

Düngung

463

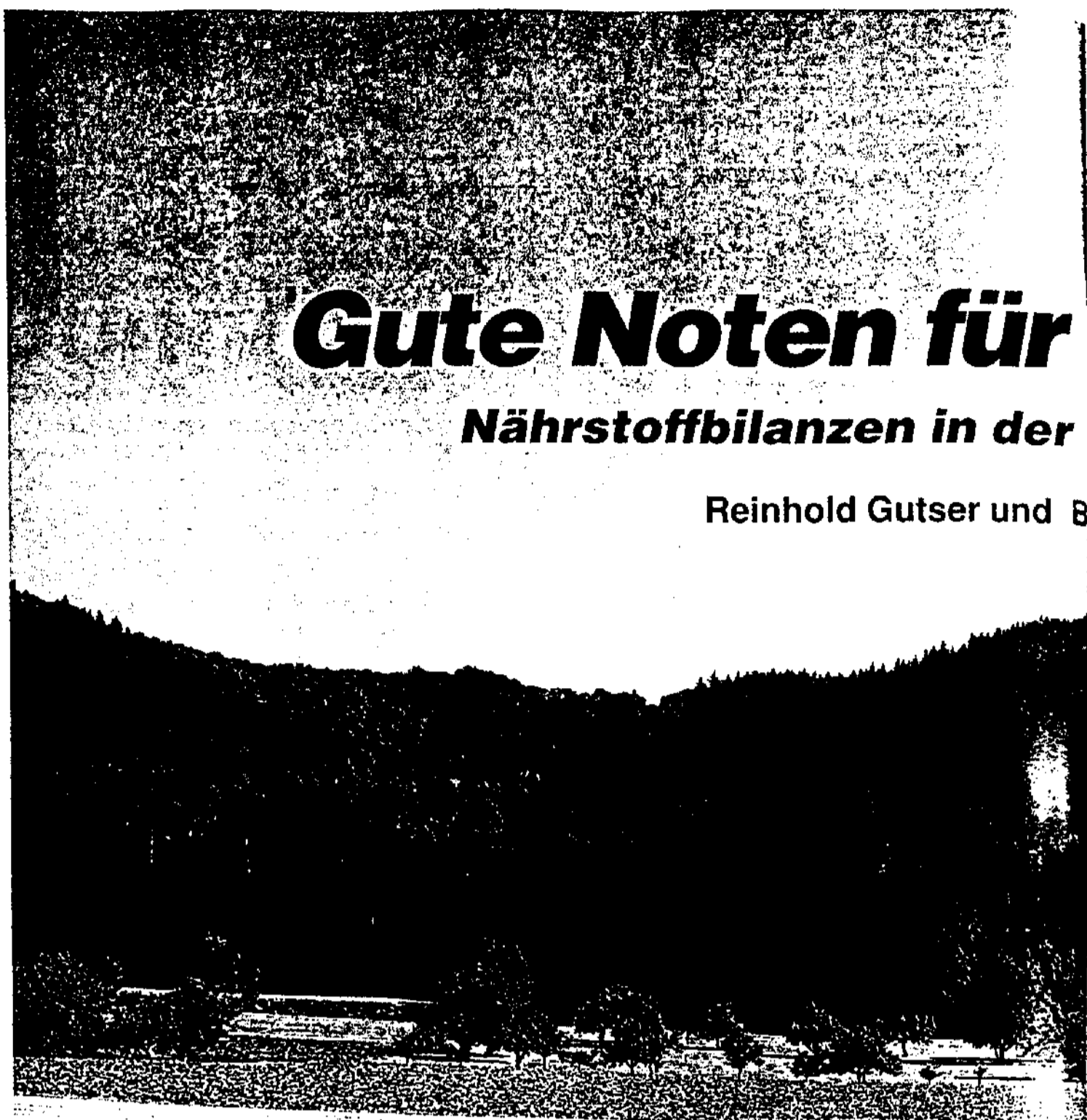
Jede Art der Landwirtschaft führt zwangsläufig zu Eingriffen in den Naturhaushalt. Wesentliches Ziel einer nachhaltigen Landwirtschaft liegt in einer Verminderung von Umweltbeeinträchtigungen (z. B. durch Bodenerosion oder Stoffflüsse wie Nitrat-Stickstoff, Ammoniak oder Lachgas in die Hydro- und Atmosphäre). Im Anbau von Mais wird noch häufig eine wesentliche Ursache für Umweltbelastung gesehen, da diese Reihenkultur bis zur Hauptwachstumszeit ab Mitte Juli ein hohes Gefährdungspotenzial für Verluste durch Bodenerosion und Nitratauswaschung bietet. Hohe Nitratgehalte des Bodens zum Erntezeitpunkt von Mais sind nicht ursächliche Folge des Maisanbaus, sondern häufig Folge eines unnötigen und überzogenen Einsatzes von Wirtschaftsdünger und dürfen somit der Kulturpflanze Mais in einem sachgerechten Anbau nicht angelastet werden.



