Vol. 9, N° 4, 2014

Akademien der Wissenschaften Schweiz

swiss academies factsheets

www.akademien-schweiz.ch

Energiepolitik und Klimaschutz mit Luftreinhaltung verbinden

Synergien nutzen und Zielkonflikte mildern

Trotz namhafter Erfolge der schweizerischen Luftreinhaltepolitik werden bei der Belastung der Atemluft mit einzelnen Schadstoffen (insbesondere Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon) die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung[1] noch nicht überall eingehalten. Die im Kampf gegen die Klimaerwärmung angestrebte Minderung der Treibhausgasemissionen bietet ausgezeichnete Möglichkeiten, durch geschickte Nutzung von Synergien gleichzeitig die gesundheitsschädlichen Luftschadstoffe weiter zu reduzieren, da diese mehrheitlich aus denselben Emissionsquellen wie die Treibhausgase stammen. Allerdings treten auch einzelne Zielkonflikte auf. Der bedeutendste ist die Verbrennung von Holz, die teilweise zu sehr hohen Feinstaubemissionen führt. Bei der Umsetzung der schweizerischen Energiepolitik ist es deshalb wichtig, konsequent auf Massnahmen mit Synergieeffekten zu setzen und CO_2-Minderungsmassnahmen, welche die Luftqualität und damit die Gesundheit beeinträchtigen, zu vermeiden, oder zumindest mit gezielten Emissionsvorschriften deren Auswirkungen zu begrenzen. Dazu müssen auf allen politischen Ebenen die Interessen von Luftreinhaltung/Gesundheit und Energiepolitik/Klimaschutz gut koordiniert und aufeinander abgestimmt werden.

Erfolge und Herausforderungen der schweizerischen Luftreinhaltepolitik

Fast 30 Jahre nach dem Inkrafttreten des Umweltschutzgesetzes und der Luftreinhalte-Verordnung darf festgestellt werden, dass deutliche Verbesserungen der Luftqualität erreicht werden konnten. Verschiedene Schadstoffe, die früher die Luft übermässig belasteten, wurden soweit reduziert, dass sie inzwischen in der Schweiz kaum mehr ein Problem darstellen. Unter den Grenzwerten liegen heute die Konzentrationen bei Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und den Schwermetallen Blei und Cadmium. Auf gutem Wege zur Einhaltung der Grenzwerte sind wir beim Stickstoffdioxid, vorausgesetzt, die geplanten Emissionsreduktionen werden realisiert und Massnahmen konsequent vermieden, die eine erneute Erhöhung der Emissionen verursachen. Auch bei den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) konnte eine deutliche Reduktion der Immissionskonzentrationen erreicht werden. Als ausgesprochene Problemschadstoffe verbleiben aber insbesondere Feinstaub (PM10, Staubpartikel bis zu einer Grösse von 10 Mikrometer), der auch den Krebs erzeugenden Russ enthält, und Ozon. Bei diesen Schadstoffen reichen die bis heute getroffenen Massnahmen nicht aus, um in absehbarer Zeit die Grenzwerte einhalten zu können. Umso wichtiger ist es, zumindest das Entstehen neuer Emissionsquellen von Feinstaub und Ozon-Vorläufersubstanzen zu vermeiden.

[1] Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung LRV (Beispiele): Ozon: Der Einstunden-Mittelwert von 120 µg/m³ darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden, und 98 Prozent der Halbstunden-Mittelwerte eines Monats dürfen 100 µg/m³ nicht übersteigen. Feinstaub (PM10): Der Tagesmittelwert der Konzentration darf höchstens einmal pro Jahr 50 µg/m³ überschreiten.

