

---

# SCHULE FÜR STRAHLENSCHUTZ

---



## Röntgenphysikalisches Strahlenschutz-Praktikum

**Reduzierung der Dosisbelastung und Verbesserung der  
Röntgenbildqualität**

- Röntgenphysikalische Experimente
- Experimente zur angewandten Röntgentechnik
- Experimente zur Qualitätssicherung in der Röntgentechnik

Fankhauser H., Spiess R.  
ESS 532.1187  
5303 Würenlingen

V O R W O R T

Die Strahlenexposition von Patient und Personal in der medizinischen Röntgendiagnostik ist von verschiedenen Aspekten abhängig.

Es ist nicht Aufgabe dieses Praktikums, alle diese Aspekte zu behandeln. Die sorgfältige Dunkelkammerarbeit und die entsprechende Lagerung des Patienten dienen ebenfalls dem Strahlenschutz.

Das Röntgenphysikalische Strahlenschutzpraktikum für MTRA-Schülerinnen und -Schüler soll grundsätzlich die folgenden Erkenntnisse vermitteln:

- Strahlenschutz ist auch eine qualitätssichernde Massnahme
- Die Zusammenhänge zwischen Aufnahmedaten, Film-Folien-Kombinationen, Filter und Bildqualität erkennen
- Die Gründe dafür erkennen, dass eine Röntgenaufnahme im Prinzip einen Eingriff in den Organismus des Patienten bedeutet
- Die Zusammenhänge der Aufnahmedaten und der Strahlenbelastung des Patienten erkennen
- Die Ursachen einer möglichen Strahlenbelastung in der Umgebung des Patienten erkennen
- Kennenlernen von Massnahmen, welche die Strahlenbelastung des Patienten reduzieren
- Anwenden von qualitätssichernden Massnahmen.

Damit die Ziele dieses Praktikums erreicht werden können, ist eine gute Vorbereitung durch den Lehrer erforderlich. Darüberhinaus müssen die Zusammenhänge der gewonnenen Messergebnisse und die Erkenntnisse der einzelnen Praktikumsversuche sorgfältig diskutiert werden.

Die meisten Anregungen und Versuche stammen von unserem Lehrbeauftragten, Herrn Hubert FANKHAUSER, dipl. rad.-techn. Assistent, langjähriger Dozent an der RTA-Schule Salzburg, leitender Assistent der Röntgenabteilung des Rehabilitationszentrums Häring der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA)-Oesterreich.

Wir danken ihm für die sehr umfangreichen Vorbereitungsarbeiten.

Roman Spiess

Leiter der  
Schule für Strahlenschutz

November 1987

KURS 532

ROENTGENPHYSIKALISCHES STRAHLENSCHUTZ-PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER

KATALOG DER VERSUCHE:

RAUM GELB B

- RE-01 Einfluss mAs-Produkt auf Nutzstrahldosis  
RE-02 Einfluss Röhrenspannung auf Nutzstrahldosis  
RE-03 Einfluss Abstand auf Nutzstrahldosis

RAUM GELB A

- RE-11 Einfluss kV und mAs auf Körperaustrittsdosis  
RE-12 Einfluss Abstand auf Körperaustrittsdosis

RAUM GRUEN B

- RE-13 Energiespektrum Röntgenstrahlung vor Patient  
RE-14 Energiespektrum Röntgenstrahlung hinter Patient

RAUM BRAUN A

- RE-15 Schwächung Nutzstrahldosis durch verschiedene Materialien bei unterschiedlichen kV-Werten  
RE-16 Schwächung Nutzstrahldosis durch Röntgendiagnostik-Filter bei unterschiedlichen kV-Werten

RAUM GRUEN A

- RE-17 Schwächung Nutzstrahldosis durch Blei bei unterschiedlicher Röhrenspannung  
RE-18 Schwächung Streustrahldosis durch Blei bei unterschiedlicher Röhrenspannung

RAUM BLAU A

- RE-19 Gonadendosis Mann bei Lungenaufnahmen  
RE-20 Gonadendosis Mann bei Oberschenkelaufnahmen

RAUM ORANGE

- RE-21 Einfluss Einblendung auf Streustrahlung  
RE-22 Einfluss Röhrenspannung auf Streustrahlung

RAUM BLAU B

- RE-23 Einfluss Objektdicke auf Streustrahlung  
RE-24 Leckstrahlung Röhrenschutzgehäuse

RAUM BRAUN B

- RE-25 Einfluss Röhrenspannung auf Körpereintrittsdosis  
RE-26 Einfluss Zusatzfilter auf Körpereintrittsdosis  
RE-27 Einfluss Einblendung auf Oberflächendosis

KURS 532

ROENTGENPHYSIKALISCHES STRAHLENSCHUTZ-PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER

KATALOG DER VERSUCHE:

RAUM BLAU B

RA-02 Durchleuchtungsanlage mit BV:  
Auflösungstest, Fremdkörperlokalisierung

RAUM GELB B

RA-03 Einfluss Verstärkerfolien auf Röntgenbild und Dosisbedarf

RAUM BLAU A

RA-05 Einfluss Objektstreustrahlung auf Bildqualität

RA-06 Einfluss Streustrahlenraster auf Bildqualität und Dosis

RA-07 Einfluss Zusatzfilter auf Bildqualität und Dosis

RAUM GELB A

RA-08 Einfluss Röhrenspannung auf Bildkontrast

RA-09 Einfluss Hartstrahltechnik auf Röntgenbildinformation

RAUM BRAUN B

RA-10 Qualitätssicherung: Bestimmung Röhrenspannung

RA-11 Qualitätssicherung: Ermittlung der Filmeigenschaften;  
Konstanzprüfung der Filmverarbeitung

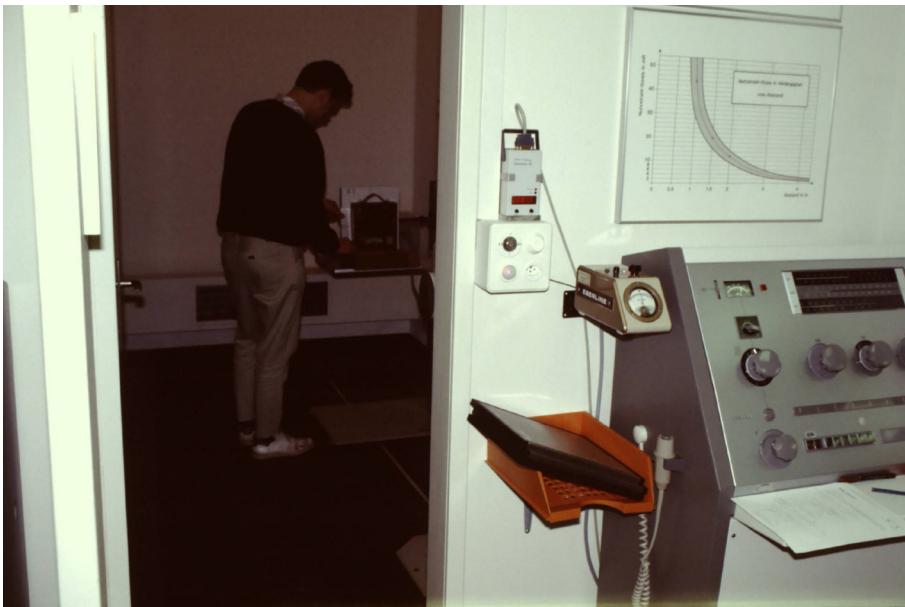
RAUM BLAU B

RA-12 Qualitätssicherung: Konstanzprüfung der Röntgenanlage für  
Direktradiographie

## Röntgenlabor



## Röntgenlabor



## SCHULE FUER STRAHLENSCHUTZ

# ROENTGENPHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER

1. TAG

## SCHULE FUER STRAHLENSCHUTZ

## ROENTGENPHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER

2. TAG

## ROENTGENPHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER

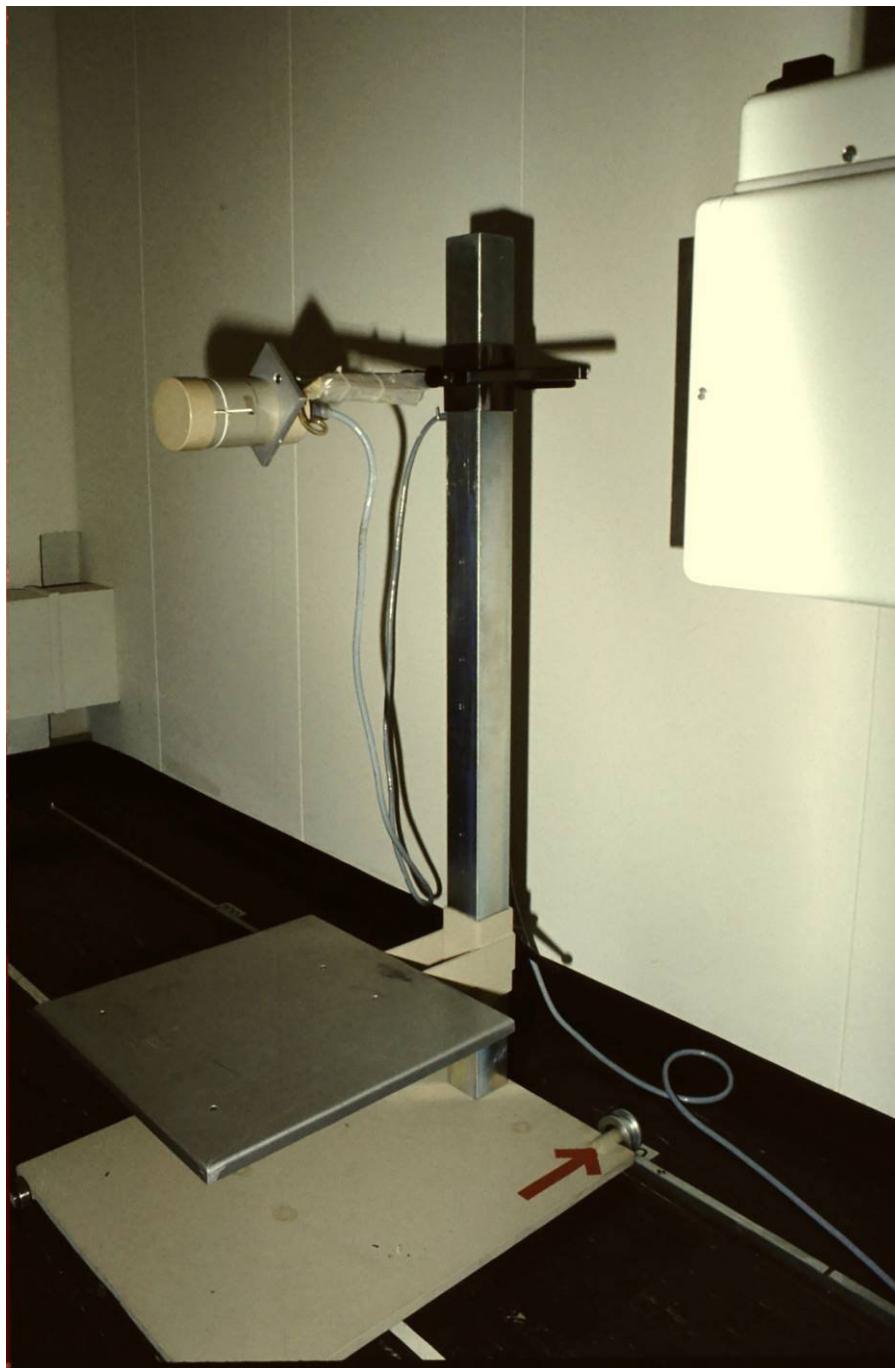
3. TAG

ROENTGENPHYSIKALISCHES PRAKTIKUM FUER MTRA-SCHUELER4. TAG

ZEIT	GRUPPE A: DONNERSTAG		GRUPPE B: FREITAG	
	1	2	3	4
0800	RA-02 RA-03	RA-08 RA-09	RA-12	RA-05 RA-06 RA-07
0915	RA-05 RA-06 RA-07	RA-02 RA-03	RA-08 RA-09	RA-12
1030	Pause			
1100	RA-12	RA-05 RA-06 RA-07	RA-02 RA-03	RA-08 RA-09
1215	Mittagessen			
1315	RA-08 RA-09	RA-12	RA-05 RA-06 RA-07	RA-02 RA-03
1430	Pause			
1500	Besprechung der Versuche RA			
1700	Ende des Kurses			

Einfluss mAs, kV, Abstand auf Nutzstrahlldosis

**RE 01 - RE 03**



ARBEITSBLATT

RE — 01

Seite 1

KAPITEL:

Einfluss mAs-Produkt auf Nutzstrahldosis

---

SACHVERHALT:

Das mAs-Produkt ist bei einer bestimmten Röhrenspannung diejenige Grösse, welche die Höhe der die Röntgenröhre verlassenden Nutzstrahldosis bestimmt.

---

FRAGESTELLUNG:

Welche Nutzstrahldosen werden, bei gleicher Röhrenspannung in einem bestimmten Abstand, durch verschiedene mAs-Produkte erzeugt?

---

ZIEL:

Den Zusammenhang zwischen mAs-Produkt und Nutzstrahldosis erkennen.

---

VORGEHEN:

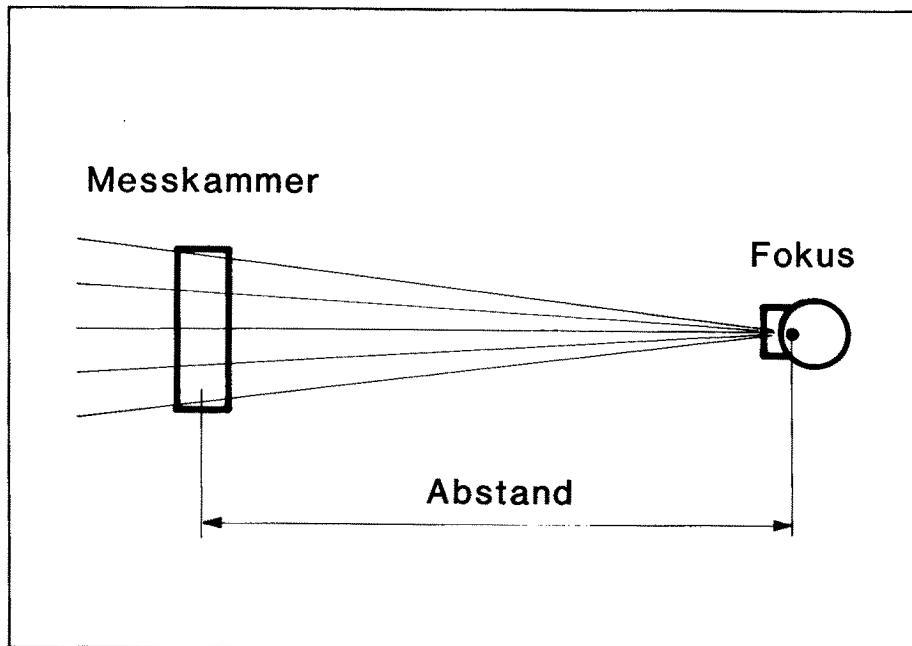
1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

---

ARBEITSPLATZ: Gelb B

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenspannung 60 kV
- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende 4/6
- Abstand 100 cm (Bodenmarke)

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

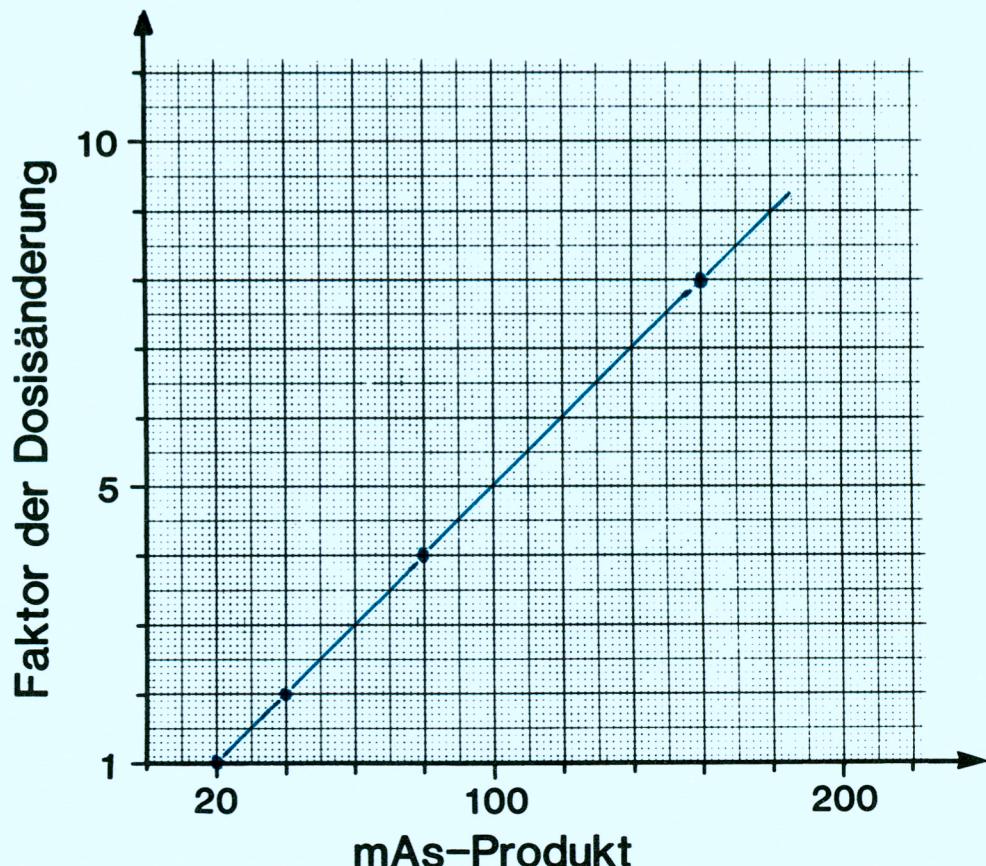
mAs-Produkt	20	40	80	160
-------------	----	----	----	-----

## ERMITTLUNGEN:

Gemessene Nutzstrahl-dosis (mR)	25	50	100	195
Faktor der Dosisänderung	1	2	4	8

AUSWERTUNG: NUTZSTRAHLDOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VOM MAS-PRODUKT

Tragen Sie die Faktoren der Dosisänderung für das jeweilige mAs-Produkt ein!



ARBEITSBLATT

RE - 01

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis, wenn das mAs-Produkt erhöht wird?
2. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis, wenn das mAs-Produkt verdoppelt bzw. halbiert wird?
3. Strahlenerzeugung in der Röntgenröhre: Welchen Einfluss haben dabei der Röhrenstrom (mA) resp. das mAs-Produkt?

Die mindestens ermittelte Kurve (die anstiegen soll, wenn die Strahlungsdosis erhöht wird) zeigt, wenn die obige Gleichung erfüllt ist, bei 60 kV und 30 mA durchfließt:

ARBEITSBLATT

RE - 02

Seite 1

KAPITEL:

Einfluss Röhrenspannung auf Nutzstrahldosis

SACHVERHALT:

Bei gleichem mAs-Produkt bewirkt die Änderung der Röhrenspannung eine Änderung der Nutzstrahldosis. Diese Änderung ist über einen größeren Spannungsbereich nicht linear.

FRAGESTELLUNG:

Welche Nutzstrahldosen werden, bei gleichem mAs-Produkt in einem bestimmten Abstand, durch verschiedene Röhrenspannungen erzeugt?

ZIEL:

Den Zusammenhang zwischen Röhrenspannung und Nutzstrahldosis erkennen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

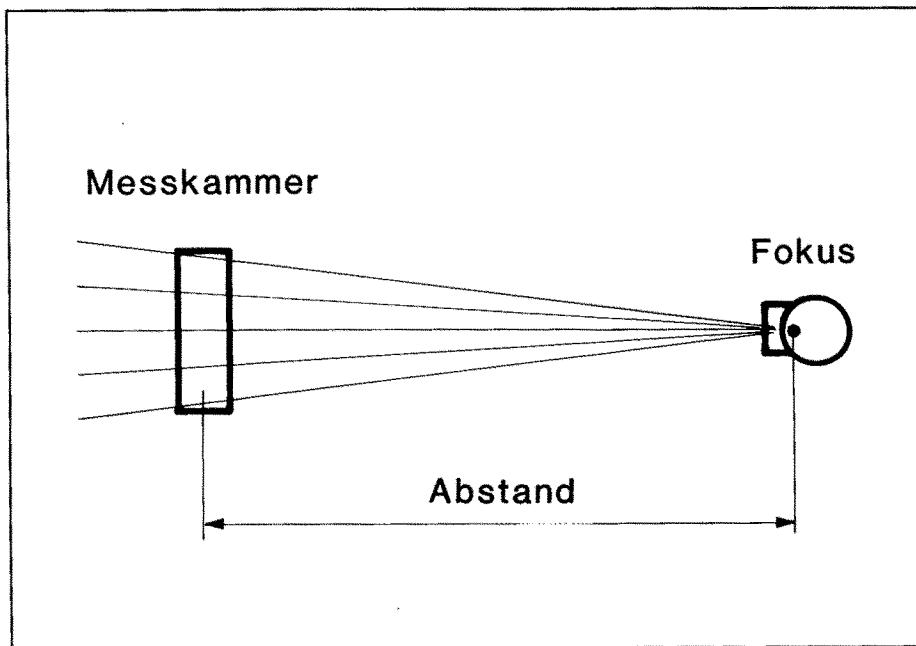
ARBEITSPLATZ: Gelb B

ARBEITSBLATT

RE - 02

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- mAs-Produkt 20 mAs
- Tiefenblende 4/6
- Abstand 100 cm (Bodenmarke)

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 02

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

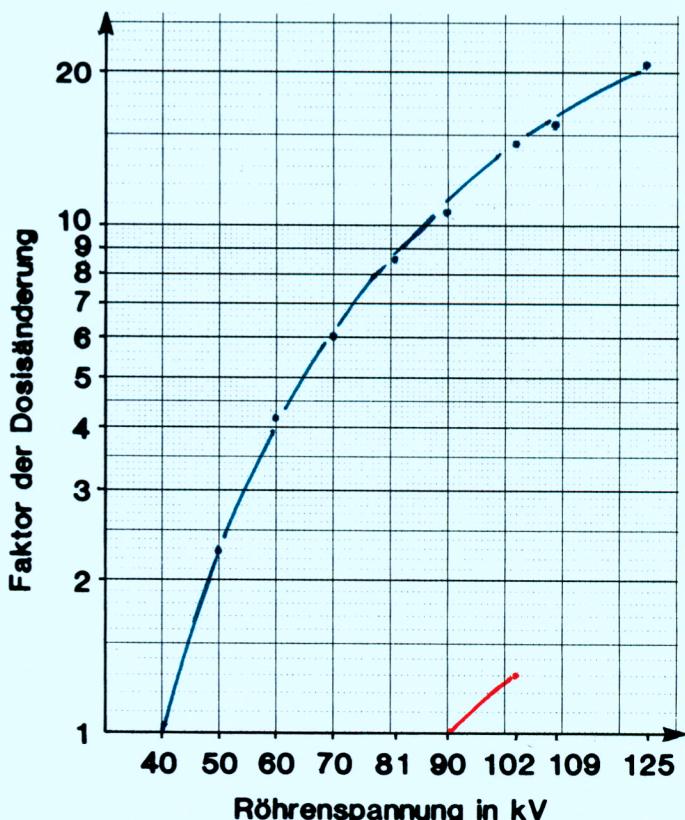
Röhrenspannung (kV)	40	50	60	70	81	90	102	109	125
---------------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

## ERMITTLEMENTEN:

Gemessene Nutzstrahl-dosis (mR)	7	16	29	42	60	75	100	110	145
Faktor der Dosisänderung	1	2,3	4,15	6	8,6	10,7	14,3	15,7	20,7
	-	-	-	-	-	1	1,3	-	-

AUSWERTUNG: ÄNDERUNG DER DOSIS DURCH ÄNDERUNG DER RÖHRENSPANNUNG

Tragen Sie die Faktoren der Dosisänderung für die jeweilige Röhrenspannung ein!



ARBEITSBLATT

RE - 02

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis, wenn die Röhrenspannung erhöht wird?
2. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis, wenn die Röhrenspannung von 40 kV auf 80 kV verdoppelt wird?
3. Wie ist der Faktor der Dosisänderung bei jeweils einem 10 kV-Sprung von 40 kV auf 50 kV und von 90 kV auf 102 kV? Was sagt dies aus?
4. Strahlenerzeugung in der Röntgenröhre: Welchen Einfluss hat dabei die Röhrenspannung (kV)?

ARBEITSBLATT

RE - 03

Seite 1

KAPITEL:

Einfluss Abstand auf Nutzstrahldosis

SACHVERHALT:

Die von der Röntgenröhre mit bestimmtem mAs-Produkt und mit bestimmter Röhrenspannung erzeugte Nutzstrahldosis nimmt mit zunehmendem Abstand vom Fokus ab. Für diese Abnahme gilt das sogenannte quadratische Abstandsgesetz.

FRAGESTELLUNG:

Welche Nutzstrahldosen sind, bei gleicher Röhrenspannung und gleichem mAs-Produkt, in verschiedenen Abständen vom Fokus vorhanden?

ZIEL:

Den Einfluss des Abstandes auf die Nutzstrahldosis erkennen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

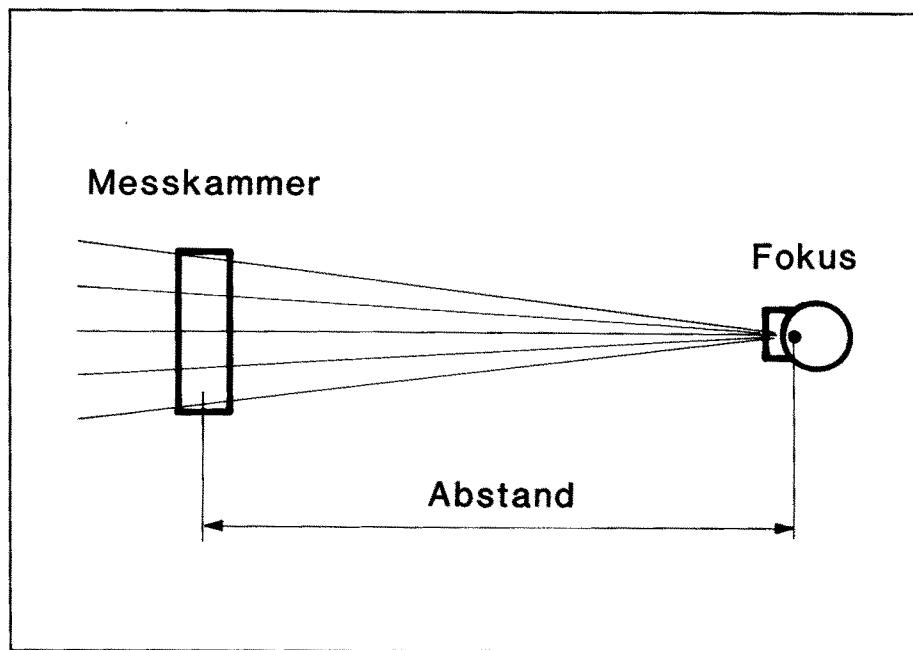
ARBEITSPLATZ: Gelb B

ARBEITSBLATT

RE - 03

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenspannung 70 kV
- Röhrenstrom 20 mA
- mAs-Produkt 20 mAs
- Tiefenblende 6/8

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

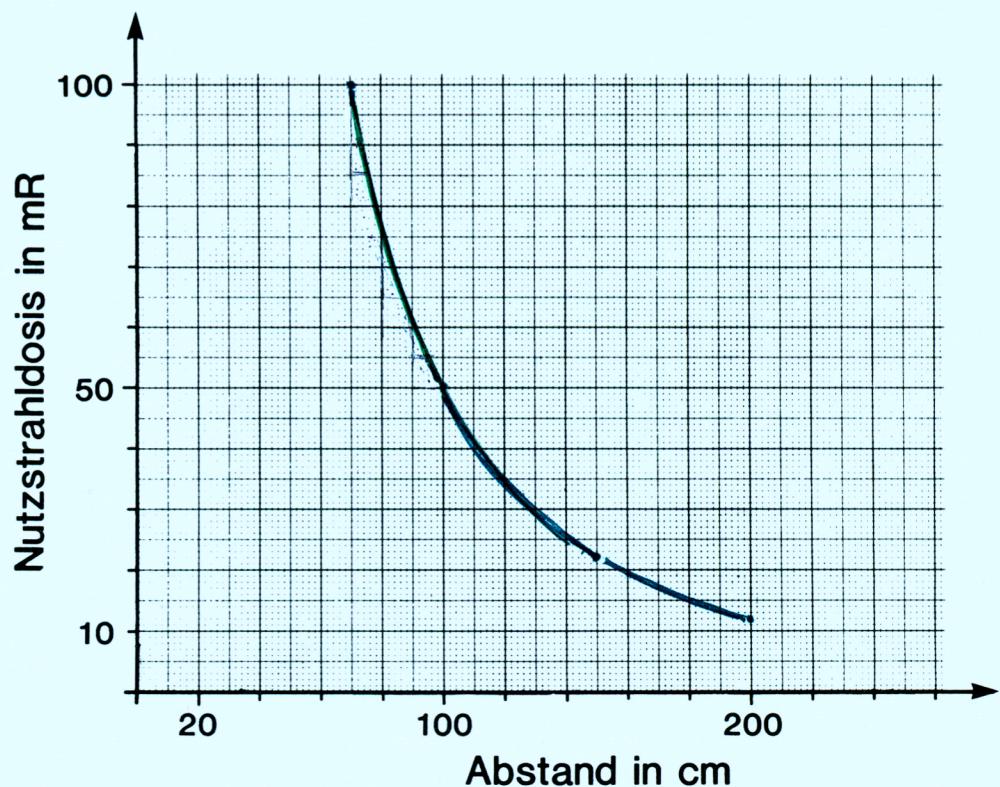
Abstand (cm)	70	100	150	200
--------------	----	-----	-----	-----

## ERMITTLUNGEN:

Gemessene Nutzstrahl-dosis (mR)	100	50	22	12
Faktor der Dosisänderung	2	1	0,44	0,25

AUSWERTUNG: NUTZSTRAHLDOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VOM ABSTAND

Tragen Sie die gemessenen Nutzstrahldosen für die jeweiligen Abstände ein!



