
ÖSTERREICHISCHER VERBAND FÜR STRAHLENSCHUTZ

International Radiation Protection Association (IRPA)



www.strahlenschutzverband.at

ÖVS-Frühjahrstagung 2012 am 19. Juni 2012

**STRAHLENMESSTECHNIK – MÜSSEN WIR IMMER
GENAUER MESSEN ?**

Session 2:

**VON DEN METROLOGISCHEN GRUNDLAGEN
DER STRAHLENMESSUNG ZUR PRAXIS**

C. Hranitzky¹⁾, R. Engelbrecht¹⁾, F.J. Maringer²⁾,
H. Stadtmann¹⁾, A. Steurer²⁾

¹⁾ Seibersdorf Labor GmbH

²⁾ Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen



Konzept:

Metrologie in der Strahlenmessung und die metrologische Praxis aus verschiedenen Blickwinkeln.

- Einleitung
- Metrologische Grundlagen, Rückverfolgbarkeit, Internationaler Überbau
- Nationale Normale in Dosimetrie und Aktivität
- Nationale und internationale Vergleichsmessungen
- Kalibrierung, Eichung, Messunsicherheit
- Kalibrierstelle, Eichstelle, Personendosismessstelle, Inkorporationsmessstelle
- Auswirkungen auf die Praxis

→ **MÜSSEN WIR** NOCH **IMMER** VIEL ←

→ **GENAUER MESSEN ?** ←

**VON DEN METROLOGISCHEN GRUNDLAGEN DER
STRAHLENMESSUNG ZUR PRAXIS (1)
Einleitung
„Vom Gutachter zum Metrologen“**

Andreas Steurer
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
A-1160 Wien, Arltgasse 35

Nationales Metrologieinstitut und Eichbehörde

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen



Eine zum Teil persönliche Geschichte

- **1.1.1989:** Das „Bundesgesetz vom 13. Dezember 1988, mit dem das Maß- und Eichgesetz geändert wird“ (BGBl. 742/1988) tritt in Kraft. Damit unterliegen der Eichpflicht ...
 - im amtlichen und im rechtsgeschäftlichen Verkehr **Dosimeter für die Photonenstrahlung, die im Strahlenschutz verwendet werden (Strahlenschutzdosimeter)** sowie **Meßgeräte zur Bestimmung der Aktivität von Radionukliden.**
 - im Gesundheitswesen und für den Umweltschutz **Dosimeter für ionisierende Strahlung, und zwar Photonenstrahlung und von Beschleunigern erzeugte Elektronenstrahlung, die in der Heilkunde verwendet und bereitgehalten werden** sowie **Meßgeräte zur Bestimmung der Aktivität von Radionukliden, wenn sie in der Heilkunde verwendet und bereitgehalten werden.**
 - Im Sicherheitswesen und im Verkehrswesen **Dosimeter für ionisierende Strahlung und zwar Photonenstrahlung** sowie **Meßgeräte zur Bestimmung der Aktivität von Radionukliden.**
- **16.1.1989:** Aufnahme von Andreas Steurer in die NUA (NÖ Umweltschutzanstalt) als Sachbearbeiter für medizinischen Strahlenschutz durch DI Paul Karacson → **Strahlenschutzgutachter.**

Änderung Maß- und Eichgesetz 1989, Übergangsbestimmungen

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH

Jahrgang 1988 Ausgegeben am 30. Dezember 1988 281. Stück

742. Bundesgesetz: Änderung des Maß- und Eichgesetzes
(NR: GP XVII RV 662 AB 790 S. 87. BR: AB 3634 S. 510.)

„§ 64. Bis 31. Dezember 1989 dürfen für Maßangaben im Sinne des § 1 Abs. 1 die folgenden Maßeinheiten verwendet werden:

1. für die Aktivität einer radioaktiven Quelle das Curie (Ci) = 37 000 000 000 Becquerel ($3,7 \times 10^{10}$ Bq) und die gemäß § 3 gebildeten Vielfachen und Teile des Curie;
2. für die Energiedosis (absorbierte Dosis) das Rad (rad) = 0,01 Gray und die gemäß § 3 gebildeten Vielfachen und Teile des Rad;
3. für die Äquivalentdosis das Rem (rem) = 0,01 Sievert und die gemäß § 3 gebildeten Vielfachen und Teile des Rem.“



Artikel II

(1) Die Bestimmungen des Art. I Z 8, 10 und 14 treten hinsichtlich der Eichpflicht von Dosimetern für Photonenstrahlung und von Dosimetern für von Beschleunigern erzeugte Elektronenstrahlung mit 1. Jänner 1990 und hinsichtlich der Eichpflicht von Meßgeräten zur Bestimmung der Aktivität von Radionukliden mit 1. Jänner 1992 in Kraft.

(2) Die Bestimmungen des Art. I Z 15 treten mit 1. Juli 1990 in Kraft.

Waldheim

Vranitzky

Einzelzulassung Strahlenschutzdosimeter 1992

nö umweltschutzanstalt
KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS
DVR.NR. 048276

2344 MA, ENZERSDORF, SÜDSTADTZENTRUM 4, TEL. 02236/94541-0

An das Bundesamt f. Eich- u. Vermessungswesen
Gruppe Eichwesen
Postfach 20
1163 Wien

IHR ZEICHEN: 29.1.90
IHRER NACHRICHT VOM:
UNSER ZEICHEN: U-9/132-91
BEARBEITET: DI Karacson
DATUM: 28. JAN. 1991

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
Gruppe Eichwesen
Postfach 20
1163 Wien, Artgasse 35

120 120

BETRIFFT:
Zulassung zur Eichung des Meßgerätes Babyline 81

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die Prüfanstalt für Strahlenschutz der NÖ Umweltschutzanstalt ersucht um Zulassung zur Eichung und um anschließende Eichung des folgenden Meßgerätes:

Fabrikat: Nardeux
Type: Babyline 81
Typennr.: E 793
Seriennr.: 469

Das Meßgerät wird nach vorheriger Terminabsprache ins Dosimetrielabor im FZ Seibersdorf gebracht und auch wieder abgeholt. Die Kosten mögen der NÖ Umweltschutzanstalt verrechnet werden.

Mit freundlichem Gruß
Der Geschäftsführer:

Mag. R. Jilek

Der Leiter der Prüfanstalt:
Dipl. Ing. P. Karacson

Bundesamt für Eich- u. Vermessungswesen
Gruppe Eichwesen
Eingel. 30. Jan. 1991 Zl. 40.384 Bld.

E AL → W:
18.09.1990
4

Babyline 81

BUNDESAMT FÜR EICH- und VERMESSUNGSWESEN

GRUPPE EICHWESEN

GZ E - 40 384/91

A-1163 Wien, 11. März 1991

Artgasse 35
Postfach 20
Telefax 115469 bewan a
Telefax (0 22 2) 92 44 65
Tel. (0 22 2) 92 16 27 - 0

NÖ Umweltschutzanstalt
Südstadtzentrum 4
2344 Ma. Enzersdorf

Rückfragen:
Dr. Witzani

Betreff:
Ausnahmsweise und probeweise Zulassung
des Ortsdosimeters Babyline 81
Type E 793 Nr.469

B e s c h e i d

A. Spruch

- a) Auf Grund des § 40 des Maß- und Eichgesetzes (MEG), BGBI. Nr.152/1950, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBI. Nr.742/1989, wird auf Antrag der NÖ Umweltschutzanstalt, Südstadtzentrum 4, 2344 Ma. Enzersdorf des Ortsdosimeter Babyline 81 Type E 793 Nr.469 ausnahmsweise zur Eichung zugelassen.
- b) Die angeschlossene Beilage Nr.1 bildet einen Bestandteil dieses Bescheides.
- a) Der Antragsteller hat mit Wirksamwerden dieses Bescheides alle Pflichten im Sinne der Eich-Zulassungsordnung, BGBI. Nr.162/1953 zu übernehmen.
- a) Die zu dem gegenständlichen Meßgerät gehörende Gebrauchsanweisung ist Bestandteil dieses Bescheides. Bei Verwendung des Meßgerätes im eichpflichtigen Verkehr sind die Anweisungen und technischen Daten der Gebrauchsanweisung, sofern sie in diesem Bescheid nicht anders festgelegt worden sind, zu beachten.
- Die Zulassung wird im Amtsblatt für das Eichwesen nicht kundgemacht werden.
- a) Auf Grund des § 1 Abs.2 der Eich-Zulassungsordnung wird die Zulassung probeweise ausgesprochen.
- b) Das mit diesem Bescheid zugelassene Meßgerät unterliegt gemäß § 4 Abs.3 der Eich-Zulassungsordnung dem Erprobungsverfahren, das sich auf die Dauer der ersten Nacheichfrist erstreckt. Der Antragsteller hat dem BEV das Meßgerät noch vor Ablauf der ersten Nacheichfrist bzw. auf Anforderung mehrmals innerhalb der ersten Nacheichfrist im



Anzeige in rad →
Erforderliche Aufschrift
am Messgerät laut
Zulassungsbescheid:
1 rad = 1 R = 0,01 Sv

Einzelzulassung Strahlenschutzdosimeter 1992

nö umweltschutzanstalt
KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS
DVR.NR. 0482919

2344 MA. ENZERSDORF, SÜDSTADTZENTRUM 4, TEL. 02236/84541-0

An das
Bundesamt für Eich- und
Vermessungswesen; Dosimetrielabor
Forschungszentrum Seibersdorf
2444 Seibersdorf

IHR ZEICHEN:
IHRE NACHRICHT VOM:
UNSER ZEICHEN: U-9/166-92
BEARBEITET VON: DI Karacson
DATUM: 31. Aug. 1992

BETRIFFT:
Antrag um Zulassung und Eichung unseres Dosis- und
Dosisleistungsmeßgerätes MAB 604 mit großer Sonde

Sehr geehrte Damen und Herren !

Die Prüfanstalt für Strahlenschutz der NÖ Umweltschutzanstalt
ersucht entsprechend der Rücksprache mit Ihrem Herrn Dr.
Witzani um Zulassung und Eichung unseres Dosis- und
Dosisleistungsmeßgerätes Fabr. Münchner Apparatebau Type MAB
604 mit großer Szintillationssonde. Das Gerät befindet sich
bereits in Seibersdorf. Sollten weitere Auskünfte erforderlich
sein, stehen unsere Herren DI Karacson oder DI Steuerer zur
Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Der Geschäftsführer
Mag. R. Jilek

Der Leiter der
Prüfanstalt für
Strahlenschutz:
Dipl. Ing. P. Karacson

Bundesamt für Eich- u. Vermessungswesen
Gruppe Eichwesen
Eingel. 11. Sep. 1992 Zl. 42679 Bfg.

