

# Fakten rund um den Feinstaub

**Oben blau - unten grau: Diese Wetterlagen sind geprägt von wenig Wind und einer dicken Nebeldecke. Unterhalb des Nebels reichern sich die Luftschadstoffe an - allen voran der Feinstaub. Die Belastung der Luft mit winzigen Staubteilchen ist eine der grössten Herausforderungen der Luftreinhaltepolitik. Damit wirksame Massnahmen getroffen werden können, müssen wichtige Fakten rund um den Feinstaub bekannt sein.**

Feinstaub besteht aus Teilchen, welche einen Durchmesser von weniger als zehn Mikrometer (= 0,01 Millimeter) haben. Man spricht in der Fachwelt von PM10. PM steht für «Particulate Matter» (= Teilchen) und 10 für die zehn Mikrometer Durchmesser. Dieser Staub ist so fein, dass er sehr lange in der Luft schwebt, ohne sich am Boden niederzuschlagen. Man spricht deshalb gelegentlich auch von Schwebestaub.

## Wie ist Feinstaub zusammengesetzt?

Feinstaub setzt sich aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen zusammen.

Einerseits besteht er aus primären Partikeln, die direkt durch Verbrennungs-

prozesse (z. B. Russ) ausgestossen werden, durch mechanischen Abrieb von Reifen, Bremsen, Strassenbelag und Aufwirbelung entstehen oder aus natürlichen Quellen wie z. B. Pollen und Saharastaub stammen. Andererseits besteht er aus sekundären Partikeln, welche sich erst in der Luft aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), Schwefeldioxid und organischen Verbindungen (VOC) bilden.

Feinstaub kann in drei Fraktionen unterteilt werden:

- Grober Feinstaub, zwischen 2,5 und 10 Mikrometer gross, stammt mehrheitlich aus Abrieb- und Aufwirbelungsprozessen sowie zu einem kleinen Teil aus natürlichen Quellen.
- Feiner Feinstaub, zwischen 0,1 und 2,5 Mikrometer gross, stammt mehrheitlich aus sekundären Quellen. Massmässig macht diese Fraktion den Hauptteil am gesamten Feinstaub aus.

- Sehr feiner bzw. ultrafeiner Feinstaub, kleiner als 0,1 Mikrometer, stammt mehrheitlich aus Verbrennungsprozessen.

## Warum ist Feinstaub gefährlich?

Feinstaubpartikel gelangen ungehindert in die feinsten Verästelungen der Lunge und lagern sich dort ab. Die natürlichen Abwehrmechanismen der Lunge, zum Beispiel Husten und Auswurf, können diese nur schwer herauschaffen. Untersuchungen zeigen, dass die allerfeinsten

Teile sogar vom Blut aufgenommen und dadurch überall im

Körper verteilt werden. Die Feinstaubpartikel verursachen in der Lunge als Abwehrreaktionen Entzündungen. Die Lunge steht dauernd unter Stress, was die Immunabwehr schwächt. Der permanente Hustenreiz verengt die Atemwege und führt häufig zu Bronchitis, Asthma und Atemnot. Je höher die Schadstoffbelastung der Luft, desto kürzer sind die beschwerdefreien Phasen. Betroffen sind vor allem Risikogruppen wie Kranke, Kinder und ältere Menschen.

**Franziska Holzer Küng  
Philippe Baltzer  
Abteilung für Umwelt  
062 835 33 60**

## PM10- und PM2,5-Teilchen im Vergleich zum menschlichen Haar

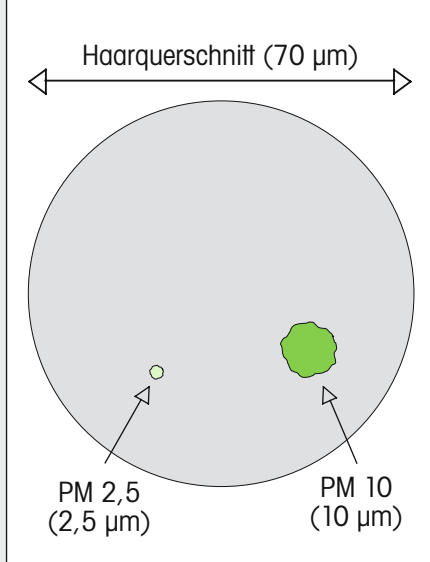
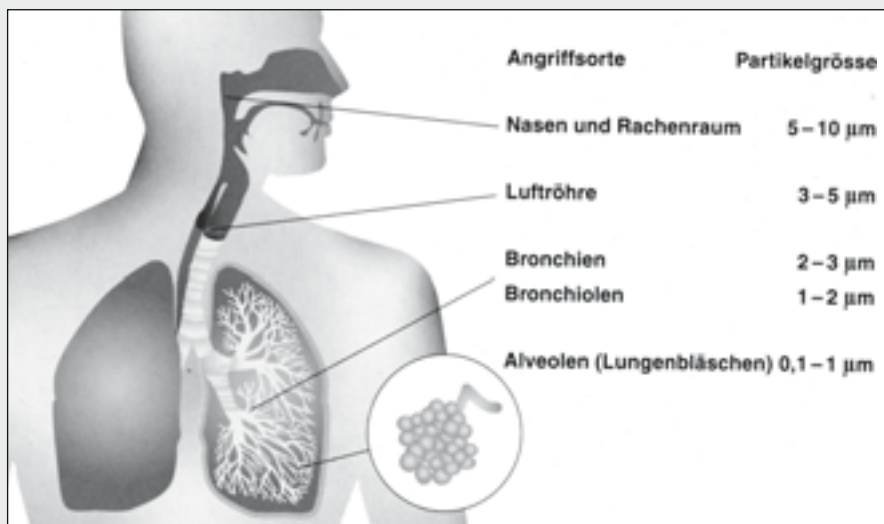


Foto: Hadorn Güllertechnik

*Güllen mit Schleppschlauch; so werden weniger Vorläufersubstanzen für Sekundärpartikel freigesetzt.*



Angriffsorte des Feinstaubs in den Atemwegen: Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer dringen sie in das Lungensystem ein.



Foto: Franziska Holzer - Küng

Diese Baumaschine ist mit einem Partikelfilter ausgerüstet.



Foto: Stefan Binder

Staub verursachende Tätigkeiten sind unerwünscht.

## Ist die Gefährlichkeit von Feinstaub belegt?

Feinstaub gefährdet die Gesundheit des Menschen. Anfang der 90er-Jahre wurden in der Schweiz zwei grosse Studien über den Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und Lungenkrankheiten durchgeführt, die eine – SAPALDIA – an Erwachsenen, die andere – SCARPOL – an Kindern. Beide Studien haben den Zusammenhang von Luftverschmutzung und vermehrt auftretenden Lungenerkrankungen belegt.

## Sind alle Teilchen gleich gefährlich?

Nicht alle Komponenten des Feinstaubes sind gleich gefährlich. Problematisch sind vor allem der feine und der sehr feine Feinstaub, der ins Blut gelangen kann. Neben der Grösse der Teilchen spielt auch ihre chemische Zusammensetzung eine Rolle. Besonders kritisch für die Gesundheit sind die Feinstaubteilchen aus Dieselmotoren. Sie gehören zur feinen und sehr feinen Fraktion und sind Krebs erregend.

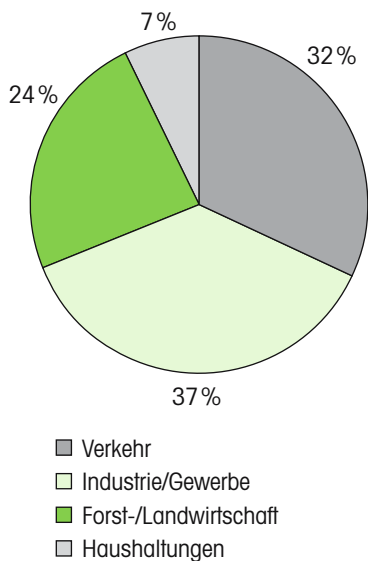
## Woher stammt der Feinstaub?

