

Stickstoffversorgung im Freiland-Biogemüsebau

Das im Biolandbau angestrebte Ideal eines möglichst geschlossenen innerbetrieblichen Nährstoffkreislaufes können viele Biogemüsebaubetriebe nicht erfüllen. Vor allem viehlose Betriebe haben Schwierigkeiten, eine betriebsinterne N-Versorgung zu erreichen und müssen den N-Bedarf anspruchsvoller Gemüsearten mit organischen Handelsdüngern ergänzen.

Martin Koller und Martin Lichtenhahn, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick

Bausteine der Stickstoffversorgung

Nur biologisch aktive Böden können in ausreichendem Masse Stickstoff (N) mineralisieren und so pflanzenverfügbar machen. Der Schlüssel zu einer optimalen Pflanzenernährung im Bioanbau ist somit immer eine möglichst gute Bodenfruchtbarkeit. Gute Bodenpflege durch schonende Bodenbearbeitung und konsequente Leguminosen-Gründüngungen gewährleisten auch im viehlosen Betrieb hohe Gemüseerträge. Die ausreichende N-Versorgung von Bio-Kulturen setzt sich aus den folgenden vier «Bausteinen» zusammen:

1. Stickstoffmineralisierung aus dem Bodenhumus

Neben dem pflanzenverfügbaren Stickstoff (N_{min}), den der Boden bei Kulturstart enthält, wird laufend Stickstoff aus den organischen Bodenbestandteilen, wie Humus und Mikroorganismen, mineralisiert. Ein guter Ackerboden mit mindestens 2–3% Humusgehalt setzt so von Mai bis August bei ausreichender Bodenfeuchte pro Hektar und Monat etwa 20 kg N_{min} frei, während im Frühjahr

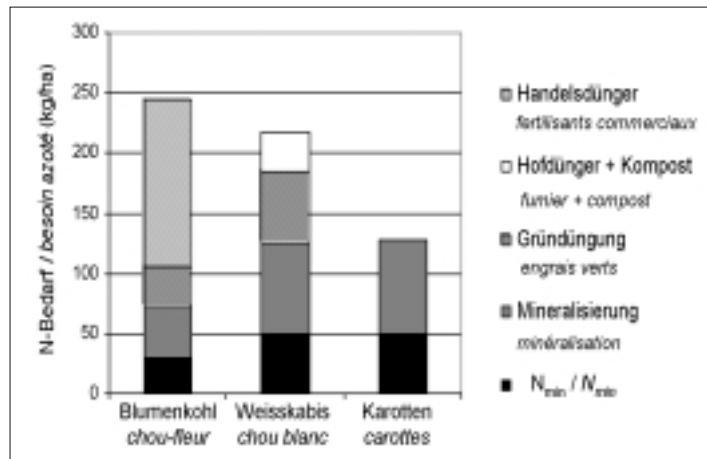


Abb. 1. Quellen der N-Versorgung: Früher Blumenkohl mit einer kurzen Kulturzeit und hohem N-Bedarf ist auf die Zufuhr von Handelsdüngern angewiesen. Lager-Weisskohl mit einer deutlich längeren Kulturzeit kann zu einem höheren Anteil über die Nachlieferung des Bodens und Gründüngungen ernährt werden. Karotten hingegen brauchen kaum zusätzliche Düngung.

Fig. 1. Sources d'azote: de par leur courte durée et leurs importants besoins en azote, les cultures de chou-fleur précoces sont tributaires d'apports d'engrais commerciaux. Le chou blanc de garde, dont la culture est nettement plus longue, peut par contre profiter davantage de la reminéralisation du sol et des engrais verts. Les carottes n'ont quant à elles pratiquement pas besoin d'apports supplémentaires de fumure.

und Herbst (April bzw. September/Oktober) mit 10 kg N_{min} pro ha und Monat zu rechnen ist.

