,55
011/x	203,6	204,5	207,3	201,1	204,1	2,56	1,25
043/x	200,2	204,2	205,7	207,3	204,4	3,03	1,48
100/x	205,0	206,3	211,6	209,3	208,0	2,96	1,43
180/x	203,9	203,4	204,3	209,0	205,2	2,62	1,28
260/x	202,6	202,6	206,6	206,0	204,5	2,15	1,05
340/x	207,3	203,4	203,5	213,4	206,9	4,70	2,27
420/x	207,7	204,9	206,8	207,9	206,8	1,40	0,68
500/x	203,4	203,4	206,7	207,6	205,3	2,22	1,08
580/x	205,8	200,1	207,4	208,4	205,4	3,71	1,81
					MW/MW	206,2	
					SD	1,53	
					RSD (%)	0,74	

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

Zusammenstellung der Ergebnisse aller Probenserien (Proben xxx/1 – xxx/4);
Gehaltsangaben in mg/kg

Cadmium (ET-AAS)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	6,515	6,528	6,594	6,676	6,578	0,0740	1,12
003/x	6,972	6,461	6,490	6,668	6,648	0,2347	3,53
006/x	6,566	6,676	6,583	6,584	6,602	0,0497	0,75
011/x	6,391	6,612	6,520	6,949	6,618	0,2388	3,61
043/x	6,622	6,442	6,524	6,249	6,459	0,1584	2,45
100/x	6,389	6,592	6,627	6,304	6,478	0,1568	2,42
180/x	6,289	6,690	6,619	6,319	6,479	0,2047	3,16
260/x	6,482	6,616	6,540	6,271	6,477	0,1481	2,29
340/x	6,933	6,695	6,655	6,538	6,705	0,1658	2,47
420/x	6,720	6,794	6,159	6,315	6,497	0,3086	4,75
500/x	6,933	6,707	6,750	6,587	6,744	0,1432	2,12
580/x	6,538	6,916	6,777	6,676	6,727	0,1595	2,37
				MW/MW	6,584		
				SD	0,1058		
				RSD (%)	1,61		

Chrom (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	234,7	237,8	238,5	242,6	238,4	3,22	1,35
003/x	234,0	236,4	238,6	239,3	237,1	2,40	1,01
006/x	236,2	240,6	239,8	238,7	238,8	1,93	0,81
011/x	232,1	235,6	237,1	235,0	234,9	2,10	0,89
043/x	231,3	236,0	234,9	236,8	234,8	2,44	1,04
100/x	230,6	233,1	234,9	237,7	234,1	3,01	1,29
180/x	230,4	232,7	235,3	235,1	233,4	2,32	0,99
260/x	229,0	230,9	234,0	236,0	232,4	3,13	1,35
340/x	231,9	235,4	236,8	240,5	236,2	3,54	1,50
420/x	233,4	236,2	237,5	239,5	236,6	2,54	1,07
500/x	231,3	235,4	237,9	239,6	236,0	3,60	1,53
580/x	232,7	237,5	240,1	240,2	237,6	3,51	1,48
				MW/MW	235,9		
				SD	1,99		
				RSD (%)	0,84		

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

Zusammenstellung der Ergebnisse aller Probenserien (Proben xxx/1 – xxx/4);
Gehaltsangaben in mg/kg

Cobalt (ET-AAS)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	11,06	11,19	10,30	10,46	10,75	0,441	4,10
003/x	11,20	10,96	10,91	10,42	10,87	0,329	3,03
006/x	10,76	10,83	10,73	10,90	10,81	0,077	0,72
011/x	10,89	10,87	11,02	10,75	10,88	0,113	1,04
043/x	10,84	10,53	10,88	10,49	10,68	0,204	1,91
100/x	10,62	10,34	10,82	10,58	10,59	0,197	1,86
180/x	10,98	11,03	10,91	10,72	10,91	0,134	1,23
260/x	11,10	10,64	11,06	10,58	10,85	0,273	2,52
340/x	10,62	10,94	11,18	11,56	11,08	0,399	3,60
420/x	10,74	11,06	10,02	10,95	10,69	0,466	4,36
500/x	10,37	10,60	10,88	11,25	10,77	0,375	3,48
580/x	10,23	10,79	10,72	11,17	10,73	0,389	3,62
					MW/MW	10,80	
					SD	0,128	
					RSD (%)	1,18	

Kupfer (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	272,2	274,0	272,2	272,0	272,6	0,96	0,35
003/x	268,3	270,3	269,8	270,6	269,8	0,99	0,37
006/x	269,8	273,5	271,4	271,1	271,4	1,51	0,56
011/x	267,7	268,3	267,7	270,8	268,6	1,49	0,55
043/x	266,2	265,7	269,0	269,2	267,5	1,84	0,69
100/x	264,5	267,9	269,5	271,2	268,3	2,84	1,06
180/x	270,1	266,5	268,7	266,9	268,0	1,69	0,63
260/x	265,8	266,4	265,6	269,3	266,8	1,73	0,65
340/x	269,1	267,7	271,9	274,0	270,6	2,80	1,04
420/x	272,0	272,8	271,8	270,8	271,8	0,80	0,29
500/x	265,8	269,5	272,1	272,2	269,9	3,00	1,11
580/x	269,6	268,5	272,1	274,0	271,1	2,49	0,92
					MW/MW	269,7	
					SD	1,86	
					RSD (%)	0,69	

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

Zusammenstellung der Ergebnisse aller Probenserien (Proben xxx/1 – xxx/4);
Gehaltsangaben in mg/kg

Mangan (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	653,8	648,1	644,0	650,7	649,1	4,12	0,64
003/x	646,2	645,7	656,9	642,9	647,9	6,16	0,95
006/x	643,9	655,3	652,1	643,8	648,8	5,83	0,90
011/x	640,5	646,8	643,7	645,9	644,2	2,82	0,44
043/x	633,0	638,9	642,3	649,8	641,0	7,02	1,09
100/x	631,4	635,3	643,6	655,1	641,4	10,48	1,63
180/x	629,2	639,2	645,7	647,1	640,3	8,15	1,27
260/x	636,5	634,2	639,4	646,5	639,1	5,36	0,84
340/x	644,0	641,4	647,2	654,3	646,7	5,62	0,87
420/x	639,8	644,7	648,1	655,6	647,1	6,65	1,03
500/x	635,1	644,7	651,3	650,4	645,4	7,45	1,15
580/x	637,6	641,4	647,4	650,0	644,1	5,68	0,88
					MW/MW	644,6	
					SD	3,47	
					RSD (%)	0,54	

Nickel (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	103,8	104,3	104,2	105,7	104,5	0,86	0,82
003/x	103,9	102,7	104,3	104,2	103,8	0,73	0,71
006/x	104,2	105,0	104,2	104,3	104,4	0,39	0,37
011/x	103,0	103,2	103,4	104,0	103,4	0,41	0,39
043/x	102,1	103,1	101,8	104,3	102,8	1,11	1,08
100/x	101,7	101,9	103,5	104,2	102,8	1,21	1,18
180/x	102,3	103,0	102,9	103,2	102,8	0,37	0,36
260/x	101,6	101,9	101,9	103,8	102,3	1,02	1,00
340/x	104,2	103,6	104,5	105,7	104,5	0,89	0,85
420/x	103,1	103,6	103,9	106,4	104,2	1,45	1,39
500/x	102,2	103,5	103,6	106,1	103,8	1,64	1,58
580/x	103,8	103,1	105,0	106,0	104,5	1,28	1,22
					MW/MW	103,7	
					SD	0,80	
					RSD (%)	0,77	

Anhang 4: Ergebnisse der Homogenitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

Zusammenstellung der Ergebnisse aller Probenserien (Proben xxx/1 – xxx/4);
Gehaltsangaben in mg/kg

Quecksilber (CV-AAS)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	48,66	49,73	48,68	49,13	49,05	0,501	1,02
003/x	48,11	50,15	49,17	49,32	49,18	0,836	1,70
006/x	48,30	50,02	48,57	49,30	49,05	0,775	1,58
011/x	47,90	50,08	47,96	49,03	48,74	1,033	2,12
043/x	47,63	48,95	48,37	48,76	48,43	0,582	1,20
100/x	48,21	48,96	48,21	49,00	48,60	0,446	0,92
180/x	48,40	47,76	48,65	48,85	48,42	0,474	0,98
260/x	47,90	48,43	48,73	48,82	48,47	0,417	0,86
340/x	48,39	49,77	49,49	49,09	49,19	0,599	1,22
420/x	47,83	48,51	46,17	48,78	47,82	1,173	2,45
500/x	47,88	47,84	49,49	49,00	48,55	0,821	1,69
580/x	46,60	48,67	49,58	49,14	48,50	1,321	2,72
					MW/MW	48,67	
					SD	0,399	
					RSD (%)	0,82	

Zink (ICP-OES)

Probe	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	MW (#/1 - #/4)	SD (#/1 - #/4)	RSD (%)
001/x	1042	1034	1063	1058	1050	13,5	1,28
003/x	1025	1034	1031	1040	1032	6,3	0,61
006/x	1031	1024	1047	1044	1036	11,0	1,06
011/x	1044	1029	1005	1037	1029	16,6	1,62
043/x	1026	1020	1020	1034	1025	6,6	0,65
100/x	1015	1034	1021	1038	1027	10,9	1,06
180/x	1007	1034	1029	1025	1024	11,8	1,15
260/x	1036	1038	1029	1021	1031	7,8	0,76
340/x	1027	1022	1036	1065	1038	19,2	1,85
420/x	1047	1040	1034	1066	1047	13,8	1,32
500/x	1007	1049	1017	1032	1026	18,2	1,77
580/x	1020	1059	1027	1064	1043	22,2	2,13
					MW/MW	1034	
					SD	8,8	
					RSD (%)	0,85	

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

(Erläuterungen zu den angegebenen Größen R_t und u_t werden im Abschnitt 5 gegeben.)

Arsen (HG-AAS)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	0,9970	0,0096	0,9979	0,0083
14 Monate	1,0030	0,0211	1,0034	0,0220
24 Monate	1,0000	0,0033	1,0134	0,0084
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0846$				

Blei (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	0,9784	0,0198	0,9991	0,0201
14 Monate	1,0012	0,0112	0,9917	0,0169
24 Monate	0,9910	0,0129	0,9943	0,0125
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0432$				

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

(Erläuterungen zu den angegebenen Größen R_t und u_t werden im Abschnitt 5 gegeben.)

Cadmium (ET-AAS)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	0,9906	0,0162	0,9977	0,0174
14 Monate	0,9928	0,0130	0,9980	0,0166
24 Monate	0,9981	0,0060	0,9978	0,0075
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0445$				

Chrom (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	1,0031	0,0078	1,0101	0,0079
14 Monate	0,9964	0,0105	1,0013	0,0099
24 Monate	0,9893	0,0106	1,0004	0,0123
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0474$				

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

(Erläuterungen zu den angegebenen Größen R_t und u_t werden im Abschnitt 5 gegeben.)

Cobalt (ET-AAS)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	1,0055	0,0156	0,9965	0,0113
14 Monate	0,9916	0,0080	0,9937	0,0095
24 Monate	0,9906	0,0158	0,9940	0,0094
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0552$				

Kupfer (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	0,9994	0,0091	1,0076	0,0096
14 Monate	1,0010	0,0083	0,9990	0,0075
24 Monate	0,9946	0,0148	0,9993	0,0124
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0344$				

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

(Erläuterungen zu den angegebenen Größen R_t und u_t werden im Abschnitt 5 gegeben.)

Mangan (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	0,9953	0,0066	1,0066	0,0074
14 Monate	1,0009	0,0075	1,0015	0,0054
24 Monate	0,9968	0,0155	0,9999	0,0109
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0328$				

Nickel (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	1,0007	0,0071	1,0037	0,0103
14 Monate	0,9983	0,0028	0,9988	0,0048
24 Monate	1,0061	0,0099	1,0000	0,0105
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0418$				

Anhang 5: Ergebnisse der Stabilitätsprüfung
(mit Königswasser extrahierbare Gehalte)

(Erläuterungen zu den angegebenen Größen R_t und u_t werden im Abschnitt 5 gegeben.)

