

ICS 13.280

Deutsche Fassung

**Ermittlung der Leistungsfähigkeit kontinuierlicher  
Luftmonitore - Teil 1: Luftmonitore basierend auf  
Sammeltechnik mittels Anreicherung (ISO/TR 22930-1:2020)**

Evaluating the performance of continuous air monitors  
- Part 1: Air monitors based on accumulation sampling  
techniques (ISO/TR 22930-1:2020)

Évaluation des performances des dispositifs de  
surveillance de l'air en continu - Partie 1: Dispositifs de  
surveillance de l'air basés sur des techniques de  
prélèvement avec accumulation (ISO/TR 22930-  
1:2020)

Dieser Technische Bericht wurde vom CEN am 16. August 2021 angenommen. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 430 erstellt.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Vorwort.....	7
Einleitung .....	8
1 Anwendungsbereich .....	9
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe .....	10
4 Symbole.....	13
5 Messprinzip .....	15
6 Monitor mit fest installiertem Filtermedium.....	16
6.1 Vorbemerkung .....	16
6.2 Untersuchung des dynamischen Verhaltens.....	16
6.2.1 Allgemeines .....	16
6.2.2 Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration kurzlebiger Radionuklide.....	17
6.2.3 Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration langlebiger Radionuklide.....	21
6.2.4 Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration von Radionukliden mit mittleren Halbwertszeiten .....	24
6.2.5 Vergleich der drei Modelle der Auswertung bei fest installierten Filtermedien .....	25
7 Monitor mit beweglichem Filter.....	28
7.1 Vorbemerkung .....	28
7.2 Untersuchung des dynamischen Verhaltens.....	28
7.3 Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration .....	31
8 Auswertung der charakteristischen Grenzen .....	35
8.1 Allgemeines .....	35
8.2 Modell der Auswertung bei fest installierten Filtermedien.....	36
8.2.1 Allgemeines .....	36
8.2.2 Definition des Modells .....	36
8.2.3 Standardunsicherheit .....	36
8.2.4 Erkennungsgrenze .....	37
8.2.5 Nachweisgrenze.....	38
8.2.6 Grenzen des Überdeckungsintervalls .....	38
8.3 Modell der Auswertung bei beweglichen Filtern.....	40
8.3.1 Definition der Messgröße .....	40
8.3.2 Standardunsicherheit .....	40
8.3.3 Erkennungsgrenze .....	41
8.3.4 Nachweisgrenze .....	41
8.3.5 Grenzen des Überdeckungsintervalls .....	41
9 Alarminstellung, kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration und potentiell unerkannte Strahlenbelastung (PME) .....	42

	Seite
Anhang A (informativ) Zahlenbeispiel für die Messung einer Gesamt-Beta-Aktivitätskonzentration auf einem fest installierten Filter .....	45
A.1 Beschreibung .....	45
A.2 Kenngrößen des kontinuierlichen Luftmonitors.....	45
A.3 Messergebnisse in Abwesenheit der zu überwachenden Aktivitätskonzentration bei einem vorgegebenen radiologischen Umgebungsuntergrund .....	46
A.4 Anforderungen an die Überwachung .....	47
A.5 Leistungsfähigkeit .....	48
A.6 Alarmeinstellungen und kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	48
A.7 Diskussion .....	49
Anhang B (informativ) Zahlenbeispiel für die Messung einer Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration auf einem beweglichen Filter .....	50
B.1 Beschreibung .....	50
B.2 Kenngrößen.....	51
B.3 Leistungsfähigkeit .....	52
B.4 Anforderungen an die Überwachung .....	52
B.5 Alarmeinstellungen und kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	52
B.6 Diskussion .....	54
Anhang C (informativ) Zahlenbeispiel für die gammaspektrometrische Messung einer Iod-131-Aktivitätskonzentration auf einer fest installierten Aktivkohlepatrone .....	55
C.1 Beschreibung .....	55
C.2 Kenngrößen des kontinuierlichen Luftmonitors.....	55
C.3 Leistungsfähigkeit .....	56
C.4 Anforderungen an die Überwachung .....	56
C.5 Alarmeinstellungen und kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	56
C.6 Diskussion .....	57
Anhang D (informativ) Bestimmung der nachweisbaren Aktivitätskonzentration und der zugehörigen Ansprechzeit unter Verwendung einer linearen Regression und eines statistischen Prüfverfahrens.....	58
D.1 Beschreibung .....	58
D.1.1 Allgemeines.....	58
D.1.2 Erste Prüfung .....	59
D.1.3 Zweite Prüfung .....	59
D.1.4 Dritte Prüfung .....	59
D.1.5 Empfindlichkeitsdiagramm von $b_{LR}$ .....	60
D.1.6 Standardunsicherheit .....	64
D.2 Zahlenbeispiel .....	64
D.2.1 Kenngrößen des kontinuierlichen Luftmonitors.....	64
D.2.2 Leistungsfähigkeit .....	65
D.2.3 Anforderungen an die Überwachung .....	65

