



PARACELSUS
MEDIZINISCHE PRIVATUNIVERSITÄT



SA | LK

SALZBURGER LANDESKLINIKEN

ST. JOHANNNS-SPITAL

Inbetriebnahme einer Blutbestrahlungsanlage Strahlenschutz und Dosimetrie

**Frühjahrestagung ÖVS und ÖGMP
19. Mai 2011
Salzburg**

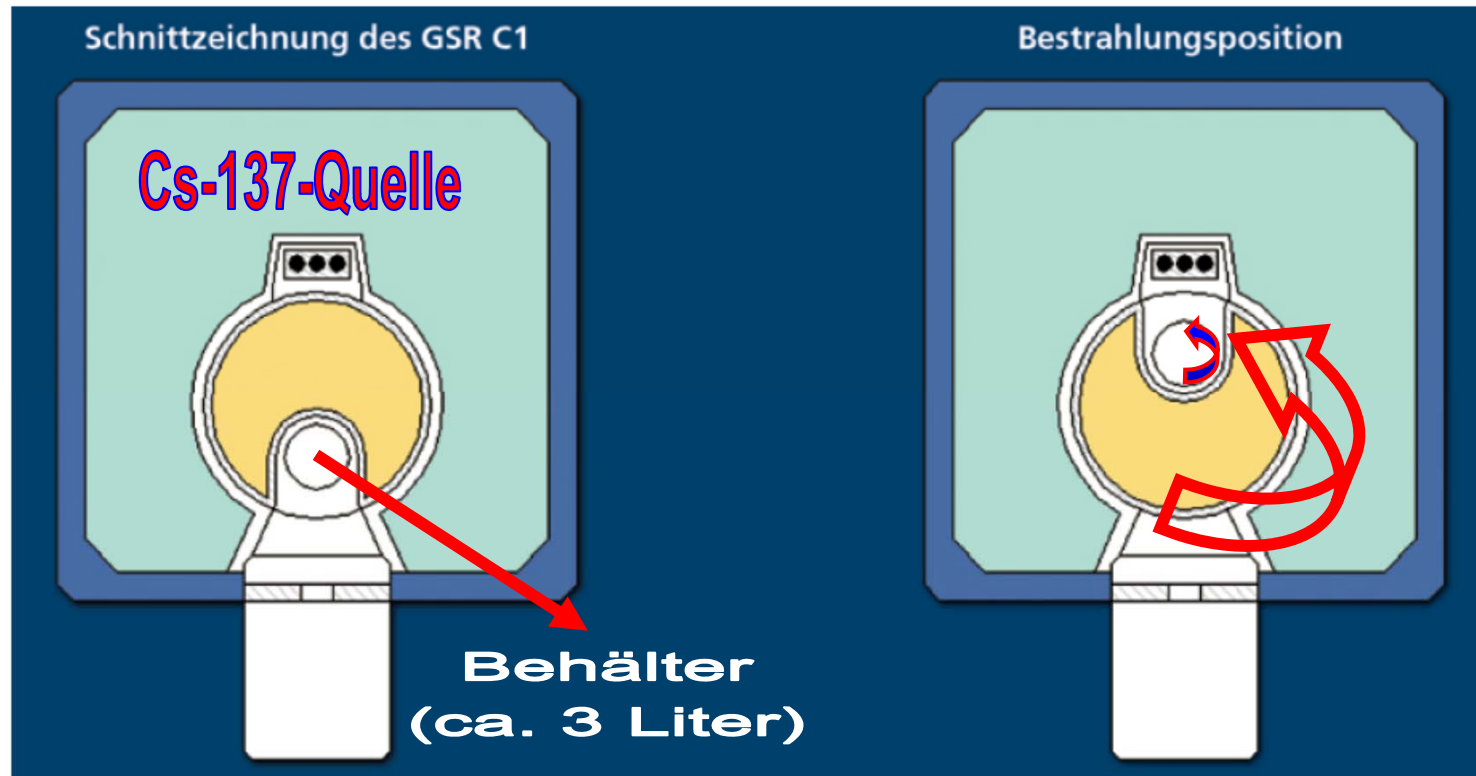
Die Anlage und ihre Merkmale

- **Type: BIOBEAM 2000**
- **Hersteller: Fa. GSM**
- **Bewegliche Quelle**
- **Radionuklid: Cs-137**
- **Aktivität: 46 TBq (1200 Ci)**



Wie funktioniert es ?

- Ein „Vollschutzgerät“
- Gemäß §83Allg.SSV: gilt nur für Röntgengeräte



Optimierung der Dosisverteilung

- Rotationsgeschwindigkeit des Behälters
- Quellenbewegung:
 - Geschwindigkeit
 - Verweildauer am Ende

The screenshot displays the BIOBEAM 2000 control interface with the following sections:

- Timer:** Sollzeit 00:01:02, Istzeit 00:00:00, Restzeit 00:01:02.
- Dosis:** Vorwahl 30.00 Gy, Aktuell 0.00 Gy.
- Allgemein:** Datum 27.05.2003, Bestrahlungsnummer 636, Benutzer [redacted].
- Zustandsinformationen:**
 - Strahler:** Position 99 mm, Geschw. 0 mm/s, Restfahrzeit, Haltepunkt Parkpos., Resthaltezeit, Absorber 0°.
 - Speicher:** Speicher 1.
 - Drehteller:** Position 0°, Geschw. 0 [1/min].
 - Bestrahlungsbehälter:** Beladeposition, Behälter unbekannt.
- Meldungen:** [empty text field]
- Funktionen:** Bericht, Präparate, Auswahl, Supervisor.

A large green **START** button is located on the right side of the interface.

Lieferung und Montage

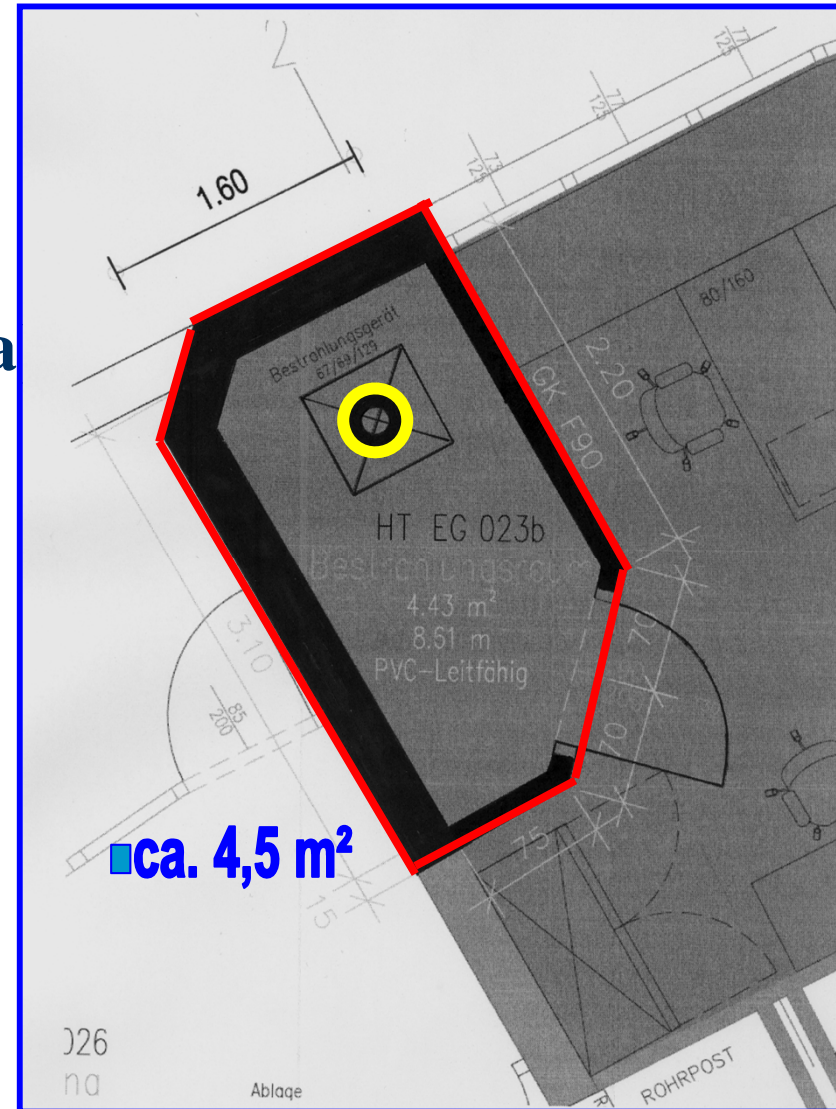
- Maximale Ortsdosis: 30 [μ Sv]



Baulicher Strahlenschutz

- Ortsdosisleistung:
 - $DL_x = 0,1$ [$\mu\text{Sv/h}$]
- Jahresdosis:
 - $H^* = 0,88$ [mSv/a]
- Kleiner als 1 [mSv/a]

**Bauliche Abschirmung ?
Nicht erforderlich !**



Dosisbelastung des Personals

- Maximale Dosisleistung direkt an der Oberfläche der Anlage

- $DL_x = 0,2 \text{ } [\mu\text{Sv/h}]$

- Personendosis

- Für 8h und 365 Tage:
 - $H^* = 0,58 \text{ } [\text{mSv/Jahr}]$

- Schlussfolgerung:

- Keine berufl.str. expo. Person
 - Kein Personendosimeter





Warum bestrahlt man Blutderivate ?

■ Ziel:

- Inaktivierung von T-Lymphozyten und dadurch
- Reduktion der Graft-Versus-Host-Reaktion (GVHR)

■ Dosis zur Inaktivierung von T-Lymphozyten:

- Eine Dosis von 30 [Gy] inaktiviert 95%

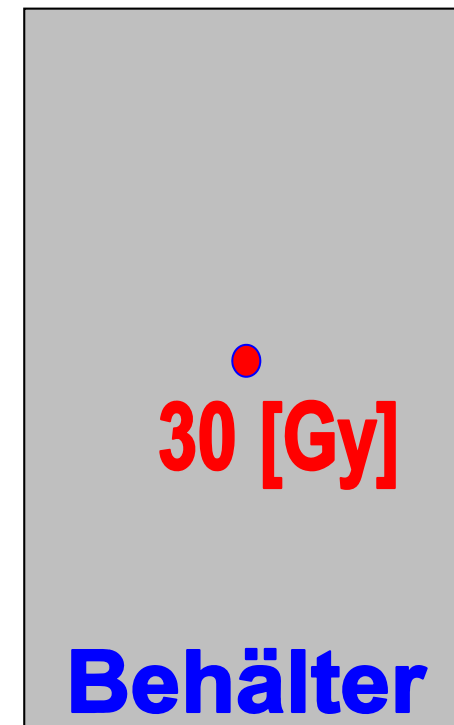
■ Probleme der Blutbestrahlung

- • Optimale Dosis und Dosisverteilung
- • Lagerung von bestrahlten Blutderivaten

Optimale Dosis und Dosisverteilung

- **Mittlere Dosis (oder Dosis im Zentrum)**
 - **30 [Gy]**
- **Minimale Dosis > 25 [Gy]**
- **Maximale Dosis < 35 [Gy]**

*Unter Berücksichtigung der
Unsicherheiten bei der Dosimetrie*





Lagerung von bestrahlten Derivaten

■ Erythrozyten

- Durch die Bestrahlung mit 30 [Gy] entstehen Membranschäden und somit tritt Kalium aus.
- Überleben ca. 2 Wochen.
- Bei langer Lagerung ist eine Waschung (wegen Kalium) erforderlich.

■ Thrombozyten

- Keine Funktionsänderung durch Bestrahlung
- Überleben kurze Zeit (keine Lagerung)
- Hohe Dosen töten sie ab (bei 50 Gy um 1/3 !)


Messung der Dosis und Dosisverteilung

- **Erster Schritt: Optimierung**
- **2. Schritt: Messung durch die Firma**



2 Reihen mit je 9

Dosimetrie-Protokoll (Herstellerfirma)


GSM
 Gamma-Service Medical GmbH

Dosisleistung im Bestrahlungsbehälter

Meßdatum : 24.02.10 Meßsystem : Alanindosimeter
 Meßort : Salzburg
 Gerätetyp : BIOBEAM2000 Serien - Nr. : 039
 Behältertyp : BB37-12 Meßzeit (sek.) : 900
 Bewegungsprogramm : 21-198-21-20CW
 Strahler : Cs-137 Aktivität : 46,3 Tbj Zertifikat-Nr.: 021/09
 Meßmedium : Wasser

Bestrahlungszeit : 900 sek.
 Dosisminimum : 29,8 Gy
 Dosismaximum : 43,8 Gy

135 %	109 %	
2,79 Gy/min	2,26 Gy/min	202,4
18. Meßpunkt	9. Meßpunkt	
136 %	119 %	
2,81 Gy/min	2,45 Gy/min	183,9
17. Meßpunkt	8. Meßpunkt	
127 %	122 %	
2,63 Gy/min	2,51 Gy/min	165,4
16. Meßpunkt	7. Meßpunkt	
119 %	124 %	
2,46 Gy/min	2,55 Gy/min	136,3mm
15. Meßpunkt	6. Meßpunkt	
119 %	123 %	
2,47 Gy/min	2,53 Gy/min	107,2mm
14. Meßpunkt	5. Meßpunkt	
123 %	119 %	
2,54 Gy/min	2,47 Gy/min	78,1mm
13. Meßpunkt	4. Meßpunkt	
127 %	114 %	
2,63 Gy/min	2,35 Gy/min	49mm
12. Meßpunkt	3. Meßpunkt	
126 %	106 %	
2,61 Gy/min	2,20 Gy/min	30,5mm
11. Meßpunkt	2. Meßpunkt	
118 %	100 %	
2,43 Gy/min	2,07 Gy/min	12mm
10. Meßpunkt	1. Meßpunkt	Behälterboden
Außen	Mitte	
R=60,5 mm	R=0 mm	

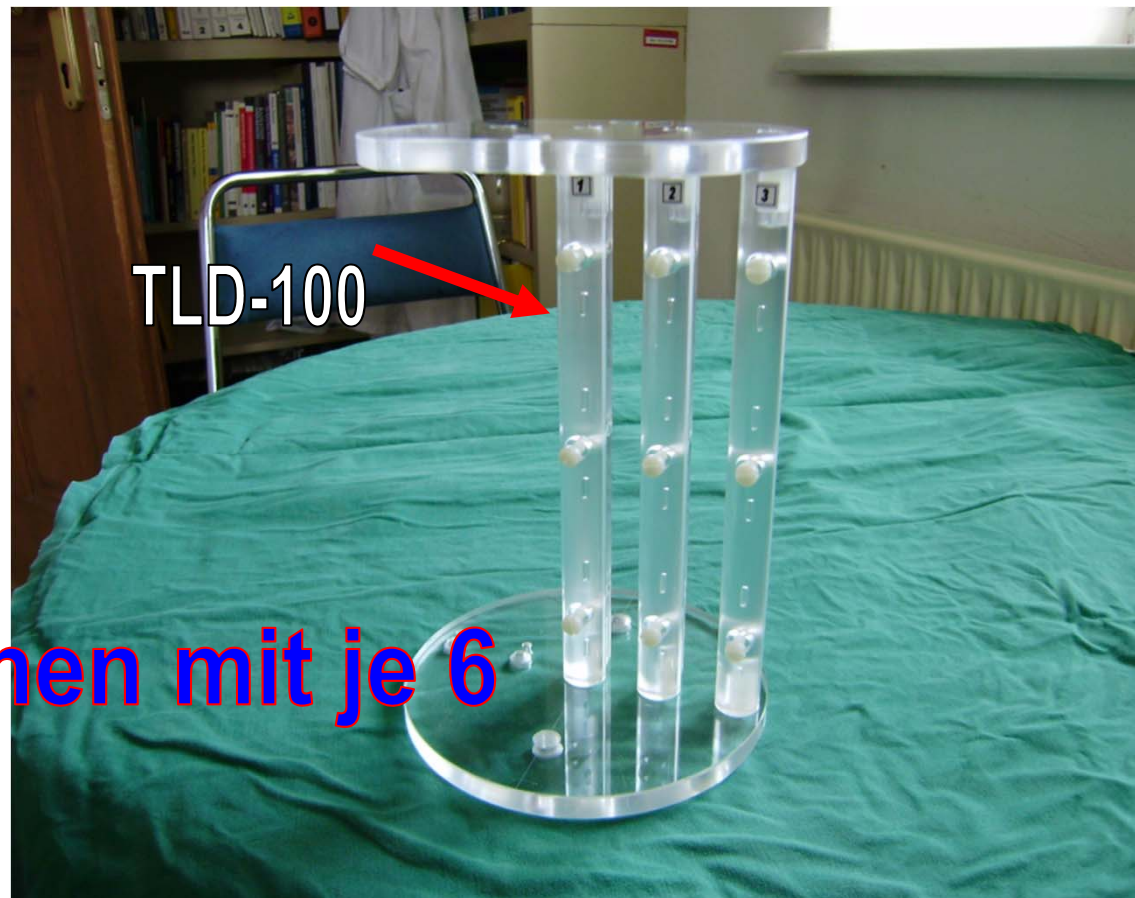
02.03.10 *lll*
 Datum Unterschrift GSM



Messunsicherheit: +/- 3,8%

Messung der Dosis und Dosisverteilung

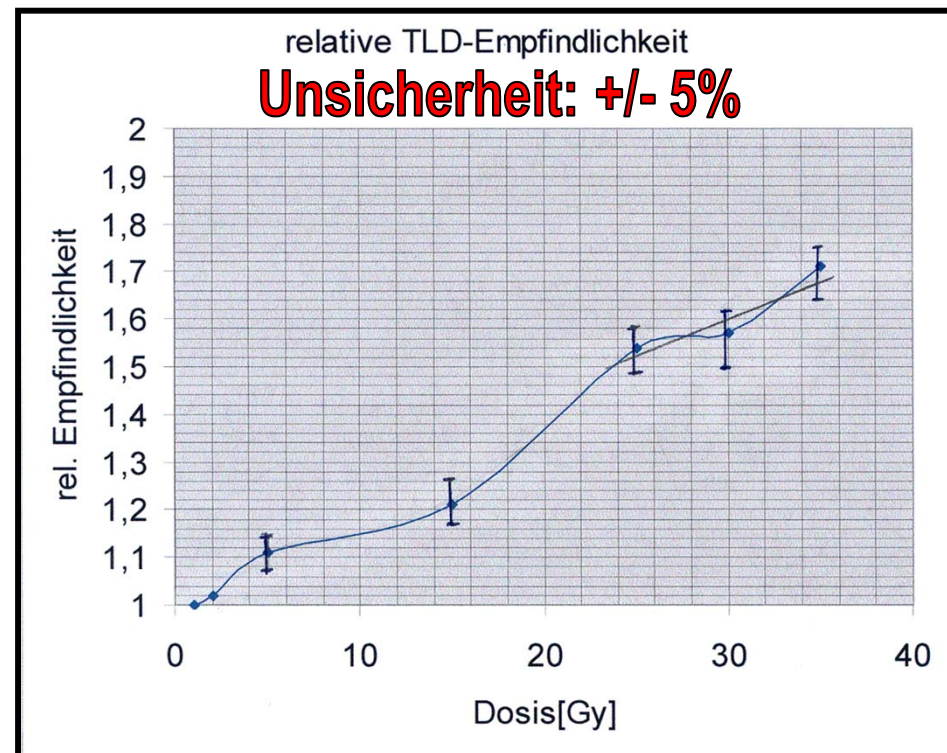
■ Messung (Salzburg): TLD-100



3 Reihen mit je 6

Relative Empfindlichkeit von Detektoren

- **Alanin:** Linearität kein Problem
- **TLD-100:** Starke Abhängigkeit der Anzeige von der Dosis



Homogenität der Dosisverteilung

■ Für eine mittlere Dosis:

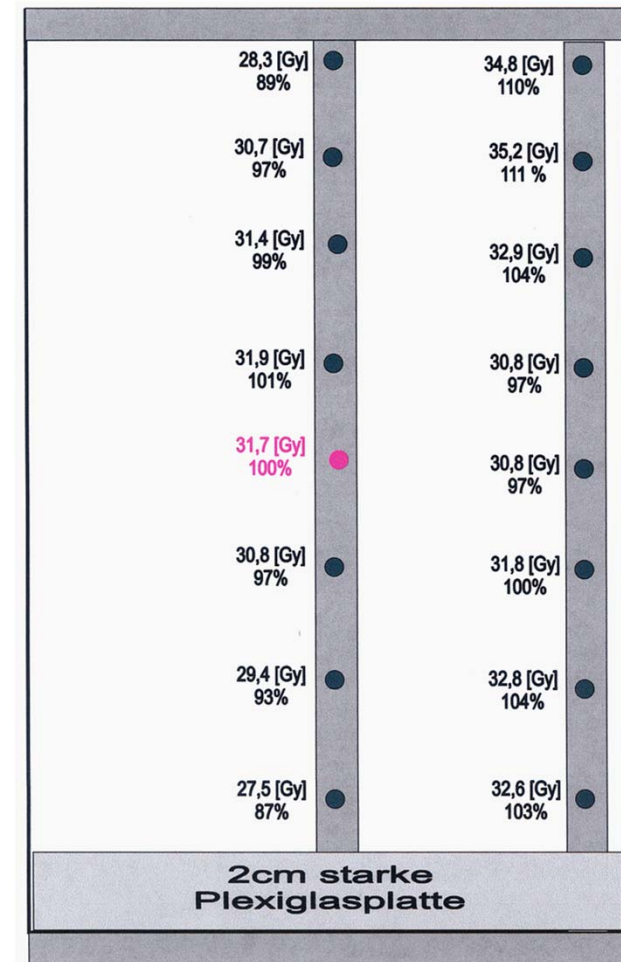
- 30 [Gy]
- Mit Messunsicherheit

■ Maximale Dosis:

- 34,8 [Gy]

■ Minimale Dosis:

- 25,2 [Gy]



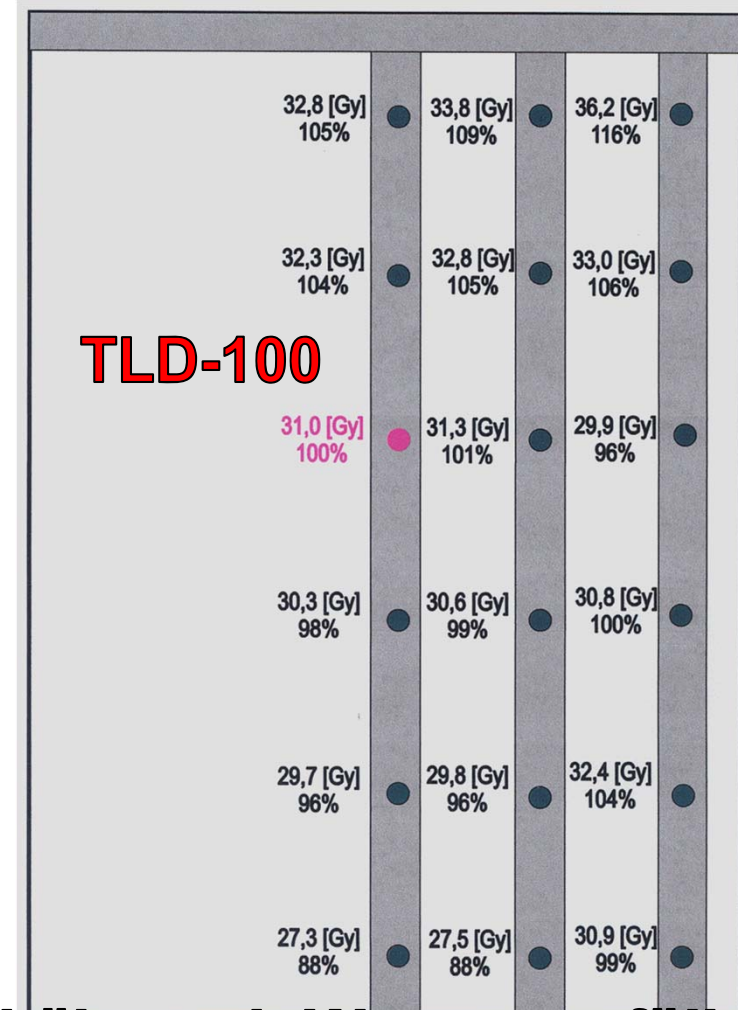
Behälter mit Wasser gefüllt.

