

# **Immissionsmessungen in der Schweiz Erfolge und Herausforderungen aus der Sicht eines NABEL-Veteranen**

**Robert Gehrig**

**Generalversammlung Cercl'Air vom 16. Mai 2014 in Schwyz**

# Inhalt

- **Historischer Blick auf die Anfänge des NABEL**
- **35 Jahre NABEL dokumentieren Erfolge und verbleibende Herausforderungen der Luftreinhaltung in der Schweiz**
- **Schadstoffe ohne LRV-Grenzwerte (Ozonloch, Klima, Ferntransport)**
- **Der neue Feinstaubbericht der EKL - Was kommt auf die Messnetze zu?**



Eidgenössisches Amt für Umweltschutz  
Office fédéral de la protection de l'environnement  
Ufficio federale per la protezione dell'ambiente

22. Juni 1978 BF

I 11.2

Eidg. Materialprüfungs-  
und Versuchsanstalt  
Ueberlandstrasse 129

8600 Dübendorf

Ihr Zeichen  
V. signe / V. rif.

Ihre Nachricht vom  
V. corresp. du / V. corrisp. de

Unser Zeichen  
N. signe / N. rif.

3003 Bern ,

GL/so

21. Juni 1978

Gegenstand  
Objet / Oggetto

Projekt NABEL - Auftragsbestätigung

Sehr geehrte Herren,

Wie Sie wissen, haben die zuständigen Gremien den finanziellen Rahmen für die Realisierung des Projektes NABEL grundsätzlich genehmigt. Der Aufbau und die Inbetriebnahme dieses "Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe" wird sich über die Jahre 1978, 1979 und voraussichtlich auch 1980 erstrecken. Ein wesentlicher Anteil dieser Arbeiten wird, wie besprochen, durch die EMPA (Abteilung 134) zu erfüllen sein.

Der guten Ordnung halber gestatten wir uns, Ihnen formell den Auftrag zu erteilen, die der EMPA zufallenden Arbeiten zur Realisierung des Projektes NABEL durchzuführen. Es betrifft dies insbesondere die Evaluation und die Beschaffung der einzelnen Komponenten dieses Beobachtungsnetzes sowie die Inbetriebnahme der Messstationen.

Allfällige Detailfragen technischer oder administrativer Art werden wie bisher im Rahmen der Arbeitsgruppe NABEL oder im direkten Kontakt mit unserem Amt bereinigt werden.

Für Ihre wertvolle Mitarbeit möchten wir Ihnen schon jetzt bestens danken.

Mit freundlichen Grüssen

Eidg. Amt für Umweltschutz  
Der stellvertretende Direktor

*B. Böhlen*

B. Böhlen

# Gesetzliche Grundlage NABEL

## Luftreinhalte-Verordnung (LRV, Dez. 1985)

### **Art. 39** Erhebungen über die Luftverunreinigung

<sup>1</sup> Die Erhebungen über den Stand und die Entwicklung der Luftverunreinigung im gesamtschweizerischen Rahmen werden vom BAFU durchgeführt.

<sup>2</sup> Die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt in Dübendorf betreibt im Auftrag des BAFU das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL).

# NABEL-Messprogramm Ende 1979

NABEL: Ausbaustand Ende 1979

		Dübendorf	Zürich	Basel	Sion	Payerne	Lugano	Tänikon	Jungfraujoch
Schwebstaub:	HIVOL	x	o	o	o	x	o	o	x
	Sigrist	x	o	x	x	x	o	o	x
	Rauch	x	o	x	x	x	o	x	x
	β-Meter	x							
Schwefeldioxid:	Gesamtschwefel					x			x
	kontinuierlich	x	o	x	x	x	o		
	Tageswerte	x	o	x	x	x	o	x	x
Stickoxide:	kontinuierlich	x	o	x	x				
Kohlenmonoxid:	kontinuierlich		o	o					
Kohlendioxid:	kontinuierlich								o
Staubniederschlag:	Bergerhoff-T.	o	o	o	o	o	o	o	
Regen:	Tagesproben					o			
	Monatsproben	o	o						

Erklärung: x in Betrieb

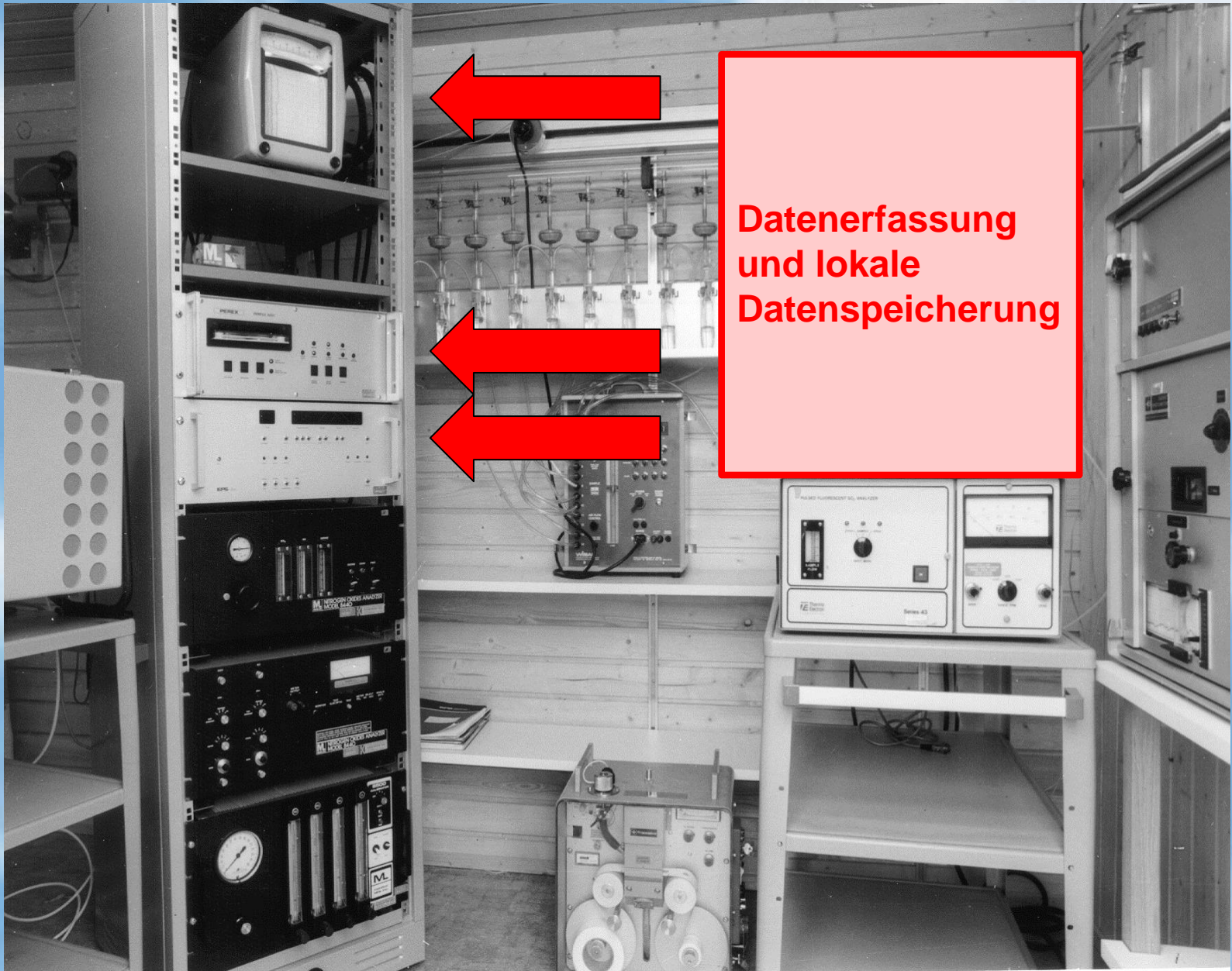
o vorgesehen





**NABEL-Station Dübendorf 1978**





**Datenerfassung  
und lokale  
Datenspeicherung**

**NABEL-Station Dübendorf 1978**



**Vor 30 Jahren:**  
EPS-“Datenkofferchen“  
128 kB Fr. 8'000.-

**Heute:**  
USB-Stick  
64 GB: Fr. 39.-

**Preisverhältnis pro MB:**  
 $1 : 1.03 \cdot 10^8$



# Luftverschmutzung kaum mehr tragbar

F. B. BERN – Autos verschmutzen die Luft, das wusste man zwar schon lange, doch jetzt ist es amtlich, dank der Messstation des neuen Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL).

Erstes alarmierendes Ergebnis dieser Messungen: In Dübendorf wird der Grenzwert für Stickstoffdioxid überschritten, in der Stadt Zürich hat man den Grenzwert erreicht. Stickstoffdioxid (= NO<sub>2</sub> ist ein ätzendes Gift der Autoabgase, das beim Atmen in die feinsten Verästelungen der Lunge dringt). Chronische Bronchitis, aber auch ein Lungenebphysem (Luftansammlung im Gewebe) können die Folge sein.

Pro Jahr registriert man bei uns nicht weniger als etwa 30 bis 40 000 neue Fälle von chronischer Bronchitis. Wie viele davon wirklich auf das Konto NO<sub>2</sub> gehen, ist noch nicht

klar, doch Fachleute sind von dessen schädlicher Wirkung überzeugt.

«Stickoxide sind hundertmal giftiger als Kohlenmonoxid (CO)», meinte ein Mitarbeiter des Bundesamtes für Umweltschutz (BUS). Sie haben so stark zugenommen, weil die Autofabrikanten sich auf die Reduktion des CO in den Abgasen konzentrierten. Dabei nahmen sie eine Erhöhung des NO<sub>2</sub>-Ausstosses in Kauf.

In den USA hatte man diesen Zusammenhang schon lange gemerkt. Dort sind seit 1977 strengere Vorschriften in Kraft. In der Schweiz hingegen kommen die schärferen Bestimmungen erst für die Modelle des Jahrgangs 1987, aus Rücksicht gegenüber den Autofabrikanten.

«Wir verlangen das gleiche wie die USA, nur zehn Jahre später, dies, obwohl auch europäische Firmen



## ● Muss man in Zukunft so spazieren gehen?

schon heute durchaus in der Lage sind, ihre für die USA bestimmten Wagen gemäss den strengen Vorschriften zu bauen», meinte enttäuscht der Mitarbeiter des BUS.

Neben den Stickoxiden werden in den Messstationen auch noch Staub, Schwefeldioxid (Ölhei-

zungen), Kohlenmonoxid (CO), Ozon und der Regen erfasst. Ausser in Zürich und Dübendorf gibt es Stationen des NABEL-Netzes in Basel, Sitten, Payerne, Lugano, Tänikon und auf dem Jungfrauoch. Auf dem Jungfrauoch ist die Luft nach den bisherigen Messungen noch rein.



# NABEL: Repräsentative Standorte



- Stadtzentrum stark verkehrsbelastet
- Stadtzentrum wenig verkehrsbelastet
- Ländlich, an Autobahn
- Stadtrand
- Ländlich < 1000 m ü. M.
- Ländlich > 1000 m ü. M.
- Wald
- Hochgebirge



# Inhalt

- **Historischer Blick auf die Anfänge des NABEL**
- **35 Jahre NABEL dokumentieren Erfolge und verbleibende Herausforderungen der Luftreinhaltung in der Schweiz**
- **Schadstoffe ohne LRV-Grenzwerte (Ozonloch, Klima, Ferntransport)**
- **Der neue Feinstaubbericht der EKL - Was kommt auf die Messnetze zu?**





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL

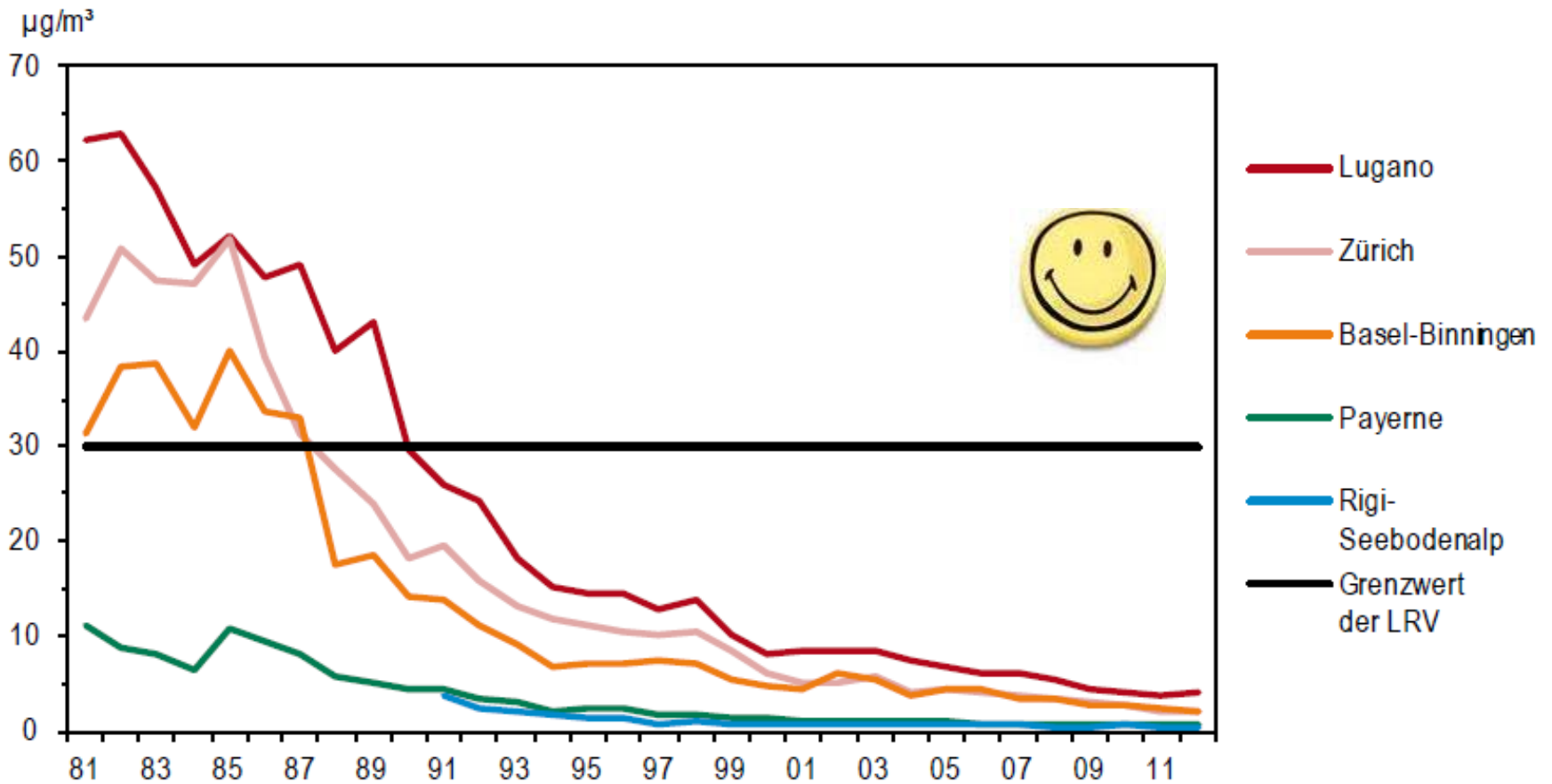
## 25 Jahre Luftreinhalteung auf der Basis des Umweltschutzgesetzes

Thesen und Empfehlungen

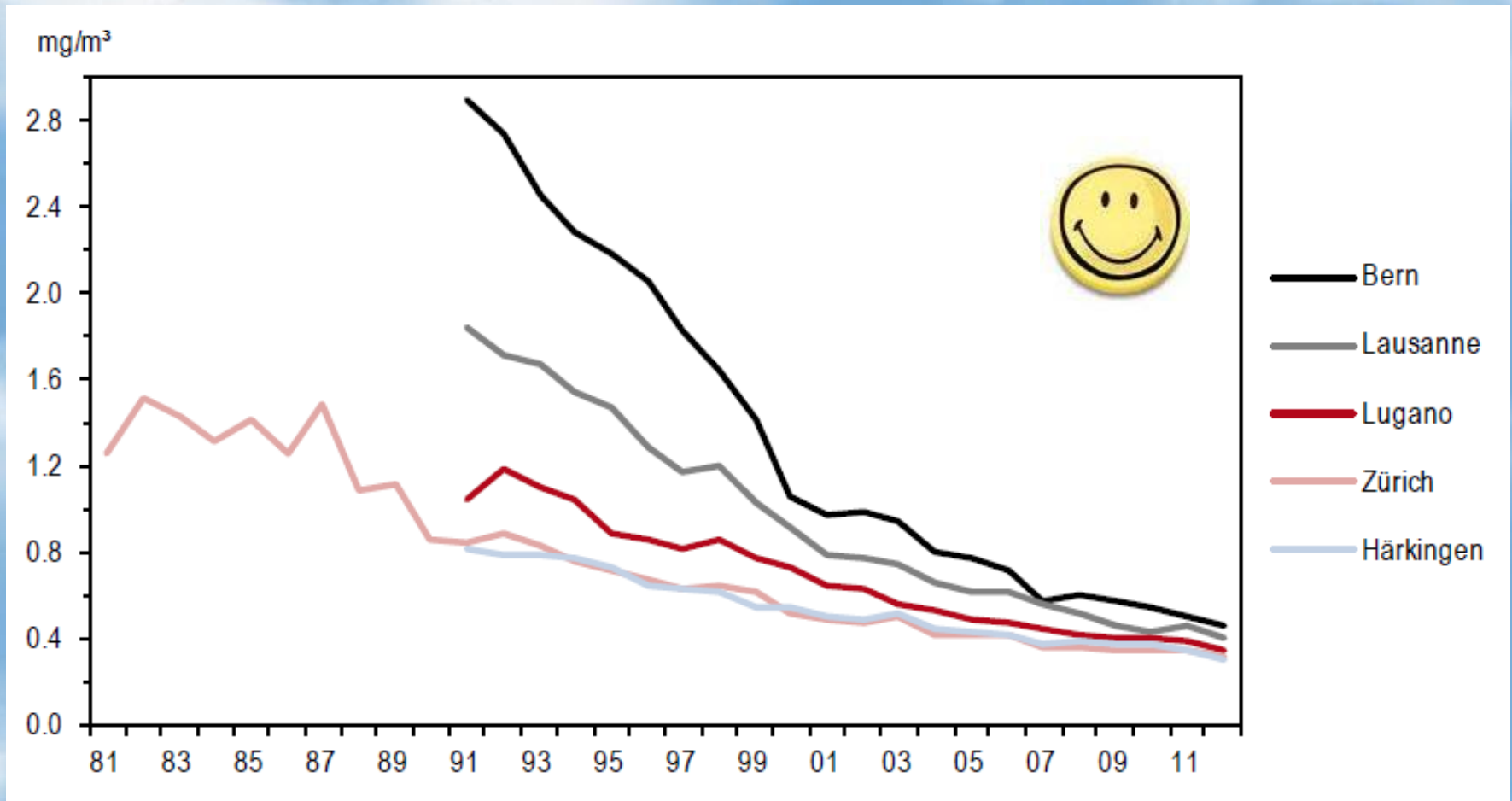


[www.ekl.admin.ch](http://www.ekl.admin.ch)

# Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

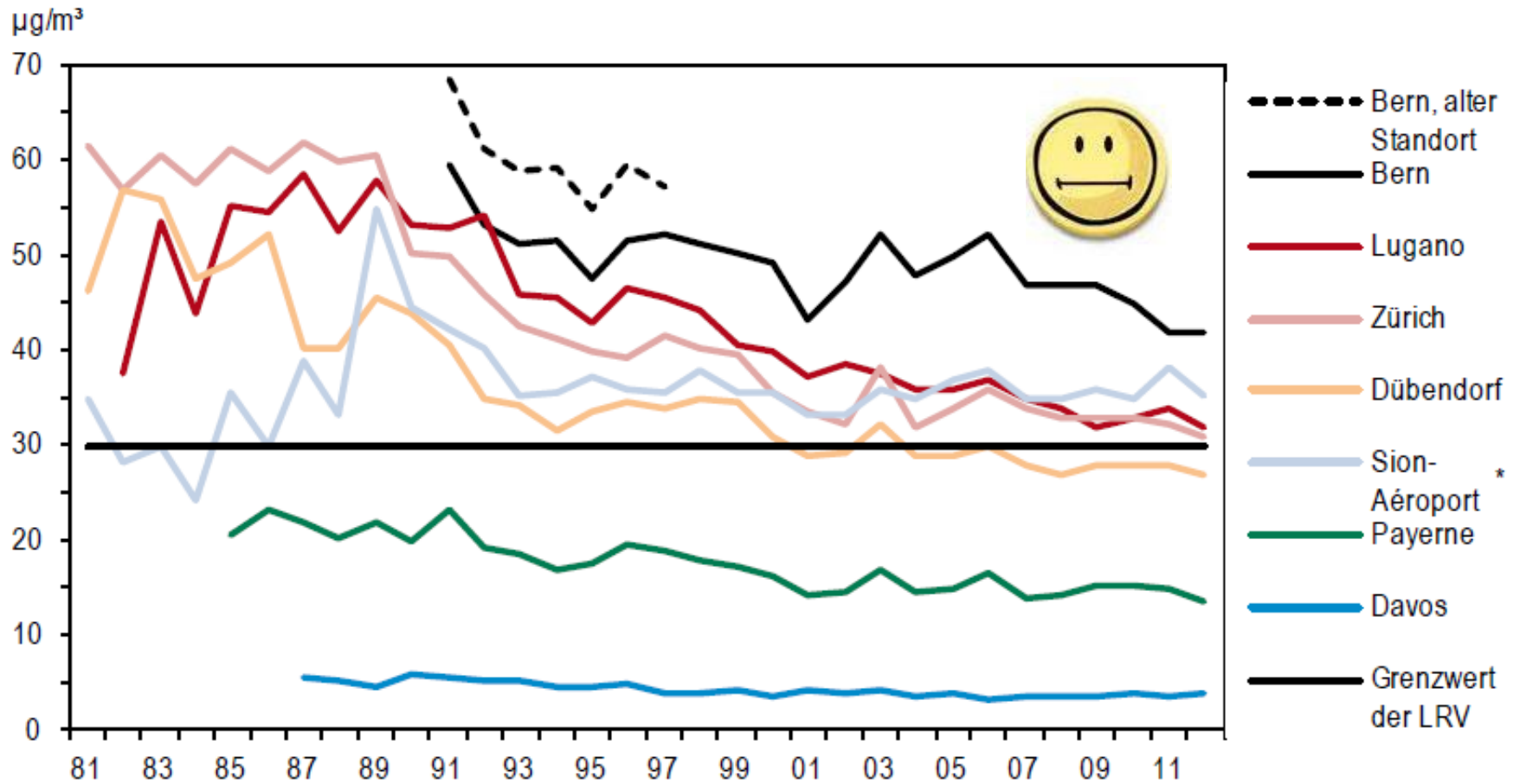


# Kohlenmonoxid (CO)

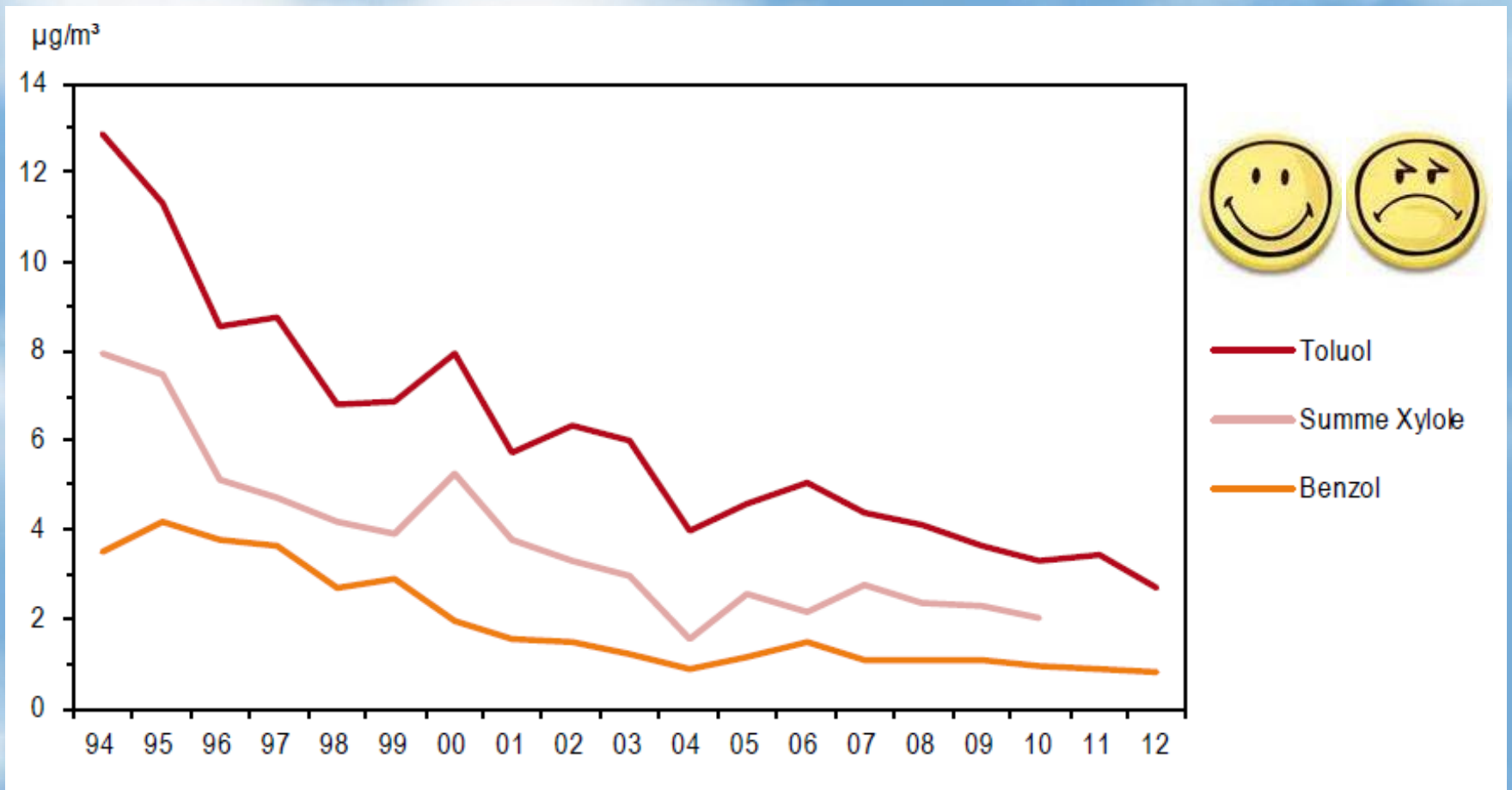




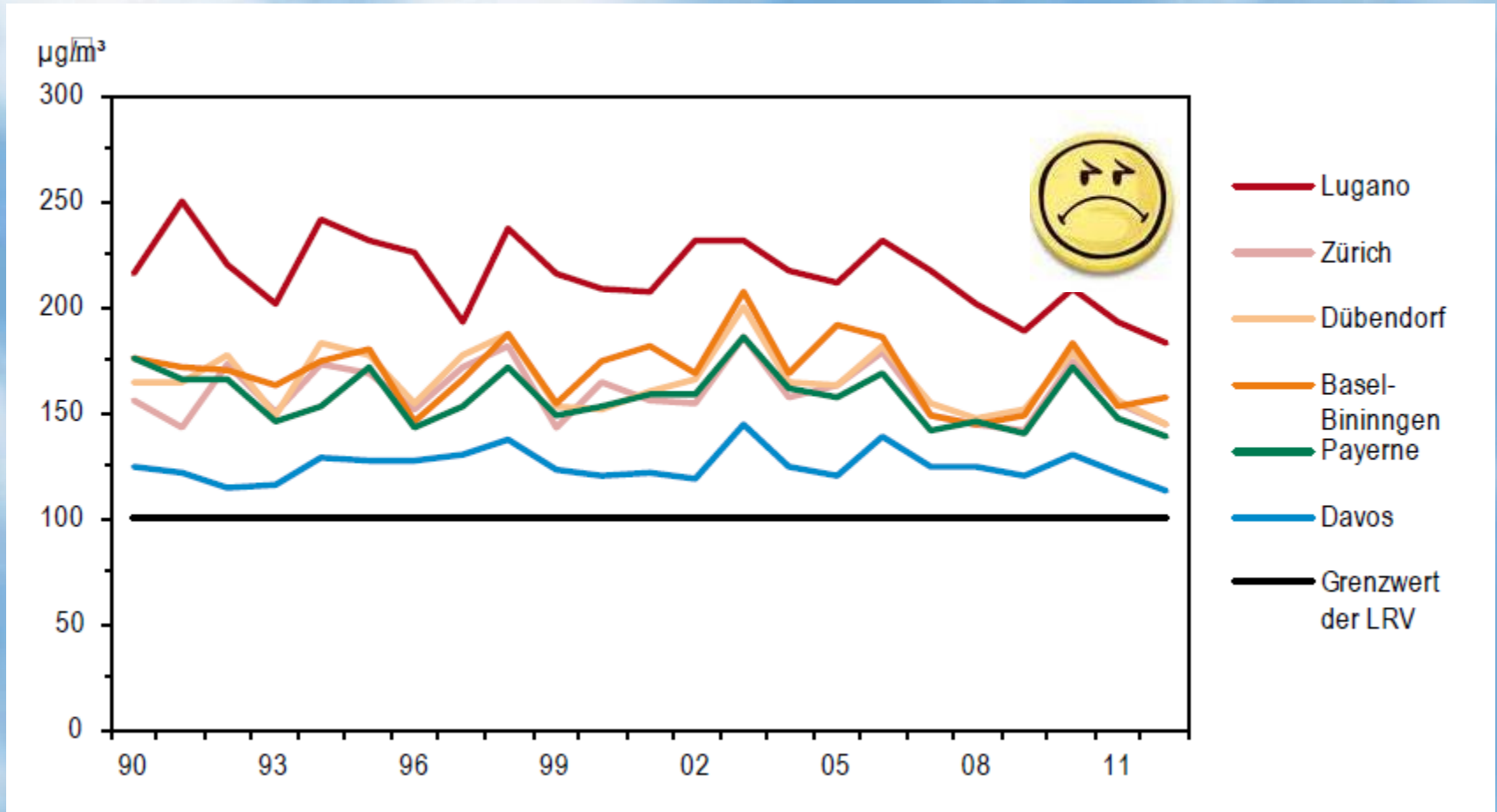
# Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)



# Benzol, Toluol, Xylol (BTX) in Dübendorf



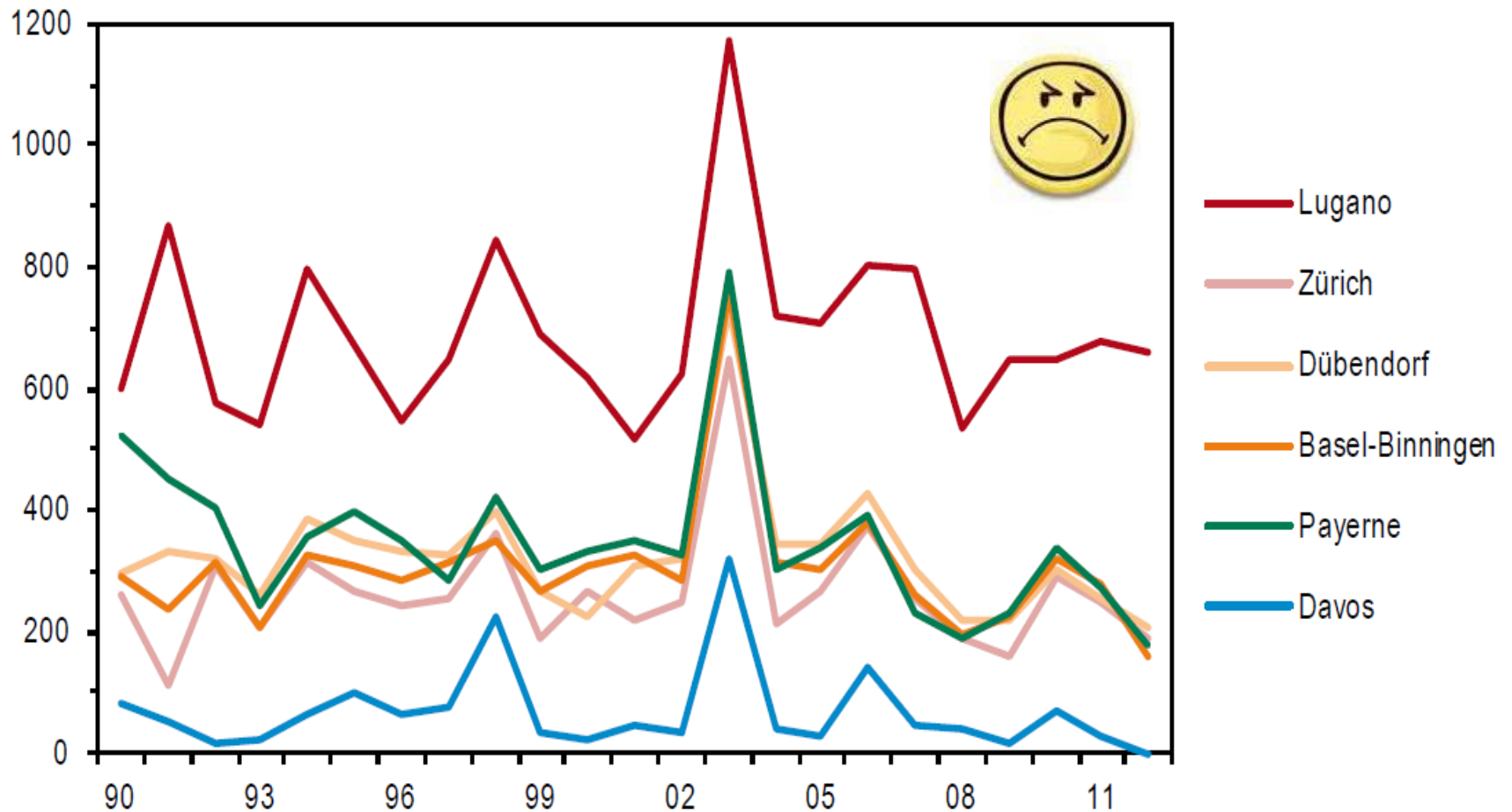
# Ozon (O<sub>3</sub>); 98%-Werte des ozonreichsten Sommermonats



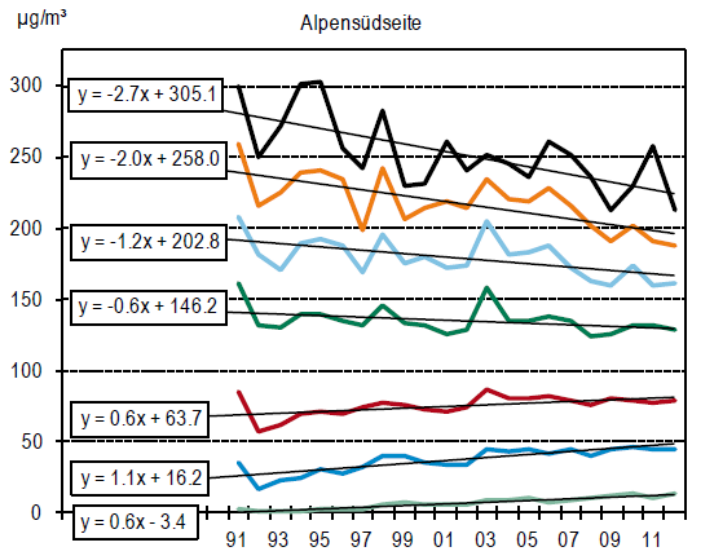
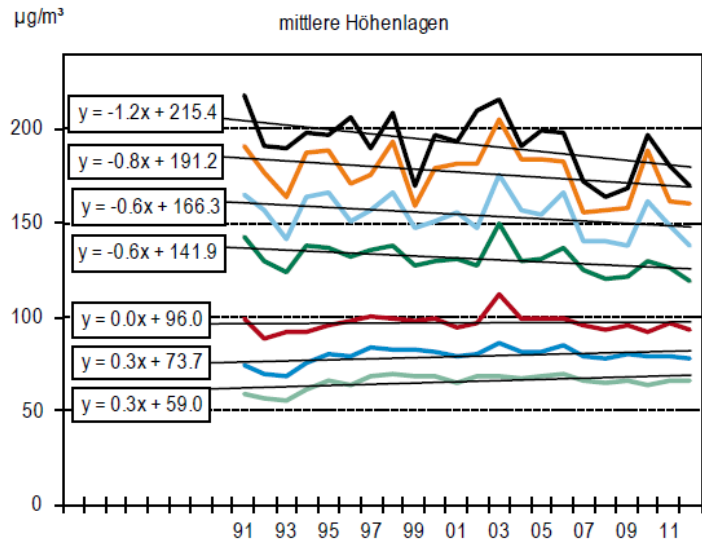
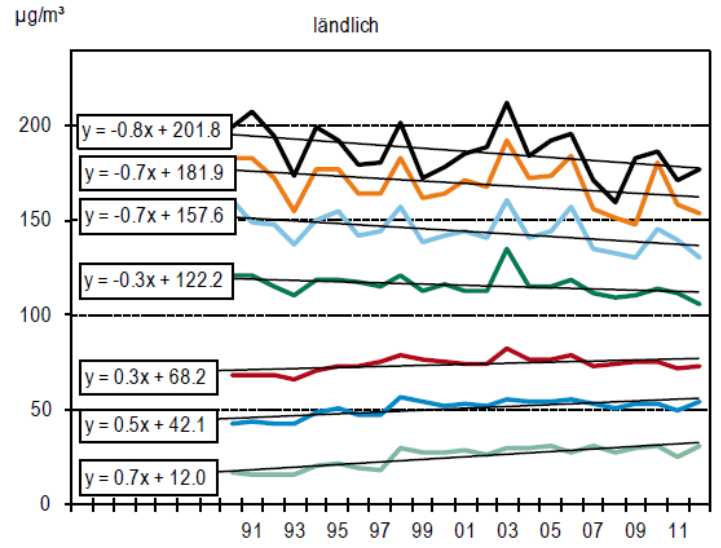
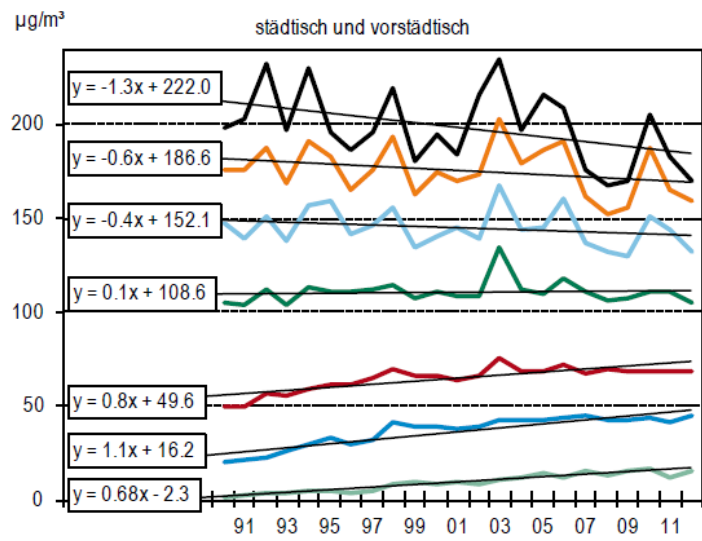


# Ozon: Überschreitungen des 1h-IGW ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Stunden pro Jahr

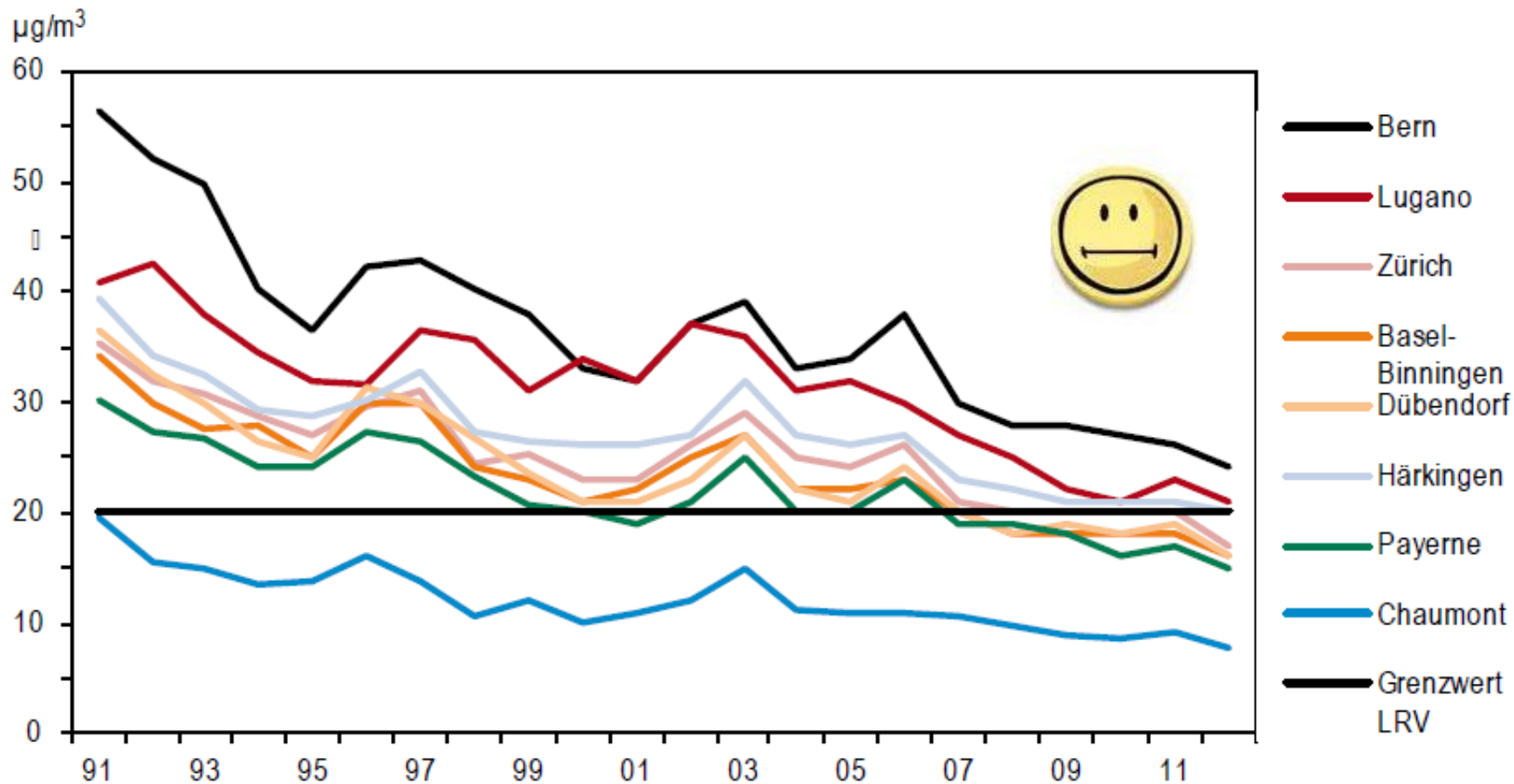


# Ozontrends



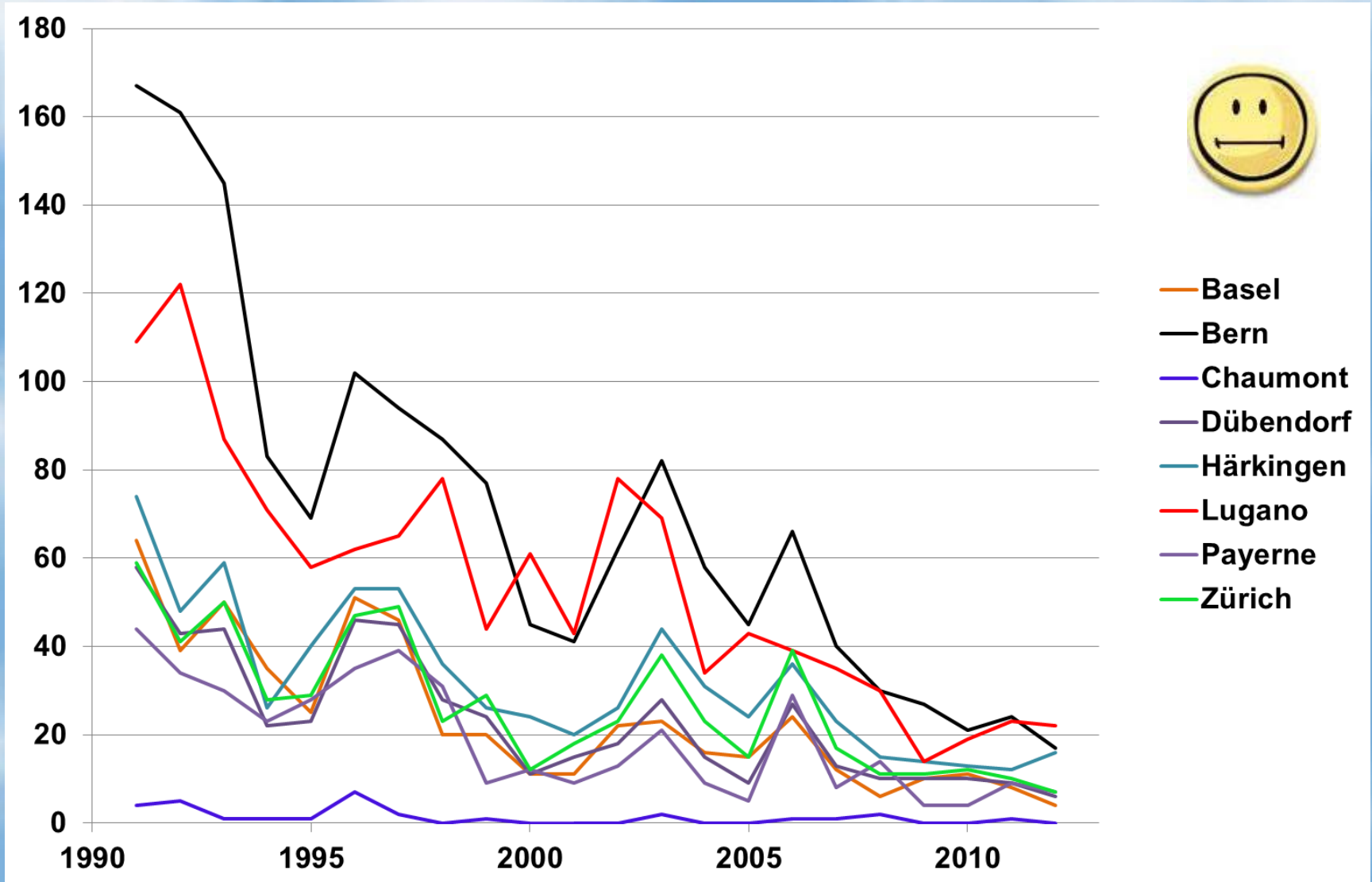
— max. 1h-Wert   
 — 99.9%-Wert   
 — 99%-Wert   
 — 95%-Wert   
 — 75%-Wert   
 — Median   
 — 25%-Wert

# Feinstaub PM10





# Feinstaub PM10 (Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

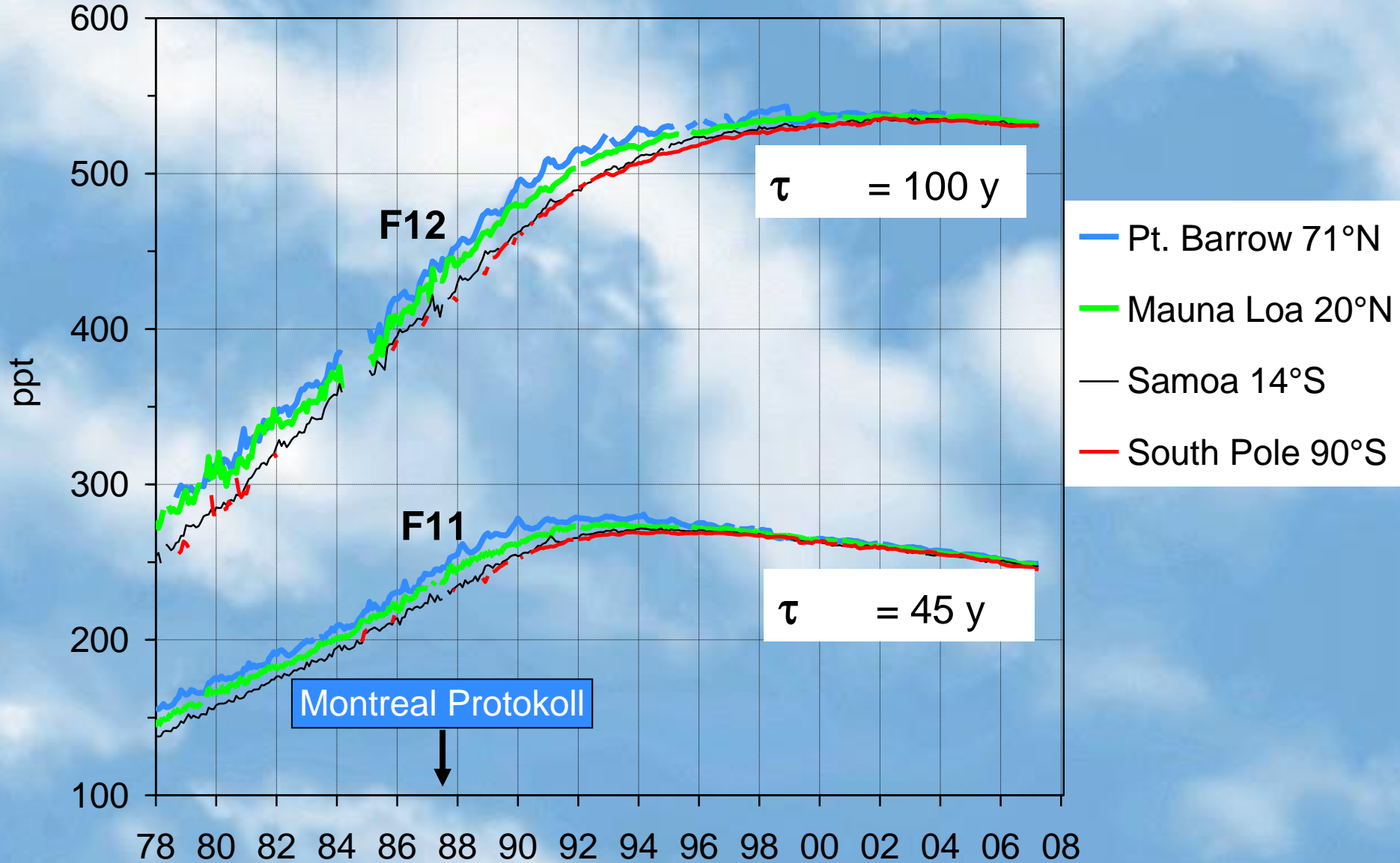


- Basel
- Bern
- Chaumont
- Dübendorf
- Härkingen
- Lugano
- Payerne
- Zürich

# Inhalt

- **Historischer Blick auf die Anfänge des NABEL**
- **35 Jahre NABEL dokumentieren Erfolge und verbleibende Herausforderungen der Luftreinhaltung in der Schweiz**
- **Schadstoffe ohne LRV-Grenzwerte (Ozonloch, Klima, Ferntransport)**
- **Der neue Feinstaubbericht der EKL - Was kommt auf die Messnetze zu?**