	Seite
D.2.4 Alarmeinstellungen und kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration .....	66
D.2.5 Diskussion .....	66
Literaturhinweise.....	67
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Modell der Probenentnahme und der Alarmierung .....	16
Bild 2 – Modell der Auswertung bei kurzlebigen Radionukliden auf einem fest installierten Filtermedium .....	20
Bild 3 – Dynamisches Verhalten im Fall einer Kurzzeitfreisetzung für das Modell der Auswertung bei kurzlebigen Radionukliden auf einem fest installierten Filtermedium .....	21
Bild 4 – Modell der Auswertung bei langen Halbwertszeiten auf einem fest installierten Filtermedium .....	23
Bild 5 – Dynamisches Verhalten im Fall einer Kurzzeitfreisetzung für das Modell der Auswertung bei langen Halbwertszeiten auf einem fest installierten Filtermedium .....	24
Bild 6 – Vergleich der drei Modelle der Auswertung bei fest installierten Filtermedien am Beispiel von $^{88}\text{Rb}$ ( $t_{1/2} = 17,8 \text{ min}$ ) mit $t_1 = t_C = 10 \text{ min}$ .....	27
Bild 7 – Prinzip der Aktivitätsablagerung auf einem beweglichen Filter .....	29
Bild 8 – Ansprechzeit beim Modell der Auswertung bei einem beweglichen Filter .....	34
Bild 9 – Dynamisches Verhalten beim Modell der Auswertung bei einem beweglichen Filter im Fall einer Kurzzeitfreisetzung .....	35
Bild 10 – Dynamisches Verhalten des Modells der Auswertung bei einem fest installierten Filtermedium im Fall einer kontinuierlichen Freisetzung $c_{ac}$ mit $t_C = t_1 = 5 \text{ min}$ .....	39
Bild 11 – Charakteristische Grenzen, Alarmeinstellungen, kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration und potentiell unerkannte Strahlenbelastung (PME) .....	44
Bild A.1 – Darstellung der Messergebnisse der Untergrundmessungen.....	47
Bild D.1 – Empfindlichkeitsdiagramm von $b_{LR}$ .....	61
Bild D.2 – Relative Standardunsicherheit von $b_{LR}$ .....	62
Bild D.3 – Relative Standardunsicherheit von $b_{LR}$ .....	63
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Entwicklung des Verhältnisses der gemessenen zur tatsächlichen Aktivitätskonzentration nach Gleichung (9).....	18
Tabelle 2 – Ansprechzeit $t_R$ bei einem fest installierten Filtermedium und einem Modell der Auswertung bei kurzlebigen Radionukliden als Funktion der Halbwertszeit $t_{1/2}$ und der Messdauer $t_C$ .....	19
Tabelle 3 – Ansprechzeit $t_R$ bei einem fest installierten Filtermedium und einem Modell der Auswertung bei langen Halbwertszeiten als Funktion der Messdauer $t_C$ und des Zeitintervalls $t_1$ .....	22
Tabelle 4 – Ansprechzeit $t_R$ bei einem fest installierten Filtermedium und einem Modell der Auswertung bei mittleren Halbwertszeiten als Funktion der Messdauer $t_C$ und der Halbwertszeit $t_{1/2}$ .....	25
Tabelle 5 – Modell der Auswertung mit der besten Ansprechzeit $t_R$ bei einer gegebenen Messdauer $t_C$ und einer Halbwertszeit $t_{1/2}$ für kurzlebige Radionuklide .....	26

Tabelle 6 – Eigenansprechzeit $t_{RI}$ beim Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration bei einem beweglichen Filter nach Gleichung (30) als Funktion der Halbwertszeit $t_{1/2}$ und der Durchlaufzeit $t_T$ nach Gleichung (28).....	32
Tabelle 7 – Ansprechzeit $t_R$ beim Modell der Auswertung für die Aktivitätskonzentration als Funktion der Durchlaufzeit $t_T$ und der Messdauer $t_C$ bei langlebigen Radionukliden ( $t_{1/2} \gg t_T$ ).....	33
Tabelle 8 – Parameter $K$ der Alarmeinrichtung und die zugehörige Fehlalarmrate $X$ .....	43
Tabelle A.1 – Kenngrößen des eingesetzten kontinuierlichen Luftmonitors.....	45
Tabelle A.2 – Messergebnisse der Untergrundmessungen ( $n = 120$ ).....	46
Tabelle A.3 – Anforderungen.....	47
Tabelle A.4 – Leistungsfähigkeit.....	48
Tabelle A.5 – Werte für die Alarmeinrichtung und die kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	49
Tabelle B.1 – Kenngrößen des eingesetzten kontinuierlichen Luftmonitors.....	51
Tabelle B.2 – Leistungsfähigkeit.....	52
Tabelle B.3 – Anforderungen.....	52
Tabelle B.4 – Werte für die Alarmeinrichtung und die kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration im Falle einer rechteckigen Ablagerungsfläche.....	53
Tabelle B.5 – Werte für die Alarmeinrichtung und die kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration im Falle einer kreisförmigen Ablagerungsfläche.....	54
Tabelle C.1 – Kenngrößen des eingesetzten kontinuierlichen Luftmonitors.....	55
Tabelle C.2 – Leistungsfähigkeit.....	56
Tabelle C.3 – Anforderungen.....	56
Tabelle C.4 – Werte für die Alarmeinrichtung und die kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	57
Tabelle D.1 – Akzeptanzparameter der linearen Regression für den Student-Test $p_{ST}$ bei $n$ Zählimpulsmessungen.....	60
Tabelle D.2 – Kenngrößen des eingesetzten kontinuierlichen Luftmonitors.....	64
Tabelle D.3 – Leistungsfähigkeit.....	65
Tabelle D.4 – Anforderungen.....	65
Tabelle D.5 – Werte für die Alarmeinrichtung und die kleinste nachweisbare Aktivitätskonzentration.....	66

## Europäisches Vorwort

Der Text von ISO/TR 22930-1:2020 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als CEN ISO/TR 22930-1:2021 durch das Technische Komitee CEN/TC 430 „Kernenergie, Kerntechnik und Strahlenschutz“, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird, übernommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

## Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/TR 22930-1:2020 wurde von CEN als CEN ISO/TR 22930-1:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumententypen beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patentklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“, Unterkomitee SC 2 „Radiological protection“ erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO/TR 22930 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html) zu finden.