

1.4 Nitrit/Nitrat (M. Spolders)

1.4.1 Vorkommen, Bedeutung und Möglichkeiten zur Vermeidung

Mit zunehmendem Einsatz N-haltiger Düngemittel für Futterkulturen ist die Bedeutung von Nitrat bzw. Nitrit in daraus erzeugten Futtermitteln angestiegen. Einige Futterpflanzen und Unkräuter sind dabei besonders in der Lage, Nitrat zu speichern, wie z.B. Grüngetreide, Sonnenblumen, Mais, Markstammkohl, Ölrettich, Futterraps und -senf, Kohl- und Stoppelrüben, Zuckerrüben im Blatt, Fuchsschwanz, Gänsefuß, Radmelde, Mohrenhirse, Ampfer, Brennesseln, Stechapfel. Dies gilt v.a. für nitratreiche oder 2-3 Wochen zuvor stark mit N-haltigem Mineraldünger behandelte Flächen (> 400 kg N/ha) sowie für Rieselfelder (Tabelle 1.15.).

Tabelle 1.15. Nitratgehalte von Welschem Weidelgras bei steigender Stickstoffdüngergabe (Weissbach und Hein, 1976)

N-Gabe (kg N/ha)	Nitratgehalt (g NO ₃ /kg T)
30	1,3
60	7,1
90	12,4
120	17,3
150	20,8
180	22,6

Futtergräser sind nur mäßig und Futterleguminosen schwach nitratspeichernd. Am höchsten ist der Nitratgehalt in unreifen Pflanzen, solchen des zweiten Schnittes sowie nach Hitzetrocknung, wobei Stängel und Wurzeln meist mehr Nitrat enthalten als Blätter, Blüten und Samen. Nitratreiche Futtermittel enthalten mehr als 10 g NO₃/kg T, ein Nitratgehalt von bis zu 5 g/kg T im Futtermittel ist als unbedenklich anzusehen. Zusätzlich ist die Nitratkonzentration stark von der unmittelbar vor der Ernte herrschenden Witterung abhängig; so fördern z.B. Hitze und Trockenheit die bakterielle Nitrifikation des Erdreichs und verhindern die Auswaschung von Nitrat aus diesem; niedrige Umgebungstemperaturen und Dunkelheit drosseln die Photosynthese und hemmen so die Nitratreduktase der Pflanzen, was deren Nitratgehalt steigert. Schwefel-, Phosphor- und Molybdänmangel sowie Kaliumüberschuss im Boden tragen zur Anreicherung von Nitrat in den Pflanzen bei, gleiches gilt für die Anwendung von Wuchsstoffherbiziden des Phenoxyessigsäuretyps; sie hemmen die Eiweißsynthese im Unkraut. Durch Trocknung kann der Nitratgehalt nur wenig, durch Silierung jedoch erheblich (20-30 %) reduziert werden, wobei allerdings vermehrte Mengen an Nitrit anfallen können (Stöber, 2002). Nitrat bewirkt, in hoher Konzentration aufgenommen, eine Reizung des Magen-Darmtraktes sowie nach Resorption eine Erschlaffung der Blutgefäße.

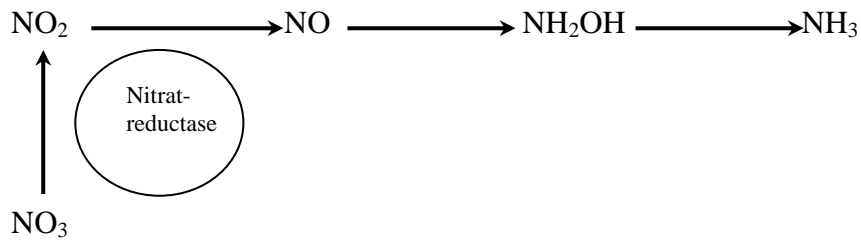


Abbildung 1.1. Nitrat/Nitrit-Reduktion im Pansen

Infolge anaerober Erhitzung bei dichtgepacktem Transport bzw. Lagern grüner Futterpflanzen oder feuchten Heus (Tabelle 1.16.) entsteht Nitrit ebenso wie bei der in den Vormägen stattfindenden mikrobiellen Reduktion (Nitrat – Nitrit – Stickoxid – Hydroxylamin – Ammoniak, Abbildung 1.1.).

Tabelle 1.16. Nitrat- und Nitritgehalte bei Zwischenlagerung von Grünfutter (Weissbach und Ohff, 1978)

Weidelgras	g NO_3 /kg T	mg NO_2 /kg T
Frisch	13,9	11
Zwischengelagert	11,9	155
Zwischengelagert und stark erwärmt	10,7	255

Auch in großen Rundballen findet eine Reduktion von Nitrat zu Nitrit statt (Smith et al., 1991). Nitrit ist dabei 6-10mal toxischer als Nitrat; es verursacht nach Gelangen in den Kreislauf eine Erweiterung der Blutgefäße und Senkung des Blutdruckes. Es dringt in die Erythrozyten ein und wandelt auf direktem Wege durch Nitritreduktion oder auf indirektem Wege durch Nitritoxidation das Hämoglobin (Hb Fe II) in nicht zum Sauerstofftransport befähigtes Methämoglobin (Hämoglobin, Hb Fe III) um (Jensen, 2003; Stöber, 2002). Dieses kann nur sehr langsam wieder zu Hämoglobin reduziert werden. Bei gesunden Tieren beträgt der Anteil von Methämoglobin etwa 1% des roten Blutfarbstoffes. Wenn sein Anteil 20-30% beträgt, kann es v.a. bei anderweitig belasteten Tieren zu Atemnot, Braunverfärbung des Blutes bzw. zum Tode infolge innerer Erstickung (Anoxie) kommen. Nitrit ist befähigt, die Plazenta zu passieren und hat eine besondere Affinität zu fetalem Hämoglobin. Dies kann v.a. im letzten Drittel der Trächtigkeit zum Abort führen, da die Sauerstoffversorgung des Fetus gestört ist (Johnson et al. 1994). Auch wird über eine nachteilige Wirkung auf die Spermaproduktion und -motilität nach langfristiger Nitratverabreichung an Zuchtbullen berichtet (Zraly et al., 1997). Nitrit kann zudem den Elektrolythaushalt verändern. So sind eine extrazelluläre Hyperkaliämie, sowie hohe Plasma-Chloridkonzentrationen und niedrige Natriumkonzentrationen zu beobachten (Huertas et al., 2002).

1.4.2 Dekontamination/Detoxifikation

Nach Anlage 5 der FMV wird für Einzelfuttermittel lediglich für Fischmehl ein maximal zulässiger Nitritgehalt von 60 mg/kg angegeben. Neben den Möglichkeiten zur Vermeidung der Belastung des Futters mit Nitrat/Nitrit bestehen kaum Behandlungsvarianten zur Detoxifikation. Demnach sind Vermeidungsstrategien von erstrangiger Bedeutung.

An erster Stelle steht dabei die Beachtung des Nitratgehaltes im Futter und in der Ration. Es sollte auf ausreichend Strukturfutter in der Ration geachtet werden, zudem sollte auf eine ausreichende Menge an leichtfermentierbaren Kohlenhydraten geachtet werden. Falls nitratreiche Futtermittel verfüttert werden müssen, sollten diese in mehreren kleinen Portionen nacheinander verabreicht werden, um eine Verlängerung der Aufnahmezeit zu erreichen. Ebenso möglich wäre die Verschneidung mit nitratarmen bzw. kohlenhydratreichen Rationsbestandteilen, um dem hohen Nitratgehalt der Ausgangsfuttermittel entgegen zu wirken (Stöber, 2002). Einsatzgrenzen (Restriktionen) sind für die verschiedenen Tierarten/-kategorien abgeleitet (Tabelle 1.17.).

Tabelle 1.17. Grenzwerte zur Ableitung von Einsatzgrenzen (Restriktionen) nitrathaltiger Futtermittel und ihrer Konservate (Ulbrich et al., 2004)

Grenzwert (g NO ₃ /100 kg Körpermasse und Tag)	Tierart bzw. Nutzungsrichtung
1. Rinder/Schafe	
bis 15 g	Kälber, Jungrinder bis 6 Monate, Lämmer bis 3 Monate, hochtragende Kühe, Färsen, Mutterschafe (hochtragend und bis 4 Wochen nach der Geburt), stoffwechselkranke Tiere
bis 20 g	alle anderen Rinder und Schafe bei Stallhaltung
bis 25 g	alle anderen Rinder und Schafe bei Weidehaltung
2. Schweine	
bis 20 g	Mastschweine über 50 kg Körpermasse
bis 10 g	alle anderen Schweine
3. Pferde	
bis 10 g	alle Pferde

Nach Aufnahme von Nitrat-belastetem Futter gibt es verschiedene Möglichkeiten, die toxischen Wirkungen in Grenzen zu halten. Die Gabe von 20 mg Tetracyklinen pro kg Lebendmasse scheint wirksam, um eine weitere Umsetzung von Nitrat zu Nitrit zu vermeiden (Stöber, 2002). Der Gabe von Vitamin E/Selen wird eine detoxifizierende Wirkung zugesprochen. Nitrit und Nitrat bzw. deren Umwandlung in Stickoxid ist die Voraussetzung für eine schnelle Reaktion mit Superoxiden zur Bildung hoch reaktiver Peroxynitrite. Vitamin E scheint in der Lage, die Bildung dieser hoch reaktiven Form zu reduzieren, ebenso Selen über verschiedene Selenoenzyme (Chow et al., 2002). Einem Bakterium der Gattung *Pseudomonas* (PS88) wird die Fähigkeit zugeschrieben, Stickoxid bzw. Nitrit wieder zu Nitrat zu oxidieren, welches lange nicht so toxisch ist (Koschorreck et al. 1996). Für eine Detoxifizierung von Stickoxid (NO) wird noch ein weiteres Bakterium genannt, nämlich ein gram-positiver *Bacillus azotoformans*, dessen exakte Wirkung aber noch nicht bis ins letzte

Detail geklärt ist (Suharti et al., 2004). Möglich ist eine Zufütterung von 300-500 mg Methylenblau pro Tier und Tag oder Na-Wolframat (6,6 mg/kg Lebendmasse, Stöber, 2002). Diese Maßnahme dient der Reduzierung von Methämoglobin zu Hämoglobin und ermöglicht so wieder einen Sauerstofftransport (Stöber, 2002).

1.4.3 Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

Nitrat und Nitrit werden vermutlich immer ein relevantes Thema für die Tierernährung bleiben, aber da im Hinblick auf Belastungen der Umwelt der Düngereinsatz stark reglementiert ist, dürfte dieses Problem nur in bestimmten Gebieten auftreten, in denen irgendein zusätzlicher Faktor dazukommt, wie z.B. Tränkwasserverunreinigung durch Silosickersaft, Tränken aus hofeigenen Brunnen, eiweißreiche Nahrung (neutraler bis alkalischer pH-Wert des Vormageninhaltes), welcher dann Nitrat/Nitrit zum Problem werden lässt (Stöber, 2002).

Daraus ergibt sich kein weiterer Forschungsbedarf zur Nitratproblematik. Unter den gegebenen Umständen und Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis (schonender Einsatz von N-haltigen Düngemitteln usw.) wird Nitrat zwar ein Thema bleiben, es dürfte aber bei Einhaltung guter landwirtschaftlicher Praxis nicht zu großen Problemen kommen.

1.4.4 Literatur

- Chow CK, Hong CB (2002): Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate. *Toxicology* 180(2):195-207.
- Huertas M, Gisbert E, Rodriguez A, Cardona L, Williot P, Castello-Orvay F (2002): Acute exposure of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) yearlings to nitrite: median-lethal concentration (LC(50)) determination, haematological changes and nitrite accumulation in selected tissues. *Aquat Toxicol* 57(4):257-266.
- Jensen FB (2003): Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 135(1):9-24.
- Johnson JL, Grotelueschen D, Knott M (1994): Evaluation of bovine perinatal nitrate accumulation in western Nebraska. *Vet. Hum. Toxicol.* 36:467.
- Koschorreck M, Moore E, Conrad R (1996): Oxidation of nitric oxide by a new heterotrophic *Pseudomonas* sp. *Arch Microbiol* 166(1):23-31.
- Smith RA, Suleiman A (1991): Nitrite intoxication from large round bales. *Vet. Hum. Toxicol.* 33:349.
- Stöber M (2002): Nitrat-/Nitritvergiftung. In: Dirksen G, Gründer HD, Stöber M (Hrsg.) *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*, 4. Aufl., Parey-Verlag, Berlin 235-239.
- Suharti, Heering HA, de Vries S (2004): NO reductase from *Bacillus azotoformans* is a bifunctional enzyme accepting electrons from menaquinol and a specific endogenous membrane-bound cytochrome c551. *Biochemistry* 43(42):13487-13495.
- Ulbrich M, Hoffmann M, Drochner W (2004): Nitrat-Nitrit-Vergiftung. In: Ulbrich M, Hoffmann M, Drochner W (Hrsg.): *Fütterung und Tiergesundheit*. Ulmer-Verlag.
- Weissbach F, Hein E (1976): Fütterungsschäden durch nitrathaltige Futtermittel und ihre Verhütung. *Tierzucht* 30:29.

- Weissbach F, Ohff R (1978): Untersuchungen über den Nitratabbau bei der Futterkonservierung. Vortrag zum Wiss. Symposium, Rostock.
- Zraly Z, Bendova J, Svecova D, Faldikova L, Veznik Z, Zajicova A (1997): Effects of oral intake of nitrates on reproductive functions of bulls. Vet. Med. (Praha) 42:345.