

# Zur Dosimetrie kleiner Photonenstrahlungsfelder

*Klaus Derikum*

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

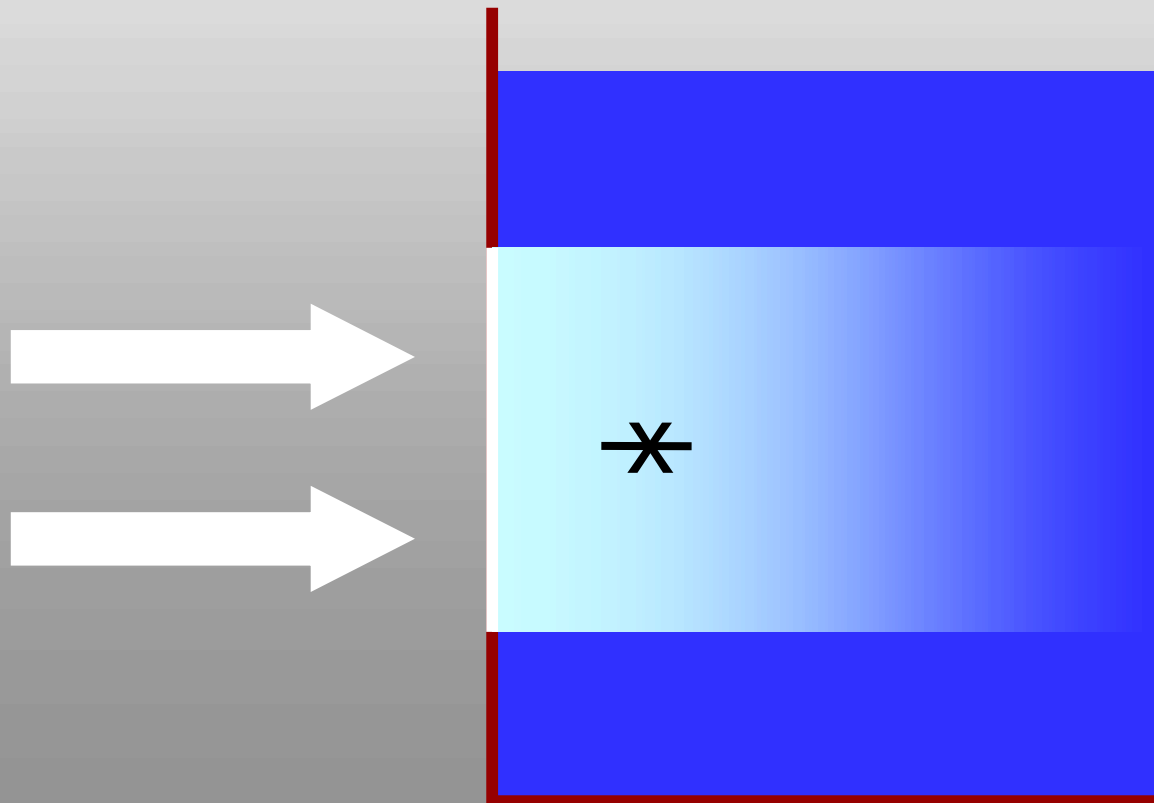
*Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Deutschland*

*e-mail: [Klaus.Derikum@ptb.de](mailto:Klaus.Derikum@ptb.de)*

# Basisdosimetrie (reference dosimetry)



Bestimmung der Wasser-Energiedosis  
an einem Punkt im Wasserphantom  
mit Ionisationskammern (DIN 6800-2)



# Formalismus



$$D_{w,Q} = k_{Q,Q_0} \cdot N_{D,w,Q_0} \cdot M_Q$$

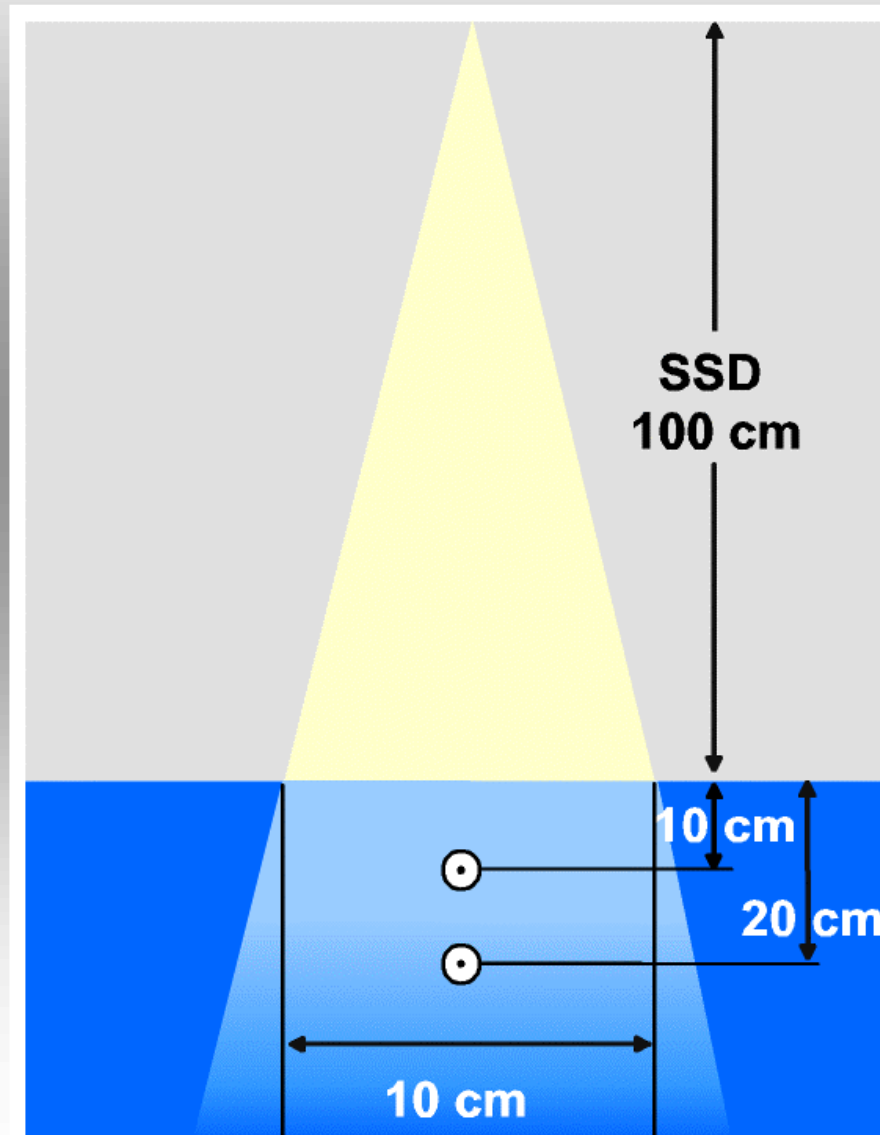
$$k_{Q,Q_0} = \frac{(s_{w,a})_Q \cdot p_Q}{(s_{w,a})_{Q_0} \cdot p_{Q_0}}$$