E AL 09.09.96

BUNDESAMT für
EICH- und VERMESSUNGSWESSEN

GRUPPE EICHWESEN

QZ E - 42 679/92

A-1163 Wien, 19. November 1992

Antigasse 25
Postfach 25
11600 Wien, A
Telefon 0222 48 20 75
Telex 0222 48 10 - 0

Niederösterreichische
Umweltschutzanstalt
Südstadtzentrum 4
2344 Maria Enzersdorf

Rückfragen:
Dr. Witzani

Betreff: Ihr Antrag auf Zulassung des Strahlensicherheitsgerätes
MAB 604 Ser.Nr. 47049.
Ihr Zeichen: U-9/166-92,
Ausnahmeweise und probeweise Zulassung zur Eichung.

Bescheid

A. Spruch

- 1.a. Auf Grund des § 40 des Maß- und Eichgesetzes (MES),
BGBI.Nr.152/1980, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz
BGBI.Nr.468/1992, wird auf Antrag der
Niederösterreichischen Umweltschutzanstalt
Südstadtzentrum 4, 2344 Maria Enzersdorf das Ortodosimeter
bestehend aus dem Anzeigergerät der Type MAB 604
Fabr.Nr. 47049 und der Meßsonde Fabr.Nr. 47049/03
ausnahmeweise zur Eichung zugelassen.
- b. Die angeeschlossene Beilage Nr. 1 bildet einen Bestandteil
dieses Bescheides.
- 2.a. Der Antragsteller hat mit Wirksamwerden dieses Bescheides
alle Pflichten im Sinne der Eich - Zulassungsordnung,
BGBI.Nr.162/1983 zu übernehmen.
- b. Auf Grund des § 9 Abs.1 Z 10 der Eich - Zulassungsordnung
wird der Antragsteller verpflichtet, die Beilage 1 und die
folgende Bestimmung den Benutzern des Meßgerätes zur
Kenntnis zu bringen:
Sofern in der Zulassung Zl. 42 679/92 nichts anderes
festgelegt ist, ist das Dosimeter im eichpflichtigen
Verkehr gemäß der zum Meßgerät gehörenden
Gebrauchsanweisung zu verwenden.
3. Die zu den gegenständlichen Meßgerät gehörende
Gebrauchsanweisung ist Bestandteil dieses Bescheides.
4. Die Zulassung wird im Amtsblatt für das Eichwesen nicht
kundgemacht werden.
- 5.a. Auf Grund des § 1 Abs.2 der Eich - Zulassungsordnung wird
die Zulassung probeweise ausgesprochen.
b. Das mit diesem Bescheid zugelassene Meßgerät unterliegt
gemäß § 4 Abs.3 der Eich - Zulassungsordnung dem

Anzeige in mR bzw. mR/h

Aus dem Bescheid:

„Meßgröße:
Photonenäquivalentdosis
bzw. -dosisleistung.

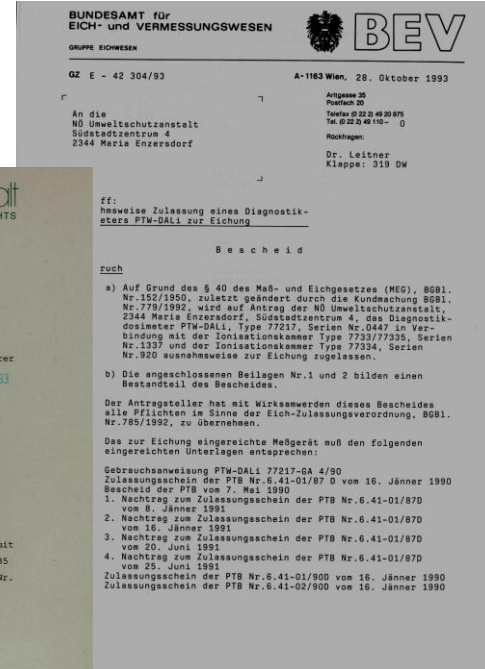
Diese erhält man aus der
Anzeige des
Ortsdosimeters durch
Anwendung des
Konversionsfaktors
0,01 mSv/mR“

MAB 604

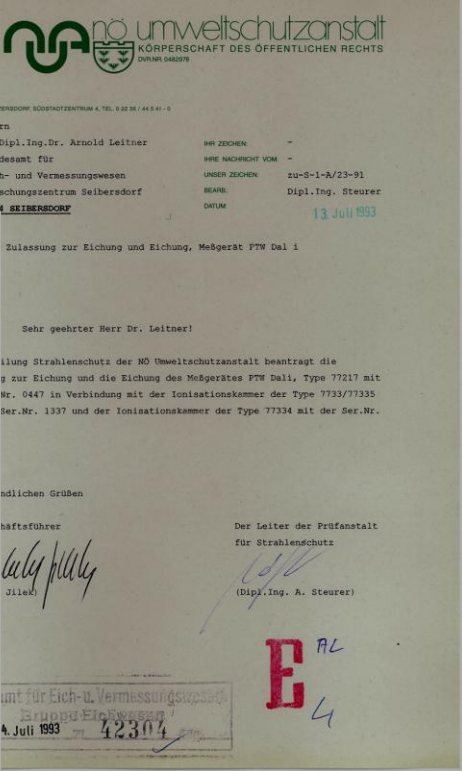
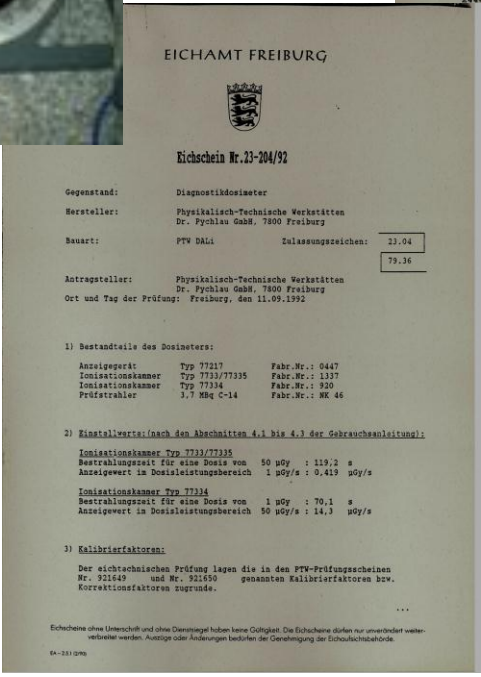
Einzelzulassung Diagnostikschutzdosimeter 1993



PTW Dal i



1. Schritt: Umbau von der Messgröße Standard-Ionendosis auf die Luftkerma
2. Schritt: Eichung in Deutschland 1992
3. Schritt: Zulassung und Eichung beim BEV 1993



Typische Eichfehlergrenzen

- Eichfehlergrenzen Strahlenschutzdosimeter
 - $\pm 30\%$ vom Sollwert bis $10\ \mu\text{Sv/h}$ bzw. bis $10\ \mu\text{Sv}$
 - $\pm 20\%$ vom Sollwert ab $10\ \mu\text{Sv/h}$ bzw. ab $10\ \mu\text{Sv}$
 - Eichfehlergrenzen Diagnostikdosimeter
 - hinter dem Phantom
 - Luftkerma: $\pm 5\%$
 - Luftkermaleistung: $\pm (1/9) \cdot (95-50K)\%$ bis $1\ \mu\text{G/s}$ und $\pm 5\%$ ab $1\ \mu\text{G/s}$
 - vor dem Phantom und an Mammographieanlagen
 - Luftkerma: $\pm (1/9) \cdot (95-0,5K)\%$ bis $100\ \mu\text{G}$ und $\pm 5\%$ ab $100\ \mu\text{G}$
 - Luftkermaleistung: $\pm (1/9) \cdot (95-0,5K)\%$ bis $100\ \mu\text{G/s}$ und $\pm 5\%$ ab $100\ \mu\text{G/s}$
- Sprachgebrauch: „Ortsdosimeter zeigen maximal um 20 % bzw. 30 % falsch an, Diagnostikdosimeter zeigen maximal etwa 5 % falsch an“

Akkreditierungsgesetz 1992

Inkrafttreten

(1) Dieses Bundesgesetz tritt mit 1. Jänner 1993 in Kraft.

(2) Gleichzeitig tritt das Gesetz vom 9. September 1910, betreffend das technische Untersuchungs-, Erprobungs- und Materialprüfungswesen, RGBl. Nr. 185/1910, außer Kraft. Die nach diesem Gesetz befristet vorgenommenen Autorisationen sind noch

bis zum Ablauf ihres jeweiligen Geltungszeitraumes gültig, unbefristete erlöschen spätestens drei Jahre nach Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes. Auf diese Autorisationen sind die §§ 13 Abs. 2 und 3, 14 und 15 sinngemäß anzuwenden.



