



FEINSTAUB - DOKUMENTATION

Inhalt:	Seite
1. Was ist Feinstaub? Woher stammt er? Feinstaub ist auch klimarelevant!	2
2. Beurteilung der Feinstaub-Situation in der Schweiz – Entwicklung der Belastung und Tendenz	3
3. Gesundheitliche Auswirkungen von Feinstaub auf den Menschen	11
4. Politische Forderungen der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz	14

2011

1. Was ist Feinstaub?

Feinstaub (weitere Begriffe sind Feinpartikel oder Schwebestaub) ist ein Gemisch von kleinsten Staubteilchen, die einen aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer aufweisen und deshalb auch PM10 (**P**articulate **M**atter) genannt werden. Staubteilchen, die weniger als 2,5 Mikrometer oder 1 Mikrometer Durchmesser haben, werden PM2.5 oder PM1 bezeichnet.

Feinstaub ist ein komplexes Gemisch. Es besteht aus Teilchen, welche direkt durch Verbrennungsprozesse ausgestossen werden, oder die durch mechanischen Abrieb von Reifen und Strassenbelag und Aufwirbelung aus natürlichen Quellen entstehen (primäre Partikel) und aus Teilchen, welche sich erst in der Luft aus gasförmigen Vorläuferschadstoffen gebildet haben (sekundäre Partikel). Die Zusammensetzung der Partikel ist sehr variabel, sie können zahlreiche anorganische (z.B. Sulfat, Schwermetalle) und organische Verbindungen (z.B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) enthalten.

Woher stammt Feinstaub?

Aus zahlreichen Quellen gelangen in der Schweiz jährlich rund 21'000 Tonnen Feinstaub in die Luft. Etwa 45 % werden bei Verbrennungsprozessen freigesetzt, darunter fallen zum Beispiel Russpartikel aus Auspuffen von Dieselmotoren. Eine weitere Quelle ist der Abrieb im Strassenverkehr, wo Bremsen, Pneu und Strassenbeläge durch mechanische Beanspruchung tonnenweise abgerieben werden und sich als Feinstaub in der Luft verteilen. Gesundheitsschädigende Feinpartikel stammen in überproportionalem Masse vom motorisierten Verkehr, von der Land- und Forstwirtschaft und von Baumaschinen. Partikel des Verkehrs sind deutlich toxischer als Feinstaub von natürlicher Ursprungs-Aufwirbelung. Von grosser Bedeutung für die Gesundheit sind die sehr feinen, lungengängigen Verbrennungsaerosole des Diesels.

PM10-Immissionsbeitrag (bezüglich Wirkungen/Kosten)

40 % Verkehr

30 % Industrie und Gewerbe

15 % Land- und Forstwirtschaft

10 % Haushalte

5 % natürliche Quellen z.B. Winderosion, Aufwirbelung

Feinpartikel sind klimawirksam!

In der Atmosphäre können Partikel je nach Eigenschaften entweder Strahlung aufnehmen und somit erwärmend oder Strahlung reflektieren und streuen, d.h. abkühlend wirken. Bei Russpartikeln - wie sie zum Beispiel Dieselmotoren ausstossen – überwiegt eindeutig der erwärmende Effekt, sie führen genauso wie CO₂ zu einer Erwärmung des Klimas, dies zeigen Modellrechnungen aus Amerika¹. Diese „schwarzen“ Partikel sind also nicht nur gesundheitsschädigend, sondern auch klimaerwärmend.

¹ Jacobson, Journal of Geophys. Research, <http://www.stanford.edu/group/efmh/fossil/fossil.html>

2. Beurteilung der Feinstaub-Situation 2009 in der Schweiz – Entwicklung der Belastung und Tendenz

(gem. Angaben BAFU)

Aufgrund der Bedeutung des lungengängigen Feinstaubes als Risikofaktor für die menschliche Gesundheit hat der Bundesrat am 1. März 1998 folgende PM10-Grenzwerte in der Luftreinhalte-Verordnung festgelegt:

Jahresmittelwert: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

24h-Mittelwert: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden)

Jahresmittelwerte grossflächig zu hoch

In städtischen Gebieten und entlang den Autobahnen überschritten die PM10-Jahresmittelwerte den Grenzwert von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Erst an Stationen oberhalb 1000 Meter über Meer lagen die Messwerte deutlich unterhalb des Grenzwertes. Rund 40% der Bevölkerung oder ca. 3 Millionen Menschen leben in Gebieten, wo der Grenzwert nicht eingehalten wird. In Städten, an Hauptverkehrsstrassen wurden im Maximum rund 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, an städtischen Hintergrund-Stationen und in Vorstädten 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Auf dem Land (unter 1000 m über Meer) wurden Werte im Bereich des Grenzwertes zwischen 18 und 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet. Erst an den Stationen oberhalb 1000 m über Meer lagen die Messwerte mit rund 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterhalb des Grenzwertes (siehe Tabelle Seite 7).

Der Stadt-Land Gegensatz ist beim lungengängigen Feinstaub (PM10) weniger stark ausgeprägt als beim Stickstoff- oder Schwefeldioxid. Zwei Ursachen sind dafür verantwortlich. Ein Drittel bis über die Hälfte der PM10-Belastung besteht aus sekundären Aerosolen, die erst abseits der Quellen der gasförmigen Vorläuferschadstoffe gebildet werden, was zu einer homogenen räumlichen Verteilung führt. Solche sekundären Komponenten sind: Sulfat (SO_4^{2-}) aus Schwefeldioxid, Nitrat (NO_3^-) aus Stickoxiden, Ammonium (NH_4^+) aus Ammoniak und organische Kohlenstoffkomponenten (OC) aus flüchtigen organischen Verbindungen. Als zweite Ursache ist der grossräumige Transport von Feinstaub zu nennen. Gesamteuropäische Modellrechnungen weisen darauf hin, dass die durch grossräumigen Transport verursachte PM10-Belastung in der Schweiz rund 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ beträgt. Zu dieser Hintergrundbelastung tragen insbesondere die Nachbarländer, aber auch die Schweiz bei.

