

Ausgabe 4 • 2011

Dezember 2011



Schwerpunktthema Umweltzonen

Weitere Themen:

Ausbau des Stromnetzes –
Fachgespräch zur Risikokommunikation

Messung und Bewertung von Gerüchen aus
Bauprodukten für den Innenraum

GrippeWeb – Erste Ergebnisse aus dem
neuen Online-Portal des RKI



Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
(APUG)

UMID

Ausgabe 4 • 2011

UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst ist ein Beitrag zum "Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit" (APUG) und Teil der Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

UMID. Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Nr. 4/2011

ISSN 2190-1120 (Print), ISSN 2190-1147 (Internet)

Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR),
Robert Koch-Institut (RKI), Umweltbundesamt (UBA)

Druck: Umweltbundesamt

Redaktion: Dr. Suzan Fiack
Bundesinstitut für Risikobewertung
Thielallee 88-92
14195 Berlin
E-Mail: pressestelle[at]bfr.bund.de

Dr. med. Ute Wolf
Robert Koch-Institut
General-Pape-Straße 62-66
12101 Berlin
E-Mail: u.wolf[at]rki.de

Dipl.-Ing. Dipl.-Soz. Helmut Jahraus
Bundesamt für Strahlenschutz
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim (Neuherberg)
E-Mail: hjahraus[at]bfs.de

Dr. phil. Dipl.-Ing. Hedi Schreiber
Umweltbundesamt
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: hedi.schreiber[at]uba.de

Gesamtkoordination: Kerstin Gebuhr M.A.
Umweltbundesamt
Geschäftsstelle Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: kerstin.gebuhr[at]uba.de

Bitte beachten Sie: Um Spam-Mails vorzubeugen, werden alle Mailadressen im UMID nicht mit dem @-Zeichen, sondern in der Form "vorname.name[at]einrichtung.de" angegeben.

E-Mail für UMID: umid[at]uba.de
UMID im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/umid/index.htm>
UMID im ÖGD-Intranet: <http://www.uminfo.de> (Bereich Literatur)
UMID auf apug.de: <http://www.apug.de/risiken/umweltmedizin/umid.htm>

Der Druck erfolgt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel".
Titelbild: M. Richter, Umweltbundesamt.

UMID erscheint jährlich in 3 bis 4 Ausgaben im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei abonniert werden. Er dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, außerdem auf dem Gebiet der Umweltmedizin tätigen Fachkräften sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.

Die Zeitschrift sowie die in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Die Verwertung der Beiträge im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten bedarf der Zitierung des Autors in Verbindung mit den bibliografischen Angaben. Die inhaltliche Verantwortung für einen Beitrag trägt ausschließlich der Autor/die Autorin. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Herausgeber übereinstimmen. Die am Ende eines Beitrags angegebene Kurzbezeichnung der Institution verweist auf das für die redaktionelle Betreuung zuständige Redaktionsmitglied.

INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

SCHWERPUNKTTHEMA: UMWELTZONEN

Umweltzonen in Europa und in Deutschland.....	5
Low emission zones in Germany and Europe	
<i>László Kacsóh</i>	
Wirkungsuntersuchungen zur Umweltzone Berlin.....	11
Impact assessment of the low emission zone Berlin	
<i>Annette Rauterberg-Wulff, Martin Lutz</i>	
Feinstaub: Beim Immissionsschutz sind alle in der Pflicht	
Erfahrungen mit der Umweltzone in München	19
Particulate Matter: Immission control concerns us all	
Experience with low emission zones in Munich	
<i>Joachim Lorenz</i>	
Erfahrungen mit Umweltzonen in Nordrhein-Westfalen	27
Experience with low emission zones in North Rhine-Westphalia	
<i>Peter Bruckmann, Sabine Wurzler, Andreas Brandt, Klaus Vogt</i>	

Beiträge / Articles

Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd.....	34
Fragments of lead ammunition in game meat can be an	
added health risk for certain consumer groups	
<i>Norbert Kenntner, Niels Bandick, Katharina Berg, Katrin Blume, Antje Gerofke,</i>	
<i>Monika Lahrssen-Wiederholt, Oliver Lindtner, Helmut Schafft, Birgit Wobst</i>	
GrippeWeb – Erste Ergebnisse aus dem neuen Online-Portal des	
Robert Koch-Instituts zur Erhebung der Häufigkeit akuter	
Atemwegserkrankungen auf Bevölkerungsebene	39
GrippeWeb – First results of the new internet portal of the Robert Koch Institute	
monitoring the frequency of acute respiratory infections at population level	
<i>Cornelius Remschmidt, Udo Buchholz</i>	
Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede in Deutschland.....	45
Mortality, cause-of-death statistics and regional differences in Germany	
<i>Elisabeth Gaber</i>	

Messung und Bewertung von Gerüchen aus Bauprodukten für den Innenraum	50
Measurement and evaluation of odour emissions from building products	
for indoor usage	
<i>Simone Brandt, Birgit Müller, Dirk Müller, Wolfgang Horn,</i>	
<i>Jana Panašková, Wolfgang Plehn</i>	
Ausbau des Stromnetzes: Strahlenschutz, Information,	
Beteiligung – Bericht über ein Fachgespräch zur	
Risikokommunikation im Stromnetzausbau	
im Bundesamt für Strahlenschutz am 05.10.2011	59
Expansion of electric energy transmission networks: radiation protection,	
information, participation – Report on a Workshop at the	
Federal Office for Radiation Protection, 05.10.2011	
<i>Monika Asmuß</i>	

Umweltzonen in Europa und in Deutschland

Low emission zones in Germany and Europe

László Kacsóh

Abstract

Low emission zones (LEZ) are municipal areas where stronger polluting combustion-powered vehicles are banned, i.e. excluded from entering such an area via ordinance of a commune (<http://www.lowemission-zones.eu/>). The measure corresponds to the subsidiary principle of the Union that has constitutional power. Less stringent EU exhaust gas standards for Diesel vehicles allow a confident compliance with the Air Quality Directive 2008/50/EC (AQD) only for countryside background monitoring stations; urban areas need the local corrective. The strictness of the LEZ-regulations in European countries (not only EU Member States) is very different; mostly only heavy-duty vehicles and buses are affected. Fiscal instruments can also be involved. In Germany, motorways are excluded from all restricted areas. About experiences in practicing LEZ and efficiency will be reported. For the evaluation of the LEZ efficiency different parameters characterizing traffic fleet and emissions, air quality and epidemiologic health effects should be used. Appropriate methods are available. Especially the black carbon content in the PM_{2,5} fraction is a good tracer showing that the concentration of cancerogenic Diesel soot in fine particles is determining. Another metric is the particle number concentration displaying the same effect. Opponents of the LEZ regulations in Germany deny its efficiency and proportionality in court processes but the environment administrative power could bring the proofs forward. Until now, in all court cases the proportionality of the measure "LEZ" was affirmed on the first and second level of jurisdiction. A revision to the Federal Supreme Administrative Court (BVerwG) was severalfold not allowed, i.e. the decisions are legally binding. In two cases, the BVerwG judgment is expected for 2012.

Zusammenfassung

Die Umweltzone ist eine europaweite Form kommunaler verkehrsbeschränkender Maßnahmen gegen verkehrsbedingte Luftqualitätsprobleme in Räumen mit hohem Verkehrsaufkommen. In ihnen wird das Befahren durch bestimmte „stärker emittierende Fahrzeuge“ verboten. In Deutschland stellt nur die EU-Abgasnormstufe das entscheidende Kriterium dar. Größe, Masse und Motorleistung sind nicht einstufungsrelevant. Autobahnen sind von den Umweltzonen ausgenommen. Ausländische Umweltzonenregelungen betreffen häufig nur den Schwerlastverkehr und sind inhaltlich mit einem deutschen Lkw-Verbot vergleichbar. Die Maßnahme „Umweltzone“ kann bei konsequenter Ausgestaltung eine Emissionsminderung durch Nachrüstung und vorgezogene Flottenerneuerung bewirken. Neuere Umweltzonen werden vermehrt wegen erhöhter NO₂-Belastungen ausgewiesen. Zur Beurteilung der Wirksamkeit einer Umweltzone müssen verschiedene Größen herangezogen werden. Geeignete Methoden zur Messung der Verkehrs-, Umwelt- und Gesundheitswirksamkeit liegen vor. Die Umweltzone wirkt sich eindeutig positiv auf die Verkehrsemisionen, auf die Immissionsbelastung und somit auf die Gesundheit der dort lebenden Menschen aus. Gegner bestreiten die Wirksamkeit der Umweltzone, während die Umweltverwaltung den Nachweis einer zielführenden, ausreichenden Wirksamkeit erbringen kann. In allen Klageverfahren wurde die Umweltzone bisher bestätigt.

Umweltzonenpraxis in Europa und in Deutschland

Gesundheitspolitische Notwendigkeit von Verkehrsbeschränkungen

Die Umweltzone – im internationalen Sprachgebrauch *low emission zone* oder *miljözone* genannt – ist eine europaweite Form kommunaler Maßnahmen gegen verkehrsbedingte Luftqualitätsprobleme, wenn die Luftqualitätsgrenzwerte nach Gemeinschafts- oder Landesrecht nicht eingehalten

werden. Schutzbau ist die menschliche Gesundheit, das in der Abwägung Vorrang vor anderen Rechtsgütern hat. Es sind Gebiete in städtischen Agglomerationen, in denen der Straßenverkehr vor allem qualitativ eingeschränkt wird: Das Befahren durch stärker emittierende Fahrzeuge wird verboten. Die Anzahl der fahrberechtigten Kfz beziehungsweise der Verkehrsfluss können durch flankierende fiskalische Maßnahmen einer Mauterhebung zusätzlich beeinflusst werden. „Stärker emittierende Fahrzeuge“ sind in erster Linie Dieselfahrzeuge, weil bei dem Diesel-Prinzip prozessbedingt höhere Roh-

emissionen pro Kilometer Fahrstrecke oder – bei Nutzfahrzeugen – pro Kilowattstunde verrichteter Arbeit erzeugt werden.

Subsidiarität: Luftqualität immissionsseitig örtlich nachregeln

Die Verkehrsbeschränkung erfolgt in den einzelnen europäischen Staaten (auch in den Staaten Norwegen und Schweiz) auf verschiedenen rechtlichen Grundlagen und in unterschiedenen Fahrzeugflottenteilen. Sie ist ein Ausdruck des Subsidiaritätsprinzips, das in der EU mit dem Maastrichter Vertrag von 1992 Verfassungsrang hat: „örtliche Probleme – problemnahe Lösungen und Maßnahmen“ dort, wo die zentralen direkten Politikmaßnahmen der Emissionsminderungsstrategie nicht ausreichen. Die für die Gesundheit der Einwohner zuständigen Kommunen haben immissionsseitige Maßnahmen zu treffen. Dies bedeutet die Inanspruchnahme gesetzlich erlaubter Leistungsbeschränkungen.

Umweltzonen sind demnach Sperrgebiete für Fahrzeuge, die den über deren Typgenehmigung hinausgehenden emissionsseitigen Anforderungen der jeweiligen Stadtverwaltung – in der jeweils gültigen Stufe – nicht genügen.

In **Deutschland** kann das Instrument Umweltzone dort eingesetzt werden, wo aus Gründen von verkehrsbedingten Grenzwertüberschreitungen ein Luftreinhalteplan oder ein Aktionsplan erstellt werden muss (§ 47 Abs. 1, 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG] in Verbindung mit § 40 BImSchG und 35. Bundes-Immissionsschutzverordnung [BImSchV]). Bei den Grenzwerten handelt es sich um die EU-weit gültigen Luftqualitätsgrenzwerte der Richtlinie 2008/50/EG für die dort festgelegten Schadstoffe, in erster Linie gegen PM_{10} -Feinstaub und Stickstoffdioxid. Sie wurden mit der 39. BImSchV in deutsches Recht übernommen. Es sind etwa 50 Umweltzonen in Deutschland in Kraft, weitere in der Planung.

In Deutschland muss die Umweltzone in einem Luftreinhalteplan als „Maßnahme“ rechtlich verankert werden. In der Regel handelt es sich um ein Bündel von verschiedenen Maßnahmen. Mit den Maßnahmen soll die Gefährdung des Schutzguts „menschliche Gesundheit“ durch die geregelten Schadstoffe der Luftqualitäts-Richtlinie 2008/50/EG – im Wesentlichen PM_{10} -Feinstaub und Stickstoffdioxid (NO_2) – abgestellt oder zumindest

reduziert werden. In der Umweltzone sind nur Kraftfahrzeuge erlaubt, die – in vier Schadstoffklassen eingestuft – mit farbkodierten Plaketten visuell gekennzeichnet oder aus anderen Gründen auch ohne Plakette ausnahmeberechtigt sind. Eine Höherstufung durch Partikelfilter-Nachrüstung ist oft Teil des kommunalen Maßnahmenpaketes (z. B. in Berlin) und wurde durch Fördermaßnahmen flankiert.

Die deutsche Regelungspraxis behandelt die Instrumente „Lkw-Durchfahrtsverbot“ und „Umweltzone“ getrennt. Ein schweres Nutzfahrzeug mit grüner Plakette hat trotz höherer Emissionen zum Pkw grundsätzlich freie Fahrt in der „grünen“ Umweltzone. Um die höhere Leistungs- und Emissionsintensität der Nutzfahrzeuge in den Griff zu bekommen, bedarf es zusätzlich eines Lkw-Fahrverbotes als ergänzendes Instrument des Luftreinhalteplanes. In mehreren EU-Mitgliedstaaten sind die zwei Instrumente ganz- oder teilidentisch.

In **Europa** unterscheiden sich die Regelungen in den „low emission zones“ in ihrem Umfang und ihrer Tiefe ganz erheblich, etwa wie „stark emittierende Fahrzeuge“ definiert werden. Am häufigsten werden Nutzfahrzeuge über 3,5 Tonnen zulässiger Gesamtmasse pauschal verboten, es gibt auch Verbote für „Euro II oder schlechter“. Zweiräder werden dort ausgeschlossen, wo sie einen bedeutenden Flottenanteil ausmachen (z. B. in Italien). Sie gelten als Starkemittentengruppe wegen fehlender Abgasreinigung. „Ökologisch motivierte Fahrverbote“ können beispielsweise in Italien regional in großer Fülle auftreten (siehe „Ecopass“ von Mailand). Die Variante „alternierende Fahrverbote mit geradem oder ungeradem Kennzeichenende“ je nach Wochentag dient dem Ziel der Stauvermeidung und weniger der Verbesserung der Abgasqualität im Fahrzeugbestand.

Rechtliche Grundlage für deutsche Umweltzonen: Die 35. BImSchV

Kerngedanke der deutschen Regelung ist die Möglichkeit nach § 40 BImSchG, den Kfz-Verkehr in Überschreitungsgebieten ganz zu verbieten und nur noch besseren – emissionsärmeren – Fahrzeugen die Zufahrt zu genehmigen, diese also zu privilegieren. Die privilegierten Fahrzeuge werden deutschlandweit bundeseinheitlich gekennzeichnet.

Die Vereinheitlichung der technischen Grundlagen für die Erteilung der Ausnahmegenehmigungen per Plakettenkennzeichnung, das heißt die Einordnung der Fahrzeuge in eine bestimmte Schadstoffgruppe, wurde mit der 35. BImSchV – der Ausnahme-Kennzeichnungsverordnung, umgangssprachlich auch als Plaketten- oder Feinstaubverordnung bekannt – gelöst. Diese Kennzeichnung ist ein einfaches Hilfsmittel zur schnellen visuellen Kontrolle. Die Verordnung regelt auch die Ausnahmetatbestände, die entweder generell gelten (Anhang 3), per Generalverfügung eines Bundeslandes erteilt oder – bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen – auf Antrag kostenpflichtig gewährt werden können. Bezugspunkte sind Quell-, Zielverkehr, fehlende Nachrüstbarkeit mit Dieselpartikelfilter (DPF) sowie Härtefälle des persönlichen Lebensumfeldes. Hierzu gibt es noch keine bundeseinheitliche Praxis.

Darüber hinaus war, um eine Anreizwirkung zur DPF-Nachrüstung zu begründen, das technische Konzept der DPF-Nachrüstung mit dem Konzept einer finanziellen Förderung des Bundes zu koppeln. Mit Hilfe der Nachrüstung konnte eine Besserstellung (Höherstufung) des Fahrzeugs erreicht werden. Zielführend sind auch Leitlinien für die örtliche Verwaltung, wie zum Beispiel eine restriktive Handhabung der Ausnahmeregelungen oder „Nachrüstung vor Ausnahmerteilung“, um das Wirkungspotenzial der Umweltzone nicht zu gefährden.

Stand der Einrichtung von Umweltzonen in Deutschland

Anzahl und Qualität der Umweltzonen

Nur in drei der etwa 50 Umweltzonen wurde die „grüne“ Stufe erreicht (Berlin, Hannover, Leipzig). Es überwiegt die Stufe 1 (nur Fahrzeuge ohne Plakette sind ausgesperrt, alle drei Plakettenfarben sind erlaubt), gefolgt von der Stufe 2 (Zufahrt nur mit gelber oder grüner Plakette, „rot“ ist ausgesperrt). Hier zeigt sich ein großes Potential für weitere Verbesserungen.

Vollzugsdefizite sind in der langsam einsetzenden Dynamik der Umweltzonenregelungen unverkennbar. In vielen Fällen tritt die Stufe 3 (grün) erst im Jahre 2015 in Kraft. Darauf hinaus ist die Kontrollintensität der örtlich zuständigen Behörden, gegen Verstöße bei bestehenden Umweltzonenregelungen vorzugehen, sehr unterschiedlich. Nach der

Bußgeldstatistik des Kraftfahrt-Bundesamtes – seit dem 01.02.2009 sind auch Verstöße im ruhenden Verkehr (Parken) zu ahnden – wurden 2009 rund 55.000 Verstöße gegen die Umweltzonenregelung gemeldet. Die Anzahl der registrierten Verstöße pro Umweltzone ist sehr unterschiedlich.

Anzahl Bewilligungen von Nachrüstfiltern

Nach Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wurden über 200.000 Dieselpartikelminderungssysteme zur Nachrüstung bewilligt. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Förderung und Einsatz in Umweltzonen kann nach Aussage des BAFA nicht hergeleitet werden. Aus den Erhebungen in Berlin kann jedoch der Schluss gezogen werden, dass die dortige Praxis der langen Ankündigungsperiode und die konsequente Realisierung bis Ende 2010 zu einer Nachrüstung von rund 55.500 Fahrzeugen geführt hat (Rauterberg-Wulff 2011). Davon waren rund 14.200 Fahrzeuge Nutzfahrzeuge.

Eine stärkere Ausrichtung der Plakettierungsunterschiede auf höhere Wirkungsgrade bei NO_2 , $\text{PM}_{0,1}$ bis PM_1 sowie auf Fördertatbestände bei DeNO_x -Maßnahmen („Entstickung“, NO_x -Abscheidung) wäre wünschenswert, um extrem schadstoffarme Konzepte privilegieren zu können. Dazu fehlt es jedoch an Techniken und an einem ausreichend großen Bestand der in Frage kommenden Euro-6- und Elektrofahrzeuge. Für diese neu zu schaffende „Schadstoffgruppe 5“ wäre eine Kennzeichnung mit einer weiteren Plakette denkbar. Die Privilegierung der neuen Fahrzeuggruppe könnte etwa das kostenlose Parken und/oder Stromtanken in der Umweltzone auf kommunalen bewirtschafteten Parkflächen sein.

Zur Wirksamkeit von Umweltzonen in Deutschland

Die Wirksamkeit von Maßnahmen, auch von Umweltzonen, kann im Voraus mit Hilfe von qualifizierten Modellrechnungen abgeschätzt werden. Erste Abschätzungen ergaben eine Spanne von 3 bis 6 % des Jahresmittelwertes (Diegmann et al. 2007). Ausgehend von vorhandenen Verkehrszählungen und Flottendaten (Berechnung der Emissionen aus den erfassten Fahrleistungen und Fahrmodi mit den Emissionsfaktoren, HBEFA 3.1) werden in jüngeren Szenarien die Massenkonzentrationen der betroffenen Schadstoffe PM_{10} und NO_2 berechnet

(Lehner et al. 2010). Die prognostizierten Werte liegen in der Regel um 10 % des Jahresmittelwertes, das heißt $4 - 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geringer als ohne Umweltzone, und beim Kurzzeitwert erwartet man bis zu zwanzig Überschreitungssereignisse weniger.

„Rückwärts“-Modellrechnungen zeigen, dass an den stark verkehrsbelasteten Punkten beziehungsweise Straßenzügen eine nicht-selektive, etwa 60- bis 80-prozentige Reduktion des Verkehrs notwendig wäre, um die Grenzwertüberschreitungen abzustellen. Daran gemessen ist die selektiv wirkende Umweltzone die mildere und verhältnismäßigere Alternative, die nach den Prognosen eindeutig in die richtige Richtung weist.

Die nachträgliche messtechnische Erfassung der erzielten Wirkung einer Umweltzonenregelung ist dagegen wesentlich schwieriger, weil eine Messung nur die summarische Wirkung aller beeinflussenden Faktoren feststellt.

Allgemeine Ansätze zur Evaluierung der Wirksamkeit von Umweltzonen

Eine allgemein akzeptierte Bewertungsmethode oder Konvention für die Beurteilung von Umweltzonen gibt es nicht, lediglich verschiedene Ansätze. Es sollte hierfür ein Satz verschiedener technischer und umwelthygienischer Größen herangezogen werden. Solche Größen sind:

- verkehrliche Wirkung: eventuelle Veränderungen in den Verkehrsströmen mit Verkehrsverlagerung;
- räumliche Wirkung: verkehrliche und emissionsseitige Wirkungen in den Nachbarregionen;
- Veränderungen der Flottenzusammensetzung: statistisch, das heißt nach Änderung der Zulassungszahlen; Umstufungen nach Nachrüstung; dynamisch, das heißt Erfassung der fahrenden Flotte auf der Stelle, mit Kennzeichnungserfassung;
- Änderung der auspuffbedingten Verkehrsemisionen als Folge der Flottennachrüstung und Flottenerneuerung;
- lufthygienische Parameter und ihre Langzeit-Trendentwicklungen: Konzentration von Luftschaadstoffen in den epidemiologisch wichtigen Metriken ($\text{PM}_{2,5}$, $\text{PM}_{0,1}$, Partikelanzahlkonzentration, Partikeloberfläche usw.), Ruß, NO_2 ;

- differenzierte Bestimmung verschiedener Herkunfts-/Belastungsanteile in den Immissionskonzentrationen;
- toxikologische und epidemiologische Relevanz;
- mathematische Justierbarkeit beziehungsweise Eliminierbarkeit von Störvariablen.

Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen, Nutzen für die Gesundheit

Am weitesten sind diese Trends in Berlin mit dem dort aufgestellten dreigliedrigen Messprogramm zu beobachten (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2011). Die Konzentration von PM_{10} -Feinstaub sank in Berlin um 4 bis 7 %, wie auch in anderen Großstädten. Die NO_2 -Abnahme betrug 5 %, der lokale NO_2 -Verkehrsbeitrag bei konstantem Verkehrsaufkommen sank um 12 %, was bemerkenswert hoch ist. Somit wurde ein deutlicher Beitrag zur Senkung der Feinstaub- und Stickstoffdioxidkonzentrationen erreicht. Darüber hinaus konnte ein Rückgang der Dieselrußbelastung (im Feinstaub enthalten) um 33 % gegenüber 2009 registriert werden. Die Feststellungen dieses Berichts fanden kürzlich eine gerichtliche Bestätigung als unanfechtbarer OVG-Beschluss (siehe unten: „Gerichtliche Bestätigung“; siehe Beitrag zur Berliner Umweltzone in diesem Heft, S. 11–18).

Die epidemiologische Bewertung der Befunde kann sich erst Jahre nach Einführung und parallel zur Verschärfung der Umweltzonen entwickeln. Seit etwa 2009 werden die Kenntnisse diesbezüglich gesammelt und ausgewertet:

- Eine deutliche Reduzierung der $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung der Bevölkerung ist nach Zellner et al. 2009 zu erwarten. Sie prognostizieren eine Abnahme des $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwertes um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und eine daraus resultierende Erhöhung der Lebenserwartung um statistisch sieben Monate. Hier wirkt sich in der Metrik „Feinanteil“ der Dieselrußgehalt deutlich aus.
- Die Epidemiologen im Helmholtz-Zentrum München leiten aus den Messungen an einem stark verkehrs frequentierten Ort in München eine Differenz um 10 % PM_{10} ab, die mit der Einführung der Umweltzone und eines Lkw-Durchfahrtsverbots korrespondiert (Cyrus et al. 2009).

- Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) beurteilte die Umweltzone im Umweltgutachten 2008 eindeutig positiv, bei anspruchsvoller Ausgestaltung habe sie das größte Minderungspotential unter den lokalen Maßnahmen (Umweltgutachten 2008).
- Zu ähnlicher Überzeugung kam das Verwaltungsgericht Wiesbaden in seinem Urteil vom 10.10.2011 [Az.: 4 K 757/11.WI(1)].
- Josef Cyrys (Institut für Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum München und Universität Augsburg) hat in seiner Stellungnahme bei der Fachtagung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in Augsburg (13.10.2011) betont, dass die Feinstaubmessung (PM_{10}) nur die Massenkonzentration von Partikeln einer Größenklasse und nicht die Zusammensetzung der Partikel berücksichtigt. Entscheidend für die Gesundheit sei aber der hochtoxische Dieselruß, der vor allem in den kleineren Partikelfraktionen ($PM_{2,5}$, ultrafeine Partikel) angereichert ist. Deswegen sei die Erfassung der PM-Parameter, die eine stärkere Gesundheitsrelevanz als PM_{10} besitzen (zum Beispiel Rußmassenkonzentration, Partikelanzahlkonzentration, PM_1 , $PM_{2,5}$) in der Umweltüberwachung besonders wichtig. Diese Aussage deckt sich inhaltlich mit der Feststellung von Wichmann (2008), Umweltzonen könnten für die menschliche Gesundheit weit mehr nützen, als sich aus den routinemäßigen Feinstaubmessungen ablesen lässt.
- Die Stadt München erwartet in der 4. Fortschreibung des Luftreinhalteplans eine 30- bis 60-prozentige Minderung der Dieselrußkonzentration in der verkehrsbedingten Zusatzbelastung (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2010).

Gerichtliche Bestätigung

Bisher haben alle einschlägigen Verwaltungsgerichtsurteile in erster und zweiter Instanz die Umweltzonenregelungen mehrfach als verhältnismäßig bestätigt; eine Revision zum Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) wurde vom OVG Münster nicht zugelassen. Somit ist dieses Urteil unanfechtbar. Das OVG Lüneburg hat für die Umweltzone Hannover in einem anderen Verfahrenstyp ebenfalls keine Revision für zulässig erklärt; der Kläger versucht derzeit vor dem BVerwG die Zulassung einer Revision zu erwirken. Das Urteil ist deshalb noch nicht rechtskräftig. Weitere Urteile betreffen die

Bestätigung der Umweltzone Berlin in der zweiten Instanz (eine Revision wurde nicht zugelassen) sowie die Rüge für das Fehlen der Umweltzone als wirksamstes Instrument aus dem Maßnahmenbündel im Luftreinhalteplan der Stadt Wiesbaden. In letzterem Fall [VG Wiesbaden 2011, Aktenzeichen: 4 K 757/11.WI(1)] wurde nicht nur eine Berufung, sondern eine sogenannte „Sprungrevision“ zum BVerwG zugelassen. Die Signalwirkung dieser Urteile wird sich in den kommenden Monaten und Jahren entwickeln. Es ist bereits ersichtlich, dass die Gerichte den stringenten Argumentationen der Umweltverwaltungen (Berlin, Hannover, Köln), der Umweltverbände (Wiesbaden) sowie der etablierten Umweltepidemiologen und -toxikologen folgen und auch die Errichtung einer Umweltzone als wirksamste Maßnahme unterstützen.

Zur Verfassungsmäßigkeit der Umweltzone aus Bürgersicht

Aus Bürgersicht wird gegen die Umweltzone ein grenzenloses „Recht auf Automobilität“ und die fehlende Begründung der Beschränkung der Mobilität sowie des persönlichen Freiheitsgrades geltend gemacht, wobei dazu das Grundgesetz bemüht wird. Das Grundgesetz kennt kein Grundrecht auf Autofahren oder Automobilität. Ein solches Recht kann aus dem Grundgesetz auch nicht hergeleitet werden. Das Grundgesetz garantiert lediglich die Freiheit bei der Wahl des Verkehrsmittels unter Beachtung der geltenden gesetzlichen Schranken.

Mit der mehrfachen gerichtlichen Bestätigung der Umweltzone als „verhältnismäßige Maßnahme“ ist diese Frage letztgültig geklärt. Auch aus EU-rechtlicher Sicht wird die Umweltzone als verfassungskonform betrachtet.

Fazit

Die Umweltzone ist ein örtliches Instrument des kommunalen Umweltschutzes, um die negativen Auswirkungen erhöhten Verkehrsaufkommens durch Flottenänderungen zu kompensieren. Es wird europaweit in vielen Varianten eingesetzt. Dort umfassen sie häufiger Lkw-Verbote und tangieren Pkw viel weniger als in Deutschland. Hingegen sind die Umweltzonen in Deutschland als emissionsklasse-abhängige selektive Verbote für Pkw und Lkw – getrennt von dem Instrument der rein fahrzeugmasseabhängigen Lkw-Verbote – konzipiert. Die

35. BImSchV ist als Hilfsmittel zur Ausweisung von selektiven Verkehrsverboten sowie als ein Mittel zum Zweck im Rahmen der Luftreinhalteplanung zu sehen. Eine Novellierung sollte die Einschränkung der Ausnahmetatbestände und die stärkere Förderung äußerst abgasarmer Fahrzeuge zum Ziel haben.

Flächendeckend ist die „grüne“ Stufe noch lange nicht eingeführt; eine weitere Stufe wäre in einer Novellierung denkbar, sodass ein Entwicklungspotential der Umweltzone bis mindestens 2020 besteht.

Geeignete Methoden zur Messung der Verkehrs-, Umwelt- und Gesundheitswirksamkeit liegen vor. Als Ergebnis ist festzuhalten, dass sich die Umweltzone eindeutig positiv auf die Verkehrsemissionen, auf die Immissionsbelastung und somit die Gesundheit der dort lebenden Menschen auswirkt. Daher wurde sie auch in allen bisherigen Gerichtsprozessen als verhältnismäßig bestätigt.

Weitere Informationen

Auf folgenden Seiten finden Sie Informationen zu

- Umweltzonen in Europa: Internetseite des EU-kofinanzierten Netzwerkes europäischer Umweltzonen LEEZEN (Low Emission Zone in Europe Network) <http://www.lowemissionzones.eu>
- Umweltzonen in Deutschland: Informationsseite des Umweltbundesamtes (UBA) <http://gis.uba.de/Website/umweltzonen/index.htm>

(Abrufdatum für beide Links: 29.11.11.)

Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.) (2010): Luftreinhalteplan für die Stadt München. 4. Fortschreibung. September 2010. Erarbeitet von der Regierung von Oberbayern. http://www.muenchen.de/media/lhm/_de/rubriken/Rathaus/rgu/vorsorge_schutz/luft/luftqualitaet/feinstaub/umweltzone/pdf/LRP_4fortschreibung_pdf.pdf (Abrufdatum: 08.11.2011).

Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin (Hrsg.) (2011): Ein Jahr Umweltzone Stufe 2 in Berlin. Untersuchungen zur Wirkung auf den Schadstoffausstoß des Straßenverkehrs und die Luftqualität in Berlin. Juni 2011. http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/download/umweltzone_1jahr_stufe2_bericht.pdf (Abrufdatum: 08.11.2011).

Cyrys J, Peters A, Wichmann HE (2009): Umweltzone München – Eine erste Bilanz. In: Umweltmedizin

in Forschung und Praxis 14 (3): 127–132. <http://www.ecomed-medizin.de/sj/ufp/inhalt/Band/14/Ausgabe/3/Jahrgang/2009> (Abrufdatum: 08.11.2011).

Diegmann V, Pfäfflin F, Wiegand G et al. (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid. Texte 22/07. Umweltbundesamt. Dessau 2007. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3240.pdf> (Abrufdatum: 07.11.2011).

KBA (2009): Kraftfahrt-Bundesamt Jahresbericht 2009. Flensburg. http://www.kba.de/cln_033/nn_124834/DE/Presse/Jahresberichte/jahresbericht_2009_pdf,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/jahresbericht_2009.pdf (Abrufdatum: 07.11.2011).

Lehner K, Nagel T, Bächlin W (2010): Gutachten zur Wirkungsabschätzung einer Umweltzone in Mainz. Im Auftrag der Stadtverwaltung Mainz, Umweltamt. http://www.mainz.de/C1256D6E003D3E93/files/gutachten_umweltzone.pdf/%24FILE/gutachten_umweltzone.pdf (Abrufdatum: 07.11.11).

Rauterberg-Wulff A (2011): Umweltzone Berlin: Erfahrungen mit der Einführung der Stufe 2 und erste Wirkungsanalysen. Vortrag auf der Veranstaltung „Luftqualität auf Straßen 2011“ der Bundesanstalt für Straßenwesen. 30./31.03.2011 in Bergisch Gladbach. http://www.bast.de/cln_033/nn_789794/DE/Publikationen/Veranstaltungen/V3-Luftqualitaet-2011/luftqualit_C3_A4t.html (Abrufdatum 07.11.2011).

Umweltgutachten 2008: DEUTSCHER BUNDESTAG. Drucksache 16/9990 vom 02.07.2008. Tz. 266-269. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/16/099/1609990.pdf> (Abrufdatum 08.11.2011).