P. b. b. Erscheinungsort Wien, Verlagspostamt 1030 Wien

1853

BUNDESGESETZBLATT

FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH

Jahrgang 1992

Ausgegeben am 4. August 1992

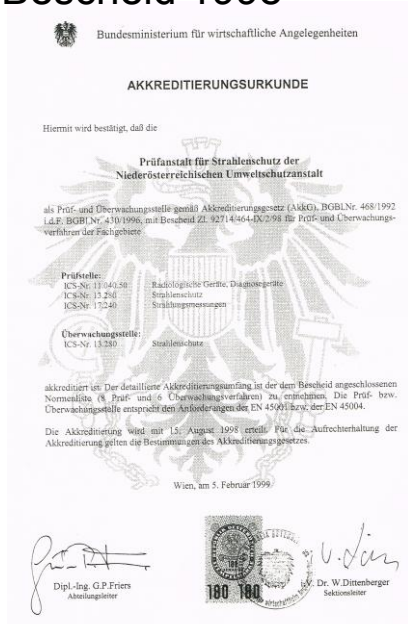
163. Stück

468. Bundesgesetz: Akkreditierungsgesetz — AkkG
(NR: GP XVIII RV 508 AB 624 S. 77. BR: AB 4322 S. 557.)

Die autorisierte Prüfanstalt für Strahlenschutz der NUA musste sich akkreditieren lassen (Prüf- und Überwachungsstelle) → Bescheid 1998

Technische Sachverständige waren

Dr. Müller (Innsbruck) sowie Dr. Leitner und Mag. Edelmaier, (BEV)



Folge: Beschäftigung mit Messunsicherheiten

Ausbildung

Erarbeitung einer ÖNORM (Mitarbeit Dr. Witzani, BEV)

ÖSTERREICHISCHES FORTBILDUNGS-INSTITUT
 Veranstalter von technischen und wirtschaftlichen
 Tagungen und Seminaren
 A-3041 Siegersdorf 86 · Telefon und Fax: 02772/8221 (58221)
 Bankverbindung: PSK 7526.0215 - Raiffeisenkasse Sieghartskirchen: BKL 32750, Kto. Nr. 7.995
 D'PR 0582004

ÖFI

**NÖ UMWELTSCHUTZANSTALT
 KÖRPERSCH.ÖFFENTL.RECHTS
 Dipl.-Ing. Andreas STEURER
 Südstadtzentrum 4
 2344 MA. ENZERSDORF**

Betreff: Seminar: Die Bestimmung von Meßunsicherheiten Datum: 5.November 1996

Sehr geehrte Damen und Herren!

Wir bestätigen die Teilnahme Ihres s.g. Herrn Dipl.-Ing. Andreas STEURER am Seminar:


**Die Bestimmung von Meßunsicherheiten
 nach WECC 19/1990**

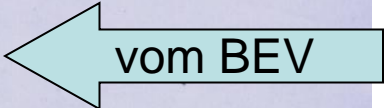
am 5. und 6. November 1996 im Novotel Wien-West.

Mit freundlichen Grüßen

ÖSTERREICHISCHES FORTBILDUNGSINSTITUT

Der Seminarleiter:


 Univ.-Doz.Dr. Franz Adunka



C 25.004

**ÖNORM
 S 5255-1**

Ausgabe: 2001-09-01

AMTSKOPIE!
 Nur für den Dienstgebrauch

Auch Normengruppen S3 und U1

ICS 13.280;
 17.240

**Messunsicherheiten und Grenzwerte im
 Strahlenschutz
 Teil 1: Grundlagen**

Uncertainties of measurements and limiting values in radiation protection – Part 1: Basics
 Incertitudes de mesurage et valeurs limites dans la protection contre le rayonnement –
 Partie 1: Principes

**ÖNORM
 S 5255-2**

Ausgabe: 2002-04-01

AMTSKOPIE!
 Nur für den Dienstgebrauch

Auch Normengruppen S3 und U1

ICS 13.280;
 17.240

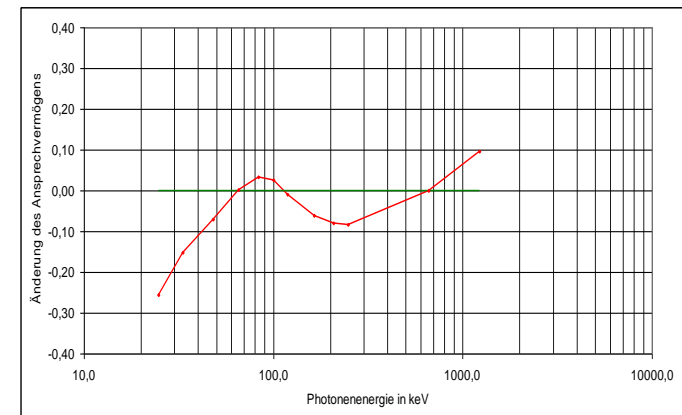
**Messunsicherheiten und Grenzwerte im
 Strahlenschutz
 Teil 2: Beurteilung von Messungen im Hinblick auf Grenzwerte**

Uncertainties of measurements and limiting values in radiation protection – Part 2:
 Assessment of measurements with regard to limiting values
 Incertitudes des mesurages et valeurs limites dans la protection contre le rayonnement –
 Partie 2: Appréciation des mesurages par égard à valeurs limites

Messunsicherheiten → Kennenlernen des Messgerätes

- Eichfehlergrenzen gelten für die **Bezugsbedingungen**
- Bezugsbedingungen der **Einflussgrößen**: bestimmte Energie (z.B. Gammastrahlung von Cs-137 bei Strahlenschutzdosimeter = 662 keV), bestimmte Temperatur (20 °C), bestimmter Luftdruck (1013 mbar) usw.
- Innerhalb des Nenngebrauchsbereiches der Einflussgrößen darf sich die Anzeige ändern

→ z.B. typischer Nenngebrauchsbereich der Photonenenergie zwischen 30 keV und 1250 keV, maximal erlaubte Änderung in Bezug auf 662 keV beträgt innerhalb des Nenngebrauchsbereiches $\pm 30\%$ (f_{\max} -Wert)



Berechnung der Messunsicherheit

Einflussgröße	Bezugswert	Nenngebrauchsbereich	f_{\max}
Photonenenergie	662 keV	25 keV – 1,3 MeV	30 %
Strahleneinfallrichtung	Vorzugsrichtung laut Hersteller	Öffnungswinkel von $\pm 45^\circ$	10 %
Versorgungsspannung	Nennspannung der Batterie	ab 80 % der Nennspannung	10 %
Druck der Außenluft	1013 mbar	850 mbar – 1150 mbar	5 %
Umgebungstemperatur	20 °C	0 °C – 40 °C	10 %
Relative Luftfeuchtigkeit	60 % r.F.	30 % r.F. – 90 % r.F.	10 %

Gemäß dem in der ÖNORM S 5255-1 beschriebenen Verfahren beträgt die Standardunsicherheit eines Ortsdosimeters mit obigen Eigenschaften bei einer Dosisleistung von mehr als 10 $\mu\text{Sv/h}$ (Eichfehlergrenze $\pm 20\%$): $u = 30\%$

Erweiterte Messunsicherheit: $U = 30\%$ ($k = 1$, d.h. ca. 68 % Überdeckungswahrscheinlichkeit)

$U = 60\%$ ($k = 2$, d.h. ca. 95 % Überdeckungswahrscheinlichkeit)

ÖNORM S 5255-2: Bei Strahlenschutzmessungen der Erweiterungsfaktor $k = 1$ zu verwenden.

Nicht exakt, aber zur Illustration!



Rechteckverteilung der Breite $\pm 20\%$



Rechteckverteilung der Breite $\pm 30\%$



Rechteckverteilung der Breite $\pm 10\%$



Rechteckverteilung der Breite $\pm 10\%$



Rechteckverteilung der Breite $\pm 5\%$



Rechteckverteilung der Breite $\pm 10\%$



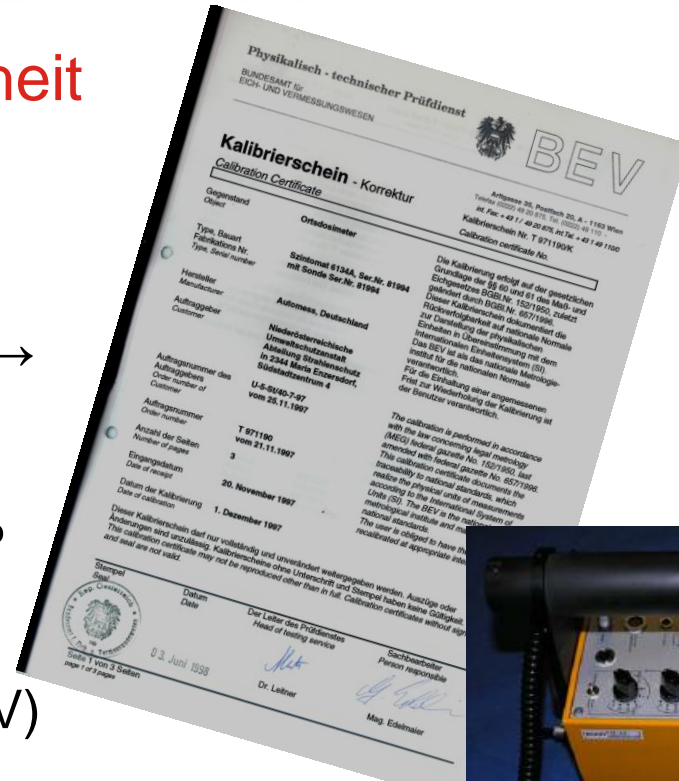
Rechteckverteilung der Breite $\pm 10\%$



Durch zufälliges Ausnutzen aller Fehlergrenzen ist eine sehr große Abweichung möglich, aber extrem unwahrscheinlich.

Reduzierung der Messunsicherheit

- Beispiel in ÖNORM S 5255-1
 - Kalibrierung → Kalibrierschein über das Ergebnis der Eichung → Kalibrierfaktor mit einer Messunsicherheit von 5 % statt einer Eichfehlergrenze von 20 %
 - Eingrenzung auf tatsächlichen Energiebereich (z.B. Messung von Röntgenstrahlung mit 150 kV)
- Reduzierung auf eine Messunsicherheit von 30 % auf etwa 15 % für $k = 1$ möglich
- Aufwand ? ↔ Verbesserung des Ergebnisses ?