Im Kanton Aargau präsentiert sich die Lage wie folgt:

- Rund 38 Prozent stammen aus Industrie und Gewerbe; davon 5 Prozent aus der Verbrennung von Diesel, 12 Prozent von Brennstoffen – hauptsächlich Holz – und 21 Prozent von anderen Industrieprozessen.
- Rund 32 Prozent stammen aus dem Verkehr; davon 11 Prozent aus der Treibstoffverbrennung – insbesondere Diesel – und 20 Prozent aus Aufwirbelung und Abrieb.
- Rund 24 Prozent stammen aus Forst- und Landwirtschaft; davon 6 Prozent aus Treibstoffverbrennungsprozessen, 3 Prozent von Brennstoffen – hauptsächlich Holzverbrennung – sowie 15 Prozent von Aufwirbelungsprozessen.
- Rund 7 Prozent stammen aus den Haushaltungen, primär aus der Holzverbrennung.

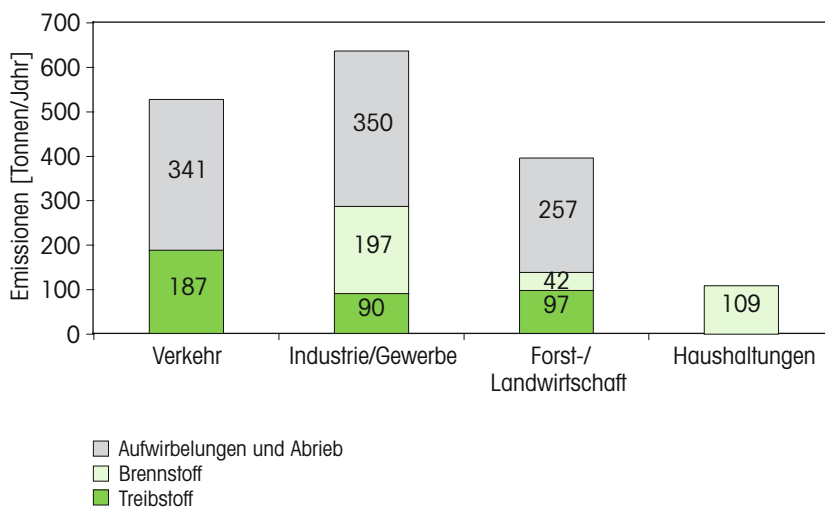
Im Jahr 2005 wurden im Kanton Aargau insgesamt 1670 Tonnen Feinstaub ausgestossen.

## Die verschiedenen Verursacher von Feinstaub



## Die Feinstaubmengen der einzelnen Quellengruppen unterschieden nach Herkunft

(Aufwirbelung und Abrieb, Brennstoff, Treibstoff)



### Gibt es Feinstaub erst seit diesem Jahr?

Unter Fachleuten ist der Feinstaub schon lange ein zentrales Thema. Der Grenzwert für PM10 wurde bereits im Jahr 1997 in die Luftreinhalteverordnung aufgenommen, weil Feinstaub als wichtige Komponente der Luftverschmutzung erkannt wurde. Er hat damals einen weit unspezifischeren Grenzwert für den gesamten Schwebestaub abgelöst.

Der Kanton Aargau hat in seinem im 2002 aktualisierten Massnahmenplan Luft den Feinstaubemissionen einen hohen Stellenwert zugeordnet und den Handlungsbedarf aufgezeigt.

Tatsächlich war aber die Wettersituation in diesem Winter aussergewöhnlich. In den letzten Jahren kam es in den Wintermonaten nie zu einer derart lang andauernden Inversionslage: Die Inversionslage ist eine Hochdruckwetterlage mit Hochnebel, bei welcher sich im Mittelland zwischen Alpen und Jura ein Kaltluftsee bildet. Diese Luft bleibt über Tage liegen. Entsprechend reichern sich die von allen Quellen ausgestossenen Luftschadstoffe in diesem «See» an.

Der Feinstaub-Tagesgrenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), der im Jahr nur einmal überschritten werden sollte, wurde an der Messstation in Suhr im vergangenen Jahr insgesamt 17 Mal übertroffen. Die längste

Periode von Grenzwertüberschreitungen dauerte vier Tage und der höchste gemessene Wert lag bei  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Es gab im 2005 also nie eine lang andauernde Phase mit hohen Belastungen. 2006 lag der Messwert allein im Januar und Februar an der Messstation in Suhr bereits 28 Mal über dem Grenzwert, die längste Periode an Grenzwertüberschreitungen dauerte 14 Tage und der höchste gemessene Wert lag bei  $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Wie sind die Grenzwerte zu verstehen?

Die Kriterien für die Immissionsgrenzwerte hat der Gesetzgeber, also das

Bundesparlament, im Umweltschutzgesetz bestimmt. Die Grenzwerte sind so festgelegt, dass bei Belastungen unterhalb dieser Grenze noch niemand Schaden nimmt – auch nicht Kranke, Kinder oder alte Menschen. Die Grenzwerte sind also keine Alarmwerte, bei deren Überschreitung die Gesundheit akut gefährdet ist. Sie sind vielmehr als verbindliche Zielwerte zu verstehen: Werden die Grenzwerte eingehalten, sind – nach heutigem Stand der Wissenschaft und der Erfahrung – keinerlei negative gesundheitliche Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume zu befürchten.



Foto: Markus Zumsteg

## Die Feinstaubgrenzwerte der Schweiz im Vergleich mit anderen Ländern

Grenzwerte für PM10	Kurzzeitgrenzwert (Tagesmittelwert) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]*	Zulässige Überschreitung [Anzahl Tage]	Langzeitgrenzwert (Jahresmittel) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]*	Zulässige Überschreitung
Schweiz	50	1	20	keine
Fürstentum Liechtenstein	50	1	20	keine
EU-Länder	50	35 bzw. ab 2010 noch 7	40 bzw. ab 2010 noch 20	keine
USA**	150	1	50	keine
Kalifornien/USA**	50	1	20	keine

\*  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft

\*\* Die USA kennen zusätzlich einen Grenzwert für PM2,5. Der Bundesstaat Kalifornien hat auch diesen Grenzwert verschärft.

### Was tun, um die Grenzwerte einhalten zu können?

Gefragt sind in erster Linie dauerhaft wirksame Massnahmen. Ein Beispiel wäre die generelle Pflicht, Dieselmotoren mit Partikelfiltern auszurüsten. Die Filter halten den schädlichen Dieseleruss beinahe vollständig zurück. Diese Massnahme könnte der Bundesrat heute beschliessen. Ihre volle Wirkung entfaltet sie aber – wie seinerzeit beim Katalysator für Benzinmotoren – erst nach ein paar Jahren. Sie ist also keine Sofortmassnahme.

Sofortmassnahmen, die wir heute umsetzen können und die das Problem schlagartig lösen würden, gibt es nicht.

Ziel ist es, langfristig und nachhaltig die Feinstaubbelastung so zu senken, dass auch bei ungünstigen Wetterlagen keine Grenzwerte mehr überschritten werden.

Der Kanton Aargau hat deshalb verschiedene Schritte eingeleitet:

- Heute sind rund 30 Prozent der Busse im öffentlichen Verkehr (ÖV) mit Partikelfiltern ausgerüstet.
- Bis 2009 sollen über 80 Prozent der Verkehrsleistung im ÖV von Bussen mit Partikelfiltern erbracht werden.
- Bei Grossbaustellen wird verlangt, dass grosse und mittlere Baumaschinen mit Partikelfiltern ausgerüstet sind.

- Bei einzelnen Projekten mit grossen Holzfeuerungen wurde der Emissionsgrenzwert für Feinstaub verschärft, was nur mit dem Einsatz von entsprechenden Filtern erfüllt werden kann.

### Was machen andere Länder gegen den Feinstaub?

Feinstaub ist nicht nur in der Schweiz ein Thema, wie die nachfolgenden vier Beispiele zeigen:

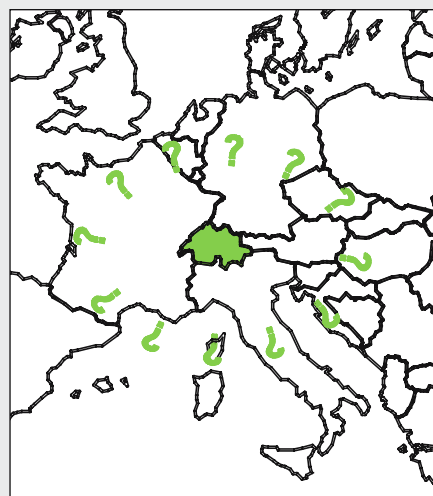
- **Deutschland** unterscheidet zwischen Luftreinhalteplan und Aktionsplänen. Der Luftreinhalteplan enthält längerfristig angelegte Massnahmen, damit die Grenzwerte eingehalten werden können. Die Aktionspläne liefern kurzfristig zu ergreifende und kurzfristig wirksame Massnahmen, um die Grenzwertüberschreitungen zu minimieren.

Massnahmen im Bereich Verkehr sind flüssigere Verkehrsführung, Verkehrsleitsysteme, staubarme Strassenbeläge, Dieselerussfilter, Erdgasantrieb, Einführung von Umweltzonen mit Beschränkungen für stark emittierende Dieselfahrzeuge, Lkw-Durchfahrtsverbote usw.

Im Bereich Industrie/Gewerbe gelten anlagebezogene Vorschriften zur Luftreinhaltung. Der Ausstoss von Schadstoffen ist – nach dem Stand der Technik – so weit als möglich zu begrenzen.



Dieses Postauto fährt mit Russpartikelfilter – sauber für Sie unterwegs im Auftrag des Kantons.



Was unternehmen unsere Nachbarn?

■ **Italien** kennt einen Luftqualitätsplan. Er ist das erste Instrument einer regionalen Verwaltung, um eine Bestandesaufnahme der Immissionen zu machen und gefährdete Zonen zu bestimmen. Gleichzeitig ermöglicht er – mit den europäischen Gesetzgebungen als Rückhalt – auf überregionale Schadstoffquellen wie den Transitverkehr einzugreifen. Im Luftqualitätsplan sind die spezifischen Aktionspläne angeführt.

Im Bereich Verkehr kann Italien Fahrverbote (z. B. Sonntagfahrverbot), Verkehrsbeschränkungen (z. B. nur Autos mit geraden bzw. ungeraden Nummern), Zutrittsverbote für «alte» Autos oder Steuererleichterung für Autos mit Partikelfilter verordnen.

Im Bereich Energie sollen alternative Energieformen forciert werden, beispielsweise Solarenergie, Windenergie und Fernwärme.

■ **Liechtenstein:** Nach liechtensteinischem Luftreinhaltegesetz (LRG) ist ein Massnahmenplan zu erstellen, der auch Massnahmen im Bereich PM10 beinhaltet. Der Massnahmenplan existiert bislang noch nicht. Aber auch ohne Massnahmenplan besteht nach LRG die Pflicht, die Schadstoffemissionen fortlaufend zu reduzieren.

Im Bereich Baustellen ist – wie in der Schweiz – eine «Baurichtlinie Luft» in Vorbereitung, die die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen auf Grossbaustellen vorsieht.

■ **Grossbritannien/London:** Werden die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten, werden so genannte «Air Quality Management Area» definiert, wobei es sich um wenige Strassenzüge oder ein weit grösseres Gebiet handeln kann. In weiterer Folge wird ein «Local Air Quality Action Plan» aufgestellt.

Die im Februar 2003 in der Londoner Innenstadt eingeführte Maut in der Höhe von aktuell 7,50 Euro pro Tag (Ausnahmen für schadstoffarme Fahrzeuge) hat eine Reduktion der Fahrzeuge in der Mautzone um 15 Prozent bewirkt. Zudem gibt es seither 30 Prozent weniger Staus. In manchen Bezirken von London ist die Einführung von so genannten «low emission zones» geplant. Das sind besonders belastete oder schutzwürdige Gebiete, beispielsweise im Umkreis von Krankenhäusern, Kindergärten und Altersheimen, die nur von besonders schadstoffarmen Fahrzeugen befahren werden dürfen.

### Ist die Technik des Partikelfilters reif?

Die Hersteller von Personenwagen bieten heute – meistens optional, wenn nicht serienmässig – den Partikelfilter für Dieselmotoren an. Für grosse und mittlere Baumaschinen gehört der Partikelfilter mittlerweile ebenfalls zum Stand der Technik.

### Was bringen Temporeduktionen auf Autobahnen?

Die Tempobeschränkung auf 80 Kilometer pro Stunde (km/h) auf Autobahnen ist eine Massnahme, um die Feinstaubemissionen kurzfristig zu senken. Nach Schätzungen reduziert die Tempobeschränkung die Feinstaubmenge auf der Autobahn sofort um fünf bis zehn Prozent.

Das Durchschnittsauto der Schweizer Fahrzeugflotte stösst bei 120 km/h 0,0082 Gramm Feinstaub pro Kilometer (g/km) aus. Bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h sind es 0,0044 g/km. Eine Temporeduktion von 120 km/h auf 80 km/h reduziert folglich den Feinstaubausstoss um rund die Hälfte. Dieser Vergleich bezieht sich auf die reinen Auspuffemissionen von Personewagen. Auf schwere Nutzfahrzeuge hat die Tempobeschränkung kaum Einfluss, da für Lastwagen generell Tempo 80 gilt.

Auf die Feinstaubemissionen, verursacht durch Aufwirbelung und Abrieb, hat die Massnahme einen geringen Einfluss.



Tempo 80 bringt eine Reduktion von 5 bis 10 Prozent.

## Diesel oder Benzin, was ist besser?

Im Zusammenhang mit der Klimadiskussion wird der Einsatz von Diesel als Treibstoff propagiert. Das ist kein Widerspruch zu den Bemühungen der Luftreinhaltung. Denn sowohl der Benzin- als auch der Dieselmotor haben lufthygienisch gesehen Vor- und Nachteile.

Ein Dieselmotor nach heutigem Stand der Technik – also mit Partikelfilter – ist bezüglich der Emissionen von Feinstaub dem Benzinmotor ebenbürtig. In Bezug auf den Treibstoffverbrauch – und damit bei den Emissionen des klimarelevanten Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) – hat er Vorteile. Bei dem Stickoxidausstoss (NO<sub>x</sub>) schneidet der Benzinmotor besser ab.

## Wie viele «Diesler» mit Filter gibt es im Aargau?

Im Jahr 2005 waren im Kanton Aargau total 333'536 leichte Motorwagen gemeldet, davon waren 40'841 Dieselfahrzeuge. Das ist ein Anteil von 12,2 Prozent. Es ist nicht bekannt, wie viele dieser Fahrzeuge mit einem Partikelfilter ausgerüstet sind.

Bei den rund 29'000 gemeldeten schweren Nutzfahrzeugen (Lkw, Busse) kann davon ausgegangen werden, dass es sich ausschliesslich um Dieselfahrzeuge handelt. Nur sehr wenige dieser schweren Motorfahrzeuge sind mit einem Partikelfilter ausgerüstet. Eine Ausnahme sind die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs: 30 Prozent der Busse haben einen Partikelfilter. ☁☁☁

## Aktuell gültige Euronormen für Personenwagen

Etappe	Inkrafttreten	Treibstoff	Grenzwerte [Gramm pro Kilometer]				
			Kohlenmonoxid CO	Kohlenwasserstoffe HC	Stickoxide NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>	PM10
Euro 3	1. Januar 2001	Diesel*	0,64	–	0,50	0,56	0,050
		Benzin	2,30	0,20	0,15	–	–
Euro 4	1. Januar 2006	Diesel*	0,50	–	0,25	0,30	0,025
		Benzin	1,00	0,10	0,08	–	–

\* Die Grenzwerte für die Partikelemissionen sind ohne Partikelfilter erreichbar. Durch den Einsatz eines geprüften Partikelfilters reduziert sich der Partikelaustritt um etwa 90 Prozent.



Die Qual der Wahl: Benzin oder Diesel?



Rund 12 Prozent der Schweizer Personenwagen fahren mit Diesel.