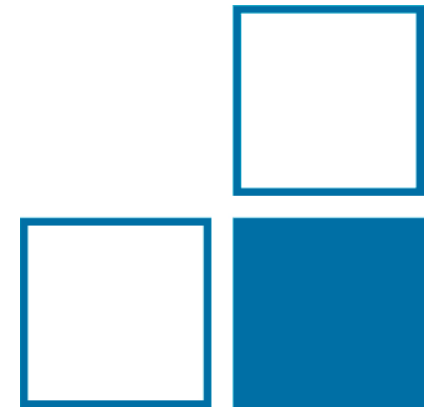


Metrologie zur Harmonisierung der Messungen von Umweltschadstoffen in Europa – MetroPOEM

Dirk Arnold, Janine Eberhardt et al.
Physikalisch-Technische Bundesanstalt



Übersicht zu MetroPOEM

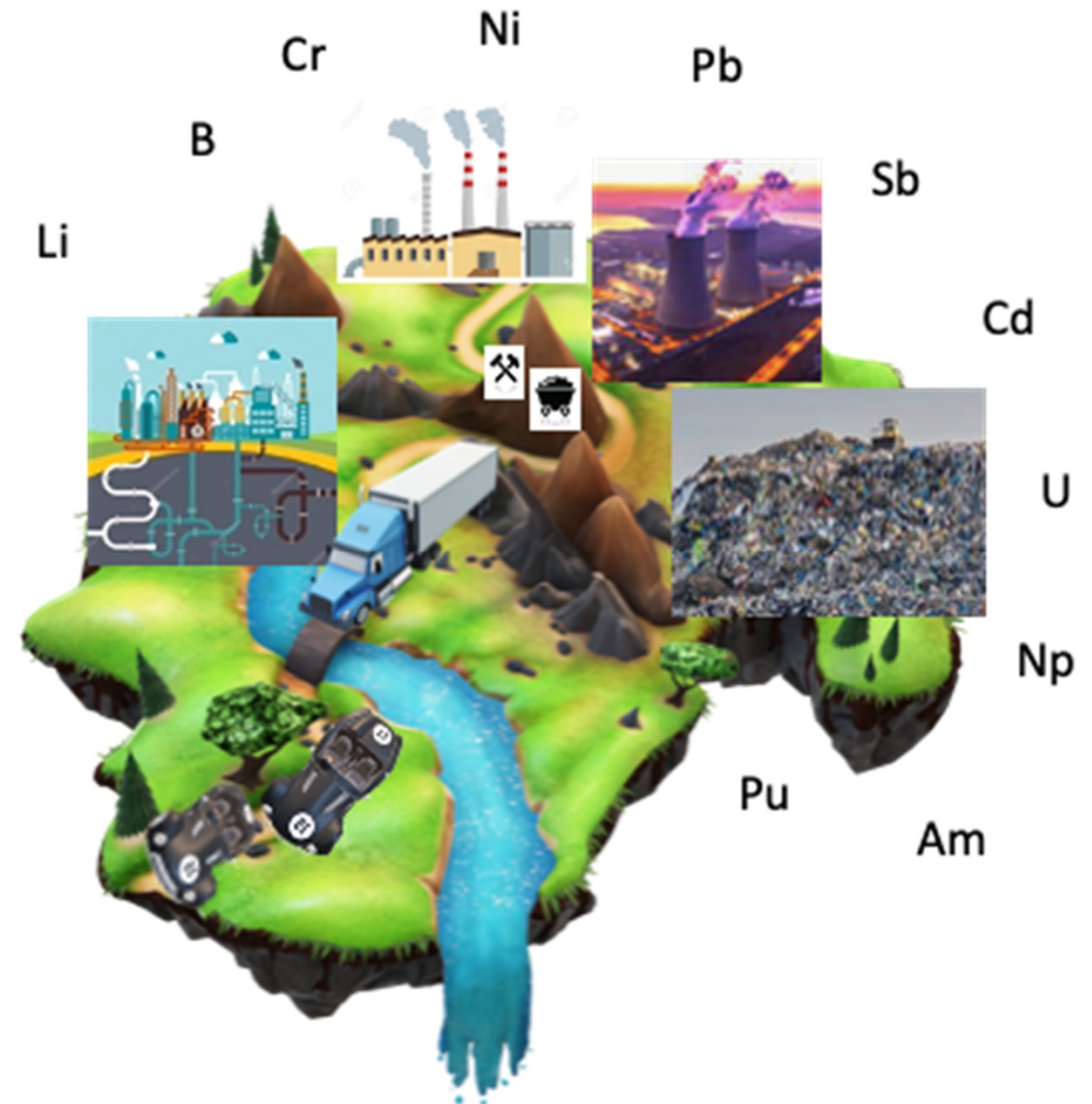
- Beginn Oktober 2022
- Dauer 36 Monate
- 23 Partner aus 14 Ländern: insgesamt 320 Arbeitsmonate
- Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Norwegen, Österreich, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slovenien, Tschechien, Türkei
- Webseite: <https://www.npl.co.uk/euramet/metropoem>
- European Partnership on Metrology: Green Deal Call 2021 (<https://www.metpart.eu/>)

Der europäische Grüne Deal, COM(2019) 640



Schlüsselaspekte

- Hochempfindliche Detektionstechniken für die Messung extrem geringer Schadstoffmengen
- Massenspektrometrie ist eine Schlüsselmethode
- Reduzierung der Messunsicherheiten und Nachweisgrenzen
- Mangel an SI-rückgeführten Isotopen-Referenzmaterialien



Massenspektrometrie-Systeme im Projekt

- ICP-QMS Induktiv gekoppeltes Plasma Quadrupol Massenspektrometer
- ICP-MS/MS Induktiv gekoppeltes Plasma Tandem Massenspektrometer
- MC-ICP-MS Multikollektor induktiv gekoppeltes Plasma Massenspektrometer
- SIMS Sekundärionen Massenspektrometer
- TIMS Thermoionisations Massenspektrometer
- AMS Beschleuniger Massenspektrometer
- ICP-TOF-MS Induktiv gekoppeltes Plasma Flugzeit-Massenspektrometer
- SNMS Sekundär-Neutralteilchen-Massenspektrometer
- HR-ICP-SF-MS Hochauflösung induktiv gekoppeltes Plasma Sektor Feld Massenspektrometer
- ICP-QQQ-MS Triple-Quadrupol induktiv gekoppeltes Plasma Massenspektrometer

**Radioaktive
Schadstoffe**

**Stabile
Schadstoffe**

WP6: Management and coordination

WP1: Establish and compare the selectivity and detection limits of different mass spectrometers

WP2: Advancing stable and long-lived radiogenic isotope ratio measurements of environmental pollutants

WP3: Development of two radioactive reference materials (liquid and solid)

WP4: Development of SI traceable certified reference material

WP5: Creating impact

WP1: Establish and compare the selectivity and detection limits of different mass spectrometers

Ziele

- Präparation von definierten rückführbaren Normalen, die radioaktive Umweltschadstoffe enthalten (U, Np, Pu, Am, Sr)
- Ermittlung der Vorteile und Grenzen der kommerziell verfügbaren MS-Systeme und der klassischen Zählmethoden
- Empfehlungen für die Messung von low-level Radionukliden mittels MS

Output

- Herstellung von Standards und Methoden für Messungen von Isotopenverhältnissen von Einzel- und Misch-Radionukliden
- Umfassende Bewertung von MS-Systemen für Messungen von low-level Radionukliden

WP1: Aktueller Status

- Bestimmung von Aktivitätskonzentrationen und Isotopenverhältnissen in Abhängigkeit der Laborinfrastruktur
- Herstellung von Standards und Methoden für Messungen von Isotopenverhältnissen von Einzel- und Misch-Radionukliden: ^{90}Sr , ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am
- Bewertung von MS-Systemen für Messungen von low-level Radionukliden: ICP-QMS, ICP-MS/MS, ICP-SFMS, MC-ICP-MS, SIMS, TIMS, AMS, ICP-TOF-MS, SNMS

WP3: Development of 2 radioactive reference materials (liquid & solid)