Ergebnisse der Kalibrierung:
Results

1. Dosisleistungsmessbereiche:

Eingestellter Dosisleistungsmessbereich	Zeitkonstante	FDD	Nominelle Dosisleistung	$N_x \pm U$
automatisch $\mu\text{Sv/h}$	groß	2613 mm	8 $\mu\text{Sv/h}$	0,94 ± 0,05
automatisch mSv/h	klein	5643 mm	8 mSv/h	0,94 ± 0,05
automatisch $\mu\text{Sv/h}$	klein	5643 mm	8 $\mu\text{Sv/h}$	0,86 ± 0,05
automatisch mSv/h	klein	5643 mm	8 mSv/h	0,89 ± 0,05

2. Dosisbereich:

Eingestellter Dosisleistungsmessbereich	Zeitkonstante	FDD	Nominelle Dosis	Nominelle Dosisleistung	$N_x \pm U$
$\mu\text{Sv/h}$	groß	2613 mm	0,8 μSv	8 $\mu\text{Sv/h}$	0,89 ± 0,03
mSv/h	klein	5643 mm	800 μSv	8 mSv/h	0,84 ± 0,03

Die Photonen-Äquivalentdosis H_x am Bezugspunkt des Dosimeters ergibt sich aus dem Kalibrierfaktor N_x und der Anzeige M des Prüflings durch folgende Formel:

$$H_x = N_x \cdot M$$

Weitere Erfahrungen aus der Praxis (1)

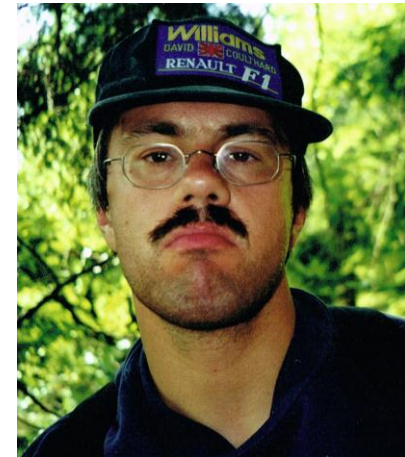
- Abweichung von den Zulassungsbedingungen:
 - Typisches Beispiel: zwei geeichte Diagnostikdosimeter, die beide innerhalb von $\pm 5\%$ vom richtigen Wert liegen soll(t)en

Röhrenspannung	Strom-Zeit-Produkt	Absorber	Anzeige Dosimeter 1 (Ionisationskammer)	Anzeige Dosimeter 2 (Halbleiterdetektor)	Quotient
64 kV	5 mAs	-	0,465 mGy	0,408 mGy	1,14
64 kV	5 mAs	25 mm Al	10,60 μ Gy	8,26 μ Gy	1,28
64 kV	20 mAs	25 mm Al + 1,5 mm Cu	1,93 μ Gy	1,45 μ Gy	1,33

- Zulassungsbedingungen: frei Luft und bei ganz genau definierten Strahlungsqualitäten mit Aluminiumfilterung
- Praxisbedingungen: Messkammer am Patiententisch (\rightarrow Rückstreuung, Auswirkung insbesondere bei der Ionisationskammer), Prüfkörper aus Kupfer, Aluminium-Kupfer-Kombination, Acrylglas, Wasserphantom (\rightarrow anderes Spektrum, Auswirkung insbesondere auf den Halbleiterdetektor)

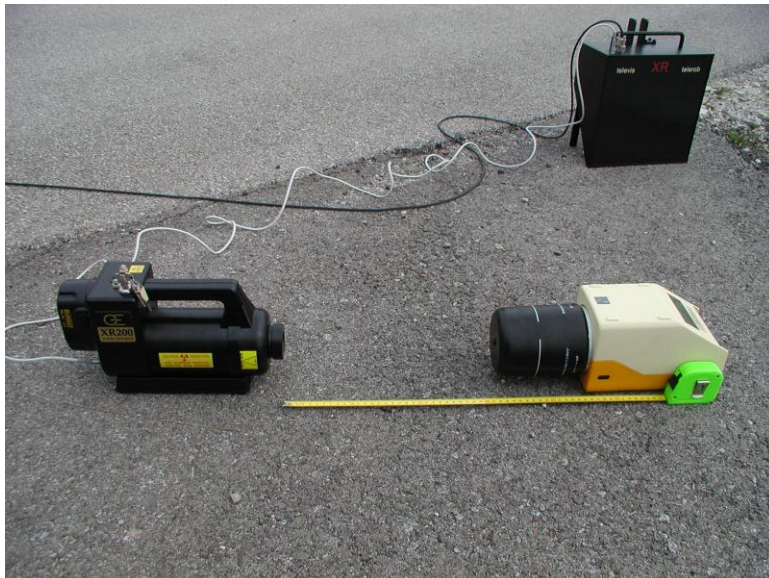
Weitere Erfahrungen aus der Praxis (2)

- **Unbekanntes Strahlenfeld bei Strahlenschutzmessungen:**
 - Richtungsabhängigkeit → Kommt die Strahlung nur von vorne (Ausnützung des erlaubten Öffnungswinkels) oder kommt auch zusätzlich Streustrahlung von wo anders (z.B. Tertiärstrahlung von der Decke)? Ein Schritt zurück und das Messgerät noch oben kann zu einer überraschenden Erkenntnis führen
 - Wird der Detektor homogen und zur Gänze ausgeleuchtet oder befinde ich mich hinter einem Leck (Klassiker: Türspalt)?
- **Fazit: Das Leben des Strahlenschützers kann in messtechnischer Hinsicht noch unsicherer sein, als es die Messunsicherheit vorgibt:**
 - Viele Unbekannte, die man nicht beeinflussen und oft auch nicht verifizieren kann
 - Frage, ob bei der Messungen alle Parameter innerhalb des eichzugelassenen Nenngebrauchsbereiches sind
 - Randbedingungen: Messungen vor Ort, keine Laborbedingungen, eventuell auf einer Baustelle, Messungen oft unter zeitlichem Druck, sofortige Entscheidung
 - Trotzdem muss das Messergebnis rechtlich halten (z.B. vor Gericht, Gutachten)



Die persönliche Geschichte geht weiter (1)

- Ab 2001: Mitarbeiter der akkreditierten Gutachtergruppe der ARC Seibersdorf unter Dr. Hefner.
- Neue Erfahrungen, z.B. mit gepulster Strahlung
 - Beispiel Röntgenblitzgerät, (Impulslänge: 50 ns, Pulsfrequenz: 15 s^{-1} , Vergleichmessungen mit TLDs als Referenz)

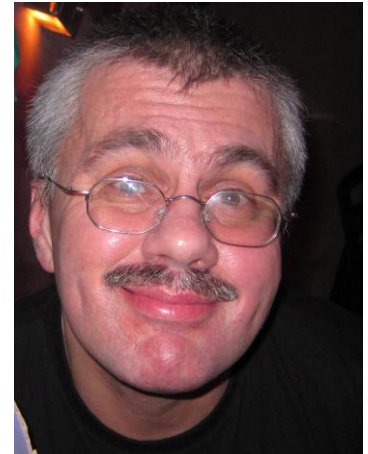


- **Nutzstrahlung: Dosisleistung während Puls ca. 10^6 Sv/h (!), mittlere Dosisleistung ca. 1 Sv/h**
 - Faktor zwischen TLD-Messung und Ionisationskammer ca. 1,1
- **Gehäusedurchlassstrahlung: während Puls ca. 10^3 Sv/h , mittlere Dosisleistung ca. 1 mSv/h**
 - Faktor zwischen TLD-Messung und Ionisationskammer und Dosimeter mit Szintillationsdetektor ca. 1,5
- **Zum Vergleich die Messbereiche:**
 - Ionisationskammer: bis 2 Sv/h
 - Szintillationsdetektor: bis $0,1 \text{ Sv/h}$
 - Messungen außerhalb der Eichzulassungen, trotzdem halbwegs brauchbare Ergebnisse.

Problem: im Allgemeinen ist **NICHT** bekannt, wie ein Dosimeter im gepulsten Strahlenfeld reagiert

Die persönliche Geschichte geht weiter (2)

- Seit 1.9.2005 Mitarbeiter im BEV, Fachgebiet Dosimetrie → nicht mehr Gutachter sondern Einarbeitung in die Metrologie
- Das bedeutet einen Übergang ...
 - von Messunsicherheiten in der Größenordnung von **25 % bis 50 % bei nicht bekannten Strahlungsfeldern und Umgebungsbedingungen**
 - zu Messunsicherheiten in der Größenordnung von **1 % bei genau bekannten Strahlungsfeldern und Umgebungsbedingungen.**



→ **Thema der Tagung:**
STRAHLENMESSTECHNIK –
MÜSSEN WIR IMMER GENAUER
MESSEN ?



Fortsetzung folgt!

Kontakt:

Dipl.Ing. Andreas STEURER

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Gruppe Eichwesen - Abteilung E1 - Elektrizität und Strahlung, Referat Ionisierende Strahlung, Radioaktivität

A-1160 Wien, Arltgasse 35, Tel.: +43(0)1-21110-6379, Fax: +43(0)1-21110-6000

2444 Seibersdorf, Dosimetrielabor im ARC Seibersdorf, Tel.: +43(0)50550-2471, Fax: +43 (0)50550-2476

E-mail: <mailto:andreas.steurer@bev.gv.at>

See you: <http://www.bev.gv.at>

**VON DEN METROLOGISCHEN GRUNDLAGEN DER
STRAHLENMESSUNG ZUR PRAXIS (4)
Die nationalen Normale für die Dosimetrie in Österreich und
deren internationale Anerkennung**

Andreas Steurer
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
A-1160 Wien, Arltgasse 35

Nationales Metrologieinstitut und Eichbehörde

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen



Dosimetrie – Messgrößen

- Physikalische Messgrößen

- Luftkerma $\rightarrow K_a$
 - kohärente SI-Einheit: Gy (Gray) mit $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Wasser-Energiedosis $\rightarrow D_w$
 - kohärente SI-Einheit: Gy (Gray) mit $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

- Strahlenschutz-Messgrößen - Ortsdosisgrößen

- Umgebungs-Äquivalentdosis $\rightarrow H^*(10)$
 - Kohärente SI-Einheit: Sv (Sievert) mit $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Richtungs-Äquivalentdosis $\rightarrow H'(0,07)$
 - Kohärente SI-Einheit: Sv (Sievert) mit $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

- Strahlenschutz-Messgrößen - Personendosisgrößen


- Tiefenpersonendosis (Personendosis in 10 mm Tiefe) $\rightarrow H_P(10)$
 - Kohärente SI-Einheit: Sv (Sievert) mit $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Oberflächenpersonendosis (Personendosis in 0,07 mm Tiefe) $\rightarrow H_P(0,07)$
 - Kohärente SI-Einheit: Sv (Sievert) mit $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

ÖNORM A 6601

1. Ausgabe 1967 (14 Seiten)

Aktuelle
Ausgabe
2012
(76 Seiten)

UK 021.039 : 014.8 : U01.4

 **Atomschutz-Begriffe** **ÖNORM A 6601**
Begriffe für Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzung von Atomkernenergie

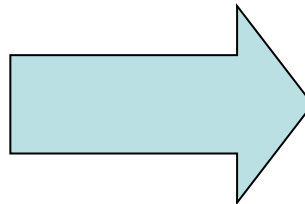
Vorbemerkung
od „IONENDOSIS“ (s. DOSIS)
Sie entspricht der „Standardionendosis“ nach DIN 6809(X), 1963.
od „QUALITÄTSFAKTOR“
Gemäß den Empfehlungen der Internationalen Kommission für radiologische Einheiten und Messungen (ICRP), Report No. 39, sind die Qualitätsfaktoren auf die Ionisationspflicht, die durch Strahlensort und -energie bestimmt ist, zu beziehen; eine strenge Definition für den Qualitätsfaktor ist jedoch nicht angegeben.
od „rad“ und „rem“
Der Österreichische Normenausschuss hat bei der ICRU, den Antrag gestellt, daß „rad“ durch „J/kg“ und „rem“ durch „Sv“ ersetzt werden.