$$***PDD_{20,10} = J20 / J10***$$

$$***Q = TPR_{20,10} = 1,2661 \cdot PDD_{20,10} - 0,0595***$$

Der Strahlungsqualitätsindex  
ist bei der Feldgröße 10 cm x 10 cm **definiert.**

# Geometrische Bedingungen für die Bestimmung der Strahlungsqualität



# Basisdosimetrie

## Ionisationskammern im Wasserphantom unter Bezugsbedingungen

- zuverlässige Messgeräte
- geprüfte und genormte Messverfahren  
DIN 6800-2, Ö, CH, UK, NL, AAPM-TG51, IAEA-TRS 381 (1997), ....
- IAEA-TRS 398 (2000) weltweit akzeptiert  
die Messverfahren werden z. Zt. in vielen Ländern eingeführt

Unsicherheit der Wasser-Energiedosis ( $1 \sigma$ ): 1,5 %  
Wiederholbarkeit der Dosimeteranzeige ( $1 \sigma$ ): 0,5 %

# Basisdosimetrie

Ionisationskammern im Wasserphantom  
unter Bezugsbedingungen

## Anwendung:

- *Dosismonitor-Kalibrierung*
- *Gebrauchsdosimeter kalibrieren (Pinpoint, TLD, ....)*
- *Messtechnische Kontrollen*
- *Outputfaktoren für Bezugsbedingungen*

## nicht (z. B.):

- *IMRT-Verifikation*
- *in-vivo-Dosimetrie*
- *Dosimetrie in Festkörperphantomen*

# Ionisationsdosimetrie unter Nicht-Bezugsbedingungen

## **Anwendung:**

- *Outputfaktoren,*
- *Tiefendosisverteilungen (Strahlungsqualität)*
- *Dosimetrie in Festkörperphantomen*
- *Planungssysteme prüfen (benchmarken)*

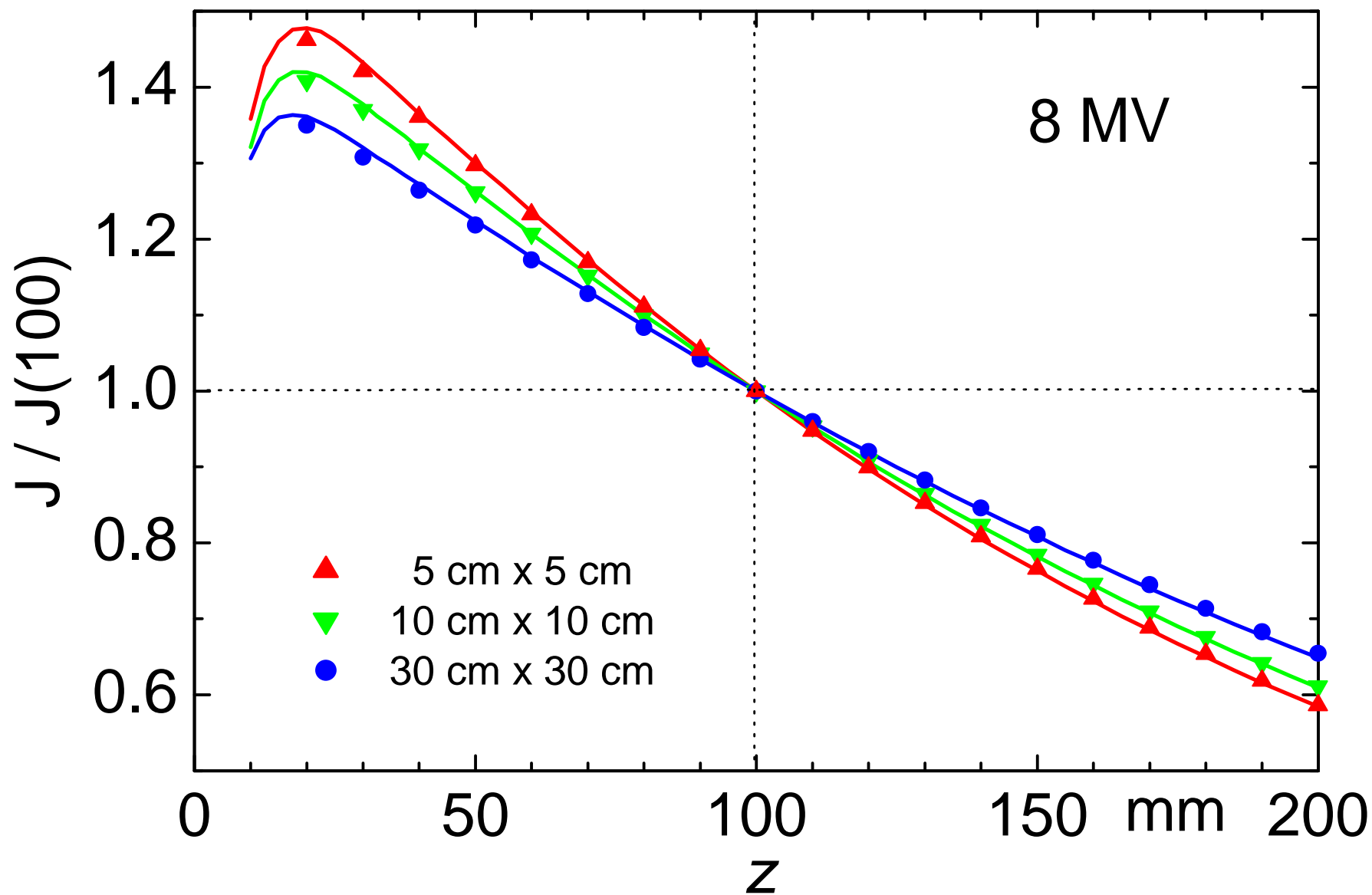
## **nicht:**

- *Gebrauchsdosimeter kalibrieren (außer in Festkörperphantomen)*
- *IMRT-Verifikation*
- *in-vivo-Dosimetrie*

## Relativdosimetrie

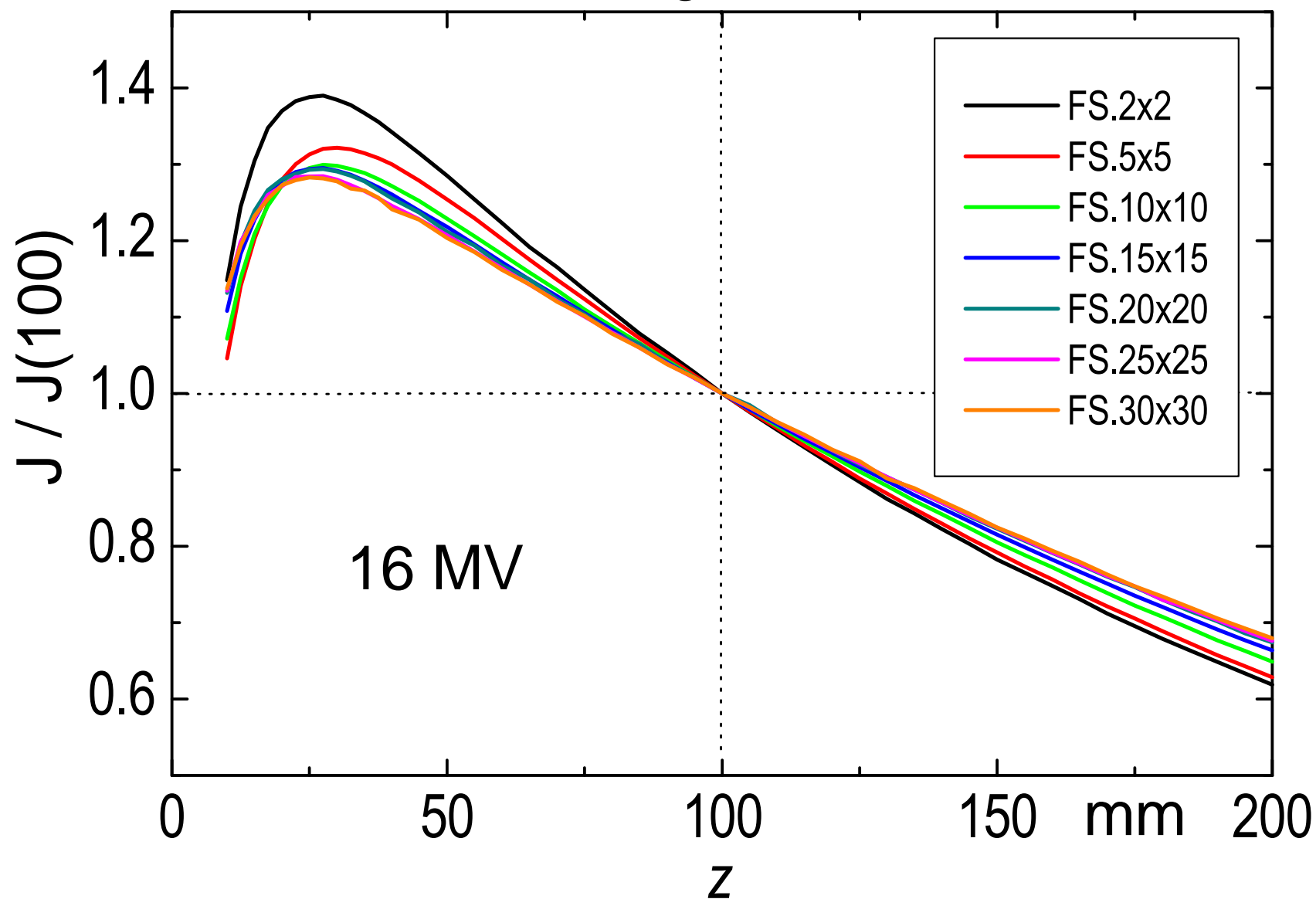
keine verbindlichen Messverfahren,  
wenig Empfehlungen

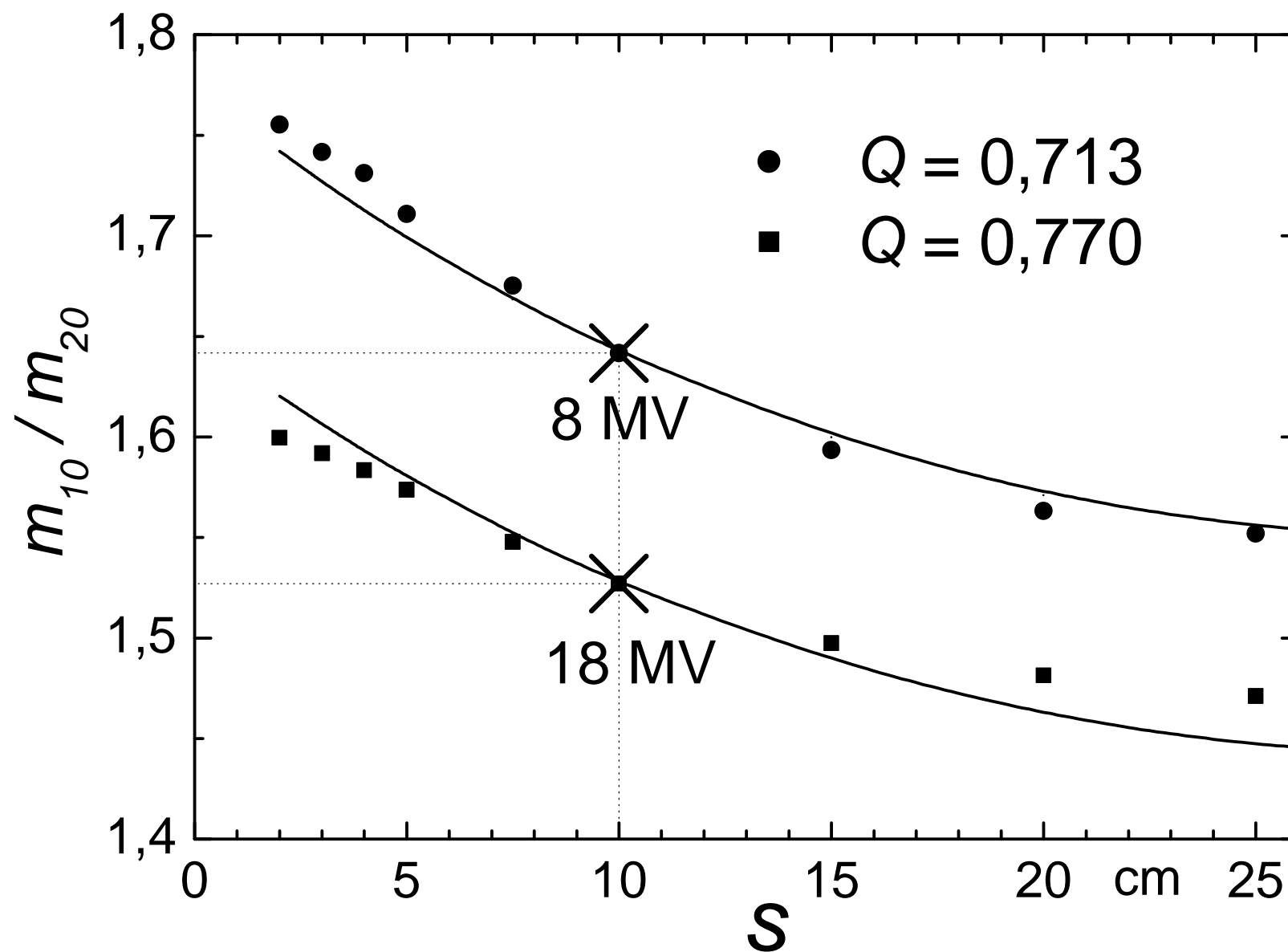
## Tiefen-Ionendosisverteilungen für Photonenstrahlung





## Tiefen-Ionendosisverteilungen für Photonenstrahlung





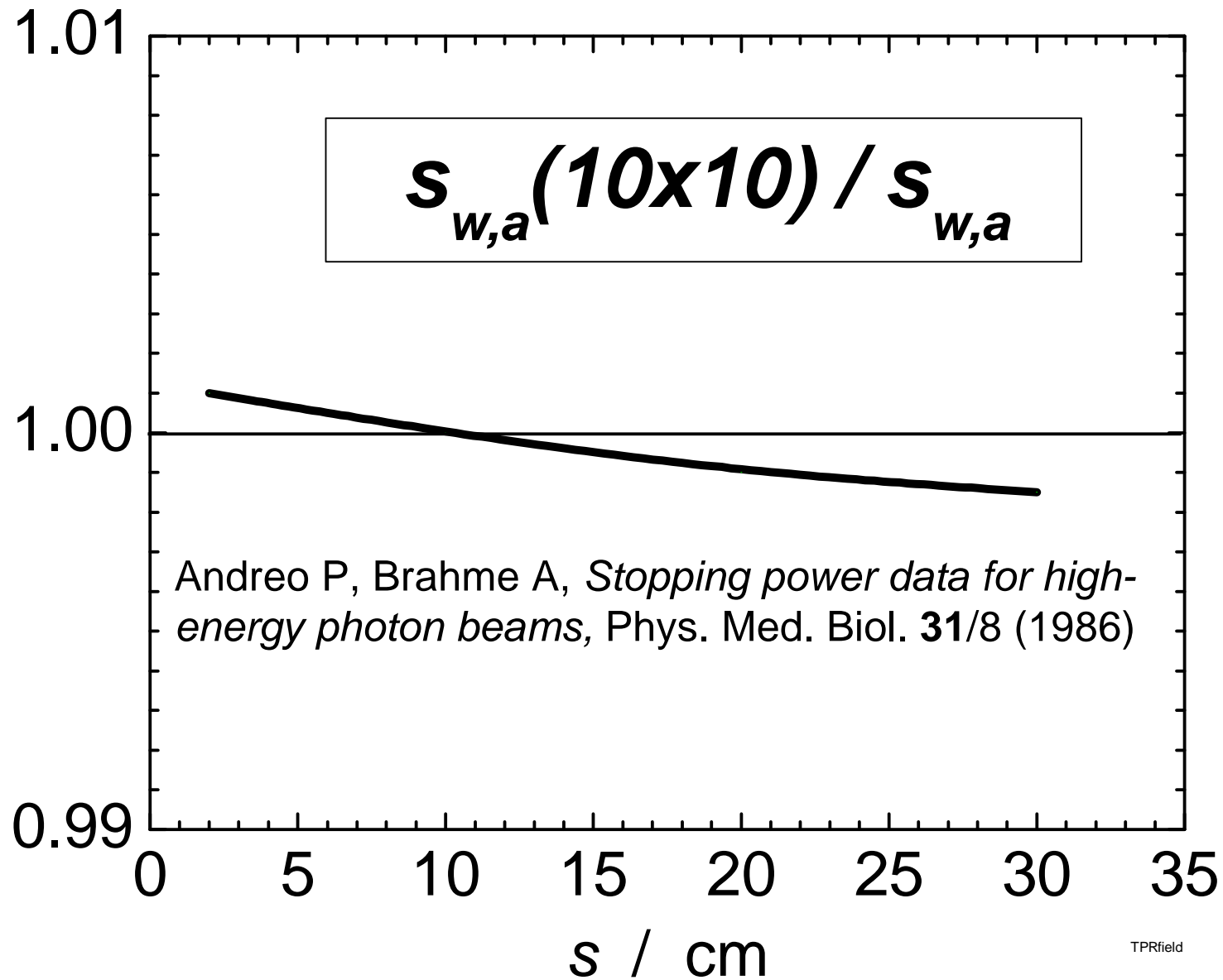
## Die Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Strahlungsqualität Q

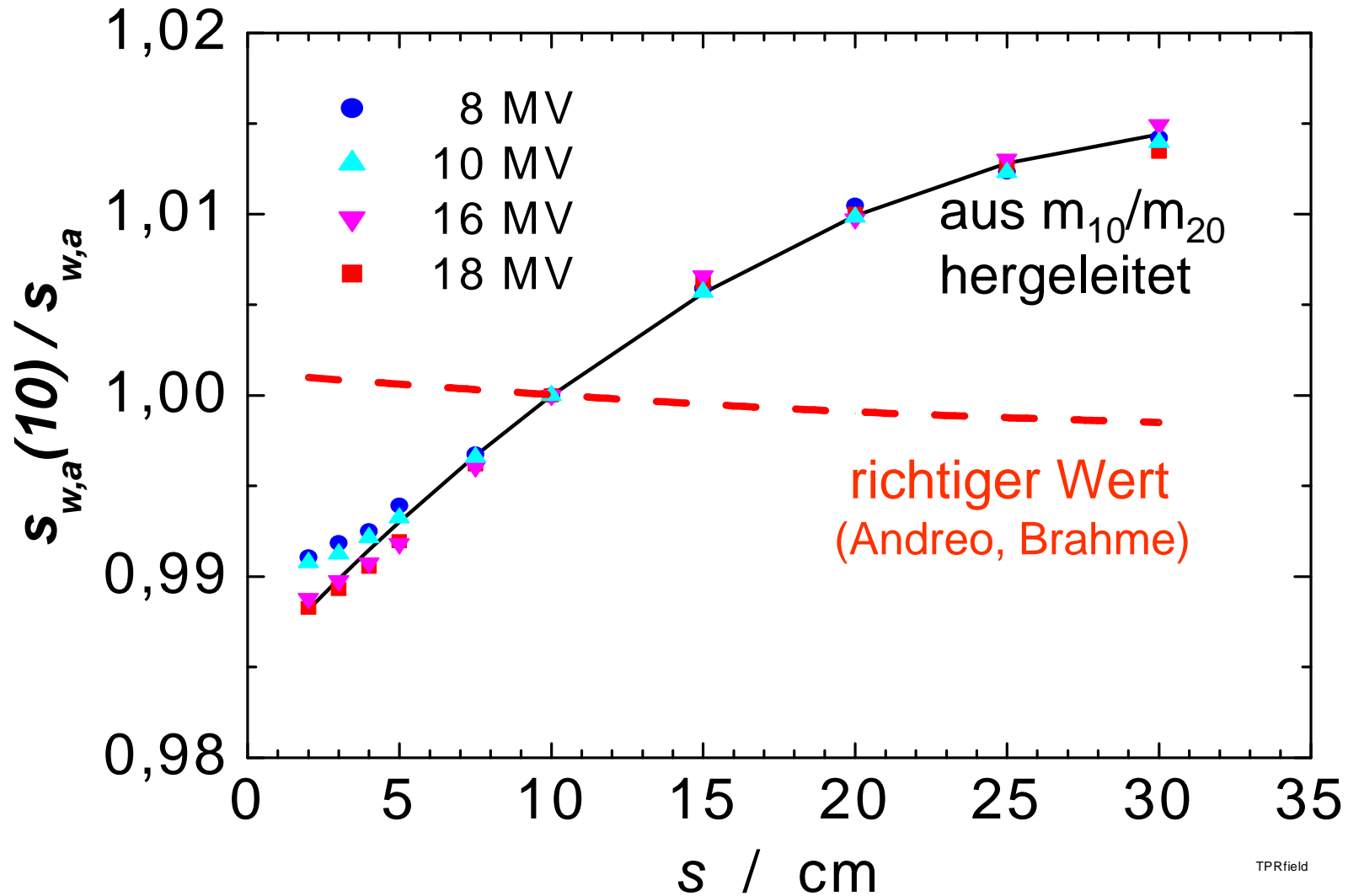
$$k_Q = \frac{(s_{w,a})_Q}{(s_{w,a})_{Co}} \cdot \frac{(W_{air})_Q}{(W_{air})_{Co}} \cdot \frac{\rho_Q}{\rho_{Co}}$$

