

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

O E K O S K O P   N R . 2 / 1 4

ausgepustet



## Editorial

<b>Aus der Geschäftsstelle – Lonza und ihr Quecksilber</b> Martin Forter, Geschäftsführer AefU	3
<b>Luftperspektive – Kurzinfos aus der Welt der Lüfte</b> Stephanie Fuchs, Redaktorin	4
<b>ÄrztInnen in Sorge um die Luft – Die <i>luftgeborenen</i> AefU</b> Dr. med. Bruno Züst, Allschwil/BL	5
<b>Langer Atem für saubere Luft – Ultrafeine Partikel: Die Oberfläche bestimmt den Schaden</b> Dr. med. Jacques Schiltknecht, Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz AefU	6
<b>Luftqualität in der Schweiz – Was liegt in der Luft?</b> Dr. med. et phil. Denise Felber Dietrich, Bundesamt für Umwelt BAFU	7
<b>Wissenschaft als Grundlage – Die Eidg. Kommission für Lufthygiene fordert bessere Luft</b> Prof. Dr. med. et phil. Nino Künzli, Vize-Direktor Swiss TPH, Präsident EKL	9
<b>Krankheit aus der Luft – Anerkannte und vermutete Wirkungen von Luftschadstoffen</b> Meltem Kutlar Joss MSc MPH, LUDOK – Swiss TPH	11
<b>Luftverschmutzung im Lebenslauf – Die SAPALDIA-Langzeitstudie</b> Prof. Dr. Nicole Probst-Hensch, Swiss TPH	13
<b>Recht auf saubere Luft? – Schützt uns das Immissionschutzrecht genügend?</b> Dr. iur. Ursula Brunner, Rechtsanwältin, Zürich	15
<b>Vollzug in den Kantonen – Fehlt den Lufthygiene-Fachstellen bald das Fachwissen?</b> Dr. sc. nat. Hans Gygax, Amt für Umwelt Kanton Freiburg	17
<b>Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter</b>	20
<b>Die Letzte</b>	23
	24

**Umwelt-Gesundheitsforschung ohne Charlotte Braun-Fahrländer?**

Charlotte Braun-Fahrländer, 1949 in Basel geboren, strebt zu neuen Ufern im aktiven Ruhestand. Gibt es auch ohne sie eine Umwelt-Gesundheitsforschung in der Schweiz? Das «Ja» ist so klar wie der Name, der für den Anfang, den Erfolg und die Nachwuchsförderung dieser Schweizer Forschungsgeschichte steht: Charlotte.

Als junge Medizinerin bildete sie sich an der *London School of Hygiene and Tropical Medicine* weiter, um das erste namhafte Schweizer Forschungsprojekt zu den gesundheitlichen Folgen der Luftverschmutzung durchzuführen. Mit kompromisslosem und selbstkritischem Einsatz für wissenschaftliche Qualität trotzte ihre provokative Pionierarbeit dem Zeitgeist der späten 80-er Jahre. Damals hiess es, gesundheitliche Schäden der Luftverschmutzung würden von grünen Kreisen herbeigeredet. Unbeirrt baute Charlotte die Umwelt-Gesundheitsforschung auf und bereitete einer ganzen Generation den Weg, um am damaligen *Institut für Sozial- und Präventivmedizin* und seit 2009 am *Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut* die Forschung in den Bereichen Luft, Lärm und Bestrahlung auf weltweit anerkanntem Niveau zu

betreiben. Bahnbrechend war auch ihr Beitrag zur abenteuerlichen Suche nach Faktoren, welche die Entwicklung von Allergien verhindern können. Gegen die «alte Schule», die noch immer Vermeidungsstrategien predigt, setzte sie neue Fakten: Exposition ist besser. Charlotte wird dem Zeitgeist in Zukunft trotzen. Für diese wünschen wir Glück und «Xundheit» – verbunden mit einem grossen Dank: Danke für den Einsatz für eine gesündere Umwelt!

Nino Künzli, Vize-Direktor Swiss TPH



© Nino Künzli

Titelbild: © OEKOSKOP

27. Juni 2014

**Liebe Leserin, lieber Leser**

Auch die emissionsfreien VerkehrsteilnehmerInnen bekommen ihre Portion Feinstaub ab. Stadtmauer von Xi'an (China).

Bereich Luft auf höchstem Niveau betrieben. Die Luftverschmutzung schädigt sowohl kurzfristig wie langfristig alle und speziell die Kinder als besonders empfindliche Bevölkerungsgruppe (Kutlar, S. 13 und Probst, S. 15).

Ein absolutes Recht auf Schutz vor Krankheit aus der Luft bietet das Umweltschutzgesetz trotzdem nicht. Zwar verlangt es bei übermässiger Luftbelastung verschärzte Emissionsbegrenzungen. Doch wo nur noch ein gemässigter Konsum z.B. von Automobilität helfen könnte, ist das geltende Gesetz machtlos (Brunner, S. 17). Die bisherige Verbesserung der Luftqualität haben wir denn auch nicht erreicht, weil wir uns eingeschränkt hätten, sondern hauptsächlich mit technischen Vorkehrungen zur Abgasreduktion. So sind wir darauf angewiesen, dass die Abluftreinigungssysteme bei Fahrzeugen, industriellen Anlagen und Holzfeuerungen einwandfrei funktionieren. Die Kontrolle darüber liegt bei den Kantonen (Gygax, S. 20). Diese können nur so viele Ressourcen darauf verwenden, wie ihnen die Politik zugestehst. Wie viel Gesundheit wir zugute haben, bestimmt also die Politik. Umso wichtiger ist es, dass sich die AefU einmischen. Für Feinstaub & Co. muss baldmöglichst gelten: ausgепustet!

Eingemischt haben sich die AefU auch in den *«Quecksilber-Fall»* der Lonza Visp. Vor Jahrzehnten in die Umwelt *«entsorgt»*, sind grosse Mengen des giftigen *«Silbers»* in Gärten sowie bei einer Autobahn-Baustelle wieder aufgetaucht. Die AefU wollen in Allianz mit dem WWF Oberwallis dafür sorgen, dass Lonza *«sauber macht»* (S. 4).

Geniessen Sie die Lektüre und den Sommer an einem luftigen Ort – in vollen (Atem-)Zügen.

Stephanie Fuchs, Redaktorin



### Zündung aus Basel – Die «luftgeborenen» AefU

Dr. med. Bruno Züst, Allschwil/BL

Im Jahr 1986 traf sich auf Einladung des Basler Kollegen Martin Vosseler eine Gruppe von Ärztinnen und Ärzten im Restaurant «Urania» in Zürich. Im Sinne der landesweiten Diskussion um das Waldsterben beschlossen wir einen Aufruf von Ärzten «Für Wald und Gesundheit» an die eidgenössischen und kantonalen Behörden.

Den Aufruf veröffentlichten wir mit Antworttalon in der Schweizerischen Ärztezeitung SÄZ. Dem damaligen Redaktor erschien diese umweltpolitische Publikation zu Beginn etwas gewagt. Doch bewirkten medizinische Koryphäen wie Bleuler, Nager, Schär, Truniger und weitere Erstunterzeichnende schliesslich die Zustimmung. 3500 Ärztinnen und Ärzte aus der ganzen Schweiz unterschrieben den Aufruf.

#### Grosse Presse für «Luft ist Leben»

Es folgten Pressekonferenzen und Petitionen auf kantonaler und nationaler Ebene. Als «Handout» verfassten wir die Streitschrift «Luft ist Leben», die auf Fachliteratur und den Verlautbarungen des BUWAL (heute BAFU) basierte. Sie trug die Schwungfeder einer Taube, die während der Abfassung des Textes neben meinen Gartentisch gesegelt war. Eine Flaumfeder charakterisiert noch heute das Logo der sozusagen «luftgeborenen» Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU).

Zufälligerweise geschah ausgerechnet drei Tage vor unserer Pressekonferenz vom 4. November 1986 in Bern der katastrophale Chemiebrand in Schweizerhalle (BL). Entsprechend standen sich die Journalisten im «Café Fédéral» denn auch gegenseitig auf den Füßen. Im schweizerischen Blätterwald rauschte es zünftig, denn zugleich waren Ärztelegationen bei ihren Kantsregierungen vorstellig geworden.

#### Umweltschutz – eine Aufgabe der Ärzte und Ärztinnen

Am 21. Juni 1987 entstand in Bern mit rund 80 Gründungsmitgliedern der schweizerische Verein «Ärzte für Umweltschutz» mit Zentralvorstand und kantonalen Sektionen. Der damalige FMH-Präsident Karl Zimmermann liess mitteilen: «Ich bin froh, dass eine so starke Gruppierung sich landesweit die Förderung des Umweltschutzes zu eigen gemacht hat – eine Aufgabe, die jedem Arzt angelegen sein muss.» Die 16 Mitglieder des ersten Zentralvorstandes sprühten von Ideen. «Fundis» und «Realos» prallten aufeinander. Vorschläge prasselten nur so hernieder. Man war ja nicht umsonst nach Bern gereist. Wir wollten gesunde Luft, und zwar sofort.



Zu einer schweizerischen Premiere wurde unsere zweite Publikation «Luftverschmutzung und Gesundheit»<sup>1</sup> mit einer Auflage von 120 000 Exemplaren in den drei Landessprachen. Vor allem Schulen und Organisationen bestellten die umweltpolitische Fachschrift. Einen wesentlichen Teil der Arbeit leistete das damalige «Institut für Sozial- und Präventivmedizin, der Universität Basel» (heute Swiss TPH) mit Charlotte Braun-Fahrländer und Regula Rapp. Sie hatten die Übersicht über die Gesundheitsschäden der einzelnen Luftschaadstoffe. Erneut forderten wir Bund und Kantone auf, konkrete Massnahmen zu ergreifen.

#### Umweltpolitik braucht Schwung

Ein druckfrisches italienisches Exemplar «Inquinamento atmosferico e salute» überreichten wir dem damaligen Bundesrat Flavio Cotti. Er wolle es als Lektüre in den Pfingsturlaub nehmen. Als Cotti 1992 vom Umweltgipfel aus Rio de Janeiro zurückgekehrt war, schlug er beherzt eine CO<sub>2</sub>-Abgabe für die Schweiz vor. Auf diesem Weg würden Treibstoffe eingespart und entsprechend Luftschaadstoffe reduziert. Doch in der Zwischenzeit war man bereits fahrlässiger geworden: Eine CO<sub>2</sub>-Abgabe existiert heute nur auf Heizöl, nicht aber auf Benzin und Diesel. Das darf nicht so bleiben.

Das sind Erinnerungen des Gründungspräsidenten an die Anfänge der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU). Bruno Züst konnte den neuen Verein auch im Ausland vorstellen, z.B. in Italien und Schweden. Die AefU waren mit damals 3500 Mitgliedern die grösste Fachgesellschaft innerhalb der FMH.  
bzuest@gmx.ch

<sup>1</sup> Ärzte für Umweltschutz (Hrsg.) 1988: Luftverschmutzung und Gesundheit. Bern/Zürich, 50 S.

### Ultrafeine Partikel – Die Oberfläche bestimmt den Schaden

Dr. med. Jacques Schiltknecht, Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz AefU

Anfangs der 1980er-Jahre waren es Förster, die als erste die Öffentlichkeit alarmierten: Der Wald war in ernster Gefahr, durch Ozon und sauren Regen vergiftet zu werden. Es folgte die aufrüttelnde Broschüre «Luft ist Leben» einer Gruppe von Ärztinnen und Ärzten. Sie stellten alle wesentlichen Aspekte der Luftvergiftung dar und äusserten unverblümkt Kritik an den Behörden, die gemäss Umweltschutzgesetz die Pflicht haben, Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume zu schützen.

