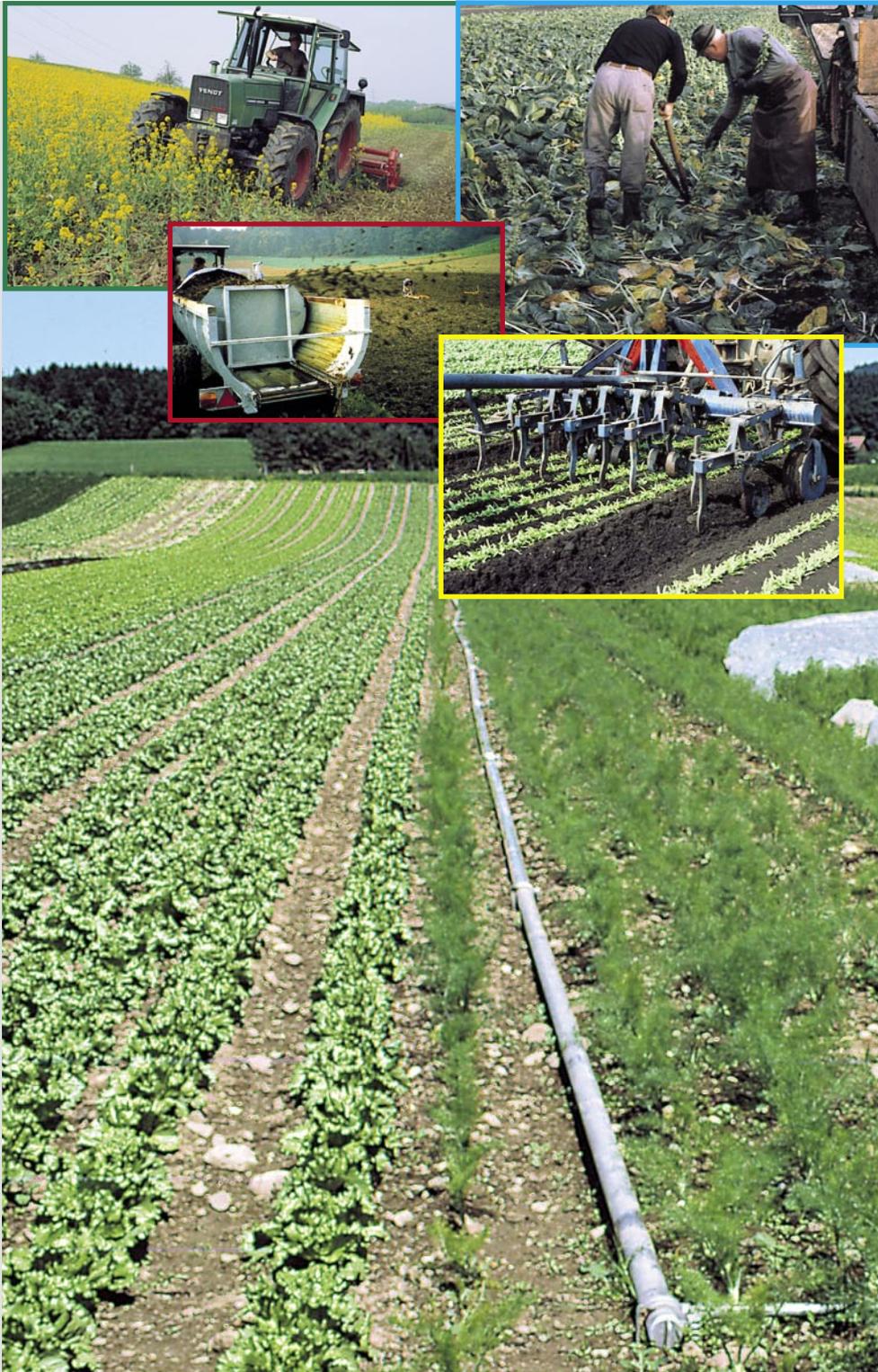
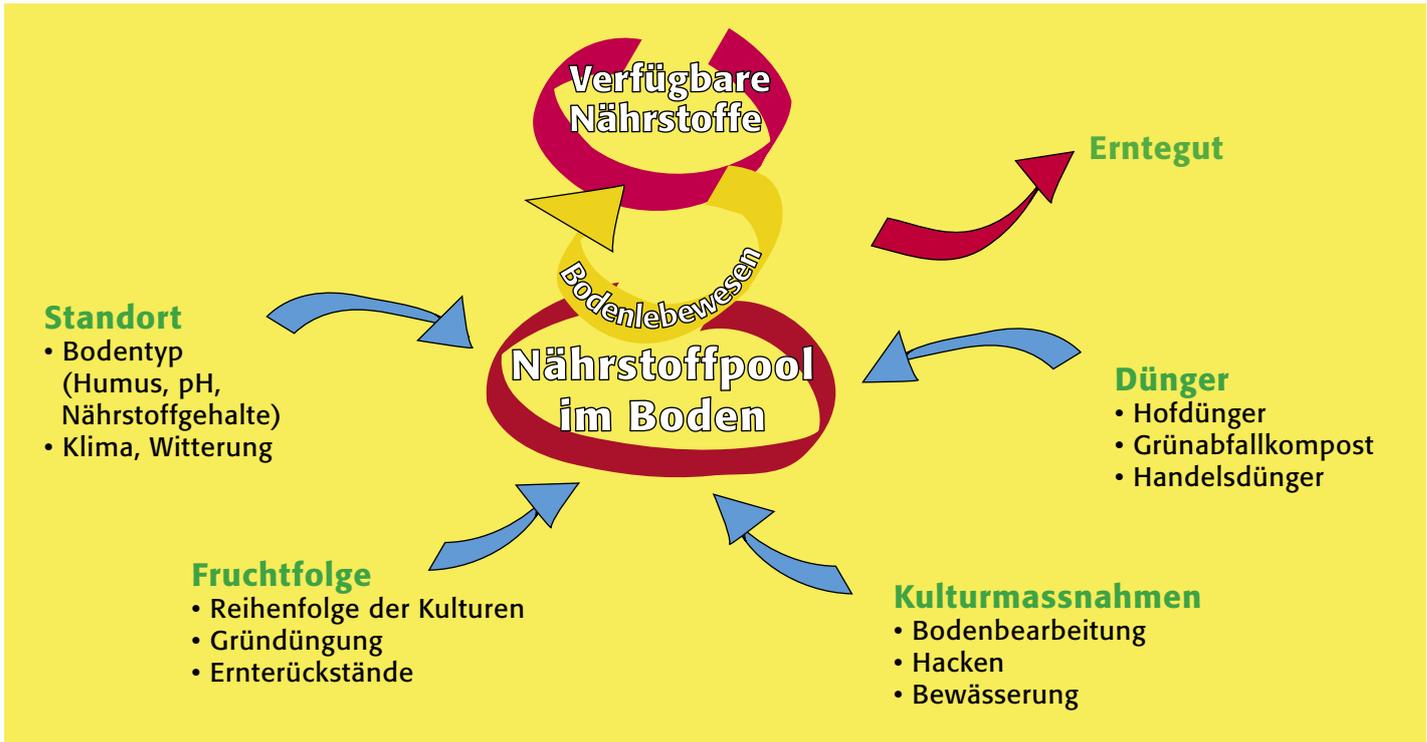


