

## **12. Zusammenfassung**

Der Nitrat- und Nitritgehalt des Trinkwassers wurde aufgrund des Auftretens von Blausucht (Brunnenmethämoglobinämie) bei Säuglingen bis zum 3. Lebensmonat begrenzt; Erkenntnisse in der Nitrosaminbildung (Nitrat und Nitrit als Präkursoren) gaben Anlaß, die Richtwerte tiefer zu setzen (nach Trinkwasserverordnung 1986 und 1990: 50 mg  $\text{NO}_3^-/\text{l}$  und 0,1 mg  $\text{NO}_2^-/\text{l}$ ).

Berichte über Nitrat-/Nitrit-Vergiftungen bei Nutztieren sind zahlreich, besonders bei Rindern nach Aufnahme nitratreicher Futtermittel. Auch wird von Vergiftungen über verunreinigtes Tränkwasser und Molke berichtet. Durch hohen Ammoniakgehalt der Stallluft kann der Nitrat- und Nitritgehalt des Tränkwassers steigen; Vergiftungen in Geflügelbeständen wurden in diesem Zusammenhang beobachtet. Zur Vergiftung bei Pferden durch Nitrat oder Nitrit liegen keine Berichte und Untersuchungen vor.

Wiederkäuer können mit Hilfe der Pansenmikroorganismen Nitrat reduzieren. Die Nitratreduktion erfolgt über Nitrit, Hydroxylamin bis Ammoniak, den die Bakterien zur Proteinsynthese nutzen. Bei Monogastriern besteht eine Nitratreduktion nur in geringem Umfang. Bei Vermehrung und Aufsteigen der Bakterien in craniale Darmabschnitte (z.B. bei Durchfall) ist jedoch eine größere Reduktionsrate möglich. Auch bei Geflügel ist eine Nitratreduktion im Kropf denkbar.

Nach dem Wirkungsmechanismus wird unterschieden zwischen akuter Vergiftung und chronischer Belastung. Die akute Nitrat-/Nitrit-Vergiftung ist in Folge Nitritresorption ins Blut gekennzeichnet durch Methämoglobinbildung und Vasodilatation. Die Tiere weisen Symptome eines Sauerstoffmangels auf. Ferner sind Nitrate und Nitrite osmotisch aktiv und führen zur lokalen Irritation des Magen-Darm-Kanals. Auch von plötzlichen Todesfällen ohne vorherige Krankheitsanzeichen wird berichtet.

Unter chronischer Nitrat-/Nitrit-Belastung werden in der Literatur Auswirkungen einer langanhaltenden Nitrat- und Nitritaufnahme diskutiert wie Störungen des Jod- und Vitaminstoffwechsels (bes. Vitamin A), verminderte Gewichtszunahmen und Futtermittelverwertung, Rückgang der Milchleistung, Leberschädigungen und Fruchtbarkeitsstörungen.

Die zahlreich in der Literatur genannten und bei Untersuchungen von den Autoren ermittelten letalen Dosen, minimale toxische Dosen sowie auch no effect level variieren sehr. Durch Auswertung von Publikationen seit 1965 über Vergiftungen bei Rind, Schaf,

Schwein, Huhn und Pute durch orale Nitrat- bzw. Nitritapplikation, wird versucht, die no effect level für Nitrat und Nitrit im Tränkwasser bei den einzelnen Tierarten zu ermitteln. Folgendes konnte dabei festgestellt werden:

- Die Nitrat- und Nitrittoleranz der Tiere hängt von mehreren Faktoren ab wie: Tierart, Alter der Tiere, Art der Nitrataufnahme und Zeit, Leistungsstand und Stoffwechsellage, Zusammensetzung der Ration und pH-Wert des Panseninhalts.
- Auch methodische und diagnostische Probleme können zu unterschiedlichen Ergebnissen in Fallberichten und experimentellen Untersuchungen zur Belastung durch Nitrat und Nitrit führen.
- Die Pansenmikroorganismen können sich an eine Nitrat- und Nitritzufuhr adaptieren. Nitrat und Nitrit werden schneller reduziert.