Der damalige Protest ist nach wie vor aktuell. Die meisten bisherigen Schutzmassnahmen sind zwar griffig, letztlich aber rein palliativ. Kaum jemand hat den Mut öffentlich auszusprechen, was alle wissen: Durch unser «Wirtschaftswachstum», das an Verschwendungen gekoppelt ist, nimmt die Widerstandskraft der Biosphäre exponentiell ab, ihre Degradierung schleichend zu. Trotzdem sind sowohl die Berichterstattung des BAFU wie die Prognosen des Bundesrates beschwichtigend abgefasst. Visionen der 1980er-Jahre hingegen, die eine Beschränkung des Konsums fordern, eine umweltschonende Mobilität etc. und so ein qualitatives Wachstum<sup>1</sup> verlangen, scheinen vergessen.

#### Rückblick: Waldsterben abgewendet

Niemand konnte damals voraussehen, wie lange der Wald den Luftschaadstoffen noch standhalten würde. Erst das Obligatorium für den 3-Weg-Katalysator reduzierte Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) wesentlich und verminderte

#### Feinst-Staub – Reprise der Asbest-Fehler?

Schon 1898 warnte die Krankenschwester Lucy Deane Streatfield als eine der ersten vor den deletären Effekten des Asbests. Sie war als «HM Factory Inspector» in der Asbestmine «Spodden Valley» bei Manchester tätig. Was die beherzte Frau mit einfachster klinischer Beobachtung erkannte und verantwortungsbewusst aussprach, hätte uns vor einer Jahrhundertkatastrophe bewahren können. Viele spätere Studien wurden manipuliert oder gar nicht veröffentlicht. 116 Jahre nach Streatfields Warnung sind wir noch immer daran, die Spätschäden des Asbest mit riesigem Aufwand zu beheben. In Russland, China, Brasilien und Kasachstan sind heute noch Asbestminen in Betrieb. Bis vor Kurzem exportierte Kanada grosse Mengen in Dritt Weltländer. In der Schweiz müssen Entschädigungen für immenses Leid auf dem Rechtsweg kostspielig erstritten werden. Der Arbeitsschutz in der Schweiz ist noch heute gemäss meinen eigenen Recherchen lückenhaft.

so die Bildung von bodennahem Ozon. Plötzlich wurde das bisher «Unmögliche» real: Bleitetraäthyl wurde aus dem Benzin verbannt, nachdem bereits der Schwefel im Heizöl gesenkt wurde. Die sauren Depositionen und das Ozon nahmen entsprechend ab und der Wald erholte sich. Aber anstatt Anerkennung traf jene, die sich für die Verbesserungen eingesetzt hatten, hämische Schadenfreude. Man sprach nun vom «sogenannten Waldsterben» und Begriffe wie «Umwelthysterie» wurden in Umlauf gesetzt. Nach Ansicht von Prof. Harald Bugmann vom Institut für terrestrische Ökologie an der ETH Zürich waren es hingegen diese in aller Eile ergriffenen Massnahmen, die Schlimmeres verhinderten. Doch der Angriff auf den Wald geht weiter. Seit dem Jahr 2000 sind Stickoxid- und Ozonbelastung zwar «stabil», aber zwei- bis dreimal höher als gesetzlich tolerierbar. Abnehmende Wuchskraft, vermehrter Parasitenbefall, eine Bodenversauerung, die «an die Wurzeln» geht, sind Folgen davon.<sup>2</sup> Palliativmassnahmen gewähren uns zwar eine Atempause. Wenn wir dabei aber einschlafen, verpassen wir möglicherweise unsere letzte Chance.

#### Dieselruss – krebserzeugend wie Asbest

Seit über 20 Jahren ist bekannt, dass Dieselruss Krebs bewirken kann. 2012 hat ihn die WHO endlich in die höchste Kategorie 1 der kanzerogenen Schadstoffe eingeteilt, also auf gleicher Stufe mit Asbest. Entsprechend schreibt das Bundesamt für Umwelt BAFU auf seiner Homepage: «Dieselruss ist krebserzeugend. Die Ausrüstung aller Diesel-Lastwagen, Busse, Traktoren, Baumaschinen und Personenwagen mit geschlossenen Partikelfiltern würde es ermöglichen, pro Jahr hunderte vorzeitige Todesfälle zu vermeiden und Gesundheitskosten in Milliardenhöhe einzusparen».

Die Eidgenössische Kommission für Luftreinhaltung EKL betont die dringliche Notwendigkeit, ausnahmslos alle Dieselmotoren mit Partikelfiltern aus- bzw. nachzurüsten (vgl. Beitrag Künzli). Bei der ersten Sprengung zum Bau der NEAT 1999 waren bereits alle Diesel betriebenen Baumaschinen dank SUVA-Vorschriften mit zertifizierten Partikelfiltern ausgerüstet. Sämtliche Feinstaubpartikel, inklusive die ultrafeinen Partikel (UP), wurden bis hin zu 99,9% ausgefiltert. Dies wurde durch Messung der Partikelanzahl kontrolliert. Gefilterte Auspuffgase enthielten sogar weniger Partikel als die Umgebungsluft. Bereits seit 1992 werden städtische Busse mit Partikelfiltern nachgerüstet. Für Baumaschinen

<sup>1</sup> Bundesamt für Konjunkturfragen (Hrsg., 1985): Qualitatives Wachstum. Bericht der Expertenkommission des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements. Bern.

<sup>2</sup> Braun, S. & Flückiger, W. (2013): Wie geht es unserem Wald? Interkantonales Waldauerbeobachtungsprogramm der Kantone AG, BE, BL, BS, FR, SO, TG, ZG, ZH und des BAFU. Ergebnisse von 1984 bis 2012, Bericht 4. www.iap.ch.



Die Erhebung der ultrafeinen Partikel (UP) muss unmittelbar an den besonders belasteten Strassenlagen erfolgen.

gilt ein generelles Filterobligatorium. Trotzdem konnte eine flächendeckende Nachrüstung aller Dieselmotoren bis heute politisch nicht durchgesetzt werden. Gerade kürzlich lehnte der Nationalrat eine entsprechende Motion deutlich ab.<sup>3</sup> Der Kampf um die Entgiftung der Dieselabgase dauert schon 15 Jahre und geht also weiter. Er ist ein Paradebeispiel, wie viel Beharrlichkeit es braucht, um nur schon ein Teilproblem zu lösen.

### Ultrafeine Partikel – Stress für die Zellen

In den letzten Jahren wurden die Luftschaudstoffe immer differenzierter untersucht. Besonders die chemischen Veränderungen der UP und ihre Verfrachtung in der Atmosphäre sind nun besser erforscht. UP können in die Zellen eindringen und dort lange verbleiben. Sie verursachen einen dauernden oxidativen Stress, welcher die Kaskade der chronischen Entzündung in Gang bringt und unterhält. Dies macht verständlich, warum in Strassennähe nicht nur Lungen-, sondern auch Blutgefäßserkrankungen vorkommen und die fetale Entwicklung gestört wird. Ob die Russelchen selber oder angelagerte Aromate und/oder Metalle die Auslöser sind, ist wissenschaftlich interessant, für die Prophylaxe aber zweitrangig.

### UP – auf die Oberfläche kommt es an

Jede Verbesserung bei der PM10-Belastung<sup>4</sup> und besonders im PM2.5-Bereich bringt bekanntlich einen wesentlichen Gewinn für die Volksgesundheit. Das belegen u.a. die vielbeachteten Studien SAPALDIA und SCRAPOL (s. Beitrag Probst-Hensch). Jedoch sind sich alle Fachleute einig, dass Erhebungen zu PM10 und PM2.5 die UP nicht erfassen und abbilden können, weil es sich dabei um Massenmessungen handelt.

Massenmessungen ergeben aus physikalischen Gründen keine brauchbaren Resultate für UP. Russel im Nanobereich haben eine verschwindend kleine Masse, aber eine enorme Oberfläche, welche mit der Kleinheit der Partikel exponentiell zunimmt. Würde der grösste Partikel der PM10-Fraktion zu ultrafeinen Partikeln zermahlen, würde die Gesamtoberfläche im Verhältnis 1:1 000 000 vergrössert. Die biochemischen Interaktionen finden an der Oberfläche der Partikel statt. Die gesundheitsrelevante Wirkung des Dieselrusses

korreliert daher mit der Oberfläche seiner Partikel, nicht mit ihrer Masse.

Auch die Eidgenössische Kommission für Luftreinhaltung (EKL) betont in ihrem aktuellen Bericht: «Die Bedeutung der grösseren Oberfläche der kleinsten Partikel pro Masse für die Toxizität wurde in Zellexperimenten mehrfach bestätigt» und: «... ein guter Indikator für die ultrafeinen Partikel ist die Anzahlkonzentration». Es fehlen aber die entsprechende Forderung nach einem ausgedehnten Monitoring der UP mit adäquater Metrik und der Vorschlag zur Erarbeitung eines sinnvollen Grenzwertes, z.B. analog dem MAK-Wert in der Arbeitsmedizin. Die Messung der Partikelanzahlkonzentration (CPC) und damit der Partikeloberfläche ist unbestritten viel aufwändiger als PM10-Massenmessungen. Sie bietet aber die zur Zeit beste Metrik, um den Erfolg zu quantifizieren.

Störfaktoren wie Wolken aus Fettröpfchen von Imbissbuden, Nebel etc. beeinflussen zwar einzelne Daten bei Partikelanzahlmessungen stark. Sie können aber bei der Interpretation ausgesondert werden. Das belegt die von den Aefu und dem VCS Verkehrs-Club der Schweiz durchgeführte Pilotstudie. Entsprechende Messgeräte wurden in der Schweiz entwickelt. Für Forschungszwecke können bestimmte Bevölkerungsgruppen portable «Dosimeter» mit sich tragen. Auch ein stationäres Monitoring muss mit einem engmaschigen Messnetz an verkehrsnahen Orten erfolgen. Arbeitswege gehören auch zum Arbeitsplatz, also wäre hier die SUVA gefordert. In Analogie zu den MAK-Werten der Arbeitsmedizin ist ein Monitoring am Ort der Belastung unverzichtbar. Denn sowohl für die Erfolgskontrolle der Massnahmen wie auch als Grundlage für epidemiologische Studien braucht es solide Daten. Logischerweise muss bei der Immissionsmessung die gleiche Metrik wie für die Kontrolle der Emissionen angewandt werden, also die Messung der Partikelanzahl und -oberfläche.

Obwohl es einen erheblichen Aufwand bedeutet, sollte dringend eine Arbeitsgruppe ein möglichst sinnvolles Monitoring und die adäquate Festlegung eines verbindlichen Grenzwertes für die UP vorbereiten.

Dr. med. Jacques Schiltknecht ist Gründungsmitglied der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Seit Jahrzehnten widmet er sich dem Schutz der Atemluft.  
bj.schiltknecht@bluewin.ch

<sup>3</sup> Motion Daniel Vischer (12.3832), Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit Partikelfiltern, abgelehnt am 6. Mai 2014

<sup>4</sup> PM = Particulate Matter, Definition der Feinstaub-Partikel vgl. S. 5.

### Was liegt in der Luft?

Dr. med. et phil. Denise Felber Dietrich, BAFU

**Die Schweiz ist für ihre saubere und gesunde Luft bekannt, obwohl die in der Luftreinhaltungs-Verordnung formulierten Vorgaben noch nicht vollumfänglich erfüllt sind.**

Die Massnahmen, die in der Vergangenheit zur Verbesserung der Luftqualität ergriffen wurden, führten in den letzten dreissig Jahren zu einem wesentlichen Abbau der Luftbelastung. Dies auch im Mittelland, wo viele Schadstoffquellen vorhanden sind.

#### Hauptquellen der Luftschaudstoffe

Der Strassenverkehr ist seit Mitte der 1950er Jahre der Hauptverursacher der Stickoxid-Emissionen (NO<sub>x</sub>) sowie eine bedeutende Quelle von Feinstaub und krebserregendem Dieselruss. Mitte der 1970er-Jahre war er zudem Hauptquelle der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC). Trotz mehr Verkehr hat dessen Luftschaudstoff-Ausstoss in der Schweiz seit den 1990er-Jahren jedoch deutlich abgenommen.