Ziele

- Herstellung von zwei radioaktiven Referenzmaterialien (flüssig & fest), die radioaktive Schadstoffe enthalten (e.g. U, Np, Pu, Am)
- Zwei Laborvergleichsuntersuchungen: Messkapazitäten (Nachweisgrenzen & Unsicherheitsbudgets)

Output

- Vergleich der Messfähigkeiten (15 Partner)
- Harmonisierung der massenspektrometrischen Messmethoden

WP3: Aktueller Status

- Flüssiges Referenzmaterial: **Meerwasser** spiken mit ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am
- Festes Referenzmaterial: **synthetisches Silikat** spiken mit ^{234}U , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am
- Auswahl des Konzentrations- und Aktivitätsbereichs für die Isotopenverhältnisse und Unsicherheiten
- Gute Verbindung zwischen WP1 und WP3
- Herstellung des festen Referenzmaterials: Modifizierung der Synthese
- Diskussion zur Präparation für beide Referenzmaterialien: Homogenität und Stabilität

WP2: Advancing stable and long-lived radiogenic isotope ratio measurements of environmental pollutants

Ziele

- Entwicklung von metrologisch rückführbaren Messmethoden für Isotopenverhältnisse unter Verwendung von MC-ICP-MS
- Anwendung dieser Methoden an einfacheren Messsystemen (ICP-MS/MS, ICP-QMS)
- Passende Messmethoden mit dem Fokus auf stabile Schadstoffe (Li, B, Cr, Cd, Ni, Sb, Pb, U)
- Empfehlungen für die Probenpräparation, Unsicherheitsbudgets, Quantifizierung des MassBias

Output

- SI rückführbare Methoden für die Bestimmung von Isotopenverhältnissen (MC-ICP-MS und ICP-MS)
- Untersuchung passender Separationsmethoden
- Bewertung der instrumentellen Massenfraktionierung für ICP-MS

WP2: Aktueller Status

- Identifizierung der Referenzmaterialien: für Ni und Sb keine verfügbar
- Entwicklung von SI-rückgeführten Methoden zur Bestimmung von Isotopenverhältnissen
- Methodenentwicklung für die Matrix / Elementabtrennung in Meerwasser
- Bewertung und Modellierung der instrumentellen Isotopenfraktionierung in ICP-MS

WP4: Development of SI Traceable Certified Reference Material

Ziele

- Entwicklung eines zertifizierten Referenzmaterials mit Meerwassermatrix für anorganische Schadstoffe

Output

- Zertifiziertes Referenzmaterial mit Meerwassermatrix für anorganische Schadstoffe

Aktueller Status

- 250 L Wasser aus der Nordsee
- Konzentrationsbereiche und Unsicherheiten für Li, B, Cr, Cd, Pb und U
- Lagerungsbedingungen

Aktuell:

- Homogenitätsmessungen
- Langzeitstabilitätsmessungen

WP5: Creating Impact

Ziele

- Weitergabe der Projektergebnisse
- Informationsaustausch der Projektergebnisse an die Öffentlichkeit, Hochschulen, Behörden, Industrie
- Verwertung der Projektergebnisse
- Kommunikation über die Projektwebseite, LinkedIn, ResearchGate