(Foto: Hentsch)

Es wird vielfach eine Parallele zwischen steigenden Anteilen von Mais in der Fruchtfolge und steigenden Nitratgehalten der Böden oder des Sickerwassers gesehen. Mit der Mulchsaat von Mais steht bis zum Reihenschluss der Kultur ein besonders bodenschonendes und mittlerweile gut erprobtes Anbausystem zur Verfügung, das allerdings noch nicht ausreichend Eingang in die landwirtschaftliche Praxis gefunden hat. Auch wird der Silomais als guter Verwerter organischer Dünger noch häufig zur Beseitigung von Gülleüberschüssen genutzt.

Die Bewertung von Stoffflüssen durch N-Bilanzen in Fruchtfolgen mit Mais zeigt bei umweltschonenden Anbausystemen mit sinnvoller Kombination von orga-



Gute Noten für Nährstoffbilanzen in der

Reinhold Gutser und B...



nischer und mineralischer Düngung für den Maisanbau jedoch ausgewogene N-Salden.

Input/Output-Saldo

Die Düngeverordnung (1996) fordert in § 5 **Nährstoffvergleiche** bezüglich Input und Output auf Betriebs- oder Schlagenebene. Im Interesse einer Vergleichbarkeit der Nährstoffsalden verschiedener Betriebe sollte die jeweilige Vorgehensweise für die Bilanzierung mit den einbe-

zogenen Input- und Outputgrößen bekannt sein. Die in den Abbildungen und Tabellen angeführten Salden sind nahezu ausschließlich Ergebnisse der Flächenbilanz (Input = Düngung, Output = Abfuhr durch die Ernte), z. T. mit Berücksichtigung von unvermeidbaren Verlusten während der Lagerung der Wirtschaftsdünger. Grundsätzlich besitzen nur mehrjährig gemittelte Salden ausreichende Aussagekraft als Steuerungs- und Bewertungsinstrument für den landwirtschaftlichen Betrieb – einjährige Berechnungen werden sehr wesentlich von dem weitge-

den Maisanbau

Fruchtfolge ausgewogen

Barbara Wagner, Freising



Tab. 1: Verwertung der P- und K-Düngung durch die Pflanzen

Nährelement	im 1. Jahr		in den Folgejahren	
	Pflanze %	Verluste %	Pflanze %	Verluste %
P	10 – 20	< 1	ca.	< 1
K	30 – 50	< 5	5 – 10	< 2

Langfristige Verwertung durch Pflanzen: bis nahezu 100 %

Konsequenz für die Düngung auf Böden mit guter P-Versorgung
(= 10 – 20 mg CAL-lösliches P_(P₂O₅) bzw. K_(K₂O) je 100 g Boden)
Düngung = Abfuhr

Tab. 2: Verwertung der N-Düngung durch die Pflanzen

Düngung	im 1. Jahr		in den Folgejahren	
	Pflanze %	Verluste %	Pflanze %	Verluste %
mineralisch	40 – 80			
organisch:				
Gülle	15 – 30		ca. 2 – 4	
Stallmist	10 – 20		im Jahr	
Kompost	0 – 10			

Langfristige Verwertung durch Pflanzen: 60 bis ca. 90 %

Die geringe Effizienz der Maispflanze für die Nährstoffaufnahme (insbesondere von Phosphat) während der Jugendentwicklung – Mais war ursprünglich höheren Bodentemperaturen angepasst und bildet insgesamt ein schwaches Wurzelsystem aus (geringere Wurzellängendichte) – kann in gezielten Düngungsmaßnahmen Berücksichtigung finden; z. B. P-Unterfußdüngung oder P-Reihendüngung oder fruchtspezifische Umverteilung der für eine Fruchtfolge notwendigen P-Düngung zu Gunsten von Mais (d. h. P-Düngung ist größer als P-Abfuhr) und zu Ungunsten von Getreide.