Alle in den Definitionen gesperrt gedruckten Wörter bezeichnen Begriffe, die innerhalb der Norm definiert sind.

ABC-Alarm: Alarm bei unmittelbarer Gefährdung durch Rückstandsstrahlung bzw. Radioaktive Kampfstoffe, oder durch Biologische Kampfstoffe oder durch Chemische Kampfstoffe.
Abklingen der Aktivität: Abnahme der Menge eines radioaktiven Nuklids entsprechend seiner Zerfallskonstante.
Abschirmung: Stoffe jeder Art und Form, die durch Schwächung der Druckwelle, der Thermischen Strahlung sowie ionisierender Strahlen Menschen und andere Lebewesen wie auch Sachgüter schützen.
Absorption: Energieabgabe einer Strahlung an einen Stoff bei Durchgang durch diesen.
Absorptionskoeffizient: Reziproker Wert jener Wegstrecke, bei deren Durchmessung im betrachteten Stoff die Intensität einer monoenergetischen, parallel einfallenden Strahlung durch Absorption auf den Wert des Quotienten aus Anfangsintensität und Basis der natürlichen Logarithmen (e^{-1}) herabgesetzt wird. Er wird angegeben in m^{-1} .
Äquivalenzdosis: Siehe Dosis.
Äquivalenzdosisleistung: Siehe Dosisleistung.
Aerosol: Luftfremde Schwebstoffe (feste Partikel, Flüssigkeitstropfen oder Gasmoleküle), die als physikalisch-chemische Einheiten in der Luft enthalten sind und einen Äquivalenzdurchmesser kleiner als 10⁻⁵ Meter (10⁻⁵ µm) aufweisen.
Aktivierung (Radioaktivierung): Erzeugung radioaktiver Nuklide aus inaktiven Nukliden, sofern sich die Masse des Ausgangskernes von der des Folgekernes nicht so stark unterscheidet, wie dies bei Kernspaltung der Fall ist.
Aktivität: Kurzform von Radioaktivität, besonders dann verwendet, wenn es sich um ein zahlenmäßiges Erfassen der Radioaktivität durch Angabe der Menge eines radioaktiven Nuklids handelt.
Aktivität, spezifische: Quotient aus Aktivität und Masse des betreffenden Radionuklids. Sie wird angegeben in Curie je Kilogramm (Ci/kg⁻¹).

Ausgabe: August 1967

Fachnormenausschuß „Atomschutz-Begriffe“



 **ÖNORM A 6601**
Ausgabe: 2012-03-15

Strahlenschutz
Benennungen und Definitionen für ionisierende Strahlung

Radiation protection — Terms and definitions to ionising radiation
Protection contre les rayonnements — Termes et définitions pour rayonnements ionisants

Medieninhaber und Hersteller
Austrian Standards Institute/
Österreichisches Normungsinstitut (ON)
Heinestraße 38, 1020 Wien

Copyright © Austrian Standards Institute 2012.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!
E-Mail: publishing@as-plus.at
Internet: www.as-plus.at/nutzungsrechte

Verkauf von in- und ausländischen Normen und Regelwerken durch
Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@as-plus.at
Internet: www.as-plus.at/shop
Tel.: +43 1 213 00-444
Fax: +43 1 213 00-818

ICS 01.040.13; 13.280

Ersatz für ÖNORM A 6601:1995-10
zuständig Komitee 088
Strahlenschutz

www.as-institute.at

Definitionen in der A 6601

- ÖNORM A 6601 → 350 Definitionen für Strahlenphysik-, Strahlenfeld-, Dosis- und Aktivitätsbegriffe sowie für Begriffe für die Strahlenanwendung in Medizin, Technik und Umweltschutz, also unter anderen auch
 - Sekundärelektronengleichgewicht, Strahlungsfeld (z.B. aufgeweitet, ausgerichtet), Fluss, Flussdichte, Fluenz...
 - Kerma, Energiedosis (physikalische Dosisgrößen)
 - Strahlenschutz-Messgrößen: Äquivalentdosis und der damit verbundene Begriff Qualitätsfaktor, ICRU-Kugel, Orts- und Personendosisgrößen
 - Strahlenschutz-Limitgrößen (Organ-Äquivalentdosis, Effektivdosis, und die damit verbundenen Begriffe Strahlungs- und Gewebe-Wichtungsfaktor)

Aufgabe des Dosimetrielabors des BEV

- Darstellung der Dosisgrößen und Einheiten
 - Primärnormal für die Wasserenergiedosis bei Co-60 Gammastrahlung (Anwendung der Größe: Kalibrierung von Therapiedosimetern)
 - Primärnormal für die Luftkerma bei Co-60 und Cs-137 Gammastrahlung (Anwendung der Größe: Kalibrierung von Therapiedosimetern und als Ausgangsgröße für die Kalibrierung von Strahlenschutzdosimetern)
 - Primärnormale für die Luftkerma bei verschiedenen Röntgenstrahlungsqualitäten (Anwendung der Größe: Kalibrierung von Therapie- und Diagnostikdosimetern und als Ausgangsgröße für die Kalibrierung von Strahlenschutzdosimetern)
- Weitergabe durch Kalibrierung (und Eichung)

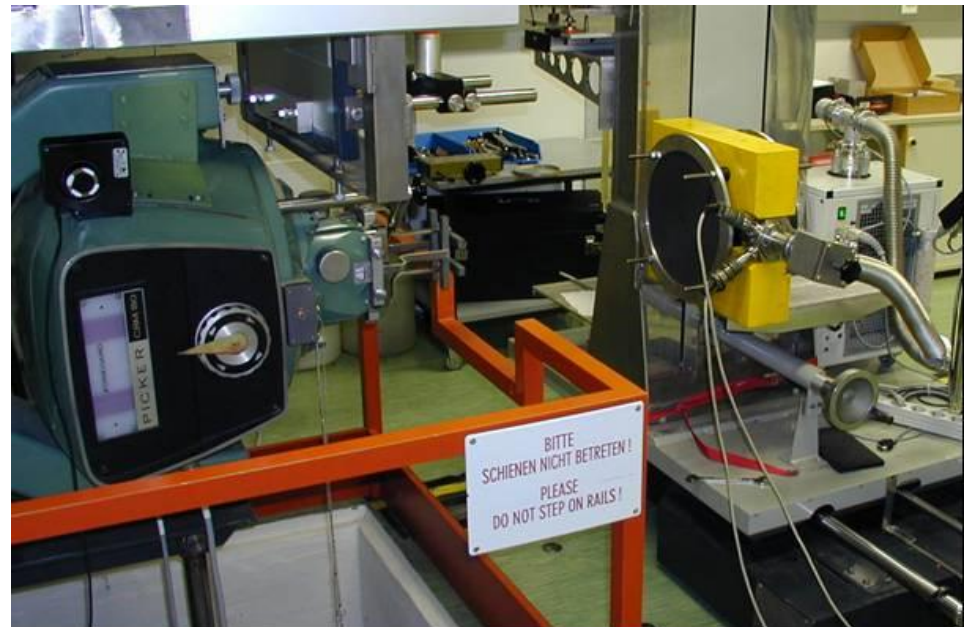
Dosimetrielabor in Seibersdorf

- **Gemeinsames Labor von BEV und Seibersdorf Labor GmbH**

- **2 Messräume mit folgenden Strahleneinrichtungen**
 - Co-60 Teletherapieanlage (42 TBq am 31.12.2008)
 - Referenzstrahlanlage mit je 3 Strahlenquellen Co-60 und Cs-137
 - Kreisstrahlanlage mit 4 Strahlenquellen Cs-137
 - Röntgenanlage Nennspannung 320 kV mit Wolframröhre
 - Therapie-Röntgenstrahlungsqualitäten (25 kV bis 300 kV)
 - Strahlenschutz-Röntgenstrahlungsqualitäten (15 kV bis 300 kV)
 - Diagnost-Röntgenstrahlungsqualitäten (30 kV bis 150 kV)
 - Röntgenanlage Nennspannung 160 kV mit drei Röntgenröhren (Wolfram-Anode, Molybdän-Anode, Rhodium-Anode)
 - Diagnostik-Röntgenstrahlungsqualitäten (30 kV bis 150 kV)
 - Mammographie-Röntgenstrahlungsqualitäten (25 kV bis 35 kV)
 - Röntgenanlage Nennspannung 60 kV mit Wolframröhre
 - Therapie-Röntgenstrahlungsqualitäten (10 kV bis 50 kV)
 - Strahlenschutz-Röntgenstrahlungsqualitäten (10 kV bis 50 kV)
 - Mammographie-Röntgenstrahlungsqualitäten (23 kV bis 50 kV)

Primärnormal für die Wasser-Energiedosisleistung für Co-60 (1)

- Graphitkalorimeter
 - Messung der Graphit-Energiedosis (Messung des Temperaturanstieges mittels Thermistoren: eine Graphit-Energiedosis von 1 Gy entspricht einem Temperaturanstieg von 1,4 mK)
 - Konversion der Graphit-Energiedosis in Wasser-Energiedosis
- Wasser-Energiedosisleistung in 1 m vom Fokus, in 5 cm Wassertiefe, Feldgröße 10 cm x 10 cm (Referenzdatum 31.12.2008)
 - 3,584 mGy/s
 - $U = 0,76 \% (k = 2)$



Co-60 Teletherapieanlage mit Graphitkalorimeter im Graphitphantom (ganz rechts Vakuumpumpe)

