



Strahlenschutzbelehrung 2010

Bestrahlung von Schwangeren

H.Krauss, 16. März 2010

Fragestellung

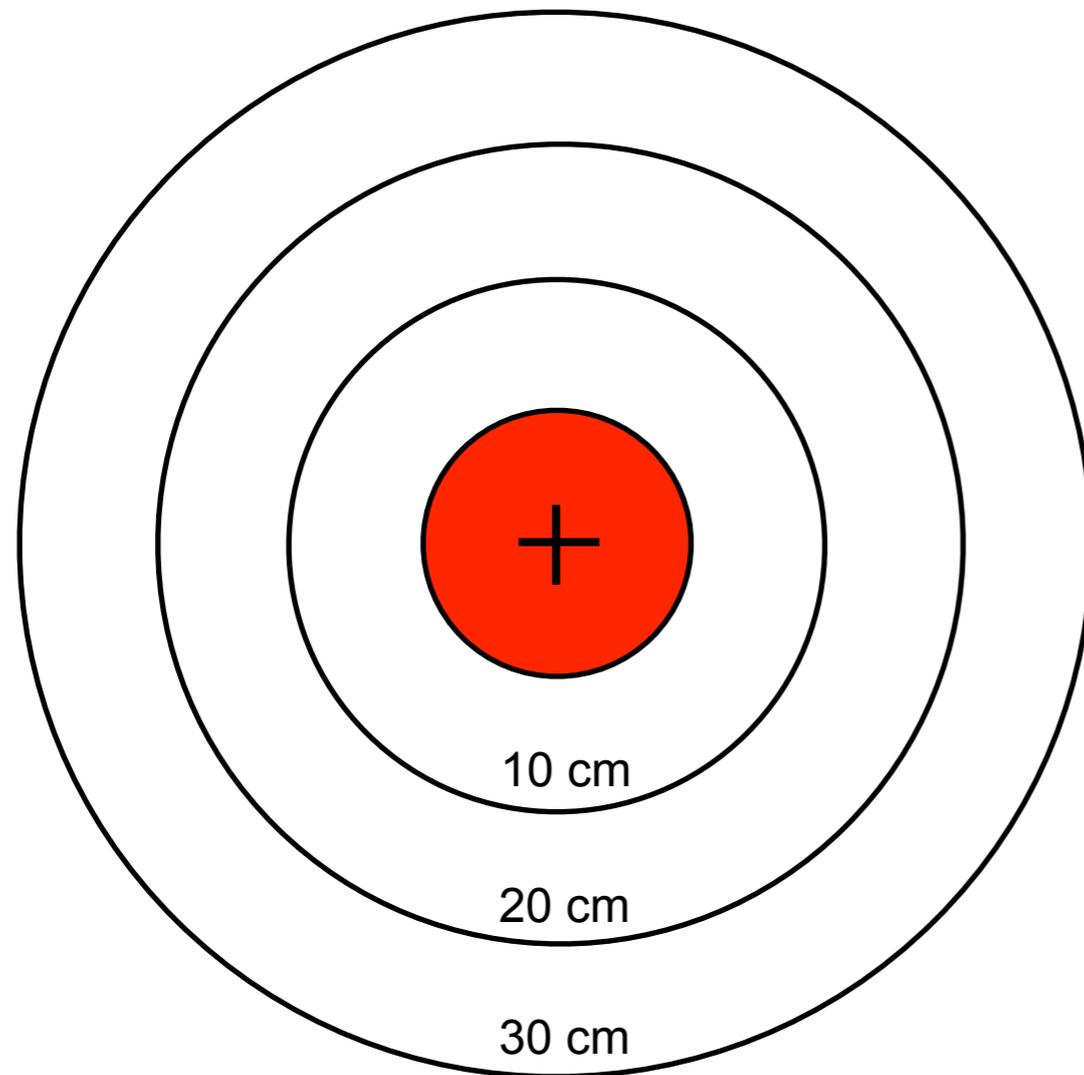
- Wie hoch ist bei typischen Bestrahlungen von Schwangeren die Dosisbelastung für das Ungeborene?
- Wie kann diese Dosisbelastung reduziert werden?
- Es geht also um die Dosis **ausserhalb des bestrahlten Volumens** (“Out-of-beam-Dosis”)

Dosisbeiträge

Zur Out-of-beam-Dosis tragen bei:

- γ : Photonenleckstrahlung aus dem Strahlerkopf
- γ : Streuung an “beam modifiern” (Keile, Blöcke etc.)
- γ : Comptonstreuung im Körper
- Neutronen: aus dem Strahlerkopf - (γ,n)-Reaktionen
- Neutronen: im Patienten - (γ,n)-Reaktionen

In welchem Abstand dominiert welche Strahlungskomponente?



10 cm: Kollimator = Patient
20 cm: Patient
30 cm: Patient = Leakage
>30 cm: Leakage

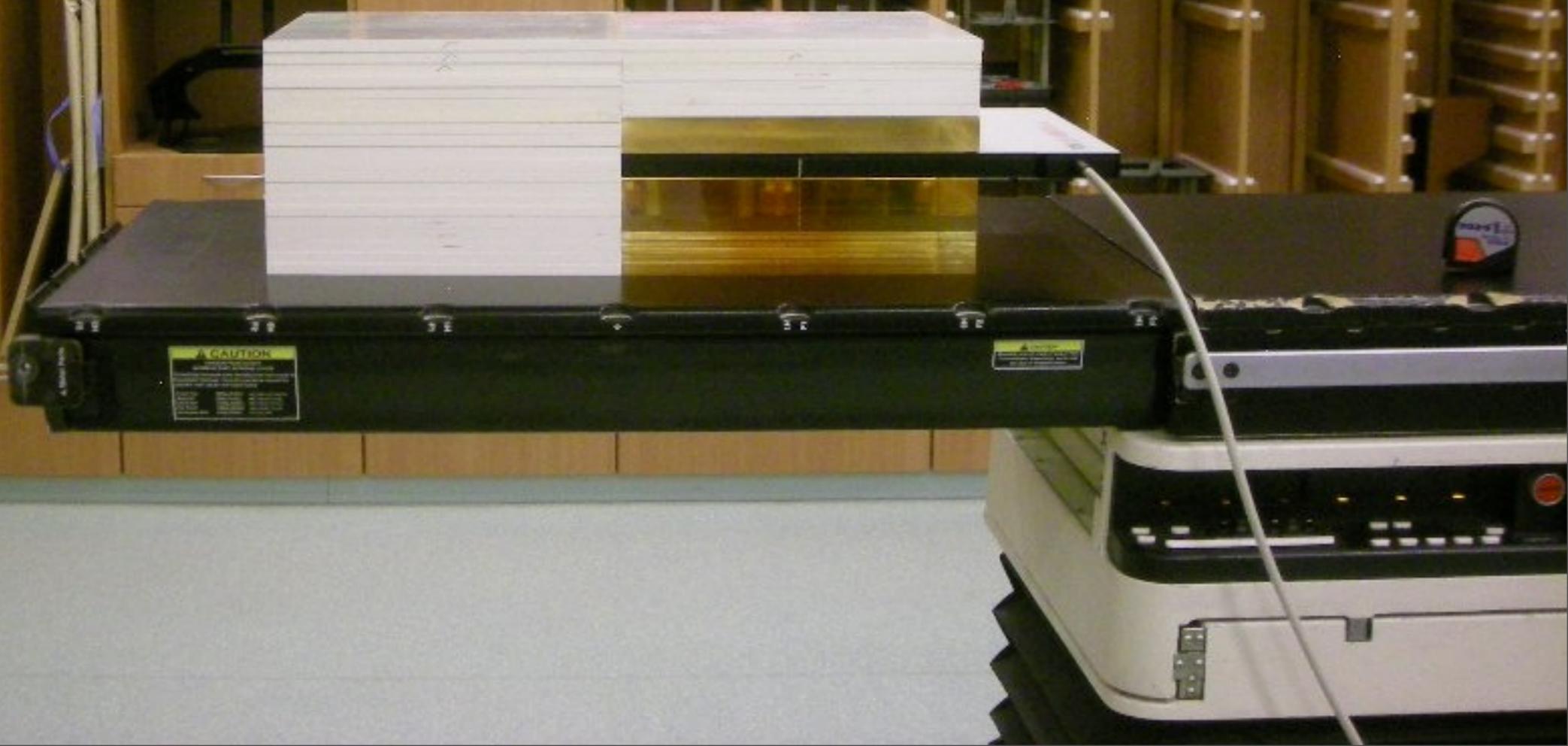
 = Bestrahlungsfeld



Eigene Messungen

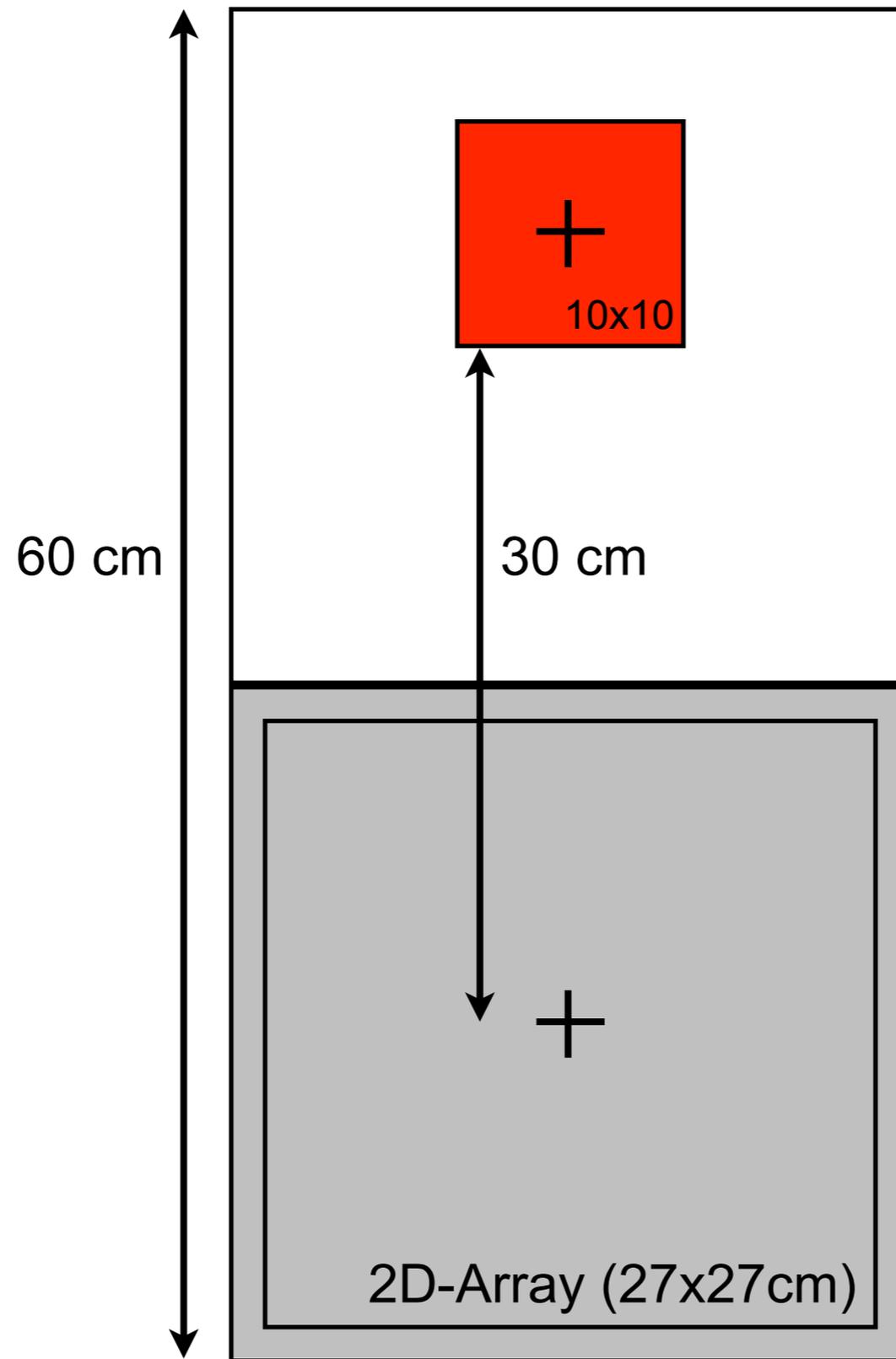
Annahmen

- Bestrahlung im Halsbereich (“Lymphom”)
 - 30 Gy appliziert AP, 10x10 cm, isozentrisch
 - (äquiv. zu AP/PA)
 - keine Keile
- Abstand zum Uterus ca. 40 cm

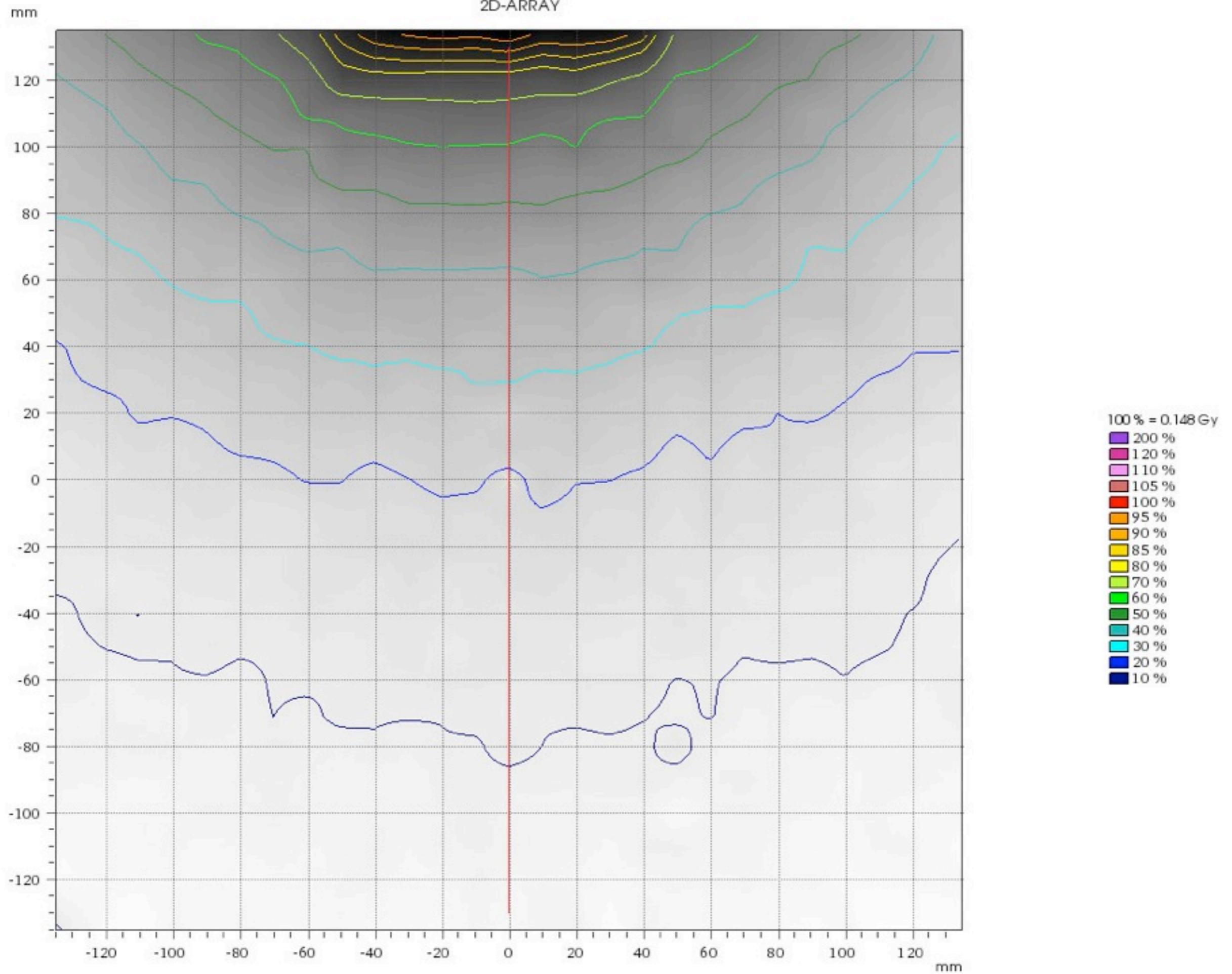


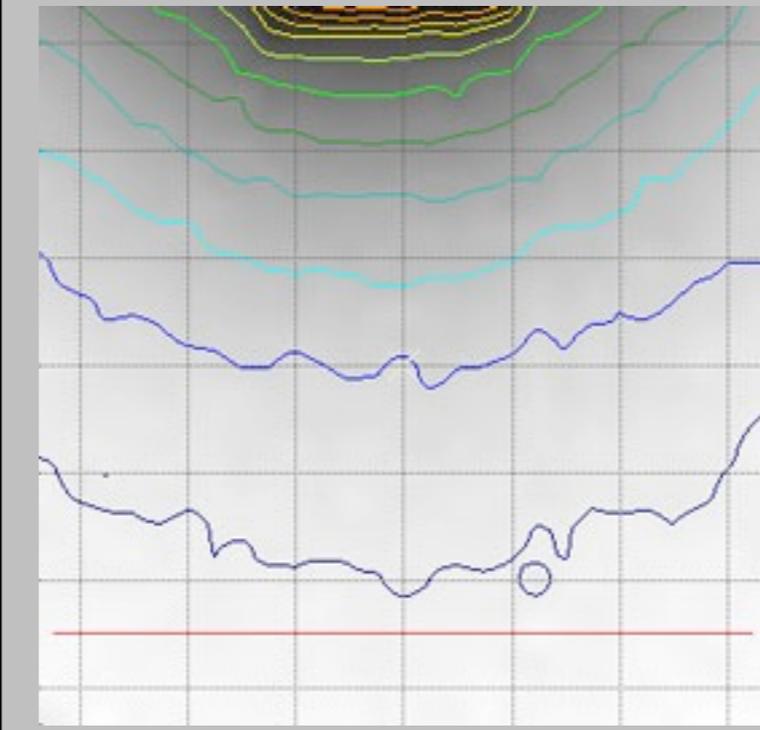
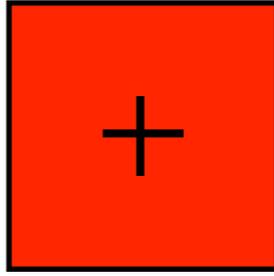
1. Setup

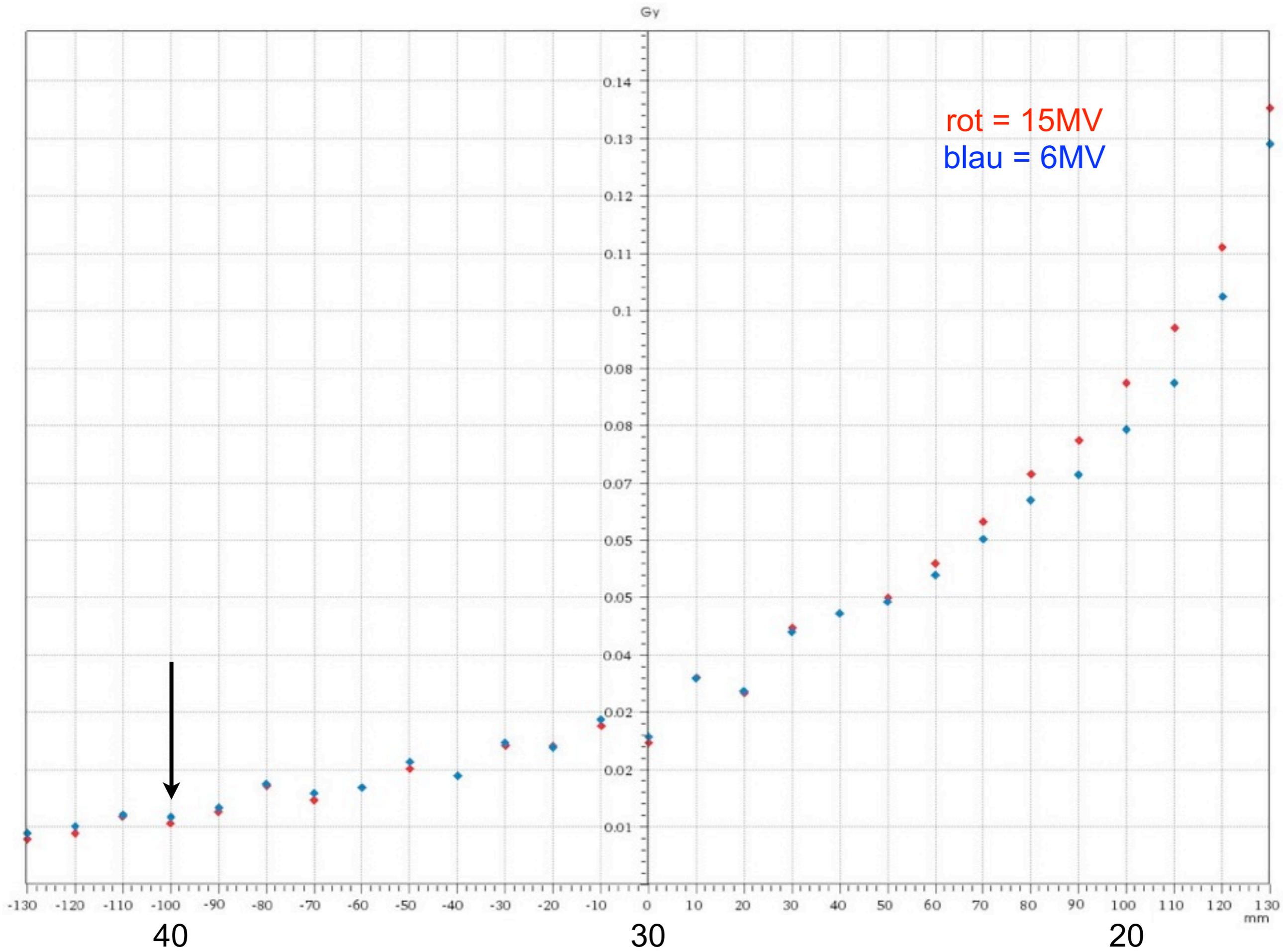
- Simpler Aufbau: Quader 60 x 30 x 20cm
- 3000 MU, entsprechend ca. 30 Gy (genauer: 24 Gy)
- Gemessen wird die Summe von Leckstrahlung aus dem Strahlerkopf + Comptonstreuung im Körper
- 2D-Array misst Dosis in der Mittelebene (10 cm Tiefe) der kaudalen Körperhälfte
- Das Zentrum des Arrays hat 30 cm Abstand vom Feldrand (35 cm Abstand vom Isozentrum)



2D-ARRAY







Ergebnis

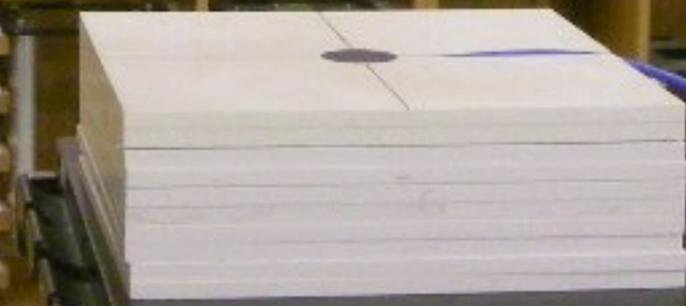
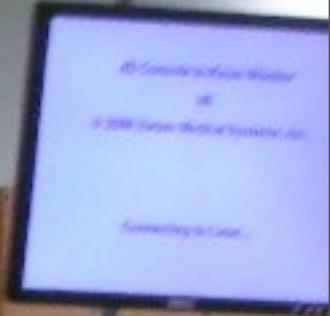
- 6MV: 11 mGy bei 24 Gy (0,05%)
- 15MV: 12 mGy bei 28 Gy (0,04%)¹
 - Bezogen auf abgestrahlte MU (3000): 15 > 6
 - Bezogen auf Target-Dosis (30 Gy): 6 > 15
- Im Rahmen der Messunsicherheit sind beide gleich

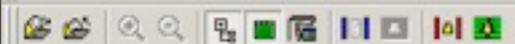
¹konsistent mit Keller et al.

Wie groß ist die γ -Leckstrahlung aus dem Strahlerkopf?

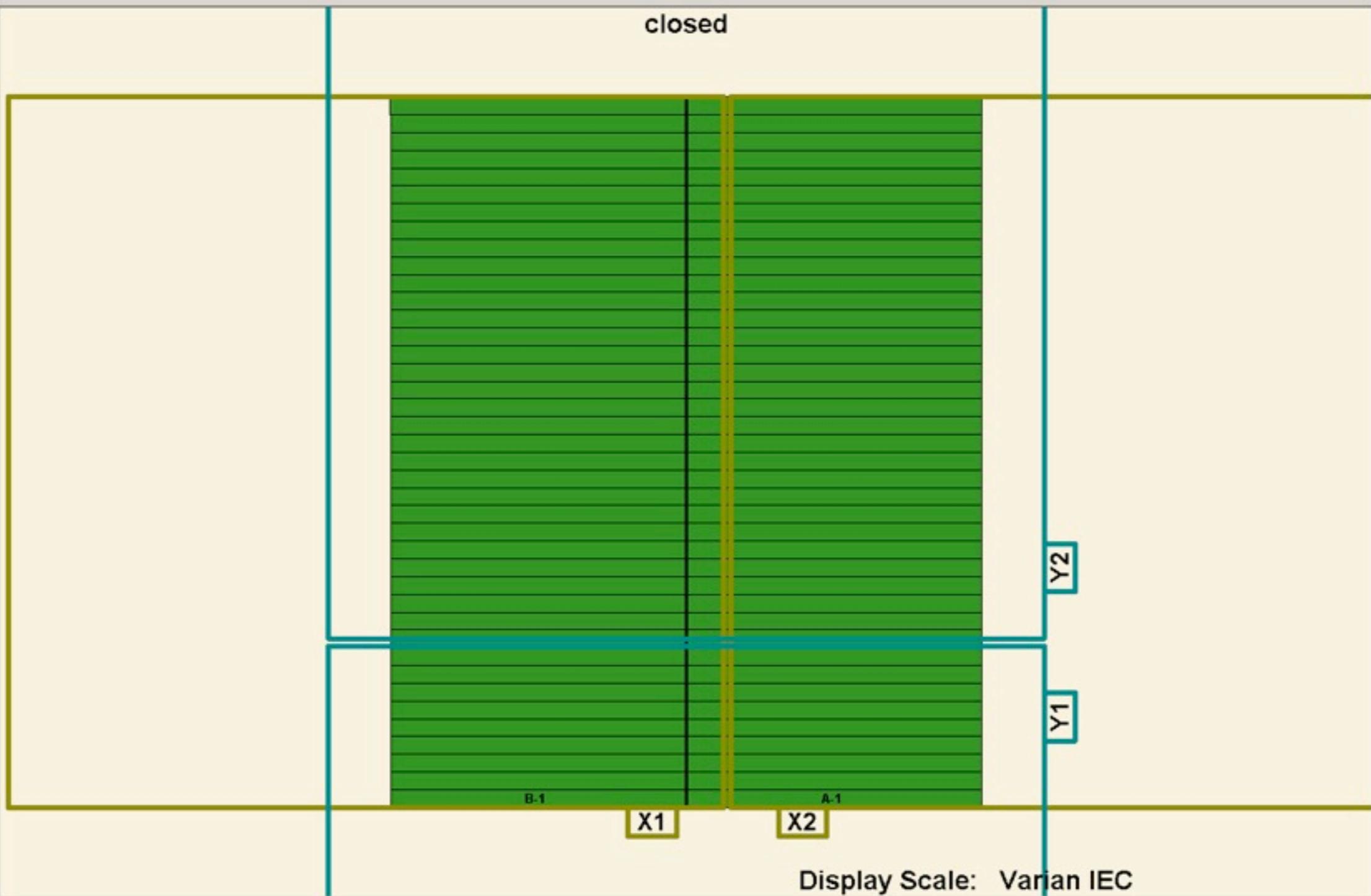
2.Setup

- Therapiestrahl geblockt (Blenden und MLC geschlossen)
- Messung mit Ionisationskammer an der Oberfläche
- 3000 MU
- 6MV, 15MV





- closed, closed (closed)
- CLOSED.MLC
- closed



Name	Severity	Description
ALL CLEAR		

- IEC 60601-2-1: Photonenleakage maximal 0,2% der Dosis im Nutzstrahl

201.10.1.2.103.2 LEAKAGE RADIATION (excluding NEUTRONS) outside the area *M*

The ME EQUIPMENT shall be provided with PROTECTIVE SHIELDING that attenuates IONIZING RADIATION so that, in a plane circular surface of radius 2 m centred on and orthogonal to the REFERENCE AXIS at the ISOCENTRE, and excluding the area *M*, the ABSORBED DOSE due to LEAKAGE RADIATION, excluding NEUTRONS, shall not exceed

- a) a maximum of 0,2 %, and
- b) an average of 0,1 %,

of the maximum ABSORBED DOSE measured at the centre of the plane in a 10 cm × 10 cm RADIATION FIELD.

To avoid LEAKAGE RADIATION through the BLDs from influencing the measurements, the BLDs shall be closed to minimum aperture and, where necessary, suitable absorbing material added so that the area *M* is protected by a total of at least three TENTH-VALUE LAYERS from the X-RADIATION BEAM.

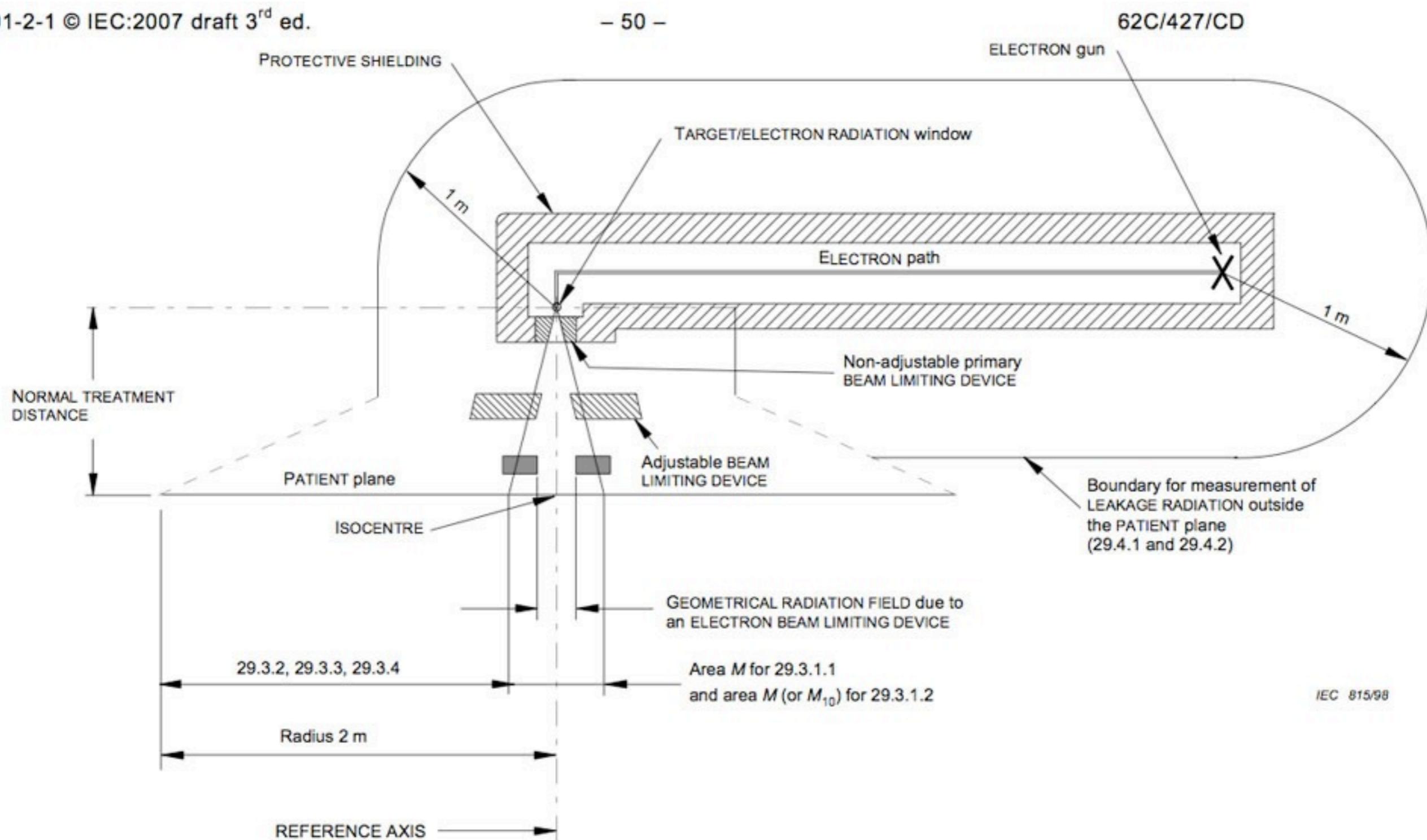
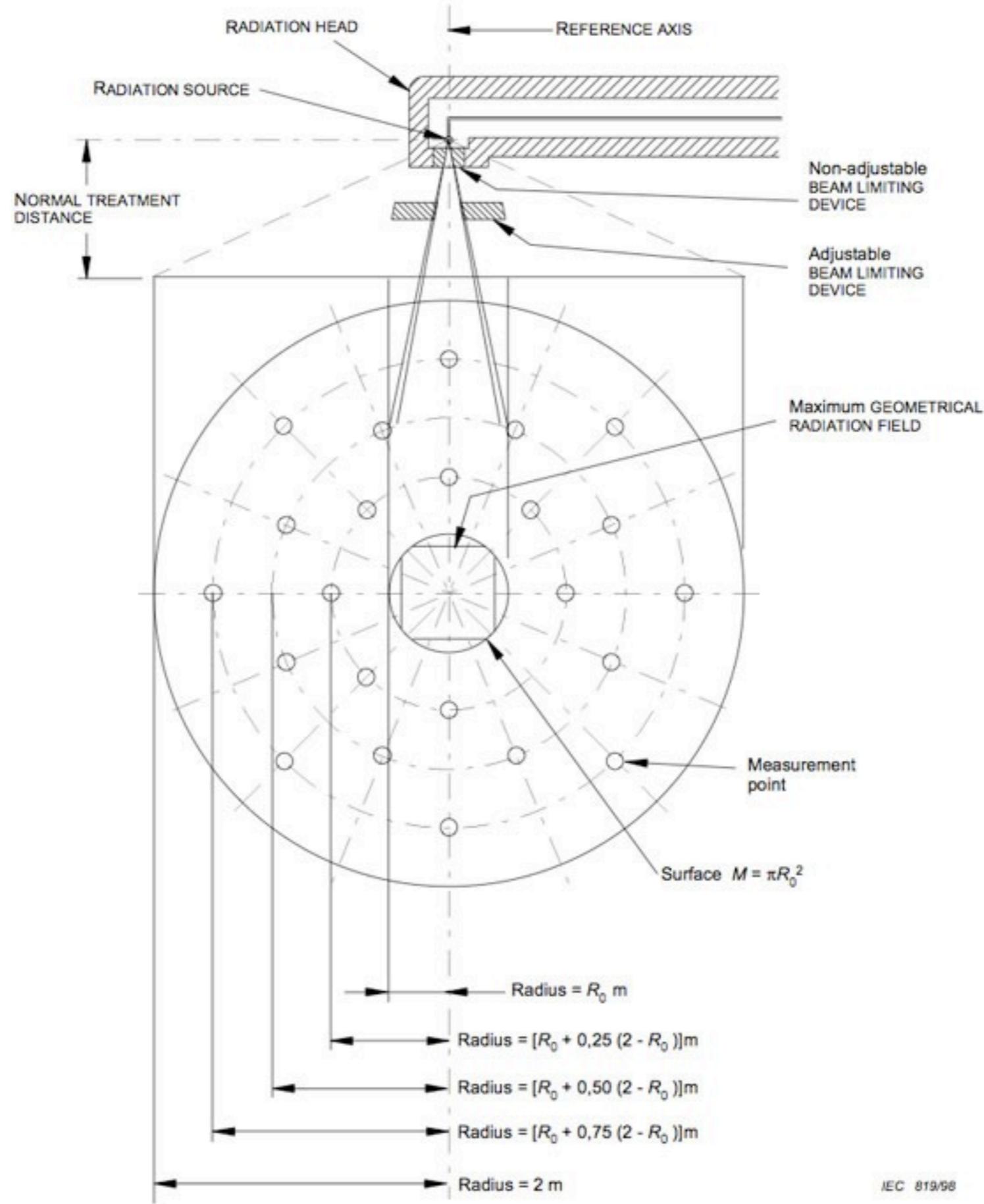


Figure 201.103 – Elevation view – Application of LEAKAGE RADIATION requirements (h201.10.1.2.103 and 201.10.1.2.104)



NOTE – Area M is centred on REFERENCE AXIS and is perpendicular to it.

Figure 201.107 – 24 measurement points for averaging LEAKAGE RADIATION outside area M (201.10.1.2.103.2)

Ergebnis

- 6MV: 2,5 mGy bei 24 Gy (0,01%)
- 15MV: 3 mGy bei 28 Gy (0,01%)
- Höhere Unsicherheit (Energie der Strahlung, Messung in 1 mm Tiefe)



Literatur

Fetal dose from radiotherapy with photon beams: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 36

Marilyn Stovall

Department of Radiation Physics, The University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

Charles Robert Blackwell

Department of Therapeutic Radiology, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota 55905

Jackson Cundiff

Department of Radiation Physics, The University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

Devorah H. Novack

Oakmore Medical Physics, Oakland, California 94602

Jatinder R. Palta

Department of Radiation Therapy and Nuclear Medicine, Thomas Jefferson University, Bodine Center for Cancer Treatment, Philadelphia, Pennsylvania 19107

Louis K. Wagner

Department of Radiology, University of Texas Medical School, Houston, Texas 77030

Edward W. Webster

Department of Radiology, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts 0211-C

Robert J. Shalek (Consultant)

Department of Radiation Physics, The University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

(Received 2 June 1994; accepted for publication 20 October 1994)

Approximately 4000 women per year in the United States require radiotherapy during pregnancy. This report presents data and techniques that allow the medical physicist to estimate the radiation dose the fetus will receive and to reduce this dose with appropriate shielding. Out-of-beam data are presented for a variety of photon beams, including cobalt-60 gamma rays and x rays from 4 to 18 MV. Designs for simple and inexpensive to more complex and expensive types of shielding equipment are described. Clinical examples show that proper shielding can reduce the radiation dose to the fetus by 50%. In addition, a review of the biological aspects of irradiation enables estimates of the risks of lethality, growth retardation, mental retardation, malformation, sterility, cancer induction, and genetic defects to the fetus.

TABLE OF CONTENTS

I. INTRODUCTION.....	63	4. Growth retardation.	74
II. PHYSICAL BASIS OF DOSE OUTSIDE PHOTON BEAMS.	64	5. Sterility.	74
A. Total dose outside beams.	64	6. Cancer induction.	74
B. Photoneutron contamination.	65	7. Genetic effects.	76
III. TECHNIQUES TO ESTIMATE AND REDUCE FETAL DOSE.	65	B. Summary of effects by gestational age (PC). ..	76
A. Modification of treatment techniques.	65	1. Preimplantation: 0 to 8 days PC.	76
B. Use of special shields.	65	2. Embryonic period: 8 to 56 days PC.	76
1. Design of shields.	65	3. Early fetal: 56 to 105 days PC.	77
2. Dosimetry with shields.	69	4. Mid-fetal: 105 to 175 days PC.	77
IV. EXAMPLES OF REDUCTION AND ESTIMATION OF FETAL DOSE.	71	5. Late fetal: more than 175 days PC.	77
V. BIOLOGICAL EFFECTS OF FETAL IRRADIATION	71	C. Conclusions.	77
A. Radiation effects.	71	VI. PROFESSIONAL CONSIDERATIONS.	78
1. Lethality.	71	VII. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS.	78
2. Anatomical malformations.	72	APPENDIX A.....	78
3. Severe mental retardation (SMR).	73	APPENDIX B.....	80
		REFERENCES	81



FIG. 1. Points of dose estimation: the fundus, umbilicus (or midpoint), and symphysis pubis.

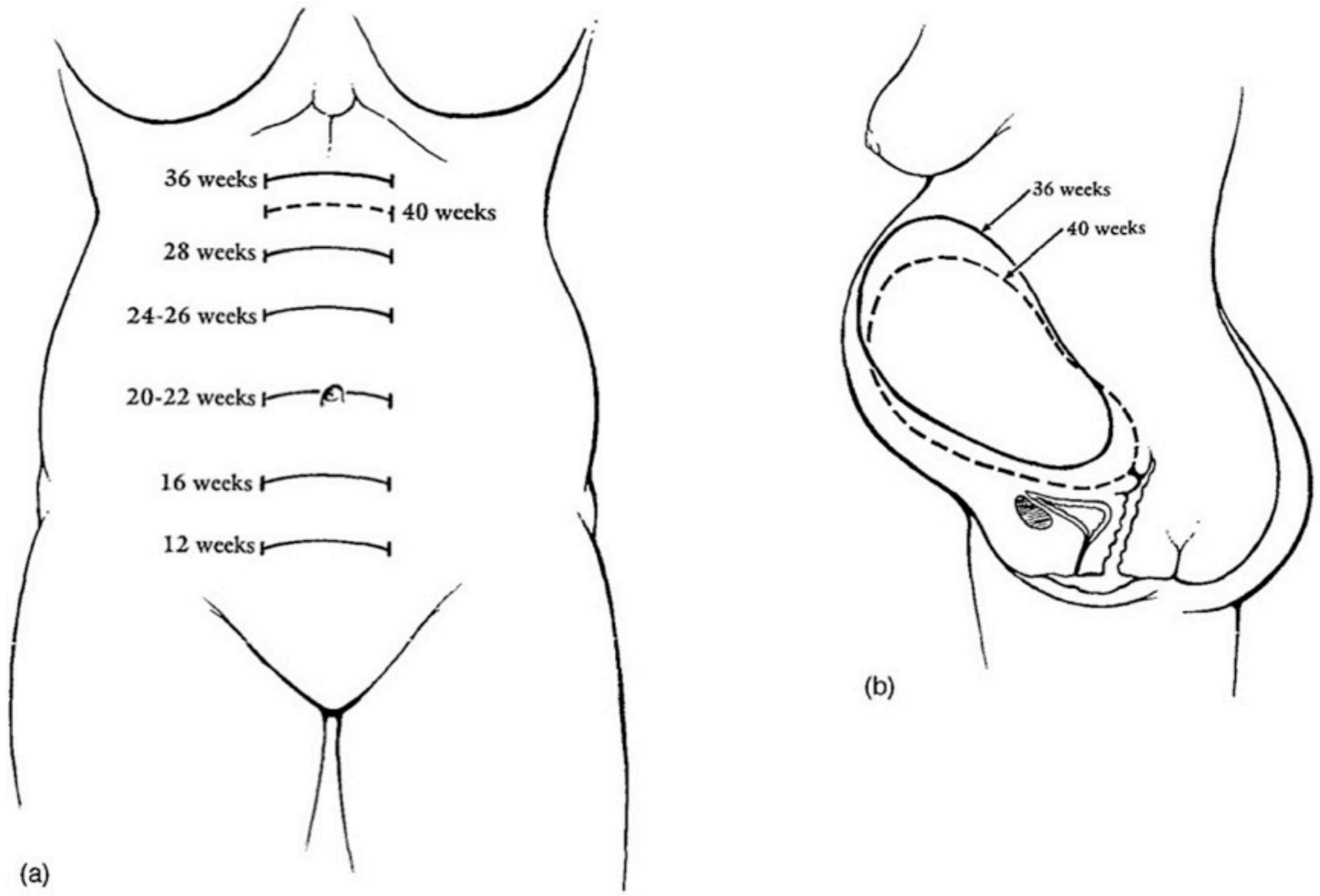


FIG. 2. (a) Anterior and (b) lateral views of height of the fundus at various times during pregnancy.

Zehntelwertdicke

- Begriff aus dem Strahlenschutz
- Dicke der Schicht für Abschwächung auf 1/10
- Material- und energieabhängig
- Die Zehntelwertdicke für Blei beträgt ca. 5 cm (bei 6 MV)
- d.h.:
 - 5 cm Blei = noch 10% Transmission,
 - 10 cm Blei = noch 1% Transmission, ...

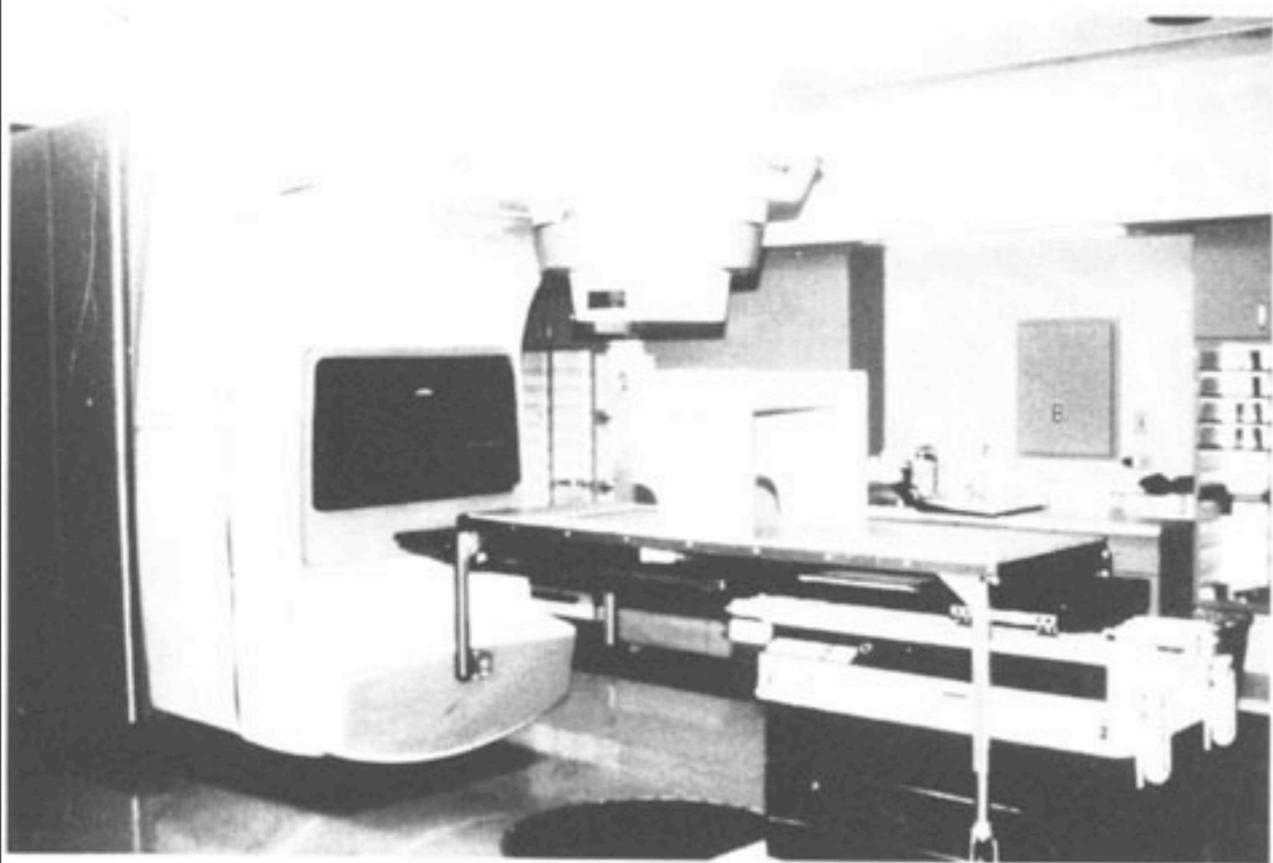


FIG. 3. Photograph of a bridge used to support shielding material.

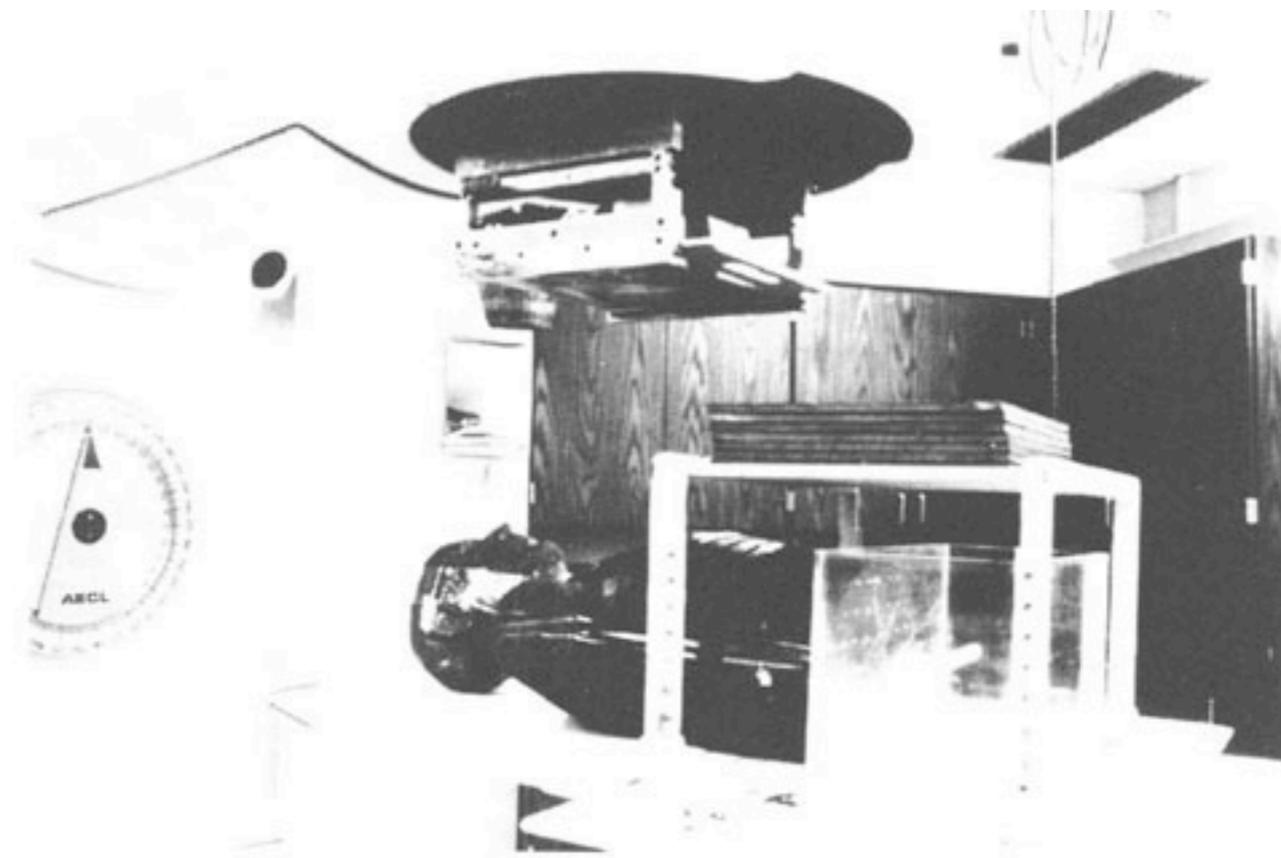


FIG. 4. Photograph of shielding with phantom used for measurements.

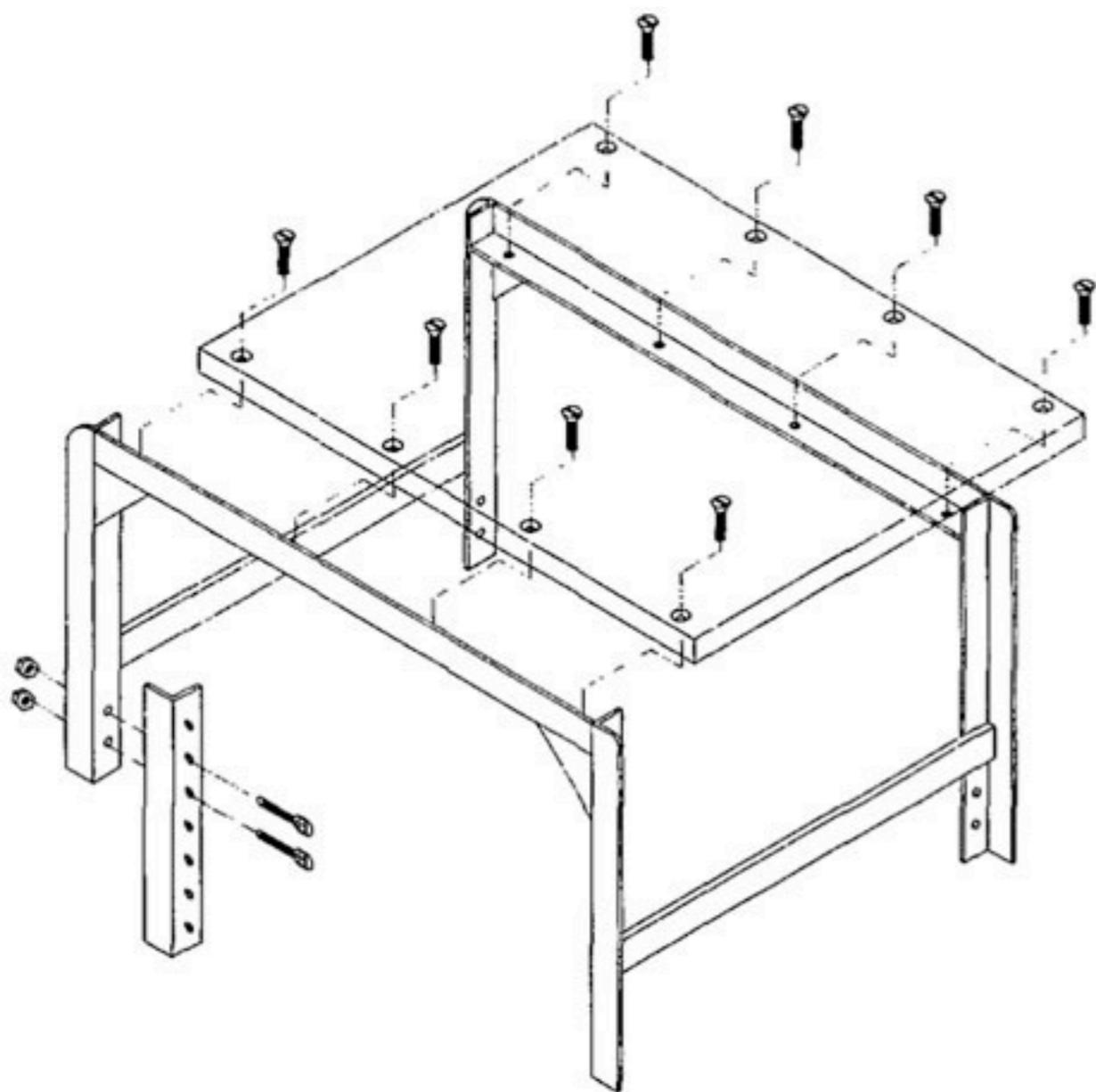


FIG. 6. Diagram of a bridge used to support shielding material.

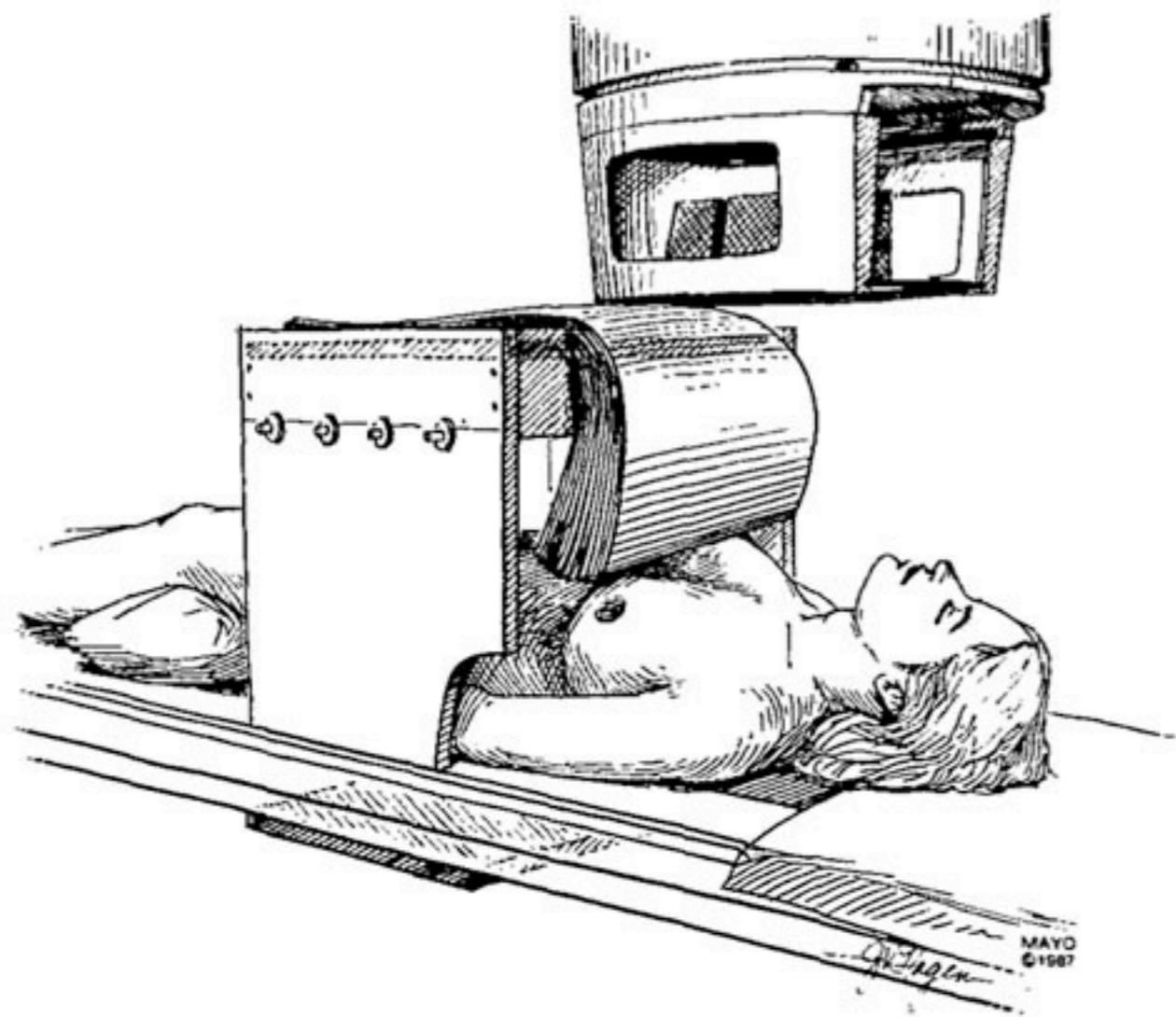


FIG. 7. Single-unit bridge, shown in Fig. 5, with patient in treatment position.



FIG. 10. Photograph of mobile shield positioned over treatment couch.

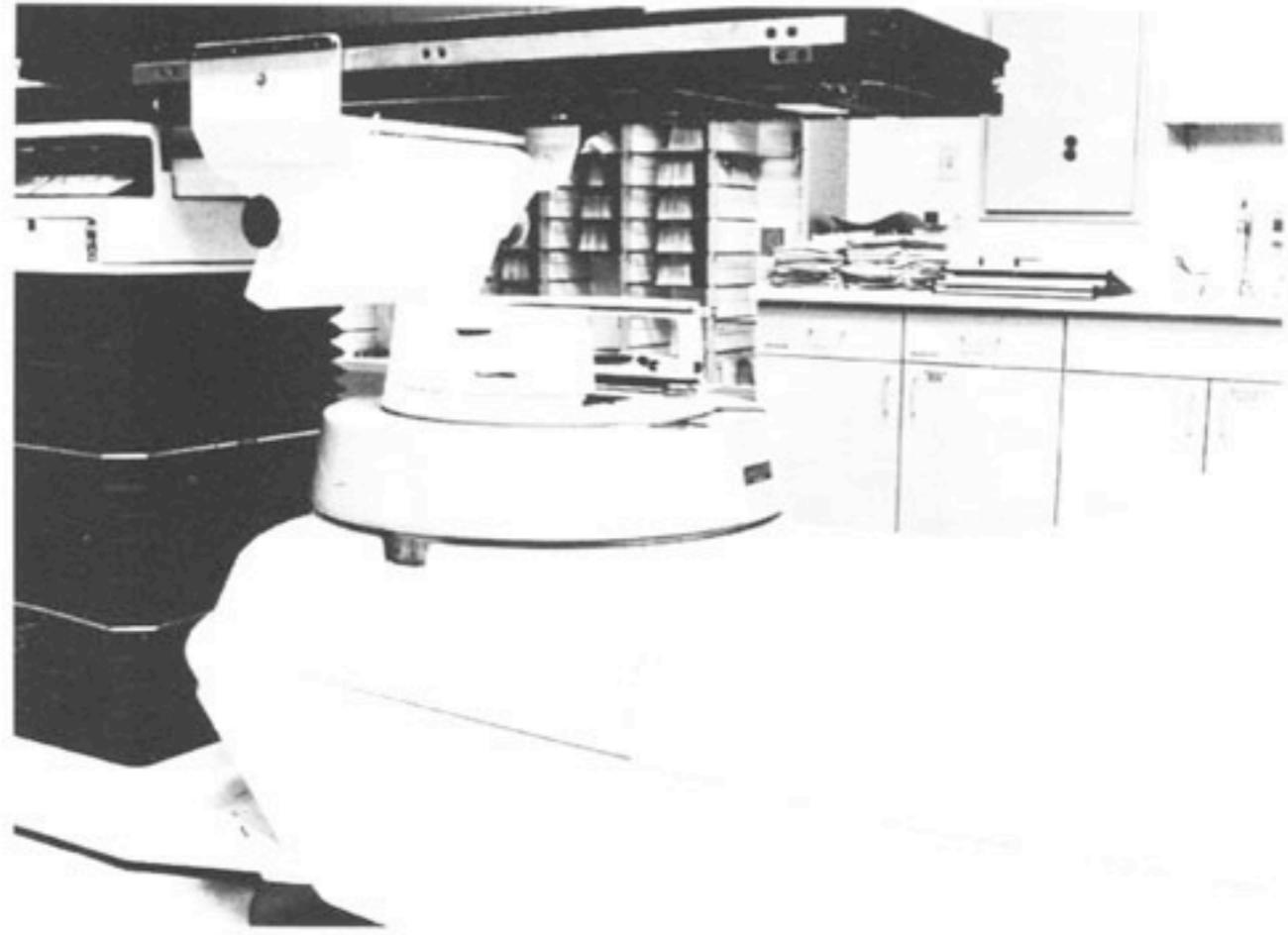


FIG. 12. Photograph of mobile support to hold shielding material.

TABLE I. Example 1: Pregnant patient with sarcoma in the left distal tibia.

Planned radiotherapy

Machine: Varian Clinac 600C, 6-MV photons at 100-cm target skin distance

Field configuration: Anterior and posterior, 7wX15h cm²

Prescribed doses: 27.5 Gy to each field and 50 Gy to tumor

Therapy to be given over 5 weeks

Gestation stage at the beginning of therapy: 25 weeks

Shielding: None

Dose (Gy) to fetus for course of radiotherapy
(10-cm depth)

	Point A Top of fetus	Point B Mid-fetus	Point C Pubis
Distance from nearest edge of field(s) to fetal points, cm	90	80	70
Dose to unshielded fetus	0.012	0.015	0.015
Dose to shielded fetus		*****No shielding used*****	

TABLE II. Example 2: Pregnant patient with glioblastoma.

Dose (Gy) to fetus for course of radiotherapy (10-cm depth)			
	Point A Top of fetus	Point B Mid-fetus	Point C Pubis
Distance from nearest edge of field(s) to fetal points, cm	44	52	60
Dose to unshielded fetus	0.030	0.025	0.022
Dose to shielded fetus	0.015	0.013	0.011

Planned radiotherapy

Machine: Thrac 6, 6-MV photons at 100-cm target skin distance

Field configuration: Right and left lateral, 17wX14h cm²

Prescribed doses: 38 Gy to each field and 60 Gy (midline) to tumor

Therapy to be given over 6 weeks

Gestation stage at beginning of therapy: 13 weeks

Shielding: Three half-value layers, 4.5 cm lead blocks

TABLE III. Example 3: Pregnant patient with Hodgkin's disease.

Planned radiotherapy			
Machine: Therac 6, 6-MV photons at 100-cm target skin distance			
Field configuration: Anterior and posterior mantles			
Prescribed doses: 40 Gy to anterior field, 13 Gy to posterior field, and 38 Gy to tumor			
Therapy to be given over 6 weeks			
Gestation stage at beginning of therapy: 34 weeks			
Shielding: Five half-value layers, 6.7-cm lead blocks			
Dose (Gy) to fetus for course of radiotherapy (10-cm depth)			
	Point A Top of fetus	Point B Mid-fetus	Point C Pubis
Distance from nearest edge of field(s) to fetal points, cm	15.5	28.5	41.5
Dose to unshielded fetus	0.42	0.14	0.06
Dose to shielded fetus	0.17	0.04	0.02

TABLE V. Risk associated with irradiation during fetal development (After Brent, Ref. 29).

	Preimplantation	Organogenesis	Early fetal	Mid-fetal	Late fetal
Postconception time, days	0 to 8	9 to 50	51 to 105	106 to 175	>175
Postconception time, weeks	1	2 to 7	8 to 15	16 to 25	>25
Effects					
Lethality	+++	+	+	-	-
Gross malformations	-	+++	+	+	-
Growth retardation	-	+++	++	+	+
Mental retardation	-	-	+++	+	-
Sterility	-	+	++	+	+
Cataracts	-	+	+	+	+
Other neuropathology	-	+++	+	+	+
Malignant disease	-	+	+	+	+

- No observed effect.

+ Demonstrated effect.

++ Readily apparent effect.

+++ Occurs in high incidence.

TABLE VI. Summary of risk as function of dose.

Dose (Gy)	Risk
<0.05	Little risk of damage
0.05-0.10	Risk uncertain
0.10-0.50	Significant risk of damage during first trimester
>0.50	High risk of damage during all trimester

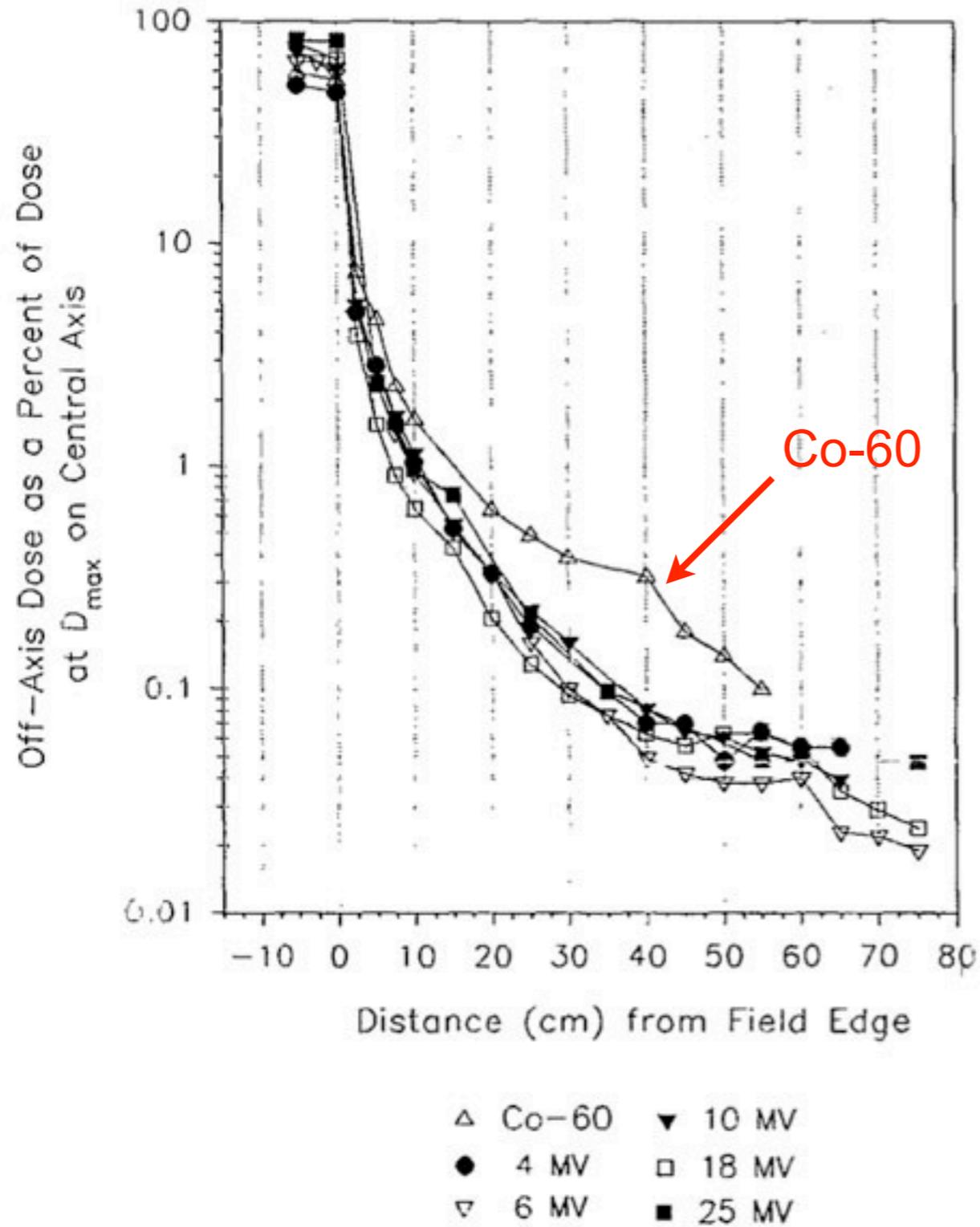


FIG. 18. Total absorbed dose in phantom from 10X10-cm² fields of ⁶⁰Co gamma rays and 4-, 6-, 10-, 18-, and 25-MV photons at 10-cm depth, normalized to 100% on the central axis at depth of maximum dose.

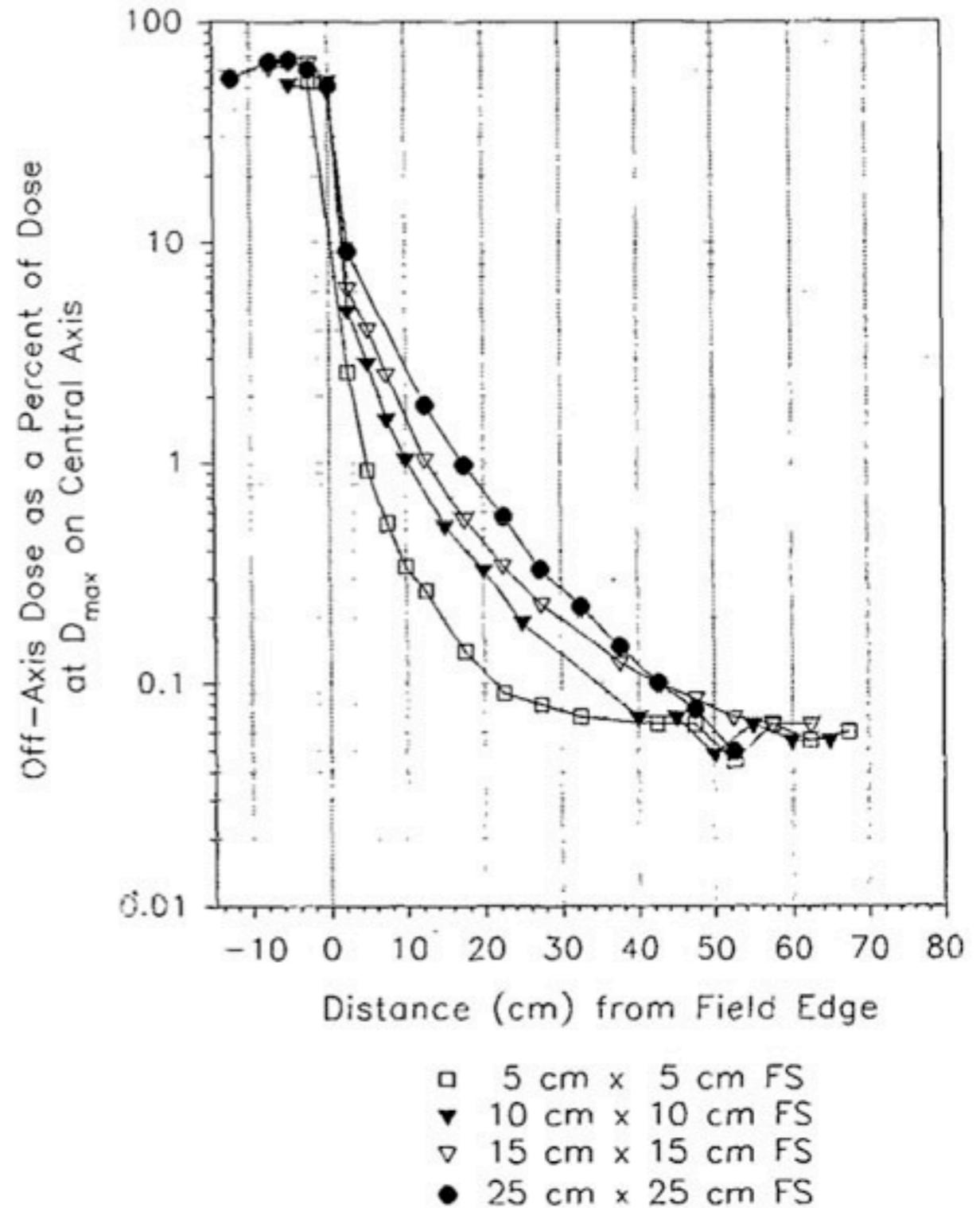


FIG. 20. Total absorbed dose in phantom from 4-MV photons for field sizes of 5X5, 10X10, 15X15, and 25X25 cm² at 10-cm depth, normalized to 100% on the central axis at depth of maximum dose.

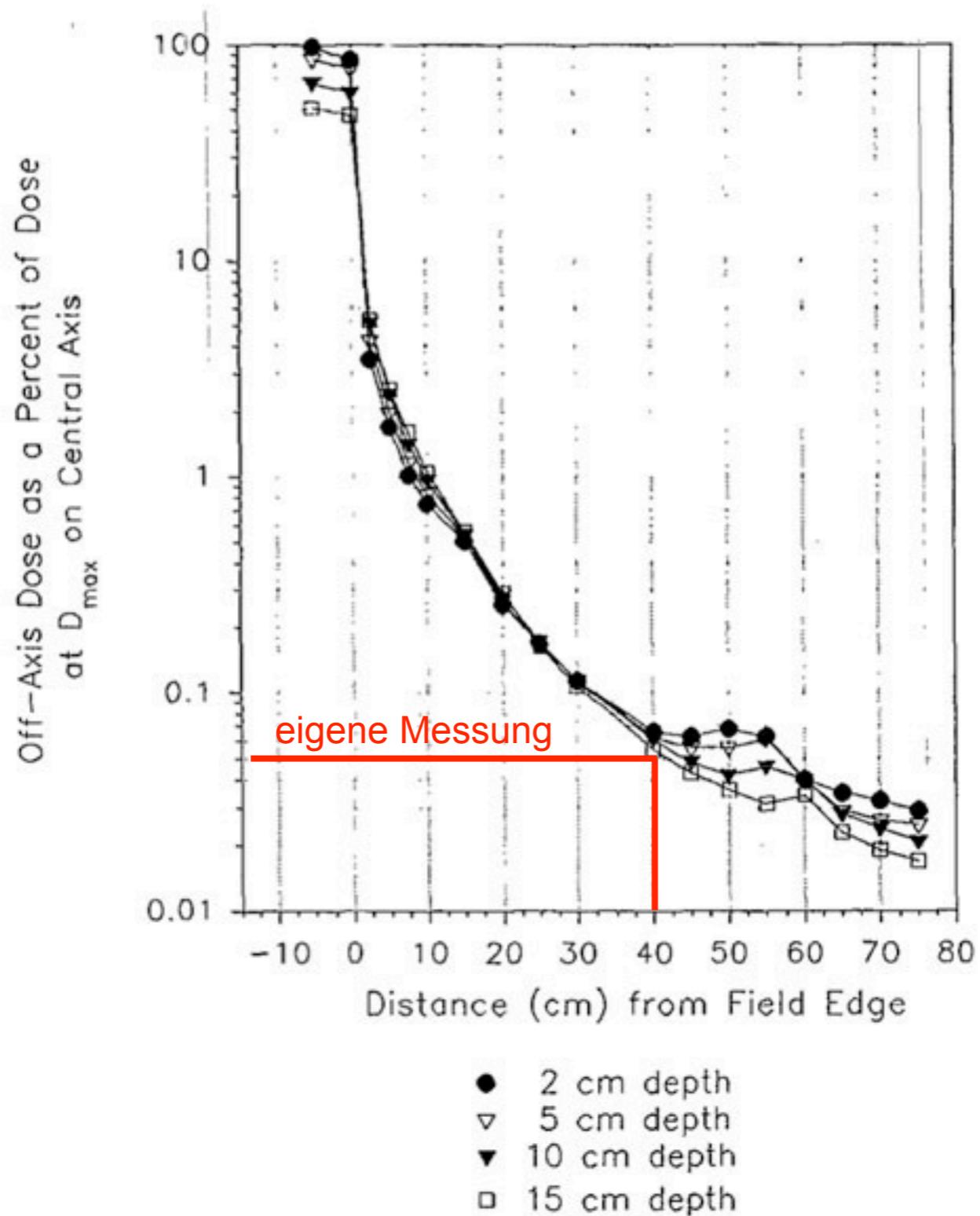


FIG. 19. Total absorbed dose in phantom from a 10X10-cm² field of 6-MV photons (Varian Clinac 2100C) at depths of 2, 5, 10, and 15 cm, normalized to 100% on the central axis at depth of maximum dose.

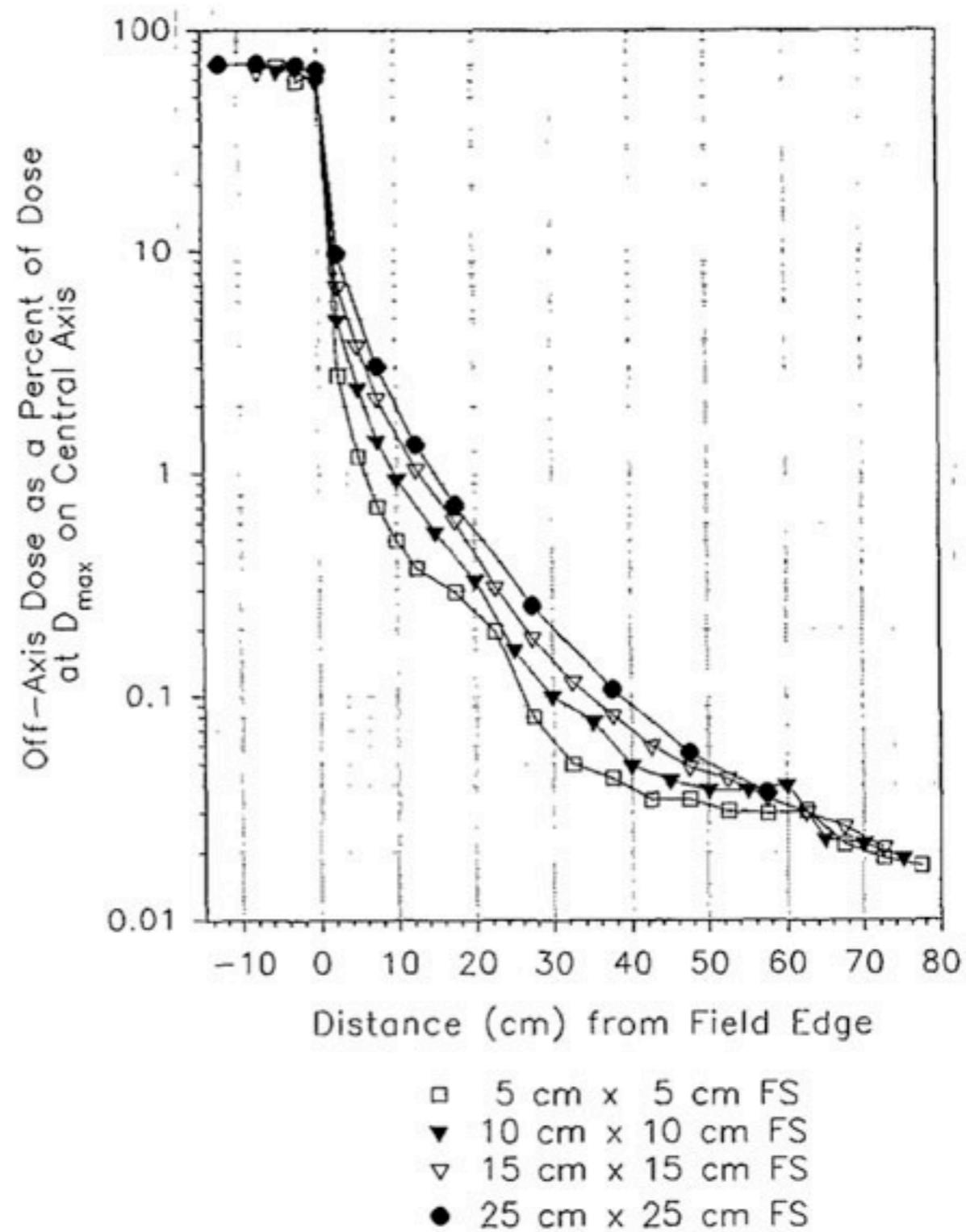


FIG. 21. Total absorbed dose in phantom from 6-MV photons for field sizes of 5X5, 10X10, 15X15, and 25X25 cm² at 10-cm depth, normalized to 100% on the central axis at depth of maximum dose.

Eine Spezialabschirmung für die Strahlentherapie von Schwangeren

Markus Buchgeister¹, Andre Mondry¹, Patrick Spillner², Frank Paulsen², Claus Belka², Michael Bamberg²

¹ Bereich Medizinische Physik, Universitätsklinik für Radioonkologie, Tübingen,

² Strahlentherapie, Universitätsklinik für Radioonkologie, Tübingen.

Eingang: 2. Februar 2007; Annahme: 7. November 2007





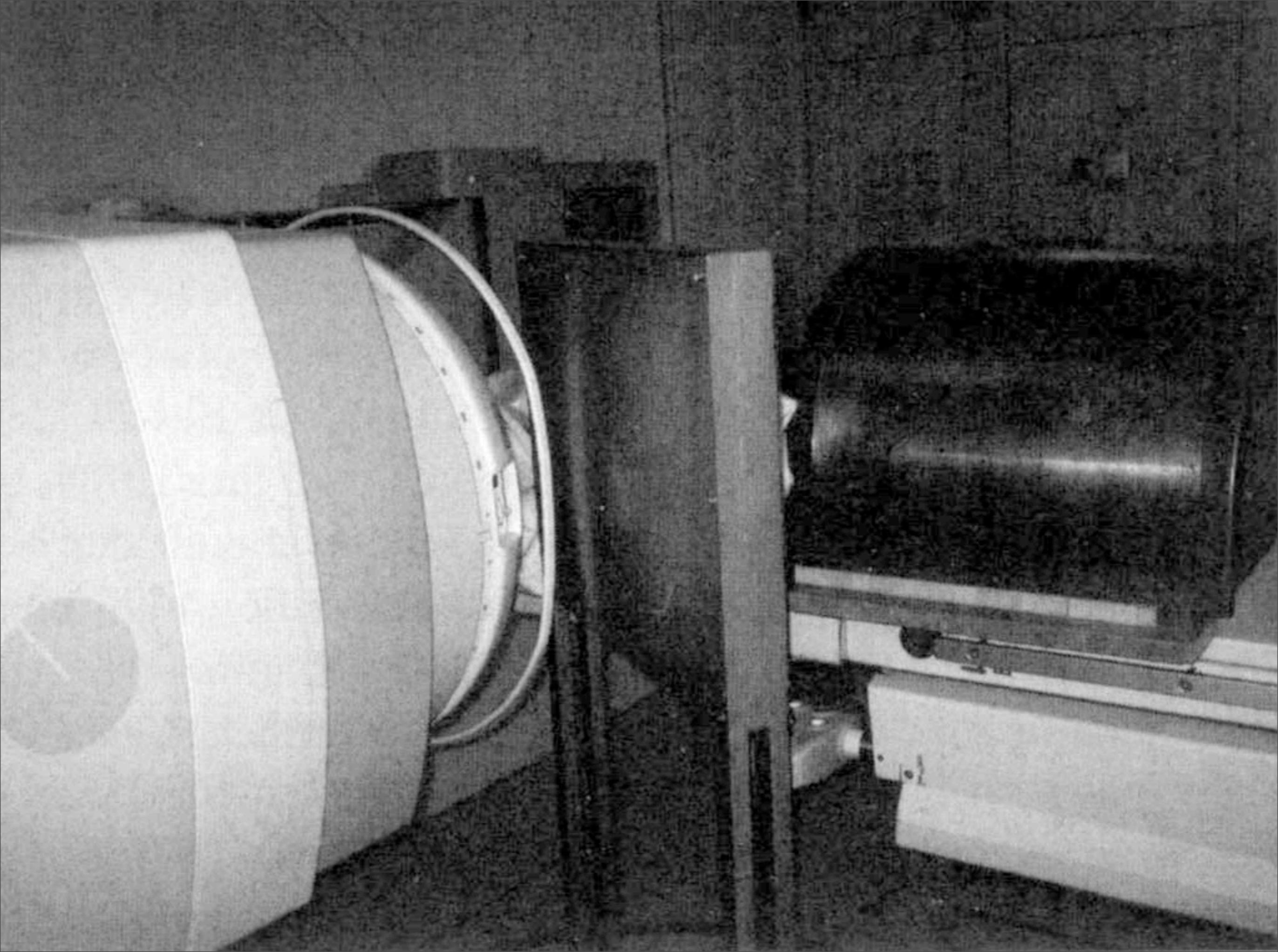


Tabelle 1. Dosiswerte der Thermolumineszenzdosimeter-(TLD-)Messungen im Bereich des Uterus für unterschiedliche Bestrahlungs-(RT)-Techniken und Photonenenergien sowie die durchschnittliche Dosisreduktion durch die Abschirmung (bezogen auf eine Fraktionsdosis von 2 Gy).

Table 1. Measured dose from thermoluminescence dosimetry (TLD) for a 2-Gy fraction dose at different depths at the uterus position for different radiotherapy (RT) cases and photon energies as well as the average dose reduction by the radiation shielding.

Dosis (mGy) für 2 Gy Einzeldosis aus TLD-Messungen im Alderson-Phantom

Klinischer Fall	Abschirmung	Messtiefe im Alderson-Phantom			Durchschnittliche Dosisreduktion (%)
		6 cm	9 cm	12 cm	
Cerebrum-RT, lateral, 6 MV	Ohne	0,56	0,52	0,56	51
	Mit Tunnel + Bleiwand	0,29	0,16	0,36	
Mammatangente, 6 MV	Ohne	3,09	2,80	2,75	25
	Mit Tunnel	2,30	2,00	2,21	
Mediastinum, a.p.-p.a., 15 MV	Ohne	5,68	3,55	4,42	16
	Mit Tunnel	4,68	2,79	4,08	

Tabelle 2. Ionisationskammermessung der Körperstreustrahlung aus dem Bestrahlungsvolumen auf den Unterleib am Beispiel einer Cerebrumbestrahlung (RT) mit lateralen Gegenfeldern.

Table 2. Ionization chamber measurement of the internal scatter radiation to the lower abdomen for the case of a cerebrum radiation treatment (RT) with lateral opposed fields.

Klinischer Fall	Abschirmung und Phantomposition	Dosis (mGy) für 2 Gy Einzeldosis	Dosisdifferenz (mGy) = Körperstreustrahlung
Cerebrum-RT, lateral, 6 MV	Mit Tunnel; mit Phantom im Strahlenfeld	0,35	} 0,11
	Mit Tunnel; kein Phantom im Strahlenfeld	0,24	
Cerebrum-RT, lateral, 15 MV	Mit Tunnel; mit Phantom im Strahlenfeld	0,39	} 0,11
	Mit Tunnel; kein Phantom im Strahlenfeld	0,28	

Tabelle 3. Dosisreduktion durch die Abschirmung bei einer Cerebrumbestrahlung (RT) mit lateralen Gegenfeldern.

Table 3. Dose reduction by the radiation shielding for a cerebrum radiation treatment (RT) with lateral opposed fields.

Klinischer Fall	Abschirmung und Phantomposition	Dosis (mGy) für 2 Gy Einzeldosis	Dosisreduktion (%)
Cerebrum-RT, lateral, 6 MV	Ohne Tunnel, mit Phantom im Strahlenfeld	0,45	22
	Mit Tunnel; mit Phantom im Strahlenfeld	0,35	
Cerebrum-RT, lateral, 15 MV	Ohne Tunnel, mit Phantom im Strahlenfeld	0,52	25
	Mit Tunnel; mit Phantom im Strahlenfeld	0,39	



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com



Cancer/Radiothérapie xxx (2008) xxx–xxx

CANCER
RADIOTHÉRAPIE

<http://france.elsevier.com/direct/CANRAD/>

Cas clinique

Optimisation et évaluation de la dose fœtale pendant une radiothérapie de la parotide droite

Optimisation and evaluation of the foetal dose during a radiotherapy of the right parotid

V. Marchesi^{a,*}, P. Graff^b, A. Noel^{a,c}, V. Beckendorf^b, D. Peiffert^b

^a *Unité de radiophysique médicale, centre Alexis-Vautrin, avenue de Bourgogne – Brabois, 54511 Vandœuvre-lès-Nancy, France*

^b *Département de radiothérapie, centre Alexis-Vautrin, 54511 Vandœuvre-lès-Nancy, France*

^c *CRAN, CNRS UMR-7039, institut national polytechnique de Lorraine, 54511 Vandœuvre-lès-Nancy, France*

Reçu le 22 octobre 2007 ; reçu sous la forme révisée le 14 mars 2008 ; accepté le 27 mars 2008

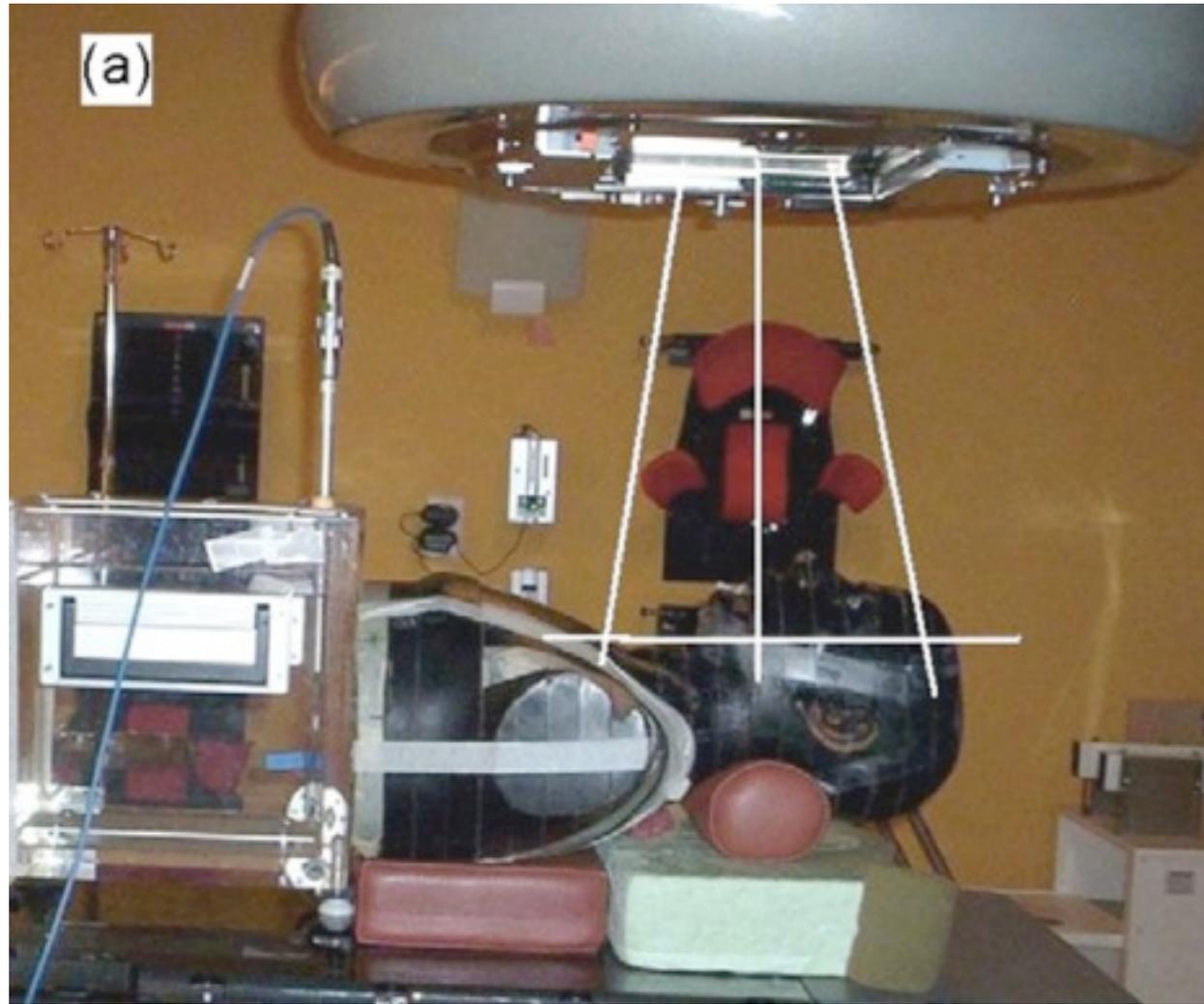


Fig. 1. (a) Conditions de mesure à l'aide du fantôme Alderson Rando et de la mini-cuve à eau. Ces conditions reproduisent la géométrie réelle de traitement comme représenté en (b).

Fig. 1. (a) Measurements set-up conditions using the Alderson Rando phantom and the small water tank. These set-up conditions are similar to the real treatment geometry as shown in (b).

Résumé

L'objectif de cette étude était l'optimisation et l'estimation de la dose délivrée au fœtus pour une irradiation postchirurgicale d'une patiente enceinte de jumeaux de cinq mois atteinte d'un adénocarcinome de la parotide droite. Le traitement prévu était une radiothérapie conformationnelle de 66 Gy du lit tumoral et de 50 Gy des aires ganglionnaires cervicales supérieures. Après une optimisation appropriée du traitement, une série de mesure a permis d'estimer la dose délivrée dans l'abdomen par une chambre d'ionisation placée dans une mini-cuve à eau accolée à un fantôme anthropomorphe Alderson Rando simulant le corps de la patiente, de la tête au pelvis. Une optimisation du nombre et de l'arrangement des faisceaux a été réalisée afin de diminuer la dose en périphérie, qui dépend principalement du nombre total d'unités moniteurs par fraction : aires ganglionnaires et lit tumoral traités par les mêmes faisceaux, limitation de la surface irradiée, faisceaux de photons de 6 MV plutôt que de cobalt-60, pas de modulation d'intensité des faisceaux. Les doses mesurées en haut, au milieu et en bas de l'abdomen, à mi-épaisseur, étaient respectivement de 17,0, 11,0 et 11,9 mGy pour l'ensemble du traitement, soit respectivement 0,025, 0,016 et 0,017 % de la dose prescrite. Les actions conduites pour optimiser le traitement ont permis d'atteindre des niveaux de dose au fœtus largement inférieurs aux limites fixées par les recommandations internationales (100 mGy). Ainsi, le traitement de la patiente a pu être mené avec un risque minimisé pour le fœtus.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Purpose was to optimize and to estimate the dose delivered to the foetus during a postoperative irradiation of a 5-month twin pregnant woman presenting with adenocarcinoma of the right parotid. The treatment protocol aimed to deliver 66 Gy conformal radiation therapy on the tumour bed associated to a prophylactic irradiation of 50 Gy on the upper cervical nodes. A series of measurements allowed to estimate the delivered dose in the abdomen by the means of an ion chamber inserted in a water phantom placed side by side of an anthropomorphic Alderson Rando phantom simulating the body of the patient from the head to the pelvis. An appropriate optimisation of the number and orientation of beams were performed in order to minimize the peripheral dose, which is mostly dependent of the total number of monitor unit per fraction: cervical nodes and tumour site included in the same fields, limitation of the irradiated volume, 6 MV X-ray beams rather than Cobalt beams. The measured doses at the upper, in the middle and at the lower part of the abdomen were 17.0, 11.0 and 11.9 mGy, respectively, for the entire treatment, representing 0.025, 0.016 and 0.017%, respectively of the prescribed dose. The actions conducted to optimise the treatment allowed to lower doses delivered to the foetus under the limits proposed by international recommendations (100 mGy). Thus, the treatment of the pregnant patient had been performed with a minimized risk for the foetus.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Tableau 1

Doses mesurées (mGy) par fraction dans le fantôme pour 2 Gy à l'isocentre

Table 1

Measured doses (mGy) per fraction in the fantom for 2 Gy delivered at isocenter

Faisceau	Nombre d'unités moniteurs (UM)	Distance point de mesure – isocentre (cm)		
		35	47	60
0°	54	0,11	0,09	0,08
175°	24	0,05	0,04	0,03
330°	75	0,24	0,13	0,17
200°	78	0,14	0,08	0,05
Nombre total d'UM	231			
Dose totale par fraction (1 ^{re} partie)		0,54	0,34	0,33
330°	140	0,31	0,19	0,35
215°	139	0,21	0,12	0,10
Nombre total d'UM	279			
Dose totale par fraction (2 ^e partie)		0,52	0,31	0,45
Dose totale pour l'ensemble du traitement		17,7	11,0	11,9

La dernière ligne indique la dose totale reconstruite sur les 33 séances.

The last line indicates the total dose reconstructed for the 33 fractions.

Fetal dose reduction in head and neck radiotherapy of a pregnant woman

Raphaël Moeckli¹, Mahmut Ozsahin², Gilbert Pache¹, Jean-François Valley¹, René-Olivier Mirimanoff², David Azria²

¹University Institute of Applied Radiophysics, Grand-Pré 1, 1007 Lausanne, Switzerland

²Department of Radiation Oncology, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, 1011 Lausanne, Switzerland

Dosisreduzierung am Fetus bei HNO-Radiotherapie an einer schwangeren Frau

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel: *Eine schwangere Frau mit einem bösartigen Schwannom im Kopf-Hals-Bereich wurde einer postoperativen Strahlentherapie zugewiesen. Ein Behandlungsplan zur Minimierung der Dosis am Fetus wurde erarbeitet.*

Material und Methoden: *Die Dosis am Fetus als Folge der radiologischen Untersuchungen wurde nach internationalen Protokollen bestimmt. Die fetale Dosis, die von der Strahlentherapie stammt, wurde nach der Empfehlung Nr. 36 der Amerikanischen Gesellschaft für Medizinische Physik (AAPM) berechnet. Die Dosimetrie erfolgte vor der Behandlung an einem anthropomorphen Phantom. Mehrere alternative Bestrahlungspläne wurden verglichen.*

Der Anwendung von Lamellenkollimator (MLC) und virtuellem Keilfilter (VW) wurden Blöcke aus Cerrobend (CB) und physikalischer Keilfilter (PB) gegenübergestellt. Die In-vivo-Dosimetrie wurde mit Thermolumineszenz-Dosimetern im Vaginalapplikator durchgeführt.

Ergebnisse: *Die gesamte fetale Dosis der diagnostischen Untersuchungen und der Strahlentherapie wurde zu 36 mGy abgeschätzt. Zur Behandlung der Patientin wurde die Technik mit MLC und VW verwendet. Die Messungen für diese Technik ergaben eine Reduktion der Dosis am Fetus um 82% im Vergleich zur Verwendung von Blöcken und Keilfiltern. Eine Abschirmung des Abdomens verringerte die fetale Dosis zusätzlich um 42%.*

Schlussfolgerung: *Die Verwendung von MLC und VW bei der Bestrahlung einer schwangeren Patientin wird ausdrücklich empfohlen. Jeder Fall muss individuell durch Messungen vor der Therapie und In-vivo-Dosimetrie untersucht werden.*

Table 1 Data of the CT examination.

Anatomical region	Length [mm]	Kilovoltage [kV]	Current [mA]	Duration per slice [s]	Slice thickness [mm]	Dose [mGy]
Neck	125	120	170	0.8	3.75	0
Thorax	200	120	120	0.8	5	<1
Abdomen	405	120	140	0.8	5	20

Table 2 Dose measurement in an anthropomorphic phantom for the different planning configurations. Doses are given in mGy.

Technique/ Field	No shielding			Shielding (8 mm lead)	
	CB and PW	CB and VW	MLC and VW	CB and PW	MLC and VW
AP	30.9	9.9	6.2	19.0	4.0
PA	44.0	15.3	7.7	23.8	3.8
LAO	21.7	8.5	3.5	14.4	2.3
RPO	18.8	5.5	1.5	9.4	0.8
Total treatment dose	115.4	39.2	18.9	66.6	10.9

CB = Cerrobend (Block)

PW = Physical Wedge (Hard Wedge)

VW = Virtual Wedge (Dynamic Wedge)

Zusammenfassung

- Gute Abschätzung der Dosis nur durch genaues Nachstellen der Bestrahlungsgeometrie (+ Messung)
- Shielding kann Leckstrahlung reduzieren, nicht aber die Streuung im Körperinneren
- Keine Energieabhängigkeit (aber Neutronen bei $E > 10\text{MV}$)
- Hard Wedges und Blöcke erzeugen Streustrahlung und sind unbedingt zu vermeiden
- Dosis Null am Fötus ist nicht möglich
- ALARA-Prinzip (“as low as reasonably achievable”)

Nachlese

- Zitierte Artikel: auf Transit unter T:\Literatur\Bestrahlung von Schwangeren
- Dieses Dokument: T:_Fortbildung\Bestrahlung von Schwangeren.ppt
- Als PDF: T:\Strahlenschutzbelehrung\Strahlenschutzbelehrung 2010.pdf