ARBEITSBLATT

RE - 03

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis, wenn der Abstand geändert wird?
2. In einem Meter Abstand wird eine Nutzstrahldosis von 300 mR gemessen. Wie gross ist die Nutzstrahldosis in 50 cm?
3. Auf das Wievielfache bzw. auf welchen Bruchteil ändert sich die Nutzstrahldosis in Abhängigkeit des Abstandes, ausgehend von der Nutzstrahldosis in einem Meter?

## DOSISÄNDERUNG

Abstand (cm)      Faktor      %      Bruchteil

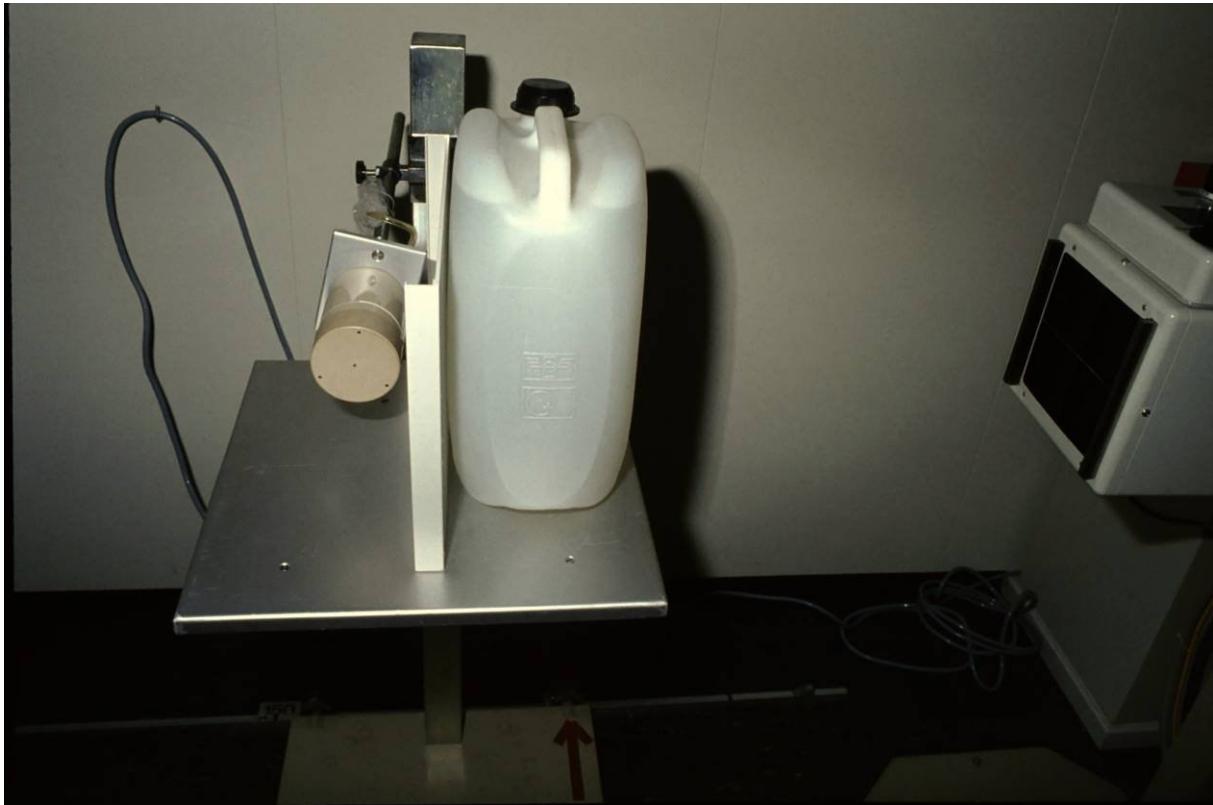
70	2	200	$\frac{2}{1}$
100	1	100	$\frac{1}{1}$
150	0,44	44	ca. $\frac{1}{2}$
200	0,25	25	$\frac{1}{4}$

Wie ist die Dosis zu ändern, wenn Sie um 30 cm NÄHER gehen?  
 (! Beweckt KEINEN Ausgangsabstand angeben !)

in Antwort: Bezugswert (Ausgangsabstand) <sup>mit Röhre</sup> muss verenkt!

## Einfluss mAs, kV, Abstand auf Körperaustrittsdosis

RE 11 - RE 12



ARBEITSBLATT

RE - 11

Seite 1

KAPITEL:

Einfluss kV und mAs auf Körperaustrittsdosis

SACHVERHALT:

Die Körperaustrittsdosis, das heisst die Dosis am bilderzeugenden System, bestimmt die Schwärzung des Röntgenfilms bei einer Röntgenaufnahme. Je nach mAs-Produkt bzw. kV-Wert sind entsprechende kV- bzw. mAs-Werte einzustellen um im gleichen Abstand die gleiche Körperaustrittsdosis zu erzielen.

FRAGESTELLUNG:

Welche kV- bzw. mAs-Werte sind bei vorgegebenen mAs- resp. kV-Werten einzustellen, um bei vorgegebenem FFA (hier: Fokus-Messkammer-Abstand) hinter einem Streustrahlenraster etwa gleiche Körperaustrittsdosen zu erzeugen?

ZIEL:

Den gegenseitigen Einfluss von mAs und kV auf die Körperaustrittsdosis (Dosis am bilderzeugenden System) erkennen.

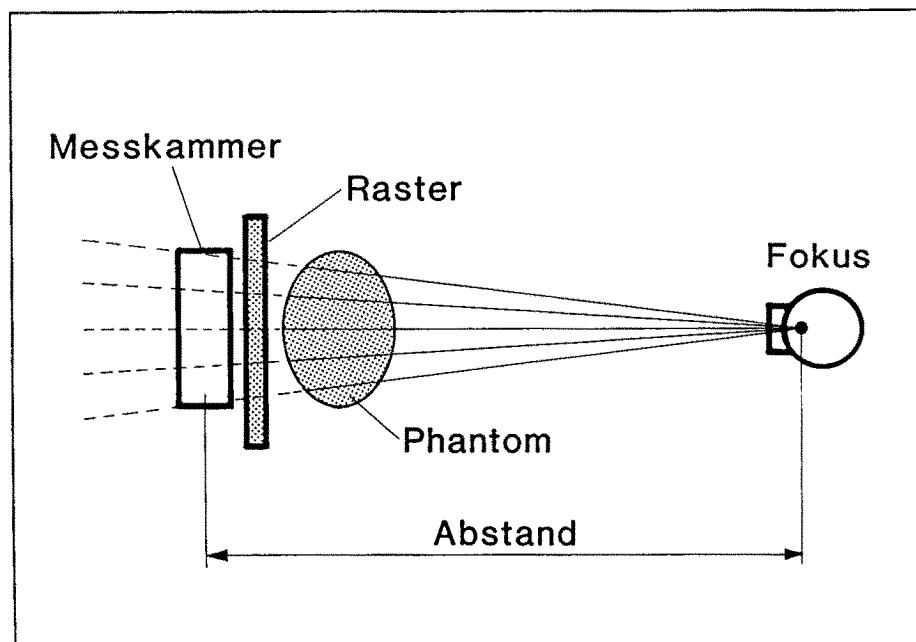
VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Gelb A

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende 4/6
- Fokus-Messkammer-Abstand 100 cm
- Streustrahlenraster  $r = 10$ ,  $n = 44$ ,  $f = 100$

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 11

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

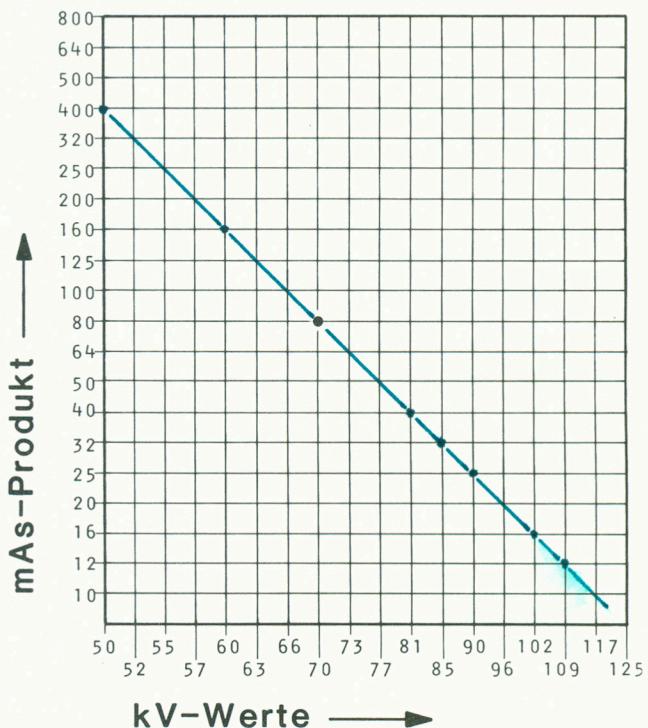
## EINSTELLUNGEN/ERMITTLEMENTEN:

Röhrenspannung (kV)	70	60	81	109	90	102	85	50
mAs-Produkt	80	160	40	12	25	16	32	400
Hinter Streustrahlraster gemessene Körperaustrittsdosis (mR)	0,65	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
(Gemessene Körperaustrittsdosis soll immer etwa gleich sein!)								

AUSWERTUNG: ZUSAMMENHANG KV-MAS FÜR GLEICHE KÖRPERAUSTRITTS DOSIS

Tragen Sie die unterschiedlichen, zusammengehörenden KV- und mAs-Werte zur Erreichung der gleichen Körperaustrittsdosis bei konstantem FFA (hier: Fokus-Messkammer-Abstand 100 cm) ein.

Die hier eingetragenen KV- und mAs-Werte entsprechen den Schalterstellungen am Schaltpult des "PLEOPHOS 4 S".



ARBEITSBLATT

RE - 11

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Beschreiben Sie den in der Auswertung (Seite 3) erkennbaren Sachverhalt!
2. Bewirken 10 kV-Sprünge bei gleicher Körperaustrittsdosis im gesamten Spannungsbereich eine gleiche prozentuale mAs-Anpassung?
3. Wie verhält sich das mAs-Produkt bei den 10 kV-Sprüngen von 60 kV auf 70 kV und von 70 kV auf 80 kV?
4. Kann für die Spannungsänderung in einem bestimmten Spannungsbereich eine Faustregel für die mAs-Anpassung formuliert werden?
5. Können eventuell auch anhand der kV- und mAs-Skalen am Schaltpult Anpassungen bzw. Änderungen ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden?
6. Lösen Sie die Aufgabenstellung übungsweise mit dem Punktesystem ohne die Messungen nochmals auszuführen.

## PRAKTIKUM-ZUSATZ-INFORMATIONEN

$\pm 1$  Punkt =  $\pm 25\%$  vom mAs-Wert

+/- 3 Punkte = doppelter/halber mAs-Wert

Bei Änderungen die Einflussrichtung + oder - beachten:

kV													
mAs													
FFA													
Generator	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Ein- und Zweipuls</td> <td style="width: 33%;">Sechspuls</td> <td style="width: 33%;">Zwölfspuls</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>- 2</td> <td>- 3</td> </tr> </table>	Ein- und Zweipuls	Sechspuls	Zwölfspuls	0	- 2	- 3						
Ein- und Zweipuls	Sechspuls	Zwölfspuls											
0	- 2	- 3											
Zu-satz-filt.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">2 mm Aluminium</td> <td style="width: 33%;">0,1 mm Kupfer</td> <td style="width: 33%;">0,15 mm Eisen</td> </tr> <tr> <td>+ 1</td> <td>+ 1</td> <td>+ 1</td> </tr> </table>	2 mm Aluminium	0,1 mm Kupfer	0,15 mm Eisen	+ 1	+ 1	+ 1						
2 mm Aluminium	0,1 mm Kupfer	0,15 mm Eisen											
+ 1	+ 1	+ 1											
Ein-blendung	+ 2 bis + 4; je nach Einblendung und Objektdicke												
Streu-strl. Raster	im Hartstrahlbereich verringern sich die Punkte um 1 bis 2 : <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">W 5/50</td> <td style="width: 16.6%;">Pb 5/21</td> <td style="width: 16.6%;">Pb 7/28</td> <td style="width: 16.6%;">Pb 8/40</td> <td style="width: 16.6%;">Pb 10/40</td> <td style="width: 16.6%;">Pb 12/40</td> </tr> <tr> <td>+ 4</td> <td>+ 2</td> <td>+ 3</td> <td>+ 4</td> <td>+ 5</td> <td>+ 6</td> </tr> </table>	W 5/50	Pb 5/21	Pb 7/28	Pb 8/40	Pb 10/40	Pb 12/40	+ 4	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6
W 5/50	Pb 5/21	Pb 7/28	Pb 8/40	Pb 10/40	Pb 12/40								
+ 4	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6								
Verst. Folie	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Universal: 0</td> <td style="width: 33%;">MR 50: + 3</td> <td style="width: 33%;">Energieabhängigkeit beachten!</td> </tr> <tr> <td>feinzeichnend : + 3</td> <td>Rapid: - 2</td> <td>MR 200: - 3</td> </tr> <tr> <td>folienlos : + 16</td> <td>Spezial: - 3</td> <td>MR 400: - 6</td> </tr> </table>	Universal: 0	MR 50: + 3	Energieabhängigkeit beachten!	feinzeichnend : + 3	Rapid: - 2	MR 200: - 3	folienlos : + 16	Spezial: - 3	MR 400: - 6			
Universal: 0	MR 50: + 3	Energieabhängigkeit beachten!											
feinzeichnend : + 3	Rapid: - 2	MR 200: - 3											
folienlos : + 16	Spezial: - 3	MR 400: - 6											
Ob-jekt	+/- 1 cm Objektdickenveränderung = 1 Punkt; beim Thorax: +/- 1,5 cm = +/1 P												
Gips	trocken: + 4 nass: + 5 (bei zirkulärem Gipsverband)												

KAPITEL:

Einfluss Abstand auf Körperaustrittsdosis

SACHVERHALT:

Die Körperaustrittsdosis, das heisst die Dosis am bilderzeugenden System, bestimmt die Schwärzung des Röntgenfilms bei einer Röntgenaufnahme. Je nach FFA (hier: Fokus-Messkammer-Abstand) sind entsprechende kV- bzw. mAs-Werte einzustellen um die gleiche Körperaustrittsdosis zu erzielen.

FRAGESTELLUNG:

Welche kV- resp. mAs-Werte sind bei vorgegebenen Fokus-Film-Abständen einzustellen, um hinter einem Streustrahlenraster etwa gleiche Körperaustrittsdosen zu erzeugen?

ZIEL:

Den Einfluss von mAs und kV auf die Körperaustrittsdosis (Dosis am bilderzeugenden System) bei verschiedenen Abständen erkennen.

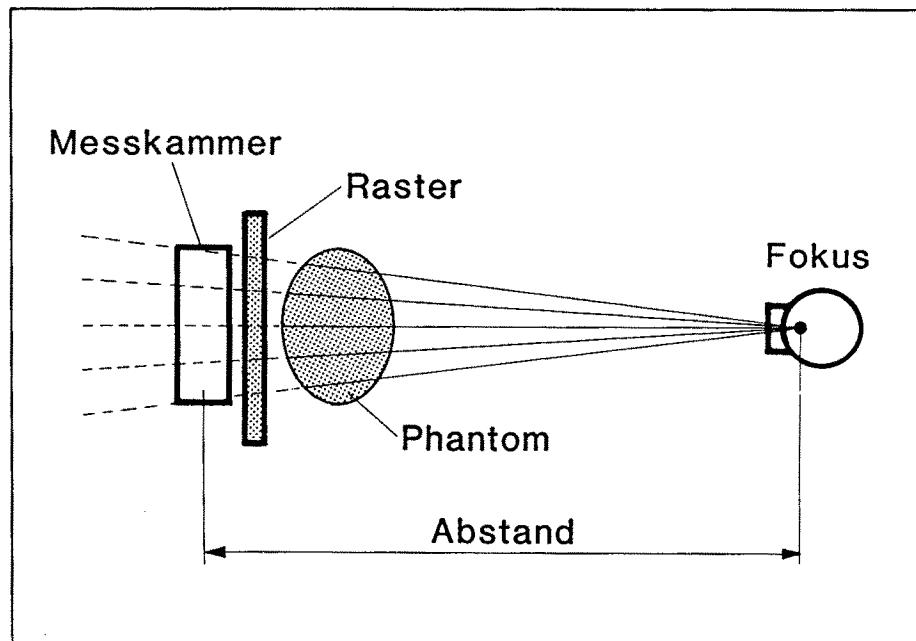
VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Gelb A

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Streustrahlenraster r 10, n 44, f 100

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 12

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN/ERMITTLUNGEN:

Röhrenspannung (kV)	70	70	70	81
mAs-Produkt	80	40	160	160
Fokus-Messgerät-Abstand (cm)	100	70	150	200
Tiefenblende	6/8	10/12	4/6	<del>3/2/4</del>
Hinten Streustrahlenraster gemessene Körperaustrittsdosis (mR)	1,1	1,2	1,1	1,1
(Gemessene Körperaustrittsdosis soll immer etwa gleich sein!)				

ARBEITSBLATT

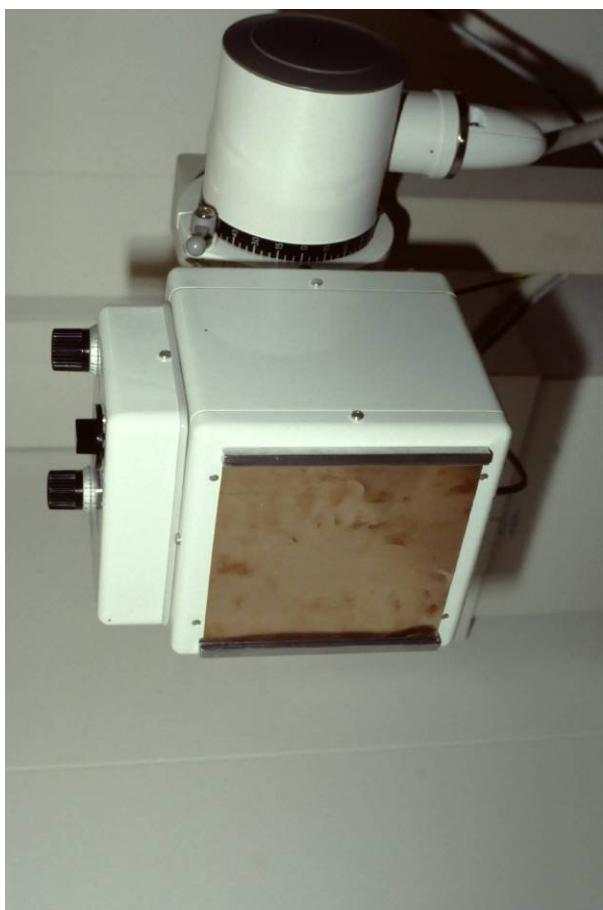
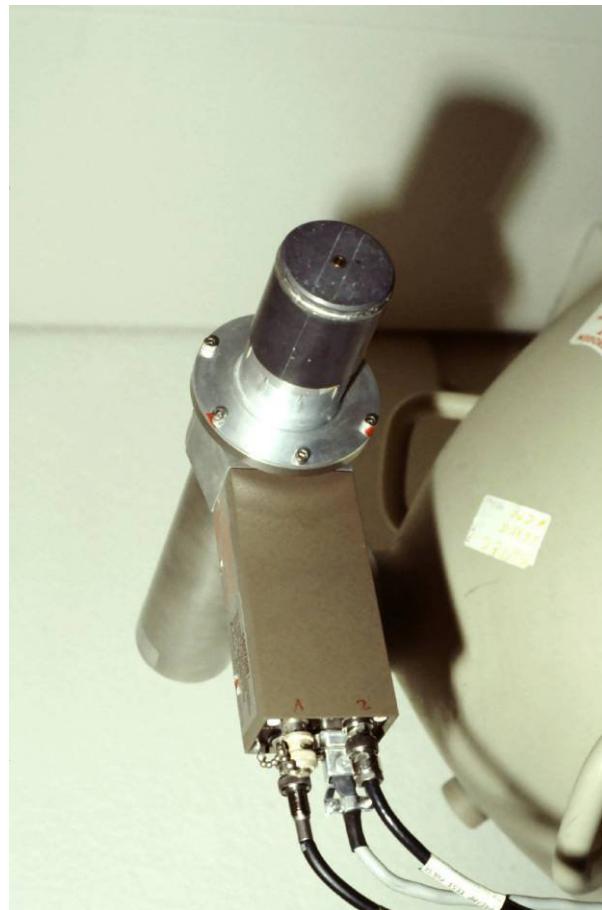
RE - 12

Seite 4

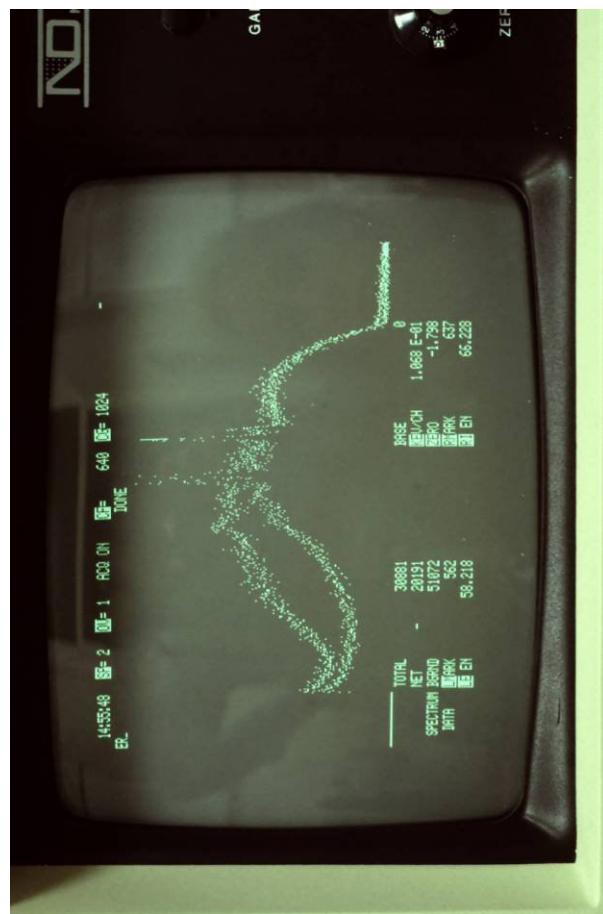
KONTROLLFRAGEN:

1. Warum wurde die Feldgrösseneinstellung am Lichtvisier für die unterschiedlichen Fokus-Messkammer-Abstände verändert? Was hätte sich verändert, wenn diese Feldgrösseneinstellungen bei allen vier Messungen gleich geblieben wären?
2. Welche Situationsänderungen können mit dem "Punktesystem" erfasst werden?  
*generell (also unabhängig von diesen Experimenten!)*
3. Lösen Sie die Aufgabenstellung übungsweise mit dem Punktesystem ohne die Messungen nochmals auszuführen!

Röntgenspektrometrie RE 13 u. RE 14



## Röntgenspektrometrie RE 13 u. RE 14



ARBEITSBLATT

RE - 13

Seite 1

KAPITEL:

Energiespektrum der Röntgen-Nutzstrahlung

SACHVERHALT:

Die in der Röntgenröhre durch die Röhrenspannung von der Kathode zur Anode beschleunigten Elektronen treten mit den Atomen der Anode in Wechselwirkung. Dabei wird deren Energie in zwei Arten von Röntgenstrahlung umgewandelt:

- durch Abbremsung der Elektronen in (Röntgen-) Bremsstrahlung
- durch Abtrennen von Elektronen in der innersten Schale und dem Wiederauffüllen dieser Leerstellen von äusseren Schalen freigesetzte charakteristische Röntgenstrahlung, falls die Energie der beschleunigten Elektronen dazu ausreicht.

Die Energieverteilung der Bremsstrahlung wird als kontinuierliches Spektrum bezeichnet und diejenige der charakteristischen Röntgenstrahlung als Linienspektrum.

Die Gestalt des gesamten Röntgenspektrums ist abhängig von der Röhrenspannung, dem Anodenmaterial und der Filterung.

FRAGESTELLUNG:

Welche Gestalt weist ein Röntgenspektrum mit und ohne charakteristische Röntgenstrahlung auf? In welcher Weise verändert sich dieses Spektrum durch das Einbringen von verschiedenen Zusatzfiltern in den Nutzstrahl? Wie verändert sich die durch die im Detektor ankommende Photonenzahl erzeugte Impulszahl (Dosis) durch die Zusatzfilter?

ZIEL:

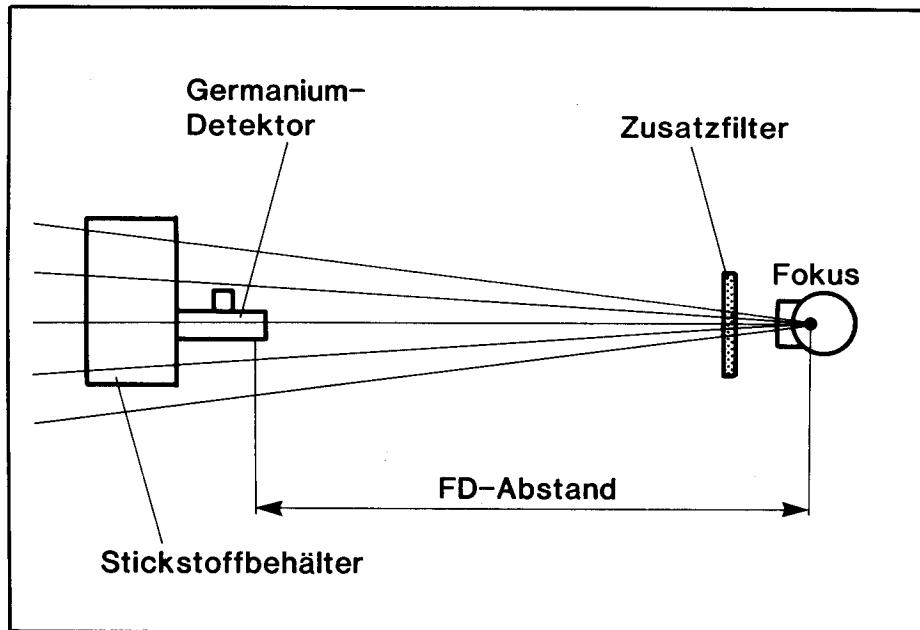
Erkennen, dass erst ab einer bestimmten Spannung charakteristische Röntgenstrahlung entsteht und dass Zusatzfilter, in Abhängigkeit von der Art des Materials, eine "Aufhärtung" des Bremspektrums bewirken (vor allem Photonen mit geringeren Energien werden durch die Filterung absorbiert).

VORGEHEN:

1. Grundeinstellungen vornehmen und Einstellungen gemäss Messprotokoll ausführen; ermittelte Werte in Messprotokoll eintragen
2. Auswertung gemäss Anweisungen des Lehrers ausführen und Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Grün A

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Durchleuchtungsbetrieb
- Röhrenspannung
- Röhrenstrom
- Durchleuchtungszeit
- Tiefenblende
- Fokus-Detektor-Abstand

60 kV und 90 kV (Messprotokoll)  
~~0,25 mA~~ für jede kV-Serie vorgegebene  
 90 Sekunden  
~~212~~ vorgegebene (eng zugeschoben)  
 vorgegeben

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Während Durchleuchtung Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 13

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

Zusatz- filter	60 kV			90 kV			
	<u>Netto</u> <u>totale</u> Imp. Zahl (ohne Backgr.)	max. Impulse Emitt. <del>bei Energie</del> (keV)	Emax.* (keV)	Emax.* (keV)	<u>Kalpha</u> <u><math>\alpha</math></u>	Energie <u>bei</u> <u><math>\beta</math></u> Kbeta	Kgamma <u><math>\gamma</math></u>
ohne	320 831	37,394	62,917	91,537	59,180	67,082	68,898
2 mm Al	239 674	39,637	62,597	92,178	59,180	67,082	69,004
0,5 mm Cu	58 446	49,034	62,063	92,499	59,180	67,082	68,898

\* Achtung: Die Emax. ist aus verschiedenen Gründen nicht identisch mit dem theoretisch erwarteten Wert.

AUSWERTUNG:

Spektrum 1 (ohne Filter) und 2 (mit Filter) sind auf dem Bildschirm zu überlagern und anschliessend gemeinsam für jeden Filter auszudrucken.

ARBEITSBLATT

RE - 13

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

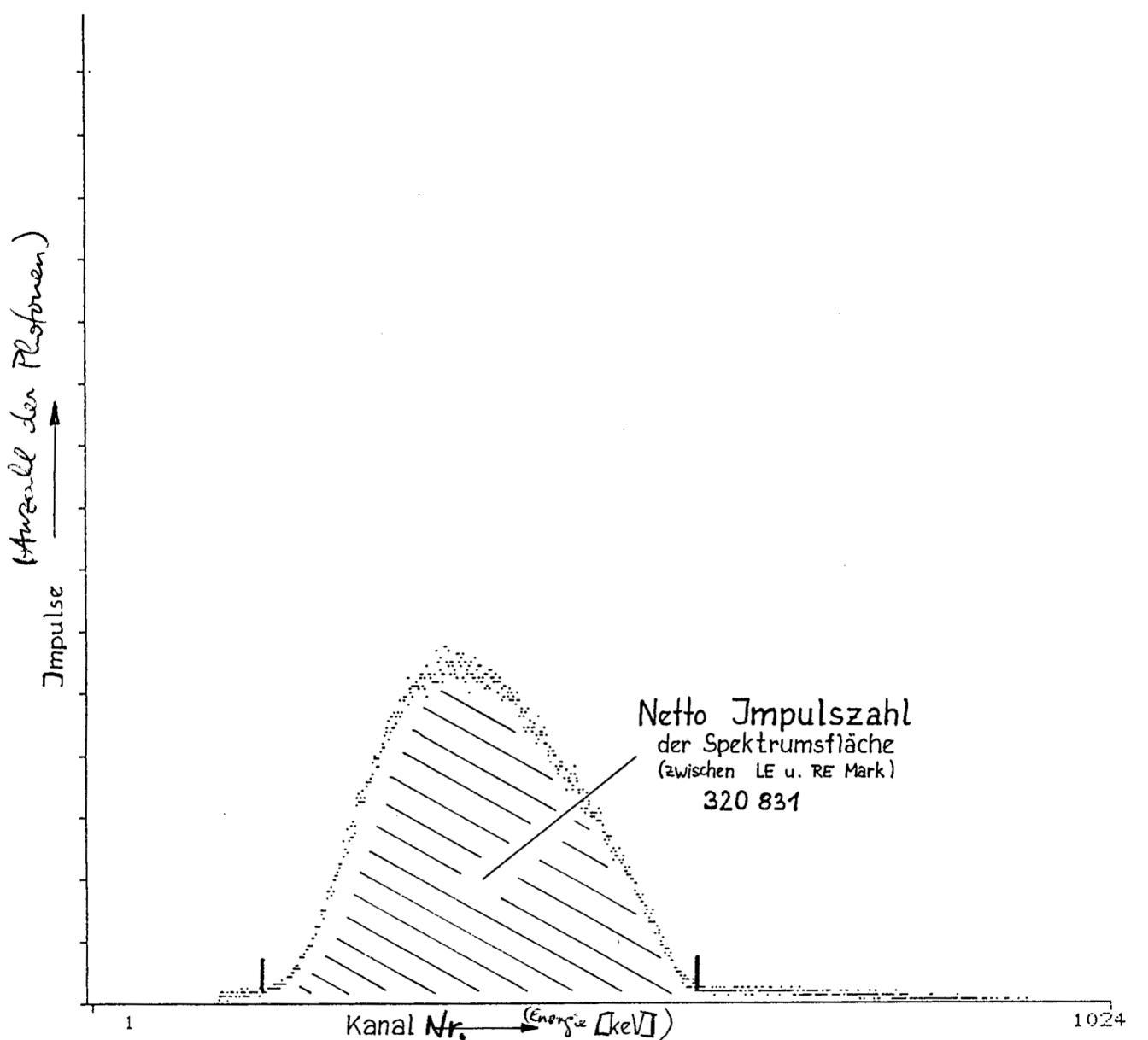
1. Interpretieren Sie das sich in Abhängigkeit von der Röhrenspannung verändernde Röntgen-Energiespektrum.
2. Welche Einflüsse haben die verschiedenen Zusatzfilter auf das Röntgen-Energiespektrum?
3. Warum kann man bei der Verwendung von Zusatzfiltern von einer "Aufhärtung" der Röntgenstrahlung sprechen?

## ARBEITSBLATT

RE - 13

SPEKTRUM 60 KV (0.25 mA/90 SEC) OHNE FILTER

SP = 2 OV = 1 ACQ OFF CF = 4096 CG = 1024



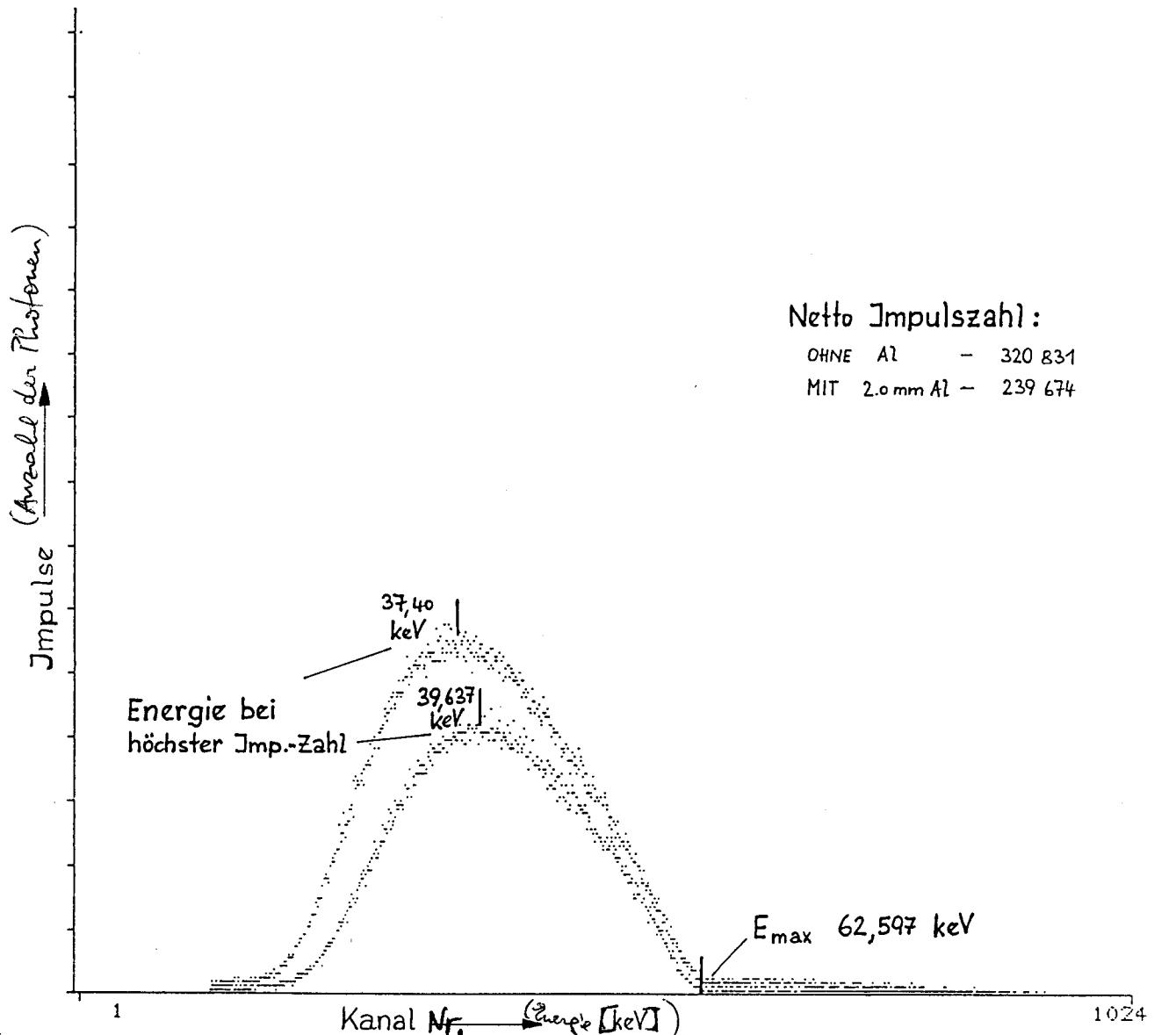
ACQGRP 2  
GROUPS 2  
CHANS 1024  
DOFF 0

PRESET 0  
TOTAL 0  
LIVE 0:00:00  
REAL 0:00:00  
ELAPSED 0  
0:03:26  
0:03:34

TOTAL	349017
NET	320831
BGRND	28186
LMARK	170
LE EN	16.356

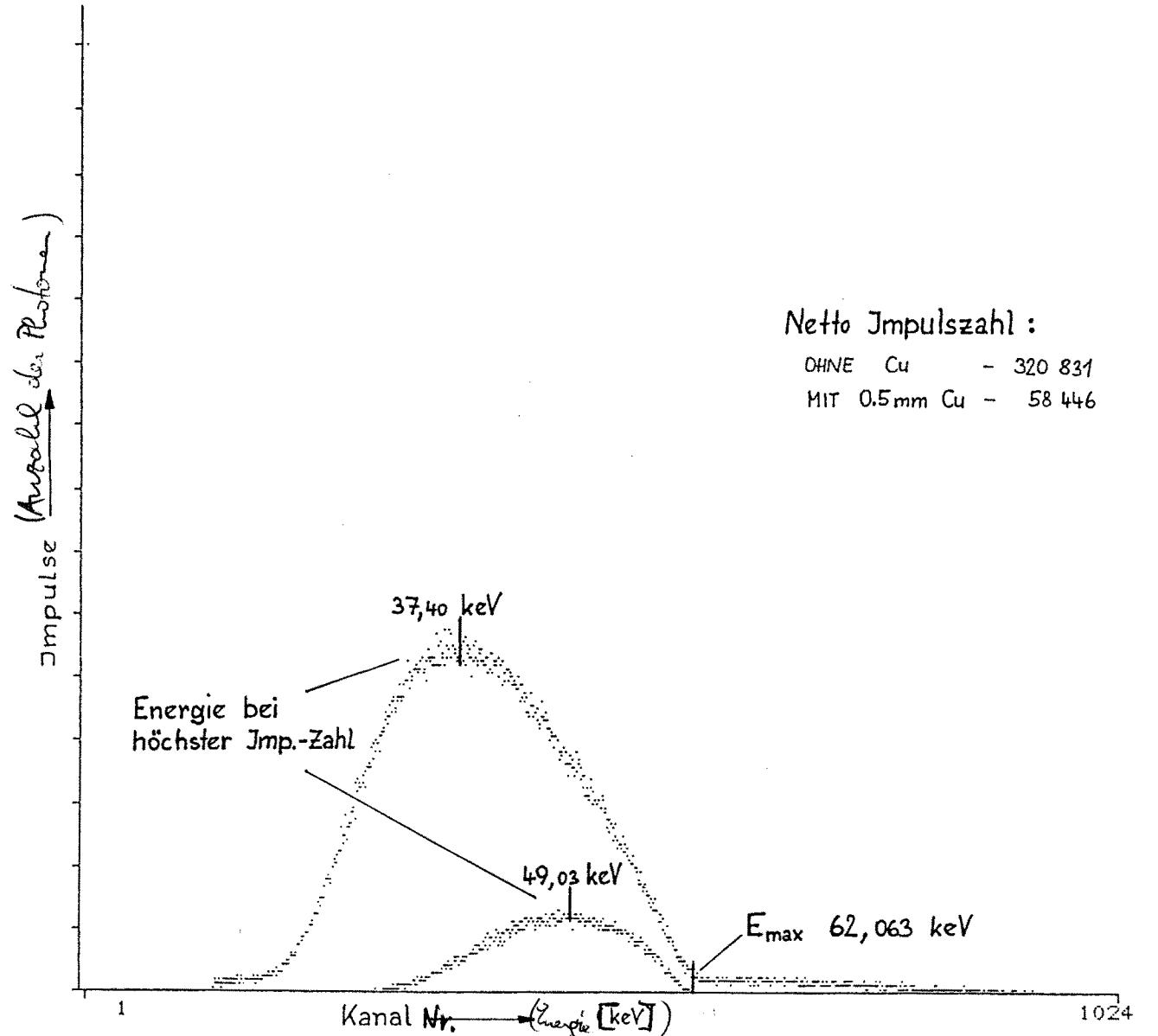
KEV/CH 1.068 E-01  
ZERO -1.798  
RMARK 606  
RI EN 62.917

SPEKTRUM 60 KV (0.25 mA/90 SEC) OHNE/MIT 2.0 MM AL (mA gleich)  
 SP = 2 OV = 1 ACQ OFF CF = 4096 CG = 1024



ACQGRP	2	TOTAL	0	ELAPSED	0
GROUPS		LIVE	0:00:00		
CHANS	1024	REAL	0:00:00		
DOFF	0				
TOTAL	135809				
NET	15605	KEV/CH	1.068 E-01		
BGRND	120204	ZERO	-1.798		
LMARK	Kanal 388	RMARK	Kanal 603		
LE EN	keV 39.637	RI EN	keV 62.597		

SPEKTRUM 60 KV (0.25 mA/90 SEC) OHNE/MIT 0.5 MM CU (mA gleich)  
 SP=2 OV=1 ACQ 0NN CF= 4096 CG= 1024



ACQGRP	2	TOTAL	0	ELAPSED	0
GROUPS	2	LIVE	0:00:00		
CHANS	1024	REAL	0:00:00		
DOFF	0				
TOTAL	24744				
NET	5556				
BGRND	19188				
LMARK	Kanal 476	KEY/CH	1.068 E-01		
LE EN	keV 49.034	ZERO	-1.798		
RMARK	Kanal 598				
RI EN	keV 62.063				

60 KV OHNE FILTER/MIT 2:5 MM AL

16:29:20

SP= 2

BV= 1

AEQ BFF

EF=

2048

EG= 1024

38,142 keV

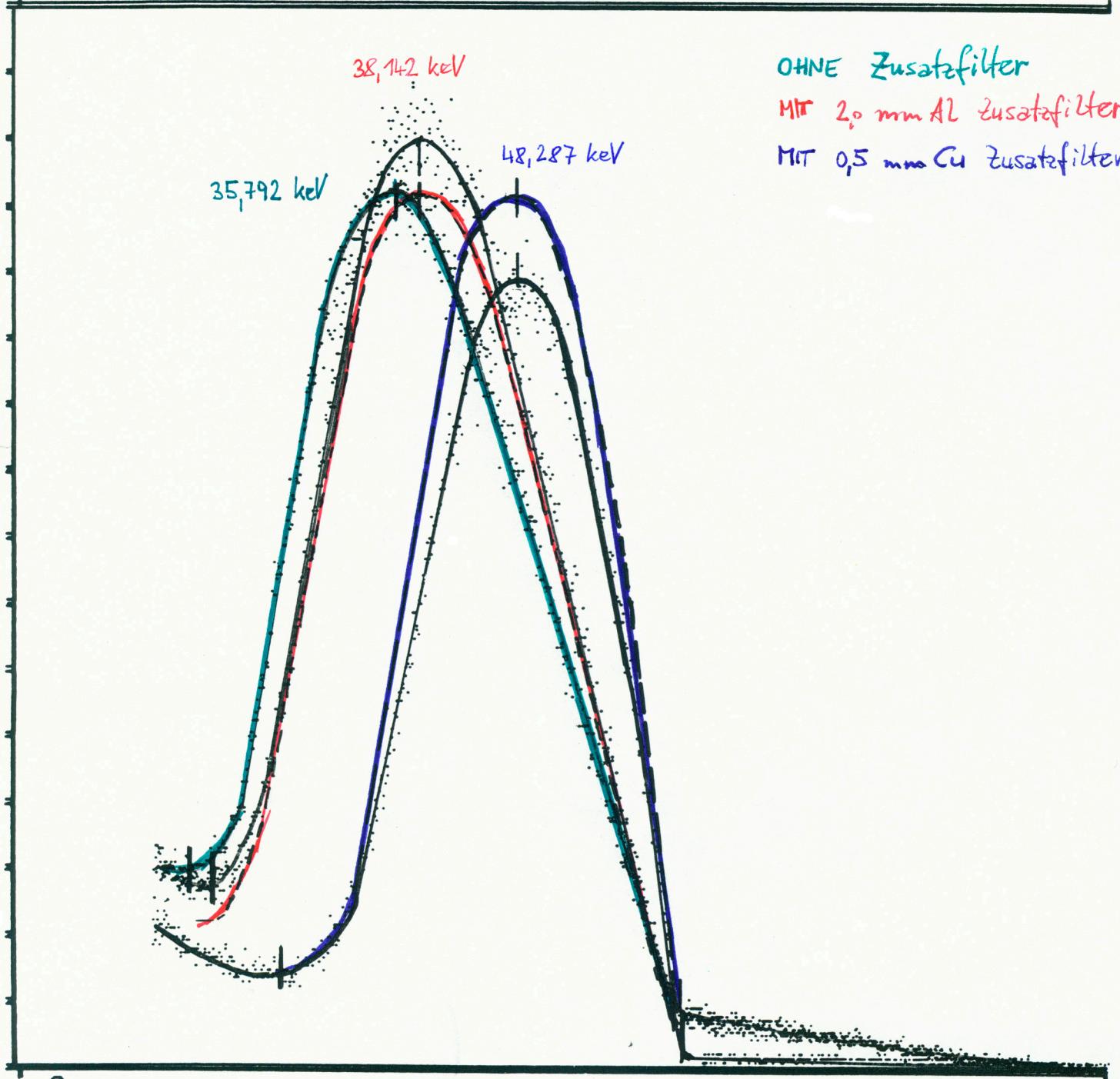
35,792 keV

48,287 keV

OHNE Zusatzfilter

MIT 2,0 mm Al Zusatzfilter

MIT 0,5 mm Cu Zusatzfilter



AEQGRP  
GROUPS  
CHANS  
BFFF

2  
2  
1024  
0

TOTAL  
NET  
BORN  
LMARK  
EE EN

1529  
0  
1529  
562  
38:782

TOTAL  
LIVE  
REAL

PRESET  
0  
01:09:00  
0:00:00

ELAPSED  
0  
01:02:37  
0:02:49

KEY/SH  
ZERO  
RMARK  
RI EN

1:068 E=01  
=1:798  
562  
38:782

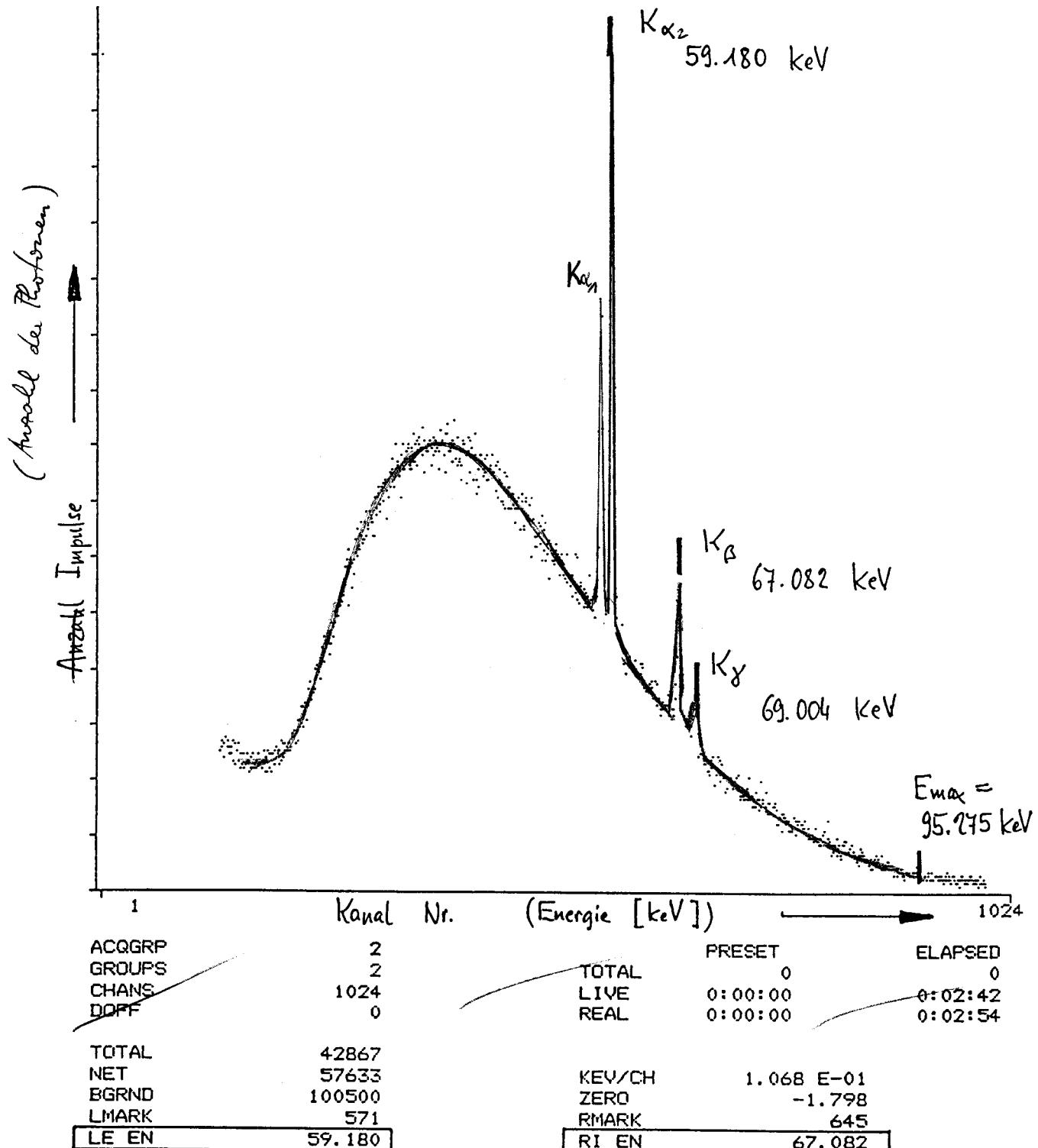
AEQ START TIME

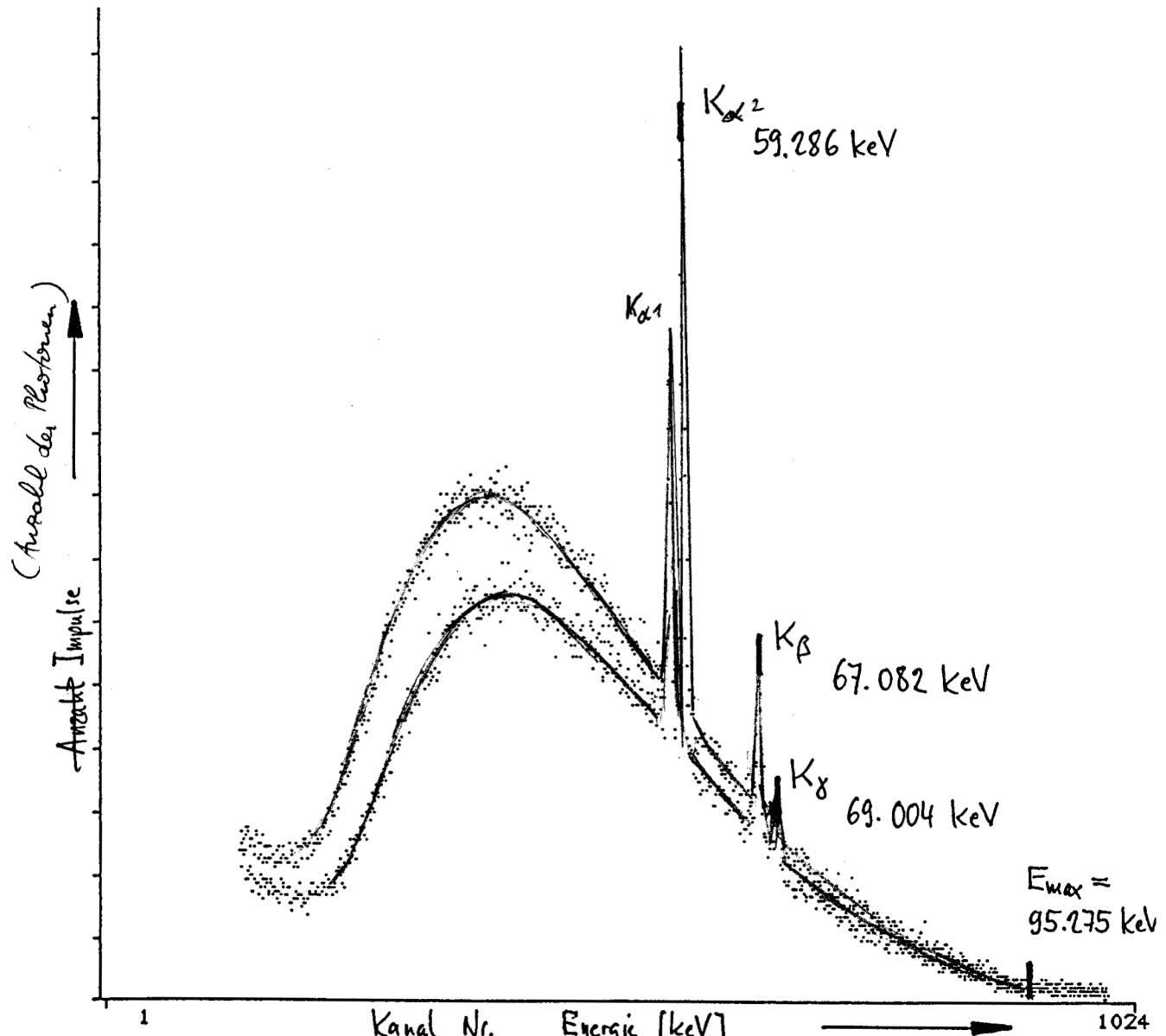
16:29:28

SPEKTRUM

90 KV (90 SEC)

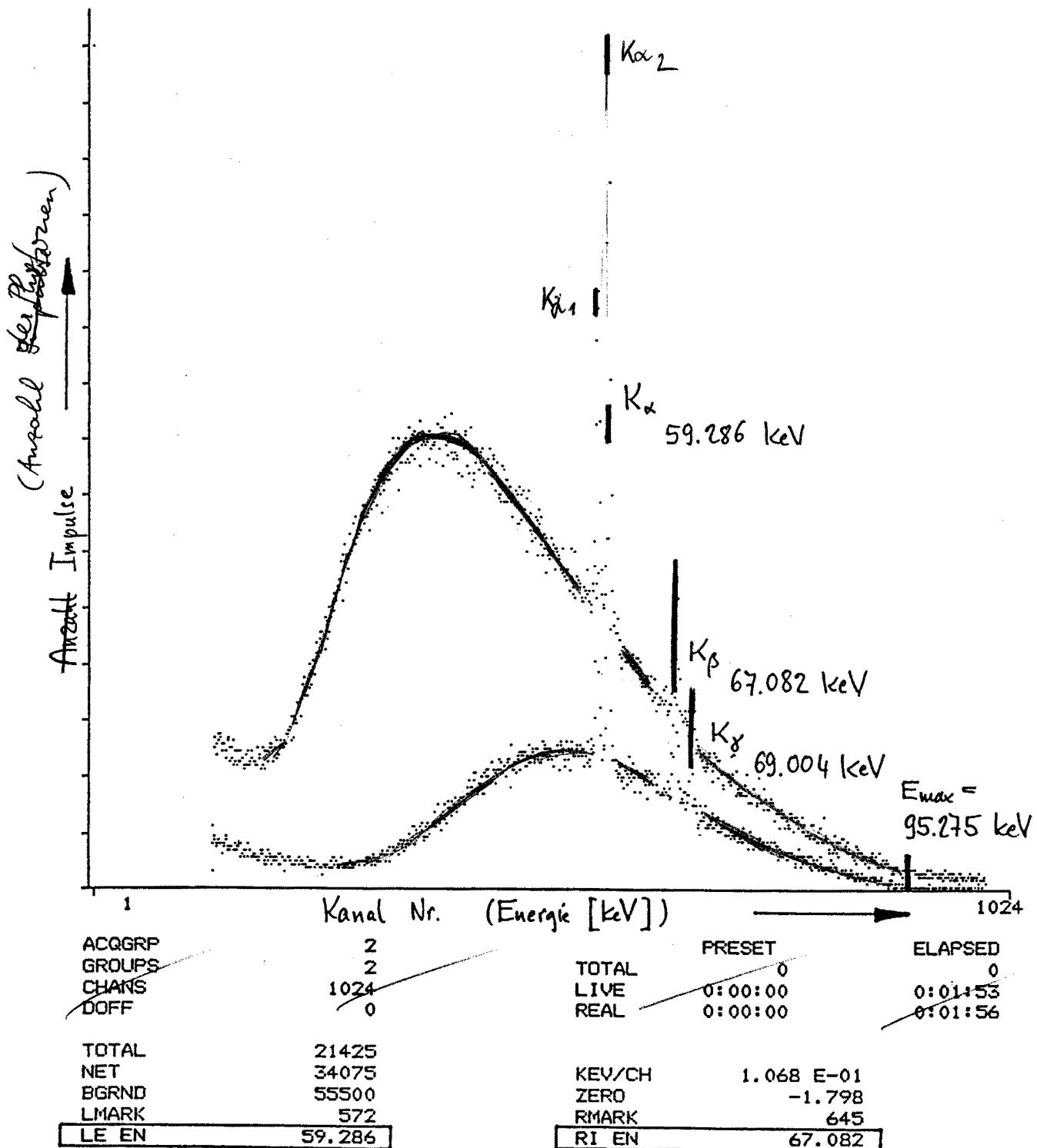
OHNE FILTER



SPEKTRUM90 KV (90 SEC) OHNE/MIT 2.0 MM AL  
ROEHRENSTROM UNVERAENDERT WIE "OHNE FILTER"

ACQGRP	2
GROUPS	2
CHANS	1024
DOFF	0
TOTAL	35624
NET	53583
BGRND	89207
LMARK	572
LE EN	59.286

TOTAL	1.068 E-01
LIVE	-1.798
REAL	645
KEY/CH	RT EN
ZERO	67.082
RMARK	
LE EN	

SPEKTRUM90 KV (90 SEC) OHNE/MIT 0.5 MM CU  
ROEHRENSTROM UNVERAENDERT WIE "OHNE FILTER"

KAPITEL:

Energiespektrum der Eintrittsstrahlung bildzeugendes System

SACHVERHALT:

Das von der Röntgenröhre freigesetzte Photonen-Energiespektrum wird nicht nur durch Zusatzfilter, sondern auch durch das abzubildende Objekt verändert. Diese Veränderung hat zur Folge, dass Dosis und Energiespektrum mit und ohne Objekt, bei gleichen Einstelldaten, sehr verschieden sind, je nach abzubildendem Objekt. Das bildzeugende System ist daher nicht der Nutzstrahlung, sondern der ins System eintretenden Strahlung anzupassen.

