



# Standortbestimmung: Problemstoffe und künftige Herausforderungen aus Sicht der Wissenschaft in der Luftreinhaltung

**Prof. Nino Künzli, Dr. med. & PhD**

Vizedirektor Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut Basel (Swiss TPH)

Direktor Swiss School of Public Health (SSPH+)

Präsident Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL)

**Vortrag an VUR Herbsttagung 2018**

**Mi 28.11.2018**

**Hotel Arte - Olten 9:45 – 10:30h**



***vur | ade | ada***

Vereinigung für Umweltrecht (VUR)

Association pour le droit de l'environnement (ADE)

Associazione per il diritto dell'ambiente (ADA)

# A «Luftverunreinigung» definieren

Swiss TPH



... ein Gemisch vieler Schadstoffe... z.B.:

**PARTIKEL** verschiedener Grösse: "Particulate matter" ("PM")

- PM10 = bis 10 Micrometer Ø
- PM2.5 = bis 2.5 Micrometer Ø
- Ultrafeine PM = "Nanopartikel": bis 0.1 micrometer Ø
- Russ (z.B. Dieseleruss-Partikel)
- Inhaltsstoffe (z.B. Blei etc.)

## **GASE**

- Stickstoffoxide (NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>)
- Sulphat
- Kohlenmonoxid (CO)
- Ozon (O<sub>3</sub>)

## **AEROSOLE**

- z.B. Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) (z.B. Benzol)

# B Quellen der Luftverschmutzung: Verstehen, messen, zuordnen



## z.B. Kantone BS/BL:

Swiss TPH



### Luftschadstoff-Emissionen [t/a] und Anteile der Quellen [%]

	VOC	NO <sub>x</sub>	PM10	NH <sub>3</sub>
<b>Gesamtemission BS/BL</b>	<b>3'600 t</b>	<b>2'900 t</b>	<b>700 t</b>	<b>1'050 t</b>
Strassenverkehr	15%	58%	25%	7%
Offroad-Sektor	3%	12%	29%	-
Feuerungen	-	22%	29%	-
Landwirtschaft / Forstwirtschaft		-	4%	89%
Verwendung Lösemittel	61%	-	-	-
Übrige Quellen	21%	8%	13%	4%

VOC = flüchtige Kohlenwasserstoffe

NH<sub>3</sub> = Ammoniak



## Akute Effekte

- Tägliche Sterberaten
- Respiratorische und Kardiovaskuläre Leiden (z.B. Asthma-anfälle; Lungenentzündung; Herzinfarkte; Schlaganfall etc.)
  - Spitaleinweisungen
  - Notfallstationsbesuche
  - Arztbesuche
  - Zusätzliche Medikamente
  - Schul/Arbeitsabsenzen
  - Eingeschränkte Leistung
- Physiologische Veränderungen (Lungenfunktion; Blutdruck)

## Langzeitwirkungen

- Chronische Krankheiten
- Lebenserwartung
- Chronisch Obstruktive Lungenerkr.
- Asthma
- Lungenkrebs
- Beschleunigtes Altern
- Atherosklerose → Kardiovaskuläre Krankheiten

## Jüngste Forschung:

- **Diabetes**
- **Neurodevelopment, Kognitive Funktionen**
- **Vorzeitige Geburt**
- **Eingeschränktes Geburtsgewicht**

Riehen

# Z.B: ERFORSCHUNG DER LANGZEIT-AUSWIRKUNGEN

Lugano

Entwickelt sich die Lungenfunktion bei allen gleich?

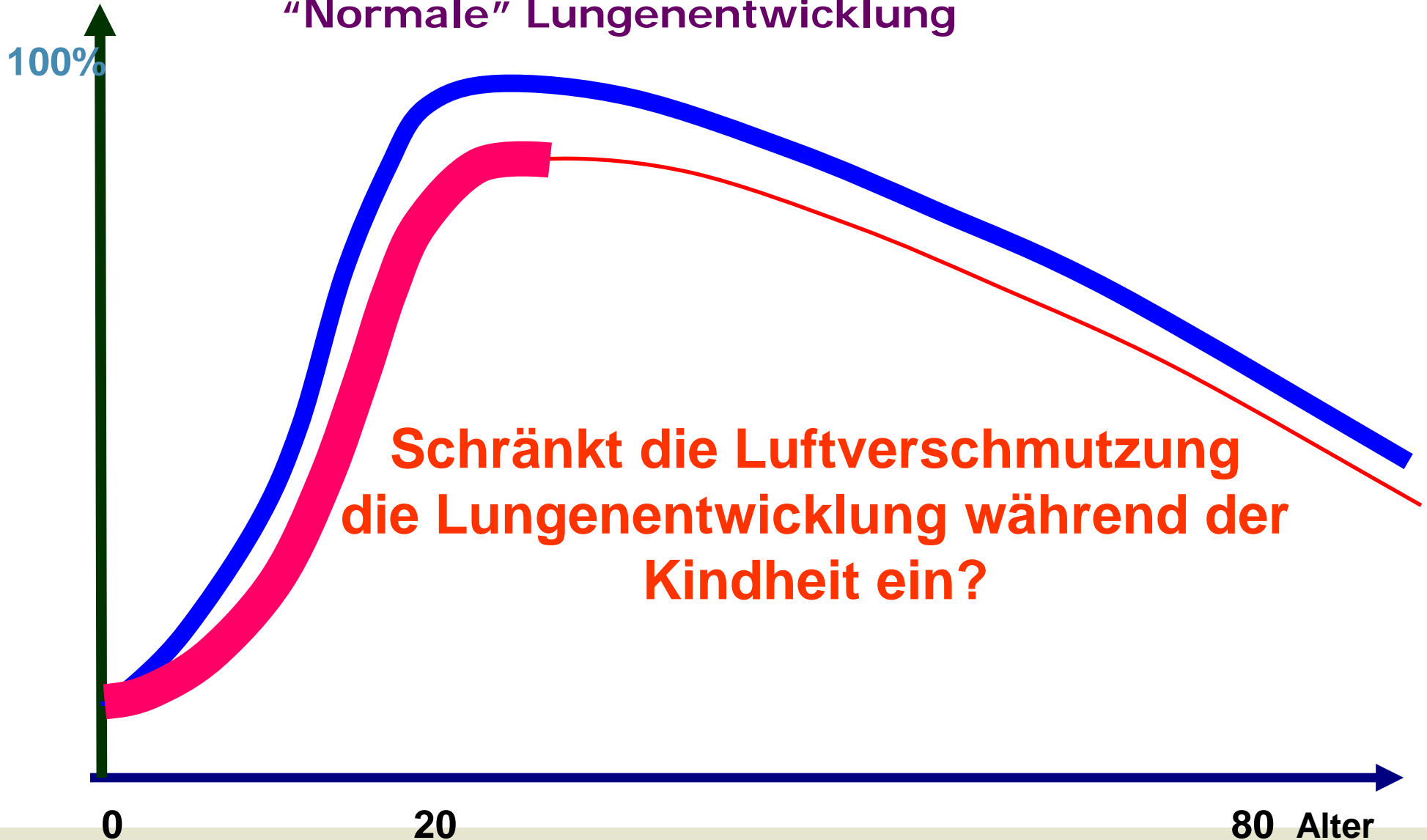
Basel

Genf

Davos



“Normale” Lungenentwicklung



Lungenvolumen  
(FEV1)  
(in % der Norm)

# Eine Hauptfragestellung von...

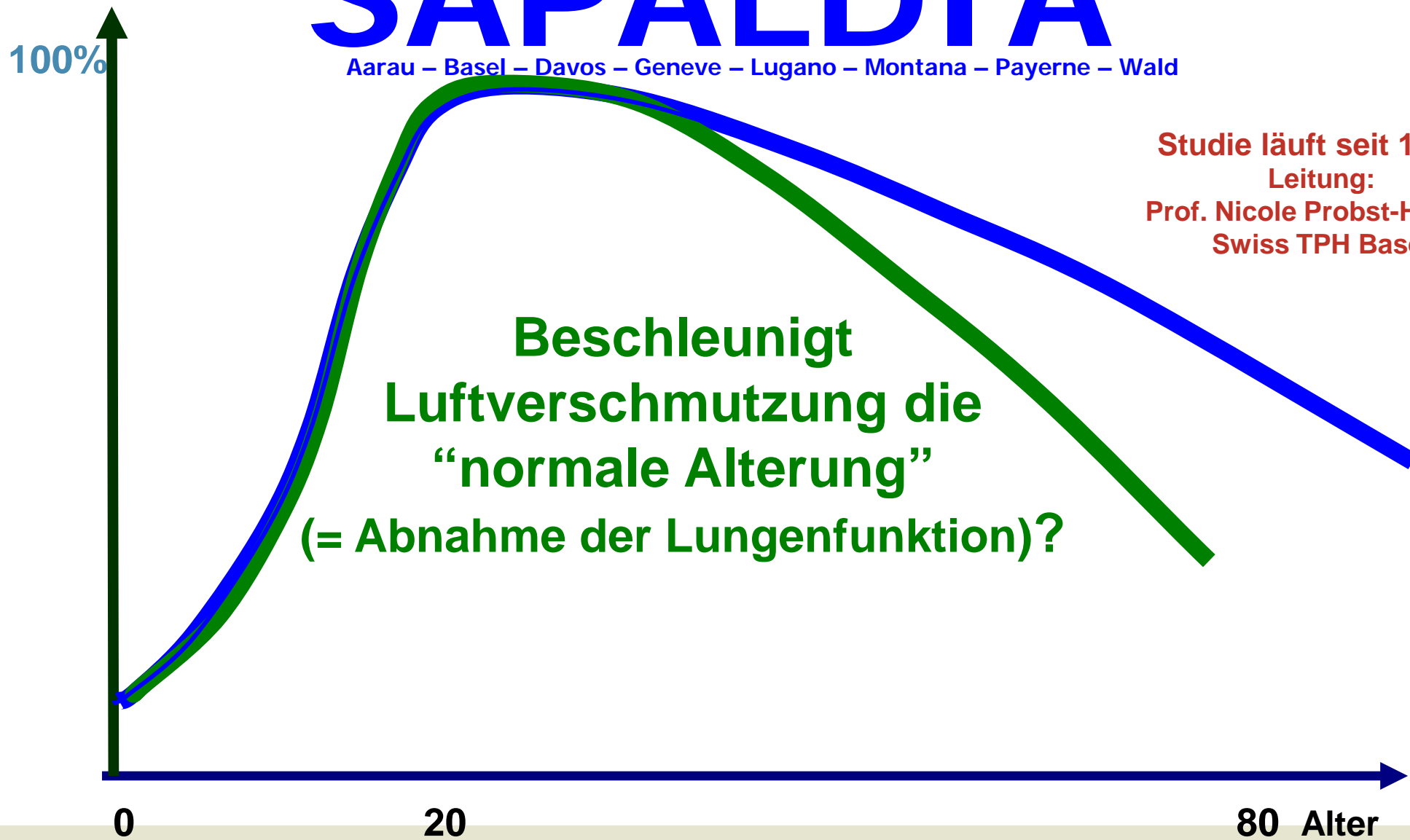
Swiss Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults

Swiss TPH



# SAPALDIA

Aarau – Basel – Davos – Geneve – Lugano – Montana – Payerne – Wald



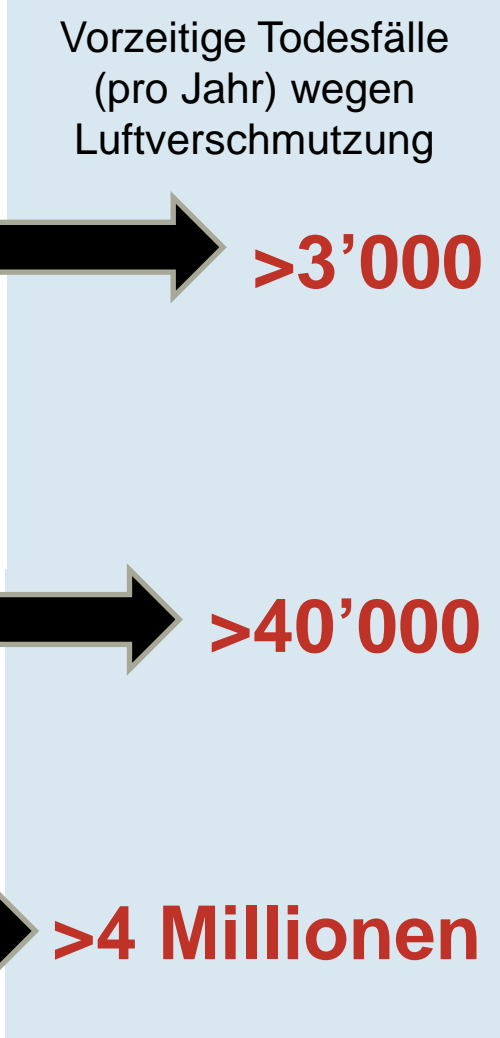
Studie läuft seit 1990!  
Leitung:  
Prof. Nicole Probst-Hensch  
Swiss TPH Basel

**Beschleunigt  
Luftverschmutzung die  
"normale Alterung"  
(= Abnahme der Lungenfunktion)?**



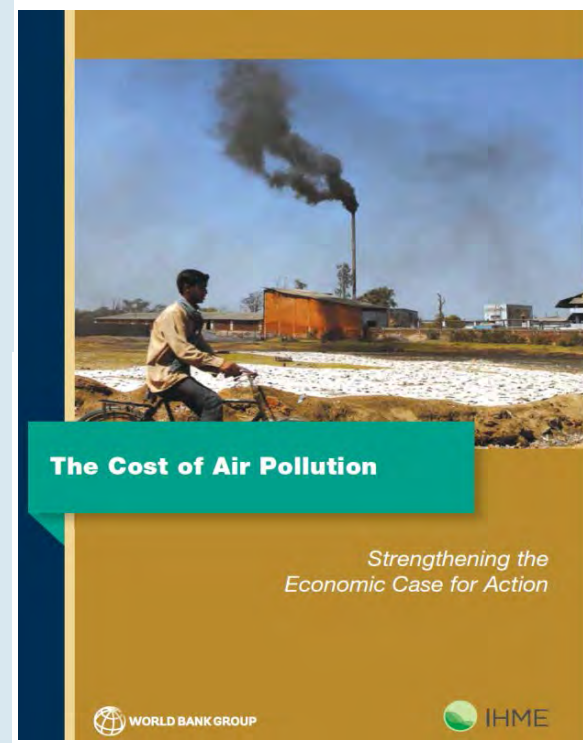
# Durch Luftverschmutzung verursachte Gesundheitsschäden quantifizieren

- Unsere «Schweizer Methode» setzt sich 1997 durch  
(Studienauftrag von alt-BR Ogi – LSVA)



- 1999 Trinationale Studie Frankreich, Österreich, Schweiz
- seit 2000+ Einbezug im «Global Burden of Disease» → WELTWEIT:

