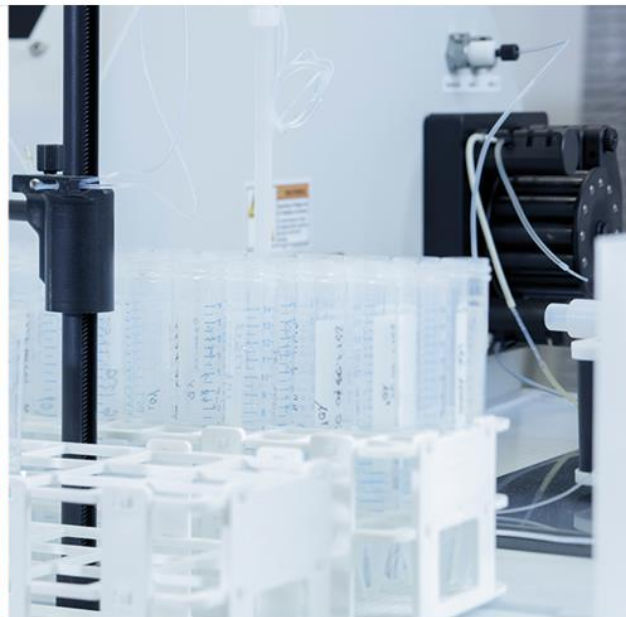


LESSONS LEARNED – ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOGISCHEN CHARAKTERISIERUNG UND FREIGABE

MATTHIAS BOTHE



1. Einleitung
2. Überraschungen bei der radiologischen Charakterisierung
3. Überraschungen bei der Freigabe
4. Zusammenfassung

1. EINLEITUNG

Überraschung

= Erleben einer unerwarteten Situation

resultiert aus:

- unzureichender Kenntnis oder Information
- Erwartungshaltung
- Fehlern

1. EINLEITUNG

richtiger Umgang mit Überraschungen

1. sie als solche wahrnehmen
 - Vergleich mit Erwartungen
 - unplausible Befunde
2. sie ernst nehmen
 - nicht zu früh als Ausreißer oder Zufallsbefunde einordnen
3. nach Ursachen suchen
4. Schlussfolgerungen ziehen
5. wenn erforderlich Korrekturmaßnahmen ergreifen

1. EINLEITUNG

Typische Schritte bei der radiologischen Charakterisierung und Freigabe

1. Historische Erkundung
2. Voruntersuchung
3. Bestimmung von Nuklidvektoren
4. Qualifizierung der Messverfahren
5. Entscheidungsmessungen

Erfahrungen von

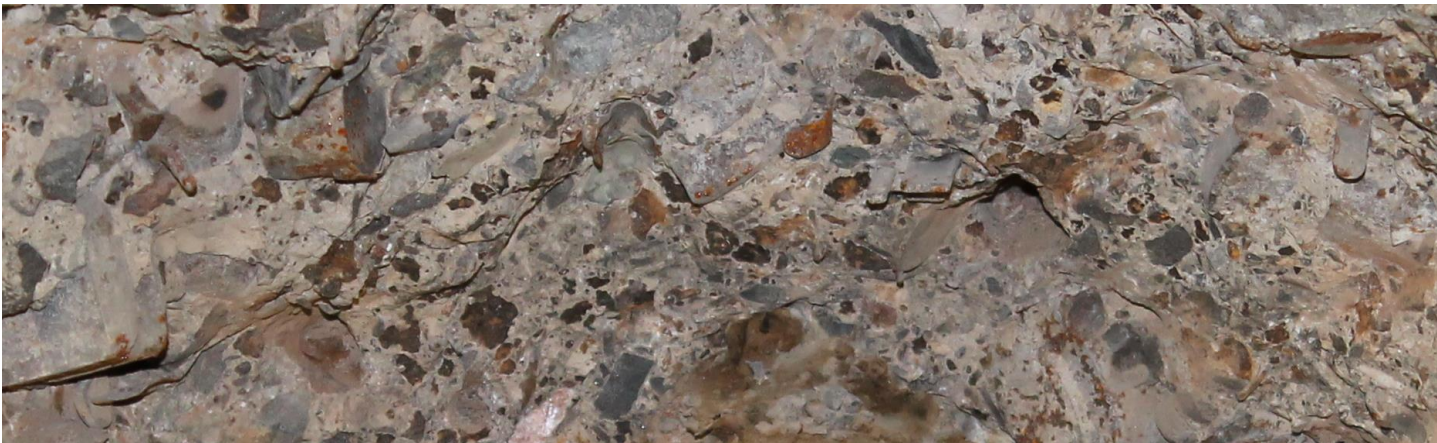
- Forschungsreaktoren
- Kernkraftwerke
- Brennelementfabriken
- Radionuklidlaboratorien
- Abfall- und Abwasserbehandlungszentren

2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Historische Erkundung

alte und aktuelle Unterlagen (z. B. Bauzeichnungen)

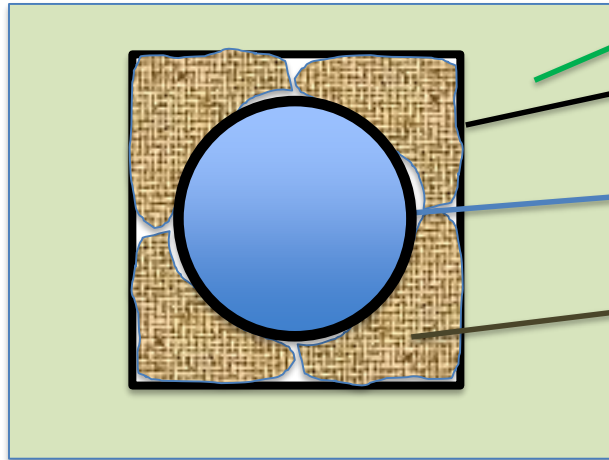
- Rossendorf Forschungsreaktor: Biologisches Schild
 - Bauzeichnung:
 - Barytbeton (Baryt BaSO_4)
 - Messungen:
 - Gammaskpektrometrie: kein Ba-133
 - RFA: kein Ba
 - Besichtigung: **Beton mit Stahlschrott (0,5 – 4 cm) ➡ hohe Dichte**



2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Historische Erkundung

alte und aktuelle Unterlagen (z. B. Bauzeichnungen)



biologischer Schild (Beton)

Öffnung für Looleitung (Primärkreislauf)

Looleitung

Abschirmung (Sack mit **Baryt**)

Gammaspektrometrie: Co-60, kein Ba-133

➔ Besichtigung



~~Baryt~~



Bohneneisenerz (Limonit + Hämatit)



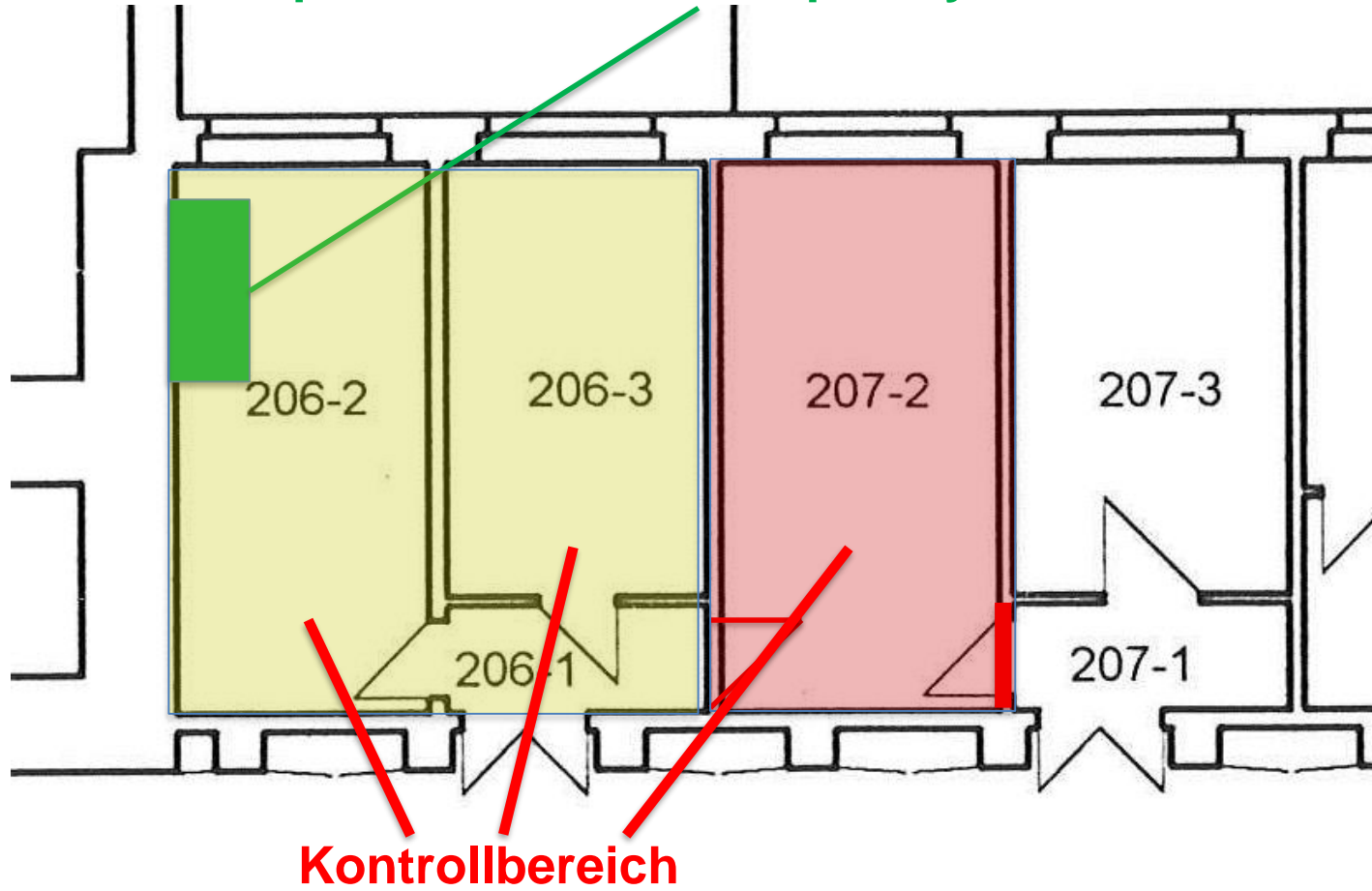
Strichfarbe

2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Historische Erkundung

Informationen über Raumnutzung

- Labors am **pneumatischen Rohrpostsystem** vom Forschungsreaktor

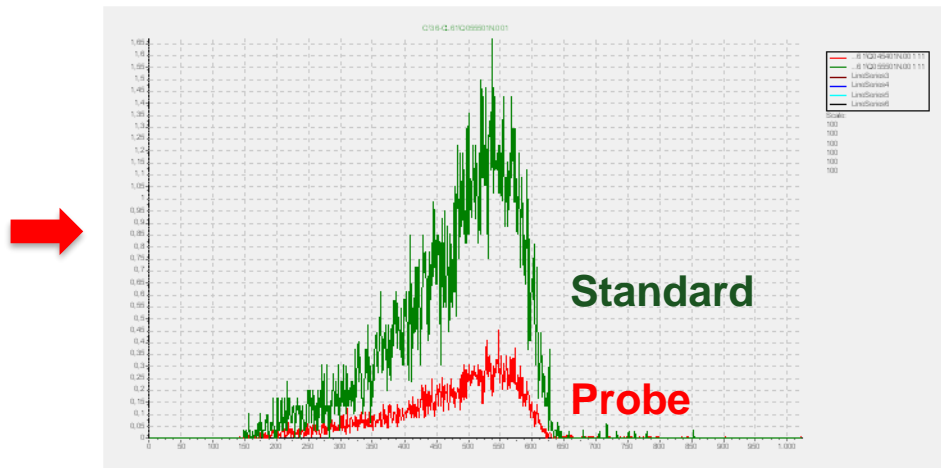


2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Voruntersuchung

unerwartete Kontamination

- Raum in einem Überwachungsbereich in einem Kernforschungszentrum
 - seit 1957 “ohne Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen”
- Freigabe der Fenster zum Austausch beabsichtigt
 - Kontrollmessungen der Oberflächenkontamination ➡ **hohe Betazählrate**
 - Gammaspektrometrie einer Probe ➡ **kein Gammastrahler gefunden**
 - Messung mit Flüssigszintillationszählung (LSC)
 - Schritt für Schritt Zugabe bekannter Radionuklide



➡ **identifiziertes Nuklid:
CI-36**

einige Kollegen erinnern sich:
**In den 60er Jahren war ein
Experiment fehlgeschlagen**

2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Bestimmung des Nuklidvektors

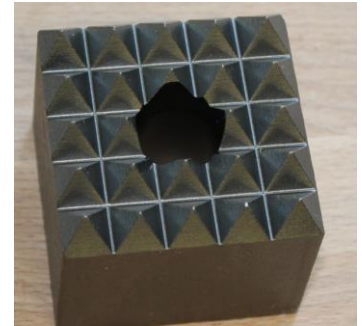
unerwartet hohe Streuung der Nuklidverhältnisse

➔ Ursachensuche: Probenahmeprotokoll einschl. Fotos

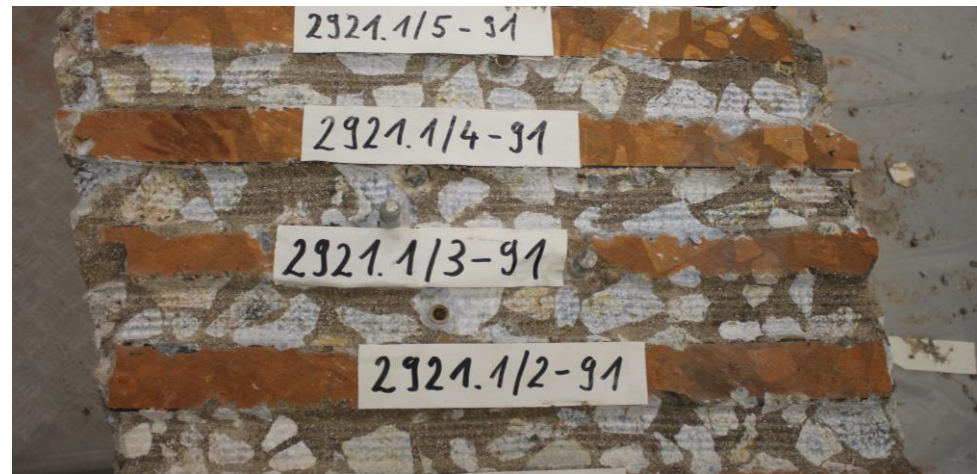
Bohrungen



Stockern



Quelle: fischer.de



2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Bestimmung des Nuklidvektors

Analytik: Neutronengenerator (mit Tritiumtargets)

- Tritium H-3
- Beton mit Farbanstrich

H-3-Fraktion		Bauteil 1	Bauteil 2
abwischbar	[Bq/cm ²]	1.540	74
mit H ₂ O austauschbar	[Bq/g]	19	141
Freisetzung bei Erhitzen	[Bq/g]	290	240.000

Temperatur [°C]	freigesetztes H-3 Anteil [%]	
	Probe 1	Probe 2
	(mehr Farbe)	(weniger Farbe)
200	6	0,1
500	86	29
900	100	100

2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER RADIOLOG. CHARAKTERISIERUNG

Bestimmung des Nuklidvektors

Berechnung von Nuklidvektoren

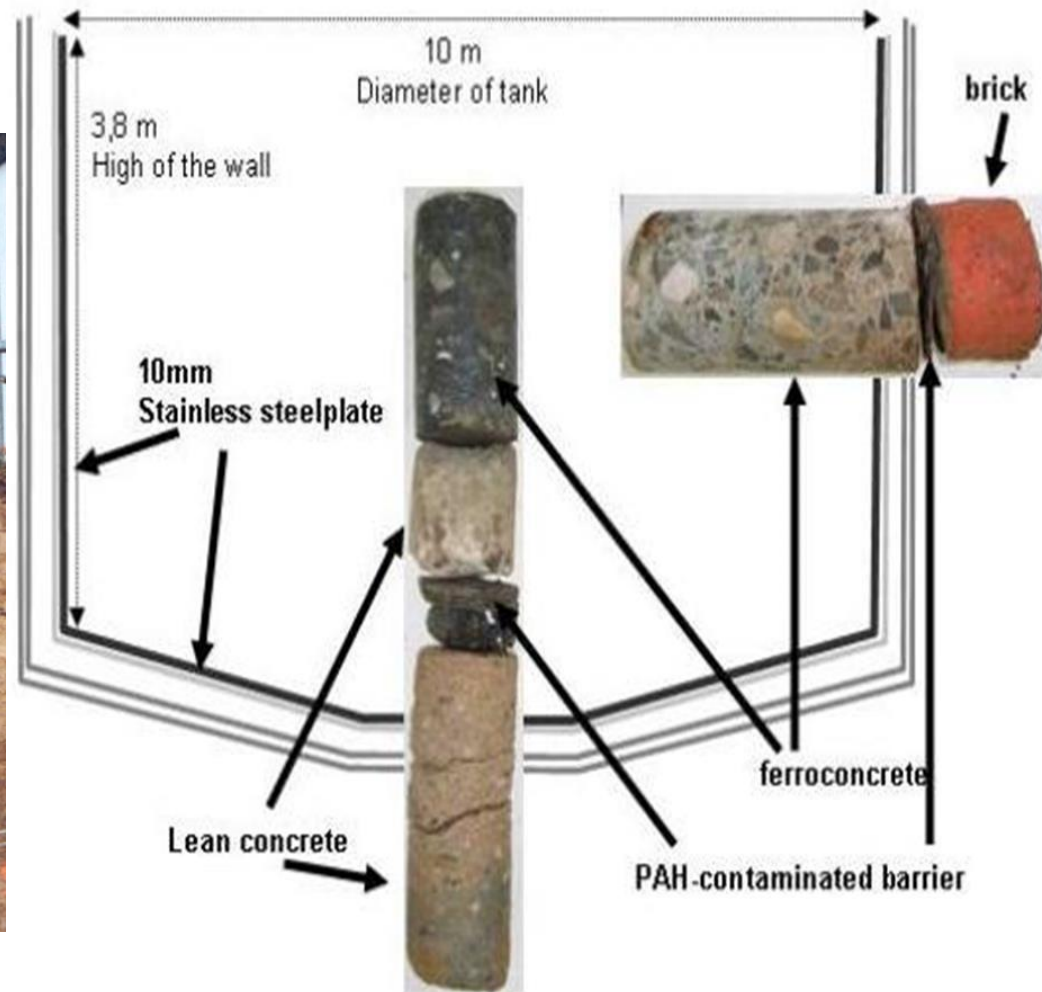
Probe	Co-60 [%]	Cs-137+ [%]	Sb-125+ [%]	Am-241 [%]
vor Deko	90,7	9,3	0,009	0,001
nach 1. Deko	80,7	8,2	8,014	3,018
nach 2. Deko	50,1	7,0	28,208	14,768

Probe	Co-60 [Bq/g]	Cs-137+ [Bq/g]	Sb-125+ [Bq/g]	Am-241 [Bq/g]
vor Deko	534,0000	55,00000	< 0,05100	< 0,00550
nach 1. Deko	0,0138	0,00141	< 0,00137	< 0,00052
nach 2. Deko	0,0018	0,00025	< 0,00102	< 0,00053

Probe	Co-60 [%]	Cs-137+ [%]	Sb-125+ [%]	Am-241 [%]
vor Deko	90,7	9,3	0,0	0,0
nach 1. Deko	90,8	9,2	0,0	0,0
nach 2. Deko	91,0	9,0	0,0	0,0

2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER CHARAKTERISIERUNG Gefahrstoffe

unterirdische Behälter für
radioaktive Abwässer im VKTA



2. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER CHARAKTERISIERUNG Gefahrstoffe

unterirdische Behälter für radioaktive Abwässer im VKTA

Ergebnisse:

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in Baustoffen
 - PAK in Teerbeschichtung (PAK-Summe 50 000 ... 120 000 mg/kg)
 - ➡ gefährlicher Abfall (> 1000 mg/kg)
 - eluierbar (PAK-Summe $210 \mu\text{g/l}$)
 - ➡ über Prüfwert ($0,2 \mu\text{g/l}$)
- **ernsthafte Gefahr für Grundwasser**
 - Grundwasserspiegel 1 – 2 m unter dem Gebäude

Entscheidung:

➡ Rückbau der Behälter

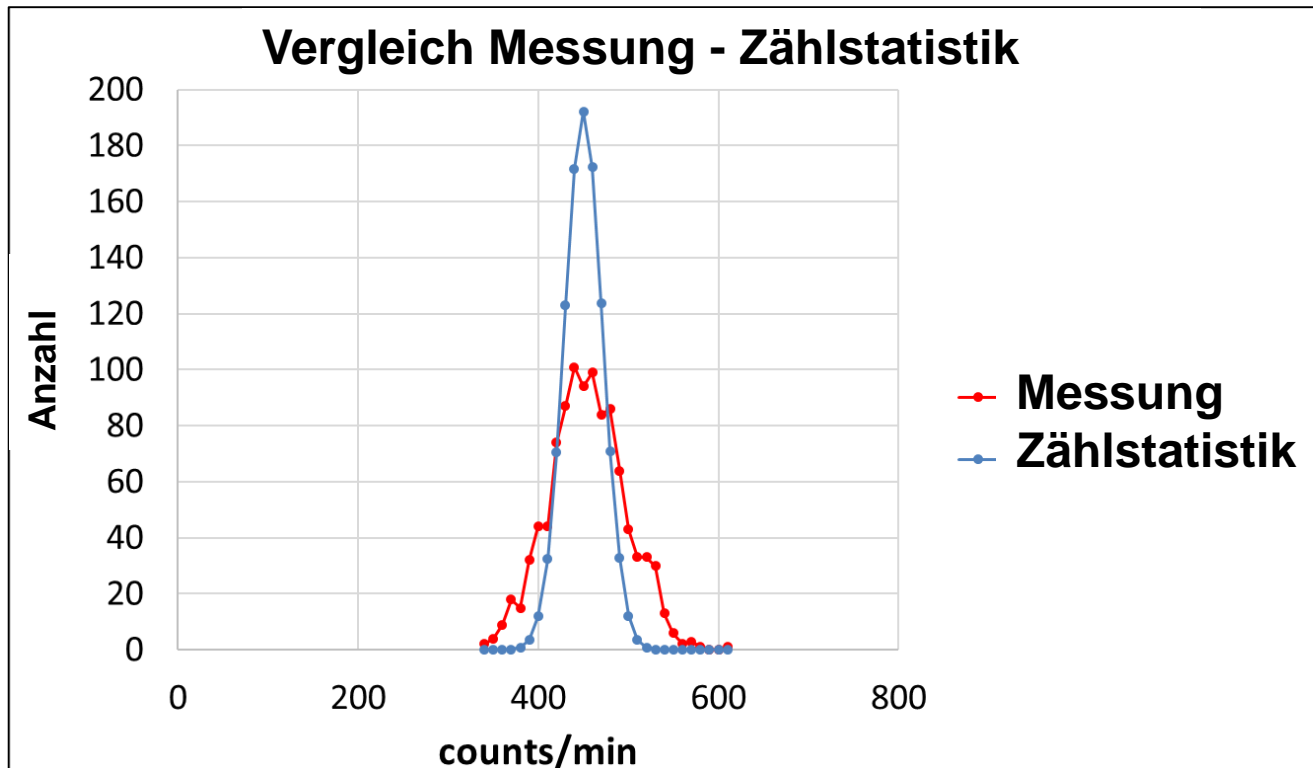


3. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER FREIGABE

Qualifizierung der Messverfahren

Oberflächenkontaminationsmonitor – Nulleffekt

- Nulleffektmessung Beta/gamma-Kanal (1022 x 60 s)
- Erwartung: Unsicherheit = Zählstatistik ($u = \sqrt{N}$)



