

30 Jahre AK Sigma:
Charakteristische Werte bei der Messung
ionisierender Strahlung

Klaus Weise

ehemals Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig

1

Charakteristische Werte einer nicht-negativen Messgröße Y :

Zum Messverfahren:

Erkennungsgrenze y^* (Strahlungsbeitrag einer Probe erkannt?)

Nachweisgrenze $y^\#$ (Messverfahren geeignet?)

Bei der Messung an einer Probe:

Messergebnis \hat{y} (bester Schätzwert)

Standard-Messunsicherheit $u(\hat{y})$

Untere und obere Grenzen y^{\blacktriangleleft} bzw. y^{\blacktriangleright} eines Überdeckungsintervalls

2

Übersicht

Geschichte des AK Sigma

Persönlicher Rückblick
Arbeit und Ergebnisse
Normenreihen DIN 25482 und ISO 11929

Metrologische und statistische Grundlagen

Messunsicherheit: DIN 1319-4 und GUM: ISO Guide
to the expression of uncertainty in measurement
Wahrscheinlichkeit, Häufigkeits- oder Bayes-Statistik,
Prinzipien (Bernoulli, PME, Bayes-Theorem)

Ermittlung der charakteristischen Werte

Gliederung des allgemeinen Verfahrens
Kurzbeschreibung des Verfahrens

Zukünftige Entwicklungen

3

Geschichte des AK Sigma

Ab ca. 1960 Vorläufer (Uni Hannover): Arbeitsgruppe für bautechnischen Strahlenschutz,
dann Zentraleinrichtung für Strahlenschutz (ZfS),
dann Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie (ZSR),
heute Institut für Radioökologie und Strahlenschutz (IRS)

1981 Gründung AK Sigma in Personalunion mit DIN-Ausschuss NMP 722

Obmänner: Profn. Schultz bis 1984, Kirchhoff † 2000, Michel seit 2001
Sekretäre (DIN): Erdtmann bis 2000, Fr. Otto 2001 bis 2003
Einige Mitglieder: Prof. Baringhaus (Uni Hannover), Rose (Jülich) bis 2002
Sitzungsort: Hannover

2003 DIN löst den DIN-Ausschuss auf. Weiterarbeit allein als AK Sigma

2006 Wiederbelebung als Normausschuss DKE GAK 967.2.1
Sekretär (DKE): Vogel

4

Normenreihen DIN 25482 und ISO 11929

Nachweis- u. Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen (12 + 4 Beibl.)
Detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements (9)

- 1:1989 Einfache zählende Messungen (M.) (+Beibl. 1992) (ISO -1:2000)
- 2:1992 Spektrometrische M. (+Beibl. 2000)
- 3:1993 M. mit Ratemetern (ISO -4:2001)
- 4:1995 Alphaspektrometrische M.
- 5:1993 Gammaskpektrometrische M. (+Beibl. 1997) (ISO -3:2000)
- 6:1993 wie -1, jedoch M. mit Probenbehandlung (+Beibl. 1998) (ISO -2:2000)
- 7:1997 M. an Filtern (ISO -5:2005)
Verfahrenswechsel zur Bayes-Statistik (Weise, 1998)
- 10:2000 Allgemeine Anwendungen (ISO -7:2005)
- 11:2003 M. mit Albedodosimetern
- 12:2003 Entfaltung von Spektren (ISO -8:2005)
- 13:2003 M. an bewegten Objekten (ISO -6:2005)

Alle ersetzt durch ISO 11929:2010 und DIN ISO 11929:2011
Mindestens ca. 20 begleitende Veröffentlichungen

5

Metrologische und statistische Grundlagen

Auswertung von Messungen, Messunsicherheit

DIN 1319-4:1985 u. 1999; -3:1996

Bayes'sche Theorie der Messunsicherheit (Weise, Wöger, 1992)

ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM, 1993)

mit Suppl. 1 JCGM 101:2008 Monte-Carlo-Methoden

Wahrscheinlichkeit (W.)

DIN 13303-1:1982 u. -2:1982 Stochastik

Was ist W.?

Häufigkeits-Statistik contra Bayes-Statistik

Aufstellung von W.-Verteilungen

Bernoulli-Prinzip: Gleiche W. $w(i)$ für gleichmögliche (symmetrische)
Zustände i

Prinzip der maximalen Entropie (PME) ($p(i)$ A-priori-W.)

$$S = - \sum_i w(i) \ln(w(i)/p(i)) = \max \quad \text{unter Nebenbedingungen}$$

Bayes-Theorem: $w(i | k) = C w(k | i) p(i)$

Char. Werte sind Momente und Quantile von $w(i)$

6

Gliederung einer Auswertung von Messungen in vier Hauptschritte (DIN 1319-4:1985)

- 1) Größen festlegen, Modell der Auswertung bilden
- 2) Informationen, Daten sammeln und vorbereiten
- 3) Berechnungen durchführen
- 4) Dokumentation, Ergebnisbericht erstellen

7

Gliederung zur Ermittlung der charakteristischen Werte

- 1) Bildung des Modells der Auswertung
 - a) Einführung aller Eingangsgrößen \mathbf{X} und Ergebnisgrößen \mathbf{Y} . Dabei ist X_1 der zu messenden (Brutto-)Größe einer Probe zuzuordnen. Auswahl der interessierenden Messgröße Y (z.B. Y_1) für die char. Werte
 - b) Aufstellung aller Beziehungen $\mathbf{Y} = \mathbf{G}(\mathbf{X})$
- 2) Sammlung und Vorbereitung aller verfügbaren Daten
 - a) Festlegung von W , α , β , γ und Richtwert y_r
 - b) Bildung der Schätzwerte \mathbf{x} von \mathbf{X}
 - c) Bildung der Unsicherheitsmatrix $\mathbf{U}_x(\mathbf{x})$ als Funktion von x_1
- 3) Rechnergestützte Auswertung
 - a) Berechnung von $\mathbf{y} = \mathbf{G}(\mathbf{x})$, insbes. des primären Schätzwertes y_0 von Y
 - b) Berechnung der Ableitungsmatrix $\mathbf{G}_x(\mathbf{x})$ und der Unsicherheitsmatrix $\mathbf{U}_y(\mathbf{y})$ nach $\mathbf{U}_y = \mathbf{G}_x \mathbf{U}_x \mathbf{G}_x^T$, insbes. auch $u(y_0)$
 - c) Berechnung der char. Werte \hat{y} , $u(\hat{y})$, y^d , y^p , y^* , $y^\#$ für die Messgröße Y
- 4) Entscheidungen zu $y_0 > y^*$? und $y^\# \leq y_r$? sowie Angabe aller Ergebnisse

8

Zukünftige Entwicklungen

Bereits erarbeitetes Material

- a) Diplomarbeit Fr. Peters (2012): Viele Anwendungsbeispiele zu ISO 11929
- b) Materialsammlung (2012) zur Vertiefung der Grundlagen von ISO 11929
- c) Veröffentlichung RPD (2009) über Monte-Carlo-Berechnung der char. Werte

Weitere Schritte

- 1) Erstellung Beiblatt zu DIN ISO 11929:2011 mittels a), sowie Übersetzung ins Englische
- 2) Revision von ISO 11929:2010 aufgrund von a) und b) und Schritt 1)
- 3) Schritt über Norm hinaus mittels b) und c) für beliebige Verteilungen