VG Wiesbaden (2011): Umweltzone in Wiesbaden. Urt. v. 10.10.2011. Az.: 4 K 757/11.WI(1). – JURIS-Datenbankeintrag: <https://www.juris.de/jportal/portal/page/homerl.psml?nid=jnachr-JUNA111003227&cmsuri=%2Fjuris%2Fde%2Fnachrichten%2Fzeigenachricht.jsp> (Abrufdatum: 09.11.2011)

Wichmann HE (2008): Schützen Umweltzonen unsere Gesundheit oder sind sie unwirksam? In: Umweltmedizin in Forschung und Praxis 13 (1): 7–10. <http://www.ecomed-medizin.de/sj/ufp/abstract/ArtikelId/10555> (Abrufdatum: 08.11.2011)

Zellner R, Kuhlbusch TAJ, Diegmann V et al. (2009): Feinstäube und Umweltzonen. Eine Stellungnahme von Fachleuten aus dem Arbeitsausschuss „Feinstäube“ von ProcessNet, KRD und GDCh. Juni 2009. http://www.processnet.org/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/Stellungnahme_Feinstaeube.pdf (Abrufdatum: 08.11.2011).

Kontakt

Dipl. Chem.-Ing. Dr. rer. nat. László Kacsóh
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 4.1 „Grundsatzfragen der Luftreinhaltung“
Paul-Ehrlich-Str. 29
63225 Langen
E-Mail: laszlo.kacsoh[at]uba.de

[UBA]

Wirkungsuntersuchungen zur Umweltzone Berlin

Impact assessment of the low emission zone Berlin

Annette Rauterberg-Wulff, Martin Lutz

Abstract

In the last few years in Berlin air quality standards (PM_{10} and NO_2) were widely exceeded along major roads. Therefore Berlin introduced a low emission zone (LEZ) in two stages covering a central city area of 88 km² with more than 1.1 Mio residents, delimited by the local railway ring. Due to the traffic ban for high emitting vehicles the turnover of the vehicle fleet towards cleaner vehicles has speeded up considerably. A high number of cars were retrofitted with particulate filters. The share of vehicles fulfilling the criteria of the German green sticker (particle exhaust standard of Euro 4 or three way catalyst) increased 1.5 to three times. As a result the emission of diesel particles decreased by 58 % and nitrogen oxides were reduced by 20% compared to a business as usual scenario. This lead to a veritable improvement of the air quality as far as meteorological effects were considered as well. The evaluation of air quality data showed, that without the low emission zone the annual mean of PM_{10} would have been 2 $\mu g/m^3$ or 7 % higher. This means that about 10 excess days of the 24h PM_{10} limit value of 50 $\mu g/m^3$ were prevented as well. The ambient air concentration of NO_2 in streets was reduced by about 5 %. Of special interest regarding health effects is the reduction of the traffic related local increment of ultrafine soot particles, which are especially toxic and determinate to health effects of PM_{10} . This local increment decreased by 50%. So, because of the low emission zone the traffic related soot exposure of citizens along major roads could be reduced considerably. It converges towards the exposure level in the urban background.

Zusammenfassung

In Berlin wurden in den letzten Jahren an vielen Hauptverkehrsstraßen Luftqualitätswerte (PM_{10} und NO_2) überschritten. Daher wurde seit 2008 in Berlin in zwei Stufen eine Umweltzone eingeführt, die das innerstädtische Gebiet innerhalb des S-Bahn-Ringes mit einer Fläche von 88 km² und etwa 1,1 Millionen Einwohnern umfasst. Durch das Fahrverbot für hoch emittierende Fahrzeuge konnte die Flottenmodernisierung stark beschleunigt und der Anteil der Fahrzeuge mit grüner Plakette (Partikelstandard Euro 4 oder geregelter Katalysator) im Straßenverkehr um das 1,5- bis 3-fache gesteigert werden. Dazu beigetragen hat eine hohe Zahl von Partikelfilternachrüstungen. Damit konnten im Jahr 2010 die Emissionen von Dieselruß um 58 % und von Stickoxiden um 20 % gegenüber der Trendentwicklung reduziert werden. Dies führte auch zu nachweisbaren Verbesserungen der Luftqualität, sofern der Einfluss meteorologischer Faktoren bei der Auswertung berücksichtigt wird. Die Auswertungen von Luftmessdaten ergaben für Feinstaub (PM_{10}), dass ohne Umweltzone der Jahresmittelwert um etwa 2 $\mu g/m^3$ oder circa 7 % höher gewesen wäre. Damit konnten etwa 10 Überschreitungen des 24h-Grenzwertes an Straßen vermieden werden. Die Stickstoffdioxidbelastung an Straßen sank durch die Umweltzone um etwa 5 %. Für den Gesundheitsschutz von besonderer Bedeutung ist der Rückgang der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Rußpartikel, da diese besonders toxisch und für die gesundheitliche Wirkung von Feinstaub bestimmend sind. Diese Zusatzbelastung sank an Straßen um etwa 50 %. Mit der Umweltzone konnte somit die verkehrsbedingte Belastung durch Ruß gerade von Anwohnerinnen und Anwohnern von Hauptverkehrsstraßen deutlich gesenkt werden und nähert sich dem Belastungsniveau des städtischen Hintergrunds weiter an.

Einleitung

Im Rahmen der Luftreinhalteplanung zeigte sich für Berlin bereits 2002 anhand von Modellrechnungen, dass die Luftqualitätsgrenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) ab 2005 und für Stickstoffdioxid (NO_2) ab 2010 mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht einzuhalten sein würden. Die prognostizierten Grenzwertüberschreitungen traten dabei nicht nur vereinzelt

an wenigen Straßenabschnitten, sondern in weiten Teilen des innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen- netzes auf. Im Jahr 2005 waren von der Überschreitung des PM_{10} -Kurzzeitgrenzwertes 341 km Straße mit fast 144.500 Anwohnerinnen und Anwohnern betroffen, NO_2 -Grenzwertüberschreitungen wurden für 167 km mit 69.400 Betroffenen prognostiziert.

Etwa 50 % des Feinstaubs und gut 90 % des Stickstoffdioxids stammten aus Berliner Quellen, von denen der Straßenverkehr jeweils der mit Abstand größte Verursacher war (John 2004; Senat Berlin 2005). Mit dem Luftreinhalteplan wurde daher im Jahr 2005 ein Verkehrsverbot für Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß für das Gebiet innerhalb des Berliner S-Bahn-Ringes beschlossen, das in zwei Stufen 2008 und 2010 in Kraft trat. Die Abgaskriterien dieser Umweltzone (UWZ) wurden 2007 an die vier Schadstoffgruppen der 35. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (35. BImSchV) angepasst (Senat Berlin 2007). Daraus resultierte ab 2008 ein Verkehrsverbot für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1, das heißt für Ottomotor-Fahrzeuge ohne geregelten Katalysator sowie für Dieselfahrzeuge vor Euro 2. Seit dem 01.01.2010 gilt das Verkehrsverbot auch für Fahrzeuge der Schadstoffgruppen 2 (rote Plakette) und 3 (gelbe Plakette). Diese Verschärfung betraf nur Dieselfahrzeuge, die nun den Partikelgrenzwert der Abgasnorm Euro 4 einhalten müssen. Damit wurde das im gelgenden rechtlichen Rahmen der 35. BImSchV strengst mögliche Verkehrsverbot ohne den Zwischenschritt über die Schadstoffgruppe 3 (gelbe Plakette) eingeführt. Denn Modellrechnungen hatten gezeigt, dass mit einer Umweltzone, in der im Jahr 2010 auch Fahrzeuge mit gelber Plakette fahren dürfen, nur sehr kleine zusätzliche Dieselrußminderungen von etwa 5 % zu erwarten wären. Für eine grüne Umweltzone wurden dagegen Minderungen von etwa 48 % prognostiziert.

Modernisierung der Fahrzeugflotte durch die Umweltzone

Von der Umweltzone waren in der ersten Stufe etwa 79.000 und in der zweiten Stufe etwa 120.000 der in Berlin zugelassenen circa 1,2 Millionen Fahrzeuge betroffen, das heißt diese Fahrzeuge mussten entweder nachgerüstet oder durch geeignete Fahrzeuge ersetzt werden.

Für die Beurteilung der durch die Umweltzone angestrebten Modernisierung der Fahrzeugflotte wurden die aktuellen Anteile der Fahrzeuge nach Schadstoffgruppen mit der prognostizierten Tendenzwicklung verglichen, die sich ergibt, wenn jährlich etwa 10 % der älteren Fahrzeuge gegen Fahrzeuge des neuesten Abgasstandards beziehungsweise hier gegen Fahrzeuge mit grüner Plakette ausgetauscht würden. Diese Austauschquote wurde aus mehrjäh-

rigen Beobachtungen in den Jahren vor Einführung der Umweltzone abgeleitet.

Entscheidend für die Umweltwirkung ist dabei die Veränderung der im Straßenverkehr eingesetzten Fahrzeuge. Um die Zusammensetzung dieser aktiven Fahrzeugflotte zu bestimmen, wurden in den letzten Jahren an insgesamt 6 bis 7 Straßenquerschnitten innerhalb und außerhalb der Umweltzone während eines Tages pro Jahr Kennzeichenerfassungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 1** für den Straßenquerschnitt an der Frankfurter Allee, einer sechsspurigen Hauptverkehrsstraße innerhalb der Umweltzone, dargestellt. Die Ergebnisse sind insbesondere für die Jahre 2007 bis 2009 als repräsentativ für alle untersuchten Querschnitte anzusehen, da in der ersten Stufe der Umweltzone nur geringe Unterschiede zwischen den Verteilungen innerhalb und außerhalb der Umweltzone festgestellt wurden, die im Bereich der Unsicherheit einer derartigen Stichprobe liegen. Für 2010 wurden leichte Unterschiede der Anteile der Fahrzeuge mit grüner Plakette festgestellt, die innerhalb der Umweltzone im Mittel um 3 bis etwa 7 Prozentpunkte höher lagen als außerhalb.

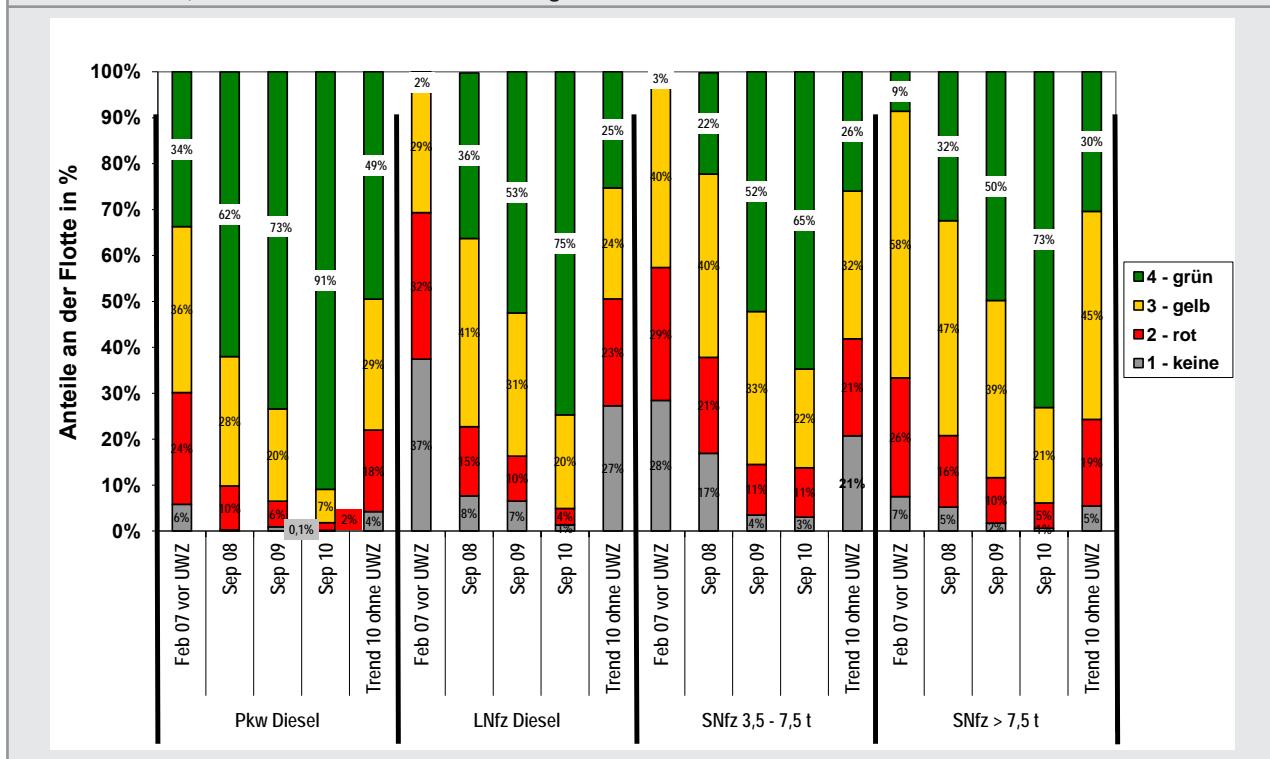
Gegenüber der Tendenzwicklung ist der Anteil der Fahrzeuge mit grüner Plakette im Jahr 2010 aufgrund der Umweltzone 1,5- bis 3-mal höher. Den höchsten Einhaltegrad der grünen Umweltplakette erreichen Pkw (Otto + Diesel) mit 97 % (nicht dargestellt) beziehungsweise Diesel-Pkw mit 91 %. Für Nutzfahrzeuge (Nfz) liegen die Anteile der grünen Plakette zwischen 65 % für kleine Lkw bis 7,5t und etwa 73 beziehungsweise 75 % für leichte Nutzfahrzeuge und Lkw über 7,5t. Beigetragen zu diesen Anstiegen hat eine Nachrüstungswelle zwischen September 2009 und März 2010. Bis Ende 2010 wurden knapp 56.000 in Berlin zugelassene Fahrzeuge, davon gut 14.500 Lkw, mit Partikelfiltern auf die grüne Plakette nachgerüstet.

Der Anteil der hoch emittierenden Fahrzeuge ohne Plakette liegt gegenüber der Tendenzwicklung um 70–85 % und der Anteil der Fahrzeuge mit roter Plakette um 50 bis 70 % niedriger.

Entwicklung der Emissionen von Dieselruß und Stickoxiden

Anhand der technischen Daten der Fahrzeuge konnten unter Verwendung des Handbuchs für Emissi-

Abbildung 1: Entwicklung der aktiven Fahrzeugflotte in Berlin seit 2007 hinsichtlich der Anteile der Schadstoffgruppen der 35. BlmSchV, ermittelt aus Kennzeichenerhebungen.



onsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in der Version 3.1 (INFRAS 2010) die Emissionen von Dieselruß und Stickoxiden der Fahrzeugflotte in den einzelnen Jahren berechnet und verglichen werden. Nicht berücksichtigt wurden die Emissionen von Linienbussen. Diese wurden bereits lange vor Einführung der Umweltzone in großem Umfang mit Partikelfiltern ausgerüstet, sodass durch die Umweltzone kein weiterer Modernisierungsanreiz erfolgte.

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Emission von Dieselrußpartikeln für die Flottenzusammensetzung der Umweltzone und für den ohne Einführung der Umweltzone zu erwartenden Trendfall für die Jahre 2008 bis 2010 sowie die Emission der Fahrzeugflotte im Februar 2007 vor Einführung der Umweltzone. Für die gesamte Flotte und damit den Straßenverkehr in Berlin ergibt sich für die Stufe 1 der Umweltzone ein Rückgang der Dieselrußemissionen von 25 bis 32 % gegenüber der Trendentwicklung. Mit der Verschärfung der Umweltzone auf die grüne Plakette sanken die Emissionen im Jahr 2010 gegenüber der Trendentwicklung um 58 %, gegenüber der Emission im Jahr 2009 um 42 %. Der Rückgang der Dieselrußemissionen ist von besonderer Bedeutung für den Gesundheitsschutz, da gerade diese ultrafeinen Partikel einen überproportionalen Anteil an der gesundheitsschä-

digenden Wirkung des Feinstaub haben (Wichmann 2011)

Die Entwicklung der Emission von Stickoxiden (NO_x) veranschaulicht **Abbildung 3**. Die Stickoxidemissionen gehen in der Stufe 1 um 15 bis 18 % gegenüber der Trendentwicklung zurück und in der Stufe 2 um 20 %. Gegenüber 2009 liegen die Emissionen im Jahr 2010 um etwa 6 % niedriger.

Die Schadstoffreduzierung wurde für beide Schadstoffe zu etwa gleichen Teilen durch die Modernisierung der Pkw und Lkw erreicht. Dies zeigt, wie wichtig die Einbeziehung der Pkw in die Umweltzonenregelung ist. Trotz Ausnahmegenehmigungen konnte das Minderungspotenzial der 2. Stufe zu etwa 88 % ausgeschöpft werden.

Wirkung der Umweltzone auf die Luftqualität

Ziel der Umweltzone ist die Reduzierung der Luftbelastung durch PM_{10} und NO_2 im Vergleich zum Zustand ohne Umweltzone. Das bedeutet, dass bei einem meteorologisch bedingten Anstieg der großräumigen Luftbelastung durch schlechte Ausbreitungsbedingungen, Ferntransport von Luft-

schadstoffen oder Erhöhung der Emissionen aus anderen Quellen, wie Hausbrand durch höheren Heizbedarf bei tiefen Temperaturen, auch eine Reduzierung des Anstiegs der Luftbelastung an hoch belasteten Straßen ein Erfolg ist. Denn gerade für Feinstaub kann aufgrund der vielfältigen Verursa-

cher und des großen Einflusses meteorologischer Randbedingungen nicht allein durch eine einzelne Maßnahme wie die Einführung einer Umweltzone die Einhaltung der Grenzwerte erwartet werden.

Abbildung 2: Veränderung der Emission von Dieselruß in Berlin nach HBEFA, Version 3.1, aufgrund der Umweltzone. Flottenzusammensetzung in Berlin, Frankfurter Allee; gleiche Verkehrsleistungen; ohne Kaltstartemissionen.

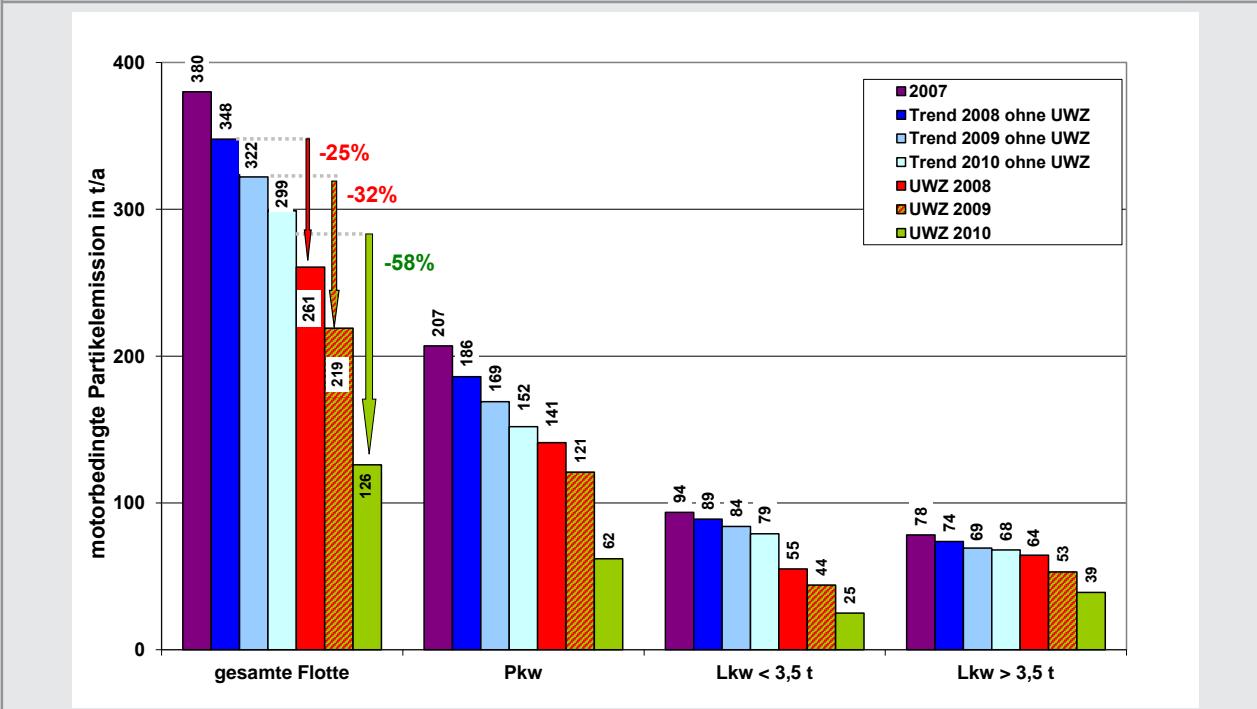
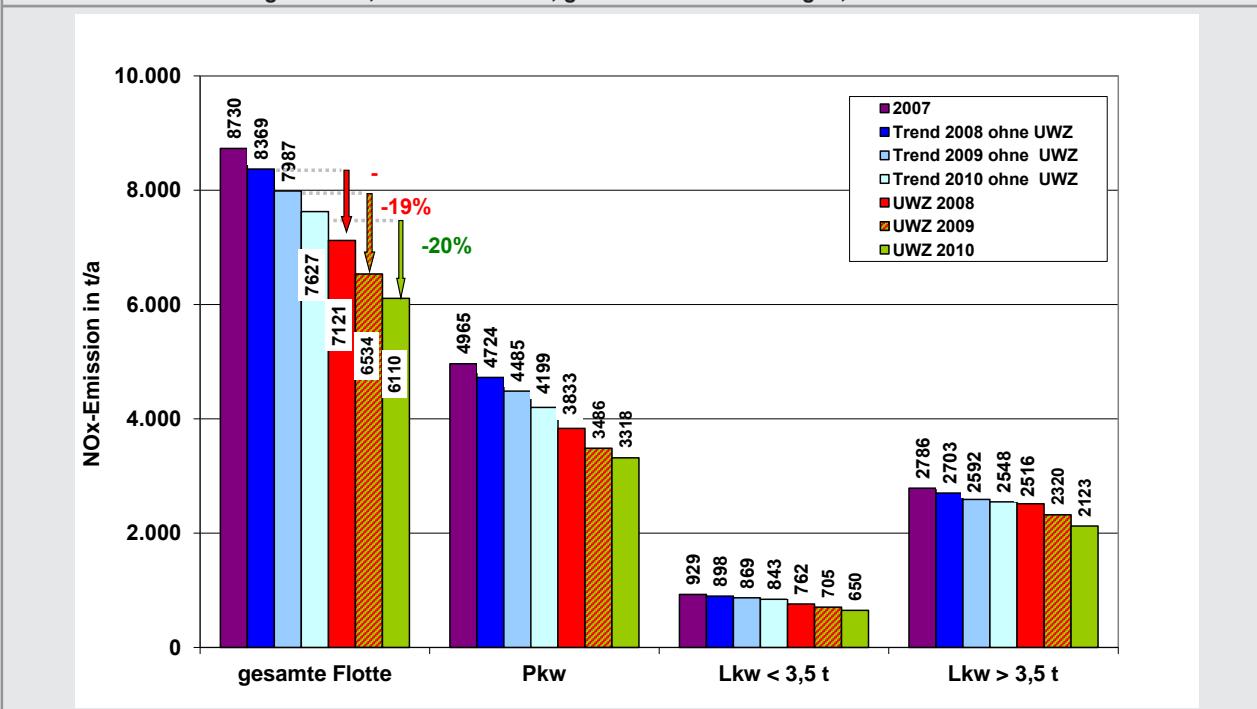
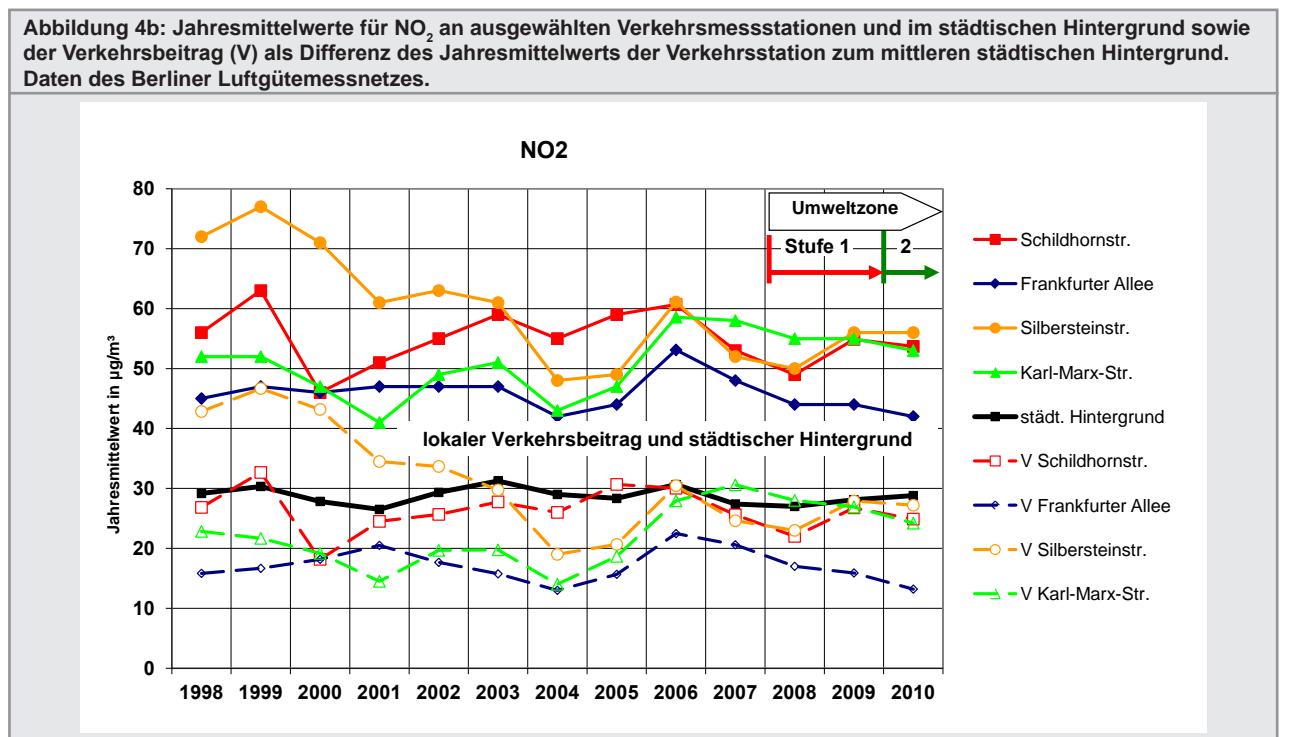
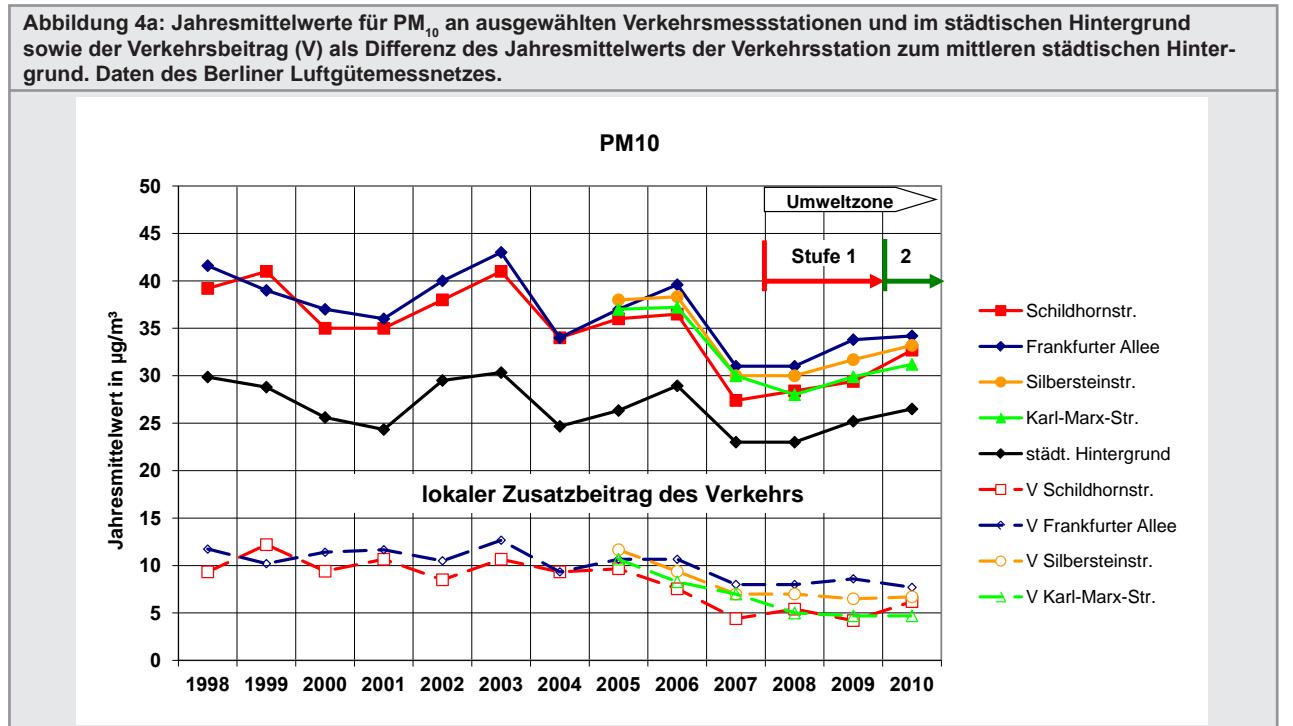


Abbildung 3: Veränderung der Emission von Stickoxiden in Berlin nach HBEFA, Version 3.1, aufgrund der Umweltzone. Flottenzusammensetzung in Berlin, Frankfurter Allee; gleiche Verkehrsleistungen; ohne Kaltstartemissionen.



Die Abbildungen 4a und 4b zeigen die langjährige Entwicklung der Feinstaub- und Stickstoffdioxidjahresmittel an ausgewählten Verkehrsmessstationen und als Mittel über städtische Hintergrundstationen. Außerdem ist der lokale Zusatzbeitrag des Verkehrs als Differenz zwischen der Konzentration an der Straßenmessstation und dem Mittel der städtischen Hintergrundstationen dargestellt.

Zu erkennen sind die starken Schwankungen der Jahresmittelwerte. Ab 2007 liegen die Werte für Feinstaub insbesondere an den Verkehrsmessstationen deutlich niedriger als in den Jahren zuvor. Die Anstiege in den Jahren 2009 und 2010 sind in erster Linie auf Anstiege bei der Vorbelastung der nach Berlin einströmenden Luft zurückzuführen, während der Verkehrsbeitrag trotz ungünstigerer loka-



ler Ausbreitungsbedingungen weitgehend gleich bleibt. Bei Stickstoffdioxid hat sich die Befürchtung, dass die vermehrte Partikelfilternachrüstung durch die Stufe 2 der Umweltzone zu einer Erhöhung der NO₂-Konzentrationen durch eine mögliche Erhöhung der NO₂-Direktemissionen führen könnte, nicht bestätigt. Vielmehr sanken 2010 an allen Verkehrsstationen die NO₂-Werte, obwohl sich die meteorologischen Rahmenbedingungen für die Schadstoffverdünnung nicht verbesserten.

In **Abbildung 5** sind die Überschreitungshäufigkeiten des PM₁₀-Kurzzeitwertes der letzten Jahre zusammengestellt. Zu erkennen ist der starke Anstieg der Überschreitungszahlen im Jahr 2010 gegenüber den Vorjahren. Wie die Zahlen für die Eintragsstation am Stadtrand zeigen, ist dafür in erheblichem Ausmaß der Eintrag stark vorbelasteter Luftmassen verantwortlich. Im Jahr 2010 wurden 25 Überschreitungstage durch grenzüberschreitenden Feinstaubtransport aus östlichen Nachbarländern verursacht, im Jahr 2006 waren es nur 18. Ein Vergleich der Überschreitungshäufigkeiten an Straßenmessstationen in den Jahren 2005 und 2006 mit dem Jahr 2010 zeigt, dass die Zahl der an der Straße zusätzlich gegenüber dem Stadtrand oder dem städtischen Hintergrund auftretenden Überschreitungen

sehr viel niedriger ist. Die Belastung an Straßen hat sich damit dem städtischen Hintergrund angenähert.

Um die Wirkung von Umweltzonen unabhängig vom Wettereinfluss oder geänderten Verkehrsaufkommen zu bestimmen, wurde die durch die Flottenmodernisierung erreichte Emissionsminderung auf die Verursacheranteile des Verkehrs angerechnet, die in einer Studie (Pesch et al. 2008) für das Jahr 2007, das heißt im Jahr vor Einführung der Umweltzone, bestimmt worden waren. Dieser Ansatz wird in **Abbildung 6** veranschaulicht. Gezeigt werden die Anteile der wichtigsten Quellen an der Konzentration der feinen PM_{2,5}-Partikel an der Frankfurter Allee in der Berliner Innenstadt.

Durch die Umweltzone beeinflussbar sind die Beiträge aus motorbedingten Partikeln (rot) und die aus den Stickoxiden der Fahrzeuge gebildeten Nitratpartikel (orange). Sie hatten 2007 einen Anteil an der PM_{2,5}-Konzentration von insgesamt 14 beziehungsweise 8 %. Durch die Umweltzone konnten die Emissionen von Abgaspartikeln um 58 % reduziert werden. Damit reduziert sich der Anteil dieser Partikel am PM_{2,5}-Feinstaub auf 6 %. Entsprechend der Minderung der Stickoxidemissionen um 20 % geht der Beitrag von Nitratpartikeln auf 6 % zurück. In der Summe reduziert

Abbildung 5: Anzahl der Überschreitung des Tagesgrenzwertes für PM₁₀ in Berlin und Differenz der Überschreitungshäufigkeiten zwischen der Straßenstation und dem städtischen Hintergrund. Daten des Berliner Luftgütemessnetzes.

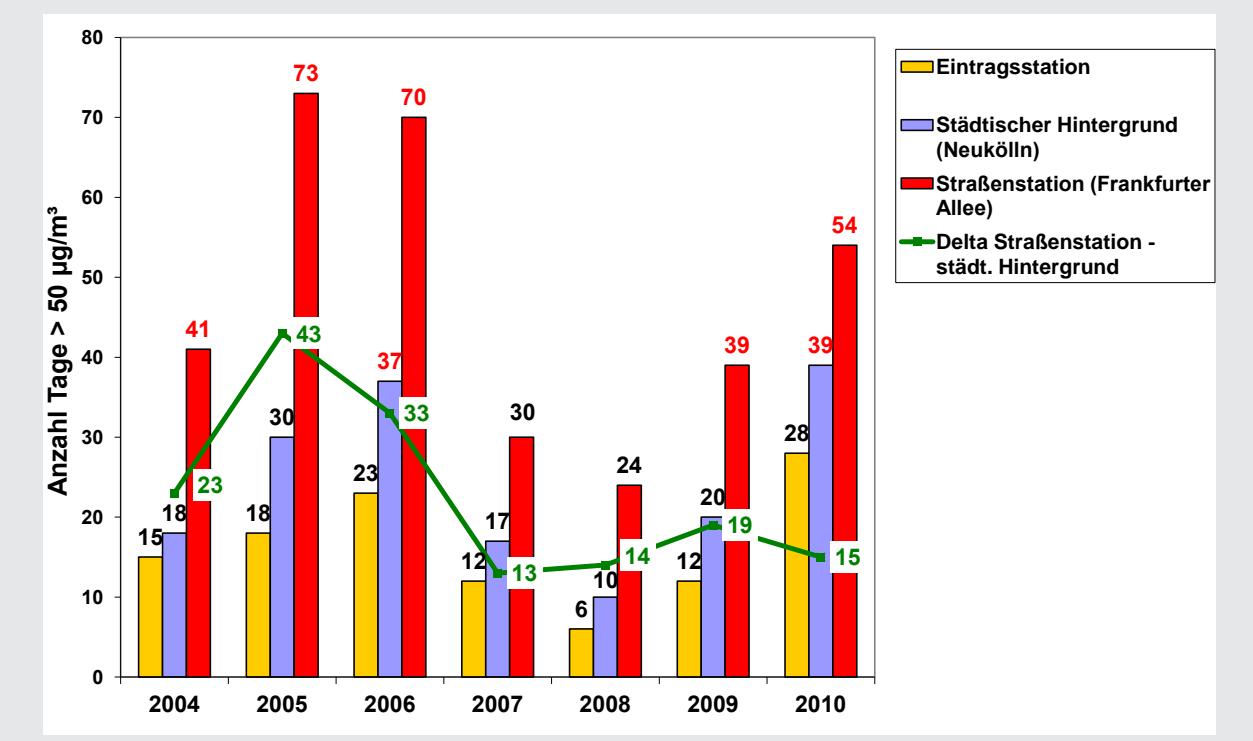
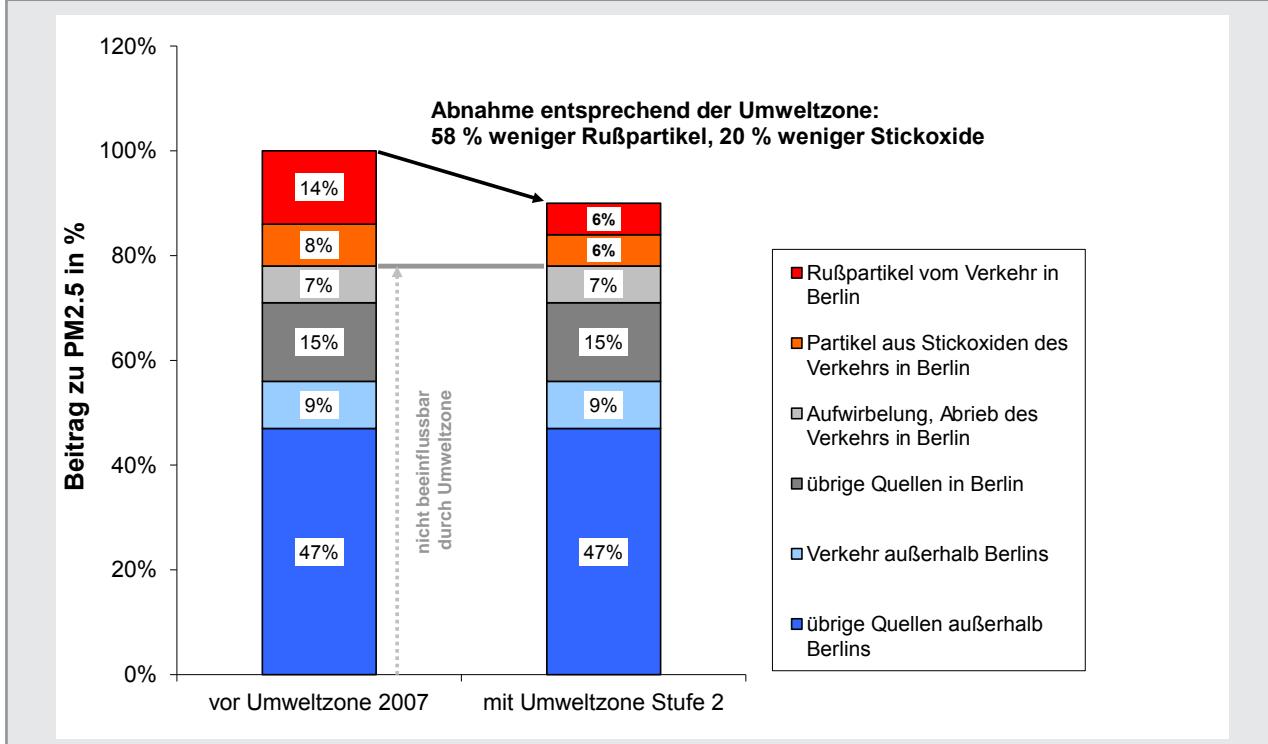


Abbildung 6: Bewertung der Wirkung der Umweltzone auf die Luftqualität anhand der Veränderung des Verursacheranteils der Auspuffemissionen durch die Emissionsminderung der Umweltzone.



sich so die PM_{2.5}-Konzentration um etwa 10 %. Da die PM₁₀-Fraktion im Mittel zu etwa 70 % aus PM_{2.5}-Partikeln besteht, entspricht ein Rückgang der PM_{2.5}-Fraktion um 10 % einem Rückgang der PM₁₀-Konzentration um 7 %. Bezogen auf einen Jahresmittelwert an Hauptverkehrsstraßen von 30 bis 34 µg/m³ im Jahr 2010 bedeutet dies, dass ohne Umweltzone die Feinstaubkonzentration im Jahresmittel etwa 2 µg/m³ höher gewesen wäre. Aus der statistischen Korrelation zwischen Jahresmittelwert und der Anzahl der Überschreitungstage lässt sich daraus ableiten, dass im Jahr 2010 etwa 10 Überschreitungstage vermieden werden konnten.

Eine auf die Betrachtung der PM₁₀-Massenkonzentration reduzierte Bewertung der Umweltzone spiegelt jedoch den gesundheitlichen Nutzen nur unvollständig wider. Denn nur etwa 20 % der Inhaltsstoffe im Feinstaub sind stark toxisch und verursachen den größten Teil der mit Feinstaub verbundenen Gesundheitsgefährdungen. Hierzu gehören insbesondere Rußpartikel aus Fahrzeugabgasen (Wichmann 2011). In Berlin wird seit den neunziger Jahren die Konzentration von kohlenstoffhaltigen Partikeln (Ruß) an Hauptverkehrsstraßen gemessen.

Eine Auswertung dieser Messungen zeigt, dass mit Einführung der Umweltzone die an den Straßen zusätzlich zum städtischen Hintergrund auftretende Konzentrationserhöhung durch den lokalen Straßenverkehr sowohl innerhalb als auch außerhalb der Umweltzone gesunken ist und zwar mit Einführung der Stufe 1 im Jahr 2008 um 21 bis 24 % gegenüber 2007 und mit der Stufe 2 (grüne Plakette) um 52 % im Jahr 2010 gegenüber 2007. Da die Ausbreitungsbedingungen in den Jahren 2008, 2009 und 2010 schlechter waren als im Jahr 2007, muss dieser Rückgang auf einer Reduktion des Rußausstoßes des Verkehrs beruhen. Um einen Einfluss von geänderten Verkehrsmengen auszuschließen, wurden die an den Straßen gemessenen Rußwerte entsprechend der in Berlin an automatischen Zählstellen ermittelten Änderungen des Verkehrs gewichtet. Der Rückgang von verkehrsbedingten Rußpartikeln ist damit überwiegend auf die durch die Umweltzone bewirkte Modernisierung der Fahrzeugflotte zurückzuführen. Entsprechend der durch Dieselruß dominierten Gesundheitsgefährdung durch Feinstaub führt damit die Umweltzone zu einer Minderung des zusätzlichen Gesundheitsrisikos für Anwohnerinnen und Anwohner von Straßen nicht nur um die etwa 10 % der PM₁₀-Konzentrationsabnahme, sondern um bis zu 50 %

entsprechend der Reduzierung der zusätzlichen Fußbelastung (Wichmann 2011).

Weitere Informationen zur Berliner Umweltzone finden Sie unter: <http://www.berlin.de/umweltzone>.

Literatur

Diegmann V, Wiegand G (2005): Abschließender Teilbericht zum Projekt: „Untersuchung des Potentials und der Umsetzbarkeit von Maßnahmen und der damit erzielbaren Minderung der Feinstaub (PM_{10})- und Stickoxidemission in Berlin“. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Berlin.

INFRAS (2010): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, HBEFA Version 3.1. Auftraggeber: UBA Deutschland, BAFU Schweiz, UBA Österreich u.a.

John A, Kuhlbusch T (2004): Ursachenanalyse von Feinstaub (PM_{10})-Immissionen in Berlin auf der Basis von Messungen der Staubinhaltsstoffe am Stadtrand, in der Innenstadt und in einer Straßenschlucht. Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg. Abschlussbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Berlin. IUTA-Bericht Nr. LP 09/2004.

Pesch M, Frenzel W, Kanitz T (2008): Ursachenanalyse von $PM_{2,5}$ -Feinstaub-Immissionen in Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz. Berlin. TU Berlin. FG Umweltverfahrenstechnik.

Senat Berlin 2005: Luftreinhalteplan und Aktionsplan für Berlin 2005–2010. August 2005. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Wichmann E (2011): Umweltzonen aus der Sicht des Gesundheitsschutzes. Helmholtz Zentrum München Institut für Epidemiologie I. Pressekonferenz Deutsche Umwelthilfe 7.4.2011 Berlin. http://www.duh.de/uploads/media/Wichmann_2011-04_Umweltzonen_DUH_Berlin.pdf (Abrufdatum: 31.10.11).

Kontakt

Dr. Annette Rauterberg-Wulff
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und
Verbraucherschutz Berlin
Referat Immissionsschutz und Klimaschutz
Brückstraße 6, 10179 Berlin
E-Mail: [annette.rauterberg-wulff\[at\]senguv.berlin.de](mailto:annette.rauterberg-wulff[at]senguv.berlin.de)

[UBA]

Feinstaub: Beim Immissionsschutz sind alle in der Pflicht Erfahrungen mit der Umweltzone in München

**Particulate Matter: Immission control concerns us all
Experience with low emission zones in Munich**

Joachim Lorenz

Abstract

Red, yellow, green: The color of the car pollution badge indicates which vehicles are allowed to drive into the low emission zones of German cities. In Munich, this zone makes up around 15 % of the total city area which is where around a third of all Munich citizens live. Since October 2008, vehicles without a pollution badge are no longer allowed to enter that zone and, since October 2010, vehicles with a red pollution badge are excluded as well. But although air quality has improved, the limits for particulate matter (PM_{10}) and nitrogen oxide (NO_2) are difficult to comply with citywide. In Munich, a transition period currently provides the necessary leeway for fulfilling the provisions. One thing has already become clear: the low emission zone has a positive effect; however, immission limits will mainly be met if the appropriate sets of measures are implemented. In the Bavarian capital of Munich for instance, a ban on truck traffic through the city, an expansion of the public transport system, Park & Ride and Bike & Ride schemes, traffic control and parking space management as well as fuel regulations going beyond the legal requirements were introduced.

Zusammenfassung

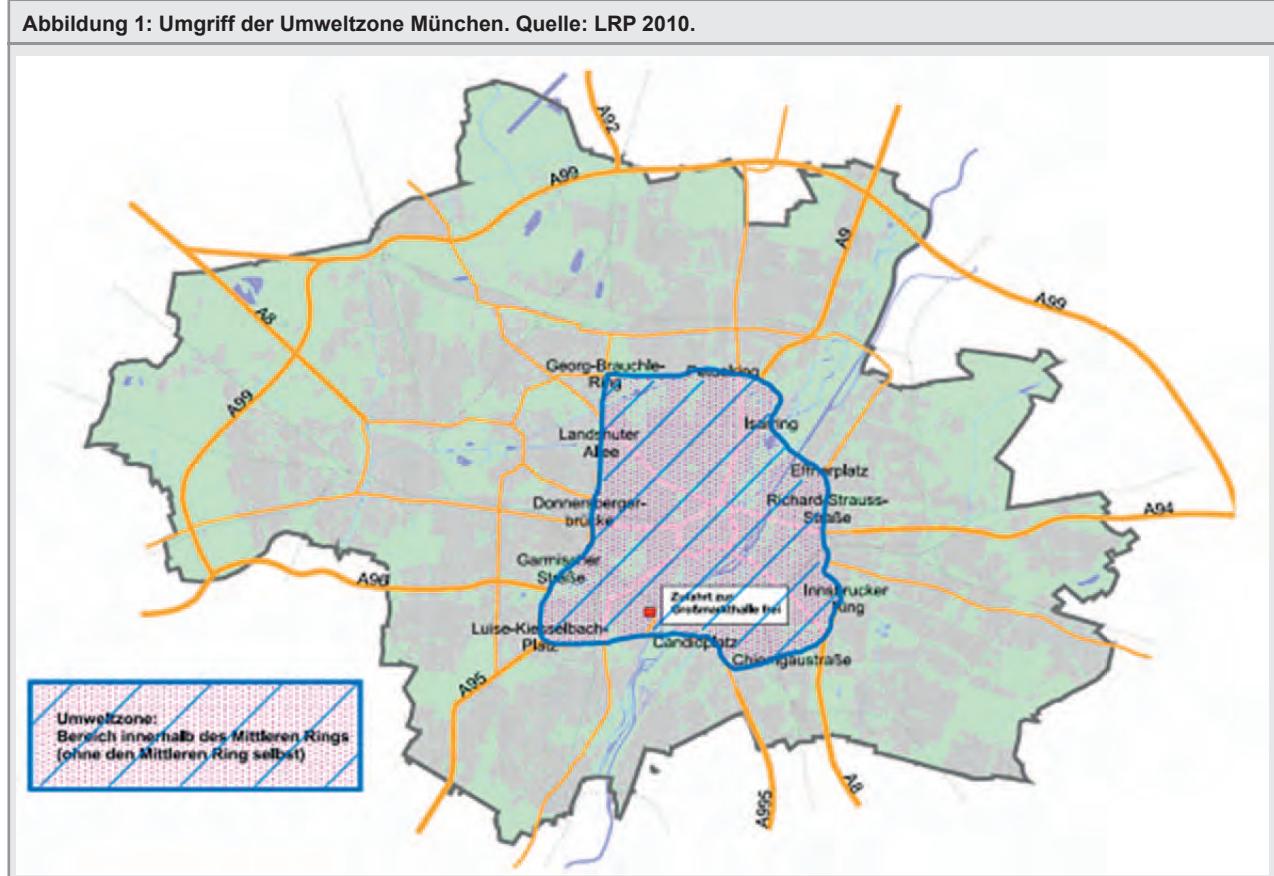
Rot, gelb, grün: Die Farbe der Autoplakette regelt, wer in Umweltzonen deutscher Städte fahren darf. In München umfasst diese Zone mit etwa 15 % der Gesamtfläche einen inneren Stadtbereich, in dem ein Drittel der Bevölkerung lebt. Außen vor bleiben dort seit Oktober 2008 Fahrzeuge ohne und seit Oktober 2010 ohne oder mit roter Plakette. Doch obwohl sich die Luftqualität seitdem verbessert hat: Die Grenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) und Stickstoffoxid (NO_2) lassen sich flächendeckend nur schwer einhalten. Für München geben derzeit Übergangsfristen den Spielraum, im Rahmen der Vorgaben zu bleiben. Aber es zeigt sich auch: Die Umweltzone wirkt sich positiv aus. Immissionsgrenzen sind jedoch vor allem über Maßnahmen-Pakete realisierbar. Wie etwa in der bayerischen Landeshauptstadt auch durch LKW-Transitverbot, Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs, Park- und Bike-and-Ride-Anlagen, Verkehrssteuerung und Parkraummanagement sowie eine Brennstoffverordnung, die über gesetzliche Anforderungen hinausgeht.

Rot, grün, gelb – die Farbe der Autoplakette regelt, wer in die Umweltzonen deutscher Städte einfahren darf und wer nicht. Seit 2005 sind die Feinstaubgrenzwerte gültig und seither ist in vielen Kommunen eine regelrechte Feinstaub-Debatte entstanden. Denn noch immer nehmen einige Autofahrerinnen und Autofahrer die Umweltzone nicht als Teil des Luftreinhalteplans sondern als reines Fahrverbot wahr. Unterstrichen wird das gerne mit Negativschlagzeilen und Expertenäußerungen, die die Wirkung von Umweltzonen generell in Zweifel ziehen. Um dies schon einmal vorweg zu nehmen: Die Münchner Umweltzone wirkt sich auf die Luftqualität der Landeshauptstadt positiv aus.

In München umfasst sie den Bereich innerhalb des Mittleren Rings und wurde am 1. Oktober 2008 mit dem Ausschluss von Fahrzeugen ohne Plakette eingeführt. Insgesamt liegen rund 44 km² innerhalb der Umweltzone, das entspricht etwa 15 % des gesamten Stadtgebiets (**Abbildung 1**). In diesem Bereich leben rund 420.000 Münchnerinnen und Münchner und somit rund 33 % der Stadtbevölkerung. Bei der Festlegung der räumlichen Ausdehnung der Umweltzone hat sich der Stadtrat der Landeshauptstadt München von folgenden Überlegungen leiten lassen:

Es sollte nach Möglichkeit eine innerstädtische Fläche sein mit hoher Betroffenendichte, gleich-

Abbildung 1: Umgriff der Umweltzone München. Quelle: LRP 2010.



zeitig aber leicht abgrenzbar, durch ein vielfältiges ÖPNV-Angebot gut erschlossen, um Umsteigeben ziehungen zu gewährleisten, und nicht zuletzt über eine leistungsfähige Umfahrungsmöglichkeit verfügen.

Diese Bedingungen werden vom gewählten Gebietsumgriff mit der Umfahrungsmöglichkeit „Mittlerer Ring“ erfüllt (**Abbildung 1**). Der Mittlere Ring selbst ist nicht Bestandteil der Umweltzone, da er als Rückgrat des städtischen Hauptverkehrsstraßennetzes die maßgebliche regionale Verbindungsfunction in und um München erfüllt. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit wird die Umweltzone in einem mehrstufigen Verfahren eingeführt: Nach dem Ausschluss von Fahrzeugen ohne Plakette folgte am 1. Oktober 2010 das Einfahrverbot von Fahrzeugen mit einer roten Plakette. Frühestens ab 1. Oktober 2012 sollen auch Fahrzeuge mit einer gelben Plakette aus der Umweltzone ausgeschlossen werden.

Trotz der Fahrbeschränkungen und obschon der Straßenverkehr sicherlich den wesentlichen Faktor bei der Feinstaubbelastung der Luft darstellt, muss man doch eines klar sagen: Die vom Bundesge-

setzgeber vorgegebenen Grenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) und vor allem für Stickstoffdioxid (NO_2) können in München an stark befahrenen Straßen in der Innenstadt aktuell nicht eingehalten werden. Die Umweltzone ist nämlich keine Allzweckwaffe beim Kampf gegen Feinstaub und Stickstoffdioxid. Zum einen gibt es unbeeinflussbare Faktoren, die hier eine Rolle spielen, wie beispielsweise Inversionswetterlagen, die sich auf die Verteilung der Luftschadstoffkonzentration in der Luft auswirken. Auf derlei lokale Belastungen kann eine Kommune kaum einwirken. Zum anderen leisten auch Emissionsquellen, wie beispielsweise die Heizungsemissionen, die Belastung aus dem Umland beziehungsweise aus Ferntransporten oder auch – über den wieder aufgewirbelten Feinstaubanteil – das Streusalz aus dem Winterdienst ihren Beitrag, der sich auf die Luftqualität negativ auswirkt.

Zulassungszahlen in München

Zum 1. September 2011 sind in München 637.940 Pkw und 41.814 Lkw zugelassen. Von den Pkw haben 15.776 (2,5 %) keine Feinstaubplakette, 5.849 (0,9 %) eine rote, 31.183 (4,9 %) eine gelbe und

585.132 (91,7%) eine grüne Feinstaubplakette. Bei den Lkw haben 9.222 Fahrzeuge (22,1%) keine, 3.023 (7,2%) eine rote, 8.844 (21,2%) eine gelbe und 20.725 (49,6%) Fahrzeuge eine grüne Plakette. Für München liegen aber keine Informationen vor, wie sich die tatsächlich auf den Straßen fahrende Fahrzeugflotte, also auch einschließlich der Fahrzeuge von außerhalb, zusammensetzt.

Nach Auswertung der Daten über die in den letzten Jahren in München zugelassenen Pkw und Lkw zeigt sich, dass bei den Pkw mit Einführung der Umweltzone der Anteil der schlechteren Schadstoffklassen sehr deutlich abgenommen hat. Insbesondere bei der Schadstoffklasse 1 (ohne Plakette) konnte ein Rückgang um 58% von 9,2 auf 3,9% beobachtet werden. Die Entwicklung im Bundesdurchschnitt ist viel weniger stark ausgeprägt. Hier lag die Abnahme bei nur 34%.

Bei den Lkw in München ist ein Rückgang um 10% zu verzeichnen (Rückgang des Anteils von 31,5% auf 28,2%). Die Abnahme der Schadstoffklassen findet sich jeweils in einer durchaus bemerkenswerten Zunahme bei der Schadstoffklasse 3 wieder. Die Zulassungen in München sind seit dem 1. September 2009 von 533.300 auf rund 585.100 gestiegen. Da bis zum Zeitpunkt der Einführung der Umweltzone am 1. Oktober 2008 noch keine Fahrverbote für die Schadstoffklasse 1 bestanden, muss dieser Rückgang einer „Vorab-Wirkung“ der Umweltzone zugeschrieben werden, also den Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit und Medienberichterstattung. Die Umweltprämie für Altautos („Abwrackprämie“) kann hierbei aber noch keine Rolle gespielt haben, da sie erst Anfang 2009 eingeführt wurde. Betrachtet man allerdings nur die in München zugelassenen Diesel-Pkw ohne Plakette, so zeigt sich im Zeitraum 1. Oktober 2008 bis 1. April 2009 eine Abnahme um 28%, vom 1. April bis 1. Oktober 2009 eine weitere Abnahme um 16%. Diese Minderungen wurden sehr wahrscheinlich auch durch die Abwrackprämie mitbestimmt.

Ausnahmen vom Einfahrverbot

In der Kennzeichnungsverordnung sind generelle Ausnahmen etwa für Polizei und Feuerwehr sowie für Arbeitsmaschinen und Oldtimer aber auch Ausnahmen über die Plaketten und Einzelausnahmen festgelegt. Bei den Einzelausnahmen hat man sich in München an den Empfehlungen des Deutschen

Stadtetags orientiert. Einzelausnahmen sind somit prinzipiell nur dann möglich, wenn eine Nachrüstung des Fahrzeugs technisch nicht möglich ist.

Akzeptanz

Nach den Ergebnissen einer Ende 2009 durchgeführten Umfrage war knapp 90% der Befragten die Existenz einer „Feinstaub-Plakette“ in München bekannt, 63% der Münchner Bevölkerung befürworteten diese und etwa 60% der Befragten verbanden mit deren Einführung positive Ziele.

Wirkungsanalyse der Münchener Umweltzone

Die lufthygienischen Auswirkungen bei der Einführung der verschiedenen Stufen der Umweltzone wurden ausführlich untersucht. Diese Wirkungsanalyse ist Bestandteil der 4. Fortschreibung des Luftreinhalteplans (LRP 2010) und wird im Folgenden erläutert.

Emissionen

Für einzelne Straßenabschnitte wurden die auspuffbedingten Emissionen mittels der im Februar 2010 veröffentlichten neuen Emissionsfaktoren des Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.1) berechnet (INFRAS 2010). Es muss jedoch zunächst darauf hingewiesen werden, dass die prozentuale Minderung bezogen auf die PM₁₀-Gesamt-Emissionen geringer ist, da diese sich aus den auspuffbedingten Emissionen und dem Anteil des wieder aufgewirbelten Feinstaus zusammensetzen. Die Umweltzone (UWZ) reduziert im Wesentlichen nur die Auspuffemissionen.

Die Spalte „München UWZ-1“ in **Tabelle 1** zeigt den Unterschied zwischen dem bundesdurchschnittlichen Trend nach dem HBEFA 3.1 und Zulassungszahlen in München mit der 1. Stufe Umweltzone am 1. Oktober 2008. In der Spalte „2010 UWZ-2“ wird die Wirkung der Umweltzone Stufe 2 im Vergleich zur Stufe 1 und in „2010 UWZ-3“ die Wirkung der Stufe 3 zur Stufe 1 dargestellt, sofern Stufe 2 entfallen würde und im Jahr 2010 unmittelbar Stufe 3 eingeführt worden wäre. Die für die Emissionsberechnung verwendeten Verkehrsdaten (DTV, Lkw-Anteil) wurden über die betrachteten Jahre als konstant angenommen. Die Landshuter

Tabelle 1: Minderungsraten bei den Auspuff-Emissionen, am Beispiel Landshuter Allee und Prinzregentenstraße.
Quelle: LRP 2010.

PM₁₀ [kg/km*Tag]	2008 UWZ-1 (Stufe 1)		2010 UWZ-2 (Stufe 2)		2010 UWZ-3 (Stufe 3)	
Landshuter Allee	1,8	45 %	0,25	13 %	0,82	44 %
Prinzregentenstraße	0,42	47 %	0,05	13 %	0,13	35 %
NO_x [kg/km*Tag]						
Landshuter Allee	14	15 %	1,6	2,2 %	8,2	11 %
Prinzregentenstraße	4,0	20 %	0,23	1,5 %	1,0	6,8 %
Ruß [kg/km*Tag]						
Landshuter Allee	0,94	43 %	0,13	13 %	0,39	39 %
Prinzregentenstraße	0,24	45 %	0,03	13 %	0,07	30 %

Allee repräsentiert hierbei den in München wohl am stärksten belasteten Abschnitt des Mittleren Rings, die Prinzregentenstraße einen Abschnitt innerhalb der Umweltzone.

Aus der Tabelle ist die Abnahme sowohl der Feinstaub- als auch der Stickstoffoxid-Emissionen zu erkennen. Die Gesamtwirkung der Umweltzone auf die Feinstaubemissionen (Vorab-Wirkung mit Rückgang der Zulassungszahlen bei Fahrzeugen ohne Plakette und Wirkung der Fahrverbote) liegen bei 45 % an der Landshuter Allee und bei 47 % an der Prinzregentenstraße. Außerdem werden die aufgrund ihrer krebserzeugenden Eigenschaft besonders gesundheitsrelevanten Dieselrußpartikel hierbei ähnlich um 43 bis 45 % reduziert. Die Minderungsraten sind – wie erwartet – bei den Stickstoffoxid-Emissionen geringer. Es zeigt sich, dass die Einführung der Umweltzone, Stufe 2, am 1. Oktober 2010, verglichen mit der Einführung der Stufe 1 zum 1. Oktober 2008, eine deutlich geringere Wirkung bringen wird. Dies röhrt im Wesentlichen daher, dass die nach Einführung der Stufe 2 mit einem Fahrverbot belegte Schadstoffgruppe 2 (rote Plakette) sowohl bei Pkw als auch bei Lkw einen deutlich geringeren Anteil an den zugelassenen Fahrzeugen besitzt als die Schadstoffgruppe 3 (gelbe Plakette). Eine Einführung der 3. Stufe der Umweltzone bereits zum 1. Oktober 2010 würde aufgrund der höheren Anzahl der betroffenen Fahrzeuge ein größeres Minderungspotenzial besitzen. Die Stufe 3 wird in München frühestens zum 1. Oktober 2012 eingeführt werden.

Doch immerhin zeigt sich eines: Die Münchnerinnen und Münchner rüsten ihre Fahrzeugflotte suk-

zessive um, alte sogenannte Dieselstinker werden so irgendwann der Vergangenheit angehören. Die Flottenerneuerung geht im gesamten Stadtgebiet rasch voran und zeigt sich auch bei Pendlerinnen und Pendlern, die in die Umweltzone einfahren wollen. Minderungen der Luftschadstoffbelastung sind daher nicht nur innerhalb der Umweltzone, sondern auch auf Straßen außerhalb, insbesondere aber auch am Mittleren Ring, zu erwarten.

Immissionen

Gemessen wird die Feinstaub-Konzentration in München vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) an fünf Messstationen, die an zentralen Verkehrsknotenpunkten und am Stadtrand betrieben werden. Messstationen sind in Johanneskirchen, an der Landshuter Allee, an der Lothstraße, an der Prinzregentenstraße und am Stachus aufgebaut. Die Messstation in Moosach liefert ausschließlich Daten zur Stickstoffdioxid- nicht aber zur Feinstaub-Belastung. Bundesweit bekannt dürfte sicherlich die Landshuter Allee sein, da die Klage eines Anwohners aufgrund der Feinstaub-Belastung Schlagzeilen gemacht hat. Der Europäische Gerichtshof hat im Juli 2008 zur Klage eines Anwohners der Landshuter Allee in München gegen den Freistaat Bayern wegen der Belastung mit Feinstaub festgestellt, dass unmittelbar betroffene Bürger im Fall von Grenzwertüberschreitungen einen klagbaren Anspruch auf die Erstellung und inhaltliche Kontrolle eines Aktionsplans haben. Betroffene Bürger haben aber keinen Anspruch auf eine absolute Einhaltung von Grenzwerten. Die Maßnahmen sollen die Gefahr der Überschreitungen der Grenzwerte auf ein erreichbares Minimum verringern und

schrittweise zu einem Stand unterhalb dieser Werte führen: Maßnahmen müssen geeignet sein, es müssen dazu die tatsächlichen Umstände berücksichtigt und die Interessen der Betroffenen angemessen abgewogen worden sein.

Grundsätzlich ist auch festzustellen, dass an den Verkehrsknotenpunkten, wie etwa dem Münchener Stachus oder eben der Landshuter Allee, aufgrund der hohen Verkehrsbelastung die Feinstaub-Belastung deutlich höher ist als beispielsweise an Erholungsorten wie dem Englischen Garten oder an der Isar.

Die Wirksamkeit einer Umweltzone über Luftschatzstoffmessungen vor und nach Einführung der Umweltzone anhand von Messdaten nachzuweisen, ist aus fachlicher Sicht mit den für München vorliegenden Werten bislang nicht möglich. Die Witterungsbedingungen sowie zahlreiche weitere Störparameter (Baustellen und Umleitungen, Änderungen der Verkehrsstärke und -zusammensetzung, schwankende Einflüsse von weiteren Emittenten wie Gebäudeheizung und Winterdienst auf Straßen sowie Sekundärpartikelbildung) haben einen großen Einfluss auf die Messergebnisse.

Die Emissionsminderung aller Maßnahmen, also unter anderem auch die Einführung und Verschärfung der Umweltzone, zeigt sich jedoch in den Ergebnissen der längerfristigen Immissionsmessungen. So ist bei PM_{10} -Messwerten in München in den letzten Jahren ein abnehmender Trend zu beobachten.

Bei Feinstaub (PM_{10}) ergibt sich, nach Berechnungen mit den Emissionsfaktoren der Vorgängerversion des HBEFA, für die Straßen innerhalb des Mittleren Rings nach Einführung der 2. Stufe der Umweltzone eine Minderung von bis zu $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und nach Einführung der 3. Stufe im Jahr 2012 von bis zu $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bezogen auf das gewählte Basisjahr 2005 einschließlich der vorausgegangenen Stufen). Dies sind etwa 2 bis 3 % der Gesamtbelastung. Umgerechnet auf die Anzahl der Tage mit Überschreitung des Grenzwertes für den Tagesmittelgrenzwert ergeben sich in der 2. Stufe der Umweltzone Minderungen von bis zu 5 Tagen und in der 3. Stufe Minderungen von bis zu 6 Tagen (bezogen auf das gewählte Basisjahr 2005 einschließlich der vorausgegangenen Stufen). Deutlich höhere Minderungspotenziale ergeben sich an den hoch belasteten Streckenabschnitten des Mittleren

Rings. Die berechnete Reduzierung der Feinstaubbelastung liegt nach Einführung der Stufe 2 bei $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Stufe 3 bei $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bezogen auf das Jahr 2005 und einschließlich der vorausgegangenen Stufen). Dies ergibt eine berechnete Minderung der Anzahl der Tage mit Überschreitung des Grenzwertes für den Tagesmittelwert bei Einführung der 2. Stufe der Umweltzone im Jahr 2010 an der Landshuter Allee um 23 Tage; nach Einführung der 3. Stufe im Jahr 2012 um 34 Tage. Hier ist jedoch zu beachten, dass die verwendeten Korrelationen zwischen Jahresmittelwert und der Anzahl der Tage mit Überschreitungen zu hohen Jahresmittelwerten hin exponentiell ansteigen, somit die Anzahl der Überschreitungstage und damit auch die Minderungspotenziale eher überschätzt werden. Die vergleichsweise geringen prozentualen Minderungspotenziale an den Streckenabschnitten innerhalb des Mittleren Rings erklären sich zum einen durch die Verhältnisse zwischen den Anteilen der auspuffbedingten und der wieder aufgewirbelten Anteile von PM_{10} (nach den hier verwendeten Modellannahmen zwischen 70 und über 80 %). Hinzu kommt ein vergleichsweise hoher Anteil der Hintergrundbelastung, die bei diesen Streckenabschnitten bis über 70 % der Gesamtbelastung beträgt.

Weitere Maßnahmen – Luftreinhalteplan

Die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte kann nur über ein Bündel an Maßnahmen dauerhaft angestrebt werden; die Umweltzone ist dabei nur eine Maßnahme des Luftreinhalteplans. München setzt alles daran, sowohl die Langzeit- als auch die Kurzzeitbelastung durch Feinstaub und Stickstoffdioxid auch in anderen Bereichen zu reduzieren. Neben der Umweltzone existiert ein LKW-Transitverbot. Der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs wird weiter verfolgt. Ein weiteres Projekt zur Reduzierung des Individualverkehrs ist die Kampagne „Radlhauptstadt München“. Auch die umweltorientierte (dynamische) Verkehrssteuerung, das Parkraummanagement und der Ausbau von Park and Ride sowie Bike and Ride-Anlagen sollen letztlich zur Verringerung der Feinstaub-Belastung beitragen.

Besonders erwähnenswert ist, dass die Landeshauptstadt – als eine von wenigen Städten – ihre Brennstoffverordnung jüngst deutlich verschärft hat und damit über die Anforderungen des Gesetzgebers hinausgeht. Beim Neukauf von hand-

Tabelle 2: Im Jahr 2010 an Münchener Messstationen gemessene NO₂-Belastung. Quelle: LfU, 2011.

Messstation	Jahresmittelwert in µg/m ³	Anzahl der 1-h Mittelwerte > 200 µg/m ³
Landshuter Allee	99	192
Stachus	74	8
Prinzregentenstraße	68	8
Lothstraße	35	2
Johanneskirchen	28	0
Moosach	39	2

beschickten Geräten für feste Brennstoffe (zum Beispiel Scheitholz, Holzpellets, Briketts), die zusätzlich zur Zentralheizung betrieben werden, müssen in der Landeshauptstadt künftig die Grenzwerte beachtet werden, die bundesweit erst ab 1. Januar 2015 gelten. Der Ausstoß von Feinstaub durch Hausfeuerungen und Kleinfreuerungen im verarbeitenden Gewerbe in München ist hoch. Er beträgt in der Heizperiode rund 24 % an der städtischen Hintergrundbelastung.

Fristverlängerung für den Ballungsraum München

In München wurden die Grenzwerte für PM₁₀ und für NO₂ im Jahr 2010 überschritten. In der seit August 2010 gültigen 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) wird die Möglichkeit einer Fristverlängerung zur Einhaltung dieser Grenzwerte eröffnet. Eine Ausnahme zur Verpflichtung zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Partikel PM₁₀ konnte bis einschließlich 11. Juni 2011 in Anspruch genommen werden, eine Fristverlängerung bezüglich Stickstoffdioxid und Benzol ist bis einschließlich 31. Dezember 2014 möglich.

Feinstaub (PM₁₀)

Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) hat mit Schreiben vom 27. November 2008 dem Bund eine Fristverlängerungsmitteilung für den Ballungsraum München zur Weitergabe an die EU-Kommission zugeleitet. Dazu hat die EU-Kommission am 2. Juli 2009 eine Entscheidung getroffen und keine Einwände erhoben unter der Voraussetzung, dass die zuständigen Behörden die Luftqualitätspläne durch kurzfristige wirkungsvolle Maßnahmen ergänzen. Diese sollen zur Kontrolle oder, soweit erforderlich, zur Ausset-

zung der Tätigkeiten, die zur Gefahr einer Überschreitung der Grenzwerte führen, beitragen.

Die von der EU genannte Bedingung wurde mit der 4. Fortschreibung des Luftreinhalteplans (in Kraft getreten im August 2010) erfüllt, die vom StMUG an den Bund übermittelt und an die EU-Kommission weitergeleitet wurde. Eine weitere Reaktion der EU-Kommission ist bislang jedoch nicht bekannt und damit gilt die Fristverlängerung für PM₁₀.

Für den Zeitraum der Fristverlängerung musste sichergestellt werden, dass der Wert für den jeweiligen Schadstoff den Immissionsgrenzwert um nicht mehr als eine festgelegte Toleranzmarge (für den Tagesmittelgrenzwert PM₁₀: 50 %) überschreitet. Diese Bedingung wurde 2010 auch an der Landshuter Allee mit acht Überschreitungen des Tagesmittelwertes einschließlich der Toleranzmarge von 75 µg/m³ eingehalten. Im Jahr 2011 wurde dieser Wert bis Ende der Fristverlängerung 13-mal überschritten. Nach diesem Zeitpunkt wurden drei Überschreitungen des dann wieder gültigen Grenzwertes ohne Toleranzmarge festgestellt. Mitte November 2011 verzeichnet man in der Summe also 16 Überschreitungen. Dies bedeutet, dass das Grenzwertkriterium für den Tagesmittelwert im Jahr 2011 wahrscheinlich eingehalten wird.

Stickstoffdioxid (NO₂)

Gemäß der 39. BImSchV gilt für NO₂ ab dem Jahr 2010 ein Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³, und ein 1-h-Grenzwert von 200 µg/m³, der pro Jahr 18-mal überschritten werden darf. An den Münchener Messstationen wurden 2010 die in **Tabelle 2** aufgeführten Werte gemessen.

Aufgrund dieser absehbaren Grenzwertüberschreitungen fand bereits im November 2010 mit dem

StMUG und der Regierung von Oberbayern eine Befprechung statt mit dem Ziel, das weitere Vorgehen bei der Luftreinhalteplanung für die Landeshauptstadt mit dem Schwerpunkt „weitere Maßnahmen zur Einhaltung der NO₂-Immissionsgrenzwerte“ zu diskutieren und eine Strategie zur Argumentation gegenüber der Kommission der Europäischen Union festzulegen. Das StMUG hat, auch wenn die gesetzlichen Voraussetzungen formal nicht erfüllt sind (d.h. Jahresmittelwert für NO₂ überschreitet 60 µg/m³), in Abstimmung mit der Landeshauptstadt und Regierung beim Bund einen Antrag auf Fristverlängerung zur Einhaltung der Grenzwerte für NO₂ gestellt. Auch andere Bundesländer werden so vorgehen. Wie die Europäische Union damit umgehen wird, ist derzeit allerdings noch völlig offen. Das LfU hat vom StMUG den Auftrag erhalten, zur Beantragung der NO₂-Fristverlängerung entsprechende Immissionsprognosen für die Jahre 2015 und 2020 für ausgewählte hoch belastete Straßen in den betroffenen Städten zu erarbeiten. Dabei sind die NO_x/NO₂-Emissionsentwicklung und die bereits in den Plänen vorhandenen beziehungsweise zusätzlich vorgeschlagenen Maßnahmen einzubeziehen. Das StMUG betonte, dass es für die Rechtfertigung gegenüber der Kommission entscheidend ist, darzulegen, dass auf lokaler Ebene bei der Landeshauptstadt München alle verfügbaren und verhältnismäßigen Minderungsmaßnahmen ausgeschöpft wurden, um die Schadstoffbelastung zu verringern. Die weiteren Schritte und mögliche Konsequenzen für die Luftreinhalteplanung für die nächsten Jahre hängen wesentlich von der Revision der Luftqualitätsrichtlinie ab, die für 2013 vorgesehen ist.

Stickstoffdioxid wird die Kommunen noch lange beschäftigen

Die Hauptursache der hohen Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid ist ohne Zweifel der Straßenverkehr. Der Ausstoß von Stickstoffdioxiden aus Kraftfahrzeugen ist mit der 1. Stufe der Umweltzone in München zwar schon um 20% gemindert worden. Es besteht aber auch kein Zweifel, dass der von der Europäischen Union eingeführte Grenzwert von 40 µg/m³ in München und in vielen anderen Großstädten zum Teil deutlich und um ein Vielfaches überschritten wird. In Brüssel sind weitere Anträge auf Fristverlängerungen auch von anderen Großstädten also sehr wahrscheinlich. Hier wird die Europäische Union sicherlich noch ein-

mal nachbessern müssen, denn zur Einhaltung der Grenzwerte bei NO₂ ist unter anderem eine rasche Einführung von Euro 5- und Euro 6-Fahrzeugen nötig.

Nach aktuellen Immissionsprognosen ist – ohne Durchführung von weiteren zusätzlichen Maßnahmen – weder 2015 noch 2020 mit einer Einhaltung des NO₂-Grenzwertes für das Jahresmittel insbesondere an der Messstation Landshuter Allee zu rechnen. Zur Einhaltung des NO₂-Grenzwertes für das Jahresmittel im Jahr 2015 müsste – bezogen auf das Jahr 2010 – die Verkehrsmenge um über 80% reduziert werden.

Diese Untersuchungen zeigen, dass der Handlungsspielraum für Kommunen und Länder zur Minderung der NO₂-Belastung ohne erhebliche Beeinträchtigung des Straßenverkehrs derzeit begrenzt ist. Die zur Einhaltung im Jahr 2015 erforderlichen drastischen Maßnahmen wären unter Berücksichtigung der Bündelungsfunktion der Hauptverkehrsstraße in der Stadt und damit der Entlastung des restlichen Netzes nicht verhältnismäßig und auch gegenüber der Öffentlichkeit sowie der Wirtschaft nicht vermittelbar. Wesentlich ist, dass auf lokaler Ebene in München alle zur Minderung der NO₂-Belastung erforderlichen und angemessenen Maßnahmen durchgeführt beziehungsweise eingeleitet wurden.

Kern des europaweiten Problems der NO₂-Grenzwertüberschreitungen an stark verkehrsbelasteten Straßen ist, dass die Anforderungen der EU-Immissionsgesetzgebung nicht zu den realen EU-Emmissionsvorschriften passen. Die Voraussetzungen zur Einhaltung der strengen Anforderungen an die Luftqualität sind nicht gegeben – die EU-Maßnahmen zur Emissionsreduzierung kommen zu spät.

Fazit

Trotz der noch unklaren Prognose, wie es insbesondere bei den Grenzwerten zu Stickstoffdioxid weitergeht, zeigen die dargestellten Münchner Erfahrungen eines sehr deutlich: Die Umweltzone wirkt sich positiv auf die Reduzierung der Rußpartikel aus. Neben allen Messwerten schwingt denn auch ein psychologisches Moment mit. Führt eine Kommune eine Umweltzone ein, rückt die Beschaffenheit von Motoren und Filtern zunehmend ins Bewusstsein der Autofahrerinnen und Autofah-

rer. Die Bereitschaft in eine sauberere Technik zu investieren steigt mit einem drohenden Fahrverbot an. Gleichwohl muss noch viel getan werden, damit Umweltzonen ganz allgemein nicht als Strafe sondern als Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität und damit der menschlichen Gesundheit gesehen werden. Zugleich muss eines klar sein: Zur Einhaltung der Grenzwerte darf die Umweltzone keine singuläre Maßnahme bleiben, gleichwohl sie ein wichtiger Baustein ist. München zeigt sehr viel Engagement, doch auch die Autoindustrie, die Hersteller von Treibstoffen und letztlich auch jeder Einzelne muss zum Einhalten der Grenzwerte einen individuellen Beitrag leisten.

Weitere Informationen zur Münchener Umweltzone sowie zum Luftreinhalteplan München und seinen Fortschreibungen finden Sie auf der Internetseite www.muenchen.de/umweltzone (Abrufdatum: 15.11.2011).

Literatur

LRP (2010): Luftreinhalteplan für die Stadt München. 4. Fortschreibung. September 2010. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.) (2010). http://www.muenchen.de/media/lhm/_de/rubriken/Rathaus/rgu/vorsorge_schutz/luft/luftqualitaet/feinstaub/umweltzone/pdf/LRP_4fortschreibung_pdf.pdf (Abrufdatum: 15.11.2011).

INFRAS (2010): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, HBEFA Version 3.1. Auftraggeber: UBA Deutschland, BAFU Schweiz, UBA Österreich u.a.

LfU (2011): Lufthygienischer Jahresbericht 2010. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Kontakt

Joachim Lorenz

Referent für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München, Vorsitzender des Umweltausschusses des Deutschen Städtetages
Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt
Büro des Referenten
Bayerstr. 28a
80335 München
E-Mail: referentenbuero.rgu[at]muenchen.de

[UBA]

Erfahrungen mit Umweltzonen in Nordrhein-Westfalen

Experience with low emission zones in North Rhine-Westphalia

Peter Bruckmann, Sabine Wurzler, Andreas Brandt, Klaus Vogt

Abstract

Air quality in street canyons with high traffic densities is still far from meeting the EC air quality limit values. Most of the roads with bad air quality are located in the city centres as was shown by model calculations. One possible measure to reduce the air pollution is the implementation of low emission zones (LEZ) with traffic restrictions. This paper reviews some of our experiences with LEZ in the Ruhr Area. Evaluation of our field observations shows that the LEZ led to a reduction of $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for the annual mean PM_{10} concentration, of 16 PM_{10} exceedance days, and of $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for the annual mean NO_2 concentration. The vehicle fleet in the Ruhr Area underwent a faster modernization than on average in North Rhine-Westphalia. Model calculations show that there still remain numerous street canyons in the Ruhr Area with high NO_2 values. Even though LEZ are effective to improve air quality, compliance with the limit values for all street canyons requires additional measures.

Zusammenfassung

In vielen Straßenschluchten werden die EU-Luftqualitätsgrenzwerte nicht eingehalten. Die meisten dieser Straßenschluchten befinden sich in den Innenstädten, wie Modellrechnungen zeigen. Eine Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität sind Umweltzonen (UWZ) mit Verkehrsbeschränkungen. In diesem Artikel sind einige unserer Erfahrungen mit UWZ im Ruhrgebiet zusammengefasst. Unsere Messungen zeigen, dass die UWZ zu Reduktionen von $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den PM_{10} -Jahresmittelwert, von 16 PM_{10} -Überschreitungstagen und von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den NO_2 -Jahresmittelwert führt. Die Fahrzeugflotte erneuerte sich im Ruhrgebiet schneller als im restlichen Nordrhein-Westfalen. Modellrechnungen zeigten, dass im Ruhrgebiet trotz UWZ immer noch zahlreiche Straßenschluchten mit NO_2 -Grenzwertüberschreitungen vorliegen. Obwohl die UWZ wirksam die Luftqualität verbessert, sind weitere Maßnahmen notwendig, um in allen Straßenschluchten die Grenzwerte einzuhalten.

Einleitung

Mit Beginn des Jahres 2012 sind in Nordrhein-Westfalen (NRW) 21 Umweltzonen eingerichtet, zum Teil als lokale Zonen in einzelnen Städten oder mehrere Städte umfassend wie im Ruhrgebiet. Umweltzonen bringen für Eigentümer älterer Kraftfahrzeuge mit hohen Abgasemissionen erhebliche Einschränkungen mit sich. Lohnt sich der damit verbundene Aufwand? Diese Frage wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Im Folgenden berichten wir über Untersuchungen der Auswirkungen von 8 Umweltzonen im Ruhrgebiet auf die Luftqualität (Bruckmann und Lutz 2010; Bruckmann et al. 2011).

1. Wie lässt sich die Wirkung von Umweltzonen auf die Luftqualität nachweisen?

Eine Bewertung, ob und wie Umweltzonen die Luftqualität verändern, weist zwei methodische Schwierigkeiten auf:

- Die Luftqualität ist auch bei vergleichbaren Emissionen von Tag zu Tag wegen unterschiedlicher meteorologischer Bedingungen sehr variabel. Ein Vergleich erfordert deshalb längere Zeiträume, vorzugsweise die Messergebnisse von jeweils einem Jahr ohne und einem Jahr mit der Maßnahme Umweltzone. Beide Jahre sollten durch ähnliche meteorologische Bedingungen für den Luftaustausch gekennzeichnet sein. Dies ist in NRW für die Jahre 2007 und 2009 annähernd gegeben.

b) Der Vergleich der Luftbelastung bezieht sich im Idealfall auf die gleichen Gebiete mit und ohne Umweltzonen. Dies ist in der Realität nur zeitlich nacheinander möglich. Da die Umweltzone im Ruhrgebiet ab dem 01.10.2008 eingeführt wurde (Fahrverbote für Kraftfahrzeuge ohne Plakette mit besonders hohen Emissionen), beschreiben die Messergebnisse der Jahre 2007 und 2009 vollständige Zeiträume vor und nach Inkrafttreten der Maßnahme Umweltzone. Im Folgenden wird deshalb die Luftqualität der Jahre 2007 und 2009 anhand der Jahreskenngrößen für die Schadstoffe Feinstaub (PM_{10}) und Stickstoffdioxid (NO_2) miteinander verglichen.

Auch wenn die Ausbreitungsbedingungen der beiden Jahre ähnlich waren, sind sie jedoch nicht identisch. Außerdem können Änderungen der Luftbelastung durch längerfristige Trends der großräumigen Hintergrund-Konzentration hervorgerufen sein. Werden diese Trends nicht berücksichtigt, können Wirkungen der Umweltzone entweder verdeckt oder umgekehrt vorgetäuscht werden. Ein Vergleich der Luftbelastungen beider Zeiträume darf sich deshalb nicht auf die Messstationen in den Umweltzonen beschränken, sondern muss Vergleichsstationen außerhalb der Umweltzonen einbeziehen. Erst wenn in den Umweltzonen im Vergleich der beiden Vergleichszeiträume größere Veränderungen der Luftqualität als außerhalb der Umweltzonen festgestellt werden, kann dieser Anteil der Veränderung der Maßnahme „Umweltzone“ zugeschrieben werden.

Die Einführung von Umweltzonen beeinflusst wichtige Verkehrsparameter wie die Flottenzusammensetzung (erwünscht) oder die Verkehrsmenge. Steigt zum Beispiel die Verkehrsmenge außerhalb der Umweltzonen durch Verdrängungsverkehr, hat dies einen negativen Einfluss auf die Luftqualität. Eine vollständige Wirkungsanalyse muss deshalb die Veränderungen der Flottenzusammensetzung (z. B. eine raschere Modernisierung innerhalb der Umweltzonen) und die Verkehrsmengen in und außerhalb der Umweltzonen einbeziehen, da diese Faktoren unmittelbar zu Veränderungen der Emissionen führen.

2. Vergleich der Luftbelastung vor und nach Einführung der Umweltzonen im Ruhrgebiet durch Messungen

2.1 Feinstaub (PM_{10})

Die statistische Aussagekraft eines Belastungsvergleichs lässt sich erhöhen, wenn der Vergleich nicht auf Einzelstationen, sondern auf Klassen aus jeweils mehreren Messstationen gleichen Typs basiert. Das dichte Messnetz im Ruhrgebiet und seiner Umgebung ermöglicht eine derartige Auswertung. Darüber hinaus können auch die Ergebnisse von Einzelstationen miteinander verglichen werden, jedoch treten dabei größere Streubreiten auf, die die unterschiedlichen lokalen Besonderheiten im Nahbereich der jeweiligen Messstationen widerspiegeln.

Wegen der größeren Aussagekraft werden deshalb zunächst die zusammengefassten Ergebnisse dargestellt, anschliessend wird auf einzelne Stationen eingegangen. Betrachtet werden die Veränderungen der Luftqualität sowohl im Hintergrund (z. B. Stationen in städtischen oder vorstädtischen Wohngebieten) als auch an Verkehrsstationen zwischen den Jahren 2007 (vor Einführung der Umweltzonen) und 2009 (mit Umweltzonen). **Tabelle 1** fasst die Veränderungen der Luftqualität für Feinstaub (PM_{10}) zusammen.

Tabelle 1 zeigt, dass die Hintergrundbelastung in Nordrhein-Westfalen großräumig um gut $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel – entsprechend 3 vermiedenen Überschreitungstagen – zurückgegangen ist. Dieser Rückgang wird auch an Verkehrsstationen außerhalb der Umweltzonen gemessen. Die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen an einer verkehrsnahen Messstation und im städtischen oder regionalen Hintergrund beeinflussen den Trend nicht wesentlich. Dieser Teil der Konzentrationsabnahme kann nicht auf die Wirkung der Umweltzonen zurückgeführt werden.

An verkehrsnahen Messstationen innerhalb der Umweltzonen des Ruhrgebiets (Stationen in Dortmund (2), Essen (2) und Duisburg) ist der gemessene Konzentrationsrückgang jedoch wesentlich stärker ausgeprägt als im Hintergrund oder an Verkehrsstationen außerhalb der Umweltzonen. Zieht man den großräumig verursachten Konzentrationsrückgang an Verkehrsstationen außerhalb der Umweltzonen ab, können somit Abnahmen der Feinstaubbelas-

Tabelle 1: Zusammenfassender Vergleich der Jahremesswerte 2007 und 2009 für Feinstaub (PM_{10}) (Bruckmann et al. 2011).

Stationsklasse	Anzahl Mess-stationen	Veränderungen 2009 im Vergleich zu 2007	
		Jahresmittel	Anzahl an Über-schreitungstagen* (ÜT)
Hintergrund, NRW	27	-1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-3 ÜT
Hintergrund, Ruhrgebiet	10	-1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-6 ÜT
Verkehrsstationen, NRW außerhalb Umweltzonen	3	-0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-3 ÜT
Verkehrsstationen, Ruhrgebiet innerhalb Umweltzonen	5	-3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-19 ÜT
Verkehrsstationen, Ruhrgebiet außerhalb Umweltzonen	1	-1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-5 ÜT

* Anzahl an Tagen mit PM_{10} -Tagesmitteln über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Überschreitungstage).

Tabelle 2: Zusammenfassender Vergleich der Jahremesswerte 2007 und 2009 für Stickstoffdioxid (Bruckmann et al. 2011).

Stationsklasse	Anzahl Mess-stationen	Veränderungen 2009 im Vergleich zu 2007, Jahresmittel
Hintergrund, NRW	21	+1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hintergrund, Ruhrgebiet	11	+1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Verkehrsstationen, NRW außerhalb Umweltzonen	17	-0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Verkehrsstationen, Ruhrgebiet innerhalb Umweltzonen	12	-2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Verkehrsstationen, Ruhrgebiet außerhalb Umweltzonen	3	$\pm 0,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

tung um 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel – entsprechend 16 vermiedenen Überschreitungstagen – auf die Wirkung der Umweltzonen zurückgeführt werden.

Die beobachtete Abnahme der Feinstaubbelastung von 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel – entsprechend einer Abnahme von 7 % gegenüber 2007 – ist nur auf den ersten Blick gering. Da zahlreiche Tagesmittel im Bereich von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, führt ein derartiger Belastungsrückgang bereits zu einer deutlichen Absenkung von Überschreitungstagen.

Den Messdaten kann man auch entnehmen, dass die Abwrackprämie und andere generelle Einflussfaktoren auf den Verkehr nicht die Hauptursache des Belastungsrückgangs darstellen. Diese Einflussfaktoren wirken auch auf die Verkehrsstationen außerhalb der Umweltzonen und erklären nicht die zusätzliche Verbesserung in den Umweltzonen.

Die Ergebnisse des Messwertevergleichs an den einzelnen Stationen weisen eine erhebliche Streuung auf. Die Veränderungen der Feinstaub-Konzentrationen (PM_{10}) liegen zwischen einer starken Abnahme von 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel – ent-

sprechend 41 Überschreitungstagen! – an der Station Dortmund-Brackeler Straße und einer leichten Zunahme von 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel (trotzdem Abnahme um 5 Überschreitungstage) an der Station Dortmund-Steinstraße. Die besonders ausgeprägte Wirkung in der Brackeler Straße ist plausibel, da die Wirkung der Umweltzone durch Verkehrbeschränkungen für schwere Nutzfahrzeuge verstärkt wurde.

2.2 Stickstoffdioxid (NO_2)

Wie bei der Komponente Feinstaub werden auch für die Belastung an Stickstoffdioxid zunächst die zusammengefassten, auf Stationsklassen beruhenden Auswertungen dargestellt (**Tabelle 2**).

Tabelle 2 kann man zunächst entnehmen, dass die weiträumige Hintergrundbelastung außerhalb eines direkten Verkehrseinflusses sowohl in NRW als auch im Ruhrgebiet um fast 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel angestiegen ist. Entgegen dem allgemeinen Trend ging die Stickstoffdioxidbelastung an Verkehrsstationen innerhalb der Umweltzonen im Ruhrgebiet im Jahresmittel um 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück. Allerdings wurde auch an Verkehrsstationen außerhalb der

Umweltzonen in NRW eine geringe Belastungsabnahme um $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, die auf andere externe Einflüsse auf den Verkehr (z. B. Abwrackprämie) zurückgeführt werden kann. Vermindert man die Belastungsabnahme an den Verkehrsstationen in den Umweltzonen um diesen Wert, kann eine Verringerung der Stickstoffdioxidbelastung um $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel dem Einfluss der Umweltzonen auf die Luftqualität zugeschrieben werden. Es bleibt festzuhalten, dass diese auf den ersten Blick kleine Senkung der Stickstoffdioxidbelastung um circa 2% entgegen dem allgemein ansteigenden Trend von 2007 bis 2009 in NRW erreicht werden konnte.

Die Streuung der Messwerte der 12 einzelnen verkehrsbezogenen Messstationen für Stickstoffdioxid in den Umweltzonen des Ruhrgebiets ist noch größer als bei den Feinstaub-Konzentrationen und reicht von einer Belastungszunahme um $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Essen-Gladbecker Straße bis zu einer Abnahme von $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Rheinlanddamm in Dortmund.

Durchschnittliche bis überdurchschnittliche NO_2 -Belastungsrückgänge werden an den Stationen in Mülheim-Aktienstraße, Oberhausen-Mülheimer Straße, Essen-Hombrucher Straße und Essen-Frohnhausen gemessen.

3. Entwicklung der Verkehrsmenge und der Flottenzusammensetzung vor und nach Einführung der Umweltzonen im Ruhrgebiet

Die Änderungen der Fahrleistung (Verkehrsmenge) sowie Veränderungen der Flottenzusammensetzung in und außerhalb der Umweltzone wurden durch begleitende Untersuchungsvorhaben der Firma AVISO untersucht (AVISO 2010a,b; AVISO 2009).

3.1 Entwicklung der Verkehrsmenge

Im Vergleich der Jahre 2008 und 2009 blieb die Jahresfahrleistung im gesamten Gebiet des Luftreinhalteplans im Wesentlichen unverändert. Sie reduzierte sich in diesem Zeitraum nur minimal um etwa 0,9%. Die Einflüsse der Wirtschaftskrise waren allerdings in der reduzierten Fahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge ohne Busse (sNoB) auf den Autobahnen (Abnahme um 10%) und den Innerortsstrecken (Abnahme um 5%) erkennbar.

Ein Vergleich der Fahrleistung von 2008 und 2009 auf Strecken innerhalb der Umweltzone mit Strecken außerhalb zeigte bei den Pkw in beiden Bereichen eine gleich hohe Abnahme von rund 1,5%. Bei den schweren Nutzfahrzeugen lag die Abnahme der Fahrleistung innerhalb der Umweltzone (ca. 5,7%) dagegen etwas höher als auf Innerortsstraßen außerhalb (ca. 4,4%) der Umweltzonen.

Zusätzlich wurden an insgesamt 77 hauptsächlich innerörtlichen Straßenabschnitten Verkehrsmessdaten des „Verkehrsleitsystems Ruhrpilot“ (<http://www.ruhrpilot.de/About.html;jsessionid=D0F2C164B5187A2E2376EC01F5ED06F4>) für das 3. und 4. Quartal der Jahre 2008 und 2009 verglichen. Aus kommunaler Sicht wurde erwartet, dass an den benannten Abschnitten als Folge des Luftreinhalteplans Veränderungen der Verkehrsstärken stattfinden würden. **Abbildung 1** zeigt die räumliche Verteilung der untersuchten Messstellen.

Der Kfz-Verkehr nahm im betrachteten Zeitraum an diesen Abschnitten leicht ab, während die Reduktion beim Lkw-Verkehr stärker ausfiel: außerhalb der Umweltzonen um rund 4%, innerhalb um circa 7%. Während der allgemeine Rückgang als Folge der Wirtschaftskrise interpretiert werden kann, weist die stärkere Abnahme innerhalb der Umweltzonen auf eine Wirkung dieser Maßnahme hin. Die Analyse der automatischen Dauerzählstellen (vgl. **Abbildung 1**) ausschließlich an Außerortsstrecken bestätigt die genannten Verkehrsveränderungen.

Eine Verkehrszunahme außerhalb der Umweltzonen als Indiz einer Verkehrsverdrängung konnte somit nicht festgestellt werden.

3.2 Entwicklung der Flottenzusammensetzung

Die Flottenzusammensetzung wurde anhand der gemeldeten Fahrzeugbestände des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) nach den Emissionsmerkmalen „Schadstoffgruppen“ gemäß Kennzeichnungsverordnung klassiert. **Abbildung 2** zeigt die Entwicklung für Personenkraftwagen (Pkw), leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t (INfz) sowie schwere Nutzfahrzeuge ohne Busse > 3,5 t (sNoB) seit 2007 für das Plangebiet des Luftreinhalteplans (LRP) Ruhrgebiet (Stichtag ist jeweils der 1. Januar des Jahres).

Die Summe der Anteile der Schadstoffgruppen 2, 3 und 4 nahm zwischen 2007 und 2010 kontinu-

Abbildung 1: Messstellen der Verkehrsmenge im Plangebiet des Luftreinhalteplanes Ruhrgebiet. Rote Raute: Ruhrgebiet; Blaues Dreieck: Dauerzählstelle; Grüne Fahne: LANUV-Messstelle (Bruckmann et al., 2011, AVISO, 2010b).

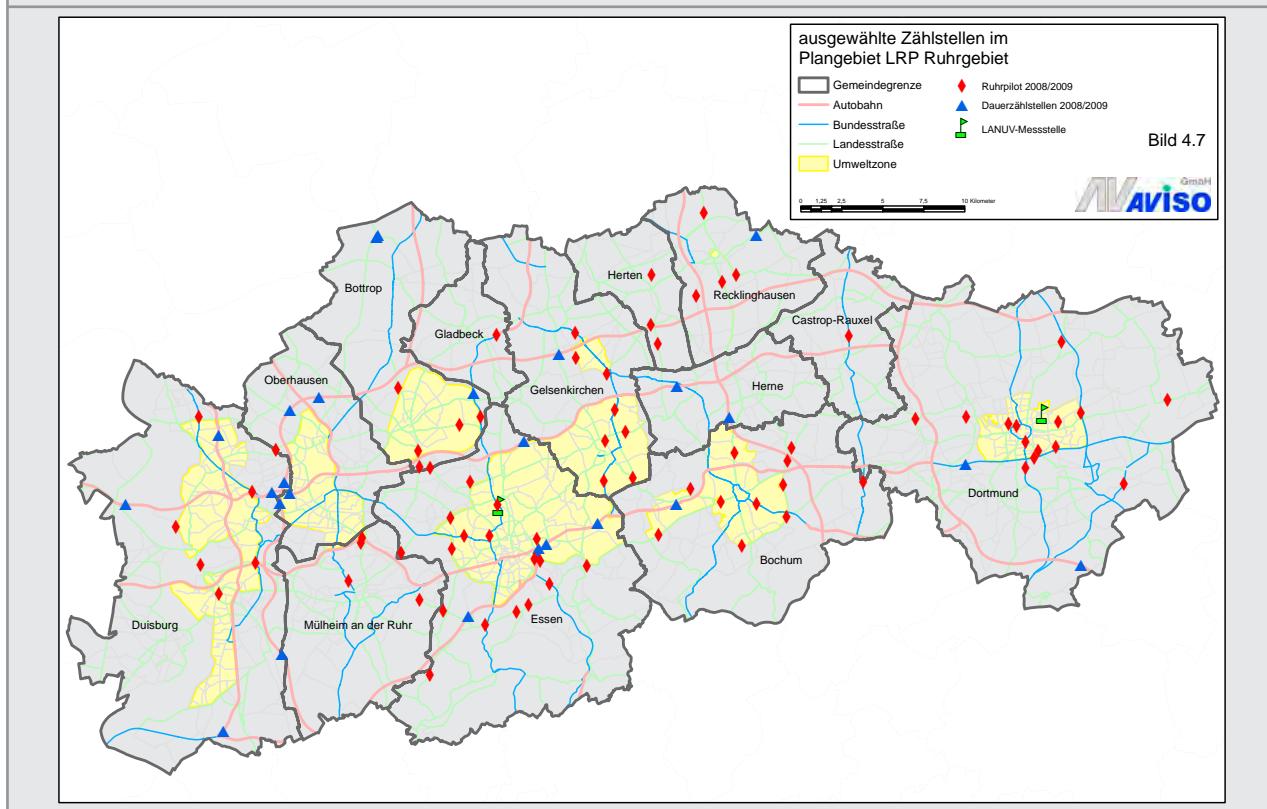
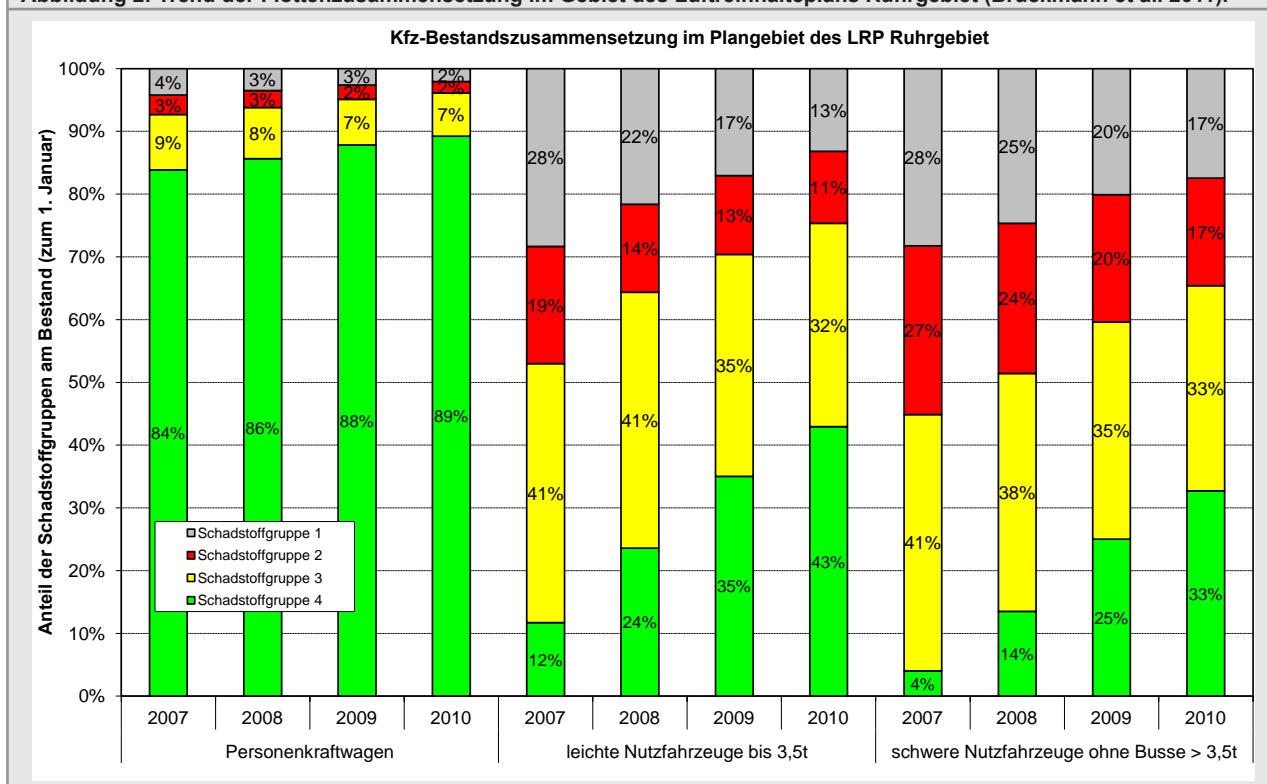


Abbildung 2: Trend der Flottenzusammensetzung im Gebiet des Luftreinhalteplans Ruhrgebiet (Bruckmann et al. 2011).



ierlich zu, während gleichzeitig die Fahrzeuganteile der Schadstoffgruppe 1 zurückgingen. Die Pkw der Schadstoffgruppen 2, 3 und 4 besaßen bereits 2007 einen Anteil von 96 %. Der Anteil bei den Nutzfahrzeugen lag mit 72 % bei INfz und sNoB allerdings noch deutlich darunter. 2010 haben die schadstoffärmeren Pkw einen Anteil von 98 %, die INfz einen von 87 % und die sNoB einen Anteil von 83 % erreicht.

Im Vergleich zur Entwicklung im gesamten Gebiet Nordrhein-Westfalen verlief die Flottenerneuerung im Plangebiet des LRP Ruhrgebiet schneller. So hat der Fahrzeugbestand der Schadstoffgruppe 1 zwischen 2008 und 2009 bei den Pkw im Plangebiet des LRP um 25 % und im NRW-Mittel um 16 % abgenommen. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich bei den INfz (Abnahme im Plangebiet: 21 %, Abnahme im NRW-Mittel: 16 %) und den sNfz (Abnahme im Plangebiet: 20 %, Abnahme im NRW-Mittel: 17 %).

Die raschere Erneuerung der Fahrzeugflotte innerhalb der Umweltzonen zeigt, dass die erwünschte Leitwirkung durch Benutzervorteile eingetreten ist.

4. Modellierung der Belastungssituation im gesamten Straßennetz des Ruhrgebietes

Um die Ergebnisse der verkehrsbezogenen Messungen, die zunächst nur für bestimmte Straßenabschnitte repräsentativ sind, zu einer flächendeckenden Aussage zu erweitern, wurde die

Luftqualität im Straßennetz des Ruhrgebietes durch Modellrechnungen bestimmt.

Auf der Basis von Emissionskatastern, Berechnungen des regionalen Hintergrundes, Kalibrierung über Luftschatstoffmessungen sowie Bebauungsdaten wurde die Belastung mit PM_{10} und NO_2 entlang des Straßennetzes mit geeigneten Ausbreitungsmodellen modelliert.

Die Resultate zeigen: Es existiert eine Vielzahl stark befahrener Straßen mit Grenzwertüberschreitungen für PM_{10} und NO_2 . Diese befinden sich hauptsächlich in den Innenstadtbereichen.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen sind in **Tabelle 3** zusammengefasst. Im Jahr 2009 waren noch erhebliche Anteile des Straßennetzes (ca. 7 % bei Feinstaub (PM_{10}), ca. 12 % bei Stickstoffdioxid) von tatsächlichen oder zumindest potentiellen Überschreitungen der Grenzwerte betroffen. Die durch Messungen festgestellten Grenzwertüberschreitungen zeigen somit die „Spitze des Eisberges“, allerdings befinden sich die verkehrsbezogenen Messstationen in der Regel an Straßenabschnitten mit besonders hohen Belastungen.

Hervorzuheben ist, dass die Umweltzonen zum Zeitpunkt der Untersuchung das Straßennetz mit schlechter Luftqualität nicht vollständig abdecken. Insgesamt 32 km (36 %) der Straßenabschnitte mit kritischer oder hoher Belastung liegen außerhalb der Umweltzonen.

Tabelle 3: Belastungssituation im Luftreinhalteplan (LRP) Ruhrgebiet 2009 – Modellierung (HBEFA3.1, regionaler Hintergrund 2009) des Straßennetzes (Bruckmann et al. 2011).

Straßen im Gebiet des Luftreinhalteplans Ruhrgebiet		
Stoff	Jahresmittelwert $\mu g/m^3$	Länge der betroffenen Straßen in km (Gesamtlänge = 745,8 km)
NO_2	Grenzwert eingehalten	659
	kritisch/belastet	87
PM_{10}	Grenzwert eingehalten	696
	kritisch/belastet	50
Länge der Straßenabschnitte im LRP-Gebiet mit hoher NO_2 -Belastung (in km)		
innerhalb der Umweltzonen		55
außerhalb der Umweltzonen		32

Fazit

Als Folge dieser Erkenntnisse werden zum 01.01.2012 die Umweltzonen zu einer zusammenhängenden Fläche erweitert. Die nachgewiesene positive Wirkung der Umweltzone führt zu weiteren Schritten, nämlich einer Verschärfung des Einfahrverbotes für Fahrzeuge ohne und mit roter Plakette zum 01.01.2013. Ab 01.07.2014 dürfen dann nur noch Fahrzeuge mit grüner Plakette die Umweltzone im Ruhrgebiet befahren.

Literatur

AVISO (2010a): Aktualisierung der Verkehrsdatenbasis für die „Ampelkarte“ im Gebiet des Luftreinhalteplans Ruhrgebiet für die Bezugsjahre 2008 und 2009. Im Auftrag des LANUV NRW. AVISO GmbH. Aachen. April 2010.

AVISO (2010b): Evaluation des Luftreinhaltesplans Ruhrgebiet, Daten zu Industrie, Hausbrand und Verkehr. Im Auftrag des MKULNV NRW. AVISO GmbH. Aachen. November 2009.

AVISO (2009): Aktualisierung der Verkehrsdatenbasis für die „Ampelkarte“ im Gebiet des Luftreinhaltesplans Ruhrgebiet für die Bezugsjahre 2008 und 2009, hier 2008. Im Auftrag des LANUV NRW. AVISO GmbH. Aachen. Juli 2009.

Bruckmann P, Lutz M (2010): Verbessern Umweltzonen die Luftqualität? In: VDA 12. Technischer Kongress 2010. Ludwigsburg. Tagungsband: 301 307.

Bruckmann P, Wurzler S, Brandt A, Vogt K (2011): Tragen die Umweltzonen im Ruhrgebiet zur Verbesserung der Luftqualität bei? In: Jahresbericht 2010. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen: 51–57.

Kontakt

Prof. Dr. Peter Bruckmann
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)
Postfach 101052
45610 Recklinghausen
E-Mail: peter.bruckmann[at]lanuv.nrw.de
Internet: <http://www.lanuv.nrw.de>

[UBA]

Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd

Fragments of lead ammunition in game meat can be an added health risk for certain consumer groups

Norbert Kenntner, Niels Bandick, Katharina Berg, Katrin Blume, Antje Gerofke, Monika Lahrssen-Wiederholt, Oliver Lindtner, Helmut Schafft, Birgit Wobst

Abstract

Meat of free-ranging game is among the foods most heavily contaminated with lead, which is attributed to fragmenting lead ammunition. Lead uptake due to ordinary foods is already high in Germany. Therefore, we determined the additional health risk posed by the consumption of hunter killed game. Germans eat on average about 1-2 g of game meat per day. With consumption of this magnitude the lead intake with meat from wild game is insignificant compared to the sum of lead levels in principal food and beverages consumed on a regular basis. However, people who regularly eat one to two meals of game per week, as hunters and their families, are likely to be exposed to high additional lead levels if the game was shot with lead bullets. Therefore, the Federal Institute for Risk Assessment (BfR) recommended that children up to 7 years, pregnant women, and women at child-bearing age should avoid eating game shot by hunters' lead ammunition and to inform the public about lead fragments in game meat.

Zusammenfassung

Wildfleisch gehört zu den am höchsten mit Blei belasteten Lebensmitteln, da die traditionell verwendete Jagdmunition Bleifragmente und kleinste Splitter im Wildbret hinterlassen kann. Die Bleiaufnahme durch Grundnahrungsmittel ist in Deutschland relativ hoch. Deshalb berechnete das BfR die zusätzliche Bleiaufnahme durch den Verzehr von jagdlich erlegtem Wild. Bei einem durchschnittlichen Verzehr von 1-2 Gramm Wild pro Tag besteht für Verbraucherinnen und Verbraucher kein gesundheitliches Risiko im Vergleich zur Bleiaufnahme durch den Konsum von Grundnahrungsmitteln. Bei Vielverzehrern von Wild mit 1-2 Wildmahlzeiten pro Woche, wie Jäger und ihre Familien, besteht allerdings durch den Wildfleischkonsum ein gesundheitliches Risiko durch eine hohe Bleiaufnahme. Das BfR rät deswegen, dass Kinder, Schwangere und Frauen im gebärfähigen Alter auf den Verzehr von mit Bleimunition geschossenem Wild verzichten sollten und Verbraucherinnen und Verbraucher über die Gesundheitsrisiken von mit Bleimunition geschossenem Wild aufzuklären.

Einleitung

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat im April 2010 ihr Gutachten zu „Blei in Lebensmitteln“ (Lead in Food) veröffentlicht, in dem unter anderem eine Evaluierung des PTWI¹-Wertes für Blei vorgenommen wird (EFSA 2010). Dabei wurde auf Basis neuer Daten zur Bleiexposition der Bevölkerung in Europa und einer systematischen Auswertung von Studien zur toxikologischen Wirkung von Blei eine Risikocharakterisierung vorgenommen (EFSA 2010; Jorgen-

sen 2010). Auf Grundlage dieser Evaluierung hält die EFSA den bisherigen PTWI der JECFA² von 25 µg/kg Körpergewicht (JECFA 1986; JECFA 2000) nicht mehr für angemessen, um Verbraucherinnen und Verbraucher vor einer zu hohen Bleiexposition zu schützen. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eine gesundheitliche Bewertung der zusätzlichen Bleiexposition durch den Verzehr von Wildbret von jagdlich erlegten Wildtieren erstellt.

¹ PTWI: Provisional Tolerable Weekly Intake; vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahmemenge.

² JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; gemeinsamer FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe.

Tabelle 1: Statistische Parameter der Verteilung der Bleigehalte in Wildschweinproben des deutschen Lebensmittel-Monitorings.

Jahr	n	Mittelwert [mg/kg]	Median [mg/kg]	90. Perzentil [mg/kg]	95. Perzentil [mg/kg]	Maximum [mg/kg]
1997	207	226,0	0,03	1,0	59,0	19.300
1998	183	7,0	0,03	0,3	1,3	684
2007	111	4,7	0,02	2,1	20,9	288

Jagdmunition

Bei der Jagd finden, je nach Größe des zu bejagenden Wildes, unterschiedliche Munitionsarten Anwendung. Bei Schrot patronen wird zumeist Bleischrot, bei Wasservögeln aber auch Schrotmunition aus anderen Alternativmaterialien (z. B. Weicheisen), verwendet.

Für die Jagd auf größeres Wild kommen meistens Jagdgeschosse mit Bleikern und Ummantelungen aus Kupferlegierungen zum Einsatz (z. B. Teilmantelgeschosse), seltener Geschosse ohne Bleianteil. Im Tierkörper geben diese Geschosse ihre Energie durch Verformung oder Fragmentierung ab (Reb 2001; Krebs 2005). Dabei verbleibt je nach Konstruktion des Geschosses und der Art des durchschossenen Gewebes ein mehr oder weniger großer Anteil von Geschossresten im Tierkörper. Die Größe dieser Geschossreste reicht von einigen Millimetern bis zu mikroskopisch kleinen Partikeln („Bleiwolke“) (Moreth, Hecht 1981; Hecht 1984; Hecht 2000; Hunt et al. 2009). Die Bleisplitter befinden sich bis zu 45 Zentimeter radial entfernt zum Schußkanal im Wildkörper (Hunt et al. 2009; Grund et al. 2010).

Material und Methoden

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) hat im Rahmen des Lebensmittel-Monitorings (LM-M) Bleigehalte in Wildschweinproben ermittelt, die in die Expositionsberechnung von Blei über Wildbret eingeflossen sind (BgVV 1997; BgVV 1998; BVL 2008).

Als Datengrundlage zum Verzehr von Wildbret für Erwachsene diente die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II) des Max Rubner-Institutes (MRI), in der zwischen 2005 und 2006 deutschsprachige Personen im Alter zwischen 14 und 80 Jahren zu ihrem Ernährungsverhalten befragt wurden (MRI 2008).

Der Verzehr von Wild wurde anhand der Daten von Interviews des üblichen Verzehrs der vergangenen 4 Wochen (Dietary-History) von 15.371 Personen retrospektiv erfasst.

Als Datengrundlage zum Verzehr von Wildbret für Kinder wurden Verzehrsdaten aus der „Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln“ (VELS-Studie) herangezogen, die von 2001 bis 2002 an 816 Säuglingen und Kleinkindern im Alter von 6 Monaten bis unter 5 Jahren in ganz Deutschland durchgeführt wurde (Heseker et al. 2003; Banasiak et al. 2005). Zusätzlich wurden Daten aus einer Untersuchung in der Schweiz zum Verzehr von Wildbret bei Jägern beziehungsweise in Jägerhaushalten lebenden Personen erfasst (Haldimann et al. 2002).

Ergebnisse

Die statistischen Kenngrößen zu Blei in Wildschwein aus dem LM-M sind in **Tabelle 1** dargestellt. Für die Berechnung der Exposition der Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland wurden die aktuellsten Daten aus dem Jahr 2007 verwendet, um dem Rückgang der Bleigehalte in der Umwelt Rechnung zu tragen. In **Tabelle 2** sind die Verzehrsdaten von Wild aus der NVS II dargestellt. Wird eine Portionsgröße von 200 Gramm Wildfleisch pro Wildmahlzeit zugrunde gelegt, so verzehrt die Gesamtbevölkerung im Durchschnitt 1 bis 2 Wildmahlzeiten im Jahr.

Die Auswertung der VELS-Studie für Kinder (2 bis unter 5 Jahren) zeigt einen sehr geringen Anteil an Verzehrern von Wildbret (1,3%). Es ergibt sich ein mittlerer langfristiger Verzehr für Wildbret von 0,1 Gramm pro Tag.

Tabelle 2: Durchschnittlicher langfristiger Verzehr der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland für Wildbret in Gramm pro Tag auf Basis der Dietary History-Interviews der Nationalen Verzehrsstudie II.

	Gültige N	Anteil Verzehrer (%)	Verzehr für Wildbret (Hase, Hirsch, Reh, Wildkaninchen, Wildschwein) in g/d (Basis: alle Befragten)			
			Mittelwert	50. Perzentil	90. Perzentil	95. Perzentil
Gesamt	15.371	11	0,6	0	1,5	3,8
Männlich	7.613	13	0,9	0	2,6	5,4
Weiblich	7.758	8	0,4	0	0	2,6
Frauen im gebärfähigen Alter (= 15–45 Jahre)	3.820	6	0,3	0	0	2,0

Es wurden anhand der Median- und Mittelwerte der Bleigehalte in Wildschwein und der Verzehrsdaten zu Wildbret aus der NVS II und nach Haldimann et al. (2002) Expositionsszenarien definiert und der prozentuale Anteil der Bleiaufnahme über den Verzehr von Wildfleisch mittels der lebensmittelbedingten Expositionssdaten zu Blei aus dem LExUKon-Projekt (Blume et al. 2010) berechnet. Für Details der Expositionsszenarien siehe Stellungnahme des BfR (2010).

Bei getrennter Betrachtung der Exposition von Frauen und Männern wurde für Frauen ein Körperegewicht von 60 Kilogramm und für Männer ein Körperegewicht von 70 Kilogramm zugrunde gelegt. Für Kinder wurde das Standardkörperegewicht von VELS von 16,15 Kilogramm übernommen.

Den größten prozentualen Anteil von Wildbret an der alimentären Gesamtexposition für Blei haben Personen aus Jägerhaushalten mit einem hypothetischen Verzehr von 50 Gramm Wildfleisch pro Tag (Haldimann et al. 2002). Bei dieser Gruppe ist die Bleiexposition durch Wildbretverzehr um das 7-fache bei Frauen beziehungsweise das 6-fache bei Männern höher als die durchschnittliche alimentäre Bleiexposition in Deutschland. Bei den Szenarien mit einem Verzehr von 5 beziehungsweise 10 Wildmahlzeiten pro Jahr liegt die Bleiexposition durch den Verzehr von Wild bei 40 bis 70 % der alimentären Gesamtbleiexposition bei Frauen beziehungsweise Männern.

Diskussion

Wildfleisch gehört zu den Lebensmittelgruppen, die die höchsten Bleigehalte aufweisen. Nach der Ver-

ordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln liegt der Höchstgehalt für Blei in Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel bei 0,1 mg/kg. Ein Höchstgehalt für Blei in Wildbret wurde in der genannten Verordnung nicht festgelegt.

Die Auswertungen des LExUKon-Projektes (Blume et al. 2010) ergaben, dass zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze gehören. Aufgrund des hohen Verzehrs haben aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Anteil an der Gesamtbleiexposition der Verbraucherinnen und Verbraucher, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide.

Mit durchschnittlich 1 bis 2 Wildmahlzeiten pro Jahr, entsprechend einer täglichen Aufnahme von 1 bis 2 Gramm Wildbret pro Tag, gehört Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln in Deutschland. Die zusätzliche Bleiexposition durch den Verzehr von Wildbret ist im Vergleich zur Bleiaufnahme durch die Grundnahrungsmittel gering. Bei einem regelmäßigen Wildverzehr von 1 bis 2 Mahlzeiten pro Woche, entsprechend 91 Mahlzeiten pro Jahr (Haldimann et al. 2002), ist allerdings die mittlere Bleiaufnahme allein durch den Verzehr von Wild schon 6- bis 7-mal höher als die durchschnittliche Aufnahme über alle Lebensmittel. Bei einem Verzehr von 10 Wildmahlzeiten pro Jahr beträgt der prozentuale Anteil der gesamten Bleiaufnahme durch das Wild bereits 40 bis 70 %.

Kinder und Schwangere sind im Hinblick auf die Bleiexposition als besonders empfindliche Perso-

nengruppen zu betrachten. Bei Schwangeren gilt dies sowohl hinsichtlich der toxischen Wirkungen von Blei auf den Fetus, als auch auf die Exposition der Schwangeren selbst.

Schwangere weisen nach den Auswertungen im Rahmen des LExUKon-Projektes eine um etwa 17% höhere Bleiexposition über den Verzehr von Lebensmitteln gegenüber der durchschnittlichen Bevölkerung auf. Deshalb sollte im Hinblick auf mögliche entwicklungsneurotoxische Effekte von Blei auf den sich entwickelnden Fetus die Bleiexposition so gering wie möglich gehalten werden und alle vermeidbaren Aufnahmen ausgeschlossen werden.

Bei Kindern sollte die Exposition gegenüber Blei insgesamt so gering wie möglich sein und noch weiter reduziert werden, da auf Basis der Auswertung zur Exposition gegenüber Blei über Lebensmittel und andere Quellen entwicklungsneurotoxische Effekte möglich sind. Deshalb sollte unbedingt jede zusätzliche Bleiaufnahme vermieden werden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bleiexposition bei Erwachsenen in einem Bereich liegt, in dem Effekte auf die Funktionsfähigkeit der Nieren möglich sind. Aus diesem Grund sollte jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei vermieden werden. Dies gilt für alle Personengruppen (Männer, Frauen und Kinder).

Bei Betrachtung des gesundheitlichen Risikos für besonders gefährdete Personengruppen muss die Exposition im Hinblick auf den Verzehr von Wildbret betrachtet werden. Deshalb bieten sich zur Reduzierung der Exposition über Blei in Wildbret in erster Linie Verzehrsempfehlungen und die Verbraucheraufklärung an. Frauen wird empfohlen, während der Schwangerschaft und des Stillens auf den Verzehr von Fleisch von mit Bleimunition erlegtem Wild zu verzichten, um jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei zu vermeiden, da auch eine hohe Exposition über einmaligen Verzehr von Wildfleisch mit hohen Bleigehalten nicht ausgeschlossen werden kann. Die gleiche Empfehlung gilt für Kinder ≤ 7 Jahre, da diese Altersgruppe eine besonders hohe Gesamtexposition gegenüber Blei aufweist (siehe EFSA 2010; Wilhelm et al. 2003; Wilhelm et al. 2004). Für Verzehrer aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld kann die Bleiexposition über Wildfleisch ein Vielfaches der durchschnittlichen Bleiexposition über alle Lebensmittel (Durch-

schnittsverzehrer) betragen (bis ca. 7-fach auf Basis der Mittelwerte im LM-M). Deshalb sollte der Verzehr von mit Bleimunition erlegtem Wildfleisch in allen Personengruppen so gering wie möglich sein.

Das BfR sieht Forschungsbedarf dahingehend, zu ermitteln, welche Geschosskonstruktion für eine Minimierung der Sekundärkontamination mit Blei in Wildbret am besten geeignet ist. Weiterhin sollte überprüft werden, ob und welche Maßnahmen bei der Zerlegung und Weiterverarbeitung von Wildbret geeignet sind, die geschossbedingte Bleibelastung im zu verzehrenden Fleisch herabzusenken. Darauf aufbauend sollte bei der Aus- und Weiterbildung von Jägern darauf hingewirkt werden, dass bei der Zerlegung die Art und Lage des Schusskanals beachtet wird und alle Maßnahmen vermittelt werden, die dazu dienen können, Verzehrer von Wildfleisch optimal zu schützen.

Literatur

Banasiak U, Heseker H, Sieke C, Sommerfeld C, Vohmann C (2005): Abschätzung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in der Nahrung mit neuen Verzehrmengen für Kinder. In: Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 48: 84–98.

BfR [Bundesinstitut für Risikobewertung] (2010): Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd. Stellungnahme Nr. 040/2011. Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin. <http://www.bfr.bund.de/cm/343/bleibelastung-von-wildbret-durch-verwendung-von-bleimunition-bei-der-jagd.pdf> (Abrufdatum: 28.11.2011).

BgVV [Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin] (1997): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 1997. Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin.

BgVV [Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin] (1998): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 1998. Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin.

Blume K, Lindtner O, Schneider K, Schwarz M, Heinemeyer G (2010) Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel: Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB. Informationsbroschüre des Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin.

BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2008): Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2007 – Lebensmittel-Monitoring. BVL-Reporte. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin.

EFSA [European Food Safety Authority] (2010): Scientific Opinion on Lead in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). <http://www.efsa.europa.eu>

- efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/1570.htm (Abrufdatum: 08.06.2010).
- Grund, MD, Cornicelli L, Carlson LT, Butler EA (2010): Bullet fragmentation and lead deposition in white-tailed deer and domestic sheep. In: Human-Wildlife Interactions 4: 257–265.
- Halldmann M, Baumgartner A, Zimmerli B (2002): Intake of lead from game meat – a risk to consumers' health? In: European Food Research and Technology 215: 375–379.
- Hecht H (1984): Untersuchung der Kontamination des Wildbrets an Blei und anderen Spurenelementen durch Schrot und absplitternde und dadurch weit im Tierkörper streuende Blei- bzw. Metallpartikel der modernen Hochleistungsgeschosse. Aufklärung des Verhaltens dieser Blei- bzw. Metallsplitter beim Abhängen, Kochen, Braten, Grillen und Gefrierlagern Abschlußbericht. Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach.
- Hecht H (2000): Auswirkungen der Geschosswahl auf die Bleibelastung des Wildbrets. Tagung für die Jägerschaft. 15. und 16. Februar 2000. BAL Gumpenstein.
- Heseker H, Oeppening A, Vohmann C (2003): Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (VELS). Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Universität Paderborn.
- Hunt WG., Watson RT, Oaks JL, Parish CN, Burnham KK, Tucker RL, Belthoff JR, Hart G (2009): Lead bullet fragments in venison from rifle-killed deer: Potential for human dietary exposure. PLoS ONE 4: e5330, 1–6.
- Jorgensen EB (2010): Scientific/Technical Report submitted to EFSA: An international pooled analysis for obtaining a benchmark dose for environmental lead exposure in children (Question No. EFSA-Q-2009_01078). <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/47e.pdf> (Abrufdatum: 14.06.2010).
- JECFA [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives] (1986): Lead (Evaluation of health risk to infants and children). <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v21je16.htm> (Abrufdatum: 14.06.2010).
- JECFA [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives] (2000): Safety evaluation of certain food additives and contaminants WHO Food Additives Series: 44. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm> (Abrufdatum: 14.06.2010).
- Krebs H (2005): Vor und nach der Jägerprüfung. 55. Auflage. BLV Verlagsgesellschaft. München.
- Moreth F, Hecht H (1981): Blei aus Geschoßrückständen in Wildbret. In: Fleischwirtschaft 61: 1326–1331.
- Max Rubner-Institut (MRI) (2008): Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1, 2. <http://www.wasse-ich.de/> (Abrufdatum: 28.11.2011).
- Reb W (2001): Jagdwaffen Praxis – Für Revier und Jagdreise. BLV-Verlag, München.
- Wilhelm M, Wittsiepe J, Schrey P, Feldmann C, Idel H (2003): Dietary intake of lead by children and adults from Germany measured by the duplicate method. In: International Journal of Hygiene and Environmental Health 206: 493–503.
- Wilhelm M, Erlenkämper B, Freidank N, Kersting M, Hilbig A (2004): Höchstgehalte für Umweltkontaminanten in Säuglings- und Kleinkindernahrung. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 702 61 217. Im Auftrag des BfR, März 2004.

Kontakt

Dr. Helmut Schafft
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Straße 8-10
10589 Berlin
E-Mail: helmut.schafft@bfr.bund.de

[BfR]

GrippeWeb – Erste Ergebnisse aus dem neuen Online-Portal des Robert Koch-Instituts zur Erhebung der Häufigkeit akuter Atemwegserkrankungen auf Bevölkerungsebene

GrippeWeb – First results of the new internet portal of the Robert Koch Institute monitoring the frequency of acute respiratory infections at population level

Cornelius Remschmidt, Udo Buchholz

Abstract

In March 2011, Robert Koch Institute launched the new internet portal “GrippeWeb” (<http://www.grippeweb.rki.de>) to monitor acute respiratory infections in Germany. Participation is open to all people living in Germany who are willing to report about the onset of an acute respiratory illness on a weekly basis. This article reports first results and experiences so far with GrippeWeb.

Zusammenfassung

Im März 2011 hat das Robert Koch-Institut ein neues Internetportal mit dem Namen GrippeWeb (<http://www.grippeweb.rki.de>) eingerichtet, mit dem akute Atemwegserkrankungen in Deutschland beobachtet werden sollen. Personen aus der Allgemeinbevölkerung können sich jederzeit freiwillig registrieren, wöchentlich Angaben zu akut aufgetretenen Atemwegserkrankungen machen und so das Projekt unterstützen. Dieser Beitrag berichtet über die ersten Erfahrungen und Ergebnisse von GrippeWeb.

Hintergrund

Akute respiratorische Erkrankungen (ARE) werden fast immer durch Erreger aus einer großen Gruppe von Viren und Bakterien verursacht und nehmen meistens einen milden Verlauf. Je nach Erreger und Wirtsdisposition können auch schwerere Verläufe auftreten und, wie zum Beispiel bei Influenzaviren, epidemische Ausmaße annehmen. Zu den wichtigsten Symptomen einer akuten Atemwegserkrankung zählen Husten, Halsschmerzen und Schnupfen sowie als systemisches Zeichen Fieber. Wegen ihrer Häufigkeit haben ARE erhebliche Auswirkungen auf die menschliche Bevölkerung (Michaud 2001) und führen durch Arztkonsultationen und Krankenhauseinweisungen zu hohen direkten und indirekten Kosten. Im Jahr 2009 waren sie verantwortlich für mehr als 1,5 Millionen zusätzliche Episoden von Arbeitsunfähigkeit in Deutschland und führten während der Grippewelle im Jahr 2008/2009 zu geschätzten 4,3 Millionen Arztkonsultationen im ambulanten Bereich (Robert Koch-Institut 2010).

Diese Zahlen stammen aus dem Überwachungssystem der Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI, <http://www.influenza.rki.de>), das die Informationen über die Aktivität von Atemwegserkrankungen auf der Ebene der ärztlichen Versorgung erhebt. Es ist je-

doch nicht bekannt, welcher Anteil der Gesamtbevölkerung an ARE erkrankt oder welcher Anteil der Bevölkerung mit solch einer Erkrankung eine ärztliche Praxis aufsucht. Als Ergänzung zu den Daten der Arbeitsgemeinschaft Influenza wurde daher im März 2011 das Online-Portal GrippeWeb (<http://www.grippeweb.rki.de>) gestartet, das ganzjährig akute Atemwegsinfektionen auf Bevölkerungsebene erfassen soll.

Methodik

Anmeldung bei GrippeWeb

Personen aus dem gesamten Bundesgebiet mit einem Mindestalter von 14 Jahren können sich freiwillig auf der Webseite von GrippeWeb registrieren. Teilnehmen können auch Kinder, die jünger als 14 Jahre sind, wobei sich dann ein Erziehungsberechtigter registrieren und die Fragen für die Kinder beantworten muss. Bei der Registrierung ist zur Eröffnung eines Benutzerkontos die Angabe einer E-Mail-Adresse und eines Passworts notwendig, außerdem werden von allen Teilnehmenden ein-

malig Stammdaten wie das Geburtsjahr, das Geschlecht und der Wohnort (Landkreis) erhoben.

Alle registrierten Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten wöchentlich eine E-Mail, in der sie gebeten werden, auf der GrippeWeb-Seite im passwortgeschützten Bereich Auskunft darüber zu geben, ob in der vergangenen Woche Symptome einer akuten Atemwegserkrankung aufgetreten sind (oder nicht), welche Symptome aufgetreten sind, ob ein Arzt konsultiert wurde und ob die Erkrankung dazu führte, dass der täglichen Beschäftigung nicht nachgegangen werden konnte. Alle Teilnehmenden können nachträglich Auskunft für die zurückliegenden 4 Wochen geben, zum Beispiel wenn wegen Urlaubs die wöchentlichen Meldungen nicht möglich waren.

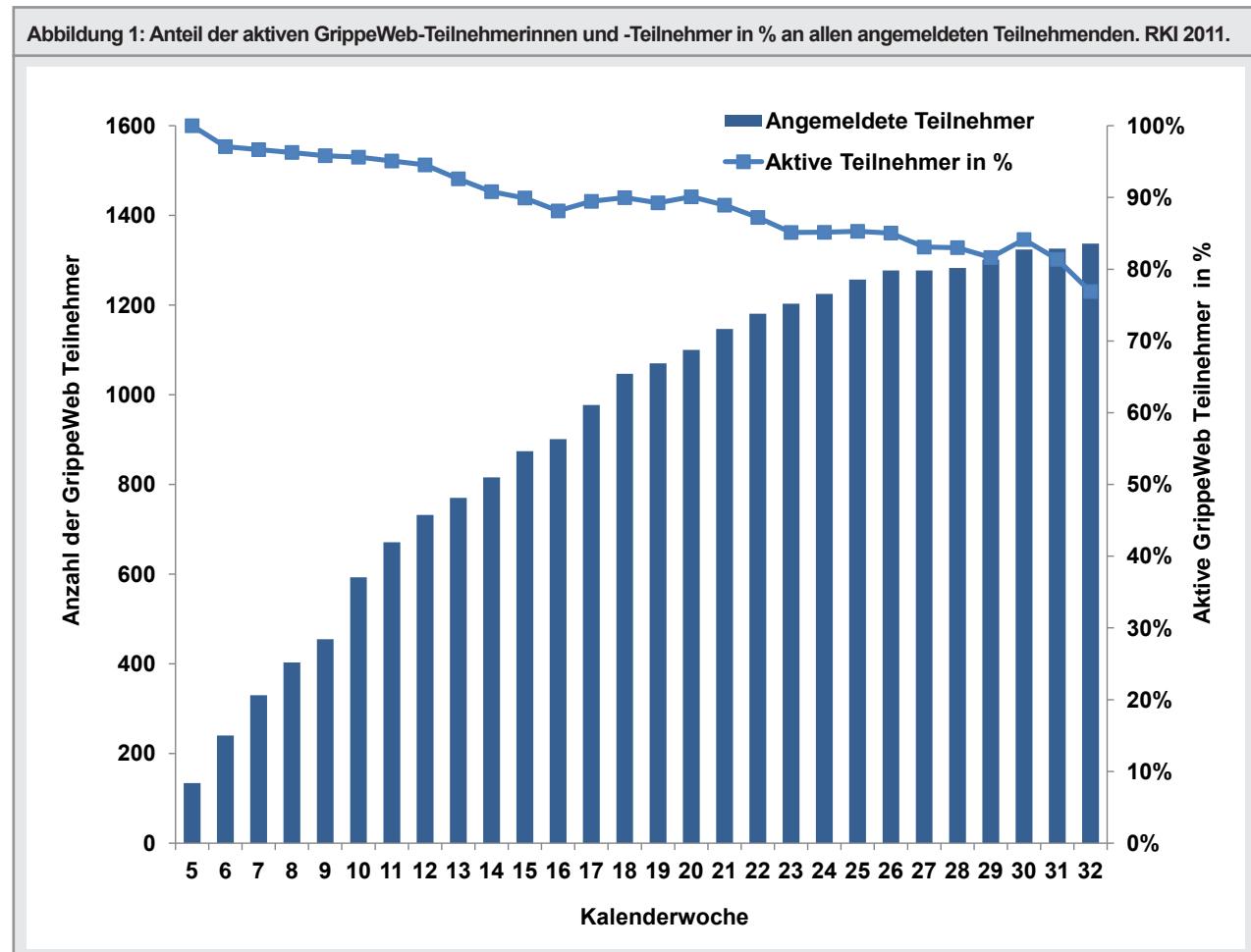
Durch die Online-Erhebung ist eine rasche Auswertung der gemeldeten Daten und Darstellung der Ergebnisse auf der Webseite möglich. Während aggregierte Ergebnisse für alle einsehbar sind und beispielsweise den Anteil der Teilnehmerinnen und

Teilnehmer mit einer neu aufgetretenen Atemwegserkrankung darstellen, gibt es individuelle Ergebnisse in Form eines Tagebuchs, die nur geschützt im Log-in-Bereich des jeweiligen Teilnehmenden einsehbar sind.

Gewinnspiel

Erfahrungen mit ähnlichen Projekten in anderen Ländern wie England und den Niederlanden haben gezeigt, dass für die Qualität der erhobenen Informationen eine kontinuierliche Teilnahme essenziell ist (Marquet 2006; van Noort 2007; Friesema 2009; Tilston 2010). Um einen zusätzlichen Anreiz für die regelmäßige Teilnahme zu schaffen, wurde daher bei GrippeWeb ein Gewinnspiel integriert: Durch ein kumulatives Punktesystem steigen die Chancen auf einen der ausgelobten Preise (wie Laptop etc.) je regelmäßiger die wöchentlichen Fragen bei GrippeWeb beantwortet werden.

Abbildung 1: Anteil der aktiven GrippeWeb-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer in % an allen angemeldeten Teilnehmenden. RKI 2011.



Analysis

Für die Auswertung wurden Daten von der 5. bis zur 33. Kalenderwoche verwendet und die tatsächliche Alters- und Geschlechterverteilung der deutschen Bevölkerung im Vergleich mit der GrippeWeb-Bevölkerung in Form einer gewichteten Analyse berücksichtigt.

Ergebnisse

Bis zum 21.08.2011 (33. Kalenderwoche) haben sich 1.361 Teilnehmerinnen und Teilnehmer registriert, von denen durchschnittlich mehr als 80 % regelmäßig die wöchentliche E-Mail beantwortet haben (Abbildung 1).

58 % der GrippeWeb-Teilnehmenden sind weiblich, das Alter aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer liegt zwischen 0 und 83 Jahren (Median= 39). Die Altersgruppe der 35- bis 59-Jährigen ist mit knapp 52 % am stärksten, die der über 59-Jährigen mit 7 % am schwächsten vertreten. Der Vergleich mit der deutschen Gesamtbevölkerung zeigt, dass die drei jüngsten Altersgruppen relativ ähnlich repräsentiert, die 35- bis 59-Jährigen leicht über- und

die der über 59-Jährigen deutlich unterrepräsentiert sind (Abbildung 2).

Die Teilnehmenden kommen aus 260 der 412 Stadt- und Landkreise Deutschlands (63 %). Aus Berlin und Brandenburg haben sich relativ mehr, aus Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen und Sachsen relativ weniger Teilnehmende im Vergleich zur tatsächlichen Verteilung der Gesamtbevölkerung angemeldet (Abbildung 3).

Seit Beginn von GrippeWeb wurden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern über 23.000 wöchentliche Meldungen abgegeben. Die wöchentlichen gemeldeten Raten von akuten Atemwegserkrankungen lagen bis zur 33. Kalenderwoche zwischen 5 und 10 %. In den ersten Wochen nach dem Start von GrippeWeb schwankten diese Raten wegen einer geringen Fallzahl noch deutlich, stabilisieren sich aber im Verlauf mit zunehmender Teilnehmerzahl (Abbildung 4).

Bei 18 % aller akuten Atemwegserkrankungen wurde angegeben, dass ein Arzt wegen der Beschwerden aufgesucht wurde. Am häufigsten erfolgte dies

Abbildung 2: Vergleich der Altersgruppen der GrippeWeb-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer (dunkelblaue Balken) mit der tatsächlichen Altersverteilung in der Bevölkerung (hellblaue Balken). RKI 2011.

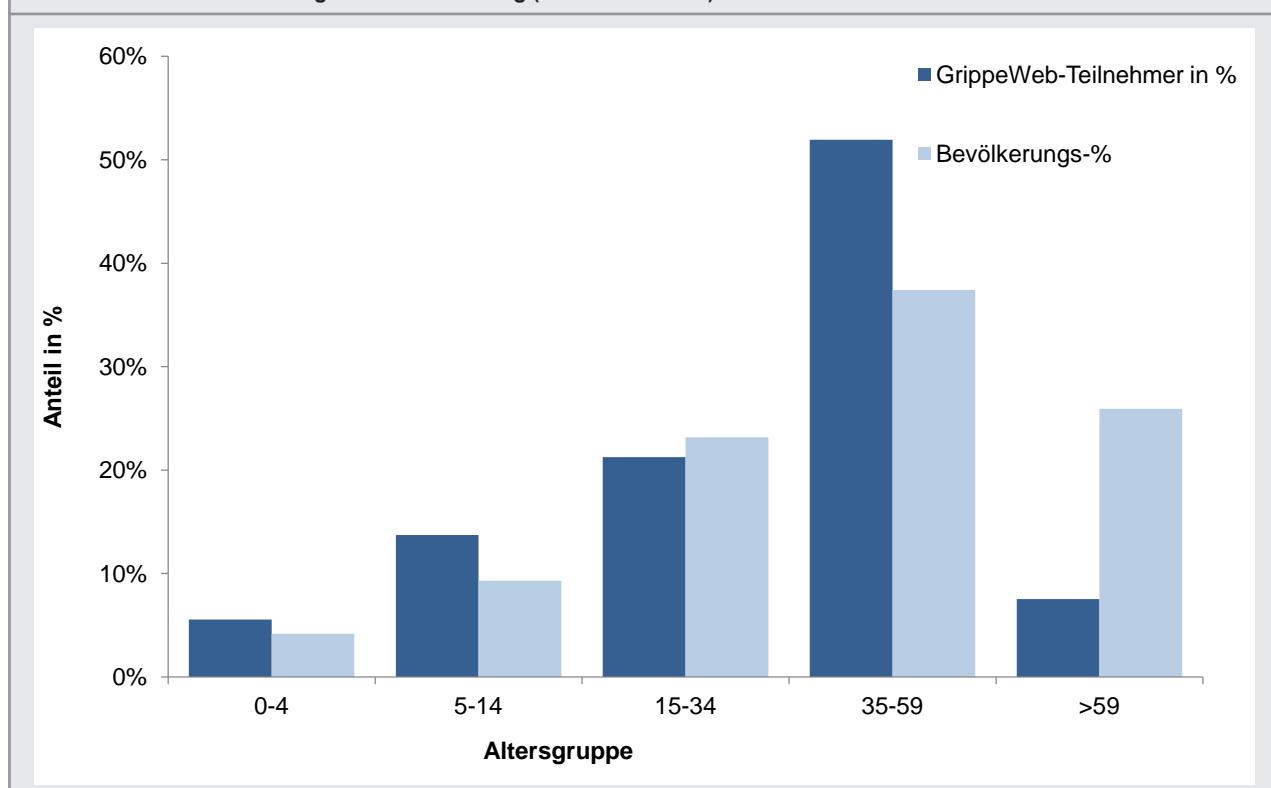


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der GrippeWeb-Teilnehmenden aus den einzelnen Bundesländern im Vergleich zur tatsächlichen Verteilung der Gesamtbevölkerung, RKI 2011.

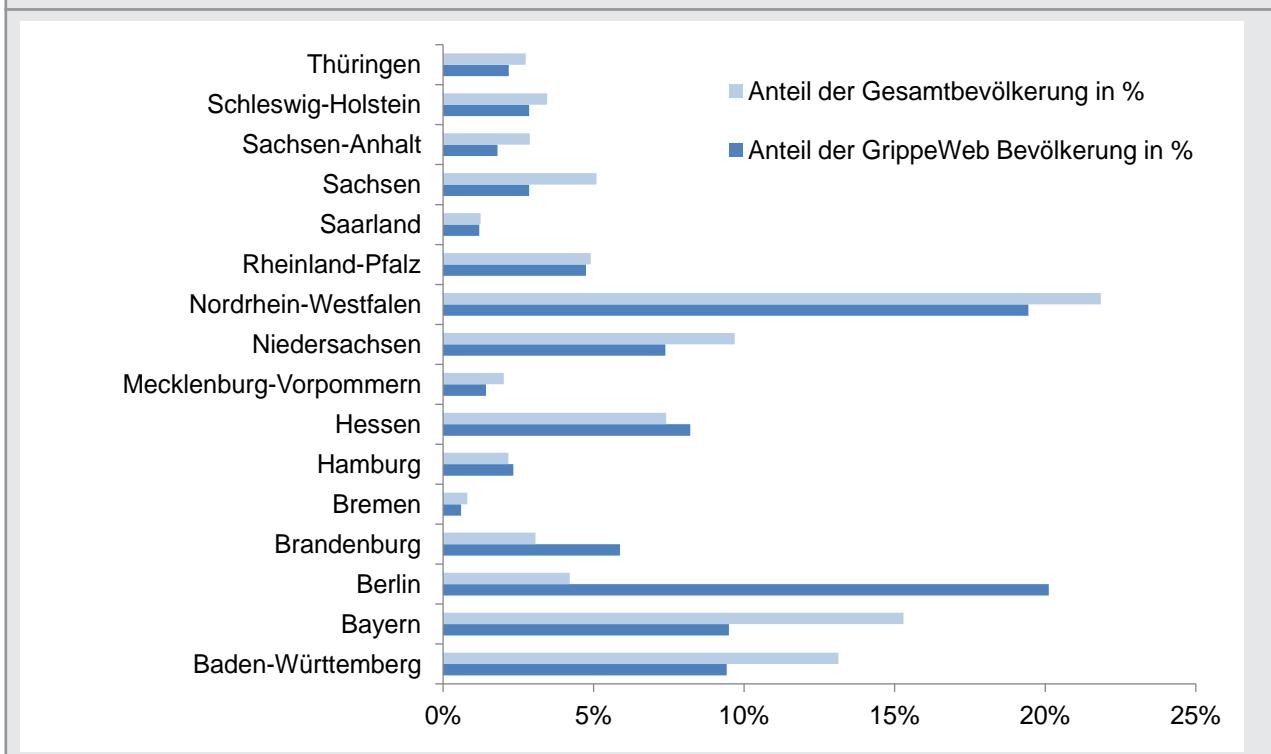


Abbildung 4: Anteil der GrippeWeb-Teilnehmenden, die in der jeweiligen Woche eine neu aufgetretene Atemwegserkrankung gemeldet haben, dargestellt als gewichtete Berechnung im gleitenden, dreiwöchentlichen Durchschnitt, RKI 2011.

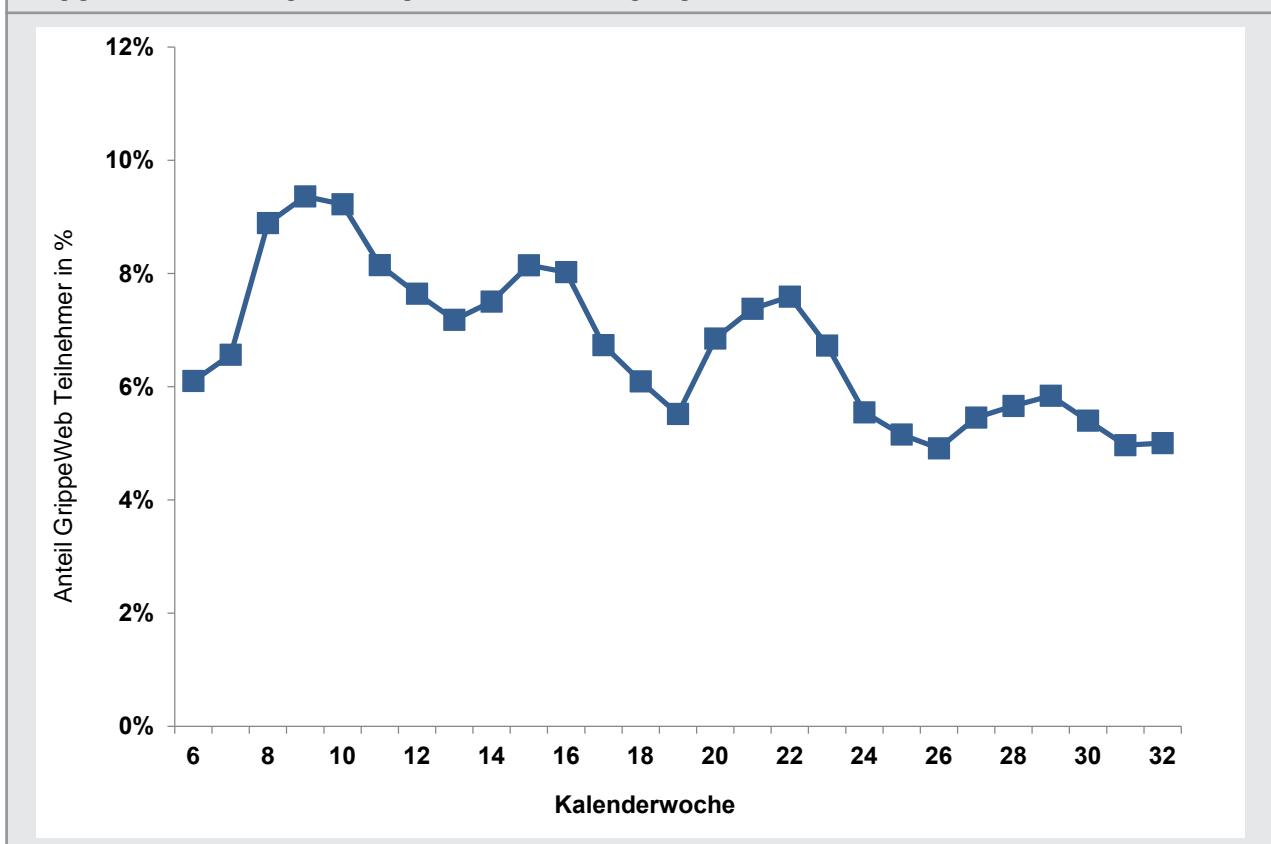
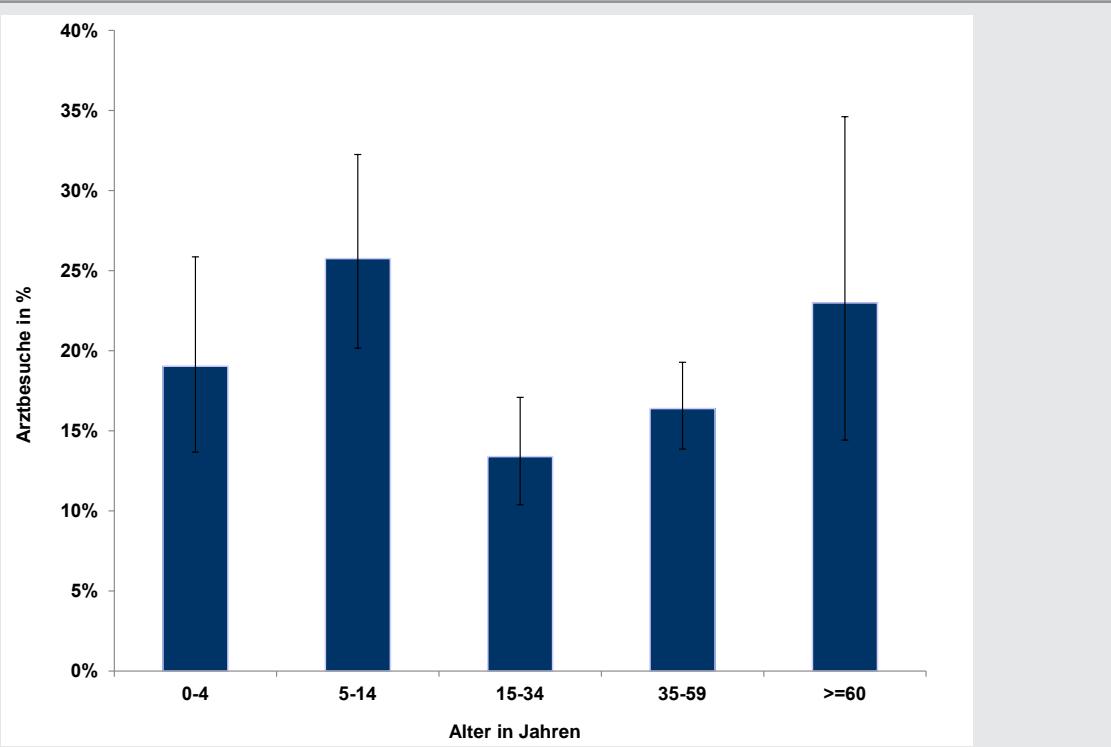


Abbildung 5: Anteil der GrippeWeb-Teilnehmenden (mit 95 % Vertrauensbereich) mit einer akuten Atemwegserkrankung, die wegen dieser Beschwerden einen Hausarzt aufgesucht haben; gewichtete Analyse, dargestellt für fünf Altersgruppen, RKI 2011.



bei Kindern unter 14 Jahren, gefolgt von der Altersgruppe der über 59-Jährigen (Abbildung 5).

Diskussion

Seit dem Start von GrippeWeb im März 2011 haben sich mehr als 1.300 Personen aus allen Bundesländern angemeldet, von denen 80 % regelmäßig die wöchentlichen Fragen beantworten. Die Daten zeigen, dass die wöchentlichen Raten akuter Atemwegsinfektionen zwischen 10 % in der 3. Februarwoche und 5 % in den ersten Augustwochen lagen. Etwa ein Fünftel aller Teilnehmenden suchte im Fall einer solchen Erkrankung einen Arzt auf.

Bei den Teilnehmenden überwiegen weibliche Personen und Personen aus der Altersgruppe der 35- bis 59-Jährigen. Über 59-Jährige Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind deutlich unterrepräsentiert. Dieser Effekt lässt sich vermutlich durch eine geringere Internetaffinität der über 59-Jährigen erklären.

GrippeWeb soll das etablierte System der Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI) ergänzen und darstellen, welcher Anteil von Personen mit einer akuten Atemwegserkrankung einen Arzt aufsucht. Wenn zugrunde gelegt wird, dass in allen Altersgruppen

relativ konstant etwa ein Fünftel der Patienten mit einer ARE einen Arzt aufsuchen, dann repräsentiert die über die AGI gemessene Konsultationsinzidenz etwa ein Fünftel der Erkrankungen an ARE auf Bevölkerungsebene. Aussagekräftiger werden die Zahlen jedoch während der ersten, nun kommenden Wintersaison sein.

Fazit

Schon nach wenigen Monaten hat sich gezeigt, dass sich GrippeWeb durch die rege Beteiligung aus der Bevölkerung mit mehr als 1.300 Teilnehmenden zur Beobachtung von akuten Atemwegserkrankungen auf Bevölkerungsebene eignet und eine sinnvolle Ergänzung zur AGI darstellt. Eine Erhöhung der Zahl der Teilnehmenden sollte dazu beitragen, das System an sich und die Repräsentativität der Stichprobe im Speziellen zu verbessern. Ein besonderer Dank geht an alle bisherigen Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Interessierte Personen können sich bei <http://www.grippeweb.rki.de> anmelden und an dem Projekt teilnehmen, Informationsmaterial zum Auslegen (z.B. Flyer) kann kostenfrei über [grippeweb\[at\]rki.de](mailto:grippeweb[at]rki.de) angefordert werden.

Weitere Informationen sind auf folgenden Internetseiten zu finden:

- <http://www.grippeweb.rki.de>
- <http://www.influenza.rki.de>

Literatur

Friesema IH, Koppeschaar CE, Donker GA, et al. (2009): Internet-based monitoring of influenza-like illness in the general population: experience of five influenza seasons in The Netherlands. In: *Vaccine* 27(45): 6353–6357.

Marquet RL, Bartelds AI, van Noort SP, et al. (2006): Internet-based monitoring of influenza-like illness (ILI) in the general population of the Netherlands during the 2003–2004 influenza season. In: *BMC Public Health* 6: 242.

Michaud CM, Murray CJ, Bloom BR (2001): Burden of disease--implications for future research. In: *JAMA* 285(5): 535–539.

Robert Koch-Institut (2010): Arbeitsgemeinschaft Influenza. Bericht zur Epidemiologie der Influenza in Deutschland Saison 2009/10. Robert Koch-Institut. Berlin.

Tilston NL, Eames KT, Paolotti D, et al. (2010): Internet-based surveillance of Influenza-like-illness in the UK during the 2009 H1N1 influenza pandemic. In: *BMC Public Health* 10: 650.

van Noort SP, Muehlen M, Rebelo de Andrade H, et al. (2007): Gripenet: an internet-based system to monitor influenza-like illness uniformly across Europe. In: *Euro Surveill* 12(7): E5-6.

Kontakt

Dr. med. Cornelius Remschmidt
Robert Koch-Institut
Respiratorisch übertragbare Erkrankungen
DGZ-Ring 1
13086 Berlin
E-Mail: RemschmidtC[at]rki.de oder
GrippeWeb[at]rki.de

[RKI]

Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede in Deutschland

Mortality, cause-of-death statistics and regional differences in Germany

Elisabeth Gaber

Abstract

In Germany the mortality rate has fallen sharply over the last 20 years, more so in former East Germany than in the West, so that a convergence has taken place. The main remaining discrepancy between East and West is among 15- to 64-year-old men. The mortality of men is significantly higher than that of women in virtually all age groups, a fact that has remained very stable over time. Men's average life expectancy in Germany is currently about five years lower than that of women. Only one or two years of these are regarded as being determined by biological-constitutional factors; gender-related differences of behaviour – such as smoking, nutrition and risky behaviour – are more important. The development and existence of regional differences in mortality have diverse, sometimes mutually influencing causes. In this context socio-economic factors play an essential role, as well as migration and selection effects. Cardiovascular diseases and cancer are dominant causes of death in Germany.

Zusammenfassung

In Deutschland ist die Sterblichkeit in den letzten 20 Jahren stark gesunken, in den neuen Bundesländern noch stärker als in den alten, sodass eine Annäherung stattgefunden hat. Eine Ost-West-Diskrepanz besteht aber vor allem noch bei den 15- bis 64-jährigen Männern. Im Vergleich zu den Frauen ist die Sterblichkeit der Männer mit großer zeitlicher Stabilität in nahezu allen Altersgruppen erheblich höher. Ihre mittlere Lebenserwartung liegt in Deutschland derzeit rund fünf Jahre unter der von Frauen. Als biologisch-konstitutionell bedingt gelten davon nur ein bis zwei Jahre, geschlechtsdifferente Verhaltensweisen, wie zum Beispiel Rauchen, Ernährung und riskantes Verhalten, haben jedoch eine große Bedeutung. Die Herausbildung und das Bestehen regionaler Sterblichkeitsunterschiede haben vielfältige, sich auch wechselseitig beeinflussende Ursachen. Eine wesentliche Rolle spielen sozioökonomische Faktoren sowie Wanderungs- und Selektionseffekte. Als Todesursachen dominieren in Deutschland die Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen.

Einleitung

Das im April 2011 erschienene Themenheft 52 „Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede“ (RKI 2011) der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (GBE) stellt zahlreiche Aspekte der Sterblichkeitsentwicklung in Deutschland dar. Im vorliegenden Beitrag werden einige wesentliche Aspekte dieser Entwicklung beschrieben.

Mittlere Lebenserwartung

Die mittlere Lebenserwartung ist in den letzten 20 Jahren weiterhin kontinuierlich gestiegen, sie betrug 2006/08 für Frauen 82,40 und für Männer 77,17 Jahre. Die Werte der Bundesländer reichten dabei bei den Frauen von 81,12 Jahren (Saarland) bis 83,33 Jahre (Baden-Württemberg), bei den

Männern von 75,09 Jahren (Sachsen-Anhalt) bis 78,58 Jahre (Baden-Württemberg).

Zu Beginn der 1990er Jahre war die Sterblichkeit von Männern und Frauen in nahezu allen Altersgruppen in den neuen Bundesländern deutlich höher als in den alten. In den neuen Bundesländern sank die Sterblichkeit aber stärker als in den alten, sodass eine Annäherung stattgefunden hat. Es bleibt jedoch eine Ost-West-Diskrepanz vor allem bei den 15- bis 64-jährigen Männern (**Abbildung 1**).

Die Sterblichkeit der Männer ist mit großer zeitlicher Stabilität in nahezu allen Altersgruppen erheblich höher als die der Frauen. Ihre mittlere Lebenserwartung liegt in Deutschland derzeit rund fünf Jahre unter der von Frauen. Als biologisch-konstitutionell bedingt gelten davon nur ein bis zwei Jahre,



geschlechtsdifferentes Verhalten, wie zum Beispiel Rauchen, Ernährung und riskantes Verhalten, haben eine große Bedeutung.

Ursachen regionaler Unterschiede

Die Herausbildung und das Bestehen regionaler Sterblichkeitsunterschiede haben vielfältige, sich auch wechselseitig beeinflussende Ursachen. Meist liegt für eine Region eine Mischung beziehungsweise eine Kombination von Faktoren vor, deren jeweilige Einflüsse oft schwer zu trennen sind. Es ist auch davon auszugehen, dass die aktuell zu beobachtenden regionalen Sterblichkeitsunterschiede nicht nur durch die derzeitigen Verhältnisse bedingt sind, sondern auch durch längerfristige Veränderungsprozesse und weiter zurückliegende Einflüsse.

Es gibt Sterblichkeitsunterschiede zwischen den Bundesländern und auch innerhalb dieser, Sterblichkeiten und Einflussfaktoren ergeben sich quasi als Durchschnitte von wiederum kleineren Regionen. Als mögliche Ursachen für regionale Sterblichkeitsunterschiede kommen im Prinzip alle Faktoren in Frage, die nachweislich einen Einfluss auf Lebensqualität, Gesundheit und Krankheit haben.

Allgemeine äußere und individuelle Einflussfaktoren

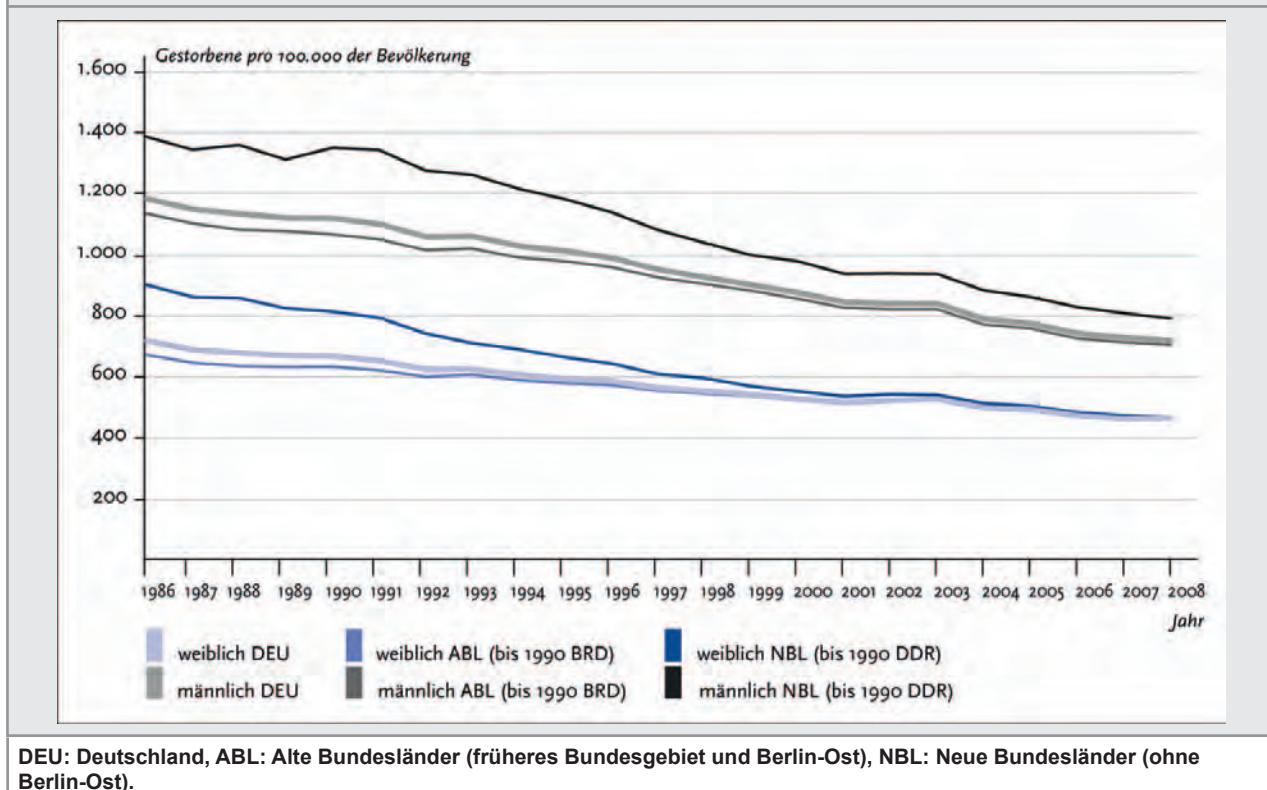
Einerseits spielen regional bedingte sowie auch kulturell gewachsene Faktoren eine Rolle, die auf alle Bevölkerungsschichten einwirken (sogenannte Makroebene), zum Beispiel geografische Lage, Landschaft, Klima, Luft- und Trinkwasserqualität, regionale Ess- und Trinktraditionen, Lebensstilmuster, Siedlungsgrößen und -struktur, Wirtschaftsstruktur, Sozialstruktur, Infrastruktur, Verkehrsnetz, Lärmbelastung, Wanderungsdynamik. Dazu gehören auch regionale Unterschiede in der gesundheitlichen Versorgung. Andererseits sind auch eher individuelle Einflussfaktoren (sogenannte Mikroebene) auf die Gesundheit regional unterschiedlich verteilt, etwa Bildung, Einkommen, Berufsgruppe, Wohnverhältnisse, familiäre Situation, individueller Lebensstil, Ernährungsverhalten, Rauchen, Alkoholkonsum, Inanspruchnahmeverhalten, ethnischer beziehungsweise Migrations-Hintergrund, soziale Netzwerke. Darüber hinaus bestehen zwischen den genannten Faktoren zahlreiche, sehr komplexe Zusammenhänge.

Sozioökonomische Faktoren

Ergebnisse vielfältiger Analysen lassen den Schluss zu, dass die Dimensionen sozialer Ungleichheit zu den wichtigsten sozialen Determinanten der Sterblichkeit beziehungsweise Lebenserwartung gehören. Ein deutlicher Zusammenhang besteht zum Beispiel in der Differenzierung nach Bundesländern zwischen der (altersstandardisierten) Sterbeziffer der Männer und dem durchschnittlichen verfügbaren Pro-Kopf-Einkommen der privaten Haushalte. Die Gesamtsterblichkeit der Männer hängt stärker mit Berufsstatus und Einkommen zusammen als die der Frauen. Sterblichkeitsunterschiede konnten für Frauen und Männer in Abhängigkeit vom Bildungsgrad gezeigt werden. Bildung wirkt sich unter anderem auf gesundheitsrelevante Verhaltensweisen beziehungsweise sogenannte gesundheitliche Lebensstile aus.

Eine Analyse für Bayern kam zu dem Ergebnis, dass 50 % der regionalen Varianz der Sterblichkeit auf wenige sozioökonomische Faktoren zurückzuführen seien (Steuereinnahmen pro Kopf, Anteil sozialversicherter Beschäftigter, Arbeitslosenrate, Bruttoinlandsprodukt, Anteil hochqualifizierter Arbeitnehmer). Die geografischen Muster der Sterblichkeit glichen denen aus früheren Analysen.

Abbildung 1: Allgemeine Sterblichkeit nach Geschlecht und Regionen 1986–2008, Gestorbene pro 100.000 der Bevölkerung, altersstandardisiert auf die alte Europabevölkerung. Quelle: Statistisches Bundesamt, Todesursachenstatistik.



Gefolgt wird daraus, dass eine Verringerung von regionalen Sterblichkeitsunterschieden auch von übergreifenden strukturellen Entwicklungsmöglichkeiten abhängt und nicht nur von spezifisch gesundheitspolitischen Interventionen.

Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen gesundheitlicher und sozialer Lage wurden in Nordrhein-Westfalen die 54 Kreise anhand ihrer Sozialstruktur sechs soziodemografisch unterschiedlichen Gebietstypen zugeordnet. Die niedrigste mittlere Lebenserwartung für Frauen und Männer zeigte sich für das als „Armutspool“ bezeichnete Cluster, für das eine ältere Bevölkerung, eine hohe Bevölkerungsdichte, ein hoher Ausländeranteil und Altindustrie kennzeichnend sind. Die höchste Lebenserwartung ergab sich für die „prosperierenden, suburbanen Kreise“ (eher höheres Einkommensniveau, ländliche und suburbane Kreise der Ballungszentren, niedrige Armuts- und Arbeitslosenzahlen) und die „Familienzone“ (niedriges bis mittleres Einkommensniveau, eher jüngere Bevölkerung, unterdurchschnittliche Armut- und Arbeitslosenquote, Stadtrandlage oder ländlich suburban).

Migrations- (Wanderungs-) und Selektionseffekte

Neben sozioökonomischen Faktoren sind Migrations- und Selektionseffekte bedeutsam für die Erklärung regionaler Sterblichkeitsunterschiede. Beispiele für Migrationseffekte sind die Auswanderung von gesunden, arbeitsuchenden Bevölkerungsschichten aus strukturschwachen und unattraktiven Regionen mit weniger beruflichen Aussichten und das Zurückbleiben von Bevölkerungsteilen mit höherer Krankheitslast und damit auch höherer Sterbewahrscheinlichkeit. Umgekehrt betrifft eine solche sogenannte selektive Migration die Zuzüge. Diese werden mit geringerer Sterblichkeit in Verbindung gebracht. Der Begriff „healthy migrants“ meint den Zuzug von gesunden, oft gut gebildeten Menschen in strukturell oder landschaftlich attraktive Regionen. Die Wanderung zwischen attraktiven und weniger attraktiven Regionen trifft in großem Ausmaß auf die Wanderungen von Ost- nach Westdeutschland nach der Wiedervereinigung Deutschlands zu, aber auch auf kleinräumigere Wanderungen in bevorzugte Wohngegenden. Selektionseffekte nach Einkommen und Bildung zeigen sich zum Beispiel in der Sterblichkeit in unterschiedlichen Stadtteilen von Berlin oder München.

Für Hessen und Mecklenburg-Vorpommern konnte gezeigt werden, dass die Lebenserwartung zwischen städtischen und ländlichen Regionen beträchtlich variiert: Die mittlere Lebenserwartung in der Stadt lag um mehrere Jahre über der in den Landkreisen. Zu den Ursachen zählen neben besserer medizinischer Versorgung und kürzeren Rettungswegen in städtischen Regionen selektive Wanderungsprozesse mit einer nicht-zufälligen Bevölkerungsumverteilung.

Regionale Unterschiede der vorzeitigen Sterblichkeit

Interessante regionale Unterschiede zeigen sich für die sogenannte vorzeitige Sterblichkeit (unter 65 Jahren). Auch diese variiert zwischen den Bundesländern und kann wiederum in Regionen innerhalb der Bundesländer sehr verschieden sein (**Abbildung 2**). Für Frauen und Männer ist die vorzeitige Sterblichkeit im Süden Deutschlands geringer als im Norden insgesamt. Während für die Männer aber im Nordosten Deutschlands die vorzeitige Sterblichkeit immer noch höher ist als im Nordwesten, ist es für die Frauen in diesen Regionen inzwischen eher umgekehrt.

Todesursachen

Als Todesursachen dominieren in Deutschland Krankheiten des Kreislaufsystems und Krebserkrankungen (**Abbildung 3**). Bei der Sterblichkeit unter 65 Jahren haben die Neubildungen den größten Anteil. Die Sterblichkeit an Herz-Kreislaufkrankheiten ist in den letzten 20 Jahren stärker gesunken als die Krebssterblichkeit.

Im Zusammenhang mit der Qualität der Todesursachenstatistik wird unter anderem über die Probleme und die Uneinheitlichkeit von ärztlicher Leichenschau und Todesursachenkodierung sowie über niedrige und zudem regional unterschiedliche Obduktionsraten diskutiert. Vor dem Hintergrund der Zuständigkeit von 16 Bundesländern gibt es Bemühungen um die Vereinheitlichung des Leichenschauformulars und der Kodierung der Diagnosen. Ein Ansatz dafür ist die Einführung eines einheitlichen elektronischen Kodiersystems in den statistischen Landesämtern.

Regionale Unterschiede zeigen die Todesursachenstatistik auch beim Anteil der Todesfälle mit unklarer beziehungsweise nicht ausreichend spezi-

Abbildung 2: Vorzeitige Sterblichkeit 2004–2006 nach Regionen, Gestorbene unter 65 Jahren pro 100.000 der Bevölkerung, altersstandardisiert auf die alte Europabevölkerung, 3-Jahres-Durchschnitte. Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Regionaldatenbank Deutschland; Berechnungen RKI.

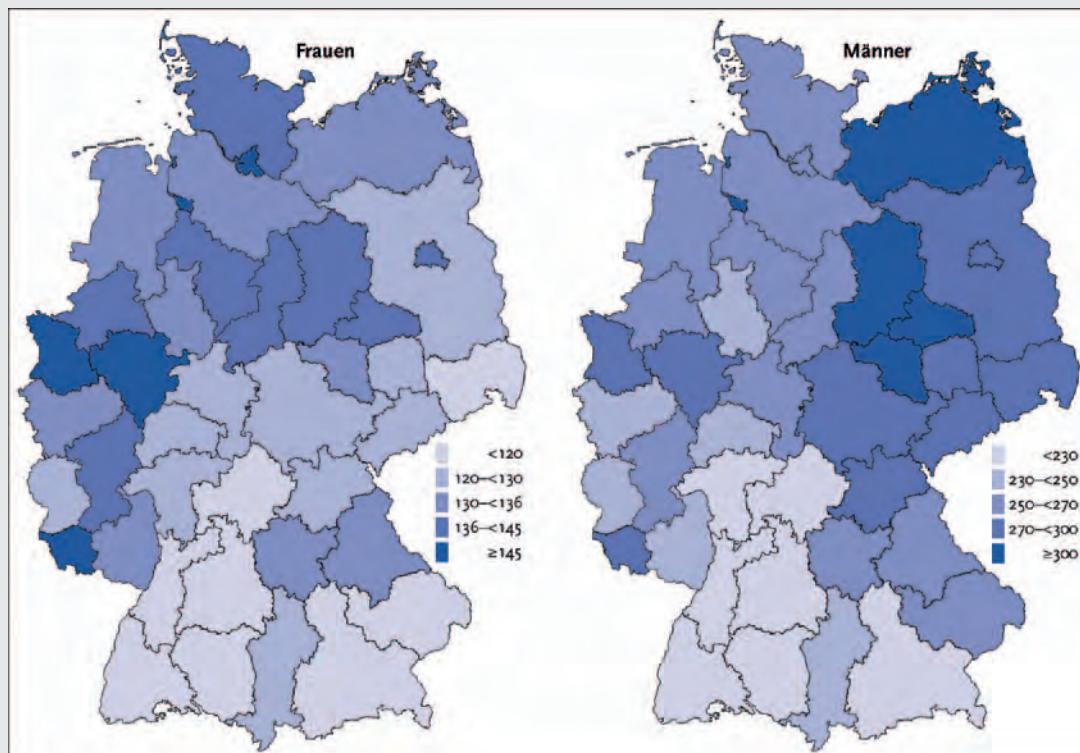
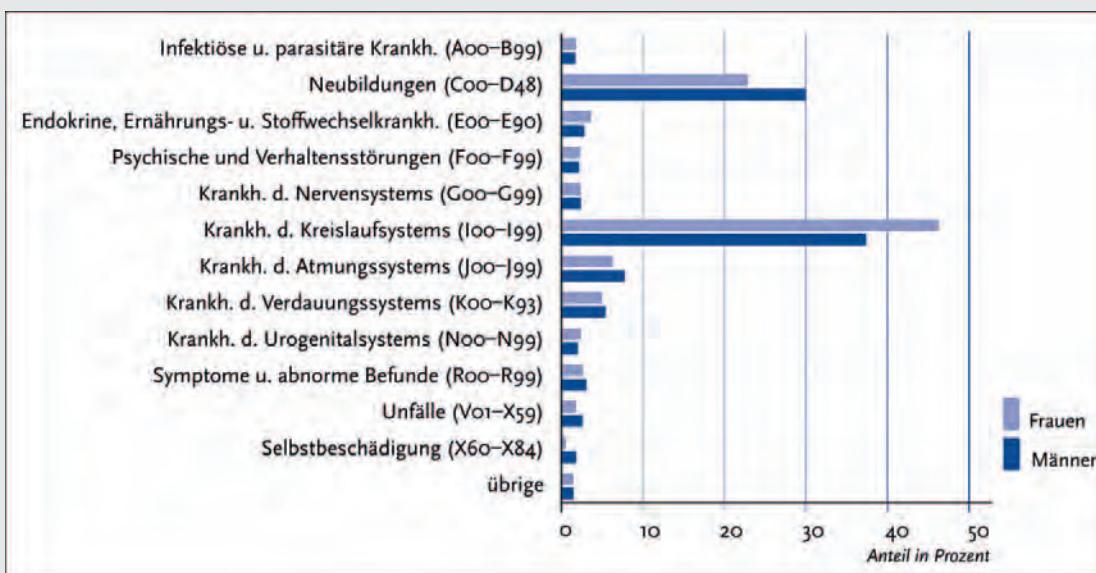


Abbildung 3: Anteile wichtiger Todesursachen an den insgesamt 442.788 Sterbefällen weiblicher Personen und 397.651 Sterbefällen männlicher Personen in Deutschland 2008 nach ICD-10. Quelle: Statistisches Bundesamt, Todesursachenstatistik.



fizierter Todesursache. Zudem gibt es Hinweise auf methodisch bedingte Unterschiede zwischen den Bundesländern bezüglich verschiedener todesursachenspezifischer Sterblichkeiten.

Weitere Informationen können dem GBE-Heft 52 „Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede“ entnommen werden, das über <http://www.rki.de> abgerufen werden kann. Gedruckte Exemplare können unter folgenden Adressen kostenlos beim Robert Koch-Institut angefordert werden:

Robert Koch-Institut
Gesundheitsberichterstattung
General-Pape-Str. 62-66
12101 Berlin
E-Mail: [gbe\[at\]rki.de](mailto:gbe[at]rki.de)
Fax: 030 18754 3513.

Literatur

RKI (2011): Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 52. Robert Koch-Institut.

Kontakt

Elisabeth Gaber
Robert Koch-Institut, Berlin
Abt. Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung
General-Pape-Straße 62-66
12101 Berlin
E-Mail: [GaberE\[at\]rki.de](mailto:GaberE[at]rki.de)

[RKI]

Messung und Bewertung von Gerüchen aus Bauprodukten für den Innenraum

Measurement and evaluation of odour emissions from building products for indoor usage

*Simone Brandt, Birgit Müller, Dirk Müller, Wolfgang Horn,
Jana Panašková, Wolfgang Plehn*

Abstract

Measuring and evaluating odour emissions from building products used in indoor spaces are becoming increasingly important for the construction of energy-efficient buildings. Intensive and unpleasant smells are not accepted by inhabitants and employees and may lead to negative health effects. Up to now a consistent measuring method for odour emissions has not been available. A measuring method and also concrete standards for the assessment of odours by using reasonableness of smells have now been developed in succeeding research projects. The procedure uses a panel of test persons to determine the strength (intensity) and impression (hedonic appraisal) of odour and is linked to the already well established measurement of the emission of volatile organic compounds from building products. At the moment the new procedure is tested in practice at different laboratories. Evaluating odour emissions helps manufacturers to develop products with low or very low odour emissions. The labeling of low-odour building products with the environmental label Blue Angel gives consumers an orientation for purchase.

Zusammenfassung

Messung und Bewertung von Gerüchen aus Bauprodukten für den Innenraum gewinnen vor allem durch den zunehmenden Bau energieeffizienter Gebäude an Bedeutung. Intensive und unangenehme Gerüche werden von Bewohnerinnen, Bewohnern und Angestellten nicht akzeptiert und können auf Dauer krank machen. Bislang stand noch kein allgemein anerkanntes Messverfahren zur Verfügung. Dieses wurde nun in Forschungsprojekten entwickelt, wobei auch konkrete Bewertungsvorschläge zur Zumutbarkeit von Gerüchen gemacht wurden. Das Verfahren ist an die Messung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aus Bauprodukten gekoppelt und nutzt Probanden, um die Geruchsstärke (Intensität) und den Geruchseindruck (Hedonik) zu ermitteln. In der Praxis wird das Verfahren nun an verschiedenen Stellen erprobt. Die Bewertung der Geruchsemissionen gibt der Industrie die Möglichkeit, geruchsarme Produkte zu gestalten. Die Kennzeichnung geruchsarmer Bauprodukte mit dem Umweltzeichen Blauer Engel erleichtert Verbraucherinnen und Verbrauchern die Orientierung beim Einkauf.

Einleitung

Räume in denen starke, unangenehme Gerüche vorhanden sind, werden von den Nutzerinnen und Nutzern heute kaum noch toleriert. Intensive Gerüche aus Bauprodukten sind unzumutbare Belastungen, die das Wohlbefinden beeinflussen und auf Dauer krank machen können. Auch die europäische Bauproduktenverordnung fordert, dass Bauprodukte die Gesundheit der Gebäudebenutzerinnen und -nutzer nicht beeinträchtigen dürfen (Verordnung (EU) Nr. 305/2011). Die Reduzierung der Freisetzung von Gerüchen aus diesen ist daher eine notwendige und zu bewältigende Aufgabe.

Hinzu kommt, dass Gerüche im Innenraum einen wesentlichen Einfluss auf das Lüftungsverhalten der Nutzerinnen und Nutzer haben können. Durch häufigeres und längeres Lüften kann es somit während der Heizperiode zu einem deutlichen Energiemehrverbrauch kommen (IRK 2006). Die technischen Maßnahmen, die im Zuge der Energieeinsparverordnung getroffen werden, um den Energiebedarf von Gebäuden zu senken, zum Beispiel eine effektive Dämmung und eine Verringerung von Wärmeverlusten durch ungewollten Luftaustausch über Fugen und Dichtigkeiten, greifen daher nicht mehr in ihrer vollen Wirksamkeit, wenn Gerüche aus Bau-

produkten zu unzumutbaren Belästigungen führen. Wirklich energieeffiziente Gebäude können daher nur mit emissions- und geruchsarmen Baumaterialien erstellt werden (Panašková et al. 2011).

Die sensorische Prüfung als Teil der Emissionsprüfung von Bauprodukten

Emissionen aus Bauprodukten können die Qualität der Raumluft erheblich beeinflussen. Das Schema des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB-Schema) bewertet die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. Da VOC-Emissionen häufig mit Gerüchen einhergehen, ist die sensorische Prüfung ein wichtiges Element bei der Bewertung von Bauprodukten und auch im AgBB-Schema vorsorglich verankert. Bislang konnte sie jedoch nicht in die tatsächliche Bewertung eingebbracht werden, da noch kein abgestimmtes und allgemein anerkanntes Verfahren zur Verfügung stand (AgBB 2010). **Tabelle 1** gibt einen Überblick zu den Anforderungen des AgBB-Schemas.

In einem vom Umweltbundesamt (UBA) finanzierten Forschungsprojekt haben das Hermann-Rietzschel-Institut (HRI) der Technischen Universität Berlin, die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen) nun ein Bewertungsverfahren durch praktische Anwendung erprobt und einen Vorschlag für eine Bewertung von Gerüchen aus Bauprodukten entwickelt (Müller et al. 2011). Damit steht ein Geruchsmessverfahren zur Verfügung, welches sich in das

AgBB-Schema integrieren lässt. Die Geruchsmessung lässt sich dabei an die Emissionsmessung koppeln, wodurch der Mehraufwand für die zusätzliche Messung so gering wie möglich gehalten wird.

Das Verfahren der sensorischen Messung und Bewertung

Trotz immer besserer Analysemöglichkeiten und der Entwicklung „künstlicher Nasen“ gelingt es bis heute nicht, die menschliche Nase bei der Bestimmung der empfundenen Luftqualität zu ersetzen. Längst sind nicht alle Stoffe erfasst, die beim Menschen eine Geruchsempfindung auslösen können und selbst wenn dem so wäre, könnten technische Messverfahren noch keine Aussage über die Geruchswirkung unterschiedlicher komplexer Gemische treffen.

Im Projekt nutzten die Fachleute ein Verfahren, bei welchem Probanden den Geruch von Bauprodukten nach vorgegebenen Fragestellungen bewerteten. Vorteil des Verfahrens ist, dass es das von Mensch zu Mensch variierende Riechvermögen berücksichtigt, indem der Geruch bei der Bewertung mit Hilfe mehrerer sensorischer Messgrößen ermittelt werden kann: empfundene Intensität (Geruchsstärke), Hedonik (Geruchseindruck) und Akzeptanz. Zudem wird der Einfluss der subjektiven Wahrnehmung auf das Versuchsergebnis durch die Verwendung von Vergleichsquellen bei der Bewertung der empfundenen Intensität reduziert, da alle Mitglieder einer Versuchsgruppe die Qualität anhand des gleichen Maßstabes bewerten.

Tabelle 1: Anforderungen des AgBB-Schemas (AgBB 2010; Dürkop et al. 2007).

Wann ist ein Bauprodukt für die Verwendung im Innenraum geeignet?

Erste Messung am 3. Tag	TVOC < 10 mg/m ³ Summe aller detektierbaren Kanzerogene < 0,01 mg/m ³ Sensorische Prüfung¹⁾
Zweite Messung am 28. Tag	TVOC < 1,0 mg/m ³ Σ SVOC < 0,1 mg/m ³ Summe aller detektierbaren Kanzerogene < 0,001 mg/m ³ Bewertbare Stoffe: alle VOC mit NIK: R < 1 Nicht bewertbare Stoffe: Summe aller VOC ohne NIK: < 0,1 mg/m ³ Sensorische Prüfung¹⁾

VOC: alle Einzelstoffe flüchtiger organischer Verbindungen im Bereich C6 bis C22

TVOC: Summe aller Einzelstoffe von VOC > 5 µg/m³

SVOC: alle Einzelstoffe schwerflüchtiger organischer Verbindungen im Bereich > C16 bis C22

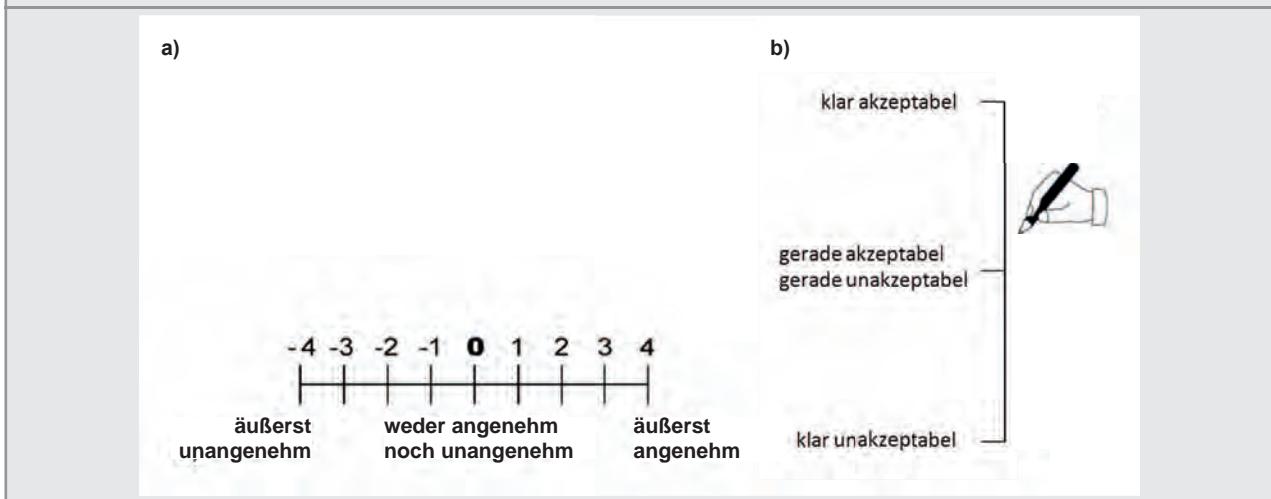
Σ SVOC: Summe aller Einzelstoffe von SVOC > 5 µg/m³

NIK: Niedrigste interessierende Konzentration (Werte für über 170 Substanzen)

R: eine Verhältniszahl, gebildet aus gemessener VOC-Konzentration zu NIK

¹⁾ vorsorglich aufgenommen, ohne das abgestimmtes Verfahren zur Verfügung steht

Abbildung 1: Bewertungsskalen für a) Hedonik und b) Akzeptanz (Müller et al. 2011).



Die drei sensorischen Messgrößen werden im Folgenden beschrieben und die Bewertungsskalen in **Abbildung 1** dargestellt.

Empfundene Intensität – Geruchsstärke

Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Nase auf verschiedene geruchsaktive Substanzen ergibt beim Probanden die empfundene Intensität Π (Maßeinheit pi) der in der Luft enthaltenen Geruchsstoffe. Unter Einsatz eines Vergleichsmaßstabes kann die Intensität einer Probe unter Verwendung von Referenzproben eingeordnet werden. Die Probanden vergleichen dabei die Intensität einer unbekannten Probe mit ihnen bekannten und vorgegebenen Intensitäten (i.d.R. in Abstufungen zwischen 0 und 15 pi) des Referenzstoffes Aceton. Die Bewertung der unbekannten Probe kann beliebig höher erfolgen (Skala ist nach oben offen). Bei den Probanden handelt es sich um eine Gruppe von 8 bis 15 Personen, die für die Bestimmung der Intensität trainiert werden.

Hedonik – Geruchseindruck

Die emotionale Wirkung eines Geruches wird durch die Hedonik beschrieben. Die Probanden werden dazu aufgefordert, eine hedonische Note zu vergeben. Ihnen steht dazu eine neunstufige Skala von „äußerst unangenehm“ (-4) über „weder angenehm noch unangenehm“ (0) bis „äußerst angenehm“ (+4) zur Verfügung. Für diese Aufgabe werden die Probanden nicht trainiert. Es ist möglich, die Bewertung durch die kleine trainierte Probandengruppe mit Vergleichsmaßstab durchführen

zu lassen oder durch eine große untrainierte Gruppe von Probanden.

Akzeptanz

Mit der Messgröße Akzeptanz wird ermittelt, ob die Probanden mit der ihnen dargebotenen Luft zufrieden sind. Die Probanden geben an, ob sie die Luftprobe als akzeptabel oder unakzeptabel empfinden, wenn sie sich vorstellen, dieser Luft längere Zeit ausgesetzt zu sein.

Die Probanden beurteilen die Akzeptanz von „klar unakzeptabel“ bis „klar akzeptabel“ auf einer kontinuierlichen Skala, wobei der Schieber zur Bewertung beliebig verschoben werden kann. Die Skala ist hierbei in zwei Skalenteile unterteilt, wobei ein Teil von „klar unakzeptabel“ bis „gerade unakzeptabel“ und der andere Teil von „gerade akzeptabel“ bis „klar akzeptabel“ reicht. Aus den Antworten wird dann der prozentuale Anteil unzufriedener Personen ermittelt und als PD-Wert (Percentage Dissatisfied) angegeben.

Die Geruchsmessungen werden an die Emissionsmessungen gekoppelt. Im Projekt wurden dazu die ausgewählten Bauprodukte in verschiedenen Emissionsprüfkammern nach der Norm DIN EN ISO 16000-9 (Innenraumluftverunreinigungen – Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfammer-Verfahren) geprüft. Damit die Ergebnisse der Messungen vergleichbar sind, muss bei den Messungen die gleiche flächenspezifische Durchflussrate (spezifische Größe,

die sich aus den Variablen Kamervolumen, Probenfläche und Luftwechsel ergibt) eingestellt werden.

Durchführung der Geruchsmessung im Rahmen des Forschungsprojektes

Für die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojektes wurden 36 unterschiedliche Bauprodukte im Fachhandel ausgewählt. Dabei wurden viele Produkte mit dem Umweltzeichen Blauer Engel oder anderen Kennzeichen ausgewählt, die emissionsarme Eigenschaften von Produkten hervorheben. Die wesentlichen untersuchten Produkttypen waren Teppichböden, elastische Bodenbeläge aus PVC, Lino-leum und Kautschuk sowie Bodenbelagsklebstoffe. Zudem wurden ein Parkettboden, eine Dichtmasse und eine Ausgleichsmasse untersucht.

Die sensorische Prüfung erfolgte mit unterschiedlich großen Probandengruppen meist im Luftqualitätslabor des HRI, welches klimatisiert ist und durch eine Luftfilteranlage sowie die Einrichtung mit inerten Materialien (Glaswände, Edelstahlkonstruktionen) geruchsarm ausgestattet ist. Um möglichst objektive Messergebnisse zu erhalten, wussten die Probanden nicht, von welchem Gegenstand sie den Geruch bewerteten und durften sich untereinander nicht über die Messungen austauschen.

Die Probandengruppe, die die Intensität mit Hilfe des Vergleichsmaßstabes bestimmt, sollte aus 8 bis

15 Personen bestehen, die in einem Eingangstest ausgewählt werden. Für jede Messung standen aus dieser Gruppe 9 bis 14 Probanden zur Verfügung, die die Intensität der Proben mit Hilfe des Vergleichsmaßstabes bewerteten. Die Gruppe bewertete auch die Hedonik. Die Einzelbewertungen wurden statistisch ausgewertet (**Abbildung 2**), um die Güte der Bewertung zu ermitteln, das heißt, ob die Bewertung „gut“ oder „schlecht“ und die Streuung symmetrisch oder asymmetrisch war.

Für die Bestimmung der Messgröße-Akzeptanz muss eine größere Probandengruppe zur Verfügung stehen, um Ergebnisse mit einer größeren statistischen Sicherheit zu erreichen und das durchschnittliche Empfinden der Normalbevölkerung im Ergebnis widerzuspiegeln. Die Probandengruppe ohne Vergleichsmaßstab bestand aus circa 50 Personen wobei an den Messtagen jeweils 17 bis 25 Personen zur Verfügung standen.

Diese Probandengruppe musste zudem in einer einfachen Ja-Nein-Abfrage beantworten, ob sie die Luftqualität als tägliche Arbeitsumgebung für zumutbar empfindet. Die Zumutbarkeit wird prozentual als der Anteil positiver Antworten (zumutbare Luftprobe) im Verhältnis zur Anzahl aller Antworten angegeben.

Für die sensorische Prüfung muss den Probanden ein Probenvolumenstrom von über 0,7 l/s zur Verfügung stehen. Bei kleineren Kammern bis zu einer

Abbildung 2: Auswertung der Intensitätsbewertung eines Bodenbelagsklebstoffes mit Angabe der statistisch berechneten Größen (Müller et al. 2011).

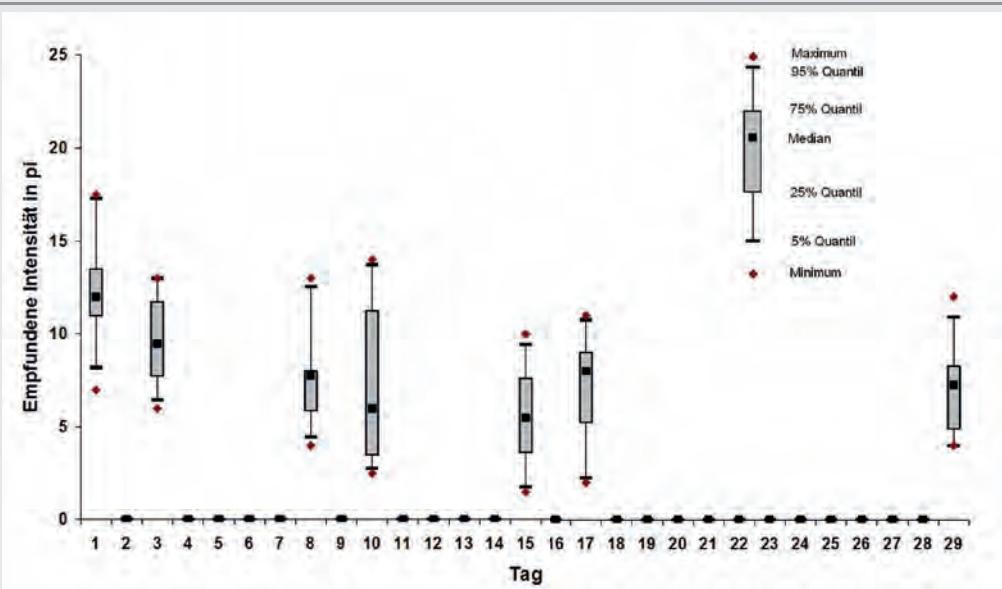
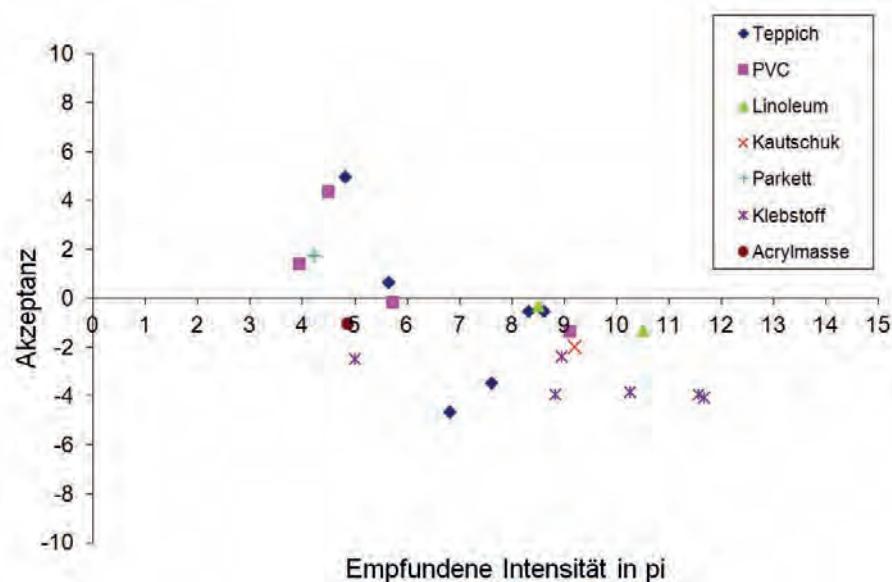


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen empfundener Intensität und Akzeptanz für Bauprodukte am 29. Tag (Müller et al. 2011).



Größe von einem Kubikmeter ist es nicht möglich, die Luftprobe direkt am Abluftstrom der Kammer zu bewerten, da dieser hohe Volumenstrom nicht realisiert werden kann. Im Projekt wurde daher ein Verfahren weiterentwickelt, bei dem die Luft aus der Kammer über einen Zeitraum von einigen Stunden in speziell angefertigten 300 Liter fassenden Kunststoffsäcken (Tedlar®-Behälter) gesammelt wird. Diese Säcke sind sogar transportfähig (auch in ein anderes Prüflabor). Mit Hilfe einer technischen Konstruktion, die einen gleichmäßigen Volumenstrom an den Trichtern des Vergleichsmäßigstabes garantiert, kann die Luft aus den Säcken den Probanden dargeboten werden. Wie auch an die Emissionskammern werden hohe Anforderungen an die Inertheit des eingesetzten Materials der Säcke gestellt. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Geruchsprüfung nicht gleichzeitig mit der Emissionsmessung erfolgen muss, sondern bis zu einem Tag später möglich ist.

Die Ergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen sind vollständig auf der Homepage des Umweltbundesamtes (<http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/schadstoffe-gerueche.htm>) zu finden. Die Auswertung der Messungen zeigt, dass die Akzeptanz von Gerüchen mit steigender Intensität sinkt und dass nur ein Teil der Bauprodukte als geruchlich akzeptabel eingestuft wird. **Abbildung 3** zeigt diesen Zusammenhang anhand der Ergebnisse des letzten Messtags.

Da die Produkte einzeln und nicht in Verbindung mit einem Aufbau untersucht wurden, kann daraus keine grundsätzliche Aussage über die Akzeptanz der Produktgruppe und ihr tatsächliches Verhalten im „realen“ Raum abgeleitet werden.

Die Ergebnisse zeigen auch, dass es für Bauprodukte einen charakteristischen Zusammenhang zwischen Hedonik und empfundener Intensität gibt. **Abbildung 4** verdeutlicht, dass mit steigender Intensität von Gerüchen die Hedonik in den unangenehmen Bereich übergeht.

Der Vorschlag einer Geruchsbewertung

In verschiedenen Projekten wurden in den letzten Jahren über 100 Bauprodukte geruchlich beurteilt. Auf der Grundlage dieser Kenntnisse wurde ein erster Vorschlag für die Bewertung erarbeitet. Dieser berücksichtigt, dass die Kosten der Prüfung auch von der Gruppengröße abhängig sind, weshalb diese unter Einhaltung einer zu ermittelnden statistischen Sicherheit möglichst klein sein sollte.

Abbildung 4: Zusammenhang zwischen empfundener Intensität und Hedonik für Bauprodukte am 29. Tag (Müller et al. 2011).

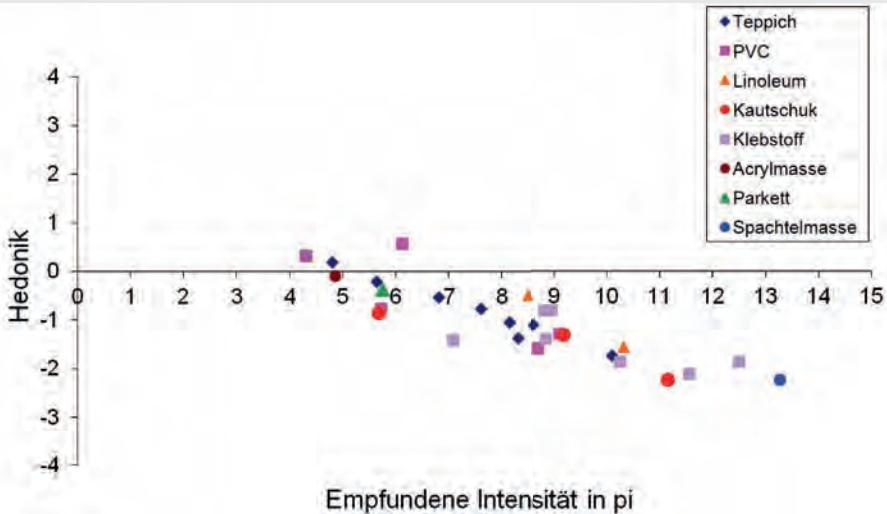
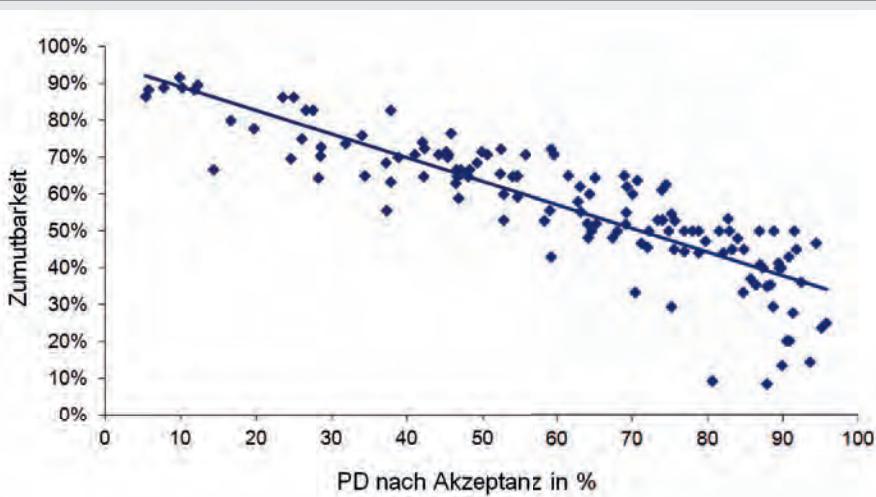


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Zumutbarkeit und dem PD-Wert (Müller et al. 2011).



Die Bestimmung der Intensität als Stärke des Geruchs ist dabei für die sensorische Bewertung der Bauprodukte am besten geeignet, da die Möglichkeit der Prüfung mit Hilfe eines Vergleichsmaßstabes zu Messergebnissen mit kleinster Standardabweichung führt und eine kleinere Probandengruppe notwendig ist. Die Hedonik muss in die Bewertung der Bauprodukte einbezogen werden, da ein intensiver Geruch nicht zwingend unangenehm ist und damit unakzeptabel wird.

Bei Zulassung einer Abweichung der sensorischen Größen von 10% der jeweiligen Skalengröße und 90-prozentigem Konfidenzintervall liegen die Bewertungen von acht Personen für die empfundene Intensität im Intervall von 0 bis + 2 pi und für die Hedonik von 0 bis 1 pi. Dies wurde bei der Ent-

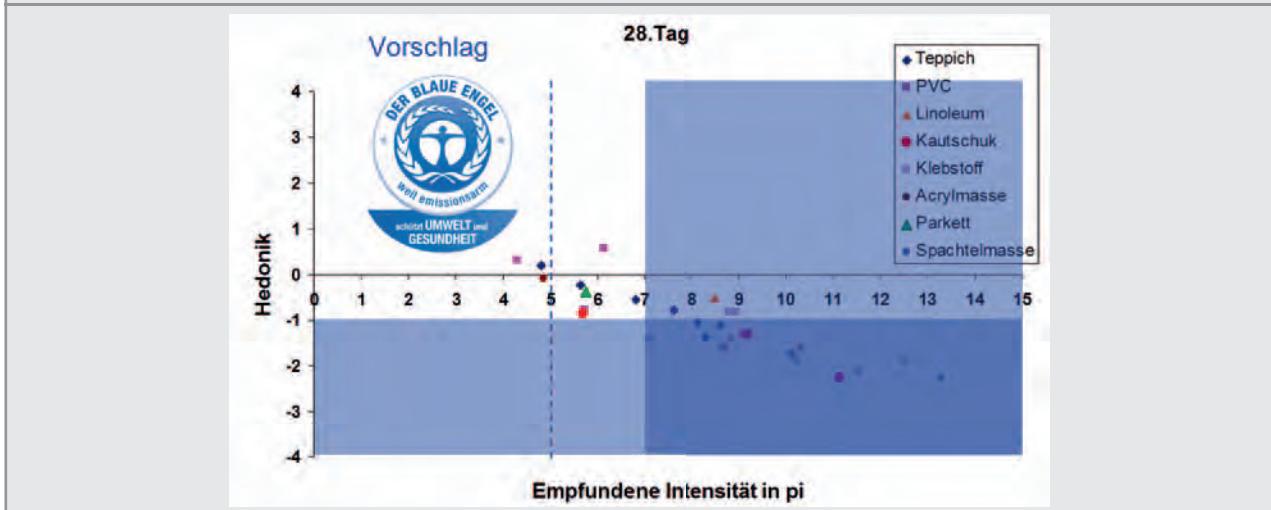
wicklung des Bewertungsmaßstabes (s. folgender Abschnitt) berücksichtigt.

Für eine breite Einführung der Geruchsmessungen eignet sich die Akzeptanz nicht, da hierfür eine große, untrainierte Probandengruppe von mindestens 50 Personen erforderlich wäre.

Ab wann ist ein Geruch nicht mehr zumutbar?

Das Projekt beschäftigte sich erstmalig auch mit der Frage der Zumutbarkeit bei der sensorischen Untersuchung von Bauprodukten. Die Zumutbarkeit beschreibt dabei nach übereinstimmender Auffassung der Mehrheit der Betroffenen die Höhe an noch tolerierbaren Belastungen durch Geruchsemissionen. Sie kann nicht mit der Akzeptanz gleichgesetzt wer-

Abbildung 6: Vorschlag der Geruchsbewertung beim Blauen Engel (Müller et al. 2011).



den, was sich in den Ergebnissen der Bewertung widerspiegelt. In **Abbildung 5** ist der Zusammenhang zwischen Zumutbarkeit und Prozentsatz Unzufriedener (PD-Wert), der aus der Akzeptanz berechnet wird, dargestellt. Bei einem PD-Wert von 30 % (d. h. 70 % der Probanden akzeptieren die Luftprobe) befinden 80 % der befragten Probanden die Luftprobe als tägliches Arbeitsumfeld für zumutbar. Wird also beispielsweise ein Bauprodukt als „nicht akzeptabel“ eingestuft, muss es noch längst nicht als „nicht zumutbar“ eingestuft werden.

In einem ersten Vorschlag für eine Bewertung im Rahmen der Vergabekriterien des Blauen Engels wird angenommen, dass 70 % der Probanden den Geruch als zumutbar beurteilen. Dieser Wert ergibt sich aus der vergleichenden Betrachtung mit der Bewertung der thermischen Behaglichkeit im Raum, wobei 30 % Unzufriedene der höchste vorkommende Wert ist. Dabei ergeben sich eine empfundene Intensität von 7 pi und eine Hedonik von -1 (jeweils unter Berücksichtigung der ermittelten Standardabweichung und der Annahme eines 90-prozentigen Konfidenzintervall). **Abbildung 6** zeigt, wie die Bauprodukte bei solch einer Bewertung abschneiden würden, wobei alle Bauprodukte in den blauen Bereichen nicht den vorgeschlagenen Kriterien entsprächen.

Die Eigenheiten der einzelnen Produktgruppen wurden bei diesem ersten Vorschlag nicht beachtet. So könnte es für den Blauen Engel je Produktgruppe unterschiedliche Grenzen für die empfundene Intensität und die Hedonik geben, um in den einzelnen Produktgruppen die besten am Markt

verfügbareren Produkte auszuzeichnen und den Verbraucherinnen und Verbrauchern damit eine Orientierung zu geben.

Wie geht es weiter?

Mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes stehen nun ein Messverfahren und Bewertungsmaßstäbe zur Verfügung, um Bauprodukte sensorisch zu bewerten. Geruchsarme Bauprodukte gehören bereits heute zu den Kriterien moderner Gebäudezertifizierungssysteme wie etwa beim Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude im Steckbrief Innenraumhygiene (<http://www.nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem-nachhaltiges-bauen-fuer-bundesgebäude-bnb.html>). Wie es im Rahmen der Praxiserprobung und bei der Normung weiter geht, ist im Folgenden beschrieben.

Praxiserprobung beim Blauen Engel und beim AgBB-Schema

Die Erprobung der Methodik an Bodenbelägen, Klebern und Spachtelmassen hat gezeigt, dass die Integration der sensorischen Bewertung in das AgBB-Schema und in die Vergabegrundlagen für das Umweltzeichen Blauer Engel nun möglich ist. Mit der Einführung der Geruchsbewertung in die Vergabekriterien des Blauen Engels wird eine gezielte Beschaffung gesundheitlich unbedenklicher und geruchsarmer Baustoffe möglich und die Industrie kann bei der Vermarktung besonders innovativer emissions- und geruchsarmer Bauprodukte unterstützt werden.

Seit Einführung des AgBB-Bewertungsschemas ist geplant, auch die von Bauprodukten ausgehenden Gerüche im Beurteilungsverfahren zu berücksichtigen. Am 5. Dezember 2011 führte der AgBB daher ein Fachgespräch mit Verbänden, Herstellern und Messinstitutionen durch, um einen Erfahrungsaustausch bei der Erfassung und Bewertung von Gerüchen zu ermöglichen. Dabei wurde auch das weitere Vorgehen zur Einführung einer Pilotphase besprochen, die im Jahr 2012 beginnen soll und etwa zwei Jahre dauern wird. Mit ihr soll eine breitere Datengrundlage für die Aufstellung eines Bewertungsmaßstabes geschaffen werden. Die Teilnahme an dieser Pilotphase ist freiwillig. Das Ziel ist, am Ende der Pilotphase ein anerkanntes Verfahren und für das nachhaltige Bauen möglichst viele als geruchsarm beurteilte Bauprodukte zu haben. Ob die Geruchsbewertung nach der Pilotphase in die bauaufsichtliche Zulassung von Produkten einfließen wird, ist dabei noch offen.

Prüfnormen für die Emission von Gerüchen aus Bauprodukten

Mit der neuen Norm DIN ISO 16000-28 „Innenraumluftverunreinigungen: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüfkammer“ wird ab Anfang des Jahres 2012 ein international anerkanntes Messverfahren zur Verfügung stehen. Die Norm berücksichtigt sowohl das Verfahren der Bewertung der Akzeptanz durch untrainierte Probanden als auch der empfundenen Intensität durch trainierte Probanden, wobei zusätzlich die Bewertung der Hedonik möglich ist.

Auch in Bezug auf die Bewertung von Gerüchen in der Innenraumluft findet das Messverfahren Anwendung. Die VDI-Richtlinie 4302 „Gerüche im Innenraum“, die ebenfalls ab 2012 zur Verfügung stehen wird, beschreibt das genaue Vorgehen.

Fazit

Die Ergebnisse des Projektes bilden die Grundlage für die Reduzierung der geruchlichen Emissionen aus Bauprodukten. Der Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher vor vermeidbaren geruchlichen Belastungen ist dabei das Ziel. Bauherren, Architekten und die öffentliche Beschaffung fragen verstärkt emissions- und geruchsarme Produkte nach, um möglichst schadstoffarme Gebäude zu errichten oder Gebäude entsprechend zu sanieren.

Die Normung und Praxiserprobung der Bewertung von Geruchsemissionen steht kurz vor dem Abschluss. Bis es soweit ist, sollten sich Bauherren, Bauträger, Verbraucherinnen und Verbraucher an der freiwilligen Kennzeichnung von emissionsarmen Bauprodukten mit dem Blauen Engel orientieren. Die Vergabe erfolgt an Produkte, die anerkannte Labore nach dem AgBB-Bewertungsschema geprüft haben. Die Anforderungen an die Emissionswerte sind allerdings strenger. Für einige Produktgruppen wie Bodenbeläge ist die Erfüllung der AgBB-Kriterien gemäß den Grundsätzen für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen des Deutschen Instituts für Bautechnik bereits verpflichtend.

Ausführliche Informationen zu den Vergabegrundlagen, den Umweltzeichenprodukten und den Zeichennehmern sind im Internet-Portal des Blauen Engels erhältlich: http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/uebersicht_vergabegrundlagen.php.

Literatur

AgBB (2010): Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) 2010. Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten. Umweltbundesamt. http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/dokumente/AgBB-Bewertungsschema_2010.pdf (Abrufdatum: 28.10.11).

Dürkop J, Horn W, Englert N et al. (2007): Bauprodukte: Schadstoffe und Gerüche bestimmen und vermeiden. Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Technische Universität Berlin Hermann-Rietschel-Institut, Umweltbundesamt. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3123.pdf> (Abrufdatum: 28.10.11).

IRK (2006): Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Energiesparen in Gebäuden und gute Raumluftqualität sind möglich. Stellungnahme der Kommission „Innenraumlufthygiene“ des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 49(3): 320–321.

Müller B, Horn W, Panaskova J et al. (2011): Sensorische Bewertung der Emissionen aus Bauprodukten – Integration in die Vergabegrundlagen für den Blauen Engel und das AgBB-Schema. Texte Nr. 35/2011. Umweltbundesamt. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4121.html> (Abrufdatum: 28.10.11).

Panašková J, Müller D, Streblov R et al. (2011): Effects of olfactory-relevant emissions from building materials on building-energy demand. Proceedings of Indoor Air 2011. Texas, USA. Paper 411.

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.

Kontakt

Simone Brandt
Fachgebiet III 1.4 „Stoffbezogene Produktfragen“
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau Roßlau
E-Mail: simone.brandt[at]uba.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Birgit Müller
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Wilhelminenhofstraße 75A
12459 Berlin
E-Mail: birgit.mueller[at]htw-berlin.de

Ausbau des Stromnetzes: Strahlenschutz, Information, Beteiligung – Bericht über ein Fachgespräch zur Risikokommunikation im Stromnetzausbau im Bundesamt für Strahlenschutz am 05.10.2011

Expansion of electric energy transmission networks: radiation protection, information, participation – Report on a Workshop at the Federal Office for Radiation Protection, 05.10.2011

Monika Asmuß

Abstract

Renewable energy sources are becoming more significant, especially after the decision of the German government to stop the utilization of nuclear power in future. Germany's electric energy transmission networks have to be expanded and optimized for connecting and integrating renewable energy sources and for the transmission of power from northern Germany to the load centres in the south and west. The extension of the power grid gives rise to many discussions in policy and society, e.g. about technical alternatives such as standard overhead lines versus underground cables, about limit values and precaution measures or about the question, how the public can participate in the process of decision making. All these topics were discussed by relevant experts ranging from network providers to citizens initiatives at the workshop organized by the BfS. The interesting and lively discussion gave valuable input about risk perception and will help us to improve our strategy in risk communication.

Zusammenfassung

Die Energiewende macht den Ausbau und die Verstärkung der Stromnetze notwendig. Die Stromnetze müssen insbesondere ausgebaut werden, um Strom aus erneuerbaren Energien aufzunehmen und zum Beispiel von Windparks im Norden zu den Verbrauchszentren im Süden und Westen Deutschlands transportieren zu können. Dieser Netzausbau führt zu erheblichen Diskussionsprozessen in verschiedenen Bereichen von Politik und Gesellschaft zum Beispiel über technische Alternativen wie Freileitungen oder Erdkabel, über Möglichkeiten zur Immissionsminderung, über Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen im Strahlenschutz oder über die Frage, wie die Partizipation der Öffentlichkeit am Entscheidungsprozess gewährleistet werden kann und soll. Das vom BfS organisierte Fachgespräch diente dem Informationsaustausch und der Diskussion dieser Themen mit wichtigen Experten, darunter Vertretern von Behörden, Stromnetzbetreibern, des Forums Netzintegration, Umweltorganisationen und Bürgerinitiativen. Das interessante und lebhafte Fachgespräch wird einen wichtigen Beitrag für die Information und Kommunikation des BfS zum Thema Strahlenschutz beim Ausbau der Stromnetze leisten.

Einleitung

Im Zusammenhang mit dem Stromnetzausbau stehen für das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) entsprechend seines Aufgabenfeldes Aspekte des Strahlenschutzes im Vordergrund. Das Fachgespräch sollte dem gezielten Informationsaustausch zwischen zentralen Akteuren dienen und die Möglichkeit zur Diskussion über Erwartungen und Erfahrungen bieten. Auch sollte die Rolle des BfS aus Sicht der Experten beleuchtet werden. Der Einladung folgten Vertreterinnen und Vertreter zahlreicher wichtiger Institutionen und Akteure, darunter der mit dem Thema befassten Bundes-, Landes-

und Kommunalbehörden, Netzbetreiber, Energieversorger, Wissenschaftler, Kommunikations- und Strategieberater, Bürgerinitiativen und Umweltorganisationen, der Deutschen Energieagentur GmbH (dena) sowie der Deutschen Umwelthilfe. Der Runde Tisch Elektromagnetische Felder (RTEMF) war vertreten und erfreulicherweise war es auch möglich, einen Blick über die nationalen Grenzen in die Nachbarländer zu werfen. Hierzu verhalfen uns Vortragende aus der Schweiz und den Niederlanden. Beleuchtet wurden sowohl Fragen der technischen Möglichkeiten beim Ausbau der

Höchstspannungsnetze als auch die neuen rechtlichen Rahmenbedingungen, Beteiligungsmöglichkeiten der Öffentlichkeit sowie Grenzwert- und Vorsorgeregelungen.

Technische Alternativen: Freileitung, Erdkabel, Gleichstrom, Gasisolierte Leitungen

Befasst man sich mit dem Thema Netzausbau, kommt man um die Auseinandersetzung mit den technischen Möglichkeiten nicht herum. In einem Vortrag wurden deshalb die Anforderungen sowie die technischen Alternativen des Netzausbaus und deren Vor- und Nachteile erläutert. Die Versorgungssicherheit Deutschlands muss auch in Zeiten zu geringer (oder zu hoher) Einspeisung erneuerbarer Energien gewährleistet sein, die erneuerbaren Energien zum Beispiel von Offshore- und Onshore-Windparks müssen ins Netz integriert werden, der Strom muss zu Lastschwerpunkten transportiert und beispielsweise Pumpspeicherprojekte müssen ans Netz angebunden werden.

Am Beispiel unterschiedlicher Mastbauformen wurde die Notwendigkeit dargestellt, verschiedene, zum Teil konkurrierende Anforderungen wie Immissionsminderung, Arbeitssicherheit und Versorgungssicherheit zu vereinbaren. Dass auch Erdkabel nicht unumstritten sind, wurde anhand eines im Energieleitungsausbaugetz (EnLAG) festge-

legten Erdkabel-Pilotprojekts beschrieben, in dem divergierende Interessenlagen zwischen Bürgerinitiativen (pro Erdkabel) und Landwirten (fürchten größere Nachteile wegen der Erdverdichtung durch schwere Maschinen bei Verlegung der Kabel) aufeinander trafen. Ein Vorteil der Erdkabel aus Strahlenschutzsicht liegt darin, dass die magnetischen Flussdichten zu den Seiten hin schneller abnehmen als bei Freileitungen. Über den Erdkabeln sind die auftretenden Feldstärken jedoch vergleichbar mit jenen unter Freileitungen. Mehrkosten für die teureren Erdkabel sind – so die Darlegungen auf dem Fachgespräch – in den meisten Fällen für die Stromnetzbetreiber jedoch nicht umlagefähig. Die Bundesnetzagentur (BNetzA), die gehalten ist, die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zu beachten, reguliert unter anderem die Netzentgelte, die die Netzbetreiber für die Nutzung von Leitungen verlangen dürfen.

Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) könnte den Netzausbau höchstens auf längeren Transportstrecken unterstützen, ist jedoch mit heute verfügbaren Systemen nicht für Vernetzungen geeignet. Diese Alternative zur Wechselstromtechnik wird bisher hauptsächlich zur Stromübertragung per Seekabel eingesetzt.

Auch gasisolierte Leitungen (GIL) wurden angesprochen. Diese Technik bietet den Vorteil, dass die Magnetfeldemissionen – zumindest nach Herstellerangaben – nur sehr gering sind. Auf dem Fachgespräch wurde allerdings dargelegt, dass GIL in der Montage aufwändig seien und keine Betriebserfahrung bei Verlegung im Boden bestehe.

„...und am Ende steht der Wutbürger?“

Ein Hauptthema war die Frage, wie die Öffentlichkeit beim Netzausbauprozess eingebunden werden kann und soll. Möglichkeiten und Grenzen der Beteiligung im neuen Planungs- und Genehmigungsverfahren wurden diskutiert. Dieses Verfahren lässt sich in drei Ebenen unterteilen:

- 1) die Ebene der strategischen energiewirtschaftlichen Planung auf Bundesebene (Netzentwicklungsplanung und darauf basierend der Bundesbedarfsplan nach dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)),



Abbildung 2: Hochspannungsfreileitungen sind nicht immer gern gesehen. Quelle: BMU / B. Hiss Bild ID: 210.



- 2) die Ebene der räumlichen Planung zur Korridorfindung (Bundesfachplanung nach dem Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) oder Raumordnungsplanung in der Zuständigkeit der Länder),
- 3) die Ebene der Genehmigungsverfahren für bestimmte Trassen (Planfeststellung).

Auf der ersten Ebene werden das Gesamtkonzept und die fachliche und politische Legitimation, also das „Ob“ festgelegt, auf den tieferen Ebenen rückt zunehmend das „Wo und Wie“, das heißt räumliche und technische Alternativen in den Vordergrund. Die Bundesfachplanung ist nach dem NABEG bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) angesiedelt. Die formelle Öffentlichkeitsbeteiligung beginnt mit der Teilnahme an der Antragskonferenz. Liegen die Verfahrensunterlagen vollständig vor, folgen Anhörungen bzw. Erörterungen und am Ende die Beschlussmitteilung. Zusätzliche informelle Beteiligungsangebote wie begleitende Informationsveranstaltungen, Konsultationen oder Runde Tische sind möglich. Vor allem bei der Frage, was an Aus- und Umbau am Energieleitungsnetz tatsächlich nötig sei, wird von Umweltorganisationen und Bürgerinitiativen eine deutlich stärkere Bürgerbeteiligung gefordert. Allerdings wurden auch auf dem Fachgespräch keine klaren Vorstellungen geäußert, wie eine solche Einbindung über die bereits existierenden Möglichkeiten hinaus organisatorisch konkret aussehen könnte, zumal hier etwas ins Spiel

kommt, das als „Partizipationsparadox“ geeignet ist, einigen Frust zu erzeugen: Bedauerlicherweise ist dann, wenn prinzipiell die Mitwirkungsmöglichkeiten am größten wären, das heißt am Anfang eines Verfahrens, in der strategischen Phase, das Interesse der Öffentlichkeit am geringsten. Das ist verständlich, denn diese Ebene ist häufig noch sehr abstrakt. Im Fall des Stromnetzausbau berechnen Spezialisten von Stromnetzbetreibern und Bundesnetzagentur komplexe Szenarien über den zukünftigen Energieverbrauch in Deutschland und die dafür notwendigen Leitungen. Je weiter jedoch das Verfahren fortschreitet, je konkreter es wird, desto größer werden das Interesse, das Engagement und vielleicht auch die Besorgnis, während die Spielräume immer kleiner werden. Und am Ende, wenn Entscheidungen getroffen, Fristen abgelaufen und Verträge geschlossen sind, möchte der verärgerte Bürger diskutieren, ob genau diese, ihn persönlich betreffende Leitung überhaupt nötig ist.

Dieses Dilemma wurde auch auf dem Fachgespräch nicht gelöst. Es wurde jedoch die Relevanz von Transparenz, Beteiligung und Dialog deutlich. Dialog ist notwendig, um ein Problem umfassend betrachten und die Chancen, die in einer kritischen Begleitung liegen, nutzen zu können. Es wurde dafür plädiert, Informationsbedarf, Sachverhalte und Konflikte möglichst früh, idealerweise im Vorfeld des Anhörungsverfahrens zu klären, solange noch zeitliche und prozedurale Spielräume bestehen. Ebenso klar wurde allerdings, dass irgendwann

verbindliche Entscheidungen getroffen und vertreten werden müssen, auch wenn sie nicht von allen Betroffenen mitgetragen werden können. Wichtig sei es, auch die Grenzen eines Verfahrens anzuerkennen und Dissens sowie Konsens zu benennen.

Grenzwerte und Vorsorge

Ein weiterer Komplex, der auf dem Fachgespräch diskutiert wurde, betraf Grenzwerte und Vorsorge-regelungen beziehungsweise Empfehlungen.

Die Immissionsgrenzwerte für Freileitungen und Erdkabel mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Spannung von mindestens 1.000 Volt sind in Deutschland in der 26. Bundesimmissionsschutz-verordnung (26. BImSchV) geregelt. Sie betragen derzeit für die elektrische Feldstärke 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte 100 μ T. Gleichstrom-übertragungsleitungen sind bisher nicht erfasst. Die zugrunde liegenden Basiswerte orientieren sich an den natürlichen Körperstromdichten und an den Schwellenwerten für nachgewiesene gesundheits-relevante Wirkungen. Diese Grenzwerte sind meist schon direkt unter beziehungsweise über oder in geringem Abstand zu einer Hochspannungsleitung unterschritten. Nun besteht im Bereich der niedrfrequenten Felder jedoch ein Spannungsverhältnis zwischen dem Grenzwert (derzeit 100 μ T), der ausgerichtet ist auf die Vermeidung nachgewiesener schädlicher Wirkungen beim Menschen und Hinweisen aus epidemiologischen Studien bezüglich einer Risikoerhöhung für Leukämie im Kindesalter bei magnetischen Flussdichten über 0,3-0,4 μ T. Diese auf geringen Fallzahlen beruhenden Ergebnisse werden jedoch von experimentellen Studien nicht gestützt, was wissenschaftliche Untersicherheiten schafft. Auch sind die Ursachen für Leukämie im Kindesalter bisher nicht befriedigend geklärt. Hier besteht weiterhin wissenschaftlicher Forschungsbedarf. Die Diskussion zum Beispiel über Vorsorge-maßnahmen ist noch nicht abgeschlossen.

Die Problematik wird neben anderen Fragen im Rahmen der derzeit laufenden Überarbeitung der 26. BImSchV diskutiert. Grundsätzlich findet im Strahlenschutz ein zweistufiges Konzept Anwendung: Grenzwerte schützen vor nachgewiesenen Wirkungen, Vorsorgemaßnahmen ergänzen die Grenzwerte und tragen offenen Fragen in der Be-wertung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes Rechnung. Zur Vorsorge gehören (i) wissenschaft-

liche Forschung zur weiteren Klärung möglicher Wirkungen, (ii) Maßnahmen zur Expositionsvrin-gerung und (iii) Information und Kommunikation. Länder wie die Schweiz und die Niederlande sehen zudem zusätzlich Vorsorgewerte vor, entweder als gesetzliche Regelung (Schweiz) oder als Empfehlung (Niederlande).

Die in der Schweiz und in den Niederlanden gel-tenden Regelungen wurden auf dem Fachgespräch erläutert. In der Schweiz gilt für Orte mit empfindlicher Nutzung (Räume in Gebäuden, in denen sich Personen während längerer Zeit aufhalten, wie Wohnungen, Büros, Kinderspielplätze) eine vorsorgliche Immissionsbegrenzung von 1 μ T. Hierbei handelt es sich um einen Richtwert, der nicht auf gesundheitliche Wirkungen zurückgeht, sondern der auf der Basis der wirtschaftlichen und technischen Mach-barkeit ausgehandelt wurde. Er folgt damit dem im Schweizer Umweltschutzgesetz festgelegten Prinzip, Immissionen vorsorglich zu begrenzen, „so weit wirtschaftlich tragbar und technisch machbar“. Allerdings wurde auf dem Fachgespräch auch dar-gelegt, dass die Akzeptanz von Netzausbauamaßnahmen durch den 1 μ T-Vorsorgewert nicht erhöht wird. Auch in der Schweiz gibt es bezüglich des Strom-netzausbau Probleme. Als zentrale Punkte für die Akzeptanz vor Ort wurden Kommunikation und fun-dierte sachliche Information genannt. Es müsse dis-kuert werden, welche Alternativen existieren und was die Risiken der Alternativen wären. Ziel müsse die Optimierung im Sinne eines maximalen Nutzens bei möglichst geringer Exposition sein.

In den Niederlanden existiert seit 2005 eine Vor-sorge-Empfehlung des niederländischen Umwelt-ministeriums an lokale Behörden, allerdings nur für neu zu errichtende Leitungen. Die Abstände zu Hochspannungsleitungen sollen so gewählt sein, dass – ausgehend von einer über das Jahr gemittelten 30-prozentigen Auslastung der Leitung – an Orten mit „empfindlichen Einrichtungen“ wie Wohnungen, Schulen, Kindergärten und -krippen, Immissionen durch die Stromleitung von 0,4 μ T nicht überschritten werden. 2008 wurde diese Emp-fehlung dahingehend konkretisiert, dass eine Auf-rüstung existierender Leitungen nicht unter „neu“ fällt. Damit fühlen sich nun manche Menschen, die in der Nähe bereits bestehender Leitungen leben, schlechter gestellt und ihre Kinder weniger ge-schützt als diejenigen, in deren Umfeld neue Leitungen aufgebaut werden.

Mehrere Teilnehmer des Workshops merkten an, dass die Uneinheitlichkeit der Grenzwert- und Vorsorgeempfehlungen für sie ein Kommunikations-Problem sei. Schwierig sei es auch, Abstandsregelungen des Energieleitungsausbauugesetzes (EnLAG) und die Grenzwerte der 26. BImSchV miteinander zu vereinbaren.

Wie wird die Rolle des BfS gesehen?

Für das BfS war das Fachgespräch auch eine Gelegenheit, von wichtigen Stakeholdern zu erfahren, wie die Rolle des BfS gesehen wird und was vom BfS gewünscht beziehungsweise erwartet wird. Es wurde deutlich, dass das BfS weniger als lokaler Akteur vor Ort („das Lokale ist Ländersache“), sondern mehr als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik und als „fachliches Backoffice“ gesehen wird. Das BfS soll sachgerechte, neutrale und verständliche Informationen bereitstellen und die Forschung vorantreiben. Speziell zu den Themen Grenzwerte und Vorsorge werden klare Empfehlungen und Erläuterungen gewünscht. Der interessierte Bürger soll das Zustandekommen und die Hintergründe von Grenzwerten und Vorsorgemaßnahmen nachvollziehen können. Dabei sollen auch die Unsicherheiten im Prozess der Grenzwertsetzung transparent gemacht werden. Mehrere Teilnehmer rieten davon ab, sich als BfS an der Diskussion über konkrete Netzausbauprojekte und deren Akzeptanz zu beteiligen, da sonst ein Gewichtsverlust zu befürchten sei. Das BfS solle seinen „Markenkern“ (Zitat: „trocken, sachlich, glaubwürdig“) schützen. Es werde als neutrale, durchaus kritische Einrichtung wahrgenommen und davon solle es sich nicht entfernen.

Fazit

Diskutiert wurden unter anderem die Fragen, ob Grenzwerte beibehalten, geändert oder durch Vorsorgeregelungen ergänzt werden sollten und welche technischen Alternativen und Optimierungsmöglichkeiten beim Netzausbau vorhanden sind. Deutlich wurde die Notwendigkeit, verschiedene Belange zu vereinbaren und Nutzen und Risiken unterschiedlicher Alternativen abzuwägen. Ein Kernthema war die verbindliche rechtliche Rahmensetzung im Netzausbauprozess und deren schwierige Umsetzung. Es wurde erörtert, wie rechtzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit ausse-

hen könnte und wie wichtig sie – trotz „Partizipationsparadox“ – ist. Die Diskussionen waren lebhaft, interessant und ein wichtiger Input für das BfS. Die Erkenntnisse aus dem Fachgespräch stellen einen wesentlichen Beitrag für die Aktivitäten des BfS zur Information und Kommunikation im Bereich des Strahlenschutzes dar.

Weitere Informationen

- Die Präsentationen der Teilnehmer sowie ein ausführlicher Bericht über das Fachgespräch sollen im Internet unter <http://www.bfs.de/de/elektro> eingestellt werden.
- Zum Ausbau der Stromübertragungsnetze aus Sicht des Strahlenschutzes wird auf einen Artikel von Dirk Geschwenter und Christiane Pölzl in UMID 3/2011: 5-12 verwiesen.

Die angesprochenen gesetzlichen Regelungen finden Sie unter folgenden Links (Abrufdatum für alle Links: 14.10.2011):

- Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG): <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/nabeg/gesamt.pdf>
- Energieleitungsausbauugeset (EnLAG) <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/enlag/gesamt.pdf>
- 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_26/gesamt.pdf
- Informationen zum Szenariorahmen finden Sie auf der Seite der Bundesnetzagentur (BNetzA) unter http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/EnergieNetzausbau/StromNetzEntwicklung/StromNetzEntwicklung_node.html
- Zum Themenfeld Netzausbau und Dialog finden Sie umfangreiche Informationen beim Forum Netzintegration unter <http://www.forum-netzintegration.de>.

Kontakt

Dr. Monika Asmuss
Bundesamt für Strahlenschutz, Arbeitsgruppe SG 1.4
Strahlenrisiko, Strahlenschutzkonzepte,
Risikokommunikation
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim
E-Mail: masmuss@bfs.de

[BfS]



Diese Publikationen sind - auch in größerer Stückzahl - kostenfrei zu beziehen über:

Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.1
Geschäftsstelle „Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit“ (APUG)
Corrensplatz 1
14195 Berlin
Internet: www.apug.de
E-Mail: apug@uba.de