2. Gründüngung und Erntereste

Eingearbeitetes Pflanzenmaterial zersetzt sich und stellt der nachfolgenden Kultur wieder Nährstoffe zur Verfügung. Ab Mitte Mai bis Anfang September kann damit gerechnet werden, dass innerhalb von acht Wochen nach der Ernte der Stickstoff eingearbeiteter Ernterückstände zu 80% mineralisiert ist und der Folgekultur zur Verfügung steht.

Junge, leguminosenreiche Gründüngungen können 40–60 kg N pro ha für die Folgekultur liefern. Ältere oder gar verholzte Gründüngungsbestände dagegen liefern nur noch 0–30 kg N/ha.

3. Hofdünger und Kompost

Im Gemüsebau gelten diese Dünger in erster Linie als Lieferanten von Phosphor und Kalium. Der eingebrachte Stickstoff aus Mist und Mistkompost – sofern ein viehloser Betrieb überhaupt darüber verfügt – wird eher langsam

mineralisiert und steht der nachfolgenden Kultur zu höchstens 40% zur Verfügung. Mist eignet sich daher gut als Grunddüngung für Gemüsekulturen und ist auch als Humuslieferant in viehlosen Betrieben beliebt. Komposte aus Grünabfällen bringen ebenfalls Phosphor, Kalium und Kalk in den Boden. Der darin enthaltene Stickstoff mineralisiert nur sehr langsam. Als Faustzahl für die Nachlieferung pro Jahr kann mit maximal 10% des Gesamt-N im Kompost gerechnet werden.

4. Handelsdünger

Reichen die oben erwähnten Nährstoffquellen zur Versorgung der Pflanzen nicht aus, werden zusätzlich organische Handelsdünger eingesetzt.

Wann sind Handelsdünger sinnvoll?

Bei Gemüsearten mit erhöhtem N-Bedarf sind organische Handelsdünger gerechtfertigt und wirtschaftlich auch sinnvoll. Die Notwendigkeit zur Dün-

gung einer Kultur kann mit Hilfe des N-Bedarfs pro Zeiteinheit abgeschätzt werden: Blumenkohl braucht z. B. innerhalb zwei Monaten bis zu 300 kg N pro ha (150 kg N/Monat). Karotten hingegen benötigen pro ha 120 kg N in vier Monaten (30 kg N/Monat). Eine Karottenkultur kann somit über den Stickstoff aus Bodenvorräten und einer vorangegangenen Gründüngung ernährt werden, während der Blumenkohl für einen guten Marktertrag auf eine Zufuhr von Handelsdüngern angewiesen ist (Abb. 1). Weisskohl als Kultur mit mittlerem N-Bedarf nimmt eine Zwischenstellung ein: wenn eine qualitativ gute Gründüngung und eine mittlere Gabe Hofdünger (20t Stapelmist) eingearbeitet wird, ist keine weitere Düngergabe mehr notwendig.

Neben dem N-Bedarf ist auch der Düngezeitpunkt wichtig zu berücksichtigen. Im Frühjahr (März/April) ist es schwierig, eine genügende N-Versorgung sicherzustellen, da in diesem Fall der Boden noch kalt ist und nur wenig Stickstoff mineralisiert werden kann. Vliesabdeckungen, gute Bodenstruktur und genügend Bodenfeuchte fördern dann die Mineralisierung des Stickstoffs. Zu diesem Zeitpunkt ist es jedoch sinnvoll, Handelsdünger einzusetzen.

Bei den danach angebauten Kulturen ist eine Düngung in der Regel nicht mehr notwendig, da sie mit den Ernterückständen der Vorkultur, der N-Nachlieferung aus dem Boden und dem restlichen, im Boden noch vorliegenden N-Dünger ausreichend ernährt werden können. Ausnahmen sind Kulturen mit hohem N-Bedarf, wie Blumenkohl/Broccoli, die nach einem frühen Satz Salat auf eine ergänzende N-Düngung angewiesen sind.

Welcher organische Handelsdünger soll es sein?