Nährstoff- versorgung im Biogemüsebau

Eines der Prinzipien des biologischen Landbaus ist der möglichst geschlossene Kreislauf der Nährstoffe im Betrieb. Die effiziente Nutzung der betriebs-eigenen Nährstoffquellen erhält dadurch eine zentrale Rolle für die Nährstoffversorgung der Kulturen. Durch gezielten Einsatz von Fruchtfolge, Bewirtschaftungsmaßnahmen und hofeigenen Düngern kann der Nährstoffbedarf der Gemüsekulturen soweit gedeckt werden, dass Handelsdünger nur noch zur Ergänzung nötig sind. Das Zusammenspiel von Boden, Klima, Pflanzen, Nährstoffträgern und Bewirtschafter ist jedoch komplex und erlaubt keine einfachen Rezepte. Wichtigster Faktor für eine erfolgreiche Pflanzenernährung ist das Verstehen der vielschichtigen Zusammenhänge. Daraus lassen sich Regeln für eine umwelt- und pflanzengerechte Düngungspraxis ableiten.



Wie wird der Nährstoffbedarf der Kulturen gedeckt?



Im biologischen Landbau kommt dem Beitrag der Fruchtfolge und der Kulturmassnahmen eine hohe Bedeutung für die Ernährung der Pflanzen zu.

Grundsätze der Nährstoffversorgung im Biolandbau

1. Grundsatz:

Innerbetrieblicher Nährstoffkreislauf

Ein geschlossener Nährstoffkreislauf wird auf dem Biobetrieb grundsätzlich als Ziel angestrebt. Was die Tiere ausscheiden und die Pflanzen zurücklassen, bleibt in Form von Hofdüngern oder Ernte- und Rüstabfällen im Betriebskreislauf.

Gemüsebaubetriebe halten meist keine oder nur wenige Tiere und exportieren beachtliche Mengen Nährstoffe aus dem Betrieb. Dennoch kann auch auf dem viehlosen Betrieb ein geschlossener Nährstoffkreislauf angestrebt werden, indem einerseits durch geeignete Kulturmassnahmen Nährstoffverluste verhindert werden und andererseits Nährstoffe durch Mobilisierung der Bodenvorräte oder Anbau von Leguminosen den Pflanzen zugeführt werden.

2. Grundsatz: Aktiver Boden

Die zentrale Schaltstelle für die Nährstoffversorgung ist der Boden mit den Lebewesen, dem Humus, den mineralischen Bodenbestandteilen und den Pflanzenwurzeln.

Die Nährstofffreisetzung aus organischer Substanz und aus den mineralischen Bodenbestandteilen erfolgt hauptsächlich durch mikrobielle Tätigkeit. Die Mikroorganismen brauchen für ihre Aktivität Energie, Nährstoffe und Luft.

Ein aktiver Boden mit guter Struktur und

die organische Düngung sind daher die wichtigsten Voraussetzungen für ausreichend ernährte und gesunde Kulturpflanzen.

3. Grundsatz: Verluste verhindern

In der Regel sind die auf dem Biobetrieb zur Verfügung stehenden Nährstoffmengen relativ bescheiden. Daher müssen alle Massnahmen zur Verhinderung von Verlusten konsequent ausgenutzt werden. Dazu zählen in erster Linie Winterbegrünung und Gründüngungen, verlustarme Lagerung und Aufbereitung von Hof- und Abfalldüngern sowie eine termingerechte Bodenbearbeitung und Düngung.

4. Grundsatz:

Nährstoffzufuhr nur als Ergänzung

Auch wenn der Boden in optimalem Zustand ist und alle Kulturmassnahmen konsequent angewendet werden, sind die meisten Gemüsebaubetriebe für gute Erträge auf die Zufuhr von Nährstoffen angewiesen.

Was geben die Richtlinien vor?

Begrenzter Nährstoffeinsatz

Um Umweltprobleme zu vermeiden, beschränken die Richtlinien die Nährstoffmenge aus Hof-, Abfall- und Handelsdüngern pro Betrieb in besten Lagen und unter besten klimatischen Bedingungen auf der düngbaren Fläche bei maximal 2,5 DGVE pro Hektar, was umgerechnet rund 220 kg Stickstoff (Ntotal) und 87 kg Phosphor pro Hektar entspricht. Die Obergrenze wird durch die Zertifizierungsstelle für jeden Betrieb entsprechend den örtlichen Bedingungen festgelegt und liegt in der Regel auf der düngbaren Fläche von Gemüsebaubetrieben zwischen 1,8 und 2,3 DGVE pro Hektar.

Was sagen Bioverordnung, BIO SUISSE- und M-Bio-Richtlinien konkret?

- keine chemisch-synthetischen N-Dünger
- keine leichtlöslichen P-Dünger
- keine chlorhaltigen, reinen Kalidünger
- Handelsdünger gemäss Hilfsstoffliste des FiBL
- mineralische Düngung nur zur Ergänzung
- Düngungsintensität an Standort und Klima angepasst
- ausgeglichene LBL-Nährstoffhaushaltsrechnung



Einschränkungen bei den Handelsdüngern

Eine mineralische Ergänzungsdüngung mit Phosphor (z.B. Rohphosphat) und Kalium (z.B. Patentkali) ist auf ein Minimum zu beschränken. Der Einsatz von mineralischen Kalidüngern ist nur bei nachweisbarem Bedarf zulässig und muss mit einer Bodenprobe, welche nicht älter als 4 Jahre ist, nachgewiesen werden. Stickstoffdünger sind nur in organischer Form erlaubt.

Welche Dünger im Bioanbau verwendet werden dürfen, ist in der aktuellen Hilfsstoffliste des FiBL detailliert festgehalten.

Werden mehr als 20 Prozent des betriebs-eigenen Nährstoffbedarfs zugeführt, so muss zwingend durch eine LBL-Nährstoffhaushaltsrechnung die Ausgewogenheit von Nährstoffangebot durch betriebseigene Tiere und Zufuhr sowie Nährstoffbedarf der Pflanzen nachgewiesen werden.

Zugeführte Hofdünger müssen vor deren Verwendung in den Kulturen aufbereitet werden.

Regelung bei der Zufuhr von Hofdüngern

- Abnahme nur von IP- oder Bio-Betrieben
- Abnahme von Hofdüngern aus IP-Betrieben nur aus dem ortsüblichen Radius bis 10 km Wegdistanz, Hühnermist bis maximal 20 km Wegdistanz
- Abnahme von Hofdüngern aus einem Biobetrieb bis 10 km Wegdistanz für Hühnermist und 5 km für alle übrigen Hofdünger
- Hofdünger aus Nichtbiobetrieben müssen vor dem Einsatz auf dem Biobetrieb aufbereitet werden: Mist kompostieren, mindestens aber einmal umsetzen und eventuell mit Stroh mischen. Gülle muss belüftet, verdünnt oder mit einem Gülleaufbereitungsmittel behandelt sein.
- Ein Abnahmevertrag muss in jedem Fall die maximale jährliche Hofdüngermenge festlegen und die Erfüllung der obigen Bedingungen bestätigen.
- Mengen und Zeitpunkt der Zufuhr müssen genau aufgezeichnet werden.

Die natürlichen Nährstoffquellen nutzen

Gezielte Humuswirtschaft: Grundlage für die Stickstoffversorgung

Für die bedarfsgerechte Stickstoffversorgung ist im biologischen Anbau ein Humusgehalt des Bodens von 4 bis 6 Prozent erwünscht. Eine gezielte Humuswirtschaft zur Erhöhung oder Erhaltung des Humusgehaltes hat daher grosse Bedeutung.

Mit wenigstens 20 Prozent Gründüngung in der Fruchtfolge oder mit Grünabfallkompost sowie Mist kann der Humusgehalt bereits gesichert werden.

Für eine rasche Mineralisierung des Stickstoffs durch die Mikroorganismen des Bodens sind warme, lockere Böden mit genügend Feuchtigkeit günstig. Bei tiefen Temperaturen, Trockenheit, Verdichtung oder Vernässung des Bodens kann der in organischen Düngemitteln und Humus gebundene Stickstoff nicht mineralisieren.

Von Februar bis April sind die Temperaturen im Boden noch zu gering, um eine genügend hohe Mineralisierung aus dem Bodenvorrat zu ermöglichen. Für die Nährstoffversorgung von Frühgemüse wird leicht zersetzbare, organische Substanz (z.B. Gülle oder feingemahlene Handelsdünger) benötigt, um die Mineralisierung anzuregen. Ab Mai sind die Böden genügend erwärmt, um über die Mineralisierung der Ernterückstände der frühen Gemüse, einer frühen Gründüngung oder von Klee grasrückständen der Vorkultur zusammen mit der Mineralisierung des Humus aus dem Boden die folgenden Sätze gewisser Kulturen

mit genügend Stickstoff zu versorgen (siehe Düngungsbeispiel Seite 8).

Phosphor, Kalium und Magnesium aus den Bodenvorräten

Im Boden sind neben den für die Pflanzen aufnehmbaren, wasserlöslichen Phosphor, Kalium und Magnesium auch stärker in den mineralischen Bodenbestandteilen gebundene, noch nicht verwitterte Reserven dieser Nährstoffe vorhanden. Die Aktivität der Bodenmikroorganismen und der Pflanzenwurzeln löst diese Mineralstoffe und macht sie für die Pflanze nutzbar. Kleine Nährstoffbilanzdefizite, wie sie bei Biobetrieben üblich sind, werden aus den Nährstoffspeichern des Bodens ergänzt und erfordern zu deren Ausgleich keine Düngergaben.



Die organische Substanz ist der Stickstoffspeicher des Bodens. Wieviel Stickstoff davon der Kultur zur Verfügung steht, ist im wesentlichen abhängig vom Humusgehalt, der Bodentemperatur, der Bodenfeuchtigkeit und der Bodendurchlüftung.

Nachlieferung von pflanzenverfügbarem Stickstoff aus Humus (Erfahrungswerte)

Humusgehalt Boden in %	in kg pro ha			
	Februar – Mai		Juni – Oktober	
	kurze Kultur, 2 mal hacken	lange Kultur, 2 bis 4 mal hacken	kurze Kultur, 2 mal hacken	lange Kultur, 2 bis 4 mal hacken
0–5	0	0	30	50
5–12	0	20	40	60
>12	0	40	60	80

Annahme: durchschnittliche Klimabedingungen; kurze Kultur: bis 8 Wochen, lange Kultur: über 8 Wochen
Die N-Nachlieferungen von Februar – Mai und Juni – Oktober können addiert werden.

Potential und Einsatzmöglichkeiten der wichtigsten Nährstoffquellen zur Deckung des

