

# **Häufigkeit von Krebs und Leukämie in den Staaten der ehemaligen Sowjetunion**

**Gemeinschaftsausschuss Strahlenforschung (GAST)**

**20 Jahre wissenschaftliche Erkenntnisse nach dem Reaktorunfall  
Von Tschernobyl**

Heidelberg  
16. März 2006

W. Rühm  
GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit  
Institut für Strahlenschutz

## **Pressekonferenz des ukrainischen Gesundheitsministers 9. Jahrestag**

„.... The total number of deaths among the population in the most contaminated regions was more than 125.000 in the years 1988–1994. ....“

Interpretation in der Presse (z.B. „Tagesthemen“):  
125.000 strahleninduzierte Todesfälle

## **Mittlere jährliche Strahlenexposition in Deutschland**

(Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz, Umweltradioaktivität  
und Strahlenbelastung, Jahresbericht (2005))

Natürliche Quellen: **2,1 mSv, 2004**

Künstliche Quellen: **1,8 mSv, 2002**

## **Mittlere globale Strahlenexposition**

(Quelle: Unscear 2000)

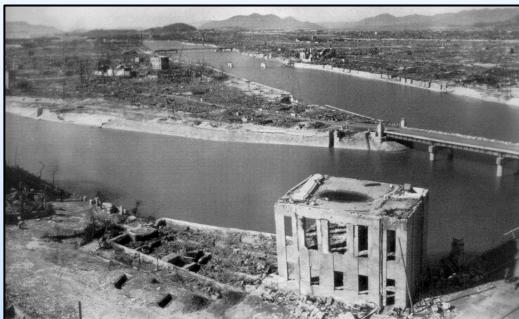
Natürliche Quellen: **2,4 mSv**

Schwankungsbreite: **1-10 mSv**

# Krebs und Leukämie bei den Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki

## Die Opfer

Hiroshima, 6. August 1945



12/1945: ca. 140.000 Opfer

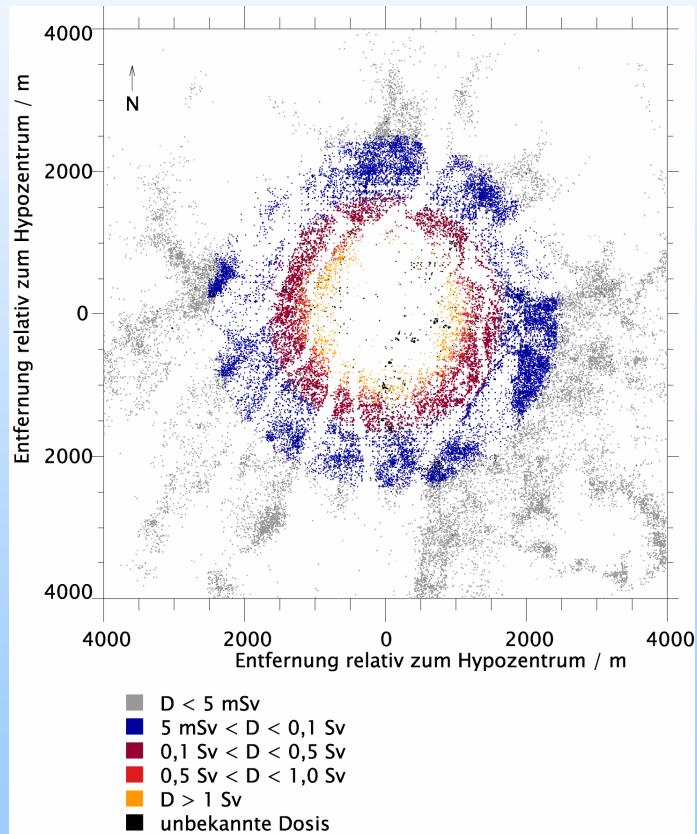
Nagasaki, 9. August 1945



12/1945: ca. 70.000 Opfer

## Die Überlebenden

Hiroshima

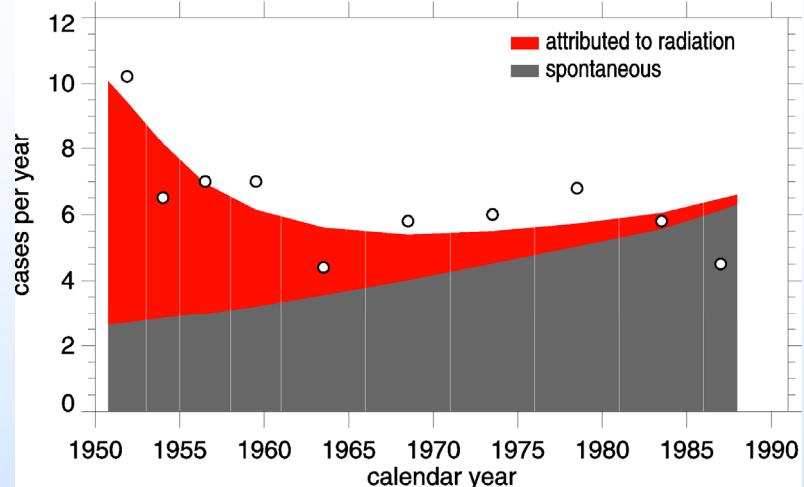


(Colon-Dosen basierend auf DS86)

## Leukämie (Preston et al. 2004)

1950 - 2000	total
Überlebende	<b>85.611</b>
Todesfälle	47.685
Leukämie	296
strahleninduziert	<b>93</b>

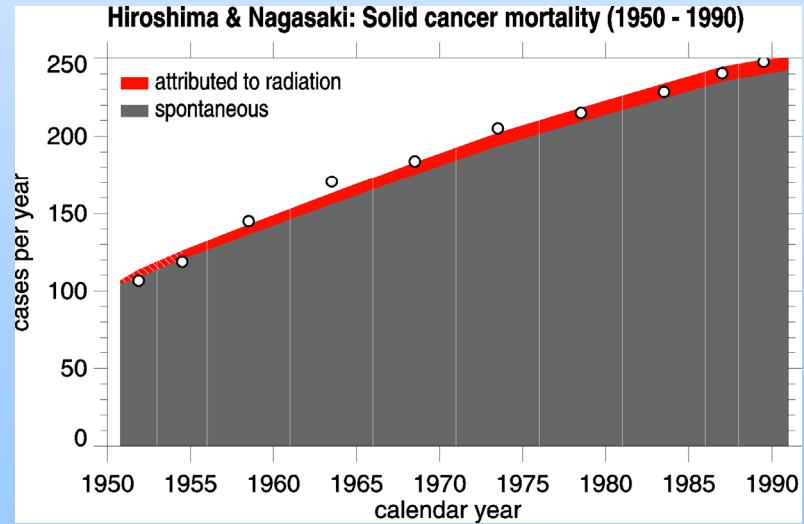
Hiroshima & Nagasaki: Leukemia incidence (1950 - 1987)



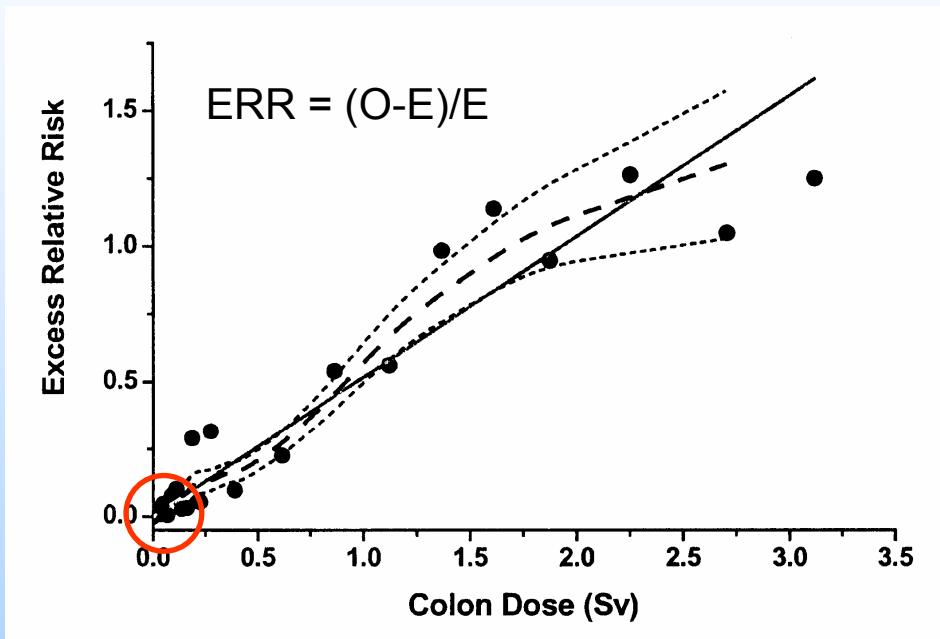
## Solide Tumore (Preston et al. 2004)

1950 - 2000	total
Überlebende	<b>85.611</b>
Todesfälle	47.685
Solide Tumore	10.127
strahleninduziert	<b>479</b>

Hiroshima & Nagasaki: Solid cancer mortality (1950 - 1990)



## Dosis-Wirkungs-Kurve, solide Tumore



(Alter: 70 Jahre, Alter b. Exp.: 30 Jahre, Mittel über männl./weibl.)

- linear
- ERR / Sv:  $0,47 \pm 0,06$
- signifikanter Exzess ab etwa **50 - 100 mSv**

< 50 mSv ???

## **International Commission on Radiological Protection (ICRP)**

Risikoschätzungen basieren wesentlich  
auf den Daten der Überlebenden  
Von Hiroshima und Nagasaki

### **Lebenszeitrisiko - Bevölkerung:**

0,05 / Sv für Krebs (davon 10% für Leukämie)

### **Lebenszeitrisiko - Arbeitende Bevölkerung:**

0,04 / Sv für Krebs (davon 10% für Leukämie)

(Quelle: ICRP 60, 1991)

# Untersuchte Kohorten

## • Aufräumarbeiter („Liquidatoren“)

ca. 600.000 offiziell als solche anerkannt

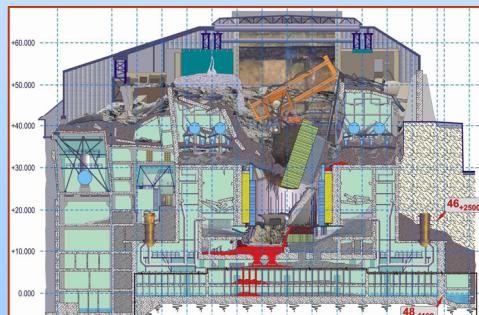
Dekontamination, Bau von Unterkünften, Bau des Sarkophags, ...

Bsp.: Dosen der russ. Aufräumarbeiter:

1986: **170 mSv**

1987: **90 mSv**

1988: **30 mSv**



(Bayer et al. 2006)

## • Evakuierte Bevölkerung

ca. 116.000 in den ersten Tagen nach dem Unfall



> 40.000 allein aus Pripyat

zusätzliche mittlere Dosis:  
ca. **30 mSv**



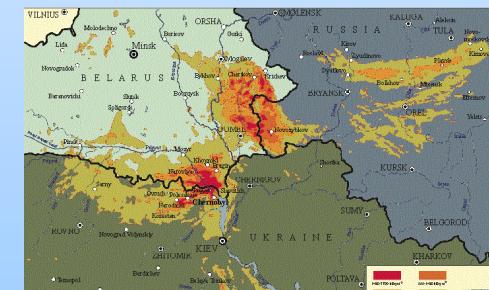
## • Bewohner kontaminiertter Gebiete (> 37 kBq / m<sup>2</sup> <sup>137</sup>Cs)

Russland:  $2,0 \times 10^6$

Weißenrussland:  $1,9 \times 10^6$

Ukraine:  $1,3 \times 10^6$

Zusätzliche mittlere Dosis:  
ca. **10 mSv** in 10 Jahren



(Unscear 2000)

# Solide Tumoren

## Aufräumarbeiter (typische Dosis: 100 mSv)

Ivanov et al. 2001:

66.000 Arbeiter, 1991-1998,  
4.995 Todesfälle,  
davon 515 Tumoren

Dosiswirkungskurve!  
 $ERR/Sv = 2$   
(höher als in H+N)