In Frühkulturen ist die Wirkungsgeschwindigkeit der organischen Handelsdünger absolut entscheidend. Hier sollten nur rasch wirkende Dünger ausgesucht werden (s. FiBL-Hilfs-

stoffliste). Dabei gilt: je feiner die Dünger, desto schneller wirken sie. Pulverförmige und gekrümelte Dünger wirken schneller als solche in Pellet-Form. Für die Düngung ab Mitte April spielt die Mineralisierungsgeschwindigkeit keine grosse Rolle. In früheren Versuchen (Der Gemüsebau 11/01) haben sich besonders Rizinusschrot, Biorga Stickstoff und Biorga vegi gut bewährt.

Bei der Wahl des Düngers spielt auch der Preis pro N-Einheit eine grosse Rolle. Die N-Einheit organischer Handelsdünger ist immerhin um das 6- bis 8fache teurer als im Ammonsalpeter.

Wie viel Handelsdünger einsetzen?

Beim Biogemüsebau müssen die «Nicht-Handelsdünger-Quellen» konsequenter als im Anbau nach ÖLN-Richtlinien ausgenutzt werden. Um eine kontinuierliche N-Nachlieferung zu gewährleisten, muss der Humusgehalt durch regelmässige Kompost- und Mistgaben sowie Gründüngung hochgehalten und der Boden schonend bearbeitet werden. Bei der Berechnung der zusätzlich notwendigen Düngermenge muss zudem berücksichtigt werden, dass im Bioanbau geringere Erträge erzielt werden als in ÖLN-Betrieben üblich und im Handbuch Gemüse aufgeführt. Der N-Bedarf berechnet sich dann wie im Kasten dargestellt.

Wie organische Handelsdünger ausbringen?

Organische Handelsdünger sind gegenüber mineralischen Düngern schwieriger auszubringen. Pellets und gekrümelte Dünger (Granu-



Abb. 2. Der Kastendüngerstreuer UKS von Rauch ist gut für die Ausbringung mehl- und pulverförmiger Dünger geeignet. (Foto: M. Braig)

Fig. 2. L'épandeur à caisson UKS de la maison Rauch convient pour l'épandage des engrais très pulvérulents et des engrais en poudre (photo: M. Braig)

late) können mit Schleuder- oder Pendeldüngerstreuern ausgebracht werden. In Abdrehversuchen konnten Pellets bis auf 18 m und gekrümelte Dünger bis 12 m breit gestreut werden.

Bis jetzt gibt es erst für die «Biorga»-Dünger Streutabellen und Einstellempfehlungen für verschiedene Schleuderstreuer (Fa. Rauch und Fa. Amazone), die beim Düngerhersteller erhältlich sind. Für andere Gerätehersteller oder Düngerarten muss eine

Abdrehprobe durchgeführt und die Verteilung des Düngers im Feld mit einem Praxistestset (erhältlich beim Streuerhersteller) überprüft werden. Daneben können Pellets und gekrümelte Dünger auch mit den gängigen Kasten- und Reihendüngerstreuern ausgebracht werden. Die üblichen, bodenangetriebenen Reihendünger-

streuer sind aber auf eine Ausbringungsmenge von 60 kg N/ha pro Durchgang beschränkt (bei 10% N-Gehalt), was für höhere Ausbringungsmengen weitere Arbeitsgänge erfordert.

Für mehl- und pulverförmige Dünger hat sich nach Versuchen des FiBL und Praxiserfahrungen nur der hydraulisch angetriebene Kastendüngerstreuer UKS der Firma Rauch bewährt (Abb. 2).

Fazit

- Kulturen mit niedrigem bis mittlerem N-Bedarf und langer Kulturzeit können ihren Bedarf oft über die N-Nachlieferung des Bodens und eingearbeitete Gründüngungen oder Erntereste decken.
- Der Einsatz von organischen Handelsdüngern lohnt sich vor allem in Frühkulturen (Februar bis Mitte April gepflanzt) und in Kulturen mit einem hohen N-Bedarf pro Kulturmonat.
- Wichtige Entscheidungskriterien für die Wahl organischer Handelsdünger sind die Mineralisierungsgeschwindigkeit, das Verhältnis zwischen N und P und der Preis pro N-Einheit.
- Der N-Bedarf muss an die Ertrags- erwartung angepasst werden. Die erwarteten Mengen an verfügbarem Stickstoff aus der Mineralisierung von Gründüngungen und Hofdüngern sind entsprechend anzurechnen.