Betriebsspezifische N-Richtwerte

Für das verlustgefährdete Nährelement N besteht hingegen Unsicherheit, inwieweit eine Bilanzierung der N-Flüsse eine Bewertung der Düngepaxis hinsichtlich wirtschaftlicher Effizienz und Umweltverträglichkeit zulässt. Langzeitexperimente ergeben eine Verwertung der N-Düngung durch die Pflanze von 60–90 % (Tab. 2). Grundsätzlich kann nur ein mehrjährig gemittelter N-Saldo (Input-Output) hierfür als Indikator dienen.

Um einen in der Düngeverordnung geforderten N-Vergleich (Input/Output-Saldo) als Steuerelement für die N-Düngung (fruchtspezifische Zuteilung der N-Dün-

hend düngungsunabhängigen, weil witterungsgeprägten Ertragsgeschehen beeinflusst. Somit tritt auch die Einzelkultur gegenüber der Fruchtfolge insgesamt in den Hintergrund, wenngleich kulturspezifische Einflüsse, so z. B. von Mais, insbesondere die N-Salden wesentlich mitprägen.

Phosphor und Kalium

Die Bilanzierung der wenig verlustgefährdeten Nährelemente P und K hat be-

reits seit langer Zeit und insbesondere in Kombination mit Ergebnissen der üblichen Bodenuntersuchung Eingang in die landwirtschaftliche Praxis gefunden. Für die P- und K-Düngung beträgt der empfohlene **Input/Output-Saldo** auf optimal versorgten Böden (10–20 mg CAL-lösliches P₂O₅ oder K₂O/100 g Boden) **null**; es wird mittel- und langfristig von einer vollständigen Ausnutzung der Düngernährstoffe ausgegangen, wenngleich das gedüngte Phosphat im Anwendungsjahr nur zu etwa 15 % von den Pflanzenwurzeln erreicht wird (Tab. 1).

(Foto: AgroConcept)

Düngung

gung) und als Beurteilungsindikator für die Bewirtschaftungsqualität „gute fachliche Praxis“ benutzen zu können, müssen **Ziel- oder Richtwerte** für unterschiedliche Betriebstypen, abgestimmt auf die natürlichen Standortvoraussetzungen, vorliegen. Diese Zielwerte lassen sich aus den Ergebnissen langjähriger systemgerechter Feldexperimente mit zusätzlicher Miterfassung unvermeidbarer N-Einträge (über Niederschläge) und -Austräge (Verluste durch Nitratauswa-



Die Art der angebauten Frucht beeinflusst den N-Saldo. Sämtliche Pflanzen, die länger in der warmen Jahreszeit wachsen, wie Mais und Zuckerrüben, profitieren stärker von der Nettofreisetzung des Bodens und entlasten den N-Saldo (Foto: Dr. W. Schiffer)

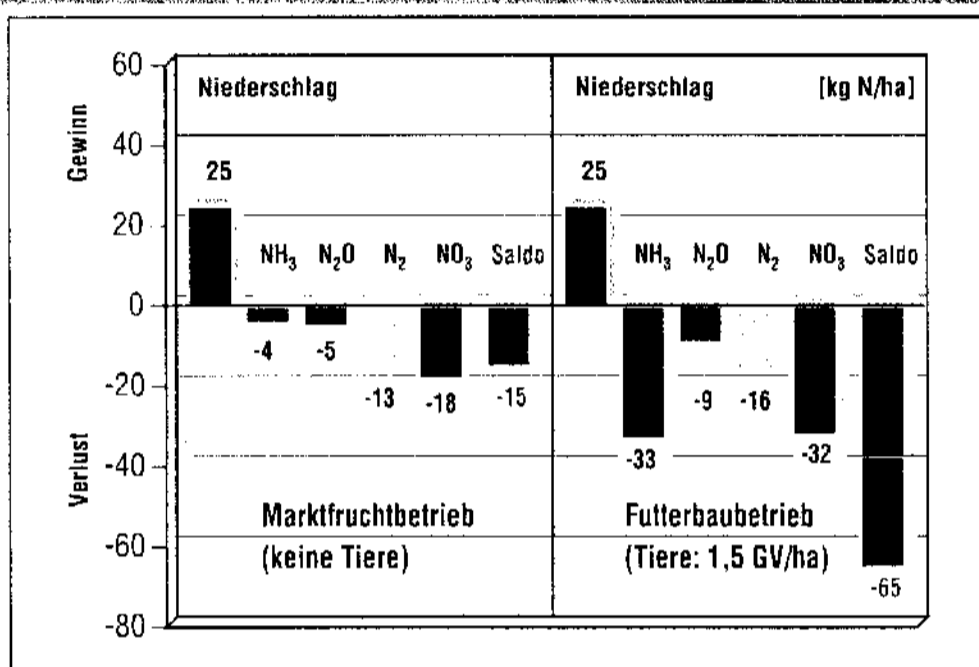


Abb. 1: Unvermeidbare Gewinne und Verluste von Stickstoff (kg N/ha AF) – günstige Standortbedingungen

schung und Emissionen gasförmiger N-Verbindungen) ableiten. So ergeben sich unter allgemein günstigen Produktionsbedingungen für reine Marktfruchtbetriebe deutlich geringere unvermeidbare Verluste (ca. 15 kg N/ha) als für Betriebe mit Tierhaltung, z. B. bei ca. 1,5 GV/ha ca. 65 kg N/ha (Abb.1), woraus sich dann zwangsläufig unterschiedliche Zielwerte für tolerierbare N-Salden in den Betriebstypen von +30 bzw. 50–100 kg N/ha folgern lassen. Diese Kalkulation beruht auf der Vorgabe, einen optimalen Fruchtbarkeitszustand des Bodens dadurch zu erhalten, dass die für diese Betriebsformen spezifischen unvermeidbaren Verluste durch positive N-Salden aus N-Düngung minus N-Abfuhr über die Erntegüter ausgeglichen werden. Im Falle einer erwünschten Abmagerung der Böden, z. B. in Wasserschutzgebieten, kann für eine gewisse Zeit auch der Ausgleich über die Düngung unterbleiben. Die höheren tolerierbaren N-Salden in Betrieben mit Tierhaltung und Gemüsebau sind systembedingt (schlechtere Verwertung der organischen Dünger und Ernterückstände.

Betrieb mehrjährig flächenbezogene N-Salden festgestellt, die von diesen Zielwerten wesentlich abweichen, so sollte stets Ursachenforschung betrieben werden: Mögliche Ursachen können neben zu hoher Viehdichte ohne Flächenbindung, ertragsmaximierender Düngung

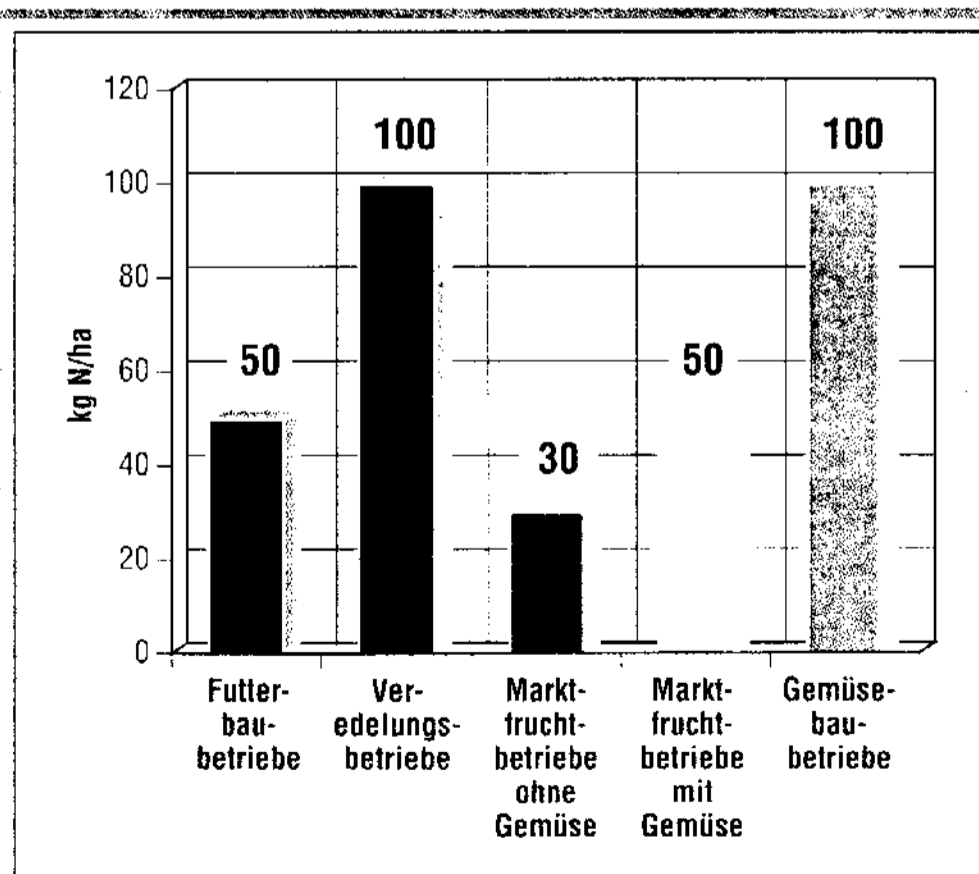


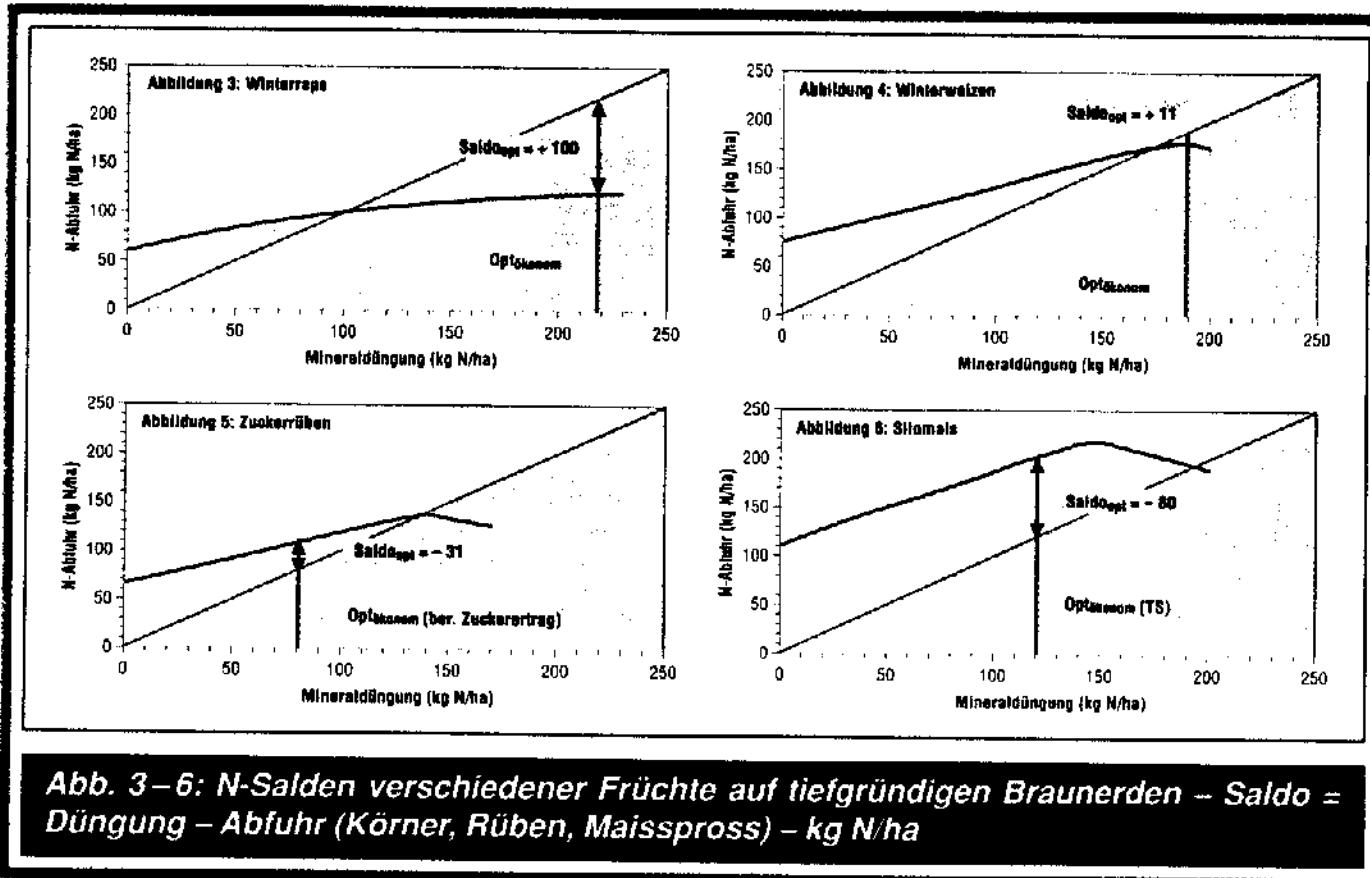
Abb. 2: Orientierungswerte für Obergrenzen von tolerierbaren, betriebsspezifischen N-Salden – Input minus Output (inkl. N-Lagerungsverluste für Wirtschaftsdünger)

höhere Verlustpotenziale der humusreicheren Böden, Fruchtfolge! (Abb. 2). Werden in einem landwirtschaftlichen

vor allem auf auswaschungsgefährdeten Standorten, bewirtschaftungsbedingter Ab- oder Anreicherung der Böden mit Humus und Stickstoff auch in **ungünstigen Fruchtfolgen** liegen.

Kulturartenspezifische N-Salden

Die Art der angebauten Frucht beeinflusst erheblich die Höhe des erzielbaren N-Saldos. Sämtliche Pflanzen, die die jährliche N-Freisetzung eines Bodens (wärmere Jahreszeit) nur wenig verwerten (z. B. Winterraps, z. T. Wintergerste) belasten den N-Saldo durch höhere Düngeransprüche, während länger in der warmen Jahreszeit wachsende und damit von der Nettofreisetzung des Bodens stärker profitierende Kulturen wie Kartoffeln, Mais und Zuckerrüben den N-Saldo entlasten durch geringere Düngeransprüche auch für hohe Erträge. Für gute Erträge erfordert Winterraps mittlere positive N-Salden von etwa 70 bis 90 kg N/ha im Gegensatz zu Silomais, der bei negativen N-Salden von 50 bis 80 kg N/ha auf guten Standorten optimal ernährt ist. Neben dem Verwertungspotenzial für Bodenstickstoff in Abhängigkeit der Zeit des Hauptwachstums spielt der Harvest-Index einer Kulturpflanze (N-Anteil des Erntegutes am gesamten oberirdi-



schon Aufwuchs) eine wichtige Rolle. Für Körnermais lassen sich mindestens genauso günstige N-Salden erzielen wie für Wintergetreide und sollten durchwegs im schwach negativen Bereich (0 bis -20 kg N/ha) liegen.

Fazit

Somit kann dem Maisanbau bezüglich dem in einer Fruchtfolge erreichbaren N-Saldo eine insgesamt gute Note bescheinigt werden. Der Mais ist ähnlich wie

Zuckerrüben in der Lage, die N-Freisetzung unserer im Allgemeinen mit Stickstoff (Humus) gut versorgten Böden optimal zu nutzen. Deshalb kann die N-Düngung in diesem Fruchtfolgeglied gegenüber der erwarteten N-Aufnahme des oberirdischen Aufwuchses mehr (Silomais) oder weniger (Körnermais) deutlich niedriger angesetzt werden. Kulturen wie Winterrapen und teilweise Getreide sind hinsichtlich dieser Zielgröße deutlich ungünstiger zu beurteilen.

Die häufig anzutreffende Realität des Silomais-Anbaus weist jedoch als Folge eines oft überzogenen Einsatzes von Wirtschaftsdünger mit zum Teil noch zusätzlicher mineralischer Ergänzungsdüngung stark positive N-Salden auf – eine Gegebenheit, die von einer „guten fachlichen Praxis“ weit entfernt ist.

Dr. Reinhold Gutser und Dr. Barbara Wagner, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, TU-München-Weihenstephan, Freising

Literaturhinweis

Gutser, R.; 1998 Zur Problematik von Stickstoffbilanzen. DLG-Schrift C98 „Die Düngeverordnung auf dem Prüfstand“, 27–45