



Actualités OFS
BFS Aktuell
Attualità UST



7 Land- und Forstwirtschaft

Neuchâtel, August 2014

Stickstoff und Phosphor: Nährstoffe oder Schadstoffe?

Die Stickstoff- und Phosphorbilanz der Schweizer Landwirtschaft

Stickstoff (N) und Phosphor (P) sind Hauptnährstoffe der Pflanzen. Den landwirtschaftlichen Kulturen werden Nährstoffe mit Düngemitteln zugeführt. Wird mehr Stickstoff oder Phosphor gedüngt als die Pflanzen aufnehmen können, gelangen sie in die Umwelt und werden zu potenziellen Schadstoffen. Heute werden Dünger effizienter und stärker nach Pflanzenbedarf eingesetzt als noch vor 15 bis 20 Jahren. Trotz Verbesserungen waren die Bilanzen aber nicht ausgeglichen: 2012 resultierten im Durchschnitt immer noch jährliche Überschüsse von 57 kg Stickstoff pro Hektare Landwirtschaftsfläche (inklusive Sömmerungsflächen). Die Phosphorüberschüsse betragen 2 kg pro Hektare.

Lebenswichtige Nährstoffe

Stickstoff ist ein Grundbaustein der Natur: Dieser findet sich im Wasser, im Boden und in der Luft, welche zu rund 78% aus Stickstoff besteht. Er ist essentiell für alle Lebewesen: Mensch, Tier und Pflanzen enthalten Stickstoff, insbesondere als Bestandteil der Proteine und der DNS. Elemente und Verbindungen von Stickstoff kommen in der Natur gasförmig, gelöst in Wasser oder gebunden in organischen Substanzen vor.

Auch Phosphor ist für alle Lebewesen lebenswichtig: Als Bestandteil der Trägersubstanz für Erbinformationen ist er für den Aufbau von Organismen verantwortlich. Zudem spielt er eine wichtige Rolle für die Funktion und Energieversorgung der Zellen. Phosphor existiert in der Natur nur

Die Stickstoff- und Phosphorbilanz auf Landwirtschaftsflächen, 2012

F 1

In tausend Tonnen

Input	Stickstoff	Phosphor		Output	Stickstoff	Phosphor	
Hofdünger	130	22	→	Landwirtschaftsfläche, Vorräte	Entzug durch Futterbau (Natur- und Kunstwiesen, Weiden, Grünmais)	131	20
Mineralische und organische Dünger (ohne Hofdünger)	52	6	→				
Biologische Fixierung durch Leguminosen	34	–	→				
Atmosphärische Deposition	27	... ¹	→				
Saat- und Pflanzgut	1	0	→				
				Entzug durch übrigen Pflanzenbau (Ackerbau inkl. Futtergetreide, Spezialkulturen)	24	5	
				Überschuss	88	3	

¹ Die atmosphärische Deposition von Phosphor ist mangels Informationen schwierig zu bestimmen. Sie wird auf unter 500 t pro Jahr geschätzt.

in Form organischer oder anorganischer Verbindungen. Mineralischer Phosphordünger wird aus Rohphosphaten gewonnen. Die natürlichen Vorkommen drohen zu erschöpfen.

Bilanzen der Nährstoffflüsse

Die landwirtschaftliche Produktion besteht aus Lebenszyklen von Pflanzen und Tieren, bei denen die beiden Nährstoffe Stickstoff und Phosphor zentral sind. Sie bestimmen weitgehend den erzielbaren Pflanzenertrag. Mit Dünger und Kraftfutter bringt der Mensch zusätzliche Nährstoffe in den natürlichen Kreislauf ein.

Um solche Flüsse abzubilden, wurden eine Stickstoff- und eine Phosphorbilanz (F1) berechnet, und zwar für die Landwirtschaftsfläche (inklusive Sömmerungsflächen), welche mehr als ein Drittel der Gesamtfläche der Schweiz ausmacht. Die Bilanz (Methodik siehe Kasten Seite 4) vergleicht die Menge des verfügbaren Stickstoffs/Phosphors im landwirtschaftlichen Kreislauf (Inputs, hauptsächlich Hofdünger und Mineraldünger) mit der Menge Stickstoff/Phosphor, welche durch die Landwirtschaft aufgenommen wird (Output, hauptsächlich Ackerfrüchte und Futter). Ein Überschuss bedeutet eine potentielle Umweltbelastung, während ein Defizit auf mögliche Probleme in Bezug auf eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion hinweist.

Stickstoff- und Phosphorinput

Stickstoff und Phosphor gelangen über tierische Ausscheidungen in den Hofdünger und werden so auf die Landwirtschaftsfläche ausgebracht. In der Schweiz trägt der Hofdünger am meisten zum zugeführten Stickstoff und Phosphor bei. 2012 stammten 71% des Düngerstickstoffs von Hofdüngern (G1), beim Phosphordünger waren es 78% (G2). Der Input wird somit in erster Linie durch die Anzahl Nutztiere beeinflusst: Das Rindvieh war für 78% des Stickstoff und für 72% des Phosphoreintrags verantwortlich, während aus der Schweinehaltung 11% des Stickstoffs und 16% des Phosphors stammten. Der Eintrag von

Stickstoff mittels Hofdünger hat zwischen 1990 und 2012 um 10% und jener von Phosphor um 12% abgenommen. Demgegenüber ging die Anzahl des Rindviehs als Hauptverursacher in der gleichen Periode um 16% zurück. Dass Stickstoff aus Hofdünger schwächer abnahm als der Tierbestand, ist auf einen Anstieg der Nährstoffmengen in den Ausscheidungen von Hochleistungstieren zurückzuführen.

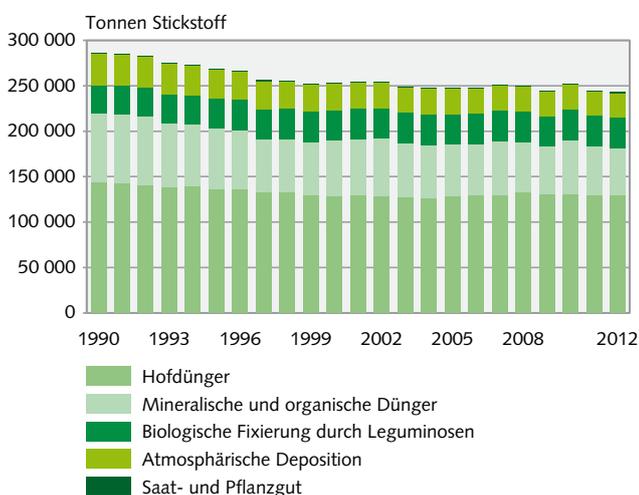
Solange das Vieh nur inländisches Futter konsumiert, werden dem Boden mit dem Hofdünger Stickstoff und Phosphor zurückgegeben und sind nicht neu im System. Sobald das Vieh hingegen mit importierten Futtermitteln gefüttert wird, werden Nährstoffe aus dem Ursprungsland in die Schweiz transferiert und die Nährstoffmenge im System steigt. Zwischen 1990 und 2011 hat sich die importierte Futtermittelmenge fast vervierfacht.

Zusätzlich werden dem Boden auch in Form von mineralischen oder organischen Düngemitteln Stickstoff und Phosphor zugeführt. Mit dem mineralischen Dünger kommen zusätzliche Nährstoffe in das System. 2012 beruhte 25% des Stickstoff- und 17% des Phosphordüngereintrags auf Mineraldüngern. Immerhin ging die mineralische Stickstoffdüngung seit 1990 um ein Drittel zurück. Besonders stark war der Rückgang in den Neunzigerjahren, was auf den Abbau der Marktstützungsmassnahmen des Bundes und die Einführung der Direktzahlungen zurückgeführt werden kann. Diese waren neu an ökologische Auflagen gebunden (ökologischer Leistungsnachweis). Zusätzlich spielte der technische Fortschritt und die Reduktion des Ackerbaus eine Rolle. Seit 1997 stagnierte die Stickstoffdüngung allerdings auf ähnlichem Niveau. Die mineralische Phosphordüngung ging in der selben Zeitspanne um 70% und somit noch stärker zurück.

2012 beruhte 3% des Stickstoff und 5% des Phosphordüngereintrags auf organischen Düngern (beispielsweise Kompost). Früher wurde auch Klärschlamm eingesetzt, was aber ab 2003 (mit Übergangsfrist bis 2008) verboten wurde. Die Auswirkung davon war ein Rückgang des Stickstoffeintrags um 3000 Tonnen und des Phosphors um rund 2000 Tonnen.

Stickstoffinput

G 1

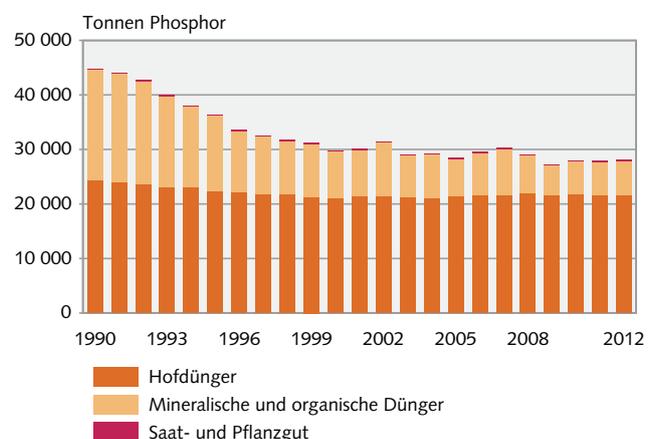


Quelle: BFS – Stickstoffbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

Phosphorinput

G 2

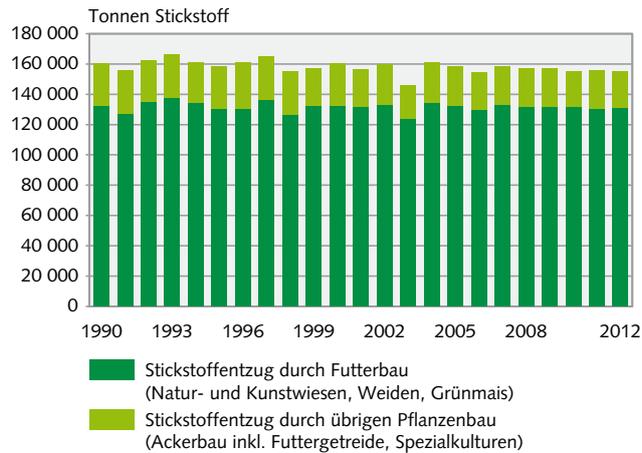


Quelle: BFS – Phosphorbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

Stickstoffoutput

G 3

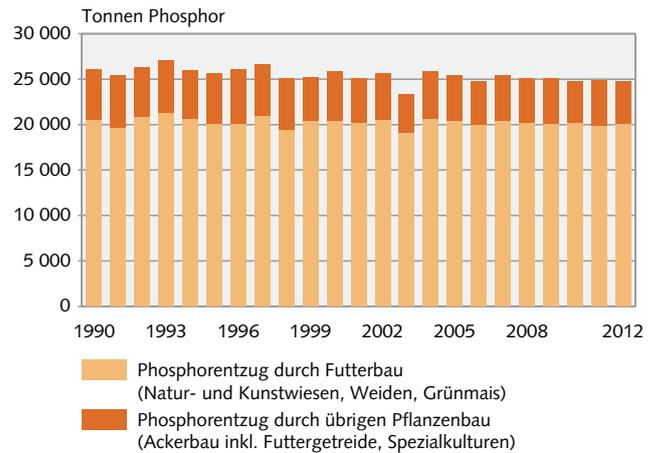


Quelle: BFS – Stickstoffbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

Phosphoroutput

G 4



Quelle: BFS – Phosphorbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

Durch die Stickstofffixierung, bei welcher Bakterien von Leguminosen Luftstickstoff binden, wurden dem Landwirtschaftsboden 2012 34'000 Tonnen Stickstoff zugeführt. Über die atmosphärische Deposition gerieten 27'000 Tonnen Stickstoff in den Boden. Auch Saat- und Pflanzgut enthalten Stickstoff und Phosphor, welche in den Boden gelangen (900, beziehungsweise 200 Tonnen).