Kultur	Gründüngung*		Ernterückstände*	
	Klee gras 1 Jahr	Hafer/Wicke	Blumenkohl	Kopfsalat
Blumenkohl	N 25 % P K	N 15 % P K	N 45 % P 50 % K 55 %	N 20 % P 35 % K 30 %
Kopfsalat	N 60 % P K	N 30 % P K	N 100 % P 75 % K 85 %	N 40 % P 50 % K 45 %
Karotten Lager	N 50 % P K	N 25 % P K	N 80 % P 50 % K 45 %	N 35 % P 35 % K 23 %
Eigenschaften, allgemeine Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - winterhart - Umbruch 2–4 Wochen vor der Gemüsekultur - je höher der Kleeanteil, desto höher die N-Freisetzung - fördert gute Bodenstruktur und aktiven Boden - Wird Gründüngung eingearbeitet, steht der in den Pflanzen gebundene Stickstoff der Folgekultur zur Verfügung. - Ist Gründüngung zu verholzt, kommt es nach der Einarbeitung anstatt zur N-Freisetzung zu dessen Sperre im Boden, so dass der Kulturpflanze dann vorübergehend Stickstoff fehlt. 		<ul style="list-style-type: none"> - abfrierend - Hafer kann Reststickstoff im Herbst gut aufnehmen - falls noch grün, vor dem Pflügen schlegeln - wichtige Nährstoffquelle - im Durchschnitt pro 100 dt Ernterückstände rund 30 kg Stickstoff pro Hektar - für rasche Nährstoffmobilisierung Ernterückstände zerkleinern und gleichmässig in die obersten 15 cm Boden einarbeiten - um im Herbst Auswaschungsverluste zu vermeiden, Ernteresten auf dem Feld liegen lassen und erst gegen Frühjahr einarbeiten 	
Wirkungsgeschwindigkeit des Stickstoffs	<ul style="list-style-type: none"> - Junge Pflanzenbestände mit einem engen C/N-Verhältnis werden im Boden schnell abgebaut. Der darin enthaltene Stickstoff steht der Kulturpflanze somit kurzfristig zur Verfügung. 		<ul style="list-style-type: none"> - Eingearbeitet in den Boden können bei ausreichender Bodenfeuchte und -wärme innerhalb von 8 Wochen über 80 % des organisch gebundenen Stickstoffs mineralisiert werden. - wegen des temperaturabhängigen Mineralisierungsprozesses im Frühjahr nur wenig, ab Mitte Mai zunehmend mehr N aus Ernteresten 	
Einsatz in den Kulturen	<ul style="list-style-type: none"> - nach früh räumenden Kulturen wegen der hohen biologischen Aktivität des Bodens Gründüngung oder Winterbegrünung mit Hafer oder Roggen ansäen, um spät mineralisierenden Stickstoff organisch zu binden und vor der Auswaschung zu schützen - Gründüngung idealerweise 3–4 Wochen vor dem Einarbeiten mähen und Neuaufwuchs einarbeiten - im Frühjahr Begrünungen spätestens zu Beginn des Schossens der Gräser oberflächlich einarbeiten, damit der organisch gebundene Stickstoff mineralisiert werden kann - Bei spätem Einarbeiten der Gründüngung erleichtert mehrmaliges Mulchen die biologische Umsetzung. 		<ul style="list-style-type: none"> - Der Stickstoff steht der Folgekultur zu etwa 80 % zur Verfügung und muss bei der Bemessung der N-Düngung berücksichtigt werden. - Die Nachlieferung aus Ernterückständen des Vorjahres wird bei der Düngeplanung nicht berücksichtigt. 	

* Deckung des Nährstoffbedarfes der Kultur in Prozent aus Gründüngung bzw. Ernterückständen

Nährstoffe aus Klee gras und Gründüngungen

Mit dem Anbau von Leguminosen (Kleearten) können bis über 100 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr aus der Luft mit den Wurzelrückständen in den Boden gebracht werden. Wieviel davon der Folgekultur zur Verfügung steht, hängt stark von der botanischen Zusammensetzung, dem Einarbeitungszeitpunkt sowie von Standort und Klima ab.

Mit ihrem ausgedehnten Wurzelwerk können die Gründüngungspflanzen durch ihre Wurzelabscheidungen Nährstoffe (vor allem Kalium, Magnesium und Phosphor) aus tieferen Bodenschichten lösen und in die Wurzelregion der Kulturpflanzen befördern.

Gründüngungen in der Fruchtfolge verbessern auch die Bodenstruktur, was sich günstig auf die Aktivität der Bodenlebewesen

auswirkt, welche für die Mobilisierung der Nährstoffe von grosser Bedeutung sind.

Die Mineralisierung von eingearbeiteter Pflanzenmasse erfolgt durch Mikroorganismen. Sie ist deshalb stark von der Bodentemperatur abhängig. Unter 10 °C Bodentemperatur verläuft die N-Mineralisierung nur sehr langsam, bei 22 °C wird am aktivsten mineralisiert.