FRAGESTELLUNG:

Welche Veränderungen der Röntgenstrahlung bewirkt ein Schädelphantom?

ZIEL:

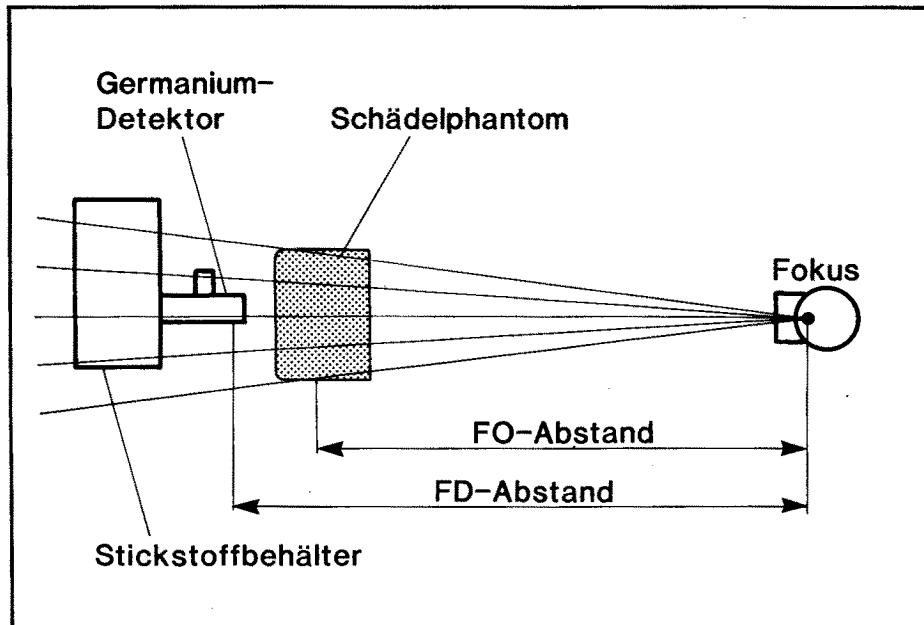
Erkennen, dass ein Objekt sowohl Dosis am bildzeugenden System, wie auch das Energiespektrum verändert.

VORGEHEN:

1. Grundeinstellungen vornehmen
2. Auswertung gemäss Anweisungen des Lehrers ausführen und Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Grün A

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Durchleuchtungsbetrieb
- Röhrenspannung 90 kV
- Röhrenstrom 0,25 mA ~~vorgegeben~~
- Durchleuchtungszeit 90 Sekunden
- Tiefenblende 212 vorgegeben (eng angeflendet)
- Fokus-Detektor-Abstand vorgegeben
- Fokus-Phantom-Abstand vorgegeben

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Während Durchleuchtung Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

GERATEAUFBAU:



AUSWERTUNG:

Spektrum 1 (ohne Phantom) und 2 (mit Phantom) sind auf dem Bildschirm zu überlagern und anschliessend gemeinsam auszudrucken.

ARBEITSBLATT

RE - 14

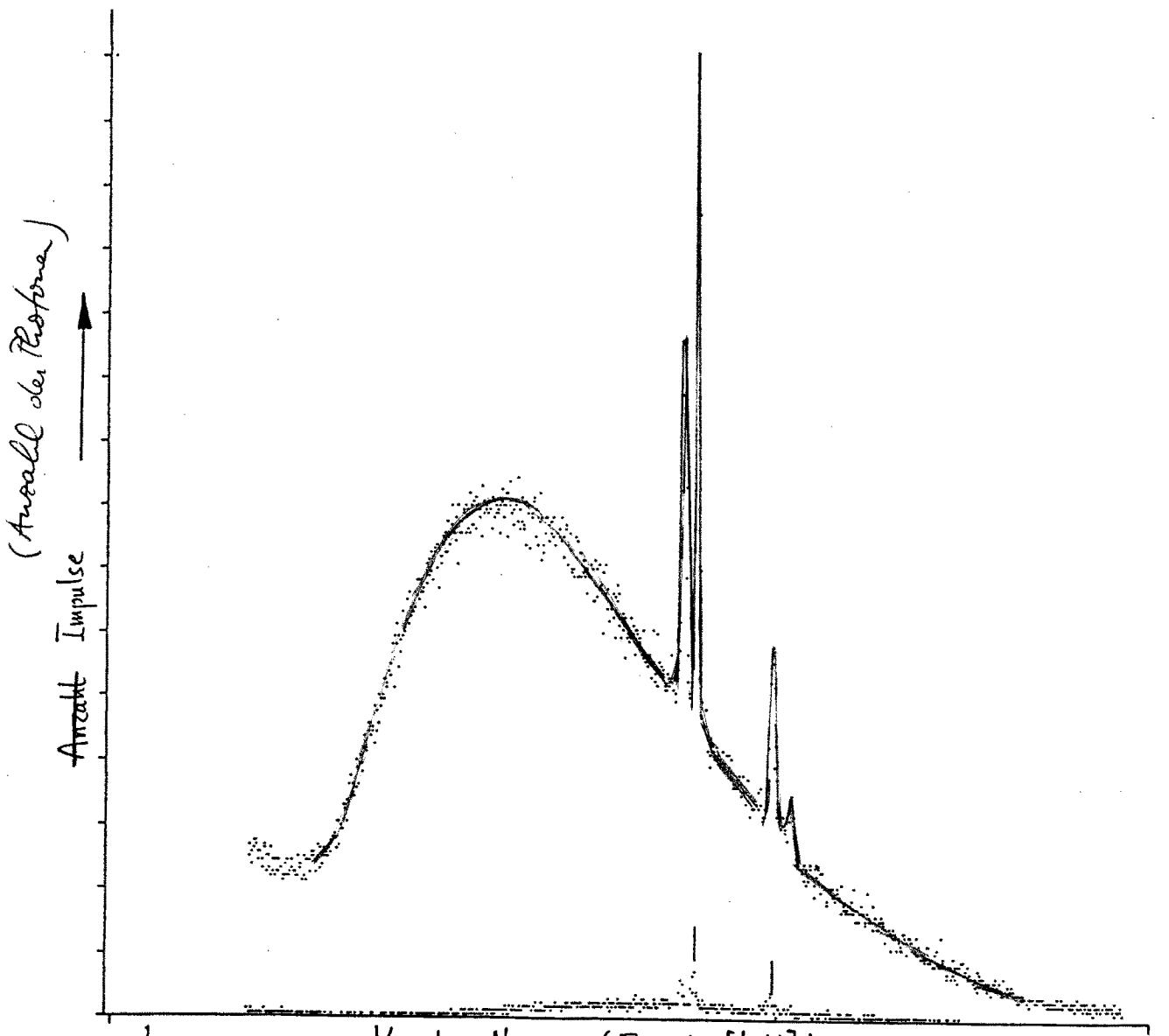
Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Interpretieren Sie den Unterschied zwischen den Röntgen-Energie-spektren vor und nach Durchtritt durch das Gewebe.
2. Was müssen Sie verändern, um am "Empfänger" (Detektor, bilderzeugendes System) die gleiche (Wirkungs-)Dosis zu erhalten? Was hat diese Änderung im Röntgenspektrum zur Folge?

SPEKTRUM

90 KV (90 SEC)

OHNE/MIT PHANTOM  
Röhrenstrom unverändert

ACQGRP  
 GROUPS  
 CHANS  
 DOFF

1  
 Kanal Nr.  
 2  
 2  
 1024  
 0

(Energie [keV])

TOTAL  
 LIVE  
 REAL

PRESET

ELAPSED

0

0

0

0

0

0

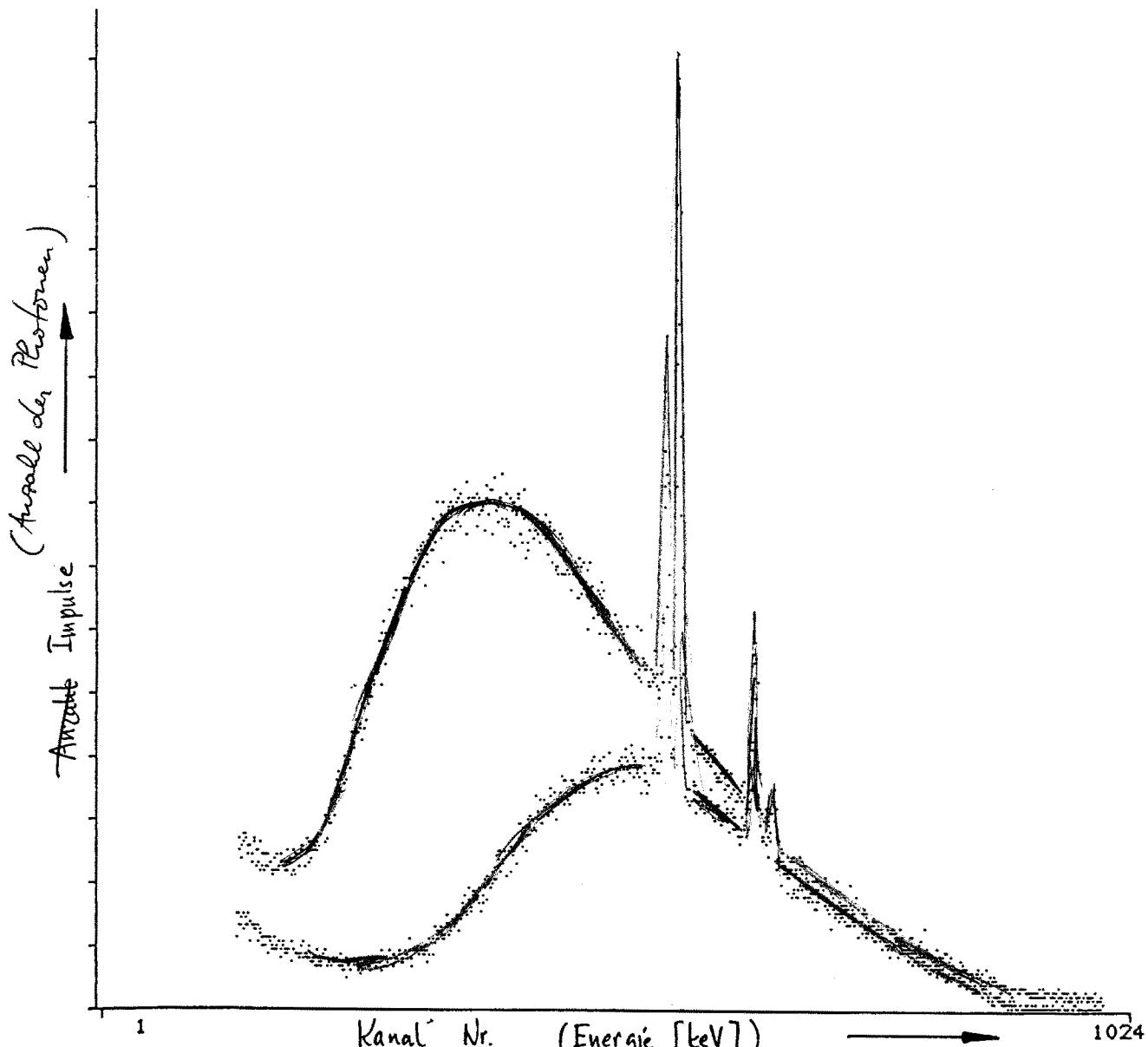
TOTAL  
 NET  
 BGRND  
 LMARK  
 LE EN

2361  
 4389  
 6750  
 572  
 59.286

KEV/CH  
 ZERO  
 RMARK  
 RI EN

1.068 E-01  
 -1.798  
 646  
 67.189

SPEKTRUM      90 KV (90 SEC)      OHNE PHANTOM  
 90 KV (90 SEC)      MIT PHANTOM - ROEHRENSTROM ERHOEHT  
 ZU "OHNE PHANTOM"



ACQGRP  
 GROUPS  
 CHANS  
 ZOFF

2  
 2  
 1024  
 0

TOTAL  
 LIVE  
 REAL

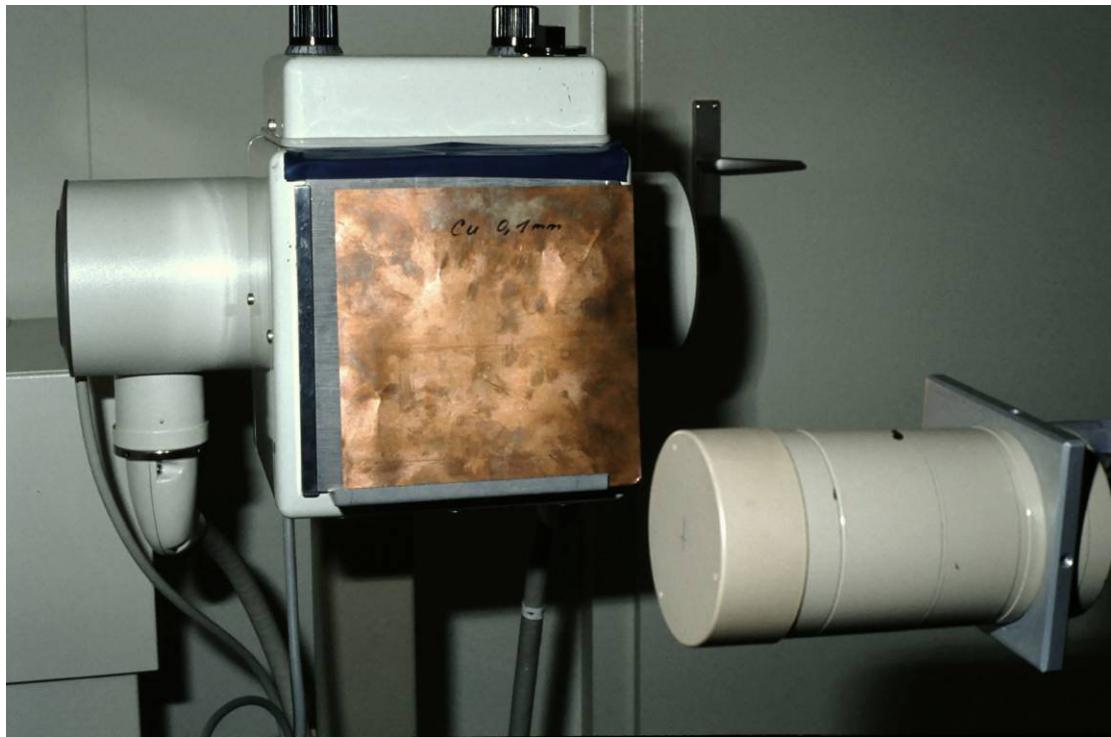
PRESET  
 0  
 0:00:00  
 0:00:00

ELAPSED  
 0  
 0:03:04  
 0:03:09

TOTAL      34712  
 NET      59897  
 BGRND      94609  
 LMARK      572  
 LE EN      59.286

KEV/CH      1.068 E-01  
 ZERO      -1.798  
 RMARK      645  
 RI EN      67.082

Schwächung Nutzstrahldosis durch versch. Materialien u. unterschiedl. kV **RE 15 - RE 16**



ARBEITSBLATT

RE - 15

Seite 1

KAPITEL:

Schwächung Nutzstrahldosis durch verschiedene Materialien

SACHVERHALT:

Das von der Röntgenröhre emittierte Röntgen-Nutzstrahlenbündel weist Photonen mit sehr unterschiedlichen Energien auf. Man bezeichnet dies als "nicht-homogenes" Strahlenbündel.

Ein in den Nutzstrahl eingebrachtes Material schwächt diesen, indem Photonen mit geringerer Energie hauptsächlich absorbiert (Photo-Effekt) und Photonen mit höherer Energie vornehmlich gestreut (Compton-Effekt) werden.

Die Homogenität des Strahlenbündels und die maximale Energie der Photonen (abhängig von der angelegten Röhrenspannung) bewirken, dass durch bestimmtes Material (bestimmte Dichte) eine bestimmte Schwächung der Nutzstrahldosis erreicht wird.

Ist die Nutzstrahldosis nach einer bestimmten Dicke eines Materials nur noch halb so gross wie ohne diese Materialschicht, so bezeichnet man diese als Halbwertsschicht.

FRAGESTELLUNG:

Welche Schwächung der Nutzstrahldosis erzielen Kupfer- bzw. Aluminiumbleche verschiedener Dicke bei zwei unterschiedlichen Röhrenspannungen im gleichen Abstand? Wie verändert sich dabei die Strahlenhomogenität, dargestellt durch die erste und zweite Halbwertsschicht?

ZIEL:

Erkennen in welchem Ausmass Aluminium und Kupfer bei niedriger und hoher Röhrenspannung die Nutzstrahldosis beeinflusst und wie gross die erste und die zweite Halbwertsschicht dieser Materialien ist.

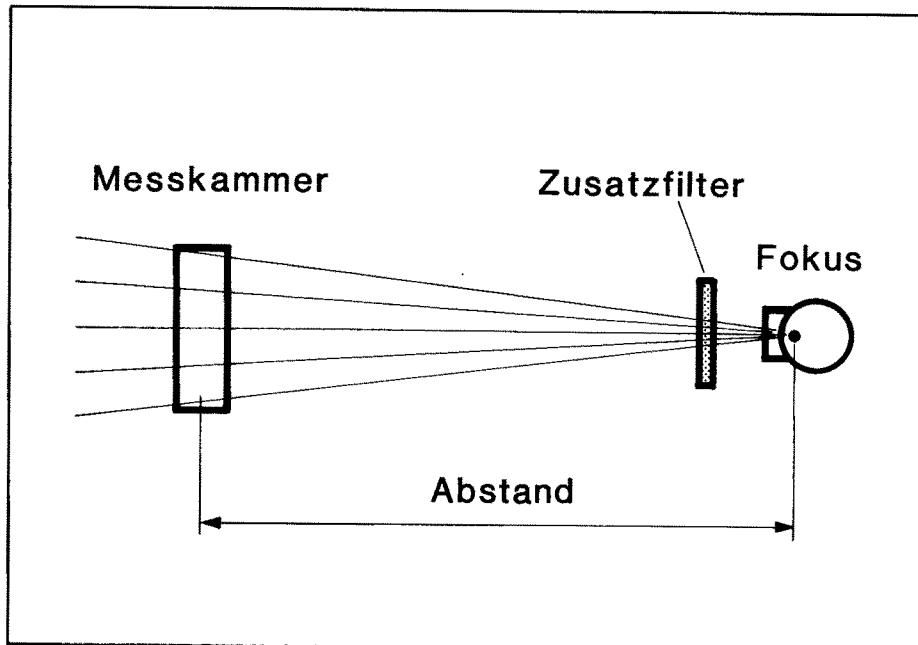
VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Braun A

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende 5/8
- Abstand 80 cm (Bodenmarke)

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten
- Halten Sie unbedingt die erforderliche Abkühlzeit (ca. 1 Minute) zwischen zwei Messungen ein!

ARBEITSBLATT

RE = 15

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Aluminium (mm) (2.7 g/cm <sup>3</sup> )	ohne	0.5	1	2	3	4	6	13

## ERMITTLUNGEN:

Nutzstrahldosis (mR) bei 60 kV/64 mAs	110	95	80	65	50	42	29	-
Relative Dosis in %	100	86	73	59	45	38	26	-
Nutzstrahldosis (mR) bei 117 kV/16 mAs	120	110	100	85	75	69	55	-
Relative Dosis in %	100	92	83	71	63	58	46	noch 25

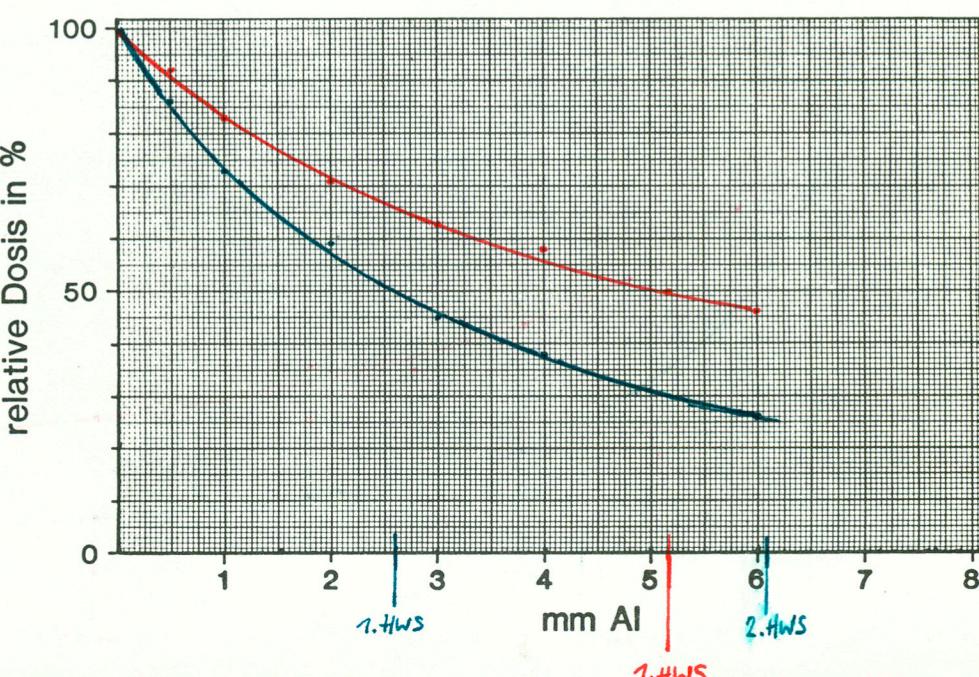
AUSWERTUNG: NUTZSTRAHLDOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER AL-DICKE

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!

60 kV \*—\*  
117 kV ●—●

1.HWS 2,6 mm  
2.HWS 3,5 mm  
 $h = 0,74$

1.HWS 5,2 mm  
2.HWS 7,8 mm  
 $h = 0,67$



ARBEITSBLATT

RE - 15

Seite 4

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

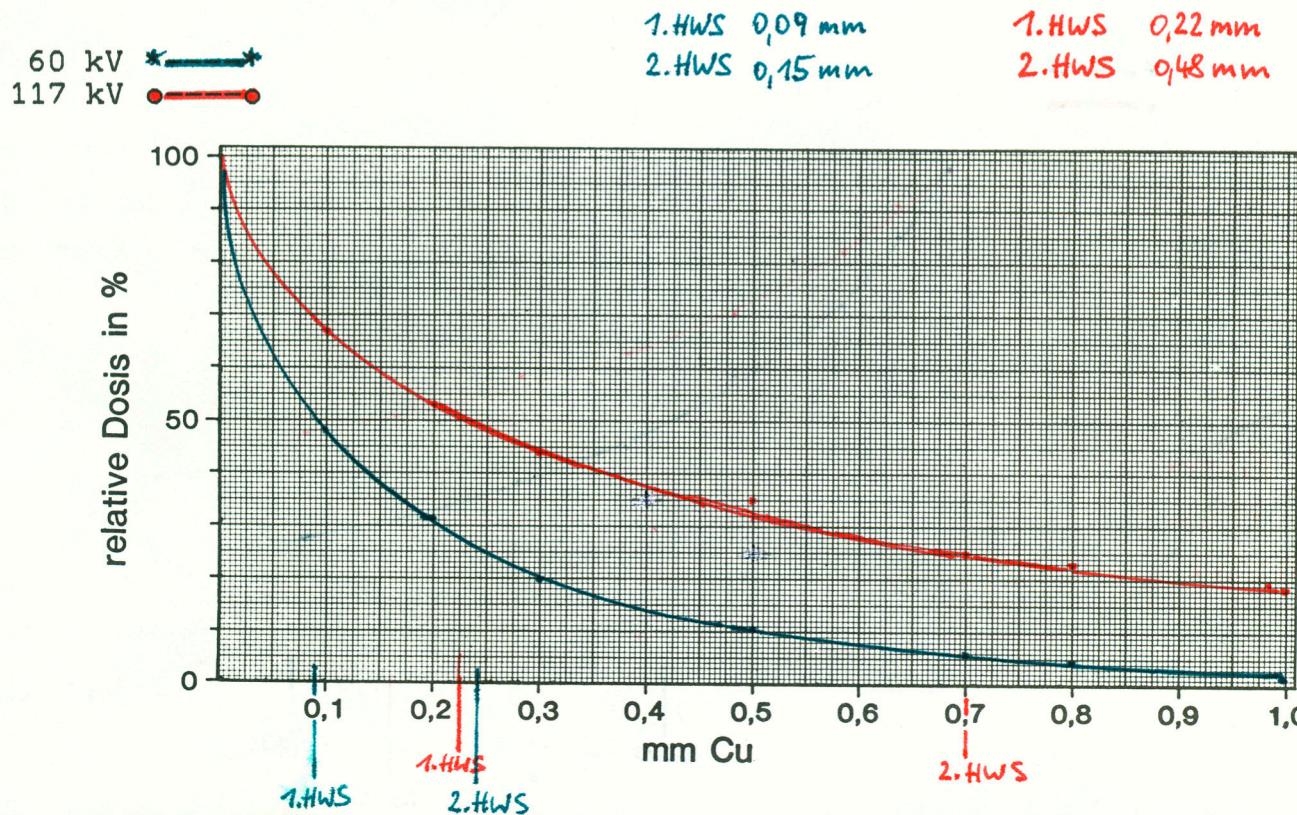
Kupfer (mm) (8.9 g/cm <sup>3</sup> )	ohne	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1

## ERMITTLEMENTEN:

Nutzstrahldosis (mR) bei 60 kV/64 mAs	110	53	34,5	22	11,5	6,3	4,8	1,5
Relative Dosis in %	100	48	31,4	20	10,5	5,7	4,4	1,4
Nutzstrahldosis (mR) bei 117 kV/16 mAs	120	80	64	53	42	30,5	27,5	22
Relative Dosis in %	100	67	53	44	35	25	23	18

AUSWERTUNG: NUTZSTRAHLDOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER CU-DICKE