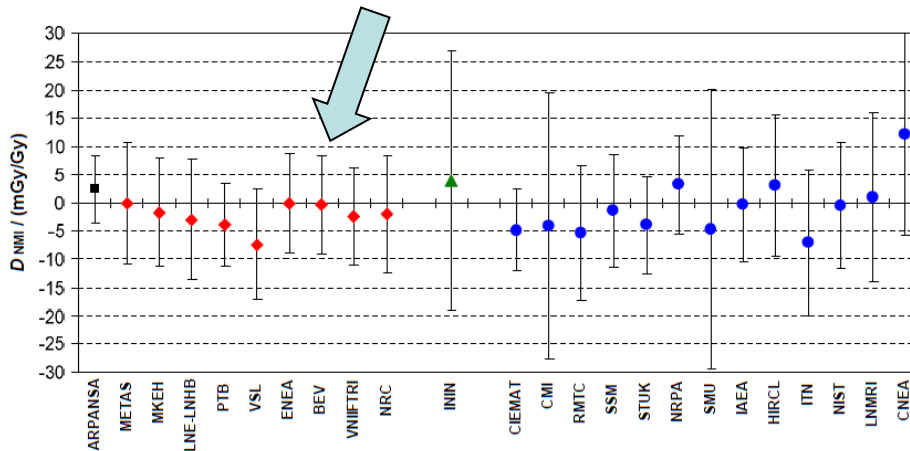
Primärnormal für die Wasser-Energiedosisleistung für Co-60 (2)

Messhierarchie des BEV bei der Wasser-Energiedosisleistung für Co-60-Gammastrahlung

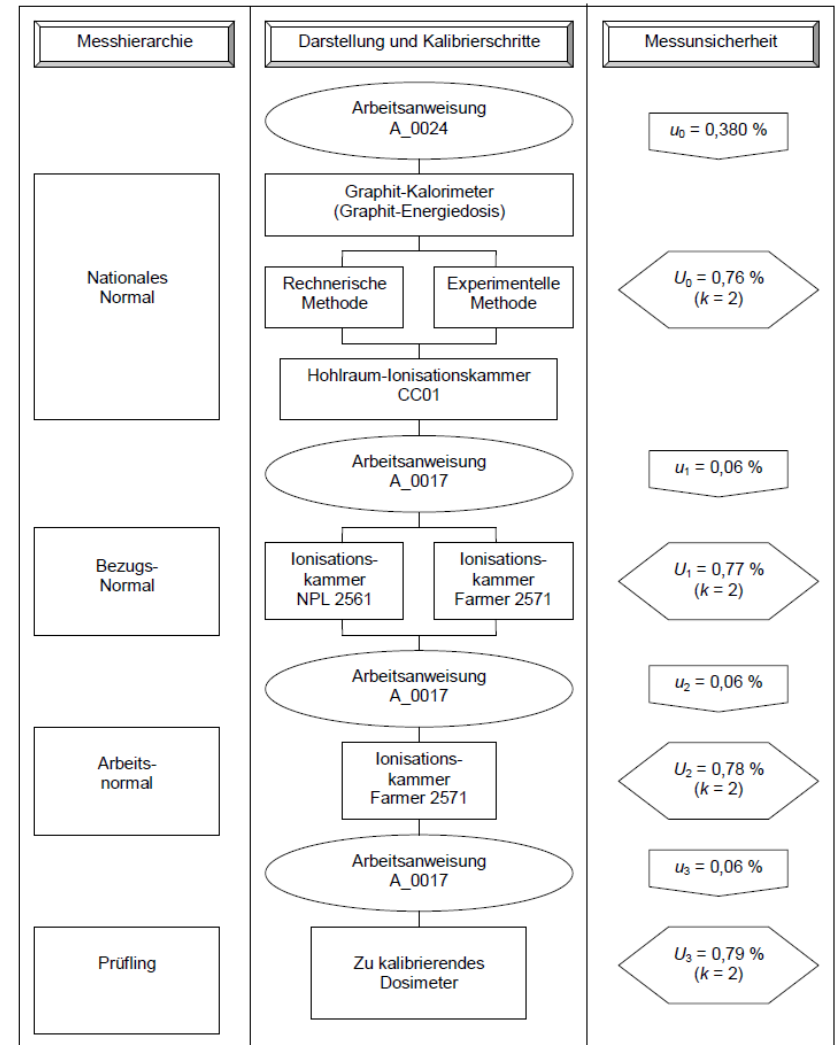
- Jeder Kalibrierschritt erhöht die Messunsicherheit.
- Je näher am Primärnormal, um so kleiner die Messunsicherheit.

Das BEV im internationalen Vergleich zu anderen nationalen Metrologieinstituten (Ergebnisse der Schlüsselvergleichsmessungen)

BIPM.RI(I)-K4, 2002 SIM.RI(I)-K4 and 2005 to 2008 EUROMET.RI(I)-K4
Degrees of equivalence for absorbed dose to water

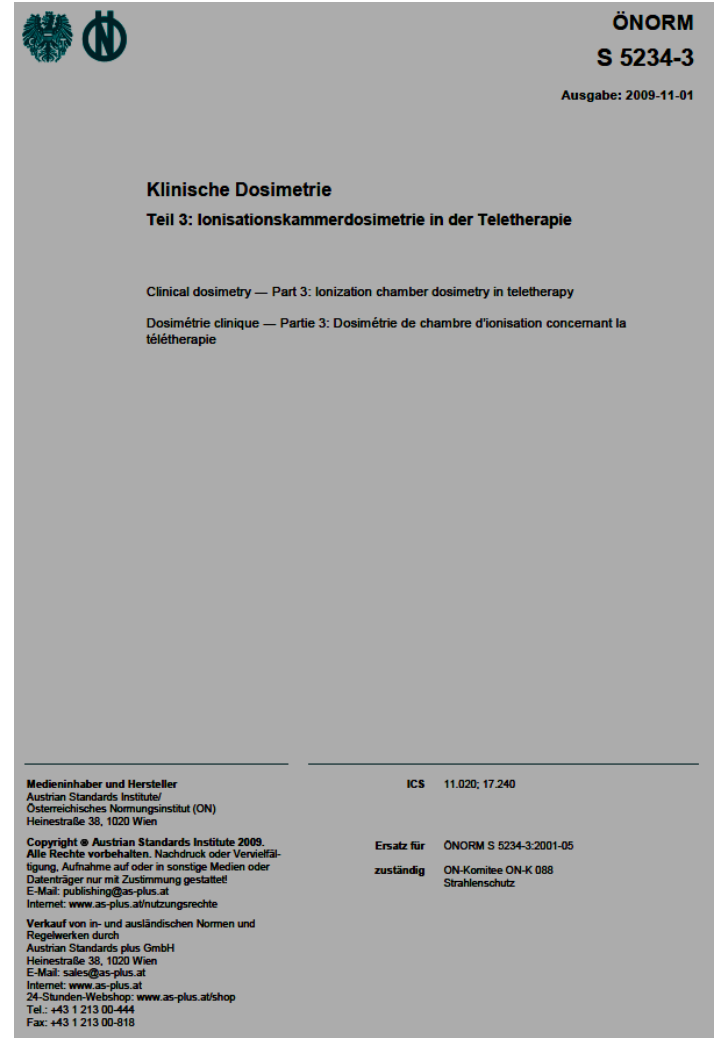



N.B. Black squares indicate results that are more than 10 years old.



Primärnormal für die Wasser-Energiedosisleistung für Co-60 (3)

- Zweck: Kalibrierung von Therapiedosimetern bei Co-60 für die Dosimetrie am Beschleuniger (Photonen- und Elektronenstrahlung)
 - Anwendung der ÖNORM 5234-3 (Klinische Dosimetrie – Teil 3: Ionisationskammerdosimetrie in der Teletherapie)
 - Enthält strahlungsqualitätsabhängige Korrektionsfaktoren
 - Bestimmung der Wasser-Energiedosisleistung am Beschleuniger mit einer Messunsicherheit von 3 % ($k = 2$)




ÖNORM
S 5234-3
 Ausgabe: 2009-11-01

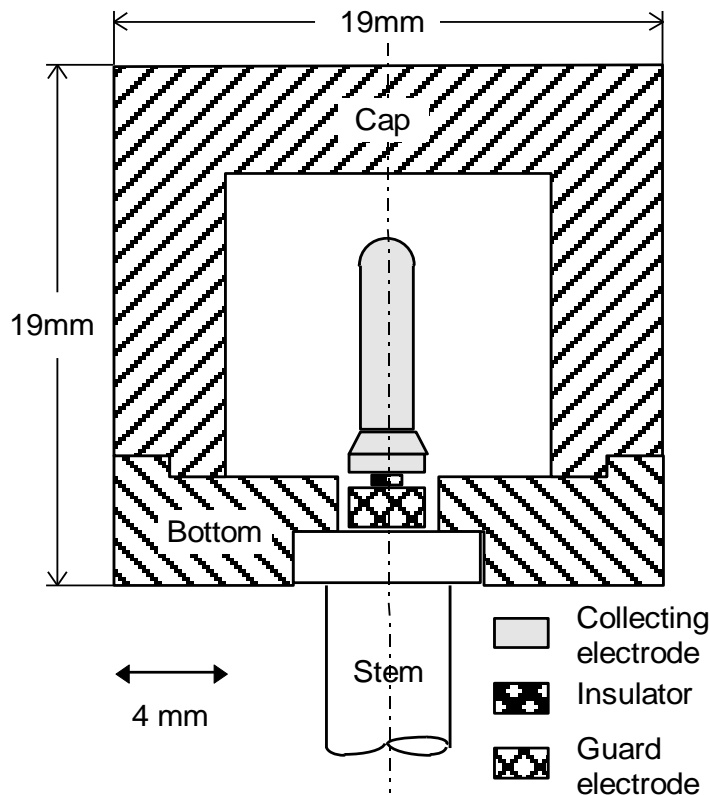
Klinische Dosimetrie
Teil 3: Ionisationskammerdosimetrie in der Teletherapie

Clinical dosimetry — Part 3: Ionization chamber dosimetry in teletherapy
 Dosimétrie clinique — Partie 3: Dosimétrie de chambre d'ionisation concernant la téléthérapie

