

# EU-Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) – Ihre Bedeutung für den Schutz der Gesundheit

## EU-limit values of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) – Their significance for health protection

WOLFGANG STRAFF,  
KERSTIN BECKER

### ZUSAMMENFASSUNG

Zur gesundheitlichen Relevanz des NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwertes für die Außenluft von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft gab es in den letzten Monaten viele Diskussionen in der Öffentlichkeit und auch Nachfragen an das Umweltbundesamt (UBA). Dieser Beitrag gibt einen Einblick in die fachlichen Hintergründe der Grenzwertfestsetzung für NO<sub>2</sub>.

### ABSTRACT

*In the recent public debate about NO<sub>2</sub> limit values, numerous questions reached the German Environment Agency (UBA). The technical background of the origin of the NO<sub>2</sub> limit values will be discussed in the following text.*

### HINTERGRUND

Wir atmen das gesamte Leben lang: Kinder atmen zum Beispiel schon bei geringer körperlicher Belastung etwa 10 Kubikmeter Luft pro Tag, Erwachsene erreichen bei körperlicher Belastung schnell ein Gesamtatemvolumen von 30 Kubikmeter pro Tag, das sind 10.000 beziehungsweise 30.000 Liter jeden Tag. Luft ist damit das Gemisch von Substanzen, von dem wir am meisten in den Körper aufnehmen. Der darin enthaltene Sauerstoff ist für alle Zellen unseres Körpers überlebensnotwendig. Deshalb kommt einer gesundheitsförderlichen Qualität der Atemluft eine sehr hohe Bedeutung zu. Schadstoffe sollten daher in der Atemluft kaum vorkommen.

Grenzwerte für Luftschaadstoffe sollen alle Gruppen der Allgemeinbevölkerung an allen Orten vor nachteiligen gesundheitlichen Folgen schützen. Dazu gehören auch besonders empfindliche Menschen, wie zum Beispiel Personen mit Asthma, sowie Kleinkinder und ältere Menschen, auch mit vorgeschiädigten Atemwegen.

### NO<sub>2</sub>: SCHÄDLICHES REIZGAS UND SCHADSTOFFINDIKATOR

Die expositionsrelevante Hauptquelle für NO<sub>2</sub> in der Außenluft von Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr und hier insbesondere Fahrzeuge mit Dieselmotor. NO<sub>2</sub> hat auch deshalb eine große Bedeutung für die Luftverschmutzung, weil es eine Vorläufersubstanz für Fein- und Ultrafeinstaub ist. Außerdem gilt es als sogenannter Luftqualitätsindikator, denn dort, wo NO<sub>2</sub> entsteht, kommt es meist auch zur Freisetzung zahlreicher weiterer Luftschaadstoffe aus der Gruppe der leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Bei der Beurteilung gesundheitlicher Wirkungen wird NO<sub>2</sub> daher meist als Repräsentant für Schadstoffe betrachtet, die bei Verbrennungsprozessen unter hohen Temperaturen entstehen.

Luftschaadstoffe werden mit der Atemluft aufgenommen und entfalten ihre nachteilige Wirkung in den Atemwegen. NO<sub>2</sub> selbst ist ein wenig wasserlösliches Gas und reagiert deshalb – ähnlich wie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) – kaum mit der Schleimhaut der oberen Atem-



wege, sondern schädigt eher die Gewebe in den Bronchien und Lungenbläschen. Dies ist besonders bei vorgeschädigten Atemwegen problematisch, sodass es zu Bronchienverengungen oder Entzündungen kommen kann.

## FESTLEGUNG DER GRENZWERTE

Der gültige NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert für die Außenluft von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter wurde 1999 auf Vorschlag der EU-Kommission von den EU-Mitgliedstaaten beschlossen und 2008 von der EU bestätigt. Gleichzeitig wurde ein 1-Stunden-Mittelwert von 200 Mikrogramm pro Kubikmeter verabschiedet, der höchstens 18-mal pro Jahr überschritten werden darf (EU 2008). Die EU-Grenzwerte zur Luftreinhaltung wurden in allen Mitgliedstaaten

und so auch in Deutschland in nationales Recht umgesetzt.

Die EU-Kommission stützt ihre Vorschläge für Grenzwerte auf Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO – so auch vor der ersten Festschreibung der EU-Grenzwerte für NO<sub>2</sub>. Die Empfehlungen der WHO wurden im Jahr 2000 als Luftgüteleitwerte in den WHO Air Quality Guidelines for Europe veröffentlicht (WHO 2000).

Der Empfehlung eines 1-Stunden-Mittelwerts legte die WHO klinische Studien zu Wirkungen von NO<sub>2</sub> bei Menschen mit asthmatischen Erkrankungen zugrunde. Diese zeigten bei einer 30-minütigen Exposition gegenüber einer Konzentration von 375 bis 565 Mikrogramm pro Kubikmeter eine erhöhte bronchiale Reaktion. Ein Sicherheitsfaktor von 50 Prozent und damit der Wert von gerundet 200 Mikrogramm pro Kubikmeter wurde auch deshalb vorgeschla-

FOTO  
© Artens / Fotolia.com

gen, da eine Studie vorlag, die zeigte, dass bei kurzfristiger Belastung mit 190 Mikrogramm NO<sub>2</sub> pro Kubikmeter keinerlei Wirkungen zu beobachten waren (WHO 2000).

Für den Langzeit-Richtwert schlussfolgerte die WHO im Jahr 2000, dass eine Festlegung auf der Basis geeigneter Studien nicht möglich war. Dennoch zog sie den Wert von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter aus einer früheren Abschätzung heran (WHO 1997). Zusätzlich zitierte sie eine Innenraumexpositionstudie, bei der eine durch Gasöfen verursachte Exposition gegenüber 30 Mikrogramm NO<sub>2</sub> pro Kubikmeter über zwei Wochen bei Kindern zu einer 20-prozentigen Erhöhung der Zahl der Atemwegserkrankungen führte.

Beide WHO-Richtwerte für NO<sub>2</sub> wurden durch die WHO in einer Aktualisierung 2005 bestätigt. Die WHO argumentierte, dass damals aktuelle Tierstudien und Studien am Menschen zeigten, dass Kurzzeitkonzentrationen über 200 Mikrogramm pro Kubikmeter signifikante Gesundheitseffekte haben. Tierstudien zeigten außerdem, dass Langzeitbelastungen gegenüber Hintergrundwerten zu adversen Effekten führen. Die mittlere „natürliche“ jährliche Hintergrundkonzentration von NO<sub>2</sub> liegt weltweit bei Werten zwischen 0,4 bis 9,0 Mikrogramm pro Kubikmeter.

Zu diesem Zeitpunkt gab es aber noch immer keine robuste Datenbasis für einen Langzeitwert. Die WHO hielt auch fest, dass es bei Studien an der Bevölkerung schwierig ist, Wirkungen des NO<sub>2</sub> von denen anderer Luftsabstoffe zu trennen, da Menschen eben nicht nur einem einzelnen Schadstoff ausgesetzt sind, sondern einem „Cocktail“ aus gas- und partikelförmigen Verbrennungsprodukten (WHO 2006). Der WHO-Richtwert für NO<sub>2</sub> von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter wurde in dem Sinne abgeleitet, dass er geeignet ist, die Gesundheit der Bevölkerung (auch empfindlicher Gruppen) bei dauerhafter Exposition zu schützen. Dieser empfohlene Richtwert sollte auch der Tatsache Rechnung tragen, dass NO<sub>2</sub> als ein Indikator für komplexe, durch Verbrennung erzeugte Luftsabstoffgemische überwacht wird.

Es wurde also schon zur damaligen Zeit als sinnvoll angesehen, diesen Stoff streng zu regulieren.

## RELEVANZ VON NO<sub>2</sub> BESTÄTIGT

In Vorbereitung auf das Jahr der Luft 2013 hatte die EU eine Überarbeitung und Prüfung der aktuellen Grenzwerte für Luftsabstoffe in die Wege geleitet. Die WHO wurde wiederum in den Prozess einbezogen und um eine wissenschaftliche Bewertung gebeten. Sie stellte in dem Bericht ‚Review of evidence on health aspects of air pollution‘ (REVIHAAP) fest, dass seit 2004 eine Vielzahl epidemiologischer Studien veröffentlicht wurde, die Zusammenhänge zwischen der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastung und der Mortalität, Krankenhausbesuchen und Atemwegssymptomen aufzeigen. Diese Ergebnisse der Studien ließen sich durch Kammerversuche bestätigen und deuten darauf hin, dass bei einer Neu-Empfehlung der Kurzzeit-Richtwert für NO<sub>2</sub> möglicherweise niedriger als bisher anzusetzen wäre. Das WHO-Expertengremium empfahl, auch die wissenschaftlichen Arbeiten zu den Langzeiteffekten intensiv zu sichten, verwies aber darauf, dass sich die Effekte von NO<sub>2</sub> bis dato noch immer nicht vollständig von denen der anderen verkehrsbedingten Luftsabstoffe trennen ließen (WHO 2013a).

Dieser Erkenntnisstand zu den Langzeitfolgen von NO<sub>2</sub> wurde in der Folge im Rahmen des WHO-Projektes ‚Health risks of air pollution in Europe‘ (HRAPIE) erweitert (WHO 2013b; Heroux et al. 2015). Die WHO-Gremien zogen dazu aktuelle Bevölkerungsstudien aus Europa heran, die den Zusammenhang zwischen der Mortalität von Erwachsenen in einem Konzentrationsbereich von NO<sub>2</sub> unter 40 Mikrogramm pro Kubikmeter im Jahresmittel untersuchten. Sie kamen zu dem Schluss, dass gesundheitsrelevante Wirkungen von NO<sub>2</sub> ab einer langfristigen durchschnittlichen Exposition von 20 Mikrogramm pro Kubikmeter kalkuliert werden müssen.

Die Auswirkungen einer langfristigen Exposition in diesen niedrigen NO<sub>2</sub>-Konzentrationsbereichen werden von einigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern kontrovers diskutiert. Die US-amerikanische Umweltbehörde EPA (United States Environmental Protection Agency) veröffentlichte 2016 eine systematische Übersicht über Studien zu NO<sub>2</sub> bis zum Jahr 2014, wobei besonderes Augenmerk darauf gelegt wurde, die Effekte von NO<sub>2</sub> unabhängig von anderen Schadstoffen zu beurteilen. Der Zusammenhang zwischen einer kurzfristigen NO<sub>2</sub>-Belastung und Asthmaanfällen wurde demnach als kausal belegt eingestuft. Der Zusammenhang zwischen einer langfristigen NO<sub>2</sub>-Belastung und der Asthmaentstehung wird als „möglicherweise“ kausal eingestuft. Es fehlen nach Ansicht der US EPA genügend aussagekräftige Studien, die einen von anderen Schadstoffen unabhängigen Effekt zeigen. Gleches gilt für die in Betracht gezogenen gesundheitlichen Folgen Herz-/Kreislauferkrankungen, Diabetes, reduziertes Wachstum im Mutterleib, Krebs und die Sterblichkeit (EPA 2016).

Unabhängig von dieser auch in Deutschland teils kontroversen Diskussion über die Bedeutung des Langzeitbeurteilungswertes für NO<sub>2</sub> als solches, bleibt festzuhalten, dass gesundheitsschädliche Wirkungen von Luftschaadstoffen aus dem Straßenverkehr unstrittig nachgewiesen sind, ob nun durch NO<sub>2</sub> allein verursacht oder zusätzlich durch andere Luftschaadstoffe. NO<sub>2</sub> ist und bleibt daher ein gut geeigneter Indikator für die Umweltbelastung durch den Straßenverkehr. Schon aus diesem Grund erfüllt der Jahrestengzwert für NO<sub>2</sub> seinen Zweck für die öffentliche Gesundheitsvorsorge.

EU – Europäische Union (2008): Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.

Heroux M E, Anderson H R, Atkinson R et al. (2015): Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project. *Int. J. Public Health* 60 : 619–627.

WHO – World Health Organization (2013a): Review of evidence on health aspects of air pollution – REVHAAP Project. Technical Report. Copenhagen, Denmark.

WHO – World Health Organization (2013b): Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report. Copenhagen, Denmark.

WHO – World Health Organization (2006): Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global Update 2005. Summary of risk assessment. Geneva, Switzerland.

WHO – World Health Organization (2000): Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No.91. Copenhagen, Denmark.

WHO – World Health Organization (1997): Nitrogen Oxides. Environmental Health Criteria No. 188. Geneva, Switzerland.

## KONTAKT

Dr. Wolfgang Straß  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [wolfgang.straß\[at\]uba.de](mailto:wolfgang.straß[at]uba.de)

[UBA]

## LITERATUR

EPA – Environmental Protection Agency (2016): Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen – Health Criteria. National Centre for Environmental Assessment. Research Triangle Park. NC. USA