Tagesgrenzwerte häufig überschritten

Der Tagesgrenzwert von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde ebenfalls und zum Teil sehr häufig überschritten (siehe Tabelle Seite 7). In den Städten und Vorstädten geschah dies an 10 bis 27 Tagen, auf dem Land an 4 bis 15 Tagen. An den Stationen oberhalb 1000 m über Meer wurden keine Tagesmittelwerte über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Der höchsten Tagesmittelwerte wurde in Lugano und Magadino-Cadenazzo mit rund 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Diese Stationen zeigen eine höhere Belastung als vergleichbare Stationen auf der Alpennordseite. Generell ist festzuhalten, dass die PM10-Belastung der Alpensüdseite höher ist als diejenige der Alpennordseite. Es ist davon auszugehen, dass die PM10-Belastung im Tessin sowohl durch hohe lokale Emissionen wie auch durch Emissionen der nahegelegenen Po-Ebene beeinflusst wird (erhöhte Hintergrundbelastung durch primäre und sekundäre Partikel auf Grund ausgeprägter Winter- und Sommersmogereignisse).

Zeitliche Entwicklung der Belastung und Tendenz

Seit 1991 ist die PM10-Belastung zurückgegangen. Dieser Rückgang dürfte einerseits auf eine Reduktion der sekundären Partikel (insbesondere Sulfat) und andererseits auf eine Reduktion der Emissionen der primären Partikel zurückzuführen sein. Seit dem Jahr 2000 hat die PM10-Belastung weiter abgenommen, mit Ausnahme der Jahre 2003 und 2006, wo häufige Inversionen zu einer erhöhten PM10-Belastung führten. Die höchsten PM10-Werte wurden an Verkehrs beeinflussten Standorten gemessen.

Die sehr feinen Partikel - PM2.5 und PM1

Im Rahmen eines Projekts werden an 6 NABEL-Stationen Messungen der sehr feinen Fraktion des Schwebstaubs PM2.5 durchgeführt (PM2.5 = particulate matter < 2.5 μm , PM1 = particulate matter < 1 μm). Die Resultate sind in der Tabelle Seite 8 zusammengestellt. Von den verschiedenen Schwebstaub-Fractionen ist PM2.5 am deutlichsten mit den chronischen Wirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem und mit Lungenkrebs assoziiert.

Die PM2.5-Belastung zeigt in den tieferen Lagen der Alpennordseite relativ geringe Unterschiede (Spannweite der Belastung 15-21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Diese sind noch kleiner als beim PM10. Die Station Bern, die in einer Strassenschlucht liegt und die Station Lugano auf der Alpensüdseite zeigen eine erhöhte PM2.5-Belastung. Es ist davon auszugehen, dass die räumlich homogen verteilte sekundäre Partikel-Belastung beim PM2.5 eine noch grössere Rolle spielt als beim PM10.

Die PM1-Belastung zeigt in den tieferen Lagen der Alpennordseite kleine Unterschiede (Bereich 8–13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). An den stark verkehrsbelasteten Standorten Bern und Härkingen wurden mehr PM1 gemessen als in Basel-Binningen, einem Standort abseits des direkten Einflusses von Strassenverkehr. Auf der Alpensüdseite wurden an vergleichbaren Standorten höhere PM1-Werte gemessen als auf der Alpennordseite.

Das Verhältnis zwischen PM10 und PM2.5-Jahresmittelwert ist an 3 der 5 Stationen sehr ähnlich. Es liegt zwischen 70% und 73%. Eine Ausnahme bildet die Station Payerne, wo das Verhältnis mit 66% im Jahr 2009, wie schon 2007 und 2008 aus noch nicht bekannten Gründen deutlich tiefer lag als in den Jahren vor 2007. An der Station Bern ist das Verhältnis ebenfalls niedriger (64%). In der speziellen Umgebung dieser Strassenschlucht ist der Anteil der Partikel im Bereich 2,5-10 μm , die z.B. durch Reifenabrieb und Aufwirbelung von Strassenstaub entstehen, wesentlich grösser.

Das Verhältnis der Tagesmittelwerte von PM1 und PM10 ist an allen tiefgelegenen Stationen ähnlich (46–55%). Auf der Rigi Seebodenalp über 1000m ist der Anteil von PM1 relativ gross (55%).

Die ultrafeinen Partikel: Partikelanzahl – Messungen

Im Rahmen eines Projekts wird an einigen Standorten des NABEL die Partikelanzahlkonzentration gemessen. Die Messungen erfolgen mit einem Kondensationspartikelzähler, der durch geeignete Verdünnung grösstenteils im Einzelzählmodus betrieben wird.

Das Messgerät zählt Partikel zwischen 7 nm und 3 μm Grösse. Die meisten Partikel in der Umgebungsluft sind kleiner als 200 nm, in der Nähe von Emissionsquellen von Verbrennungsprozessen sogar kleiner als 50 nm. Damit gibt die gemessene Partikelanzahl ein Mass für die kleinsten Partikel, die nicht nur in die Lunge sondern möglicherweise auch ins Blut eindringen können.

Die gemessenen Partikelanzahlkonzentrationen zeigen grosse Unterschiede zwischen den verschiedenen Stationstypen. So werden Rigi-Seebodenalp im Jahresmittel rund 3000 Partikel pro Kubikzentimeter gezählt, unmittelbar an der Autobahn in Härkingen fast die zehnfache Anzahl (siehe Tabelle Seite 9). Die sehr feinen Partikel aus Verbrennungsprozessen dominieren in Quellennähe die Partikelanzahlkonzentration.

