

Zusammenfassung des Workshops „Nitrat - Nitrit - Nitrosamine; Nitrat im Trinkwasser - Ursachen und Gefahren“ vom 19. November 1998

R. SCHLACHER

Die Veranstaltung wurde gemeinsam vom Landeshygieniker für Steiermark mit der Österreichischen Arbeitsgruppe Lysimeter vorbereitet und als Workshop abgehalten. Als Veranstaltungsort wurde die Land- und forstwirtschaftliche Fachschule Haidegg in Graz mit seiner bekannt guten Infrastruktur gewählt. Es konnten etwa 80 Teilnehmer registriert werden.

Ziel der Veranstaltung sollte sein, die Bedeutung von Nitrat in Lebensmitteln und im Speziellen im Trinkwasser und deren Gesundheitsrelevanz aufzuzeigen.

Referat 1:

Dr. Gerfried EDER, BA für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein

Landwirtschaft heute unter dem Aspekt der Problematik Nitrate im Grundwasser

Etwa 41 % der Gesamtfläche Österreichs ist als landwirtschaftliche Nutzfläche ausgewiesen. Davon fällt der größte für den Nitratreintrag relevante Anteil auf Ackerland (40,8 %), das Wirtschaftsgrünland folgt mit 27,4 % der Fläche.

Wesentlich für den Nitratgehalt der Porengrundwasser ist der Stickstoffeintrag aus Acker- und Grünland. Hier zeigt sich, daß der größte Stickstoffaustrag aus Ackerland erfolgt, das Grünland spielt dabei eine untergeordnete Rolle. (Auf die Stickstoffdüngung und die Nitratauswaschung in unterschiedlichen Kulturversuchen wurde näher eingegangen.)

Im internationalen Vergleich liegt jedoch Österreich beim Einsatz von Wirtschafts- und Mineraldünger im unteren Drittel (gesamt 123 kg/ha im Vergleich mit den Niederlanden mit 561 kg/ha). Die Niederlande haben bei weitem die größte Viehbesatzdichte und den größten mittleren Anfall an Wirtschaftsdüngerstickstoff in Europa: 3,7 GVE/ha

(Österreich: 0,7 GVE/ha) und 343 kg N/ha. Entsprechend dazu verhalten sich auch die Nitratwerte im Grundwasser.

Zur Reduktion der Nitratgehalte im Grundwasser werden in den Mitgliedsstaaten verschiedene Programme gefahren. Österreich bietet 7 der insgesamt 9 möglichen Programme an. Ein sehr augenfälliger und in der Öffentlichkeit angesehener Programmpunkt ist der Umstieg in den Biolandbau. Dabei liegt Österreich im Vergleich mit den anderen EU-Staaten an 1. Stelle mit dem Anteil an Biobetrieben (7,17 %; Jahr 1996).

Am Beispiel des Nitratgehaltes im Leibnitzer Feld wurde aufgezeigt, wie die durchgeführten Maßnahmen fruchten und mittlerweile den Nitratgehalt unter den Schwellenwert von 45 mg/l gebracht haben.

Referat 2:

Mag. Heinrich PAVLIK, BM f. Land- und Forstwirtschaft, Wien

Nitratgehalte in den Porengrundwässern Österreichs

Seit Dezember 1991 werden in Österreich Grundwasseruntersuchungen nach einem einheitlichen System durchgeführt. Ziel des Programmes ist die Erfassung der Grundwassergüte in Österreich als Grundlage für Sanierungsgebiete, für das Erkennen von Trends, für die Bewertung des allgemeinen Gütezustandes und für gegensteuernde Maßnahmen.

Gegenwärtig werden 2019 Meßstellen beprobt, 237 davon sind in Karst- und Kluftgrundwasserleitern situiert (Quellen), der Rest (1782) im Porengrundwasser. Die Untersuchungen werden vierteljährig durchgeführt. Dabei werden folgende Parameter erfaßt: Chlorid, Härte, Leitfähigkeit, Nitrat, Phosphat etc. In der Erstbeobachtung und dann fakultativ

werden CKW, AOX und gelöste Metalle einbezogen. Weiters wird bei Erst- und Wiederholungsbeobachtungen fakultativ auf Pestizide untersucht und bei Bedarf verschiedene Sonderprogramme durchgeführt.

Im Beobachtungszeitraum von 1995 - 1997 konnten österreichweit im Porengrundwasser bei ca. 69 % der Messungen Nitratgehalte von <30 mg/l nachgewiesen werden. Demnach kann der Großteil der Proben als unbelastet bzw. nur gering belastet bezeichnet werden; jedoch lagen 16 % der Meßergebnisse über dem Grenzwert von 50 mg/l.