Bei den Haushalten sind es insbesondere die Feuerungs- und Heizungsanlagen, welche schädliche Stoffe in die Luft abgeben. Je nach eingesetztem Brennstoff emittieren sie mehr oder weniger Staub und Russ, Schwefel- und Stickoxide, Kohlenmonoxid sowie diverse Spurenstoffe. Lufthygienische Probleme treten insbesondere bei Holzfeuerungen oder Cheminées auf (vgl. Beitrag Gygax). Ungefähr 16% der PM10<sup>1</sup>-Belastung in der Schweiz ist auf Holzbrennstoffe zurückzuführen. Industrie und Gewerbe verursachen in erster Linie prozessbedingte und Feuerungsemissionen. Insbesondere der Ausstoss von flüchtigen organischen Verbindungen ist hier problematisch. Die Landwirtschaft ist Hauptverursacher von Ammoniak. Zwischen 1990 und 2000 sind die Emissionen dieses Schadstoffes zwar aufgrund rückgängiger Tierzahlen gesunken, doch seither stagnieren sie auf hohem Niveau.

#### Atemluft ist nicht sauber genug

Bei den einzelnen Luftschaudstoffen sieht die aktuelle Situation in der Schweiz gemessen an den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhaltungs-Verordnung unterschiedlich aus. Die Schwefeldioxidbelastung hat seit Mitte der 1980er-Jahre an allen NABEL<sup>2</sup>-Messstationen um über 90% abgenommen und liegt heute deutlich unter dem Immissionsgrenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup>. Dies zeigt den Erfolg der getroffenen Massnahmen, insbesondere der Herabsetzung des Schwefelgehalts im Diesel und Heizöl sowie der Umstellung auf Erdgas infolge strenger Emissionsgrenzwerte für Feuerungen. Auch die Kohlenmonoxid-Belastung (CO) stellt heute in der Schweiz kein direktes Problem für die menschliche Gesundheit dar.



Der Angriff auf die Luftqualität kommt von oben und unten.

heit mehr dar. Die deutliche Reduktion der Emissionen seit Mitte der 1970er-Jahre hat dazu geführt, dass selbst in innerstädtischen Strassenschluchten, wo die CO-Immissionen wegen des stockenden Verkehrs und der schlechten Durchlüftung am höchsten sind, die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhaltungs-Verordnung nicht überschritten werden. Keine Entwarnung gibt es bei Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon.

#### Feinstaub, Stickoxide und Ozon im Übermass

Seit 1991 ist PM10-Belastung zwar deutlich zurückgegangen und insbesondere die Blei- und Cadmiumanteile im Feinstaub liegen weit unter den Grenzwerten. In Ballungszonen sowie entlang von Autobahnen wird der zulässige Jahresmittelwert von 20 µg/m<sup>3</sup> PM10 jedoch immer noch regelmäßig überschritten. Auch der 24-Stunden-Mittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> wird häufig übertroffen (eine Ausnahme bilden nur die Messstationen oberhalb 1000 m.ü.M.). Zu den Massnahmen, die mindestens einen Rückgang der Feinstaubbelastung bewirken, zählen strenge Abgasvorschriften für Strassenfahrzeuge. Die Begrenzung der Partikelanzahl, die für neue Personen- und Lieferwagen mit Dieselmotoren sowie für Baumaschinen gelten, können de facto nur mit Partikelfiltern eingehalten werden. Strenge Emissionsgrenzwerte für Holzheizungen sowie Emissionsvorschriften für industrielle und gewerbliche Anlagen und Prozesse sind weitere Bausteine der schweizerischen Lufthygienemassnahmen.

Auch die Luftbelastung durch Stickoxide hat sich seit den achtziger Jahren verringert. Die Grenzwerte werden jedoch hauptsächlich in Städten und entlang von dicht befahrenen Strassen weiterhin überschritten. Das ständig wachsende Verkehrsaufkommen und der steigende Anteil an Dieselfahrzeugen wirken sich problematisch aus. Grenzwerte für den Ausstoss von Stickoxiden durch motorisierte Strassenfahrzeuge sind in den Abgasvorschriften festgelegt. Hier

<sup>1</sup> PM = Particulate Matter, Definition der Feinstaub-Partikel vgl. S. 5.

<sup>2</sup> Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) ist ein gemeinsames Projekt vom Bundesamt für Umwelt BAFU und der EMPA.

## Zielrücken in der Schweiz

Damit die in der Schweiz geltenden Grenzwerte für Feinstaub eingehalten werden können, müssen gegenüber heute rund 50% der PM10-Emissionen und etwa 50% der Vorläufer-Emissionen (Schwefeldioxid, Stickoxide, Ammoniak, flüchtige organische Verbindungen) reduziert werden.

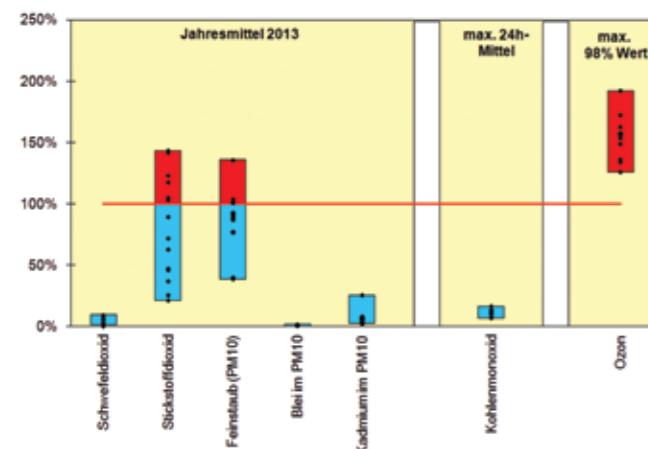
Quelle: [www.bafu.admin.ch/luft/00575/00578/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00578/index.html?lang=de)

werden die neuen Vorschriften (Euro VI/6) weitere Schadstoffreduktionen bewirken. Für Zementwerke, welche zu den bedeutenden Emittenten von Stickoxiden zählen, gibt es seit 2005 eine Branchenvereinbarung zwischen den Standortkantonen und dem Verband der Schweizerischen Zementindustrie. Dank dieser bis 2015 gültigen Vereinbarung und weiterer Massnahmen ist es gelungen, den NO<sub>x</sub>-Ausstoss in der Schweiz seit den 1990er-Jahren um 50% zu senken.

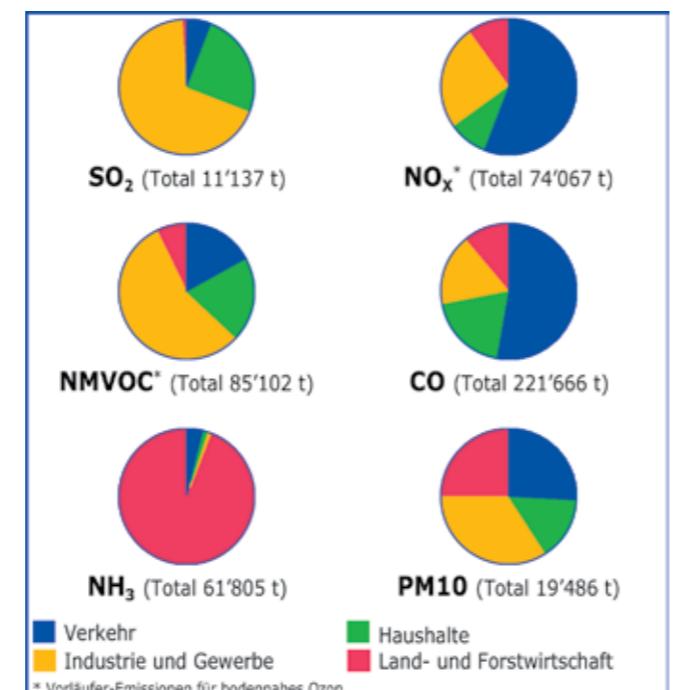
Dank sinkender Emissionen von Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), welches die Vorläufersubstanzen von bodennahem Ozon sind, konnte trotz anwachsender mittlerer Ozonbelastung ein Ansteigen der Ozonmaxima verhindert werden. Die hohen Ozonwerte nahmen an einigen Stationen sogar ab. Die Immissionsgrenzwerte werden allerdings immer noch häufig und grossräumig überschritten. Durch verschiedene Massnahmen, wie der im Jahr 2000 eingeführten VOC-Lenkungsabgabe, wurden die Emissionen seit Ende der 1980er-Jahre um 75% gesenkt. Die Einnahmen aus der Lenkungsabgabe werden via Krankenversicherer gleichmässig an die Bevölkerung verteilt.

## Luftreinhaltung – immer und überall

Viele Luftschaudstoffe verbleiben längere Zeit in der Atmos-



Übersicht der Schadstoffbelastung 2013 im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung. Eingezeichnet sind die Werte der einzelnen NABEL-Stationen (ohne die alpinen Stationen Davos und Jungfraujoch). Lesebeispiel: Die Ozon-Jahresmittel an den verschiedenen Stationen liegen zwischen 26% (Bern) und 192% (Lugano) über dem Grenzwert.



Anteile der Schadstoffquellen an den Jahresemissionen 2012.

phäre und werden dabei über grosse Distanzen verfrachtet. Aus diesem Grund können viele lufthygienische Probleme nicht von einem Staat allein gelöst werden. Die Schweiz engagiert sich deshalb aktiv in verschiedenen internationalen Gremien für eine Begrenzung der Luftverschmutzung in Europa und ist unter anderem Mitunterzeichnerin des UNECE-Übereinkommens<sup>3</sup> über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung.

Die bisherigen Erfahrungen in der Luftreinhaltung zeigen, dass die Verbesserung der Luftqualität eine komplexe Aufgabe ist, die in vielen Schritten erfolgen muss. Wichtig ist dabei, dass bei allen Entscheidern über Verkehr, Energie, Raumplanung, Landwirtschaft und Finanzen auch deren Auswirkungen auf die Luftqualität beurteilt und berücksichtigt werden.

## Weitere Informationen

Auf der Website des BAFU: [www.bafu.admin.ch/luft/](http://www.bafu.admin.ch/luft/)  
Verschiedene Artikel zur Stickstoffproblematik in der Umwelt im BAFU-Magazin «umwelt», Ausgabe 02/2014: [www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/](http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/)

Dr. med. et phil. Denise Felber Dietrich ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bundesamt für Umwelt BAFU in Bern, Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien, Sektion Luftqualität. [denise.felber-dietrich@bafu.admin.ch](mailto:denise.felber-dietrich@bafu.admin.ch)

<sup>3</sup> Das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on long-range transboundary air pollution, CLRTAP) der UNO-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE) wurde 1979 in Genf unterzeichnet und ist 1983 in Kraft getreten. Es umfasst acht Protokolle zur Reduktion von Luftschaudstoffen. Die Schweiz hat alle Protokolle ratifiziert und das BAFU beteiligt sich aktiv in verschiedenen CLRTAP-Gremien.

## Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene fordert bessere Luft

Prof. Dr. med. et phil. Nino Künzli, Vize-Direktor Swiss TPH, Präsident EKL



Vom Frachtkahn bis zum Freizeitboot: Auch Schiffsmotoren pusten krebserregende ultrafeine Partikel in die Atemluft.

Mit «Feinstaub in der Schweiz 2013» legt die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) dem Bundesrat einen aktuellen Bericht mit Empfehlungen zur Regulierung von Feinstaub vor. Die EKL hält am bisherigen Immissionsgrenzwert für den atembaren Staub (PM10)<sup>1</sup> fest. Sie fordert aber einen zusätzlichen Grenzwert für den Feinstaub PM2.5 und eine starke Reduktion der noch kleineren Partikel und des krebserregenden Russes. Dieser soll innerhalb von 10 Jahren um 80% auf einen Fünftel der heutigen Werte gesenkt werden.