Auch die maximalen Stundenmittelwerte zeigen deutliche Unterschiede je nach Standorttyp. Unmittelbar an der Autobahn werden rund 200'000 Partikel pro Kubikzentimeter gemessen, noch höhere Werte werden in einer innenstädtischen Strassenschlucht erreicht.

Der Wochengang der Partikelanzahlkonzentration zeigt an den stark durch die Emissionen des Strassenverkehrs beeinflussten Stationen eine deutliche Abnahme am Wochenende. So ist an der Station Härkingen in unmittelbarer Autobahnnähe die Partikelanzahl am Sonntag über ein Drittel tiefer als an Werktagen, was auf den Schwerverkehr als wesentlichen Emittenten von sehr feinen Partikeln hinweist.

Russmessungen - Russgehalt im Feinstaub

Russ ist nicht nur ein Ärgernis, weil er sich als schmutzige schwarze Schicht auf Fenstern niederschlägt. Die mikroskopisch kleinen Russpartikel dringen tief in die Lunge ein und können zu Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislaufstörungen und einem erhöhten Krebsrisiko führen. Da Russ Krebs erregend ist, müssen die Emissionen und Immissionen so weit wie möglich vermindert werden. Messungen von Russ an repräsentativen Standorten sind ein wichtiger Schritt, um eine Übersicht über die Belastung zu erstellen und das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung genauer zu bestimmen zu können.

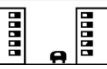
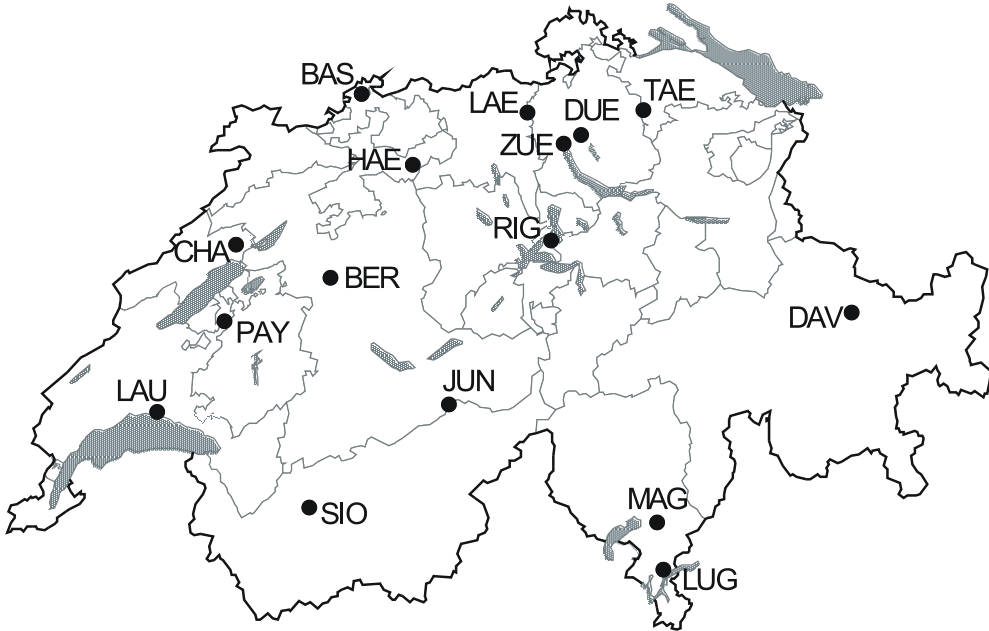






Russ ist eine komplexe Mischung von elementarem und organisch gebundenem Kohlenstoff. Bei Immissionsmessungen von Russ wird oft nur auf den elementaren Kohlenstoff (EC) abgestellt. Ein Referenzverfahren existiert noch nicht, es steht aber bereits ein provisorisches Verfahren zur Verfügung, das sogenannte thermo-chemische Verfahren (TOT) mit dem EUSAAR-2 Temperaturprotokoll. Die im Folgenden präsentierten Messwerte von Russ (EC) sind an dieses Verfahren angepasst (das früher in der Schweiz häufig gebrauchte VDI-Verfahren liefert rund doppelt so hohe EC-Werte wie das TOT/EUSAAR-2 Verfahren). Zurzeit wird Russ an 4 NABEL-Stationen gemessen. Auf Seite 10 ist eine Übersicht der Russ-Messwerte des Jahres 2009 und die Entwicklung der Russbelastung über die letzten Jahre zu finden. Entlang von stark befahrenen Strassen ist die Russbelastung deutlich grösser als im städtischen oder vorstädtischen Hintergrund. Dort bildet der Russ auch einen wesentlich grösseren Anteil an der Massenkonzentration PM1 als an nicht unmittelbar verkehrsbelasteten Standorten.

Tabellen und Abbildungen:

- NABEL Stationen
- Feinstaub PM10, Jahresstatistik 2009
- Feinstaub PM10, Jahresmittelwerte 1991 bis 2009
- PM10, PM2.5 und PM1 Parallelmessungen 2009
- Vergleich der PM10, PM2.5 und PM1 Messungen, Jahresmittelwerte 2009
- Partikelanzahl, Jahresstatistik 2009
- Partikelanzahl-Konzentration, Mittlerer Wochengang, 2009
- Russ im PM1 als EC, Jahresstatistik 2009
- Jahresmittelwerte der Russkonzentration im PM1

Feinstaub-Dokumentation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL): Standorte der Messstationen

Standorttyp	Abkürzung	Station	
 Städtisch verkehrsbelastet	BER LAU	Bern- Bollwerk Lausanne- César Roux	
 Städtisch	LUG ZUE	Lugano- Università Zürich- Kaserne	
 Vorstädtisch	BAS DUE	Basel- Binningen Dübendorf- Empa	
 Ländlich, Autobahn	HAE SIO	Härkingen-A1 Sion- Aéroport-A9	
 Ländlich, unter- halb 1000 m	MAG PAY TAE LAE	Magadino- Cadenazzo Payerne Tänikon Lägeren	
 Ländlich ober- halb 1000 m	CHA RIG DAV	Chaumont Rigi- Seebodenalp Davos- Seehornwald	
 Hochgebirge	JUN	Jungfrauoch	

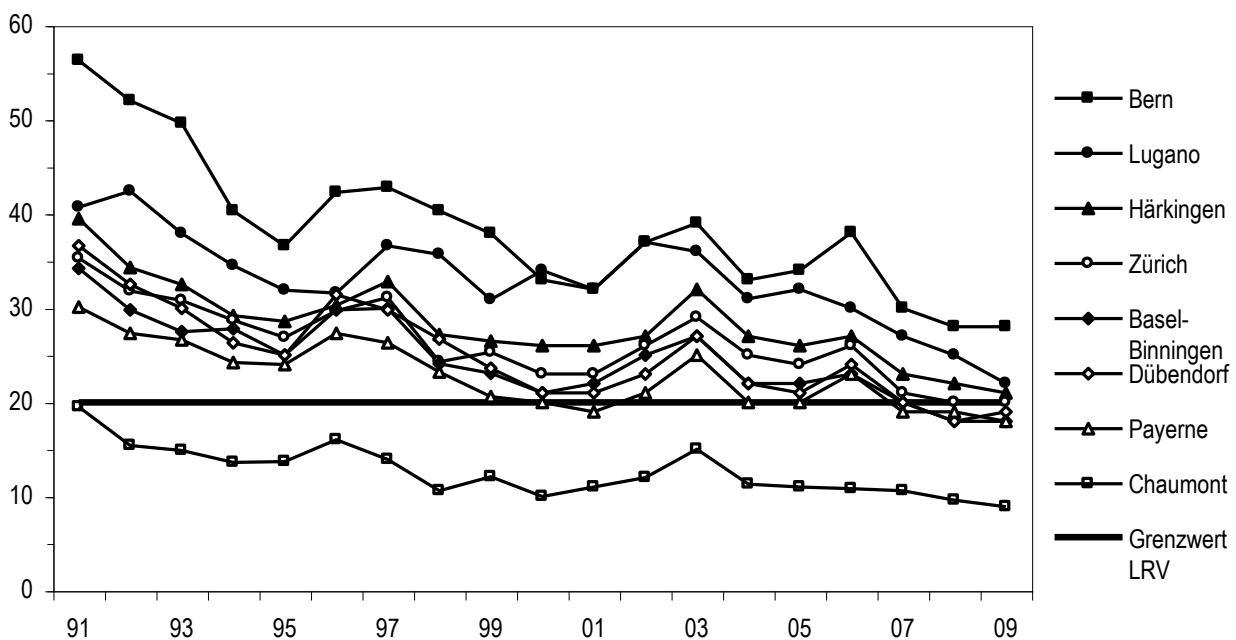
Feinstaub-Dokumentation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Feinstaub (PM10), Jahresstatistik 2009

	Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m³	max. 24h-Mittelwert µg/m³	Anzahl Grenzwertüberschreitungen 24h-Mittelwert
	Städtisch, verkehrsbelastet	Bern	28	83	27
		Lausanne	22	64	15
	Städtisch	Lugano	22	86	14
		Zürich	20	64	11
	Vorstädtisch	Basel-Binningen	18	66	10
		Dübendorf	19	63	10
	Ländlich, Autobahn	Härkingen	21	65	14
		Sion-Aéroport	21	58	7
	Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	21	88	5
		Payeme	18	60	4
		Tänikon	17	72	6
	Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	9	31	0
		Rigi-Seebodenalp	10	39	0
	Hochgebirge	Jungfrauoch	3	27	0
<i>LRV-Immissionsgrenzwerte</i>			20	50	1

Feinstaub (PM10), Jahresmittelwerte 1991–2009







Die Werte vor 1997 wurden aus TSP-Messungen umgerechnet.



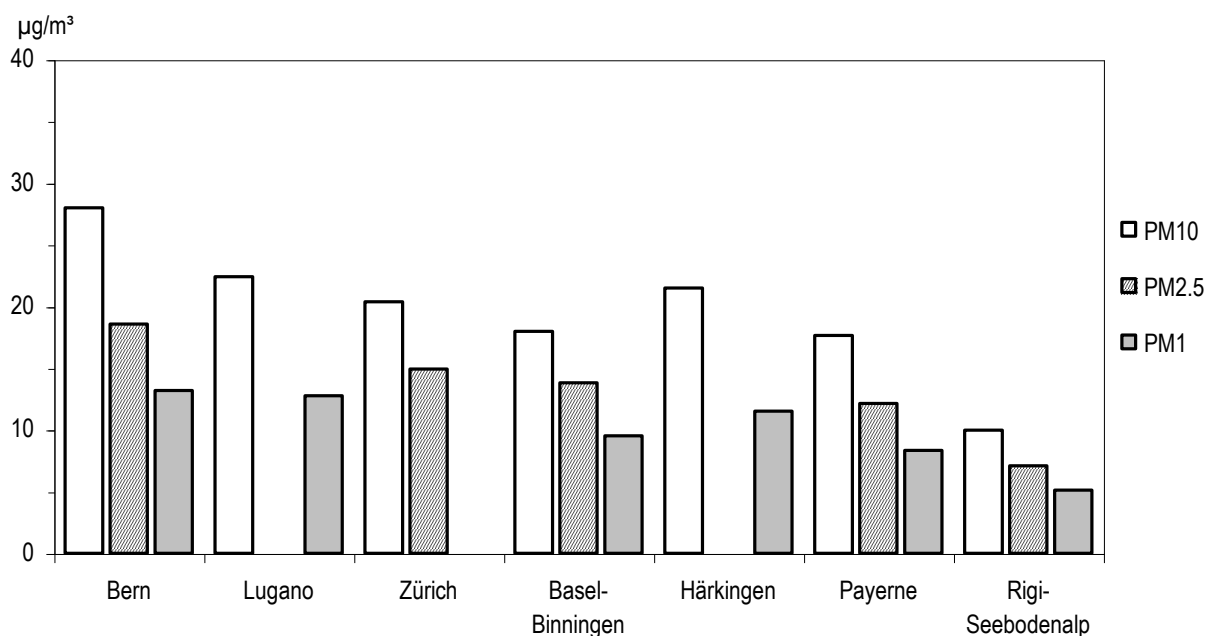
Feinstaub-Dokumentation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Feinstaub: PM10, PM2.5 und PM1 Parallelmessungen 2009

Für die Verhältnisse wurden nur Tage berücksichtigt, die paarweise gültige Tagesmittelwerte haben.

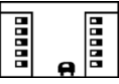




	Standorttyp	Station	Jahresmittelwert			Verhältnisse	
			PM10 µg/m ³	PM2.5 µg/m ³	PM1 µg/m ³	PM2.5/PM10 %	PM1/PM10 %
	Städtisch, verkehrsbelastet	Bern	28	19	13	66	47
	Städtisch	Lugano	22		13		55
		Zürich	20	15		71	
	Vorstädtisch	Basel-Binningen	18	14	10	73	52
	Ländlich, Autobahn	Härkingen	22		12		53
	Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	18	12	8	66	46
	Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	10	7	5	70	55

Feinstaub: Vergleich der PM10, PM2.5 und PM1 Messungen, Jahresmittelwerte 2009

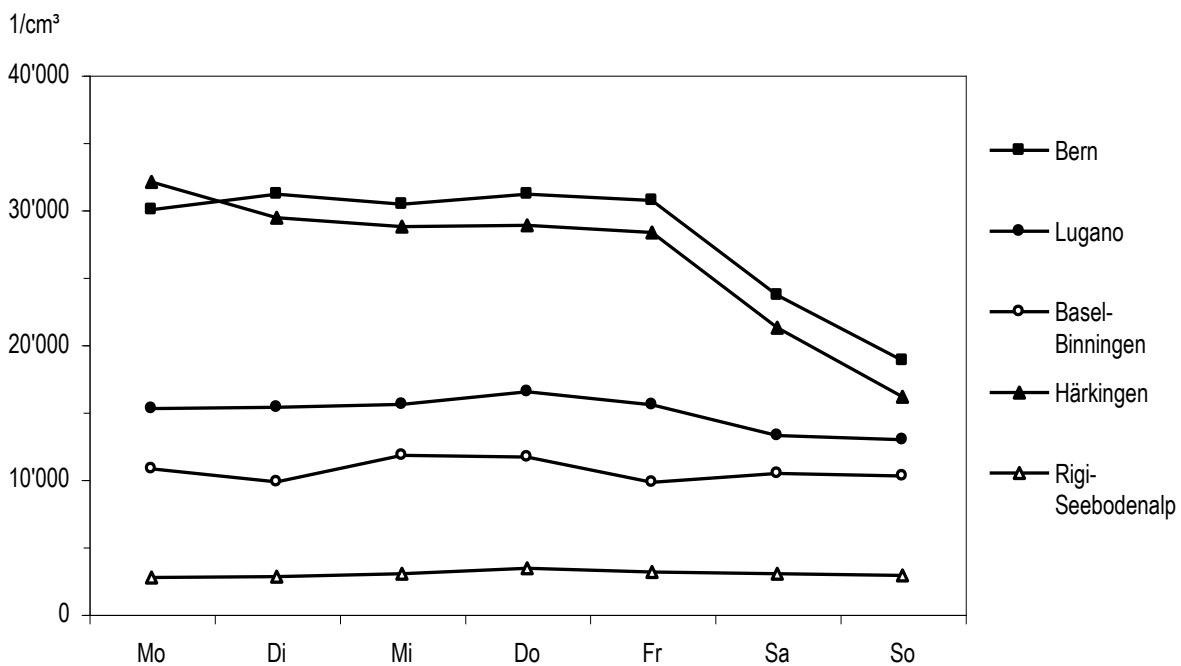


Feinstaub-Dokumentation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Partikelanzahl, Jahresstatistik 2009

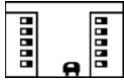



	Standorttyp	Station	Jahresmittelwert Partikelanzahl 1/cm ³	Maximaler Stundenmittelwert 1/cm ³	Maximaler Tagesmittelwert 1/cm ³
	Städtisch, verkehrsbelastet	Bern	28'000	278'000	107'600
	Städtisch	Lugano	15'000	82'000	40'400
	Vorstädtisch	Basel-Binningen	10'600	105'100	28'700
	Ländlich, Autobahn	Härkingen	26'300	192'800	91'400
	Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	3'000	116'000	7'500

Partikelanzahl-Konzentration, Mittlerer Wochengang, 2009

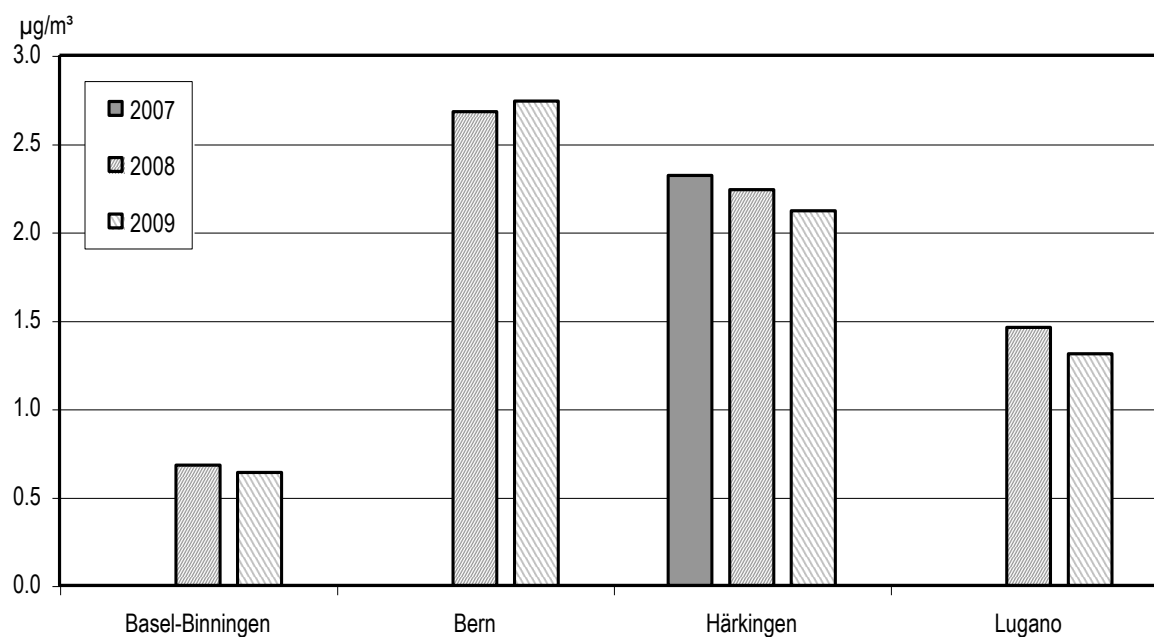


Feinstaub-Dokumentation der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Russ im PM1 als EC, Jahresstatistik 2009

	Standorttyp	Station	Jahresmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximaler Tages- mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anteil Russ am PM1
	Städtisch, verkehrsbelastet	Bern	2,7	6,8	21%
	Städtisch	Lugano	1,3	4,9	10%
	Vorstädtisch	Basel-Binningen	0,6	2,9	7%
	Ländlich, Autobahn	Härkingen	2,1	6,2	18%

Jahresmittelwerte der Russkonzentration im PM1



3. Gesundheitliche Auswirkungen von Feinstaub

Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser von mehr als etwa 10 μ m werden durch die Nase aus dem Luftstrom ausgefiltert oder lagern sich im Rachen ab. Kleinere Partikel gelangen in die Luftröhre und die Atemwege, diejenigen unter etwa 2-3 μ m bis in die Lungenbläschen. Heute können in wissenschaftlichen Untersuchungen verschiedene Fraktionen von Feinstaub separat gemessen und untersucht werden: eine feine Fraktion (PM_{2.5}) eine gröbere Fraktion (PM₁₀ – PM_{2.5}) und eine ultrafeine Fraktion mit Korngrößen von weniger als 0.1 μ m bzw. 100nm, die oft anhand der Zahl der Partikel charakterisiert wird, da so kleine Partikel wenig zur Schwebstaubmasse beitragen.

Die gröberen Partikel lagern sich vor allem in der Luftröhre, Bronchien und Bronchiolen ab. Am Ort der Ablagerung kommt es zu einer entzündlichen Abwehrreaktion mit vermehrter Schleimbildung. Der Reiz führt auch zur Engerstellung der Atemwege und dadurch bei AsthmatikerInnen zu häufigeren Atemnotanfällen. Die Schleimhaut der Bronchien und Bronchiolen enthält Flimmerzellen, deren Oberfläche mit Härchen bedeckt ist, welche die eingedrungenen Partikel abtransportieren. In den Lungenbläschen gibt es keine Flimmerzellen mehr. Die kleinsten Staubteilchen, welche die Alveolen erreichen, müssen dort durch Reinigungszellen, sogenannte Makrophagen, aufgelöst oder entfernt werden. Ultrafeine Partikel werden durch diese Mechanismen schlecht erfasst und können bis ins Blut gelangen.

Zahlreiche Studien belegen den Zusammenhang zwischen der Feinstaubkonzentration und Atemwegserkrankungen, Herz-/Kreislaufkrankheiten, Krebserkrankungen und Todesfällen. Es gibt Hinweise, dass die gröberen Anteile eher für Akutwirkungen und auf die Atemwege, die feinsten Staubanteile stärker für die langfristigen Auswirkungen und die Herz-/Kreislaufisiken verantwortlich sind, und dass aus Verbrennungsprozessen stammende Partikel ungünstiger wirken als Partikel aus der Erdkruste.

Kurzfristiger Anstieg von Feinstaub führt zu:

Atemwegssymptomen (Husten, Auswurf, Atemnot)

Auslösen von Schüben von Bronchitis, Asthma, Störungen der Regulierung des Herzrhythmus

Arbeitsplatzabsenzen

Arzt- und Notfallstationsbesuchen

Spitaleinweisungen wegen Lungenentzündungen, Asthmaanfällen, Herzinfarkten und anderen Atemwegs- und Herzkreislaufferkrankungen

Todesfällen infolge dieser Krankheiten

Langfristig erhöhte Feinstaubbelastung führt zu:

chronisch bronchitischen Symptomen

Verschlechterung der Lungenfunktion, bei Kindern vermindertem Lungenwachstum

Herz-/Kreislaufkrankheiten

Lungenkrebs

vorzeitigen Todesfällen wegen Atemwegs- und Herz-/Kreislaufkrankheiten und entsprechend verkürzter Lebenserwartung

Die speziellen Folgen der verkehrsnahen Schadstoffmischung

Herzkrankheiten:

Personen, die in der Nähe von stark befahrenen Strassen und Autobahnen wohnen, haben ein höheres Risiko für chronische Krankheiten des Herz-/Kreislaufsystems und sterben daran früher, unabhängig von individuellen Faktoren wie der Schulbildung, dem Einkommen oder Risiken wie Rauchen und Passivrauchen etc. So wurde zum Beispiel in Nordrhein-Westfalen festgestellt, dass die Häufigkeit von Herzinfarkt mit abnehmender Distanz zu einer Autobahn oder Bundeshochleistungsstrasse zunimmt, und dass Kranzgefässoperationen häufiger werden. Direkte Ursache ist vermutlich die (klinisch nachgewiesene) übermässige Verkalkung der Herzkranzgefässe, die ebenfalls mit der Nähe zur Verkehrsachse häufiger wurde. Das war auch so bei klinisch gesunden Personen und nach Einberechnung der bekannten Risikofaktoren für Herzkrankheiten. Das Risiko war im Übrigen unabhängig von der allgemeinen Hintergrundbelastung mit Feinstaub^{1,2}. Wie weit diese Verkehrsschadstoffmischung Folgen hat, hängt natürlich von der Verkehrsdichte, der Zusammensetzung (Anteil Dieselfahrzeuge), der Art der Überbauung und vom Gelände ab.

Asthma bei Kindern:

Immer klarer wird die Bedeutung des Verkehrs auch für die Entstehung von Asthma. Der Zusammenhang Verkehr und Asthma bei Kindern gilt als wissenschaftlich belegt. So zeigten mehrere langjährige Kohortenstudien an Kindern in Deutschland, in den Niederlanden und in Kalifornien, dass Kinder häufiger Asthma bekommen, wenn sie Verkehrsemissionen ausgesetzt sind, die mit PM_{2.5}, Russ, NO₂ oder der Distanz zu einer stark belasteten Strasse gemessen wurden. Zum Beispiel hatten Kinder, die von ihrer Geburt bis zum Alter von 8 Jahren an der selben Adresse in Strassennähe in den Niederlanden wohnten, ein um 36% höheres Risiko, Asthma zu bekommen, wenn sie um 3.2µg/m³ PM_{2.5} stärker belastet waren.

Die mit dem Verkehr verbundenen Risiken für das Herz können nicht allein durch die Lärmbelastung erklärt werden, wie neuere europäische Studien untersucht haben; die Folgen für die Atemwege sowieso nicht. Welche Schadstoffe aus dem Verkehr dafür verantwortlich sind, ist noch unbekannt. Die Ergebnisse von toxikologischen und experimentellen Studien an Tieren legen nahe, dass dafür die in den Dieselmotorabgasen enthaltenen ultrafeinen Partikel verantwortlich sein könnten (allein oder in Kombination mit gleichzeitig emittierten Gasen), aber aus epidemiologischen Studien gibt es noch kaum Daten dazu. Die Bedeutung der Metalle im Feinstaub, von organischen Komponenten und von anderen spezifischen Bestandteilen der frischen Emissionen ist noch offen.

Schweizer Studien:

Vor ein paar Jahren wurden in der Schweiz zwei grosse Studien über Luftverschmutzung und Lungenkrankheiten durchgeführt, die eine (SAPALDIA) an Erwachsenen, die andere (SCARPOL) an Kindern.

In SAPALDIA wurden anfangs der Neunziger Jahre fast zehntausend Erwachsene aus 8 Regionen der Schweiz ärztlich untersucht und ausführlich über gesundheitliche Probleme und Lebensgewohnheiten befragt. Ihre Atemwegssymptome und ihre Lungenfunktionswerte (die Fähigkeit der Lunge, ein bestimmtes Volumen Luft in kurzer Zeit ein- oder auszuatmen) wurden zur Schadstoffbelastung ihres Wohnortes in Beziehung gesetzt. Dabei zeigte sich, dass

die Lungenfunktion mit zunehmender Feinpartikel- und Stickoxidbelastung schlechter wird und Atemwegsprobleme zunehmen. Personen mit Bronchitis oder Asthma hatten in den stärker

belasteten Regionen häufiger Atemwegsbeschwerden und ihre symptomfreien Intervalle waren kürzer. Der Anteil an Personen mit krankhaften Lungenfunktionswerten war in Genf oder Lugano etwa doppelt so gross wie in Montana oder Davos, der Unterschied in der PM10-Belastung betrug etwas über $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresdurchschnitt. Bei der Nachuntersuchung der SAPALDIA-Teilnehmer im Jahr 2002 wurde festgestellt, dass weniger Leute als erwartet an chronischem Husten und Auswurf litten, und dass der altersbedingte Verlust an Lungenvolumen geringer geworden ist. Diese Verbesserungen gingen parallel mit der Verbesserung der Luftqualität, welche für die Adressen jedes einzelnen Teilnehmers individuell berechnet worden war^{4,5}.

Auch in der Schweiz wurden Verkehrsfolgen dokumentiert. Teilnehmer der SAPALDIA-Studie, die in der Nähe von stark befahrenen Strassen und Autobahnen wohnten, hatten mehr Atemwegsprobleme, Atemnot war 16% häufiger, pfeifende Atmung 19% und Auswurf 15%, auch hier unabhängig vom sozialen Stand, Rauchverhalten und weiteren Risikofaktoren, und das Auftreten von neuen Fällen von Asthma nahm zu mit steigendem Anteil von Partikeln aus dem Verkehr.

In der SCARPOL Studie wurden 1992/93 4400 Schulkinder aus 10 Schweizer Regionen untersucht. Hier wurde deutlich, dass Infektionskrankheiten der Atemwege wie akute Bronchitis und Grippe, aber auch ständiger Husten, umso häufiger vorkommen, je höher die Feinpartikel- und Stickoxidbelastung am Wohnort ist. So litten 32 % aller Kinder in einer Ortschaft mit einem durchschnittlichen Jahresmittelwert von $10\mu\text{g PM10}/\text{m}^3$ im Jahr vor der Untersuchung an Bronchitis oder Grippe. In Ortschaften mit einem Jahresmittelwert von $33\mu\text{g}/\text{m}^3$ waren es dagegen 45 %⁶. Die Kinder wurden Ende der Neunziger Jahre nachuntersucht. In der Zwischenzeit hatte sich die Luftqualität in der Schweiz verbessert. Die Häufigkeit von ständigem Husten und anderen Atemwegsinfektionen hat abgenommen, und zwar auch hier am stärksten in den Gemeinden mit der grössten Verbesserung der Luftqualität⁷.

Beide Schweizer Studien zeigen, dass die bisherigen Luftreinhaltemassnahmen in der Schweiz der Gesundheit genützt haben. Die mit dem Verkehr verbundenen Probleme sind aber noch nicht gelöst.

Literatur:

1 Hoffmann B et al. Residence close to high traffic and prevalence of coronary heart disease. *Eur Heart J* 2006; 27: 2696-2702.

2 Hoffmann B et al. Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation* 2007; 116: 489-496.

3 Gehring U. et al. Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 181 (6): 596-603.

4 Downs SH et al. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. *N Engl J Med* 2007; 357 (23): 2338-2347.

5 Schindler C et al. Improvements in PM10 exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA). *Am J Respir Crit Care Med* 2009; 179: 579-587

6 Braun-Fahrlander C et al: Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss schoolchildren. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 1042-1049

7 Bayer-Oglesby L et al. Decline of ambient air pollution levels and improved respiratory health in Swiss children. *Environ Health Perspect* 2005; 113 (11): 1632-1637.

4. Die politischen Forderungen der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz zur Verminderung der Feinstaub-Werte

Die seit dem 1. März 1998 gültigen Immissionsgrenzwerte für den lungengängigen Feinstaub (PM10) sind in den Städten und Agglomerationen und in ländlichen Gebieten entlang von Strassen seit Jahren deutlich überschritten.

Übermässige Feinstaubbelastung stellt ein klares Risiko für die menschliche Gesundheit dar. Die beschlossenen Sofortmassnahmen der Kantone bei hohen Feinstaubbelastungen genügen nicht, um die gesundheitlich prekäre Situation in den Griff zu bekommen: die Feinstaub-Werte, die Interventionen auslösen sind zu hoch angesetzt und die konkreten Massnahmen zu zaghaf. Um die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung einhalten zu können, muss der heutige Partikelaustritt halbiert werden.

Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz fordern vom Bund Beschlüsse mit langfristiger Wirkung zur Senkung der Feinstaubbelastung und von den Kantonen die Ergreifung von wirksamen Sofortmassnahmen bei Überschreiten des Grenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eine Summe von Massnahmen ist nötig, um die Feinstaub-Belastung erfolgreich zu senken. Konkret fordern die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz:

- Kein Ausbau für den motorisierten Strassenverkehr. Jede Kapazitätserweiterung hat eine Zunahme des Verkehrs und damit eine Zunahme der Luftschadstoffe zur Folge.
- Die Güter sind von der Strasse auf die Schiene zu verlagern. Wir erwarten vom Bundesrat, dass er die Verlagerungsmassnahmen gemäss Verfassung beschliesst. Als wirksames Verlagerungsinstrument ist die Alpentransitbörse einzuführen.
- Internalisierung der externen Kosten im Sinne von Kostenwahrheit und Verursacherprinzip bei allen Verkehrsmitteln mit Verbrennungsmotoren.
- Ein leistungsfähiges Netz des öffentlichen Verkehrs ist zu fördern. Im Personenverkehr sind die Transportkapazitäten v.a. in den Agglomerationen ungenügend. Verbesserungen sind dringend einzuleiten.
- Das Erreichen der Ziele der Luftreinhaltung erfordert Änderungen des Verhaltens der Bevölkerung wie vermehrtes Benutzen von Langsamverkehr und öffentlichem Verkehr. Entsprechende Steuerung ist mittels Massnahmen der Infrastruktur- und Steuerpolitik zu erreichen.
- Synergien zwischen Luftreinhaltung und Klimaschutz sind zu nutzen: Die Reduktion von Brenn- und Treibstoffen führt zu einer Verminderung von Luftschadstoffemissionen. Eine CO_2 -Abgabe ist auch auf Treibstoffe einzuführen.
- Eine Überschreitung der PM10-Konzentrationen in Wohngebieten über mehr als 24 h muss zu automatischen Sanktionen führen, u.a. Temporeduktionen und Begrenzung des Verkehrs auf emissionsarme Fahrzeuge. Die Fahrzeuge sind mit Vignetten entsprechend den Emissionskategorien zu kennzeichnen.
- Die Einrichtung von Umweltzonen ist voranzutreiben.
- Obligatorische Ausrüstung aller dieselbetriebener Fahrzeuge und Baumaschinen mit Partikelfiltern und DeNox-Katalysatoren.
- Konsequente Umsetzung der Baurichtlinie Luft.
- Holzfeuerungen sind zur Abgasminderung mit modernster Technik auszurüsten. Verzicht auf die offene Verbrennung von Feld- und Waldabfällen.