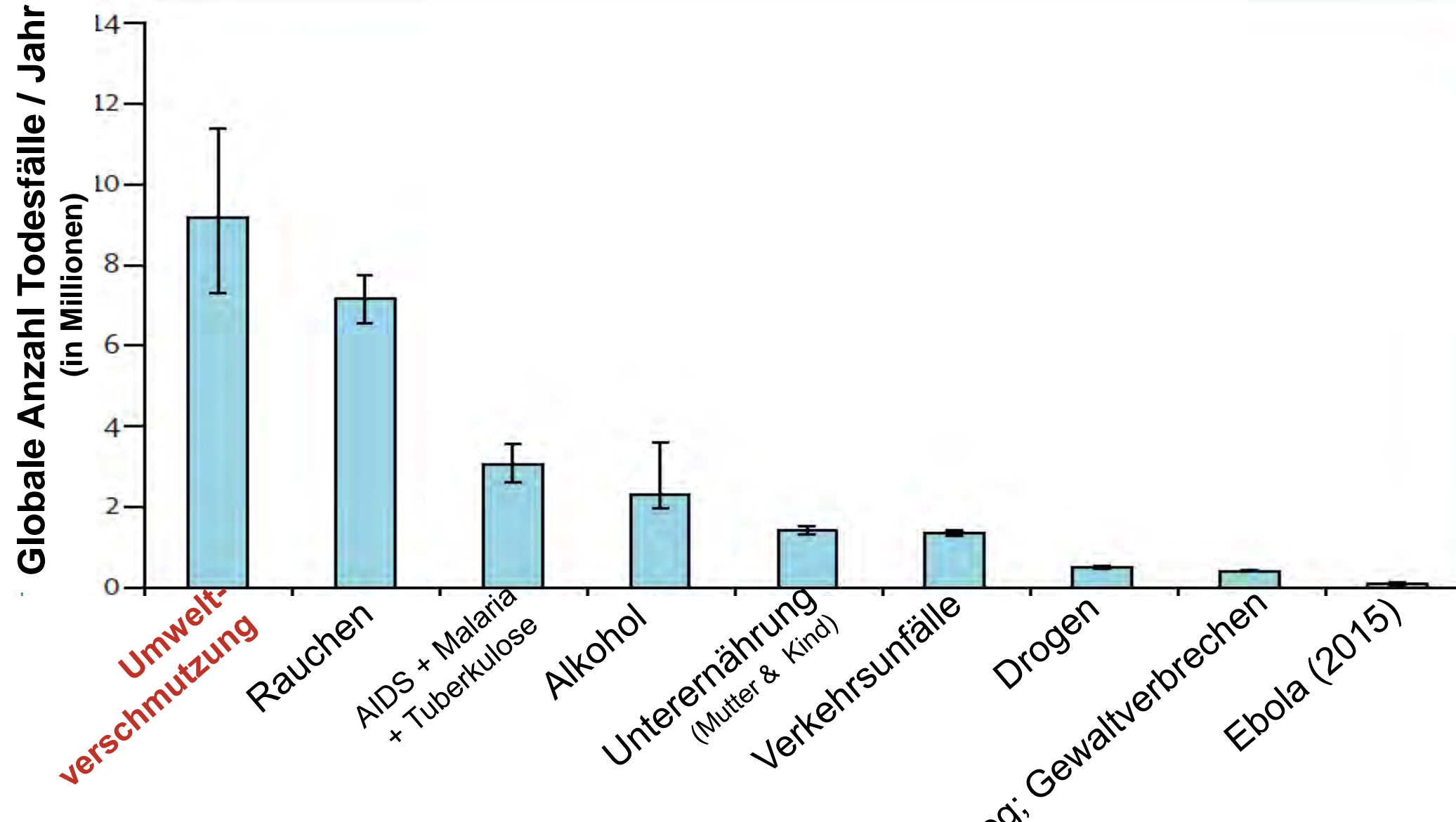
## Weltbank-Bericht

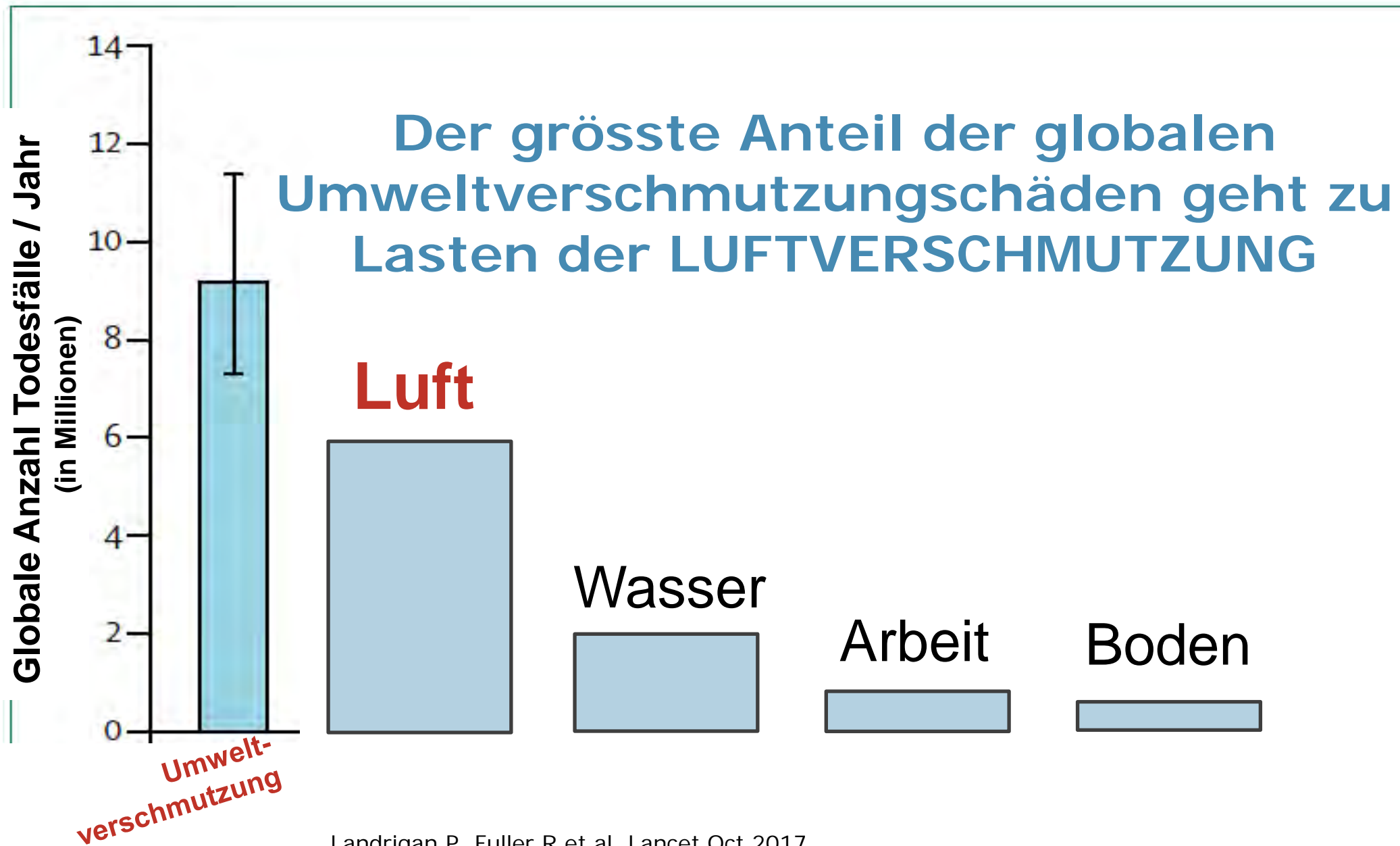


→ Weltweit anerkannte Berechnungen bestätigen:  
**«Kleine Ursache» - «grosse Wirkung, hohe Kosten»**

# Umweltverschmutzung ist die wichtigste Ursache für vorzeitigen Tod & Krankheit (verlorene gesunde Lebensjahre)

Landrigan P, Fuller R et al, Lancet Oct 2017



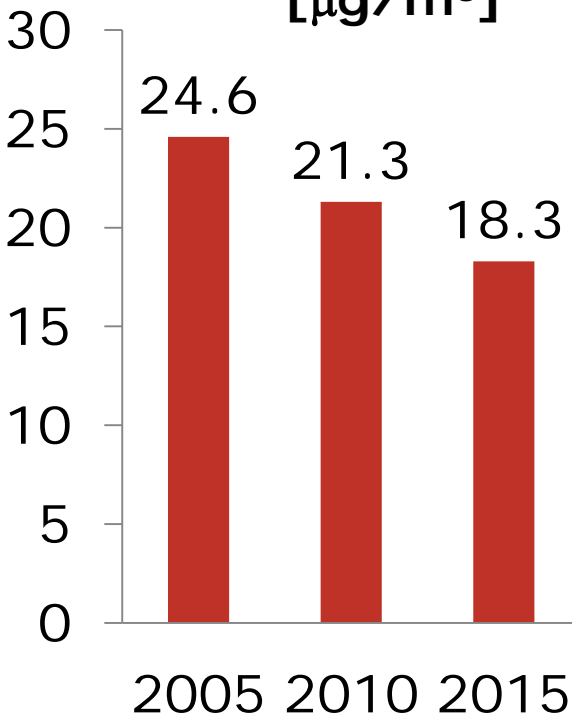




## Berechnung für Agglomeration Lausanne, 2005-2015

Castro A et al. Int J Hyg Env Health 2017

Mittlere NO<sub>2</sub> Konzentration  
[µg/m<sup>3</sup>]



## Gesundheitlicher Gewinn pro Jahr - 2015 versus 2005

- ✓ - 51 vorzeitige Todesfälle
- ✓ - 546 verlorene Lebensjahre
- ✓ - 55 verlorene Arbeitsjahre
- ✓ - 244 Spitaltage  
(wegen Atemwegserkrankungen)

# E Das 1x1 der Luftreinhalte-Politik

Swiss TPH

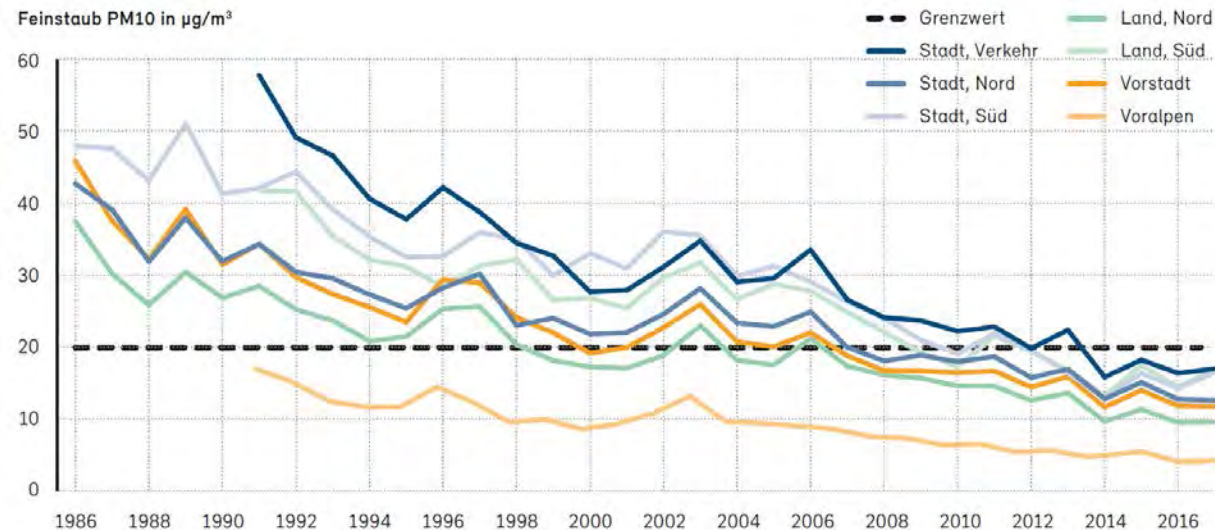


- Qualitätsstandards für TREIBSTOFFE
- Grenzwerte für EMISSIONEN (= GESETZE für Schadstoffquellen)
- Immissionsgrenzwerte (IGW's) (Luftqualitätsstandards für die Aussenluft)
- VOLLZUG: Umsetzung lokaler Luftreinhaltepläne (angepasst an lokale Situation und Quellen)
- KONTROLLE und Dokumentation des Erfolgs

→ Beiträge Dr. Martin Schiess,  
→ Dr. Hans Gygax  
→ Dipl. Chem. Cosimo Tadaro



Feinstaub PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$





# Drei Beispiele heutiger Herausforderungen

- 1. Grenzwerte setzen heute - im Einklang mit USG (1983)**  
→ Beispiel Feinstaub (PM<sub>2.5</sub>)
- 2. Regulierung von «neu erkannten» Anteilen im Schadstoffgemisch**  
→ Beispiel ultrafeine Partikel (UFP)
- 3. Luftreinhaltung in einer globalisierten Wirtschaft**  
→ Beispiel Schwefelgehalt im Diesel (und andere)



## Art. 13: Immissionsgrenzwerte

Für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen legt der Bundesrat durch Verordnung Immissionsgrenzwerte fest.

Er berücksichtigt dabei auch die Wirkungen der Immissionen auf die Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit wie Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere

## Art. 14: Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen

Die Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen sind so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte

- a) Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden
- b) Die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören
- c) Die Bauwerke nicht beschädigen
- d) Die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen

- Ausgangslage 2014: IGW's nur für PM<sub>10</sub>, nicht für PM<sub>2.5</sub>
- Kausaler Zusammenhang zwischen langfristiger Belastung durch PM<sub>2.5</sub> und Krankheit & vorzeitigem Tod ist wissenschaftlich erhärtet
- Z.B. pro 10µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub> Belastung (Jahresmittel) nimmt die Sterblichkeit um 8% zu (95% CI: 7-10%)
- WHO Air Quality Guideline Value: Jahresmittel von 10µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub>

### → Im Jahr 2014 schlägt EKL die Einführung eines IGW Jahresmittelwertes für PM<sub>2.5</sub> von 10µg/m<sup>3</sup> vor

- Anhörung durch Bundesrätin Doris Leuthard (Vorsteherin UVEK)
- UVEK unterstützt Vorschlag → BAFU entwirft Revision der Luftreinhalteverordnung (LRV)
- Vernehmlassung (inkl. Diskussion in den kantonalen Umweltfachstellen) → keine Opposition → Bundesrat passt LRV an
- → seit 1.6.2018: neuer IGW PM<sub>2.5</sub> in Schweizer LRV gesetzlich verankert (7. Land weltweit)