Luftreinhaltung und Energie-/Klimapolitik – Synergien und Zielkonflikte

Zu Recht hat die weltweite Besorgnis um die Klimaerwärmung den Bemühungen zur Reduktion der CO_2-Emissionen hohe Priorität verliehen. Allerdings dienen nicht alle im Rahmen der Energiewende zur Bekämpfung der Klimaerwärmung vorgeschlagenen Massnahmen auch der Gesundheit der Menschen, Tiere und Pflanzen. Im Zusammenhang mit der CO_2-Reduktion erweist sich besonders der Feinstaub als problematisch für die Luftqualität in der Schweiz. Entscheidend sind deshalb effiziente Massnahmen, welche sowohl den Klimaschutz als auch die gesundheitlichen Anliegen der Lufthygiene berücksichtigen. Die Voraussetzungen dafür sind ausgezeichnet, denn in der Regel bestehen zwischen der Energie- und Klimapolitik einerseits und der Luftreinhaltung anderseits ausgeprägte Synergien, da Luftschadstoffe und Treibhausgase mehrheitlich aus denselben Emissionsquellen stammen.

Zu den wichtigsten Synergien zwischen Lufthygiene und Klimaschutz gehört zweifellos die Reduktion des Verbrauchs an Treib- und Brennstoffen, womit die Emissionen von Luftschadstoffen und Kohlendioxid gleichzeitig vermindert werden. Auch die damit verbundene Minderung von Russ und Ozon ist zu begrüssen, da diese sowohl gesundheitsschädlich als auch klimaerwärmend wirken. Obwohl es für den Aspekt der Klimaerwärmung grundsätzlich keine Rolle spielt, wo geografisch die Reduktion der Treibhausgasemissionen erfolgt, ist es aus schweizerisch-lufthygienischer Sicht natürlich vorteilhaft, durch Massnahmen im Inland die Synergien zwischen Luftreinhaltungs- und Energie-/Klimapolitik zu nutzen. Beispiele von technischen Lösungen und Massnahmen mit günstigen Synergieeffekten sind im Kasten 1 aufgeführt.

Kasten 1: Energetische Techniken und Massnahmen mit Synergieeffekten zur Luftreinhaltung

CO_2-Minderung durch Energieeinsparungen

- verbesserte Gebäudehüllen (ES 2050[2]: Förderung der Energieeffizienz, Vorschriften für sparsame Energienutzung)
- Öl- und Gasfeuerungen mit guter Brennwerttechnik
- Verminderte Fahrzeuggewichte, kleinere Motorenleistung (ES 2050: Senkung der durchschnittlichen CO_2-Emissionen pro Fahrzeug)
- Verkehrsverlagerung von der Strasse auf die Schiene (Umsetzung Alpeninitiative)

CO_2-Minderung durch klimaschonende Energieproduktion

- Warmwasserproduktion durch Kollektoren auf Hausdächern
- Wärmerückgewinnung aus Abluft und Abwasser (ES 2050: Förderung der Abwärmenutzung)
- passive Sonnenenergienutzung bei Gebäuden
- Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen (Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme; ES 2050: Erhöhung Anteil erneuerbarer Energien; Einspeisevergütung)

Minderung von Nicht-CO_2-Treibhausgasen

- Verminderung von Russemissionen
- Verminderung des Treibhausgases Ozon durch Reduktion von Emissionen der Vorläuferstoffe der Ozonbildung (VOC, NO_X, CO, CH_4).

Es gibt aber auch Techniken, die zwar für den Klimaschutz vorteilhaft erscheinen, aber aus lufthygienischer Sicht schädlich sind und umgekehrt. Solche sollten keinesfalls gefördert, sondern soweit wie möglich vermieden werden. Ist deren Einsatz aus strategischen Gründen, z. B. in Übergangsphasen, trotzdem notwendig, sind strenge Emissionsgrenzwerte vorzuschreiben, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, was z. B. durch Anpassung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) erreicht werden kann. Beispiele von Techniken mit Konfliktpotential zeigt der Kasten 2.