Nährstoffbedarfs

Gülle**		Mist**		Grünabfallkompost**																																																																								
Rindervollgülle 1 : 1 verdünnt <table border="1"> <tr><td>N</td><td>20 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>340 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>30 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>260 %</td></tr> </table>	N	20 %	P	100 %	K	340 %	N	30 %	P	100 %	K	260 %	Schweinevollgülle 1 : 1 verdünnt <table border="1"> <tr><td>N</td><td>15 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>30 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>25 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>25 %</td></tr> </table>	N	15 %	P	100 %	K	30 %	N	25 %	P	100 %	K	25 %	Rinder-Rottemist <table border="1"> <tr><td>N</td><td>10 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>85 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>15 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>65 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>25 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>65 %</td></tr> </table>	N	10 %	P	100 %	K	85 %	N	15 %	P	100 %	K	65 %	N	25 %	P	100 %	K	65 %	Geflügelmist aus Volierenhaltung <table border="1"> <tr><td>N</td><td>10 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>20 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>15 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>15 %</td></tr> </table>	N	10 %	P	100 %	K	20 %	N	15 %	P	100 %	K	15 %	<table border="1"> <tr><td>N</td><td>1 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>75 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>2 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>60 %</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>N</td><td>4 %</td></tr> <tr><td>P</td><td>100 %</td></tr> <tr><td>K</td><td>60 %</td></tr> </table>	N	1 %	P	100 %	K	75 %	N	2 %	P	100 %	K	60 %	N	4 %	P	100 %	K	60 %
N	20 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	340 %																																																																											
N	30 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	260 %																																																																											
N	15 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	30 %																																																																											
N	25 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	25 %																																																																											
N	10 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	85 %																																																																											
N	15 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	65 %																																																																											
N	25 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	65 %																																																																											
N	10 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	20 %																																																																											
N	15 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	15 %																																																																											
N	1 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	75 %																																																																											
N	2 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	60 %																																																																											
N	4 %																																																																											
P	100 %																																																																											
K	60 %																																																																											
Für Karotten ist der Gülleeinsatz nicht empfehlenswert			Einsatz von Geflügelmist nicht empfehlenswert																																																																									
<ul style="list-style-type: none"> - Rindergülle bringt gute Versorgung mit P und vor allem K - günstigste Gülleart für den Gemüsebau - hohen Kaliumgehalt berücksichtigen - Gülle eignet sich in erster Linie als P/K-Grunddünger - auf Umbruch einer Kunstwiese verhindert eine Güllegabe vor einer Gemüsekultur die Festlegung von Stickstoff beim Abbau der organischen Substanz - bei Blattgemüse nur zur Grunddüngung einsetzen; Gülle unbedingt einarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Schweinegülle ist vor allem für P-arme Böden geeignet. - hohen Phosphorgehalt berücksichtigen 	<ul style="list-style-type: none"> - Hauptwirkung durch Zufuhr von organischer Substanz - Rindermist ist bei relativ tiefem Stickstoffgehalt K-reich. - Nährstoffgehalte der verschiedenen Mistarten sind im «Handbuch Gemüse» aufgeführt. - Der mit einer Mistgabe nicht abgedeckte Stickstoffbedarf wird mit Gülle oder organischen Handelsdüngern gedeckt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geflügelmist enthält im Vergleich zum Bedarf der Gemüsekulturen zu viel Phosphor und zu wenig Kalium pro Einheit Stickstoff. - Der hohe P-Gehalt beschränkt den Einsatz von Geflügelmist, so dass seine N-Wirkung nur gering ist. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grünabfallkompost ist Frischkompost aus Grüngutabfällen. - Frischkompost enthält grosse Mengen organischer Substanz und ist reich an P und K. - Frischkompost eignet sich gut als Grunddünger für P, K und Mg. - Mobilisierung von P, K und Mg im zweiten Jahr nach Ausbringung am höchsten. - Wegen des variierenden Nährstoffgehalts je nach Ausgangsmaterial ist eine Nährstoffanalyse empfehlenswert. - laut Stoffverordnung innerhalb von 3 Jahren max. 80 m³ oder 25 t TS Frischkompost pro ha ausbringen 																																																																								
<ul style="list-style-type: none"> - ein Teil des Güllestickstoffs ist rasch verfügbar 		<ul style="list-style-type: none"> - N-Wirkung von Rottemist (aerob angerotteter Mist) sehr beschränkt. - Unter Luftzutritt aufbereiteter Mist (Mistkompost, Rottemist) hat bessere Stickstoffwirkung als Stapelmist. - Stickstoff aus dem Mist wird in der Regel nur langsam mineralisiert. Der Mist dient im Gemüsebau deshalb vor allem der Versorgung mit Phosphor und Kalium. 		<ul style="list-style-type: none"> - Kompostierprozess in der Regel noch nicht vollständig abgeschlossen; Frischkompost kann deshalb den im Boden verfügbaren Stickstoff blockieren. - N-Wirkung erfolgt innerhalb 2–3 Jahren nach der Verwendung als Dünger 																																																																								
<ul style="list-style-type: none"> - gut geeignet für gezielte N-Düngung oder als Kopfdüngung in Kulturen mit langer Standzeit. - Gaben von 30–40 kg verfügbarem N pro ha wegen des P-Gehaltes der Gülle nicht überschreiten - Gülle eignet sich nicht für Karotten, Randen und Zwiebeln - gute Düngewirkung bei Kohlarten, Sellerie und Lauch - Kopfdüngung bei Kulturen mit langer Vegetationszeit nicht nach 1/3 der Kulturzeit - Vor Spinat oder Salatkultur können 30–40 m³ 1:1 verdünnte Rindergülle pro ha gute Dienste leisten und den Nährstoffbedarf dieser kurzen Kulturen weitgehend decken. - bei Erstkulturen im Frühjahr oder tiefem Humusgehalt Ergänzung mit einem raschwirksamen N-haltigen organischen Handelsdünger notwendig 		<ul style="list-style-type: none"> - Mist wegen besserer Düngewirkung zu Hackfrüchten (z.B. Mais) ausbringen und auf Mistgaben direkt zu Gemüsekulturen verzichten - bei Einsatz im Gemüsebau fein streuen und wenn immer möglich über Ackerfurche ausbringen - für Wurzelgemüse (Karotten, Schwarzwurzeln) nur sehr gut verrotteten Mist in geringen Mengen verwenden - idealerweise Wurzelgemüse als Zweitkultur nach einer mit gut verrottetem Mist gedüngten Erstkultur anbauen - Zu Karotten ist Mist und speziell P-reicher Geflügelmist nicht zu empfehlen. 		<ul style="list-style-type: none"> - Frischkompost am besten zu Gründüngungen geben - Die ausgebrachte Kompostmenge sollte den P-Bedarf der in den folgenden 3 Jahren vorgesehenen Kulturen auf der Parzelle nicht überschreiten. - 50 m³ Frischkompost pro ha fördern die Aktivität der Bodenlebewesen und damit die Mobilisierung von Nährstoffen aus dem Bodenvorrat. - Frischkompost im Spätsommer (z.B. nach Getreide) oder Herbst nach Gemüsekultur ausbringen und leicht einarbeiten, wenn möglich (Leguminose-)Gründüngung säen; verhindert weitgehend Stickstoffsperre für Folgekultur. - Bei Gabe von Frischkompost direkt zur Gemüsekultur ist eine N-Gabe von z.B. 20–25 m³ 1 : 1 verdünnte Gülle nötig. 																																																																								

** bei Deckung von 100 % des Phosphorbedarfes der Kultur resultierende Deckungsgrade für Stickstoff und Kalium

Nährstoffe aus Ernterückständen

Eine wichtige Nährstoffquelle sind die Ernterückstände der Vorkultur. Eingearbeitet in den Boden wird ein grosser Teil des Stickstoffs aus den Ernteresten für die Folgekultur verfügbar. Durchschnittlich 80 Prozent des Stickstoffs stehen den Folgekulturen im gleichen Jahr zur Verfügung. Diese Stickstoffmenge

muss bei der Bemessung der Stickstoffdüngung berücksichtigt werden.

Ernterückstände enthalten auch Phosphor, Kali und Magnesium, welche ebenfalls in grösseren Mengen mobilisiert werden.

Angaben über die Nährstoffmengen aus Ernterückständen sind im «Handbuch Gemüse 1999» (Tabelle 5) zusammengestellt.

Kulturmassnahmen zur Verbesserung der Nährstoffversorgung

Fruchtfolge

Eine abwechslungsreiche Fruchtfolge mit Gründüngungen ist die Grundlage für eine gute Nährstoffversorgung.

Genügend Grünland

Mindestens 20 Prozent der Fruchtfolgefläche sollte mit einjährigem Klee gras kultiviert sein. Das Grünland wird idealerweise als Brache gemulcht oder, z.B. von einem Viehhalterbetrieb, genutzt. Wo Kunstwiese in diesem Ausmass nicht möglich ist, können auch Gründüngungen mit Leguminosemischungen mit einer Standzeit von mindestens 3 Monaten als Quelle für Stickstoff und organisches Material dienen.

Mit der Grundbodenbearbeitung werden die Voraussetzungen zur Erschliessung des Bodens durch das Wurzelwerk geschaffen.

Hacken in der Kultur bringt Luft in den Boden, was die Aktivität der Mikroorganismen fördert. Dadurch wird vermehrt Stickstoff aus dem Boden pflanzenverfügbar gemacht. Pro Hackdurchgang kann mit einer Mineralisierung von 15 bis 25 kg N pro Hektar gerechnet werden. Eine lockere Bodenoberfläche vermindert zudem die Verdunstung und verbessert den Luftaustausch mit dem Boden, so dass weniger Bewässerung notwendig ist.