In Österreich ist ein Ost-West-Gefälle der Nitratwerte im Grundwasser erkennbar. So treten in Vorarlberg und Tirol keine Werte >50 mg/l auf, während im Burgenland 32 % und in Wien 57 % aller gemessenen Werte über dem Grenzwert liegen.

Die Karst- und Kluftgrundwasserleiter können praktisch als nicht nitratbelastet gewertet werden: etwa 93 % der Meßergebnisse lagen <10 mg/l und nur 0,3 % >50 mg/l.

In der Steiermark sind 32 Grundwassergebiete ausgewertet (Grundwassergebiet mit zusammenhängendem Grundwasserkörper und mind. 5 Meßstellen). Davon sind 5 als gefährdet zu werten, was 42 % der Gesamtfläche ausmacht. Das bedeutet, daß im vorgegebenen Meßzeitraum mindestens 25 % der Meßstellen im Grundwassergebiet gefährdet sind. Eine Meßstelle gilt dann als gefährdet, wenn in einem Meßzeitraum von 2 Jahren mit je 4 Beprobungen pro Jahr mehr als 25 % der Meßwerte den zugehörigen Schwellenwert überschreiten.

Von den österreichweit untersuchten Meßstellen wiesen 66,3 % keinen Trend auf, bei 23,3 % mußte ein Aufwärtstrend (Verschlechterung) und bei 10,4 % konn-

Autor: Dr. Robert SCHLACHER, Büro des Landeshygienikers für Steiermark, Universitätsplatz 4, 8010 GRAZ

te ein Abwärtstrend (Verbesserung) festgestellt werden. In Salzburg, Tirol und Steiermark überwiegen die Meßstellen mit sinkender, in Wien, Oberösterreich, Niederösterreich, Burgenland und Kärnten jene mit steigender Nitratbelastung. Zu beachten ist jedoch dabei das unterschiedliche Ausgangsniveau der Nitratkonzentration!

Referat 3:

Dr. Bertold SPIEGELHALDER, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, BRD

Die Bedeutung von Nitrat in der Nahrung für die in vivo-Bildung von Nitrosaminen

Die Nitratgehalte in pflanzlichen Stoffen sind abhängig von der Pflanzenart - es gibt typische Nitratspeicherpflanzen - und vom Ausmaß der Düngung. Der Nitratgehalt des Trinkwassers wird ebenfalls durch die vermehrte Verwendung von Düngemitteln erhöht. Der Zusatz von Nitrat zu Fleischproduktion und Käse erhöht ebenfalls das Nitratangebot in den Lebensmitteln.

Durchschnittlich werden 5 % des aufgenommenen Nitrats in der Mundhöhle durch Bakterientätigkeiten in Nitrit umgewandelt. Aus diesem Grunde liegt der

Tabelle 1: Nitratgehalt verschiedener Gemüsearten

| | Mittlere Konzentration in mg/kg |
|---------------------------|------------------------------------|
| Karotten | 376 |
| Rote Rüben | 1758 |
| Rahmspinat (tiefgefroren) | 247 |
| Rotkraut | 85 |
| Weißkraut | 266 |
| Grüner Pfeffer | 227 |
| Fenchel | 1691 |

Tabelle 2: Anteil verschiedener Lebensmittel an der Gesamtnitrat/nitrit-Belastung (für US-Bürger)

| Herkunft | Nitrat in % | Nitrit in % |
|------------------------|-------------|-------------|
| Gemüse | 81,2 | 1,6 |
| Früchte, Fruchtsäfte | 1,3 | n.n. |
| Milch u. Milchprodukte | 0,2 | n.n. |
| Brot | 1,9 | 0,2 |
| Wasser* | 0,7 | n.n. |
| Pökelfleisch | 14,7 | 30,7 |
| Speichel | -- | 67,5 |

* Anteil des Nitrats am Trinkwasser äußerst niedrig angesetzt, in BRD u. Österreich höher!

Prozentsatz für Nitrite im Speichel bei 67,5 % der Gesamtbelastung.

Die nahrungsbedingte durchschnittliche Belastung durch Nitrosamine ist in *Tabelle 3* ersichtlich. Aus bisher vorliegenden Untersuchungen geht nicht hervor, daß mit dem Vorkommen von Nitrosaminen in Trinkwasser zu rechnen ist.

Tabelle 3: Nahrungsbedingte durchschnittliche Belastung durch Nitrosamine

| Lebens/Genußmittel | % der Gesamt- aufnahme | % des Konsums (Gewicht) |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Bier | 64 | 24 |
| Fleisch u. Fleischwaren | 10 | 9 |
| Käse | 1 | 1 |
| Andere | 25 | 66 |

In aller Regel werden Nitritvergiftungen nicht durch direkte Einwirkung von Nitrit hervorgerufen. Erst durch bakterielle Reduktion von Nitrat werden nennenswerte Mengen Nitrit gebildet.