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



ARBEITSBLATT

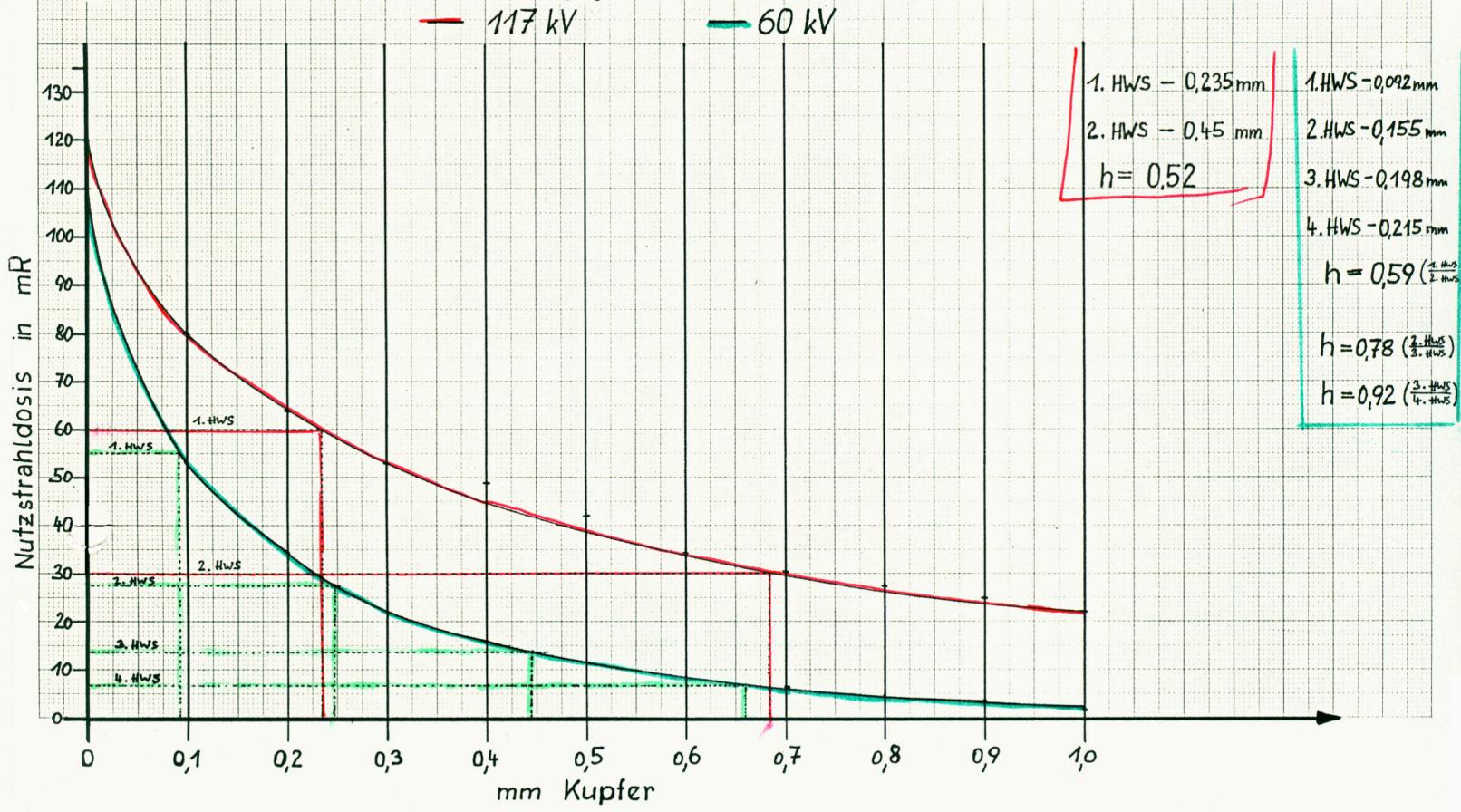
RE - 15

Seite 5

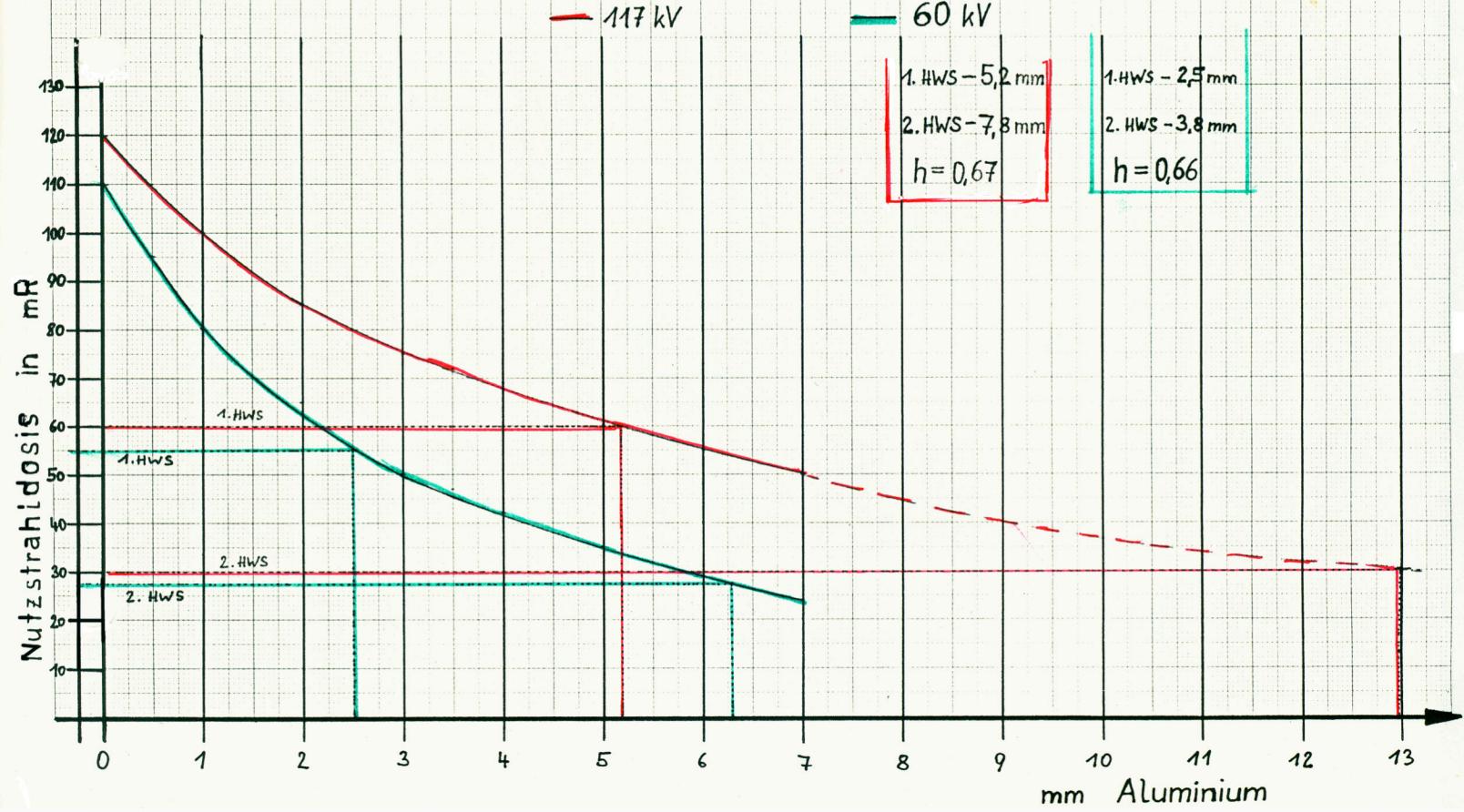
KONTROLLFRAGEN:

1. Wie verändert sich die Nutzstrahldosis mit zunehmender Al- bzw. Cu-Dicke?
2. Bestimmen Sie die erste und die zweite Halbwertsschicht für Aluminium und Kupfer bei beiden Spannungen.
3. Bestimmen Sie den Homogenitätsgrad dieser Strahlung mit den Halbwertsschichten des Aluminiums (siehe auch Zusatzinformationen).
4. Welche der beiden Nutzstrahlungen ist durchdringungsfähiger, wird also vom abschirmenden Material (Filter) weniger geschwächt?

## Nutzstrahldosis in Abhängigkeit von der Kupferdicke



## Nutzstrahldosis in Abhängigkeit von der Aluminiumdicke



KAPITEL:

Schwächung Nutzstrahldosis durch Röntgendiagnostik-Filter

SACHVERHALT:

Für spezielle Röntgenaufnahmen möchte man das von der Röntgenröhre mit bestimmter Spannung erzeugte Nutzstrahlenbündel aufhärten. Das heisst, der vom vorhandenen Nutzstrahl bewirkte hohe Kontrast wird nicht benötigt oder stört sogar.

Eine Aufhärtung der Nutzstrahlung kann erreicht werden, in dem die niederenergetischen (langwelligen) Photonen möglichst weitgehend "ausgefiltert" werden.

Nicht nur die Körpereintrittsdosis sondern auch die Körperaustrittsdosis (Dosis am bilderzeugenden System) verändert sich durch diese Massnahme.

Je nach Dichte und Dicke dieser Zusatzfilter ergeben sich dabei unterschiedliche Werte.

FRAGESTELLUNG:

Welche Schwächung der Nutzstrahldosis erzielen verschiedene Zusatzfilter gleicher Dicke und Zusatzfilter wie sie üblicherweise in der Röntgendiagnostik verwendet werden in gleichem Abstand bei zwei verschiedenen Röhrenspannungen?

ZIEL:

Erkennen in welchem Ausmass Materialien verschiedener Dichte bei niedriger und hoher Röhrenspannung die Nutzstrahldosis beeinflussen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

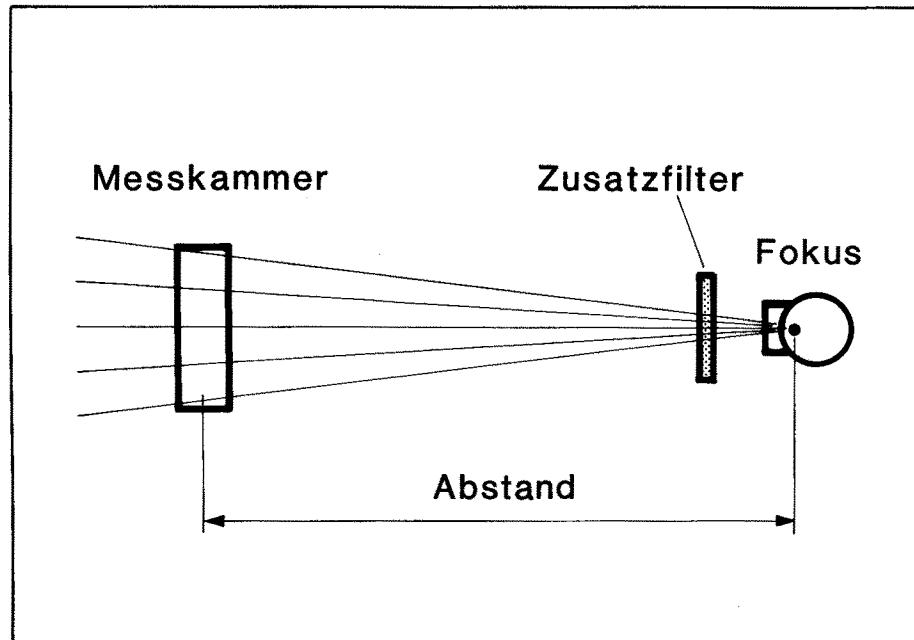
ARBEITSPLATZ: Braun A

ARBEITSBLATT

RE - 16

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FUR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| - Röhrenstrom  | 40 mA              |
| - Tiefenblende | 5/8                |
| - Abstand      | 80 cm (Bodenmarke) |

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten
- Halten Sie unbedingt die erforderliche Abkühlzeit (ca. 1 Minute) zwischen zwei Messungen ein!

ARBEITSBLATT

RE - 16

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

Für diese Aufgabe müssen nur noch die Messungen mit den Fe-Filtern ausgeführt werden. Die Messergebnisse von Al und Cu können aus RE-15 übernommen werden.

## EINSTELLUNGEN:

Zusatzfilter Material (g/cm <sup>3</sup> )	ohne --	Al 2.7	Fe 7.8	Cu 8.9	Al	Fe	Cu
Dicke (mm)	--	1	1	1	2	0.15	0.1

## ERMITTLUNGEN:

Nutzstrahldosis (mR) bei 60 kV/64 mAs	120	87	8	2	65	53	53
Schwächungsfaktor bei 60 kV	1	1,4	15	60	1,85	2,3	2,3
Nutzstrahldosis (mR) bei 117 kV/16 mAs	120	100	32	22	85	80	80
Schwächungsfaktor bei 117 kV	1	1,2	3,75	5,45	1,4	1,5	1,5

Schwächungsfaktor = Dosis ohne Filter : Dosis mit Filter

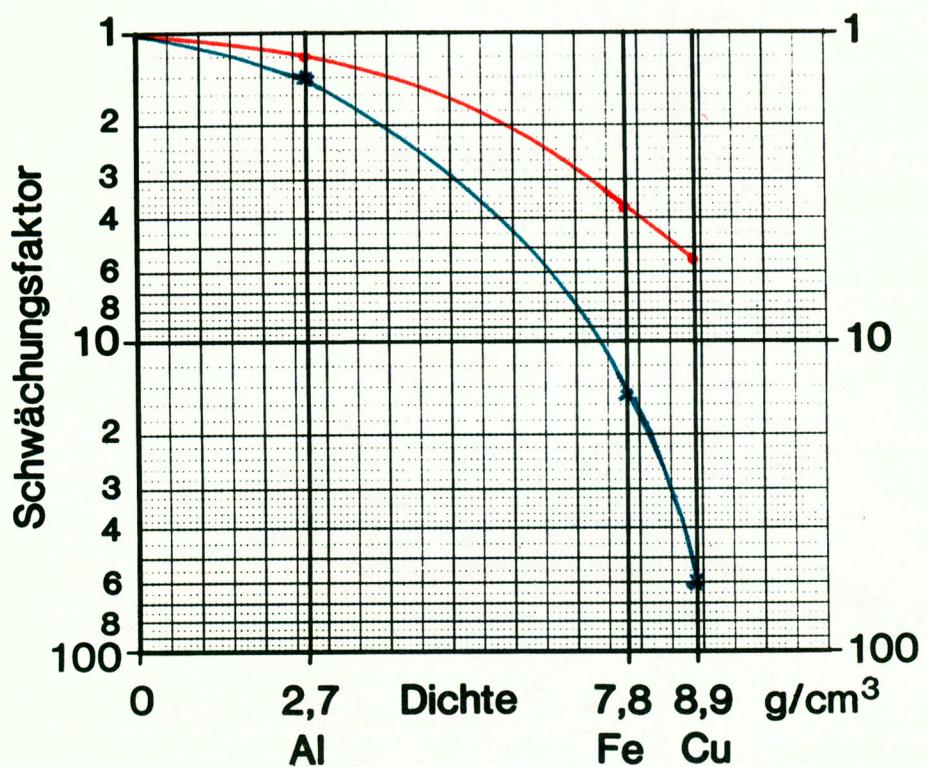
ARBEITSBLATT

RE - 16

Seite 4

AUSWERTUNG: SCHWAECHUNG NUTZSTRAHLDOSIS DURCH VERSCHIEDENE MATERIALIEN GLEICHER DICKE (1 MM)

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!

60 kV \*—\*  
117 kV —○—

KONTROLLFRAGEN:

1. Welches Zusatzfilter-Material absorbiert mehr resp. weniger Nutzstrahlung? Warum ist dies so?
2. Beschreiben Sie die Ursachen der in RE-15 und RE-16 gewonnenen Erkenntnisse.

Schwächung Nutzstrahldosis durch Blei bei unterschiedl. kV RE 17



ARBEITSBLATT

RE - 17

Seite 1

KAPITEL:

Schwächung der Nutzstrahldosis durch Blei

---

SACHVERHALT:

Blei bewirkt dank seiner hohen Dichte eine grosse Schwächung der Röntgennutzstrahlung. In der medizinischen Röntendiagnostik werden verschiedene Produkte, welche Blei enthalten, zu Abschirmzwecken verwendet. Dabei weisen Bleigummischürzen (und Handschuhe) Blei- gleichwerte von 0.25 mm bzw. 0.5 mm, spezielle Bleigummi zum Abdecken von Teilen der Röntgenfilme oder im Nutzstrahl liegender Körper- teile (Gonaden) bis 1 mm auf.

---

FRAGESTELLUNG:

In welchem Ausmass schwächen diese Schutzmaterialeien die Nutzstrahlung bei gleichem Abstand? Wie beeinflusst die Röhrenspannung diese Schwächung?

---

ZIEL:

Erkennen der Wirksamkeit von in der Medizin verwendeten Schutzmaterialeien zur Abschirmung von Nutzstrahlung bei verschiedenen Röhren- spannungen (Photonenenergien).

---

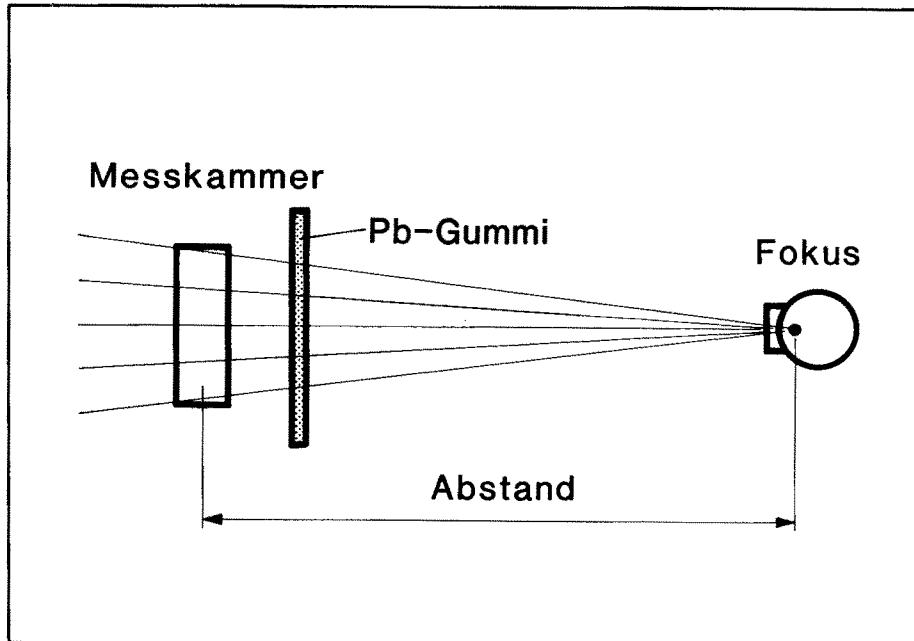
VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

---

ARBEITSPLATZ: Grün B

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 80 mA
- Tiefenblende 6/8
- Abstand 80 cm (Bodenmarke)

Bei der jeweiligen Röhrenspannung wird durch die Anpassung der mAs annähernd die gleiche Nutzstrahldosis wie beim Messwert "ohne Bleigummi" erzeugt.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 17

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

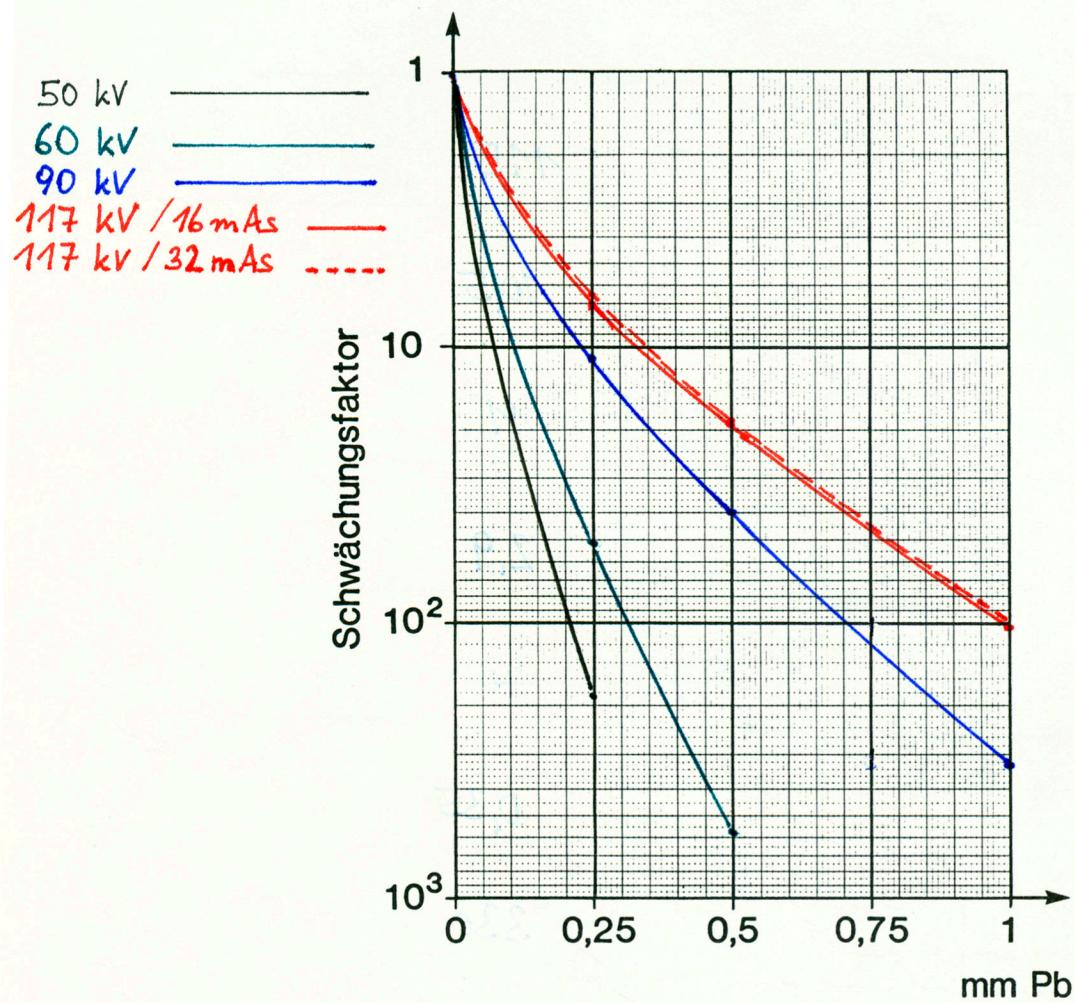
Röhrenspannung (kV)	50	60	90	117	117
mAs-Produkt	160	80	32	16	32

## ERMITTLEMENTEN:

Nutzstrahldosis (mR) ohne Blei (0)	120	115	115	110	210
Nutzstrahldosis (mR) mit 0.25 mm Blei (1)	0,65	2,2	10,5	16,3	32,6
Schwächungsfaktor Dosis (0) : Dosis (1)	185	52	11	7	6,5
Nutzstrahldosis (mR) mit 0.5 mm Blei (2)	--	0,2	2,9	5,8	11,5
Schwächungsfaktor Dosis (0) : Dosis (2)	--	575	40	19	18,3
Nutzstrahldosis (mR) mit 1 mm Blei (3)	--	--	0,35	1,05	2,1
Schwächungsfaktor Dosis (0) : Dosis (3)	--	--	330	105	100

AUSWERTUNG: SCHWÄCHUNG NUTZSTRÄHLUNG DURCH VERSCHIEDENE BLEIDICKEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN RÖHRENSPANNUNGEN

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



ARBEITSBLATT

RE - 17

Seite 5

KONTROLLFRAGEN:

1. Hat die Röhrenspannung einen Einfluss auf die Schwächung der Nutzstrahlung durch Bleigummi? Warum ist dies so?
2. Auf welchen Bruchteil wird die Röntgen-Nutzstrahlung mit 117 kV Röhrenspannung durch die verschiedenen Pb-Dicken geschwächt?  
durch 0.25 mm Pb auf ca. 15 % bzw. Faktor ca. 7  
durch 0.5 mm Pb auf ca. 5 % bzw. Faktor ca. 20  
durch 1 mm Pb auf ca. 1 % bzw. Faktor ca. 100
3. Besteht ein Unterschied in der Schwächung der Nutzstrahlung von 117 kV/16 mAs und 117 kV/32 mAs?

Schwächung Streustrahldosis durch Blei bei unterschiedl. kV RE 18



ARBEITSBLATT

RE - 18

Seite 1

KAPITEL:

Schwächung der Streustrahldosis durch Blei

SACHVERHALT:

Blei bewirkt dank seiner hohen Dichte eine grosse Schwächung der Röntgenstreustrahlung. In der medizinischen Röntgendiagnostik werden verschiedene Produkte, welche Blei enthalten, zu Abschirmzwecken verwendet. Dabei weisen Bleigummischürzen (und Handschuhe) Blei- gleichwerte von 0.25 mm bzw. 0.5 mm, spezielle Bleigummi zum Abdecken von Teilen der Röntgenfilme oder im Nutzstrahlbündel liegender Körperteile (Gonaden) bis 1 mm auf.

FRAGESTELLUNG:

In welchem Ausmass schwächen diese Schutzmaterialien die Streustrahlung, welche seitlich des Patienten auftritt? Wie beeinflusst die Röhrenspannung diese Schwächung?

ZIEL:

Erkennen der Wirksamkeit von in der Medizin verwendeten Schutzmaterialien zur Abschirmung von Streustrahlung bei verschiedenen Röhrenspannungen (Photonenenergien).

VORGEHEN:

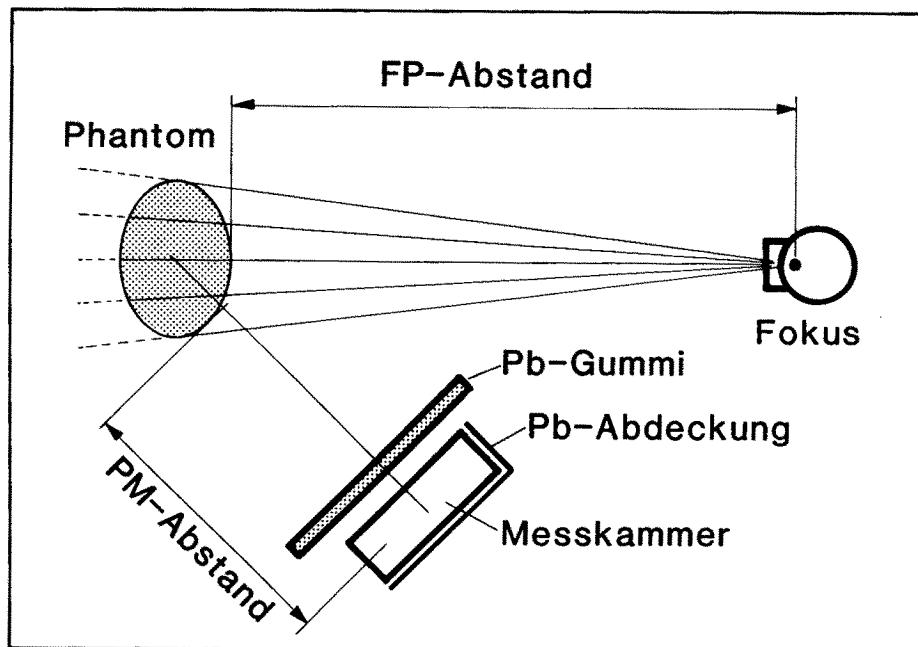
1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Grün B

ARBEITSBLATT

RE - 18

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende 14/12
- Abstand 100 cm Fokus-Phantom
- 35 cm Phantom-Messkammer (Bodenmarke)
- Pb-Abdeckung auf Messkammer gemäss Skizze

Bei der jeweiligen Röhrenspannung wird durch Anpassung der mAs an-  
nähernd die gleiche Nutzstrahldosis wie beim Messwert "ohne Blei-  
gummi" erzeugt.

Eine allfällige Leckstrahlung der Röhre wird in RE-24 gemessen.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE — 18

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Röhrenspannung (kV)	50	60	90	117
mAs-Produkt	400	400	200	200

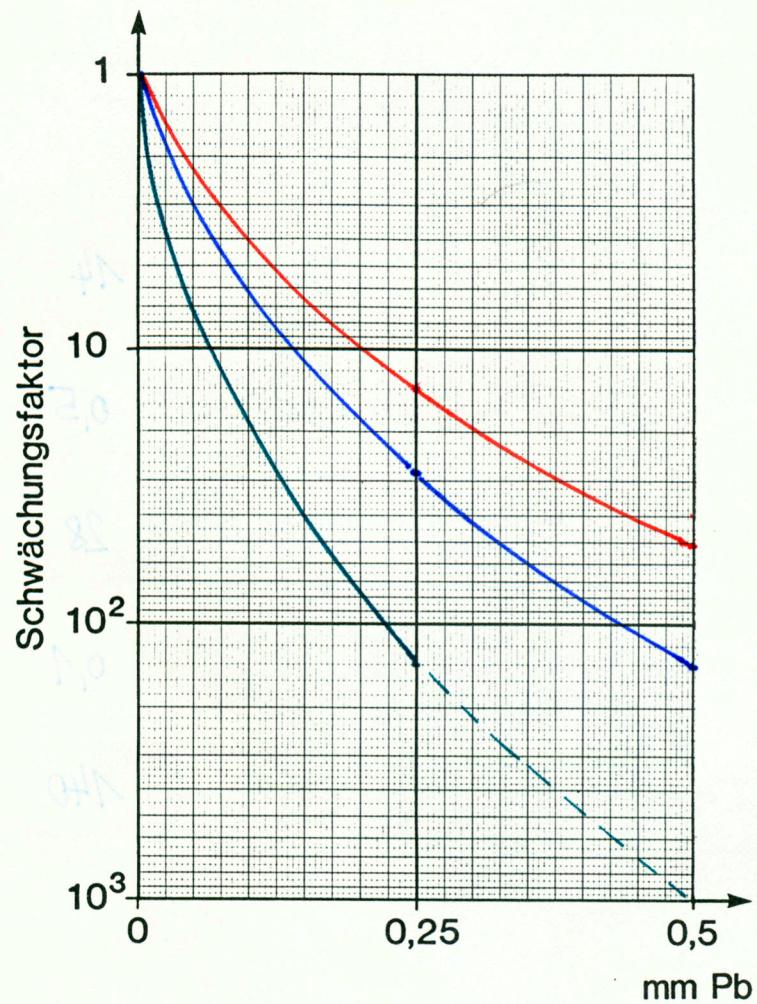
## ERMITTLEMENTEN:

Streustrahldosis (mR) ohne Blei (0)	3,2	7	14	26
Streustrahldosis (mR) mit 0.25 mm Blei (1)	--	0,05	0,5	1,85
Schwächungsfaktor Dosis (0) : Dosis (1)	--	140	28	14
Streustrahldosis (mR) mit 0.5 mm Blei (2)	--	--	0,1	0,5
Schwächungsfaktor Dosis (0) : Dosis (2)	--	--	140	52

Seite 4

AUSWERTUNG: SCHWAECHUNG STREUSTRahlUNG DURCH VERSCHIEDENE BLEI-DICKEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN ROEHRENSPANNUNGEN

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



KONTROLLFRAGEN:

1. Hat die Röhrenspannung einen Einfluss auf die Schwächung der Streustrahlung durch Bleigummi? Warum ist dies so?  
durch 0.25 mm Pb auf ca. 7 % bzw. um Faktor ca. 15.  
durch 0.5 mm Pb auf ca. 2 % bzw. um Faktor ca. 50.
2. Auf welchen Bruchteil wird die Röntgenstreustrahlung mit 117 kV Röhrenspannung durch die verschiedenen Pb-Dicken geschwächt?
3. Vergleichen Sie die prozentuale Schwächung von Nutz- und Streustrahlung durch jeweils gleiche Bleiequivalente!
4. Welche Bleigleichwerte sollen verwendet werden für:
  - a) Pb-Gummihandschuhe für unbedingt notwendige Verrichtungen im Nutzstrahl (Zentralstrahl)?
  - b) Pb-Gummihandschuhe und Pb-Gummischürzen des Personals im Bereich der Streustrahlung?
  - c) Gonadenschutz des Patienten vor Nutz- und Streustrahlung?

## Gonadendosis Mann bei Lungenaufnahme

RE 19



KAPITEL:

Gonadendosis Mann bei Lungenaufnahmen

SACHVERHALT:

Bei der Lungenaufnahme erfolgt eine Bestrahlung der Gonaden durch Streustrahlung (richtige Einblendung vorausgesetzt!). Die Gonadendosis setzt sich dabei aus der von verschiedenen Richtungen kommenden Streustrahlen zusammen: z.B. aus der vom durchstrahlten Körpervolumen, vom bilderzeugenden System und der dahinterliegenden Wand (Aufnahme p.a.) kommenden Streuung, aber auch durch Streuung der Nutzstrahlung in der Luft vor Eintritt ins Körpervolumen. Wenn eine Leckstrahlung aus dem Röhrenschutzgehäuse bzw. der Tiefenblende austritt oder eine starke Abweichung vom Lichtvisierfeld zum Strahlenfeld vorliegt, dann ist sogar eine Bestrahlung der Gonaden mit Röntgen-Nutzstrahlung möglich.

