

## Nitrat? Was ist das Problem?

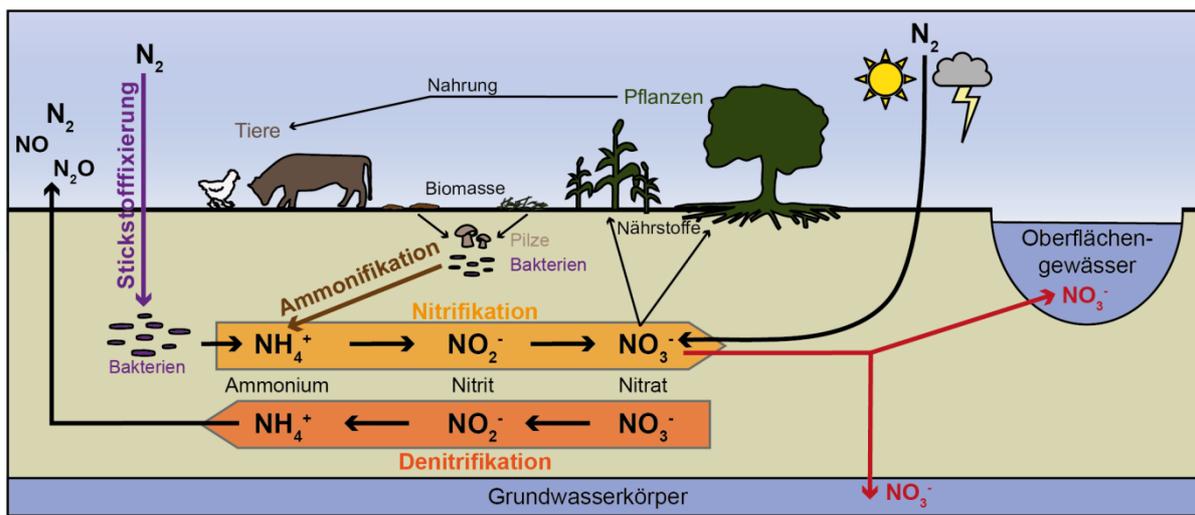
### Der natürliche Stickstoffkreislauf

Stickstoff ist allgegenwärtig. Mit einem Anteil von 78 % ist es das häufigste Element in der Atmosphäre, dort liegt er überwiegend als elementarer Stickstoff ( $N_2$ ) vor. Die Bindung zwischen zwei Stickstoffatomen ist sehr stark, daher können nur die wenigsten Lebewesen den Stickstoff aus der Luft nutzen. Bestimmte Mikroorganismen (stickstofffixierende Bakterien) sind in der Lage, den Luftstickstoff in eine biologisch aktive Form zu überführen, dieser Vorgang wird *Stickstofffixierung* genannt. Dabei wird unter der Verfügbarkeit von Sauerstoff der elementare Stickstoff in Ammonium ( $NH_4^+$ ) umgewandelt, welches dann durch weitere Bakterien über Nitrit ( $NO_2^-$ ) zu Nitrat ( $NO_3^-$ ) oxidiert wird. Dieser Prozess wird als *Nitrifikation* betitelt. Das Nitrat kann nun von Pflanzen aufgenommen werden. Diese benötigen den Stickstoff hauptsächlich für den Aufbau von Aminosäuren, den Grundbausteinen von Proteinen und DNA.

Die Pflanzen dienen Tieren als Nahrungsquelle, auf diesem Weg werden Stickstoffverbindungen aufgenommen und verstoffwechselt. Tierische Ausscheidungen sowie absterbende Biomasse werden von Pilzen und Fäulnisbakterien zersetzt und zu Ammonium umgewandelt (*Ammonifikation*). Ammonium steht so wieder der *Nitrifikation* zur Verfügung.

Neben der *Nitrifikation* existiert, unter der Abwesenheit von verfügbarem Sauerstoff, ein gegenläufiger Prozess: die *Denitrifikation*. Diese beschreibt die Reduzierung von Nitrat über Nitrit und Ammonium zu elementarem Stickstoff durch Bakterien. Der Stickstoff entweicht aus dem Boden und wird der Atmosphäre zugeführt. Sowohl bei der *Nitrifikation* als auch bei der *Denitrifikation* entstehen zudem andere Stickstoffverbindungen wie z.B. Stickoxid (NO) und Lachgas (Distickstoffoxid,  $N_2O$ ).

Neben der Stickstofffixierung wird elementarer Stickstoff zudem durch Sonnenstrahlung und Blitzschlag in der Atmosphäre über Nitrit zu Nitrat umgewandelt und in den Boden eingetragen. Dort steht er dann ebenfalls den Pflanzen zur Verfügung.



Grafik: N. Lübben

# Die anthropogene Beeinflussung des natürlichen Stickstoffkreislaufs

## Das Stickstoffproblem – vom Segen zum Fluch

### Kunstdünger

Das zu Beginn des 20. Jahrhunderts patentierte Haber-Bosch-Verfahren ermöglichte die Fixierung des Luftstickstoffs und damit die synthetische Herstellung von Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) – die Geburtsstunde des Kunstdüngers. Kunstdünger ermöglicht eine enorme Ertragssteigerung. Um den zunehmenden Bedarf an Lebensmitteln zu befriedigen, wurde der Einsatz von künstlichen Düngemitteln verstärkt. Höhere Erträge wurden erzielt, die Zahlen an Tieren in der Viehwirtschaft stiegen an und damit auch deren Ausscheidungen. Diese wiederum werden als organischer Dünger auf die Felder gebracht und stehen so dem Stickstoffkreislauf erneut zur Verfügung. Die industrielle Herstellung von Kunstdüngern führte somit zu einer deutlichen Erhöhung der globalen Nutzbarkeit bioverfügbaren Stickstoffs.

### Industrielle Revolution

Nicht nur der Stickstoffeintrag über den Ackerbau und die Viehwirtschaft stieg deutlich. Seit der industriellen Revolution gelangen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe enorme Mengen an Stickstoff in die Atmosphäre und folglich in den Boden. Die Folge ist ein Überangebot an Stickstoff, der über die Zeit vom Lebenselixier zum Schadstoff wurde.

### Überdüngung (Eutrophierung)

Im Boden überflüssiger Stickstoff bzw. ungebundenes Nitrat wird ausgewaschen und in Oberflächengewässer eingetragen oder es gelangt durch Sickerwässer in das Grundwasser. In Oberflächengewässern wie beispielsweise Flüssen oder Seen führt der hohe Nährstoffeintrag zur Überdüngung des Ökosystems (*Eutrophierung*), so auch im Meer. Ein zu hohes Nährstoffangebot leitet ein übermäßiges Algenwachstum ein, das eine Sauerstoffzehrung und Minderung des Lichteintrages mit sich bringt und folglich zu einem Artensterben von Flora und Fauna führt. In extremen Fällen bilden sich sauerstofffreie Zonen, die sogenannten *Toten Zonen* aus, die bereits in Teilen der Ostsee präsent sind.

### Gefahr für den Menschen

Die Aufnahme von Nitrat durch belastete Lebensmittel oder Trinkwasser birgt gesundheitliche Risiken für den Menschen. Die Reduktion des aufgenommenen Nitrats führt zur Bildung von Nitrit und krebserregender Nitrosamine. Nitrit wiederum kann lebensbedrohlich für Säuglinge sein. Im Blut führt es zur Umwandlung von Hämoglobin (Protein roter Blutkörperchen) zu Methämoglobin, der Sauerstofftransport wird gestört und eine Zyanose (Blausucht, Methämoglobinämie) kann sich ausbilden. Neben der Belastung von Nahrungsmitteln können sich zudem schädliche Stickstoffverbindungen in der Atemluft befinden, die Atemwegserkrankungen auslösen können. Zudem wirkt Lachgas in der Atmosphäre als Treibhausgas, das fast 300 Mal wirksamer ist als  $\text{CO}_2$  und zum Abbau der Ozonschicht beiträgt.

### Sicherung der Wasserqualität

Um das Risiko der oben genannten Erkrankungen zu verhindern, wurde ein Richtwert für die Nitratkonzentration in Trinkwasser eingeführt (EU-Trinkwasserrichtlinie): 50 mg Nitrat pro Liter, ein Richtwert, mit dem das Trinkwasser auch für die Zubereitung von Säuglingsnahrung uneingeschränkt geeignet ist. Derselbe Grenzwert gilt für Grundwasser (EU-Grundwasserrichtlinie). Allerdings führt zu hoher Nitratreintrag in die Grundwasserkörper zur Überschreitung dieses Grenzwertes. Nach Daten aus dem Jahr 2015 befanden sich 47% der Grundwasserkörper in Niedersachsen in einem „schlechten chemischen Zustand“ hinsichtlich ihrer Nitratbelastung. Der übermäßige Einsatz von Düngemitteln verursacht den Großteil des Stickstoffüberschusses.