- ① Direkte Reduktion von Nitrat in Trinkwasser oder in nitrithaltigen Lebensmitteln durch Kontamination mit Bakterien (z.B. unhygienische Bedingungen bei Zubereitung oder Lagerung von Lebensmitteln).
- ② Krankhafte bakterielle Besiedlung des Magens und Reduktion von aufgenommenem Nitrat (relativ häufig bei Säuglingen).
- ③ Physiologische bakterielle Besiedlung der Mundhöhle und Reduktion von Speichel-Nitrat.

Die Bildung von Nitrosaminen aus Vorstufen

Da bisher davon ausgegangen werden kann, daß keine meßbaren Mengen an Nitrosaminen im Trinkwasser vorhanden sind, kommt bei der Bewertung eines Risikos der Bildung aus Vorstufen erhöhte Bedeutung zu. Nitrit kann mit sekundären und tertiären Aminen zu Nitrosoverbindungen reagieren. Das hierzu notwendige Nitrit kann ständig aus dem aufgenommenen Nitrat gebildet werden. Aufgenommene nitrosierbare Amine reagieren mit im Speichel vorhandenen Nitrit im sauren Milieu des Magens zu Nitrosoverbindungen und werden im Magen-Darmtrakt resorbiert.

Biologische Wirkung von Nitrosoverbindungen

Neben ihrer starken carcinogenen Wirkung zeigen Nitrosoverbindungen auch mutagene und teratogene Eigenschaften. Die Carcinogenität wurde an über 130 Verbindungen getestet, von denen mehr als 80 % im Tierexperiment carcinogene Aktivität gezeigt haben. Diese Wirkung zeigte sich an mehr als 20 Tierarten. Über die Carcinogenität von Nitrosoverbindungen beim Menschen liegen keine direkten Daten vor, doch der Metabolismus in menschlichen und tierischen Organen ist ähnlich.

Da jede Exposition durch Nitrosoverbindungen als ein carcinogenes Risiko angesehen werden muß, sollte jede Exposition auch von Vorläufern der Nitrosoverbindungen so niedrig wie (technisch) möglich gehalten werden. Jede unnötige und überhöhte Nitrataufnahme stellt in Hinblick auf eine mögliche Nitrosaminbildung ein zusätzliches Risiko dar. Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen zur Reduktion der Aufnahme an Nitrat und Nitrit durch Trinkwasser:

- ① Säuglings- und Kindernahrung sollte nur mit nitratararmen Wasser (<5 mg/l) zubereitet werden.
- ② Der Nitratgehalt im Trinkwasser sollte unter 50 mg/l liegen.
- ③ Langfristige Maßnahmen sollen darauf einwirken, daß alle Einflüsse, die den Nitratgehalt im Trinkwasser erhöhen, reduziert werden.

Referat 4:

Dr. Helmut HÖRING, Umweltbundesamt, Bad Elster, BRD

Gesundheitsrisiken durch Nitrat im Trinkwasser? Grenzwerte und deren Begründung, Risikogruppen, Empfehlungen

Der tägliche Wasserbedarf für die gemäßigte Klimazone beträgt etwa 2 - 2,5 Liter für den Erwachsenen (Wasserzufuhr jeder Art). Bei einer Nitratbelastung von 25 mg/l im Trinkwasser kann somit schon der Grenzwert von 50 mg/l erreicht werden.

Folgende Nitratwirkungen sind nach längerer Belastung beim Menschen bekannt: Methämoglobinämie, Beeinträch-

tigung der Schilddrüse und des Jodstoffwechsels und mit Fragezeichen die karzinogene Wirkung.

Kinder im Alter von bis zu 3 Monaten haben immer einen niedrigen Säuregehalt im Magen. Sie sind deswegen auch stärker als ältere Kinder und Erwachsene gefährdet, sich auf dem Weg über den Mund und den Magen mit Durchfallerregern zu infizieren. Die Umwandlungsrate von Hämoglobin in Methämoglobin ist höher. Diese Kinder sind dann natürlich auch stärker gefährdet, infolge der mikrobiellen Umwandlung von Nitrat in Nitrit eine Gesundheitsschädigung zu erleiden. Wenn es dazu kommt, daß gleichzeitig eine Nahrung gegeben wird, die mit nitratreichem Trinkwasser hergestellt worden ist und der Magen des Säuglings von nitratreduzierenden Keimen befallen ist, kann es zu einer akuten Vergiftung mit dramatischem Verlauf kommen - Methämoglobinämie - Symptome in Folge eines Sauerstoffmangels: Kopfschmerzen, Übelkeit, Tachykardie, Atemnot.

Berichte über größere Fallzahlen gibt es vom Anfang der 60er Jahre bei denen eine Assoziation zur Aufnahme von Wasser mit erhöhtem Nitratgehalt bestand. Risikogruppen sind: nicht oder teilgestillte Säuglinge bis zum Alter von 3 Monaten. Es ist keine Schwellendosis bekannt: Angaben der WHO 1996: 97,7% der Fälle traten bei einer Konzentration von 44,3 - 88,6 mg/l ein; davon abgeleitete Grenzen: 40 - 50 mg/l.

Eine direkte Wirkung des Nitrates, ohne vorangegangene Umwandlung zu Nitrit, ist jene, der Beanspruchung der selben Strukturen und Mechanismen, die der Resorption des essentiellen Jodes dienen. Das bewirkt einen reduzierten Transport des Jodids aus dem Blut in die

Schilddrüsenzellen. Es kommt zur Konkurrenz um die Bindungsstellen an den für den Transport zuständigen Molekülen (kompetitive Hemmung).

Risikogruppe: Menschen mit alimentärem Jodmangel in Abhängigkeit vom Trinkwasserkonsum - Feten, Schwangere, Stillende, Kinder u. Jugendliche, wahrscheinlich: ältere Personen.

Die Schwellendosis für Nitrat im Trinkwasser läßt sich nicht festlegen, da diese eng vom Jodangebot abhängt.

Exkurs: Vor mehr als 40 Jahren war auch die Steiermark ein Jodmangelgebiet (hohe Kropfhäufigkeit). Dazu gab es damals aus der Steiermark die ersten Berichte über den Zusammenhang zwischen Nitratbelastung über das Trinkwasser und die Kropfhäufigkeit.

Ende des Exkurses

Seitens der regulatorischen Toxikologie wird zu dem Problembereich Nitratbelastung über das Trinkwasser und die Lebensmittel und Bildung karzinogener Nitrosamine ein Standpunkt eingenommen, der in der Konsequenz das daraus resultierende Risiko für sehr klein hält. Ausgenommen davon ist eine Risikogruppe von magenkranken Personen.

Die Bildung karzinogener Nitrosamine im Magen ist sowohl aus theoretischen biochemischen Überlegungen heraus als auch nach experimentellen Ergebnissen zweifellos möglich.

Hochexponierte Gruppen sind zum einen, Personen, die einen hohen Gemüseverzehr aufweisen - Vegetarier (Vitamine haben aber auch eine krebshemmende Wirkung!). Zum anderen, Personen, die bei Ausübung ihres Berufes beträchtlichen Nitratbelastungen unterworfen sind. Primär sind jedoch Personen gefährdet, deren Magen eine verminderte oder keine

Säurebildung aufweist. Hier kann es zur Besiedlung des Magens mit Mikroorganismen kommen, die Nitrat in Nitrit umwandeln. Der dann bestehende hohe Nitritgehalt kann zu beachtlichen Mengen im Magen gebildeter karzinogener Nitrosamine führen. Epidemiologische Studien an verschiedenen Gruppen höher nitrat-exponierter **gesunder** Personen haben jedoch keinen Nachweis einer Beziehung zwischen Nitratbelastung und Krebshäufigkeit ergeben.

Das gemeinsame Expertenkomitee der Welt-Ernährungs-Organisation (FAO) und der Welt-Gesundheitsorganisation (WHO) beschäftigt sich seit 1995 mit dem Nitrat. Diese Gruppe kam zu der Auffassung, daß es viele Studien gibt, aber fast keine, die geeignet wären, einen *no effect level* abzuleiten. Die meisten Studien sind schon von ihrer Planung und Anlage her ungeeignet. Lediglich aus zwei Untersuchungen können Werte entnommen werden, die für eine Risikoabschätzung geeignet sind:

Beispiel: TDI (tolerable daily intake) für Nitrat von 4 - 8 mg/kg Körpergewicht und für Nitrit von 3,7 mg/kg Körpergewicht (Werte gelten nicht für Kinder bis zum Alter von 3 Monaten).

3,7 mg/kg Körpergewicht bei 70 kg Durchschnittsgewicht ergeben 259 mg an zulässiger täglicher Gesamtaufnahme von Nitrat. Bei einer Aufnahme von 2 l Wasser pro Tag wären das 100 mg Nitrat aus dem Trinkwasser.

Aus diesem Grund hält die WHO und die FAO den Richtwert (Grenzwert) von 50 mg/l für ausreichend sicher, um kleine Kinder vor Methämoglobinämie bzw. Risikogruppen vor vermehrter Bildung von karzinogenen Nitrosaminen zu schützen. Der entsprechende Wert für Nitrit wäre 3 mg/l.

