

## Lieferschein

Medizinische Hochschule Hannover - Bibliothek -

- Dokumentlieferung –  
Postfach Postfach

D-30623 Hannover

Tel.: ++49-511-532-3342  
Fax: ++49-511-532-3346  
Email: fernleihe.bibliothek@mh-hannover.de

### Empfänger

Helmholtz Zentrum Muenchen GmbH

Zentralbibliothek / Fernleihe

D-85758 Oberschleissheim

Postfach 1129

### Angaben zur Bestellung:

Bestelldatum: 2015-11-30 15:32:42  
Bestellnummer: SUBITO:VE15113001371  
Name des Bestellers: Helmholtz Zentrum Muenchen GmbH  
Benutzerkennung: SLS02X00668

Lieferdatum: 2015-11-30 15:55:10  
Lieferpriorität: NORMAL  
Aktueller Lieferweg: Email  
E-Mail Adresse: library@helmholtz-muenchen.de

Bemerkungen zur Auslieferung:

### Angaben zum Dokument:

Signatur: Z 294 / Magazin  
Autor:  
Titel: Der Radiologe  
Jahr: 1979  
Band / Jahrgang: 19/10  
Seiten: 454-56  
Aufsatzautor: Wachsmann  
Aufsatztitel: Ein Vergleich der anzeige...  
ISSN:  
ISBN: 0033-832X  
CODEN:

Ihre Bemerkung zur Bestellung: [PUSH] 42514

## subito Urheberrechtshinweis



Die Bestellung und Nutzung der über subito gelieferten Aufsatzkopien unterliegen den urheberrechtlichen Bestimmungen. Mit der Registrierung bei subito verpflichten Sie sich, diese einzuhalten, d.h. insbesondere, dass die Kopien ausschließlich zum eigenen Gebrauch bestimmt sind und nicht an Dritte weitergegeben werden dürfen. Sie dürfen ohne Genehmigung des Verlags nicht zum Wiederverkauf, Wiederabdruck, zu systematischer Verteilung, Emailversand, Webhosting eingeschlossen institutionelle Repositorien/Archive oder jedweden anderen kommerziellen Zweck verwendet werden.

Sofern Sie eine Lieferung per Email oder FTP erhalten, dürfen Sie die Kopie nur einmal ausdrucken und müssen diese anschließend dauerhaft löschen.

Die Kopien sind mit einem Wasserzeichen versehen, welches ein Urheberrechtsvermerk enthält. Das von subito e.V. angebrachte Wasserzeichen darf nicht entfernt werden.

Bestell-Nr: SUBITO-VE15113001371

lok. Nr: [PUSH] 42514

PPN:

Bestelldatum: 2015-11-30 15:32:42

--- Bibliothek---



## Subito-Bestellung

NORMAL

MHH - Bibliothek/Fernleihe - OE 8930 - 30623 Hannover  
Helmholtz Zentrum Muenchen GmbH  
Zentralbibliothek / Fernleihe

85758 Oberschleissheim

Herr/Frau  
Helmholtz Zentrum Muenchen GmbH  
SLS02X00668

Bestellende Bibliothek: <SEV.SUBITO.ORDER>  
Helmholtz Zentrum Muenchen GmbH  
Zentralbibliothek / Fernleihe

85758 Oberschleissheim  
docdel@subito-doc.de +49 89 31873391  
USER-GROUP-4

Benutzer-Ausweisnummer  
SLS02X00668



### Lieferschein

Lieferbibliothek: <354>  
Medizinische Hochschule Hannover  
Bibliothek OE 8930  
Subito/Fernleihe  
Carl-Neuberg-Str. 1  
D-30625 Hannover

Telefon: +49 (0511) 532 - 3342  
Fax: +49 (0511) 532 - 3346  
E-Mail: fernleihe.bibliothek@mh-hannover.de