Literatur:

E. George und R. Eghbal (Hrsg.) (2003): «Ökologischer Gemüsebau». Bioland Verlags GmbH, Mainz. ISBN 3-934239-14-5. ■

Anzeige

Berechnung des N-Bedarfs einer Kultur unter Berücksichtigung des N-Puffers und des erwarteten Ertrags:

$$\frac{(\text{Norm-N-Bedarf} - \text{Puffer})}{\text{Normertrag}} \times \text{Ertragserwartung} - \text{Puffer}$$

Beispiel Blumenkohl:

Norm-N-Bedarf * 300 kg N/ha
 Boden-Puffer * 60 kg N
 Normertrag * 350 kg/a
 Ertragserwartung 200 kg/a

$$\text{N-Bedarf} = (300 - 60) / 350 \times 200 + 60 = 197 \text{ kg N/ha}$$

* gemäss Handbuch Gemüse 2004, S. 71

Apports azotés dans les cultures maraîchères biologiques de pleine terre

(Trad.) Nombreuses sont les exploitations maraîchères biologiques qui n'arrivent pas à atteindre un cycle des nutriments fermé, ce qui, en agriculture biologique, représenterait la situation idéale. Les exploitations ne détenant pas de bétail, en particulier, ont de la peine à couvrir leurs besoins en azote sans avoir recours à des sources d'azote externes et sont contraintes de donner aux variétés de légumes particulièrement exigeantes un supplément de fumure azotée sous forme d'engrais organiques commerciaux.

Martin Koller et Martin Lichtenhahn,
Institut de recherches en agriculture
biologique, FiBL, Frick

Approvisionnement du sol en azote

Seuls les sols biologiquement actifs sont en mesure de minéraliser suffisamment d'azote (N) assimilable par la plante. La clé d'une alimentation optimale des cultures biologiques est donc une fertilité optimale du sol. Un bon entretien du sol par des méthodes qui le ménagent et l'installation systématique de cultures de légumineuses comme engrais verts sont les facteurs garants d'une bonne productivité du sol, même sur les exploitations ne détenant pas de bétail. Un approvisionnement suffisant en azote des cultures biologiques est tributaire de quatre facteurs:

1. Minéralisation de l'azote

Outre l'azote phytodisponible (N_{\min}) contenu dans le sol lors du démarrage



des cultures, de l'azote est minéralisé en continu à partir des constituants organiques du sol, comme l'humus et les micro-organismes. Entre mai et août, une bonne terre arable suffisamment humide et contenant au moins 2 à 3 pour cent d'humus libre ainsi environ 20 kg N_{\min} par hectare et par mois, contre 10 kilos seulement au printemps et en automne (avril et septembre/octobre).

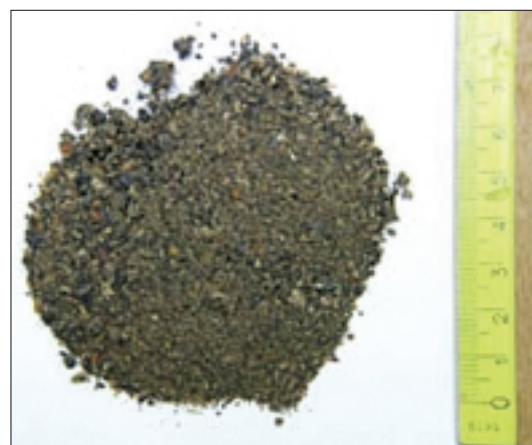
2. Engrais verts et résidus de récolte

Au cours de sa décomposition, le matériel végétal enfoui dans le sol libère des éléments nutritifs pour la culture suivante. De fin mai et jusqu'au début du mois de septembre, il faut huit semaines pour que 80 pour cent de l'azote contenu dans les résidus de récolte enfouis soit minéralisé et puisse être absorbé par la culture suivante.

Les cultures dérobées jeunes et riches en légumineuses utilisées comme engrais vert peuvent fournir à la culture suivante 40–60 kg N par ha. Au-delà d'un certain âge et après lignification, elles ne produisent plus que 0–30 kg N/ha.

3. Engrais de ferme et compost

Dans les cultures maraîchères, ces fertilisants sont utilisés principalement comme des sources de phosphore et de potassium. L'azote provenant du fumier et du compost de fumier, à



condition qu'une exploitation ne détenant pas de bétail en dispose, se minéralisant plutôt lentement, la proportion à disposition pour la culture suivante n'est que de 40 pour cent. Le fumier est donc idéal comme fumure de fond pour les cultures maraîchères, et il est également apprécié comme fournisseur d'humus sur les exploitations sans détention de bétail. Les composts provenant de déchets verts enrichissent également le sol de phosphore, de potassium et de calcaire. L'azote qu'ils contiennent ne se minéralise que très lentement. Pour ces composts, la norme est un taux de conversion maximal de 10 pour cent de l'azote total en azote minéral par année.

4. Engrais commerciaux

Si les sources d'éléments nutritifs précitées s'avèrent insuffisantes pour

l'approvisionnement des cultures, on a recours à des suppléments d'engrais organiques commerciaux.

Quand utiliser des engrais organiques commerciaux?

L'épandage d'engrais organiques commerciaux est indiqué et économiquement justifié pour les légumes gourmands en azote. La nécessité d'une telle fumure peut être évaluée par la mesure des besoins azotés par unité de temps; le chou-fleur a par exemple besoin de jusqu'à 300 kilos d'azote par ha en deux mois (150 kg N/mois), alors que les carottes ne nécessitent que 120 kilos d'azote en quatre mois (30 kg N/mois). Une culture de carottes peut donc être alimentée en azote par les réserves du sol et un engrais vert préalable, alors que pour être économiquement rentable, une

culture de chou-fleur a besoin d'un apport d'engrais commerciaux (fig. 1). Le chou blanc occupe une position intermédiaire: un engrais vert de qualité et l'enfouissement d'engrais de ferme en quantités modérées (20 t de fumier en tas) rendent superflu tout supplément de fumure.

Outre les besoins azotés, il faut également tenir compte du moment de la fumure. Au printemps (mars/avril), il est difficile d'assurer aux cultures un approvisionnement suffisant en azote, car le sol est alors encore froid et le taux de minéralisation de l'azote faible. La minéralisation peut être activée par un voile de protection non tissé, une bonne structure du sol et une humidification suffisante. À cette époque de l'année, il est toutefois préférable d'avoir recours à des engrais commerciaux.

En général, aucune fumure n'est nécessaire pour les cultures suivantes, car elles sont suffisamment alimentées par les résidus de récolte de la culture précédente, par la minéralisation du sol et par les reliquats d'azote provenant de fumures antérieures. Font exception, les cultures à besoins élevés en azote comme le chou-fleur ou le brocoli, qui après une culture de salades, nécessitent un complément de fumure azotée.

Quel engrais commercial choisir?

Pour les cultures précoces, la vitesse d'action de l'engrais est absolument décisive. Il ne faudrait avoir recours qu'à des engrais d'action rapide (voir liste des intrants de l'IRAB). De manière générale, plus les engrais sont fins, plus ils agissent rapidement. Les engrais en poudre et en granulés agis-

sent donc plus rapidement que les pellets. À partir de mi-avril, la vitesse de la minéralisation ne joue pas un grand rôle. Dans de précédents essais, les meilleurs résultats ont été obtenus (Le maraîcher 11/01) avec le tourteau de ricin, l'azote Biorga et le Biorga vegi.

Le prix du fertilisant par unité d'azote joue également un rôle non négligeable. Il ne faut pas oublier que l'unité d'azote des engrais organiques commerciaux est 6 à 8 fois plus chère que dans le nitrate d'ammonium.

Quelle quantité d'engrais commerciaux faut-il utiliser?

Dans les cultures maraîchères biologiques, les engrais «non commerciaux» doivent être utilisés de manière plus systématique que dans la production s'orientant aux directives PER. Pour que le sol puisse minéraliser de l'azote en continu, sa teneur en humus doit être maintenue élevée par des apports réguliers de compost et de fumier ainsi que par des engrais verts. Le sol doit par ailleurs être travaillé avec ménagement. Pour le calcul de la quantité des compléments de fertilisants, il convient en outre de tenir compte du fait qu'en culture biologique, le rendement est plus faible que celui qui est usuel sur les exploitations PER et que le rendement indiqué dans le Manuel des légumes. Les besoins en azote d'une culture biologique se calculent comme indiqué dans l'encadré.

Comment épandre les engrais organiques commerciaux?

Les engrais organiques commerciaux sont plus difficiles à épandre que les engrais minéraux.

Les pellets et les granulés peuvent être répartis au moyen d'épandeurs à disque ou d'épandeurs pendulaires. Dans des tests de débit, les pellets ont pu être projetés sur une largeur de 18 mètres et les granulés sur une largeur de 12 mètres.

Jusqu'à maintenant, il n'existe des tableaux d'épandage et des recommandations de réglage pour les divers épandeurs que pour les engrais «Biorga» (maisons Rauch et Amazone). Ces données sont disponibles chez le producteur d'engrais. Pour les autres machines ou pour d'autres types de fertilisants, il faut effectuer un test de débit et observer la dispersion de l'engrais dans le champ au moyen d'un kit de test pratique (disponible auprès du fabricant de l'épandeur).

Les pellets et les granulés peuvent également être dispersés au moyen d'épandeurs usuels à caisson ou en ligne. Les épandeurs en ligne courants de type tracté ont toutefois un débit limité à 60 kg/ N/ha par passage, ce qui oblige l'utilisateur à répéter la procédure pour l'épandage de quantités supérieures.

Seuls les épandeurs à caisson hydrauliques UKS de la maison Rauch con-

viennent pour la dispersion des engrais très pulvérulents et des engrais en poudre, comme l'ont montré les essais de l'IRAB ainsi que la pratique (fig. 2).

Conclusion

- Les cultures de longue durée, peu ou moyennement gourmandes en azote, sont souvent à même de couvrir leurs besoins azotés par l'azote que le sol est capable de minéraliser et par l'enfouissement d'engrais verts ou de résidus de récolte.
- L'utilisation d'engrais organiques commerciaux s'avère surtout profitable pour les cultures précoces (plantation de février à mi-avril) et les cultures ayant des besoins en azote importants par mois de culture.
- D'importants critères pour le choix des engrais organiques commerciaux sont la vitesse de la minéralisation, le rapport N/P et le prix par unité d'azote.
- Les besoins en azote doivent être définis en fonction du rendement attendu, compte tenu des quantités d'azote assimilable libérées par la minéralisation, les engrais verts et les engrais de ferme.

■
Annonce

Calcul des besoins azotés d'une culture compte tenu du tamponnage microbiologique et du rendement attendu:

$$\frac{(\text{besoin azoté standard} - \text{tampon})}{\text{rendement standard}} \times \text{rendement attendu} - \text{tampon}$$

À l'exemple du chou-fleur:

Besoins azotés standard*	300 kg N/ha
Tampon (standard du sol) *	60 kg N
Rendement standard*	350 kg/a
Rendement attendu	200 kg/a

$$\text{Besoins azotés} = (300 - 60)/350 \times 200 + 60 = 197 \text{ kg N/ha}$$

* selon le Manuel des légumes 2004, p. 71