Medieninhaber und Hersteller Austrian Standards Institute/ Österreichisches Normungsinstitut (ON) Heinestraße 38, 1020 Wien	ICS 11.020; 17.240
Copyright © Austrian Standards Institute 2009. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet! E-Mail: publishing@as-plus.at Internet: www.as-plus.at/nutzungsrechte	Ersatz für ONORM S 5234-3:2001-05 zuständig ON-Komitee ON-K 088 Strahlenschutz
Verkauf von in- und ausländischen Normen und Regelwerken durch Austrian Standards plus GmbH Heinestraße 38, 1020 Wien E-Mail: sales@as-plus.at Internet: www.as-plus.at 24-Stunden-Webshop: www.as-plus.at/shop Tel.: +43 1 213 00-444 Fax: +43 1 213 00-818	

Primärnormal für die Luftkermaleistung (Co-60, Cs-137) (1)

- Zylindrische Graphit-Hohlraum-Ionisationskammer



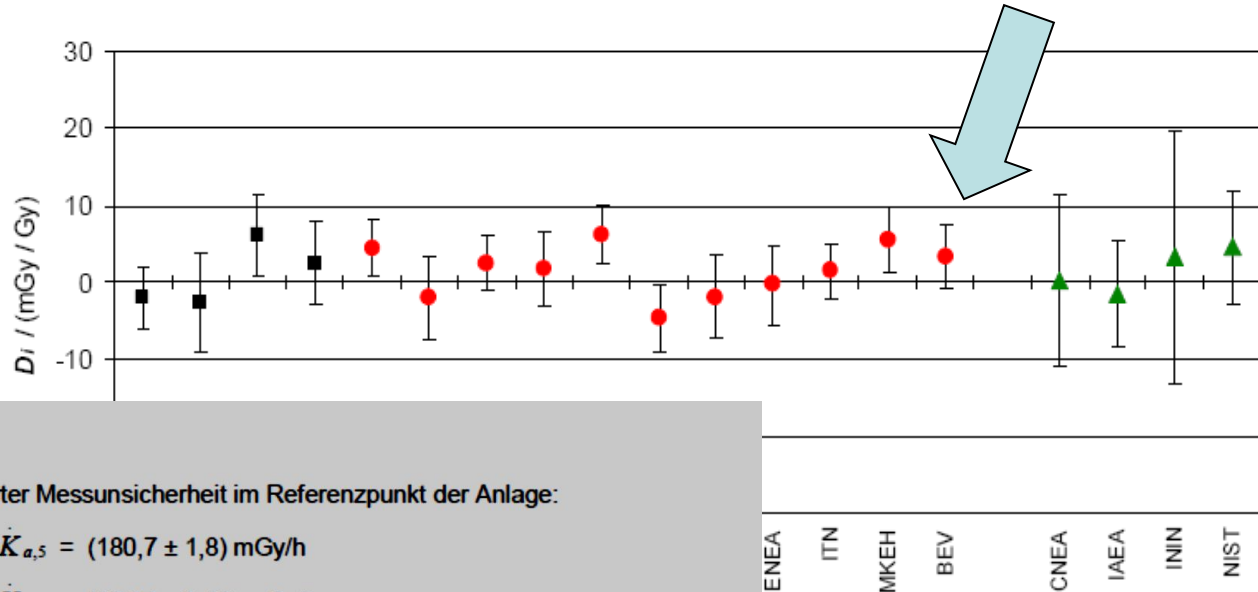
Im Hohlraum entstehen durch die Ionisation der darin enthaltenen Luft Ladungsträger, die bei Anlegen einer Spannung zur Sammelelektrode abfließen → der gemessene elektrische Strom (im Bereich von pA bis nA) ist proportional zur Luftkermaleistung

$$\dot{K} = \left(\frac{I}{\rho_a \cdot V} \right) \cdot \left(\frac{W}{e} \right) \cdot \frac{1}{1 - g_a} \cdot \left(\frac{\bar{\mu}_{en}}{\rho} \right)_{a,c} \cdot \bar{S}_{c,a} \cdot \prod_i k_i$$

Der im Luftvolumen erzeugte **Ionisationsstrom** wird gemessen; die **Dichte der Luft** ist bekannt; das luftgefüllte **Innenvolumen** der Ionisationskammer wurde bestimmt; **Ionisationskonstante** für trockene Luft ist bekannt; die **Bremsstrahlungsausbeute** in Luft ist bekannt; das Verhältnis der mittleren **Massenenergieabsorptions-Koeffizienten** für Luft und Graphit und das Verhältnis der Werte für das mittlere **Massenbremsvermögen** (Stopping Power) für Graphit und Luft sind bekannt; diverse **Korrektionsfaktoren** wurden ermittelt

Primärnormal für die Luftkermaleistung (Co-60, Cs-137) (1)

BIPM.RI(I)-K1 and SIM.RI(I)-K1 (2002)
Degrees of equivalence with the KCRV for air kerma in ⁶⁰Co



Ergebnis der Kalibrierung:

Results

1. Luftkermaleistungen mit erweiterter Messunsicherheit im Referenzpunkt der Anlage:

Quelle Nr. 5 (¹³⁷Cs): $\dot{K}_{a,5} = (180,7 \pm 1,8) \text{ mGy/h}$

Quelle Nr. 1 (⁶⁰Co): $\dot{K}_{a,1} = (15,37 \pm 0,15) \text{ mGy/h}$

Die Luftkermaleistungen gelten für das Referenzdatum 31. Dezember 2008. Dabei wurde für die Berechnung eine Halbwertszeit von 1925,19 Tagen für ⁶⁰Co und 10976 Tagen für ¹³⁷Cs verwendet.

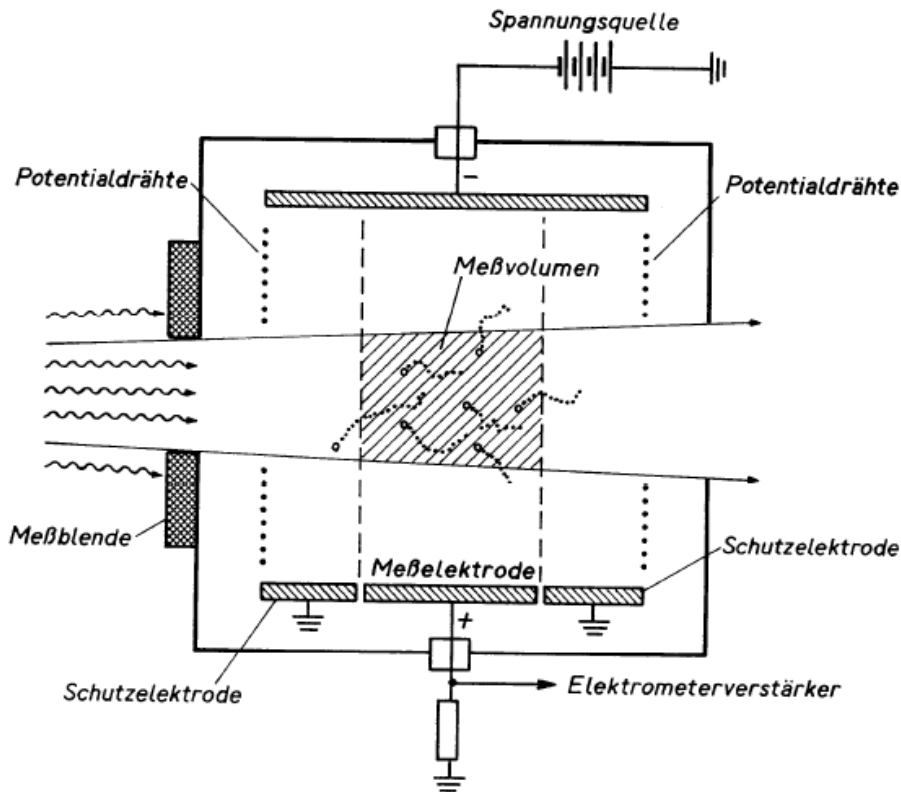
2. Verhältnisse der Luftkermaleistungen mit erweiterter Messunsicherheit im Referenzpunkt der Anlage:

für die ¹³⁷Cs - Quellen: Quelle Nr. 5 zu Quelle Nr. 4: $Q_{5,4} = 47,08 \pm 0,24$
 Quelle Nr. 5 zu Quelle Nr. 6: $Q_{5,6} = 4823 \pm 48$
 für die ⁶⁰Co - Quellen: Quelle Nr. 1 zu Quelle Nr. 2: $Q_{1,2} = 124,0 \pm 0,6$
 Quelle Nr. 1 zu Quelle Nr. 3: $Q_{1,3} = 15,79 \pm 0,08$

Bestimmung der Luftkermaleistungen der 6 Strahlenquellen der Referenzstrahlanlage

Primärnormal für die Luftkermaleistung (Röntgenstrahlung) (1)

- Drei Frei-Luft-Parallelplattenkammern



$$\dot{K}_a = \left(\frac{I}{\rho_a \cdot V} \right) \cdot \left(\frac{W}{e} \right) \cdot \frac{1}{1 - g_a} \cdot \prod_i k_i$$

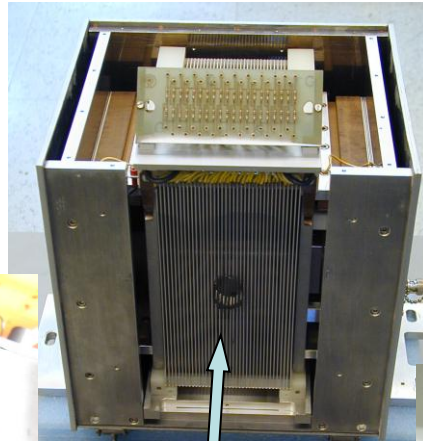
Der im Messvolumen erzeugte **Ionisationsstrom** wird gemessen; die **Dichte der Luft** ist bekannt; das **Messvolumen** ist definiert durch den Durchmesser der Blende und die Länge der Messelektrode; die **Ionisationskonstante** für trockene Luft ist bekannt; die **Bremsstrahlungsausbeute** in Luft ist bekannt; diverse **Korrektionsfaktoren** wurden ermittelt

Messunsicherheit: 0,8 % ($k = 2$)

Anwendung: z.B. Diagnostikdosimeter

Primärnormal für die Luftkermaleistung (Röntgenstrahlung) (2)

Messblende



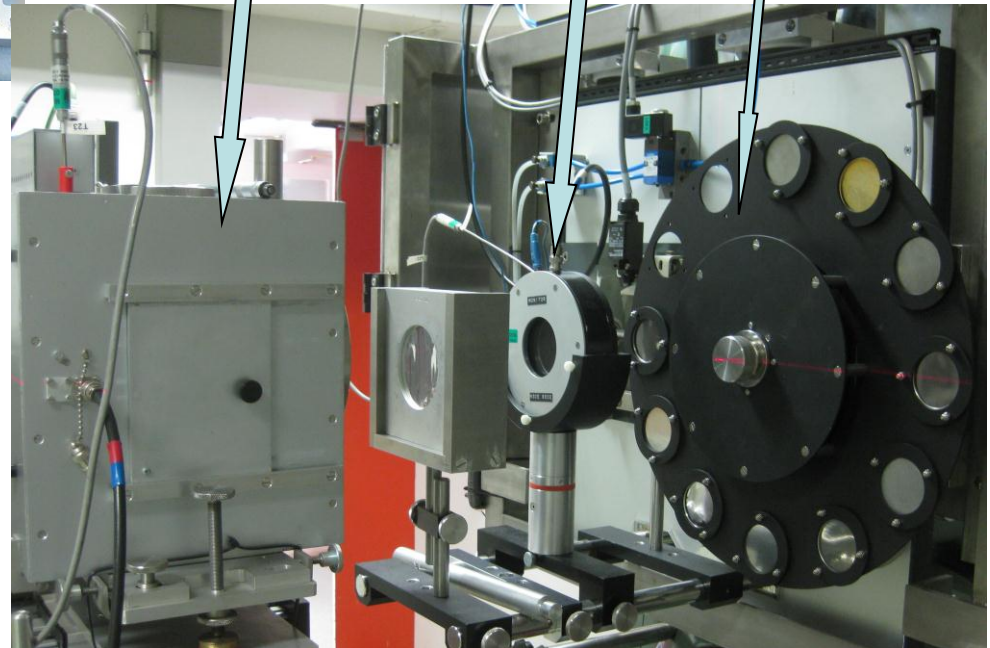
Potentialdrähte

Frei-Luft-
Parallelplattenkammer

Filterrad mit diversen
Filtern zur Definition
der Strahlungsqualität

Monitor-
Ionisations-
kammer

Messelektrode



Strahlenschutzmessgrößen (1)

- Dargestellt aus Produkt
Konversionsfaktor x Luftkerma
- Konversionsfaktoren in
Abhängigkeit von der
Photonenenergie (siehe ISO
4037-3)
 - Ortsdosisgrößen frei Luft
 - Personendosisgrößen am
Phantom

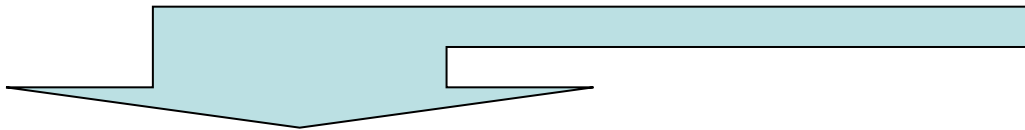


Table 8 — Conversion coefficient $h^*_K(10)$ from air kerma, K_a , to ambient dose equivalent $H^*(10)$ for mono-energetic and parallel photon radiation (expanded and aligned field) and the ICRU sphere

Photon energy keV	$h^*_K(10)$ Sv/Gy
10	0,008
15	0,26
20	0,61
30	1,10
40	1,47
50	1,67
60	1,74
80	1,72
100	1,65
150	1,49
200	1,40
300	1,31
400	1,26
500	1,23
600	1,21
800	1,19
1 000	1,17
1 500	1,15
2 000	1,14
3 000	1,13
4 000	1,12
5 000	1,11
6 000	1,11
8 000	1,11
10 000	1,10

Konversionsfaktoren zwischen $H^*(10)$ und K_a für bestimmte Energien

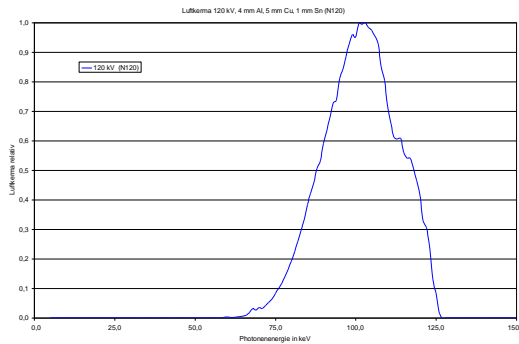
Damit kann man für genau bestimmte Spektren Konversionsfaktoren berechnen:

z.B.: Für die Gammastrahlung von Cs-137 beträgt der Konversionsfaktor 1,20

Für die Gammastrahlung von Co-60 beträgt der Konversionsfaktor 1,16

Strahlenschutzmessgrößen (2)

Beispiel schmales Röntgenspektrum (annähernd monoenergetisch) → dient zu Prüfung der Energieabhängigkeit eines Ortsdosimeters

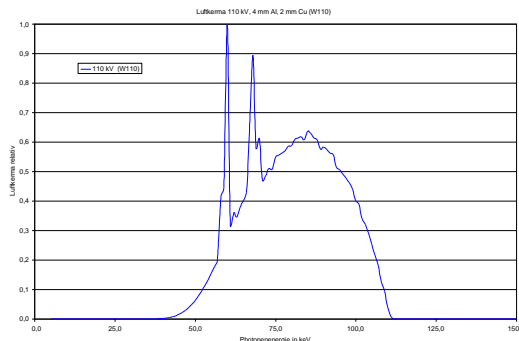


N120 gemäß ISO 4037-1, mittlere Energie 100 keV

120 kV, 4 mm Al + 5 mm Cu + 1 mm Sn

Konversionsfaktor $H^*(10) / K_a = 1,64$ gemäß ISO 4037-1

Beispiel breites Röntgenspektrum → dient zur Simulation eines Strahlenfeldes mit verschiedenen Photonenenergien bei der Bestrahlung eines Dosimeters



W110 gemäß ISO 4037-1, mittlere Energie 79 keV

110 kV, 4 mm Al + 2 mm Cu

Konversionsfaktor $H^*(10) / K_a = 1,71$ gemäß ISO 4037-1

Strahlenschutzmessgrößen (3)

- Die Messunsicherheit bei der Darstellung der Strahlenschutzmessgrößen beträgt für $k = 2$ zwischen 3 % und 7 % (abhängig von der Energie und von der Dosisleistung).
- Wesentlicher Grund: **Unsicherheit der Konversionsfaktoren**
- Für die Praxis des Anwenders sind die komplexe Definitionen der „neuen“ Messgrößen (ICRU-Kugel, aufgeweitetes und gerichtetes Strahlenfeld...) nicht so wichtig.
- **Das Messen wurde durch die „neuen“ Messgrößen nicht komplizierter aber auch nicht genauer.**
- Die **hohe Messunsicherheit von Strahlenschutzmessungen** ist durch
 - die Vielfalt der Einflussgrößen
 - den möglichst universellen Anwendungsbereich (soll z.B. möglichst das gesamte Energiespektrum abdecken)vorgegeben und nur mit Aufwand reduzierbar (Methode: siehe ÖNORM S 5255-1)

Strahlenfeldgeometrie und Strahlungsqualität genau definiert und bekannt.

Zusammenfassung

Anwendung	Messgröße	Messunsicherheit der Darstellung ($k = 2$)	Eichfehlergrenzen (Bezugsbedingungen)	Messunsicherheit des Anwenders ($k = 2$)
Therapie Co-60 sowie Cs-137	Wasser-Energiedosis D_w Luftkerma K_a	ca. 1 %	5 %	optimal: 3 % (ÖNORM S 5234-3)
Diagnostik (Abnahme- bzw. Konstanzprüfung)	Luftkerma K_a	ca. 1 %	5 % bzw. 20 %	> ca. 8 % bzw. > ca. 25 %
Strahlenschutz	Ortsdosis $H^*(10), H^*(0,07)$ Personendosis $H_p(10), H_p(0,07)$	ca. 3 % bis 7 %	20 % bzw. 30 %	ca. 50 % bis 60 % (für $k = 1$: ca. 25 % bis 30 %)

Kann deutlich höher sein: durch Rückstreuung oder durch Verwendung spezieller (von den Bezugsstrahlungsqualitäten deutlich abweichenden) Strahlungsqualitäten!

Strahlenfeldgeometrie und Strahlungsqualität im Allgemeinen nicht bekannt.

→ MÜSSEN WIR ALSO IMMER GENAUER MESSEN ?

• Dosimetrie des BEV:

- Hoher Genauigkeitsanspruch → nachgewiesen durch internationale Vergleichsmessungen
- Weitergabe (Kalibrierungen) mit hoher Genauigkeit (Physikalisch Technischer Prüfdienst des BEV – PTP)

• Anwendung:

- **Therapie:** hoher Genauigkeitsanspruch → Anstrengungen der Medizinphysik, diesen zu auch erfüllen (z.B. ÖNORM S 5234-3)
- **Diagnostik:** hoher Genauigkeitsanspruch bei Abnahmeprüfungen → kann an der Praxis scheitern
- **Strahlenschutz:** Genauigkeit durch Art der Messgeräte und Art der Messungen limitiert

Dabei muss die Unterschreitung eines (niedrigen) Grenzwertes nachgewiesen werden.



→ Werden wir vom Anspruch nach genauerer Messung **ODER** von den Vorgaben (Öffentlichkeit, Medien, Regelungen und Grenzwerte) getrieben?

HERZLICHEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Kontakt:

Dipl.Ing. Andreas STEURER

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Gruppe Eichwesen - Abteilung E1 - Elektrizität und Strahlung, Referat Ionisierende Strahlung, Radioaktivität

A-1160 Wien, Arltgasse 35, Tel.: +43(0)1-21110-6379, Fax: +43(0)1-21110-6000

2444 Seibersdorf, Dosimetrielabor im ARC Seibersdorf, Tel.: +43(0)50550-2471, Fax: +43 (0)50550-2476

E-mail: <mailto:andreas.steurer@bev.gv.at>

See you: <http://www.bev.gv.at>