

Aktivitätsmessung von Radon in einer Wasserprobe

Das Beispiel ist aus dem DIN Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen entnommen (Anhang H4, Vorgehensweise 1).

Die Vorverarbeitung der Zählraten, um den Zerfalls- und den Nulleffekt zu korrigieren, wurde mit Excel durchgeführt (siehe ISO_H4.XLS). Über die Zwischenablage wurden die Beobachtungen für R_x und R_s aus Excel eingelesen. Anschließend wurde der Korrelationskoeffizient mit der Korrelationsanalyse aus den Beobachtungen ermittelt.

Modellgleichung:

$$A_x = A_s \cdot (m_s / m_x) \cdot (R_x / R_s)$$

Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
A_x	Bq/g	Unbekannte Aktivitätskonzentration der Probe zur Referenzzeit $t=0$
A_s	Bq/g	Aktivitätskonzentration des Normals zur Referenzzeit $t=0$
m_s	g	Masse der Normallösung
m_x	g	Masse der Probe
R_x		Zerfalls- und nulleffektkorrigierte Zählrate der Probe
R_s		Zerfalls- und nulleffektkorrigierte Zählrate des Normals

A_s : Typ B Normalverteilung
Wert: 0.1368 Bq/g
Erweiterte Messunsicherheit: 0.0018 Bq/g
Erweiterungsfaktor: 1.0

m_s : Typ B Normalverteilung
Wert: 5.0192 g
Erweiterte Messunsicherheit: 0.005 g
Erweiterungsfaktor: 1.0

m_x : Typ B Normalverteilung
Wert: 5.0571 g
Erweiterte Messunsicherheit: 0.0010 g
Erweiterungsfaktor: 1.0

R_x:

Typ A
 Methode der Beobachtung: Direkt
 Anzahl der Beobachtungen: 6

Nr.	Beobachtung
1	652.46
2	666.48
3	665.80
4	655.68
5	651.87
6	623.31

Arithmetischer Mittelwert: 652.600
 Standardabweichung der Einzelbeobachtung: 16
 Standardabweichung des Mittelwerts: 6.416
 Freiheitsgrad: 5

Vorverarbeitung der Zählraten mit Excel zur Korrektur des Zefalls- und Nulleffekts

R_s:

Typ A
 Methode der Beobachtung: Direkt
 Anzahl der Beobachtungen: 6

Nr.	Beobachtung
1	194.65
2	208.58
3	211.08
4	214.17
5	213.92
6	194.13

Arithmetischer Mittelwert: 206.088
 Standardabweichung der Einzelbeobachtung: 9.3
 Standardabweichung des Mittelwerts: 3.793
 Freiheitsgrad: 5

Vorverarbeitung der Zählraten mit Excel zur Korrektur des Zefalls- und Nulleffekts

Korrelation:

	R _x	R _s
R _x	1	0.65
R _s	0.65	1

Die zerfalls- und nulleffektkorrigierte Zählraten der Probe und des Normals sind korreliert, da zur Nulleffektkorrektur bei beiden jeweils die gleiche Blindprobenmessung benutzt wurde. Der Korrelationskoeffizient wurde aus den Beobachtungen ermittelt.

Messunsicherheits-Budgets:

A_x: **Unbekannte Aktivitätskonzentration der Probe zur Referenzzeit t=0**

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit	Verteilung	Sensitivitäts-koeffizient	Unsicherheitsbeitrag	Index
A _s	0.136800 Bq/g	1.800·10 ⁻³ Bq/g	Normal	3.1	5.7·10 ⁻³ Bq/g	46.2 %
m _s	5.019200 g	5.000·10 ⁻³ g	Normal	0.086	430·10 ⁻⁶ Bq/g	0.3 %
m _x	5.057100 g	1.000·10 ⁻³ g	Normal	-0.085	-85·10 ⁻⁶ Bq/g	0.0 %
R _x	652.600	6.416	Normal	660·10 ⁻⁶	4.2·10 ⁻³ Bq/g	-5.6 %
R _s	206.088	3.793	Normal	-2.1·10 ⁻³	-7.9·10 ⁻³ Bq/g	59.1 %
A _x	0.429945 Bq/g	8.320·10 ⁻³ Bq/g				

Ergebnisse:

Größe	Wert	Erw.-Mess-unsicherheit	Erweiterungs-faktor	Überdeckungs-wahrscheinlichkeit
A _x	0.430 Bq/g	0.018 Bq/g	2.18	95% (t-Tabelle 95.45%)