FRAGESTELLUNG:

Welche Auswirkungen sind bei Lungenaufnahmen (p.a.) durch unterschiedliche Einblendung, Abdeckung des Beckens mit Bleigummischürze und verschiedene Röhrenspannungen auf die Gonaden (Mann) zu erwarten? Woher stammt der grösste Anteil der Gonadendosis?

ZIEL:

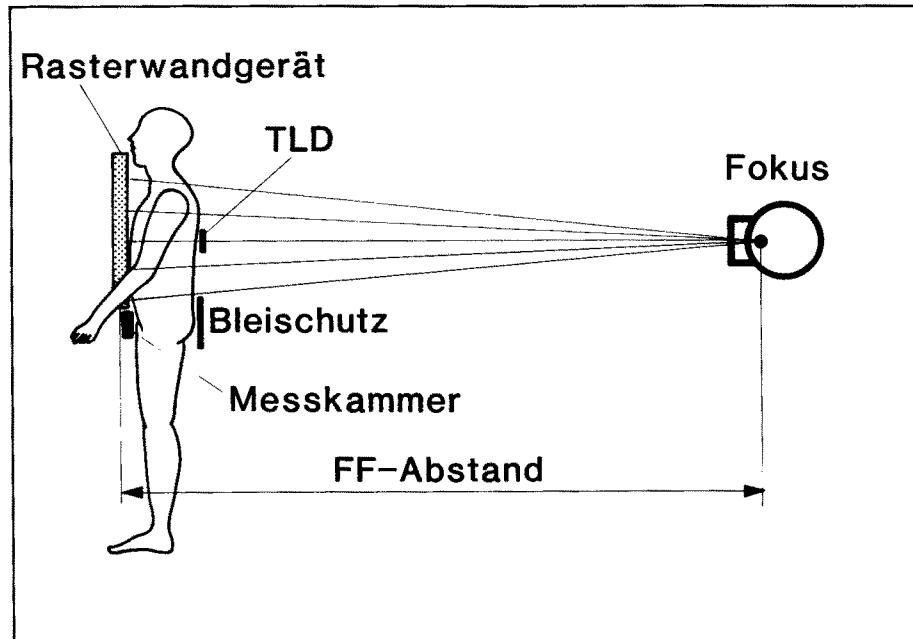
Erkennen des Einflusses von Einblendung, Abdecken mit Bleigummi und der Röhrenspannung auf die Gonadendosis bei Lungenaufnahmen (p.a.) beim Mann, sowie lokalisieren des hauptsächlichen Ursprungs der Gonadendosis.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Blau

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 80 mA
- Abstand 150 cm (Fokus-Film)
- Messkammer etwa am Ort der Hoden, TLD im Zentralstrahl Eintrittsseite
- **ACHTUNG:** Die hier verwendeten kV- und mAs-Werte entsprechen nicht den tatsächlich erforderlichen Werten einer Lungenaufnahme. Die Werte müssen benutzt werden, damit eine Anzeige mit der Messkammer möglich ist. Auf die tatsächlichen Dosiswerte kann direkt umgerechnet werden (mAs-Werte direkt proportional zu den Dosiswerten). Bei diesem Versuch wird 10-facher Dosiswert verwendet, d.h. entspricht zehn Lungenaufnahmen!

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten
- Zwischen den beiden Expositionen mit 500 mAs mindestens zwei Minuten Abkühlzeit!

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Röhrenspannung (kV)	70	70	125	125
mAs-Produkt	1000 - 2 x 500	1000 - 2 x 500	100	100
Einblendung	17/13	12/11	17/13	12/11
(Einstellung am Lichtvisier)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 17/13 für die Praxis nicht richtig eingeblendet, für den Versuch erforderlich</li> <li>- 12/11 exakt auf Lunge eingeblendet</li> </ul>			

## ERMITTLEMENTEN:

Gonadendosis (mR) ohne Pb-Schürze	1,3	0,42	0,9	0,39
Gonadendosis (mR) mit 0.5 mm Pb dorsal	0,80	0,38	0,6	0,39
Gonadendosis (mR) mit 0.5 mm Pb ventral u. dorsal	0,40	---	0,40	---
	0,21	---	0,20	---

## TLD - Auswertung:

Impulsanzeige	16.800	---	5.290	---
Dosis (mR)	6720	---	2116	---

Dosis (mR) = (Impulsanzeige - Nulleffekt) . Korrekturfaktor

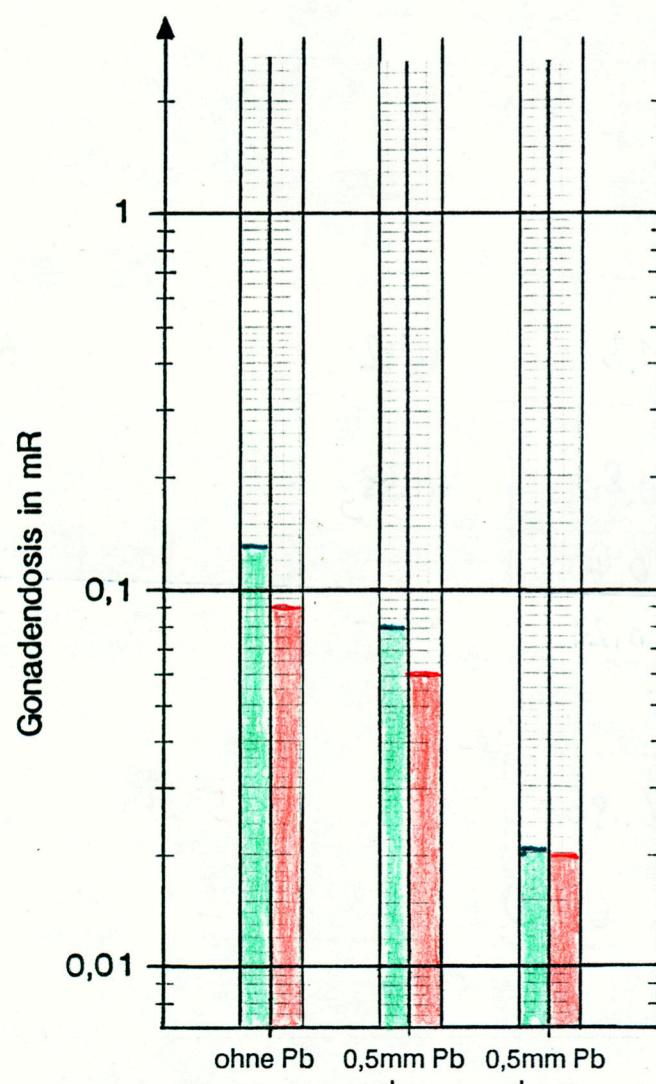
Korrekturfaktor = 0,4

**AUSWERTUNG:** Gonadendosis des Mannes bei 1 Röntgenaufnahme der Lunge p.a. in Abhängigkeit von Röhrenspannung, Einblendung, Pb-Gummiabdeckung

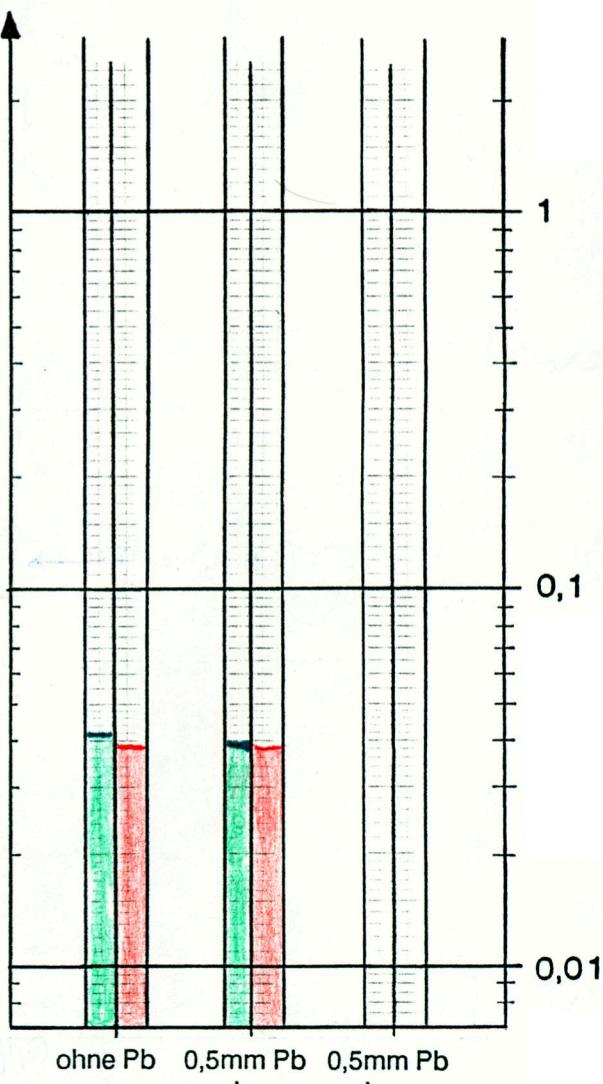
Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!

Da für 1 Rö.-Aufnahme, die gemessenen Dosiswerte durch 10 dividieren !

70 kV      125 kV



schlecht eingebendet



exakt eingebendet

d = Pb-Gummi als Gonadenschutz dorsal angelegt  
 v = Pb-Gummi als Gonadenschutz ventral angelegt

KONTROLLFRAGEN:

1. Wird die Gonadendosis durch unterschiedliches Einblenden, Abdecken der Gonaden mit Bleigummi und unterschiedliche Röhrenspannung beeinflusst?
2. Welche Massnahme bewirkt bei der Lungenaufnahme die grösste Reduktion der Gonadendosis?
3. Begründen Sie einen eventuellen Unterschied der Gonadendosis zwischen Mann und Frau bei einer Lungenaufnahme!

Gonadendosis Mann bei prox. Oberschenkelaufnahme RE 20



ARBEITSBLATT

RE - 20

Seite 1

KAPITEL:

Gonadendosis Mann bei Oberschenkelaufnahmen

SACHVERHALT:

Bei der Röntgenaufnahme des Oberschenkels mit Hüftgelenk a.p. erfolgt eine Bestrahlung der Gonaden durch Streustrahlung (richtige Einblendung vorausgesetzt!).

Die Gonadendosis setzt sich dabei zusammen: In erster Linie aus der vom durchstrahlten Körpervolumen, aber auch vom bilderzeugenden System kommenden Streustrahlung. Ein geringer Streustrahlenanteil kommt noch von der Streuung der Nutzstrahlung in der Luft vor Eintritt ins Körpervolumen.

Wenn eine Leckstrahlung aus dem Röhrenschutzgehäuse bzw. der Tiefenblende austritt oder eine starke Abweichung vom Lichtvisierfeld zum Strahlenfeld vorliegt, dann ist sogar eine Bestrahlung der Gonaden mit Röntgen-Nutzstrahlung möglich.

FRAGESTELLUNG:

Welche Auswirkungen sind bei Aufnahmen des proximalen Oberschenkels (a.p.) durch unterschiedliche Einblendung, Abdeckung der Gonaden mit Bleigummi, verschiedene Röhrenspannungen und der Verwendung von dosisreduzierenden Verstärkerfolien auf die Gonadendosis (Mann) zu erwarten? Woher stammt der grösste Anteil der Gonadendosis?

ZIEL:

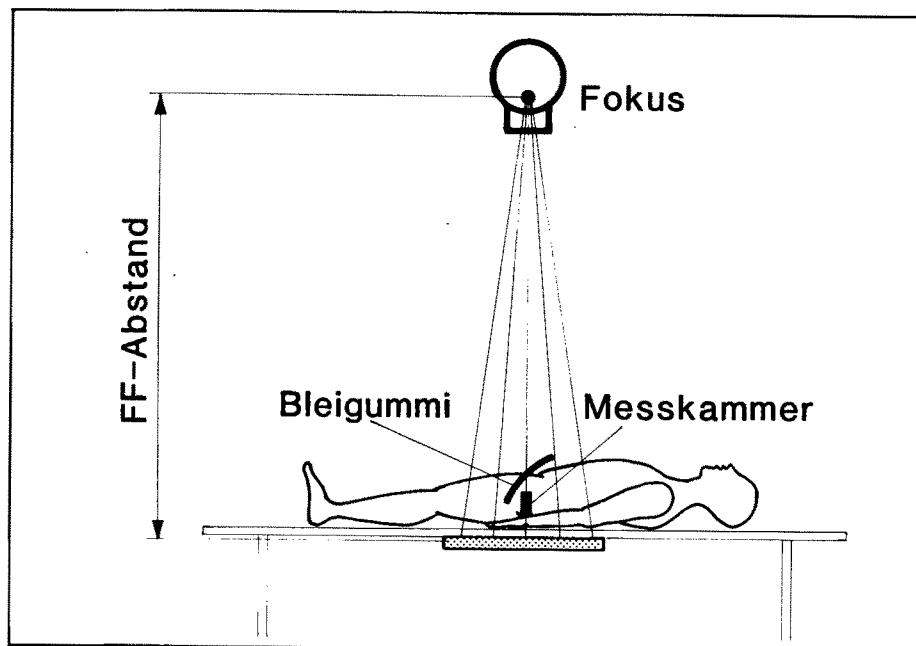
Erkennen des Einflusses von Einblendung, Abdecken mit Bleigummi, der Röhrenspannung und Verstärkerfolien auf die Gonadendosis bei Aufnahmen des proximalen Oberschenkels a.p. beim Mann, sowie lokalisieren des hauptsächlichen Ursprungs der Gonadendosis.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 20 mA
- Abstand 120 cm (Fokus-Film)
- Messkammer etwa am Ort der Hoden
- Durch die mAs-Anpassung wird für die jeweilige Röhrenspannung die gleiche Körperaustrittsdosis (bei 73 kV/80 mAs und 90 kV/32 mAs) erreicht. Bei 90 kV/8 mAs ist nur noch ein Viertel der Körperaustrittsdosis (MR 400-Folie) vorhanden.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 20

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

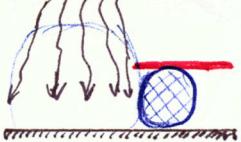
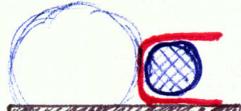
Röhrenspannung (kV)	73	73	90	90	90	90
mAs-Produkt	80	80	32	32	8	8
Einblendung	20/16	15/5	20/16	15/5	20/16	15/5
(Einstellung am Lichtvisier)			- 20/16 nicht eingeblendet, Gonaden im Nutzstrahl, für den Versuch erforderlich - 15/5 exakt eingeblendet			

## ERMITTLEMENTEN:

Gonadendosis (mR) ohne Pb-Schürze	190	4,5	120	3,6	30	0,9
Gonadendosis (mR) mit 0,5 mm Pb	12	0,8	10	0,7	1,8	0,16
Gonadendosis (mR) mit 1 mm Pb	5	0,7	4,4	0,6	1,0	0,15

Messungen mit unterschiedlicher Pb-ABDECKUNGS-ART (mit 0,5 mm Pb)

73 kV/80 mAs  
Einbl.: 15/5

	4,7
	0,5
	0,2

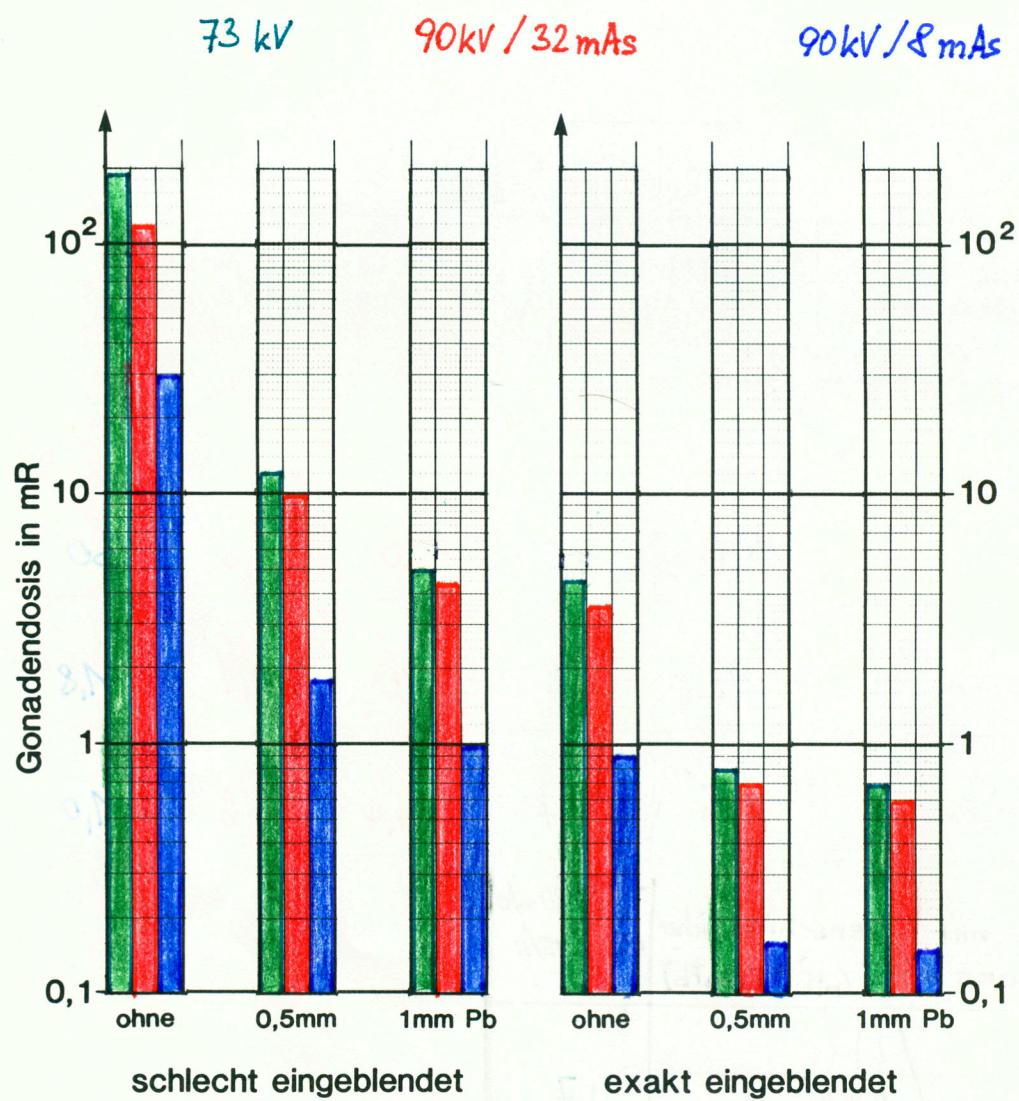
## ARBEITSBLATT

RE - 20

Seite 4

AUSWERTUNG: GONADENDOSIS DES MANNES BEI ROENTGENAUFNAHMEN DES PROXIMALEN OBERSCHENKELS A.P. IN ABHAENGIGKEIT VON VERSCHIEDENEN WERTEN

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



KONTROLLFRAGEN:

1. Wird die Gonadendosis durch unterschiedliches Einblenden, Abdecken der Gonaden mit Bleigummi, unterschiedlicher Röhrenspannung oder reduzierter Nutzstrahldosis beeinflusst?
2. Welche Massnahme bewirkt bei der proximalen Oberschenkel-Aufnahme die grösste Reduktion der Gonadendosis?
3. Wie wirkt sich die Reduzierung der Nutzstrahldosis auf die Gonadendosis aus?
4. Begründen Sie einen eventuellen Unterschied der Gonadendosis zwischen Mann und Frau.
5. Welchen Bleigleichwert sollte der für die Abdeckung der Gonaden bei einer Oberschenkelaufnahme verwendete Pb-Gummi haben - warum?
6. Wann ist eine Abdeckung der Gonaden mit Bleigummi unbedingt erforderlich?

Einfluss Einblendung u. kV auf Streustrahlung **RE 21 u. RE 22**



KAPITEL:

Einfluss Einblendung auf Streustrahlung

SACHVERHALT:

Bei der Ausführung von Röntgenaufnahmen durchdringen die aus der Röntgenröhre freigesetzten Photonen den Körper des Patienten.

Dabei werden diese entweder:

- den Körper ohne Wechselwirkung verlassen und zur Erzeugung des Röntgenbildes beitragen, oder
- den Körper nach Wechselwirkung(en) in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
- den Körper nach Wechselwirkung(en) in eine andere Richtung als in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
- im Körper durch Wechselwirkung(en) vollständig absorbiert und diesen somit nicht mehr verlassen.

FRAGESTELLUNG:

Wie gross ist die Dosisleistung durch die Streustrahlung in der Umgebung eines durchleuchteten Thorax-Phantoms? Welchen Einfluss hat dabei die Einblendung auf diese Dosisleistung? Wo in der Umgebung des Thorax-Phantoms tritt die höchste Dosisleistung auf?

ZIEL:

Erkennen, dass zwischen Einblendung und Dosisleistung der Streustrahlung ein Zusammenhang besteht und dass die höchste Dosisleistung beim Durchleuchten (und Dosis bei Aufnahmen) in einem bestimmten Bereich seitlich des Patienten auftritt.

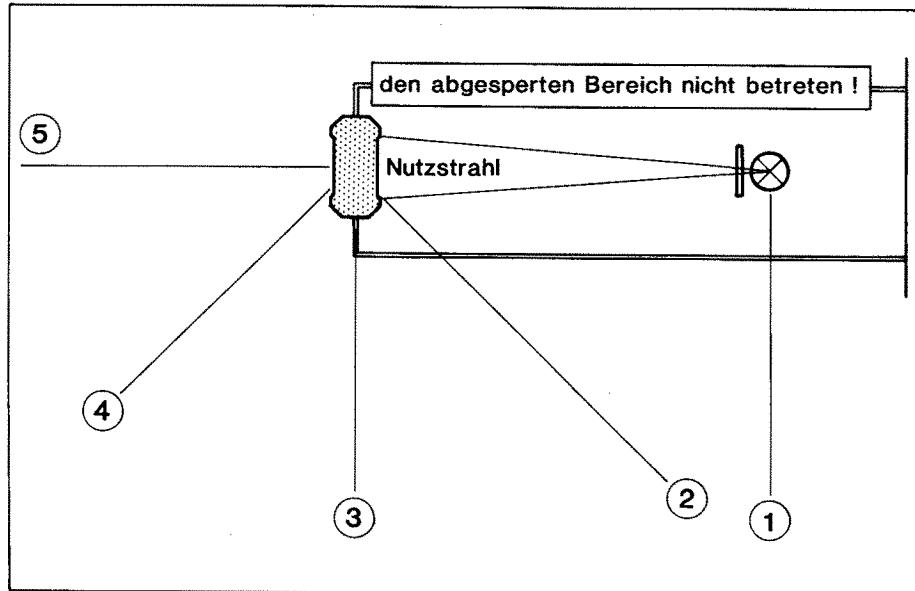
VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Orange

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:



GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenspannung 60 kV
- Röhrenstrom 0.5 mA
- Messen der Dosisleistung mit dem Handmessgerät an den markierten Punkten bei gedrücktem Schalter "Durchleuchten ein" (Abstand 1 m vom Phantom bzw. der Röhre).

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Bei der Dosisleistungsmessung 0.5 mm Pb-aequivalente Gummischürze tragen

ARBEITSBLATT

RE - 21

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

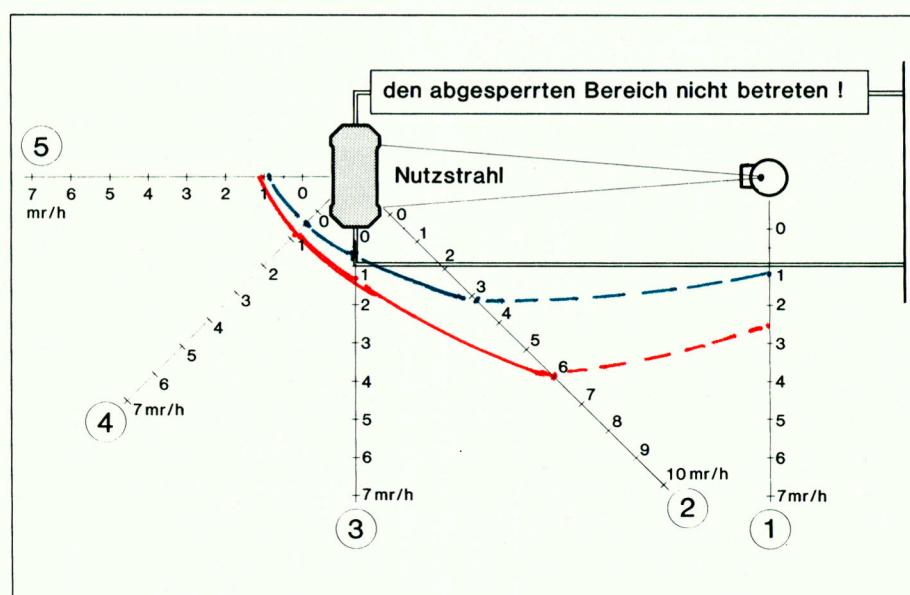
Messort-Nr.	1	2	3	4	5
-------------	---	---	---	---	---

## ERMITTLUNGEN:

Streustrahl- Dosisleistung (mR/h) <u>Lichtvisier 4/6</u>	1,2	3,2	0,65	0,45	0,85
Streustrahl- Dosisleistung (mR/h) <u>Lichtvisier 9/11</u>	2,5	6,0	1,3	0,85	1,05

AUSWERTUNG: STREUSTRahl-DOSISLEISTUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER EIN-BLENDUNG IN EINEM METER ABSTAND

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein und verbinden Sie die Punkte mit gleicher Einblendung!



ARBEITSBLATT

-----  
RE - 21

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. An welcher Stelle in der Umgebung der Röntgenröhre und des Phantoms tritt beim Durchleuchten (auch bei Aufnahmen!) die höchste Dosisleistung auf?
2. Wie wirkt sich ein unterschiedlich gross bestrahltes Körpervolumen auf die Streustrahl-Dosisleistung aus? Welche Erkenntnisse ergeben sich daraus für die Praxis?

ARBEITSBLATT

RE - 22

Seite 1

KAPITEL:

Einfluss Röhrenspannung auf Streustrahlung

SACHVERHALT:

Bei der Ausführung von Röntgenaufnahmen durchdringen die aus der Röntgenröhre freigesetzten Photonen den Körper des Patienten. Dabei werden diese entweder:

- den Körper ohne Wechselwirkung verlassen und zur Erzeugung des Röntgenbildes beitragen, oder
- den Körper nach Wechselwirkung(en) in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
- den Körper nach Wechselwirkung(en) in eine andere Richtung als in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
- im Körper durch Wechselwirkung(en) vollständig absorbiert und diesen somit nicht mehr verlassen.

FRAGESTELLUNG:

Welchen Einfluss hat die Röhrenspannung bei gleicher Körpераus-  
tritts-Dosisleistung (gleich helles Durchleuchtungsbild) auf die  
Dosisleistung der Streustrahlung?

ZIEL:

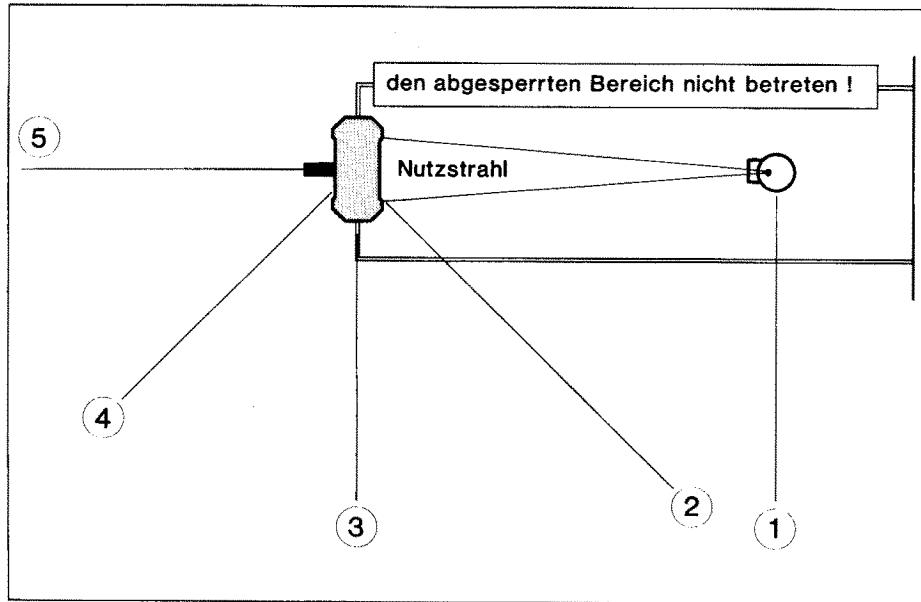
Erkennen des Zusammenhangs zwischen Röhrenspannung und Dosisleistung  
der Streustrahlung.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Orange

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Tiefenblende 6/8
- An der Austrittsstelle des Nutzstrahls beim Phantom ist die Dosisleistung für beide Spannungen mit dem Röhrenstrom (mA; Durchleuchtungsbetrieb) auf 10 mR/h einzustellen.
- Messen der Dosisleistung an den markierten Punkten bei gedrücktem Schalter "Durchleuchten ein" (Abstand 100 cm vom Phantom bzw. der Röntgenröhre).

**BEMERKUNG:**

Die heutigen Röntgen-Bildverstärker benötigen eine Eingangsdosisleistung am Leuchtschirm von mindestens 150 mR/h (0.04 mR/s).

