

Nitrat im Trinkwasser – wieviel darf es denn sein?

Sehr geehrte Damen und Herren,

herzlich willkommen zu den Steinfurter Campus-Dialogen bei herrlichstem Sommerwetter an diesem 19. April 2018. Ich möchte Ihnen das Thema Nitrat vorstellen mit besonderer Berücksichtigung seiner toxischen Eigenschaften und auf diesen basierend den Grenzwert von Nitrat im Trinkwasser beleuchten. Nitrat im Wasser ist ein Thema, mit welchem wir hier in Nordwestdeutschland immer wieder konfrontiert werden, und es ist ein komplexes Thema. Deswegen wird sich mein Vortrag nicht ausschließlich mit der Toxikologie befassen.

Hier nun die Gliederung: Ich möchte kurz auf den Stickstoffkreislauf eingehen, was nötig ist um den Gesamtzusammenhang der Nitratbildung und Zehrung nachvollziehen zu können. danach geht es um die toxischen Wirkungen des Nitrates mit Hinblick auf den Trinkwassergrenzwert. Das Bild bliebe nur bruchstückhaft, würden wir nicht weitere Quellen für die Nitrataufnahme in den Körper ansprechen sowie Quellen und Senken für sogenannten reaktiven Stickstoff, aus dem sich Nitrat bilden, und in welchem sich Nitrat umwandeln kann. Schließlich hat der reaktive Stickstoff noch Wirkungen auf Ökosysteme.

Zunächst also ein komprimierter Überblick über den Stickstoffkreislauf. Gasförmiger Stickstoff ist extrem reaktionsträge; um ihn in für Lebewesen verwertbare Form zu bekommen, bedarf es entweder Blitzentladungen, energieaufwändiger chemischer Prozesse für die Düngerherstellung, totem organischen Material oder der Aktivität bestimmter Bakterien im Boden. Unter tote organische Materie fasse ich hier auch Exkremente von Mensch und Tier. In diesen befindet sich Harnstoff, der von Bakterien schnell in Ammoniak und Ammoniumionen umgesetzt werden kann. Ein Teil des Ammoniaks dampft ab. Die Ammoniumionen durchdringen den Boden in der Regel nur langsam, können teils von Pflanzen aufgenommen werden, teils werden sie von Bakterien zu Nitrat umgesetzt. Nitrat kann noch besser von Pflanzen verwertet werden, aber es wird leider auch leicht ausgewaschen aus dem Boden. In etwas tieferen Bodenschichten findet eine bakterielle Umwandlung des Nitrates zum Stickstoff statt, der schließlich wieder in die Luft entweicht; diesen Vorgang nennt man Denitrifizierung. Damit wäre schon einmal ein Kreis geschlossen; aber wenn das nitrathaltige Wasser zu schnell versickert, oder im Boden zu wenig organisches Material für die Denitrifizierung vorliegt, zu gut durchlüftet ist oder einfach zu schnell nachgeliefert wird, wird das Nitrat schließlich in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer ausgewaschen. Kurz: ob das Nitrat ins Grundwasser landet hängt von der Menge des reaktiven Stickstoffs ab, die auf den Boden aufgetragen wird, der Versickerungsgeschwindigkeit, Durchlüftung und Denitrifizierungsfähigkeit des Bodens.

Nitrat ist wichtig für das Pflanzenwachstum; ohne geht es nicht. Zuviel im Trinkwasser ist aber nicht gut. Warum nicht?

Dieser graue Kasten stelle ein Wirbeltier dar, sagen wir ein Mensch. Wirbeltiere sind von der Sauerstoffatmung abhängig. Der eingeatmete Sauerstoff, das O_2 , wird in der Lunge auf einen Transporter gepackt, damit das Gas im Blut transportiert werden kann. Dieser Transporter ist der rote Blutfarbstoff Hämoglobin. Der Sauerstoff wird zu den einzelnen Körperzellen transportiert, dort abgegeben und zur Erzeugung von Energie verbrannt; es entsteht Kohlendioxid, welches in die Luft abgegeben wird. Das freigewordene Hämoglobin steht für den weiteren Sauerstofftransport zur Verfügung. Jetzt kommt das Nitrat ins Spiel: im Körper wird es zu Nitrit umgewandelt. Wenn das Nitrit auf mit Sauerstoff beladenes Hämoglobin trifft, wird das Nitrit letztlich zu Nitrat umgewandelt, das Hämoglobin zum sogenannten Methämoglobin, welches keinen Sauerstoff mehr transportieren kann. Das Methämoglobin muss zuerst wieder „repariert“ werden.

