



Bedarfsgerechte Düngung im Gemüsebau¹

Christian GYSI, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil

Auskünfte: Christian Gysi, e-mail: christian.gysi@faw.admin.ch, Fax +41(0)1 780 63 41, Tel +41(0)1 783 64 26

Das Düngungskonzept im Gemüsebau beruht auf dem Nährstoffbedarf von Gemüse und verschiedenen Methoden zur Erfassung des zeitlich veränderbaren Angebotes an Stickstoff aus dem Boden. In der umweltschonenden Produktion (Integrierte Produktion und Biolandbau) werden über die gesetzlichen Vorschriften hinausgehende, kontrollierbare Anforderungen an die Bewirtschaftung gestellt, die mit Direktzahlungen abgegolten werden. Die Bedeutung des Risikos der Nitratauswaschung, Wissens- und Umsetzungslücken über die Stickstoffdüngung von Gemüse werden diskutiert.

Etwa 60 % des in der Schweiz produzierten Gemüses im Wert von 420 Millionen Franken wird von rund 2'000 Gemüseproduzentinnen und -produzenten auf einer Fläche von 9000 ha (davon 800 ha unter Glas) produziert. 90 % der Gemüseproduzierenden richten sich nach den Anforderungen der Integrierten Produktion (IP); ein zunehmender Anteil von 5 bis 10 % des Gemüses wird nach Richtlinien des Biologischen Landbaues (Bio) erzeugt. Mehr als zwei Drittel der einheimischen Produkte und der Importe werden von zwei Grossverteilern vermarktet (Abb. 1). Der Schweizerische Gemüsebau ist gekennzeichnet durch ein vielseitiges Angebot von etwa 60 wichtigen Arten; in einzelnen Betrieben werden bis zu 40 verschiedene Gemüse angebaut. In der Nähe der Städte wird hauptsächlich Frischgemüse angebaut während sich weiter von den Städten entfernte Anbaugelände eher auf Lager- oder Verarbeitungsgemüse spezialisieren.

Düngungskonzept im IP- und Bio-Anbau

Für eine gute und qualitativ hochwertige Ernte gilt der Grundsatz: So wenig Nährstoffe wie möglich, so viel wie nötig. Eine Qualitätsproduktion bedingt die Rückführung der mit der Ernte vom Feld abgeführten Nährstoffe. Das heutige Düngungskonzept beruht auf einer Reihe von Methoden zur Ermittlung des Nährstoffbedarfes während des Pflanzenwachstums. Die Anwendung dieser Methoden erfordert von Gemüseproduzentinnen und

-produzenten Wissen, Zeit und Geld. Für die umweltschonenden Produktionsmethoden der Integrierten Produktion und des Biologischen Landbaues gelten einschränkende Massnahmen, die in Bezug auf die ausgebrachten Nährstoffe gesamtbetrieblich überprüft werden (Tab. 1). Diese über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehenden Anforderungen werden mit Direktzahlungen abgegolten und mit einem Label ausgezeichnet.

Stickstoff wird getrennt von den anderen Hauptnährstoffen betrachtet. Der Stickstoffbedarf der rasch wachsenden Gemü-

sekulturen ist immer deutlich höher als die Stickstoffmenge, die mit der Ernte abgeführt wird (Entzug). Im Gemüsebau wird in vielen Betrieben weniger als zwei Drittel des Stickstoffangebotes mit der Ernte entzogen. Mit zunehmendem Stickstoffangebot wird die Aufnahmerate geringer und der auf dem Feld verbleibende Stickstoff nimmt zu (als «potenzieller Verlust» bezeichnet in Abb. 2). Der nicht in der Ernte gebundene, mobile Stickstoff kann - muss aber nicht - je nach Witterung, Bodenverhältnissen und Entwicklung des Pflanzenbestandes ausgewaschen werden und belastet damit das Grundwasser. Durch eine Begrünung der Felder nach der Ernte können grössere Stickstoffmengen biologisch in den Gründüngungspflanzen gebunden und damit vor der Auswaschung im Winter bewahrt werden.

Die verschiedenen Methoden zur Ermittlung des Nährstoffbedarfes der Pflanzen haben das Ziel, die Verfügbarkeit von



Abb. 1. Gemüseanbau und -handel in der Schweiz.

¹nach einem Vortrag vom 18. Januar 1999, Düngungsberater tagung im Schloss Schönbrunn, Wien

Tab. 1. Düngungskonzept im IP- und Bio-Gemüsebau

| Schritt | Stickstoff | Hauptnährstoffe (ohne Stickstoff) |
|---|--|---|
| Bemessung des Nährstoffbedarfes | - Bedarf höher als Entzug - Nährstoffgabe pro Kultur | - Bedarf entspricht Entzug - Nährstoffgabe pro Parzelle und Jahr |
| Methoden zur Ermittlung des Nährstoffbedarfes | - N _{min} Bodenuntersuchung - Düngefenster - Pflanzensaftanalyse - Stickstoff-Modelle | - Bodenuntersuchung auf pflanzenverfügbare- und Reserve-Nährstoffe |
| einschränkende Massnahmen IP und Bio: | IP: höchstens 60 kg N/ha und Gabe; Bodenbedeckung über Winter auf mindestens einem Drittel der Fläche Bio: keine synthetischen Stickstoffdünger | IP und Bio: Nährstoffgaben aufgrund von Bodenuntersuchungen |
| Einsatz von Düngemitteln | 1. Priorität: Hofeigene Dünger 2. Priorität: Massnahmen zur Förderung der natürlichen Stickstofffixierung (vor allem im Biolandbau) 3. Priorität: Ergänzung mit Handelsdüngern | |
| Kontrolle | Gesamtbetrieblicher Vergleich der Nährstoffzufuhr zum Betrieb mit den Düngeempfehlungen unter Berücksichtigung der Ernterückstände und der Bodenuntersuchung (Nährstoffhaushalt nach LBL/SRVA). Tolerierte Abweichung von 10 % für Stickstoff und Phosphat. | |

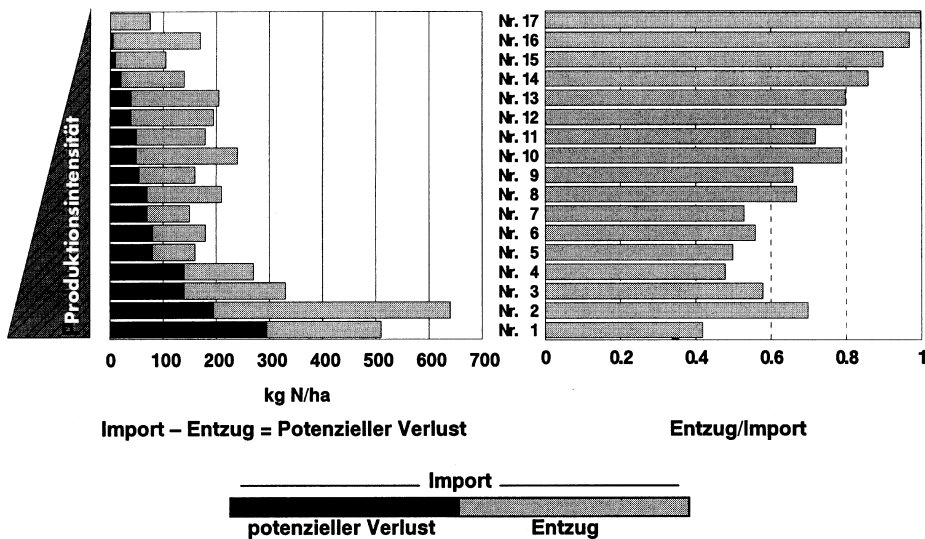


Abb. 2. Gesamtbetriebliche Stickstoff-Bilanz (Darstellung links: Import minus Entzug gleich potenzieller Verlust) und Ausnutzungsrate für Stickstoff (Darstellung rechts: Entzug zu Import) von 17 Gemüsebaubetrieben mit zunehmender Produktionsintensität (Gysi und Schwaninger 1998).

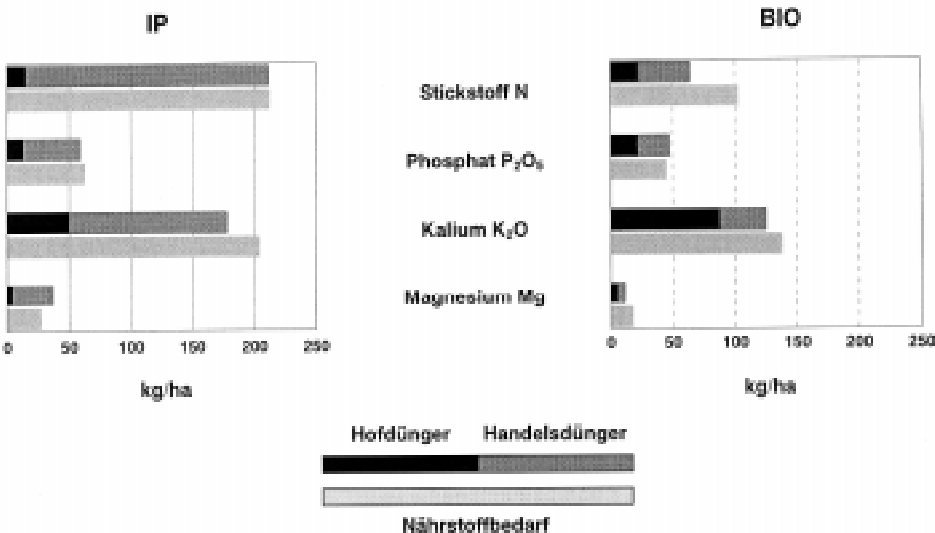


Abb. 3. Gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt von IP- und Bio-Gemüsebetrieben (Gysi und Schwaninger 1998).

Stickstoff zu erfassen. Während für die anderen Hauptnährstoffe eine Bodenuntersuchung alle vier Jahre ausreicht und die Nährstoffe einmal pro Jahr ausgebracht werden können, sind beim Stickstoff für jede Kultur zur Abschätzung des pflanzenverfügbaren Anteiles zum Teil mehrere Untersuchungen erforderlich. Die Vielzahl der möglichen Methoden, die alle mit einem mehr oder weniger grossen Aufwand für die Produzierenden verbunden sind, zeigen, dass die ideale Lösung noch nicht gefunden ist. Für die Düngung in der Praxis eignet sich besonders die Methode «Düngefenster», bei welcher die Wirkung einer verminderten Stickstoffdüngung im eigenen Feld überprüft werden kann.

Um das Auswaschungsrisiko zu vermindern, trägt in der IP die Beschränkung der Einzelgabe von Stickstoff auf 60 kg pro Hektare und eine Bedeckung der Felder mit Pflanzen im Winter wesentlich bei. Der Verzicht auf synthetische, auswaschungsgefährdete Stickstoffdünger zielt im Biolandbau in die gleiche Richtung; die Düngung mit Hofdüngern oder organischen Handelsdüngern, bei denen die zeitliche Stickstoffverfügbarkeit nicht kontrolliert werden kann, schliesst das Risiko der Nitratauswaschung jedoch keineswegs aus.

Eine Kontrolle der Nährstoffgaben zu den einzelnen Kulturen ist wegen deren grossen Anzahl nicht sinnvoll. Die Nährstoffzufuhr zum Betrieb wird darum gesamtbetrieblich anhand einer Nährstoffbilanz erfasst (LBL/SRVA 1995). Eine gesamtbetriebliche Erfassung der im Betrieb zirkulierenden Nährstoffe zeigt den Betriebsleiterinnen und -leiter, auf welchem Düngungsniveau sich ihr Betrieb bewegt.

Ein Vergleich des Nährstoffhaushaltes von IP-Betrieben mit Biobetrieben zeigt, dass das Düngungsniveau auf Biobetrieben generell unter demjenigen der IP-Betriebe liegt und dass die Biobetriebe dank Massnahmen zur natürlichen Stickstofffixierung mit weniger Stickstoff auskommen können (Abb. 3).

Umwelt-Probleme

Jede pflanzenbauliche Produktion ist mit einer Belastung der Umwelt verbunden. Die Abbildung 4 gewichtet auf der Ordinate die Bedeutung verschiedener Risiken: lokal für das Gemüsefeld, regional vor allem für Grundwasservorkommen und global für die Belastung der Luft. Auf der Abszisse wird abgeschätzt, ob die heu-

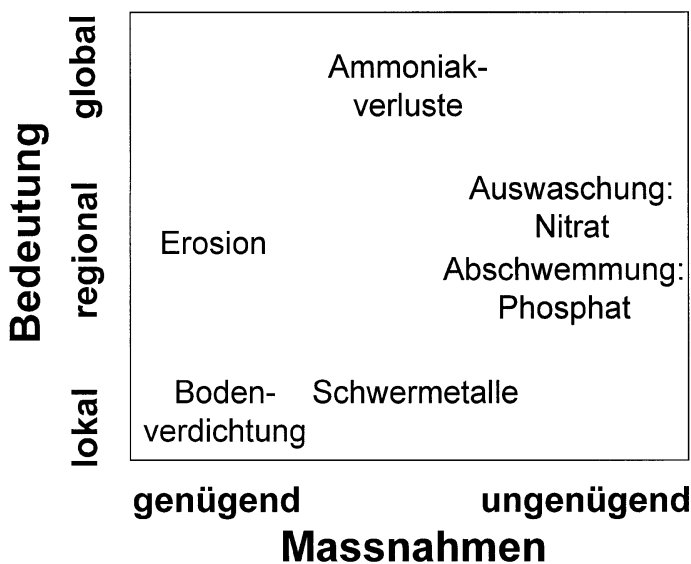


Abb. 4. Abschätzung der Bedeutung und Massnahmen, um die Umweltbelastungen im Gemüsebau zu vermindern.

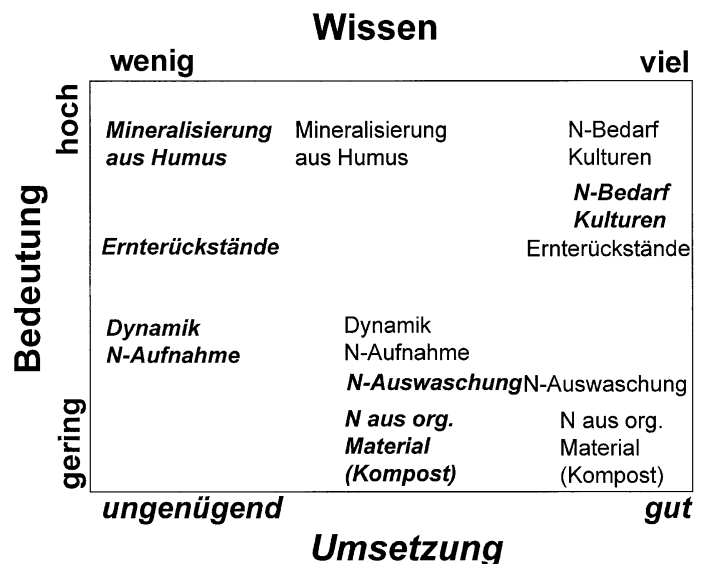


Abb. 5. Vorhandenes Wissen und Umsetzung in die Praxis einzelner Elemente der Stickstoffdüngung sowie deren Bedeutung für die Stickstoffdüngung im Gemüsebau (modifiziert nach ENVEG Tagung Hannover 1998).

te getroffenen Massnahmen genügen, um die Umweltbelastung zu vermindern. Lokale Bedeutung haben die Bodenverdichtung und die Anreicherung von Schwermetallen. Die Massnahmen zur Verminderung dieser Bodenbelastungen sind für die Behebung von Bodenverdichtungen günstiger zu beurteilen als für die kaum reversible Anreicherung mit Schwermetallen, besonders mit Kupfer. Global wirkend sind Ammoniakverluste, die allerdings im Gemüsebau wegen des geringen Hofdüngereinfalles kaum ins Gewicht fallen. Von regionaler Bedeutung ist die Erosion, die im Gemüsebau aufgrund der meist wenig geneigten Felder eine untergeordnete Rolle spielt. In sensiblen Grundwassergebieten - häufiger und bevorzugter Standort von Gemüsebaubetrieben auf den besten, stadtnahen Böden - müssen nach Meinung der Wasserämter die Massnahmen zur Verminderung der Auswaschung von Nitrat und der Abschwemmung von Phosphat weiter intensiviert werden. Einer noch genauer dem Bedarf der Pflanzen angepassten Stickstoffdüngung kommt damit eine besondere Bedeutung zu. Das mobile Element Stickstoff lässt noch immer bedeutende Wissenslücken offen, obschon das Studium des Stickstoffkreislaufes seit der Entdeckung synthetischer Düngemittel vor über hundert Jahren einen Schwerpunkt der landwirtschaftlichen Forschung darstellt. Auch bei der Umsetzung des vorhandenen Wissens in die Praxis müssen noch vermehrte Anstrengungen unternommen werden (Abb. 5).

Sehr viele Kenntnisse haben wir über den Stickstoffbedarf einzelner Gemüse, deren Ernterückstände, die Gefahr der Auswaschung und die Nachlieferung von Stickstoff aus organischem Material wie zum Beispiel Kompost. Die Umsetzung dieses Wissens in die praktische Düngungsberatung lässt aber besonders bei den Ernterückständen zu wünschen übrig. Über den zeitlichen Verlauf der Stickstoffaufnahme durch Gemüse ist noch verhältnismässig wenig bekannt und die Umsetzung der vorhandenen Kenntnisse ungenügend. In Praxisempfehlungen umsetzbare Kenntnisse über die Mineralisierung von Stickstoff aus der organischen Substanz des Bodens fehlen zurzeit weitgehend, obwohl diese Stickstoffquelle in vielen gemüsebaulich genutzten Böden ebenso viel oder mehr zur Stickstoffversorgung der Gemüse beiträgt wie die Handelsdünger (Abb. 6)

Düngungs-Strategie

Aus dem oben gesagten ergibt sich die Folgerung, den Stickstoffkreislauf weiter zu erforschen, besonders in den erwähnten Wissenslücken. Für die Beratung gilt es, die gewonnenen Erkenntnisse trotz der Komplexität der Zusammenhänge zu vereinfachen, praxistauglichen Empfehlungen zu verdichten und diese umzusetzen. Sodann muss die Problematik der (notwendigen) Stickstoffdüngung der Öffentlichkeit und dem Gesetzgeber in verständlicher Form kommuniziert werden. Bevor über die IP- und Bio-Richtlinien hinausgehende Massnahmen in der breiten landwirt-

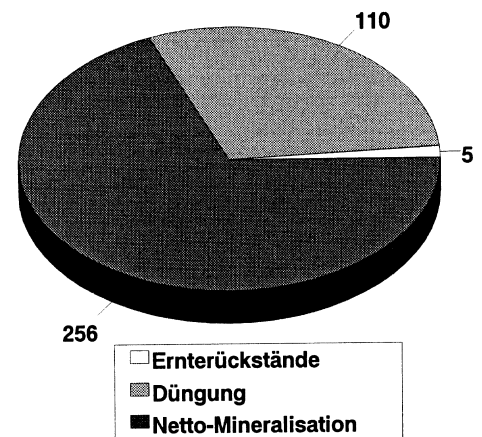


Abb. 6. Stickstoffzufuhr zu einer Gemüsekultur (Import-Teil der Stickstoff-Massenbilanz in kg N pro ha für die obersten 60 cm eines mit Kabis bepflanzten Gemüsefeldes im Verlauf eines ganzen Jahres; Gysi 1994).

schaftlichen Praxis angeordnet werden, muss den vorhandenen, in ihrer Wirkung bekannten Massnahmen die Chance einer Bewährung eingeräumt werden. Für bestimmte Grundwassereinzugsgebiete genügen die oben genannten Massnahmen aber nicht, um die gesetzlich festgelegte Qualität des Trinkwassers zu gewährleisten. Das Bundesamt für Landwirtschaft und das Bundesamt für Wald, Umwelt und Landschaft haben daher ein Programm initiiert mit dem Ziel, in besonders gefährdeten Grundwassereinzugsgebieten die Nitratauswaschung durch Massnahmen zu vermindern, die über die Richtlinien des IP- und Bioanbaues hinausgehen (BLW und BUWAL 1998). In

diesem Pilotprojekt geht es darum, im Zuströmbereich der Grundwasserfassungen durch eine flächendeckende Pflanzendecke vor allem im Winter, durch Einschränkung der Anbaufläche für Acker- oder Gemüsekulturen oder als letzte Massnahme durch die Umsiedlung von Kulturen und Betrieben, den Nitratgehalt im Grundwasser unter 40 mg, später auf weniger als 25 mg Nitrat pro Liter abzusinken. Derartige vom Gesetzgeber angeordnete Massnahmen sind gegenüber dem Bewirtschaftenden kostenpflichtige oder gar ersatzpflichtige Einschränkungen der Nutzung (Abb. 7). Die Kosten für dieses Projekt werden zurzeit vom Bund und den beteiligten Kantonen getragen. Ein entsprechendes Projekt, mit dem Ziel den Phosphateintrag in Oberflächengewässer zu vermindern, hat in besonders gefährdeten Regionen des schweizerischen Mittellandes begonnen. Forschung, Beratung und Praxis sind gemeinsam dazu aufgerufen, die bekannten, heute umsetzbaren Massnahmen konsequent durchzuführen, um weitergehende Einschränkungen der Bewirtschaftung zu verhindern.

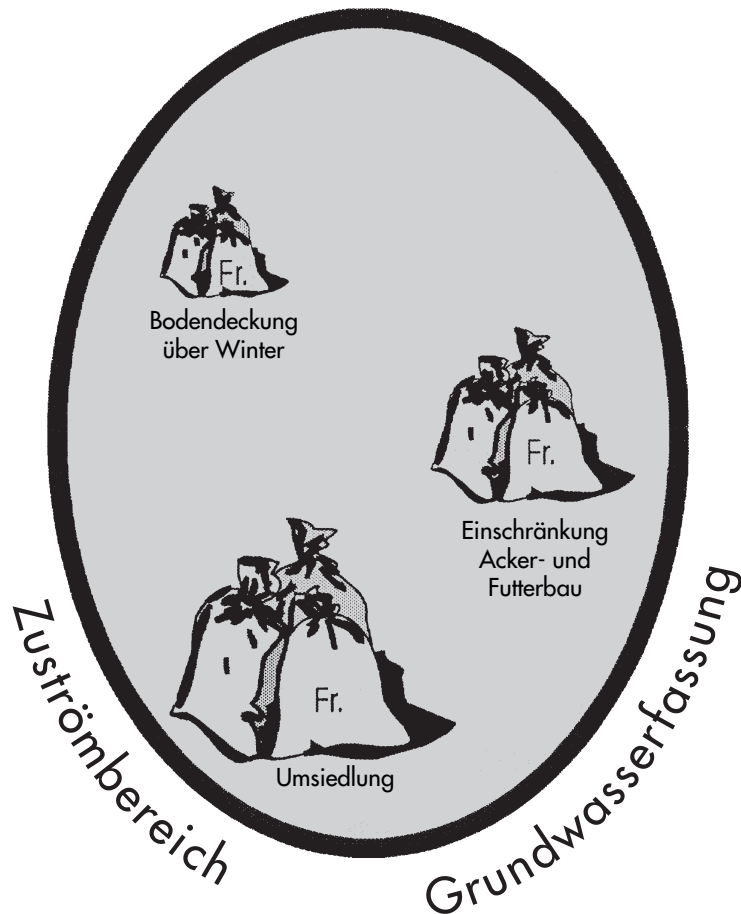


Abb. 7. Über IP- und Bio-Richtlinien hinausgehende Massnahmen zur Verminderung der Nitratauswaschung im Zuströmbereich von Grundwasserfassungen.

LITERATUR

- BLW und BUWAL, 1998. Bundesamt für Landwirtschaft, Bundesamt für Umwelt- Wald und Landschaft. Konzept zur Verminderung der Nitratbelastung aus der landwirtschaftlichen Bodenbewirtschaftung. Interner Rapport BLW, CH-3003 Bern.
- Gysi Ch. and B. Schwaninger, 1998. Whole-farm nutrient balance on integrated and organic vegetable farms - a step toward sustainable farming in Switzerland. ISHS Congress Brussel 1998, *Acta Horticulturae*, in press.
- Gysi Ch., 1994. Wasser- und Stickstoffverlagerung im Jahresverlauf. *Agrarforschung* 1(4), 173 - 178.
- LBL/SRVA, 1995. Gesamtbetriebliche Nährstoffbilanz, 5. Auflage, Landwirtschaftliche Beratungszentrale, CH-8315 Lindau.

DANK

Martin Lutz, Werner Heller, Walter Koch, Jean-Pierre Ryser, Hansjürg Zehnder und Hansruedi Stähli danke ich für die Darstellungen und kritischen Hinweise zum Manuskript. Daten der Abbildungen 2 bis 4 stammen aus zwei laufenden EU-Projekten VEGINECO und ENVEG zur Düngung im Gemüsebau; sie werden unter-

stützt durch das Bundesamt für Bildung und Wissenschaft.

RÉSUMÉ

Fumure adéquate des cultures maraîchères - concepts et perspectives

Les recommandations pour la fumure des légumes tiennent compte de leur besoin en fertilisants ainsi que de l'analyse de terre. La disponibilité de l'azote, qui varie dans l'espace et le temps, peut être estimée à l'aide de méthodes diverses. Le besoin des cultures maraîchères en azote est toujours supérieur à l'exportation, particulièrement dans la production intensive. Pour améliorer et contrôler l'utilisation des fertilisants, la quantité totale des fertilisants importés dans l'exploitation est enregistrée. La quantité d'azote et de phosphore importée ne doit pas dépasser 10 % de la quantité recommandée. Les fermes de production biologique utilisent la même quantité de phosphore mais significativement moins d'azote que les fermes de production intégrée.

Certains facteurs déterminant la nutrition azotée des cultures maraîchères sont bien connus, alors qu'on connaît moins bien l'importance d'autres facteurs. Il y a une divergence entre les connaissances et l'application en vue des recommandations pratiques. Les autorités gouvernementales pour la protection de l'eau ont initié un programme d'activité afin de réduire l'azote et le phosphore dans l'eau potable en limitant largement les activités agronomiques.

SUMMARY

Adequate nutrition supply for vegetables - concepts and perspectives

Nutrient recommendations for vegetables take into account the nutrient demand of the crop and soil analysis. Different methods are used to assess the nitrogen availability in the soil which varies in space and time. The nitrogen demand of vegetables is higher than the nitrogen uptake particularly on fields with a high level of productivity. To optimise and control nutrient application, the total amount of fertiliser applied on the whole farm is assessed. The total amount of nitrogen and phosphorous applied may not exceed 10 % of the amount recommended. Biological farms use the same amount of phosphorous, the amount of nitrogen is significantly lower compared to integrated farms.

Different factors affecting the demand of nitrogen nutrition of vegetables are well known, the significance of other factors is not so well established. There is a gap between knowledge and the implementation of this knowledge into practical fertiliser recommendations. The governmental authority responsible for the protection of the quality of the groundwater has established a program to further reduce the nitrate and phosphorous content of the drinking water by a package of measures restricting farming activities severely.

KEY WORDS: fertilizer recommendation, vegetables, nutrient balance, integrated and biological farming system