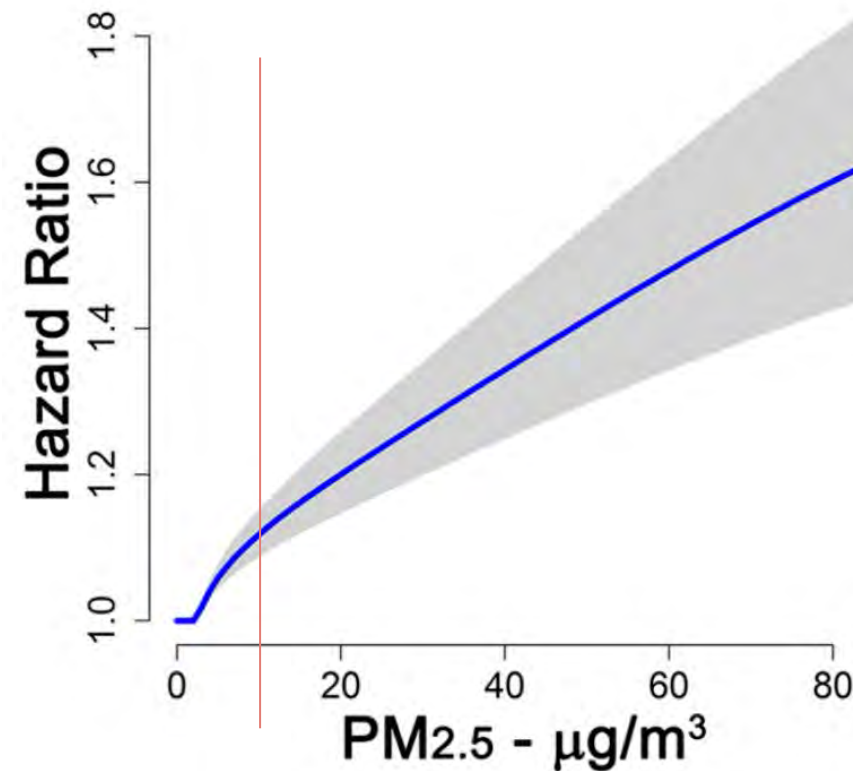
### NEUERE SITUATION:

- Es gibt keinen «unschädlichen Schwellenwert» für die Wirkungen von PM<sub>2.5</sub>
- Krebsbehörde der WHO (IARC) bewertet PM<sub>2.5</sub> als KREBSERREGEND (karzinogen)

→ **Wie soll ein IGW festgelegt werden?**

**a) Forderung im USG:** *IGWs sind so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte: Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebens-gemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden...*

**b) Übliche Regulierung von Karzinogenen**  
«Minimierungsgebot» mit «maximal akzeptierten Fällen pro Lebens (z.B. 1 Fall pro 1 Mio. Einwohner)

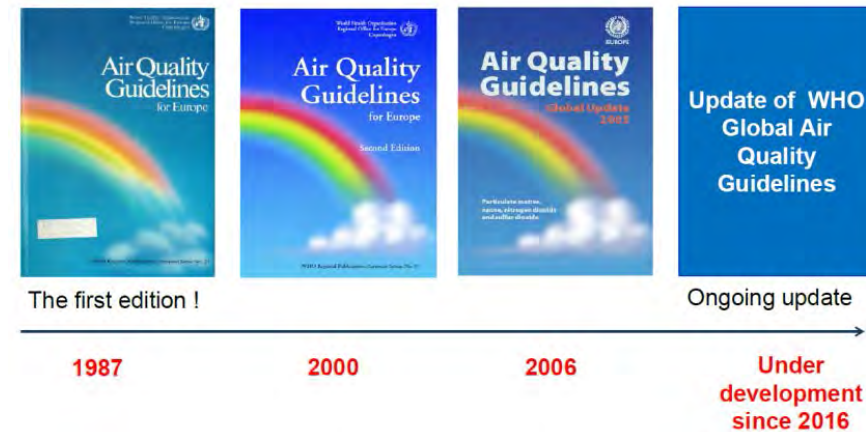




### Strategie EKL:

- Vergleichende Detailanalyse mit Gesundheitsfolgenabschätzung für IGW versus «Minimierungskonzept» (karzinogen) für PM<sub>2.5</sub> (2019) (basierend u.a. auf Gutachten Ursula Brunner)
- Neubeurteilung durch WHO (Revision der Air Quality Guidelines) (2019/20) soll berücksichtigt werden
- → Neubeurteilung für LRV (2020/2021)

### WHO Air Quality Guidelines (for ambient air) (WHO AQGs)





- Es gibt keine WHO Air Quality Guideline Values und weltweit keine IGW's für UFP's
- Regulierung der (primären) UFP's erfolgt bisher ausschliesslich über EMISSIONS-Standards an den Quellen (z.B. Partikelfilter für Diesel und Benzinfahrzeuge, EURO 6)
- Sekundär gebildete UFP's sind damit nicht erfasst
- Grosse räumliche Unterschiede (im Bereich von wenigen Metern...!) in den Konzentrationen je nach Wind und Quellennähe
- Gesundheitliche Folgen der UFPs klar belegt (trotz vielen offenen Fragen zu Wirkungsmechanismen)

**→ Soll ein IGW für UFP eingeführt werden?**



Das wichtigste Gremium der Luftreinhaltepolitik ist die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene. Ihr Präsident, Nino Künzli, Vizechef bei Swiss TPH, hat keine Zeit, um dem Beobachter Auskunft zu geben. Er verweist auf ältere Publikationen. Es gebe zu wenig eindeutige wissenschaftliche Erkenntnisse für entsprechende Grenzwerte in der Luftreinhalteverordnung.

## Direkt ins Gehirn

**LUFTREINHALTUNG.** Ultrafeine Partikel aus Autoabgasen gelangen ins Blut und gefährden die Gesundheit. ...

... Doch Politik  
und Behörden bleiben untätig.

## Bewertung der EKL


(detailliert erläutert im letzten EKL Feinstaub-Bericht) \*)

- Fordert Einschränkung der EMISSIONEN, inklusive Minimierung der Russbelastungen (was vor allem UFP entspricht...) auf 20% derzeitiger Werte
- Fordert Internationales Engagement der CH zur Entwicklung standardisierter UFP Messmethoden da UFP derzeit mit verschiedenen, nicht vergleichbaren Methoden gemessen werden → grosses Hindernis für die Einführung von IGWs...)
- Fordert Weiterführung von punktuelltem Monitoring von UFP-Konzentrationen / Anzahl (Trends)
- Einführung eines IGW derzeit nicht zielführend
- **Ausblick:** Neubeurteilung, unter Berücksichtigung der Neubeurteilung durch WHO (2019/20) und U.S. EPA

### Feinstaub in der Schweiz 2013

Statusbericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene



 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL

*\*) EKL Bericht wurde dem Beobachter-Journalisten umgehend geschickt, mit explizitem Verweis auf heutige Gültigkeit der damaligen Argumentation und Hinweis, dass Antworten auf seine Fragen später folgen. Die ausführliche Antwort wurde als «zu spät» deklariert. Die Fakten des EKL Berichts werden im Artikel nicht berücksichtigt. EKL hat keine Kenntnis der «hidden agenda» dieses «dringlichen Artikels».*

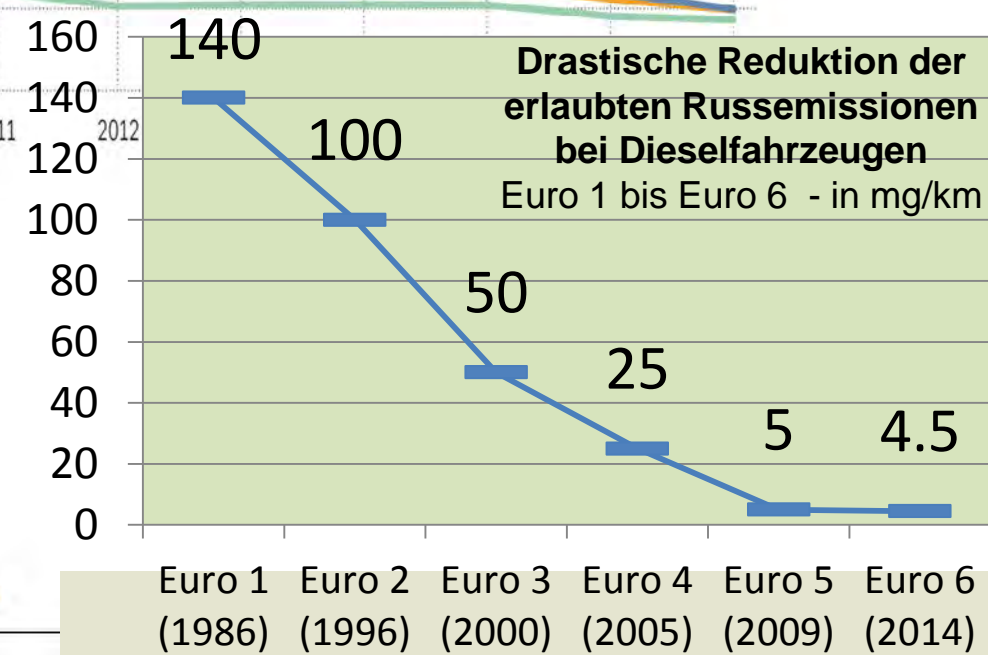
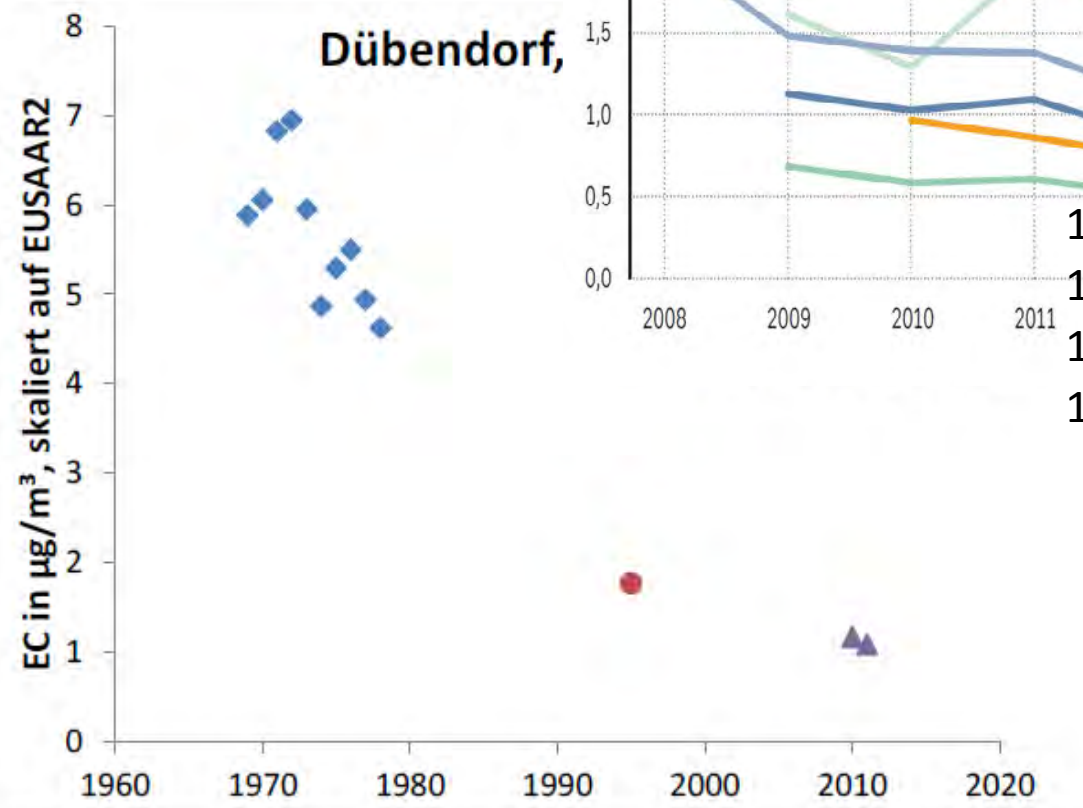
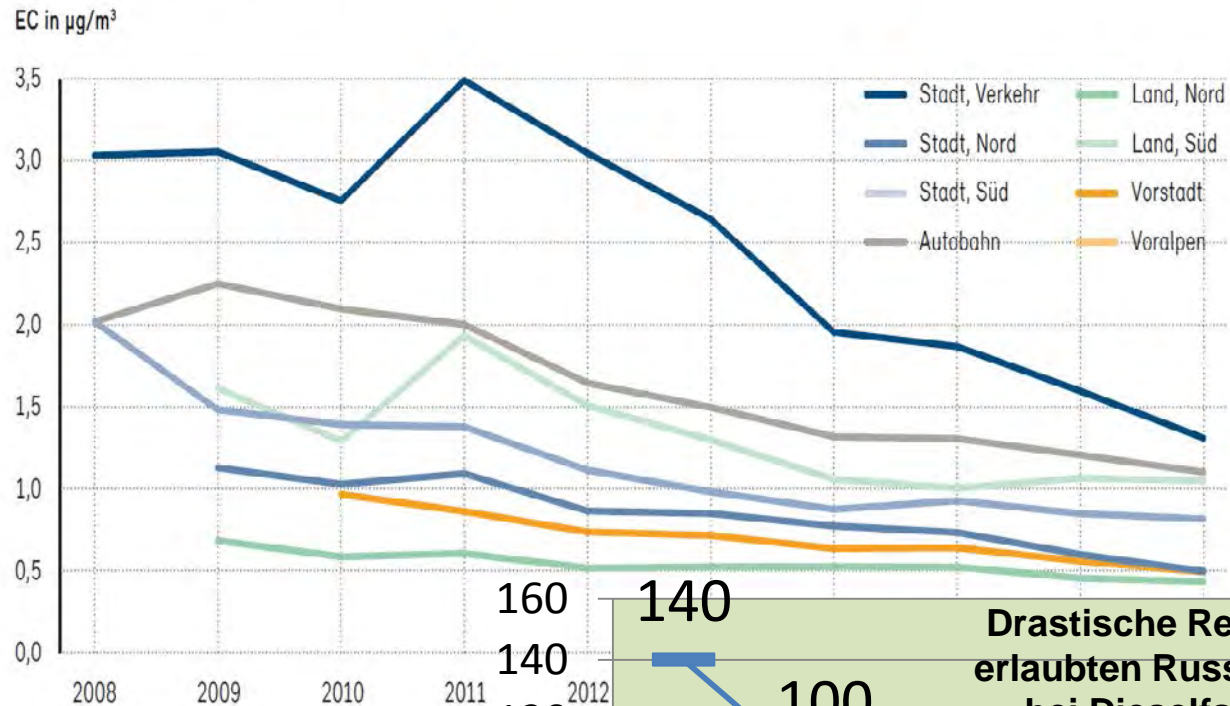
## Text aus der «Zusammenfassung» des EKL Berichtes

Die EKL sieht aufgrund der heutigen Sachlage und des aktuellen Standes der Wissenschaft und Messtechnologie davon ab, einen zusätzlichen Immissionsgrenzwert für bestimmte Inhaltsstoffe oder die Anzahl Partikel vorzuschlagen. Die EKL fordert hingegen, dass die quellennahen hohen Belastungen durch die gesundheitsgefährdenden ultrafeinen Partikel und krebserregenden Russ durch geeignete Massnahmen deutlich vermindert werden. Die EKL fordert die Anpassung der Emissionsgrenzwerte in der LRV an den besten Stand der Technik. Die hohen Feinstaubemissionen von Holzfeuerungen müssen vermindert und bei allen Motorentypen (inklusive Benzinmotoren, Traktoren und stationäre Motoren) Partikelfilter eingesetzt oder gleichwertige Massnahmen ergriffen werden. Auch wenn keine Grenzwerte für diese zusätzlichen Partikelparameter festgelegt werden, sollen sie an ausgewählten Stationen des NABEL-Messnetzes dauerhaft gemessen werden, um den Erfolg der emissionsseitigen Massnahmen dokumentieren zu können.

# Fact: Trends in der Russbelastung auch OHNE Immissionsgrenzwerte für UFP oder Russ



Abbildung 11: Jahresmittel von Russ (EC)





- **Extreme globale Unterschiede in der Umweltgesetzgebung, Festlegung von Emissions- und Immissionsgrenzwerten und im Vollzug**
  - **Gezielte legale und illegale Ausnutzung dieser globalen Ungleichheit durch global tätige Firmen...**
- Global stark gegenläufige Trends der Luftqualität und ihrer gesundheitlichen Folgen**



# Beispiel PM<sub>10</sub> & PM<sub>2.5</sub>: Gesetzlich vorgegebene Immissionsgrenzwerte (Jahresmittelwerte) und die von WHO empfohlenen Werte zum Schutz der Gesundheit

Wissenschaftsbasierte und Public health orientierte Grenzwerte


Durch Partikularinteressen festgelegte Grenzwerte

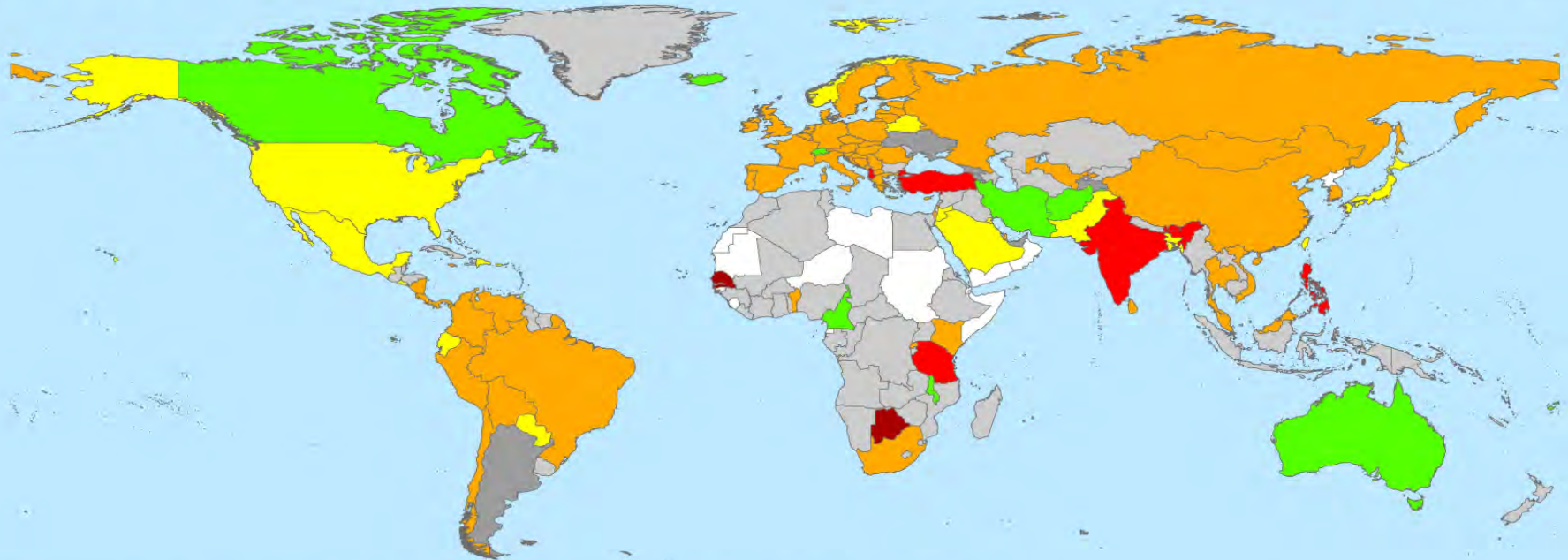
	WHO Guide-lines	Afghanistan, Cameroon, Iceland, Iran, Australia Malawi, Switzerland	U.K.	State of California	U.S.A. Federal; Mexico	E.U.	South Korea	India	China and many others
PM <sub>10</sub> Annual Mean	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	--	40 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	70 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub> Annual Mean	10 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup> (AUST: 8)	So tief wie möglich	12 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	-	-	(35)

Siehe Nationale Standards: Künzli et al, IJPH Editorial Aug 2015  
 Und Swiss TPH web site [http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok\\_web&-loadframes](http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok_web&-loadframes)

# Nur 7 Länder haben bisher die Feinstaubkonzentrationen gemäss WHO AQG reguliert... !

## Particulate Matter

Swiss TPH   
Copyright: LUDOK / Swiss TPH



### Annual average air quality limit values for particulate matter (PM2.5 and PM10)

	$\leq 10 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ or $\leq 20 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ (WHO-AQG)		$>35 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ or $>70 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ or (higher than WHO-AQG Interim Target 1)
	$>10$ to $15 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ or $>20$ to $30 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ (WHO-AQG Interim Target 3)		No data available
	$>15$ to $25 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ or $>30$ to $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ (WHO-AQG Interim Target 2)		No standard set
	$>25$ to $35 \mu\text{g PM}_{2.5}/\text{m}^3$ or $>50$ to $70 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ (WHO-AQG Interim Target 1)		Other standard set (e.g. for TSP)

# Globalisierung der Grenzwerte ist zwingend für den globalen Schutz der Gesundheit

Int J Public Health  
DOI 10.1007/s00038-017-0952-y



ORIGINAL ARTICLE



## Time to harmonize national ambient air quality standards

Meltem Kutlar Joss<sup>1,2</sup> · Marloes Eeftens<sup>1,2</sup> · Emily Gintowt<sup>1,2</sup> · Ron Kappeler<sup>1,2</sup> · Nino Künzli<sup>1,2</sup>

[Interview CNN Money](#)

Int J Public Health  
DOI 10.1007/s00038-015-0729-0

EDITORIAL

Anteil der Länder mit Grenzwerten für mindestens einen Luftschadstoff	
European Region	94%
South-East Asia	64%
Region of Americas	57%
Eastern Mediterranean Region	52%
Western Pacific	44%
African Region	36%
<b>Total</b>	<b>60%</b>

**Global standards for global health in a globalized economy!**



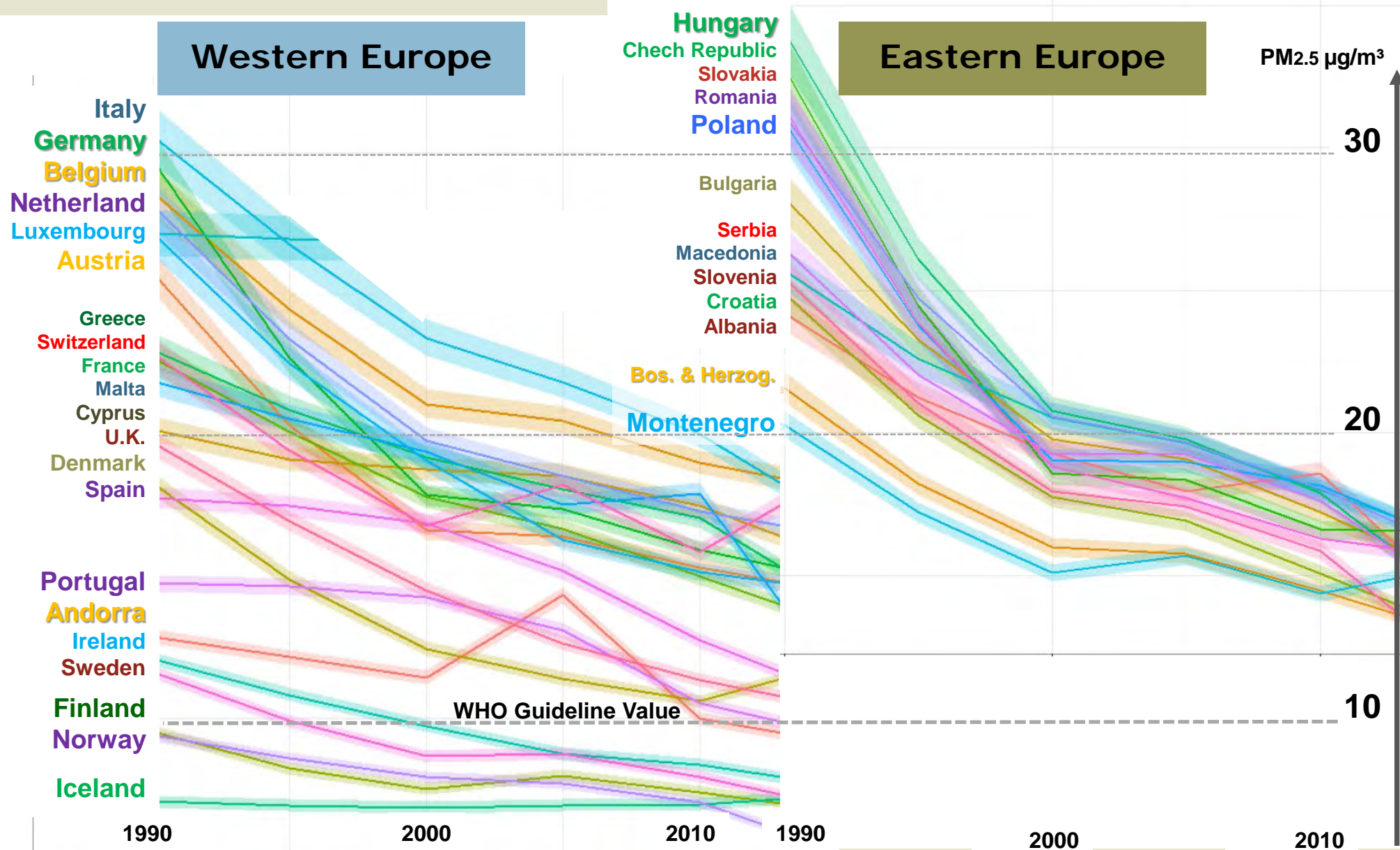
Zhang et al, Nature, April 2017

- **West-Europa (incl. Schweiz) & USA:**  
verursachen viel mehr Luftverschmutzung im **AUSLAND**, um ihren einheimischen Konsum & Wohlstand zu befriedigen
- **China, Indien, Asien** tragen höchsten Anteil der globalen Luftverschmutzung (und deren gesundheitlichen Schäden...) für die Produktion der Güter, welche im Westen konsumiert werden.

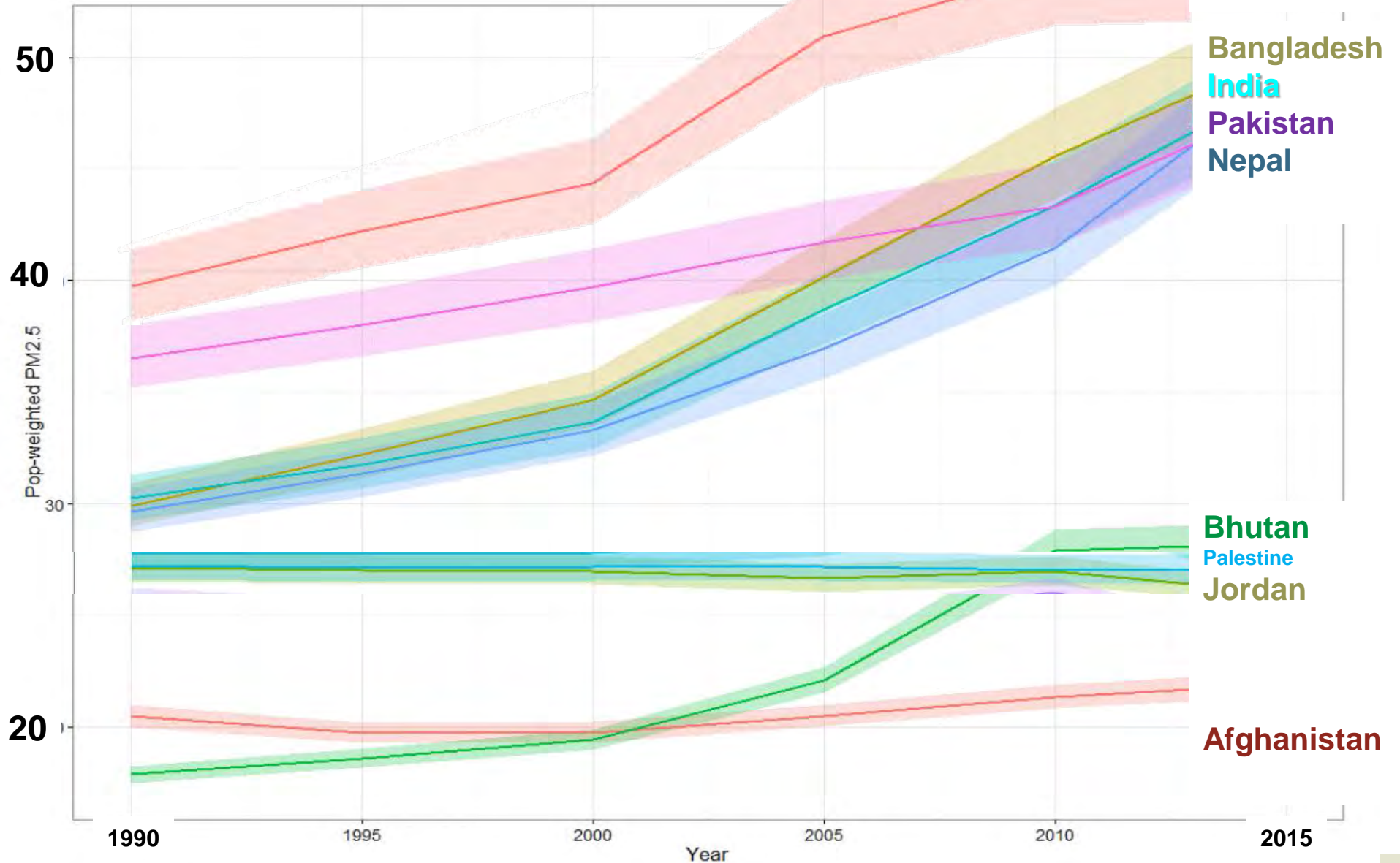
# Erfolg aktiver Luftreinhaltepolitik im globalen «Westen»

## Feinstaubkonzentrationen (PM<sub>2.5</sub>) 1990 - 2015

Swiss TPH



# Typische Trends in Asien, Afrika, Lateinamerika 1990-2015 (PM2.5)

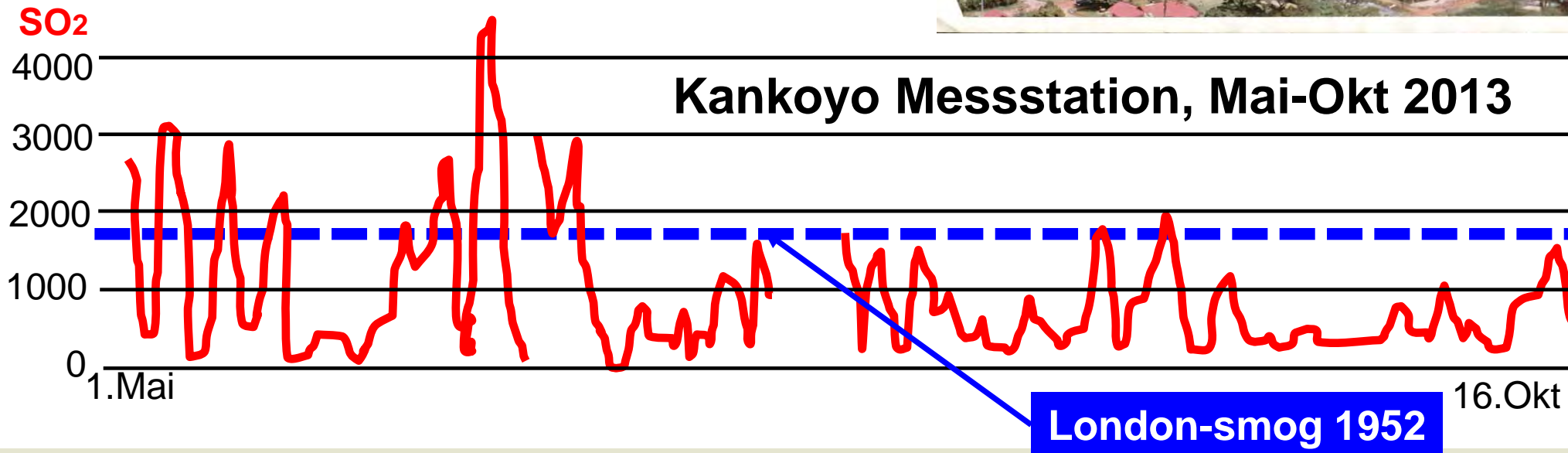


**WHO Guideline Value: 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  !** Figures: adapted from Brauer et al. ES&T 2016

# Mufulira (Zambia - Afrika): Mopani Kupfer Mine



- Schweizer Firma verursacht «ganz legal» extrem hohe Schwefeldioxid-Konzentrationen
- → Todesfälle, Asthmaanfalle und andere Gesundheitsschäden
- Konzentrationen sind...
  - höher als während London-Smog 1952 (mit >4'000 Todesfällen...)
  - >300x höher als Schweizer Spitzenwerte

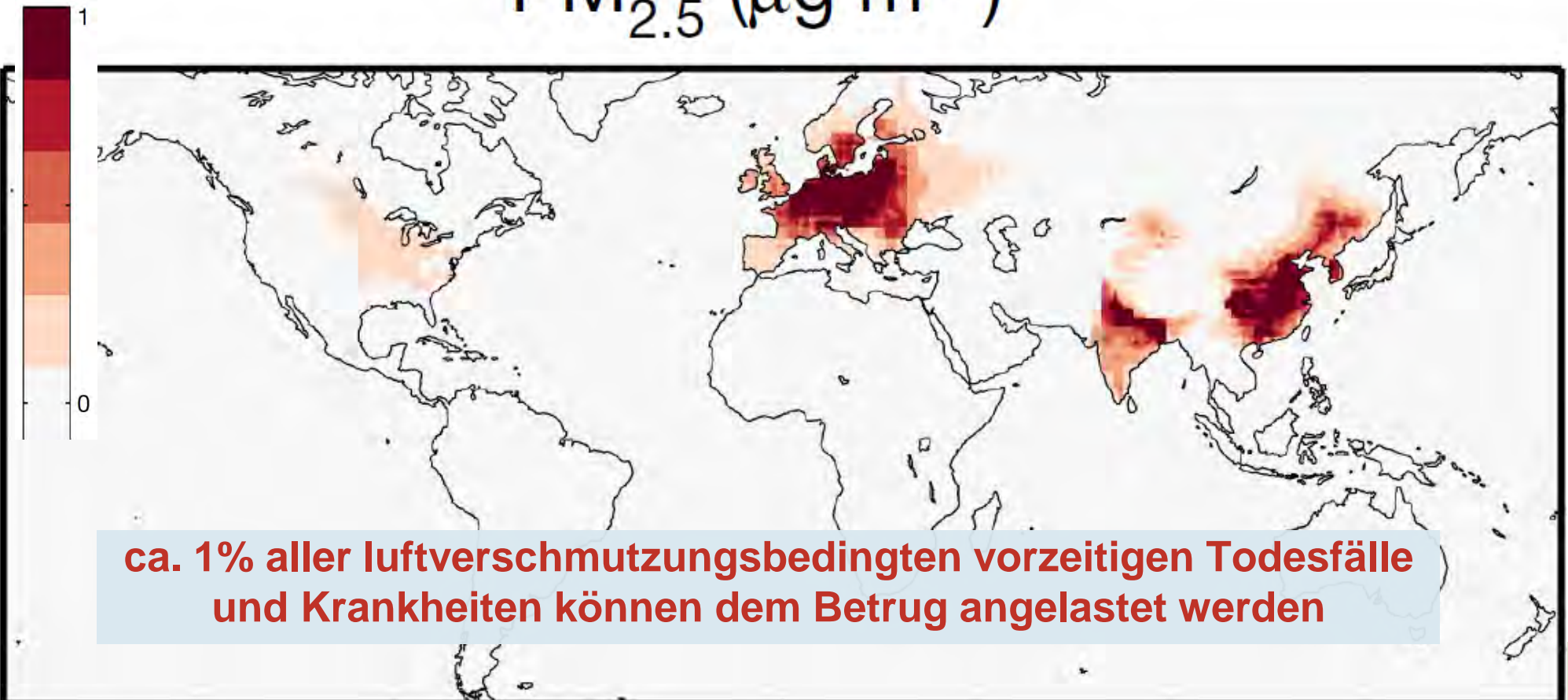




**Feinstauberrhöhung ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) als Folge der «Betrugs-NO<sub>2</sub>»-Emissionen** (d.h.: in Folge Nicht-Einhaltung der Euro-Normen)

**Globale Schätzung** (Anenberg et al, Nature 2017)

**PM<sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )**



**ca. 1% aller luftverschmutzungsbedingten vorzeitigen Todesfälle und Krankheiten können dem Betrug angelastet werden**

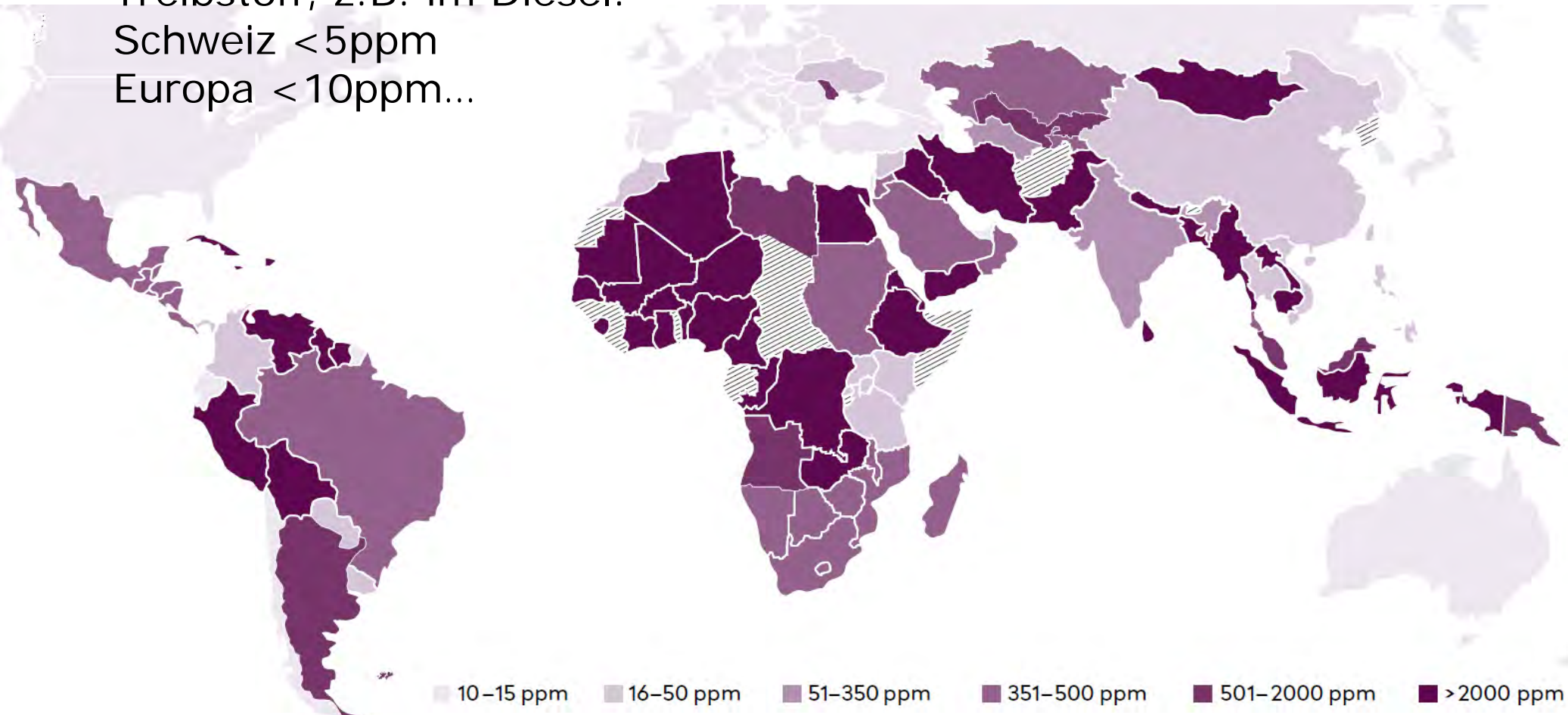




- Der Schwefelgehalt im Treibstoff determiniert in hohem Masse die Abgasqualität (Emissionen) und somit die Luftverschmutzung und deren gesundheitlichen Folgen
- Regierungen legen Standards fest für Schwefelgehalt im Treibstoff, z.B. im Diesel:

Schweiz <5ppm

Europa <10ppm...