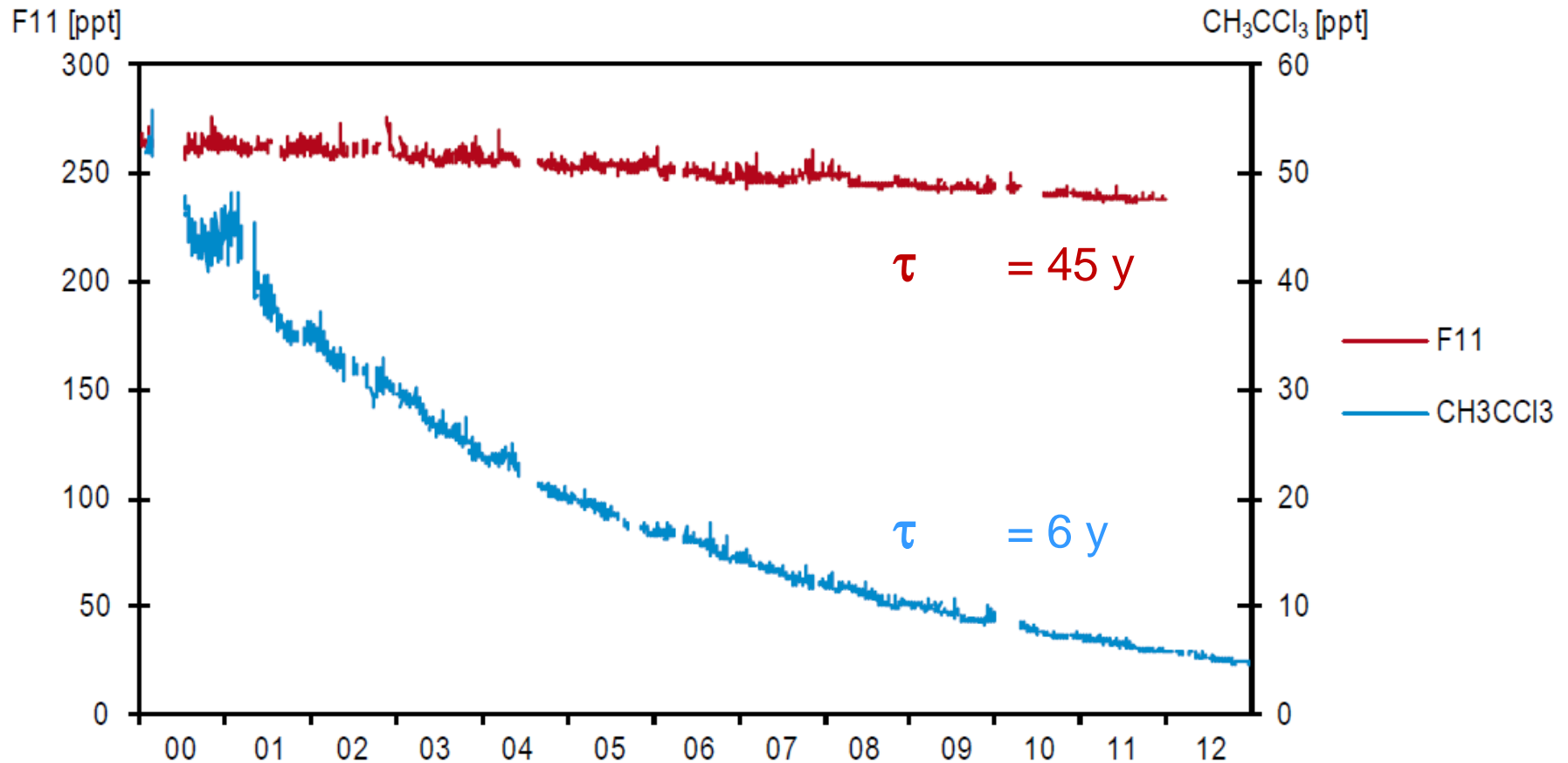
# Effekt des Montreal-Protokolls



Source: NOAA, CMDL, Boulder Co, USA

# Effekt des Montreal-Protokolls

## Messungen Jungfraujoch

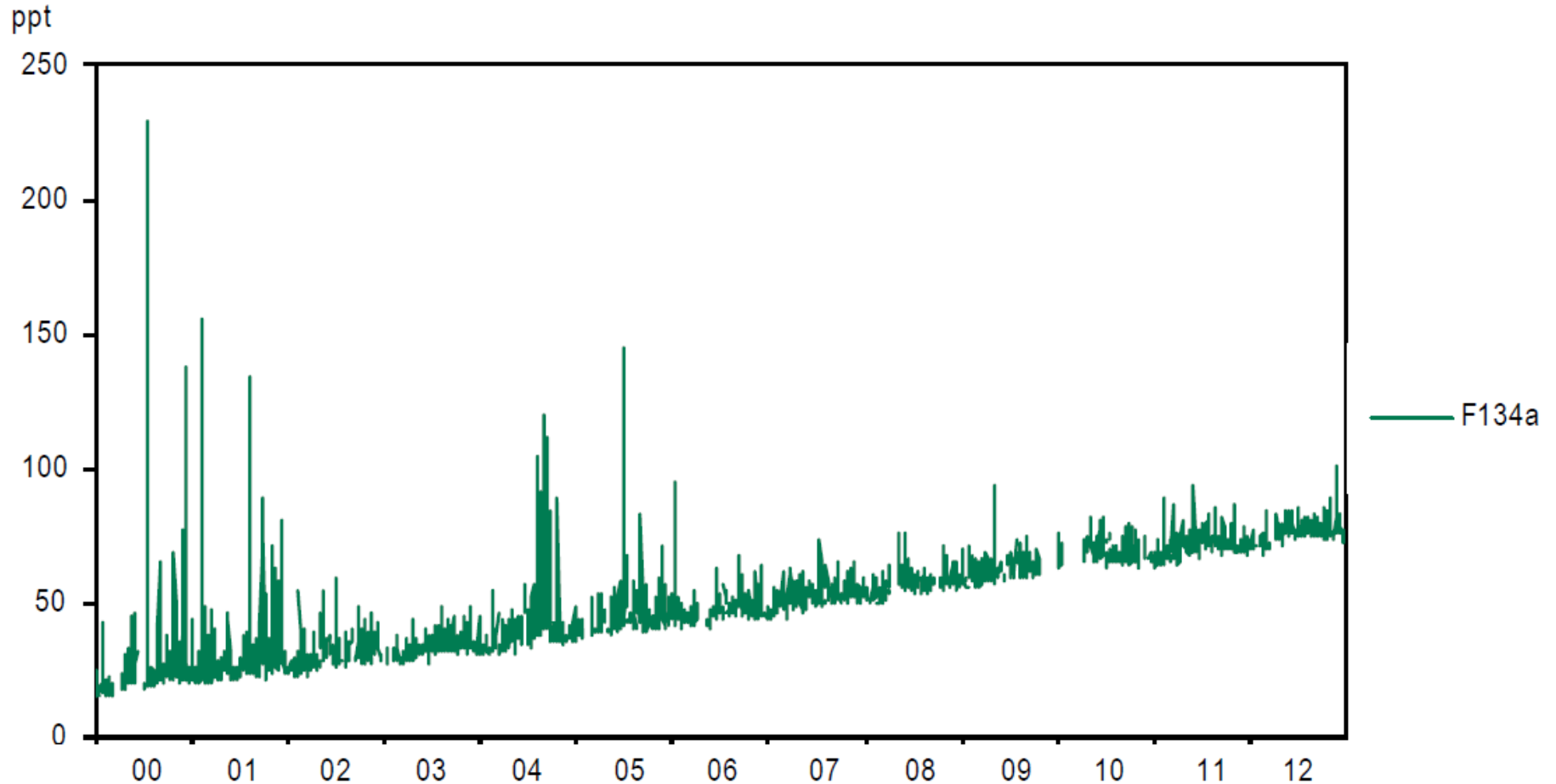


Quelle: S. Reimann, M. Vollmer, Empa



# Effekt des Montreal-Protokolls

## Messungen Jungfraujoch



Quelle: S. Reimann, M. Vollmer, Empa



# 1979: Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)

The aim of the Convention is to limit and, as far as possible, gradually reduce and prevent air pollution including long-range transboundary air pollution.

- Signed and ratified by 51 countries
- 8 Protocols on control and reduction of emissions

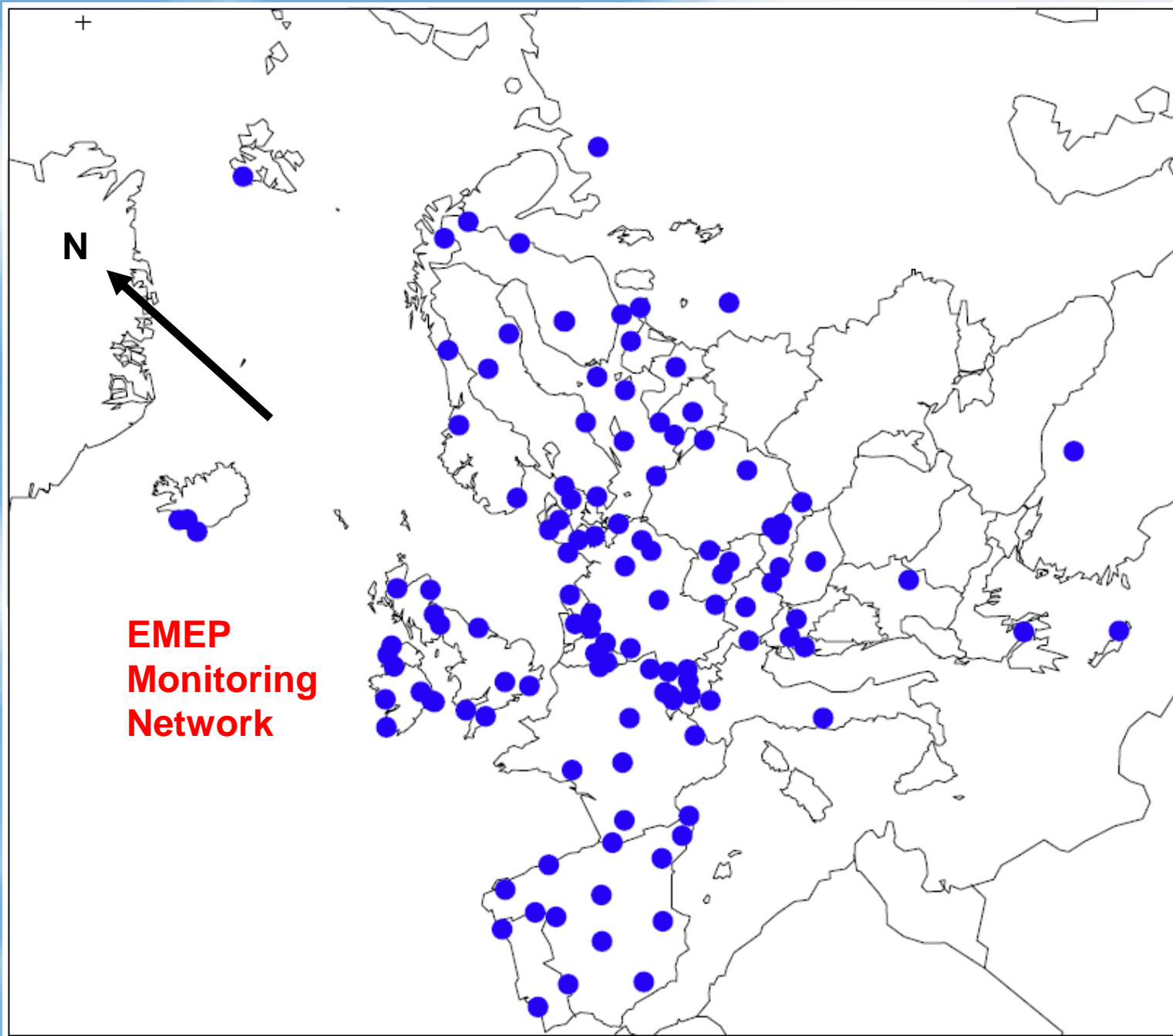
# Protocols to the Convention

1984	Protocol on Long-term <b>Financing</b> of the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP);
1985	Protocol on the <b>Reduction of Sulphur Emissions</b> or their Transboundary Fluxes by at least 30 per cent
1988	Protocol concerning the <b>Control of Nitrogen Oxides</b> or their Transboundary Fluxes
1991	Protocol concerning the Control of Emissions of <b>Volatile Organic Compounds</b> or their Transboundary Fluxes
1994	Protocol on <b>Further Reduction of Sulphur Emissions</b>
1998	Protocol on <b>Heavy Metals</b>
1998	Protocol on <b>Persistent Organic Pollutants (POPs)</b> ;
1999	Protocol to Abate <b>Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone</b> <b>"Gothenburg Protocol" (GP)</b>

# 3 Hauptelemente des EMEP

- **Sammeln der Emissionsdaten (Emission inventories)**
- **Modellieren des Transports und der Deposition der Schadstoffe**
- **Immissionsmessungen (Konzentrationen und Deposition) zur Validierung der Emissionsinventare und Transportmodelle**





# EMEP-Station Payerne





# EMEP-Station Rigi-Seebodenalp



S. Bugmann; Dez. 2009



# EMEP-Station Rigi-Seebodenalp



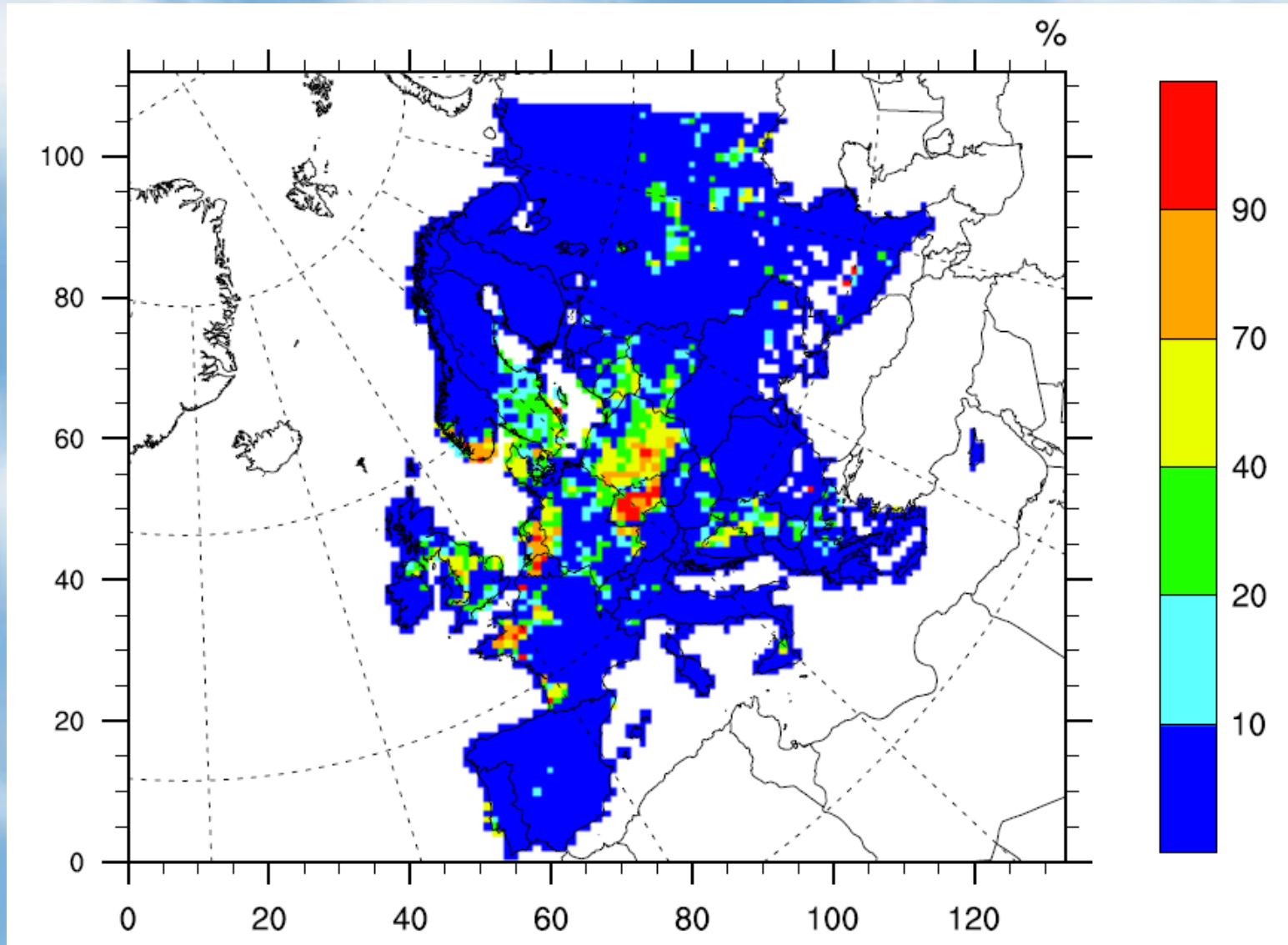
S. Bugmann; Dez. 2009



# Output des EMEP Modells

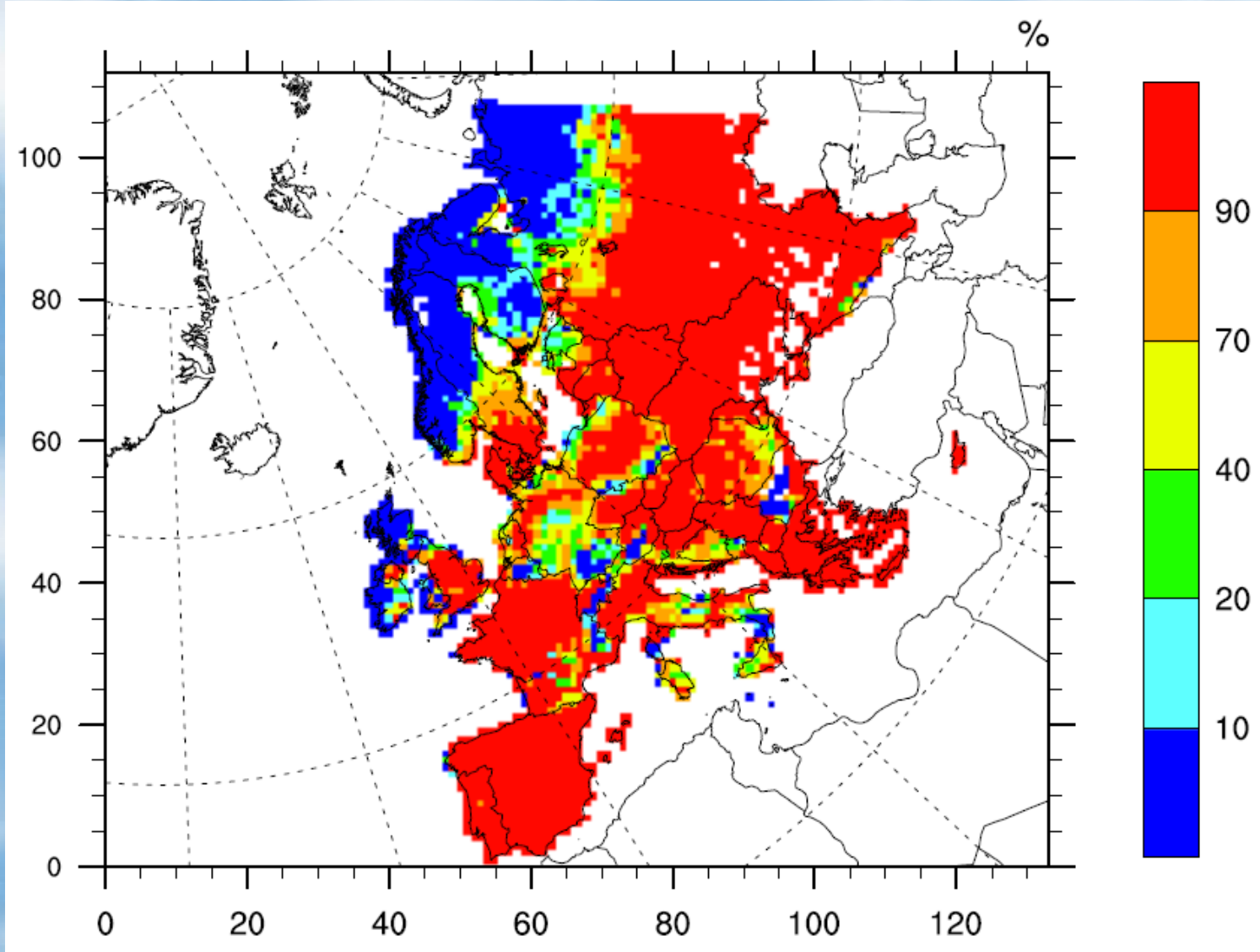
- **Verteilung der Schadstoffe über Europa (Konzentrationen und Deposition)**
- **Belastung der Ökosysteme in Europa (critical loads)**
- **Quellenzuordnung**
- **Nationale Beiträge zum Schadstoff-Ferntransport (blame matrix)**

# Areas with excessive acidification in Europe 2011 (%)



EMEP Status Report 1/2013

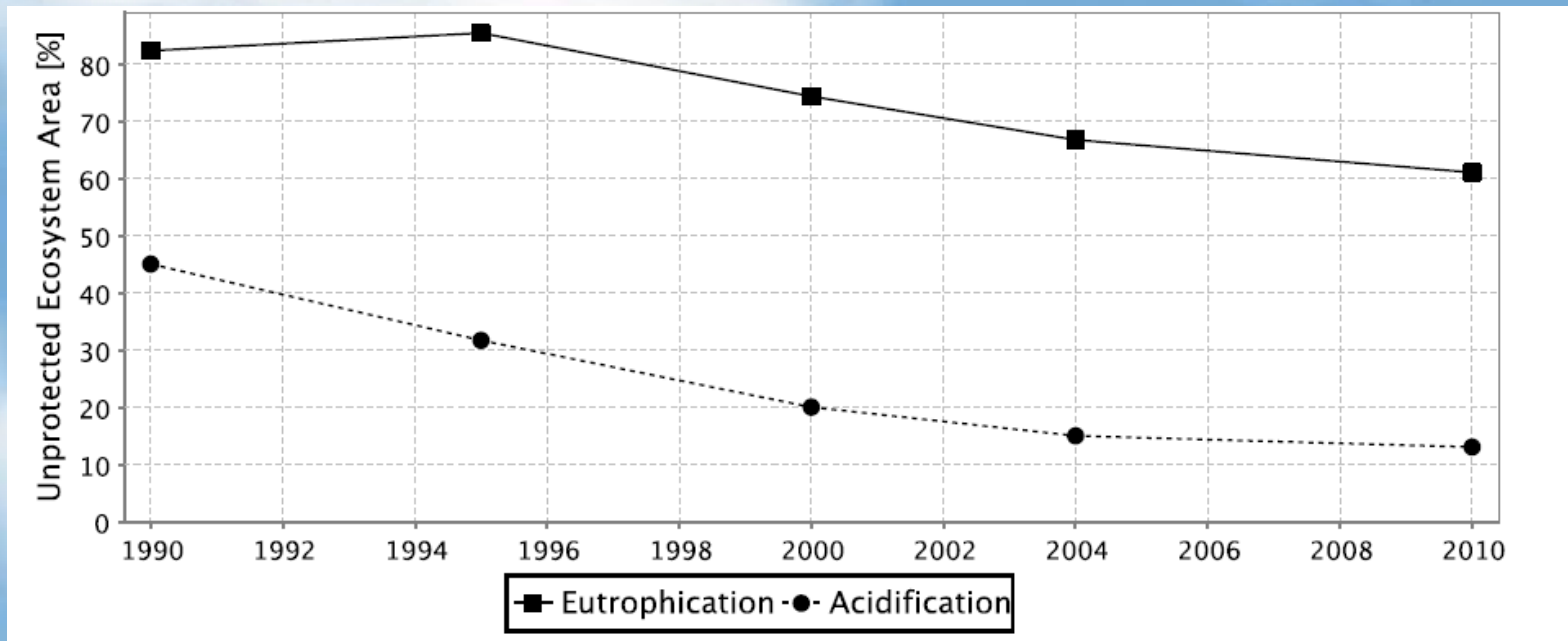
# Areas with excessive eutrophication in Europe 2011 (%)



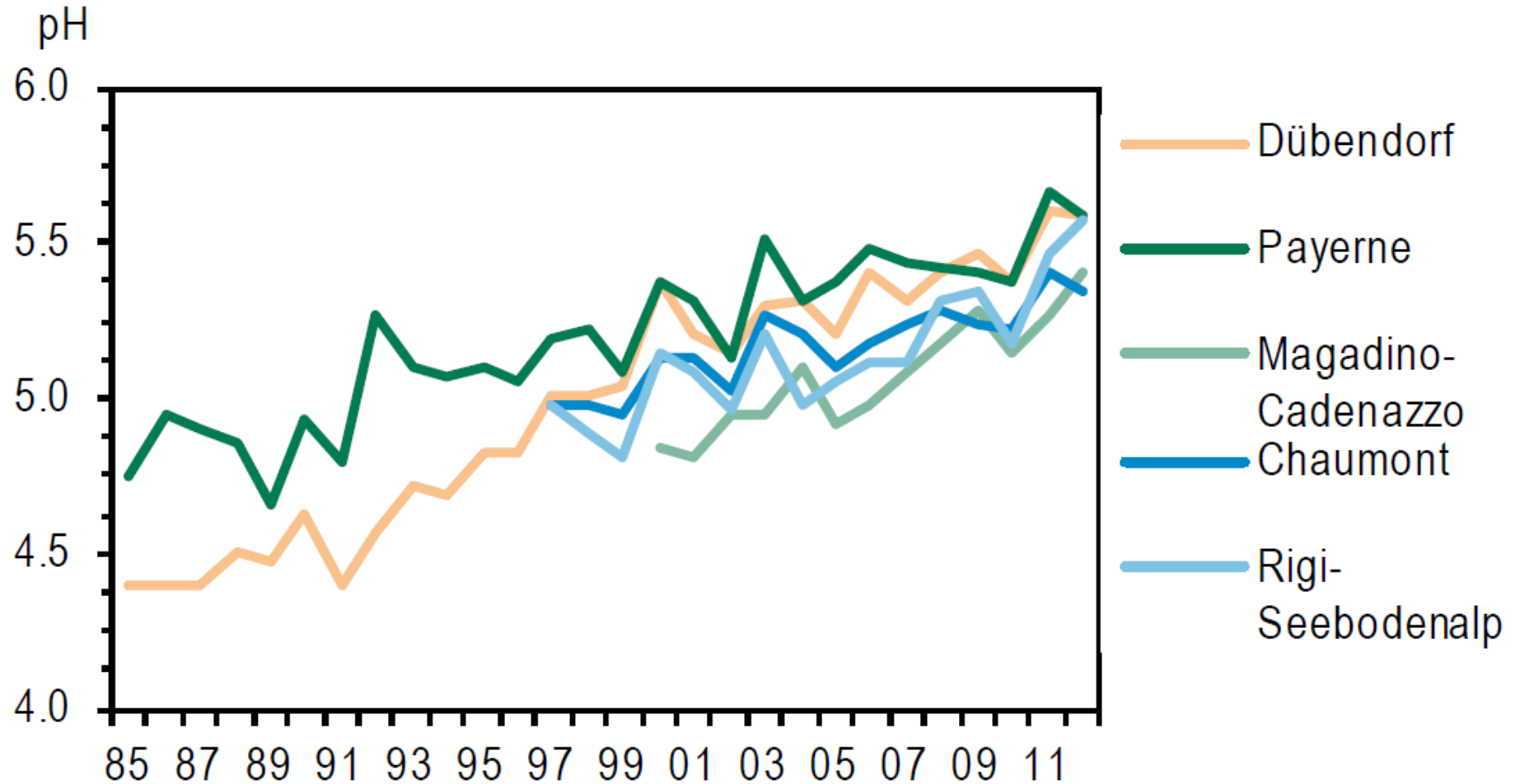
EMEP Status Report 1/2013



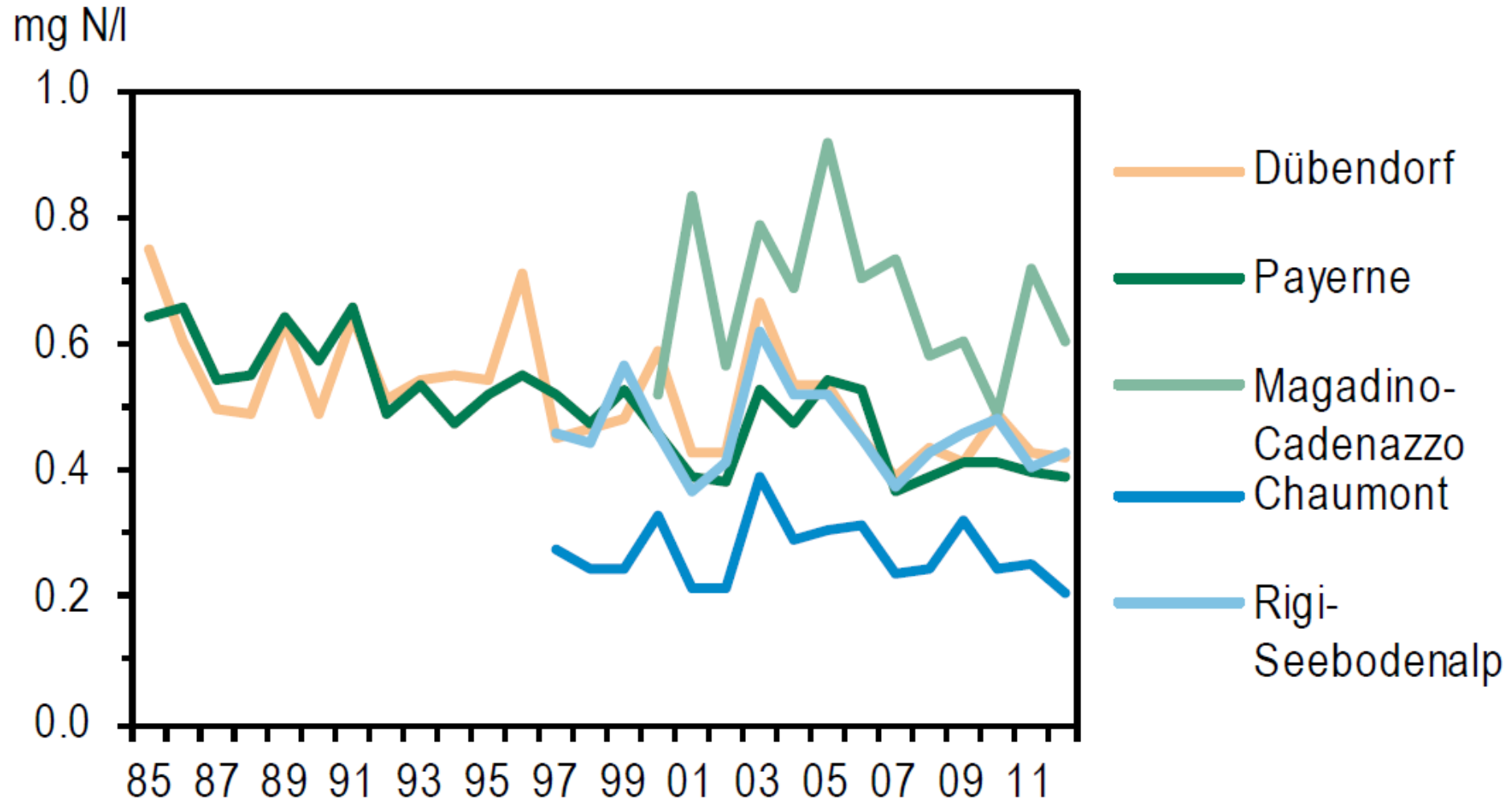
# Eutrophication and acidification in Switzerland



# pH-Wert des Regens in der Schweiz



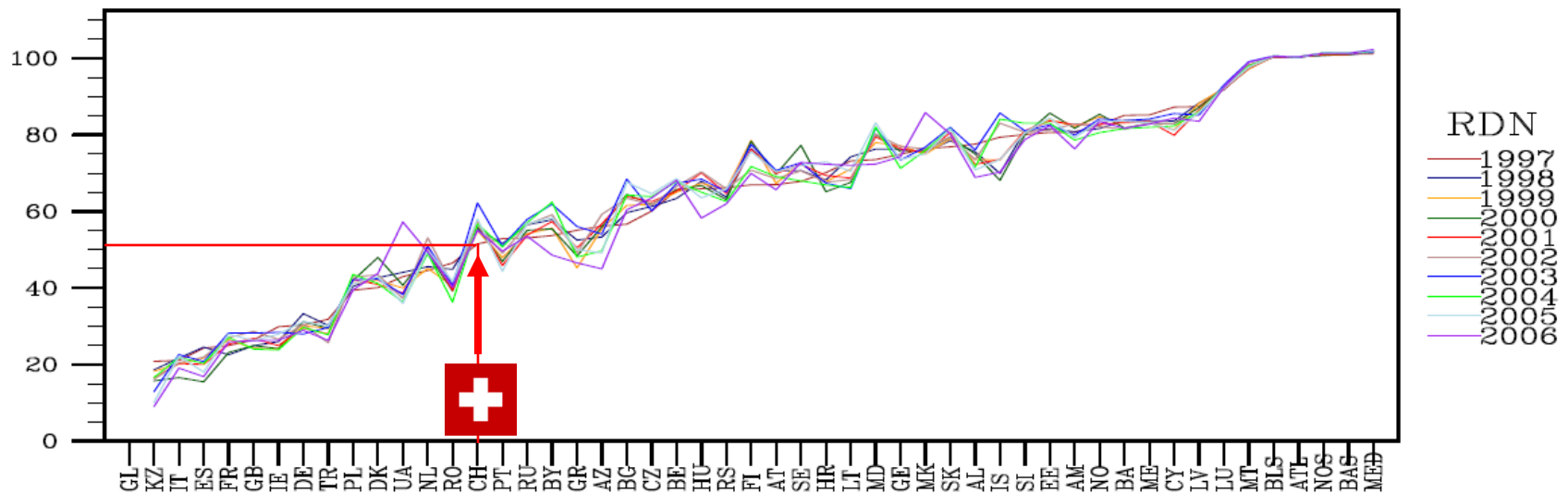
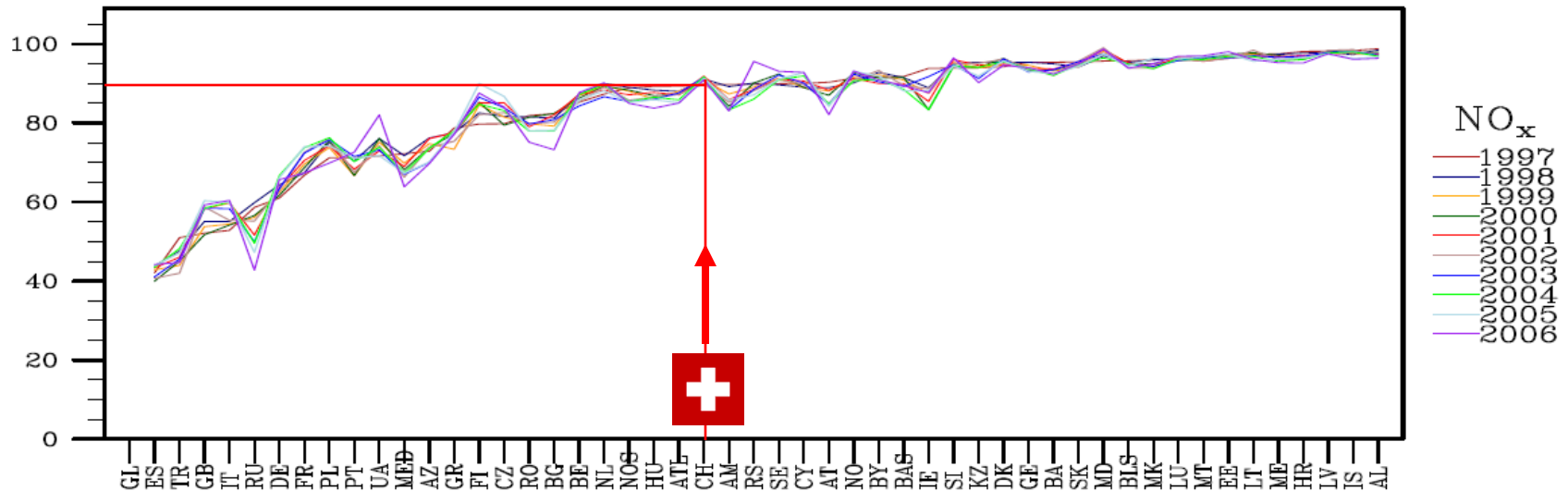
# Ammonium im Regen in der Schweiz