Die Änderung des Photonenspektrums als Funktion der Felgröße  
ist nicht signifikant (Monte-Carlo-Rechnungen).

Sanchez-Doblado F et al., *Phys. Med. Biol.* **48** (2003) 2081-2099

Scheithauer M et al., *Medizinische Physik* 2003, S.4-5





TPRfield

$$1/s_{w,a} \cdot |\partial s_{w,a} / \partial s|_{s=10} = 0,13 \text{ \%/cm}$$

Die Strahlungsqualität hängt nicht von der Feldgröße ab.

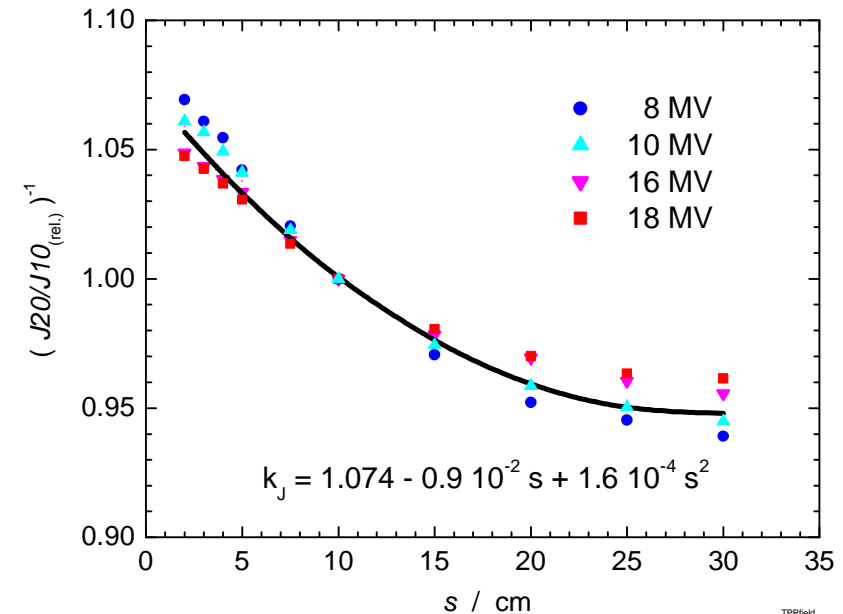
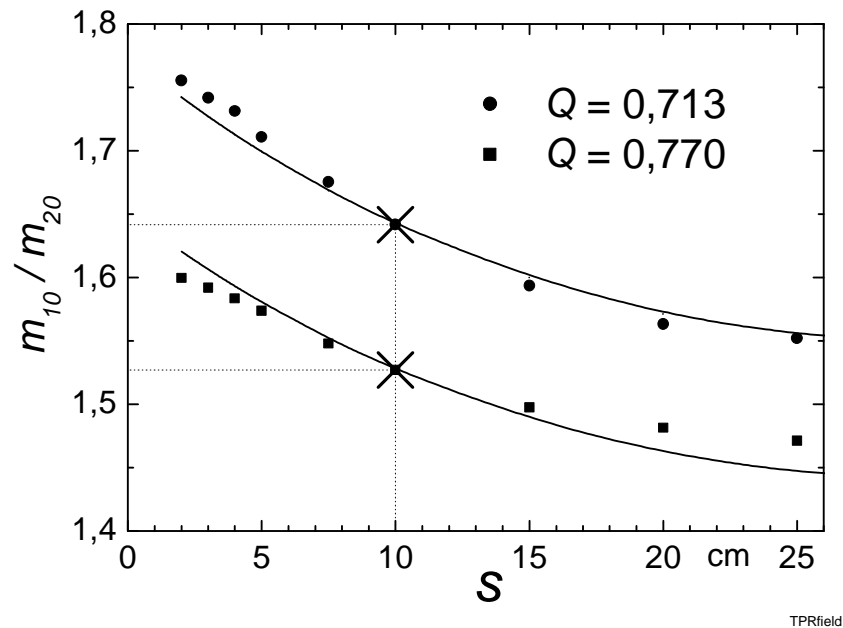
Bei gegebener Strahlungsqualität ist zur Bestimmung der Wasser-Energiedosis bei jeder Feldgröße dasselbe  $k_Q$  anzuwenden. Es gibt gegenwärtig keine Korrekturfaktoren für die Strahlungsfeldgröße ( z.B.  $p_Q(s)$  ).

TRS-398 empfiehlt besondere Sorgfalt bei Feldgrößen kleiner als 5 cm x 5 cm.

Messunsicherheit = ?

Der Strahlungsqualitätsindex  $Q$  wird bei der Feldgröße 10 cm x 10 cm bestimmt.

## Wenn ein (10 cm x 10 cm)-Feld nicht eingestellt werden kann



$$m = k_m(s) \cdot (m_{10}/m_{20})$$

$$k_m(s) = 0,925 + 0,9 \cdot 10^{-2} \cdot s - 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot s^2$$

$s$  in cm

$$PDD_{20,10} = k_J(s) \cdot (J_{20}/J_{10})$$

$$k_J(s) = 1,074 - 0,9 \cdot 10^{-2} \cdot s + 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot s^2$$

$s$  in cm

Derikum, *Medizinische Physik* 2002

Derikum, *Rad. Onc.* **61** (2001)

Jeraj, *Rad. Onc.* **68** (2003)

## Bestimmung des Strahlungsqualitätsindex $Q$

wenn ein (10 cm x 10 cm)-Feld nicht eingestellt werden kann

1.  $m_{10}/m_{20}$  messen
2.  $m = k_m(s) \cdot (m_{10}/m_{20})$
3.  $Q$  aus  $m$  berechnen



## Gebrauchsdosimetrie (field dosimetry) (non-reference conditions)

spezielle Detektoren

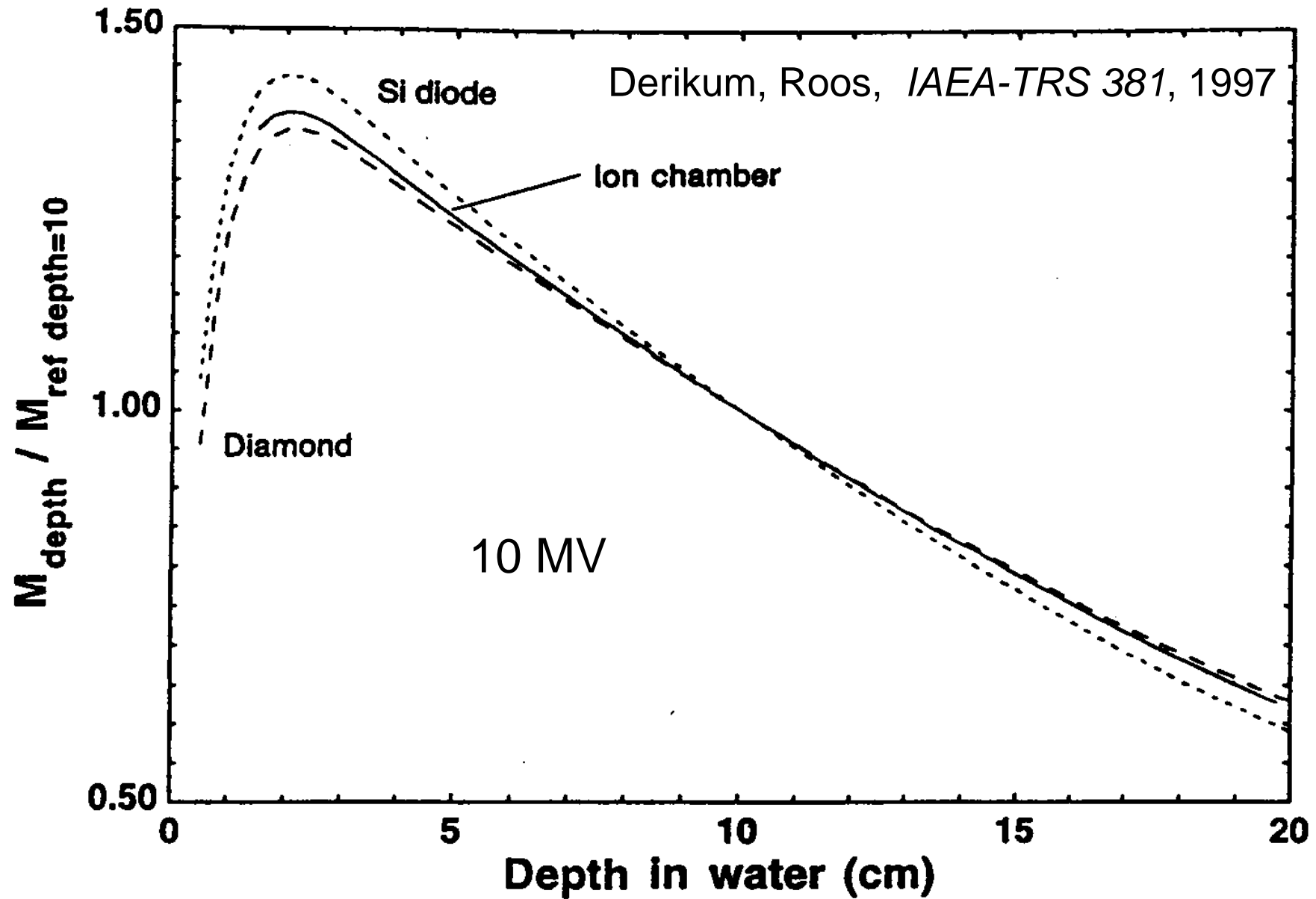
Pinpoint, Diamant, Diode, MOSFET, TLD, Film, Arrays, EPID, Gel, u.v.m.

Anwendung: beliebig, außer Basisdosimetrie

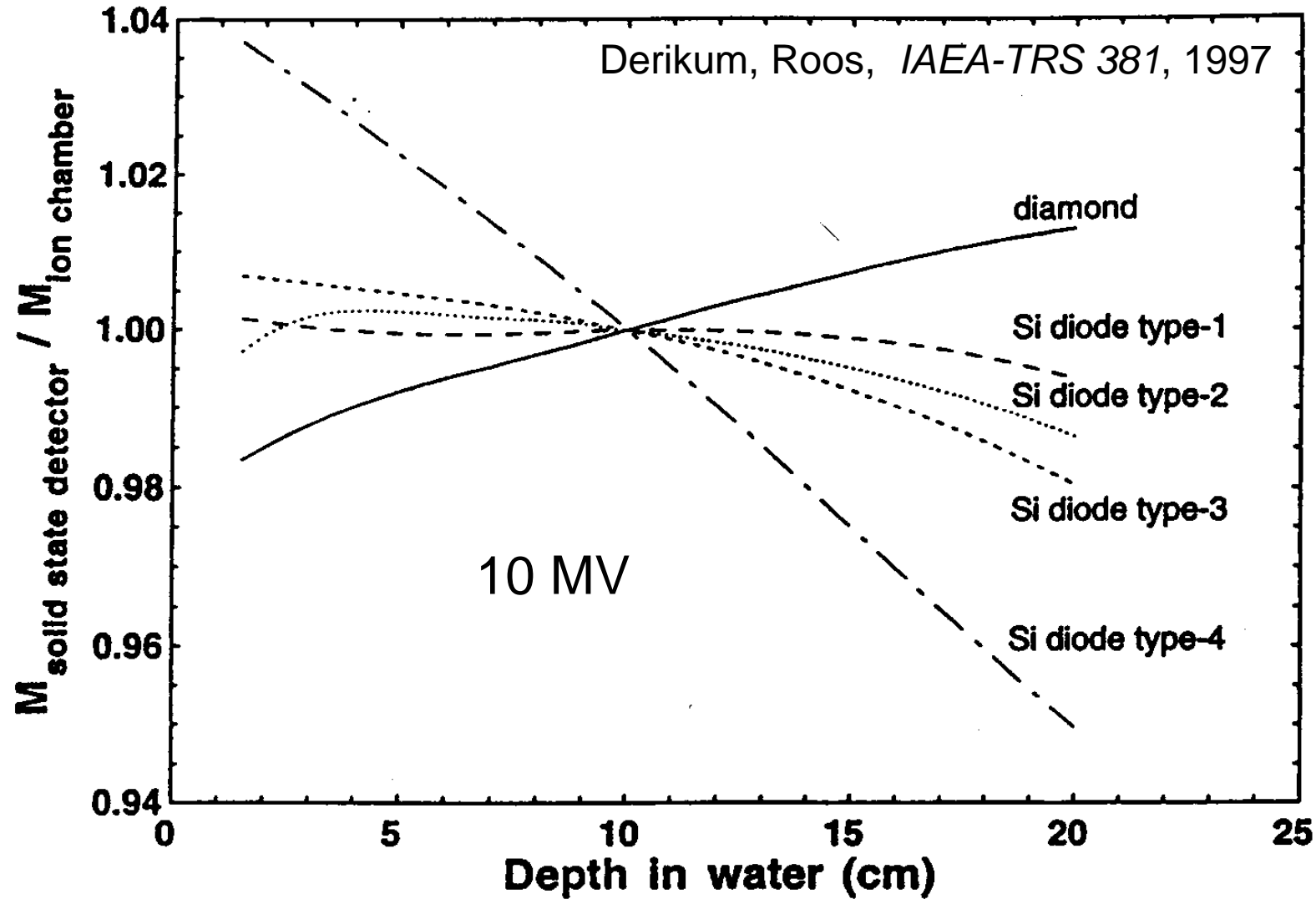
Anleitungen: vom jeweiligen Hersteller

Vorschriften: Medizinproduktegesetz

Prüfungen: Eigenverantwortung



# Relative Dosisverteilungen (Messtiefe und Feldgröße)



Abweichungen um 5 % bis 10 % werden berichtet

## Dosimetrie mit speziellen Detektoren

### Relativdosimetrie verifizieren

- Dosisverteilungen mit unterschiedlichen Detektoren messen  
(Dosislinearität reicht nicht)
- Ionisationskammer als Bezugsdetektor
- Monte-Carlo-Rechnungen

Roos M, Derikum K, *Medizinische Physik* 1990, S. 298-299

Derikum K, Roos M, *Medizinische Physik* 1992, S. 80-81

Derikum K, Roos M, *Medizinische Physik* 1993, S. 380-381

Derikum K, Roos M, *IAEA-SM-330/46, Wien (1994)*, S. 323-331

PTB entwickelt ein weitgehend energieunabhängiges  
kleines chemisches Dosimeter

Zur Dosimetrie mit speziellen Detektoren  
gibt es diverse Beiträge bei Med.-Phys.-Tagungen

C. McKerracher

*Dosimetry of small x-ray beams for stereotactic radiotherapy,*  
 Thesis (ESTRO-Award 2003), Rad.Onc **68** (Supp. 1) 2003

H. Nyström, N. Lööf,

*Relative dosimetry: role of different dosimetry systems in current radiotherapy,* Teaching lecture, Rad.Onc **68** (Supp. 1) 2003

P. Björk et al.,

*Measurement of output factors with different detector types and Monte Carlo calculations of stopping-power ratios for degraded electron beams,*  
 Phys. Med. Biol. **49** (2004) 4493-4506

O. Sauer

*Bestimmung der Outputfaktoren kleiner Felder mit unterschiedlichen Detektoren,* AK-IMRT, Würzburg 2005