Der letzte Bericht liegt sieben Jahre zurück. Plangemäss hat sich die EKL mit der Frage befasst, ob die heutige Regulierung der schädlichen Staubpartikel noch den wissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht und den Schutz der Bevölkerung gewährleistet. Der aktuelle Bericht<sup>2</sup> berücksichtigt u.a. die

## Mitglieder der EKL (2014)

Christof Ammann, Urs Baltensperger, Sabine Braun, Luca Colombo, Françoise Dubas, Alexandre Flückiger, Peter Gehr, Robert Gehrig, Hans Gygax, Peter Künzli, Nino Künzli (Präsident), Bernhard Leikauf, Gerrit Nejedly, Nicole Probst-Hensch.

**Ad hoc-Mitglieder der Arbeitsgruppe PM (2013):**  
Meltem Kutlar Joss, Regula Rapp, Peter Strähl, Fritz Zürcher.

neuesten Resultate der europäischen Gesundheitsforschung und die renommierte Schweizer SAPALDIA-Studie (vgl. Beitrag Probst-Hensch). Die EKL macht drei zentrale Empfehlungen: die bewährte Regelung von PM10 beibehalten, einen Jahresmittelwert für PM2.5 einführen und eine Strategie zur deutlichen Emissionsreduktion der kleinsten Partikel festlegen.

## Die Schweizer Luftreinhaltung dient der Gesundheit

In der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) wurde 1998 festgesetzt, dass die atembaren Staubteile (PM10) in der Luft im Jahresmittel höchsten bei 20 µg/m<sup>3</sup> und der Tagesmittelwert<sup>3</sup> nicht über 50 µg/m<sup>3</sup> liegen dürfen. Dies entspricht den wissenschaftlich begründeten Forderungen der WHO. Die seither in der Schweiz umgesetzten Massnahmen haben zu kontinuierlichen Verbesserungen der Luftqualität geführt.

Die Zielvorgaben der LRV für PM10 sind also richtig, weshalb die EKL unbedingt daran festhalten will.

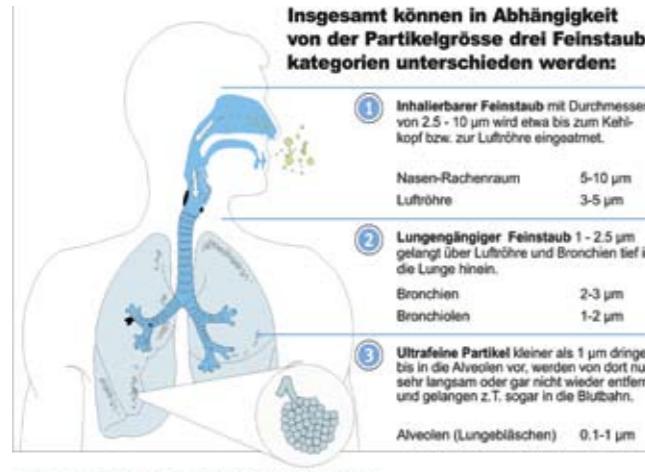
## Neuer Grenzwert für feinen Staub

Die neusten nationalen und internationalen Forschungsergebnisse zeigen Handlungsbedarf für die noch feineren Stäube

<sup>1</sup> PM = Particulate Matter, Definition der Feinstaub-Partikel vgl. S. 5.

<sup>2</sup> <http://www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen/index.html>

<sup>3</sup> 24h-Mittelwert, welcher höchstens einmal pro Jahr überschritten werden darf.



© Umwelt- und Gesundheitsschutz Stadt Zürich / Nohl Röderlechner

Die Lunge als ‚Staubsauger‘ für Feinstaub. Abhängig von der Partikelgrösse gelangt der Feinstaub bis ins Blut. Quelle: Umwelt- und Gesundheitsschutz Stadt Zürich.

PM2.5. Dieser Feinstaub hat schädliche Auswirkungen, die mit den PM10-Belastungen nur ungenügend erfasst werden. Die Staubfraktion der PM2.5 wird bis tief in die Lungenbläschen eingeatmet und kann dort zu Entzündungen führen, die auf den gesamten Organismus übergreifen. Die Folge sind nicht nur Lungenkrankheiten, sondern systemische Erkrankungen wie die vorzeitige Alterung und Verkalkung der Blutgefäße und Herzinfarkte. Die neuste europaweite Studie ESCAPE – an der sich auch das SAPALDIA-Forschungsteam beteiligte – zeigte erstmals, dass die Sterberate auch bei wenig belasteten Personen (Jahresmittel  $\leq 15 \mu\text{g PM2.5/m}^3$ ) von der PM2.5-Konzentration abhängt. Ein Unterschied von  $5\mu\text{g/m}^3$  in der PM2.5-Langzeitbelastung ging mit einer 7% höheren Sterblichkeit einher.

Im Gegensatz zu den meisten Ländern mit Luftreinhaltegesetzen sind die PM2.5 in der Schweiz bisher nicht reguliert. Die WHO empfiehlt einen Jahresmittelwert von höchstens  $10\mu\text{g/m}^3$ . In der Schweiz beträgt der Anteil der PM2.5 an der PM10-Konzentration heute ca. 75%, wobei er je nach Standort und Jahreszeit variiert. Würde der PM10-Grenzwert eingehalten, betrüge die PM2.5-Belastung noch immer ca.  $15\mu\text{g/m}^3$ . Das genügt den Forderungen des Gesundheitsschutzes nicht. Deshalb sollen die von der WHO vorgeschlagenen  $10\mu\text{g/m}^3$  in der LRV aufgenommen werden.

Ein PM2.5-Grenzwert hat auch für den Vollzug lufthygienischer Massnahmen Vorteile. Manche international bereits beschlossene Massnahmen werden in Zukunft die PM2.5 stärker reduzieren als die gesamte PM10-Fraktion. Aus Sicht des Gesundheitsschutzes sollten die WHO-Richtwerte für beide Staubfraktionen eingehalten werden.

## Russpartikel gehören nicht in die Luft

Die EKL hat sich auch mit den neusten Erkenntnissen be treffend die sogenannte ultrafeinen Partikel mit einem Durchmesser von 1–100 Nanometer (PM0.1) befasst. Diese werden in grosser Zahl bei Verbrennungsprozessen ausge-

stossen. Im Gegensatz zu den anderen Feinstäuben können sie direkt durch die Zellwand ins Blut wandern und somit alle Organe im Körper erreichen. Die ‚Ultrafeinen‘ bleiben auch länger in den tiefsten Lungenabschnitten, weil sie vom Abwehrsystem schlecht erfasst werden. Sie spielen deshalb vor allem langfristig eine Rolle bei der Entstehung von Herzkrankheiten und Lungenkrebs.

Russpartikel aus Motorfahrzeugen und Holzfeuerungen liegen vornehmlich in der ultrafeinen Fraktion vor. Krebsregende Stoffe gehören grundsätzlich nicht in die Luft. Sie unterliegen einem Minimierungsgebot. Die EKL will den Russ noch verbindlicher minimieren als bisher. Die viel zu hohen Russkonzentrationen sollen innerhalb 10 Jahren auf 20% der heutigen Belastungen reduziert werden. Das bedingt vor allem den kompromisslosen Vollzug aller verfügbaren Massnahmen durch die Kantone (z.B. Einsatz von Partikelfiltern in allen Motoren und Heizungen).

## Emissionsbegrenzung vs. Immissionsgrenzwert

Die EKL hat intensiv diskutiert, ob die ultrafeinen Partikel ebenfalls mit einem Immissionsgrenzwert (IGW, z.B. maximale Partikelanzahl/ $\text{m}^3$ ) reguliert werden sollten (vgl. Beitrag Schiltknecht). Sie schliesst sich in dieser Frage jedoch den internationalen Expertengremien an und empfiehlt derzeit keine indirekte Regulierung durch IGW in der Aussenluft, sondern eine direkte und rigorose Reduktion der Emissionen dieser Partikel. Internationale Standards für die Messung der Partikelanzahl in der Umgebungsluft fehlen derzeit. Zudem schwankt die Partikelanzahl räumlich und zeitlich stark, was die Kontrolle (Standortwahl, Messdichte, zeitliche Auflösung, Berücksichtigung von Windverhältnissen etc.) und den Vollzug eines IWG für ultrafeine Partikel schwierig gestaltet. Die Russmessungen der letzten 20 Jahre zeigen, dass auch strenge quellenspezifische Vorschriften zu starken Verbesserungen führen können. Die EKL verlangt aber, dass sich die Schweiz international für die Erarbeitung von Immissions-Messstandards der bisher nicht mittels IGW regulierten Schadstoffe einsetzt. Auch soll die Messung von Russ, Partikelanzahl, organischem Kohlenstoff sowie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen an ausgewählten NABEL-Standorten dauerhaft fortbestehen. Sie dient auch der Erfolgskontrolle der Massnahmen.

Die EKL fordert also in ihrem neuesten Bericht, dass die Bemühungen zur Reduktion der Feinstaubbelastung der Bevölkerung entschieden vorangetrieben werden müssen. Nur so schützen die Behörden die Bevölkerung vor wissenschaftlich belegten Schäden durch die Luftverschmutzung, wie es das Umweltschutzgesetz verlangt.

Prof. Dr. med. et phil. Nino Künzli ist Vizedirektor des Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut in Basel. Er ist Professor für Prävention und Gesundheitswesen / Public Health an der Universität Basel und Präsident der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene EKL.

## Anerkannte und vermutete Wirkungen von Luftschaadstoffen

Meltem Kutlar Joss MSc MPH, LUDOK – Swiss TPH



Extreme Luftbelastungen alarmieren. Sind sie fortgewaschen, folgt oft ‚courant normale‘. Paris im Smog.

**Die Luftverschmutzung hat es auch 2014 wieder auf die Titelseiten der Medien geschafft. Nicht etwa jene in den Megastädten Asiens, sondern zum Beispiel die Spitzenwerte an der Champs-Elysées in Paris, die im März 185 Mikrogramm PM2.5<sup>1</sup> pro Kubikmeter Luft erreichten.<sup>2</sup> Die kurzfristige und besonders die langfristige Schadstoffbelastung aus der Luft ist folgenschwer. Die Beweislage für die bekannten Gesundheitsschäden wird immer dichter und neue Effekte werden untersucht.**

Die kurzfristigen Folgen der Luftverschmutzung sind gut untersucht und bekannt. Bei steigender Feinstaub-, Stickstoffdioxid- und Ozonbelastung steigt die Zahl der täglichen Todesfälle, der Spitaleintritte und der Krankheitstage. Die WHO hat im jüngst erschienenen HRAPIE-Bericht<sup>3</sup> die Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen den Schadstoffen und den Gesundheitsfolgen zusammengestellt: Bei jeder Zunahme der PM2.5-Belastung um  $10\mu\text{g/m}^3$  ist mit einem Anstieg der krankheitsbedingten Todesfälle um 1.2% zu rechnen. Ein Anstieg der Ozonbelastung (bezogen auf den höchsten 8 Std.-Wert eines Tages) oder des höchsten NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwerts um  $10\mu\text{g/m}^3$  erhöht die Zahl der Todesfälle um 0.3%. Notfallmässige Spitaleintritte sind auch in der Schweiz ein Thema.<sup>4</sup> Die Feinstaubbelastung ist in den Jahren 2001–

2010 zwar gesunken, die Notfälle wegen Herzkreislauf- und Atemwegserkrankungen nehmen aber kurzfristig immer noch zu, wenn die PM10-Belastung ansteigt.

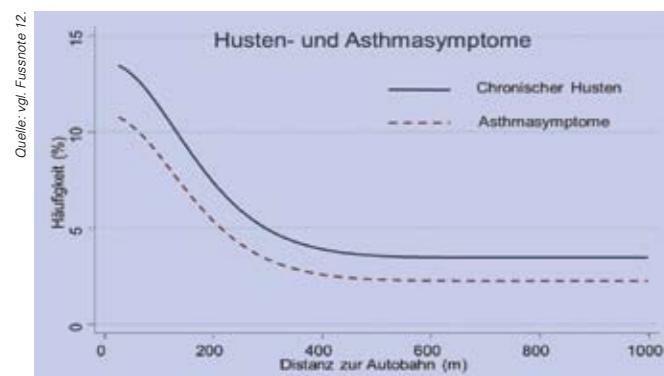
Kurzfristige offensichtliche Belastungsepisoden schaffen es oft in die Medien. Kurzfristig gemessene Wirkungen erfassen aber nur einen Bruchteil der tatsächlichen Effekte, da viele Krankheiten erst langfristig entstehen und sich auch kleine Effekte mit der Zeit summieren. Langandauernde und wiederholte Belastungen sind daher für die Gesundheit bedeutender.

## Langfristige Folgen bei Kindern

Kinder sind besonders empfindlich auf Luftverschmutzung. Ein Anstieg der Luftbelastung führt zu mehr Atemwegsinfektionen bei Kleinkindern<sup>5</sup> und erhöht dadurch die Säuglingssterblichkeit. Sie beeinträchtigt das Lungenwachstum während der gesamten Lungenentwicklung. An verkehrsreichen Wohnlagen stellte man bei Kindern häufiger Asthma

## Folgen bei kurzfristigem Anstieg der Schadstoffbelastung

- Mehr krankheitsbedingte Todesfälle
- Mehr Todesfälle wegen Herzkreislauf- und Atemwegskrankheiten
- Mehr Spitaleintritte wegen Herzkreislauf- und Atemwegsproblemen
- Mehr Tage mit eingeschränkter Aktivität und mehr Arbeitsabsenzen
- Mehr Asthmasymptome
- Mehr allgemeinärztliche Konsultationen, Einnahme von Medikamenten, Selbstmedikation, Vermeidungsverhalten, physiologische Veränderungen z.B. in der Lungenfunktion



Atemwegssymptome bei Erwachsenen im Kanton Uri in Abhängigkeit der Distanz der Wohnadresse von der Autobahn. Sie folgen dem gleichen Verlauf wie die verkehrsbedingten Luftschatzstoffe.

fest.<sup>6</sup> Im Fokus neuerer Untersuchungen stehen die Folgen der Schadstoffexposition während der Schwangerschaft oder der frühen Kindheit für Geburtsgewicht, Frühgeburtlichkeit, Missbildungen, Krebserkrankungen und für die kognitive Entwicklung. Als sehr wahrscheinlich gilt mittlerweile der Zusammenhang eines tieferen Geburtsgewichts mit der Feinstaubbelastung.<sup>7</sup> Für die übrigen Folgen ist die Datenlage noch ungenügend.

### Langfristige Folgen bei Erwachsenen

Grosse Kohortenstudien und Metaanalysen haben die Auswirkungen langfristiger Belastung mit Luftschatzstoffen auch bei Erwachsenen bestätigt. So berechneten Hoek et al.<sup>8</sup> in ihrer Metaanalyse von 13 Kohortenstudien den Zusammenhang der krankheitsbedingten Sterblichkeit mit der Feinstaubbelastung auf + 6.3% pro 10µg PM2.5/m<sup>3</sup> und auf + 5.5% pro 10µg NO<sub>2</sub>-Belastung/m<sup>3</sup>. Die grosse europäische ESCAPE-Studie, in die auch Daten der Schweizer SAPALDIA-Studie einflossen, wies den Zusammenhang mit der Sterblichkeit für die Feinstaubgrössen PM2.5, PM10 und für Stickoxide nach.<sup>9</sup> Die internationale Krebsagentur IARC<sup>10</sup> stufte im Herbst 2013 die Luftverschmutzung im Allgemeinen und Feinstaub im Besonderen als krebserzeugend ein, unabhängig von Rauchen, Geschlecht und sozialer Klasse. 15% der weltweit auftretenden Lungenkrebsfälle seien Folge der

<sup>6</sup> McConnell R, Islam T, Shankardass K, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, Gauderman J, Avol E, Künzli N, Yao L, Peters J, Berhane K. (2010). Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school. Environ Health Perspect. 2010 Jul;118(7):1021-6.

<sup>7</sup> Shah PS, Balkhair T; Knowledge Synthesis Group on Determinants of Preterm/LBW births (2011). Air pollution and birth outcomes: a systematic review. Environ Int. 2011 Feb;37(2):498-516.

<sup>8</sup> Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B, Kaufman JD (2013). Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. Environ Health. 2013 May;28(1):43.

<sup>9</sup> <http://www.escapeproject.eu/>

<sup>10</sup> <http://www.iarc.fr/>

<sup>11</sup> Loomis D 2014. Vortrag vom 15.5.2014 am WHO Task Force on Health Meeting. 14.-15. Mai 2014 in Bonn.

<sup>12</sup> Hazenkamp-von Arx ME, Schindler C, Ragettli M, Künzli N, Braun-Fahrlander C, Liu LJS (2011). Impacts of highway traffic exhaust in alpine valleys on the respiratory health in adults: a cross-sectional study. Environmental Health 2011; 10: 13.

<sup>13</sup> Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2012), Externe Kosten 2005-2009, Berechnung der externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs in der Schweiz.

Luftverschmutzung. Krebs ist denn auch häufig in Gebieten mit hoher Verkehrsdichte oder entlang von verkehrsreichen Strassen.<sup>11</sup>

### Strassennähe ist ungesund

Der Verkehr liefert in unseren dicht besiedelten Gebieten den grössten Beitrag an die Luftverschmutzung und ihre Folgen. Anhand der Verkehrsdichte oder der Wohnlage in Strassen-nähe können die Gesundheitseffekte auch ohne direkten Schadstoffbezug untersucht werden. In der Schweiz zeigte Hazenkamp-von Arx et al.<sup>12</sup> auf, dass Atemwegsprobleme bei Erwachsenen in der Nähe einer Autobahn zunehmen (vgl. Grafik). Deutsche Studien stellten fest, dass auch das Risiko für Herzinfarkt oder frühzeitige Arteriosklerose in der Nähe von Hauptverkehrsachsen höher ist. Wo die Schadstoffbelas-tung hingegen abnimmt, verbessert sich auch die Gesundheit (SAPALDIA-Studie 2009, vgl. Beitrag Probst-Hensch).

### Unterschätzte Gesundheits- und Kostenfolgen?

Die neuere Forschung hat weitere mögliche Gesundheitsfolgen untersucht, wie z.B. Diabetes, Einschränkungen der kognitiven Entwicklung und Leistung oder Demenzerkrankun-gen. Bei letzteren wird ein kausaler Zusammenhang mit den ultrafeinen Partikeln diskutiert. Die Beweislage ist jedoch noch ungenügend. Sollte sich der Verdacht mit weiteren Studien erhärteten, hätten wir die Folgen der Luftverschmutzung bisher massiv unterschätzt. Die neueste Abschätzung der WHO zur weltweiten Krankheitslast ergab für Europa über 480 000 Todesfälle aufgrund der Aussenluftbelastung. In der Schweiz beliefen sich die Gesundheitskosten infolge der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf etwa 2 Milliarden Franken pro Jahr, hauptsächlich bedingt durch die über 48 000 verlorenen Lebensjahre.<sup>13</sup> Im Sommer soll die Nach-führung dieser Abschätzung publiziert werden.

Meltem Kutlar Joss MSc MPH ist Leiterin von LUDOK, Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit des Swiss TPH. [meltem.kutlar@unibas.ch](mailto:meltem.kutlar@unibas.ch), [www.ludok.swisstph.ch](http://www.ludok.swisstph.ch).

### LUDOK –

#### Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit

Die Datenbank LUDOK des Schweizerischen Tropen- und Public Health-Instituts (Swiss TPH) in Basel besteht im Auftrag des Bundesamt für Umwelt BAFU. Sie umfasst über 8000 wissenschaftliche Artikel zur Luftverschmutzung und ihren gesundheitlichen Folgen. Unter [www.ludok.swisstph.ch](http://www.ludok.swisstph.ch) sind kostenlose Recherchen nach Thema, Schlagwort, Autor, Publikationsjahr, Zielgruppe und Studientyp möglich. LUDOK bietet deutsche Kurzfassungen aller Artikel mit einer Zusammenfassung der Resultate sowie Anmerkungen der für LUDOK zuständigen Personen. Unter der Rubrik «Neue Studien» und per Newsletter präsentiert LUDOK sechsmal jährlich eine Auswahl der neusten wissenschaftlichen Artikel.

### Die SAPALDIA-Langzeitstudie – Datenreichtum im Dienst der Gesundheit

Prof. Dr. Nicole Probst-Hensch, Swiss TPH



Die SAPALDIA-Studie<sup>1</sup> wurde geplant, um die gesundheitlichen Langzeitwirkungen der Luftverschmutzung zu studieren. Studienteilnehmer wurden in der 18- bis 62-jährigen Bevölkerung von Aarau, Basel, Davos, Genf, Lugano, Montana, Payerne und Wald rekrutiert. Diese acht Orte unterscheiden sich in Luftqualität und Klima.

Fast 10 000 Personen liessen sich erstmals 1991 untersuchen (SAPALDIA 1). Die Studienzentren werden von Lungenärzten und ihren Teams geführt. Sie unterstützen SAPALDIA mit lokalpolitischem Engagement, sei es bei der Stichprobeneinleitung, mit lokaler Pressearbeit oder um sicherzustellen, dass die kantonalen Lufthygieneämter SAPALDIA mit Messdaten versorgen.

Zu Beginn fokussierte SAPALDIA auf Lungenkrankheiten und -symptome sowie Allergien. Mit zunehmender Evidenz für kardiovaskuläre Auswirkungen der Luftverschmutzung

wurden entsprechende Parameter integriert: bei SAPALDIA 2 (2001) Blutdruckmessungen und ein 24-Stunden EKG, bei SAPALDIA 3 (2011) zusätzlich Messungen von Pulswellengeschwindigkeit und Gefäßwanddicke der Halsschlagader.

SAPALDIA 2 und 3 nutzten die sich rasant entwickelnden Möglichkeiten, anhand von Blutmarkern und genetischen Polymorphismen mehr über die Mechanismen und individuellen Unterschiede in der Krankheitsempfindlichkeit zu erfahren. SAPALDIA etablierte früh eine formale Biobank. Was heute ein Kernstück jeder modernen epidemiologischen Studie ist, war damals eine schweizerische Pionierleistung.

### SAPALDIA – neue Ansätze in Sachen Luft

SAPALDIA ist gut gerüstet für wichtige Forschungsfragen: Welche Komponenten der Luftverschmutzung sind besonders schädlich? Wie lassen sich die gesundheitlichen Wirkungen der Schadstoffe biologisch erklären? Schützt das Gesetz ausreichend vor Luftverschmutzung? Gibt es besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen? Ist der Gesundheitseffekt durch Luftverschmutzung abhängig von anderen Risikofaktoren? In diesem Heft verweist der Beitrag Künzli auf die Bedeutung von SAPALDIA für die Luftreinhaltung. Jüngste SAPALDIA-Resultate zeigen, dass der Dialog über die Umweltpolitik hinausgehen muss. Wir sehen, dass Diabetes häufiger vorkommt bei Studienteilnehmern, die an Adressen mit starker Luftverschmutzung wohnen [1]. Die Lungenfunktion erholt sich dank besserer Luftqualität in der Schweiz nur bei Normalgewichtigen, nicht aber bei übergewichtigen Personen [2]. Auch Biomarker deuten auf ein Zusammenspiel zwischen Luftverschmutzung und Übergewicht hin. SAPALDIA zeigt, dass die Lungenreaktion auf die Luftverschmutzung von Varianten in einem Gen abhängt, das die Produktion von Adiponektin im Fettgewebe steuert. Adiponektin wiederum scheint in der Lunge die Entzündungsreaktion auf Allergene und Ozon zu regulieren.

### Referenzen

- [1] Eze IC, Schaffner E, Fischer E, Schikowski T, Adam M, Imboden M, Tsai M, Carballo D, von Eckardstein A, Künzli N, Schindler C, Probst-Hensch N. Long-Term Air Pollution Exposure and Diabetes in a Population-based Swiss Cohort. *Environment International* 2014, in press.
- [2] Schikowski T, Schaffner E, Meier F, Phuleria HC, Vierkötter A, Schindler C, Kriemler S, Zemp E, Krämer U, Brudevaux PO, Rochat T, Schwartz J, Künzli N, Probst-Hensch N. Improved air quality and attenuated lung function decline: modification by obesity in the SAPALDIA cohort. *Environ Health Perspect*. 2013 Sep;121(9):1034-9
- [3] Wild CP. Complementing the genome with an «exposome»: the outstanding challenge of environmental exposure measurement in molecular epidemiology. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2005 Aug;14(8):1847-50
- [4] Dratva J, Probst-Hensch N, Schmidt-Trucksäss A, Caviezel S, de Groot E, Bettschart R, Saleh L, Gapoz JM, Rothe T, Schindler C, Stolz D, Turk A, Rochat T, Künzli N, Zemp E. Atherosclerosis in youth—early consequence of adolescent smoking. *Atherosclerosis*. 2013 Oct;230(2):304-9

<sup>1</sup> <http://www.sapaldia.net>

<sup>2</sup> [www.exposomicsproject.eu](http://www.exposomicsproject.eu)

<sup>3</sup> Unter dem Exposom versteht man die Gesamtheit aller nicht-genetischen, endogenen wie exogenen Umwelteinflüsse, denen ein Individuum lebenslang ausgesetzt ist. Der Begriff wurde 2005 von Chris Wild, Direktor der Internat. Agentur für Krebsforschung veröffentlicht. (Wikipedia)

Unsere Resultate könnten bedeuten, dass die Überge wichtsepisode den Erfolg einer stringenten Luftreinhalte politik dämpft.

### Personalisierte Schadstoffmessung

Das Verständnis, welche Komponenten der Luft bei wem und in welcher Lebensphase welche biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen haben, ist wichtig für eine effiziente Regulierung. SAPALDIA ist Teil des EU-Projektes EXPOsOMICS<sup>2</sup>. Es nutzt modernste Analysemethoden für Schadstoffe in der eingeatmeten Luft und für molekulare Veränderungen im Blut, ausgelöst durch die Luftverschmutzung (Metaboliten, Proteine, mRNA, miRNA, Hämoglobin-Addukte, DNA Methylierungen). SAPALDIA-Teilnehmende tragen an drei Tagen pro Jahr einen Rucksack, der mit Messgeräten für Luftschadstoffe, Bewegung und Standort ausgerüstet ist. Am Ende jedes Messtages wird ihnen Blut entnommen. Molekulare Blutprofile mit Hinweis auf die Konzentration bestimmter Luftschadstoffe werden in einem zweiten Schritt auf einen Bezug zu Asthma untersucht. «Fussspuren» der Luftverschmutzung, die uns zu Asthma führen, sollen bessere Einsicht in die biologischen Wirkungen von Schadstoffen geben. EXPOsOMICS schliesst auch Kinderstudien mit ein, um empfindliche Lebensphasen zu erkennen. Das Exposom<sup>3</sup>-Konzept [3] basiert auf der These, dass sich chronische Krankheiten über Jahre entwickeln als Antwort auf kumulative und teilweise wiederkehrende Einflüsse verschiedenster Herkunft. Wir sehen das bei Kindern von SAPALDIA-Teilnehmenden bestätigt: Bereits bei 10- bis 15-jährigen sind die Gefäßwände der Halsschlagader leicht dicker, wenn sie selber rauchen [4].

### SAPALDIA 4 – neue Horizonte für gesundes Altern

SAPALDIA als in der Schweiz einzige nationale Biobank kann das komplexe Zusammenspiel von persönlichen und Umweltfaktoren bei der Entstehung chronischer Krankheiten im Bereich Lunge, Herz-Kreislaufsystem und Stoffwechsel erforschen. In SAPALDIA 2 und 3 wurden vielfältige für die Bekämpfung chronischer Krankheiten relevante Daten erhoben: Körpergewicht und Fettverteilung, Bewegung und Ernährung, Rauchen, psychosoziale Faktoren, Lärmstörungen.

SAPALDIA 4 wird den Einfluss der Luftverschmutzung auf Alterungsprozesse wie die Abnahme der kognitiven Funktion untersuchen. Neu widmet sich SAPALDIA im Rahmen eines SNF-Projektes auch dem Zusammenhang zwischen Verkehrslärm, Schlaf und kardio-metabolischer Gesundheit: Welche Rolle spielen dabei lärmbedingte Schlafstörungen? Ist der kontinuierliche Autolärm weniger schädlich als der unregelmässige Lärm von Zügen und Flugzeugen? Gibt es Personen, die z.B. aufgrund sozialer Zugehörigkeit, Beruf, Persönlichkeit, genetischem Hintergrund besonders lärmempfindlich sind? Widerspiegeln sich Lärmwirkungen in Blutprofilen? SAPALDIA wird damit wichtige Hinweise geben, ob die Bevölkerung der Schweiz ausreichend vor Lärm geschützt ist.



«Stetoskop» für die schadstoffbelastete Stadt – Immissionsmessung für SAPALDIA/Exposomics.

gen. Diese Daten können wir nun in Beziehung setzen zu Krankheiten, Mehrfacherkrankungen, Medikamentenkonsum, Nutzung medizinischer Dienstleistungen und Sterblichkeit. Der Datenreichtum positioniert SAPALDIA einzigartig in der Forschung zum gesunden Altern. Diese hat die EU in ihrem neuen Forschungsprogramm «Horizon 2020»<sup>4</sup> zu einem Schwerpunkt erklärt. Wir können die Auswirkungen von Umwelt und Lebensstil im Verlauf von 20 Jahren auf die Gesundheit und das Altern studieren, z.B. auf altersbedingte Änderungen in Lungenfunktion oder auf epigenetische Profile. Um dieses Potential auszuschöpfen, unterstützt der Schweizerische Nationalfonds (SNF) die nächste Untersuchungsrounde SAPALDIA 4 mit 3,2 Millionen Franken. Wir werden neu bereits bei Personen mittleren Alters Daten zu verschiedenen Aspekten des Alterns erheben. Unser Ziel sind Empfehlungen, wie man frühzeitig darauf hin arbeiten kann, möglichst lange selbstständig, gesund, aktiv und damit zufrieden zu bleiben. Die alten und zukünftigen SAPALDIA-Daten werden zusammen eine wichtige Grundlage für die evidenzbasierte Gesundheits- und Alterspolitik sein – und weiterhin auch für die Umweltpolitik.

Die Public Health Relevanz von Langzeitstudien wie SAPALDIA ist weltweit erkannt. Die meisten Länder Europas bauen Langzeitstudien mit über 100 000 Teilnehmenden auf. In der Schweiz haben wir das Knowhow dafür – aber das Geld fehlt noch. Wir brauchen jedoch im kulturellen und geographischen Kontext der Schweiz erhobene «Big Data», um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen.

Prof. Dr. phil. II et PhD Nicole Probst-Hensch MPH ist Leiterin «Unit Chronic Disease Epidemiology» am Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut Basel. Sie ist Hauptgesuchstellerin und Leiterin der SAPALDIA-Langzeitstudie.  
nicole.probst@unibas.ch.

<sup>4</sup> [www.ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en](http://www.ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en). Die EU hat die Schweiz vorläufig von «Horizon 2020» ausgeschlossen, weil diese nach dem Ja zur Masseneinwanderungsinitiative die Erweiterung der Personenfreizügigkeit auf Kroatien nicht unterzeichnet hat.

### Schützt uns das Schweizerische Immissionsschutzrecht genügend?

Dr. iur. Ursula Brunner, Zürich



Das Umweltschutzgesetz bietet keine Handhabe, die Quellen der «dicken Luft» grundsätzlich zu beschränken.

**Das schweizerische Immissionsschutzrecht ist im Bundesgesetz über den Umweltschutz, im USG, geregelt. Dieses trat 1985 in Kraft. Zur Bekämpfung von Einwirkungen in der Form von Luftverunreinigungen, aber auch von Lärm, Erschütterungen und nichtionisierenden Strahlen arbeitet es mit einem technischen Ansatz aus vier zentralen Elementen.**

Entsprechend funktioniert auch das Luftreinhaltungsrecht nach dieser Logik:

- **Zangengriff:** Emissionen müssen grundsätzlich unmittelbar beim Austritt aus Anlagen begrenzt werden; dafür stehen u.a. Emissionsgrenzwerte zur Verfügung. Auf der Immissionsseite wird die Grenze der Schädlichkeit bzw. Lästigkeit durch Immissionsgrenzwerte (IGW) in konkreten Zahlen definiert.
- **Massnahmen auf zwei Stufen:** In jedem Fall sind «im Rahmen der Vorsorge» alle Emissionsbegrenzungen anzugeben, die «technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar» sind. Ist die Luftbelastung schädlich bzw. lästig (kurz: «übermässig»), werden insbesondere IGW überschritten, so sind auf einer zweiten Stufe verschärft, d.h. stärker einschneidende Emissionsbegrenzungen (ohne Rücksicht auf die allgemeine wirtschaftliche Tragbarkeit) anzugeben und in einem so genannten Massnahmenplan zu koordinieren.
- **Alt wie neu:** Die Regeln gelten bei neuen und bei bestehenden Anlagen. Ortsfeste Anlagen, die den Anforderungen nicht genügen, sind innerhalb bestimmter Fristen zu sanieren. Im Einzelfall können Erleichterungen gewährt werden, sofern die IGW nicht überschritten sind.
- **Querschnittswirkung:** Schliesslich müssen auch die aufgrund anderer Bundesgesetze erlassenen luftrelevanten Vorschriften dem zweistufigen Konzept des USG entsprechen, z.B. die Anforderungen an Motorfahrzeuge nach dem Strassenverkehrsrecht.

Die acht Gesetzesartikel zur Luftreinhaltung (Art. 11–14, 16–18 und 44a USG) werden in der fast hundert Seiten dicken Luftreinhalte-Verordnung (LRV) von 1986 näher ausgeführt. Konkrete Anforderungen finden sich in den Anhängen der LRV und zwar für zahlreiche Schadstoffe (Anh. 1), eine Vielzahl ausgewählter Anlagen (Anh. 2–4) sowie für Brenn- und Treibstoffe (Anh. 5). Dank den damals intensiven Diskussionen über das Waldsterben hatte der Bundesrat eine starke Position und erliess die Anforderungen im Sinne eines forschrittlich verstandenen Standes der Technik. Profil gezeigt hatte er schon mit den ersten, 1985 wirksam gewordenen Luftreinhaltungs-Massnahmen: Die Tempolimits auf Autobahnen und Hauptstrassen ausserorts wurden reduziert, verbleites Benzin verboten, für neue Motorfahrzeuge die Katalysatorpflicht eingeführt und der Schwefelgehalt des Heizöls beschränkt.

Mit diesen Vorschriften über die Emissionsbegrenzung nahm die Schweiz eine Vorreiterrolle ein. Die Katalysatorpflicht führte innerhalb Kürze europaweit zu Nachfolgeregelungen. Es begann eine intensive Vollzugsphase mit der Anordnung von Emissionsbegrenzungen bei neuen und vor allem auch bestehenden Anlagen sowie der systematischen Massnahmenplanung zur Reduktion der übermässigen Luftbelastung.