### Bearbeitungsvermerke:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Leihfrist für Bücher 4 Wochen | <input type="checkbox"/> Kurzausleihe 8 Tage    |
| <input type="checkbox"/> Verlängerung nicht möglich    | <input type="checkbox"/> Kopierverbot           |
| <input type="checkbox"/> Lesesaal                      |   |
| <input type="checkbox"/> nicht am Standort (6)         | <input type="checkbox"/> bibligr. unrichtig (9) |
| <input type="checkbox"/> noch nicht vorhanden (4)      | <input type="checkbox"/> nicht ausleihbar (8)   |
| <input type="checkbox"/> Buchbinder (0)                | <input type="checkbox"/> ausgeliehen (7)        |
| <input type="checkbox"/> nicht vorhanden (5)           |   |



### Unter Anerkennung der Benutzungsbedingungen wird bestellt:

**Verfasser:** Wachsmann  
(Aufsatz)

**Titel:** Ein Vergleich der anzeige...  
(Aufsatz)

**Seiten:** 454-56

**Titel (Monographie/ Zeitschrift)**

Der Radiologe  
Springer-Medizin-Verl.  
Heidelberg

0033-832X

**Lieferung erwünscht bis:**  
2015-12-03 15:34:09

**Standort:**  
Z 294 / Magazin

**Band/Heft:** 19/10  
**Jahr:** 1979

**Lieferform:** KOPIE  
**Lieferart:** FTP

SUBITO-VE15113001371

**Bemerkung:**

**Zusatzinfo:** [PUSH] 42514

**Bemerkung vom Kunden:**

Wir weisen den Empfänger darauf hin, dass Sie nach geltendem Urheberrecht die von uns übersandten Vervielfältigungsstücke ausschließlich zu Ihrem privaten oder sonstigen eigenen Gebrauch verwenden und weder entgeltlich noch unentgeltlich in Papierform oder als elektronische Kopien verbreiten dürfen.

## Ein Vergleich der Anzeige von Filmdosimetern mit der von gleichzeitig getragenen Stabdosimetern

F. Wachsmann

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München-Neuherberg, Institut für Strahlenschutz (Leiter: Prof. Dr. W. Jacobi), Auswertungsstelle für Strahlendosimeter, Neuherberg

### A Comparison of the Readings of Film- and Pocket Dosimetry

**Summary.** An inquiry to compare the readings of film- and pocket dosimeters worn by the same individual at the same time showed similar results, a fact which was found to be very satisfying. Of the 2132 dosimeters compared, only 46 (2,2%) were outside the standard error of  $-30/+50\%$  permitted for film dosimetry. The majority of these (37) can be explained to be due to the different type of energy dependence of these 2 dosimeter types. The total dosis measured reflected an even better, conformity, differing only by 11,3% or 14,4% depending on the mode of calculation, the difference being partially due to the better sensitivity of the film dosimeters to low energy beta radiation. An additional result of the study is the conclusion to recommend more careful use and recording of pocket dosimetry.

**Key words:** Dosimetry – Film dosimetry – Dose monitoring – Personal monitoring.

**Zusammenfassung.** Anhand einer zum Vergleich der Anzeige von Film- und Stabdosimetern durchgeführten Umfrage, auf die leider nur etwa 1,6% Befragte geantwortet haben, ergibt sich innerhalb der Fehlergrenzen der Personendosimetrie zwischen den Anzeigen der beiden Verfahren, sowohl was die gemessenen Einzeldosen auch was die errechneten Summendosen anbetrifft, im allgemeinen eine sehr befriedigende Übereinstimmung. So wichen z. B. von den verglichenen 2132 Einzelwerten nur 46, das heißt weniger als 2,2%, um mehr als die für die Filmdosimetrie zugelassene Fehlergrenze von  $-30/+50\%$  voneinander ab. Die Mehrzahl dieser, das heißt 37 sind durch die verschiedene Energieabhängigkeit der beiden Dosimetertypen zu erklären. Die Summendosen dagegen ergeben eine noch bessere Übereinstimmung in dem die Filmdosimeter – wieder erklärlich durch ihre bessere Eignung auch ener-

