

# **Auswirkungen der Feinstaubbelastung auf Mortalität und Lebenserwartung**

*Dr. med. Norbert Englert (Umweltbundesamt)*

Fortbildungsveranstaltung für den Öffentlichen Gesundheitsdienst  
22.-24. März 2006

**RICHTLINIE 1999/30/EG DES RATES**

**vom 22. April 1999**

**über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide,  
Partikel und Blei in der Luft**

**24-Stunden-Grenzwert 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
maximal 35 Überschreitungen pro Jahr**

**Jahresgrenzwert 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

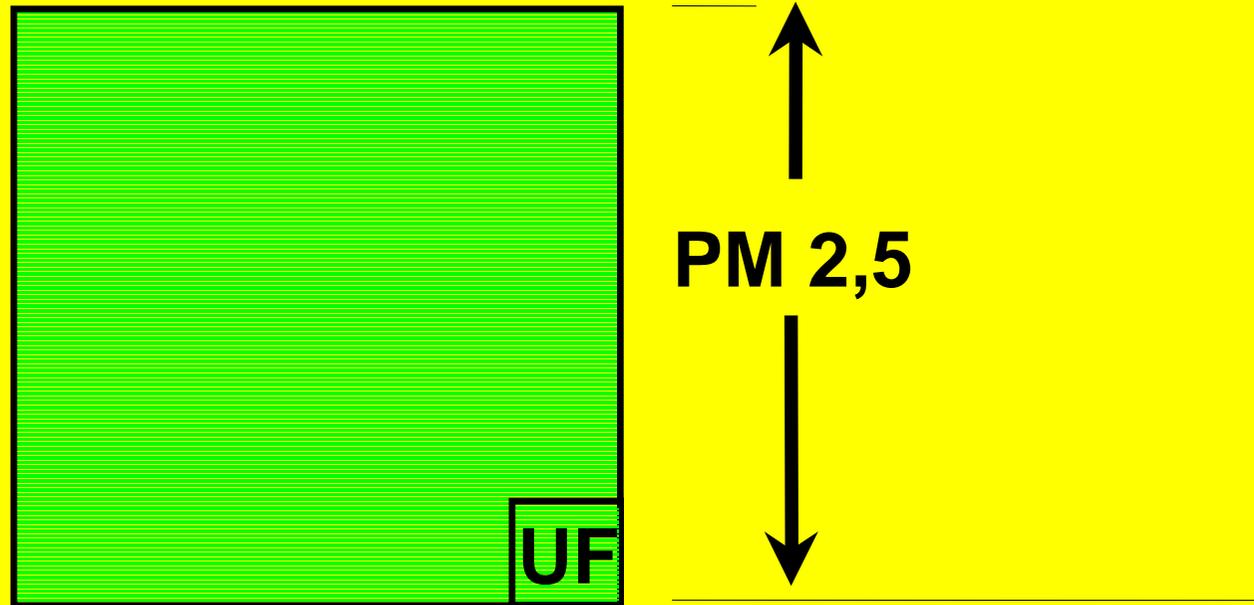
**Zeitpunkt, bis zu dem der (PM<sub>10</sub>-) Grenzwert zu  
erreichen ist:**

