

## Die Fehler von Dr. Dieter Köhler

### Teil 1: Stickoxide (NO<sub>2</sub> bzw. NO<sub>x</sub>)

In meinem taz-Artikel<sup>1</sup> beziehe ich mich zunächst auf eine Rechnung, die Köhler fast wortgleich in im Ärzteblatt<sup>2</sup> und der Welt<sup>3</sup> dargelegt hat. Hier noch einmal das Zitat aus dem Ärzteblatt:

*„Man kann die Studie relativ einfach dadurch widerlegen, dass man die NO<sub>2</sub>-Menge im Zigarettenrauch als Vergleich nimmt“, sagt Köhler im Gespräch mit dem Deutschen Ärzteblatt. Die liege bei rund 500 µg (also 500 Millionstel) pro Zigarette. „Nimmt man zur Konzentrationsberechnung ein Atemvolumen beim Rauchen einer Zigarette von 10 Litern an, so inhaliert man 50 000 µg pro Kubikmeter Luft. Bei einer Packung am Tag wäre das 1 Million Mikrogramm“, rechnet Köhler vor.*

Köhler arbeitet hier also mit folgenden Ausgangswerten:

- Eine Zigarette setzt beim Rauchen 500 Mikrogramm (µg) Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) frei.
- Diese Menge wird in einem Luftvolumen von 10 Liter (l) eingeatmet.

Daraus berechnet er (völlig korrekt) die Konzentration:

$$\frac{500 \mu\text{g}}{10 \text{ l}} = \frac{50.000 \mu\text{g}}{1000 \text{ l}} \Rightarrow \frac{50.000 \mu\text{g}}{\text{m}^3}$$

Um den Wert pro Schachtel (20 Zigaretten) zu berechnen, multipliziert Köhler dann aber offenbar die ermittelte Konzentration pro Kubikmeter mit 20 und kommt so zu seiner Aussage: „Bei einer Packung am Tag wäre das eine Million Mikrogramm“.

Das ist der erste Fehler. Denn um die NO<sub>2</sub>-Menge pro Schachtel zu ermitteln, muss man nicht die NO<sub>2</sub>-Konzentration pro Kubikmeter mit 20 multiplizieren, sondern die NO<sub>2</sub>-Menge pro Zigarette. Die Konzentration pro Kubikmeter (die unabhängig von der Zahl der gerauchten Zigaretten gleich bleibt) ist hierfür völlig irrelevant. Für die NO<sub>2</sub>-Menge pro Schachtel gilt demnach:

$$500 \mu\text{g} \times 20 = 10.000 \mu\text{g}$$

Das korrekte Ergebnis lautet somit bis hier: Bei einer Schachtel am Tag beträgt die aufgenommene NO<sub>2</sub>-Menge 10.000 µg und nicht, wie von Köhler im Artikel behauptet, 1 Million µg.

Den NO<sub>2</sub>-Wert, den ein Raucher, der pro Tag eine Schachtel raucht, am Tag aufnimmt, vergleicht Köhler dann mit dem Wert, den ein Nichtraucher aufnimmt, der 80 Jahre lang die Außenluft mit einer NO<sub>2</sub>-Konzentration in Höhe des zulässigen Grenzwerts atmet. Hierfür gilt:

- Die Außenluft enthält 40 µg NO<sub>2</sub> pro Kubikmeter (entsprechend dem EU-Grenzwert).
- Das normale Atemvolumen eines Menschen beträgt 10 Kubikmeter am Tag.
- Damit nimmt ein Mensch durch das Atmen der Außenluft 400 µg NO<sub>2</sub> am Tag auf.
- Pro Jahr sind das 365 x 400 µg NO<sub>2</sub> = 146.000 µg NO<sub>2</sub>
- In 80 Jahren ergibt das 80 x 146.000 µg NO<sub>2</sub> = 11.680.000 µg NO<sub>2</sub>

Um zu ermitteln, in welcher Zeit ein Raucher, der eine Schachtel am Tag raucht, eine vergleichbare Menge aufnimmt, teilt man den Wert für 80 Jahre Außenluft durch den Wert für eine Schachtel Zigaretten am Tag:

$$\frac{11.680.000 \mu\text{g}}{10.000 \mu\text{g/Tag}} = 1168 \text{ Tage}$$

Mit diesen Werten entspricht die Menge, die man in 80 Jahren aus der Außenluft aufnimmt, jener, die ein Raucher (bei 1 Schachtel am Tag) in 1168 Tagen aufnimmt, also in 3,2 Jahren.

1 [www.taz.de/!5572843](http://www.taz.de/!5572843)

2 [https://www.aerzteblatt.de/archiv/197064/Stickstoffdixodi-\(1\)-Krankheitsrisiko-berechnet](https://www.aerzteblatt.de/archiv/197064/Stickstoffdixodi-(1)-Krankheitsrisiko-berechnet)

3 [www.welt.de/wirtschaft/article174334804](http://www.welt.de/wirtschaft/article174334804)

Zusätzlich gibt es bei dieser Berechnung aber noch einen zweiten Fehler. Der von Köhler genannte Wert von 500 µg pro Zigarette gilt nämlich, anders als von ihm im Text angegeben, nicht für NO<sub>2</sub>, sondern für NO<sub>x</sub>, was die Summe aus NO<sub>2</sub> und NO darstellt.<sup>4</sup>

Für den Anteil von NO<sub>2</sub> am NO<sub>x</sub> nannte Köhler mir gegenüber (per E-Mail) zunächst einen Wert von 10 Prozent. Damit betrüge die Menge, die ein Raucher pro Schachtel (und damit pro Tag) aufnimmt, nur noch 10 Prozent der zuvor errechneten 10.000 µg, also 1.000 µg,

Die Anzahl der Tage, die man eine Schachtel pro Tag rauchen müsste, um auf die NO<sub>2</sub>-Menge von 80 Jahren Außenluft-Atmen zu kommen, berechnet sich dann als

$$\frac{11.680.000 \mu g}{1.000 \mu g / Tag} = 11.680 \text{ Tage} = 32 \text{ Jahre}$$

Bei einem 10-Prozent-Anteil von NO<sub>2</sub> an NO<sub>x</sub> und korrektem NO<sub>x</sub>-Gehalt pro Packung Zigaretten nimmt man also aus der Außenluft in 80 Jahren so viel NO<sub>2</sub> auf wie ein Raucher, der täglich eine Schachtel raucht, in 32 Jahren.

In einer späteren Mail erklärte Köhler, der NO<sub>2</sub>-Anteil am NO<sub>x</sub>-Gehalt schwanke im Zigarettenrauch zwischen 10 und 50 Prozent. Beim 10-Prozent-Anteil gilt die oben stehende Rechnung. Bei 50 Prozent wäre die beim Rauchen aufgenommenen NO<sub>2</sub>-Menge fünf mal so groß, also 5000 µg,

$$\frac{11.680.000 \mu g}{5.000 \mu g / Tag} = 2336 \text{ Tage} = 6,4 \text{ Jahre}$$

Bei einem 50-Prozent-Anteil von NO<sub>2</sub> an NO<sub>x</sub> und korrektem NO<sub>x</sub>-Gehalt pro Packung Zigaretten nimmt man also aus der Außenluft in 80 Jahren so viel NO<sub>2</sub> auf wie ein Raucher, der täglich eine Schachtel raucht, in 6,4 Jahren.

Diese vom NO<sub>2</sub>-Anteil abhängige Spanne von 6,4 bis 32 Jahren nenne ich im taz-Artikel als Ergebnis der Berechnung.

Wenn man mit Köhlers falschem Wert aus Ärzteblatt und Welt (1 Schachtel Zigaretten enthält 1 Million Mikrogramm NO<sub>2</sub>) rechnet, ergibt sich hingegen folgender Wert:

$$\frac{11.680.000 \mu g}{1.000.000 \mu g / Tag} = 11,68 \text{ Tage}$$

Demnach hätte ein Raucher mit einer Schachtel pro Tag bereits an knapp 12 Tagen die Menge NO<sub>2</sub> aufgenommen, die man in 80 Jahren aus der Außenluft aufnimmt.

**Dieser falsche Wert aus Köhlers Rechnung (11,68 Tage) unterscheidet sich (wieder abhängig vom angenommenen NO<sub>2</sub>-Anteil am NO<sub>x</sub>) also um den Faktor 200 bis 1000 vom tatsächlichen Wert (6,4 bis 32 Jahre).**

4 Das geht z.B. aus einer Zusammenstellung der Wissenschaftlichen Dienste des Bundestags hervor. Die Tabelle auf Seite 3 und die darunter folgenden Angaben zeigen zudem, dass Köhler sich mit 500 µg/Zigarette eher am oberen Ende des genannten Spektrums bewegt:  
<https://www.bundestag.de/blob/559628/c67c74a62d1a30f6e342462f00c9ce98/wd-8-034-18-pdf-data.pdf>

Nun zur von den zunächst 107 Lungenärzten unterzeichneten Stellungnahme<sup>5</sup>. Dort heißt es wörtlich:

*Die Konzentration an Feinstaub im Hauptstrom des Zigarettenrauches erreicht tatsächlich 100-500 g/m<sup>3</sup> und ist damit bis zur [sic] 1 Million Mal größer als der Grenzwert. Beim NO<sub>x</sub> werden bis zu 1g/m<sup>3</sup> erreicht, wobei der NO-Anteil überwiegt. Aus Depositionsstudien kann man die inhalierte Dosis der Raucher berechnen und mit der Dosis der Gesunden vergleichen, die permanent Feinstaub oder NO<sub>x</sub> im Grenzwertbereich einatmen würden. Dabei erreichen Raucher (eine Packung/Tag angenommen) in weniger als zwei Monaten die Feinstaubdosis, die sonst ein 80-jähriger Nichtraucher im Leben einatmen würde. Beim NO<sub>x</sub> sind die Unterschiede ähnlich, wenn auch etwas geringer.*

Jetzt wird es nochmal kompliziert, denn die Angaben zu Stickoxid sind hier einigermaßen verwirrend. Köhler spricht durchgängig von NO<sub>x</sub> und auch von NO<sub>x</sub>-Grenzwerten, obwohl es Außenluft-Grenzwerte nur für NO<sub>2</sub> gibt. Auf Nachfrage erklärte er per E-Mail, dass sich der Vergleich mit der Außenluft auf NO<sub>2</sub> beziehe.

Für NO<sub>x</sub> im Zigarettenrauch nennt Köhler in der Stellungnahme eine Konzentration von 1 g/m<sup>3</sup>, was 1.000.000 µg/m<sup>3</sup> entspricht und somit 20 mal so hoch erscheint wie der in der Rechnung aus Welt und Ärzteblatt für NO<sub>2</sub> genannte Wert von 50.000 µg/m<sup>3</sup> (der ja aber, wie zuvor dargestellt, eigentlich für NO<sub>x</sub> gilt). Der Grund dafür ist nach seinen Angaben, dass er hier mit unverdünntem Zigarettenrauch rechnet, dessen Volumen er auf Nachfrage mit 0,5 Liter pro Zigarette angibt. Daraus ergibt sich dann wieder ein NO<sub>x</sub>-Gehalt von 500 µg/Zigarette:

$$\frac{1.000.000 \mu g}{m^3} = \frac{1.000.000 \mu g}{1000 l} = \frac{500 \mu g}{0,5 l}$$

Das macht pro Schachtel mit 20 Zigaretten dann wieder

$$500 \mu g \text{ NO}_x \times 20 = 10.000 \mu g \text{ NO}_x.$$

Im Text wird kein konkreter Anteil von NO<sub>2</sub> an NO<sub>x</sub> genannt. Es heißt dort aber, dass „der NO-Anteil überwiegt“, was zum zuvor angegebenen NO<sub>2</sub>-Anteil von 10 bis 50 Prozent am NO<sub>x</sub> passt.

Nimmt man den NO<sub>2</sub>-Anteil am NO<sub>x</sub> mit 10 Prozent an, ergibt das pro Schachtel wieder 1.000 µg NO<sub>2</sub>. Bei einem NO<sub>2</sub>-Anteil am NO<sub>x</sub> von 50 Prozent, sind es pro Schachtel dementsprechend 5.000 µg NO<sub>2</sub>.

Einen konkreten Vergleichswert zwischen dem Atmen von Außenluft im Grenzwertbereich und Rauchen nennt Köhler in der Stellungnahme in Bezug auf Stickoxid nicht, sondern nur einen ungefähren, der auf den Angaben für Feinstaub beruht: „Dabei erreichen Raucher (eine Packung/Tag angenommen) in weniger als zwei Monaten die Feinstaubdosis, die sonst ein 80-jähriger Nichtraucher im Leben einatmen würde. Beim NO<sub>x</sub> sind die Unterschiede ähnlich, wenn auch etwas geringer.“ (Wie zuvor dargestellt, hat Köhler eingeräumt, dass hier NO<sub>2</sub> stehen müsste, weil es nur dafür einen Grenzwert gibt.)

Wenn die Unterschiede laut Köhler „etwas geringer“ sind, sollte die Dauer, die man rauchen muss, um auf die in 80 Jahren über die Außenluft aufgenommene NO<sub>2</sub>-Menge zu erreichen, demnach etwas länger als „weniger als zwei Monate“ sein. Diese Angabe unterscheidet sich nicht nur von Köhlers früherer Rechnung (die ja, wie oben dargestellt, einen Zeitraum von knapp 12 Tagen ergeben hätte). Sie passt vor allem überhaupt nicht zum realen Wert, der, wie zuvor dargestellt, zwischen 6,4 und 32 Jahren liegt.

5 [www.lungenaerzte-im-netz.de/fileadmin/pdf/Stellungnahme\\_NOx\\_und\\_Feinstaub.pdf](http://www.lungenaerzte-im-netz.de/fileadmin/pdf/Stellungnahme_NOx_und_Feinstaub.pdf)

**Das Ergebnis zur Stickoxid-Berechnung lautet damit:**

- **Für NO<sub>2</sub> – jenen Stoff, der für die aktuellen Fahrverbote entscheidend ist – liegt Köhler mit seiner Rechnung komplett daneben.**
- **Die NO<sub>2</sub>-Menge, die man in 80 Jahren über die Außenluft im Grenzwertbereich aufnimmt, entspricht nicht der, die ein Raucher, der täglich eine Schachtel raucht, in etwa „zwei Monaten“ aufnimmt, wie Köhler schreibt, sondern jener, die ein solcher Raucher in 6 bis 32 Jahren aufnimmt.**
- **Das ist eine vollkommen andere Größenordnung, die Köhlers intendierte Aussage – NO<sub>2</sub> aus der Außenluft ist gegenüber der durchs Rauchen aufgenommenen Menge völlig zu vernachlässigen – praktisch ins Gegenteil verkehrt.**

Berlin, 15.2.2019

Malte Kreutzfeldt  
mkr@taz.de