[2] ES 2050: Mit der genannten Massnahme verknüpfte, in der Energiestrategie 2050 des Bundesrates geplante Massnahme im vorgeschlagenen revidierten Energiegesetz (Stand Juli 2014)

Kasten 2: Energetische Techniken mit Konfliktpotential zur Luftreinhaltung

Technik	Problem heute	Lösungsmöglichkeiten
Raumheizung mit Cheminées, Schwedenöfen und anderen Kleinanlagen	Grosse Luftschadstoffbelastung mit primärem und sekundärem Feinstaub	Nutzung von Holz und anderer fester Biomasse in grossen Anlagen mit hochwirksamer Rauchgasreinigung und möglichst mit Wärme-Kraft-Kopplung (d. h. auch zur Stromproduktion)
Biogasproduktion	Vergärung von Abfällen aus Gartenbau und Haushalten sowie von Gülle und Ko-Substraten generiert Ammoniak-, Methan- und Geruchsemissionen	Anwendung wirksamer Emissionsbegrenzungen nach dem Stand der Technik (Anpassung der LRV; ES 2050: Förderung von Energie aus Biomasse)
Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)	Mehrheit der installierten Anlagen stösst relativ hohe Stickoxid- und zudem entweder Russpartikel- (Dieselmotoren) oder Methanemissionen (Gasmotoren) aus; erstere sind kritische Luftschadstoffe, letzteres ist ein hochwirksames Treibhausgas	Etablierung schärferer Vorschriften für die drei Emissionskategorien entsprechend dem Stand der fortschrittlichsten Technik (Kombination aus innermotorischen und abgasseitigen Nachbehandlungstechnologien; ES 2050: Abnahmegarantie für WKK-Kleinanlagen ohne finanzielle Förderung, Bundesrat kann maximale Emissionswerte festlegen)
Thermische Nachverbrennung von Abgasen	Reduzierter Klimaschutz wegen erhöhtem Energieaufwand unter Inkaufnahme von CO_2-Emissionen	Verfahrens- und Abluftreinigungskonzepte ohne oder mit geringem Verbrauch fossiler Energie anstreben

Biomassenverbrennung: problematische Form der CO_2-Emissionsreduktion

Der für die Schweiz in diesem Zusammenhang grösste Zielkonflikt betrifft zweifellos die Holzverbrennung. Die erneuerbaren Energiequellen Holz und andere Biomassen sind zwar CO_2-arm. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, emittieren sie aber im Vergleich zu Öl- und Gasfeuerungen deutlich mehr Luftschadstoffe, vor allem gesundheitsschädigenden Feinstaub. Dies hat zur Folge, dass die gesamtschweizerischen Feinstaubemissionen der Holzheizungen ein Mehrfaches der Emissionen von Öl- und Gasheizungen betragen, obwohl die Holzenergie einen viel geringeren Beitrag zur Wärmeerzeugung leistet. So lieferte z. B. im Jahr 2012 Energieholz in den schweizerischen Haushalten rund 20 000 TJ gegenüber rund 150 000 TJ aus Öl und Gas (Gesamtenergiestatistik 2012). Auch bei den gasförmigen Emissionen wie Stickoxiden, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen verursachen Holzfeuerungen pro produzierte Energie mindestens gleichviel, meist aber mehr Emissionen als Feuerungen mit fossilen Brennstoffen. Diese Gase beeinträchtigen einerseits direkt die Luftqualität, andererseits werden sie durch Oxidationsprozesse in der Atmosphäre teilweise zu sekundären Feinstaubpartikeln umgewandelt. Dadurch werden die Feinstaubkonzentrationen zusätzlich erhöht. Zwar wurden auch bei den Anlagen zur Holzverbrennung in den vergangenen Jahren namhafte

Tabelle 1: Emittierte Schadstoffmenge bezogen auf den Energieinhalt des Brennstoffs (mg/MJ) der wichtigsten Heizungstypen (BAFU, Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen Stand 2005; Holzfeuerungen aktualisiert nach Nussbaumer (2010), ohne Feinstaubabscheider)