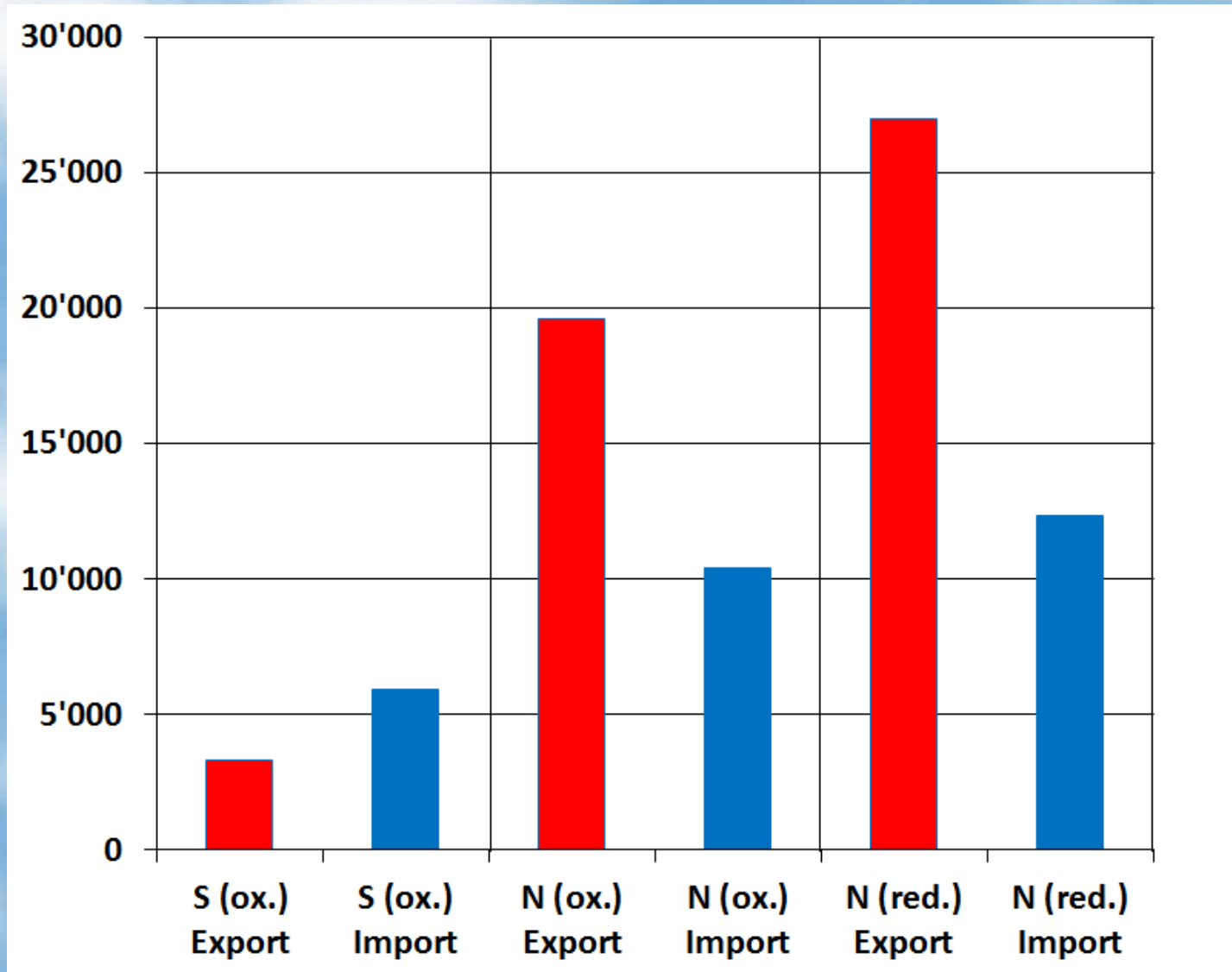


# Contribution of long-range transport to the deposition of oxidised and reduced nitrogen

EMEP Status Report 1/2009



# Deposition schweizerischer Emissionen in Europa, resp. europäischer Emissionen in der Schweiz (t im Jahr 2011)



# Inhalt

- **Historischer Blick auf die Anfänge des NABEL**
- **35 Jahre NABEL dokumentieren Erfolge und verbleibende Herausforderungen der Luftreinhaltung in der Schweiz**
- **Schadstoffe ohne LRV-Grenzwerte (Ozonloch, Klima, Ferntransport)**
- **Der neue Feinstaubbericht der EKL - Was kommt auf die Messnetze zu?**



# Feinstaub in der Schweiz 2013

Statusbericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene



[www.ekl.admin.ch](http://www.ekl.admin.ch)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL

# EKL-Bericht nimmt Stellung zu 4 Fragen

- 1. PM10:** Ist es weiterhin angemessen, Kurzzeit-IGW (24 h Mittel) und Langzeit-IGW (Jahresmittel) zu haben?
- 2. PM10 Kurzzeit-IGW:** Sind heute gültige Konzentration ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Toleranz (1 Überschreitung des Tagesmittelgrenzwertes pro Jahr) angemessen?
- 3. Langzeit-IGW:** Ist der gültige IGW für PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Jahresmittel) angemessen? Sollte er durch Langzeit-IGW für PM2.5 ergänzt werden?
- 4. Ultrafeine PM** und andere nicht regulierte PM-Parameter: soll IGW eingeführt werden?

# EKL-Bericht nimmt Stellung zu 4 Fragen

**1. PM10:** Ist es weiterhin angemessen, Kurzzeit-IGW (24 h Mittel) und Langzeit-IGW (Jahresmittel) zu haben?

**Ja!**

**2. PM10 Kurzzeit:** Konzentration (Überschreitung) angemessen?

- Kurz- und Langzeitwirkung zum Teil verschieden.
- Einhaltung von Jahresmittelwerten garantiert Einhaltung von kurzfristigen Belastungen nicht.

**3. Langzeit-IGW**

(20) • Konzentration  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist richtig.

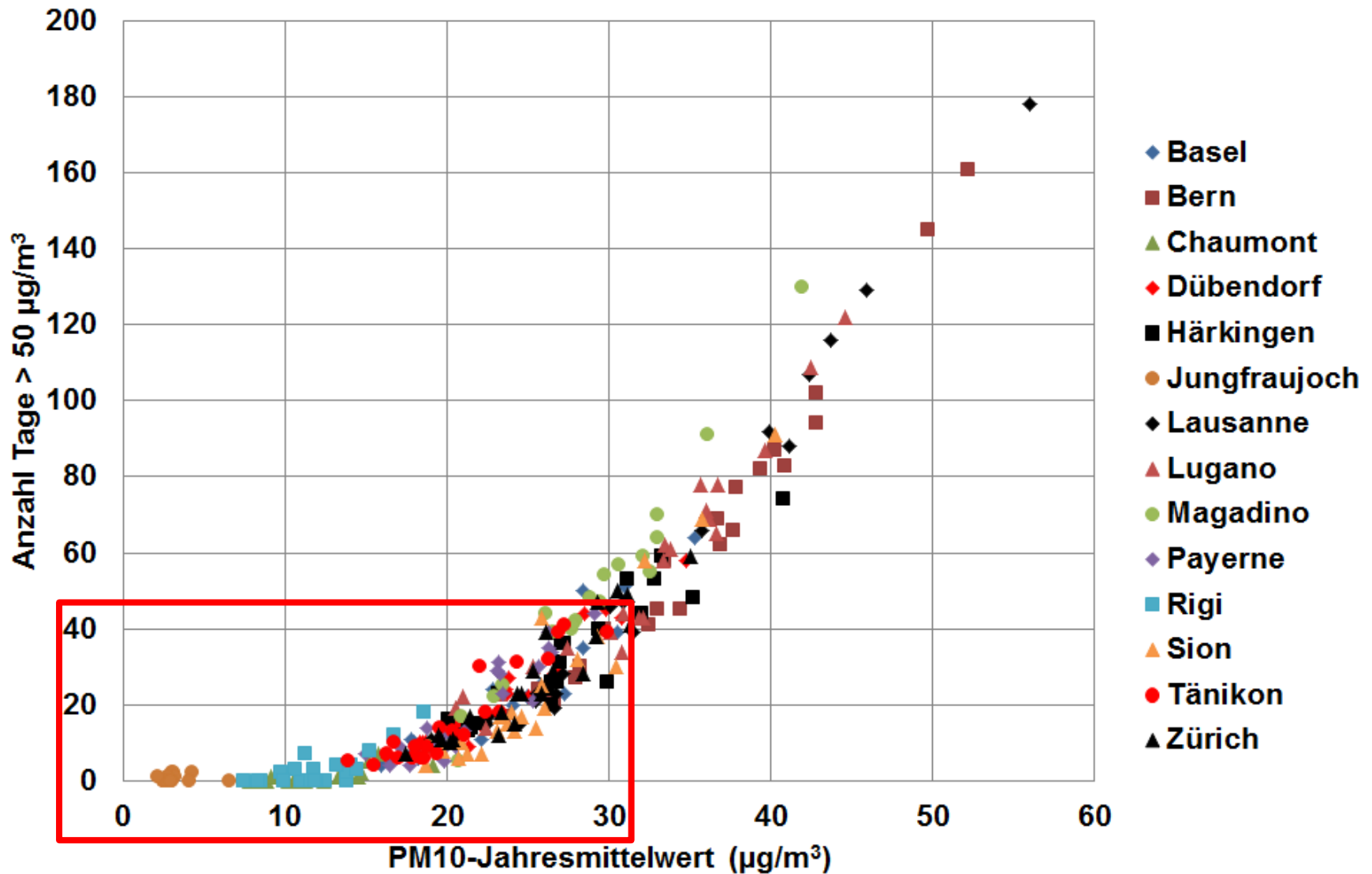
**4. UI** • Neu 3 Überschreitungen pro Jahr zulässig.

en?

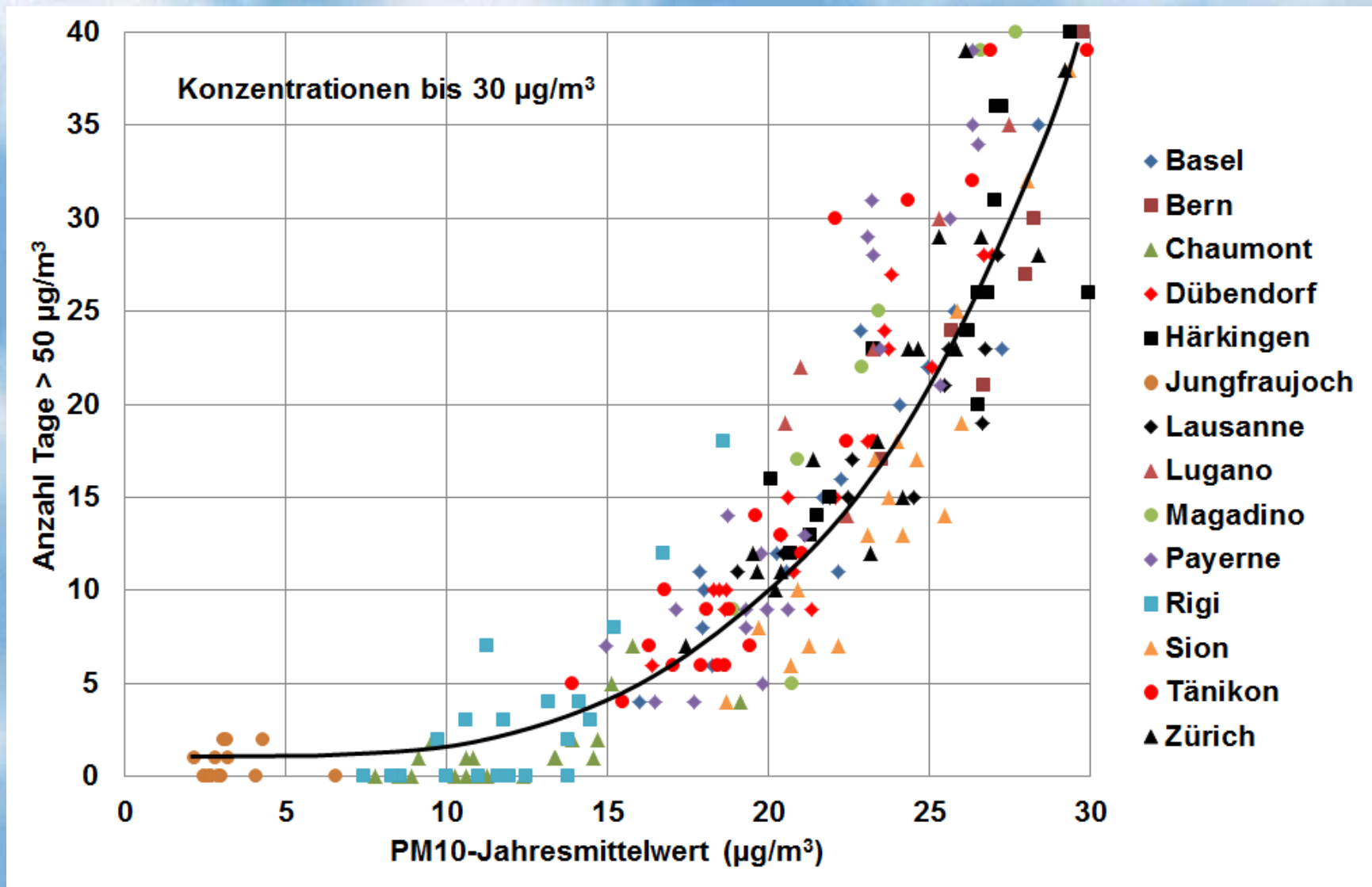
lierte PM-  
n?



# PM10: Jahresmittel und Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



# PM10: Jahresmittel und Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



# EKL-Bericht nimmt Stellung zu 4 Fragen

1. • PM2.5 in CH ca. 75% PM10 – Einhaltung von IGW PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) resultiert in PM2.5 von  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  was Schutzziel nicht genügt.
2. • Deshalb zusätzlicher PM2.5-Langzeitgrenzwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäss WHO-Empfehlung.

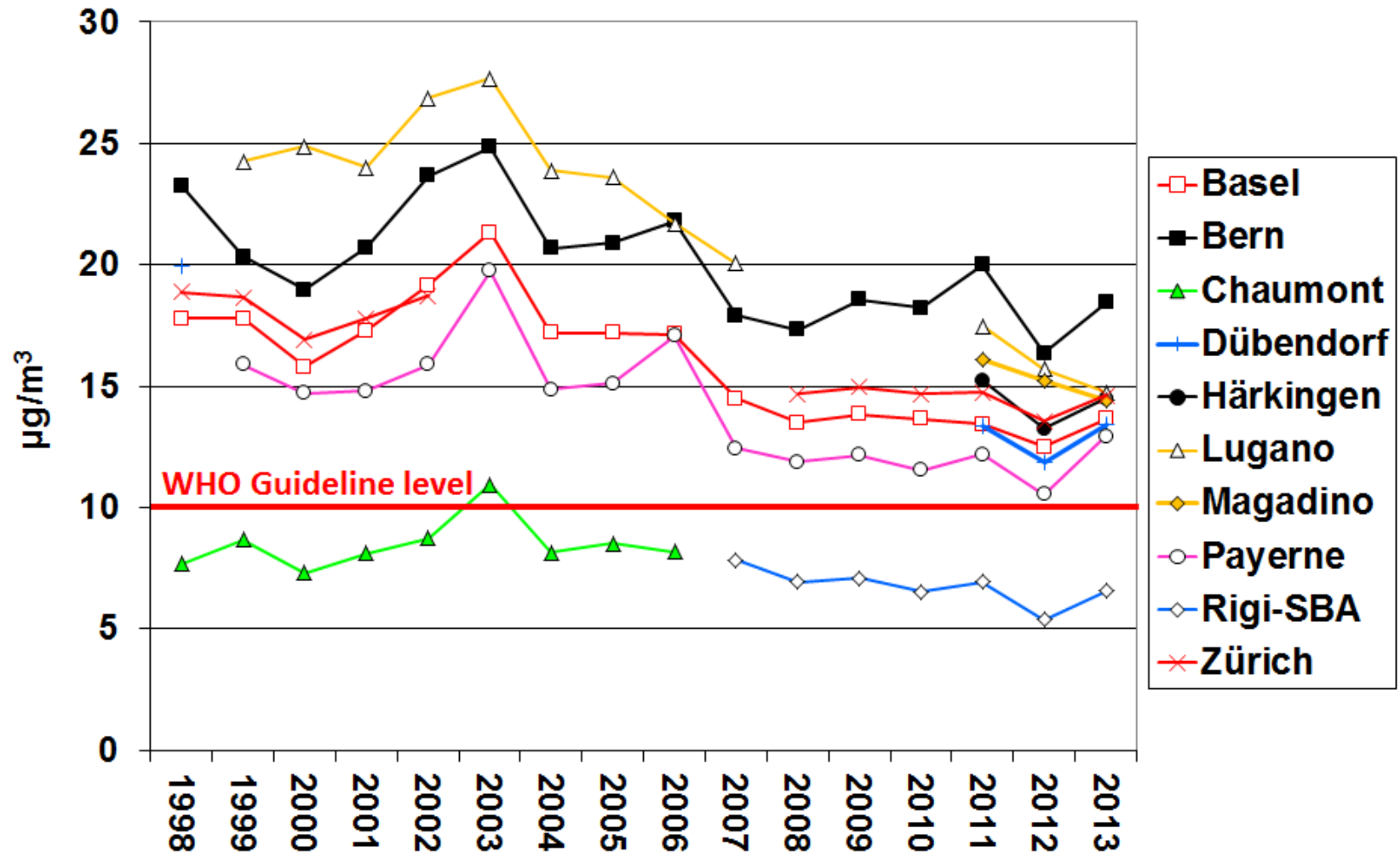
Überschreitung des Tagesmittels (15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro Jahr) angemessen?

3. **Langzeit-IGW**: Ist der gültige IGW für PM10 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Jahresmittel) angemessen? Sollte er durch Langzeit-IGW für PM2.5 ergänzt werden?