Ein klein wenig Methämoglobin macht nichts. Ab 10 % aber tritt Müdigkeit auf, bis 20 % hin früher oder später Kopfschmerzen, Sauerstoffmangel im Gehirn, Bewusstseinsstörungen, und spätestens ab 70 % besteht Lebensgefahr. Besonders gefährdet sind kleine Kinder. Seit den 1950ern weiß man durch Untersuchungen bei der Bevölkerung, dass man im Trinkwasser einen Wert von 50 mg/L nicht überschreiten soll; ab 100 mg/L hat man auf jeden Fall erhöhte Werte bei Kindern. Nitrit ist wirksamer als Nitrat, und dessen Trinkwassergrenzwert liegt 100-fach niedriger.

Was kann Nitrat noch? In älteren Studien, aber auch in einer Studie von 2004 konnte man zeigen, dass Nitrat die Schilddrüsenfunktion bei der Ratte stört. 100 mg/L scheinen aber in Ordnung zu sein. Nitrat stört die Jodaufnahme in die Schilddrüse. Wie sieht es beim Menschen aus? Nun, bei einer Studie mit erwachsenen Freiwilligen wurden recht hohe Mengen Nitrat vertragen. In epidemiologischen Studien aber fand bei Kindern, die oberhalb von 50 mg/L exponiert waren, Schilddrüsenvergrößerung und Kropfbildung, trotz ausreichender Iodversorgung.

Hinsichtlich Schäden an der Erbsubstanz ist Nitrat unauffällig. Kann es Krebs erzeugen? In Langzeitversuchen an Mäusen und Raten: eindeutig nein. Bei Studien an der Bevölkerung gibt es einige unklare Hinweise. Man den Zusammenhang zwischen Nitrat im Wasser sowie in der Nahrung und den unterschiedlichsten Tumortypen untersucht. Es gibt Hinweise, dass Nitrat im Zusammenhang mit erhöhter Häufigkeit von bestimmten Tumorerkrankungen stehen könnte, wie Dickdarm-, Harnblasen und Eierstockkrebs. Der Einfluss von Störgrößen ist aber nicht sicher herausrechenbar wie Verzehr von reichlich, insbesondere gepökeltem Fleisch, die Kombination von Nitrit mit bestimmten Nahrungsmitteln oder auch eine Vitaminmangelversorgung. Was die Fortpflanzung angeht, so verursacht Nitrat keine Missbildungen im Tierversuch. Ob es die Fruchtbarkeit von Mäuseböcken beeinträchtigt bedarf noch einer genaueren Untersuchung.

Fasse ich die Toxikologie des Nitrates zusammen, ergibt sich folgendes Bild: Die Bildung von Methämoglobin ist der altbekannte, aber auch wohl empfindlichste Effekt., und dieser verlangt nach einem Grenzwert von 50 mg/L; da ist kein Spielraum nach oben! Was mangelhafte Funktion der Schilddrüse angeht, ist für die Ratte der Grenzwert 100 mg/L; jetzt kommt's: setzt man die üblichen Extrapolationsfaktoren an, 1/10 für die Übertragung von Ratte auf Mensch, 1/10 für die weitere Übertragung auf empfindliche Menschen, so läge man

bei 1 mg/L! Aber bei Nitrat im Wasser liegen auch umfangreiche Erfahrungen am Menschen, inklusive Kindern vor, und im Jahr 2017 hat die EFSA – die EU Lebensmittelsicherheitsbehörde – noch einmal eine gründliche Bewertung vorgenommen. Werden 50 mg/L nicht überschritten, dürfte nichts passieren, aber auch hier kein Rum nach oben! Was Krebs angeht, zeigt sich in Studien an Mäusen und Ratten nichts, in Bevölkerungsstudien gibt es vereinzelte Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Nitratbelastung und bestimmten Tumoren, aber es gibt dort auch alternative Erklärungen. Insgesamt sollte man die schwachen Hinweise als zusätzlichen Grund sehen, die Grenzwerte einzuhalten.