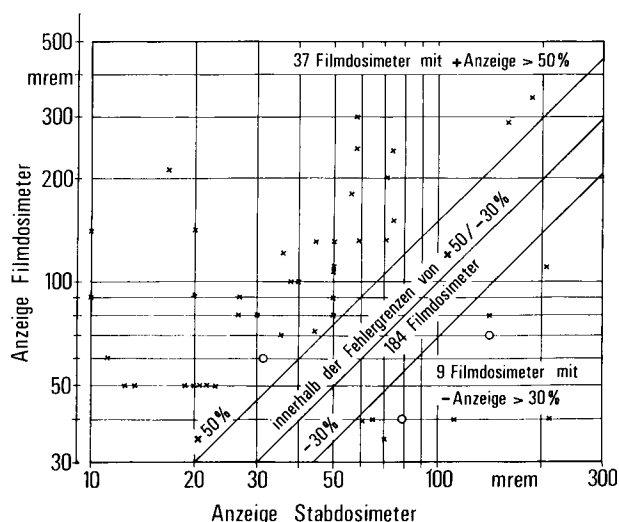
gieärmere Betastrahlung mitzumessen – im Durchschnitt je nach Art der Berechnung um nur 11,3% bzw. 14,4% mehr als die Stabdosimeter anzeigten. Schließlich wird aus der Umfrage der Schluß abgeleitet, daß den Überwachten zu raten wäre, bei der Durchführung von Personendosismessungen mit Stabdosimetern und beim Aufzeichnen der Ergebnisse sorgfältiger zu verfahren als dies z. Zt. bedauerlicherweise oft der Fall ist.

**Schlüsselwörter:** Dosimetrie – Filmdosimetrie – Personendosimetrie – Strahlenschutzüberwachung.

Ende 1975 wandte sich die Münchener amtliche Auswertungsstelle für Strahlendosimeter an die von ihr Überwachten, mit der Bitte um Mitteilung der Dosen, die in den Jahren 1973 bis 1975 mit den gleichzeitig mit den Filmdosimetern getragenen Stabdosimetern gemessen wurden. Die Ergebnisse dieser Umfrage, über die hier berichtet werden soll, sind aus verschiedenen Gründen interessant.

Zunächst sei – gleichzeitig mit bestem Dank an diejenigen, die unsere Fragen beantwortet haben – festgehalten, daß von den rund 2400 von der Münchener Auswertungsstelle überwachten nach § 40,2 der Röntgenverordnung zum gleichzeitigen Tragen von Film- und Stabdosimetern verpflichteten Betrieben unsere Umfrage leider nur 39 beantwortet haben. Dies entspricht etwa 1,6% der Befragten und zeigt, wie bedauerlich klein das Interesse der durch die Strahlenschutzverordnung zur laufenden Durchführung von Personendosismessungen Verpflichteten an grundsätzlichen Fragen der Meßtechnik im allgemeinen ist!

Wenn unter den 39 Betrieben, von denen wir Antworten erhielten, nun auch 21 solche waren, in denen bei den überwachten Personen in allen drei Erhebungsjahren in zusammen 1902 Fällen sowohl mit Film- als auch mit Stabdosimetern immer nur



**Abb. 1.** Vergleich der Anzeige von Filmdosimetern mit der von Stabdosimetern. x = Vergleichspunkte, bei denen die Strahlung auch starke  $\beta$ -Anteile enthielt; o = reine Quantenstrahlung

Dosen unter 40 mrem ( $<40$ ) gemessen worden waren und weitere 15 Betriebe, deren Angaben so mangelhaft waren, daß sie nicht ausgewertet werden konnten, so gestatten die verbleibenden 3 Betriebe mit insgesamt 230 vergleichbaren Meßwerten immerhin einige Aussagen über die Übereinstimmung bzw. Abweichung der beiden Meßmethoden zu machen.

Von diesen 230 Einzelvergleichen stimmten nämlich die mit Stabdosimetern gemessenen Dosen in 184 Fällen innerhalb der für Filmdosimeter zugelassenen Fehlergrenzen von  $-30/+50\%$  mit den Anzeigen der Filmdosimeter überein. In 37 von den verbleibenden 46 Fällen zeigten die Filmdosimeter über 50% mehr und in 9 Fällen mehr als 30% weniger als die Stabdosimeter an. Wie groß diese Abweichungen im einzelnen waren, ist in Abb. 1 graphisch dargestellt. Zusammenfassend erkennt man aus diesem Bild jedenfalls, daß die Abweichungen zwischen den Anzeigen von Film- und Stabdosimetern unter Umständen auch recht groß sein können.