~ 20% der Tumoren  
strahleninduziert

Ivanov et al. 2004:

55.718 Arbeiter, 1991-2001,  
1.318 Tumorfälle (Inzidenz)

Dosiswirkungskurve!  
 $ERR/Sv = 0,33$  (nicht signifikant)

mit ICRP-Risikoschätzung des  
Lebenszeitrisikos:

Bei 66.000 Arbeiter

- **circa** 240 strahleninduzierte Krebs-Todesfälle
- bei ca. 14.000 spontanen Krebs-Todesfällen
- (1,7%- Erhöhung der Krebsmortalität)

Weitere Studien / längere  
Beobachtungszeit nötig

## Evakuierte, Bewohner kontaminierter Gebiete

- Bis jetzt keine Anzeichen einer strahlenind. Erhöhung
- Da Dosen gering bzw. viele spontane Fälle
- Zukunft: evtl. Brustkrebs erhöht (erster Bericht)

### Erwartete Zahl - Bewohner

Mit ICRP-Risikoschätzung

Lebenszeitrisiko:

$$5,2 \times 10^6 \times 0,045 / \text{Sv} \times 0,01 \text{ Sv} = 2.300$$

Von spontan: 830.000 Todesfällen  
(entspricht: 0,003-fache Erhöhung  
der Krebsmortalität)

### Erwartete Zahl - Evakuierte

Lebenszeitrisiko:

$$116.000 \times 0,045 / \text{Sv} \times 0,03 \text{ Sv} = 160$$

Von spontan: 19.000  
(entspricht: 0,008-fache Erhöhung  
der Krebsmortalität)

**Derartige Abschätzungen  
sind problematisch!!**

- kleines Risiko
- mit großer Unsicherheit behaftet  
(lineare Extrapolation!)
- Multiplikation mit großen  
Einwohnerzahlen
- Ergibt hohe Opferzahlen,  
die jedoch extrem unsicher sind!

# Leukämie

## Aufräumarbeiter

Ivanov et al. 2003

72.000 Arbeiter, 1986-1998:  
42 Leukämiefälle, 80% tödlich

Dosiswirkungskurve!

> ca. 24 Fälle strahleninduziert

ICRP-Risikoschätzung

Lebenszeitrisiko

$$0,004 / \text{Sv} \times 0,1 \text{ Sv} = 0,0004$$

$$72.000 \times 0,0004 \sim 30$$

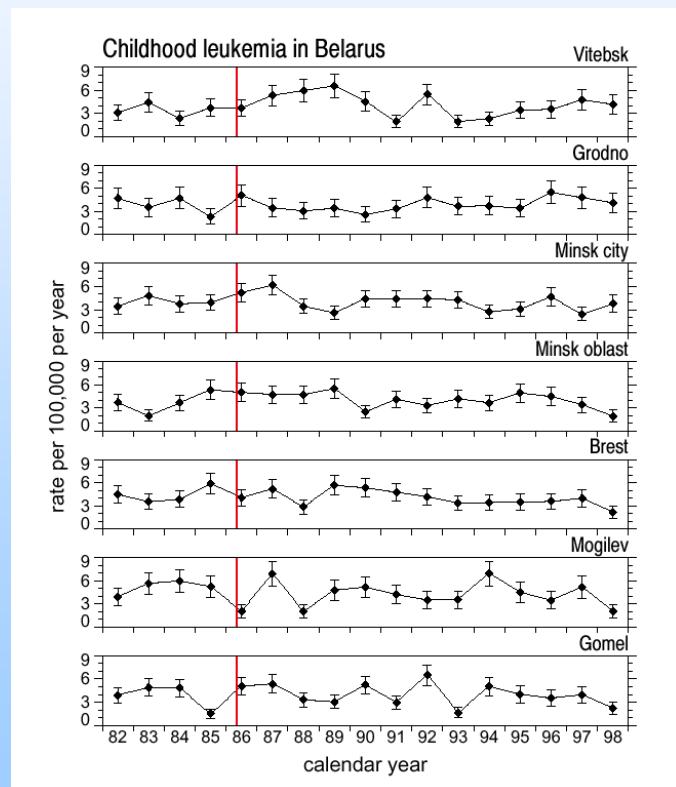
Von etwa 300 spontanen Todesfällen  
(entspricht etwa 0,1-facher Erhöhung  
der Leukämiemortalität)

## Erwachsene Bewohner der kontaminierten Gebiete

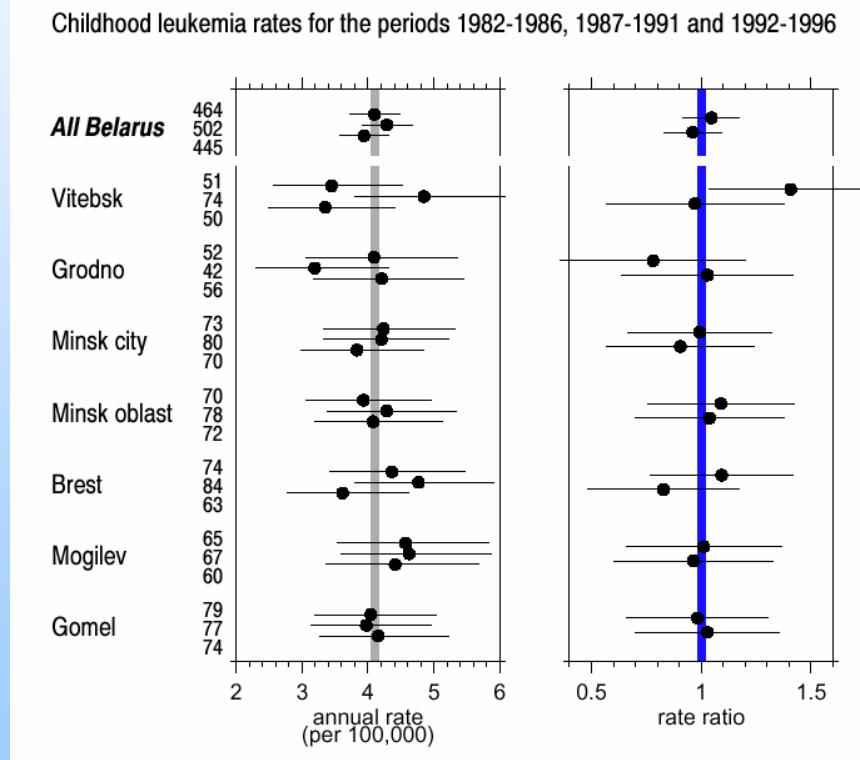
- signifikanter Anstieg seit 1986 in kontaminierten u. nicht-kont. Gebieten
- kein signifikanter Unterschied zwischen kontaminiert u. nicht-kontaminiert
- Basierend auf ICRP (10 mSv): etwa 2%ige Erhöhung der Leukämie-Mortalität

## Kinder (Gapanovich et al. 2001)

Höher belastete Oblasts, 1986-1995:  
(Gomel: 6,4 mSv; Mogilev: 3,5 mSv)



Niedriger belastete Oblasts, 1986-1995:  
(1,0 mSv - 1,6 mSv)



# Pressekonferenz des ukrainischen Gesundheitsministers

## 9. Jahrestag

„.... The total number of deaths among the population in the most contaminated regions was more than 125.000 in the years 1988–1994. ....“

### Korrekte Interpretation

Jahr	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Bevölkerungszahl	102.340	109.525	961.179	1.749.694	1.812.862	1.829.341
Todesfälle	1.983	2.271	14.434	30.307	33.509	32.943

**Alle Todesursachen waren gemeint**

## Aber: keine Entwarnung!

- Lange Latenzzeiten bei Krebs nach Exposition
- Erhöhtes Krebsrisiko selbst viele Jahrzehnte nach Exposition (H+N)
- Extrapolation zu kleinen Dosen problematisch
- Bei den Aufräumarbeitern z.T. relativ hohe Dosen
- Enorme psycho-soziale Belastungen (z.B. erhöhte Abtreibungsrate)
- Enorme ökonomische Belastungen (Abschaltung der Reaktoren, Umsiedelungen)

**Die Folgen des Unfalls sind selbst 20 Jahre später in Russland, Weißrussland und der Ukraine noch in vielen Bereichen spürbar**