Output

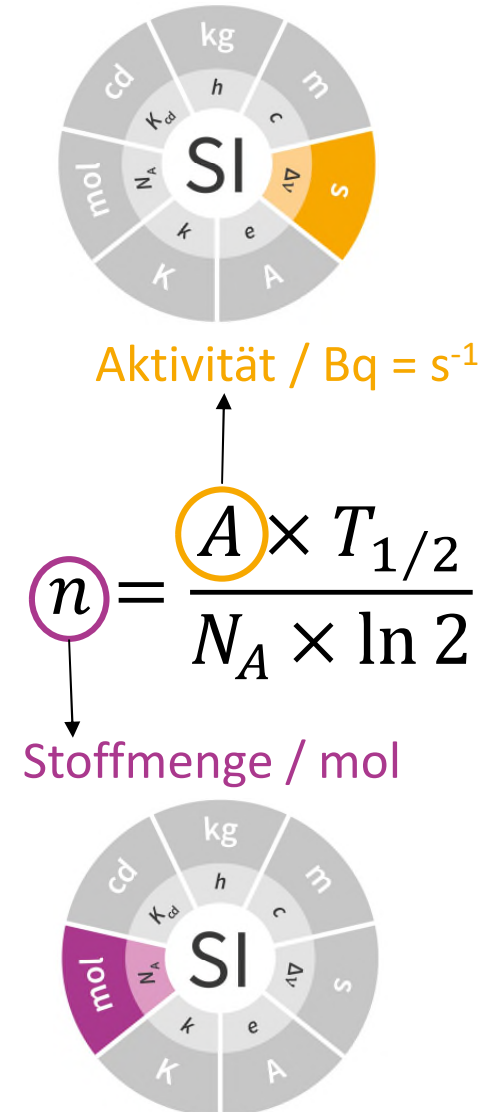
- Stakeholder Komitee und Projektwebseite
- Mindestens 12 Präsentationen auf Konferenzen, 12 Publikationen in passenden Journalen und vier Workshops
- Austausch mit ISO, CEN, BIPM, EURAMET
- Veröffentlichung von zwei Guides für Messempfehlungen
- Trainingskurs
- Weitergabe des Referenzmaterials

WP5: Aktueller Status

- Stakeholder Komitee etabliert
- Projektwebseite <https://www.npl.co.uk/euramet/metropoem>
- LinkedIn und ResearchGate
 - ✓ <https://www.linkedin.com/in/metropoem-project-308762251/>
 - ✓ <https://www.researchgate.net/project/MetroPOEM-Metrology-for-the-harmonisation-of-measurements-of-environmental-pollutants-in-Europe>
- Erste Pressemitteilung veröffentlicht
 - ✓ <https://www.stuk.fi/web/en/about-us/cooperation/metropoem-project>

Folgen von MetroPOEM

- Verbindung zwischen radiometrischen Messungen und MS:
 - ✓ Aktivität (Bq) und Stoffmenge (mol)
- Rückführungslücke für Isotopenverhältnismessungen geschlossen (Mass Bias)
- Guide für die Messung von Low Level Radionukliden mittels MS
- Bericht zu den Vorteilen und Grenzen von verschiedensten MS-Systemen
- Drei SI-rückgeführte Referenzmaterialien
- SI-rückgeführte Kalibrierkette für single-Kollektor ICP-MS
- Harmonisierte Methoden für die Messung von Schadstoffen mit MS



N_A : Avogadrokonstante / mol⁻¹

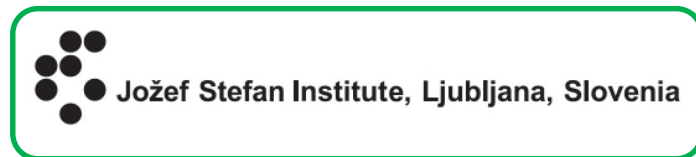
$T_{1/2}$: Halbwertszeit / s © PTB, 2023 15



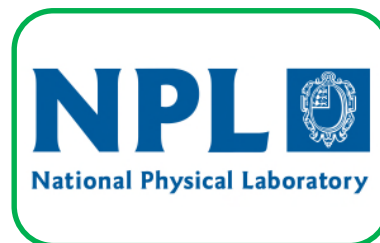
WP6



WP3



WP2



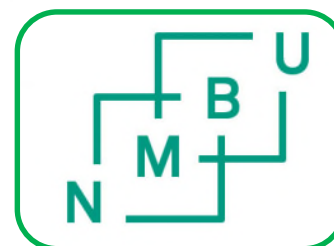
WP1



WP4



Konsortium



WP5



Danksagung für die Finanzierung

“The project 21GRD09 MetroPOEM has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed from the European Union’s Horizon Europe Research and Innovation Programme and by the Participating States.”

- Funder name: European Partnership on Metrology
- Funder ID: 10.13039/100019599
- Grant number: 21GRD09 MetroPOEM

Bisherige Treffen





**Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin**

Bundesallee 100

38116 Braunschweig

Janine Eberhardt

Telefon: 0531 592-6121

E-Mail: janine.eberhardt@ptb.de

www.ptb.de