Zur Frage der chronischen Nitrat-/Nitrit-Belastung ergibt sich außerdem:

- Eine Hypothyreose infolge langanhaltender Zufuhr kleiner Mengen an Nitrat tritt bei ausreichender Jodversorgung nicht auf.
- Eine Zerstörung von Karotin und Vitamin A durch Nitrit geschieht nur im sauren Milieu und ist daher bei Wiederkäuern unwahrscheinlich. Bei Monogastriern wurde dies beobachtet, allerdings bei Dosen, die bereits akut toxisch waren (ab ca. 3000 mg  $\text{NO}_3^-$ /l bzw. 400 mg  $\text{NO}_2^-$ /l). Bei Geflügel jedoch scheint die Zerstörung von Karotin und Vitamin A im Vordergrund des Vergiftungsgeschehens zu stehen. Durch hohe Vitamin A-Zufuhr steigt die Nitrat- und Nitrittoleranz.
- Leistungsminderungen bei Nutztieren treten auf in Verbindung mit geringerer Futtermittelaufnahme und bei Nitrat- und Nitritdosen, die eine Methämoglobinämie verursachen.
- Aborte werden beobachtet nach akuter Hypoxie infolge hoher Methämoglobinbildung im Muttertier.
- Der Einfluß anhaltender Nitrat- und Nitritaufnahme auf den Leberstoffwechsel und die Fruchtbarkeit ist nicht ausreichend geklärt; Untersuchungen auf eine eventuelle Störung der männlichen Fruchtbarkeit fehlen fast gänzlich.
- Weitere Auswirkungen der Nitrat- und/oder Nitritionen werden in der Literatur diskutiert wie Beeinflussung des Magnesiumstoffwechsels, Stoffwechsel im Pansen, Oxidation von Enzymen, Immunsuppression und mutagene Wirkung. Untersuchungen hierzu liegen bei den Nutztieren nicht vor.
- Die Nitrosaminbildung ist bei den Nutztieren aufgrund ihrer kurzen Lebenserwartung von untergeordneter Bedeutung, bei Wiederkäuern wegen des hohen pH-Wertes im Pansen unwahrscheinlich.

Die Ausscheidung von Nitrat und Nitrit erfolgt in erster Linie über die Niere. Ein carry over von Nitrat, Nitrit und Nitrosaminen in Milch und Fleisch ist gering.

Es werden folgende no effect level für Nitrat und Nitrit im Tränkwasser abgeleitet:

<b>Rinder:</b>	Ab dem Alter von 10 Wochen	2000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	und 200 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	Milchkälber	200 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
<b>Schafe:</b>	Ab ca. 30 kg KGW	2500 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	und 300 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	Für Milchlämmer liegen keine Untersuchungen vor		
<b>Schweine:</b>	Sauen	1300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
	Mastschweine und Absatzferkel	2000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	und 100 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	Saugferkel	1000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
<b>Hühner:</b>	Alle Alters- und Leistungsstufen	1300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	und 300 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	bei ausreichender Vitamin A-Versorgung		
<b>Puten:</b>	Masttiere	3000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	und < 160 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	Zuchttiere	< 675 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
	bei ausreichender Vitamin A-Versorgung		

Darauf aufbauend werden folgende Richtwerte für Nitrat und Nitrit im Tränkwasser vorgeschlagen:

<b>Rinder (außer Milchkälber):</b>	300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
<b>Milchkälber (bis 10 Wochen):</b>	200 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
<b>Schafe:</b>	300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 40 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
<b>Schweine:</b>	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 20 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
<b>Hühner:</b>	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 60 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
<b>Puten:</b>	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l und 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l

### **13. Summary**

Elisabeth Birnbreier

**Evaluation of Knowledge about the Nitrate-/Nitrite Loading of Livestock to Derive Tolerable Concentrations in Drinking Water.**

The nitrate-/nitrite content of drinking water was reduced following the occurrence of methaemoglobinaemia in infants up to three months; Knowledge about the formation of nitrosamine (nitrate and nitrite as precursors) lead to the reduction in legal levels (according to drink water act 1986 and 1990: 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l and 0,1 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/l).

Reports about nitrate/nitrite in livestock are numerous, especially in cattle following consumption of nitrate rich feed. Also poisoning by contaminated drinking water and whey has been reported. High ammonia content in the animal house air can cause the level of nitrate and nitrite in the drinking water to rise. There are no reports of nitrate-/nitrite poisoning in horses.

Ruminants can reduce nitrate with the help of ruminal bacteria. Nitrate reduction leads to nitrite, hydroxylamine and ammonia which the bacteria use to produce protein. In monogastric animals very little nitrate reduction occurs. With more bacteria in the proximal intestine (e.g. Diarrhoea) a greater rate of reduction is possible. Also in poultry nitrate reduction in the crop is possible.

Acute poisoning and chronic loading are differentiated according to the mode of action. Acute nitrate-/nitrite poisoning occurs following absorption in the blood stream and is marked by methaemoglobinaemia and vasodilation. The animals show signs of oxygen deficiency. In addition nitrate-/nitrite are osmotically active and cause local irritation of the gastrointestinal tract. Also sudden death without previous signs of illness has been reported.

Regarding chronic nitrate-/nitrite loading the effect of long term nitrate-/nitrite intake is discussed in the literature, e.g. disturbance of iodine and vitamine metabolism (esp. Vitamin A), reduced weight gain and feed conversion, drop in milk yield, liver damage, disturbance of fertility.

The numerous values mentioned in the literature and the lethal dose, minimal toxic dose and the "no effect level" obtained by the authors investigations varied greatly. Ef-

forts to derive the no effect level of nitrate-/nitrite in drinking water for individual animals by analysis of the publications on poisoning in cattle, sheep, pigs, hens, and turkeys since 1965 have been carried out. The following could be established.

- The nitrate-/nitrite tolerance of animals depends on several factors such as: type of animal, age of the animal, mode of nitrate intake, and rate of intake, level of performance, and state of metabolism, constituents of the diet and the pH value of ruminal content.
- Also methodical and diagnostic problems can lead to different results in case reports and experimental on nitrate-/nitrite loading.
- The ruminal microbes can adapt to nitrate and nitrite intake. Nitrate and nitrite are then reduced more rapidly.

Regarding the question of chronic nitrate-/nitrite loading the following can be said

- Hypothyroidism due to long term intake of little amounts of nitrate does not occur with adequate supply of iodine.
- Destruction of carotene and vitamin A by nitrite occurs only in acid milieu and is therefore unlikely in ruminants. In monogastric animals this was observed, however in doses which were almost acutely toxic (over 3000 mg  $\text{NO}_3^-$ /l or 400 mg  $\text{NO}_2^-$ /l). However in poultry the destruction of carotene and vitamin A seems to be prominent. The nitrate-/nitrite tolerance improves with high vitamin A intake.
- Drop in performance in livestock occurs in connection lesser food intake and with nitrate-/nitrite doses which cause methaemoglobinaemia.
- Abortions have been observed after acute hypoxia due to methaemoglobinaemia in the mother animals.
- The influence of prolonged nitrate and nitrite intake on liver metabolism and fertility is not adequately explained.  
Hardly any investigations on a possible disturbance of male fertility exist.
- Further effects of nitrate- and/or nitrite-ions are discussed in the literature such as the influence on magnesium metabolism, metabolism in ruminal stomach, oxidation of enzymes, immunosuppression and mutagenic effects. Investigations about this in livestock are not available.
- Nitrosamine accumulation is not important in livestock due to their short life expectancy, in ruminants unlikely due to the high pH levels in the ruminal sack.

The excretion of nitrate/-nitrite occurs primarily through the kidney. The carry over of nitrate, nitrite, nitrosamine in milk and meat is small.

The following no effect levels for nitrate and nitrite in the drinking water for animals are derived:

cattle:	over 10 weeks of age:	2 000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	and 200 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	sucking calves:	200 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
lambs:	over 30 kg bodyweight:	2 500 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	and 300 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	about sucking lambs investigations are not available		
pigs:	sows:	1 300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
	fattening pigs and weanling pigs:	2 000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	and 100 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	sucking pigs:	1 000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
hens	all stage of age and productivity:	1 300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	and 300 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	with adequate supply of vitamin A		
turkeys	fattening animals:	3 000 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	and < 160 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
	breeding animals:	< 675 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	
	with adequate supply of vitamin A		

With regard to these the following guidelines for nitrate and nitrite in drinking water for animals are proposed:

cattle (without sucking calves):	300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
sucking calves (up to 10 weeks):	200 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
lambs:	300 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 40 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
pigs:	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 20 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
hens:	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 60 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l
turkeys:	400 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l and 30 mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /l