

MODERNE STRAHLENTHERAPIE

MÖGLICHKEITEN IN DER BEHANDLUNG VON BÖS- UND GUTARTIGEN ERKRANKUNGEN

8. St.Galler Wound-Care-Symposium_März 2024

LA Dr. med. Detlef Brügge

detlef.bruegge@kssg.ch

RT-BEDARF



45.000 neue Tu-Patienten / Jahr

60 % bei Diagnose

80 % im Verlauf (Rezidiv, Metastasen)

relative Kosten an der onkologischen Versorgung: 15 %



Unsere Ernährung hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert – und könnte das Risiko für bestimmte Krebsarten beeinflussen.

Immer mehr Junge erkranken an Krebs

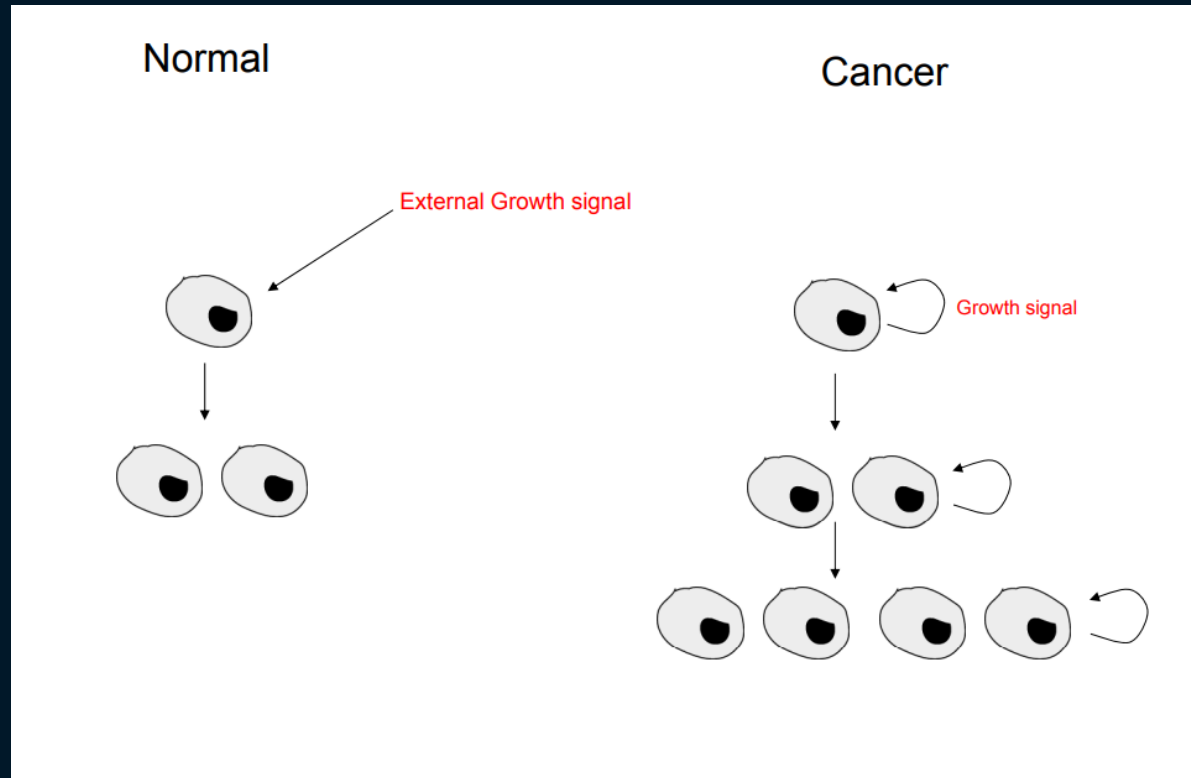
Die Zahl der unter 50-Jährigen mit einer Krebsdiagnose steigt. Das liegt an der Früherkennung, aber auch am ungesunden Lebensstil. Viele Tumoren betreffen das Verdauungssystem. **Von Theres Lüthi**

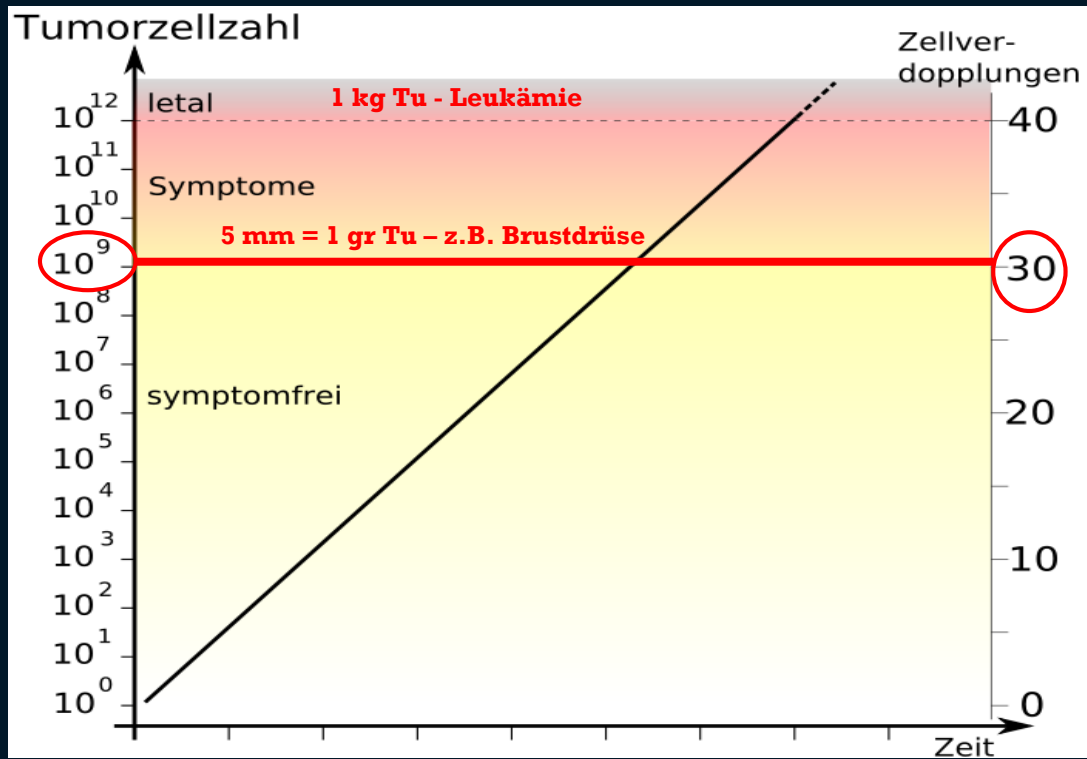
NZZ vom 16.10.22

URSACHEN FÜR KREBS

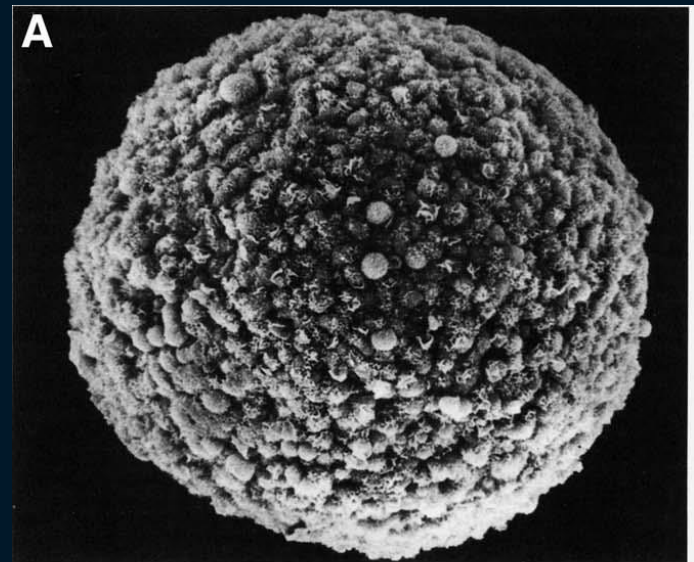
• Faktoren	Anteil
– Umweltbelastungen (Luft, Pestizide, Boden...)	2 %
– geophysikalische Faktoren (UV, Strahlung)	3 %
– Arbeitsplatz	4 %
– Industrieprodukte	< 1 %
– Tabak	30 %
– Alkohol	3 %
– Nahrung	35 %
– Lebensmittel-Zusatzstoffe	1 %
– Fortpflanzungs –und Sexualverhalten	7 %
– Arzneimittel u. mediz. Prozeduren	1 %
– Infektionen	10 %

GESTÖRTE ZELLTEILUNG

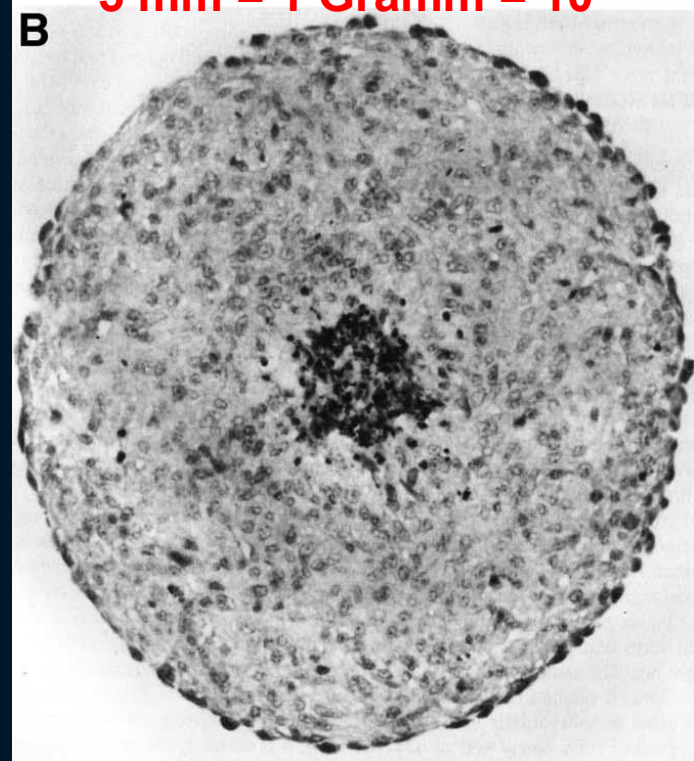




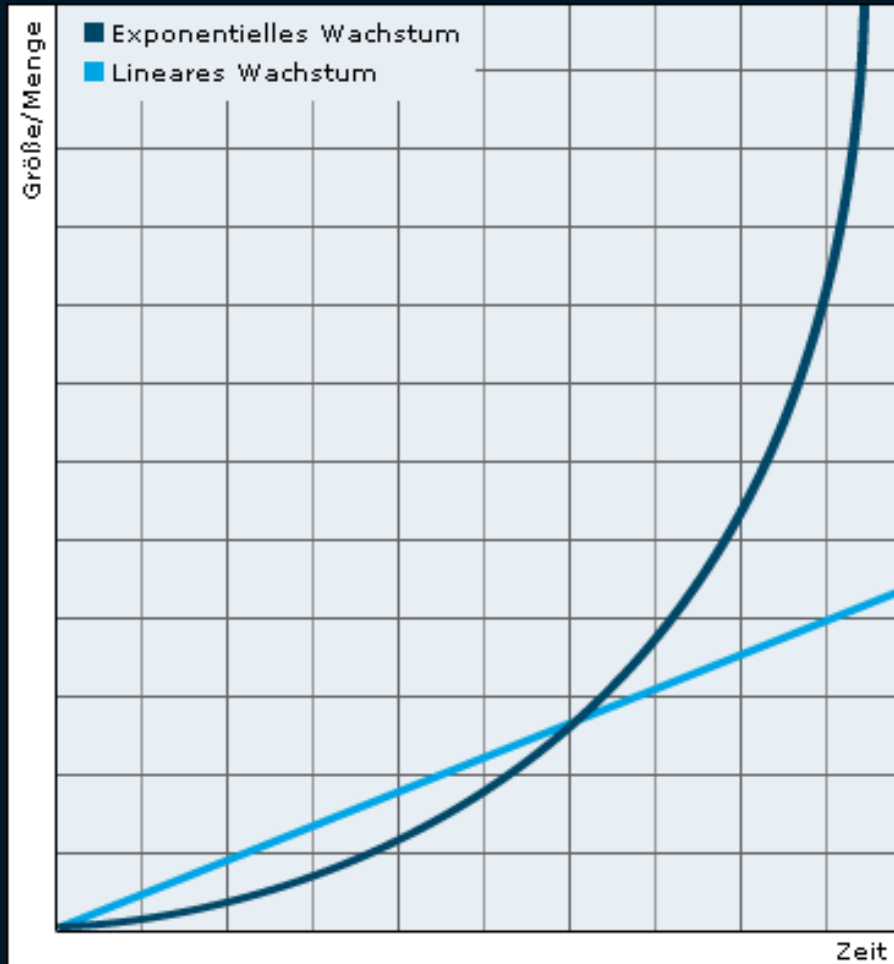
Symptomfrei \neq Krankheitsfrei



5 mm = 1 Gramm = 10^9



Wachstumsgeschwindigkeit



exponentiell: **5 mm 2 Jahre → 10 mm 22 Tage**

linear: **5 mm 2 Jahre → 10 mm 2 Jahre**

TU-Verdopplung

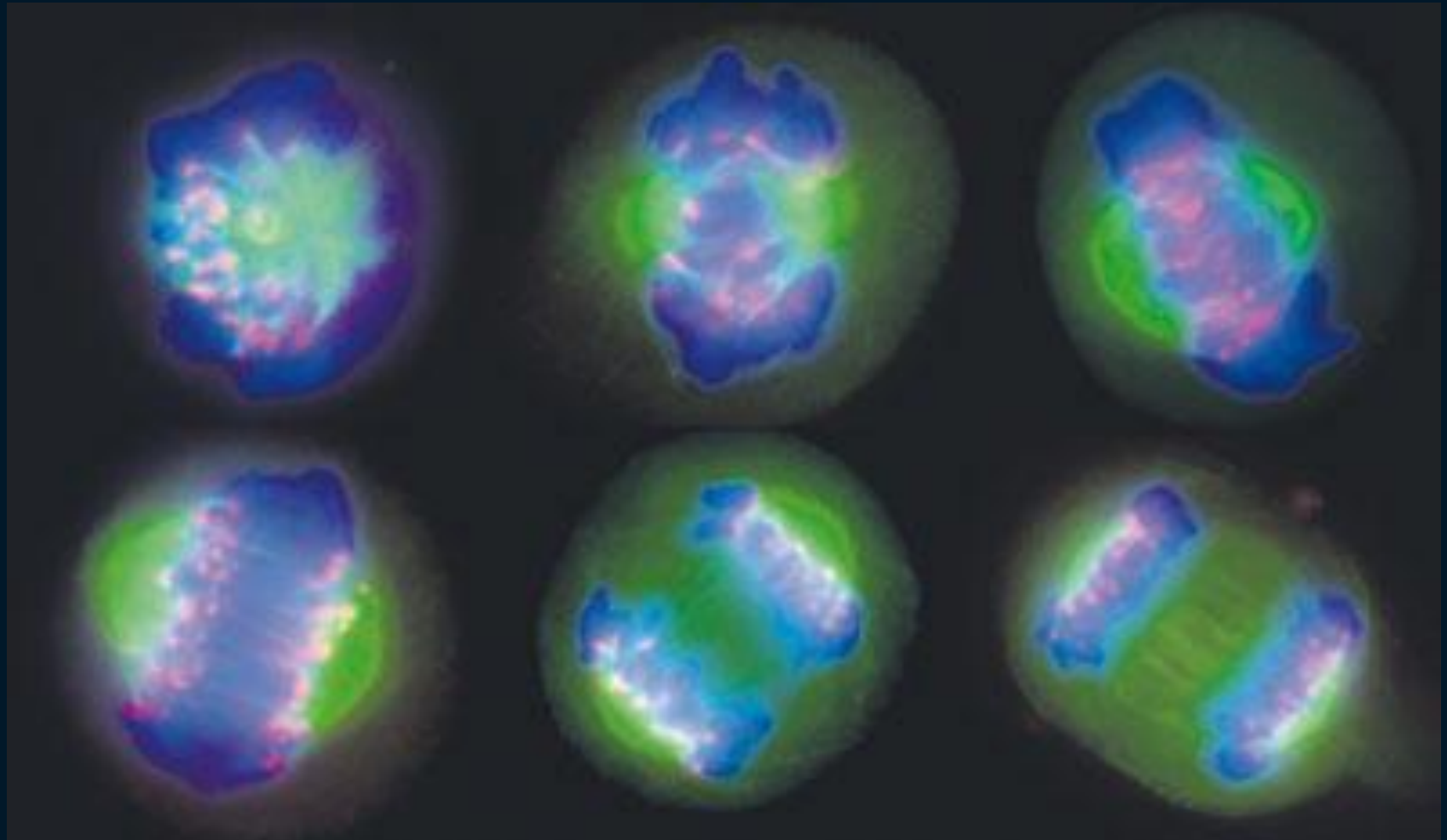
Burkitt-Lymphom
4-6 h

HNO-TU
4-5 Tage

Dickdarm-TU
3 Monate



Koloskopie !!





Die Teams

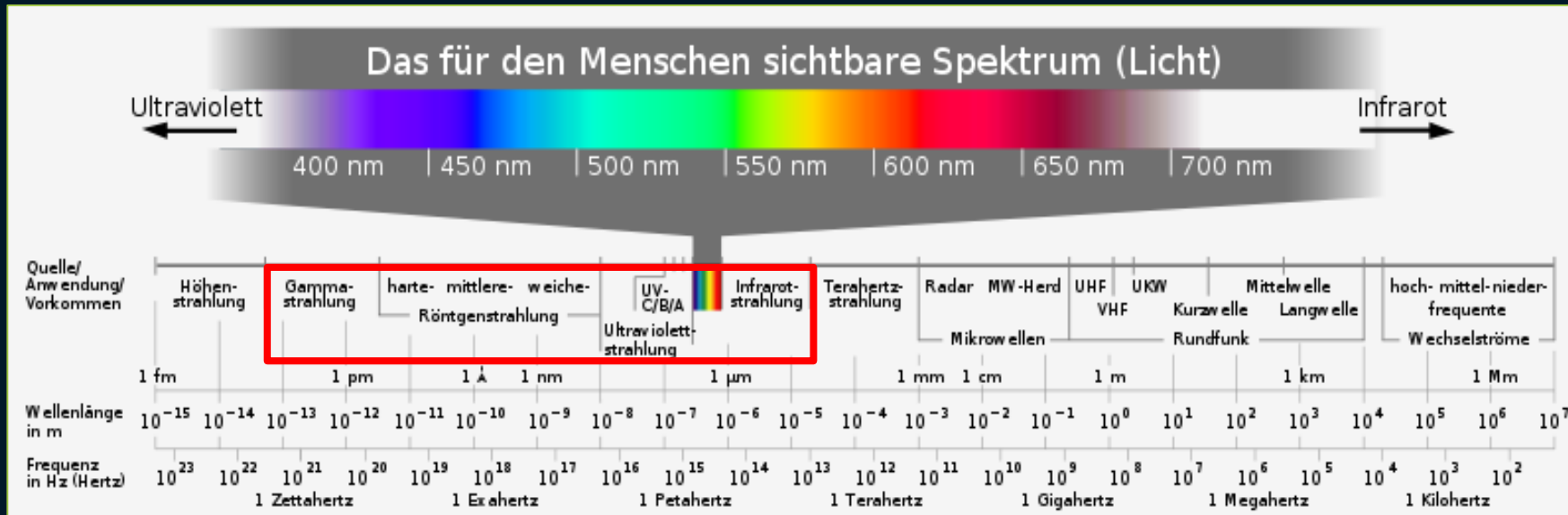


«Onkologisches Spielfeld»

%-ANTEIL BEI DER KREBSHEILUNG

- **OP alleine** ca. 49 %
- **RT / RCT** ca. 40 %
- **Chemotherapie** ca. 11 %

Strahlung

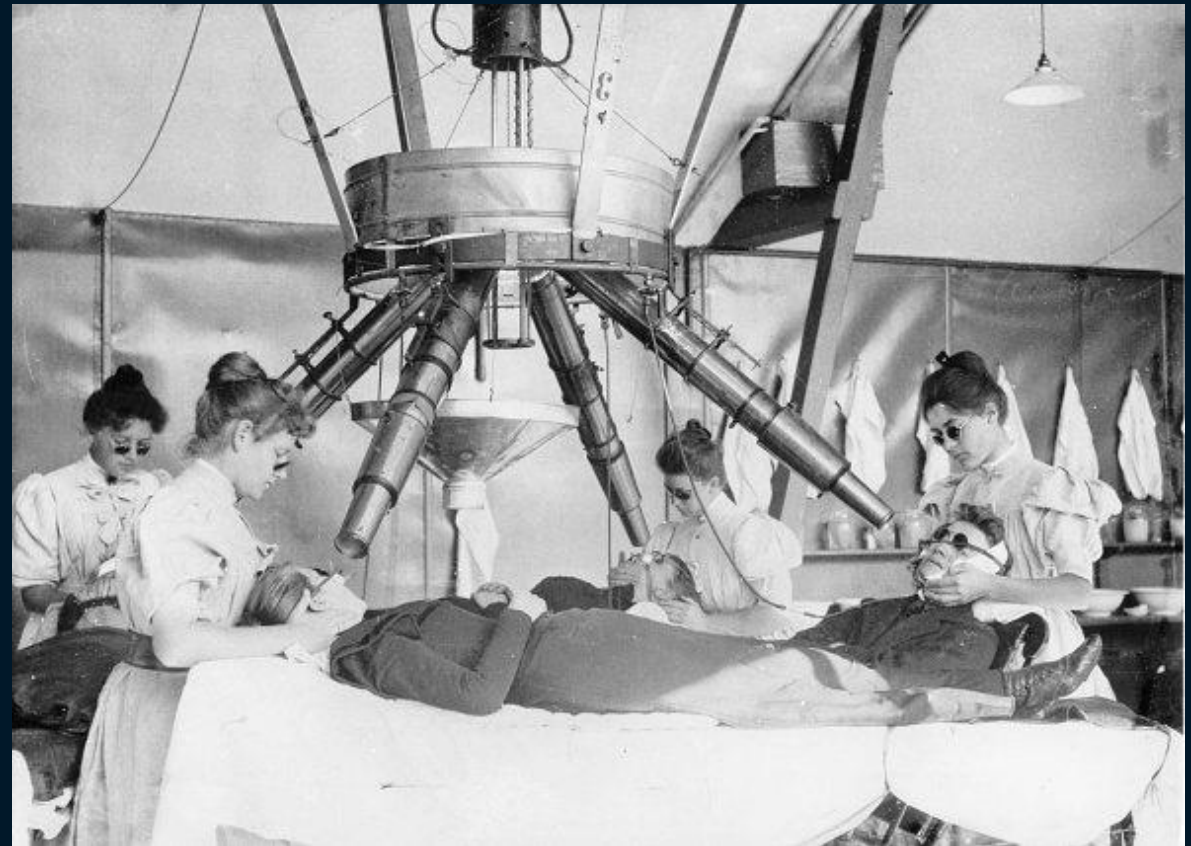




Infrarot = Wärme

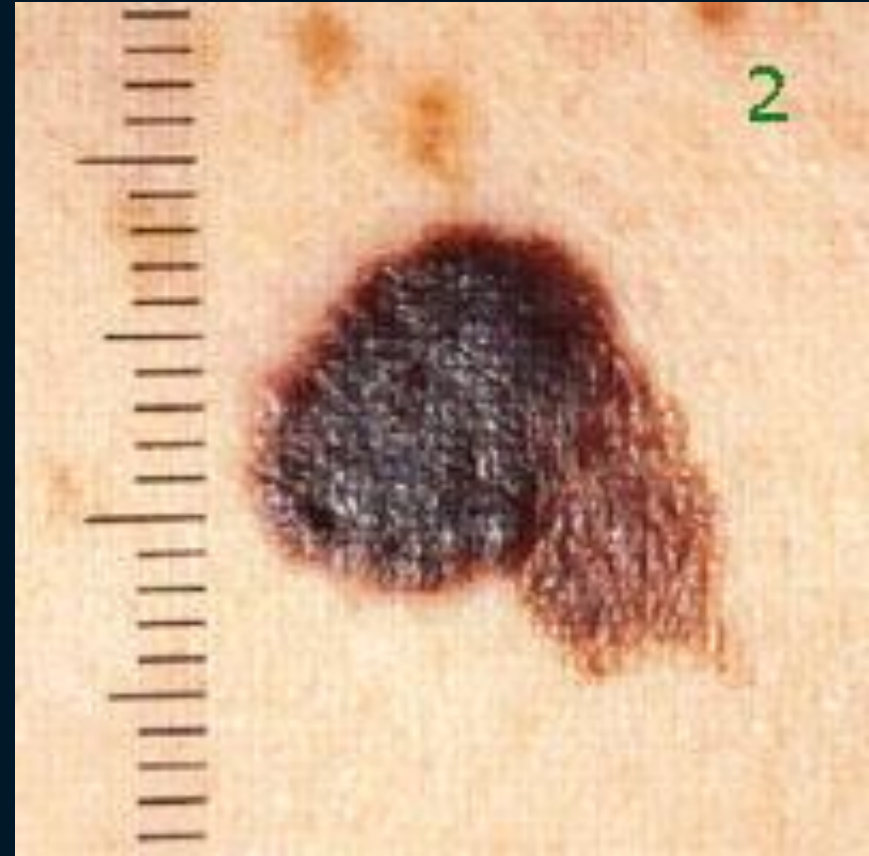
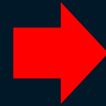
Niels Finsen, Nobel Laureate 1903

evidence that **red light** accelerated the healing of the skin lesions of smallpox



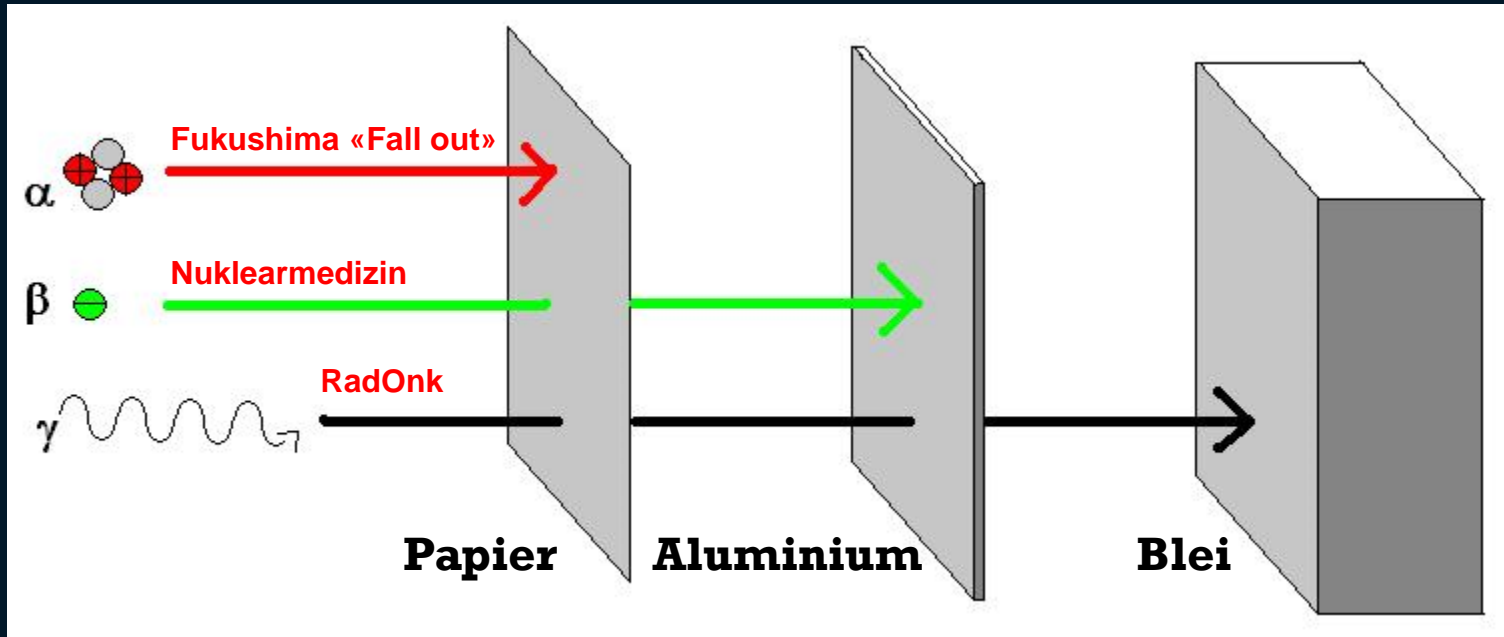


UV A/B/C



Melanom

Ionen, Elektronen, Röntgen

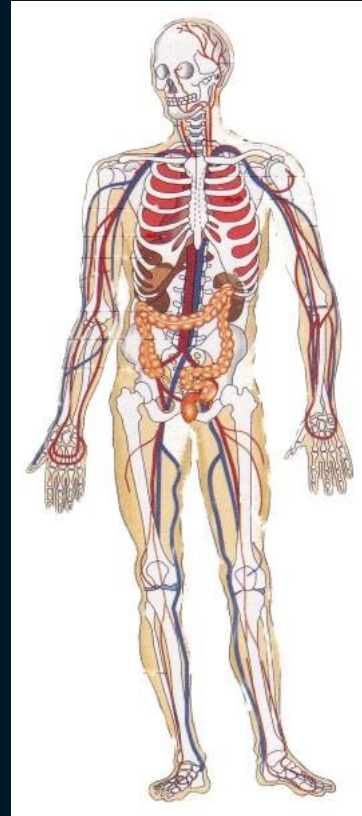


Fukushima
 α -Teilchen

WECHSELWIRKUNG



Eintretende Strahlungsenergie

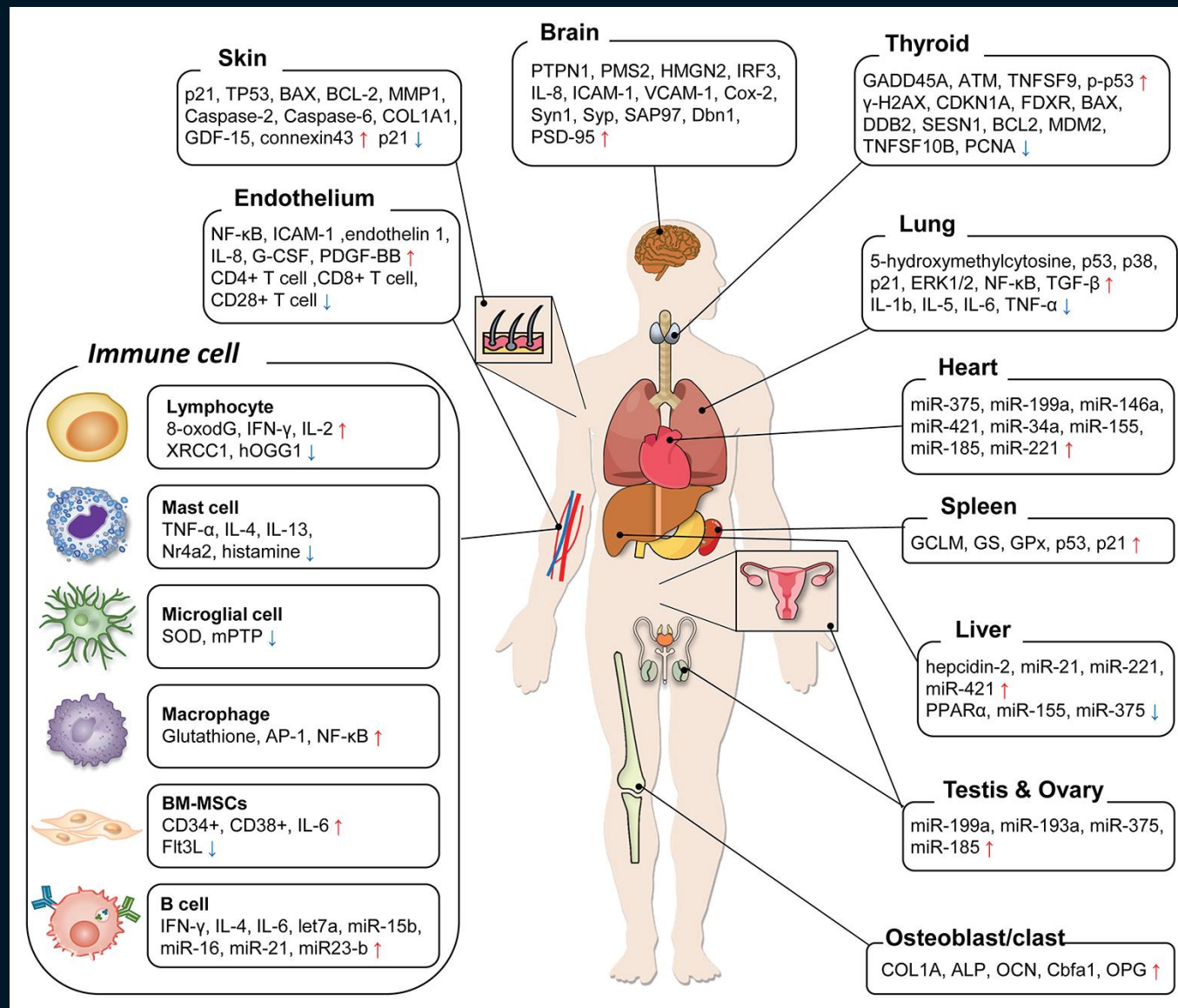


Austretende Strahlungsenergie



Niedrigste Strahlungsdosis mit molekularen Veränderungen

- **DNA-Schäden (CT)** 0.00015 Gy
- **DNA-Brüche** 0.001 – 0.5 Gy
- **Genschäden** 0.1 – 0.2 Gy
- **Aktivierung Stressgene** 0.01 – 0.05 Gy
- **Chromosomenschäden** 0.05 – 0.1 Gy



«Systemische Adaptation»

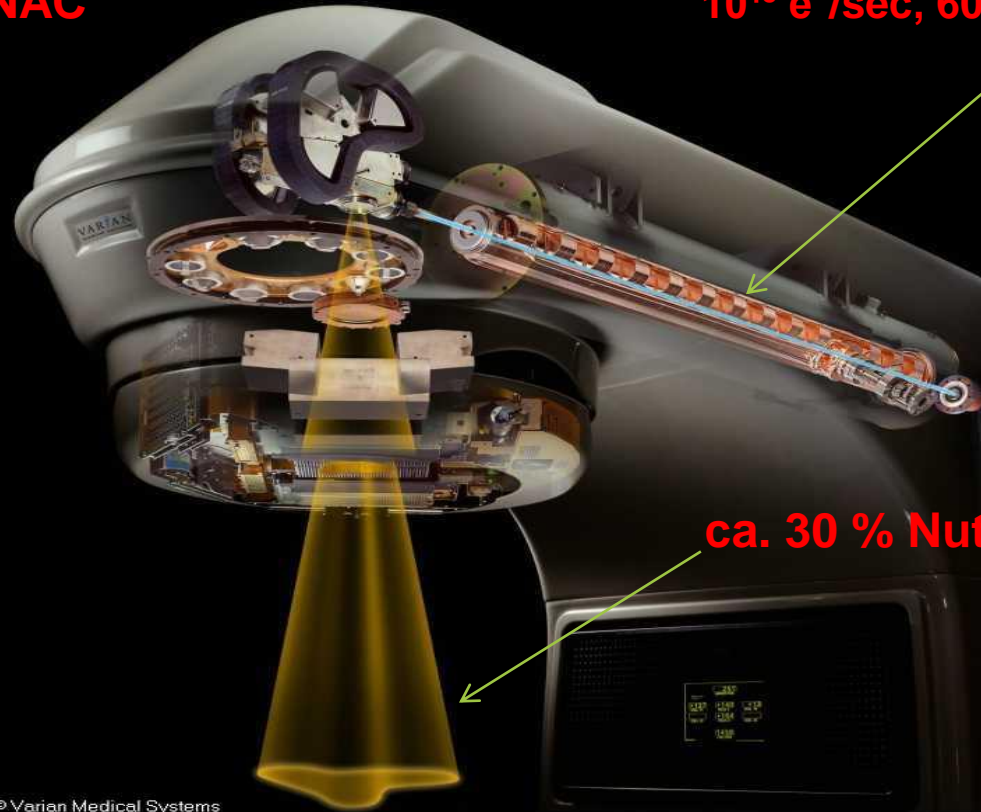


400 Mio Photonen / m³ Luft
«Rest von Big Bang»

STRAHLENTHERAPIE BÖSARTIGER ERKRANKUNGEN

LINAC

10^{18} e⁻/sec, 60 % Lichtgeschwindigkeit



ca. 30 % Nutzstrahlung !

Copyright © Varian Medical Systems



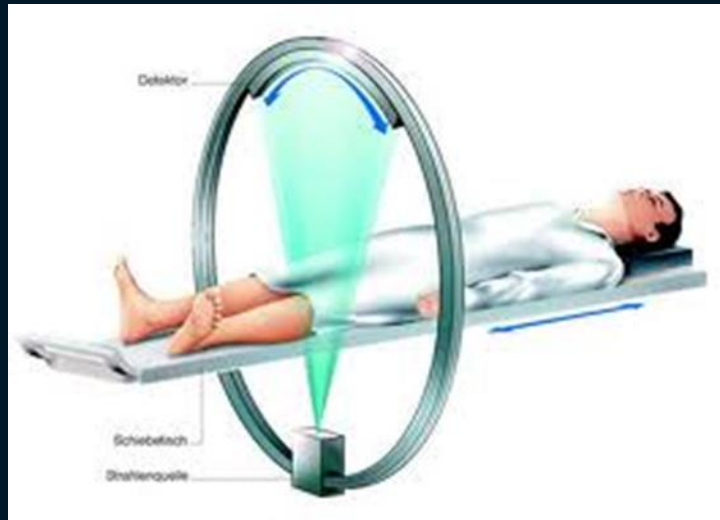




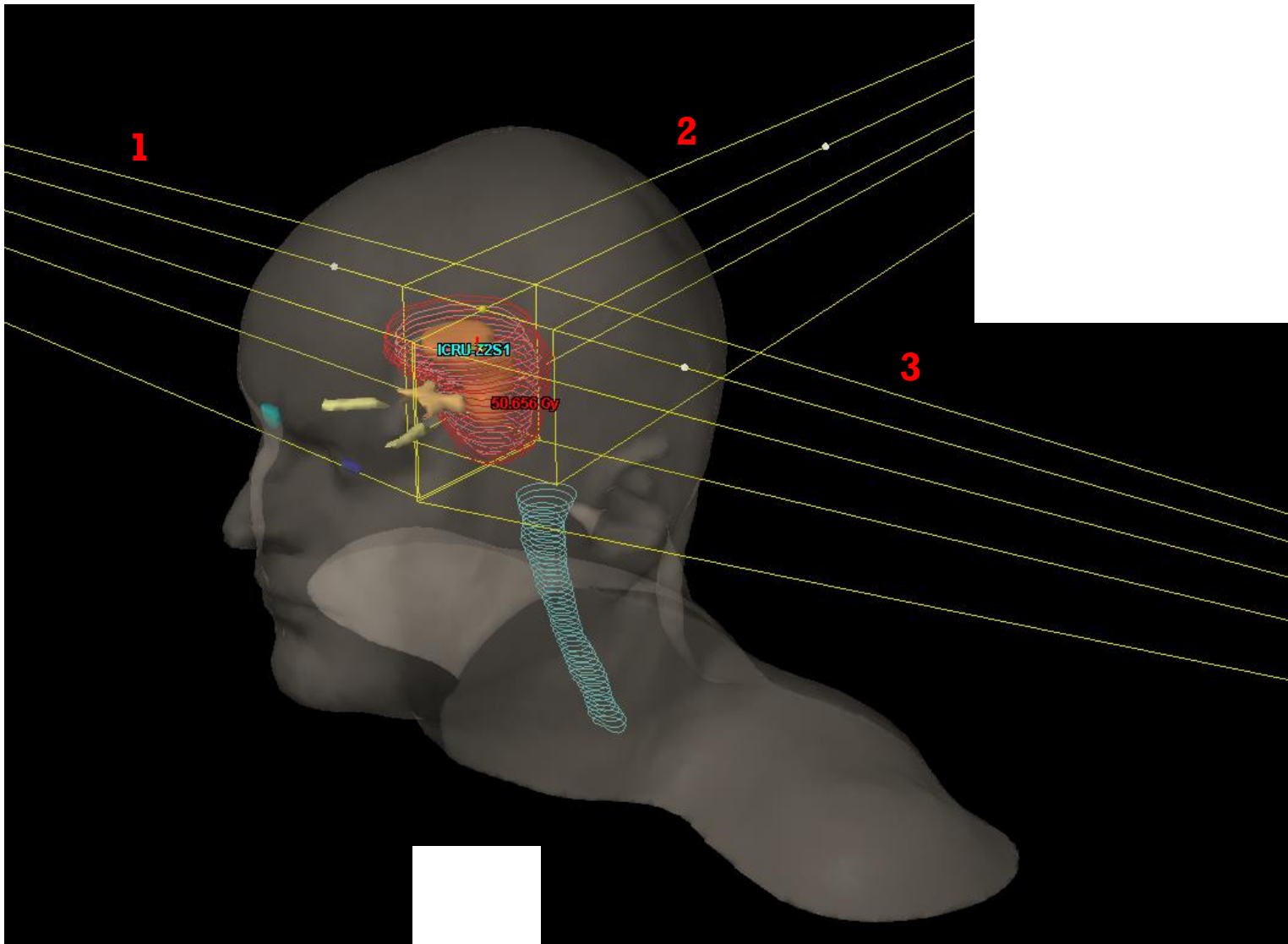


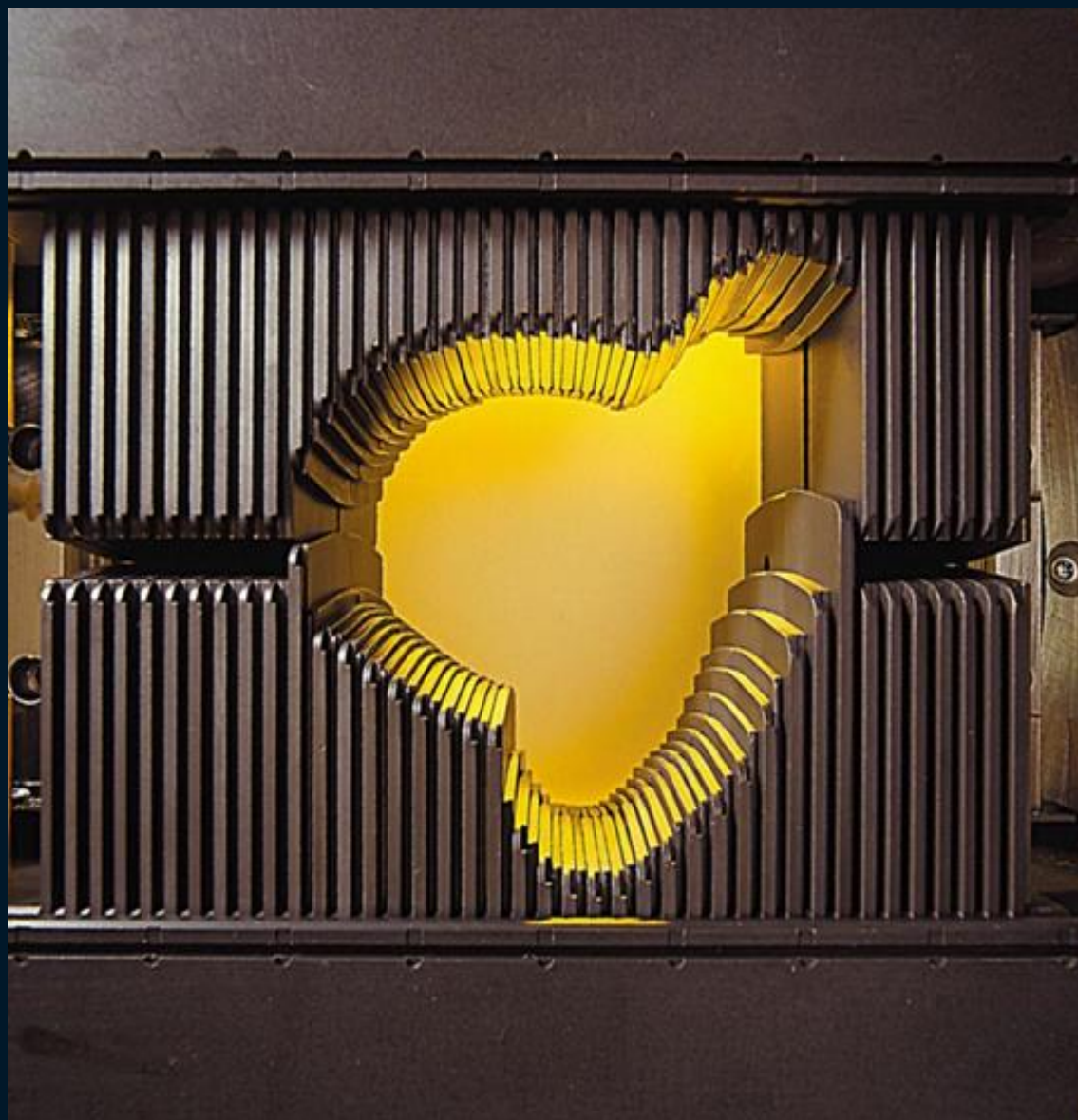
«Strahlengang»

COMPUTERTOMOGRAPHIE

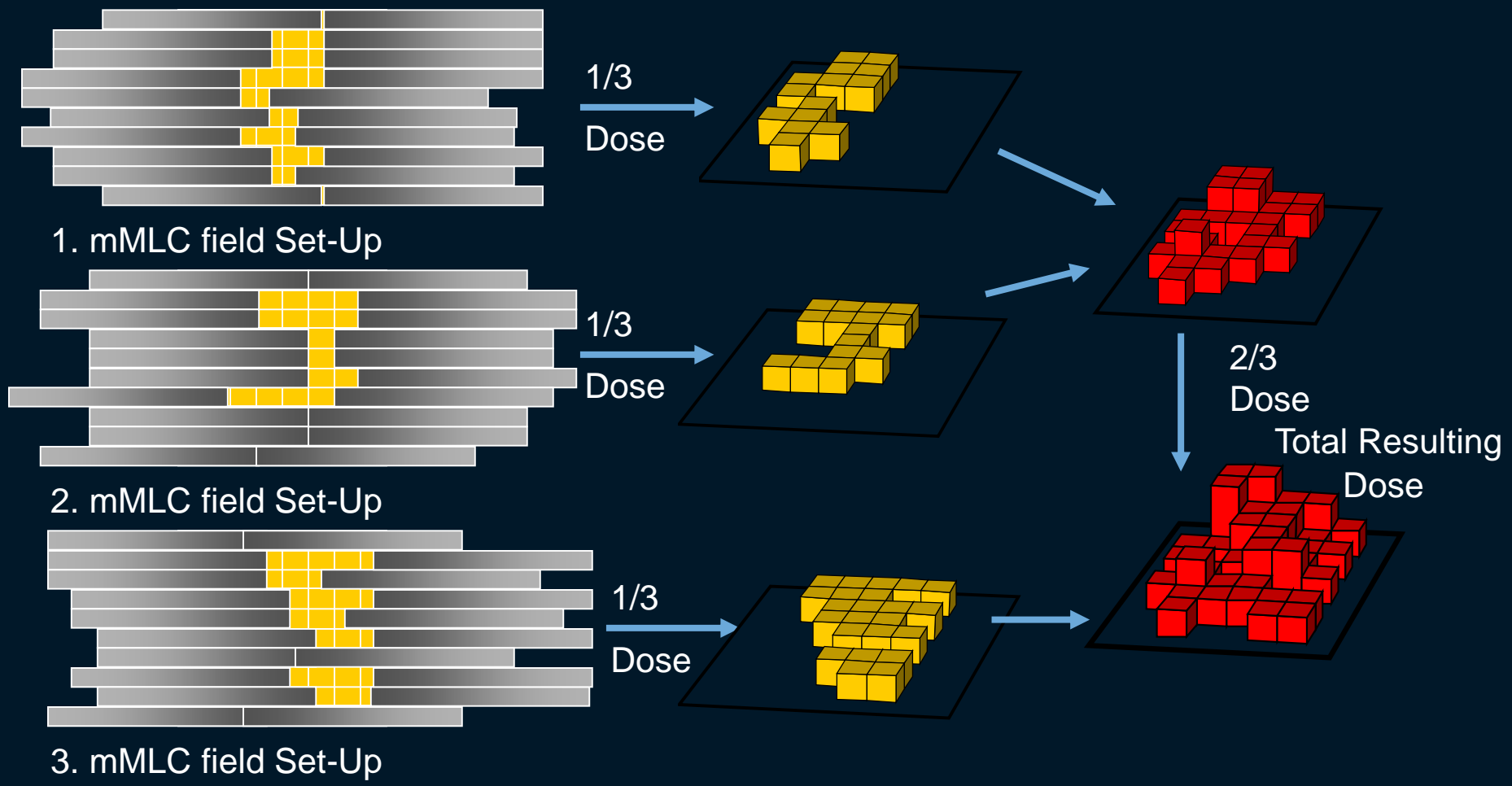


Felder Hirntumor

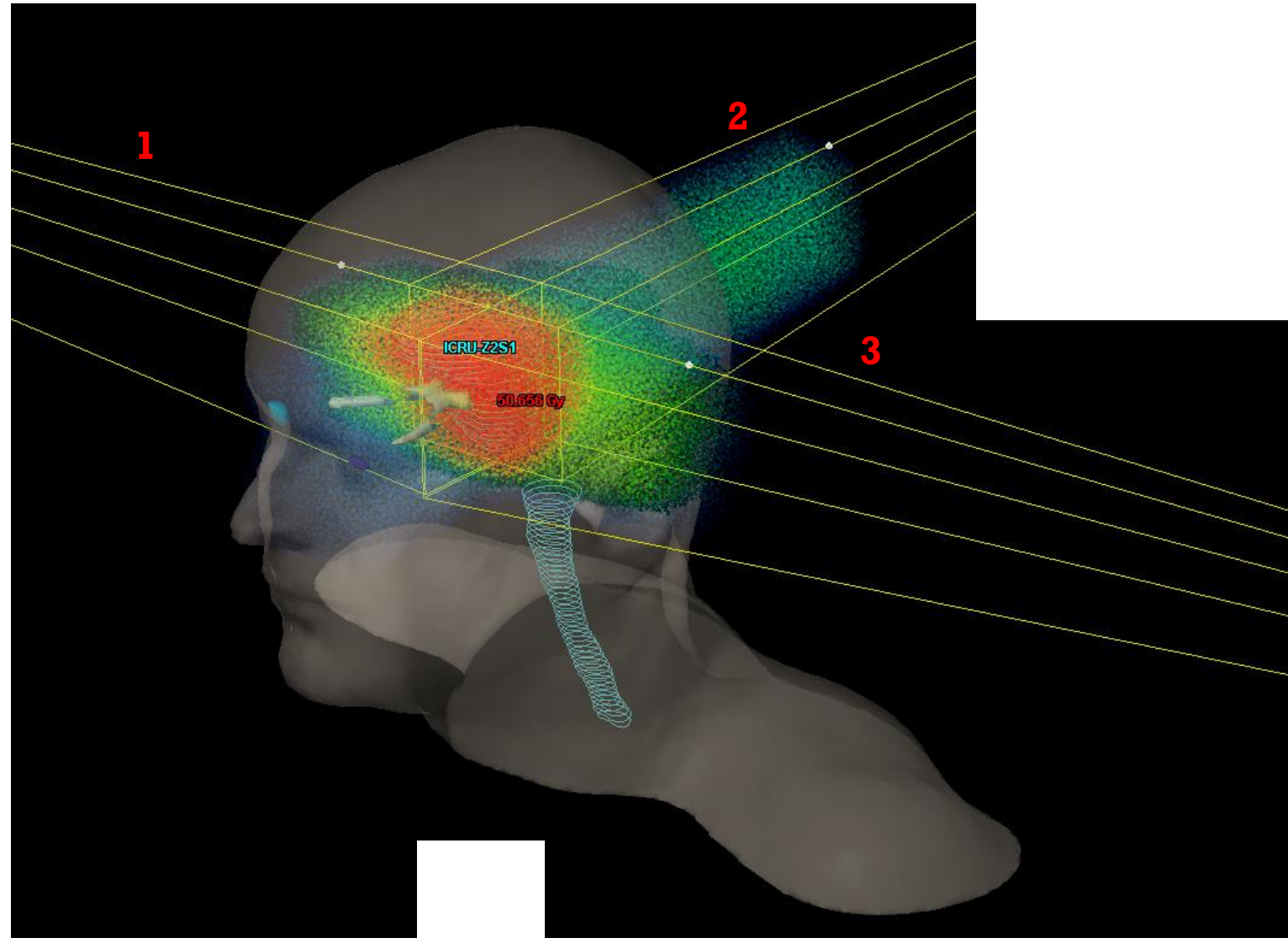




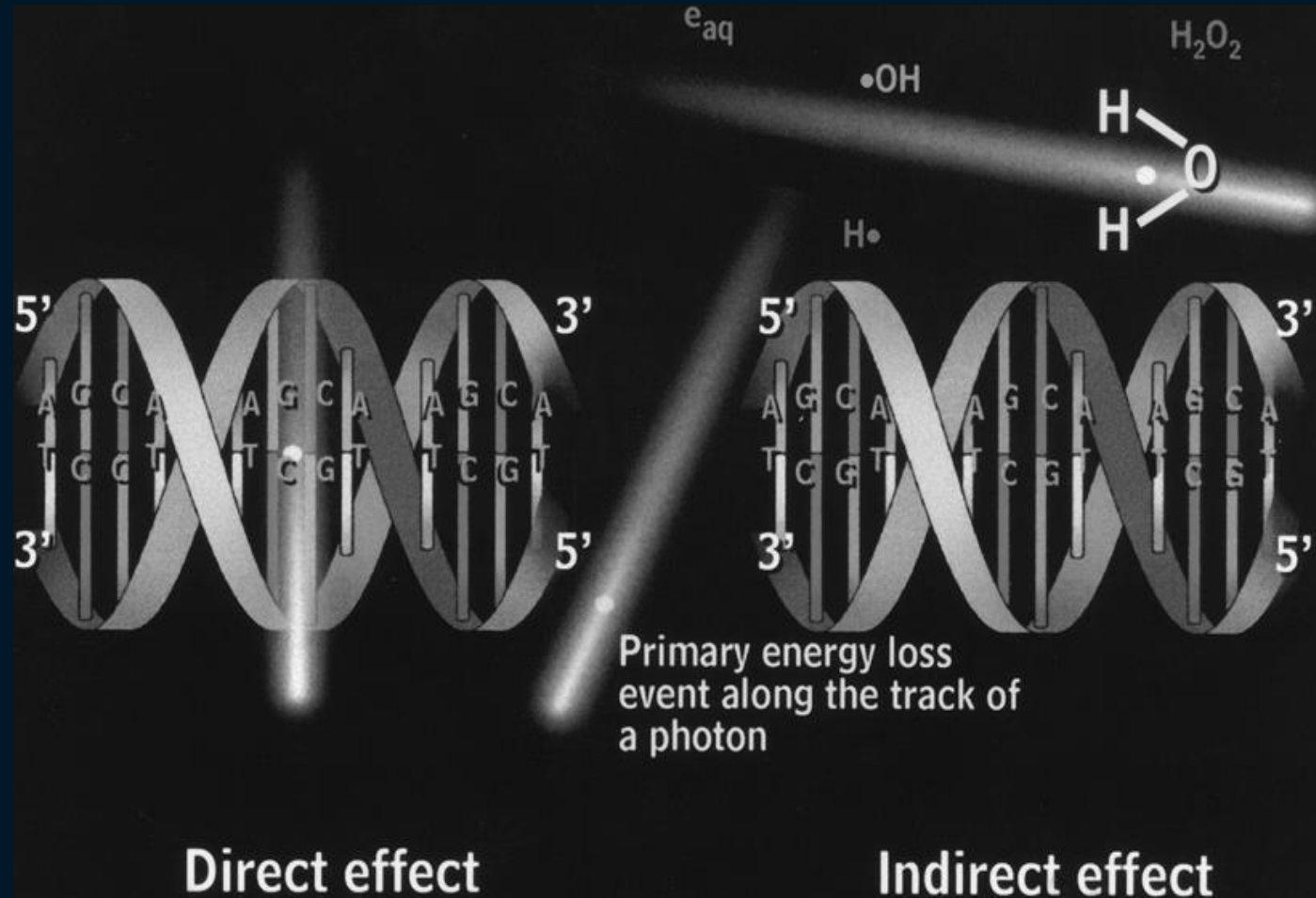
Kollimator



Dosis



RADIOBIOLOGIE TUMORBEHANDLUNG





RADIOSENSIBILITÄT

RT-Sensibilität

- hoch (20 - 40 Gy)
- intermediär (50 - 60 Gy)
- gering (≥ 60 Gy)
- resistent ($\gg 60 - 80$ Gy)

Tumor

Leukämie, Lymphom, Seminom

Adeno- / Plattenepithel-Ca (Brust, Lunge)

Gliome (ZNS)

Chondrosarkom (Weichteile, Knochen)



Spinaliom

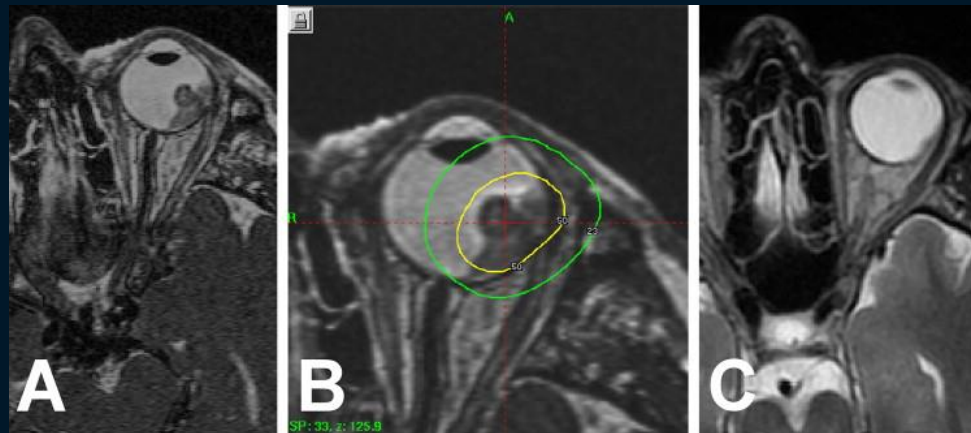
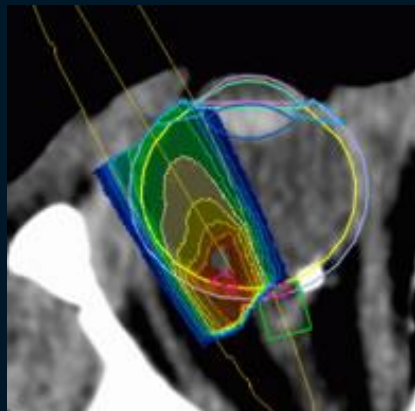


4 Wo post RT

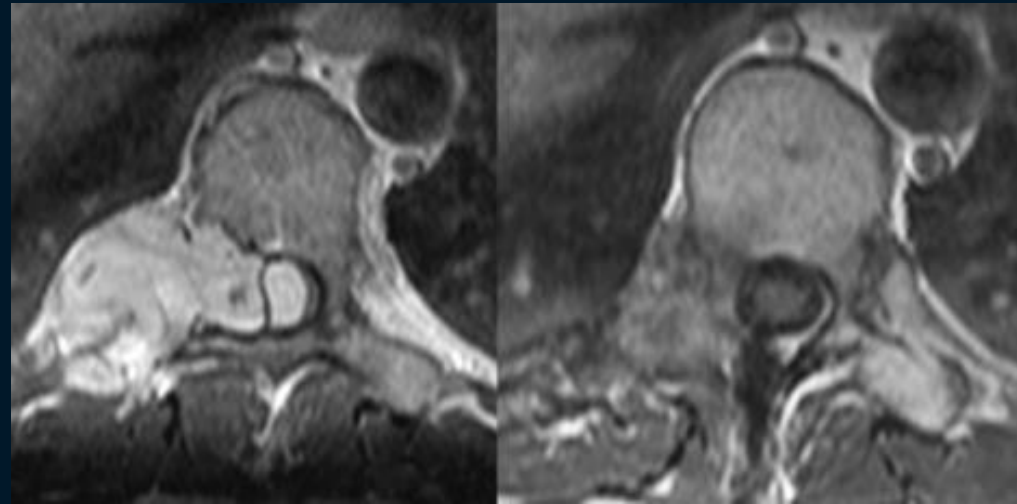
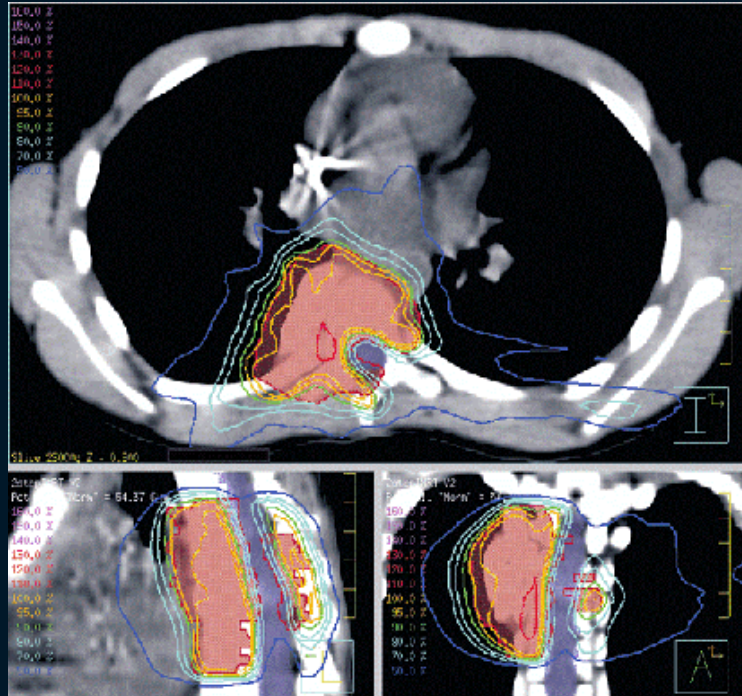
Melanom der Aderhaut



OP = Verlust Auge
RT = 90 % Bulbuserhalt
Dosis 54 – 60 Gy

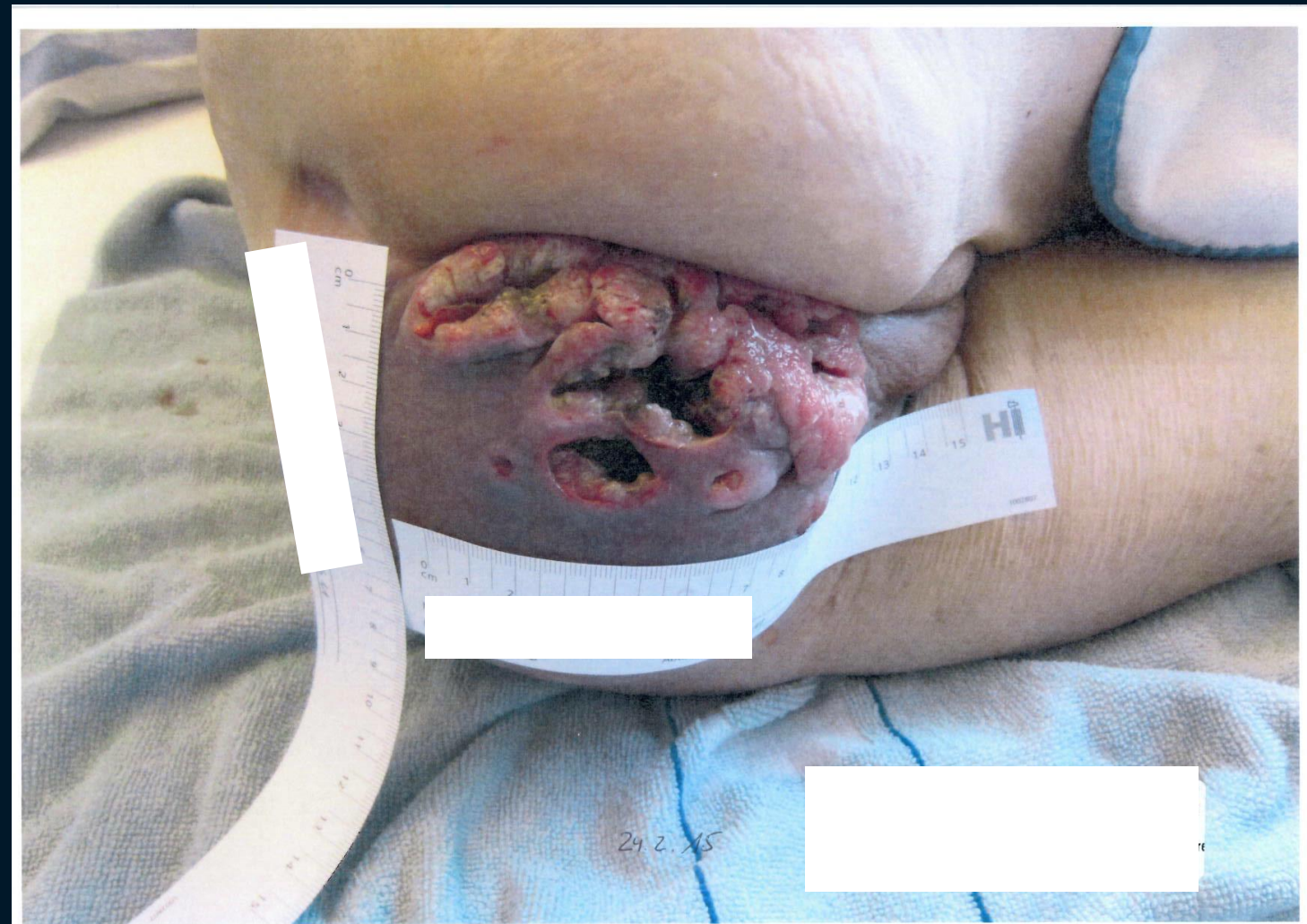


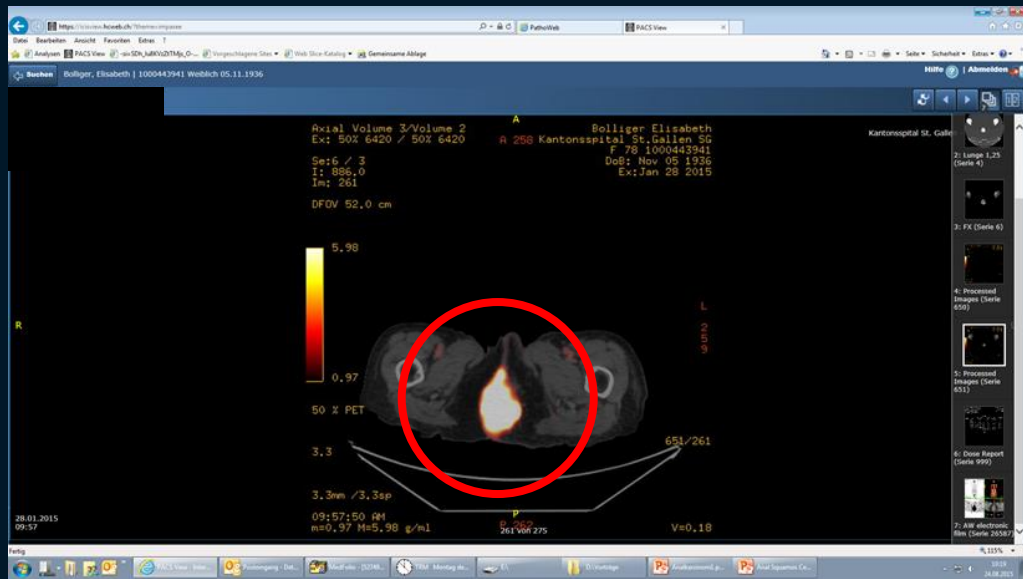
SPINALE KOMPRESSION



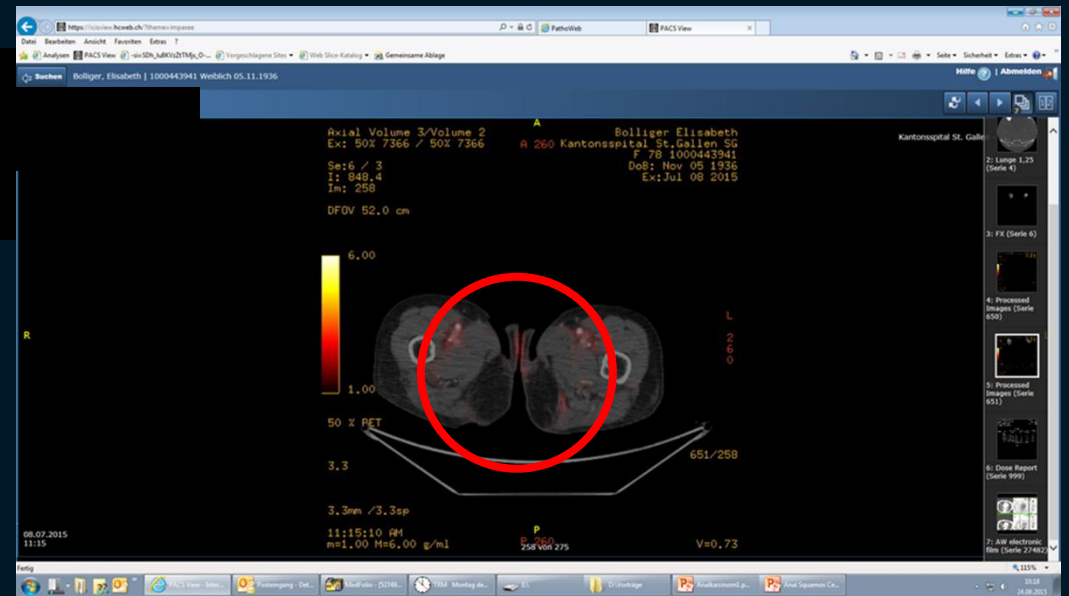
14 Tage post-RT

Analkarzinom, 33 x 1.80 Gy = 6 ½ Wo RT + Chemo

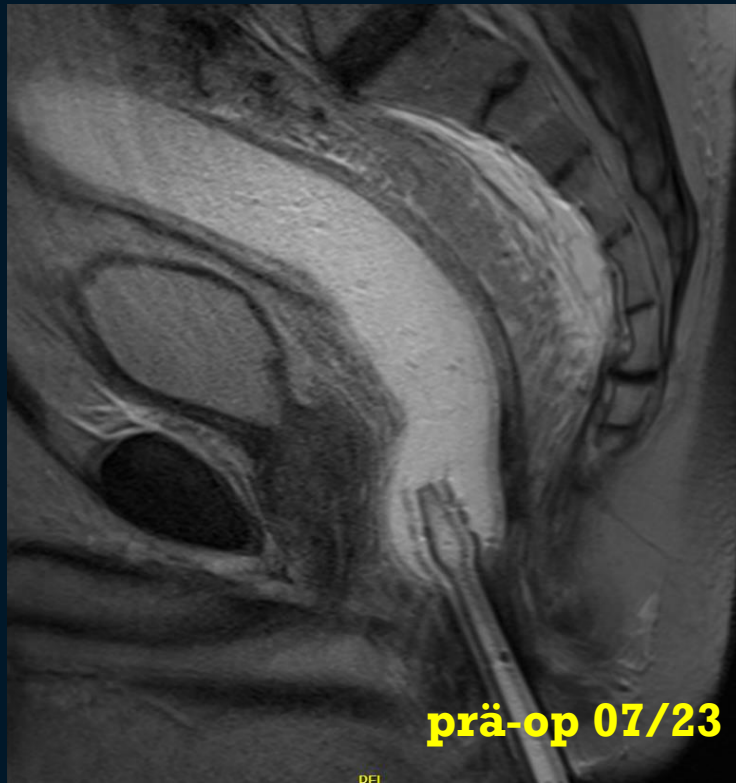
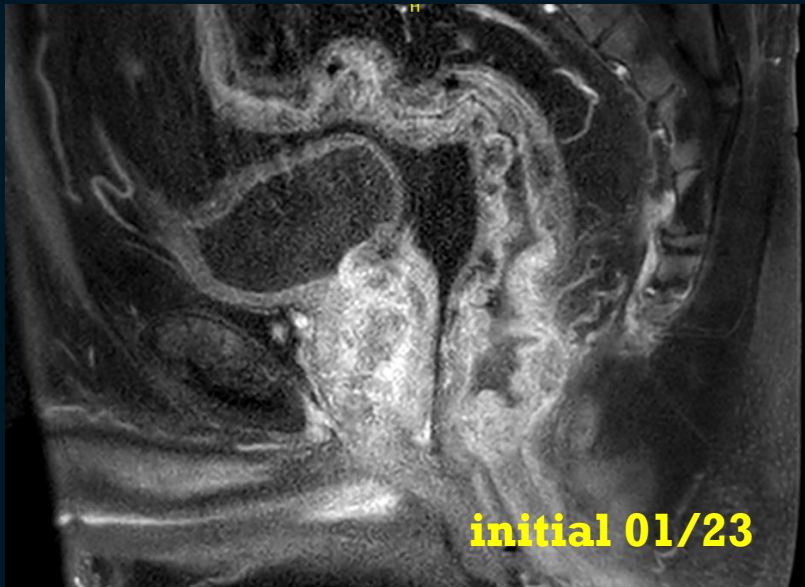
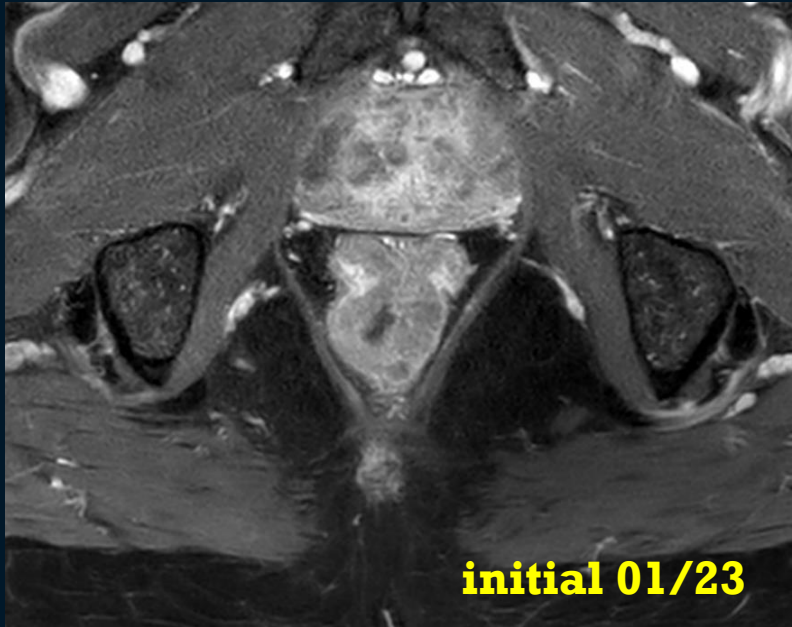




PET vor Therapie



PET 3 Monate nach Therapie



**Rektum-Ca
5 x 5 Gy Becken
6 Gaben XELOX**

HERMANN HOLTHUSEN (1936)

«Die optimale Strahlendosis ist diejenige Dosis, bei der eine akzeptierte Rate an Strahlenfolgen an Normalgeweben bei den vom Tumor geheilten Patienten auftritt»

FRÜHREAKTIONEN

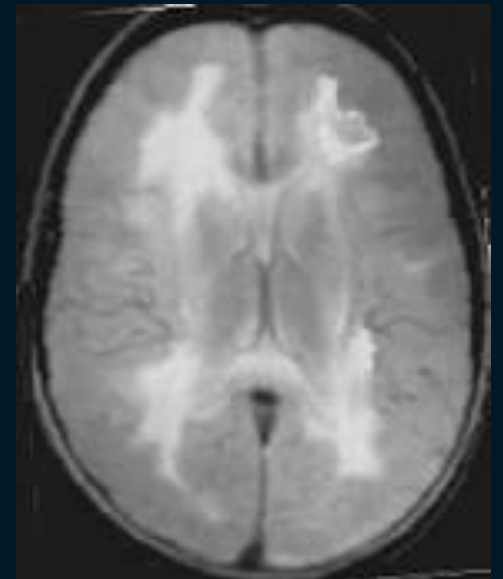
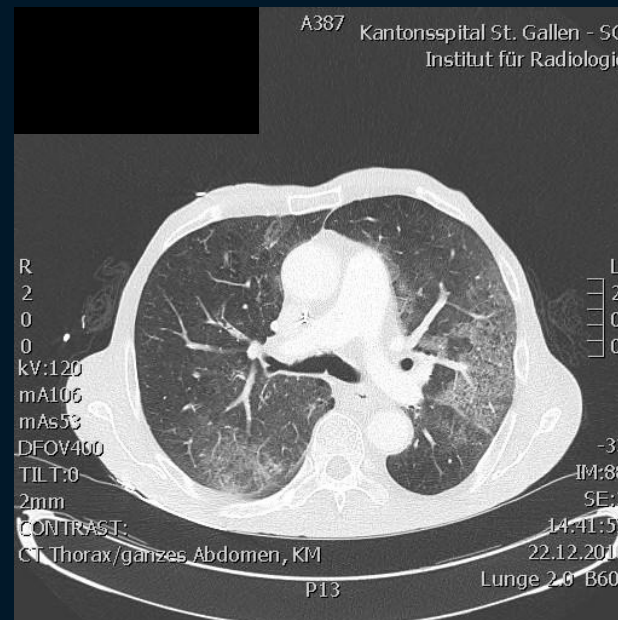






SPÄTREAKTIONEN

Zunahme Kollagensynthese → Kapillaruntergang → Durchblutungsabnahme → Nekrose



Gesundheitswesen braucht mehr Innovation



STRAHLENTHERAPIE GUTARTIGER ERKRANKUNGEN

DEGRO – 200.000 PAT. / JAHR

Itis: Ekzem, Psoriasis, Mastitis puerperalis, Abszess

Degenerativ: Arthrose, Zervikal-/Lumbalsyndrom, PHS, Tendinitis, Bursitis, Plantarfasziitis

Auge: endokrine Orbitopathie, Pseudotumor orbitae, Pterygium, Aderhauthämangiom

Gefässe: Lymphfistel, Hämangiome, Arterio-venöse Malformationen

Proliferative Erkrankungen: Heterotope Ossifikation, M. Dupuytren/Ledderhose/Peyronie, Gynäkomastie

Benigne Tumoren: Meningeom, Desmoid, Hypophysenadenom, Kraniopharyngeom, Schwannom, Chordom, Glomustumor, juveniles Nasen-Rachen-Fibrom

Low grade WTS: Pigmentierte villonoduläre Synovialitis / Tenosynovialer Riesenzelltumor

Hot topics: COVID Pneumonie / SRS-Ablation von Re-Entry Tachykardien

ENTZÜNDUNGSHemmUNG

Mechanismus	Einzel-dosis	Gesamtdosis
Entzündungshemmung	0.3 - 0.7 Gy	3.0 – 6.0 Gy

(< 1 Gray) Low Dose

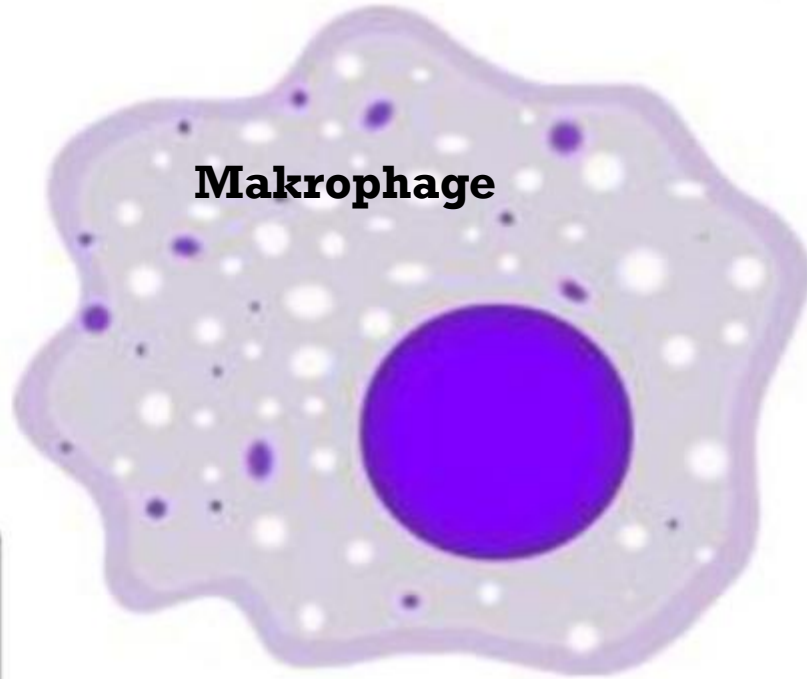


High Dose (> 1 Gray)

M2 Markers:

IL-10, CCL5, CCL17,
CCL18, CCL22,
CD206, Arg1, EGF,
CD163, MMP-9, Fizz1,
Ym1, PD-L1

Makrophage



M1 Markers:

TNF α , iNOS, IL-1 β , IL-
2, IL-6, IL-8, IL-12, IL-
23, IFN, ROS, NO,
CSCL10, HLA-DR

M2 Phenotype

Tissue repair
Matrix remodeling
Angiogenesis
Immunosuppression



M1 Phenotype

Bactericidal activity
Inflammation
Immunostimulation

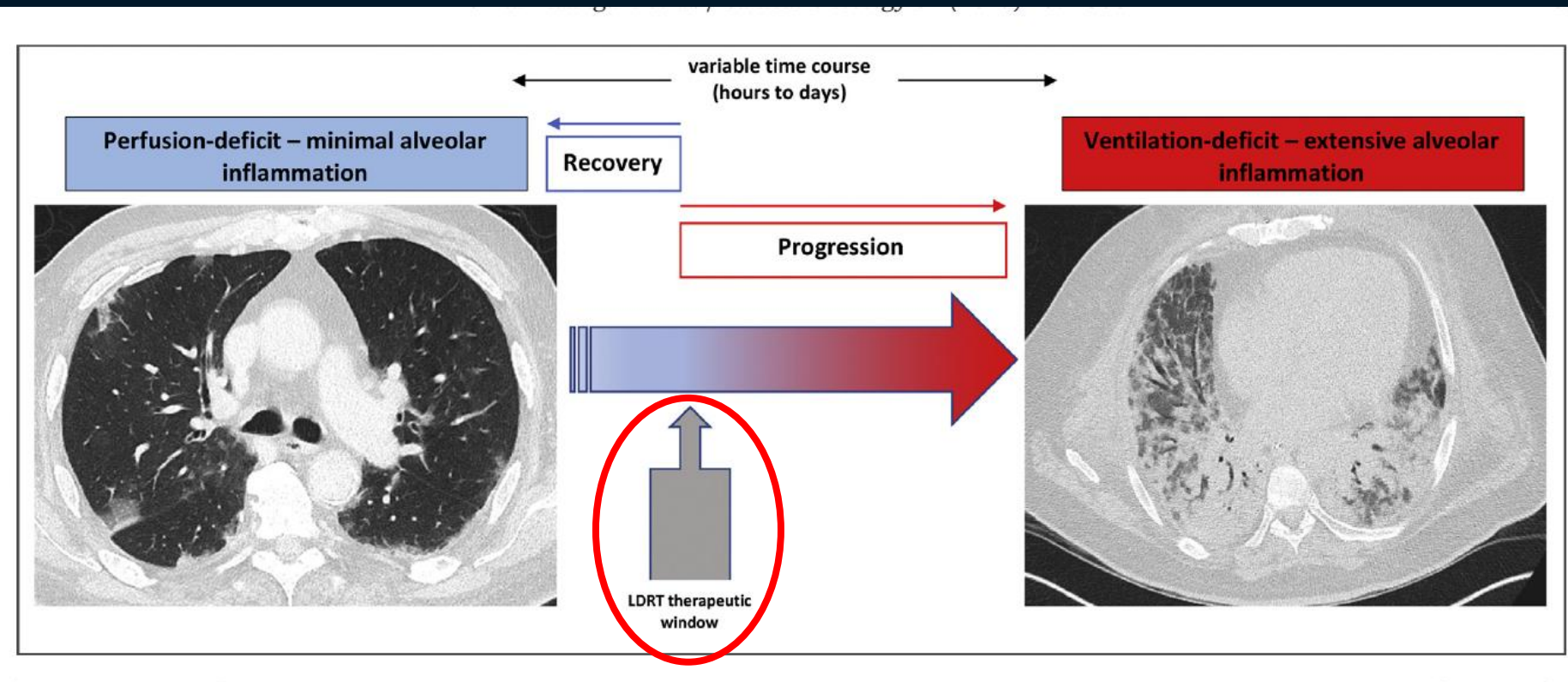


Reduktion der Entzündung

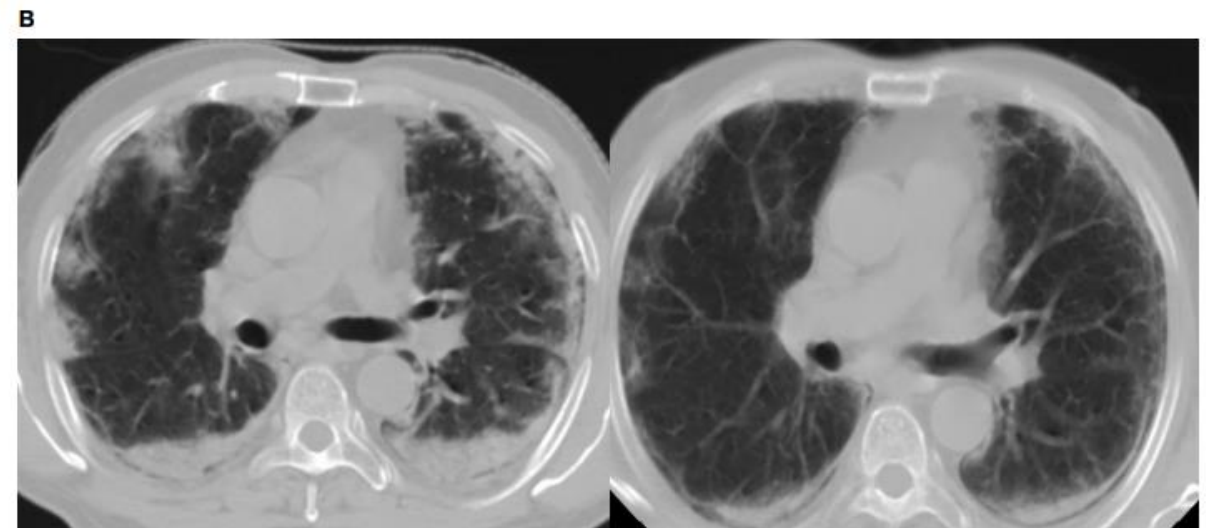
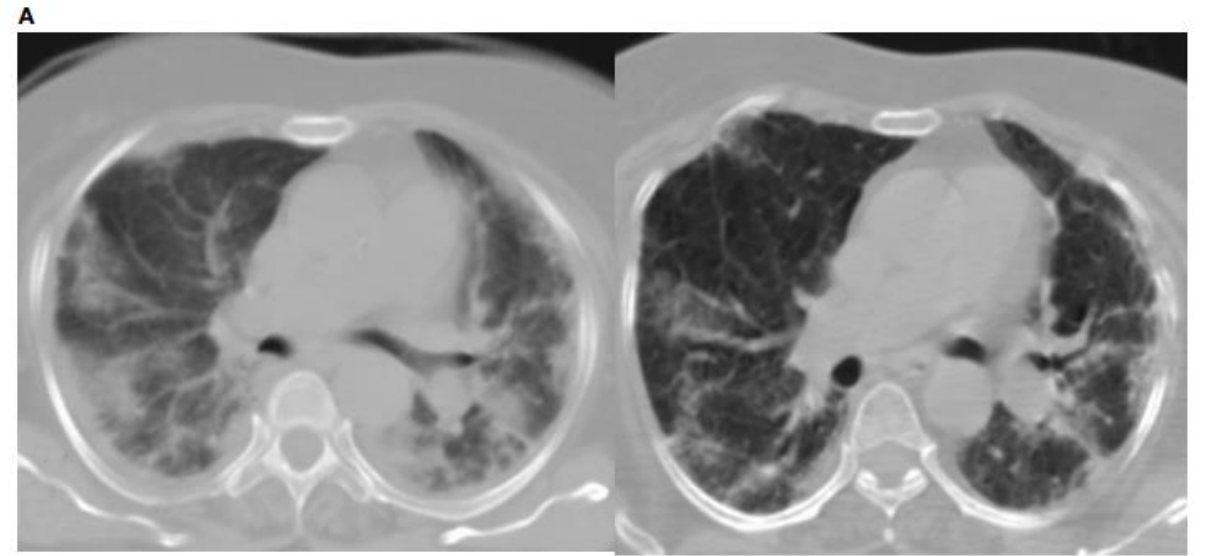
Abtötung Mikrobe / Tu-Zelle

SARS-CoV2

691 Mio Infizierte / 6.80 Mio Tote



Ganzzungenbestrahlung, 1 x 0.3 – 0.7 Gy



Update on a Patient With Alzheimer Disease Treated With CT Scans

Dose-Response:
An International Journal
January-March 2017:1-2
© The Author(s) 2017
Reprints and permission:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1559325817693167
journals.sagepub.com/home/dos



Jerry M. Cuttler¹, Eugene R. Moore², Victor D. Hosfeld³, and David L. Nadolski⁴



**«völlig reaktionslos»
geplant war Alzheimer Hospiz**



M. Alzheimer

Table 1. Date and X-Ray Dose (CTDI_{vol}) of the Treatments of Patient With AD.

Date	Interval (Days)	Dose (mGy)
July 23, 2015		82 ^a
August 06, 2015	14	39
August 20, 2015	14	47
October 1, 2015	42	39
February 24, 2016	146	40
June 22, 2016	119	40
October 27, 2016	127	40
December 13, 2016	47	40
January 24, 2017	41	80 ^a

Abbreviations: AD, Alzheimer disease; CT, computed tomography; CTDI, computed tomography dose index.

^aTwo CT scans.

Table 2. Date and X-Ray Dose (CTDI_{vol}) of the Treatments of Patient With PD.

Date	Interval (days)	Dose (mGy)
October 06, 2015		40
June 16, 2016	253	40
July 13, 2016	28	40
September 29, 2016	51	40
November 21, 2016	80	40
December 21, 2016	30	40

Abbreviations: CT, computed tomography; PD, Parkinson disease.

M. Parkinson

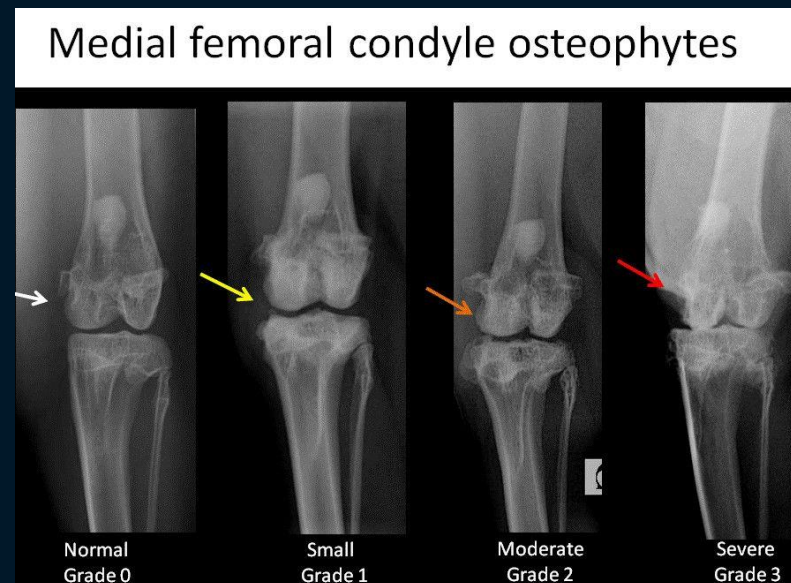
ARTHROSE / ARTHRITIS

WHO → 24 % der Erwachsenen weltweit

WHO → 2020 weltweit an 4. Stelle als Auslöser einer Behinderung

- **Rheumatologen** → nur krankheitsmodifizierende Therapien vor Gelenkersatz

«einziges Ziel = Symptom-/Schmerzkontrolle»



RT ARTHROSE



80 % Schmerzreduktion
75 % stabil



58-91 % Schmerzreduktion
> 50 % stabil

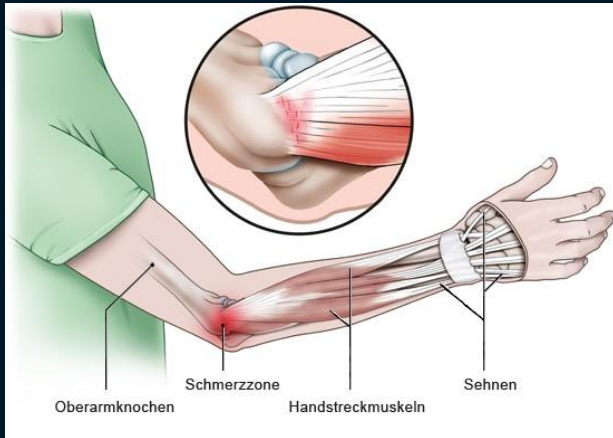


60-98 % Schmerzreduktion
75 % stabil

Therapie: 6 x 0.5 Gy, 3 x wöchentlich

RT TENDINITIS

Tennis-/Golferarm



80 % Ansprechbar
61 % stabil

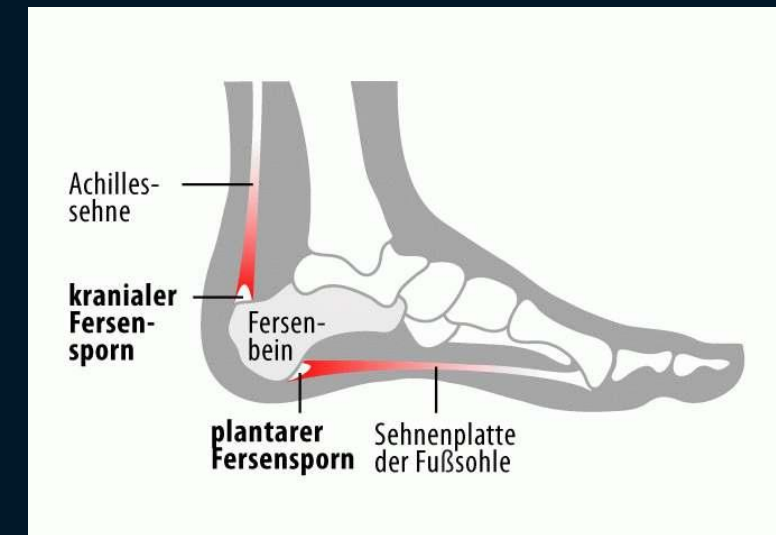
Therapie: 6 x 0.5 Gy, 3 x wöchentlich

Bursitis trochanterica

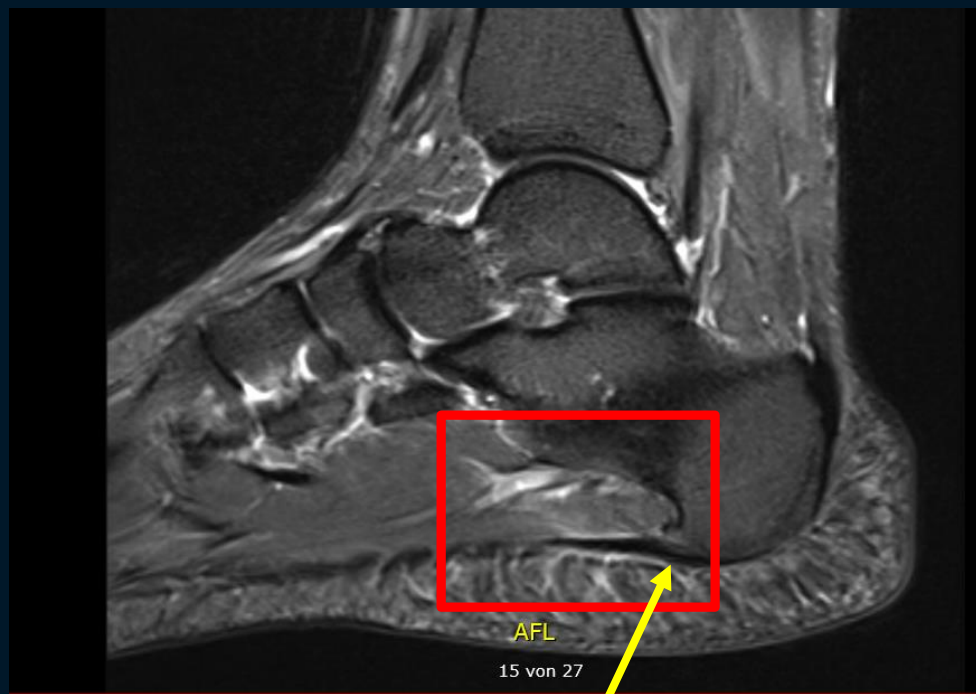


50 % Ansprechbar
25 % stabil

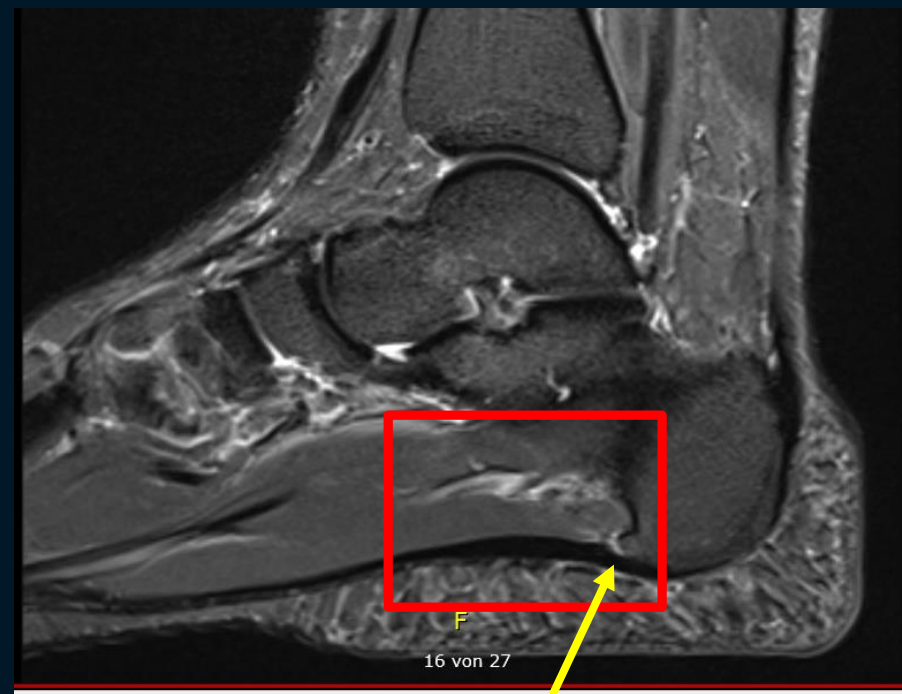
Fersensporn/Achillodynie



65-100 % Ansprechbar
50 % stabil

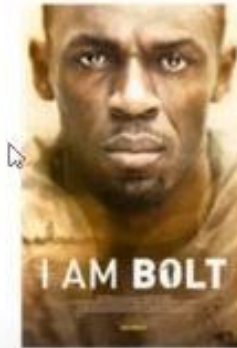


05/17



02/22

schnellste «Achillodynie» der Welt, 6 x 0.5 Gy



45-jähriger Patient: RT beide Achillessehnen mit je 6 x 0.5 Gy in 09/23

«Nach knapp 2 Jahren und etlichen Therapieversuchen sind meine Achillessehnen seit der Bestrahlung (09/23) beide wieder praktisch schmerzfrei und auch wieder sportlich belastbar, was sehr viel Lebensqualität für mich bedeutet (12/23)»

INFEKTE / EKZEME

Mechanismus	Einzel dosis	Gesamtdosis
Gen-/Proteineexpression	0.3 - 0.7 Gy	< 3.0 Gy

X-Ray treatment of carbuncles and furuncles (boils): A historical assessment

Edward J Calabrese¹

Human and Experimental Toxicology
32(8) 817-827

© The Author(s) 2013

Reprints and permission:

sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav

DOI: 10.1177/0960327112467046

het.sagepub.com



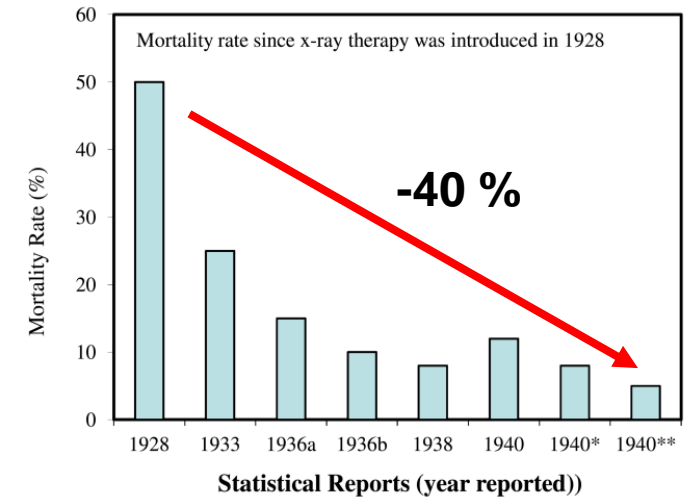
Schmerzreduktion nach 6–8 h, Abheilung nach 24-48 h

Dose-Response, 10:626-643, 2012
Formerly Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine
Copyright © 2012 University of Massachusetts
ISSN: 1559-3258
DOI: 10.2203/dose-response.12-016.Calabrese

International **DOSE-RESPONSE** Society
www.dose-response.org


THE ROLE OF X-RAYS IN THE TREATMENT OF GAS GANGRENE: A HISTORICAL ASSESSMENT

Edward J. Calabrese, Gaurav Dhawan □ Department of Public Health,
Environmental Health Sciences, University of Massachusetts

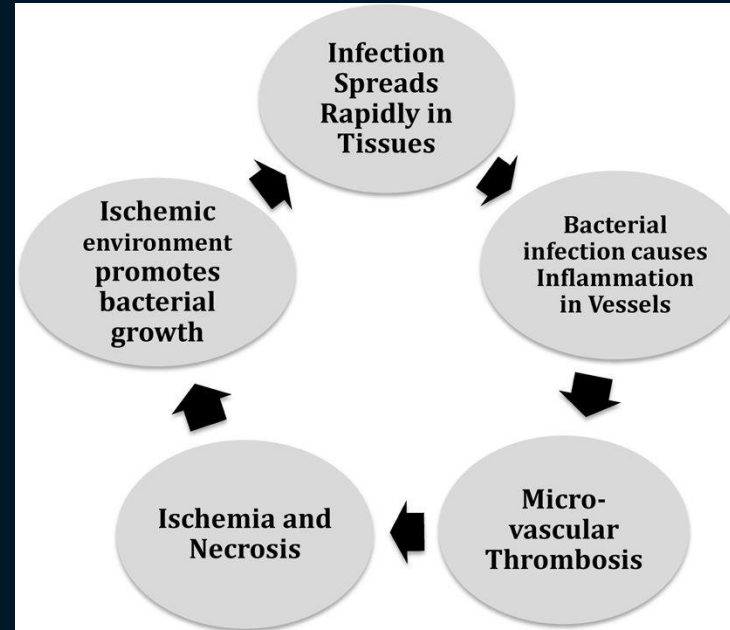


„Nutzen für arme Länder, die die größte Last dieser Krankheit tragen und die sich Operationen, Antibiotika und hyperbaren Sauerstoff nicht leisten können,,

Necrotizing Fasciitis: Low-Dose Radiotherapy as a Potential Adjunct Treatment

Gaurav Dhawan¹, Rachna Kapoor², Asha Dhamija³, Ravinder Singh⁴,
Bharat Monga⁵, and Edward J. Calabrese⁶ 

Dose-Response:
An International Journal
July-September 2019:1-6
© The Author(s) 2019
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/1559325819871757
journals.sagepub.com/home/dos



-U\$ 54,533 / p
-2016: U\$ 20 Mio / a

6 x 0.5 Gy
Symptomatik gebessert
Amputationsrate sinkt
Mortalität 40 % → 10 %

CASE STUDY

Successful treatment of chronic recurrent multifocal osteomyelitis using low-dose radiotherapy

A case report

Christian T. Dietzel¹ · Christoph Schäfer² · Dirk Vordermark¹

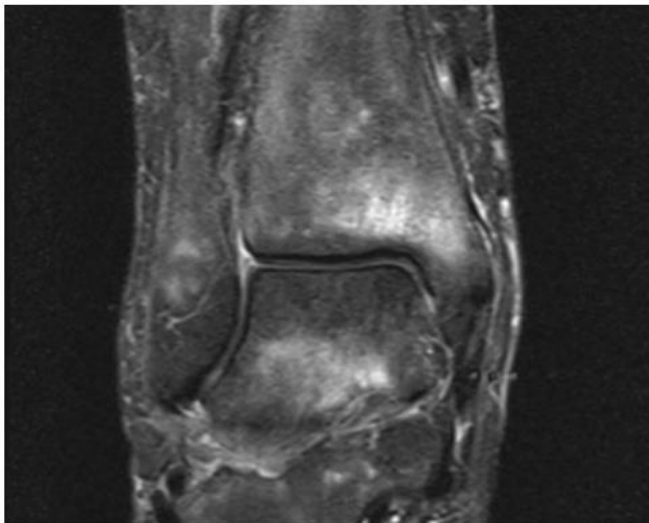


Fig. 2 T2-weighted MRI scan (short tau inversion recovery, STIR, sequence) of the right ankle joint showing bone marrow oedema in the distal tibia and the talus

2-5 Jahre VAS 7
2. Serien à 6 x 0.5 Gy
Ende 2. Serie VAS 4
6 Wochen VAS 0
10 Monate VAS 0, bleibend
MRI opB

Long-term Results of Radiotherapy in Patients with Chronic Palmo-plantar Eczema or Psoriasis

Marcin Sumila¹, Markus Notter¹, Peter Itin², Stephan Bodis¹, Guenther Gruber¹

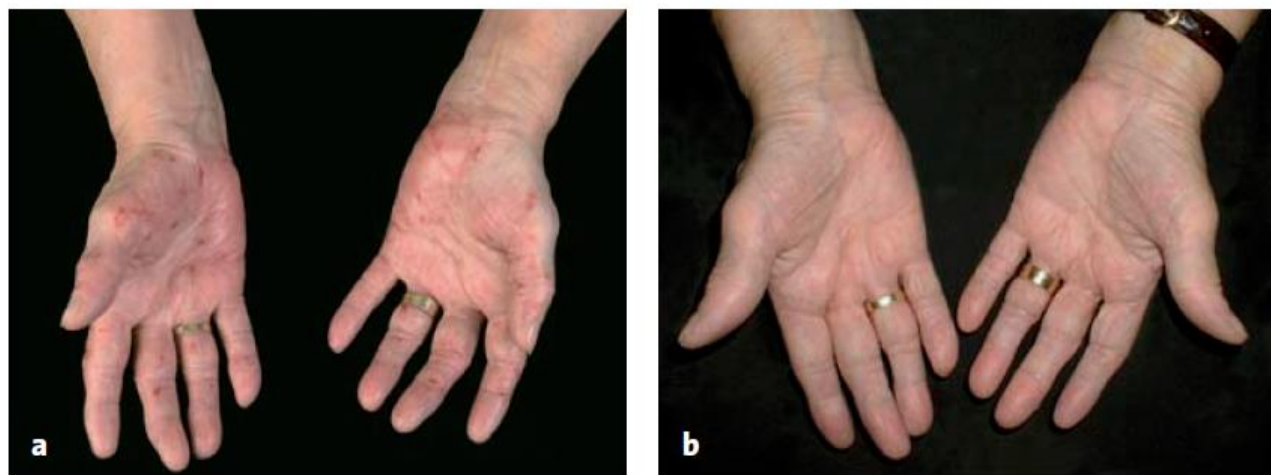


Figure 2. Chronic hand eczema in a 67-year-old woman before (a) and 8 months after radiotherapy (b): total dose 4 Gy in eight fractions, delivered twice per week, 50 kV.

Abbildung 2. Chronisches Handekzem bei einer 67-jähriger Patientin, vor (a) und 8 Monate nach Radiotherapie (b): Gesamtdosis 4 Gy in acht Fraktionen, zweimal pro Woche, 50 kV.

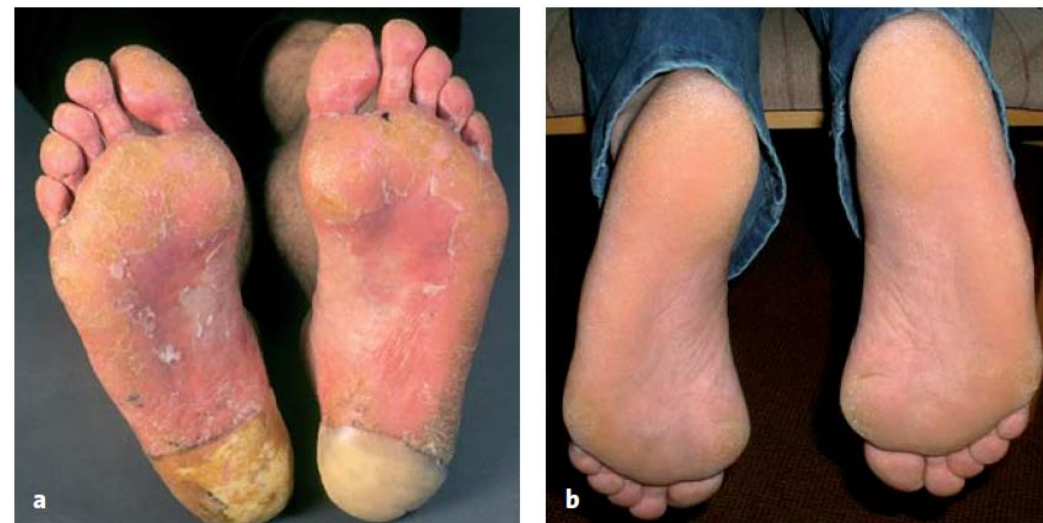


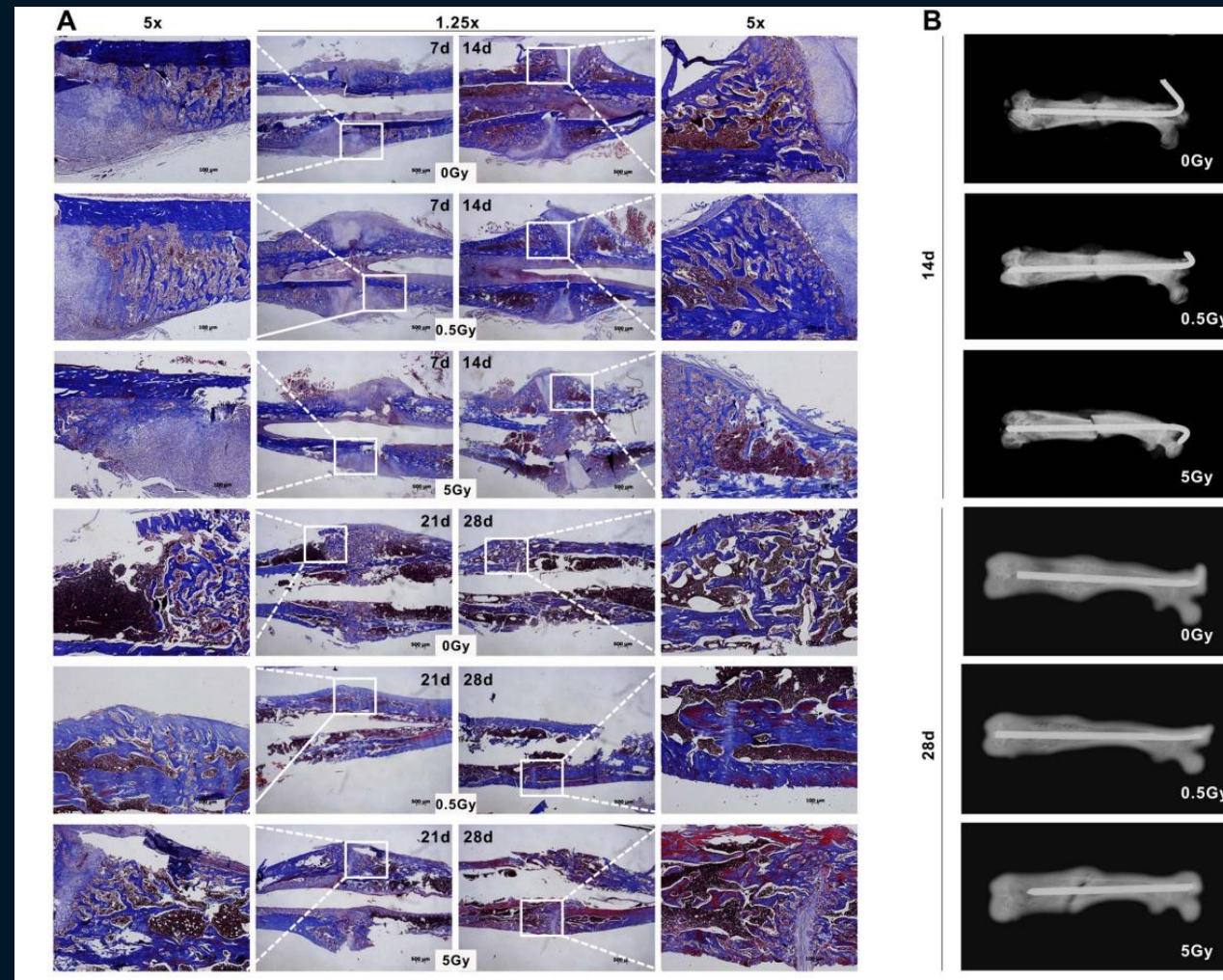
Figure 3. Palmoplantar psoriasis in a 52-year-old man before (a) and 14 months after radiotherapy (b): total dose 6 Gy in twelve fractions, delivered twice per week, 50 kV.

Abbildung 3. Psoriasis palmoplantaris bei einem 52-jährigen Patienten, vor (a) und 14 Monate nach Radiotherapie (b): Gesamtdosis 6 Gy in zwölf Fraktionen, zweimal pro Woche, 50 kV.

Low-Dose X-Ray Irradiation Promotes Osteoblast Proliferation, Differentiation and Fracture Healing

Ming Chen¹✉, Qun Huang²✉, Wei Xu², Chang She², Zong-Gang Xie², Yong-Tao Mao², Qi-Rong Dong²*, Ming Ling¹*

¹ Department of Orthopedics, Shaanxi Provincial Peoples Hospital, Xi'an, Shaanxi, China, ² Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu, China





Graves' ophthalmopathy treated with protracted hypofractionated low-dose adaptive radiotherapy: case report and review of the literature

Ozan Cem Guler · Cem Onal · Gungor Arslan

**1 Gy / Woche
10 Gy GHD**

D. Habermehl^{1,2} · G. Habl¹ · H.-H. Eckstein³ · F. Meisner³ · S. E. Combs^{1,2}

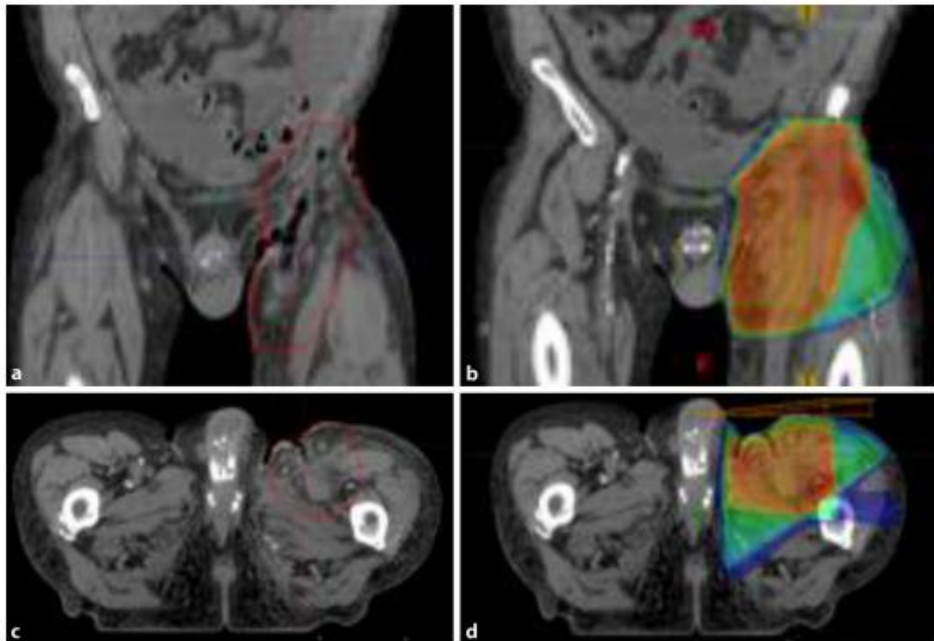
¹Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie, Klinikum rechts der Isar, TU München, München, Deutschland

²Institut für Innovative Radiotherapie (IRT), Helmholtz Zentrum München, Oberschleißheim, Deutschland

³Klinik und Poliklinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, TU München, München, Deutschland

Strahlentherapeutisches Management von Lymphfisteln

Eine effektive, aber wenig beachtete Therapieoption

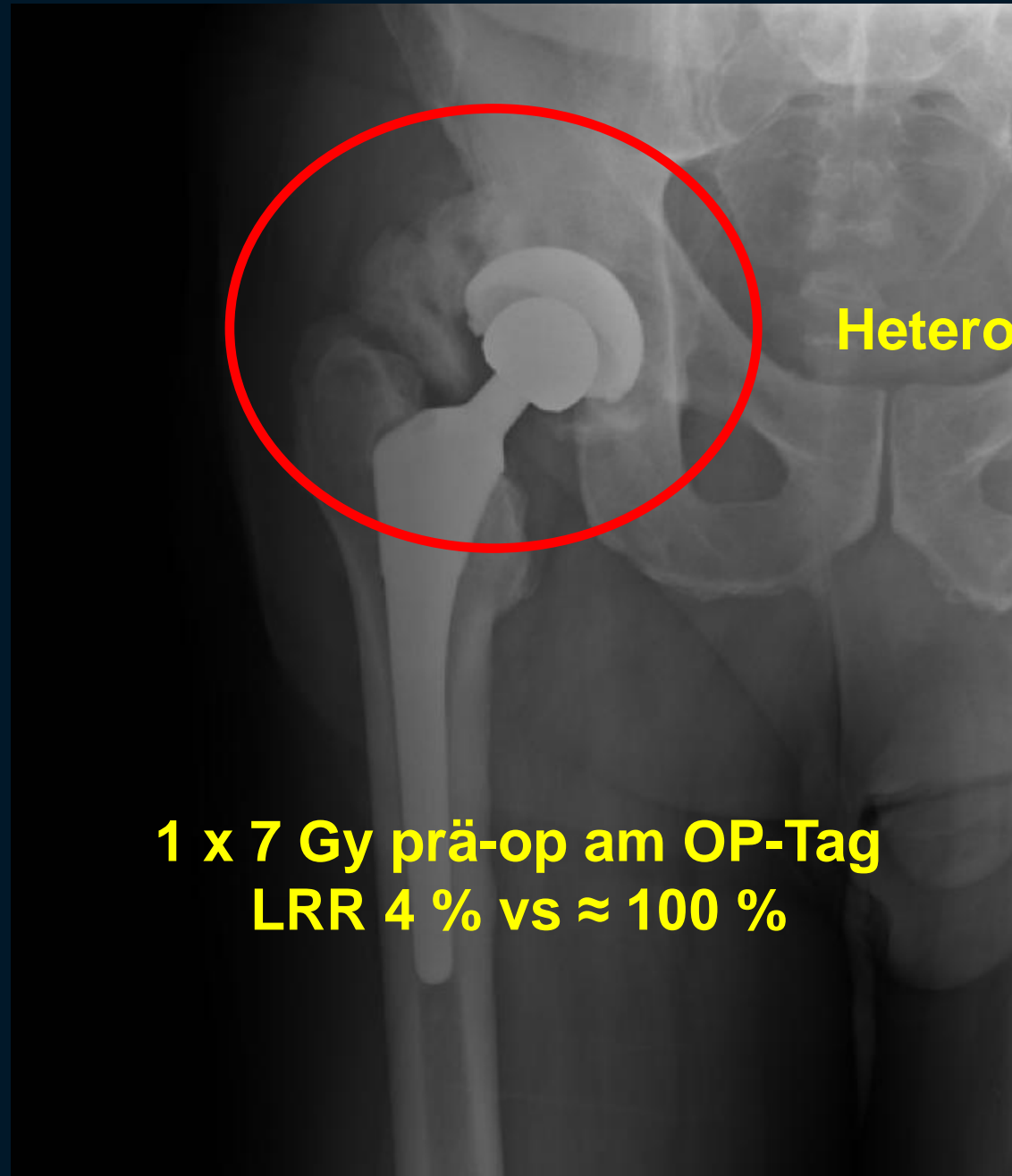


**ED 0.3 – 0.5 Gy, bis 10 Gy GHD
Reduktion Lymphorrhö
Verschluss der Fistel in 60 %**

KELOIDE



**4 x 3 Gy ab 1. post-op Tag
LRR 20 % vs 50 %**



Heterotope Ossifikation

**1 x 7 Gy prä-op am OP-Tag
LRR 4 % vs \approx 100 %**

Vielen Dank !



When radiologists take a selfie