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Bei der Dosisleistungsmessung 0.5 mm Pb-äquivalente Gummischürze tragen

ARBEITSBLATT

RE - 22

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

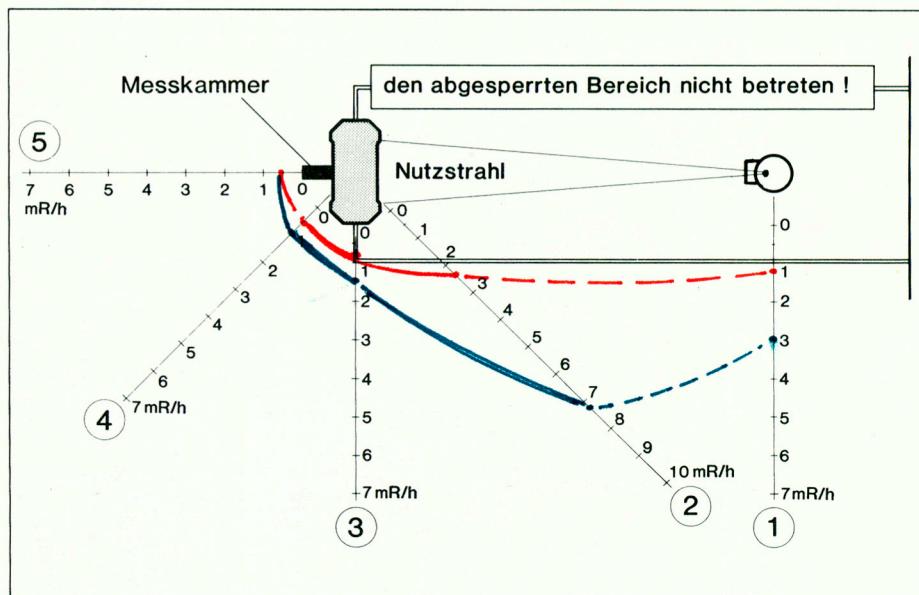
Messort-Nr.	1	2	3	4	5
-------------	---	---	---	---	---

## ERMITTLUNGEN:

Streustrahl-Dosisleistung (mR/h) 60 kV/ <u>0,75</u> mA	3,0	7,2	1,5	0,9	0,55
Streustrahl-Dosisleistung (mR/h) 90 kV/ <u>0,25</u> mA	1,2	2,3	0,85	0,55	0,55

AUSWERTUNG: STREUSTRahl-DOSISLEISTUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER RÖHRENSPANNUNG IN EINEM METER ABSTAND

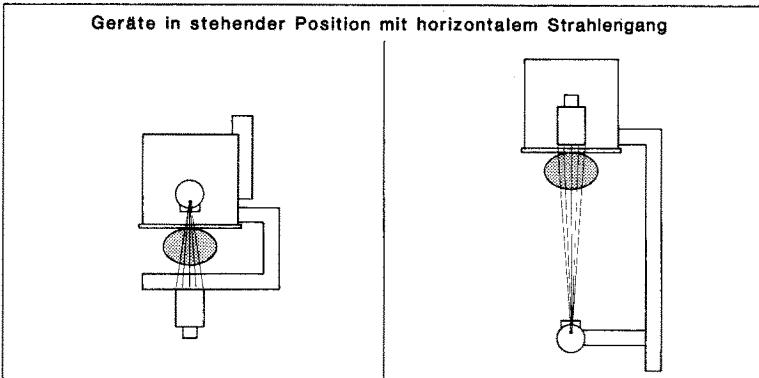
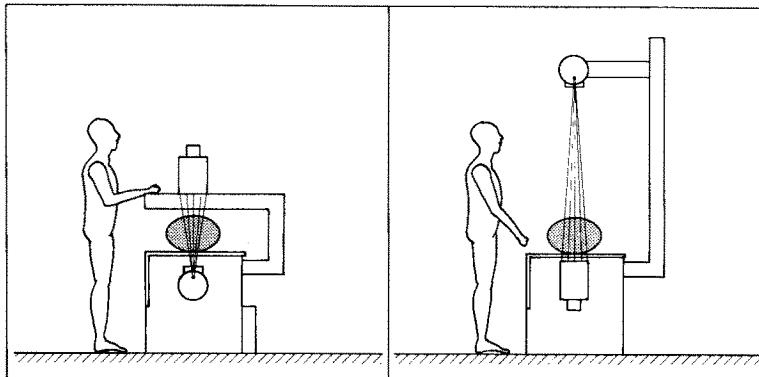
Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein und verbinden Sie die Punkte mit gleicher Röhrenspannung!



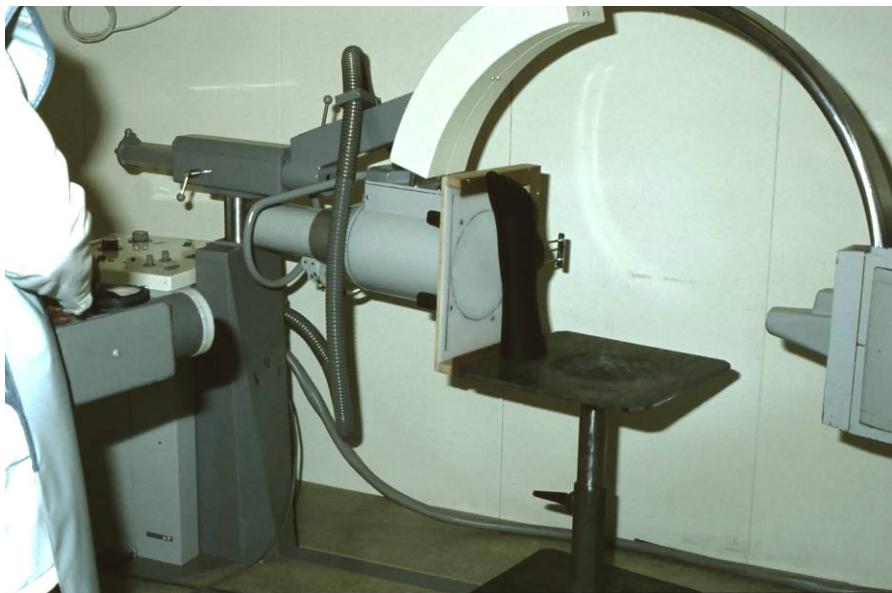
Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Ist bei gleicher Körperaustritts-Dosisleistung ein Unterschied im Streustrahl-Dosisleistungs-Verlauf zwischen 60 kV und 90 kV Röhrenspannung zu beobachten? Welche Erkenntnisse können aus diesem Ergebnis geschlossen werden?
2. Zeichnen Sie den mutmasslichen Verlauf der Streustrahl-Dosisleistung im unten abgebildeten, stationären Durchleuchtungsgerät ein. Welche zusätzlichen Abschirm-Massnahmen können getroffen werden? Ist ein unterschiedliches Strahlenschutz-Verhalten bei den beiden Geräten erforderlich?



Einfluss Objektdicke auf Streustrahlung **RE 23**



KAPITEL:

Einfluss Objektdicke auf Streustrahlung

---

SACHVERHALT:

Bei der Ausführung von Röntgenaufnahmen durchdringen die aus der Röntgenröhre freigesetzten Photonen den Körper des Patienten. Dabei werden diese entweder:

- den Körper ohne Wechselwirkung verlassen und zur Erzeugung des Röntgenbildes beitragen, oder
  - den Körper nach Wechselwirkung(en) in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
  - den Körper nach Wechselwirkung(en) in eine andere Richtung als in Richtung bilderzeugendes System als gestreute Photonen verlassen, oder
  - im Körper durch Wechselwirkung(en) vollständig absorbiert werden und diesen somit nicht mehr verlassen.
- 

FRAGESTELLUNG:

In welchem Ausmass beeinflusst die durchstrahlte Objektdicke die Dosisleistung der Streustrahlung? Wo im Raum tritt die höchste Dosisleistung bei Ober- bzw. Untertischröhren auf?

---

ZIEL:

Erkennen des Zusammenhangs zwischen durchstrahlter Objektdicke und Dosisleistung der Streustrahlung, sowie lokalisieren der höchsten Dosisleistung bei Ober- bzw. Untertischröhren.

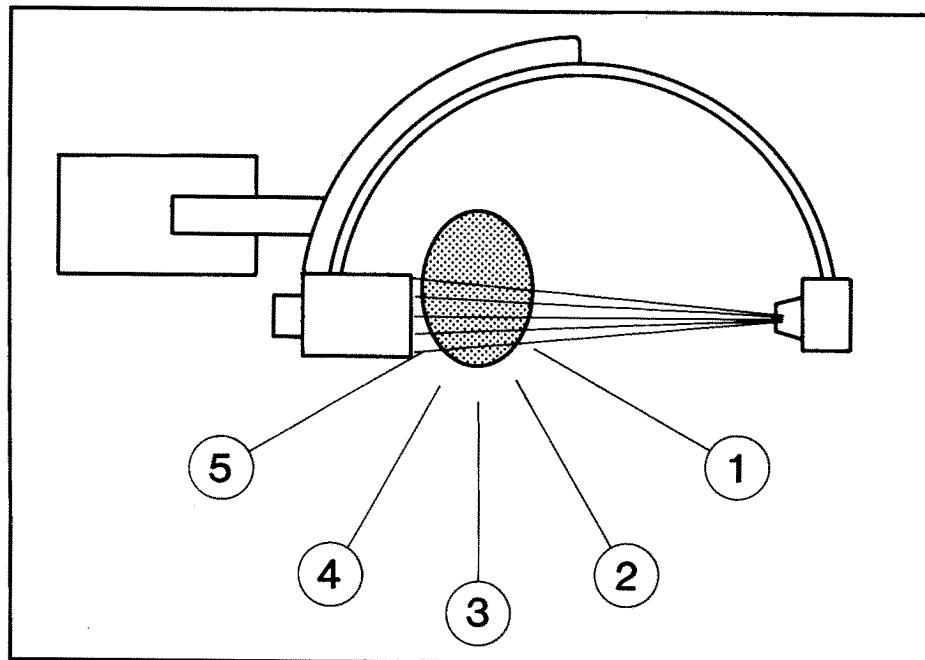
---

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
  2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
  3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
  4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
  5. Auswertungen ausführen
  6. Kontrollfragen beantworten
- 

ARBEITSPLATZ: Orange

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:

- Beckenphantom : für Situation "ro. th"Ap. op."
- Sprunggel.-phantom : für Situation "Gruenfgel. lat"

GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom auf "Automatik"
- Fernsehverstärkungsregelung auf "Automatik" (roter Kreis)
- Messung der Dosisleistung an den markierten Punkten (Abstand vom Phantom 100 cm)

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Bei der Dosisleistungsmessung 0.5 mm Pb-aequivalente Gummischürze tragen

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

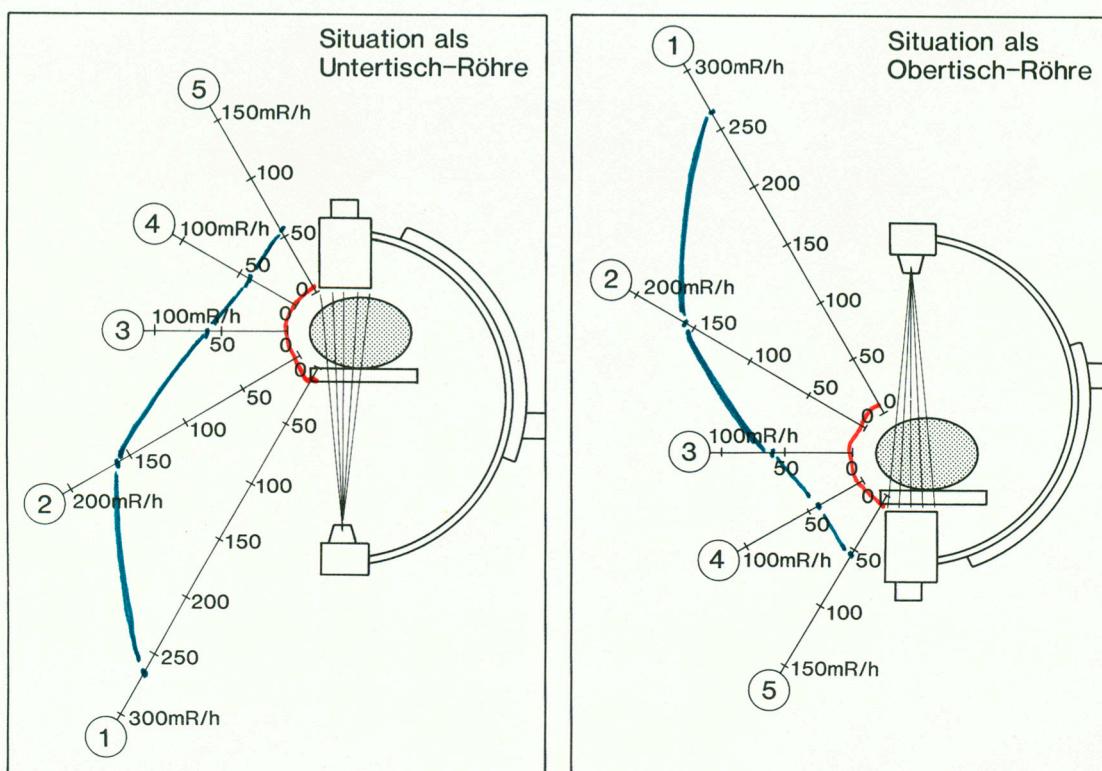
Linie Nr.	1	2	3	4	5
-----------	---	---	---	---	---

## ERMITTLUNGEN:

Streustrahl- Dosisleistung (mR/h) <u>bei 72 kV</u> <u>Hüftgelenk a.p.</u>	265	160	64	40	56
Streustrahl- Dosisleistung (mR/h) <u>bei 56 kV</u> <u>Sprunggel. lat.</u>	10	5	3	2	3

AUSWERTUNG: STREUSTRahl-DOSISLEISTUNG IN ABHAENGIGKEIT VON DER  
OBJEKTDICKE IN EINEM METER ABSTAND

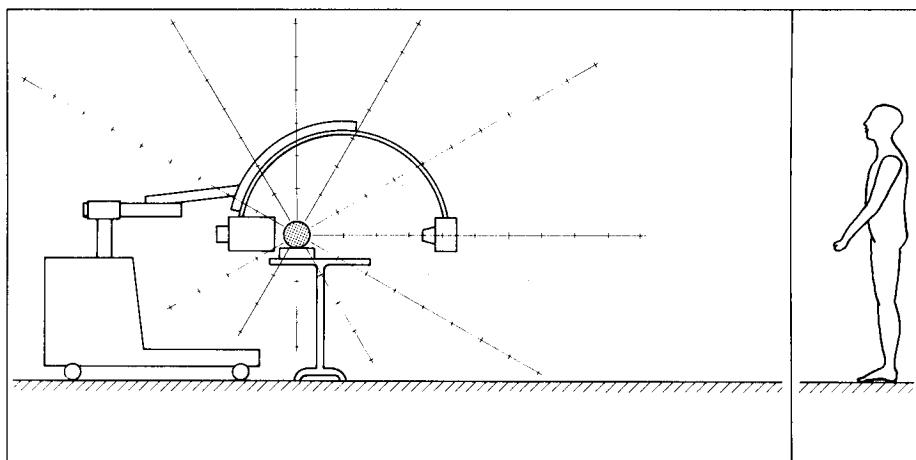
Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein und verbinden Sie die Punkte des gleichen Objektes!



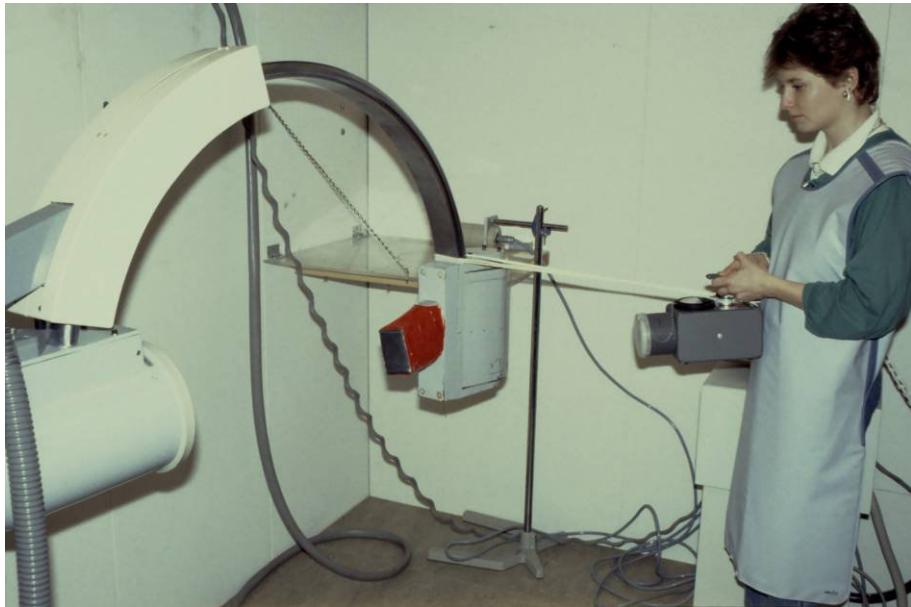
Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Bei welchem Objekt ist die Streustrahl-Dosisleistung grösser? Begründen Sie Ihre Antwort.
2. Besteht ein Unterschied im Verlauf der Streustrahl-Dosisleistung zwischen Röhrenposition "Obertisch" und "Untertisch"? Werden bei beiden Situationen die gleichen Körperpartien des Personals hauptsächlich bestrahlt?
3. In welchem Abstand vom Objekt ist auf der Linie Nr. 2 bei der Durchleuchtung "Hüftgelenk a.p." die Dosisleistung nur noch 10 mR/h?
4. Wird der Streustrahl-Dosisleistungsverlauf bei der Durchleuchtung des rechten Hüftgelenkes auf der anderen Seite des Beckens gleich sein?
5. Wo ist bei horizontalem Strahlengang (bei fahrbarer Röntgen-BV-Anlage) aus Strahlenschutzgründen der richtige Standort des Untersuchers und seiner Assistenz?



Leckstrahlung Röhrenschutzgehäuse RE 24



ARBEITSBLATT

RE - 24

Seite 1

KAPITEL:

Leckstrahlung Röhrenschutzgehäuse

SACHVERHALT:

Die Röntgenröhre befindet sich in einem sogenannten Röhrenschutzgehäuse. Dieses hat gemeinsam mit der Tiefenblende die Aufgabe, nur die für die Bilderzeugung notwendige Strahlung (fast) ungeschwächt austreten zu lassen (Nutzstrahlenbündel).

Das Röhrenschutzgehäuse bewirkt jedoch keine 100 %-ige Abschirmung. Die deshalb noch vorhandene Reststrahlung wird als GEHÄUSE-DURCH-LASSSTRÄHLUNG bezeichnet. Gemäss Röntgenverordnung darf dieser Wert bei maximaler Energiezufuhr in einem Meter Abstand vom Fokus maximal 100 mR/h betragen.

Nach Revisionen ist es denkbar, dass dieses Gehäuse wegen fehlerhaftem Zusammenbau nicht mehr in vollem Umfang diese Schutzwirkung erfüllt.

Eine eventuelle Leckstrahlung kann mit Hilfe von Strahlenmessungen oder durch entsprechende Exposition eines Röntgenfilmes eruiert werden.

FRAGESTELLUNG:

Tritt bei der vorhandenen Röntgen-BV-Anlage eine Leckstrahlung auf?

ZIEL:

Erkennen, dass durch Leckstrahlung eine nicht unwesentliche Bestrahlung in der Umgebung der Röhre auftreten kann.

VORGEHEN:

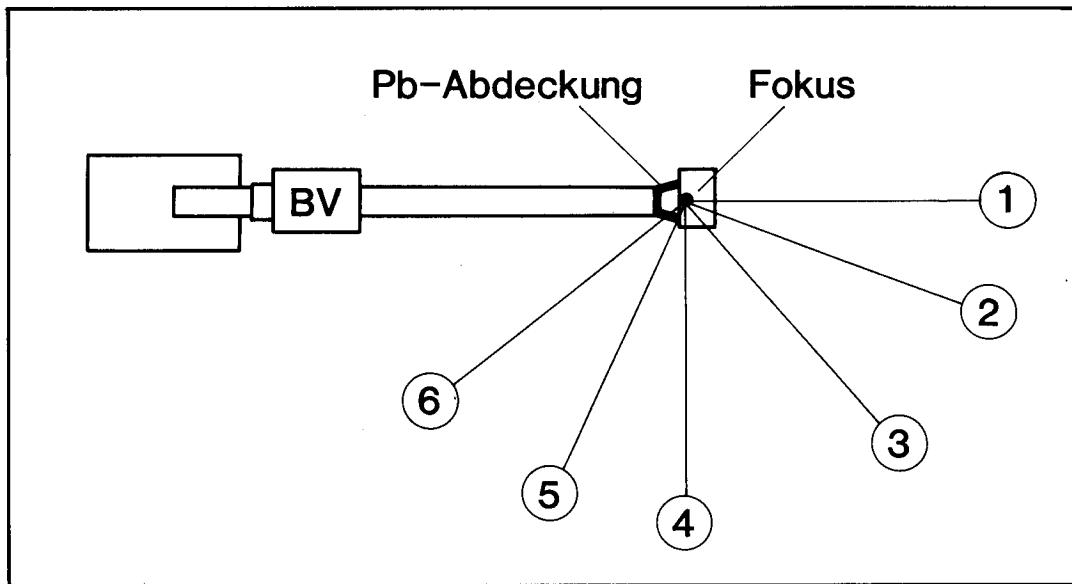
1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Orange

ARBEITSBLATT

RE - 24

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Fahrbare Röntgen-BV-Anlage; Durchleuchtungsbetrieb
- Röhrenstrom 2 mA
- Röhrenspannung 100 kV
- Messen der Dosisleistung in 50 cm Abstand vom Fokus (Abstand mit vorbereiteter Schnur einhalten)
- Dosisleistungs-Messgerät "VICTOREEN 440"
- Pb-Abdeckung auf Tubus stecken

Ueblicherweise wird diese Messung bei geschlossener Tiefenblende durchgeführt.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Bei der Dosisleistungs-Messung 0.5 mm Pb-aequivalente Gummischürze tragen

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

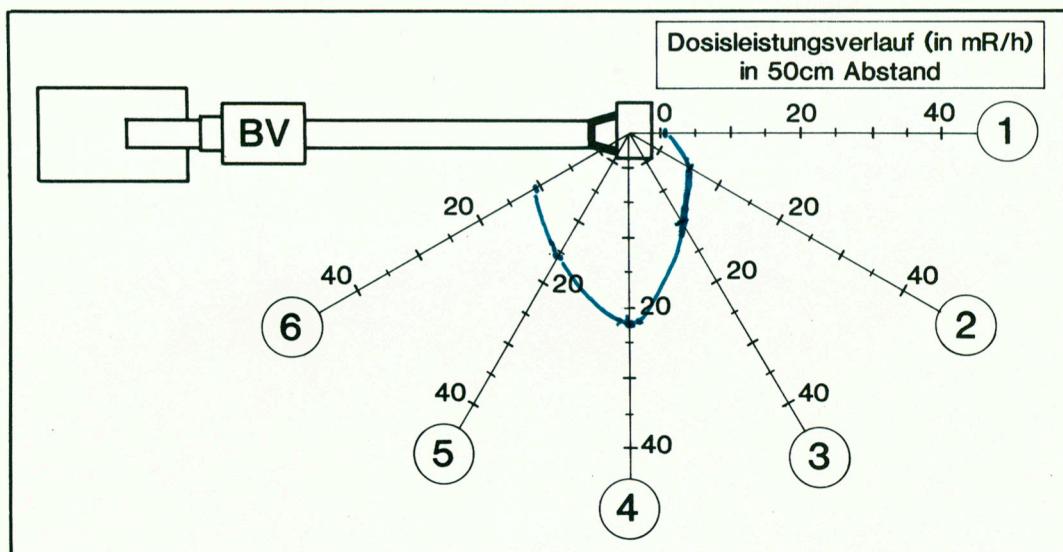
Linie Nr.	1	2	3	4	5	6

## ERMITTLUNGEN:

Dosisleistung (mR/h)	0,8	5	10	22	16	12

AUSWERTUNG: GEHAEUSE-DURCHLASSSTRAHLUNG - LECKSTRAHLUNG

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



ARBEITSBLATT

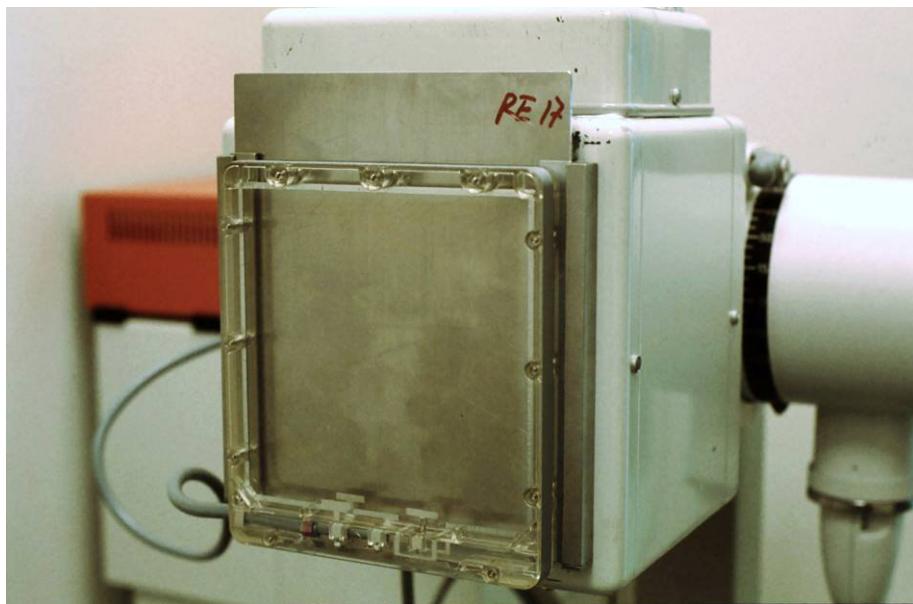
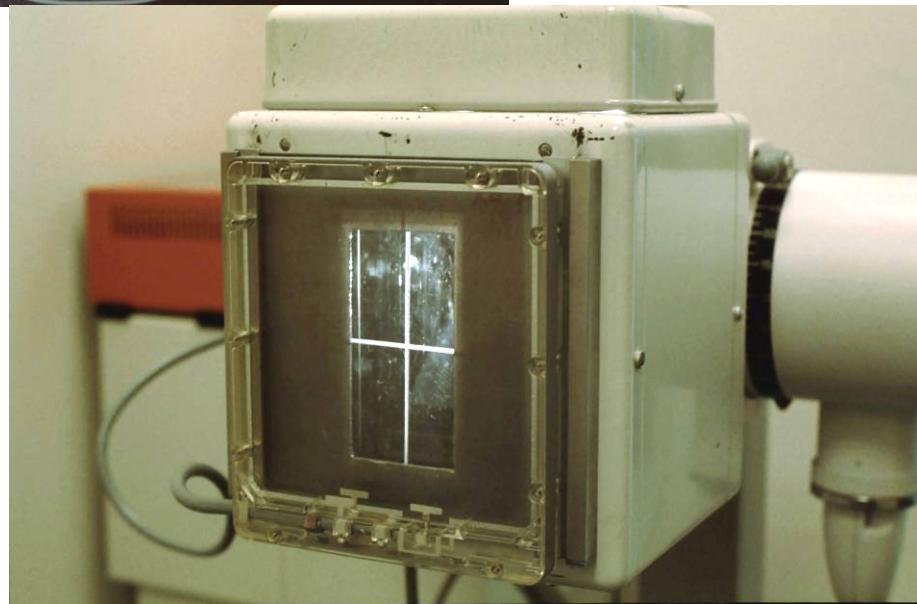
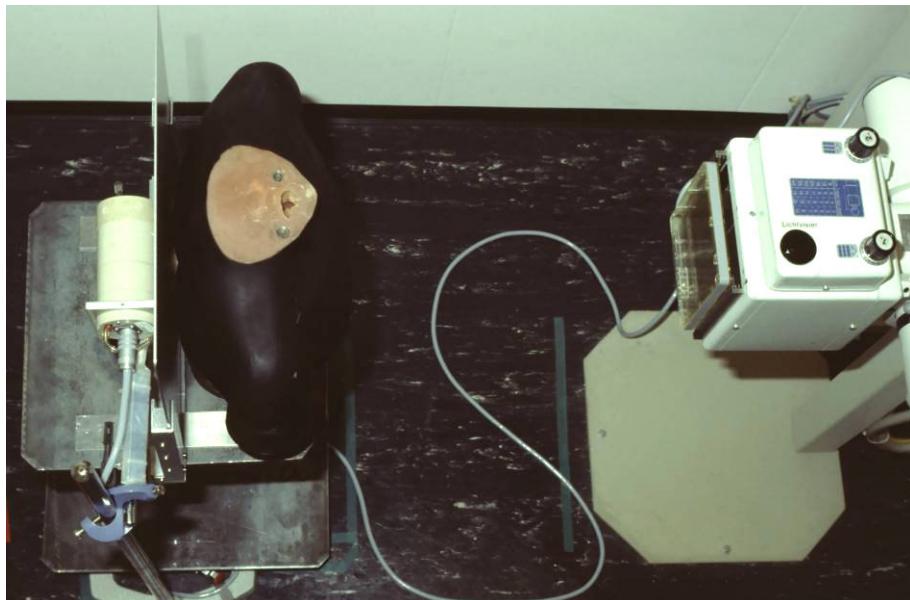
RE - 24

Seite 4

KONTROLLFRAGEN:

1. Wodurch entsteht Leckstrahlung?
2. Interpretieren Sie den Verlauf der gemessenen Dosisleistung!
3. Haben Sie eine Leckstrahlung feststellen können?

## Einfluss kV u. Zusatzfilter auf die Körpereintrittsdosis RE 25 u. RE 26



KAPITEL:

Einfluss Röhrenspannung auf Körpereintrittsdosis

SACHVERHALT:

Die Durchdringungsfähigkeit einer Röntgenstrahlung nimmt mit zunehmender Röhrenspannung zu. Bei gleichem mAs-Produkt steigt demzufolge ebenfalls die Körperaustrittsdosis. Damit aber bei höherer Röhrenspannung die gleiche Körperaustrittsdosis (also die gleiche Dosis zur Filmschwärzung) eingestellt werden kann, ist das mAs-Produkt zu reduzieren. Durch diese Massnahme wird die Körpereintrittsdosis und damit auch die Bestrahlungsdosis des Patienten reduziert.

FRAGESTELLUNG:

Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Röhrenspannungen bei gleichem Abstand und gleicher Strahlenfeldeinblendung auf die Körpereintrittsdosis und damit auch auf die gesamte Bestrahlungsdosis des Patienten bei Röntgenaufnahmen der Brustwirbelsäule a.p.?

ZIEL:

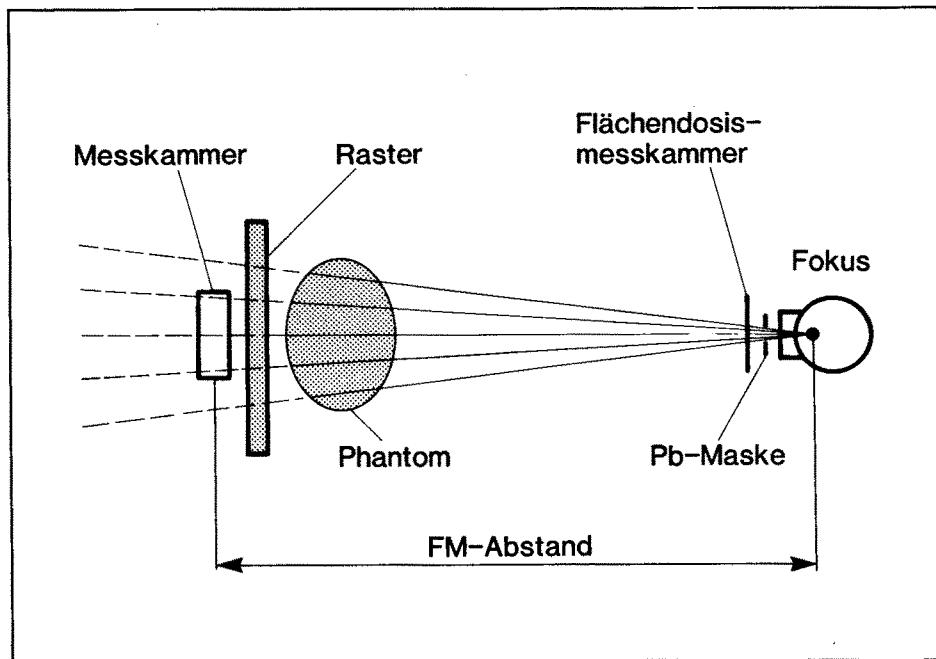
Den Zusammenhang zwischen Erhöhung der Röhrenspannung und der Bestrahlungsdosis des Patienten bei gleichen Aufnahmen erkennen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Braun B

Seite 2

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende Vorhandene Bleimaske einschieben, ergibt Feldgrösse in der Objektebene für Filmformat 20/40
- Fokus-Messkammer-Abstand 100 cm
- Streustrahlenraster r 8, n 40, f 100

Damit vergleichbare Messwerte erzielt werden, ist die Einhaltung einer jeweils gleich grossen Strahlenfeldgrösse erforderlich (Flächendosisprodukt). Die eingeschobene Bleimaske dient diesem Zweck.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Röhrenspannung (kV)	55	60	70	81	90	102	109	117
mAs-Produkt	250	125	64	32	20	12	10	8

## ERMITTLEMENTEN:

Hinter Streustrahlraster gemessene Körperaustrittsdosis (mR)	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
Gemessenes Flächendosisprodukt (Rxcm <sup>2</sup> )	139	114	85	60	48	38	37	33
Berechnete Körperaustrittsdosis (mR)	304	249	186	131	105	83	81	72
Relative Dosis in %	100	81,6	61,2	43,1	34,5	27,3	26,6	23,7

- Bestrahlte Körperfläche: 15 cm x 30,5 cm = 457 cm<sup>2</sup>

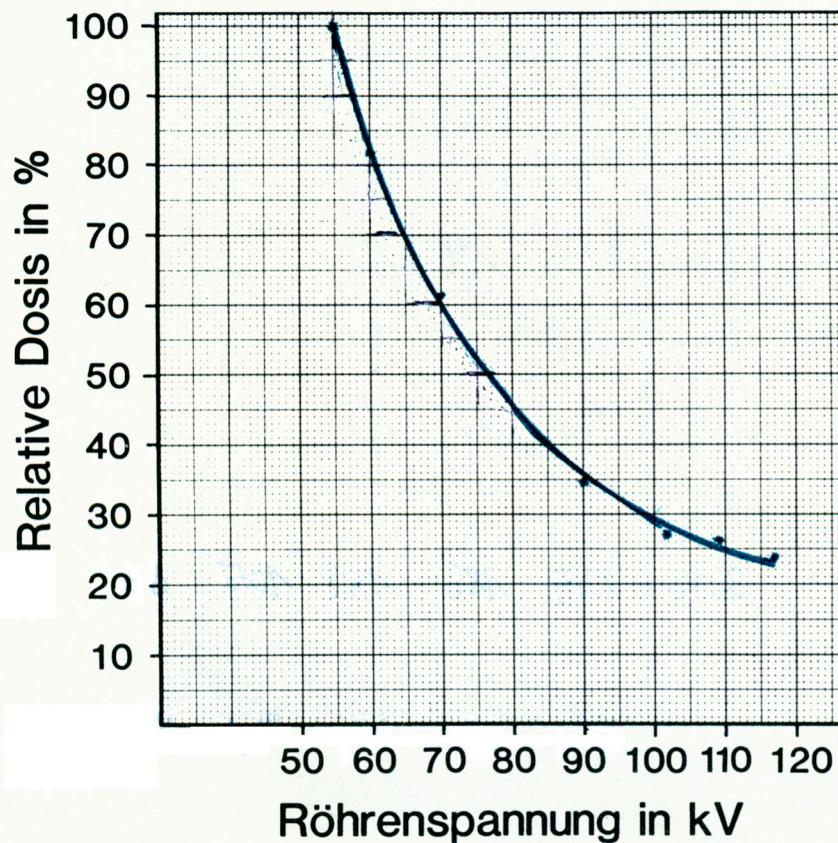
(R+cm<sup>2</sup>) : 457 cm<sup>2</sup>

- Körpereintrittsdosis ~~(mR)~~ = ~~Flächendosisprodukt (Rxcm<sup>2</sup>)~~ dividiert durch ~~457 cm<sup>2</sup> x 1000~~

Seite 4

AUSWERTUNG: KÖRPEREINTRITTS DOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER RÖHRENSPANNUNG

Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



KONTROLLFRAGEN:

1. Wie verhält sich das Flächendosisprodukt bzw. die Körpereintrittsdosis bei unterschiedlichen Röhrenspannungen jedoch gleich grosser Körperaustrittsdosis? Welches Erkenntnis resultiert daraus für die Praxis?
2. Warum ist bei unterschiedlicher Strahlungsenergie, jedoch bei gleich grosser Körperaustrittsdosis, eine unterschiedliche Körpereintrittsdosis festzustellen?

KAPITEL:

## Einfluss von Zusatzfiltern auf die Körpereintrittsdosis

SACHVERHALT:

Das von einer Röntgenröhre emittierte Nutzstrahlenbündel weist Photonen mit Energien von etwas über Null bis zur Maximalenergie auf. Diese Maximalenergie ist abhängig von der angelegten Röhrenspannung und beträgt z.B. bei 100 kV etwa 100 keV. Die grösste Zahl der Photonen besitzt jedoch nur eine Energie von etwa der Hälfte der Maximalenergie.

Durch das Einbringen von Zusatzfiltern in das Nutzstrahlenbündel werden Photonen einerseits absorbiert und andererseits geschwächt (und gestreut). Vor allem Photonen mit niedrigeren Energien werden dabei mehrheitlich absorbiert und verschwinden aus dem Nutzstrahlenbündel. Das Energiespektrum der Photonen verändert sich, die grösste Häufigkeit der Photonen verschiebt sich etwas näher an die Maximalenergie (siehe Praktikum-Zusatzinformationen). Dieser Effekt wird als "Aufhärtung" des Nutzstrahlenbündels bezeichnet. Da aber das Nutzstrahlenbündel insgesamt geschwächt wird, müssen die Belichtungsdaten erhöht werden, damit die gleiche Körperaustrittsdosis (gleiche Filmschwärzung) erzielt wird. Mit dieser Veränderung des Nutzstrahlenbündels verändert sich auch die Bestrahlungsdosis des Patienten.

FRAGESTELLUNG:

Welche Auswirkungen haben verschiedene Zusatzfilter, bei gleichem Abstand und gleicher Strahlenfeldeinblendung auf die Körpereintrittsdosis und damit auch auf die gesamte Bestrahlungsdosis des Patienten bei Röntgenaufnahmen der Brustwirbelsäule a.p.?

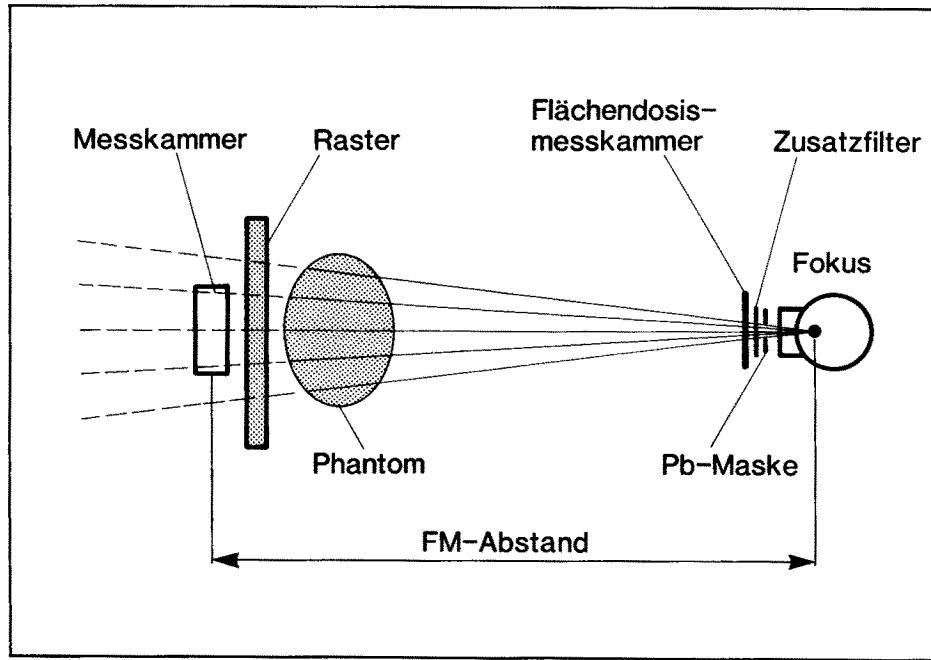
ZIEL:

Den Zusammenhang zwischen Zusatzfilterung - und der damit verbundenen Aufhärtung des Nutzstrahlenbündels - sowie der Bestrahlungsdosis des Patienten bei gleichen Aufnahmen erkennen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen ausführen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Braun B

GERÄTEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 40 mA
- Tiefenblende Vorhandene Bleimaske einschieben, ergibt Feldgrösse in der Objektebene für Filmformat 20/40
- Fokus-Messkammer-Abstand 100 cm
- Streustrahlraster r 8, n 40, f 100

Damit vergleichbare Messwerte erzielt werden, ist die Einhaltung einer jeweils gleich grossen Strahlenfeldgrösse erforderlich (Flächendosisprodukt). Die eingeschobene Bleimaske dient diesem Zweck.

Der Belichtungskorrekturfaktor gibt an, um das Wievielfache die Belichtung (z.B. mAs-Produkt) gegenüber einer Ausgangssituation geändert werden muss. Im vorliegenden Beispiel aufgrund der Anwendung von Zusatzfiltern.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

ARBEITSBLATT

RE - 26

Seite 3

MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Röhrenspannung (kV)	60	60	60	117	117	117
mAs-Produkt	125	160	160	8	10	10
Zusatzfilter (mm)	ohne	2 Al	0.15 Fe	ohne	2 Al	0.15 Fe
Belichtungskorrekturfaktor	1	1.25	1.25	1	1.1	1.1

## ERMITTLUNGEN:

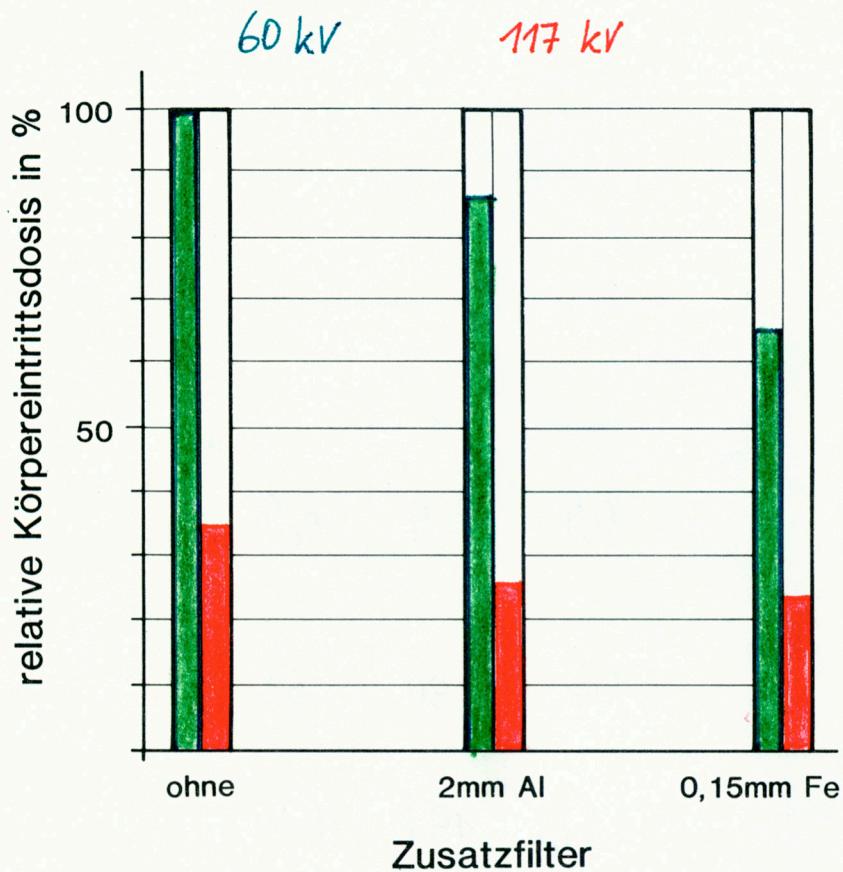
Hinter Streustrahlens- raster gemessene Kör- peraustrittsdosis (mR)	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0
Gemessenes Flächen- dosisprodukt (Rxcm <sup>2</sup> )	104	90	68	35	27	24
Berechnete Körper- eintrittsdosis (mR)	227,6	197	148,8	76,6	59	52,5
Relative Dosis in %	100	86,6	65,4	33,7	26	23,1

- Bestrahlte Körperfläche: 15 cm x 30.5 cm = 457 cm<sup>2</sup>  
 - Körpereintrittsdosis (mR) = Flächendosisprodukt (Rxcm<sup>2</sup>) dividiert  
 durch 457 cm<sup>2</sup> x 1000 (Rxcm<sup>2</sup>) : 457 cm<sup>2</sup>

Seite 4

AUSWERTUNG: KÖRPEREINTRITTS DOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VON EINER ZUSATZ- FILTERUNG

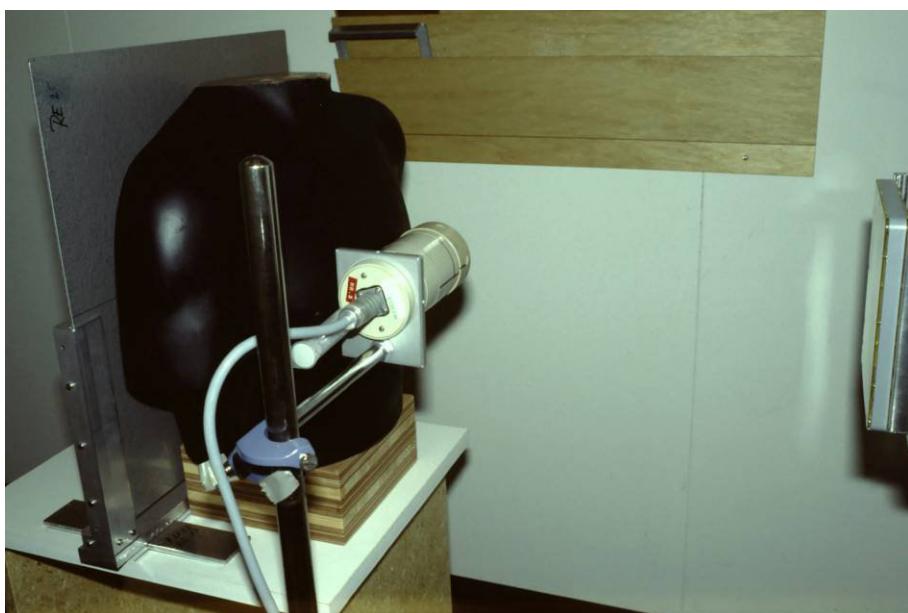
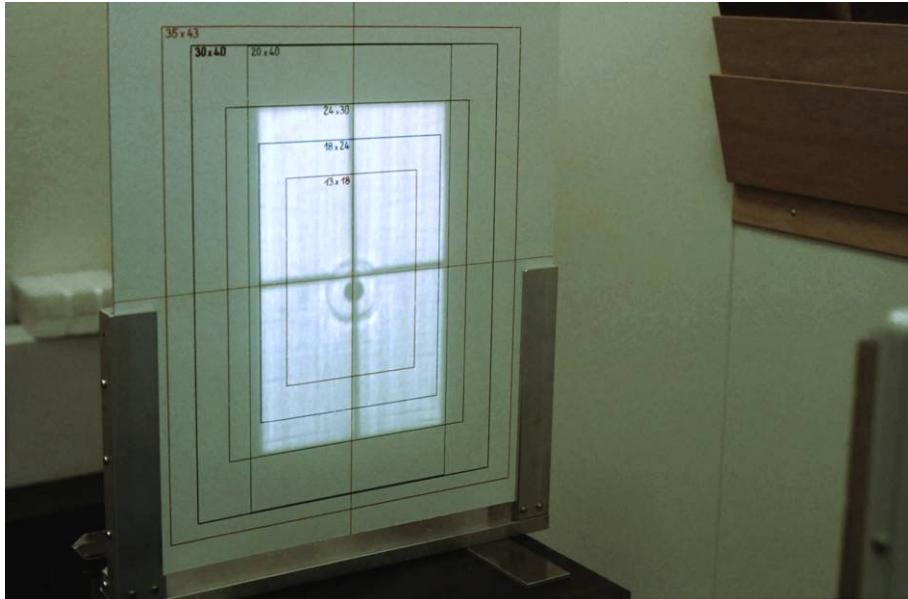
Tragen Sie die entsprechenden Werte im Diagramm ein!



KONTROLLFRAGEN:

1. Wie und warum wirkt sich der Einsatz von Zusatzfiltern auf die Bestrahlungsdosis des Patienten aus?
2. Ist beim Einsatz von Zusatzfiltern ein Unterschied in der Körper-eintrittsdosis zwischen 60 kV und 117 kV Röhrenspannung zu be-merken?
3. Welcher Zusatzfilter wäre am sinnvollsten zu verwenden?
4. Wie wirkt sich die Verwendung von Zusatzfiltern auf die erforder-liche Belichtung bzw. die erforderlichen Belichtungswerte aus?

Einfluss Einblendung auf die Oberflächendosis RE 27



KAPITEL:

Einfluss der Einblendung auf die Oberflächendosis

SACHVERHALT:

Die Grösse der Strahlenfeldeinblendung bewirkt, welches gesamte Körpervolumen des Patienten bestrahlt wird. Je grösser dieses Volumen wird, umso mehr Photonen können gestreut werden. Die im Körpervolumen rückwärts gestreuten Photonen bewirken einen Aufbau der Bestrahlungsdosis auf der Körperoberfläche. Die ohne "Streukörper Patient" ermittelte "Körpereintrittsdosis" in Luft bleibt, unabhängig von der Strahlenfeldeinblendung, immer etwa gleich.

FRAGESTELLUNG:

In welchem Ausmass erhöht sich die Oberflächendosis durch die vom Patienten rückwärts gestreuten Photonen bei unterschiedlicher Strahlenfeldeinblendung, d.h. unterschiedlich bestrahltem Körpervolumen des Patienten bei Röntgenaufnahmen der Brustwirbelsäule a.p., bei gleichbleibender Nutzstrahldosis und gleichem Abstand?

ZIEL:

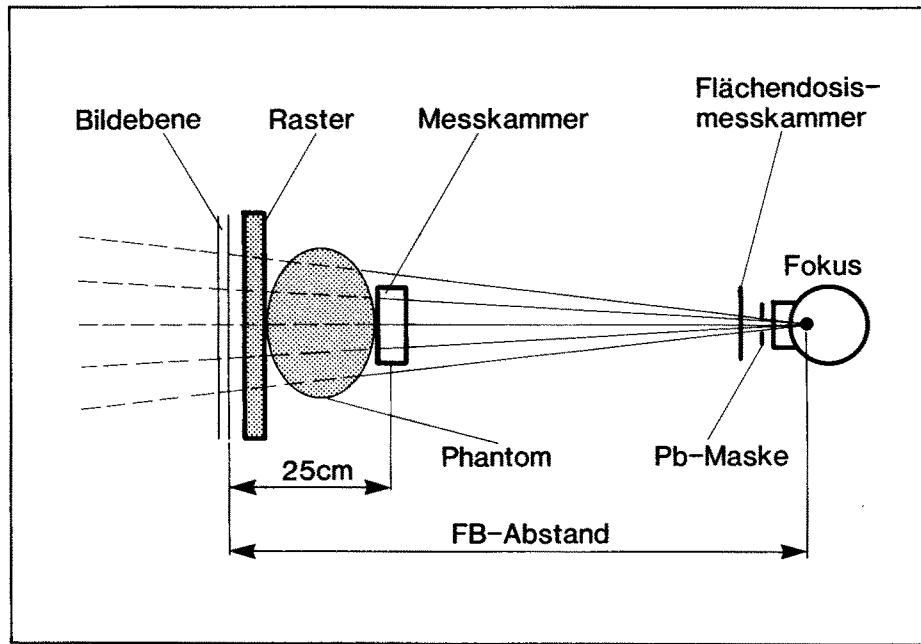
Den Zusammenhang zwischen bestrahltem Körpervolumen und der Oberflächendosis des Patienten erkennen.

VORGEHEN:

1. Geräteaufbau/Versuchsanordnung überprüfen (Seite 2)
2. Grundeinstellungen für alle Messungen des Versuches vornehmen
3. Allfällige Arbeitsschutz-Hinweise beachten
4. Einstellungen gemäss Messprotokoll vornehmen und die dabei ermittelten Werte im Messprotokoll eintragen (Seite 3 und 4)
5. Auswertungen vornehmen
6. Kontrollfragen beantworten

ARBEITSPLATZ: Braun B

Seite 2

GERATEAUFBAU/VERSUCHSANORDNUNG:GRUNDEINSTELLUNGEN FÜR ALLE MESSUNGEN DES VERSUCHES:

- Röhrenstrom 80 mA
- Röhrenspannung 70 kV
- mAs-Produkt 40 mAs
- Fokus-Bildebene-Abstand 100 cm

Aus der Division des Flächendosisproduktes durch die Fläche 25 cm vor der Bildebene (Körpereintrittsseite) ergibt sich die Körpereintrittsdosis.

Damit vergleichbare Messwerte erzielt werden und damit die bestrahlte Fläche an der Körpereintrittsseite nicht jedes Mal selbst ermittelt werden muss, ist es erforderlich, die entsprechenden Pb-Masken an der Tiefenblende einzuschieben.

ARBEITSSCHUTZ-HINWEISE:

- Beim Auslösen der Aufnahme Türe zu Röntgenraum geschlossen halten

## ARBEITSBLATT

RE - 27

Seite 3

## MESSPROTOKOLL:

## EINSTELLUNGEN:

Bestrahlte Fläche in Bildebene (cmxcm)	13x18	18x24	20x40	30x40	35x43
Bestrahlte Fläche an Körpereintritt	9.5x13.5	13.5x19	15x30.5	21.7x30	26.5x32.5
Entspricht einer Fläche von (cm <sup>2</sup> )	128	256	457	651	861

Tiefenblende entsprechende Blei-Maske einschieben

## ERMITTLEMENTEN:

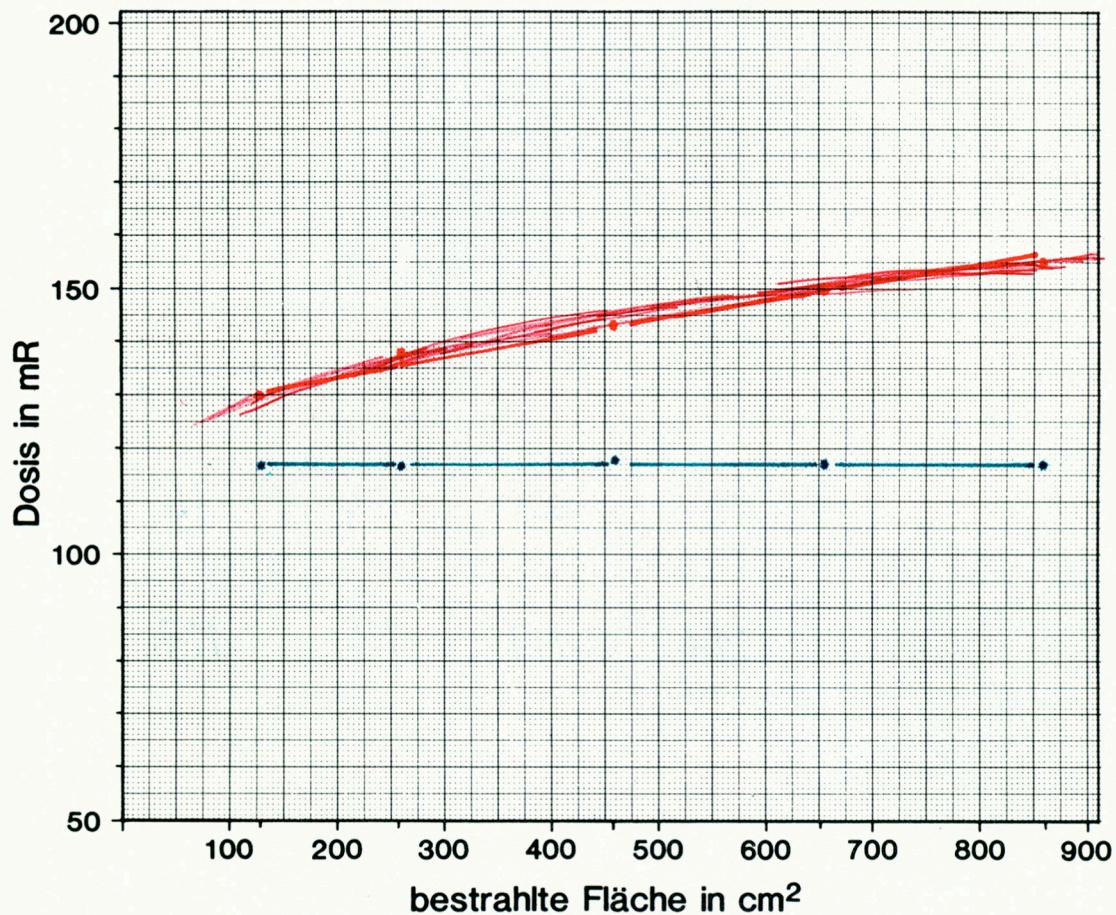
Gemessenes Flächen-dosisprodukt (Rxcm <sup>2</sup> )	15	30	54	76	100
Berechnete Körper-eintrittsdosis (mR)	117	117	118	117	117
Gemessene Oberflä-chendosis (mR)	130	138	143	150	155

- Körpereintrittsdosis (mR) = Flächendosisprodukt (R $\times$ cm $^2$ ) dividiert durch bestrahlte Fläche an Körpereintritt  $\times 1000$

Seite 4

AUSWERTUNG: OBERFLÄCHENDOSIS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER STRAHLENFELDEINBLENDUNG

Tragen Sie die entsprechenden Werte der Oberflächendosis und der berechneten Körpereintrittsdosis im Diagramm ein!



KONTROLLFRAGEN:

1. Wie wirkt sich die Strahlenfeldgrösse auf die Oberflächendosis des Patienten aus? Wie sollte demnach in der Praxis die Wahl der Strahlenfeldgrösse erfolgen?
2. Welche Faktoren sind im Flächendosisprodukt beinhaltet? Was bedeutet in der Praxis ein höheres Flächendosisprodukt für den Patienten?
3. Es soll eine Röntgenaufnahme z.B. der Brustwirbelsäule a.p. mit einem Filmformat 20x40 cm angefertigt werden. Wie gross muss bei einem Fokus-Film-Abstand von 100 cm die Strahlenfeldeinblendung an der Körperoberfläche (Fokus-Oberflächen-Abstand 75 cm) sein?
4. Sollte eine optimale Einblendung auch auf der Röntgenaufnahme sichtbar sein? Begründen Sie Ihre Antwort.