**1. Januar 2005**

# Korngröße

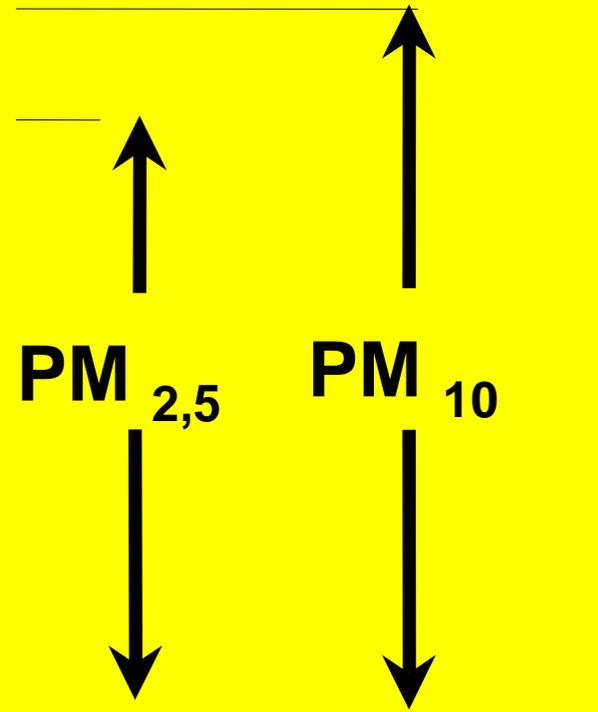
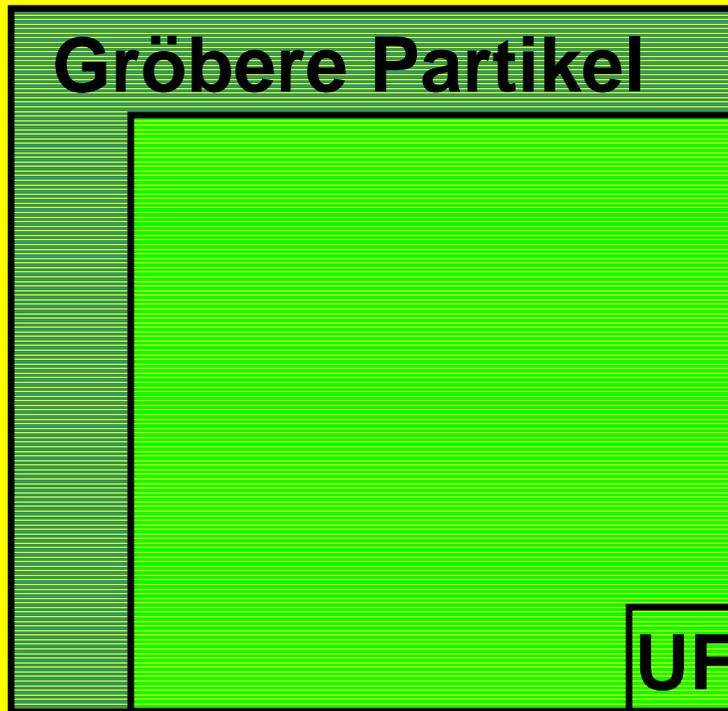


# Korngröße



# Korngröße

coarse particles



# Gesundheitliche Wirkungen

- **Mortalität (gesamt, Ursachen-spezifisch)**
- **Krankenhausaufnahmen wegen Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen**
- **Morbidität (Erkrankungen)**
- **Lungenfunktion**
- **funktionelle Endpunkte,  
z.B. Herzfrequenzvariabilität (HRV)**

**Eine geringere Luftverschmutzung  
würde viele Menschenleben retten  
und in der Europäischen Union  
jährlich bis zu 161 Mia. € Kosten sparen**

**WHO-Pressemitteilung EURO/08/05**

**Berlin, Kopenhagen, Rom, 14. April 2005**

Durch die Feinstaubbelastung der Luft verkürzt sich die **durchschnittliche Lebenserwartung** in der Europäischen Union (EU) um 8,6 und in Deutschland sogar um 10,2 Monate (Zahlen für 2000).

Von den gegenwärtigen politischen Maßnahmen zur Minderung des Schadstoffausstoßes erhofft man sich bis zum Jahr 2010 für die EU eine um 2,3 Monate ...

... und für **Deutschland** um **2,7 Monate** verlängerte Lebenserwartung.

In Deutschland entspricht dem eine Reduktion um **17 000 vorzeitige Todesfälle** bzw. ein Gewinn von 240 000 Lebensjahren.

Lebenserwartung

-10,2 Monate

**2,7 Monate**

<b>Deutschland</b>				
Endpunkt Gesundheit		Jahr 2000	Jahr 2020	Veränderung
Mortalität – Langzeit- belastung	Verlust an Lebensjahren	657 <sub>000</sub>	413 <sub>000</sub>	244 <sub>000</sub>
	Anzahl vorzeitiger Todesfälle	65 <sub>000</sub>	48 <sub>000</sub>	<b>17<sub>000</sub></b>

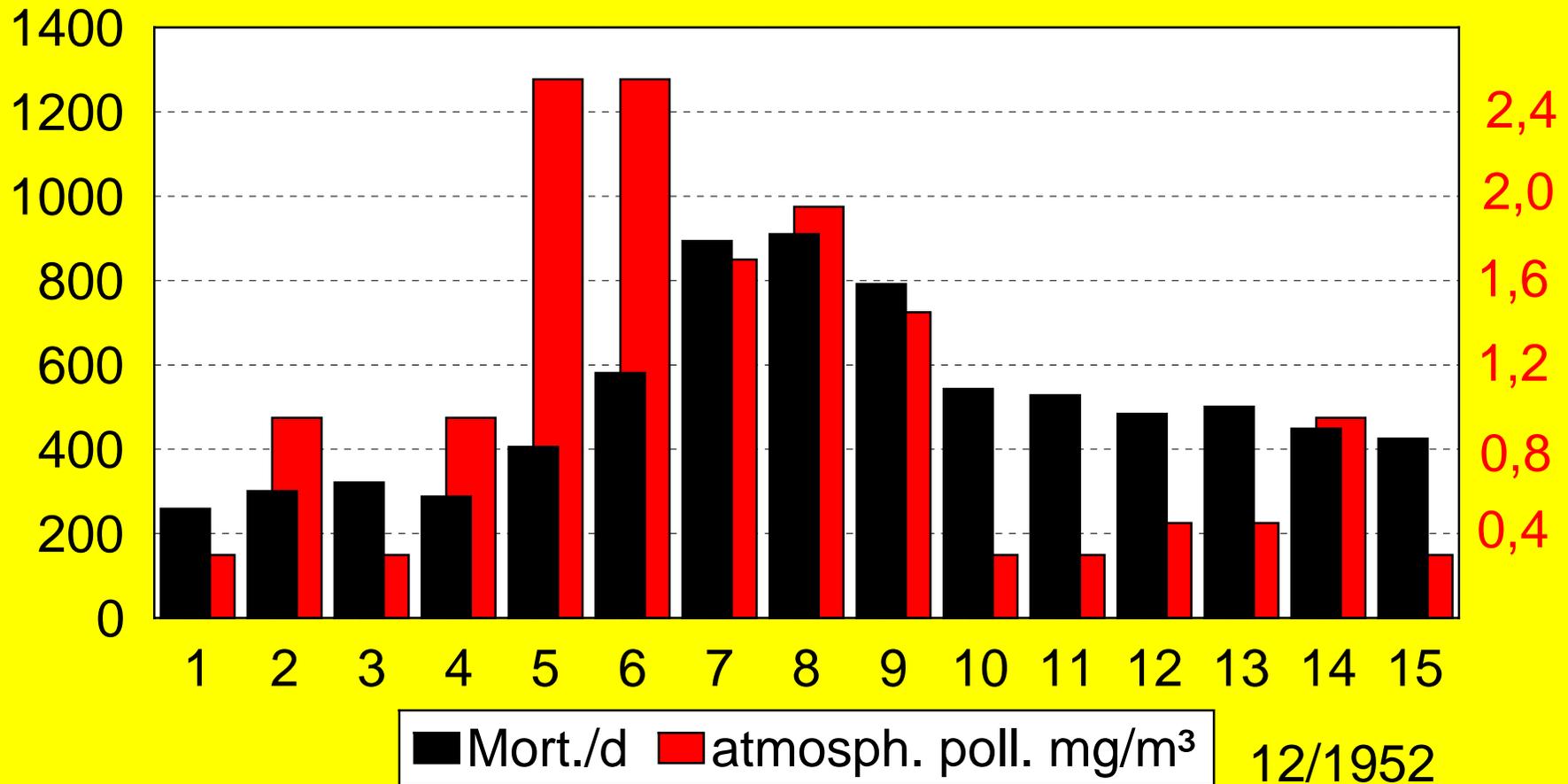
**Wie der Feinstaub in der Luft die Gesundheit schädigt**

*Faktenblatt* EURO/04/05. Berlin, Kopenhagen, Rom, 14. April 2005

**Luftgüte**

# **Zeitreihenstudien**

*Kohortenstudien*



## Deaths in Greater London

WPD Logan: Mortality in the London Fog Incident, 1952

The Lancet, Feb 14, 1953

# Stärke der Assoziation

Wirkungsendpunkt	<b>RR</b> für PM <sub>10</sub> (10 µg/m <sup>3</sup> ) (95%-Konfidenzintervall)
Husten	<b>0,999</b> (0,987-1,011)
Untere Atemwegs- symptome	<b>1,008</b> (1,000-1,016)
Respiratorisch bedingte Krankenhausaufnahmen	<b>1,006</b> (1,000-1,011)
<b>Mortalität</b>	<b>1,006</b> (1,004-1,008)

Anderson et al. WHO 2004

Wirkung mit Exposition

---

Wirkung ohne Exposition

= Relatives Risiko (**RR**)

mit Exposition 1006 Fälle

**RR = 1,006**

ohne Exposition 1000 Fälle

*Zeitreihenstudien*

**Kohortenstudien**

# **Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution**

Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. JAMA 287 (2002) 1132-1141

**Tabelle 2.** Adjustiertes Relatives Risiko (RR) für Mortalität, das mit einem Unterschied von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei Feinstaub unter  $2,5 \mu\text{m}$  Durchmesser assoziiert ist

**Adjustiertes RR ( 95%-Konfidenzintervall)**

**Gesamtmortalität      1,06 ( 1,02 – 1,11)**

# Gesamtmortalität

**RR ( 95%-Konfidenzintervall) pro 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

## Aus Zeitreihen-Analysen

**(PM<sub>10</sub>)      1,006 (1,004-1,008)**

**[entspricht etwa 1,01 für PM<sub>2,5</sub>]**

## Aus Kohortenstudien

**( PM<sub>2,5</sub>)      1,06 ( 1,02 – 1,11)**

# **Abschätzung positiver gesundheitlicher Auswirkungen durch den Einsatz von Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen in Deutschland**

**Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. H.-Erich Wichmann**

**Direktor des Instituts für Epidemiologie der GSF, Neuherberg**

**Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin**

**7. Juni 2003**

# Szenario für Deutschland

**PM<sub>10</sub>                      25 µg/m<sup>3</sup>**

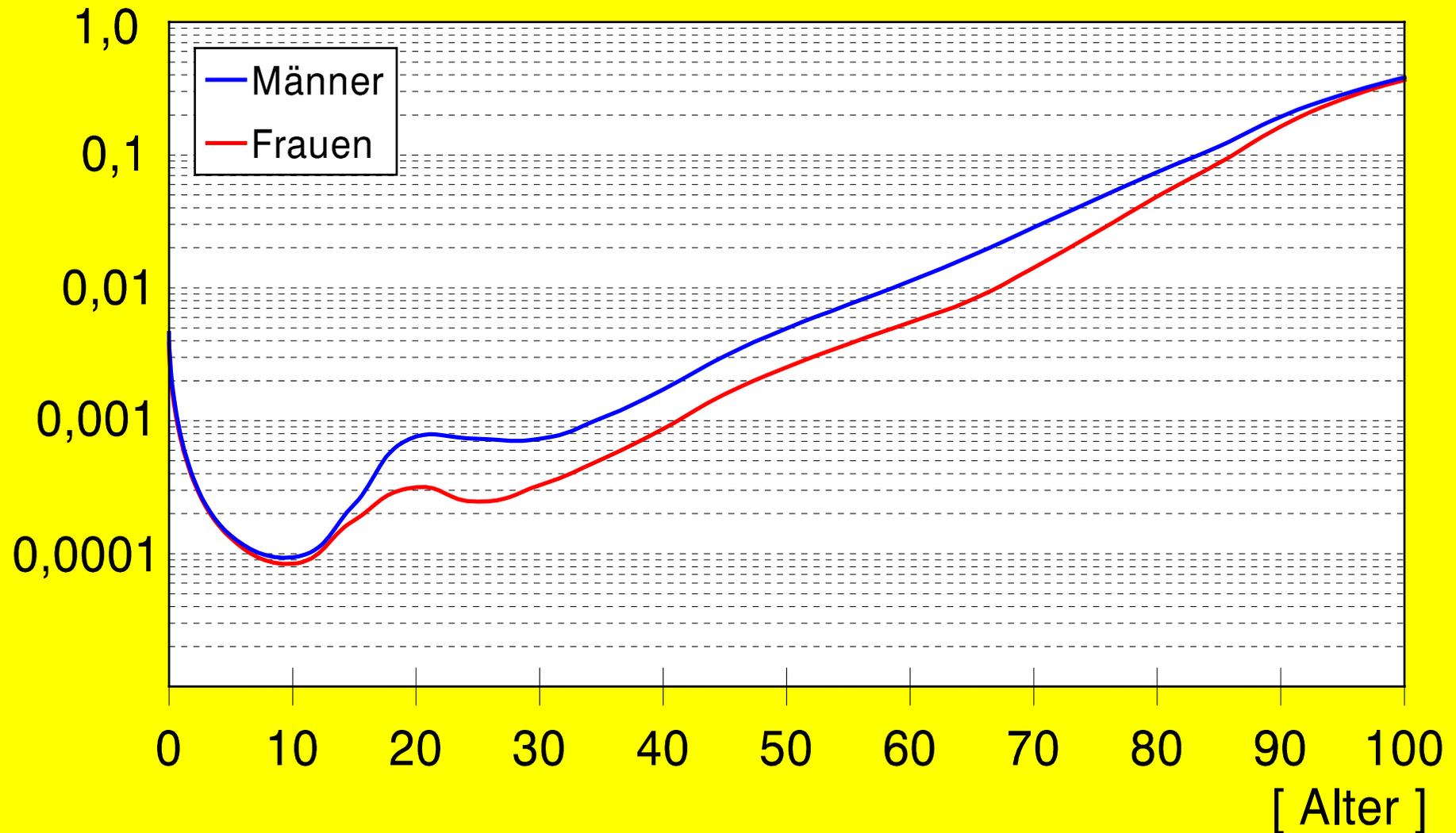
**PM<sub>2,5</sub>                      15 µg/m<sup>3</sup>**

