

Neutronenaktivierungsanalyse mit gepulsten 14 MeV Neutronen zur Charakterisierung heterogener radioaktiver Abfälle

Frank Mildenberger

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft



Energie & Umwelt/
Energy & Environment
Band/ Volume 395
ISBN 978-3-95806-271-9

 **JÜLICH**
FORSCHUNGSZENTRUM

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Nukleare Entsorgung und Reaktorsicherheit (IEK-6)

Neutronenaktivierungsanalyse mit gepulsten 14 MeV Neutronen zur Charakteri- sierung heterogener radioaktiver Abfälle

Frank Mildenberger

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 395

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-271-9

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzzusammenfassung	i
Abstract	iii
Inhaltsverzeichnis	v
1 Endlagerung radioaktiver Abfälle	1
1.1 Ziele der Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland	1
1.1.1 Klassifizierung radioaktiver Abfälle	2
1.1.2 Abfallmengen und Abfallprognosen	4
1.2 Endlager Konrad.....	5
1.2.1 Leitsatz der stofflichen Deklaration	6
1.2.2 Bilanzierung nichtradioaktiver schädlicher Stoffe für das Endlager Konrad.....	7
1.3 Radioaktive Altlasten	10
1.4 Abfallprodukte – Mischabfälle	11
1.5 Zielsetzung der Arbeit.....	12
2 Anlagen- und Probenbeschreibung.....	13
2.1 Die MEDINA-Einrichtung.....	13
2.2 Probenbeschreibung.....	15
2.2.1 Symmetrische Proben aus Beton und PE.....	15
2.2.2 Asymmetrische Proben aus Beton und PE.....	18
2.2.3 Proben mit einem Cadmium-Blech.....	19
2.3 MCNP-Simulationen.....	21
2.3.1 Der MCNP-Computer-Code	21
2.3.2 MCNP-Modell der MEDINA-Einrichtung	23
2.3.3 Simulationen des Neutronenflusses.....	25
3 Zyklische Neutronen-Aktivierungs-Analyse mit einer gepulsten Neutronenquelle.....	27
3.1 Einführung in die Prompt- und Verzögerte-NAA	27
3.2 Theorie der CNAA	30
3.3 Die-Away Time thermischer Neutronen	34
3.4 Gamma- und Neutronen-Selbstabsorption	35
3.4.1 Gamma-Selbstabsorption	35
3.4.2 Neutronen-Selbstabsorption	36
3.5 Detektor-Effizienz großvolumiger Proben.....	37
4 Die-Away-Time thermischer Neutronen	39
4.1 Experimentelle Bestimmung der Die-Away Time	39
4.2 Ergebnisse der Die-Away Time	42
5 PGNA von großvolumigen Mischproben aus Beton und Polyethylene	49
5.1 Symmetrische Matrixanordnung.....	49
5.1.1 Methode zur Quantifizierung – symmetrische Proben.....	51
5.1.2 Ergebnisse der Quantifizierung	53
5.2 Asymmetrische Matrixanordnung	55

5.2.1	PE-Segment in einer Betonmatrix (Probe B)	55
5.2.2	Beton-Segment in einer PE-Matrix (Probe P).....	56
5.2.3	Methode zur Quantifizierung – asymmetrische Proben	58
5.2.4	Ergebnisse der Quantifizierung.....	58
6	CNAA von großvolumigen Proben	59
6.1	CNAA großvolumiger Mischproben aus Beton und PE	59
6.2	Quantifizierung der Mischproben mittels der CNAA	63
6.3	Ergebnisse der Quantifizierung.....	65
7	Nachweis eines lokal konzentrierten Elements	71
7.1	Cadmiumblech in einer PE-Matrix.....	71
7.2	Algorithmus zur Lokalisierung räumlich konzentrierter Elemente	74
7.2.1	Beschreibung des Algorithmus.....	75
7.2.2	Validierung des Algorithmus	78
7.2.3	Quantifizierung der Elementmasse.....	83
7.3	Asymmetrische Proben mit einem Cd-Blech.....	85
7.3.1	Charakterisierung asymmetrischer Proben mit einem Cd-Blech	85
7.3.2	Ergebnisse der Quantifizierung.....	88
8	Interferenzen in der Bestimmung des thermischen Neutronenflusses.....	91
8.1	Lokale Eisenprobe.....	92
8.2	Homogene Verteilung von Eisen	94
8.3	Eisen-Inliner zwischen Matrix und Stahlfassmantel	103
9	Zusammenfassung & Ausblick.....	107
	Literaturverzeichnis.....	109
	Abbildungsverzeichnis.....	114
	Tabellenverzeichnis	118
	Anhang.....	120
	Danksagung	127

**Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 395
ISBN 978-3-95806-271-9**