Feuerungsart	Emissionsfaktoren bezogen auf Inputenergie (mg/MJ)				
	NO_2	CH_4	NMVOC*	CO	PM10
Erdgas	10–54	6	2	4–16	0,1
Heizöl EL	28–51	1	6	7–14	0,2
Offene Cheminées und Raumheizer	80	240	360	3000	100
Stückholzkessel	80	20	30	1500	50
Pellet-Kessel	60–70	4–6	6–9	150–200	50
Automatische Holzfeuerung > 50 kW	120–150	4–6	6–9	300–500	100

* NMVOC = Summe der flüchtigen Kohlenwasserstoffe (VOC), ohne Methan (CH_4)

technische Fortschritte erreicht, welche die Schadstoffemissionen zu reduzieren vermochten, doch sind sowohl die direkten Feinstaubemissionen, wie teilweise auch die zu sekundären Partikeln führenden gasförmigen Emissionen immer noch viel höher als bei Gas- oder Ölheizungen.

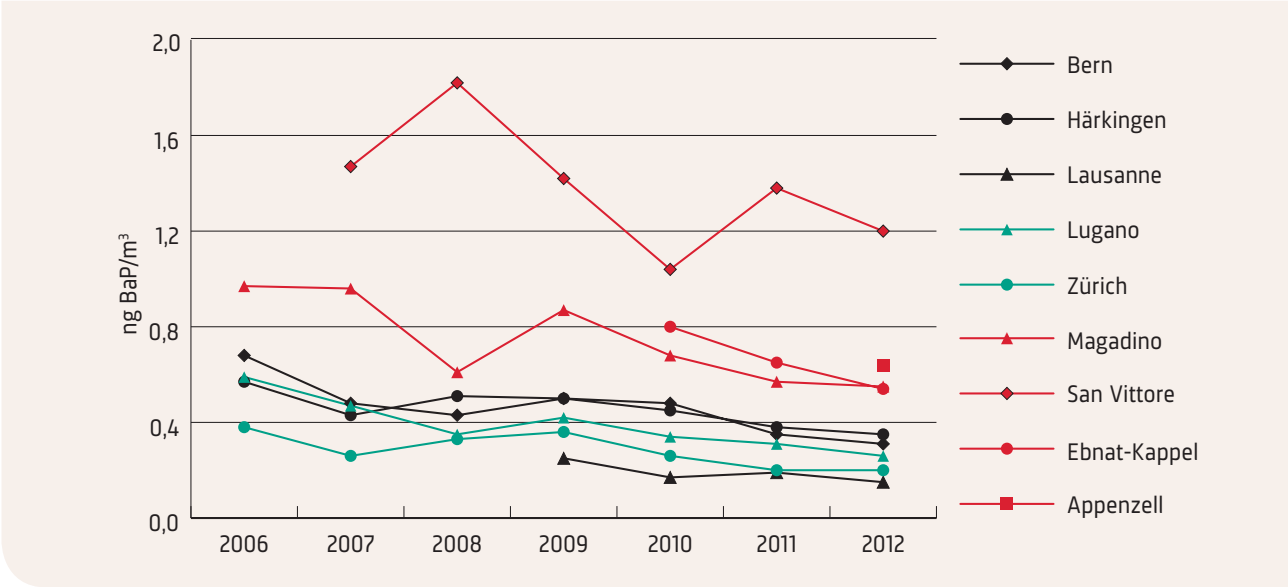
Die Emissionen der Holzheizungen sind denn in der Schweiz auch für einen recht hohen Anteil der Belastung der Aussenluft mit Feinstaub inklusive Russ und organischen Partikeln verantwortlich (im Bereich von rund 15 bis 55 Prozent, vgl. Tabelle 2). Langjährige Messungen des Bundes und der Kantone zeigen zudem, dass auch beim krebserregenden Benzo(a)pyren die höchsten Belastungen nicht an typischen Verkehrsstandorten (Bern, Lausanne, Härkingen) auftreten, sondern an eher ländlichen Orten mit zahlreichen Holzheizungen (Magadino, San Vittore, Appenzell, Ebnat-Kappel) (Bild 1).

Eine breite Förderung der Holzfeuerungen aus Gründen des Klimaschutzes ist deshalb lufthygienisch problematisch. Dies gilt insbesondere für kleinere Anlagen ohne wirksame Abgasreinigung wie z. B. Cheminées und Schwedenöfen. Hingegen ist die thermische Verwertung von nicht als Werkstoff verwendbarem Holz und anderer Biomasse durchaus sinnvoll, wenn sie in grossen Anlagen mit effizienter Abgasreinigung erfolgt. Dies gilt übrigens nicht nur unter dem lufthygienischen Aspekt. Auch unter dem Aspekt der Energieeffizienz sind grössere Anlagen den Kleinfeuerungen deutlich überlegen.

Tabelle 2: Beitrag von Holzfeuerungen zur Feinstaubbelastung der Aussenluft. Die Ergebnisse beziehen sich auf die gesamte aus Holzfeuerungen stammende Feinstaubmasse (PMwb) sowie auf den organischen (OCwb) und den schwarzen Kohlenstoff (BCwb) im Feinstaub aus Holzfeuerungen. Die angegebenen prozentualen Beiträge durch Holzfeuerungen beziehen sich auf die totalen gemessenen Konzentrationen von PM, OC und BC in der Aussenluft (Baltensperger et al. 2013).

Station	Stationstyp	Zeitraum	PMwb µg/m³	OCwb µg/m³	BCwb µg/m³	PMwb % von PMtot	OCwb % von OCtot	BCwb % von BCtot
Basel	Vorstadt	Winter 2008/2009	5,3	1,7	0,4	20	33	30
Bern	Stadt, Verkehr	Winter 2008/2009	6,9	2,6	0,5	16	37	14
Magadino	Land	Winter 2008/2009	17,3	7,6	1,6	54	75	56
Moleno	Land, Autobahn	Februar 2005		12,9	1,9		79	24
Payerne	Land	Winter 2008/2009	6,0	2,0	0,4	38	42	43
Roveredo	Land	Januar/März 2005		9,8	1,6		91	55
Zürich	Stadt	Winter 2008/2009	5,5	2,0	0,4	20	42	29

Bild 1: Jahresmittelwerte von Benzo(a)pyren (BaP) an Standorten mit unterschiedlichen Belastungstypen: schwarz = stark verkehrsexponiert, grün = städtische Wohnsituation, rot = beeinflusst von Holzfeuerungen (Empa 2013).



Energiestrategie 2050: Umsichtige und koordinierte Umsetzung ist entscheidend

Ziel der vom Bundesrat als indirekter Gegenvorschlag zur Atomausstiegsinitiative vorgeschlagenen Energiestrategie 2050 ist der etappenweise Umbau der Schweizer Energieversorgung bis 2050. Dieser Umbau soll im Wesentlichen durch die Senkung des Energieverbrauchs und den Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht werden.

Wichtige Umsetzungselemente der ersten Etappe sind die Erhöhung der CO_2-Abgabe und die Verstärkung des Gebäudeprogramms. Dabei soll der gesamte teilzweckgebundene Ertrag in Form von Globalbeiträgen an die kantonalen Programme ausgerichtet werden, und die Verantwortung für die Umsetzung und für die finanziellen Aspekte des Gebäudeprogramms soll den Kantonen übertragen werden. Zwar ist für eine ferne Zukunft (ab 2021) der Übergang zu einer Lenkungsabgabe geplant, doch könnte auch dann noch ein Teil der CO_2-Abgabe zur Finanzierung der bestehenden Förderinstrumente dienen. Leider ist die konsequente Berücksichtigung lufthygienischer Anliegen in der Energie- und Klimapolitik heute noch zu wenig verankert. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass die Energiepolitik stets in Einklang mit dem Umweltschutzgesetz ist. Angesichts aktueller politischer Vorstösse, die zum Beispiel auf eine Lockerung der Anforderungen an feste Brennstoffe in Kleinfeuerungsanlagen abzielen, ist aber höchste Wachsamkeit geboten. Es muss verhindert werden, dass unter dem Titel von Energiewende und Klimaschutz auch lufthygienisch – und somit gesundheitlich – verfehlte Massnahmen gefördert werden. Deshalb ist es äusserst wichtig, auf allen politischen Ebenen Luftreinhaltung und Gesundheit bestmöglich mit Energiepolitik und Klimaschutz zu koordinieren. Hier besteht noch ein erhebliches Verbesserungspotential. Grundsätzlich sollten keine energiepolitischen Massnahmen gefördert werden, die eine lufthygienische Verschlechterung bewirken. In diesem Sinn sind auch fossile Brennstoffe, insbesondere die Kohle, grundsätzlich nicht als sinnvoller Teil des zukünftigen Energiesystems zur Stromerzeugung zu betrachten. Ausnahme bilden fossile Gaskraftwerke und WKK-Anlagen, die einen Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes leisten. Sofern sie zur Anwendung kommen, müssen sie im Hinblick auf Effizienz und Schadstoffausstoss dem besten Stand der Technik entsprechen.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Baltensperger U et al. (2013) Holzfeuerungen: Eine bedeutende Quelle von Feinstaub in der Schweiz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 164: 420-427; www.szf-jfs.org/doi/abs/10.3188/szf.2013.0420

Bundesamt für Energie: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2012; www.bfe.admin.ch

Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) (2010) 25 Jahre Luftreinhaltung auf der Basis des Umweltschutzgesetzes www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen

Empa Bericht Nr. 203'056/21 (2013) Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM10 an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone; Messbericht 2012; www.empa.ch/nabel

Nussbaumer T (2010) Emissionsfaktoren von Holzfeuerungen und Klimaeffekt von Aerosolen aus der Biomasse-Verbrennung. 11. Holzenergie-Symposium, Verenum Zürich 2010: 67-89; www.holzenergie-symposium.ch/Dokumente/Tgband11HES.pdf

IMPRESSUM

HERAUSGEBER UND KONTAKT
Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Proclim- / Platform Geosciences
Schwarztorstrasse 9, 3007 Bern
http://acp.scnat.ch

REDAKTION
Dr. Robert Gehrig, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

PROJEKTLEITUNG
Dr. Hans Gygax, Platform Geosciences, Kommission für Atmosphärenchemie und -physik (ACP)

INITIIERT VON
Kommission für Atmosphärenchemie und -physik (ACP) der SCNAT

RATIFIZIERT VON
Energiekommission der Akademien der Wissenschaften Schweiz

GRAFIK UND GESTALTUNG
Olivia Zwygart, SCNAT

BILDNACHWEIS
inkje/photocase.com, ETH-Studio Monte Rosa/Tonatiuh Ambrosetti, designritter/photocase.com, David Gubler/bahnbilder.ch

ZITIERVORSCHLAG
Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014) Energiepolitik und Klimaschutz mit Luftreinhaltung verbinden – Synergien nutzen und Zielkonflikte mildern. Swiss Academies Factsheets 9 (4)

www.akademien-schweiz.ch/factsheets

EXPERTEN

Prof. Urs Baltensperger
Dr. André Prévôt
Labor für Atmosphärenchemie, PSI Villigen

Prof. Konstantinos Boulouchos
Institut für Energietechnik, ETH Zürich

Prof. Stefan Brönnimann
Geographisches Institut, Universität Bern

Dr. Lukas Emmenegger
Abteilung Luftfremdstoffe und Umwelttechnik, Empa Dübendorf

PD Werner Eugster
Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich

Dr. Robert Gehrig
Eidg. Kommission für Lufthygiene

Dr. Hans Gygax
Sektion Luftreinhaltung, Amt für Umwelt Kanton Freiburg

Prof. Nino Künzli
Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut, Universität Basel

Dr. Urs Neu
ProClim-, SCNAT, Bern

Dr. Rudolf Weber
Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien, Bundesamt für Umwelt

Dieses Factsheet wurde von der Kommission für Atmosphärenphysik und -chemie der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) erarbeitet.