Hacken hat in Gemüsekulturen eine vergleichbare Wirkung wie eine Kopfdüngung. Nährstoffbedürftige Kulturen mit langer Standzeit wie Kohllarten, Sellerie oder auch Lauch

organismen deutlich anregen (Priming-Effekt). Dazu müssen leicht mineralisierbare Dünger (siehe Kopfdünger) in Mengen von 20 bis 30 kg N pro Hektare ausgebracht und leicht eingearbeitet werden.

Gezielte Standortwahl für Frühgemüse

Da die Bodentemperatur für die Mobilisierung der Nährstoffe ein entscheidender Faktor ist, sollten vor allem Frühgemüse auf rasch erwärmbaren Parzellen angebaut werden. Schattenhänge, ausgeprägte Muldenlagen oder zu grosse Höhenlage sind wegen der nur langsamen Erwärmung im Frühjahr ungünstig. Im Frühbau lässt sich der Anstieg der Bodentemperatur durch eine Vliesabdeckung oder eine dunkle Mulchfolie wesentlich beschleunigen.



Eine der wichtigsten Massnahmen für die Nährstoffversorgung ist die Bodenbearbeitung vor und besonders während der Kultur.

Starkzehrer profitieren vom Umbruch

Gemüsearten mit hohen Nährstoffansprüchen, wie Kohllarten, nutzen die guten Bodenbedingungen nach einem Jahr Grünland besonders gut aus. Kulturen mit geringeren Ansprüchen kommen vor die einjährige Gründüngung ans Ende der Fruchtfolge zu stehen.

Die Stickstoffdüngung kann entsprechend angepasst werden.

Langfristig kann der Biogemüsebau nur mit einem genügend grossen Anteil Grünland (Kunstwiese, Brachen, Gründüngungen) in der Fruchtfolge erfolgreich sein.

Wasserangebot

Neben genügend Luft und Bodentemperaturen über 14 °C brauchen die Mikroorganismen für eine optimale Aktivität auch ein ausreichendes Wasserangebot.

Bewässerung bei anhaltender Trockenheit gewährleistet eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit und verbessert dadurch das Nährstoffangebot.

Bodenbearbeitung und Hacken

reagieren gut auf regelmässiges Hacken.

Massnahmen nach längeren Regenperioden

Starke Niederschläge vernässen und komprimieren den Boden, so dass Wasser- und Lufthaushalt gestört sind. Unter solchen Bedingungen sinkt die Mineralisierungsrate stark ab. Bei anaerober Mineralisierung sind gasförmige Stickstoffverluste und pflanzengiftige Verbindungen zu befürchten. Zudem wird bereits mineralisierter Stickstoff ausgewaschen. Da die Wurzeln wegen Sauerstoffmangels nur noch wenig aktiv sind, kommt es zu einer vorübergehenden Nährstoffknappheit. Der organisch gebundene Stickstoff kann auch bei starken Regenmengen nicht ausgewaschen werden, ist aber auch nicht pflanzenverfügbar.

Nach regenreichen Perioden ist es daher sehr wichtig, mit einem Hackdurchgang möglichst rasch wieder Luft in den Boden zu bringen, damit die Sauerstoffversorgung verbessert wird und die Bodenaktivität wieder zunehmen kann. Kleinere Mengen von organischen Düngern können in ungenügend versorgten Böden die Tätigkeit der Mikroor-

Besondere Massnahmen aufgrund der Bodeneigenschaften

Leichte, sandige Böden

- trocknen rasch ab und erwärmen sich zeitig im Frühjahr
 - mineralisieren intensiv, besonders wenn sie bewässert werden
 - Nährstoffe werden leicht ausgewaschen
- Reserven dieser Böden müssen durch Zufuhr von organischen Düngern und Anbau von Gründüngungen gespiesen werden

Schwerere, lehmige Böden

- erwärmen sich im Frühjahr nur langsam (besonders wenn sie nass sind) und die Mineralisierung verläuft träge
 - einmal erwärmt, ist die Mineralisierung intensiv
- In mittelschweren bis schweren Böden Komposte und frisches, organisches Material nur oberflächlich einarbeiten. Zuführte Substanz mineralisiert dadurch rascher und zeigt bessere Stickstoffwirkung in den Kulturen.

Leichte, humose Böden

- erwärmen sich im Frühjahr dank ihrer dunklen Farbe rasch und mineralisieren entsprechend schnell
- Reserven dieser Böden müssen durch Zufuhr von organischen Düngern und Anbau von Gründüngungen gespiesen werden

Anmoorige Böden

- haben ein derart grosses Potential der Stickstoffnachlieferung, dass die Mineralisierung ausser im frühen Frühjahr nicht gefördert werden soll
- sollten mit ein- und zweijährigen Gründüngungen oder Klee gras vor zu intensiver Mineralisierung geschützt werden

Einsatz von Hof- und Handelsdüngern

Einsatz von Hofdüngern und Kompost

Hofdünger und Kompost eignen sich im Gemüsebau in erster Linie als P/K-Grunddünger und Lieferant von organischem Material. Die ausgebrachte Menge muss jedoch dem Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen angepasst sein.

Im Gegensatz zum Mist ist ein Teil des Güllestickstoffs rasch verfügbar. Gülle eignet sich somit gut für die gezielte Stickstoffdüngung oder als Kopfdüngung in Kulturen mit langer Standzeit. Weitere Ausführungen siehe Tabelle Seite 4/5.

Merkpunkte zum Gülleeinsatz im Gemüsebau

- **Gülle in erster Linie vor der Pflanzung/Saat ausbringen und einarbeiten**
- Bei Verwendung als Kopfdüngung:**
 - **Verfahren verwenden, bei denen die Gülle zwischen den Reihen auf den Boden gelangt, ohne die Kultur zu benetzen. Vorteile: Hygiene, Ammoniakverluste werden minimiert und die Gülle kann mit dem nächsten Hackdurchgang eingearbeitet werden.**
 - **kein Einsatz direkt zu Blattgemüsearten und Kurzkulturen (< 10 Wochen Feldbelegung) wie Salate oder Spinat**
 - **keine Güllegaben später als 6 Wochen vor der Ernte**
 - **keine Gülle mit hygienisch bedenklichem Anteil von häuslichem Abwasser einsetzen**

Einsatz von Handelsdüngern

Genügt die Nährstoffzufuhr aus Bodenpflege, Humuswirtschaft und Hofdüngern nicht, um den Bedarf der Pflanzen zu decken, so stehen auch im Bioanbau Handelsdünger zur Bedarfsdeckung zur Verfügung. Da der Grundbedarf an Phosphor und Kali zum grossen Teil aus Hofdüngern und Kompost stammt, spielen die Handelsdünger vor allem für die Stickstoffversorgung eine Rolle.

Im Biolandbau dürfen nur Handelsdünger eingesetzt werden, welche in der aktuellen Ausgabe der Hilfsstoffliste des FiBL aufgeführt sind.

N-reiche Dünger

Der Stickstoff in biokonformen Handelsdüngern ist organisch gebunden. Die Dünger sind in der Regel Abfallprodukte aus der Tierhaltung. Rhizinusschrot, Zuckerrübenmelasse (Vinasse) oder Traubentrester sind pflanzliche Stickstoffquellen für Handelsdünger.

Der Gülleeinsatz ist im Gemüsebau aus hygienischen und imagebedingten Gründen heikel. Richtig eingesetzt kann Gülle jedoch wertvolle Dienste leisten.



Die organischen Stickstoffdünger werden unterschiedlich schnell mineralisiert. Die Korngrösse des Düngers, die Bodentemperatur sowie Wasser- und Lufthaushalt entscheiden über die Mineralisierungsgeschwindigkeit des Düngers.

Am raschesten wirken gemahlene Dünger, wenn sie in den Boden eingearbeitet werden. Pelletierte oder granuliert Dünger wirken langsamer.

Vinasse ist rasch wirksam und wird in erster Linie in der Jungpflanzenanzucht und im gedeckten Anbau verwendet. Dank seiner guten Wasserlöslichkeit kann Vinasse über das Bewässerungssystem ausgebracht werden.

Grundsätzlich geschieht die Stickstoffdüngung im Bioanbau in einer Gabe. Bei langen Kulturen mit hohem Nährstoffbedarf wie Kopfkohlarten, Rosenkohl, Sellerie oder Essiggurken kann, vor allem in leichten Böden, eine Kopfdüngung mit organischen Handelsdüngern sinnvoll sein.

Bei Kopfdüngergabe beachten:

- feingemahlene, raschwirksame Dünger wie Horn-, Fleisch- oder Blutmehl oder Vinasse verwenden
- Dünger bis spätestens zur Hälfte der Kulturzeit ausbringen
- Dünger mit Hackdurchgang einarbeiten und bei Trockenheit bewässern
- In der Regel reichen Gaben von 30 bis 40 kg N pro Hektare aus.

Für Kulturen mit langer Standzeit können verschieden rasch wirkende N-Dünger gemischt werden, um ein ausreichendes Stickstoffangebot über die ganze Kulturzeit zu gewährleisten.

Auch auf humusreichen Böden empfiehlt sich eine Startdüngung von etwa 50 kg N pro Hektar in Form eines leicht mineralisierbaren Düngers wie Gülle oder Blutmehl.

Die Besonderheiten bei der Nährstoffdynamik von Stickstoff sind bei der Düngung zu beachten. Zu kalte, zu trockene oder verdichtete Böden sind häufiger Ursache für Stickstoffmangel als fehlende Nährstoffquellen.

P-reiche Dünger

Kann der P-Bedarf nicht über Hofdünger oder Komposte gedeckt werden, so stehen im Bioanbau Rohphosphat oder Knochenmehl als P-Dünger zur Verfügung. Auf Grund des meist hohen Kalkgehaltes und der geringen Verfügbarkeit des enthaltenen Phosphors sollten Phosphordünger in Böden mit pH über 7 nicht verwendet werden. Ebenso sind einzelne P-Dünger, zum Beispiel Rohphosphat, mit Schwermetallen wie Cadmium kontaminiert. Im Interesse des Bodenschutzes sollten solche Dünger gemieden werden.

Die P-Versorgung von sauren Böden mit pH < 6 kann in erster Linie mit der Anhebung des pH durch Kalkung verbessert werden. Rund die Hälfte der P-Vorräte im Boden sind im Humus organisch gebunden, die andere Hälfte ist im mineralischen Teil des Bodens gelagert. Mikrobiologisch aktive Böden können diese Vorräte mobilisieren und zeigen daher selten P-Mangel.

K-reiche Dünger

Gleich wie beim Phosphor soll der Kaliumbedarf in erster Linie durch Hofdünger und Komposte gedeckt werden. In Kulturen mit hohem Kaliumbedarf wie Kohlarten, Sellerie, Spinat, Fenchel, Krautstiel, Randen sowie Gewächshauskulturen kann bei nachweisbarem Bedarf (Bodenproben) auch Kaliummagnesia oder Kaliumsulfat eingesetzt werden.

Ca-reiche Dünger

Für einen guten Bodenzustand und ein aktives Bodenleben ist speziell in intensiv genutzten Böden eine ausreichende Kalkversorgung wichtig.

Um die Aktivität der Bodenmikroorganismen durch rasche pH-Schwankungen und die Verfügbarkeit von Mangan und Bor nicht übermässig zu beeinflussen, werden die Mengen Kalk (CaCO₃ bzw. CaO) pro Hektare auf 0,5 bis 1 Tonne pro Gabe beschränkt. Für Böden mit einem pH unter 6,5 ist eine regelmässige Kalkgabe, zum Beispiel alle 3 bis 4 Jahre empfehlenswert.

Mehrnährstoffdünger

Über den Handel sind auch Mehrnährstoffdünger erhältlich, die für den Einsatz im Biolandbau zugelassen sind.

Solche Dünger sollten höchstens dann eingesetzt werden, wenn keine Hof- und Abfalldünger verwendet werden.

Einsatz der organischen N-Dünger aufgrund ihrer Wirkungsgeschwindigkeit

Körnung	Beispiel Handelsdünger	Wirkungstyp	Wirkungsdauer in Wochen	Einsatzbeispiel
grobe Struktur	Hornspäne, -schrot	langsam	16–24	Tomaten, Gurken
mittlere Mahlung	Hornflocken, -griess	mittel lang	10–16	Tomaten, Kohlarten, Sellerie
feine Struktur	Horn-, Fleisch-, Blutmehl; Vinasse, Rhizinusschrot	rasch	5–12	Salate, Blumenkohl, Fenchel

Düngergaben – wie berechnen?

Stickstoff – Ermittlung des Bedarfs und Versorgung

Der Stickstoffbedarf wird parzellenweise berechnet.

Kolonne C der Tabelle 5 im «Handbuch Gemüse» gibt den Brutto-Stickstoffbedarf der einzelnen Gemüsekulturen an (bei niedrigeren Erträgen als in der Tabelle Bedarf anpassen). Bei mehr als 3 Kulturen pro Parzelle kann für den Stickstoffbedarf der Mittelwert für Freilandgemüse verwendet werden.

Für die Berechnung einer zusätzlichen Stickstoffgabe mit organischen Handelsdüngern muss vom Brutto-Stickstoffbedarf (Kolonne C) der mineralisierbare Stickstoff aus folgenden

Quellen abgezogen werden:

- N-Freisetzung aus Gründüngung («Handbuch Gemüse» Tabelle 7)
- N-Freisetzung aus Ernterückständen der Vorkultur bei 80% N-Ausnutzung («Handbuch Gemüse» Tabelle 5)
- N-Freisetzung aus dem Humus (Merkblatt Tabelle Seite 3)
- N-Freisetzung aus zugeführten Hof- und Abfalldüngern («Handbuch Gemüse» Tab. 8)

Die nach den Abzügen verbleibende N-Menge kann mit einem im Biolandbau zugelassenen N-reichen Düngemittel zugeführt werden.

wird mit einem organischen Handelsdünger ergänzt.

Deckung des P- und K-Bedarfs

Nettobedarf an P und K aller Kulturen (gemäss «Handbuch Gemüse» Tabelle 5)

	P	K	
	in kg pro ha		
Klee gras	0	0	keine Ernte
Blumenkohl	30	80	
Karotten	40	140	
Salat (2x)	40	140	
Gesamtbedarf Betrieb	110	360	

- Zur Deckung des P-Bedarfs werden 36 m³ Grüngutkompost eingesetzt. Dieser bringt für alle Kulturen nebst 110 kg Phosphor auch 238 kg Kalium.
- Der Nettobedarf an Kalium auf diesem Boden mit K-Versorgungsstufe B wird mit Grünabfallkompost und 122 kg K z.B. in Form von Patentkali gedeckt. Maximale Menge: 460 kg Patentkali.
- Der Grüngutkompost wird mit Vorteil vor der Einsaat des Klee grasses ausgebracht. Das Patentkali kann zu den Karotten ausgebracht werden.

Phosphor und Kalium – Ermittlung des Bedarfs und Versorgung

Die Düngeplanung für Phosphor und Kali geschieht gesamtbetrieblich. Dabei wird folgendermassen vorgegangen:

1. Ermitteln des Nettobedarfs an P und K für alle angebauten Kulturen.

2. Um die Anforderungen eines ausgeglichenen Nährstoffhaushalts zu erfüllen, darf der gesamtbetriebliche P-Bedarf aller Kulturen grundsätzlich nicht überschritten werden.

Den P-Bedarf der Kulturen mit Hof- oder Abfalldünger abdecken. Daraus ergibt sich die maximale Menge Mist, Kompost oder Gülle.

Je nach Versorgungsgrad der Böden wird diese maximale Menge mehr oder weniger ausgeschöpft.

3. Vom gesamten K-Bedarf aller Kulturen die mit organischen Düngemitteln zugeführten Mengen Kalium abziehen.

Der verbleibende Rest des Kalibedarfs darf im Bioanbau nur dann mit mineralischen Düngern (z.B. Patentkali) ausgeglichen werden, wenn die Böden nachweisbar unterversorgt sind (Versorgungsstufe A oder B).

Vereinfachte Berechnung des K-Bedarfs: bei einem durchschnittlichen Bodennutzungsgrad von 1,5 Kulturen ergibt sich ein Entzug pro Hektar und Jahr von 150 kg K.

Biologisch aktive Böden haben die Fähigkeit, aus den Bodenreserven beachtliche Mengen Nährstoffe zu mobilisieren.

Nebst den Bodenvorräten sind Hofdünger und Kompost die wichtigsten Quellen für P, K und Mg. Der eher geringe P-Bedarf von Gemüsekulturen begrenzt die einsetzbaren Mengen an Hof- und Abfalldüngern.

Salat, Fenchel, Bohnen, Sellerie, Karotten, Lauch reagieren auf eine gute P-Versorgung mit deutlicher Ertragssteigerung.

Spinat, Sellerie, Petersilie, Fenchel und Karotten reagieren auf eine gute K-Versorgung mit deutlicher Ertragssteigerung.

Beispiel einer Düngeplanung

Ausgangslage auf einem Kleinbetrieb mit 3 ha Ackerland:

Fruchtfolge: Jahr 1: 1. Kultur Frühblumenkohl;
2. Kultur Lager-Karotten
Jahr 2: 1. Kultur Kopfsalat;
2. Kultur Kopfsalat;
Klee gras einsaat
Jahr 3: Einjährige Klee gras wiese ohne Nutzung (Brache)

Boden: sandiger Lehm; Humusgehalt 6%; pH 6,8; Versorgungsgrad Phosphor: Stufe C; Versorgungsgrad Kalium: Stufe B

Deckung des N-Bedarfs

Bedarf an N (gemäss «Handbuch Gemüse» Tabelle 5)

	in kg pro ha
Blumenkohl	220 kg
Karotten	120 kg
Salat (2x)	200 kg
Total für alle Kulturen	540 kg

Der Stickstoffbedarf wird in erster Linie aus den Vorräten im Boden, der Gründüngung und den Ernteresten gedeckt. Die Kompostgabe liefert in zwei Jahren maximal 30 kg N pro ha. Was nicht durch diese Quellen abgedeckt wird,

	N-Bedarf in kg pro ha	N-Angebot in kg pro ha
Jahr 1:		
Blumenkohl Bedarf	220	
Angebot aus Humus und Kompost		30
Angebot aus Gründüngung		60
Handelsdünger (z.B. 11 dt BiogaN 10% N)		110
Karotten Bedarf	120	
Angebot aus Humus		60
Angebot aus Ernterückständen Blumenkohl (80%)		95
Saldo		+15
Jahr 2:		
Salat Bedarf (2 Kulturen)	200	
Angebot aus Humus inklusive N-Freisetzung aus Kompost		50
Angebot aus Ernterückständen 1. Kultur Salat (80%)		35
Handelsdünger (z.B. 11 dt BiogaN 10% N)		110
Saldo		- 5
Jahr 3:		
Klee gras ohne Nutzung (Brache)	0	
Kompostgabe		

Impressum

Herausgeber/Vertrieb:

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Ackerstrasse
Postfach
CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
Fax +41 (0)62 865 72 73
e-mail: admin@fibl.ch
homepage: <http://www.fibl.ch>

Autoren:

Martin Lichtenhahn, Alfred Berner,
Paul van den Berge (FiBL)

Durchsicht:

Thomas Alfvöldi, FiBL

Redaktion:

Gilles Weidmann, Hansueli Dierauer (FiBL)

Gestaltung:

Olga Krejci, FiBL

Bilder:

FiBL, Matthäus Diethart, R. Wenger

Preis:

SFr. 6.- (inkl. MwSt.)