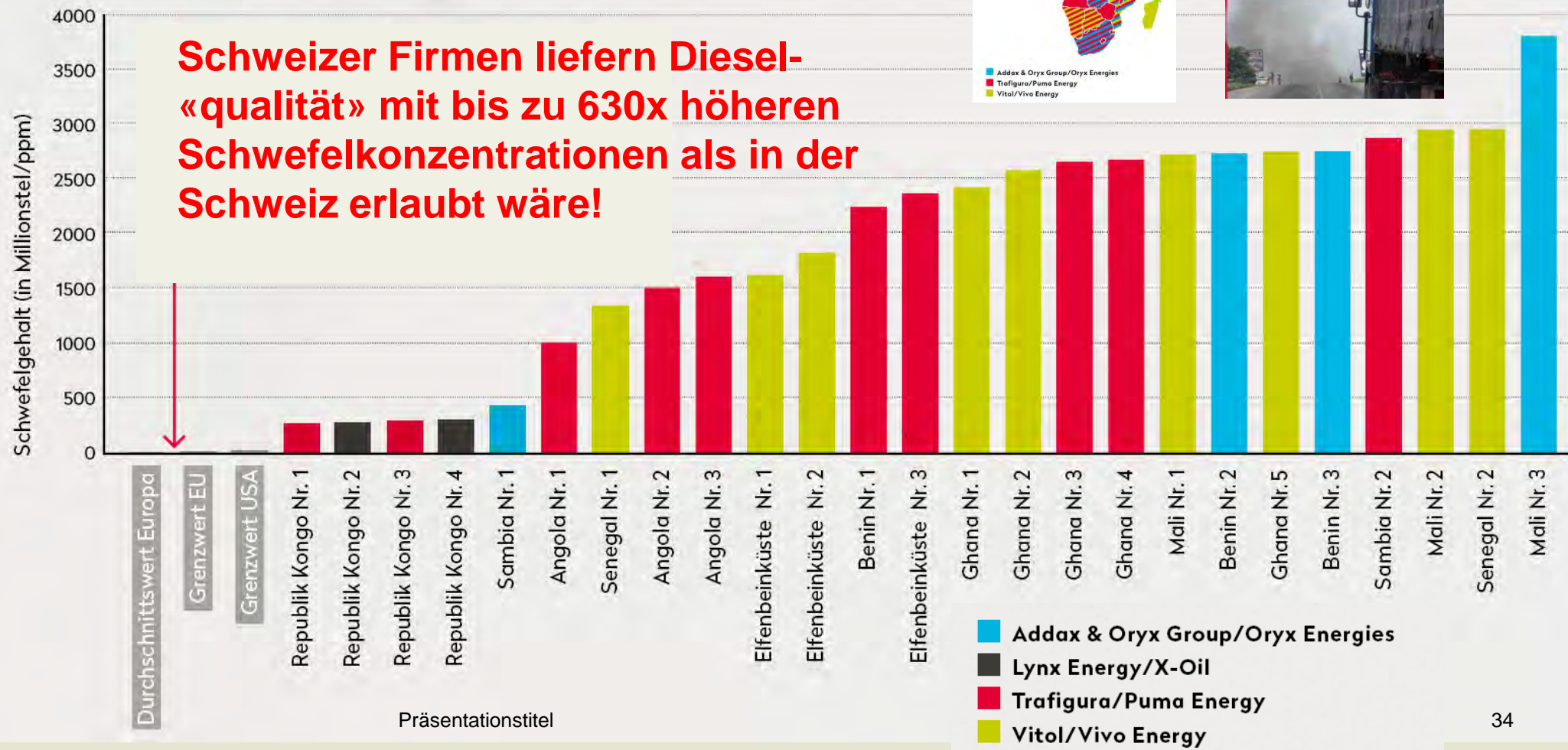
→ Schweizer Rohstofffirmen liefern die «dreckigst-mögliche» Qualität nach Afrika  
 Siehe online [Bericht von PublicEye](#)

«Schweizer» Tankstellen in Afrika



Schwefelgehalt in Dieselproben nach Land und Firma

**Schweizer Firmen liefern Diesel-  
 «qualität» mit bis zu 630x höheren  
 Schwefelkonzentrationen als in der  
 Schweiz erlaubt wäre!**



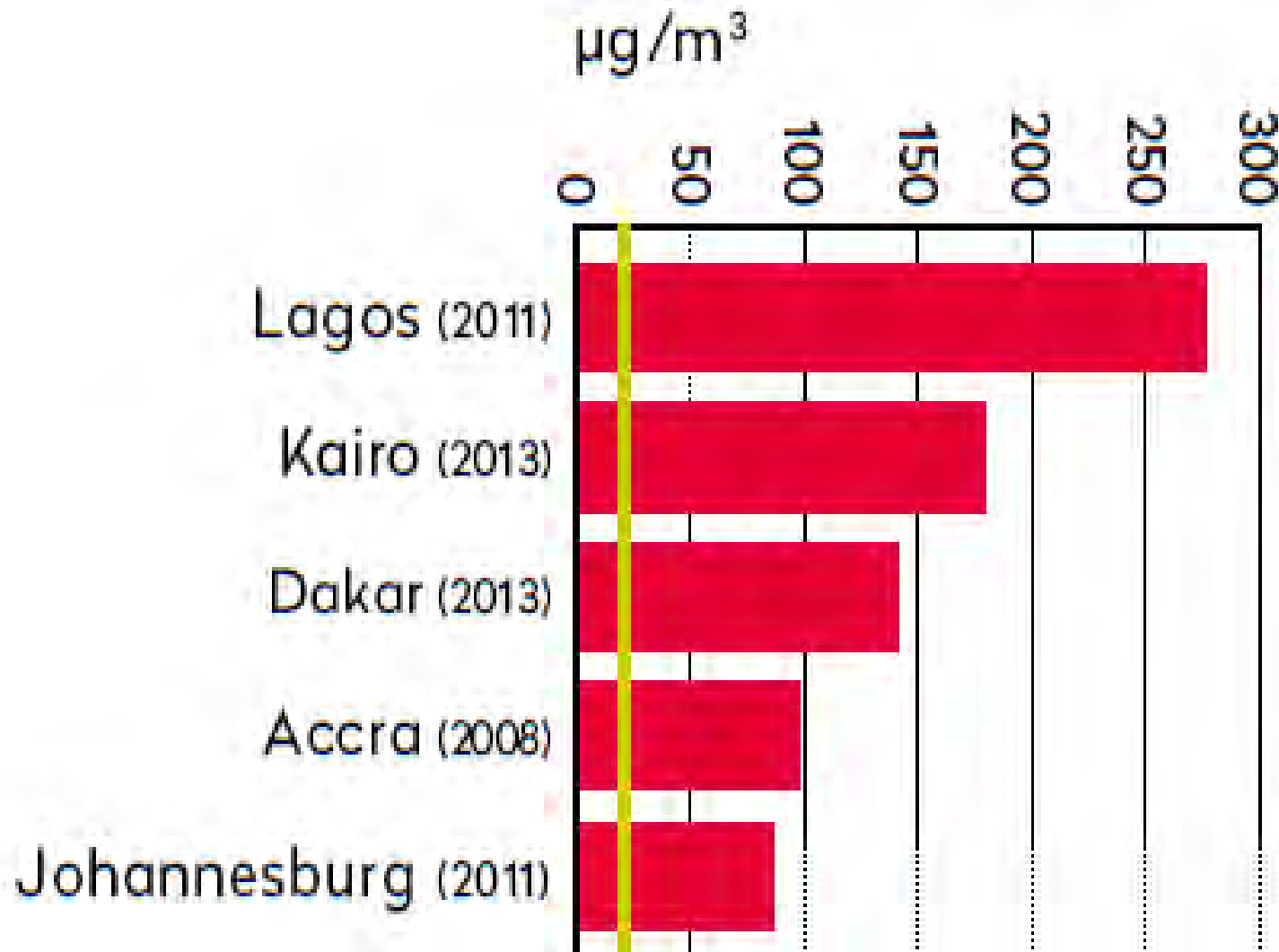
# Schweizer Firmen verursachen extreme Schadstoffbelastungen in Afrika's Städten

Swiss TPH



PublicEye: Dirty Diesel, 2016

## Feinstaub (PM10) Jahresmittelwerte



# Globalisierung der gesetzlichen Emissions- und Immissions-Vorgaben sind zwingend

(Emissions- und Immissionsgrenzwerte; beste verfügbare Technologie) – z.B. via

Swiss TPH



Konzern-  
verantwortungs-  
initiative

NEUIGKEITEN

VERANSTALTUNGEN

SPENDEN

DOWNLOADS

KONTAKT

DE FR IT EN

DIE INITIATIVE

TRÄGERSCHAFT

KOMITEE UND UNTERSTÜTZENDE

MEDIEN

MITMACHEN

Konzernverantwortungs-  
initiative: Zum Schutz  
von Mensch und Umwelt

Jetzt spenden



Konzern-  
verantwortungs-  
initiative



- Luftverschmutzung verursacht Krankheit und vorzeitigen Tod
- Luftverschmutzung ist vermeidbar
- Gesetzliche Vorgaben zur Luftreinhaltung sind zwingend
- Übertragung von USG auf Luftreinhalteverordnung stellt neue Herausforderungen
- Globalisierung der Luftreinhaltepolitik ist zwingend zur Minderung der extremen Ungleichheit und gegenläufigen Trends



**DANKE !**

**[Nino.Kuenzli@SwissTPH.ch](mailto:Nino.Kuenzli@SwissTPH.ch)**

**Erschienen 2012 als PDF in mehreren Sprachen auf <https://www.swisstph.ch/de/projects/ludok/aktuelle-berichte/allg-uebersichtsberichte/>**