Dr. rer. nat. Werner Hässelbarth
Dr. rer. nat. Thomas Steiger

Metrologie in der Chemie an der BAM
Aktivitäten im Rahmen der Meterkonvention (CCQM)

Forschungsbericht 267
Berlin 2004

Redaktion: *CCQM-Spiegel der BAM*
Martina Hedrich
Hans-Joachim Heine
Harald Jancke
Werner Hässelbarth (Vorsitz)
Peter Klobes
Ralf Matschat
Siegfried Noack
Rosemarie Philipp
Sebastian Recknagel
Ute Resch-Genger
Gundel Riebe
Barbara Röhl-Kuhn
Thomas Steiger
Wolfgang Unger
Jochen Vogl
Tin Win

Stand: *31. März 2004*

Impressum

Forschungsbericht 267:
Metrologie in der Chemie an der BAM
Aktivitäten im Rahmen der Meterkonvention (CCQM)
2004

Herausgegeben von
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Unter den Eichen 87
12205 Berlin
Telefon: +49 30 8104-0
Telefax: +49 30 8112029
E-mail: info@bam.de
Internet: www.bam.de

Copyright © 2004 by Bundesanstalt für
Materialforschung und -prüfung (BAM)

Herstellung und Verlag:
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
27568 Bremerhaven
Telefon: +49 471 94544-0
Telefax: +49 471 94544-77/-88

Umschlag: Lutz Mittenzwei
Layout: BAM-Arbeitsgruppe Z.03

ISSN 0938-5533
ISBN 3-86509-243-8

Inhalt

1	**Motivation**	7
2	**Einführung**	7
2.1	Das multilaterale Abkommen der nationalen Metrologieinstitute	7
2.2	Internet-Datenbanken beim BIPM	8
3	**Beteiligung an CCQM-Ringversuchen**	8
3.1	Das Ringversuchsprogramm des CCQM	8
3.2	Beteiligung der BAM an CCQM-Ringversuchen	9
3.3	Ergebnisse der veröffentlichten CCQM-Ringversuche mit BAM-Beteiligung	10
3.3.1	Ringversuche der Anorganischen Analyse	10
3.3.2	Ringversuche der Organischen Analyse	12
3.3.3	Ringversuche der Gasanalyse	14
4	**Beteiligung an CMC-Einträgen**	19
4.1	Stand der CMC-Einträge in der Analytischen Chemie	19
4.2	CMC-Einträge der BAM	20
5	**Anerkennung des QM-Systems für die CMC-Einträge**	21
6	**Beteiligung an CCQM-Gremien**	21
7	**Koordinierung der CCQM-Aktivitäten**	21
Anhang A	Ringversuchsprogramm des CCQM	22
Anhang B	CMC-Einträge der BAM	25

Vorwort

Ein vielbeschworener Grundsatz lautet: Wissenschaft kennt keine Grenzen. In der Analytischen Chemie gilt das zwar für den wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch. Aber die konkreten Analysenergebnisse – speziell in sicherheitsrelevanten Bereichen wie dem Gesundheitsschutz, dem Umweltschutz oder dem Verbraucherschutz – werden nicht in jedem Fall international anerkannt. Das kann erhebliche Handelshemmnisse zur Folge haben. Diesem Missstand – der auch in anderen Disziplinen der „messenden Wissenschaft“ besteht – wollen die nationalen Metrologieinstitute weltweit gemeinsam begegnen. Zu diesem Zweck haben sie am 14. Oktober 1999 ein internationales Abkommen über die gegenseitige Anerkennung der Messergebnisse nationaler Metrologieinstitute unterzeichnet. Damit wird die Grundlage geschaffen für die internationale Anerkennung der Ergebnisse alltäglicher Messungen, z. B. im Gesundheitsschutz, Umweltschutz oder Verbraucherschutz, soweit sie auf ein entsprechendes Messergebnis eines nationalen Instituts zurückgeführt werden können.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) nimmt in Abstimmung mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Aufgaben als nationales Institut für Metrologie in der Chemie wahr. Hierzu gehören vornehmlich die Entwicklung und Bereitstellung von Referenzverfahren und Referenzmaterialien für den Aufbau des deutschen Rückführungssystems für die chemische Analytik und deren internationale Anerkennung im Rahmen des eingangs erwähnten internationalen Abkommens. Um diese internationale Anerkennung zu erlangen, hat die BAM ihre Kompetenz als nationales Institut für Metrologie in der Chemie und die Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse in zahlreichen internationalen Ringversuchen unter Beweis gestellt und den Nachweis geführt, dass sie für diesen Aufgabenbereich ein angemessenes Qualitätsmanagementsystem betreibt. In einem Zeitraum von knapp sechs Jahren bis 31. März 2004 hat die Bundesanstalt an insgesamt 60 Ringversuchen teilgenommen und bei 11 Ringversuchen die Ausrichtung übernommen. Die Anerkennung ihres Qualitätsmanagementsystems für die Metrologie in der Chemie wurde der BAM im September 2003 von EUROMET, dem Dachverband der nationalen Metrologieinstitute in Europa erteilt. Die von der Bundesanstalt vorgelegten Daten zu den von ihr bereitgestellten Referenzverfahren und Referenzmaterialien wurden nach eingehender Begutachtung durch internationale Expertenteams in eine vom Bureau International des Poids et Mésures in Paris betriebene Datenbank eingestellt. Mit Stand vom 31. März 2004 enthielt diese Datenbank 336 Einträge der BAM zu Referenzverfahren und Referenzmaterialien für die Materialanalytik (u. a. Analyse von Metallen, High-Tech-Materialien und Gasen), die Umweltanalytik (u. a. Analyse von Wasser, Sedimenten und biologischen Materialien), die Lebensmittelanalytik und andere analytische Aufgabenfelder. Weitere Einträge sind geplant.

Die Funktionen der BAM als nationales Institut für Metrologie in der Chemie werden im Wesentlichen von der Abteilung „Analytische Chemie; Referenzmaterialien“ wahrgenommen. Neben der Entwicklung und Bereitstellung von Referenzmaterialien und Referenzverfahren entfaltet die Abteilung erhebliche Aktivitäten für die internationale Anerkennung und Einbindung des deutschen Rückführungssystems für „chemische Messungen“ im Rahmen der Meterkonvention (Komitee CCQM) und bei EUROMET (Komitee MetChem). Der vorliegende Bericht enthält eine zusammenfassende Darstellung dieser Aktivitäten. Der Schwerpunkt der Berichterstattung liegt auf der Teilnahme an Ringversuchen des CCQM sowie auf den Einträgen in der internationalen Datenbank der Kalibrier- und Messmöglichkeiten der nationalen Metrologieinstitute.

1 Motivation

Die internationale Anerkennung als nationales Institut für Metrologie in der Chemie gehört zu den wesentlichen strategischen Zielen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Dementsprechend hat die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen des Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM) als Grundlage für diese Anerkennung für die BAM eine herausragende Bedeutung.

Der vorliegende Bericht ist aus einem internen Bericht an den Präsidenten hervorgegangen. Er richtet sich an die Fachöffentlichkeit der Analytischen Chemie in allen Bereichen – Hochschulen, Forschungsinstitute, Industrie, Behörden, Prüflaboratorien, Normungsgremien, Akkreditierungsstellen – mit dem Anliegen, über die Aktivitäten der BAM auf dem Gebiet der Metrologie in der Chemie im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit der nationalen Metrologieinstitute zu informieren und das Dienstleistungsangebot der BAM für die metrologische Rückführung von Analysenergebnissen bekannt zu machen.

2 Einführung

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung nimmt in Abstimmung mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Aufgaben als nationales Referenzinstitut für Metrologie in der Chemie wahr. Hierzu gehören:

- Aufbau des nationalen Rückführungssystems für die chemische Analytik, u. a. durch Entwicklung und Bereitstellung von Referenzverfahren und Referenzmaterialien;
- Sicherung der Vergleichbarkeit und der Anerkennung des nationalen Rückführungssystems im internationalen Rahmen, u. a. durch Teilnahme an Ringvergleichen auf höchster metrologischer Ebene und Beteiligung an der internationalen Datenbank der Kalibrier- und Messmöglichkeiten der nationalen Metrologie- und Referenzinstitute;
- Mitarbeit in europäischen und internationalen Gremien auf dem Gebiet der Metrologie in der Chemie.

Diese Aufgaben werden derzeit im Wesentlichen von der Abteilung Analytische Chemie; Referenzmaterialien wahrgenommen. Aufgrund der dynamischen Entwicklung der Metrologie in neue Anwendungsgebiete hinein (z. B. Oberflächenanalytik, Bioanalytik) ist eine stärkere Einbeziehung anderer Abteilungen absehbar.

2.1 Das multilaterale Abkommen der nationalen Metrologieinstitute

Am 14. Oktober 1999 wurde in Paris ein multilaterales Abkommen (das sog. CIPM MRA) zwischen 38 Mitgliedsstaaten der Meterkonvention sowie zwei internationalen Organisationen (IAEA, IRMM) unterzeichnet[1] . Gegenstand des Abkommens ist die gegenseitige Anerkennung von nationalen Normalen sowie von Kalibrier- und Messzertifikaten nationaler Metrologieinstitute. Die Vereinbarung betrifft auch die Analytische Chemie (Sachgebiet „Amount of Substance“). Die gegenseitige Anerkennung der nationalen Rückführungssysteme soll eine Grundlage für weitergehende Vereinbarungen in Handel, Wirtschaft und Gesetzgebung schaffen.

Diese gegenseitige Anerkennung ist weitaus mehr als ein formaler Akt. Die betreffenden nationalen Messinstitute (in Deutschland sind dies BAM, PTB und UBA) müssen ihre Kompetenz und die Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse in internationalen Ringversuchen – sog. Key Comparison (KC) – unter Beweis stellen und ein angemessenes Qualitätsmanagement-System vorweisen. Im Interesse größtmöglicher Transparenz werden die Ergebnisse dieser Ringversuche vom Bureau International des Poids et Mésures (BIPM) in Paris frei zugänglich im Internet publiziert. Des Weiteren betreibt das BIPM eine ebenfalls frei über das Internet zugängliche Datenbank der Dienstleistungsangebote – sog. Calibration and Measurement Capabilities (CMC) – der nationalen Institute.

Auf dem Gebiet der Analytischen Chemie enthält die CMC-Datenbank Referenzmaterialien und Referenzverfahren, die von den nationalen Instituten bereitgestellt werden. Aufnahme in die Datenbank beinhaltet die Anerkennung von Referenzmaterialien und Referenzverfahren als Elemente eines internationalen Rückführungssystems bei allen Unterzeichnern des Abkommens. Deshalb ist hierbei eine eingehende mehrstufige Begutachtung, wie im nächsten Absatz beschrieben, vorgeschaltet. Um diese Aufgabe für West- und Mitteleuropa zu übernehmen, haben EUROMET und EURACHEM ein gemeinsames Komitee „Metrology in Chemistry“ (MetChem) eingerichtet. Die Begutachtung der CMCs erfolgt in 4 Arbeitsgruppen. Die Arbeitsgruppe „Anorganische Analytik“ wird von einem Experten der BAM *(R. Matschat)* geleitet.

Bei europäischen Instituten aus dem Wirkungsbereich von EUROMET werden die Entwürfe für CMC-Einträge als erstes von den anderen europäischen Instituten begutachtet und ggf. vom einreichenden Institut einvernehmlich überarbeitet. Nach Verabschiedung durch EUROMET werden die Entwürfe von den anderen regionalen Metrologieorganisationen (SIM – Amerika, APMP – Asiatisch-pazifischer Raum, COOMET – Osteuropa, SADCMET – Südafrika) begutachtet und nach ggf. weiterer Überarbeitung dem sog. JCRB (das gemeinsame Komitee der regionalen Metrologieorganisationen und des BIPM) zur Verab-

[1] Mittlerweile wurde das Abkommen von weiteren 7 Mitgliedsstaaten der Meterkonvention und 13 assoziierten Mitgliedern der Generalkonferenz für Maß und Gewicht (CGPM) unterzeichnet.

schiedung vorgestellt. Verabschiedete Entwürfe werden dem BIPM zur Aufnahme in die Datenbank übergeben; nicht verabschiedete Entwürfe werden ggf. an EUROMET zurückverwiesen. Für Änderungen und Ergänzungen der Datenbankeinträge ist ein Jahresrhythmus vorgesehen.

Die Anerkennung von CMCs und Zertifikaten der nationalen Messinstitute ist jedoch kein Selbstzweck sondern Mittel zum Zweck: dem Abbau technischer Handelshemmnisse. Das erklärte Ziel ist die internationale Anerkennung der Ergebnisse alltäglicher Analysen, z. B. im Gesundheitsschutz, Umweltschutz oder Verbraucherschutz, soweit sie auf ein entsprechendes Messergebnis oder Referenzmaterial eines nationalen Instituts zurückgeführt werden können.

Der Aufbau der CMC-Datenbank für die Analytische Chemie begann auf dem Teilgebiet der Gasanalytik, wo die erste Runde der Sammlung und Begutachtung von CMCs bereits Mitte 2001 abgeschlossen wurde. In den nachfolgenden jährlichen Runden folgten CMCs aus den Teilgebieten Anorganische Analytik, Organische Analytik und Elektrochemische Analytik. CMCs aus neuen Teilgebieten wie der Oberflächenanalytik und der Bioanalytik werden in naher Zukunft erwartet. Gegenwärtig enthält die Datenbank ca. 2 700 Einträge, mit Suchmöglichkeiten nach Ländern, Anwendungsgebieten (Materialkategorie) und Analyten.

2.2 Internet-Datenbanken beim BIPM (http://kcdb.bipm.org)

Unter der oben angegebenen Adresse erreicht man die Startseite der „BIPM Key Comparison Database (KCDB)“, mit Zugang zu den folgenden im MRA vorgesehenen Dateien (Anhänge zum MRA).

- *Appendix A: MRA signatories*

Enthält für jedes beteiligte Land (bzw. jede beteiligte internationale Organisation) die Namen der Unterzeicher des MRA und der von ihnen vertreten Institute. Für Deutschland sind dies die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und das Umweltbundesamt (UBA), vertreten durch *E.O. Göbel*, Präsident der PTB.

- *Appendix B: Key and supplementary comparisons*

Enthält die Ergebnisse abgeschlossener Ringversuche (nur sog. Key Comparisons, siehe Abschnitt 3.1), gruppiert nach metrologischen Fachbereichen. Im Fachbereich Analytische Chemie (Amount of Substance) werden diese Ringversuche vom CCQM, dem für die Metrologie in der Chemie zuständigen Gremium der Meterkonvention veranstaltet. Sie haben im Wesentlichen die Funktion, an strategisch ausgewählten analytischen Problemen die Leistungsfähigkeit der nationalen Messinstitute und die Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse sowie der zugrundeliegenden nationalen Normale darzustellen.

- *Appendix C: Calibration and Measurement Capabilities (CMCs)*

Hier wird das Dienstleistungsangebot der nationalen Messinstitute dargestellt, ebenfalls gruppiert nach metrologischen Fachbereichen und dargestellt als Messgrößen mit festgelegtem Messbereich und angegebener Messunsicherheit. Im Fachbereich Analytische Chemie (Amount of Substance) werden dabei zwei Kategorien von Dienstleistungen unterschieden: (1) Kalibrierungen bzw. Referenzmessungen und (2) Bereitstellung von Referenzmaterialien.

- *Appendix D: List of key comparison*

Hier werden alle registrierten Ringversuche (nur sog. Key Comparisons, siehe Abschnitt 3.1) – bereits durchgeführte, laufende, geplante – aufgeführt, die auf internationaler Ebene im Rahmen der Meterkonvention durchgeführt werden oder regional im Rahmen einer der regionalen Metrologie-Organisationen (West- und Mitteleuropa: EUROMET, Osteuropa: COOMET, Amerika: SIM, Asiatisch-Pazifischer Raum: APMP, Südafrika: SADCMET). Im Fachbereich Analytische Chemie (Amount of Substance) sind aktuell 52 Ringversuche registriert, von denen 28 bereits abgeschlossen und publiziert sind.

3 Beteiligung an CCQM-Ringversuchen

3.1 Das Ringversuchsprogramm des CCQM

Beim CCQM werden zwei Kategorien von Ringversuchen durchgeführt:

Key Comparisons haben im Wesentlichen die Funktion, an strategisch ausgewählten analytischen Problemen die Leistungsfähigkeit der nationalen Messinstitute und die Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse sowie der zugrunde liegenden nationalen Normale darzustellen. Das Abschneiden eines Instituts bei einem Key Comparison entscheidet über die Akzeptanz seiner entsprechenden CMC-Einträge. Für Institute, die CMCs für vergleichbare Referenzmessungen oder Referenzmaterialien beanspruchen, ist die Teilnahme Pflicht; Nichtteilnahme kann die Aberkennung von CMCs zur Folge haben.

Pilot Studies sind Vorstudien zu Key Comparisons. Sie dienen vornehmlich dazu, auf neuen Gebieten den Stand der Technik bei den nationalen Instituten zu untersuchen oder neue analytische Methoden zu validieren. Obwohl formell nicht vorgesehen, ist auch bei Pilot Studies das Abschneiden eines Instituts für die Akzeptanz seiner entsprechenden CMC-Einträge entscheidend.

Beide Kategorien von Ringversuchen folgen im Wesentlichen der Vorgehensweise bei Ringversuchen zur Eignungsprüfung von Laboratorien (Proficiency Testing): Ein Referenzwert wird entweder vorgegeben oder aus den Ergebnissen der Teilnehmer ermittelt. Jedes Ergebnis wird nach seiner Abweichung von diesem Referenzwert bewertet. Für die Ergebnisbewertung gelten folgende Kriterien:

- Die Ergebnisse sollen im Rahmen der betreffenden Unsicherheiten (Ergebnisunsicherheit, Unsicherheit des Referenzwertes) nicht signifikant vom Referenzwert abweichen.

- Die vom Teilnehmer angegebene Ergebnisunsicherheit soll die separat festgelegte zu erreichenden Messunsicherheit (häufig 1 % relativ) nicht überschreiten.

Die für ein Ringversuchsergebnis angegebene Unsicherheit, ggf. ergänzt durch eine signifikante Abweichung vom Referenzwert, limitiert die für entsprechende CMCs zugestandene Unsicherheit.

Auf der jährlichen Plenarsitzung des CCQM werden die Ergebnisse der Ringversuche der letzten 12 Monate vorgestellt und das weitere Vorgehen beschlossen. Des Weiteren werden Vorschläge für neue Ringversuche diskutiert und das weitere Ringversuchsprogramm beschlossen.

In Anhang A ist der aktuelle Stand des Ringversuchsprogramms dargestellt.

3.2 Beteiligung der BAM an CCQM-Ringversuchen

Über die Teilnahme der BAM an CCQM-Ringversuchen wird auf der Grundlage einer Kosten/Nutzen-Analyse entschieden. Gesichtspunkte sind:

- strategische Bedeutung der analytischen Methodik;
- wirtschaftliche Bedeutung des Problemfeldes;
- Personal- und Sachkosten.

Im Regelfall beschränkt sich die Teilnahme von deutscher Seite auf ein Institut; bei Ringvergleichen in überlappenden Arbeitsgebieten wird die Teilnahme zwischen BAM, PTB und UBA abgestimmt.

Auf Gebieten, in denen die BAM eine besondere Kompetenz beansprucht, oder die für die BAM von strategischer Bedeutung sind, bewirbt sie sich um die Ausrichtung von Ringvergleichen.

Tabelle 1
Beteiligung der BAM an Ringversuchen der Anorganischen Analyse

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand
K 8	Mono-elemental calibration solutions: Al, Cu, Fe, Mg	1999	abgeschlossen
K 13	Cd and Pb in sediment	2000	abgeschlossen
K 24	Cd in rice	2001	abgeschlossen
K 29	Anion calibration solutions	2003	laufend
K 30	Pb in wine	2003	laufend
K 33	**Minor elements in steel**	2003	laufend
K 34	Assay of KHP	2003	laufend
K 35	Sulfur in fuels, low levels	2003	laufend
P 7	Purity assay: KCl, NaCl, $K_2Cr_2O_7$	1999	abgeschlossen
P 12	Pb in wine	2000	abgeschlossen
P 12.1	Elements in wine (a. o. Cu, Cd,Zn)	2003	laufend
P 14	Calcium in human serum	2001	abgeschlossen
P 15	Cd and Pb in sediment	1999	abgeschlossen
P 19.1	Purity assay: HCl (repeat)	2002	abgeschlossen
P 25	**Minor elements in steel**	2002	abgeschlossen
P 29	Cd and Zn in rice	2001	abgeschlossen
P 32	Anions in calibration solutions	2001	abgeschlossen
P 34	**Constituents in aluminium alloy**	2002	abgeschlossen
P 36	Assay of KHP	2002	abgeschlossen
P 39	Hg, Pb, Se, As and Methyl-Hg in tuna fish	2003	abgeschlossen

Tabelle 2
Beteiligung der BAM an Ringversuchen der Organischen Analyse

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand
K 5	p,p´-DDE in fish oil	1999	abgeschlossen
K 21	p,p´-DDT in fish oil	2000	abgeschlossen
K 25	PCBs in sediment	2001	abgeschlossen
K 27.a	Ethanol in aqueous matrix, forensic level	2002	abgeschlossen
K 27.b	Ethanol in aqueous matrix, commodity level	2002	abgeschlossen
K 28	Tributyl tin in sediment	2003	laufend
P 3	**NMR study**	1998	abgeschlossen
P 3.2	**NMR study**	1999	abgeschlossen
P 4	p,p´-DDE in corn oil	1998	abgeschlossen
P 5	Purity assay: acetanilide, benzoic acid, naphtalene	1998	abgeschlossen
P 10	Gamma-HCH in fish oil	1999	abgeschlossen
P 10.2	Gamma-HCH in fish oil (repeat)	2000	abgeschlossen
P 17	PCBs in sediment	2000	abgeschlossen
P 18	Tributyl tin in sediment	2001	abgeschlossen
P 20.a	Organic purity assay: TBT	2001	abgeschlossen
P 20.b	Organic purity assay: o-Xylene	2002	abgeschlossen
P 20.c	Organic purity assay: Atrazine	2003	abgeschlossen
P 20.d	Organic purity assay: Chlorpyrifos	2003	abgeschlossen
P 21	p,p´-DDT in fish oil	1999	abgeschlossen
P 27	LSD in human urine	2001	abgeschlossen
P 31.a	Organic calibration solutions: PAHs	2003	laufend
P 31.b	Organic calibration solutions: PCBs	2003	laufend
P 31.c	Organic calibration solutions: Chlorinated pesticides	2003	laufend
P 35	**Ethanol in aqueous matrix**	2001	abgeschlossen
P 43	Dibutyl tin in sediment	2003	abgeschlossen
SIM8.14P	Ethanol in aqueous matrix	2002	abgeschlossen

Tabelle 3
Beteiligung der BAM an Ringversuchen der Gasanalyse

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand
K 1.a	Gas mixtures, CO in N_2	1998	abgeschlossen
K 1.b	Gas mixtures, CO_2 in N_2	1998	abgeschlossen
K 1.e	Natural gas, Type I	1998	abgeschlossen
K 1.f	Natural gas, Type II	1998	abgeschlossen
K 1.g	Natural gas, Type III	1998	abgeschlossen
K 3	Automotive emission gases: CO, CO_2 and C_3H_8 in N_2	1998	abgeschlossen
K 16.a	**Natural gas, Type IV**	2001	abgeschlossen
K 16.b	**Natural gas, Type V**	2001	abgeschlossen
P 23	Gravimetric preparation of gas standards: CO in nitrogen	2000	abgeschlossen
P 24	**Dynamic gas mixing**	2003	laufend
P 41	Greenhouse gases: CO_2 and CH_4 at ambient levels	2002	laufend
P 49.a	**Natural gas, Type IV** (par. K 16.a)	2001	abgeschlossen
P 49.b	**Natural gas, Type V** (par. K 16.b)	2001	abgeschlossen
SIM8.12P	Automotive emission gases: CO, CO_2 and C_3H_8 in N_2	2002	abgeschlossen

Die *Tabellen 1, 2* und *3* geben eine Übersicht über die Ringversuche, an denen sich die Abteilung „Analytische Chemie; Referenzmaterialien“ bisher beteiligt hat. Ringversuche, die seitens der Abteilung ausgerichtet wurden (Funktion als sog. **Pilot Laboratory**) sind durch Fettdruck gekennzeichnet.

Zusätzlich zu den Fachgruppen der Abteilung Analytische Chemie; Referenzmaterialien ist seit 2002 das Laboratorium VIII.23 Mikrobereichs- und Oberflächenanalyse; Rastermikroskopie an CCQM-Aktivitäten der BAM beteiligt: durch Mitarbeit in der neuen Arbeitsgruppe Oberflächenanalytik und Teilnahme an der Pilot Study über die Messung der Schichtdicke von SiO_2 auf Silizium (CCQM-P38).

Gelegentlich beteiligt sich die BAM auch an Ringversuchen regionaler Metrologie-Organisationen, so z. B. bei SIM (Nord-, Mittel und Südamerika), siehe *Tabelle 2* und *3*.

3.3 Ergebnisse der veröffentlichten CCQM-Ringversuche mit BAM-Beteiligung

Im Interesse größtmöglicher Transparenz werden bei CCQM-Ringversuchen die Ergebnisse nicht anonymisiert, sondern zu jedem Ergebnis das Institut genannt. Die Ergebnisse von Key Comparisons werden auf der Webseite des BIPM im Internet veröffentlicht. Die Ergebnisse von Pilot Studies können, sofern alle Teilnehmer einverstanden sind, ebenfalls veröffentlicht werden – in diesem Fall in einer wissenschaftlichen Zeitschrift, in der Regel das elektronische Supplement von *Metrologia*.

Anmerkung: Die Veröffentlichung der Ergebnisse von CCQM-Ringversuchen erfolgt nach einer mehrstufigen Prozedur, die in der Regel mindestens 3 Jahre beansprucht.

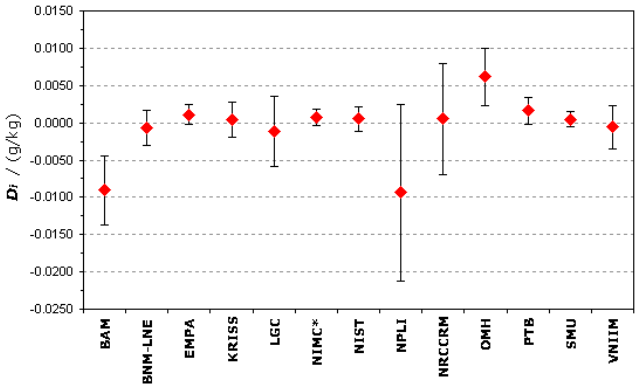
Die Laboratorien der Abteilung Analytische Chemie; Referenzmaterialien haben bei diesen Ringversuchen durchweg gute Ergebnisse erzielt; häufig gehörten die Ergebnisse der BAM zur Spitzengruppe. Hierbei wurden – ebenso wie beim NIST – Ergebnisunsicherheiten im Zweifelsfall eher konservativ abgeschätzt.

In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse von CCQM-Ringversuchen, an denen die BAM beteiligt war, dargestellt – aus Gründen der Vertraulichkeit nur für diejenigen Ringversuche, deren Ergebnisse bereits veröffentlicht sind.

3.3.1 Ringversuche der Anorganischen Analyse

CCQM-K8 Aluminium, 1 g/kg

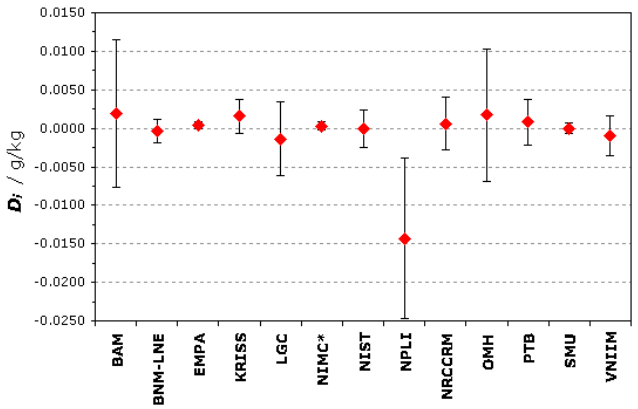
MEASURAND: Mass fraction of Aluminium in monoelemental standard solution
NOMINAL VALUE: 1 g/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in g/kg



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

CCQM-K8 Copper, 1 g/kg

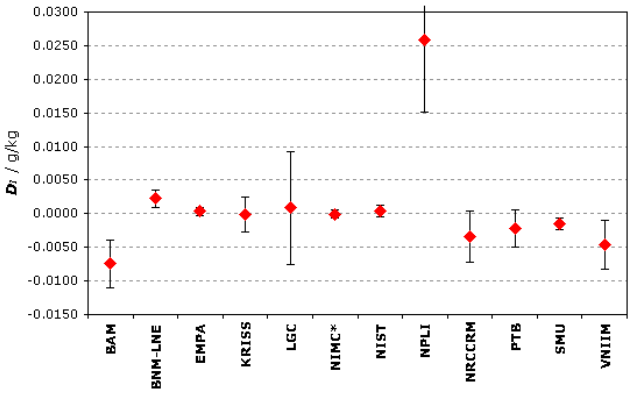
MEASURAND: Mass fraction of Copper in monoelemental standard solution
NOMINAL VALUE: 1 g/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in g/kg



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

CCQM-K8 Iron, 1 g/kg

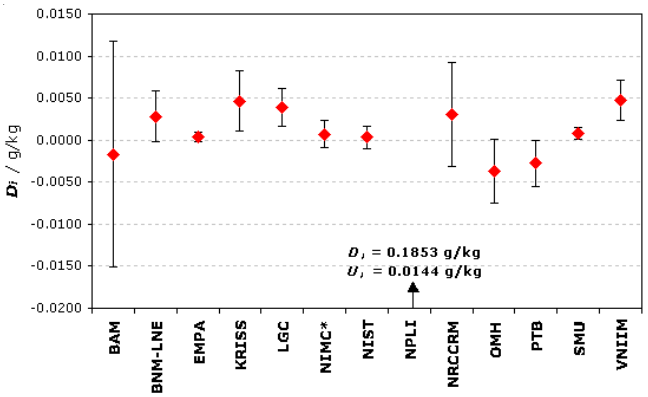
MEASURAND: Mass fraction of Iron in monoelemental standard solution
NOMINAL VALUE: 1 g/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in g/kg



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

CCQM-K8 Magnesium, 1 g/kg

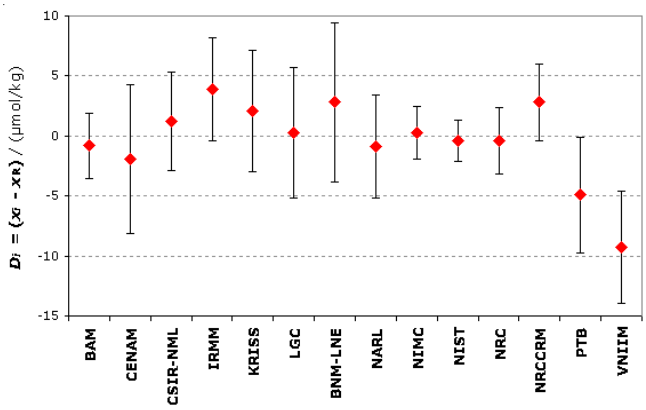
MEASURAND: Mass fraction of Magnesium in monoelemental standard solution
NOMINAL VALUE: 1 g/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in g/kg



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

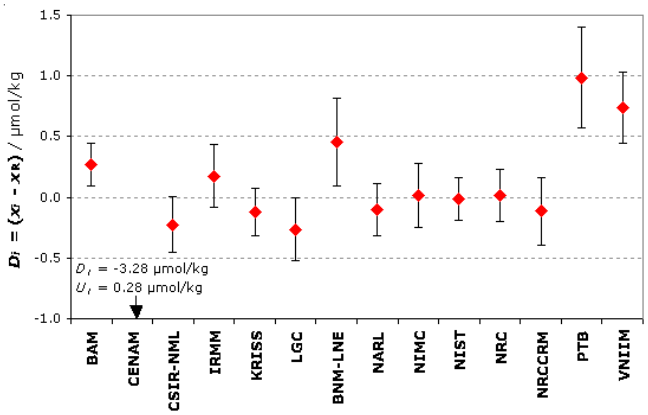
CCQM-K13 Pb in sediment, ~170 µmol/kg

MEASURAND: Amount content of Lead in sediment
NOMINAL VALUE: ~170 µmol/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainties U_i (k = 2) expressed in µmol/kg



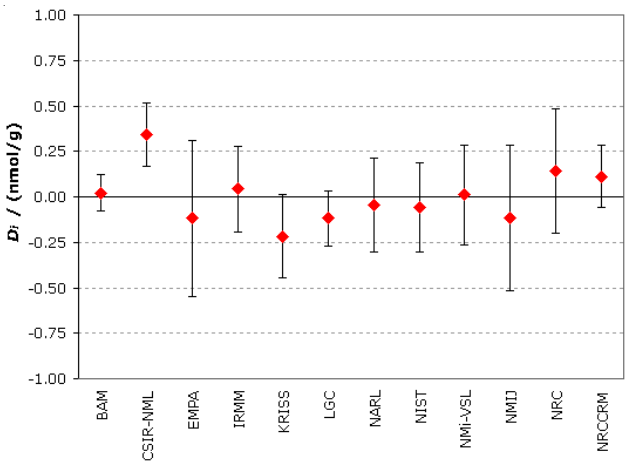
CCQM-K13 Cd in sediment, ~5.5 µmol/kg

MEASURAND: Amount content of Cadmium in sediment
NOMINAL VALUE: ~5.5 µmol/kg
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainties U_i (k = 2) expressed in µmol/kg

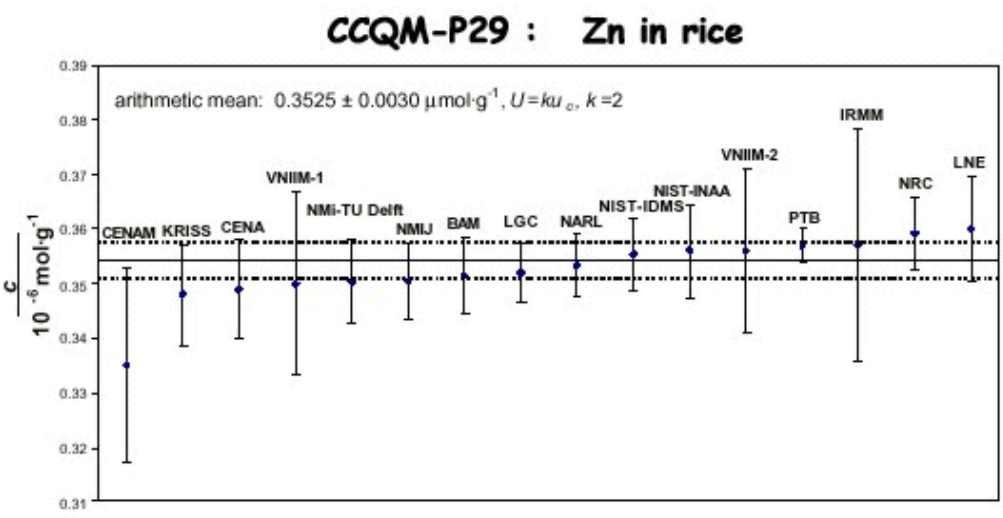


CCQM-K24 Cd in rice

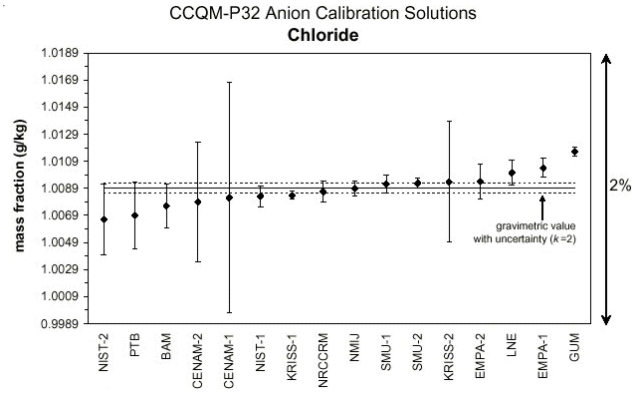
MEASURAND: Amount content of Cadmium in rice
NOMINAL VALUE: ~10 nmol/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in nmol/g



CCQM-P29 Zn in rice, 0.3525 µmol/g



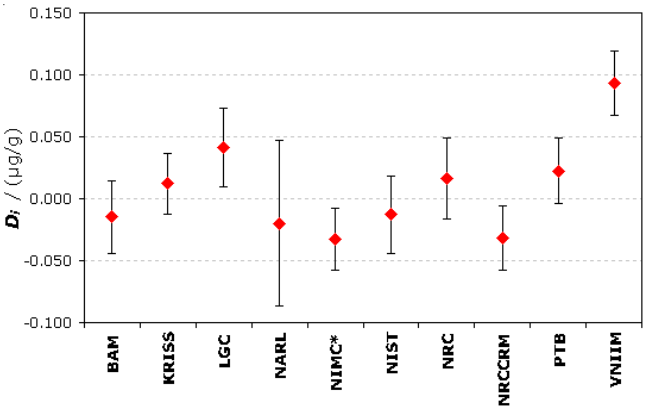
CCQM-P32 Anion calibration solution, NaCl 1.00892 g/kg



3.3.2 Ringversuche der Organischen Analyse

CCQM-K5 p,p'-DDE in fish oil, Natural material, 1.5 µg/g

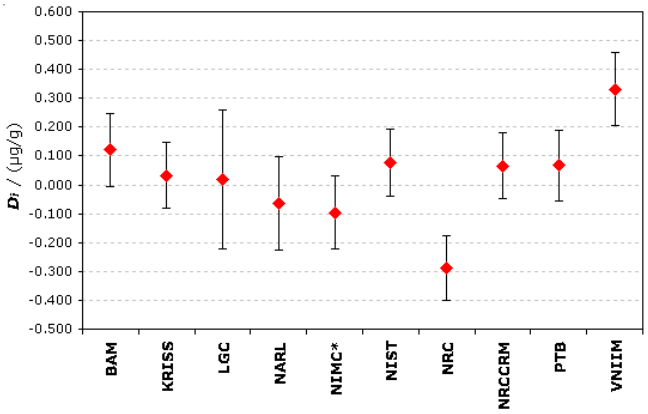
MEASURAND: Mass fraction of pp'-DDE in fish oil
NOMINAL VALUE: 1.5 µg/g (natural material)
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confindence) expressed in µg/g



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

CCQM-K5 p,p'-DDE in fish oil, Fortified material, 6 µg/g

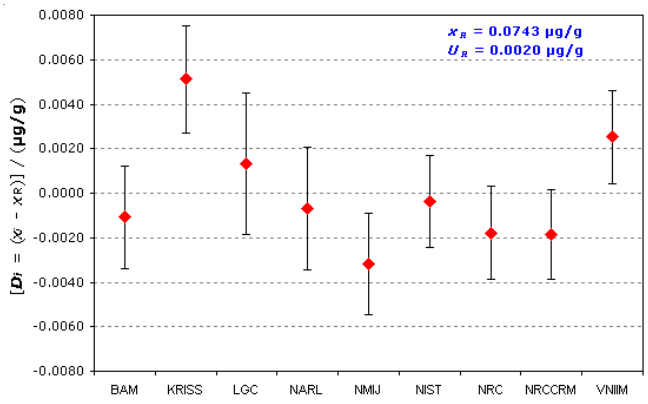
MEASURAND: Mass fraction of pp'-DDE in fish oil
NOMINAL VALUE: 6 µg/g (fortified material)
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in µg/g



*At the time of the comparison NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NIMC (National Institute of Material and Chemical research).

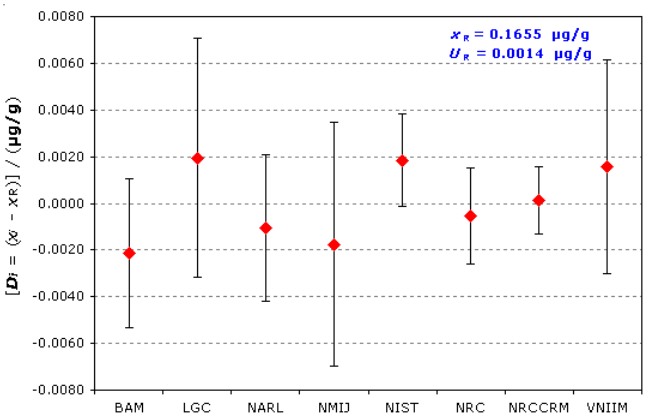
CCQM-K21 p,p'-DDT in fish oil, Lower level, ~70 ng/g

MEASURAND: Mass fraction of pp'-DDT in fish oil
NOMINAL VALUE: ~70 ng/g (Sample A)
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confindence) expressed in µg/g



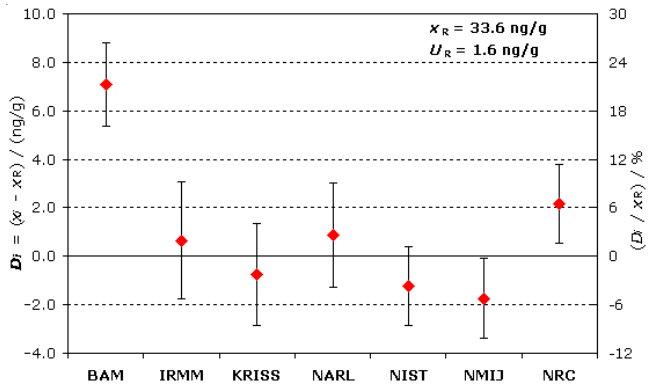
CCQM-K21 p,p'-DDT in fish oil, Higher level, ~170 ng/g

MEASURAND: Mass fraction of pp'-DDT in fish oil
NOMINAL VALUE: ~170 ng/g (Sample B)
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in µg/g



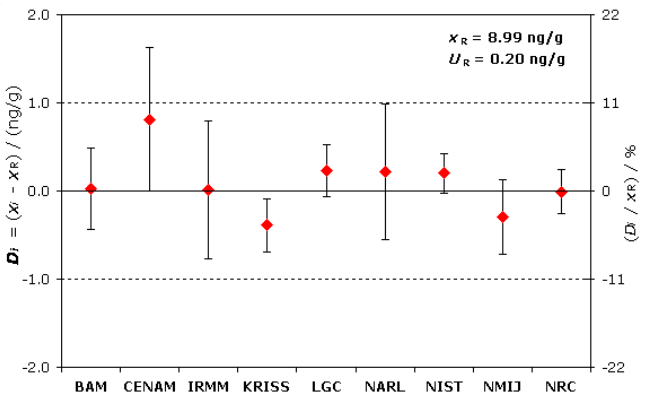
CCQM-K25 PCB 28 in sediment

MEASURAND: Mass fraction of PCB 28 in sediment
NOMINAL VALUE: ~34 ng/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in ng/g



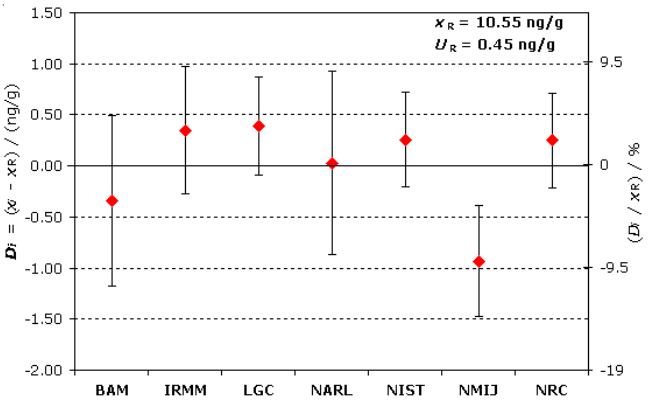
CCQM-K25 PCB 170 in sediment

MEASURAND: Mass fraction of PCB 170 in sediment
NOMINAL VALUE : ~9 ng/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in ng/g



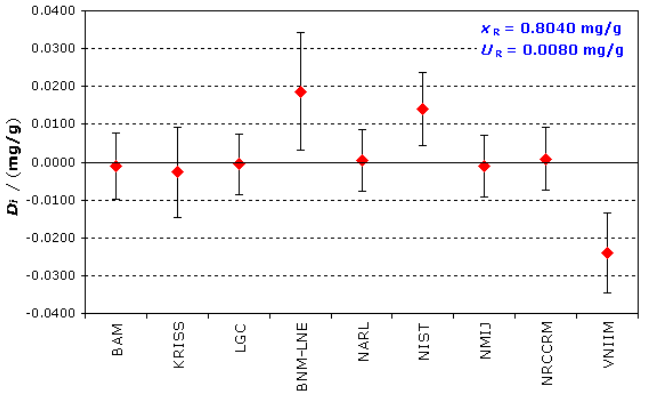
CCQM-K25 PCB 105 in sediment

MEASURAND: Mass fraction of PCB 105 in sediment
NOMINAL VALUE: ~10 ng/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in ng/g



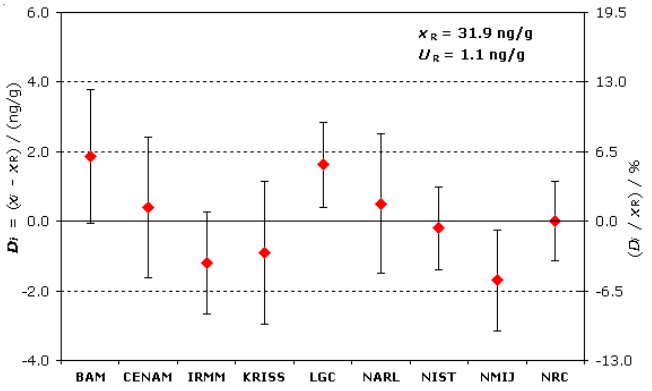
CCQM-K27a Ethanol in aqueous matrix, Sample A (forensic level), ~0.8 mg/g

MEASURAND: Mass fraction of Ethanol in aqueous matrix, Sample A
NOMINAL VALUE: ~0.8 mg/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in mg/g



CCQM-K25 PCB 153 in sediment

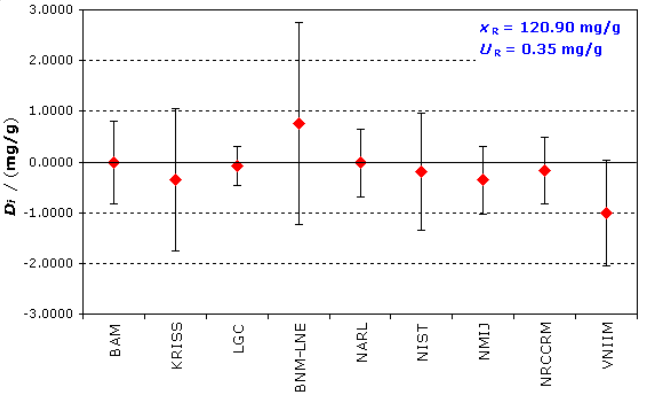
MEASURAND: Mass fraction of PCB 153 in sediment
NOMINAL VALUE : ~32 ng/g
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in ng/g



CCQM-K27a Ethanol in aqueous matrix, Sample B (forensic level), ~120 mg/g

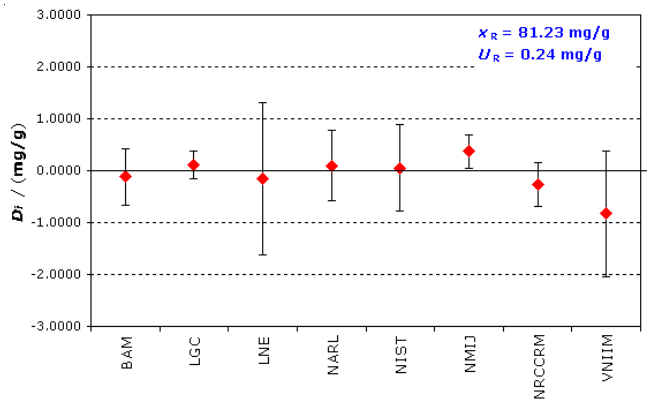
MEASURAND: Mass fraction of Ethanol in aqueous matrix, Sample B
NOMINAL VALUE : ~120 mg/g

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (95% level of confidence) expressed in mg/g

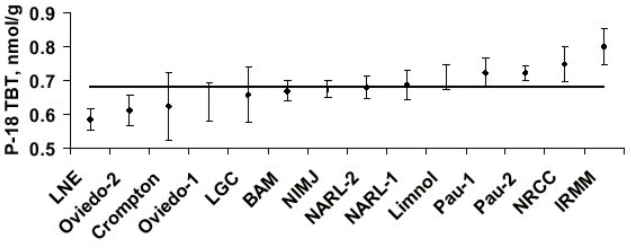


CCQM-K27b Ethanol in aqueous matrix, Sample C (commodity level), ~81 mg/g

MEASURAND: Mass fraction of Ethanol in aqueous matrix, Sample C
NOMINAL VALUE: ~81 mg/g



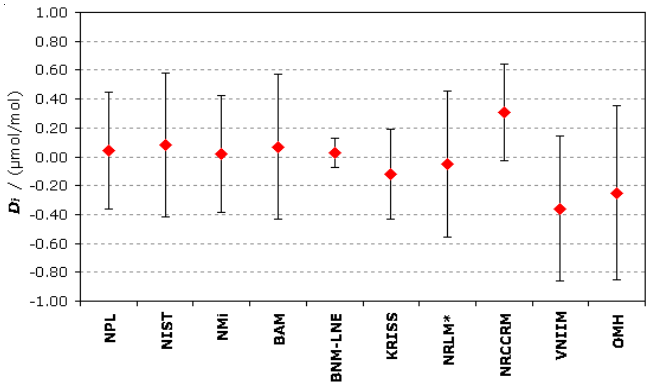
CCQM-P18 Tributhyltin in sediment 0.68 nmol/g



3.3.3 Ringversuche der Gasanalyse

CCQM-K1.a CO in N_2, 100 µmol/mol

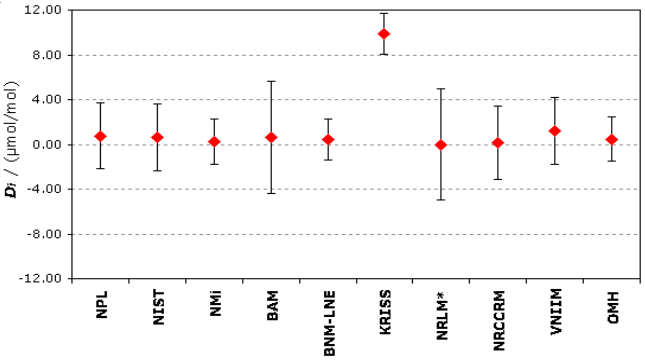
MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon monoxide in Nitrogen
NOMINAL VALUE: 100 µmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in µmol/mol



*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.a CO in N_2, 1000 µmol/mol

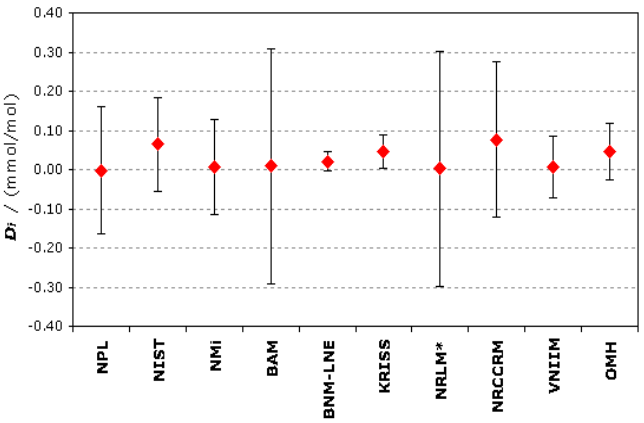
MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon monoxide in Nitroge
NOMINAL VALUE: 1000 µmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in µmol/mol



*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.a CO in N_2, 60 mmol/mol

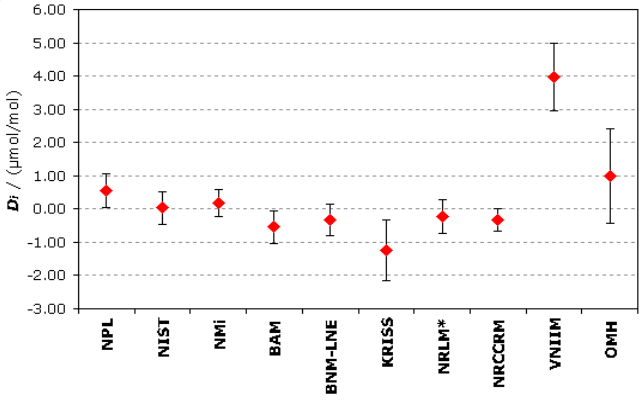
MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon monoxide in Nitrogen
NOMINAL VALUE: 60 mmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.b CO_2 in N_2, 100 µmol/mol

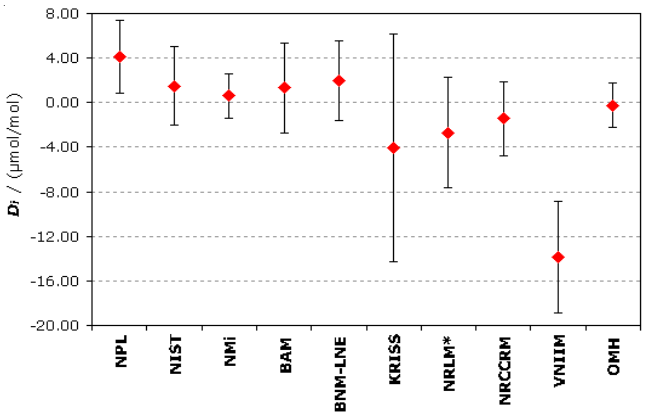
MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon dioxide in Nitrogen
NOMINAL VALUE: 100 µmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in µmol/mol



*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.b CO_2 in N_2, 1000 µmol/mol

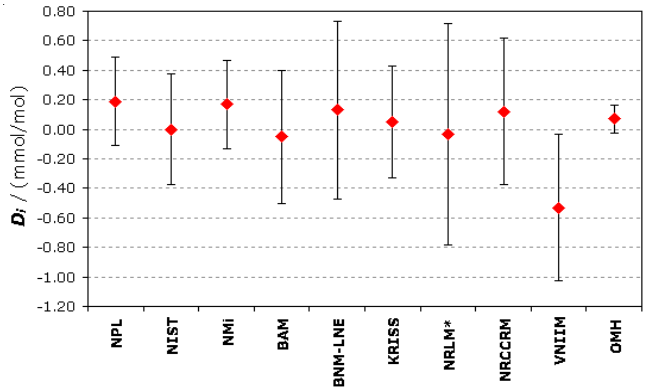
MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon dioxide in Nitrogen
NOMINAL VALUE: 1000 µmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in µmol/mol



*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.b CO_2 in N_2, 150 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of Carbon dioxide in Nitrogen
NOMINAL VALUE: 150 mmol/mol
Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



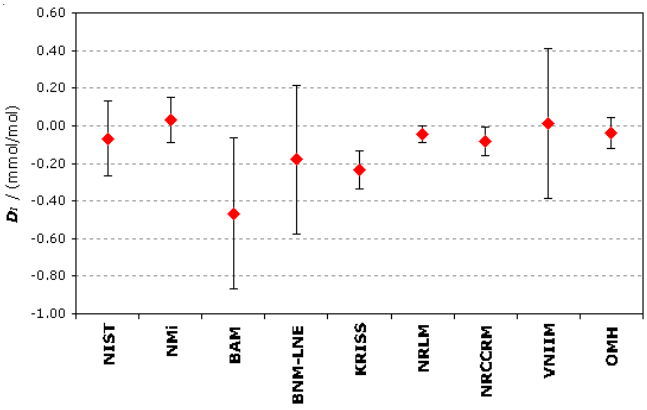
*At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.e Nitrogen, 40 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type I

NOMINAL VALUES:	**Nitrogen**	**40 mmol/mol**
	Carbon dioxide	10 mmol/mol
	Ethane	30 mmol/mol
	Propane	10 mmol/mol
	n-Butane	2 mmol/mol
	Methane	908 mmol/mol

Degrees of Equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



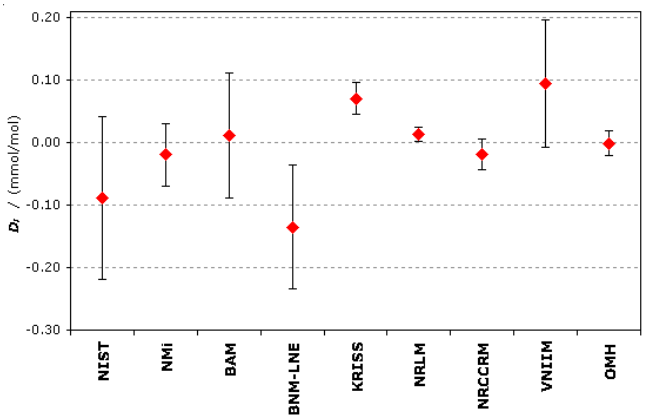
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.e Carbon dioxide, 10 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type I

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	40 mmol/mol
	Carbon dioxide	**10 mmol/mol**
	Ethane	30 mmol/mol
	Propane	10 mmol/mol
	n-Butane	2 mmol/mol
	Methane	908 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



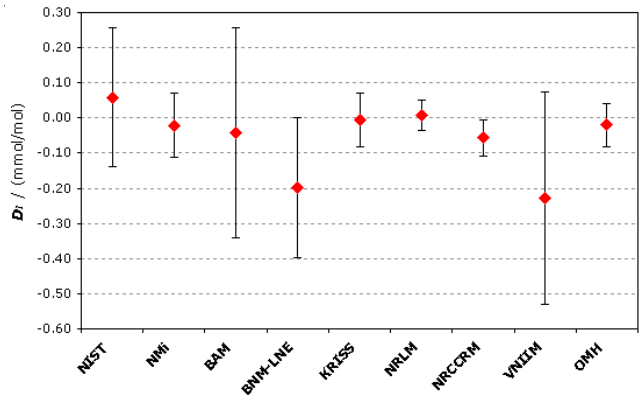
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.e Ethane, 30 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type I

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	40 mmol/mol
	Carbon dioxide	10 mmol/mol
	Ethane	**30 mmol/mol**
	Propane	10 mmol/mol
	n-Butane	2 mmol/mol
	Methane	908 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



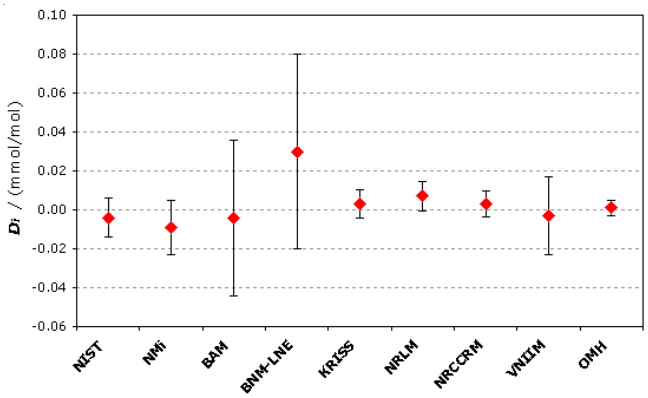
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.e n-Butane, 2 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type I

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	40 mmol/mol
	Carbon dioxide	10 mmol/mol
	Ethane	30 mmol/mol
	Propane	10 mmol/mol
	n-Butane	**2 mmol/mol**
	Methane	908 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



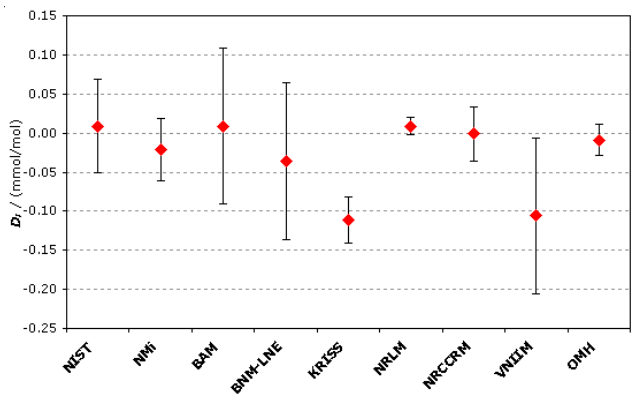
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.e Propane, 10 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type I

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	40 mmol/mol
	Carbon dioxide	10 mmol/mol
	Ethane	30 mmol/mol
	Propane	**10 mmol/mol**
	n-Butane	2 mmol/mol
	Methane	908 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



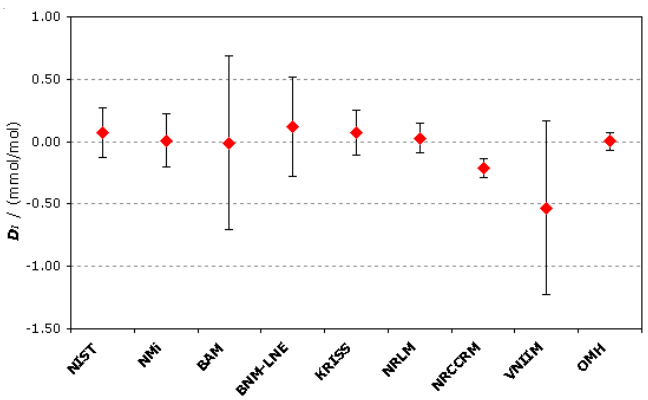
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.f Nitrogen, 70 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type II

NOMINAL VALUES:	**Nitrogen**	**70 mmol/mol**
	Carbon dioxide	30 mmol/mol
	Ethane	94 mmol/mol
	Propane	34 mmol/mol
	n-Butane	10 mmol/mol
	Methane	762 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



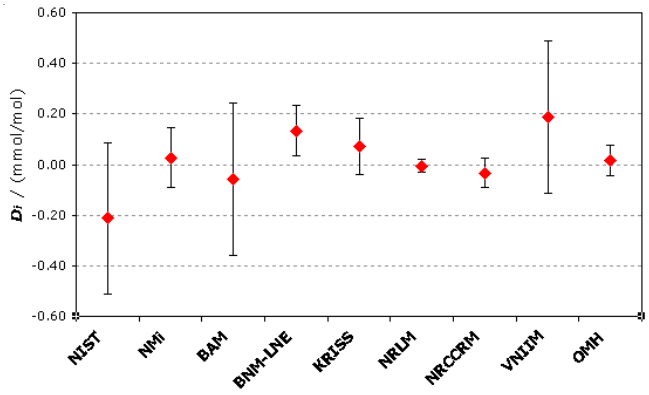
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.f Carbon dioxide, 30 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type II

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	70 mmol/mol
	Carbon dioxide	**30 mmol/mol**
	Ethane	94 mmol/mol
	Propane	34 mmol/mol
	n-Butane	10 mmol/mol
	Methane	762 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



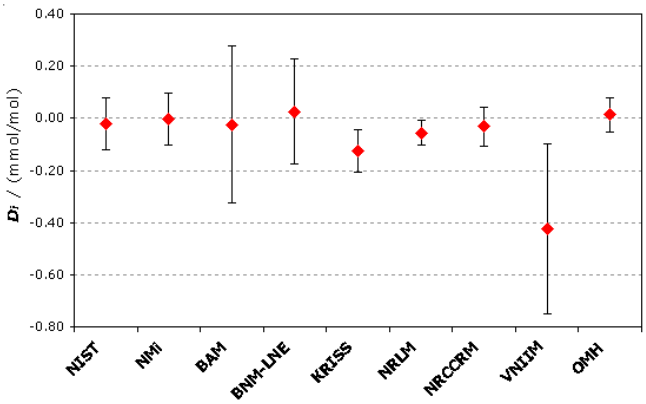
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.f Propane, 34 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type II

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	70 mmol/mol
	Carbon dioxide	30 mmol/mol
	Ethane	94 mmol/mol
	Propane	**34 mmol/mol**
	n-Butane	10 mmol/mol
	Methane	762 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



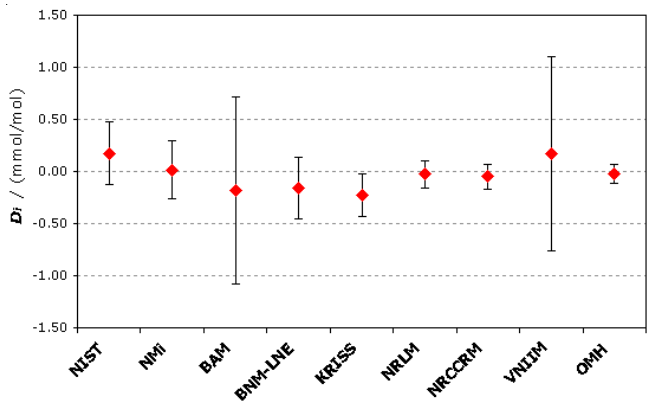
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.f Ethane, 94 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type II

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	70 mmol/mol
	Carbon dioxide	30 mmol/mol
	Ethane	**94 mmol/mol**
	Propane	34 mmol/mol
	n-Butane	10 mmol/mol
	Methane	762 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



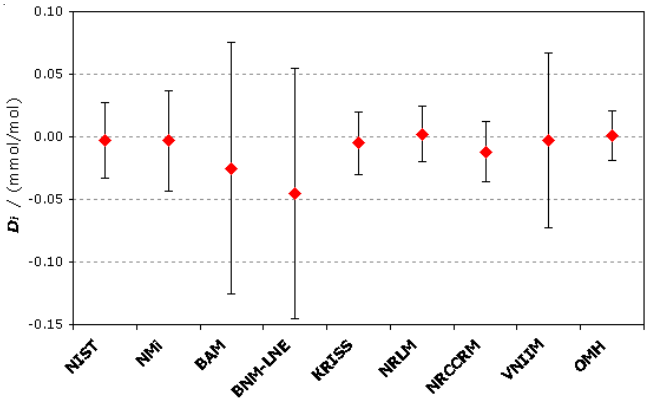
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.f n-Butane, 10 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type II

NOMINAL VALUES:	Nitrogen	70 mmol/mol
	Carbon dioxide	30 mmol/mol
	Ethane	94 mmol/mol
	Propane	34 mmol/mol
	n-Butane	**10 mmol/mol**
	Methane	762 mmol/mol

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



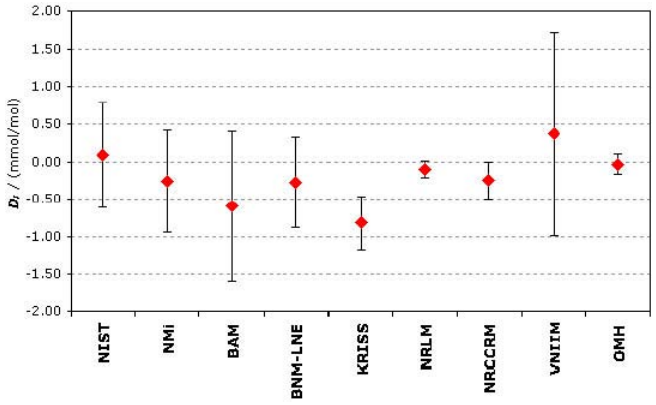
At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

CCQM-K1.g Nitrogen, 135 mmol/mol

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of the different gases constituting the natural gas type III

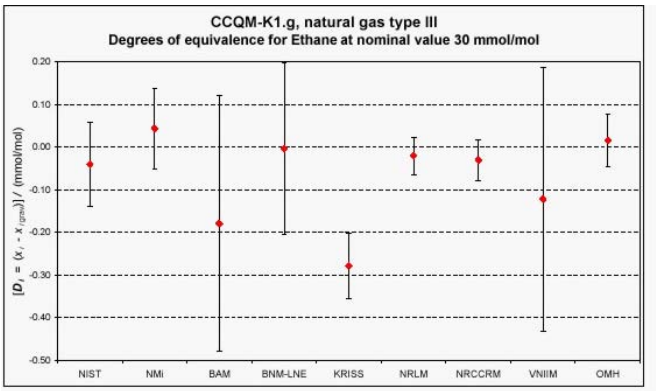
NOMINAL VALUES:	Nitrogen	135 mmol/mol
	Carbon dioxide	5 mmol/mol
	Ethane	30 mmol/mol
	Propane	5 mmol/mol
	n-Butane	1 mmol/mol
	Methane	824 mmol/mol

Degrees of Equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol

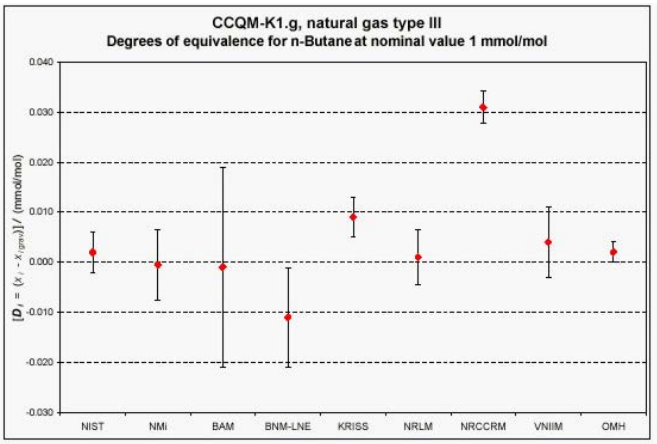


At the time of the comparison, NMIJ (National Metrology Institute of Japan) was designated as NRLM (National Research Laboratory of Metrology).

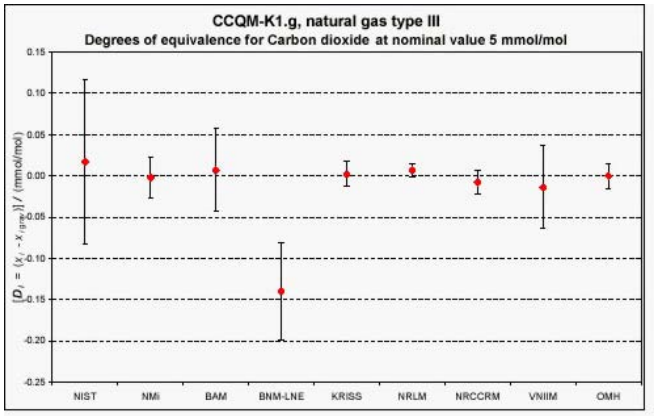
CCQM-K1.g Ethane, 30 mmol/mol



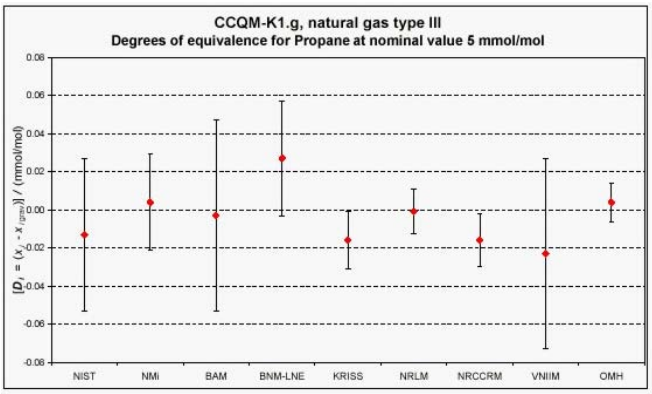
CCQM-K1.g n-Butane, 1 mmol/mol



CCQM-K1.g Carbon dioxide, 5 mmol/mol



CCQM-K1.g Propane, 5 mmol/mol



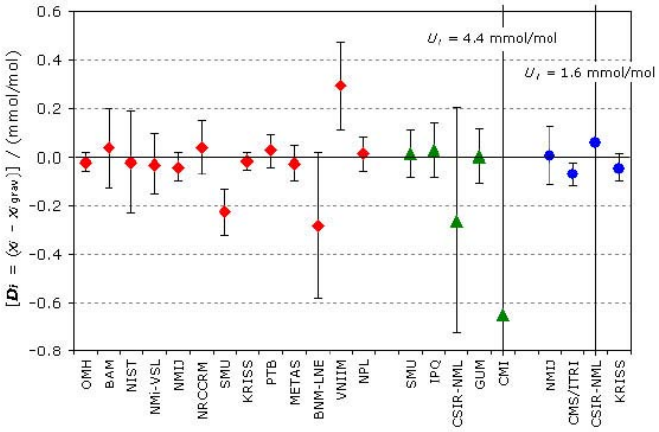
CCQM-K3 CO in N_2

CCQM-K3, EUROMET.QM-K3 and APMP.QM-K3

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of automotive emission gases

NOMINAL VALUES for Carbon monoxide: 32 mmol/mol for CCQM-K3 and EUROMET.QM-K3 and 28 mmol/mol for APMP.QM-K3

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



Diamonds: participants in **CCQM-K3**
Triangles: participants in **EUROMET.QM-K3**
Circles: participants in **APMP.QM-K3**

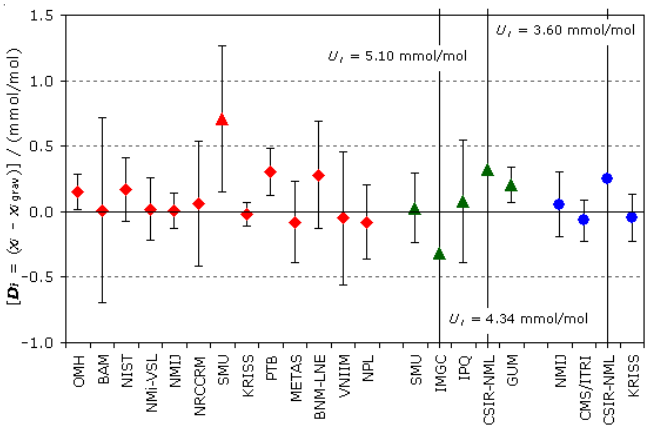
CCQM-K3 CO_2 in N_2

CCQM-K3, EUROMET.QM-K3 and APMP.QM-K3

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of automotive emission gases

NOMINAL VALUES for Carbon dioxide: 135 mmol/mol for CCQM-K3 and EUROMET.QM-K3 and 124 mmol/mol for APMP.QM-K3

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



Diamonds: participants in **CCQM-K3**
Triangles: participants in **EUROMET.QM-K3**
Circles: participants in **APMP.QM-K3**

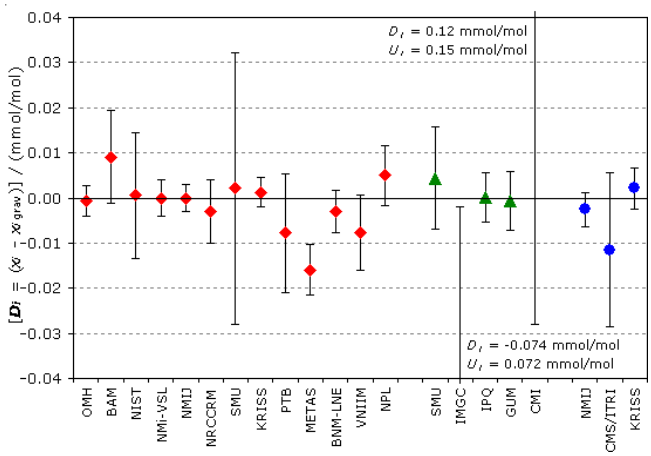
CCQM-K3 C_3H_8 in N_2

CCQM-K3, EUROMET.QM-K3 and APMP.QM-K3

MEASURAND: Amount-of-substance fraction of automotive emission gases

NOMINAL VALUES for Propane: 2.05 mmol/mol for CCQM-K3 and EUROMET.QM-K3 and 1.95 mmol/mol for APMP.QM-K3

Degrees of equivalence D_i and expanded uncertainty U_i (k = 2) expressed in mmol/mol



Diamonds: participants in **CCQM-K3**
Triangles: participants in **EUROMET.QM-K3**
Circles: participants in **APMP.QM-**

4 Beteiligung an CMC-Einträgen

4.1 Stand der CMC-Einträge in der Analytischen Chemie

Aktuell enthält die CMC-Datenbank beim BIPM 2.678 Einträge für insgesamt 188 verschiedene Analyten (Stand: 12. März 2004). In der nachfolgenden *Tabelle 4* wird diese Gesamtzahl untersetzt nach Anwendungsgebiet und Weltregion (RMO). *Tabelle 5* gibt die Anzahl der CMC-Einträge in den verschiedenen Anwendungsgebieten für einzelne ausgewählte Institute an.

Tabelle 4
CMCs nach Anwendungsgebiet und Weltregion (RMO) / Stand: 12.03.2004

Anwendungsgebiet	Amerika	Asien u. Pazifik	Europa (W/M)	Europa (O)	Afrika (S)	*total*
Hochreine Chemikalien	-	56	26	3	-	85
Anorganische Lösungen	101	27	88	13	-	229
Organische Lösungen	145	33	4	15	-	197
Gase	140	55	563	100	3	861
Wasser	58	5	36	1	-	100
pH	14	6	46	6	-	72
Elektrolytische Leitfähigkeit	4	-	14	2	-	20
Metalle	-	-	235	-	-	235
Hochtechnologie-Materialien	9	-	16	-	-	25
Biologische Materialien	243	10	39	-	-	292
Lebensmittel	119	26	21	5	1	172
Brennstoffe	35	8	1	-	-	44
Böden, Sedimente, Erze und Partikel	246	14	59	4	3	326
Sonstige Materialien	-	-	20	-	-	20
Total	1114	240	1168	149	7	2678

Tabelle 5
CMCs ausgewählter Institute / Stand: 12.03.2004

Anwendungsgebiet	BAM D	PTB D	UBA D	LGC UK	IRMM EU	NIST USA	NMIJ Japan
Hochreine Chemikalien	-	-	-	15	9	-	3
Anorganische Lösungen	12	4	-	24	-	73	7
Organische Lösungen	-	-	-	4	-	144	-
Gase	18	-	22	-	-	136	13
Wasser	5	-	-	12	11	21	2
pH	-	9	-	-	-	10	-
Elektrolytische Leitfähigkeit	-	4	-	-	-	3	-
Metalle	235	-	-	-	-	-	-
Hochtechnologie-Materialien	16	-	-	-	-	9	-
Biologische Materialien	3	13	-	1	8	198	1
Lebensmittel	3	-	-	4	-	117	2
Brennstoffe	1	-	-	-	-	35	-
Böden, Sedimente, Erze und Partikel	23	-	-	2	24	205	8
Sonstige Materialien	20	-	-	-	-	-	-
Total	336	30	22	62	52	951	36

4.2 CMC-Einträge der BAM

Das Einbringen von CMC-Einträgen für die Metrologie in der Chemie wird einvernehmlich zwischen BAM, PTB und UBA abgestimmt.

Die Abteilung „Analytische Chemie; Referenzmaterialien“ ist bemüht, möglichst alle Referenzmaterialien und Referenzverfahren der chemischen Analytik, die den gegenwärtigen metrologischen Kriterien entsprechen, in das deutsche Rückführungssystem einzubringen und die Anerkennung entsprechender CMC-Einträge zu erreichen.

Als Referenzmaterialien für diesen Zweck kommen ausschließlich Zertifizierte Referenzmaterialien in Betracht. Für Referenzmaterialien, die als nationale Normale zur Verkörperung von SI-Einheiten der stofflichen Zusammensetzung bereitgehalten werden (z. B. primäre Gasgemische und primäre Reinstelemente), gelten zusätzlich spezifische Anforderungen. Bei Referenzmaterialien für CMC-Einträge wird u. a. verlangt, dass das jeweilige Institut wesentlich an der Charakterisierung beteiligt ist, so dass die zertifizierten Werte und deren Unsicherheit die Messfähigkeit des Instituts ausweisen.

Als Referenzverfahren für diesen Zweck kommen ausschließlich Analysenverfahren aus dem Serviceangebot der Abteilung in Betracht; Referenzverfahren, die ausschließlich intern genutzt werden, kommen für CMCs nicht in Frage. Die für ein Referenzverfahren beanspruchte Genauigkeit sollte in international anerkannten Ringversuchen – vorzugsweise bei CCQM, EUROMET oder anderen regionalen Metrologieorganisationen – oder in hochrangigen Vergleichsmessungen nachgewiesen sein; ggf. müssen andere Informationen zur Stützung des Genauigkeitsanspruchs beigebracht werden.

Bis Ende 2003 wurden von insgesamt 381 angemeldeten CMC-Einträgen der BAM im Fachgebiet „Amount of Substance“ 336 Einträge in die Datenbank beim BIPM eingestellt und sind damit international anerkannt. Weitere 45 Einträge, darunter etliche in 2003 neu angemeldete, befinden sich nach erfolgter Begutachtung noch in der Warteschleife vor der Aufnahme in die Datenbank und werden voraussichtlich im Laufe des Jahres nachfolgen. Die BAM ist bislang weltweit das einzige Institut, das in größerem Umfang CMC-Einträge für Matrix-Referenzmaterialien – d. h. reale Materialien für die Richtigkeitskontrolle, nicht nur Kalibriermaterialien – hat. Diese Materialien in dem internationalen Begutachtungsverfahren durchzusetzen erforderte erheblichen Aufwand an Argumentation und Dokumentation.

Anhang B enthält die CMC-Einträge der BAM, gegliedert nach analytischen Anwendungsgebieten.

5 Anerkennung des QM-Systems für die CMC-Einträge

Die Anerkennung von CMCs setzt voraus, dass das betreffende Institut ein für seine metrologischen Funktionen angemessenes Qualitätsmanagement-System betreibt. Der Nachweis hierfür kann entweder durch Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 oder durch Selbsterklärung erfolgen. Den regionalen Metrologieorganisationen obliegt die Aufgabe, für jedes der Institute in ihrem Wirkungsbereich festzustellen, ob hinreichendes Vertrauen besteht, dass es ein angemessenes QM-System betreibt; andernfalls werden die CMCs des Instituts gestrichen. EUROMET hat zu diesem Zweck ein Expertengremium, das QS-Forum eingerichtet, das auf der Grundlage detaillierter Berichte und Anhörungen für jedes Institut eine Evaluierung des QM-Systems durchführt.

Das QM-System, auf das sich die CMCs der BAM im Fachgebiet „Amount of Substance“ stützen, wurde auf einer Sitzung des QS-Forums im September 2001 evaluiert. Nach Abschluss der Umstellung des QM-Systems von der EN 45001 auf die ISO/IEC 17025 und Vorlage des diesbezüglichen Abschlussberichts wurde die Evaluierung auf der Sitzung im September 2003 abgeschlossen. Damit ist das QM-System der BAM im Rahmen von EUROMET anerkannt. Die Anerkennung durch die anderen regionalen Metrologieorganisationen (Osteuropa: COOMET, Amerika: SIM, Asiatisch-Pazifischer Raum: APMP, Südafrika: SADCMET) wird von EUROMET betrieben.

Anmerkung: Für die Anerkennung des QM-Systems der BAM durch EUROMET QS-Forum war die Akkreditierung – insbesondere die den metrologischen Funktionen angemessene Akkreditierung mit flexiblem Scope – sehr hilfreich.

6 Beteiligung an CCQM-Gremien

Die Mitarbeit in den Gremien des CCQM wird einvernehmlich zwischen BAM, PTB und UBA abgestimmt. Die BAM ist in allen Gremien vertreten, in denen ihr wissenschaftlicher Sachverstand, vor allem aber auch ihr Praxisbezug gefragt sind, und in denen sie von den Kontakten und dem Informationsaustausch profitiert.

Die nachfolgenden *Tabellen* zeigen, in welchen Gremien bei CCQM und bei EUROMET/MetChem als europäischem Spiegelgremium Deutschland vertreten ist.

Tabelle 6
Mitarbeit bei CCQM

	BAM	PTB	UBA
Plenary Committee	X	X	
KC and CMC Quality WG	X		
Inorganic Analysis WG	X	X	
Organic Analysis WG	X	X	
Gas Analysis WG	X		X
Electrochemical Analysis WG		X	
Surface Analysis WG	X	X	
Bioanalysis WG	X	X	

Tabelle 7
Mitarbeit bei EUROMET/MetChem

	BAM	PTB	UBA
Plenary Committee	X	X	
Inorganic Analysis WG	X	X	
Organic Analysis WG	X	X	
Gas Analysis WG	X		X
Electrochemical Analysis WG		X	

7 Koordinierung der CCQM-Aktivitäten

Die Koordinierung der CCQM-Aktivitäten der BAM erfolgt in einem eigens dafür eingerichteten Arbeitskreis, dem „CCQM-Spiegel“. Aktuell sind seine Mitglieder:

Tabelle 8
CCQM-Spiegel der BAM

OE	**Mitarbeiter**
I.01	W. Hässelbarth (Leitung), Th. Steiger
I.1	P. Klobes, R. Matschat, S. Noack, S. Recknagel, B. Röhl-Kuhn
I.2	R. Philipp, T. Win
I.3	H. Jancke, U. Resch-Genger
I.4	M. Hedrich, H.-J. Heine, G. Riebe, J. Vogl
VIII.2	W. Unger

Anhang A
Ringversuchsprogramm des CCQM

Tabelle A.1
CCQM Key Comparisons, Stand: 31. März 2004

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand	Beteiligung BAM
K 1.a	Gas mixtures, CO in N_2	1998	abgeschlossen	●
K 1.b	Gas mixtures, CO_2 in N_2	1998	abgeschlossen	●
K 1.c	Gas mixtures, NO in N_2	1998	abgeschlossen	
K 1.d	Gas mixtures, SO_2 in N_2	1998	abgeschlossen	
K 1.e	Natural gas, Type I	1998	abgeschlossen	●
K 1.f	Natural gas, Type II	1998	abgeschlossen	●
K 1.g	Natural gas, Type III	1998	abgeschlossen	●
K 2	Cd and Pb in natural water	1998	abgeschlossen	
K 3	Automotive emission gases: CO, CO_2 and C_3H_8 in N_2	1998	abgeschlossen	●
K 4	Ethanol in air	1999	abgeschlossen	
K 5	p,p´-DDE in fish oil	1999	abgeschlossen	●
K 6	Cholesterol in human serum	1999	abgeschlossen	
K 7	Benzene/Toluene/Xylene in N_2	1999	abgeschlossen	
K 8	Mono-elemental calibration solutions: Al, Cu, Fe, Mg	1999	abgeschlossen	●
K 9	pH: phosphate buffer solutions	1999	abgeschlossen	
K 10	Benzene/Toluene/Xylene in N_2, low level	2001	abgeschlossen	
K 11	Glucose in human serum	2001	abgeschlossen	
K 12	Creatinine in human serum	2001	abgeschlossen	
K 13	Cd and Pb in sediment	2000	abgeschlossen	●
K 14	Calcium in human serum	2001	abgeschlossen	
K 15	SF_6 and CFCs at emission levels	2003	laufend	
K 16.a	Natural gas, Type IV	2001	abgeschlossen	●
K 16.b	Natural gas, Type V	2001	abgeschlossen	●
K 17	pH: phtalate buffer solutions	2001	abgeschlossen	
K 18	pH: carbonate buffer solutions	2003	laufend	
K 19	pH: borate buffer solutions	2004	geplant	
K 20	pH: tetroxalate buffer solutions		geplant	
K 21	p,p´-DDT in fish oil	2000	abgeschlossen	●
K 22	VOCs in air	2003	laufend	
K 23	Natural gas / LPG	2004	geplant	(●)
K 24	Cd in rice	2001	abgeschlossen	●
K 25	PCBs in sediment	2001	abgeschlossen	●
K 26.a	Reactive gases: NO in N_2	2003	laufend	
K 26.b	Reactive gases: SO_2 in air	2003	laufend	
K 27.a	Ethanol in aqueous matrix, forensic level	2002	abgeschlossen	●
K 27.b	Ethanol in aqueous matrix, commodity level	2002	abgeschlossen	●
K 28	Tributyl tin in sediment	2003	laufend	●

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand	Beteiligung BAM
K 29	Anion calibration solutions	2003	laufend	●
K 30	Pb in wine	2003	laufend	●
K 31	As in shellfish	2002	abgeschlossen	
K 32	Si on SiO_2: film thickness		geplant	(●)
K 33	Minor elements in steel	2003	laufend	●
K 34	Assay of KHP	2003	laufend	●
K 35	Sulfur in fuels, low levels	2003	laufend	●
K 36.a	Electrolytic conductivity (0,5 S/m)		geplant	
K 36.b	Electrolytic conduct. (0,005 S/m)		geplant	
K 37	VOCs in organic solvents	2004	geplant	

Tabelle A.2
CCQM Pilot Studies, Stand: 31. März 2004

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand	Beteiligung BAM
P 1	Trace elements in water: Pb	1997	abgeschlossen	
P 2	p,p´-DDE in iso-octane	1997	abgeschlossen	
P 3	NMR study	1998	abgeschlossen	●
P 3.2	NMR study	1999	abgeschlossen	●
P 4	p,p´-DDE in corn oil	1998	abgeschlossen	●
P 5	Purity assay: acetanilide, benzoic acid, naphtalene	1998	abgeschlossen	●
P 6	Cholesterol in human serum	1998	abgeschlossen	
P 7	Purity assay: KCl, NaCl, $K_2Cr_2O_7$	1999	abgeschlossen	●
P 8	Glucose in human serum	1999	abgeschlossen	
P 9	Creatinine in human serum	1999	abgeschlossen	
P 10	Gamma-HCH in fish oil	1999	abgeschlossen	●
P 10.2	Gamma-HCH in fish oil (repeat)	2000	abgeschlossen	●
P 11	As in shell fish	2001	abgeschlossen	
P 12	Pb in wine	2000	abgeschlossen	●
P 12.1	Elements in wine (a.o. Cu, Cd, Zn)	2004	geplant	(●)
P 13	Metals in synthetic food digest	2001	abgeschlossen	
P 14	Calcium in human serum	2001	abgeschlossen	●
P 15	Cd and Pb in sediment	1999	abgeschlossen	●
P 16	Metals in synthetic food matrix	(1999)	aufgegeben	
P 17	PCBs in sediment	2000	abgeschlossen	●
P 18	Tributyl tin in sediment	2001	abgeschlossen	●
P 19	Purity assay: hydrochloric acid	1999	abgeschlossen	
P 19.1	Purity assay: HCl (repeat)	2002	abgeschlossen	●
P 20.a	Organic purity assay: TBT	2001	abgeschlossen	●
P 20.b	Organic purity assay: o-Xylene	2002	abgeschlossen	●
P 20.c	Organic purity assay: Atrazine	2003	abgeschlossen	●
P 20.d	Organic purity assay: Chlorpyrifos	2003	abgeschlossen	●
P 21	p,p´-DDT in fish oil	1999	abgeschlossen	●
P 22	Electrolytic conductivity	2001	abgeschlossen	

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand	Beteiligung BAM
P 23	Gravimetric preparation of gas standards: CO in nitrogen	2000	abgeschlossen	●
P 24	Dynamic gas mixing	2003	laufend	●
P 25	Minor elements in steel	2002	abgeschlossen	●
P 26	Sulfur in fuels	2001	abgeschlossen	
P 26.1	Sulfur in fuels, low levels	2003	laufend	●
P 27	LSD in human urine	2001	abgeschlossen	●
P 27.1	Drugs of abuse in human urine	2004	geplant	(●)
P 28	Ozone – ambient levels	2003	laufend	
P 29	Cd and Zn in rice	2001	abgeschlossen	●
P 30	Mono-elemental calibration solutions: Al, Cu, Fe, Mg	1999	abgeschlossen	
P 31.a	Organic calibration solutions: PAHs	2003	laufend	●
P 31.b	Organic calibration solutions: PCBs	2003	laufend	●
P 31.c	Organic calibration solutions: Chlorinated pesticides	2003	laufend	●
P 32	Anions in calibration solutions	2001	abgeschlossen	●
P 33	Boron in silicium	2003	abgeschlossen	
P 34	Constituents in aluminium alloy	2002	abgeschlossen	●
P 35	Ethanol in aqueous matrix	2001	abgeschlossen	●
P 36	Assay of KHP	2002	abgeschlossen	●
P 37	Studies on pH standards	2002	abgeschlossen	
P 38	Si on SiO_2: film thickness	2002	abgeschlossen	●
P 39	Hg, Pb, Se, As and Methyl-Hg in tuna fish	2003	abgeschlossen	●
P 40	Organic contaminants in mussel tissue	2003	abgeschlossen	
P 41	Greenhouse gases: CO_2 and CH_4 at ambient levels	2002	laufend	●
P 42	H_2S in air/nitrogen	2004	geplant	
P 43	Dibutyl tin in sediment	2003	abgeschlossen	●
P 44	DNA quantification	2004	laufend	
P 45	Assay of parent gas purity	2004	geplant	(●)
P 46	Preparation of inorganic calibration solutions	2004	geplant	(●)
P 47	Electrolytic conductivity (low levels)	2004	geplant	
P 48	Uranium isotope ratio in synthetic saline matrix		geplant	(●)
P 49.a	Natural gas, Type IV (par. K 16.a)	2001	abgeschlossen	●
P 49.b	Natural gas, Type V (par. K 16.b)	2001	abgeschlossen	●
P 50.a	Reactive gases, ambient levels: NO in N_2	2004	geplant	
P 50.b	Reactive gases, ambient levels: SO_2 in air	2004	geplant	
P 51	SF_6 and CFCs at emission levels	2004	geplant	

Nummer	Gegenstand	Beginn	Stand	Beteiligung BAM
P 52	pH: carbonate buffer solutions (par. K 18)	2003	laufend	
P 53	DNA profiling		geplant	
P 54	DNA primary quantification		geplant	
P 55	Peptide / protein quantification		geplant	

Anhang B
CMC-Einträge der BAM

Amount of substance, Germany, BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung)

Note: In the case where an uncertainty range is given, the expanded uncertainty range is expressed as the uncertainty of the smallest value of the quantity to the uncertainty of the largest value of the quantity. The expanded uncertainties correspond to $k = 2$ (level of confidence 95%)

Tabelle B.1
CMCs für anorganische Lösungen

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-19-1	Elemental	aqueous solution	cadmium	Mass fraction	1	1000	µg/g	0.5	0.2	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-19-2	Elemental	aqueous solution	zinc	Mass fraction	1	1000	µg/g	0.5	0.2	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-19-3	Elemental	aqueous solution	lead	Mass fraction	1	1000	µg/g	0.5	0.2	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-19-4	Elemental	aqueous solution	barium	Mass fraction	1	1000	µg/g	0.5	0.2	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-19-5	Elemental	aqueous solution	thallium	Mass fraction	1	1000	µg/g	0.5	0.2	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-1	Elemental	mono-elemental aqueous solution	calcium	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-2	Elemental	mono-elemental aqueous solution	cadmium	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-3	Elemental	mono-elemental aqueous solution	cobalt	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-4	Elemental	mono-elemental aqueous solution	mercury	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-5	Elemental	mono-elemental aqueous solution	nickel	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-6	Elemental	mono-elemental aqueous solution	lead	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement
I.1-01-08b-7	Elemental	mono-elemental aqueous solution	zinc	Mass fraction	0.0001	0.01	kg/kg	1	0.5	%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, March 2004

Tabelle B.2
CMCs für Gase

NMI Service Identifier	Measurement Service Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
MC-I.4-01 RM-I.4-01	Other gases	nitrogen	helium	Amount-of-substance fraction	0.01	0.5	mol/mol	0.8	0.5	%	Yes	0.01	0.5	mol/mol	0.8	0.5	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-02 RM-I.4-02	Other gases	nitrogen	oxygen	Amount-of-substance fraction	0.01	0.5	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.01	0.5	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-03 RM-I.4-03	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	0.00001	0.005	mol/mol	1.0	0.3	%	Yes	0.00001	0.005	mol/mol	1.0	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-04 RM-I.4-04	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	0.005	0.1	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.005	0.1	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-05 RM-I.4-05	Environmental	nitrogen	carbon dioxide	Amount-of-substance fraction	0.0001	0.005	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.0001	0.005	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-06 RM-I.4-06	Environmental	nitrogen	carbon dioxide	Amount-of-substance fraction	0.005	0.16	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.005	0.16	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-07 RM-I.4-07	Other gases	nitrogen	carbon dioxide	Amount-of-substance fraction	0.01	0.5	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.01	0.5	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM

NMI Service Identifier	Measurement Service Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
MC-I.4-08 RM-I.4-08	Other gases	nitrogen	methane	Amount-of-substance fraction	0.00001	0.5	mol/mol	1.0	0.3	%	Yes	0.00001	0.5	mol/mol	1.0	0.3	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-09 RM-I.4-09	Environmental	nitrogen	propane	Amount-of-substance fraction	0.00005	0.01	mol/mol	1.0	0.5	%	Yes	0.00005	0.01	mol/mol	1.0	0.5	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-10 RM-I.4-10	Other gases	nitrogen	hexane	Amount-of-substance fraction	0.0001	0.001	mol/mol	2.0	0.8	%	Yes	0.0001	0.001	mol/mol	2.0	0.8	%	Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-11 RM-I.4-11	Environmental	nitrogen	carbon monoxide carbon dioxide propane	Amount-of-substance fraction	0.005 0.05 0.0002	0.035 0.15 0.002	mol/mol mol/mol mol/mol	0.5 0.3 0.8	0.5 0.3 0.5	% % %	Yes Yes Yes	0.005 0.05 0.0002	0.035 0.15 0.002	mol/mol mol/mol mol/mol	0.5 0.3 0.8	0.5 0.3 0.5	% % %	Yes Yes Yes	Measurement value assignment + BAM-CRM
MC-I.4-12 RM-I.4-12	Fuel	methane	methane ethane	Amount-of-substance fraction	0.85 0.06	0.94 0.15	mol/mol mol/mol	0.3 0.3	0.3 0.3	% %	Yes Yes	0.85 0.06	0.94 0.15	mol/mol mol/mol	0.3 0.3	0.3 0.3	% %	Yes Yes	Measurement value assignment + calibration of gas calorimeters + BAM-CRM
MC-I.4-13 RM-I.4-13	Fuel	methane	methane nitrogen	Amount-of-substance fraction	0.75 0.05	0.95 0.25	mol/mol mol/mol	0.3 0.3	0.3 0.3	% %	Yes Yes	0.75 0.05	0.95 0.25	mol/mol mol/mol	0.3 0.3	0.3 0.3	% %	Yes Yes	Measurement value assignment + calibration of gas calorimeters + BAM-CRM
MC-I.4-14 RM-I.4-14	Fuel	natural gas	methane nitrogen carbon dioxide ethane propane n-butane	Amount-of-substance fraction	0.81 0.004 0.01 0.03 0.005 0.001	0.84 0.15 0.02 0.1 0.035 0.01	mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol	0.25 0.5 0.5 0.5 0.5 0.8	0.2 0.3 0.3 0.3 0.3 0.5	% % % % % %	Yes Yes Yes Yes Yes Yes	0.95 0.004 0.01 0.03 0.005 0.001	0.685 0.15 0.02 0.1 0.035 0.01	mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol mol/mol	0.25 0.5 0.5 0.5 0.5 0.8	0.25 0.3 0.5 0.3 0.3 0.5	% % % % % %	Yes Yes Yes Yes Yes Yes	Measurement value assignment + calibration of process gas chromatographs + BAM-CRM

NMI Service Identifier	Measurement Service Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
MC-I.4-15 RM-I.4-15	Fuel	natural gas	methane	Amount-of-substance fraction	0.82	0.964	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	0.826	0.7225	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	Measurement value assignment + calibration of process gas chromatographs + BAM-CRM
			nitrogen		0.01	0.12	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.01	0.12	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	
			carbon dioxide		0.01	0.045	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.01	0.045	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			ethane		0.075	0.08	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.075	0.08	mol/mo	0.5	0.3	%	Yes	
			propane		0.075	0.02	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.075	0.02	lmol/mol	0.5	0.3	%	Yes	
			n-butane		0.002	0.01	mol/mol	0.8	0.5	%	Yes	0.002	0.01	mol/mol	0.8	0.5	%	Yes	
			iso-butane		0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0,0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
MC-I.4-16 RM-I.4-16	Fuel	natural gas	methane	Amount-of-substance fraction	0.85	0.973	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	0.85	0.973	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	Measurement value assignment + calibration of process gas chromatographs + BAM-CRM
			Nitrogen		0.01	0.04	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.01	0.04	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			carbon dioxide		0.003	0.015	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.003	0.015	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	
			ethane		0.04	0.09	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.04	0.09	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	
			propane		0.002	0.03	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	0.002	0.03	mol/mol	0.5	0.3	%	Yes	
			n-butane		0.001	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.001	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-butane		0.001	0.003	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.001	0.003	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			neopentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-pentane		0.00025	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.00025	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			n-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			hexane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	

NMI Service Identifier	Measurement Service Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
MC-I.4-17 RM-I.4-17	Fuel	natural gas	methane	Amount-of-substance fraction	0.92	0.92	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	0.92	0.92	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	Measurement value assignment + calibration of process gas chromatographs + BAM-CRM
			Oxygen		0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			nitrogen		0.04	0.04	mol/mol	0.5	0.5	'%	Yes	0.04	0.04	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			carbon dioxide		0.015	0.015	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.015	0.015	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	
			ethane		0.004	0.004	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.004	0.004	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			propane		0.01	0.01	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.01	0.01	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			n-butane		0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-butane		0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			n-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			hexane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
MC-I.4-18 RM-I.4-18	Fuel	natural gas	methane	Amount-of-substance fraction	0.864	0.864	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	0.864	0.864	mol/mol	0.25	0.25	%	Yes	Measurement value assignment + calbration of process gas chromatographs + BAM-CRM
			hydrogen		0.01	0.01	mol/mol	1	1	%	Yes	0.01	0.01	mol/mol	1.0	1.0	%	Yes	
			helium		0.005	0.005	mol/mol	1	1	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	1.0	1.0	%	Yes	
			oxygen		0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			Nitrogen		0.05	0.05	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.05	0.05	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			carbon monoxide		0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			carbon dioxide		0.01	0.01	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.01	0.01	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	
			ethylene		0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			ethane		0.025	0.025	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	0.025	0.025	mol/mol	0.3	0.3	%	Yes	
			propylene		0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.005	0.005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			propane		0.01	0.01	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	0.01	0.01	mol/mol	0.5	0.5	%	Yes	
			n-butane		0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-butane		0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.002	0.002	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			iso-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			n-pentane		0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0005	0.0005	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	
			hexane		0.0006	0.0006	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	0.0006	0.0006	mol/mol	0.8	0.8	%	Yes	

Tabelle B.3
CMCs für Wasser

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-09	Water, other	water	ethanol	Mass fraction	0.5	10	g/kg	1	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.2-01-10	Water, other	water	ethanol	Mass concentration	0.5	10	g/l	1	0.5	%	Yes	1.02	1.04	g/l	0.1	0.1	%	Yes	CRM BAM-K001
I.2-01-04-1	Contaminated water	contaminated water	p,p'-DDT	Mass fraction	0.005	0.1	µg/g	4	2	%	Yes								Reference measurement
I.2-01-04-2	Contaminated water	contaminated water	p,p'-DDE	Mass fraction	0.005	0.1	µg/g	4	2	%	Yes								Reference measurement
I.2-01-04-3	Contaminated water	contaminated water	gamma HCH	Mass fraction	0.005	0.1	µg/g	4	2	%	Yes								Reference measurement

The BIPM key comparison database, November 2003

Tabelle B.4
CMCs für Metalle

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-05	Ferrous metals	ferro-molybdenum and molybdenum oxide	molybdenum	Mass fraction	0.3	0.9	kg/kg	0.002	0.002	kg/kg	No								Reference measurement
I.1-01-06	Non-ferrous metals	copper and copper alloys	copper	Mass fraction	0.5	0.9999	kg/kg	0.0003	0.0003	kg/kg	No								Reference measurement
I.1-01-07a-1	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	aluminum	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-2	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	calcium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-3	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	cadmium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-07a-4	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	cobalt	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-5	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	copper	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-6	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	iron	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-7	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	mercury	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-8	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	magnesium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-9	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	nickel	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07a-10	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	lead	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-07a-11	Ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	zinc	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-1	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	aluminum	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-2	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	calcium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-3	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	cadmium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-4	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	cobalt	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-5	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	copper	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-6	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	iron	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-07b-7	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	mercury	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-8	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	magnesium	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-9	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	nickel	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-10	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	lead	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-07b-11	Non-ferrous metals	metal alloys, ores, ore concentrates	zinc	Mass fraction	0.01	0.8	kg/kg	1.5	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-1	Ferrous metals	metal alloys, ores	aluminum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-2	Ferrous metals	metal alloys, ores	silicon	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-3	Ferrous metals	metal alloys, ores	calcium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-01-13a-4	Ferrous metals	metal alloys, ores	titanium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-5	Ferrous metals	metal alloys, ores	vanadium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-6	Ferrous metals	metal alloys, ores	chromium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-7	Ferrous metals	metal alloys, ores	manganese	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-8	Ferrous metals	metal alloys, ores	iron	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-9	Ferrous metals	metal alloys, ores	cobalt	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-10	Ferrous metals	metal alloys, ores	nickel	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-11	Ferrous metals	metal alloys, ores	copper	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-12	Ferrous metals	metal alloys, ores	gallium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-13	Ferrous metals	metal alloys, ores	germanium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-14	Ferrous metals	metal alloys, ores	rubidium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-13a-15	Ferrous metals	metal alloys, ores	strontium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-16	Ferrous metals	metal alloys, ores	yttrium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-17	Ferrous metals	metal alloys, ores	zirconium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-18	Ferrous metals	metal alloys, ores	niobium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-19	Ferrous metals	metal alloys, ores	molybdenum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-20	Ferrous metals	metal alloys, ores	silver	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-21	Ferrous metals	metal alloys, ores	tin	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-22	Ferrous metals	metal alloys, ores	barium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-23	Ferrous metals	metal alloys, ores	lanthanum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-24	Ferrous metals	metal alloys, ores	hafnium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13a-25	Ferrous metals	metal alloys, ores	tantalum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-01-13a-26	Ferrous metals	metal alloys, ores	tungsten	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-27	Ferrous metals	metal alloys, ores	rhenium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-28	Ferrous metals	metal alloys, ores	lead	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13a-29	Ferrous metals	metal alloys, ores	cerium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-1	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	aluminum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-2	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	silicon	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-3	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	calcium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-4	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	titanium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-5	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	vanadium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-6	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	chromium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-7	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	manganese	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-13b-8	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	iron	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-9	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	cobalt	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-10	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	nickel	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-11	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	copper	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-12	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	gallium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-13	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	germanium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-14	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	rubidium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-15	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	strontium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-16	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	yttrium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-17	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	zirconium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement
I.1-01-13b-18	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	niobium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-01-13b-19	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	molybdenum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-20	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	silver	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-21	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	tin	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-22	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	barium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-23	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	lanthanum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-24	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	hafnium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-25	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	tantalum	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-26	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	tungsten	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-27	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	rhenium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-28	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	lead	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.1-01-13b-29	Non-ferrous metals	metal alloys, ores	cerium	Mass fraction	0.002	0.8	kg/kg	5	0.3	%	Yes								Reference measure-ment

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-01-1	Non-ferrous metals	iron	arsenic	Mass fraction	0.1	10	µg/g	5	5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-01-2	Non-ferrous metals	iron	antimony	Mass fraction	0.1	10	µg/g	5	5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-1	Non-ferrous metals	aluminum	copper	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-2	Non-ferrous metals	aluminum	nickel	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-3	Non-ferrous metals	aluminum	zinc	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-4	Non-ferrous metals	aluminum	chromium	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-5	Non-ferrous metals	aluminum	gallium	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-09-6	Non-ferrous metals	aluminum	lead	Mass fraction	10	10000	µg/g	0.8	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-10	Non-ferrous metals	aluminum	iron	Mass fraction	1000	10000	µg/g	1.5	0.8	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-11-1	Non-ferrous metals	aluminum	cadmium	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.5	%	Yes								Reference measurement
I.4-02-11-2	Non-ferrous metals	aluminum	thallium	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.5	%	Yes								Reference measurement

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.4-02-12-1	Non-ferrous metals	copper	iron	Mass fraction	10	300	µg/g	1.0	0.5	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-12-2	Non-ferrous metals	copper	silver	Mass fraction	10	300	µg/g	1.0	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-12-3	Non-ferrous metals	copper	nickel	Mass fraction	10	300	µg/g	1.0	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-12-4	Non-ferrous metals	copper	zinc	Mass fraction	10	300	µg/g	1.0	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-12-5	Non-ferrous metals	copper	chromium	Mass fraction	10	300	µg/g	1.0	0.3	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-13-1	Non-ferrous metals	copper	cadmium	Mass fraction	1	300	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-13-2	Non-ferrous metals	copper	lead	Mass fraction	1	300	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-14-1	Non-ferrous metals	zinc	copper	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-14-2	Non-ferrous metals	zinc	cadmium	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-14-3	Non-ferrous metals	zinc	lead	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment
I.4-02-14-4	Non-ferrous metals	zinc	thallium	Mass fraction	1	100	µg/g	1.0	0.4	%	Yes								Reference measure-ment

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-05-01	Non-ferrous metals	aluminum	iron	Mass fraction	0.005	10	%	5	0.5	%	Yes	0.01	1.14	%	2.7	0.7	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-02	Non-ferrous metals	aluminum	silicon	Mass fraction	0.05	12	%	5	0.5	%	Yes	0.07	11.5	%	3	0.9	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-03	Non-ferrous metals	aluminum	manganese	Mass fraction	0.002	10	%	5	0.5	%	Yes	0.003	0.7	%	3.6	0.6	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-04	Non-ferrous metals	aluminum	copper	Mass fraction	0.001	10	%	5	0.5	%	Yes	0.002	4.6	%	3	0.9	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-05	Non-ferrous metals	aluminum	magnesium	Mass fraction	0.1	10	%	2	0.5	%	Yes	0.2	4.6	%	1.6	0.5	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-06	Non-ferrous metals	aluminum	chromium	Mass fraction	0.0005	10	%	15	0.5	%	Yes	0.0005	0.196	%	15	1.2	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-07	Non-ferrous metals	aluminum	zinc	Mass fraction	0.001	10	%	5	1	%	Yes	0.00379	5.67	%	7.1	0.7	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314
I.1-05-08	Non-ferrous metals	aluminum	titanium	Mass fraction	0.0003	5	%	35	1	%	Yes	0.0003	0.1579	%	37	1.0	%	Yes	CRM-BAM 306 to CRM-BAM 314

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-01a	Non-ferrous metals	lead alloy	calcium	Mass fraction	0.001	0.2	%	2	1	%	Yes	0.07	0.15	%	1.6	1.2	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-01b	Non-ferrous metals	lead alloy	tin	Mass fraction	0.005	2	%	3	0.5	%	Yes	0.29	0.9	%	2.4	1.3	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-01c	Non-ferrous metals	lead alloy	aluminum	Mass fraction	0.0005	0.04	%	5	1	%	Yes	0.012	0.025	%	3.3	2.3	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-01d	Non-ferrous metals	lead alloy	silver	Mass fraction	0.001	1	%	2.5	1	%	Yes	0.0024	0.0029	%	2.9	2.5	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-01e	Non-ferrous metals	lead alloy	bismuth	Mass fraction	0.0025	0.2	%	2.5	1	%	Yes	0.015	0.017	%	3.4	2.5	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-01f	Non-ferrous metals	lead alloy	copper	Mass fraction	0.0005	0.06	%	5	2	%	Yes	0.001	0.002	%	10.4	6.5	%	Yes	CRM BAM 101 CRM BAM 102
I.1-06-02a	Non-ferrous metals	copper	copper	Mass fraction	99.85	99.99	%	0.01	0.01	%	Yes	99.94	99.94	%	0.01	0.01	%	Yes	CRM BAM 365
I.1-06-02b	Non-ferrous metals	copper	silver	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.00079	0.017	%	11	1.5	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 372 CRM BAM 376

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-06-03g	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	nickel	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.0018	0.0108	%	5	1.4	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03h	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	lead	Mass fraction	0.0003	5	%	10	1	%	Yes	0.0004	0.0045	%	17	5.2	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03i	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	zinc	Mass fraction	0.0001	6	%	5	0.5	%	Yes	0.004	0.01	%	4.7	3	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377
I.1-06-03j	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	aluminum	Mass fraction	0.0002	0.5	%	5	1	%	Yes	0.0045	0.0045	%	2.7	2.7	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-03k	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	bismuth	Mass fraction	1	200	µg/g	5	1	%	Yes	0.0042	0.0042	%	3.6	3.6	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-03l	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	chromium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	1	%	Yes	0.007	0.0311	%	3.2	1.6	%	Yes	CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03m	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	cadmium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	0.7	%	Yes	0.01	0.01	%	2.2	2.2	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03n	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	cobalt	Mass fraction	2	500	µg/g	5	0.7	%	Yes	0.0089	0.0089	%	5.7	5.7	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03o	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	magnesium	Mass fraction	1	250	µg/g	5	2	%	Yes	0.0028	0.0028	%	2.8	2.8	%	Yes	CRM BAM 378

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-03p	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	tellurium	Mass fraction	1	2000	µg/g	10	2	%	Yes	0.0085	0.0085	%	3.1	3.1	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03q	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	arsenic	Mass fraction	0.5	500	µg/g	5	1	%	Yes	0.01	0.01	%	2.6	2.6	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03r	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	antimony	Mass fraction	1	1000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0013	0.0087	%	10	3	%	Yes	CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03s	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	selenium	Mass fraction	0.0005	0.1	%	10	2	%	Yes	0.0055	0.0055	%	7.3	7.3	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-04a	Non-ferrous metals	brass	copper	Mass fraction	50	95	%	0.05	0.01	%	Yes	58	88	%	0.09	0.05	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04b	Non-ferrous metals	brass	zinc	Mass fraction	0.05	50	%	1	0.1	%	Yes	0.071	38	%	1.3	0.11	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04c	Non-ferrous metals	brass	tin	Mass fraction	1	3000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0048	0.21	%	3.8	1.2	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-06-02c	Non-ferrous metals	copper	arsenic	Mass fraction	0.5	500	µg/g	5	1	%	Yes	0.0001	0.02	%	7.2	1.3	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 372 CRM BAM 376
I.1-06-02d	Non-ferrous metals	copper	bismuth	Mass fraction	1	200	µg/g	5	1	%	Yes	0.0009	0.02	%	4.8	2.5	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 369 CRM BAM 376
I.1-06-02e	Non-ferrous metals	copper	cobalt	Mass fraction	2	500	µg/g	5	0.7	%	Yes	0.001	0.021	%	6	0.9	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 369 CRM BAM 376
I.1-06-02f	Non-ferrous metals	copper	iron	Mass fraction	0.001	5	%	5	0.5	%	Yes	0.0018	0.024	%	5.9	1.2	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 371 CRM BAM 376
I.1-06-02g	Non-ferrous metals	copper	nickel	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.0003	0.02	%	22	0.9	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 372 CRM BAM 376

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-02h	Non-ferrous metals	copper	lead	Mass fraction	0.0005	5	%	5	1	%	Yes	0.001	0.024	%	7	1.7	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 370 CRM BAM 376
I.1-06-02i	Non-ferrous metals	copper	antimony	Mass fraction	1	1000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0001	0.02	%	11	2.5	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 366 CRM BAM 370 CRM BAM 376
I.1-06-02j	Non-ferrous metals	copper	tellurium	Mass fraction	1	2000	µg/g	10	2	%	Yes	0.0004	0.021	%	14	3.3	%	Yes	CRM BAM 365 CRM BAM 371 CRM BAM 376
I.1-06-02k	Non-ferrous metals	copper	cadmium	Mass fraction	0.25	200	µg/g	5	0.7	%	Yes	0.27	187	µg/g	15	0.9	%	Yes	CRM BAM 366 CRM BAM 371 CRM BAM 376
I.1-06-02l	Non-ferrous metals	copper	magnesium	Mass fraction	1	250	µg/g	5	2	%	Yes	0.0003	0.013	%	5	3.3	%	Yes	CRM BAM 369 CRM BAM 376

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-06-02m	Non-ferrous metals	copper	phosphorus	Mass fraction	5	5000	µg/g	5	1.5	%	Yes	0.0011	0.046	%	6	2.3	%	Yes	CRM BAM 366 CRM BAM 370 CRM BAM 376 CRM BAM 373
I.1-06-02n	Non-ferrous metals	copper	sulfur	Mass fraction	1	200	µg/g	5	2	%	Yes	0.0008	0.014	%	7.5	3.8	%	Yes	CRM BAM 366 CRM BAM 371 CRM BAM 376
I.1-06-02o	Non-ferrous metals	copper	zinc	Mass fraction	0.0001	6	%	5	0.5	%	Yes	0.0015	0.022	%	7.7	1.3	%	Yes	CRM BAM 366 CRM BAM 369 CRM BAM 376
I.1-06-02p	Non-ferrous metals	copper	tin	Mass fraction	1	3000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0016	0.025	%	5.4	1.2	%	Yes	CRM BAM 366 CRM BAM 370 CRM BAM 376
I.1-06-02q	Non-ferrous metals	copper	chromium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	1	%	Yes	0.0009	0.0009	%	5.5	5.5	%	Yes	CRM BAM 369
I.1-06-02r	Non-ferrous metals	copper	titanium	Mass fraction	5	200	µg/g	5	1	%	Yes	0.0012	0.0012	%	5.5	5.5	%	Yes	CRM BAM 371
I.1-06-02s	Non-ferrous metals	copper	manganese	Mass fraction	0.0005	6	%	5	0.5	%	Yes	0.0011	0.021	%	3.6	1.3	%	Yes	CRM BAM 372 CRM BAM 376

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-02t	Non-ferrous metals	copper	zirconium	Mass fraction	2	3000	µg/g	5	2	%	Yes	0.0005	0.0043	%	6.9	4.5	%	Yes	CRM BAM 372 CRM BAM 376
I.1-06-03a	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	copper	Mass fraction	50	95	%	0.05	0.01	%	Yes	92.2	94.2	%	0.06	0.05	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03b	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	tin	Mass fraction	0.5	13	%	1	0.5	%	Yes	5.74	7.6	%	3.7	1.8	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03c	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	phosphorus	Mass fraction	5	5000	µg/g	5	1.5	%	Yes	0.06	0.17	%	3.9	1.4	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 378
I.1-06-03d	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	silver	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.0012	0.0065	%	11	1.8	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03e	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	iron	Mass fraction	0.001	5	%	5	0.5	%	Yes	0.004	0.019	%	10	2.6	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03f	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	manganese	Mass fraction	0.0003	6	%	5	0.5	%	Yes	0.0004	0.0093	%	7	2.3	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-06-03g	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	nickel	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.0018	0.0108	%	5	1.4	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03h	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	lead	Mass fraction	0.0003	5	%	10	1	%	Yes	0.0004	0.0045	%	17	5.2	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03i	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	zinc	Mass fraction	0.0001	6	%	5	0.5	%	Yes	0.004	0.01	%	4.7	3	%	Yes	CRM BAM 374 CRM BAM 377
I.1-06-03j	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	aluminum	Mass fraction	0.0002	0.5	%	5	1	%	Yes	0.0045	0.0045	%	2.7	2.7	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-03k	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	bismuth	Mass fraction	1	200	µg/g	5	1	%	Yes	0.0042	0.0042	%	3.6	3.6	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-03l	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	chromium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	1	%	Yes	0.007	0.0311	%	3.2	1.6	%	Yes	CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03m	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	cadmium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	0.7	%	Yes	0.01	0.01	%	2.2	2.2	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03n	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	cobalt	Mass fraction	2	500	µg/g	5	0.7	%	Yes	0.0089	0.0089	%	5.7	5.7	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03o	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	magnesium	Mass fraction	1	250	µg/g	5	2	%	Yes	0.0028	0.0028	%	2.8	2.8	%	Yes	CRM BAM 378

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-03p	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	tellurium	Mass fraction	1	2000	µg/g	10	2	%	Yes	0.0085	0.0085	%	3.1	3.1	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03q	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	arsenic	Mass fraction	0.5	500	µg/g	5	1	%	Yes	0.01	0.01	%	2.6	2.6	%	Yes	CRM BAM 378
I.1-06-03r	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	antimony	Mass fraction	1	1000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0013	0.0087	%	10	3	%	Yes	CRM BAM 377 CRM BAM 378
I.1-06-03s	Non-ferrous metals	Cu Sn alloy	selenium	Mass fraction	0.0005	0.1	%	10	2	%	Yes	0.0055	0.0055	%	7.3	7.3	%	Yes	CRM BAM 377
I.1-06-04a	Non-ferrous metals	brass	copper	Mass fraction	50	95	%	0.05	0.01	%	Yes	58	88	%	0.09	0.05	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04b	Non-ferrous metals	brass	zinc	Mass fraction	0.05	50	%	1	0.1	%	Yes	0.071	38	%	1.3	0.11	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04c	Non-ferrous metals	brass	tin	Mass fraction	1	3000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0048	0.21	%	3.8	1.2	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-06-04d	Non-ferrous metals	brass	phosphorus	Mass fraction	5	5000	µg/g	5	1.5	%	Yes	0.089	0.013	%	4.9	1.8	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368
I.1-06-04e	Non-ferrous metals	brass	silver	Mass fraction	1	500	µg/g	10	1	%	Yes	0.017	0.017	%	2.5	2.5	%	Yes	CRM BAM 375
I.1-06-04f	Non-ferrous metals	brass	iron	Mass fraction	0.001	5	%	5	0.5	%	Yes	0.011	1.45	%	2	0.9	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04g	Non-ferrous metals	brass	manganese	Mass fraction	0.0005	6	%	5	0.5	%	Yes	0.02	0.73	%	1.4	0.7	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375
I.1-06-04h	Non-ferrous metals	brass	nickel	Mass fraction	0.001	65	%	4	0.3	%	Yes	0.011	9.8	%	1.6	0.6	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04i	Non-ferrous metals	brass	lead	Mass fraction	0.005	25	%	3	0.3	%	Yes	0.013	2.9	%	2.7	1.1	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-06-04j	Non-ferrous metals	brass	aluminum	Mass fraction	0.0002	5	%	5	0.5	%	Yes	0.027	2	%	1.9	0.8	%	Yes	CRM BAM 368 CRM BAM 375
I.1-06-04k	Non-ferrous metals	brass	bismuth	Mass fraction	1	200	µg/g	5	2	%	Yes	0.0069	0.0069	%	3.7	3.7	%	Yes	CRM BAM 375
I.1-06-04l	Non-ferrous metals	brass	cadmium	Mass fraction	0.0005	2	%	5	0.7	%	Yes	0.0086	0.0086	%	2.5	2.5	%	Yes	CRM BAM 375
I.1-06-04m	Non-ferrous metals	brass	cobalt	Mass fraction	2	1000	µg/g	5	0.5	%	Yes	0.02	0.05	%	1.5	0.6	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 375
I.1-06-04n	Non-ferrous metals	brass	magnesium	Mass fraction	1	500	µg/g	5	1.5	%	Yes	0.0063	0.035	%	3.8	2.5	%	Yes	CRM BAM 367 CRM BAM 368
I.1-06-04o	Non-ferrous metals	brass	arsenic	Mass fraction	1	500	µg/g	5	1	%	Yes	0.002	0.025	%	3.7	1.8	%	Yes	CRM BAM 368 CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04p	Non-ferrous metals	brass	antimony	Mass fraction	1	1000	µg/g	5	1	%	Yes	0.0007	0.013	%	9.8	3.3	%	Yes	CRM BAM 375 CRM BAM 229
I.1-06-04q	Non-ferrous metals	brass	silicon	Mass fraction	0.001	0.1	%	5	1	%	Yes	0.013	0.022	%	6.7	5.4	%	Yes	CRM BAM 368 CRM BAM 375
I.1-06-04r	Non-ferrous metals	brass	selenium	Mass fraction	0.0005	0.1	%	10	2	%	Yes	0.0034	0.0034	%	12	12	%	Yes	CRM BAM 229