Quecksilber (CV-AAS)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	1,0003	0,0051	1,0066	0,0054
14 Monate	0,9879	0,0140	1,0067	0,0151
24 Monate	0,9958	0,0099	0,9959	0,0168
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0588$				

Zink (ICP-OES)

Zeitraum der Lagerung	Lagerung bei Raumtemperatur (20 bis 25 °C)		Lagerung bei +40 °C	
	R_t	u_t	R_t	u_t
7 Monate	1,0033	0,0092	1,0072	0,0089
14 Monate	1,0019	0,0097	1,0022	0,0081
24 Monate	0,9953	0,0100	0,9957	0,0112
Unsicherheit U des auf 1 normierten zertifizierten Referenzwertes: $\pm 0,0335$				

Anhang 6: Ergebnisse der statistischen Tests
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

Element	Anzahl Datensätze	Ausreißer-Test (Signifikanzniveau 0,01) ¹⁾				Prüfung der Daten auf Homogenität			
		Cochran	Grubbs	Dixon	Nalimov	Bartlett	Scheffe	Snedecor	Gauß ²⁾
As	45	09, 11, 16, 30, 42	-	-	12	nein	nein	nein	ja
Cd	47	30, 49	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Co	44	27	-	-	12, 35	nein	nein	nein	ja
Cr	48	30	-	-	43	nein	nein	nein	ja
Cu	46	02, 12, 30, 39	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Hg	39	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Mn	47	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Ni	48	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Pb	45	10, 28, 30, 34, 54	-	-	46	nein	nein	nein	ja
Zn	49	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja

¹⁾ eingetragen sind die Labor-Codes der Ringversuchsteilnehmer, deren Ergebnisse als Ausreißer detektiert wurden

²⁾ Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung (Signifikanzniveau 0,05; nach Streichung der Nalimov-Ausreißer)

Anhang 6: Ergebnisse der statistischen Tests
(Gesamt-Massenanteile)

Element	Anzahl Datensätze	Ausreißer-Test (Signifikanzniveau 0,01) ¹⁾				Prüfung der Daten auf Homogenität			
		Cochran	Grubbs	Dixon	Nalimov	Bartlett	Scheffe	Snedecor	Gauß ²⁾
As	18	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Cd	18	06, 09	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Co	21	06	-	-	28	nein	nein	nein	ja
Cr	26	-	-	-	46	nein	nein	nein	ja
Cu	23	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Hg	14	44, 53	-	-	12	nein	nein	nein	ja
Mn	22	-	-	-	-	nein	nein	nein	ja
Ni	22	01	13, 46	46	46	nein	nein	nein	ja
Pb	21	28	-	-	46	nein	nein	nein	ja
Zn	24	01	-	-	-	nein	nein	nein	ja

¹⁾ eingetragen sind die Labor-Codes der Ringversuchsteilnehmer, deren Ergebnisse als Ausreißer detektiert wurden

²⁾ Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung (Signifikanzniveau 0,05; nach Streichung der Nalimov-Ausreißer)

Anhang 7: Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

	As					Std-Abw.	Varianz
331-1	14.56	14.61	14.57	14.58			
344-1	14.49	14.46	14.52	14.49			
421-1	14.91	14.57	14.77	14.75			
625-1	14.52	14.88	14.73	14.71			
629-1	14.93	14.88	14.97	14.93	14.69	0.1669	0.0279
740-1	14.56	14.15	14.37	14.36			
890-1	14.50	14.64	14.55	14.56			
1040-1	14.50	14.56	14.35	14.47			
1190-1	14.34	14.49	14.41	14.41			
1340-1	14.05	14.43	14.32	14.27	14.41	0.1126	0.0127
BAM-U110				bias	0.2773		
BAM-U110a				u(bias)	0.0900		
	Cd					Std-Abw.	Varianz
331-1	7.05	7.07	7.07	7.06			
344-1	6.96	6.95	7.00	6.97			
421-1	7.03	6.97	7.05	7.01			
625-1	7.13	7.13	7.17	7.15			
629-1	7.18	7.26	7.22	7.22	7.08	0.0991	0.0098
740-1	6.93	6.83	6.86	6.87			
890-1	6.81	6.86	6.92	6.86			
1040-1	6.74	6.87	6.94	6.85			
1190-1	6.98	6.88	6.91	6.92			
1340-1	6.82	6.84	7.23	6.96	6.89	0.0482	0.0023
BAM-U110				bias	0.1876		
BAM-U110a				u(bias)	0.0493		
	Co					Std-Abw.	Varianz
331-1	13.01	12.87	12.81	12.90			
344-1	12.82	12.86	12.91	12.86			
421-1	12.96	12.80	12.94	12.90			
625-1	12.99	13.09	12.97	13.02			
629-1	12.99	13.11	13.17	13.09	12.95	0.0962	0.0093
740-1	12.77	12.67	12.67	12.70			
890-1	12.64	12.72	12.94	12.77			
1040-1	12.48	12.58	12.77	12.61			
1190-1	12.88	12.68	12.76	12.77			
1340-1	12.75	12.57	12.78	12.70	12.71	0.0662	0.0044
BAM-U110				bias	0.2418		
BAM-U110a				u(bias)	0.0522		

Anhang 7: Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

	Cr					Std-Abw.	Varianz
331-1	194.7	193.0	192.6	193.4			
344-1	192.4	191.4	192.9	192.2			
421-1	192.1	192.2	193.5	192.6			
625-1	197.5	196.6	195.3	196.5			
629-1	195.9	196.6	200.5	197.7	194.5	2.4382	5.9448
740-1	190.3	189.1	189.0	189.5			
890-1	189.6	190.7	190.2	190.2			
1040-1	186.9	187.6	190.0	188.2			
1190-1	193.2	190.0	191.2	191.4			
1340-1	189.4	188.7	191.1	189.7	189.8	1.1809	1.3945
BAM-U110				bias	4.6897		
BAM-U110a				u(bias)	1.2116		
	Cu					Std-Abw.	Varianz
331-1	269.2	270.4	268.5	269.4			
344-1	266.5	266.7	267.2	266.8			
421-1	269.6	266.5	268.6	268.2			
625-1	272.6	272.1	272.6	272.4			
629-1	271.8	272.0	273.3	272.3	269.8	2.4991	6.2457
740-1	264.9	263.2	262.9	263.7			
890-1	263.1	265.0	265.0	264.4			
1040-1	260.8	261.5	262.9	261.7			
1190-1	268.8	265.7	264.7	266.4			
1340-1	263.2	262.6	263.7	263.2	263.9	1.7271	2.9830
BAM-U110				bias	5.9620		
BAM-U110a				u(bias)	1.3586		
	Hg					Std-Abw.	Varianz
331-1	49.27	48.94	48.91	49.04			
344-1	49.11	48.67	49.32	49.03			
421-1	49.17	48.87	49.07	49.04			
625-1	49.66	50.32	49.72	49.90			
629-1	49.74	50.00	49.93	49.89	49.38	0.4689	0.2199
740-1	48.62	47.93	47.93	48.16			
890-1	48.23	48.19	48.55	48.32			
1040-1	47.84	48.06	48.15	48.01			
1190-1	48.95	48.42	48.34	48.57			
1340-1	47.98	48.10	48.03	48.04	48.22	0.2307	0.0532
BAM-U110				bias	1.1590		
BAM-U110a				u(bias)	0.2337		

Anhang 7: Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

	Mn					Std-Abw.	Varianz
331-1	577.7	575.7	579.5	577.6			
344-1	573.3	570.6	576.5	573.5			
421-1	577.0	572.8	578.5	576.1			
625-1	581.2	582.8	582.6	582.2			
629-1	584.1	585.0	583.7	584.3	578.7	4.4385	19.6999
740-1	571.6	569.2	567.4	569.4			
890-1	570.6	570.9	572.9	571.5			
1040-1	564.3	565.7	568.5	566.2			
1190-1	577.0	573.3	572.8	574.3			
1340-1	569.5	569.9	570.3	569.9	570.3	2.9863	8.9180
BAM-U110				bias	8.4717		
BAM-U110a				<i>u</i> (bias)	2.3924		
	Ni					Std-Abw.	Varianz
331-1	92.65	92.14	92.04	92.27			
344-1	91.95	91.44	92.20	91.86			
421-1	92.32	91.81	92.32	92.15			
625-1	94.64	93.54	93.80	93.99			
629-1	93.54	93.64	95.51	94.23	92.90	1.1164	1.2465
740-1	90.97	90.36	90.27	90.54			
890-1	90.80	90.93	91.75	91.16			
1040-1	89.43	89.84	91.43	90.24			
1190-1	91.82	91.34	91.32	91.49			
1340-1	90.74	90.51	91.47	90.91	90.87	0.4960	0.2461
BAM-U110				bias	2.0362		
BAM-U110a				<i>u</i> (bias)	0.5464		

Anhang 7: Vergleichsmessungen BAM-U110 – BAM-U110a
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

	Pb					Std-Abw.	Varianz
331-1	189.8	190.1	189.1	189.7			
344-1	188.0	188.4	190.7	189.0			
421-1	189.1	189.0	188.4	188.8			
625-1	192.0	192.9	191.6	192.2			
629-1	190.8	191.4	195.7	192.6	190.5	1.8010	3.2438
740-1	187.8	185.8	187.0	186.9			
890-1	185.9	188.0	187.9	187.3			
1040-1	185.2	185.8	186.6	185.9			
1190-1	188.1	186.5	187.2	187.3			
1340-1	186.8	186.5	186.4	186.5	186.8	0.5801	0.3365
BAM-U110				bias	3.7107		
BAM-U110a				<i>u</i> (bias)	0.8462		
	Zn					Std-Abw.	Varianz
331-1	982.2	1017.0	995.1	998.1			
344-1	982.2	1003.3	1002.8	996.1			
421-1	990.4	1002.9	996.4	996.6			
625-1	1002.8	1021.8	1016.7	1013.8			
629-1	1011.7	1026.1	1013.2	1017.0	1004.3	10.1996	104.0323
740-1	992.0	989.2	975.9	985.7			
890-1	981.2	995.5	992.1	989.6			
1040-1	984.7	982.7	993.6	987.0			
1190-1	1011.5	993.6	995.2	1000.1			
1340-1	997.8	983.9	994.8	992.2	990.9	5.7064	32.5634
BAM-U110				bias	13.3937		
BAM-U110a				<i>u</i> (bias)	5.2268		

Anhang 8: Homogenitätstest BAM-U110a
(mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte)

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				As (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	14.271	14.739	14.609	14.540	0.2419	1.66
740	14.516	14.505	14.857	14.626	0.1998	1.37
815	14.577	14.311	14.782	14.556	0.2362	1.62
890	14.109	14.539	14.833	14.494	0.3644	2.51
965	14.547	14.480	14.110	14.379	0.2356	1.64
1040	14.399	14.584	14.364	14.449	0.1185	0.82
1115	14.496	14.660	13.994	14.383	0.3471	2.41
1190	14.542	14.748	14.439	14.576	0.1573	1.08
1265	14.541	14.623	14.567	14.577	0.0417	0.29
1340	14.400	14.400	14.560	14.453	0.0921	0.64
MW				14.503		
SD				0.0853		
RSD (%)				0.5878		

ANOVA						
<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	0.196236075	9	0.021804008	0.425861132	0.905583293	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	1.023996167	20	0.051199808			
Gesamt	1.220232242	29				
within-sd	0.2263			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.0000					
u_{bb}^*	0.0735					
u_{bb}	0.0735					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.5065					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Pb (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	191.73	190.65	189.08	190.485	1.3352	0.70
740	190.72	189.65	193.38	191.245	1.9207	1.00
815	189.07	190.26	191.33	190.218	1.1281	0.59
890	189.85	192.48	190.45	190.925	1.3802	0.72
965	189.64	189.44	187.50	188.858	1.1849	0.63
1040	190.57	190.03	190.42	190.338	0.2815	0.15
1115	189.30	189.80	191.76	190.285	1.3021	0.68
1190	189.43	191.87	189.33	190.207	1.4371	0.76
1265	188.83	187.07	190.55	188.813	1.7401	0.92
1340	188.12	190.09	191.26	189.822	1.5846	0.83
MW				190.120		
SD				0.7837		
RSD (%)				0.4122		

Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	16.58139667	9	1.842377407	0.948111515	0.507713284	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	38.86415	20	1.9432075			
Gesamt	55.44554667	29				
within-sd	1.3940			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.0000					
u^*_{bb}	0.4526					
u_{bb}	0.4526					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.2381					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Cd (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	7.020	6.941	6.971	6.978	0.0402	0.58
740	6.861	6.908	6.989	6.919	0.0649	0.94
815	6.887	6.858	7.017	6.920	0.0846	1.22
890	6.850	6.959	6.948	6.919	0.0599	0.87
965	6.889	6.948	6.813	6.883	0.0678	0.99
1040	6.896	6.846	6.845	6.863	0.0291	0.42
1115	6.828	6.893	6.761	6.827	0.0665	0.97
1190	6.895	7.084	6.820	6.933	0.1365	1.97
1265	6.939	6.894	6.884	6.906	0.0291	0.42
1340	6.925	6.906	6.931	6.921	0.0132	0.19
MW				6.907		
SD				0.0411		
RSD (%)				0.5948		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	0.045572742	9	0.005063638	1.099186527	0.406324417	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	0.09213428	20	0.004606714			
Gesamt	0.137707022	29				
within-sd	0.0679			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.0123					
u^*_{bb}	0.0220					
u_{bb}	0.0220					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.3190					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Cr (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	193.25	198.52	196.94	196.233	2.7017	1.38
740	193.82	195.43	198.70	195.983	2.4866	1.27
815	195.20	192.78	197.61	195.195	2.4150	1.24
890	193.33	195.13	195.26	194.572	1.0771	0.55
965	194.77	194.59	191.03	193.460	2.1108	1.09
1040	193.08	194.07	191.88	193.010	1.0967	0.57
1115	191.66	194.41	190.18	192.082	2.1470	1.12
1190	193.52	197.98	191.37	194.287	3.3743	1.74
1265	194.75	194.57	194.83	194.713	0.1338	0.07
1340	194.46	193.22	195.73	194.468	1.2575	0.65
MW				194.400		
SD				1.2839		
RSD (%)				0.6604		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	44.50683	9	4.945203333	1.130892251	0.387118777	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	87.45666667	20	4.372833333			
Gesamt	131.9634967	29				
within-sd	2.0911			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.4368					
u_{bb}^*	0.6789					
u_{bb}	0.6789					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.3492					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Co (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	14.779	15.001	14.927	14.902	0.1133	0.76
740	14.719	14.854	15.062	14.878	0.1728	1.16
815	14.843	14.619	15.058	14.840	0.2195	1.48
890	14.683	14.958	14.879	14.840	0.1416	0.95
965	14.995	14.861	14.551	14.802	0.2277	1.54
1040	14.687	14.649	14.581	14.639	0.0537	0.37
1115	14.664	14.793	14.438	14.631	0.1797	1.23
1190	14.772	15.014	14.636	14.807	0.1914	1.29
1265	14.806	14.841	14.878	14.842	0.0360	0.24
1340	14.730	14.675	14.932	14.779	0.1350	0.91
MW				14.796		
SD				0.0920		
RSD (%)				0.6221		

Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	0.228757133	9	0.025417459	1.000130541	0.471010377	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	0.508282833	20	0.025414142			
Gesamt	0.737039967	29				
within-sd	0.1594			status:	homogen	
n	3.00					
S _{bb}	0.0011					
u* _{bb}	0.0518					
u _{bb}	0.0518					
u _{bb} (rel.)	0.3498					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Cu (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	268.37	268.39	268.35	268.367	0.0225	0.01
740	268.46	268.38	273.46	270.098	2.9116	1.08
815	265.87	269.06	271.68	268.867	2.9121	1.08
890	267.99	267.74	268.57	268.098	0.4264	0.16
965	266.92	267.25	263.90	266.022	1.8450	0.69
1040	267.88	268.85	268.42	268.380	0.4884	0.18
1115	267.25	267.45	269.13	267.942	1.0297	0.38
1190	268.26	270.82	269.60	269.558	1.2780	0.47
1265	266.81	267.67	267.31	267.260	0.4343	0.16
1340	268.94	270.26	267.28	268.823	1.4934	0.56
MW				268.342		
SD				1.1473		
RSD (%)				0.4276		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	35.54247417	9	3.949163796	1.525064155	0.206179462	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	51.79013333	20	2.589506667			
Gesamt	87.3326075	29				
within-sd	1.6092			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.6732					
u_{bb}^*	0.5225					
u_{bb}	0.6732					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.2509					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Mn (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	591.91	595.21	597.58	594.895	2.8477	0.48
740	589.12	592.66	607.02	596.265	9.4803	1.59
815	594.30	585.29	602.73	594.107	8.7216	1.47
890	589.33	594.41	598.59	594.108	4.6399	0.78
965	592.08	592.21	580.72	588.335	6.5994	1.12
1040	584.88	587.82	584.67	585.788	1.7628	0.30
1115	587.97	594.18	582.38	588.173	5.9053	1.00
1190	590.86	604.14	586.87	593.955	9.0390	1.52
1265	595.13	592.38	595.60	594.370	1.7393	0.29
1340	591.55	586.54	598.13	592.072	5.8151	0.98
MW				592.207		
SD				3.5140		
RSD (%)				0.5934		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	333.3930908	9	37.04367676	0.936256761	0.516324428	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	791.3144833	20	39.56572417			
Gesamt	1124.707574	29				
within-sd	6.2901			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.0000					
U^*_{bb}	2.0422					
U_{bb}	2.0422					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.3448					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Ni (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	95.93	98.78	97.79	97.498	1.4484	1.49
740	95.94	96.78	98.47	97.065	1.2868	1.33
815	96.70	95.54	98.20	96.814	1.3300	1.37
890	95.91	96.90	97.06	96.622	0.6240	0.65
965	96.87	96.83	95.04	96.251	1.0449	1.09
1040	96.20	95.77	94.95	95.639	0.6325	0.66
1115	95.49	96.45	94.21	95.383	1.1242	1.18
1190	96.30	98.23	95.46	96.664	1.4185	1.47
1265	97.44	96.46	96.84	96.915	0.4954	0.51
1340	96.10	95.88	97.44	96.472	0.8423	0.87
MW				96.532		
SD				0.6386		
RSD (%)				0.6615		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	11.00981054	9	1.223312282	1.05145373	0.436618485	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	23.26897033	20	1.163448517			
Gesamt	34.27878088	29				
within-sd	1.0786			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	0.1413					
U^*_{bb}	0.3502					
u_{bb}	0.3502					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.3628					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Hg (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	48.13	48.83	48.70	48.553	0.3757	0.77
740	48.20	48.43	49.08	48.571	0.4575	0.94
815	48.36	47.96	49.13	48.484	0.5957	1.23
890	47.97	48.61	48.82	48.467	0.4411	0.91
965	48.34	48.58	47.56	48.158	0.5313	1.10
1040	47.79	48.13	48.08	47.999	0.1832	0.38
1115	47.75	48.34	47.39	47.824	0.4800	1.00
1190	48.17	48.98	47.75	48.302	0.6243	1.29
1265	48.36	48.37	48.13	48.289	0.1340	0.28
1340	48.07	47.87	48.64	48.191	0.4011	0.83
MW				48.284		
SD				0.2463		
RSD (%)				0.5100		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	1.637405575	9	0.181933953	0.903018468	0.540927162	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	4.0294625	20	0.201473125			
Gesamt	5.666868075	29				
within-sd	0.4489			status:	homogen	
n	3.00					
s_{bb}	0.0000					
u^*_{bb}	0.1457					
u_{bb}	0.1457					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.3018					

ZRM-Kandidatenmaterial BAM-U110a				Zn (KW)		
Homogenitätsprüfung				ICP-OES		
Extraktion mit Königswasser (Einwaage: 1,5 g)						
Probe	Teilprobe 1	Teilprobe 2	Teilprobe 3	Mittelwert	SD	RSD (%)
710	980.86	985.80	995.78	987.478	7.6011	0.77
740	988.95	987.46	1013.70	996.702	14.7400	1.48
815	980.72	984.63	1001.80	989.047	11.2126	1.13
890	982.15	987.62	988.29	986.017	3.3653	0.34
965	975.04	984.33	979.81	979.725	4.6431	0.47
1040	985.55	989.48	986.51	987.177	2.0481	0.21
1115	979.80	988.61	996.59	988.330	8.3985	0.85
1190	989.88	1009.05	991.64	996.855	10.5980	1.06
1265	978.53	978.74	985.22	980.827	3.8019	0.39
1340	984.68	996.30	984.53	988.502	6.7496	0.68
MW				988.066		
SD				5.5813		
RSD (%)				0.5649		

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	841.0761875	9	93.45290972	1.372878726	0.264128709	2.392814108
Innerhalb der Gruppen	1361.415367	20	68.07076833			
Gesamt	2202.491554	29				
within-sd	8.2505			status:	homogen	
n	3.00					
S_{bb}	2.9087					
u^*_{bb}	2.6787					
u_{bb}	2.9087					
$u_{bb}(\text{rel.})$	0.2944					