Damit ist die Toxikologie erledigt, und wir können uns den Quellen für die Nitrataufnahme zuwenden.

Unser Trinkwasser trägt nur zu 20 % der Nitratbelastung bei; Gemüse kommt auf bis zu 80 %. Die Tabelle zeigt Auswertungen des Landes Niedersachsen von 2017, und das Blattgemüse ist auffällig.

Blattgemüse haben vergleichsweise hohe Gehalte, durch kochen geht viel Nitrat in das Kochwasser, bei Lichtmangel nehmen die Pflanzen viel Nitrat auf, und viel Nitrat im Boden heißt auch viel Nitrat in der Pflanze bei Blattgemüse; bei Knollengemüse ist das nicht so ausgeprägt, und bei Fruchtgemüse sogar leicht gegenläufig. Die EFSA hat 2013 festgestellt, dass die täglich tolerierbare Menge durch Gemüseverzehr nicht überschritten wird.

Das wäre es eigentlich, aber passend zu diesem Campusgespräch kam letzte Woche in den Westfälischen Nachrichten ein Artikel, der von einer Forderung zur Reduzierung der Tierbestände in NRW aufforderte. Also befassen wir uns mal mit den Quellen für reaktiven Stickstoff.

Reaktiver Stickstoff – das sind die Stickstoffverbindungen, die leicht ineinander umgewandelt werden können – werden in die Luft und in das Wasser entlassen – emittiert! Das ist vom Umweltbundesamt bilanziert worden, und wenn wir auf die Spalte mit den Prozenten schauen, ragt eine Quelle – die Landwirtschaft – zwar hervor, steht aber keinesfalls alleine da. Verkehr – NO_x-Debatte (!)– Industrie und Haushalte leisten auch ihren Beitrag.

Auf diesem Bild sehen Sie, wie die Stickstoffflüsse miteinander verzahnt sind. Ich habe Einträge in den Boden – Mineraldünger ganz dick, gefolgt von Wirtschaftsdünger und atmosphärische Einträge – wie auch Austräge aus dem Boden, so in die Luft, in Form landwirtschaftlicher Produkte – also unser Essen, und in Gewässer. Man kann mit solchen Stoffflüssen die Bilanz pro ha Boden aufstellen.

In ganz Deutschland haben wir einen Stickstoffüberfluss, auch in den grünen Bereichen, aber von orange nach dunkelrot wird der Stickstoffüberschuss besonders drastisch. Etwas Stickstoffüberschuss muss sein, sonst gehen die Erntemengen schmerzlich in den Keller. Nun stand in den WN etwas von Tierdichte; passt das zusammen? Prägen Sie sich diese Karte ein, ich zeige jetzt nämlich die Tierdichte.

Hier für die Schweinehaltung,,,

...und hier die Rinderhaltung....

...und wieder die Karte mit dem Stickstoffüberschuss. Irgendwie scheint da was dran zu sein an dem Zusammenhang zwischen Tierdichte und Stickstoffüberschuss.

Mittels Stickstoffüberschuss und Niederschlagsmengen lässt sich auch berechnen, wieviel Nitrat im Sickerwasser zu finden sein müsste. Ob daraus Nitrat im Grundwasser wird hängt aber nun auch davon ab, wie gut der Boden denitrifizieren kann.

Statt berechneter Mengen nun die Gehalte an Nitrat im Grundwassermessnetz. Für jede Messstelle ist ein längliches Dreieck eingezeichnet, dessen Spitze den Trend anzeigt. Die Farben geben die Gehalte wieder. Die vorherigen Bilder wiederholen sich in etwa, aber es gibt in den „heißen“ Zonen auch grüne Flecken. An einigen Stellen sind die Trends unschön, an anderen Stellen dafür etwas erfreulicher. Das Netz hat eine gute Dichte um die Situation Bundesrepublik abzubilden, aber es ist doch etwas dünn, wenn es um Kreisgebiete geht.

Stickstoffüberschuss Deutschland; und wie sieht es in der EU aus?

Wir sind nicht die einzigen Nitratschweinchen der EU, es verbindet uns was mit den Dänen, Niederländern, Bretonen, Engländern und Norditalienern. Übrigens sehen Sie an dieser Karte, dass sich die durchschnittliche Stickstoffbilanz der EU mit dem Brexit verbessern wird.

Hier ein Säulendiagramm des Stickstoffüberschusses je ha und EU Mitgliedsstaat und umzu. Vom Zeitraum 2000 – 2003 bis zum Zeitraum 2011-2014 hat sich etwas getan, es geht überwiegend in die richtige Richtung. Die Pfeile zeigen auf Deutschland und dem EU-Durchschnitt.

Ein paar Worte zu den Umweltaspekten.

Reaktiver Stickstoff ist nicht nur ein Thema für die Trinkwasserqualität, sondern es ist besonders ein Thema für Ökosysteme, die über den Luftpfad wie auch über den Wasserweg betroffen sein können.

Dieses Bild zeigt den Eintrag reaktiven Stickstoffs über den Luftpfad – wir profitieren vom Westwind. Mit zunehmendem Stickstoffeintrag veröden Ökosysteme. Bei uns in Niedersachsen lassen die Entkusselungsaktionen in den Mooren schön grünen.

Stickstoffeintrag in Oberflächengewässer verursachen Eutrophierung und Algenblüten, bei uns in der Dümmerregion haben wir schmerzliche Erfahrungen gesammelt. Es ist unbestreitbar, dass wir den Stickstoffüberschuss geregelt bekommen müssen, aber wie? Als Naturwissenschaftler bin ich skeptisch, dass einfache Antworten existieren, und ich lege nur ungern die Hände in den Schoß. Natürlich kann ich verlangen, dass das Übel an der Wurzel gepackt wird, aber diese Forderung wird glaubwürdiger, wenn ich auch selbst versuche, meinen Beitrag zu leisten, z. B. mit meinem Einkaufsverhalten.

Hier die Ökobilanzen einiger Lebensmittel; weitere können Sie nachsehen auf der Probas Datenbank des Umweltbundesamtes. Übrigens müsste bei den Angaben „Gülle“ noch das hinzugeschlagen werden, was meinen Körper Richtung Klärwerk verlässt.

An alle die, die aus meinem Vortrag an dieser Stelle schon Schuldige identifiziert haben für die Stickstoffmisere, stelle ich die stille Frage: haben Sie ein wöchentliches Budget, mit dem Sie Produkte aus der ökologischen Landwirtschaft kaufen, und zwar langfristig? So wie ich an fair gehandelten Kaffee und Kakao interessiert sein sollte, sollte ich an fairen Preisen für Lebensmittel überhaupt interessiert sein. Was kann ich also selbst tun? Hier ein paar Ideen:

- Wenn ich bestimmte Qualitätsstandards für Lebensmittel einfordere muss ich auch bereit sein, diesen Mehrwert zu bezahlen. 15 m Wohlfühlabstand im Stall für jede Kuh und dann täglich 3 Stunden streicheln passt nicht zu weniger als 1 € pro Liter Milch, um es mal überspitzt zu sagen.
- Im Biolandbau ist der Einsatz von Düngern strenger geregelt, Futtermittel dürfen in der Regel nur auf den eigenen Flächen hergestellt werden. Ich könnte einen festen Betrag meines Lebensmittelbudgets den Biolandbau-Produkten widmen, und wenn er noch so klein ist. Kleinvieh macht auch Mist.
- Ich kann hinterfragen, ob mein Fleischkonsum der Menge nach gesund ist, und ob auch hier nicht weniger = mehr ist.
- Wenn ich Gemüse gemäß der Saison esse, nehme ich weniger Nitrat auf.
- Viel Verkehr trägt über NO_x – neben anderen Problemen – zur Nitratbelastung bei.

Am Ende meiner Präsentation hier nun mein Fazit: (Folie 31)

Reichlich Hintergrundinformation finden Sie auch Gutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen.