



Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt (MfM-U)

KURZFASSUNG

des Berichts

Luftschadstoffbelastung entlang der Autobahn A2 und ihr Einfluss auf die Atemwegsgesundheit in der betroffenen Bevölkerung

**Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut
im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)**

Technischer Schlussbericht vom 29.August 2013

Regina Ducret-Stich (Projektassistentin)

Begleitteam

Prof. Dr. med. et PhD Nino Künzli

Dr. Harish Phuleria

Prof. Dr. med. Charlotte Braun-Fahrländer

Dr. med. Regula Rapp

PD Dr. Christian Schindler

PRÄAMBEL

Dies ist der Schlussbericht zu Vertrag Nr 050303 / G161-1955 unterzeichnet am 21.5.2007 zwischen BAFU und dem damaligen Institut für Sozial- und Präventivmedizin – ISPM – der Universität Basel. Das Institut stand damals unter der Leitung von Prof. Charlotte Braun-Fahrländer und ab 1.5.2009 von Prof. Nino Künzli. Mit der Integration des ISPM ins frühere Schweizerische Tropeninstitut erfolgte ab 1.1.2010 die Umbenennung des Instituts zum Schweizerischen Tropen- und Public Health Institut.

Seitens des ISPM wurde das Projekt unter der Leitung der Vertragspartnerin Prof. Lee-Jane Sally Liu – Leiterin des Bereichs „Exposure Sciences“ im Departement Epidemiologie und Public Health des Swiss TPH – initiiert, geplant und umgesetzt. Prof. Liu ist während der Projektphase schwer erkrankt und verstarb am 6.6.2011. Das Projekt wurde durch das Team von Prof. Liu sachgerecht durchgeführt und durch das interdisziplinäre wissenschaftliche Begleiteteam fachlich betreut. Die erschwerenden Umstände haben leider zu Verzögerungen im Projektablauf geführt. Die vertraglich vereinbarten Aufgaben konnten aber vollumfänglich erfüllt und das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden.

Prof. Nino Künzli,
Vize-Direktor Swiss TPH Basel und
Leiter des Departements Epidemiologie und Public Health

Impressum

Auftraggeber:

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Ökonomie und Umweltbeobachtung, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer:

Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut (Swiss TPH), Basel

Autoren:

Regina Ducret-Stich, Harish Phuleria, Charlotte Braun-Fahrländer, Regula Rapp, Christian Schindler, Nino Künzli (Swiss TPH)

Hinweis:

Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Kurzfassung des Berichtes

Luftschadstoffbelastung entlang der Autobahn A2 und ihr Einfluss auf die Atemwegsgesundheit in der betroffenen Bevölkerung

Seit der Gotthard-Strassentunnel eröffnet wurde, nahm der gesamte alpenquerende Güterverkehr von 312'000 im Jahr 1981 auf rund 1.4 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2000 zu. 1994 wurde der Alpenschutzartikel in die Bundesverfassung aufgenommen, der den Bund verpflichtet das Alpengebiet vor negativen Auswirkungen des Transitverkehrs zu schützen und die Belastungen durch den Transitverkehr auf ein Mass zu begrenzen, das für Menschen, Tiere und Pflanzen sowie ihre Lebensräume nicht schädlich ist. Mit Hilfe des 1999 verabschiedeten Verkehrsverlagerungsgesetzes konnte die Anzahl alpenquerender Güterfahrzeuge in den letzten zehn Jahren auf 1.2 bis 1.3 Millionen Fahrzeuge eingependelt werden. Davon führen heute etwa drei Viertel der Fahrten über den Gotthard. Das angestrebte Ziel von 650'000 Fahrten pro Jahr bis spätestens 2017/18, zwei Jahre nach der Eröffnung des Gotthard-Basistunnel, ist damit aber noch lange nicht erreicht. Deshalb bleibt die Frage nach negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt bestehen.

Das Projekt *Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt* (MfM-U) befasst sich seit 2001 mit den Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt und die Gesundheit der Menschen entlang den Transitachsen. Zu diesem Zweck werden seit 2003 an sechs Messstationen entlang der A2 bzw. A13 Luftschadstoffimmissionen unmittelbar neben der Autobahn gemessen. Da die Schadstoffe sich sofort umwandeln und verdünnen und die wenigsten Anwohner direkt neben der Autobahn wohnen, kann aus diesen Messstationen wenig über die Luftbelastung der Bevölkerung im weiteren Umfeld gesagt werden, und auch die verschiedenen Schadstoffquellen können daraus nicht abgeleitet werden. Für die Gesundheit der Bevölkerung sowie die Massnahmenplanung sind solche Informationen aber von zentraler Bedeutung.

Das frühere Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel (ISPM), heute das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH), wurde von MfM-U beauftragt, eine quellenspezifische Expositionsabschätzung für die Region des Urner Reusstals zu erstellen, den Einfluss des Verkehrs auf die Gesundheit der Bevölkerung entlang der Transitachsen zu untersuchen, sowie eine Risikoabschätzung für den Kanton Uri vorzunehmen.

Abschätzung der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf die Bevölkerung von Erstfeld

Um Grunddaten für ein räumliches Expositionsmodell zu erhalten, wurden die laufenden Luftschadstoffmessungen an der Autobahn mit Messungen an verschiedenen Standorten innerhalb der Gemeinde Erstfeld ergänzt (Herbst 2007 bis Sommer 2009). Es wurden Messungen am Standort einer stationären Messstation (sogenannte Hintergrundstation) sowie mit einer mobilen Messeinrichtung abwechselnd an sieben Standorten durchgeführt. Vier Standorte lagen im bebauten Gebiet und drei auf freiem Feld.

Diese Messungen zeigten sowohl für das vom allgemeinen Verkehr abhängige Stickstoffdioxid (NO₂), wie auch für die von Dieselverbrennung stammenden Russ- (gemessen als elementarer Kohlenstoff EC) und ultrafeinen Partikel (PN) hohe Werte an der Autobahn. Die Konzentrationen nahmen mit zunehmendem Abstand von der Fahrbahn deutlich ab und erreichten nach ca. 200 Meter das Hintergrundniveau. Um diese räumlichen Unterschiede in der Luftschadstoffexposition in den Gesundheitsanalysen zu erfassen, wurde ein Modell für die Verteilung der täglichen NO₂-Konzentrationen berechnet (sog.

Landnutzungs-Regressionsmodell). Das Modell konnte 91% der lokalen räumlichen und zeitlichen Schwankungen erklären. 76% der gesamten NO₂-Belastung der Bevölkerung entspricht der Hintergrundbelastung, welche neben stationären Quellen (20%), der NEAT Baustelle (25%) und dem lokalen Verkehr (15%) auch zu einem grossen Teil vom Autobahnverkehr (25% Güterverkehr, 15% Personenverkehr) stammte. 13% der lokalen Belastungsunterschiede zwischen den verschiedenen Messstandorten konnte direkt mit den distanzgewichteten Verkehrszahlen auf der Autobahn (7% von Personenwagen, 6% von Lastwagen) erklärt werden. Der NO₂ Beitrag pro Lastwagen war dabei 8.5 Mal grösser als der Beitrag eines Personenwagens. Die täglichen NO₂-Konzentrationen in den besiedelten Gebieten lagen während der Studiendauer im Durchschnitt bei 23µg/m³ (vergleichbar mit Werten der NABEL Station Basel-Binningen) und in der Nähe der Autobahn bei 32µg/m³ (vergleichbar mit dem städtischen Hintergrund in Zürich oder Lugano).

Feinstaub (PM₁₀) ist weniger stark von primären Abgasen abhängig. In Erstfeld war dieser homogen über die Gemeinde verteilt. Die chemische Zusammensetzung von PM₁₀ erlaubte die Zuordnung zu neun Quellen, wovon vier direkt vom Strassenverkehr abhingen (Abbildung 1). Der Verkehr war mit ca. 27% eine der Hauptquellen des Feinstaubs, wovon etwas mehr als die Hälfte von Verkehrsabgasen stammte. Sekundäre Luftschadstoffe (27%) – ebenfalls vor allem vom Verkehr beeinflusst - und Holzverbrennung (18%) trugen auch erheblich zur Feinstaubbelastung bei und zeigten eine deutliche saisonale Variabilität. Die Beiträge der Eisenbahn (11%) und den mineralischen Quellen von Erde und der NEAT Baustelle (13%) waren relativ konstant. Der verkehrsspezifische Anteil von PM₁₀ war wie NO₂, elementarer Kohlenstoff und die Partikelanzahl eindeutig vom Autobahnverkehr beeinflusst und somit entlang der Verkehrsachse stark erhöht. (Abbildung 2).

Auswirkungen des Verkehrs auf die Gesundheit

Gemäss einer Befragung von Erwachsenen in zehn Gemeinden entlang der A2 und A13, die im Jahr 2005 durchgeführt wurde, litten diejenigen, die im Abstand von maximal 200m zur Autobahn wohnten ca. 3-mal häufiger unter pfeifender Atmung und ca. 2.5-mal häufiger unter chronischem Husten als weiter entfernt wohnende Personen (Abbildung 3). Auf den Kanton Uri übertragen ist somit bei den rund 2'100 Erwachsenen, die innerhalb 200m von der Autobahn wohnen, mit ca. 180 zusätzlichen Personen mit Atembeschwerden zu rechnen. Die Befragung umfasste nur 15-70 jährige Personen. Da ältere Personen häufiger an Atemwegsymptomen leiden werden die Auswirkungen somit eher unterschätzt.

Auch bei Schulkindern im Kanton Uri wurde ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Verkehr und Atemwegsymptomen festgestellt. Kinder, die 2007/08 zu Hause relativ hohen Feinstaubkonzentrationen aus dem Lastwagen- oder Personenwagenverkehr der Autobahn ausgesetzt waren, hatten ein 15-30% erhöhtes Risiko an Atemwegsymptomen zu leiden (Abbildung 4). Die Kinder wiesen vor allem vermehrt asthmatische Beschwerden (pfeifende Atmung) und allergische Symptome (Heuschnupfen) auf. NO₂, Ozon und vor allem Dieselrussteilchen können die Allergenfreisetzung in Pollen erhöhen und damit allergische Beschwerden verstärken.

Kinder mit Asthma reagieren besonders sensibel auf die Luftschadstoffbelastung. Dies konnte in einer 18-monatigen Untersuchung (2007-09) mit dreizehn asthmatischen Kindern in Erstfeld belegt werden. Die Kinder reagierten prompt auf die Schwankungen der mittleren Tagesbelastung durch die verkehrsbedingten Schadstoffe EC und NO₂. Einem EC-Anstieg von 1µg/m³ (respektive einer NO₂ Zunahme von 16.5µg/m³) folgte eine Zunahme der Entzündungszeichen der oberen Atemwege um 13-15%. Dies wurde mit modernen objektiven Messungen der Stickoxidkonzentration in der ausgeatmeten Luft erhärtet (eNO) (Abbildung 5). eNO ist ein auch in der Klinik verwendeter Indikator für Entzündungen der oberen Atemwege. Ein Anstieg dieser Schadstoffe hatte auch eine signifikante Ansäuerung des Atemkondensats zur Folge (d.h. einen tieferen pH Wert), was auf akute Reaktionen in den unteren Atemwegen hinweist (Abbildung 6). Wichtig ist die Feststellung, dass sich dieser

Zusammenhang nur für die verkehrsbedingten Schadstoffe EC und NO₂ erhärten liess. Der Zusammenhang mit Feinstaub (PM₁₀) als Indikator der Hintergrundbelastung war viel geringer. Für verlässliche Aussagen zu den Schadstoffwirkungen anderer Quellen (z.B. Holzfeuerungen) war die vorliegende Studie mit nur 13 Kindern zu klein. Internationale Studien belegen jedoch, dass auch Schadstoffe aus Holzfeuerungen und anderen Biomasseverbrennungen gesundheitliche Folgen haben.

Krebs-Risikoabschätzung für den Kanton Uri

Die eidgenössische Kommission für Lufthygiene leitete in ihrem Statusbericht von 2007 eine maximal tolerierbare jährliche Konzentration von 0.1µg/m³ für den krebserregenden Dieselruss (EC) her. Mit durchschnittlichen EC Konzentrationen von ca. 1µg/m³ in bewohntem Gebiet bzw. 1.6µg/m³ an der Autobahn liegt die Dieselrussbelastung für die Bevölkerung im Kanton Uri somit 10-16 Mal über dem nach schweizerischem Umweltschutz Gesetz konformem Toleranzwert. Da das Krebsregister im Kanton Uri erst ab 2011 existiert, konnten keine Krebshäufigkeiten berechnet werden.

Schlussfolgerungen

Die MfM-U Resultate stimmen mit den neusten internationalen Studien überein. Gemäss derzeitigem Stand des Wissens fördern die strassennahen Schadstoffe bei Kindern die Entwicklung von Asthma, und lösen Atemwegsbeschwerden bei Kindern und Erwachsenen aus. Zudem wurden in verschiedenen Studien Auswirkungen auf Herzkreislauferkrankungen beobachtet. Diese stehen auch im Zentrum laufender nationaler (SAPALDIA) und internationaler Projekte (z.B ESCAPE in Europa, an dem auch die Schweiz beteiligt ist). Die gesundheitlichen Auswirkungen des Verkehrs beeinflussen nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen, sondern haben auch eine Erhöhung der Gesundheitskosten zur Folge.

Die Zuordnung der gesundheitlichen Folgen zu spezifischen Fahrzeug- und Treibstoffklassen ist bisher nicht möglich. Die Beobachtung, dass ein Lastwagen 8.5 Mal stärker zu den verkehrsbedingten lokalen NO₂ Belastungen beiträgt als ein Personenwagen muss jedoch bei der Bewertung der gesundheitlichen Folgen berücksichtigt werden.

Die Resultate der vorliegenden Studien sowie neue internationale Erkenntnisse müssen in die Diskussion der Luftreinhaltepolitik eingehen. Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2.5}) bewährt sich als Indikator des gesundheitlich sehr relevanten Schadstoffgemisches das sich über grössere Siedlungsflächen ausbreitet, die so genannte „städtische Hintergrundbelastung“. Die Schweizer Studien SAPALDIA und SCARPOL konnten belegen, dass die Abnahme der Feinstaubkonzentration zwischen 1991 und 2001 nachweislichen gesundheitlichen Nutzen brachte. Die Luftschadstoffe NO₂, Russpartikel (EC) oder die Partikelanzahl, beschreiben die lokalen verkehrsnahen Belastungsgradienten besser als Feinstaub (PM₁₀ oder PM_{2.5}). Diese lokalen Belastungen verursachen zusätzliche Gesundheitsprobleme. Die Gesetzgebung wird sich national und international damit auseinandersetzen müssen, wie die Gesundheit auch entlang verkehrsreicher Strassen besser geschützt werden kann.

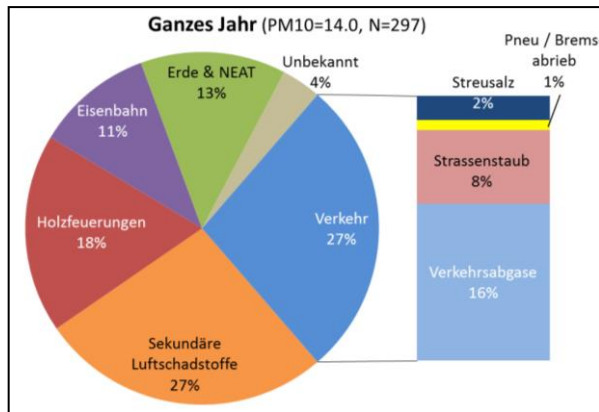


Abbildung 1: Quellenanteile an gemessenem PM₁₀ in Erstfeld im Jahr 2008.

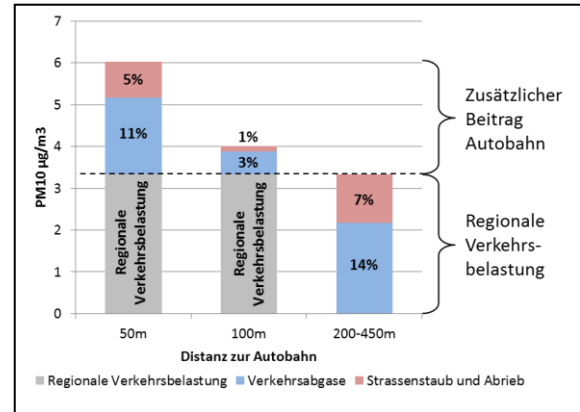


Abbildung 2: Durchschnittliche Zusatzbelastung durch verkehrsbedingtes PM₁₀ von der Autobahn in Prozent des gesamt gemessenen PM₁₀.

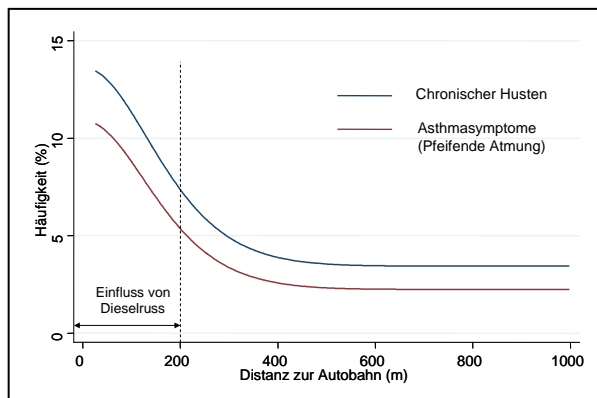


Abbildung 3: Häufigkeit verschiedener Atemwegssymptome bei Erwachsenen in Abhängigkeit der Distanz des Wohnhauses zur Autobahn. (adaptiert von Hazenkamp-von Arx, 2011).

Lesebeispiel: In 400-1000m Distanz leiden 4% an chronischem Husten. Entlang der Autobahn sind es bis zu 14%. (nach Berücksichtigung von anderen Einflussfaktoren wie Rauchen etc.)

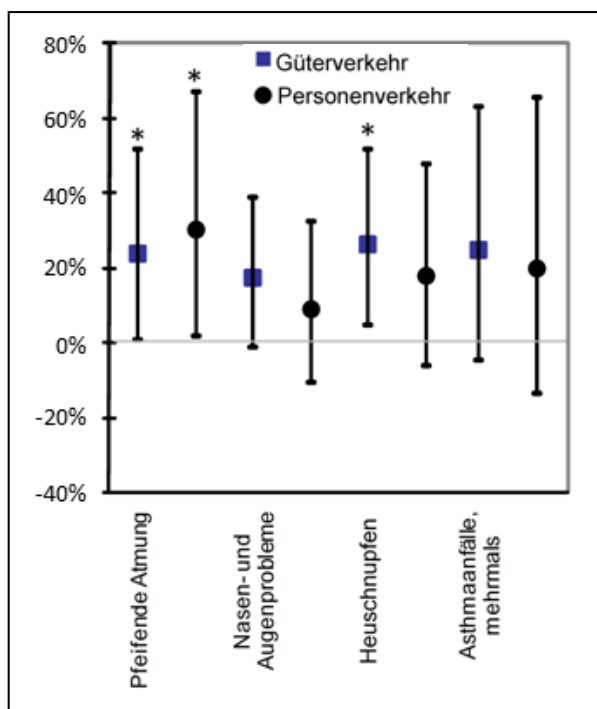


Abbildung 4: Risikozunahme (in %) für Atemwegssymptome bei vergleichbarem Anstieg (QA) der PM₁₀-Belastung (Wohnadresse) aus dem Güter- respektive Personenverkehr.

QA (Quartilabstand): für Güterverkehr 0.4µg/m³; für Personenverkehr 0.25µg/m³. Statistisch signifikante Resultate sind gekennzeichnet (*). Die senkrechten Linien umfassen das 95% Vertrauensintervall. Schneidet dieses die 0%-Linie ist die geschätzte Risikozunahme statistisch nicht signifikant, d.h. ein Zusammenhang mit dem betreffenden Expositionsfaktor kann nicht mit genügender statistischer Sicherheit postuliert werden. (adaptiert von Ragetti, 2009)

Lesebeispiel: Kinder, an deren Wohnort die PM₁₀ Belastung aus dem Güterverkehr 0.4µg/m³ höher lag, hatten ein 25% erhöhtes Risiko, an pfeifender Atmung zu leiden.

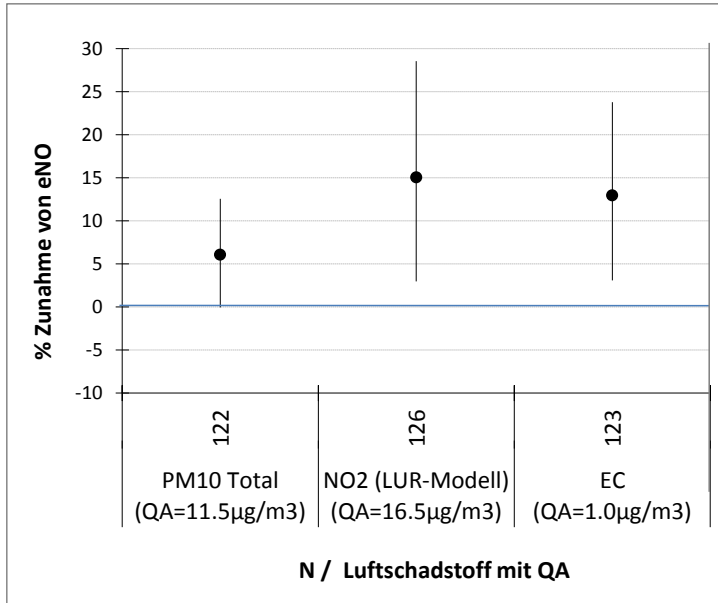


Abbildung 5: Durchschnittlicher prozentualer Anstieg (mit zugehörigem 95% Vertrauensintervall) des ausgeatmeten Stickoxids (eNO) bei asthmatischen Kindern ohne Erkältung, der bei vergleichbarer Zunahme (QA = Quartilabstand) der Luftschadstoffe beobachtet wurde (Vortagesmittel). Für QA-Einheiten: siehe Grafik. Der gleichzeitige Einfluss anderer Faktoren wurde berücksichtigt. N = Anzahl Mess-tage

Lesebeispiel: Nach Zunahme der NO₂ Konzentration um 16.5µg/m³ stieg die eNO Konzentration in der Atemluft um 15% an.

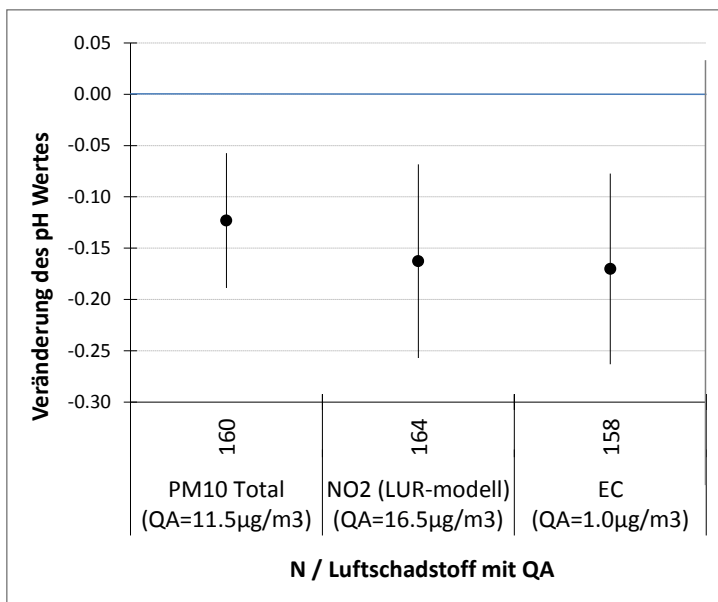


Abbildung 6: Durchschnittliche Abnahme (mit zugehörigem 95% Vertrauensintervall) des pH Wertes (d.h. Ansäuerung) im Atemkondensat asthmatischer Kinder, die bei vergleichbarer Zunahme (QA = Quartilabstand) der mittleren Vortagesbelastung durch Luftschadstoffe beobachtet wurde. Für QA-Einheiten: siehe Grafik. Der gleichzeitige Einfluss anderer Faktoren wurde berücksichtigt. N = Anzahl Messtage

Lesebeispiel: Nach Zunahme der EC-Konzentration um 1µg/m³ nahm der pH-Wert um 0.17 Einheiten ab.