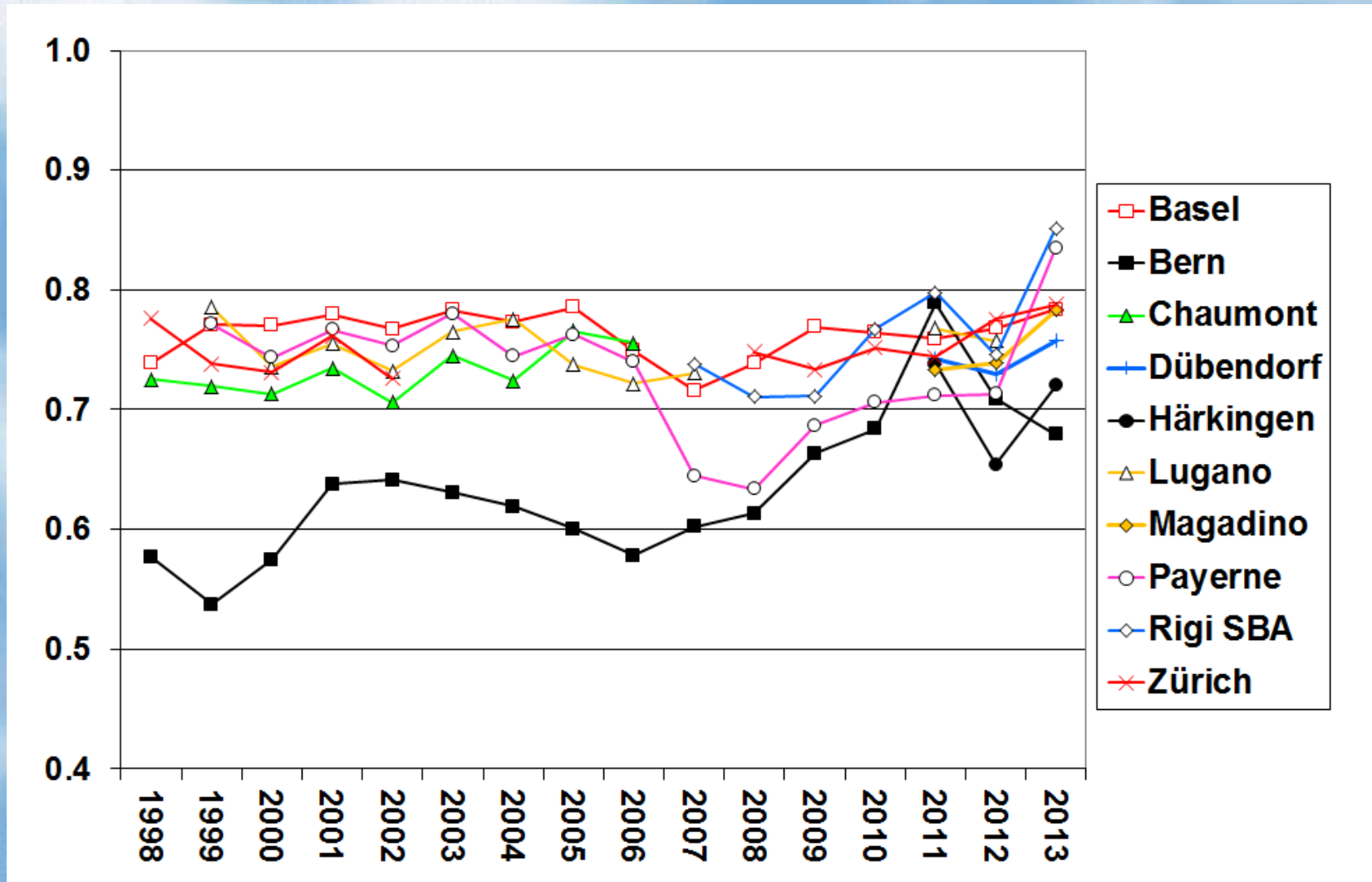
4. **Ultrafeine PM** und andere nicht regulierte PM-Parameter: soll IGW eingeführt werden?



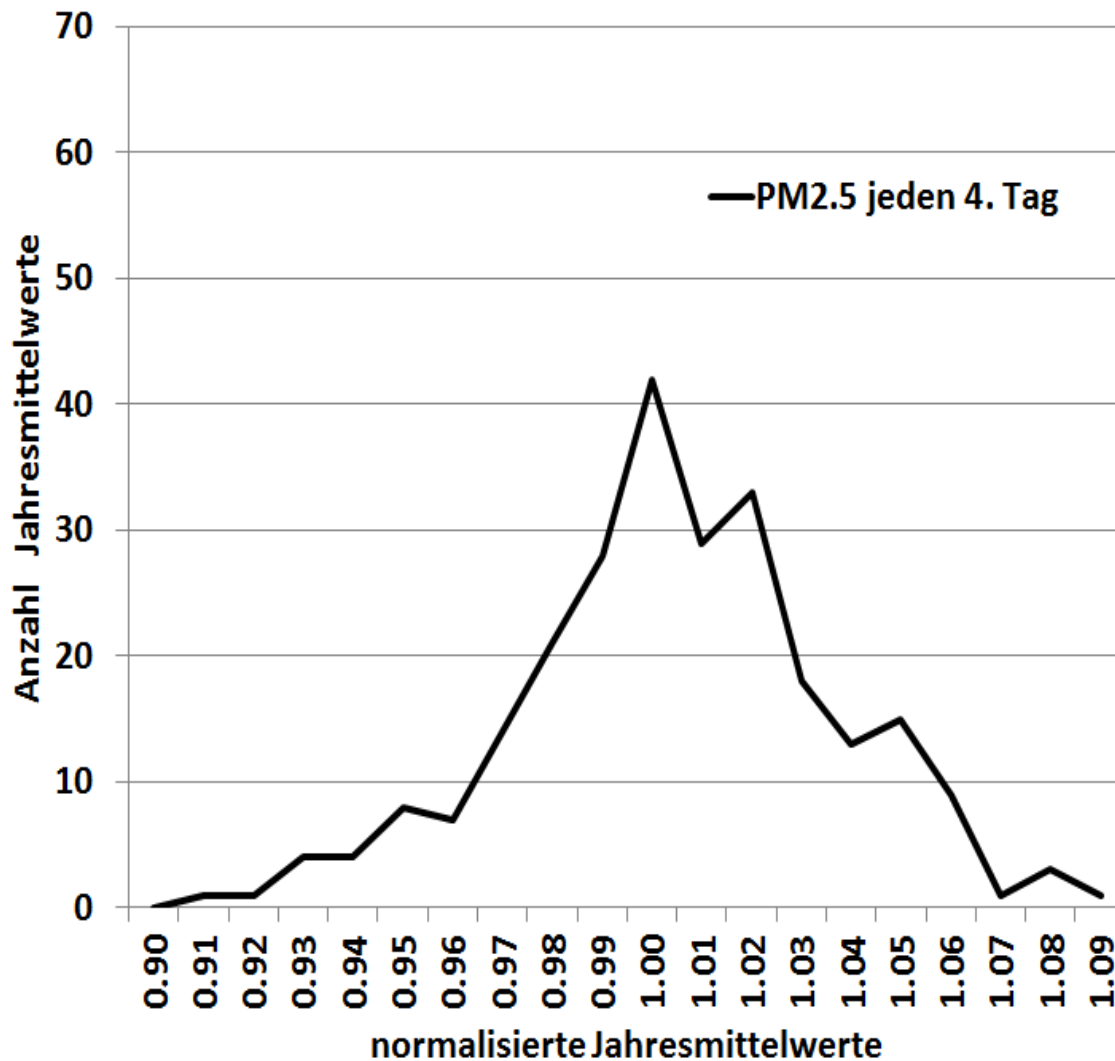
# PM2.5-Jahresmittelwerte



# PM2.5/PM10-Verhältnisse der Jahresmittelwerte



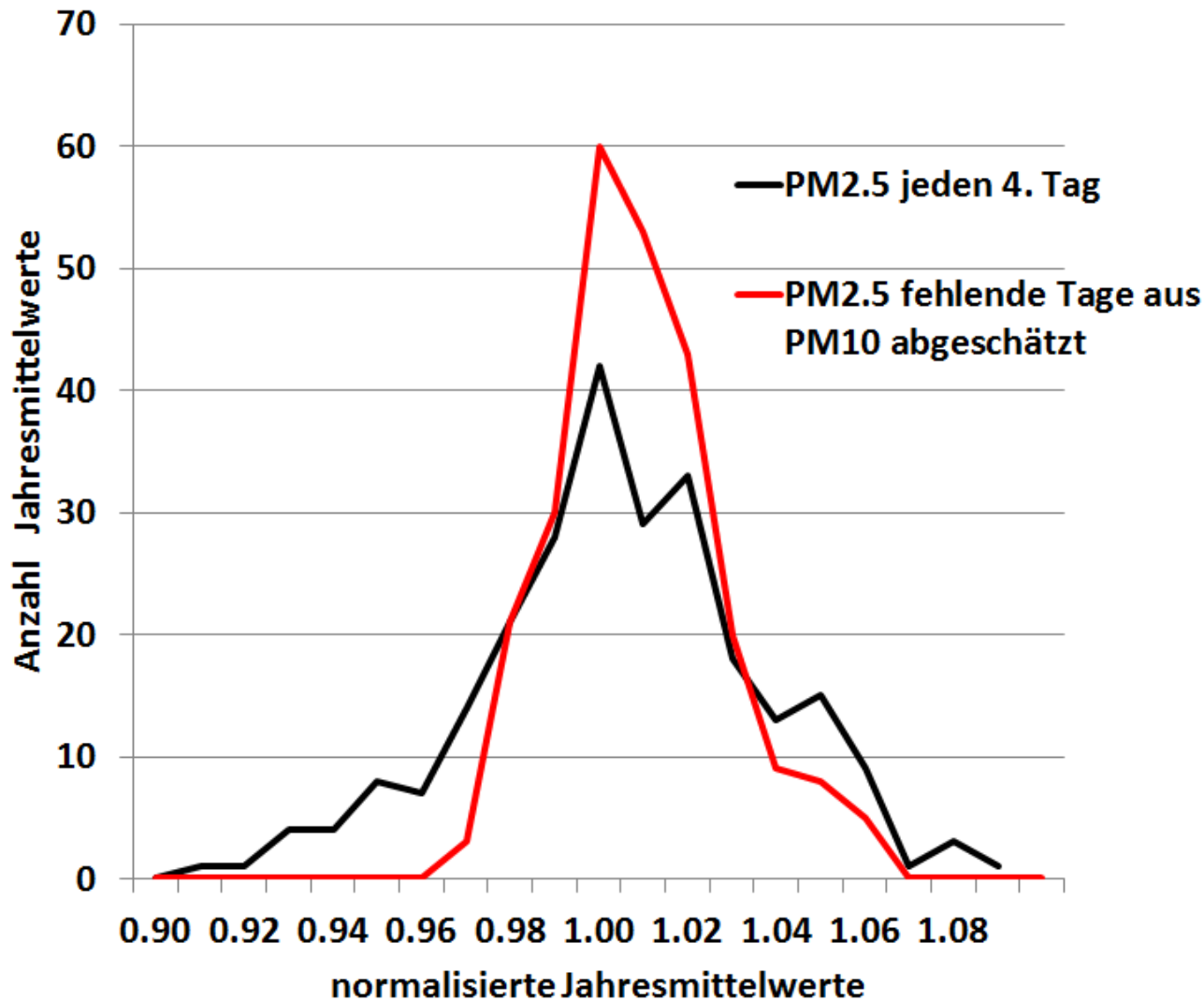
# Häufigkeitsverteilung der normalisierten unvollständigen PM2.5-Jahresmittelwerte (Jahresmittelwert der vollständigen Messreihe = 1)



Details siehe Technischer Bericht NABEL (2013):  
[www.empa.ch/nabel](http://www.empa.ch/nabel)



# Häufigkeitsverteilung der normalisierten unvollständigen PM2.5-Jahresmittelwerte (Jahresmittelwert der vollständigen Messreihe = 1)



Details siehe Technischer Bericht NABEL (2013):  
[www.empa.ch/nabel](http://www.empa.ch/nabel)

# Nein

## 1. Für Grenzwerte wären notwendig:

- Messgrößen mit klarem Bezug zu gesundheitlichen Auswirkungen.
- International anerkannte Referenzmessverfahren.

## 2.

Trotzdem besteht Handlungsbedarf:

- Dieseleruss, ist krebserregend - Minimierung angebracht (EKL: Reduktion der Belastung auf 20% innert 10 Jahren).
- PM2.5, PM10 bilden Schadstoffe wie ultrafeine Partikel und Russ ungenügend ab. → Problem für Erfolgskontrolle.

## 3.

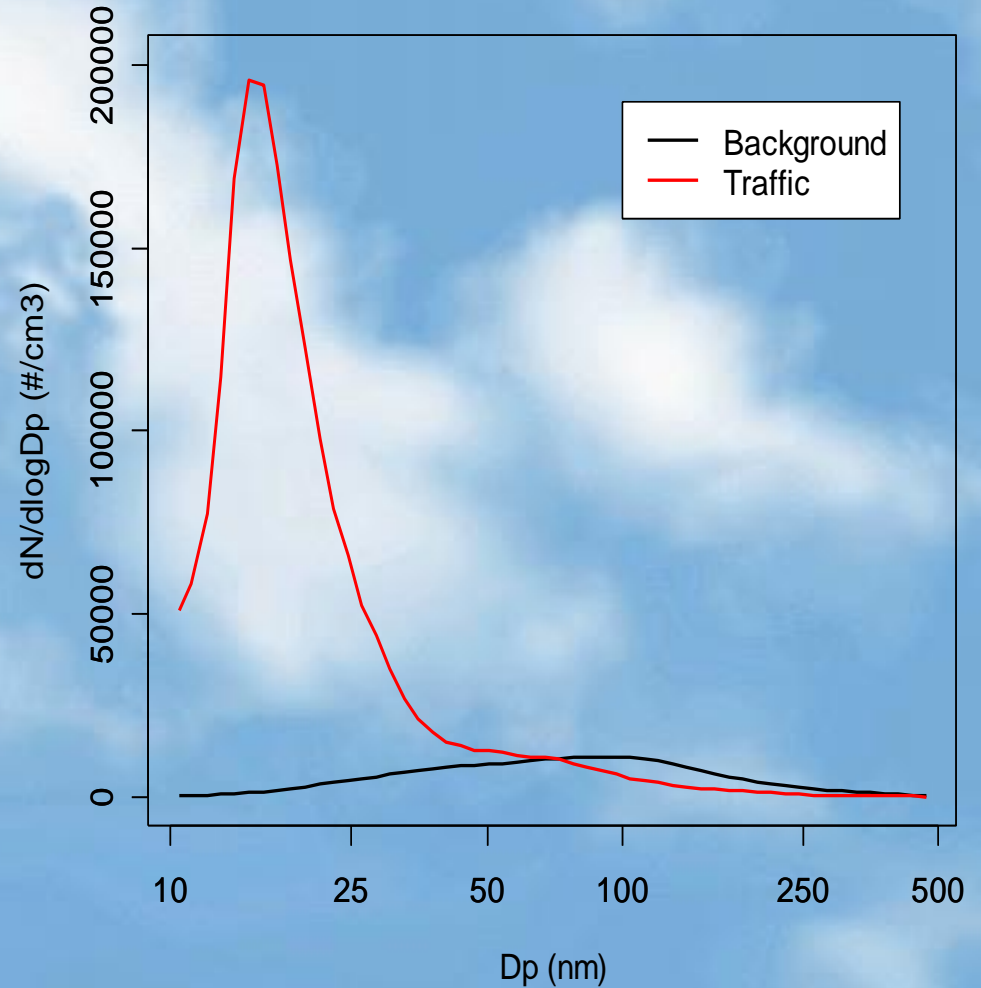
(20 µg/m<sup>3</sup> Jahresmittel) angemeßen. Er durch  
Langzeit-IGW für PM2.5 ergänzt werden!

## 4. Ultrafeine PM und andere nicht regulierte PM-Parameter: soll IGW eingeführt werden?

# Typische Partikelgrößenverteilung in Härkingen

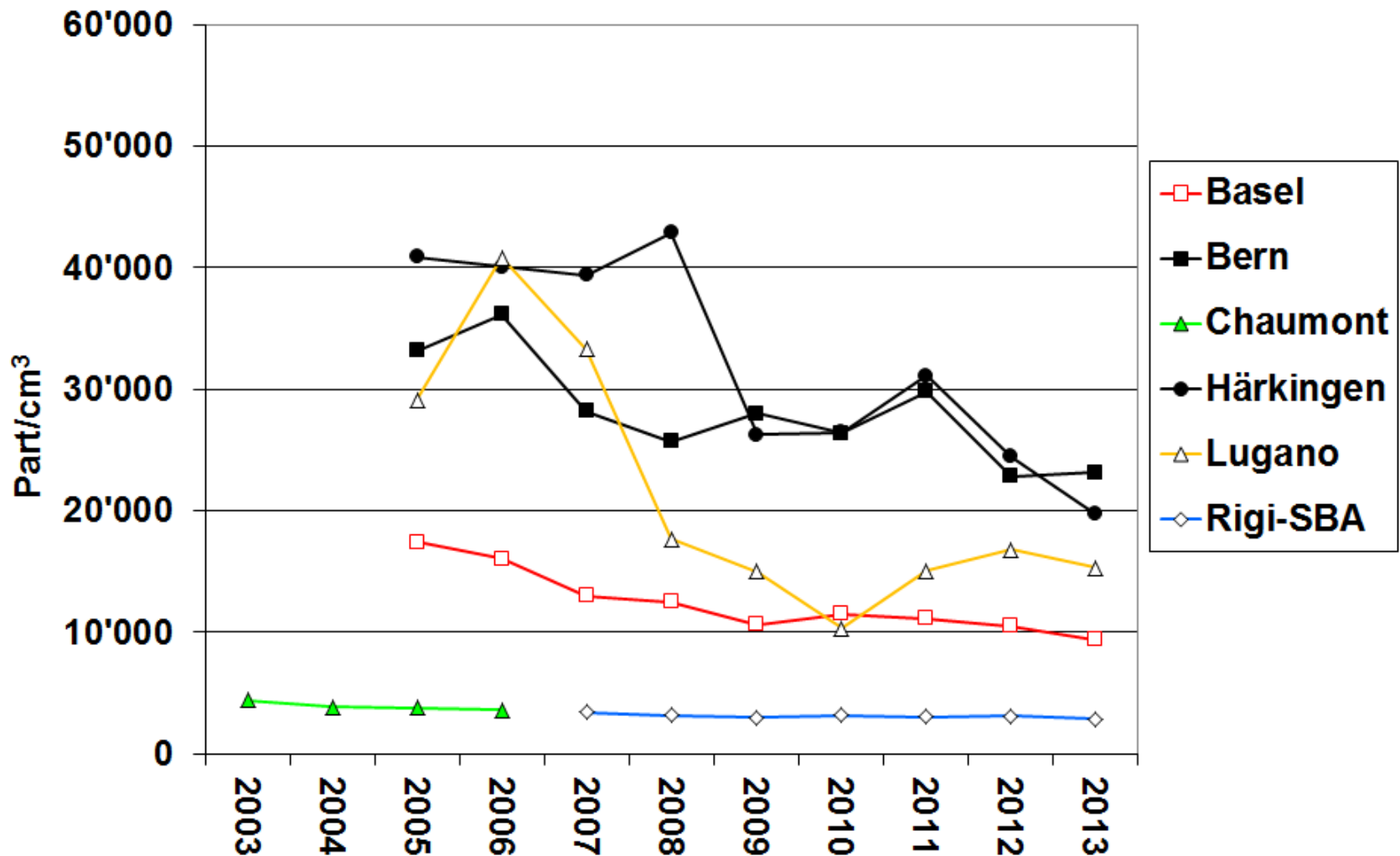


Messstation

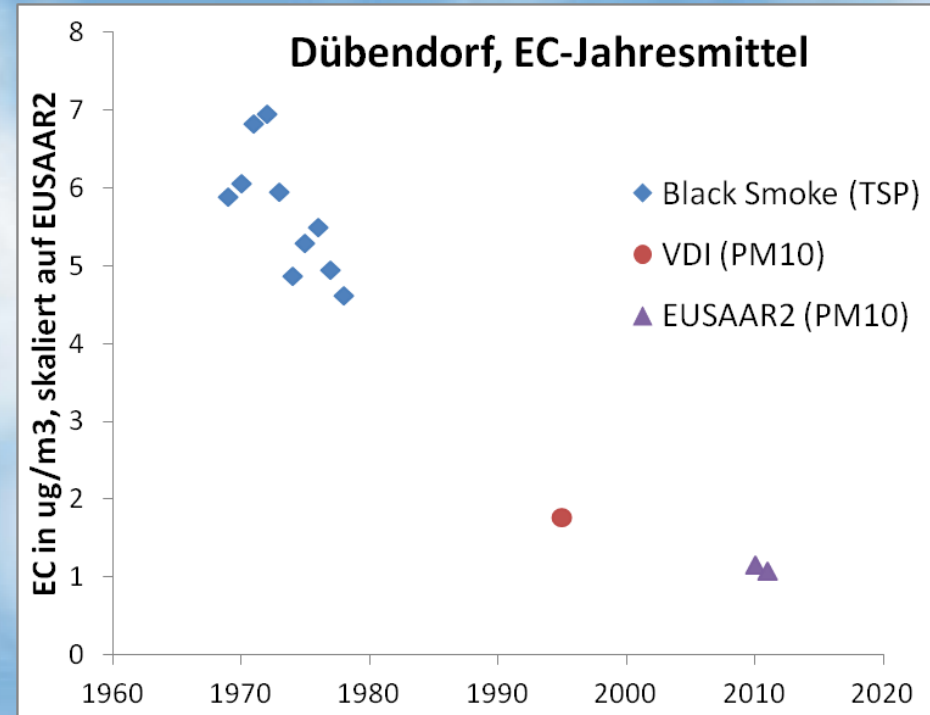
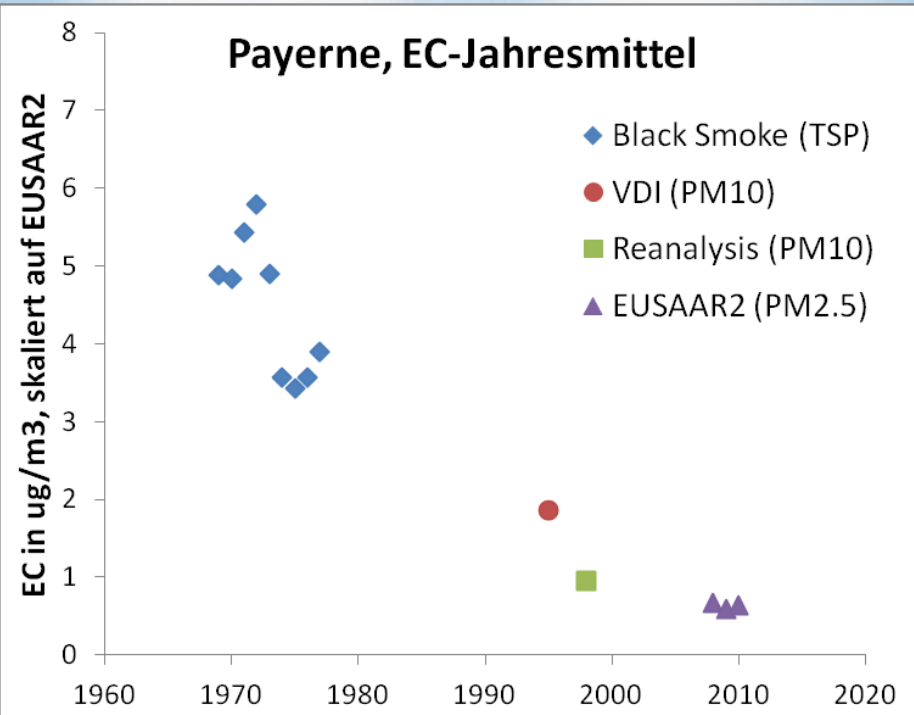




# Partikel-Anzahlkonzentrationen (NABEL)



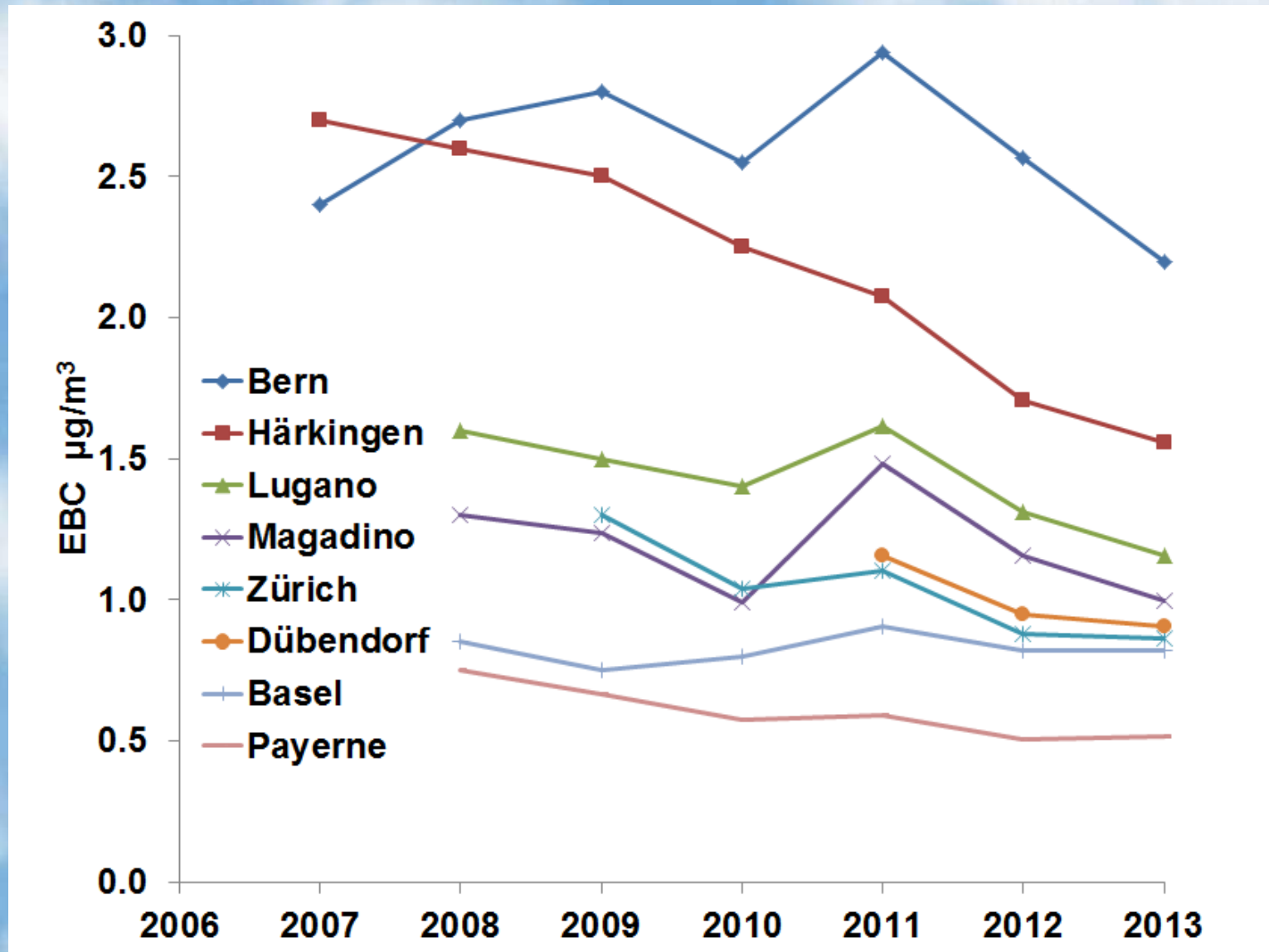
# Langjähriger EC-Konzentrationstrend (NABEL)



Quelle: R. Weber (BAFU):

Normalisiert auf EUSAAR 2 (Quincey et al., Atmospheric Environment 45, 3528 (2011))

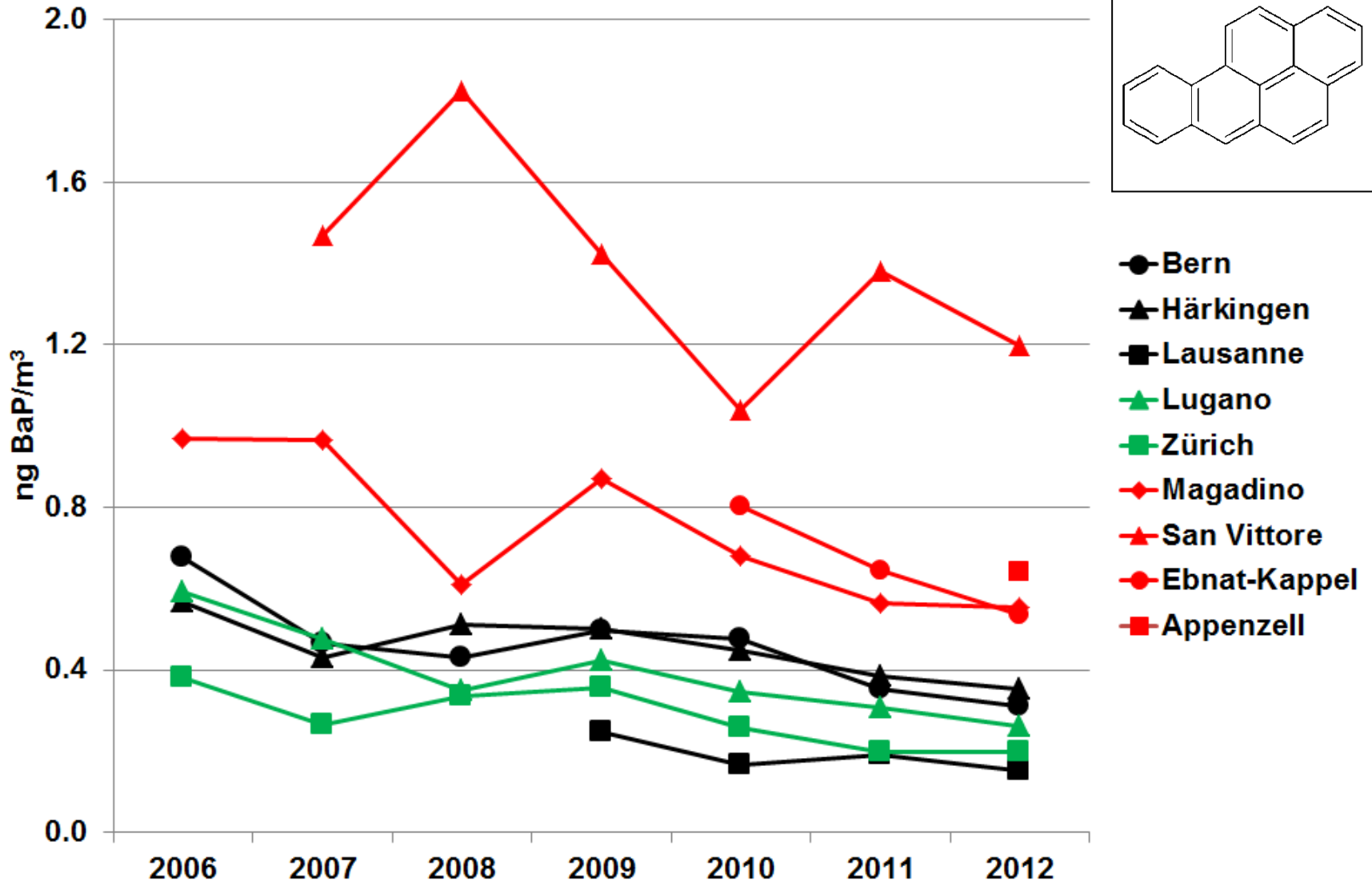
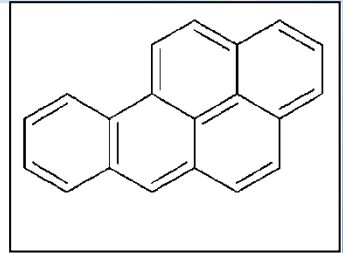
# Jahresmittelwerte Russ (als «equivalent black carbon»)



NABEL-Russbericht (2013): [www.empa.ch/nabel](http://www.empa.ch/nabel)

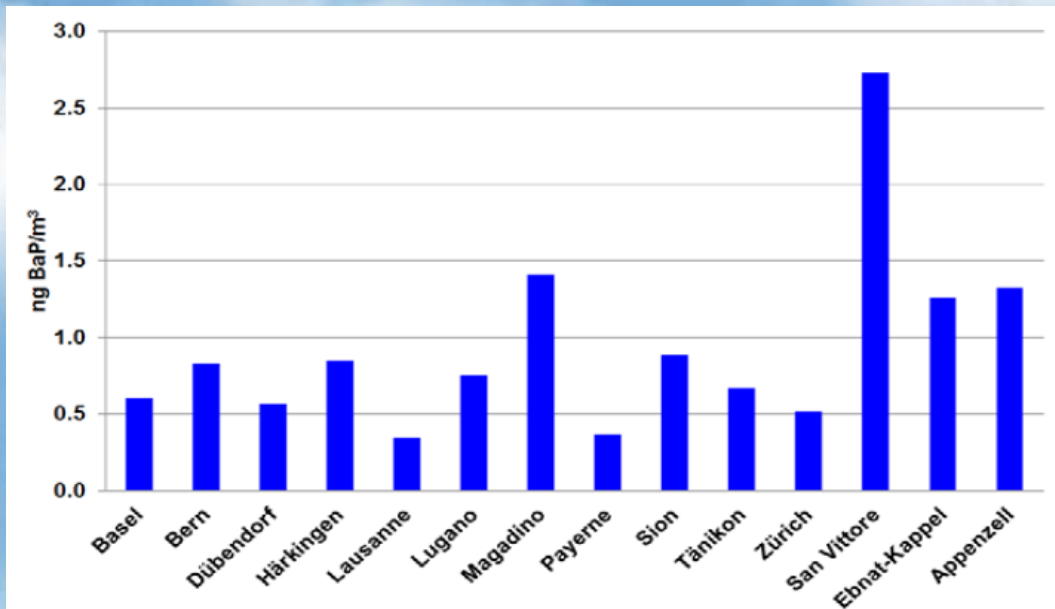


# Benzo(a)pyren

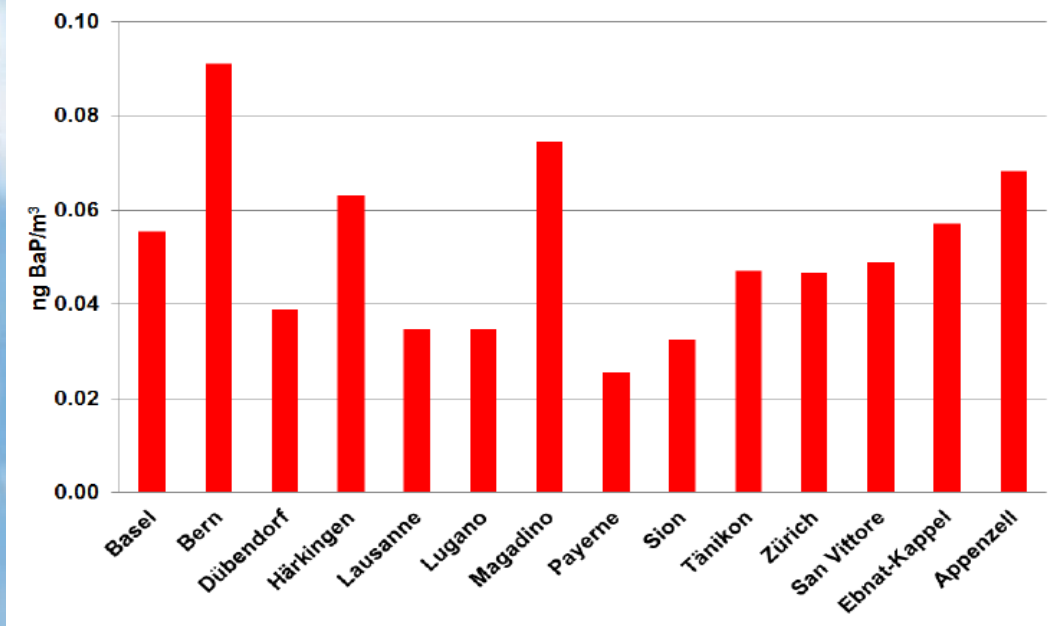


EU-Zielwert: 1 ng/m<sup>3</sup> im PM10

# Benzo(a)pyren; Winter vs. Sommer



Winter



Sommer

# **EKL-Empfehlung zu Messungen zusätzlicher Partikelparameter**

- **Im Zentrum steht als gut messbarer Indikator vor allem der elementare Kohlenstoff (EC), aber auch die Partikelanzahl, organischer Kohlenstoff (OC) sowie die PAH, insbesondere das Benzo(a)pyren.**
- **Diese Schadstoffe sollen weiterhin und dauerhaft an ausgewählten Standorten des NABEL-Netzes gemessen werden. Diese Messungen dienen auch der Erfolgskontrolle der getroffenen Massnahmen.**
- **Die Schweiz soll sich für die rasche Standardisierung der Messungen dieser Partikelparameter einsetzen.**