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-07-01a	Ferrous metals	pure iron	carbon	Mass fraction	3	100	µg/g	15	2	%	Yes	5.1	5.1	µg/g	26	26	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01b	Ferrous metals	pure iron	silicon	Mass fraction	1	100	µg/g	10	5	%	Yes	4.8	4.8	µg/g	23	23	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01c	Ferrous metals	pure iron	manganese	Mass fraction	0.1	100	µg/g	10	5	%	Yes	0.8	0.8	µg/g	50	50	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01d	Ferrous metals	pure iron	sulfur	Mass fraction	1	200	µg/g	5	2	%	Yes	3.1	3.1	µg/g	16	16	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01e	Ferrous metals	pure iron	chromium	Mass fraction	0.1	200	µg/g	10	2	%	Yes	57.1	57.1	µg/g	4.2	4.2	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01f	Ferrous metals	pure iron	molybdenum	Mass fraction	0.1	200	µg/g	10	2	%	Yes	8.5	8.5	µg/g	9.4	9.4	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-01g	Ferrous metals	pure iron	nitrogen	Mass fraction	1	200	µg/g	10	2	%	Yes	2.4	2.4	µg/g	30	30	%	Yes	CRM D 098-1
I.1-07-02a	Ferrous metals	unalloyed steel	carbon	Mass fraction	0.005	1.5	%	5	0.5	%	Yes	0.028	1.277	%	7.1	0.7	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02b	Ferrous metals	unalloyed steel	silicon	Mass fraction	0.01	5	%	2	0.3	%	Yes	0.216	0.293	%	2.8	2.2	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-07-02c	Ferrous metals	unalloyed steel	manganese	Mass fraction	0.005	5	%	3	0.4	%	Yes	0.289	1.28	%	1.8	1.6	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02d	Ferrous metals	unalloyed steel	phosphorus	Mass fraction	0.0005	0.2	%	5	2	%	Yes	0.0038	0.0234	%	16	4.6	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02e	Ferrous metals	unalloyed steel	sulfur	Mass fraction	0.0001	0.5	%	5	1.5	%	Yes	0.0100	0.192	%	5.0	3.0	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02f	Ferrous metals	unalloyed steel	chromium	Mass fraction	0.005	2	%	3	0.5	%	Yes	0.014	0.0382	%	6	4.8	%	Yes	CRM D 035-2 D 079-2 D 082-1
I.1-07-02g	Ferrous metals	unalloyed steel	nickel	Mass fraction	0.005	4	%	3	0.3	%	Yes	0.014	0.027	%	7.2	3.7	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02h	Ferrous metals	unalloyed steel	nitrogen	Mass fraction	5	500	µg/g	10	1.5	%	Yes	0.0022	0.0230	%	14	2.6	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 083-1 D 099-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-07-02i	Ferrous metals	unalloyed steel	aluminum	Mass fraction	0.0005	0.5	%	5	2	%	Yes	0.0193	0.034	%	4.7	5.9	%	Yes	CRM D 035-2 D 077-2 D 079-2 D 082-1
I.1-07-02j	Ferrous metals	unalloyed steel	copper	Mass fraction	0.001	0.1	%	4	1	%	Yes	0.0085	0.0462	%	6.3	2.2	%	Yes	CRM D 035-2 D 079-2 D 082-1 D 083-1
I.1-07-02k	Ferrous metals	unalloyed steel	oxygen	Mass fraction	3	500	µg/g	10	4	%	Yes	0.0008	0.0008	%	25	25	%	Yes	CRM D 099-1
I.1-08-01a	Ferrous metals	alloy steel	carbon	Mass fraction	0.005	1.5	%	5	0.5	%	Yes	0.013	0.790	%	16	0.5	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01b	Ferrous metals	alloy steel	silicon	Mass fraction	0.01	5	%	2	0.3	%	Yes	0.026	3.14	%	7.7	0.7	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-08-01c	Ferrous metals	alloy steel	manganese	Mass fraction	0.005	5	%	3	0.4	%	Yes	0.025	1.377	%	8	0.43	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01d	Ferrous metals	alloy steel	phosphorus	Mass fraction	0.0005	0.2	%	5	2	%	Yes	0.0029	0.089	%	6.9	2.2	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01e	Ferrous metals	alloy steel	sulfur	Mass fraction	0.0001	0.5	%	5	1.5	%	Yes	0.00059	0.035	%	18	2.9	%	Yes	CRM D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-08-01f	Ferrous metals	alloy steel	chromium	Mass fraction	0.005	2	%	3	0.5	%	Yes	0.025	1.287	%	8	0.86	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01g	Ferrous metals	alloy steel	nickel	Mass fraction	0.005	4	%	3	0.3	%	Yes	0.018	3.318	%	12	0.46	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01h	Ferrous metals	alloy steel	nitrogen	Mass fraction	5	500	µg/g	10	1.5	%	Yes	0.0026	0.014	%	14	1.7	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-08-01i	Ferrous metals	alloy steel	copper	Mass fraction	0.001	1.0	%	4	1	%	Yes	0.0080	0.598	%	7.5	1.5	%	Yes	CRM D 179-2 D 180-1 D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-08-01j	Ferrous metals	alloy steel	aluminum	Mass fraction	0.0005	0.5	%	5	2	%	Yes	0.0052	0.397	%	14	2.6	%	Yes	CRM D 181-1 D 182-1 D 183-1 D 184-1 D 187-1 D 191-1 D 192-1 D 193-1 D 194-1
I.1-09-01a	Ferrous metals	highly alloyed steel	carbon	Mass fraction	0.005	2.5	%	5	0.5	%	Yes	0.0201	2.08	%	4.5	1.0	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-09-01b	Ferrous metals	highly alloyed steel	silicon	Mass fraction	0.01	5	%	2	0.3	%	Yes	0.072	0.907	%	9.7	2.0	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01c	Ferrous metals	highly alloyed steel	manganese	Mass fraction	0.005	5	%	3	0.4	%	Yes	0.217	1.92	%	4.6	1.6	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01d	Ferrous metals	highly alloyed steel	phosphorus	Mass fraction	0.0005	0.2	%	5	2	%	Yes	0.0114	0.026	%	8.8	6.2	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01e	Ferrous metals	highly alloyed steel	sulfur	Mass fraction	0.0001	0.5	%	5	1.5	%	Yes	0.0027	0.280	%	15	3.8	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-09-01f	Ferrous metals	highly alloyed steel	chromium	Mass fraction	0.1	25	%	1	0.2	%	Yes	4.18	18.13	%	1.5	0.24	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01g	Ferrous metals	highly alloyed steel	molybdenum	Mass fraction	0.001	7	%	5	0.5	%	Yes	0.103	4.83	%	6.8	0.90	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01h	Ferrous metals	highly alloyed steel	nickel	Mass fraction	0.1	30	%	1	0.2	%	Yes	0.236	24.68	%	11	0.77	%	Yes	CRM D 278-1 D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01i	Ferrous metals	highly alloyed steel	cobalt	Mass fraction	0.005	20	%	5	0.3	%	Yes	0.018	10.27	%	12	1.7	%	Yes	CRM D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-09-01j	Ferrous metals	highly alloyed steel	nitrogen	Mass fraction	5	1500	µg/g	10	1.5	%	Yes	0.0151	0.1142	%	4.7	3.3	%	Yes	CRM D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01k	Ferrous metals	highly alloyed steel	vanadium	Mass fraction	0.005	5	%	5	0.4	%	Yes	0.0425	3.28	%	7.3	0.92	%	Yes	CRM D 283-1 D 284-2 D 286-1 D 288-1 D 289-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-011	Ferrous metals	highly alloyed steel	copper	Mass fraction	0.001	0.5	%	4	1	%	Yes	0.060	0.1831	%	6.7	1.6	%	Yes	CRM D 278-1 D 284-2 D 288-1 D 290-1 D 291-1
I.1-09-01m	Ferrous metals	highly alloyed steel	aluminum	Mass fraction	0.0005	0.5	%	5	2	%	Yes	0.0027	0.199	%	26	5.5	%	Yes	CRM D 278-1 D 284-2 D 288-1 D 290-1 D 291-1
I.1-10-01a	Ferrous metals	cast iron	carbon	Mass fraction	1	10	%	0.5	0.5	%	Yes	2.747	4.003	%	0.59	0.61	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-10-01b	Ferrous metals	cast iron	silicon	Mass fraction	0.1	5	%	0.5	0.3	%	Yes	1.752	2.411	%	0.66	1.7	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1
I.1-10-01c	Ferrous metals	cast iron	manganese	Mass fraction	0.005	5	%	3	0.4	%	Yes	0.136	0.750	%	5.9	1.1	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1
I.1-10-01d	Ferrous metals	cast iron	phosphorus	Mass fraction	0.0005	0.5	%	5	2	%	Yes	0.0021	0.201	%	25	3.0	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1
I.1-10-01e	Ferrous metals	cast iron	sulfur	Mass fraction	0.0001	0.5	%	5	1.5	%	Yes	0.0086	0.1105	%	12	2.7	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1
I.1-10-01f	Ferrous metals	cast iron	chromium	Mass fraction	0.005	2	%	3	0.5	%	Yes	0.0366	1.00	%	8.0	2.0	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1
I.1-10-01g	Ferrous metals	cast iron	nickel	Mass fraction	0.005	4	%	3	0.3	%	Yes	0.0358	1.012	%	2.8	1.5	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2 D 479-1 D 480-1

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-10-01h	Ferrous metals	cast iron	copper	Mass fraction	0.001	0.5	%	4	1	%	Yes	0.0996	0.2445	%	2.5	2.0	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2
I.1-10-01i	Ferrous metals	cast iron	titanium	Mass fraction	0.001	0.5	%	4	1	%	Yes	0.0222	0.0328	%	4.5	2.2	%	Yes	CRM D 428-2 D 476-3 D 478-2
I.1-11-01a	Ferrous metals	ferro-alloy	carbon	Mass fraction	0.005	1.5	%	5	0.5	%	Yes	0.132	0.141	%	6.1	4.0	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01b	Ferrous metals	ferro-alloy	manganese	Mass fraction	0.005	5	%	3	0.4	%	Yes	0.151	0.307	%	3.3	2.4	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01c	Ferrous metals	ferro-alloy	sulfur	Mass fraction	0.0001	0.5	%	5	1.5	%	Yes	0.0152	0.0153	%	7.2	7.8	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01d	Ferrous metals	ferro-alloy	nickel	Mass fraction	0.005	4	%	3	0.3	%	Yes	0.0141	0.663	%	17	2.2	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01e	Ferrous metals	ferro-alloy	aluminum	Mass fraction	0.1	10	%	1	0.3	%	Yes	3.19	5.34	%	2.7	1.5	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01f	Ferrous metals	ferro-alloy	copper	Mass fraction	0.001	0.5	%	4	1	%	Yes	0.0596	0.146	%	4.9	4.0	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01g	Ferrous metals	ferro-alloy	vanadium	Mass fraction	1	95	%	1	0.3	%	Yes	2.32	79.72	%	3.0	0.3	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1
I.1-11-01h	Ferrous metals	ferro-alloy	iron	Mass fraction	10	90	%	1	0.3	%	Yes	14.59	16.93	%	1.1	1.0	%	Yes	CRM D 589-1 D 591-1

NMI Service Identifier	Measure-ment Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mecha-nism(s) for Meas-urement Service Delivery
			Analyte or Component	Quanti-ty	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the ex-panded uncer-tainty a relative one?	
I.1-11-01i	Ferrous metals	ferro-alloy	titanium	Mass fraction	10	95	%	1	0.3	%	Yes	68.4	68.4	%	0.73	0.73	%	Yes	CRM D 589-1
I.1-11-01j	Ferrous metals	ferro-alloy	silicon	Mass fraction	0.1	5	%	1	0.3	%	Yes	0.847	0.847	%	2.6	2.6	%	Yes	CRM D 591-1

Tabelle B.5
CMCs für Hochtechnologie-Materialien

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-02-1	Polymers and plastics	polyethylene	cadmium	Mass fraction	20	200	µg/g	5	3	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-02-2	Polymers and plastics	polyethylene	chromium	Mass fraction	20	200	µg/g	5	3	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-03-1	Polymers and plastics	polyethylene	arsenic	Mass fraction	5	50	µg/g	4	3	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-03-2	Polymers and plastics	polyethylene	mercury	Mass fraction	5	50	µg/g	4	3	%	Yes	Reference measurement
I.4-02-04-1	Semiconductors	silicon	cobalt	Mass fraction	0.005	1	ng/g	0.005	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-04-2	Semiconductors	silicon	cesium	Mass fraction	0.005	1	ng/g	0.005	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-04-3	Semiconductors	silicon	europium	Mass fraction	0.005	1	ng/g	0.005	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-04-4	Semiconductors	silicon	antimony	Mass fraction	0.005	1	ng/g	0.005	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-04-5	Semiconductors	silicon	scandium	Mass fraction	0.005	1	ng/g	0.005	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-05-1	Semiconductors	silicon	silver	Mass fraction	0.05	1	ng/g	0.05	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-05-2	Semiconductors	silicon	chromium	Mass fraction	0.05	1	ng/g	0.05	0.2	ng/g	No	Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-05-3	Semiconductors	silicon	lanthanum	Mass fraction	0.05	1	ng/g	0.05	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-05-4	Semiconductors	silicon	selenium	Mass fraction	0.05	1	ng/g	0.05	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-05-5	Semiconductors	silicon	zinc	Mass fraction	0.05	1	ng/g	0.05	0.2	ng/g	No	Reference measurement
I.4-02-15-1	Polymers and plastics	polyethylene	cadmium	Mass fraction	1	150	µg/g	1.5	0.4	%	Yes	Reference measurement
I.3-02-02	Ceramics	silicon nitride powder	beta-phase of silicon nitride	Mass fraction	0.5	99.5	%	10	2	%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, November 2003

Tabelle B.6
CMCs für biologische Materialien

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-17-1	Blood serum	serum	zinc	Mass fraction	1	3	µg/g	5	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.4-02-17-2	Blood serum	serum	copper	Mass fraction	1	3	µg/g	5	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.4-02-17-3	Blood serum	serum	iron	Mass fraction	1	3	µg/g	5	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, August 2002

Tabelle B.7
CMCs für Lebensmittel

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-01-1	Food, other	edible oil	p,p′-DDT	Mass fraction	0.01	10	µg/g	3	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.2-01-01-2	Food, other	edible oil	p,p′-DDE	Mass fraction	0.01	10	µg/g	3	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.2-01-01-3	Food, other	edible oil	gamma-HCH	Mass fraction	0.01	10	µg/g	3	1.5	%	2	95%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, November 2003

Tabelle B.8
CMCs für Brennstoffe

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-08	Petroleum products	petroleum products	sulfur	Mass fraction	5	1000	µg/g	5	2	%	2	95%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, November 2003

Tabelle B.9
CMCs für Böden, Sedimente, Erze und Partikel

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	
I.4-02-18-1	Sediments	sediment	nickel	Mass fraction	1	500	µg/g	1	0.2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.4-02-18-2	Sediments	sediment	chromium	Mass fraction	1	500	µg/g	1	0.2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.4-02-18-3	Sediments	sediment	zinc	Mass fraction	1	500	µg/g	1	0.2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.4-02-18-4	Sediments	sediment	lead	Mass fraction	1	500	µg/g	1	0.2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.4-02-18-5	Sediments	sediment	cadmium	Mass fraction	1	500	µg/g	1	0.2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-02-1	Soils	soils	p,p'-DDT	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-02-2	Soils	soils	p,p'-DDE	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-02-3	Soils	soils	o,p'-DDT	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-02-4	Soils	soils	alpha-HCH	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes							Yes	Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-02-5	Soils	soils	beta-HCH	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-03-1	Soils	soils	p,p'-DDT	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes	0.15	0.15	µg/g	10	10	%	Yes	CRM BAM-U007
I.2-01-03-2	Soils	soils	p,p'-DDE	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes	0.06	0.06	µg/g	10	10	%	Yes	CRM BAM-U007
I.2-01-03-3	Soils	soils	o,p'-DDT	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes	0.04	0.04	µg/g	18	18	%	Yes	CRM BAM-U007
I.2-01-03-4	Soils	soils	alpha-HCH	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes	0.03	0.03	µg/g	17	17	%	Yes	CRM BAM-U007
I.2-01-03-5	Soils	soils	beta-HCH	Mass fraction	0.01	10	µg/g	8	3	%	Yes	0.39	0.39	µg/g	10	10	%	Yes	CRM BAM-U007
I.2-01-05	Soils	soils	pentachlorophenol (PCP)	Mass fraction	0.1	100	µg/g	5	2	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-1	Sediments	sediment	PCB 28	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-2	Sediments	sediment	PCB 52	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-3	Sediments	sediment	PCB 101	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-4	Sediments	sediment	PCB 138	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials			Range of Expanded Uncertainties for Certified Value				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is he expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-07-5	Sediments	sediment	PCB 153	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-6	Sediments	sediment	PCB 170	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement
I.2-01-07-7	Sediments	sediment	PCB 180	Mass fraction	0.05	10	µg/g	10	3	%	Yes							Yes	Reference measurement

The BIPM key comparisons database, February 2002

Tabelle B.10
CMCs für sonstige Materialien

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.2-01-06	Other	wood	Pentachlorophenol (PCP)	Mass fraction	0.1	100	µg/g	5	2	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-1	Other	cements and building materials, glasses	aluminum	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-2	Other	cements and building materials, glasses	silicon	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-3	Other	cements and building materials, glasses	calcium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-4	Other	cements and building materials, glasses	titanium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-5	Other	cements and building materials, glasses	vanadium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-14-6	Other	cements and building materials, glasses	chromium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-7	Other	cements and building materials, glasses	manganese	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-8	Other	cements and building materials, glasses	iron	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-9	Other	cements and building materials, glasses	cobalt	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-10	Other	cements and building materials, glasses	nickel	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-11	Other	cements and building materials, glasses	copper	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-12	Other	cements and building materials, glasses	gallium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-13	Other	cements and building materials, glasses	germanium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-14	Other	cements and building materials, glasses	zirconium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement

NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated						Mechanism(s) for Measurement Service Delivery
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	
I.1-01-14-15	Other	cements and building materials, glasses	niobium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-16	Other	cements and building materials, glasses	molybdenum	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-17	Other	cements and building materials, glasses	tin	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-18	Other	cements and building materials, glasses	barium	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement
I.1-01-14-19	Other	cements and building materials, glasses	lead	Mass fraction	0.001	0.8	kg/kg	5	0.3	%	2	95%	Yes	Reference measurement

The BIPM key comparison database, November 2003 Calibration and Measurement Capabilities