Stickstoff- und Phosphoroutput

Die landwirtschaftlichen Kulturen beziehen ihren Stickstoff- und Phosphorbedarf aus den natürlich im Boden vorhandenen Nährstoffen sowie aus Inputs (Dünger, biologische Fixierung und atmosphärische Deposition) und verwerten ihn zu Pflanzenmasse. Doch nur ein Teil des eingesetzten Stickstoff- oder Phosphordüngers wird so verwertet: Je nach Ertrag im Pflanzenbau, welcher auch von anderen Wachstumsbedingungen wie dem Wetter abhängt, werden dem Boden unterschiedlich viel Nährstoffe entzogen.

Am meisten Stickstoff (85%) und Phosphor (81%) wurden auf Grünflächen verbraucht (G3 und G4), das heisst auf Wiesen und Weiden inklusive Sömmerungsflächen, was der dominanten Bodennutzung in der schweizerischen Landwirtschaft entspricht.

Im übrigen Pflanzenbau ist es Getreide, welches aufgrund seiner grossen schweizerweiten Anbaufläche am meisten Stickstoff und Phosphor entzieht. Bei Stickstoff betrug

der Entzug zwei Drittel, während die Hackfrüchte (Kartoffeln, Zuckerrüben) sowie die übrigen Kulturen zusammen den restlichen Drittel aufnahmen. Das extreme Trockenjahr 2003 führte zu geringeren Pflanzenerträgen und somit waren sowohl der Stickstoff- wie auch der Phosphorentzug deutlich tiefer als sonst.

Der Nährstoffentzug durch Futterbau, Wiesen und Weiden bewegte sich zwischen 1990 und 2012, abgesehen von jährlichen Schwankungen, auf ähnlichem Niveau. Jener durch den übrigen Pflanzenbau hat um 15% abgenommen, vor allem infolge einer Verkleinerung der Getreidefläche.

Stickstoff- und Phosphorüberschüsse

Der Stickstoffüberschuss konnte in den Neunzigerjahren vermindert werden (G5), was auf eine Abnahme der Stickstoffmenge aus Hofdüngern sowie auf geringeren Einsatz von Mineraldüngern zurückgeführt werden kann. Seit Mitte der Neunzigerjahre beläuft er sich auf unter 110'000 Tonnen pro Jahr. Von 1990 bis 2012 konnte er pro Hektare Landwirtschaftsfläche (inklusive Sömmerungsfläche) von 78 kg auf 57 kg gesenkt werden. In der Folge hat auch die Effizienz, das heisst der Output im Verhältnis zum Input, zugenommen.

Beim Phosphor betrug der Überschuss 2012 rund 3200 Tonnen respektive 2 kg pro Hektare, verglichen mit noch 12 kg pro Hektare 1990. Besonders deutlich

Weshalb kann Stickstoff ein Schadstoff für die Umwelt sein?

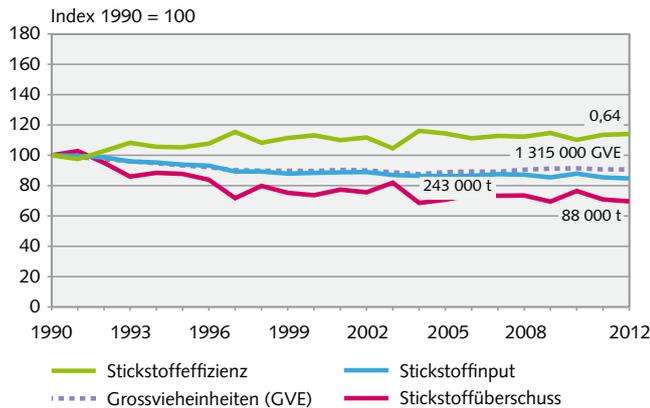
Überschüssiger Stickstoff kann zu Wasser- und Luftverschmutzung führen und sich negativ auf die Ökosysteme auswirken. Nitrat (NO_3^-) kann in Grund- und Oberflächengewässern gelangen und zu deren Überdüngung beitragen. Die Emission von Ammoniak (NH_3) und Stickoxiden (NO_x) in die Luft führt zu Luftverschmutzung, Bodenversauerung und Eutrophierung. Lachgas (N_2O) ist ein Treibhausgas und trägt zum Ozonabbau in der Stratosphäre bei. Empfindliche Ökosysteme, wie Moore oder Wälder, reagieren nachteilig wenn Stickstoff (v. a. über die Luft) zugeführt wird. Insbesondere nimmt die biologische Vielfalt ab. Trotz Anstrengungen zur Verminderung des Stickstoffüberschusses sind die Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser von Landwirtschaftsgebieten wie auch die Emissionen in die Luft immer noch zu hoch.

Weshalb kann Phosphor ein Schadstoff für die Umwelt sein?

Solange Phosphor in den Böden gebunden bleibt, besteht kein Umweltproblem. Mit zunehmendem Phosphorgehalt steigt allerdings die Gefahr, dass Phosphor in Gewässern und andere ökologisch sensible Lebensräume gelangt. In Gewässern fördert er das Algen- und Pflanzenwachstum, wodurch ein Sauerstoffmangel entsteht und in Mooren oder Trockenwiesen verändern sich die Pflanzengesellschaften. Über die Düngung mit Rohphosphaten können zudem Schwermetalle wie Cadmium in den Boden gelangen. Die Phosphorkonzentration in den Schweizer Gewässern konnte dank Abwasserreinigungsanlagen, Phosphorverbot in Textilwaschmitteln und vermindertem Düngereinsatz bereits stark vermindert werden.

Stickstoffbilanz

G 5

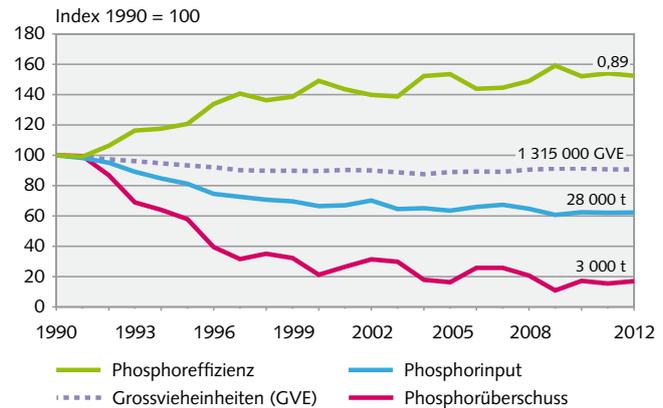


Quelle: BFS – Stickstoffbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

Phosphorbilanz

G 6



Quelle: BFS – Phosphorbilanz

© BFS, Neuchâtel 2014

war die Abnahme in den Neunzigerjahren (G6). Auch hier konnte demnach eine Verbesserung der Effizienz erzielt werden.

Hauptgrund für diese Effizienzsteigerungen waren die Bemühungen der Landwirtinnen und Landwirte, den Nährstoffbedarf der Kulturen mittels Bodenproben und unter Berücksichtigung der jeweiligen Wachstumsphase zu bemessen. Die mineralische Stickstoff- und Phosphordüngung konnten so angepasst und Kosten gespart werden. Die Reduktion der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse ist positiv für die Umwelt. Trotzdem ist der schweizerische Landwirtschaftsboden im Durchschnitt immer noch mit Nährstoffen überversorgt, hauptsächlich mit Stickstoff.

Stickstoffeintrag in den Boden, die Luft und die Gewässer

Von den insgesamt durchschnittlich 90'000 Tonnen überschüssigem Stickstoff aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeiten gelangten gemäss Schätzungen des Bundesamts für Umwelt jährlich rund 55'000 Tonnen in Form von Ammoniak, Stickoxiden und Lachgas in die Luft (Durchschnitt der letzten 5 Jahre). Diese Emissionen entstehen bei der Ausbringung von Hof- und Mineraldünger, in den Ställen oder durch Hofdüngerlager. Der restliche Stickstoff, rund 35'000 Tonnen, dürfte im Boden gespeichert oder in Gewässern ausgewaschen werden, was weitere Umweltschäden verursachen kann (siehe Kasten Seite 3).

Methodik

Die in dieser Studie verwendete Methodik zur Berechnung der Stickstoff- und Phosphorbilanz wurde von der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) und Eurostat (Statistisches Amt der Europäischen Union) entwickelt. Das BFS berechnet sie für die Schweiz seit Ende der Neunzigerjahre. Sie basiert auf dem Ansatz der Bodenoberflächenbilanz (Land budget), welche eine Schätzung aller ein- und ausgehenden Nährstoffflüsse darstellt (siehe auch F1). Der Überschuss zwischen den Inputs und Outputs eines Systems umfasst alle möglichen Verluste (in die Luft, das Wasser, den Boden) sowie die Vorratsveränderungen (hauptsächlich im Boden). Die Grunddaten stammen von verschiedensten Quellen (zum Beispiel aus der Landwirtschaftlichen Betriebsstrukturerhebung und aus Statistiken der pflanzlichen Produktion).

Das Bundesamt für Umwelt berechnet Daten im Bereich des Schweizer Treibhausgasinventars gemäss Kyoto-Protokoll (für N_2O) sowie dem Inventar von Schadgasen gemäss dem Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) der UNO-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE) (für NH_3 , NO_x). Die verwendeten Grunddaten sowie die Umrechnungskoeffizienten zur Schätzung der Nährstoffmengen für diese Berechnungen, wie auch für die vorliegenden Stickstoff- und Phosphorbilanzen, sind kohärent. Die Stickstoff- und Phosphorbilanzen enthalten alle Nährstoffflüsse auf landwirtschaftlichen Nutzflächen und Sömmerungsflächen.

Die hier veröffentlichten Daten werden auch für internationale Vergleiche benutzt. Auf nationaler Ebene werden in der Schweiz eher die Resultate der Stickstoff- und Phosphorbilanzen von Agroscope gemäss dem Ansatz der «Hoftorbilanz» verwendet. Da diese die gesamtschweizerischen Werte nur für die landwirtschaftlichen Nutzflächen, nicht aber für die Sömmerungsflächen berücksichtigt, ergibt die Hoftorbilanz höhere Stickstoff- und Phosphorüberschüsse pro Hektare als die BFS-Bilanzen gemäss OECD-Methode. Zudem sind insbesondere die Erträge von Wiesen und Weiden schwierig zu schätzen, was eine gewisse Unsicherheit der Resultate und Unterschiede zwischen den beiden Methoden ergeben kann.

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Statistik (BFS)

Konzept, Redaktion: Sibylle Meyre, Florian Kohler, Franz Murbach

Layout: DIAM, Prepress/Print

Übersetzungen: Sprachdienste BFS, **Sprachen:** Verfügbar als PDF (oder gedruckt) auf Deutsch, Französisch, Italienisch und Englisch

Auskunft: Bundesamt für Statistik, Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum, Sibylle Meyre, Tel. 058 467 24 39, E-Mail: agrar@bfs.admin.ch

Bestellnummer: 1165-1400, gratis

Bestellungen: Tel. 058 463 60 60, Fax 058 463 60 61, E-Mail: order@bfs.admin.ch