**Reduzierung (PM<sub>2,5</sub>) durch Partikelfilter  
um 3 µg/m<sup>3</sup>**

**Die Veränderung der Gesamtmortalität um 1 %  
entspricht einer Veränderung der  
Lebenserwartung um 0,09 Jahre (1,1 Monate).**

**→ Die Lebenserwartung wird  
pro 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM 2,5  
um ca. **0,54 Jahre** (6,6 Monate)  
vermindert.  
( RR = 1,06 )**

# Wahrscheinlichkeit, im Lebensjahr $X+1$ zu sterben

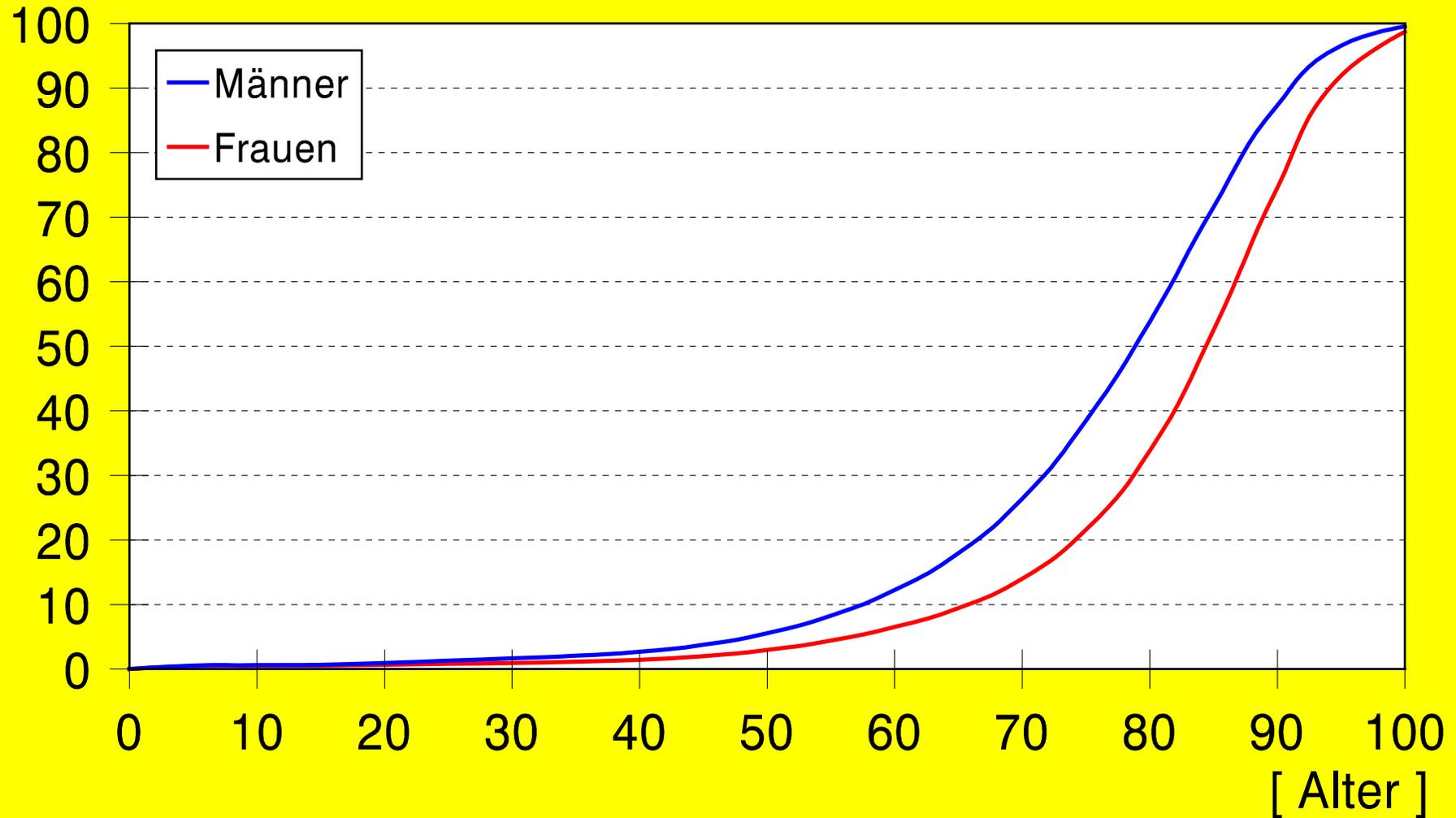


RR für Männer etwa 1,7

# Sterbetafel 2002/2004

## Deutschland

[ x 1000 ]



RR 1,7 entspricht Erhöhung um 70 %

70 x **0,09** Jahre = 6,3 Jahre

Die Gesamtmortalität ist bei Männern um 70 % höher als bei Frauen.  
Daraus ergibt sich eine um 6,3 Jahre kürzere Lebenserwartung.

**Reduzierung (PM<sub>2,5</sub>) durch Partikelfilter um 3 µg/m<sup>3</sup>**

$$\text{RR} = 1,06 / 10 \text{ µg/m}^3 \rightarrow 1,006 / \text{µg/m}^3$$

**→ Gesamtsterblichkeit steigt um 0,6 % pro µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub>**

$$800.000 \text{ Todesfälle / Jahr} \rightarrow 3 \times 0,6\%$$

**= 14.400 durch Partikelfilter vermeidbare Todesfälle**

**Gewinn an Lebenserwartung 1,8 x 0,09 Jahre**

**= 1,9 Monate**

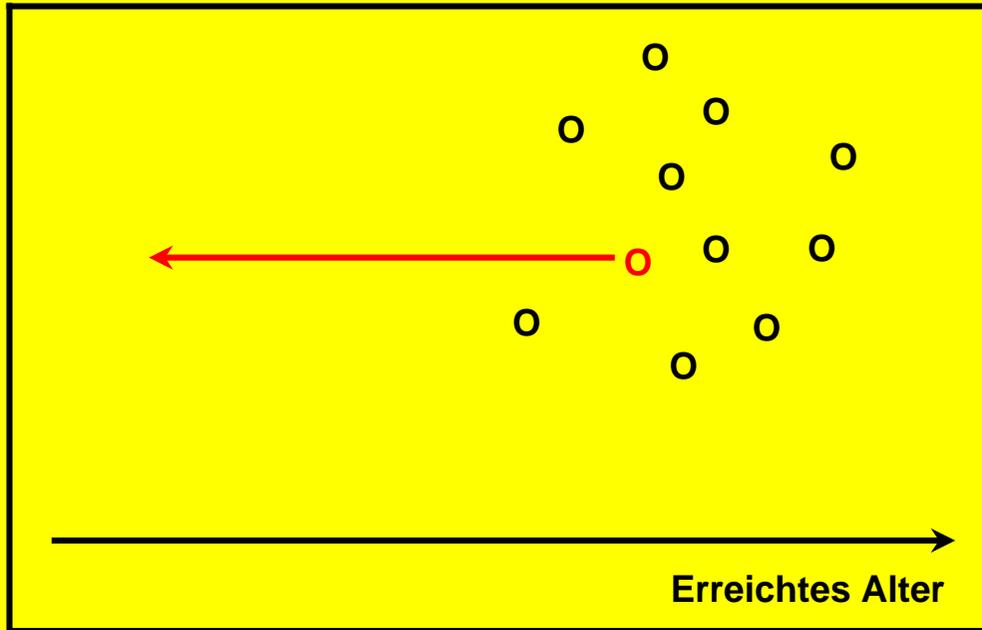
	<b>WHO</b> (für Deutschland)	<b>Wichmann</b> (mit Partikelfilter)
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	( - 4 µg/m <sup>3</sup> )	<b>-3 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Lebenserwartung</b>	<b>+ 2,7 Monate</b>	<b>+ 1,9 Monate</b>
<b>Todesfälle</b>	<b>„vorzeitig“ 17.000</b>	<b>„vermeidbar“ 14.400</b>
<b>Verlust an Lebensjahren</b>	<b>244.000</b>	

