



Auszug der bebilderten Geschichte zu den Stickoxiden

AUS DEM BEWEGTEN LEBEN DES LUFTSTICKSTOFFES ENZWEI

Luftqualität 2015

Bericht

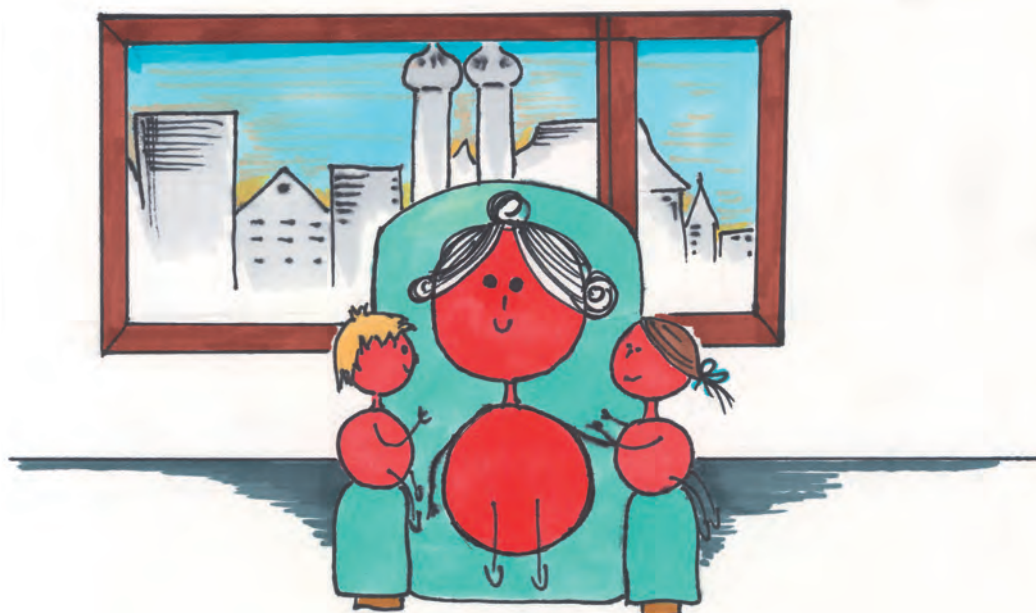
Aus dem bewegten Leben des Luftstickstoffes ENZWEI

von Cathrin Caprez (Text) und Claudia Wälchli (Illustrationen).

Der Stickstoff in unserer Luft ist schwer zu fassen: Er wechselt blitzschnell sein Wesen und zeigt sich - je nach Luftverschmutzung und Tageszeit - in einer anderen Form. Vom bewegten Leben des Luftstickstoffes ENZWEI erzählt nun seine engste Freundin, das Sauerstoffmolekül NONNA.

NONNA, eine ältere Sauerstoffdame, sitzt eingenickt in ihrem Lieblingssessel. Der Blick aus ihrem grossen Wohnzimmerfenster geht auf die Skyline der Stadt. In der weichen Nachmittagssonne ist der bräunliche Farbstich der Luft gut zu erkennen: Ein Gemisch aus Feinstaub, Ozon und Stickoxiden liegt als Smog-Schicht über der Stadt.

Plötzlich wird es laut. Zwei junge übermütige Sauerstoffmoleküle kommen ins Wohnzimmer gestürzt: NONNAS Enkel LUFTIBUS und INALLENLÜFTEN. «NONNA, erzählst du uns eine Geschichte?», fragt LUFTIBUS. NONNA richtet sich auf und rückt die Brille im runden Gesicht zurecht. Ihre Enkel machen es sich auf den Lehnen des Ohrensessels bequem und schauen ihre Grossmutter bittend an. «Wer kann da schon Nein sagen», lacht NONNA und beginnt zu erzählen.



Jetzt wird's spannend: Grossmutter NONNA erzählt den beiden Enkeln aus ihrer Jugendzeit.

Als alles noch schlechter war

«Ich bin in diesem Quartier aufgewachsen. Meine beste Freundin war ein Luftstickstoff namens ENZWEI und wohnte hier gleich um die Ecke. Zusammen mit vier anderen Sauerstoffen und zwei Dutzend Luftstickstoffen gingen wir in die Luftschule. ENZWEI und ich waren wahnsinnig neugierig. Mit unseren Fragen trieben wir die Lehrer fast zur Verzweiflung. Und mehrmals gerieten wir wegen unserer Neugier in echte Schwierigkeiten.

Die Stadt wurde damals rasant grösser. Riesige Bürotürme wuchsen in die Höhe und die Strassen füllten sich mit Verkehr. Doch Autos waren damals noch nicht das, was ihr heute auf den Strassen seht. Sie waren eckig geformt und leuchteten in kunterbunten Farben. Aber vor allem zogen alle Autos eine dunkle Abgaswolke hinter sich her: Sie besaßen noch keinen Katalysator.»

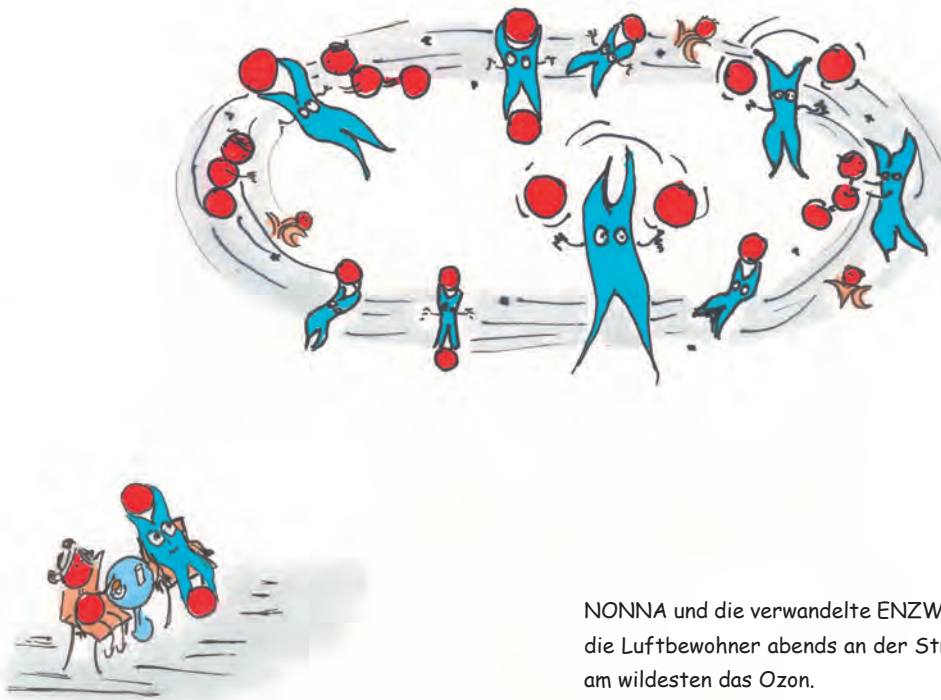
«Was ist ein Katalysator?», fragt LUFTIBUS.

«Ich weiss es!», sagt INALLENLÜFTEN. «In der Schule haben wir gelernt, dass ein Katalysator giftige Abgase in ungiftige umwandeln soll, bevor sie zum Auspuff rauskommen. Das für Menschen giftige Kohlenmonoxid (CO) zum Beispiel verwandelt der Katalysator in Kohlendioxid (CO₂). Das macht zwar die Erde warm, ist aber nicht mehr so gefährlich für die Menschen. Etwas Ähnliches machen moderne Katalysatoren mit den Stickoxiden NO und NO₂. Wenn alles klappt, kommt am Schluss möglichst viel N₂ heraus.»

«Richtig», sagt NONNA. «Und wieso lernt ihr das in der Schule?»

«Weil Autos für uns Sauerstoffmoleküle gefährlich sind. Der Lehrer sagt, wir sollen sehr gut aufpassen, dass wir ihnen nicht zu nahe kommen.»

«Da hat er Recht», sagt NONNA. «Schreibt euch das hinter die Ohren. Denn als junger Sauerstoff bin ich einmal in einen Automotor geraten.»



NONNA und die verwandelte ENZWEI schauen zu, wie die Luftbewohner abends an der Streetparade feiern; am wildesten das Ozon.

Eine wilde Jugendzeit

«Und bei dir, wie ging es weiter?», fragt LUFTIBUS.

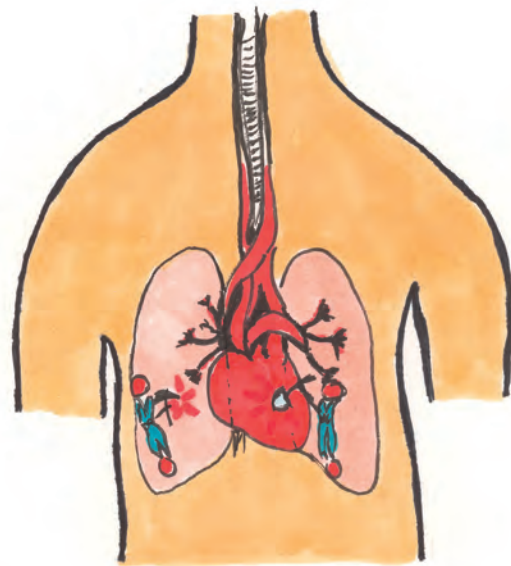
«Nach dem Schock mit dem Automotor musste ich mich erst einmal setzen. Ich suchte mir einen Platz in einem Strassen-Café. Es dunkelte bereits und die Luftbewohner feierten wie jeden Abend an der Streetparade. Von meinem Platz aus konnte ich den Ozongeschwistern zusehen, die wie immer am wildesten feierten. Sie bandelten mit jedem an und schwängerten viele andere Moleküle mit einem Sauerstoffatom. Plötzlich sah ich auch ENZWEI wieder. Als NO stürzte sie sich mitten ins fröhliche Getümmel und innert Kürze hatte sie von einem der Ozongeschwister ein Sauerstoffatom abbekommen. In dem Moment, wo sie zum NO₂ wurde, verlor ENZWEI ihre Aufgekratztheit. Sie setzte sich zu mir ins Café und wir beobachteten plaudernd das Treiben auf der Strasse.»

INALLENLÜFTEN staunt: «Ihr habt jeden Abend Party gemacht?»

«Klar, das ist auch heute noch so», antwortet NONNA. «Die Luftschadstoffe sind zwar etwas weniger geworden, aber die feiern genauso heftig wie wir damals. Das kann den Menschen ganz schön zu schaffen machen - vor allem im Hochsommer, wenn es längere Zeit nicht geregnet hat. Die Menschen laufen dann hustend und mit tränenden Augen durch die Stadt. Auf lange Zeit richtet dabei das Stickstoffdioxid NO₂ besonderen Schaden an. Man sagt ihm nach, dass es den Herzkreislauf und die Atemwege der Menschen angreift. Es bremst das Wachstum der Lungen von Kindern und die Menschen sterben früher, wenn sie zu viel NO₂ einatmen. Zählt man die schädlichen Wirkungen von Ozon und Feinstaub dazu, sterben an den Folgen der Luftverschmutzung jedes Jahr mehrere Millionen Menschen auf der Welt.»

«Und was ist mit der Natur?», fragt INALLENLÜFTEN.

«Die leidet auch unter NO und NO₂. Das könnt ihr am Stadtrand beobachten: Die Wiesen leuchten zwar in knalligem Grün - aber es gibt kaum mehr Blumen. Die wachsen auf stark gedüngtem Boden nämlich schlechter als Gras und werden drum verdrängt. Dabei ist es ein kleiner Schritt zwischen nützlich und schädlich: Das Nitrat NO₃⁻ besitzt bloss ein Sauerstoffatom mehr als NO₂, ist in Massen aber für viele Pflanzen und Bakterien überlebenswichtig. Woher das NO₃⁻ kommt, erzähle ich euch gleich noch genauer. Zuerst einmal aber brach ich mit Freunden auf zu einem Campingausflug an den Stadtrand.»



Atmen die Menschen Stickstoffdioxid ein, kann das Lungen, Herz und Kreislauf angreifen.

Schufterei am Stadtrand

«Gehst du mit uns auch mal campieren?», fragt LUFTIBUS.

«Das stelle ich mir toll vor!»

«Naja, dafür bin ich jetzt schon etwas gar alt», lacht NONNA.

«Aber macht das mal mit Freunden, wenn ihr etwas grösser seid. Bloss müsst ihr euch in Acht nehmen vor den grossen Ozonfabriken draussen am Stadtrand. Viele junge NO_2 , wie ENZWEI eines geworden war, fanden dort eine gut bezahlte, aber höllisch anstrengende Arbeit. Im Akkord rennen die NO_2 mit Luftsauerstoff im Kreis und produzieren Ozon. Am Laufen gehalten wird das Ganze von gasförmigen Substanzen, die wir Luftbewohner VOC nennen. Die VOC stammen aus dem Wald, verdampfen über saftigen Wiesen oder werden von Menschen künstlich hergestellt.

Am Stadtrand, etwas abseits vom Verkehr, produzieren die Stickoxide mit Hilfe von Sonnenlicht Ozon.



Natürlich wollte ich mir genauer anschauen, wie es ENZWEI in der Ozonfabrik erging. Dabei passte ich einmal mehr nicht auf und landete prompt in der Sauerstoffleitung der Fabrik. Ehe ich mich versah, hatte man aus mir ein Ozonmolekül produziert. Das war vielleicht unangenehm! Ich fühlte mich so kribbelig und überdreht, als hätte ich tagelang nur Kaffee getrunken. Ich wollte dieses überzählige Sauerstoffatom so schnell wie möglich wieder loswerden. In dem Moment taumelte ENZWEI völlig erschöpft aus der Fabrik heraus, um eine kurze Pause zu machen. Ich flog schnurstracks auf sie zu und umarmte meine ehemalige Jugendfreundin herzlich. Dabei rutschte mein drittes Sauerstoffatom auf sie hinüber. Das verwandelte ENZWEI zu einem trägen, schwerfälligen Nitrat NO_3^- , das sich aus eigener Kraft nicht mehr in der Luft halten konnte. ENZWEI plumpste auf ein Feinstaubteilchen und blieb dort liegen; froh darüber, sich nach der strengen Arbeit ausruhen zu können. Ich liess sie schlafen und machte mich aus dem Staub. Endlich steckte ich wieder in meiner eigenen Haut!»



Die trägen Nitratmoleküle lassen sich auf Feinstaubteilchen aus Russ nieder...

Wie das Leben so spielt...

«So wurde aus deiner Freundin ENZWEI also eines dieser wichtigen Nitrat-Moleküle?» fragt INALLENLÜFTEN.

«Genau so war es. Viele Pflanzen und spezielle Bakterien trinken NO_3^- mit dem Wasser aus dem Boden. In ihren Körpern bauen sie das Nitrat um und gewinnen daraus Lebensbausteine. So können Gemüse und Obstbäume wachsen, und auch das Gras für Kühe, Schweine und Schafe.»

«War das dein endgültiger Abschied von ENZWEI?», fragt LUFTIBUS.

«Noch nicht ganz. Während ENZWEI immer noch auf dem Feinstaubteilchen schlief, zog Regen auf. Die schweren Tropfen rissen ENZWEI zu Boden. Die Nässe verwandelte ENZWEI noch einmal und sie wurde zu Salpetersäure HNO_3 . Dadurch veränderte sich ihr Charakter noch einmal deutlich: Sie wurde gereizt und aggressiv und ging - kaum am Boden angekommen - auf die Pflanzen und Baumwurzeln los. In Stadtnähe ging es den Pflanzen eh schon nicht mehr gut: Der ständige Kontakt mit NO_2 hatte ihre Blätter und Blüten zum Welken gebracht. HNO_3 versauerte nun zusätzlich den Boden. Dadurch litten die Regenwürmer an heftiger Stickstoff-Grippe und ackerten nicht so fleissig in der Erde wie üblich. Ich sah mir das traurige Geschehen am Boden an und vermisste meine liebenswerte und



... oder auf Partikeln aus der Landwirtschaft.

lustige Freundin ENZWEI. Doch dann wartete noch eine Überraschung auf mich: Dort am Waldboden entdeckte ich meinen alten Schulfreund STICKI! Schon als N_2 -Kind hatte STICKI am liebsten auf den Kleewiesen rund um die Bauernhöfe gespielt. Was ihm dort genau zustieß, konnte er mir nicht mehr erklären. Eines Tages sei er im Futtertrog einer Kuh gelandet. In deren Magen bearbeiteten ihn die hartnäckigen Wiederkäuer-Bakterien und bepackten ihn mit H-Atomen. Nach dem langen Weg durch die Kuhverdauung fand STICKI als NH_3 schliesslich den engen Ausgang durch den Kuhhintern. Ein frischer Windhauch trug ihn von der Kuhweide ausgerechnet an jene Stelle am Waldrand, wo der Regen meine saure Freundin ENZWEI hingespült hatte. Zur Begrüssung erhielt STICKI von ENZWEI gleich ein saures Proton H^+ aufgedrückt. Und nun lagen sie da, NO_3^- und NH_4^+ , meine beiden ehemaligen N_2 -Spielgefährten, die sich nach so unterschiedlichen Lebenswegen wieder begegneten...»



Zu viel Nitrat und Ammoniak versauert den Boden. Das schadet den Lebewesen in der Erde und lässt die Pflanzen welken.

Was noch zu tun bleibt

NONNA fällt in ein nachdenkliches Schweigen.

«Das ist aber ein seltsames Ende», sagt LUFTIBUS zaghaft.

«Nein Liebes, ich habe natürlich ein Happy End für euch parat», fährt NONNA fort. «Seither ist viel passiert auf der Welt: Die Menschen haben neue Motoren entwickelt und bauen nur noch Autos mit Katalysatoren. Die Luft aus den Fabriken wird mit Filtern behandelt. Auch gibt es mittlerweile eine ganze Reihe von Gesetzen, die eine sauberere Luft vorschreiben. All das macht mir Hoffnung, dass solche Smog-Bilder», sie deutet zum Fenster hinaus, «bald der Vergangenheit angehören werden.»

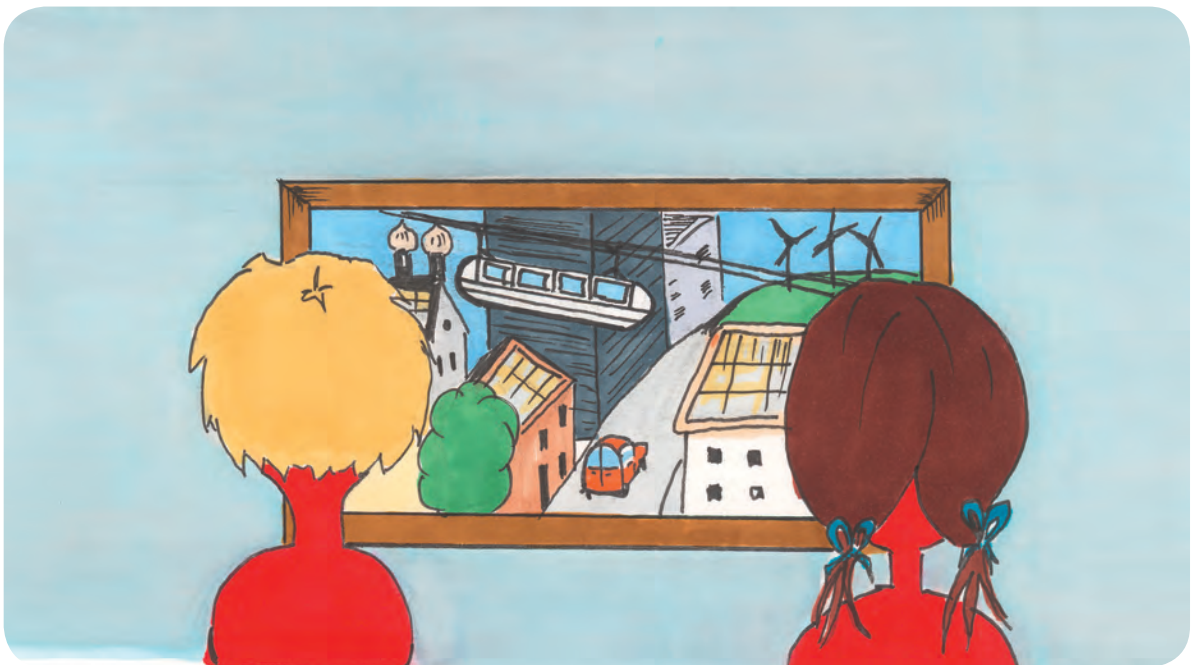
«Heisst das, wir müssen nicht mehr so genau aufpassen?», fragt LUFTIBUS.

«Noch ist es nicht so weit!», warnt NONNA. «Ihr müsst euch nach wie vor in Acht nehmen. Bis vor Kurzem war ich tatsächlich überzeugt von den modernen Automotoren. Doch nun stellte sich heraus, dass die Ingenieure einer grossen Autohersteller-Firma getrickst haben: Sie hatten die Abgaswerte gefälscht. Wir sind also noch nicht so nahe an einer sauberen Zukunft, wie ich gehofft hatte.»

«Wie sieht diese Zukunft denn aus?», fragt INALLENLÜFTEN.

«Eines fernen Tages wird man das Wort Katalysator kaum mehr kennen, weil auf den Strassen nur noch Elektroautos unterwegs sein werden. Diese Autos verbrennen keine Luft mehr in ihren Motoren und produzieren drum auch keine Abgase mehr. Überhaupt wird es dann viel weniger Verkehr geben in der Stadt. Alle Menschen werden mit dem öffentlichen Verkehr unterwegs sein; mit Trolleybussen und Schwebebahnen oder mit Elektro-Taxis.

Die Häuser der Zukunft werden keine Öl- oder Gasheizungen besitzen. Stattdessen tragen alle Hausfassaden und -dächer Solarzellen, die das Sonnenlicht einfangen und in Strom und Wärme umwandeln. Rund um die Stadt herum werden prächtige Windräder stehen. Wir Luftmoleküle können dann mit den Rotorblättern spielen, statt uns vor Motoren in Acht nehmen zu müssen...» NONNA endet mit einem verträumten Ausdruck auf dem Gesicht. Die beiden Enkel sind vom Sessel geklettert und haben sich ans Fenster gestellt. Drehen sich dort am Horizont nicht schon die ersten Windräder?



NONNAS Happy End für ihre Enkel: eine Zukunft mit sauberer Luft.