Vergleich: TLD-100 und Alanin

Alanin



TLD-100



Behälter mit Wasser gefüllt.

Problem: Behälter nicht ganz voll

- Erhöhte Dosis !
- Andere Verteilung

Zu wenig Konserven ?
Den Behälter mit
wassergefüllten Beuteln auffüllen !

41,2 [Gy] 94%	41,3 [Gy] 95%	43,9 [Gy] 100%
42,3 [Gy] 97%	45,2 [Gy] 103%	41,3 [Gy] 95%
43,7 [Gy] 100%	45,0 [Gy] 103%	35,4 [Gy] 81%
42,8 [Gy] 98%	42,7 [Gy] 98%	37,3 [Gy] 85%
40,4 [Gy] 92%	39,8 [Gy] 91%	37,4 [Gy] 86%
35,7 [Gy] 82%	36,3 [Gy] 83%	35,7 [Gy] 82%



Blutbestrahlung aus juristischer Sicht

- **Eine extrakorporale Bestrahlung**
- **Keine Anwendung von Strahlung auf menschlichen Körper im Sinne der Humanmedizin (keine Strahlentherapie)**
- **Es ist eine Herstellung von Arzneimittel und unterliegt dem Arzneimittelgesetz.**
- **Erforderliche Bewilligungen:**
 - **Bewilligung im Sinne des StrSchGesetzes**
 - **Bewilligung im Sinne des Arzneimittelgesetzes (AGES)**

Zusätzliche strahlenschutzbehördliche Auflagen

- **Dosiskontrolle 1x im Jahr**
- **Im ersten Jahr alle 6 Monate (Reinheit der Quelle !)**
- **Dichtheitsprüfung 1x im Jahr**

The screenshot displays the control interface for the BIOBEAM 2000 system. It is divided into several sections:

- Timer:** Sollzeit 00:01:22, Istzeit 00:00:45, Restzeit 00:00:37.
- Dosis:** Vorwahl 30.00 Gy, Aktuell 16.46 Gy.
- Allgemein:** Datum 27.05.2003, Bestrahlungsnummer 637, Benutzer Schröder.
- Zustandsinformationen:** Strahler (Position 10 mm, Geschw. 18.7 mm/s, Restfahrzeit 12.2 s, Haltepunkt, Resthaltezeit, Absorber 0°), Speicher Speicher 1, Drehteller (Position 15°, Geschw. 20 [1/min]), Bestrahlungsbehälter (Bestrahlungsposition BB 17-6).
- Meldungen:** Bestrahlung läuft.
- Funktionen:** Bericht, Präparate, Auswahl, Supervisor.

A radiation warning symbol is visible in the top right corner, and a large orange STOPP button is located in the bottom right corner.



©2008 John Schmkahl