Fragt man nach den Ursachen für diese Abweichungen, so muß zunächst festgestellt werden, daß auch größere Differenzen zwischen den mit den beiden Dosimetern gemessenen Dosen keinesfalls schlechthin als „Fehler der Filmdosimeter“ bezeichnet werden dürfen! So fällt z. B. was die Plusanzeigen der Filmdosimeter anbetrifft auf, daß diese in 36 der festgestellten insgesamt 37 Fälle dort auftreten, wo es sich um Strahlengemische handelt, die große Betastrahlenanteile enthielten. Insbesondere Betastrahlen unter etwa 1 MeV Energie werden aber von Stabdosimetern nicht oder wenigstens nicht so vollständig mitgemessen wie von Filmdosimetern, die Betastrahlen bis herunter zu etwa 300 keV mehr oder weniger vollständig mitzumessen gestatten.

Schwieriger wird es dagegen, eine Erklärung für

**Tabelle 1.** Zusammenfassung des Vergleiches

		Zahl	%	
Umfang der Umfrage	angesprochene Betriebe	2400	100	
	erhaltene Antworten	39	1,6	
	davon FD und SD immer unter 40 mrem	21	0,88	
	Betriebe mit Dosen über 40 mrem nicht auswertbar fehlender oder unklarer Angaben wegen	3	0,12	
		15	0,60	
Vergleich der Anzeigen FD/SD	Vergleichbare Dosimeterpaare	2132	100	
	davon FD und SD immer unter 40 mrem	1902	89,3	
	Anzeige FD = SD - 30/+ 50%	184	8,6	
	zusammen „richtig“ anzeigend	2086	97,9	
	FD über 50% mehr als SD anzeigend	37	1,74	
	FD über 30% weniger als SD anzeigend	9	0,42	
	zusammen verschieden anzeigend	46	2,16	
	Dosimeterpaare mit Dosen über 40 mrem	230	100	
	davon in den Grenzen - 30/+ 50% richtig anzeigend.	184	80	
	FD um über 50% mehr als SD anzeigend (Erklärung: Vollständigere Mitmessung der Beta-Strahlung durch die FD)	37	16,1	
	FD um über 30% weniger als SD anzeigend (Erklärung: Selbstablauf der SD?)	9	3,9	
	FD	SD	Abweichung %	
Verglichene Summendosen	Summe der gemessenen Dosen in rem			
	alle Dosen mitgezählt; FD <40 mrem = 20 mrem gesetzt	34,987	30,578	FD + 14,4
	Dosen unter 40 mrem weggelassen	19,061	17,072	FD + 11,3

FD = Filmdosimeter; SD = Stabdosimeter (d. h. auf dem Kondensatorkammerprinzip beruhende Taschendosimeter)

die 9 Fälle zu geben, in denen mit Filmdosimetern kleinere Dosen gemessen wurden, als mit Stabdosimetern. Diese einfach mit übermäßigem Selbstablauf einiger Stabdosimeter erklären zu wollen, erscheint nicht genügend begründet, da es sich ebenso gut um immer mögliche „Ausreißer“ der Filmdosimetrie handeln könnte. Schließlich darf man aber auch nicht vergessen, daß Film- und Stabdosimeter nicht immer an der gleichen Stelle des Körpers getragen werden, was u. U. auch zu systematischen Unterschieden in der Anzeige der beiden Dosimeter führen kann.

Vielleicht noch interessanter als der Vergleich von Einzelwerten ist es, die mit Film- und Stabdosimetern gemessenen Dosen zu addieren und die so für beide Dosimeterarten ermittelten Summendosen zu vergleichen. Dabei kann man entweder alle Werte addieren, das heißt, bei den Stabdosimetern auch die Dosen  $<40$  mrem mitzuaddieren, wobei man bei den Filmdosimetern die Werte  $<40$  mrem dann z. B. mit dem wahrscheinlichen Mittelwert von je 20 mrem anrechnet, oder in dem man nur die Werte  $>40$  mrem berücksichtigt. Tut man ersteres, so erhält

man bei den Filmdosimetern eine Dosis von insgesamt 34,987 und bei den Stabdosimetern 30,578 rem, während sich bei der alleinigen Berücksichtigung von Dosen  $>40$  mrem ein Verhältnis von 19,061/17,072 ergibt. Dies bedeutet, daß die Filmdosimeter – je nachdem wie man rechnet, gegenüber den Stabdosimetern +14,4 bzw. +11,3% mehr anzeigen. Die im Vorhergehenden genannten Zahlen sind der besseren Übersichtlichkeit wegen noch einmal in Tabelle 1 zusammengefaßt. Aus ihr erkennt man, daß die mit den beiden Methoden erzielten Ergebnisse sehr befriedigend und mit für die Personendosimetrie vollständig ausreichender Genauigkeit übereinstimmen. Dies gilt im übrigen umso mehr als dort, wo größere Abweichungen vorhanden sind, diese durch die Eigenschaften der beiden Methoden, das heißt besonders die Mitmessung bzw. Nicht-Mitmessung von Betastrahlung zu erklären sind.

Wenn auch nicht unmittelbar zum Thema gehörend soll hier, da interessant, doch angegeben werden, was sich aus den erhaltenen Antworten gleichsam als Nebenfund herauslesen läßt:

Zunächst ist es – wie bereits erwähnt – bedauerlich, daß das Interesse an der Personendosimetrie im allgemeinen so klein ist, daß nur etwa 1,6% derjenigen, bei denen für den Vergleich geeignetes Zahlenmaterial verfügbar sein müßte, es für der Mühe wert gehalten haben, unsere Umfrage zu beantworten! Noch bedauerlicher ist aber, daß sich unter denjenigen, die geantwortet haben – und das waren sicher nicht die Schlechtesten – 15, das heißt nahezu 40% Antworten befanden, die nicht auswertbar waren, weil sie unvollständige oder unklare Angaben enthielten. Unvollständige Angaben (6 von 15) heißt dabei, daß mit den Stabdosimetern nicht regelmäßig,

sondern nur hin und wieder Dosen gemessen wurden, so daß ein Vergleich mit den mit den Filmdosimetern gemessenen Monatsdosen unmöglich ist. Als „unklare Angaben“ (7 Fälle) müssen wir dabei diejenigen bezeichnen, in denen entweder das Datum der Vergleichsperiode fehlt, oder unverständliche Dosisangaben gemacht wurden, wie z. B. „0,48 mrem in 14 Monaten“ oder „0,3 bzw. 10,1 mrem in einem Monat“, das heißt Werte, die sich auf den handelsüblichen Stabdosimetern niemals ablesen lassen! Auffällig ist auch, daß nur bei einer der nicht auswertbaren Antworten Tagesdosen angegeben werden, wo doch nach der Röntgenverordnung die Verpflichtung zum täglichen Messen der Dosis besteht und dieser Zeitraum nur mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde auf höchstens eine Woche verlängert werden darf.

Im Gegensatz hierzu befinden sich unter den erhaltenen – nicht auswertbaren – Antworten auch solche (insgesamt 3) die von 14-tägigen bzw. sogar von monatlichen Überwachungszeiträumen sprechen.

Zusammenfassend kann man aus diesen Unregelmäßigkeiten den Schluß ziehen, daß den Strahlenschutzverantwortlichen zu raten wäre, bei der Durchführung der Dosismessungen mit Stabdosimetern und Aufzeichnung der Meßergebnisse sorgfältiger zu verfahren als dies z. Zt. leider häufig der Fall ist! Wo dies nicht geschieht, verliert das gleichzeitige Tragen von 2 Dosimetern praktisch jeden Sinn!

Prof. Dr.-Ing. F. Wachsmann  
Institut für Strahlenschutz  
der Gesellschaft für Strahlen-  
und Umweltforschung mbH  
Ingolstädter Landstraße 1  
D-8042 Neuherberg