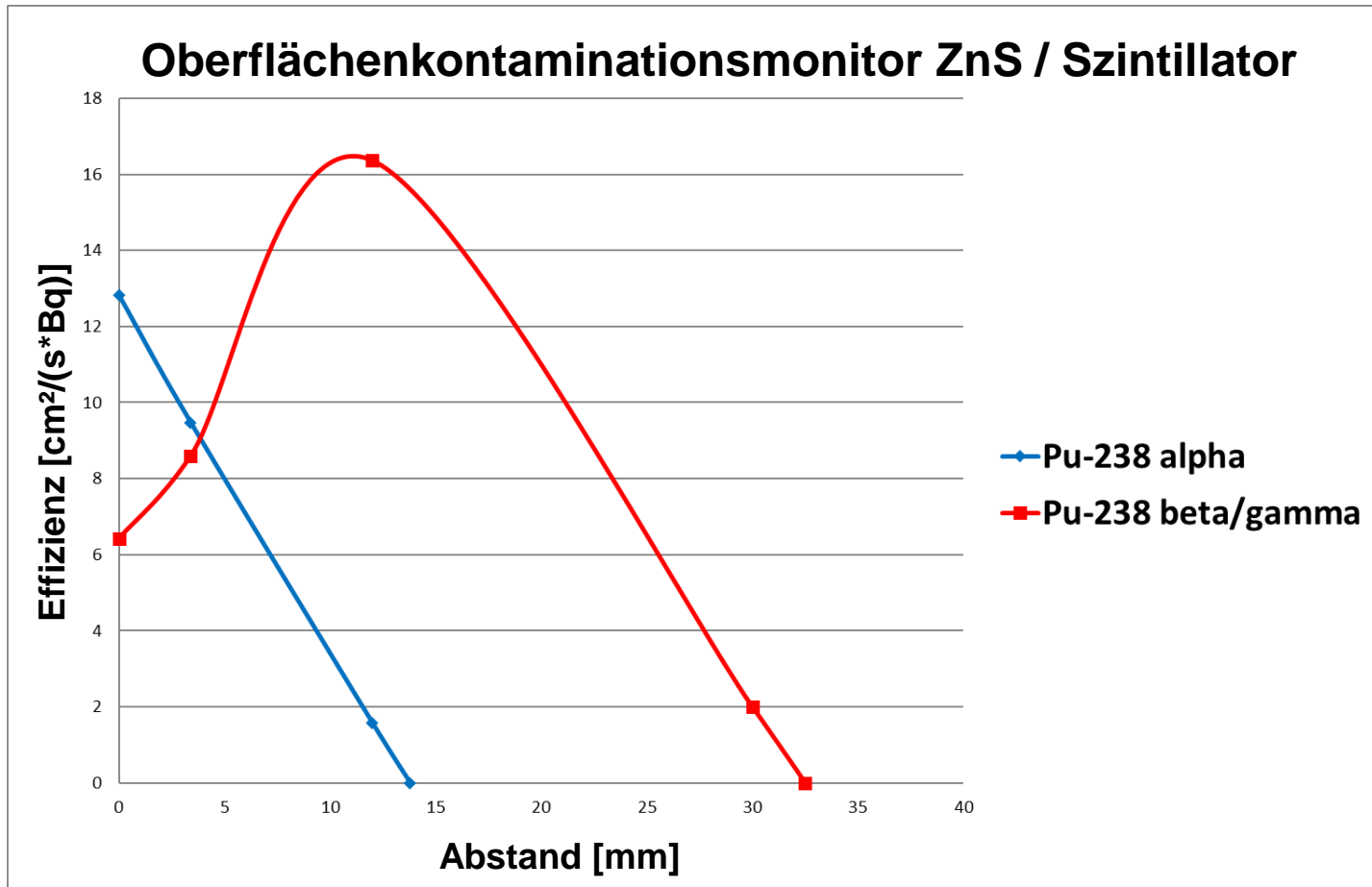
- **Unsicherheit = 2 x Zählstatistik** (Ursache: Signalverarbeitung)

3. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER FREIGABE

Qualifizierung der Messverfahren

Oberflächenkontaminationsmonitor (ZnS + Plastszintillator) – Effizienz

- Messung von reinen Alphastrahlern im Beta/Gamma-Kanal

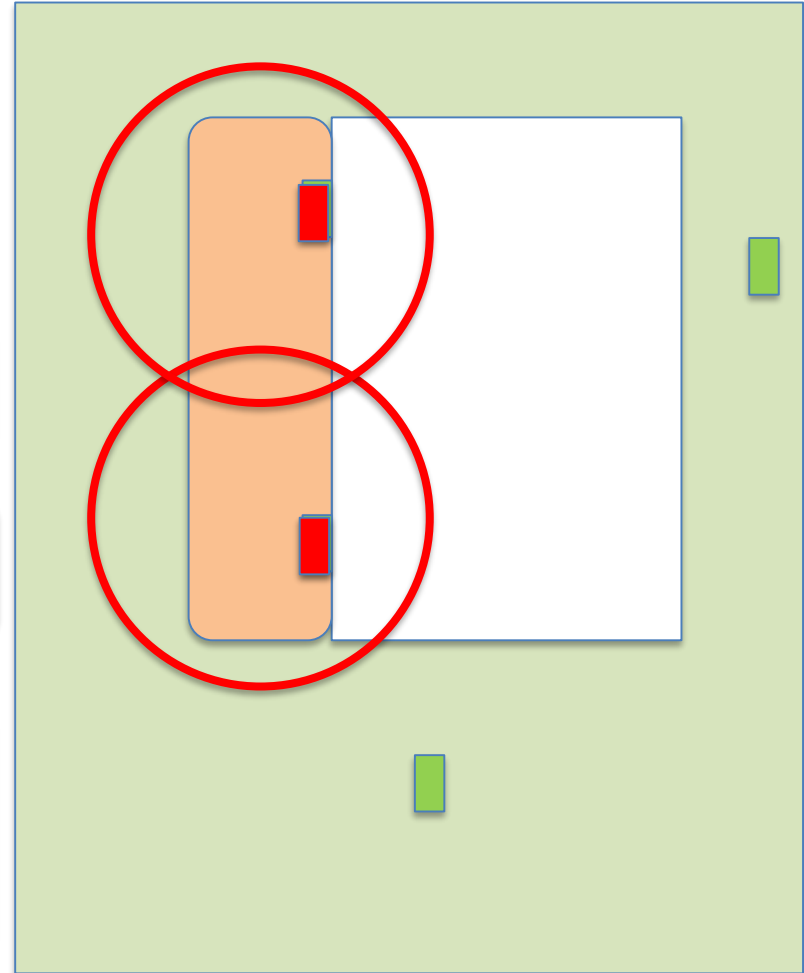


3. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER FREIGABE

Entscheidungsmessungen

inkonsistente Ergebnisse unterschiedlicher Methoden


- glatte Wand in einer Kernanlage
 - Öffnung für eine Handschuhbox
 - bereits rückgebaut
 - mit Stahlplatte verschlossen
- Oberflächenkontaminationsmessung
➔ erhöhte Zählrate
- In-situ-Gammaspektrometrie
➔ keine Kontamination durch Betrieb
- Probenahme
- Gammaspektrometrie
➔ keine Kontamination durch Betrieb
➔ **hohe spezifische Aktivität Ra-226 in neuem Gips (Phosphorgips)**



3. ÜBERRASCHUNGEN BEI DER FREIGABE

Entscheidungsmessungen

inkonsistente Ergebnisse versch. Methoden

- Oberflächenkontaminationsmessungen
 - Nettoraten in der Karte 
- Probenahme und Analytik

 keine erhöhte spezifische Aktivität

- Begehung des Gebäudes

 Zyklon zur Staubabscheidung während der Dekontamination im Gebäude

0	2	2	4	7	8	3	4	2	7
2	3	3	10	11	7	4	4	6	7
2	3	3	9	14	8	4	4	5	7
			10	30	8	8	4	5	7
			10	39	26	8	4	7	7
			10	90	80	8	4	7	8
			23	52	62	13	5	8	8
			26	31	47	14	5	8	8
			55	25	41	13	7	8	10
			41	28	29	14	11	8	10
			42	35	32	14	11	4	9
			43	35	28	15	13	7	10
			42	37	32	28	14	8	10
			67	51	47	33	11	9	10
			118	75	54	68	12	10	9
			197	117	107	78	14	10	9
			141	188	246	98	15	11	8
			149	343	623	167	47	12	9
			116	360	1003	198	53	13	12
							156	53	13
							105	37	12
							92	31	11
							70	32	11
							43	31	13
							34	29	17
							20	18	14
							8	17	13
							6	14	4
							6	8	4
							3	0	1
							3	0	-3

4. ZUSAMMENFASSUNG

- aufmerksam und offen für **Überraschungen** sein
- diese ernst nehmen
- nach Ursachen suchen
- Schlussfolgerungen ziehen
- Korrekturmaßnahmen ergreifen, wenn erforderlich

**Radiologische Charakterisierung
ist
“Radio-Archäologie”**

**Ich wünsche viel Erfolg
beim Entdecken von und Umgang mit
Überraschungen!**

matthias.bothe@vкта.de

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Matthias Bothe

VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
Bautzner Landstraße 400
01328 Dresden

0351 – 260 3493 | kontakt@vkta.de | www.vkta.de

IHR PARTNER FÜR STRAHLENSCHUTZ

- Konzeption und Durchführung von Emissions- und Immissionsüberwachungsprogrammen
- Akkreditierte und amtlich bestimmte Messstelle für Inkorporationsmessungen
- Strahlenschutzanalytiklabor
- Messung der Strahlungssituation mit Hilfe eines mobilen Messsystems
- Dichtheitsprüfungen von Strahlenquellen
- Dosimetrieservice



IHR PARTNER FÜR ANALYTIK

- Akkreditiertes Analytiklabor
- Reststoff- und Abfalldeklaration
- Umwelt- und Kerntechnik
- NORM / Altlastensanierung
- Strahlen- und Verbraucherschutz
- Niederniveaumesslabor



IHR PARTNER FÜR ENTSORGUNG

- Behandlung und Vorkonditionierung von Abfällen
- Radiologische und stoffliche Deklaration
- Beratung bei Bewertungs- und Freigabeprojekten
- Erstellung / Durchführung von Messprogrammen
- Entscheidungsmessungen im VKTA
- Landessammelstelle für Mitteldeutschland