### Was ist übermässige Luftbelastung?

Im zweistufigen Immissionsschutz-Konzept markieren die IGW für ausgewählte Schadstoffe, welche Luftbelastung als «übermässig» bzw. «schädlich oder lästig» gilt. Das USG garantiert nicht, dass die Luftbelastung nie und nirgends schädlich ist: Wir wissen alle, dass im Sommer vielenorts die Ozonbelastung und im Winter beispielsweise die Stickoxidbelastung übermässig sind. Sind also diese IGW überhaupt verbindlich? Tatsächlich sind sie es. Denn einerseits verlangt die Überschreitung – sogar schon die drohende Überschreitung – von IGW zwingend die Anordnung verschärfter

Emissionsbegrenzungen, also von Massnahmen der zweiten Stufe. Die IGW sind andererseits in einer zweiten Funktion verbindlich: als längerfristige Ziele der Luftreinhaltung. Allerdings haben wir diese Ziele erst teilweise erreicht.

## Wofür stehen die Immissionsgrenzwerte?

Das USG gibt vor, dass die IGW als zahlenmässige Repräsentierung des Übergangs zu einer schädlichen oder lästigen Luftbelastung zu fixieren sind. Zu berücksichtigen sind vier Kriterien bzw. Schutzgüter: Bei Werten unterhalb der IGW dürfen (1) Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährdet sowie (2) die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich gestört sein (Gerüche). Zudem darf (3) die Fruchtbarkeit des Bodens nicht beeinträchtigt werden. Als Indikator für übermässige Luftbelastung dient schliesslich das Kriterium der (4) Schädigung von Bauwerken (Sandsteinfassaden). Diese Kriterien wurden durch das Parlament ergänzt: Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit – Risikogruppen wie «Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere» – sind speziell zu berücksichtigen. Für die Festlegung von IGW ist deshalb das objektivierte, durchschnittliche Schutzbedürfnis innerhalb der sensiblen Bevölkerungsgruppen massgeblich.

Die gesetzlichen Kriterien sind übrigens auch anwendbar, wenn für einen Schadstoff kein IGW besteht, sondern die Beurteilung seiner Schädlichkeit oder Lästigkeit im Einzelfall erfolgt (z.B. Gerüche).

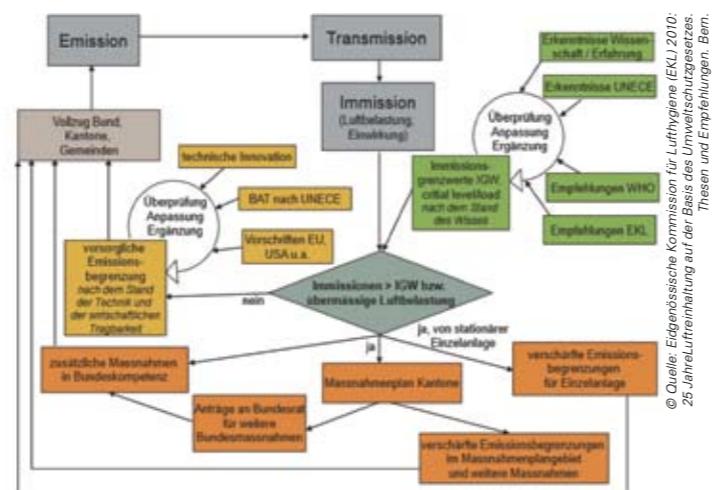
## Wer legt die IGW fest – und wie?

Gemäss USG hat der Bundesrat die IGW durch Verordnung festzulegen. Zuständig ist also nicht das Parlament als Gesetzgeber, auch werden die Stimmberchtigten nie in einem Referendum über IGW abstimmen noch kann die Bundesversammlung die erlassenen IGW ändern. Das ist gut so. Das Gesetz sieht nämlich ausdrücklich vor, dass die IGW «nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung» festzulegen sind. Es handelt sich somit weder um politisch be-

## Luftreinhaltung im Vergleich Schweiz/EU

Auch die EU-Mitgliedsländer müssen zum Abbau übermässiger Luftbelastung «Luftqualitätspläne» erstellen. Diese kommen aber nur zum Einsatz, wenn die im schweizerischen Recht nicht bekannten Alarmschwellen bei akuten Überbelastungen überschritten sind.

Im Unterschied zu den IGW werden die EU-Werte nicht rein wissenschaftlich und auch nicht unter Berücksichtigung besonders sensibler Risikogruppen festgelegt. Sie stehen vielmehr primär für politisch definierte Ziele, die schrittweise von den Mitgliedsländern mit eigenen Massnahmen zu erreichen sind. Eine Anpassung der Schweiz an die EU-Gesetzgebung in diesem Bereich hätte gewichtige Nachteile für Umwelt und Gesundheit zur Folge.



Schematische Darstellung des zweistufigen Immissionsschutzes des USG im grösseren Kontext (Systembetrachtung).

stimmte noch unter Einbezug wirtschaftlicher Betrachtungen definierte Werte. Sie sind vielmehr wirkungsorientiert festzulegen mit dem Ziel, schädliche oder lästige Luftbelastung zu vermeiden – allein auf der Grundlage medizinischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.

Weder USG noch LRV sagen, wie sich der Bundesrat über den Stand der Wissenschaft oder Erfahrung orientieren soll. Eine wichtige Rolle bei der Erhebung und Dokumentation der Risiken durch Luftschatdstoffe kommt dem BAFU als Umweltfachstelle des Bundes zu. Seine Fachleute nehmen am internationalen Austausch von Erkenntnissen und Erfahrungen teil. Als beratendes Organ des Bundes wirkt so dann die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL, vgl. Beitrag Künzli). Sie beurteilt, für welche Leit-Schadstoffe der Stand der Wissenschaft und Erfahrung zu ermitteln und darzustellen ist. Sie schlägt gegebenenfalls den Erlass zusätzlicher IGW oder die Anpassung der IGW an die neuesten Erkenntnisse vor. Der Bundesrat muss gute – d.h. wissenschaftliche und nicht etwa wirtschaftliche – Gründe haben, von den Empfehlungen der EKL abzuweichen. Im Bereich Lärmschutz hat ihn das Bundesgericht vor einigen Jahren in diesem Sinn zurückgepfiffen.

Die IGW von Anhang 7 LRV sind grösstenteils Konzentrationsgrenzwerte. In der Regel werden höhere Kurz- und niedrigere Langzeitgrenzwerte (Stunden bzw. Tage versus Jahre) unterschieden, um sowohl den Schutz vor akuten wie auch vor chronischen Wirkungen gewährleisten zu können. Die besonders empfindlich reagierenden Bevölkerungsgruppen (z.B. Kinder oder Betagte) werden namentlich durch die Einhaltung der Kurzeit-IGW, etwa für Ozon, geschützt.

## Wo stehen wir mit den IGW heute?

1997 wurde der Grenzwert für Staub neu als «Schwebestaub (PM10<sup>1</sup>)» statt «Gesamtstaub» definiert. Die EKL beurteilte im Jahr 2010 die bisher erlassenen IGW als weiterhin

<sup>1</sup> PM = Particulate Matter, Definition der Feinstaub-Partikel vgl. S. 5.

neuen Lenkungsabgaben sollte beim Stickoxid und bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) das Luftreinhaltungsziel gemäss Einschätzung der EKL immerhin bis 2020 erreicht werden – dies aber nur unter günstigen Bedingungen.

## Grenzen des USG und Herausforderungen

Bei den Schadstoffen Feinstaub, Ozon und Stickstoffdioxid ist weiterhin punktuell – d.h. lokal oder bei bestimmten Wetterlagen zeitlich befristet – mit der Überschreitung von IGW zu rechnen. Wenigstens sollte die Luftqualität nicht mehr weiträumig problematisch sein und die betroffene Bevölkerung insgesamt stark abnehmen. Hier kommt der technische Ansatz des USG an seine Grenzen: Er setzt wohl bei der «Quelle», nicht aber bei der «Wurzel» an, indem er namentlich keine Reduktion des Konsums etwa beim noch immer stark verantwortlichen Motorfahrzeugverkehr vorsieht. Lange wurden auch die Emissionen aus der Landwirtschaft sehr pfleglich behandelt, was in diesem Bereich einen Nachholbedarf ergab, der nicht zuletzt wegen der Klimaproblematik (Methan aus der Tierhaltung) schnell behoben werden muss.

Emissionsreduktionen sind meist sowohl für die Luft wie für das Klima positiv. Die CO<sub>2</sub>-Politik schafft aber auch einige besondere Herausforderungen für die Luftreinhaltung. So verursacht die Verbrennung von klimaneutralem Holz erheblich mehr schädliche Emissionen als jene flüssiger Brennstoffe (vgl. Beitrag Gygax). Schliesslich findet Klimapolitik vor allem auf der internationalen Ebene statt, während die wichtigen Entscheide für die Luftreinhaltung typischerweise auf nationaler, bzw. gar auf kantonaler und kommunaler Ebene getroffen werden.

## Das USG bietet keine «Wurzelbehandlung»

Erreicht wurde also vieles, aber noch nicht genug. Äusserst wertvoll waren und sind die wissenschaftlich fundierten IGW als verbindliche Ziele der Luftreinhaltungspolitik und als Auslöser verschärfter Emissionsbegrenzungen. Dass sie in all den Jahren unangefochten geblieben sind, ist ein grosser Erfolg nicht zuletzt für den von BAFU und EKL geleisteten fachlichen Input.

Was den Beschluss des USG überhaupt erst ermöglichte, ist gleichzeitig seine Schwäche: Wie die Erlasses anderer Länder ist es als «Massnahmengesetz» konzipiert. Es verlangt bei übermässiger Umweltbelastung kein grundsätzliches Verbot neuer emittierender Anlagen, sondern ausschliesslich eine Verschärfung gegenüber den Emissionsbegrenzungen im Rahmen der Vorsorge. Zwar haben die Fortschritte der Technik spürbare Verbesserungen gebracht. Doch die Anhänger der LRV müssen noch konsequenter «à jour» gehalten werden. Wie schwierig dies sein kann, hat exemplarisch der lange, schliesslich erfolgreiche Kampf um europaweit vorbildliche Emissionsreduktionen bei Baumaschinen gezeigt. Geht es allerdings darum, die belastenden Aktivitäten selber (Wohnfläche, Autokilometer) an der Wurzel zu packen, bietet das USG keine Handhabe.

## Fehlt den Lufthygiene-Fachstellen bald das Fachwissen?

Dr. sc. nat. Hans Gygax, Amt für Umwelt Kanton Freiburg



Die Vorgaben der Luftreinhalte-Verordnung sind nur wirksam, wenn die kantonalen Fachstellen die Ressourcen haben, sie bei den verschiedenen Verursachern der Luftverschmutzung durchzusetzen.

**Der Vollzug des Umweltschutzgesetzes (USG), insbesondere im Bereich der Luftreinhaltung, ist weitgehend Sache der Kantone. Wichtigstes Instrument ist die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) des Bundes, welche die Bestimmungen zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung und zum Vorgehen bei übermässiger Luftbelastung definiert.**

Der Vollzug muss im kantonalen Rechtsrahmen stattfinden. Es ist nicht nur eine kantonale Fachstelle zu organisieren, sondern es müssen auch geeignete kantonale Verfahren und Verfügungsbehörden bezeichnet werden. Damit ist verständlich, dass die föderalistische Vielfalt bei der Umsetzung der LRV ihren Grund nicht nur in der kantonal unterschiedlichen Sensibilität für Umweltbelange hat, sondern auch in der jeweiligen Aufgabenteilung zwischen Kanton und Gemeinden, dem kantonalen Baurecht sowie andern kantonsspezifischen Besonderheiten.

### Vollzug der vorsorglichen Emissionsbegrenzungen

Um die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte der LRV sicher zu stellen, ist die Prüfung baulicher Vorhaben mit potenziellen Emissionsquellen (z.B. Industrieanlagen, Feuerungsanlagen) erforderlich. Zudem müssen bestehende Anlagen kontrolliert und bei Verletzung der LRV die Wiederherstellung des rechtmässigen Zustands oder die Sanierung durchgesetzt werden. Diese Aufgabe betrifft einerseits weit verbreitete Anlagetypen (z.B. Ölfeuerungen) und anderseits sehr spezifische Industrieanlagen. Bei der ersten Kategorie erfordert die LRV eine Vollzugsdelegierung, z.B. an die Gemeinden, an die Kaminfeger, an ein branchenspezifisches Inspektorat. Anlagen in geringer Zahl werden hingegen durch die Fachstelle selber kontrolliert oder die Emissionsmessungen von einer privaten Firma durchgeführt.

### Staatliches Fachwissen sicher stellen

In beiden Fällen ist eine grosse spezifische Erfahrung bei der Fachstelle notwendig: Damit an Dritte delegierte Kontrollen korrekt und rationell durchgeführt werden, sind deren Messtechniker zu schulen und natürlich auch zu überwachen. Letzteres wird leider allzu häufig vernachlässigt, da diese Aufgabe aufwändig oder die dafür nötigen Ressourcen beim Delegationsentscheid nicht eingeplant wurden. Die Emissionskontrolle selber ist ebenfalls anspruchsvoll: Zusätzlich zum technischen Fachwissen müssen auch die Funktion und die Charakteristiken der zu prüfenden Anlage genau verstanden werden. Nur so wird der gemäss LRV repräsentative Betriebszustand gemessen.

Die besten fachlichen Voraussetzungen haben Kantone, deren Fachleute auch selber in der Lage sind, Emissionsmessungen durchzuführen. Damit sind sie gezwungen, sich ein genaues Bild über die Funktion der Anlagen zu verschaffen und können auch die Qualität und die Repräsentativität der Emissionsmessung realistisch einschätzen. Jedoch haben viele Kantone keine eigene Messequipe mehr, sondern delegieren die Aufgabe an Messfirmen, die in der privaten Vereinigung «Luftunion» organisiert sind. Dies war solange kein grosses Problem, als die beim Kanton für die Validierung der Messberichte zuständigen Fachleute selber über die nötige Erfahrung in der Messtätigkeit verfügten. Mit der Pensionierung der ersten Generation von Lufthygienefachleuten hat sich die Situation hingegen verändert: Mangels ausgebildetem Nachwuchs werden sie durch Techniker ohne jede Erfahrung im Emissionsmesshandwerk ersetzt. Nicht zuletzt eine Wirkungsanalyse im Auftrag des BAFU brachte das Problem im Cercl'Air und beim Bund zum Bewusstsein. Es sind Bestrebungen im Gang, den drohenden «Knowhow»-Verlust in den kantonalen Fachstellen abzuwenden.

### Kritischer Personalmangel

Die Wirkungsanalyse hat ein weiteres Hauptproblem zum Vorschein gebracht: die mangelnden personellen Ressourcen. Viele Kantone haben bei der Luftreinhaltung Stellen reduziert oder den Leuten neue Aufgaben, z.B. beim Klimaschutz, aufgetragen. Dies einerseits in der Annahme, mit der Verbesserung der Luftqualität in den letzten 30 Jahren brauche es weniger Vollzugsaufwand, und anderseits weil neue Aufgaben in anderen Umweltbereichen zu leisten sind. Da die Lufthygiene nie einen Personalbestand aufwies, der z.B. mit dem beim Gewässerschutz vergleichbar wäre, sind die Ressourcen vielerorts unter eine kritische Schwelle gefallen. Diesem Trend muss Einhalt geboten werden. Ohne Präsenz der Lufthygienefachstellen bei den Betreibern potenziell grosser Emissionsquellen besteht die Gefahr, dass der erreichte Stand in der Emissionsbegrenzung nicht gehalten werden kann.

### Holz ist heimelig?

Eine grosse Herausforderung für den Vollzug stellen heute und in Zukunft die Holzheizungen dar. Dies, weil Feststoff-

### Richtig anfeuern – das A und O für die Feinstaubreduktion im Ofen

Damit sich das klimaneutrale, heimelige Holzfeuer nicht ins ökologische Gegenteil verkehrt, muss eine Erkenntnis Schule machen: **Das Feuer brennt auch von oben.** Die Arbeitsgruppe Luft der Umweltämter der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein sowie «Holzenergie Schweiz» bieten ein Merkblatt und ein Video zum Anfeuern ohne Rauch unter [www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch) oder [www.holzenergie.ch/holzenergie/richtig-anfeuern](http://www.holzenergie.ch/holzenergie/richtig-anfeuern).



Holz ist ein klimaneutraler Brennstoff. Damit der Schwedenofen nicht zur Feinstaubquelle wird, ist richtiges Feuern wichtig.

feuerungen ohne effiziente Abluftreinigungstechnik eine Hauptquelle für Feinstaub und Russ darstellen, aber gleichzeitig im Hinblick auf die klimapolitisch erwünschte Substitution fossiler Brennstoffe gefördert werden. Die grossen Feuerungen sind mit wirksamen Abscheidesystemen auszustatten (in der Regel Elektroabscheider). Bei Kleinanlagen unter 70 kW müssen erst noch eine messtechnische Kontrolle sowie griffige Grenzwerte eingeführt werden. Diese Aufgabe ist sehr aufwändig, denn Information und Beratung zum richtigen Betrieb, insbesondere von handbeschickten Anlagen (z.B. Schwedenöfen), spielen für die Schadstoffreduktion eine enorme Rolle.

### Immissionsüberwachung und Massnahmenplanung

Die Überwachung der Luftqualität hat in der Schweiz einen hohen Stand erreicht. Ergänzend zum Messnetz des Bundes (NABEL) betreiben die Kantone eigene Messstationen zur Erhebung der Immissionen. Diese erlauben einen guten Überblick über die in der LRV regulierten Schadstoffe, insbesondere Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>) und Feinstaub (PM10). Viel wurde auch in die Kommunikation der Messergebnisse investiert: so besteht neben ausgebauten



Der Rückgang der Luftbelastung beruht zu einem wichtigen Teil auf Abluftreinigungssystemen. Um den Erfolg zu halten, muss beim Staat das nötige Wissen über die Funktionsweise der Anlagen und die Messtechnik und -analytik garantiert sein.

Internetauftritten seit 2012 die App «airCheck», die Auskunft über die lokale Luftqualität gibt. Gemäss USG haben die Kantone bei übermässigen Immissionen Massnahmenpläne zu erarbeiten. Eine erste Generation von Plänen wurde zu Beginn der 1990er-Jahre in praktisch allen Kantonen erstellt. Spätere Generationen wurden hauptsächlich noch in grösseren Kantonen mit verkehrsreichen Agglomerationen verabschiedet. Dieser Rückgang an aktuellen Massnahmenplänen widerspiegelt zwei Entwicklungen. Einerseits haben die verkehrsinduzierten Immissionen trotz des wachsenden Verkehrs abgenommen. Sie sind aber in grossen Agglomerationen weiterhin ein Problem. Andererseits erweist es sich als politisch unpopulär und fachlich sehr schwierig, die anderen dominanten Emissionsquellen mittels eines Massnahmenplans effektiv zu begrenzen. Dies betrifft namentlich die Ammoniakemissionen der Landwirtschaft, die zu übermässiger Stickstoffdeposition führen, und die Holzfeuerungen bezüglich des Russes im Rauch.

## Information und Beratung

Die Luftbelastung hat dank der vielen getroffenen Massnahmen deutlich abgenommen. Es gibt aber weiterhin ungelöste

## Weitere Informationen

Evaluation Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung in den Bereichen Feuerungen und Anlagen in Industrie und Gewerbe. INTERFACE Politikstudien Forschung Beratung, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), 2011.

[www.bafu.admin.ch/luft/11025/11029/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/luft/11025/11029/index.html?lang=de)  
(rechte Spalte)

Probleme. Diese sind in der Öffentlichkeit nur ungenügend bekannt, wie die bereits erwähnten Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung und die bedeutenden Feinstaub- und Russemissionen der Holzfeuerungen. Bei den Verkehrsemisionen ist aufgrund der technischen Entwicklung absehbar, dass sich die Situation weiter entschärfen wird. Sowohl bei Motoren wie auch bei industriellen Anlagen beruhen die Fortschritte aber weitgehend auf Abluftreinigungssystemen. Daher wird es auch in Zukunft zentral sein, deren Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Das erfordert messtechnische Kontrollen, auch bei den Fahrzeugen. Die dazu notwendigen Weichenstellungen wurden aber noch keineswegs alle vorgenommen. Die Politik muss dafür sensibilisiert werden.

Die Sensibilisierung ist weiterhin dringlich bei einer anderen Emissionsquelle, die immer noch vorkommt: die verbotene Entsorgung von Haushalt- und Gewerbeabfällen in Öfen, sowie das Rauch erzeugende Verbrennen von feuchten Wald- oder Gartenabfällen, was erhebliche Feinstaubfrachten verursacht.

Saubere Luft und eine intakte Umwelt sind unsere wichtigste Lebensgrundlage. Um Menschen und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung zu schützen, müssen die kantonalen Luftreinhalte-Fachstellen in der schweizerischen Luftreinhaltung auch in Zukunft eine zentrale und wirksame Rolle einnehmen.

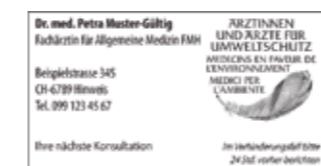
Dr. sc. nat. Hans Gygax ist Präsident der Schweizerischen Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute (Cercl'Air, [www.cerclair.ch](http://www.cerclair.ch)). Er leitet die Sektion Luftreinhaltung im Amt für Umwelt des Kantons Freiburg. [hans.gygax@fr.ch](mailto:hans.gygax@fr.ch)

© Hans Gygax

## Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: jetzt bestellen!

### Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.



Montag \_\_\_\_\_  
Dienstag \_\_\_\_\_  
Mittwoch \_\_\_\_\_  
Donnerstag \_\_\_\_\_  
Freitag \_\_\_\_\_  
Samstag \_\_\_\_\_

### Leben in Bewegung

Rückseite beachten!



Montag \_\_\_\_\_  
Dienstag \_\_\_\_\_  
Mittwoch \_\_\_\_\_  
Donnerstag \_\_\_\_\_  
Freitag \_\_\_\_\_  
Samstag \_\_\_\_\_

### Luft ist Leben!

Rückseite beachten!



Montag \_\_\_\_\_  
Dienstag \_\_\_\_\_  
Mittwoch \_\_\_\_\_  
Donnerstag \_\_\_\_\_  
Freitag \_\_\_\_\_  
Samstag \_\_\_\_\_

### für weniger Elektrosmog

Rückseite beachten!

Für Lieferung Mitte August jetzt oder bis spätestens 31. Juli 2014 bestellen!

Mindestbestellmenge / Sorte: 1000 Stk.

### Preise:

**Terminkärtchen:** 1000 Stk. Fr. 200.–;

je weitere 500 Stk. Fr. 50.–

**Rezeptblätter:** 1000 Stk. Fr. 110.–;

je weitere 500 Stk. Fr. 30.–

zuzüglich Porto und Verpackung.

Musterkärtchen finden Sie unter [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

## Bestelltalon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

### Ich bestelle:

- \_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»  
\_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»  
\_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»  
\_\_\_\_\_ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis

Bezeichnung, SpezialistIn für...

Strasse und Nr.

Postleitzahl / Ort

Telefon

Name:

Adresse:

KSK.Nr.:

EAN-Nr.:

Ort / Datum:

Unterschrift:



## Impressum

### Redaktion/Gestaltung:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin  
Heidenhubelstrasse 14, 4500 Solothurn, 032 623 83 85
  - Dr. Martin Forter, Redaktor und Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel
- Papier: 100% Recycling  
Artwork: christoph-heer.ch  
Druck/Versand: Gremper AG, Pratteln  
Abonnementspreis: Fr. 30.- (erscheint viermal jährlich)

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 620, 4019 Basel

AZB  
CH-4019 Basel  
P.P. / Journal

**DIE POST**

## OEKOSKOP

### Fachzeitschrift der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 620, 4019 Basel  
Postcheck 40-19771-2  
Telefon 061 322 49 49  
Telefax 061 383 80 49  
E-Mail info@aefu.ch  
Homepage www.aefu.ch

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor.  
*Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.*