	<b>WHO</b> (für Deutschland)	<b>Wichmann</b> (mit Partikelfilter)
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	( - 4 µg/m <sup>3</sup> )	<b>-3 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Lebenserwartung</b>	<b>+ 2,7 Monate</b>	<b>+ 1,9 Monate</b>
<b>Todesfälle</b>	<b>„vorzeitig“</b> <b>17.000</b>	<b>„vermeidbar“</b> <b>14.400</b>
<b>Verlust an Lebensjahren</b>	<b>244.000</b>	

244.000 Jahre / 17 .000 vorzeitige Todesfälle = **14 Jahre / Fall**

„Vorzeitig“ und „vermeidbar“ ?

# „Vorzeitig“ und „vermeidbar“ ?



Population: N

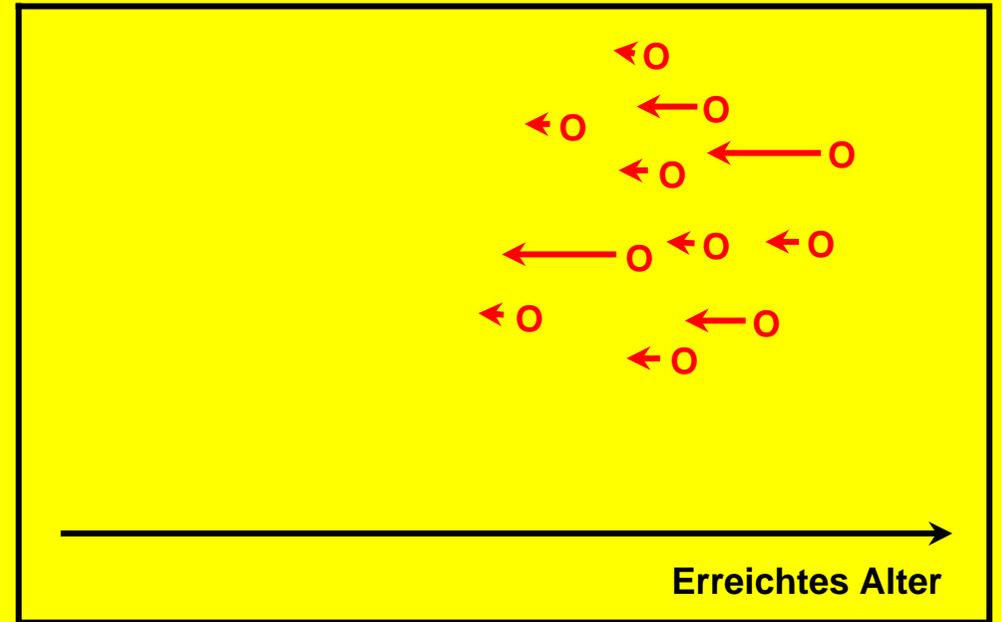
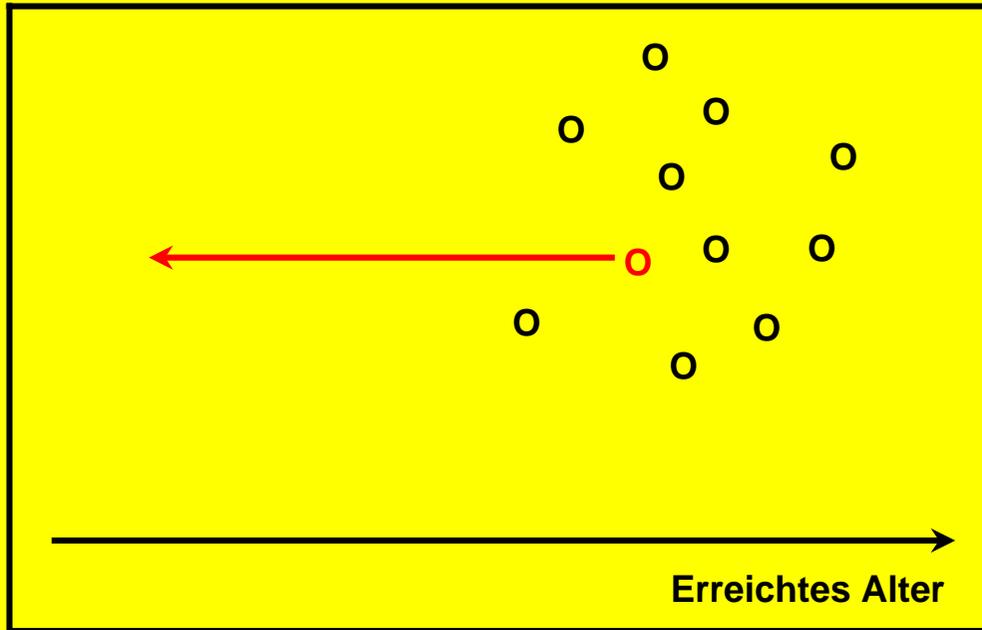
Vorzeitige Todesfälle: **1**

Verlust an Lebensjahren

Gesamtpopulation: X

Betroffene Person: **X**

# „Vorzeitig“ und „vermeidbar“ ?



Population:  $N$

Vorzeitige Todesfälle:  $1$

Verlust an Lebensjahren

Gesamtpopulation:  $X$

Betroffene Person:  $X$

Population:  $N$

Vorzeitige Todesfälle:  $N$

Verlust an Lebensjahren

Gesamtpopulation:  $X$

Pro Person:  $X/N$

# Zusammenhang zwischen Todesfällen und Lebenserwartung

# Zusammenhang zwischen Todesfällen und Lebenserwartung

**Bevölkerung**

$$\frac{\text{Bevölkerung}}{\text{Jährliche Sterbefälle}} = \text{Mittlere Lebenserwartung}$$

# Zusammenhang zwischen Todesfällen und Lebenserwartung

$$\frac{\text{Bevölkerung}}{\text{Jährliche Sterbefälle}} = \text{Mittlere Lebenserwartung}$$

$$\frac{80.000.000}{1.000.000/\text{a}} = 80 \text{ a}$$

# Zusammenhang zwischen Todesfällen und Lebenserwartung

$$\frac{\text{Bevölkerung}}{\text{Jährliche Sterbefälle}} = \text{Mittlere Lebenserwartung}$$

$$\frac{80.000.000}{1.000.000/\text{a}} = 80 \text{ a}$$

$$\frac{80.000.000}{?} = 80,25 \text{ a}$$

# Zusammenhang zwischen Todesfällen und Lebenserwartung

$$\frac{\text{Bevölkerung}}{\text{Jährliche Sterbefälle}} = \text{Mittlere Lebenserwartung}$$

$$\frac{80.000.000}{1.000.000/\text{a}} = 80 \text{ a}$$

$$\frac{80.000.000}{996.885/\text{a}} = 80,25 \text{ a}$$

**Frage:**

**Ändert sich die Zahl der jährlichen Sterbefälle  
um 3.115 oder um 14.400 ?**

# Gesamtmortalität

**RR ( 95%-Konfidenzintervall) pro 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

## Aus Zeitreihen-Analysen

**(PM<sub>10</sub>)      1,006 (1,004-1,008)**

**[entspricht etwa 1,01 pro 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM<sub>2,5</sub>  
oder 1,001 pro 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

## Aus Kohortenstudien

**( PM<sub>2,5</sub>)      1,06 ( 1,02 – 1,11)**

## Frage:

Ändert sich die Zahl der jährlichen Sterbefälle  
um **3.115** oder um **14.400** ?

-----

Änderung der Zahl der jährlichen Sterbefälle ist  
„Zeitreihen-Kontext“

**Berechnung mit RR aus Zeitreihen-Untersuchungen:**

$$1.000.000 \times 1,001 \times 3 = 3.000$$

# Zusammenfassung (1)

- Partikel erhöhen die Mortalität.
- Kohortenstudien ergeben:  
Die Lebenserwartung ist pro  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{PM}_{2,5}$  um mehr als 6 Monate vermindert.
- Die Angabe von „vorzeitigen“ oder „vermeidbaren“ Todesfällen sollte vermieden werden, da sie stark interpretierungsbedürftig ist.

# Zusammenfassung (2)

- Die Relativen Risiken aus Zeitreihen-Untersuchungen und aus Kohortenstudien müssen in ihrem jeweiligen Zusammenhang betrachtet werden. Sie können nicht direkt in den jeweils anderen Kontext übertragen werden.

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !**