

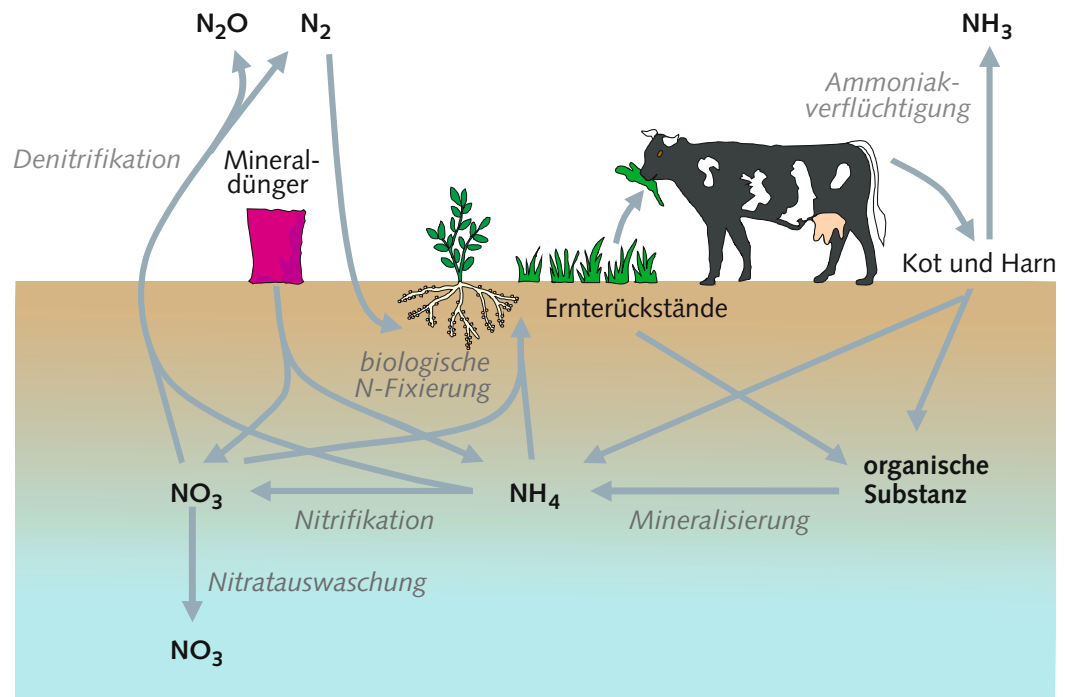


Abbildung 1:
Der N-Kreislauf der
Landwirtschaft.

2 Stickstoff in der Landwirtschaft

Ernst Spiess und Walter Richner

Stickstoff (N) ist in der landwirtschaftlichen Produktion von grosser Bedeutung und kommt im Nährstoffkreislauf in verschiedenen organischen und anorganischen Formen vor. Die Umsetzungsprozesse sind aber mit hohen Verlusten in die Gewässer und in die Luft verbunden, welche nur teilweise vermieden werden können. Die biologische N-Fixierung durch die Leguminosen und die Herstellung von Mineraldüngern haben entscheidend zur Produktionssteigerung beigetragen.

Ohne Stickstoff ist kein Leben möglich. Als Bestandteil der Proteine und anderer Verbindungen ist Stickstoff ein für Pflanzen und Tiere unentbehrlicher Nährstoff, der im landwirtschaftlichen Nährstoffkreislauf in grossen Mengen umgesetzt wird. Eine Besonderheit im N-Haushalt ist es, dass sowohl mineralische als auch organische N-Formen von grosser Bedeutung sind. Tiere nehmen Stickstoff in organischer Form – hauptsächlich als Proteine – auf. Milch, Fleisch und Eier enthalten ebenfalls Stickstoff in Form von Proteinen. In den tierischen Exkrementen liegt Stickstoff dagegen zu einem grossen Teil als Harnstoff (beim Geflügel als Harnsäure) vor, welcher innerhalb weniger Tage zu Ammonium vergoren wird (Gisiger 1960). Der restliche Stickstoff wird von den Tieren über andere organische Verbindungen ausgeschieden. Die Pflanzen wiederum nehmen Stickstoff fast ausschliesslich in mineralischer Form auf (Ammonium und vor allem Nitrat). Deshalb muss der organische Stickstoff zuerst von Bodenmikroorganismen mineralisiert werden.

Einen wichtigen N-Pool für die Pflanzenernährung stellt der Boden dar. Landwirtschaftlich genutzte Böden enthalten in der durchwurzelten Bodenschicht zwischen 3'000 und 50'000 kg N/ha, wobei meist etwa 99 % in organischer Form gebunden sind, vor allem im Humus (Furrer und Stauffer 1986). Auch in den Ernterückständen liegt Stickstoff fast ausschliesslich in organischer Form vor. Neben dem mineralischen Stickstoff, der über die Mineral- und Hofdünger sowie die Deposition aus der Luft in den Boden gelangt, spielt deshalb der Bodenpool des organisch gebundenen Stickstoffs eine wichtige Rolle für die N-Versorgung

Ernst Spiess und
Walter Richner,
Agroscope
FAL Reckenholz,
Reckenholzstr. 191,
CH-8046 Zürich

der Pflanzen. Die Mineralisierung des organischen Stickstoffs verläuft jedoch meist nicht parallel zum N-Bedarf der Pflanzen. In der Hauptwachstumszeit der landwirtschaftlichen Kulturen wird häufig zu wenig Stickstoff mineralisiert. Zudem konkurrieren die Pflanzen mit den Mikroorganismen um Stickstoff. Im Herbst übersteigt die Mineralisierung dagegen oft den Pflanzenbedarf, so dass es zu hohen Gehalten an mineralischem Stickstoff kommen kann.

Ein weiteres besonders Merkmal von Stickstoff ist, dass der N-Kreislauf der Landwirtschaft (Abb. 1) mit hohen, schwer oder nicht vermeidbaren Verlusten verbunden ist. Im Stall, während der Hofdüngerlagerung und nach dem Ausbringen von Mist und Gülle sowie anderer ammoniumhaltiger Dünger kann sich Ammoniak (NH_3) leicht verflüchtigen. Im Boden liegt der mineralische Stickstoff meist in Form von Nitrat (NO_3^-) vor, welches sehr mobil ist und vor allem im Winterhalbjahr leicht mit dem Sickerwasser ausgewaschen werden kann. In sauerstoffarmen Bodenzonen können Mikroorganismen Nitrat reduzieren. Dadurch entstehen molekularer Stickstoff (N_2) und Lachgas (N_2O), die sich verflüchtigen. Lachgas wird zudem auch bei der Nitrifikation – der Umwandlung von Ammonium zu Nitrat – gebildet.

Diese N-Emissionen in das Wasser und in die Luft führen zu verschiedenen Umweltproblemen: Ammoniak-Emissionen tragen zur Überdüngung von empfindlichen Ökosystemen (z.B. Wälder, Moore, Magerwiesen) bei, der Nitratgehalt im Trinkwasser liegt an vielen Orten über den numerischen Anforderungen der Gewässerschutz-Verordnung von $25 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$, und Lachgas ist am Treibhauseffekt und am Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre beteiligt.

Aufgrund der hohen Verluste ist der N-Kreislauf meist nicht geschlossen. Damit der landwirtschaftliche N-Haushalt dennoch im Gleichgewicht bleibt, sind hohe Einträge ins System notwendig. Zwei Eintragspfade, die nicht nur zur Erhaltung des Gleichgewichts beigetragen haben, sondern auch zur Erhöhung der N-Flüsse im Kreislauf und zur Steigerung des Leistungsniveaus in der Landwirtschaft, sind dabei von besonderer Bedeutung: die biologische N-Fixierung der Leguminosen und die Mineraldünger. Die biologische N-Fixierung erlangte in der Schweiz mit der Einführung und Verbreitung der Kunstwiesen (Klee-graswirtschaft) im 18. Jahrhundert eine grosse Bedeutung (Koblet 1965). Im 20. Jahrhundert verhalfen dann die Mineraldünger der Landwirtschaft zu einer gewaltigen Steigerung der Erträge im Pflanzenbau. Nachdem seit Mitte des 19. Jahrhunderts schon geringe Mengen mineralischer N-Dünger (Guano und Chilesalpeter) in die Schweiz eingeführt wurden (Brugger 1979), gelang 1913 mit dem Haber-Bosch-Verfahren der Durchbruch in der Mineraldüngerherstellung (Finck 1979). Stickstoffdünger konnten nun aus Luftstickstoff und Wasserstoff synthetisiert werden. Allerdings ist der damit verbundene Energieaufwand beträchtlich. Aus diesem Grund sind bei Stickstoff nicht – wie bei Phosphor – beschränkte Vorräte ein Problem, sondern der hohe Energieverbrauch bei der Ammoniaksynthese.

Literatur

- Brugger H., 1979. Die schweizerische Landwirtschaft 1850–1914. Verlag Huber, Frauenfeld. 423 S.
Finck A., 1979. Dünger und Düngung. Verlag Chemie, Weinheim und New York. 442 S.
Furrer O.J. und Stauffer W., 1986. Stickstoff in der Landwirtschaft. gwa 66, 460–472.
Gisiger L., 1960. Neue Erkenntnisse über die Bereitung der Gülle und ihre zweckmässige Aufbereitung. Schweiz. Landw. Monatshefte 38, 433–450.
Koblet R., 1965. Der landwirtschaftliche Pflanzenbau. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart. 829 S.