



Düngung im Freilandgemüsebau

3. überarbeitete Auflage
Version 7. Juli 2011

Die jeweils aktuelle Version gibt es hier:
www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

Schriftenreihe des Institutes für Gemüse- und Zierpflanzenbau
Großbeeren und Erfurt
Ein Institut der Leibniz Gemeinschaft

Autoren

Carmen Feller¹, Matthias Fink¹, Hermann Laber², Achim Maync³, Peter-J. Paschold⁴, Hans-Christoph Scharpf⁵, Josef Schlaghecken³, Klaus Strohmeier⁶, Ulrike Weier⁵ und Joachim Ziegler³

¹Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren

²Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden

³Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) – Rheinpfalz, - Abteilung Gartenbau - Breitenweg 71, 67435 Neustadt an der Weinstraße,

⁴Forschungsanstalt Geisenheim, Von-Lade-Straße 1, 65366 Geisenheim

⁵Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heisterbergallee 12. 30453 Hannover

⁶BOLAP GmbH, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

Herausgeber

Matthias Fink, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt
Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren

Impressum

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt (IGZ),
Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren

Mit Förderung durch die Bundesrepublik Deutschland,
das Land Brandenburg
und den Freistaat Thüringen

Mitglied der Leibniz Gemeinschaft (WGL)

Tel.: 03301 / 78 131

Fax: 033701 / 55 391

E-mail: igzev@igzev.de

<http://www.igzev.de>

Zitierung

Feller, C.; Fink M.; Laber, H.; Maync, A.; Paschold, P.; Scharpf, H.C.; Schlaghecken, J.; Strohmeier, K.; Weier, U.; Ziegler, J. (2011) Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.

Vorwort zur 2. Auflage

Die erste Auflage ist vergriffen, es gibt neue Versuchsergebnisse über Nährstoffgehalt und Nährstoffbedarf von Gemüse und eine neue Düngeverordnung ist in Kraft getreten. Dies sind drei gute Gründe für eine Neuauflage unserer Datensammlung zur Düngung im Freilandgemüsebau.

Von den Nutzern der 1. Auflage haben wir viel Zustimmung erfahren und auch einige Vorschläge für Verbesserungen bekommen: So haben wir z.B. die Tabellen nach den Gemüsearten geordnet, damit der Leser alle Daten ohne langes Blättern findet.

Einige Kulturverfahren wurden mit aktuellen Versuchsergebnissen überarbeitet oder ergänzt, neu sind Empfehlungen für Speiserüben, Rhabarber und Spargel.

Eine an den Standort und die Ertragserwartung angepasste Düngung vermindert Nährstoffverluste an die Umwelt und ermöglicht es, die von der Düngeverordnung vorgegebenen Grenzwerte für unvermeidliche Überschüsse zu unterschreiten. Dazu sollen unsere Düngungsempfehlungen einen Beitrag leisten.

Die Autoren

Vorwort zur 1. Auflage

Entsprechend § 2 Düngeverordnung sind Düngemittel im Rahmen guter fachlicher Praxis zeitlich und mengenmäßig so auszubringen, dass

- die Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend ausgenutzt werden können und damit
- Nährstoffverluste sowie damit verbundene Einträge in die Gewässer weitestgehend vermieden werden.

Um dieser Forderung gerecht zu werden, sind genaue Kenntnisse über den Nährstoffbedarf der Pflanzen und - für die Stickstoffdüngung - auch über den zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme erforderlich.

Die Daten aus älteren Literaturquellen beschreiben die heutigen Produktionsbedingungen - z.B. neue Sorten mit höheren Markterträgen oder moderne Ernteverfahren - nicht immer ausreichend. Daher war es an der Zeit, eine aktualisierte und erweiterte Datensammlung vorzustellen. Dafür wurden zahlreiche bisher unveröffentlichte Feldversuche aus Großbeeren, Hannover-Ahlem, Neustadt/W. und Geisenheim ausgewertet und weitere, auf Messwerten beruhende Daten aus der Literatur in die Mittelwertbildung einbezogen.

Die Autoren wollten eine Datensammlung für erfahrene Betriebsleiter und Berater bereitstellen und kein Lehrbuch zur Düngung im Gemüsebau schreiben. Daher werden die Grundlagen der Düngungsstrategien nur kurz dargestellt.

Um die vielen Zahlen leichter nutzbar zu machen, ist der gesamte Inhalt dieses Heftes auch auf anliegender CD gespeichert. Die Texte und die Daten dürfen ganz oder in Teilen kopiert und weiterverwendet werden, vorausgesetzt, dass sie mit einer Quellenangabe versehen und nicht verändert werden.

Inhalt

Vorwort zur 2. Auflage	3
N-Düngung.....	6
N-Aufnahme der Gemüsearten	7
N_{\min} -Mindestvorrat zum Erntezeitpunkt	7
Schätzung der Nettomineralisierung.....	8
Vergleich von berechneten und in Versuchen ermittelten N_{\min} Sollwerten	11
Gemüseartspezifische Daten.....	14
Verzeichnis der Gemüsearten.....	14
Erläuterungen und Beispiele	15
N_{\min} -Sollwerte für Rhabarber.....	226
1. Standjahr (Pflanzjahr)	226
Ertagsjahre	226
N_{\min} -Sollwerte für Spargel.....	229
Warum neue N_{\min} -Sollwerte?.....	229
Neue Sollwerte.....	230
Fazit.....	233
Schätzhilfen für die Berechnung der notwendigen N-Düngung.....	234
Schätzung der N-Aufnahme	234
Schätzung der N-Aufnahme mit Hilfe des Pflanzengewichts	234
Schätzung der N-Aufnahme mit Hilfe von Wachstumsstadien gemäß BBCH-Skala.....	236
N-Mineralisierung aus Ernterückständen und Gründüngung.....	241
N-Zufuhr durch das Beregnungswasser	242
N_{\min} -Vorrat im Frühjahr	243
Ertragseinbußen bei suboptimaler N-Versorgung	245
P-, K- und Mg-Düngung	254
Nährstoffbilanzen	257
N-Expert - Ein Computerprogramm zur Berechnung von Düngungsempfehlungen und Nährstoffbilanzen im Freilandgemüsebau...	259
Literaturverzeichnis.....	264

N-Düngung

Matthias Fink, Carmen Feller, Hermann Laber, Hans-Christoph Scharpf, Ulrike Weier, Achim Maync, Joachim Ziegler, Josef Schlaghecken, Peter-J. Paschold und Klaus Strohmeyer

Bei der Stickstoffdüngung nach der N_{\min} -Methode (SCHARPF 1991) wird der mineralische Stickstoff in der von den Wurzeln nutzbaren Bodenschicht (N_{\min} -Vorrat) gemessen und bei der Berechnung der N-Düngung berücksichtigt.

Der N-Düngungsbedarf berechnet sich aus:

	N_{\min} -Sollwert	kg N ha ⁻¹
-	N_{\min} -Vorrat	kg N ha ⁻¹
=	N-Düngungsbedarf	kg N ha ⁻¹

Für die Anwendung des N_{\min} -Systems zur Berechnung von Stickstoffdüngungsempfehlungen werden N_{\min} -Sollwerte benötigt. N_{\min} -Sollwerte wurden bisher jedoch nur für einen Teil der kommerziell wichtigen Gemüsearten mit Hilfe von Düngungsversuchen ermittelt. Ursache dafür ist der hohe Aufwand für die Durchführung von Versuchen und die große Zahl der angebauten Arten. Darüber hinaus ist für einige Gemüsearten mehr als ein N_{\min} -Sollwert erforderlich, da die Düngung an das Kulturverfahren bzw. die Ertragserswartung angepasst werden muss. Dies soll am Beispiel von Weißkohl deutlich gemacht werden: für den Frischmarkt produzierter früher Weißkohl hat einen N-Bedarf von etwa 200 kg N ha⁻¹, Weißkohl, der für die industrielle Verarbeitung angebaut wird, kann mehr als 350 kg N ha⁻¹ aufnehmen. Dieser große Unterschied muss natürlich bei der N-Düngung berücksichtigt werden. Da Gemüse auf Böden mit sehr unterschiedlichen Mineralisierungspotenzialen angebaut wird, muss für die Ableitung einer N-Düngungsempfehlung auch eine große Variabilität der N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz beachtet werden.

Insgesamt gibt es so viele Einflussgrößen auf den N-Düngungsbedarf, dass es unmöglich erscheint, für alle denkbaren Kombinationen Düngungsversuche durchzuführen, um N_{\min} -Sollwerte zu bestimmen.

Als Alternative zur Durchführung von Versuchen ist es möglich, die N_{\min} -Sollwerte zu kalkulieren, wie dies z.B. im KNS-System (LORENZ et al. 1989) und im Düngungsberatungsprogramm N-Expert (FINK, SCHARPF 1998) beschrieben ist.

Zur Berechnung des N_{\min} -Sollwertes zu Kulturbeginn wird die N-Aufnahme der Gemüseart zum N_{\min} -Mindestvorrat addiert und die erwartete Netto-N-Mineralisierung abgezogen:

	N im Aufwuchs	kg N ha ⁻¹
+	N _{min} -Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹
-	Netto-N-Mineralisierung	kg N ha ⁻¹
=	N _{min} -Sollwert	kg N ha ⁻¹

Die drei Komponenten dieser Kalkulation werden nachfolgend näher erläutert.

N-Aufnahme der Gemüsearten

Zur Ermittlung der N-Aufnahme von Gemüsearten wurden zahlreiche zum Teil unveröffentlichte Feldversuche aus Großbeeren, Hannover-Ahlem, Neustadt/W., Geisenheim und Dresden-Pillnitz ausgewertet.

Die N-Aufnahme ist besonders von der Pflanzenart und vom Ertragsniveau abhängig, aber auch die Höhe der N-Düngung hat einen großen Einfluss. Die in den Tabellen unter "N im Aufwuchs" genannten Werte wurden daher in Versuchen oder Datenerhebungen bestimmt, in denen optimal - d.h. nach den angegebenen Sollwerten - gedüngt wurde. Dargestellt ist der Mittelwert von Versuchen unter guten Kulturbedingungen. Die Flächenangabe bezieht sich auf die Nettokulturfläche. Eine betriebsspezifische Anpassung, z.B. an unterschiedliche Ertragsersparungen, kann durch eine Anpassung der erwarteten N-Aufnahme erfolgen. Zur Vereinfachung sind einige häufig angewandte Kulturverfahren angegeben.

N_{min}-Mindestvorrat zum Erntezeitpunkt

Unter N_{min}-Mindestvorrat wird die N-Menge verstanden, die im durchwurzelten Bodenbereich vorhanden sein muss, um die N-Versorgung bis zum Erntetag sicherzustellen.

Die angegebenen Werte sind Erfahrungswerte, die auf Messungen des N_{min}-Restes in Düngungsversuchen und in optimal gedüngten Beständen beruhen. Bei Gemüsearten, für die keine Messwerte vorlagen, wurden die Werte vergleichbarer Gemüsearten als Schätzwerte herangezogen.

Ein ausreichend hoher Mindestvorrat ist besonders dann von Bedeutung, wenn die Ernte später als geplant durchgeführt werden muss, N-Verluste durch hohe Niederschläge auftreten und die N-Mineralisierung niedriger ist als erwartet. Gemüsearten, die bis zur Ernte eine hohe N-Aufnahmerate aufweisen und die hinsichtlich Ertrag und Qualität besonders stark auf N-Mangel reagieren, benötigen deshalb einen N_{min}-Mindestvorrat von bis zu 50 kg N ha⁻¹ zum Erntetermin (z.B. Stangensellerie, Bundzwiebeln). Im Gegensatz dazu wird ein sehr niedriger Mindestvorrat angestrebt, wenn höhere N-Angebote nicht ertragsfördernd wirken und die Qualität negativ beeinflussen

(z.B. Standfestigkeit von Rosenkohl, Nitratgehalt von Möhren, Treibqualität von Chicoree).

Es ist zu beachten, dass die N_{\min} -Mindestvorräte zum Kulturbeginn für einige Arten deutlich höher liegen, als die Mindestvorräte zum Erntezeitpunkt. Die Erfahrungen der Pfälzer Berater zeigen zum Beispiel, dass viele Pflanzgemüse bei einer sehr frühen Pflanzung mindestens 80 kg N ha^{-1} in der Bodenschicht 0 bis 30 cm benötigen. Damit Kopfsalate im Sommer und Herbst genügend Umblatt bilden, muss zur Pflanzung mindestens 60 kg N ha^{-1} , bei Blumenkohl und Brokkoli mindestens 80 kg N ha^{-1} vorhanden sein.

Der erhöhte Mindestvorrat zu Kulturbeginn wird dadurch erreicht, dass die an Hand der N_{\min} -Sollwerte berechnete Düngermenge auf eine ausreichend hohe Gabe vor der Pflanzung und eine weitere zum praxisüblichen Kopfdüngungstermin aufgeteilt wird.

Schätzung der Nettomineralisierung

Die Nettomineralisierung kann in Düngungsversuchen aus der N-Bilanz bestimmt werden, d.h. aus dem N-Angebot am Kulturbeginn (= N_{\min} im Boden + N-Dünger) abzüglich der N-Wiederfindung am Kulturende (= N_{\min} im Boden + N im Pflanzenaufwuchs).

Als Datengrundlage zur Schätzung der Nettomineralisierung dienten 29 Düngungsversuche mit insgesamt 129 Varianten, die im Verlauf von 15 Jahren von der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover durchgeführt wurden.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel eines Versuchs mit sechs Düngungsstufen, dass die N-Wiederfindung am Kulturende bei allen Düngungsstufen größer war als das N-Angebot am Kulturbeginn. Das bedeutet, dass in diesem Versuch eine positive Nettomineralisierung festgestellt wurde. Das Beispiel macht auch deutlich, dass die Nettomineralisierung mit zunehmendem N-Angebot abnahm.

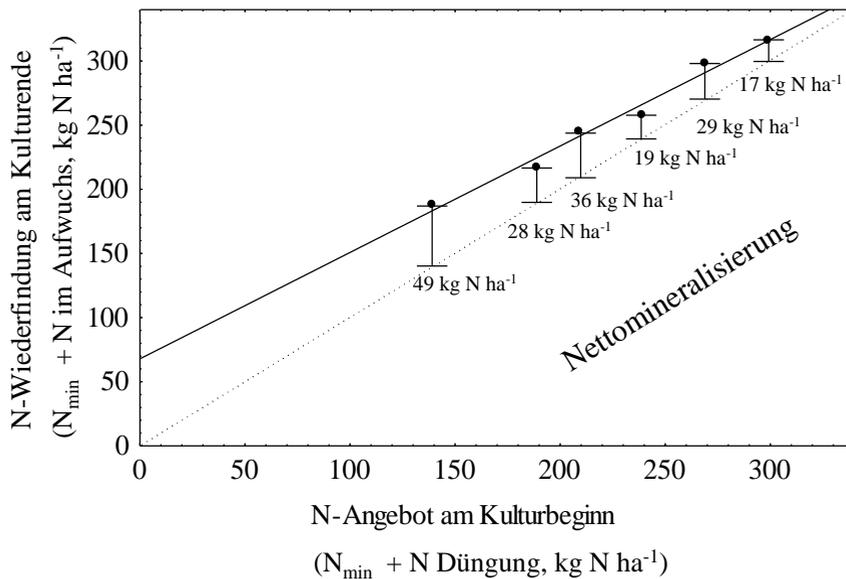


Abbildung 1 N-Wiederfindung am Kulturende in Abhängigkeit vom N-Angebot am Kulturbeginn, dargestellt für einen Versuch (Weißkohl, 1994). Die durchgezogene Linie zeigt die Regressionsgerade ($y = 68 + 0,83 \cdot x$, $n=6$, $r^2=0,98$), die gepunktete Linie ist $y=x$. Die Balken zeigen die abnehmende Netto-Mineralisierung mit zunehmendem N-Angebot.

Dieser Zusammenhang ergab sich nicht nur in dem in Abbildung 1 dargestellten Versuch, sondern in allen hier geprüften Versuchen. Die unterschiedlichen Versuchsjahre und Gemüsearten führten jedoch zu einer größeren Streuung um die Regressionsgerade. In allen Versuchen mit niedrigem N-Angebot trat eine positive Nettomineralisierung auf (Abbildung 2). Die Regressionsgerade zeigt mit zunehmendem N-Angebot eine abnehmende Nettomineralisierung, die bei N-Angeboten über 300 kg N ha^{-1} negative Werte annimmt.

Die Parameter der Regressionsfunktion können so interpretiert werden, dass im Mittel aller Versuche 65 kg N ha^{-1} aus organischer Bodensubstanz mineralisiert wurden (Achsenabschnitt der Regressionsgeraden in Abbildung 2) und dass am Kulturende 80 % des mineralischen N-Angebots wiedergefunden wurden (Steigung der Regressionsgeraden).

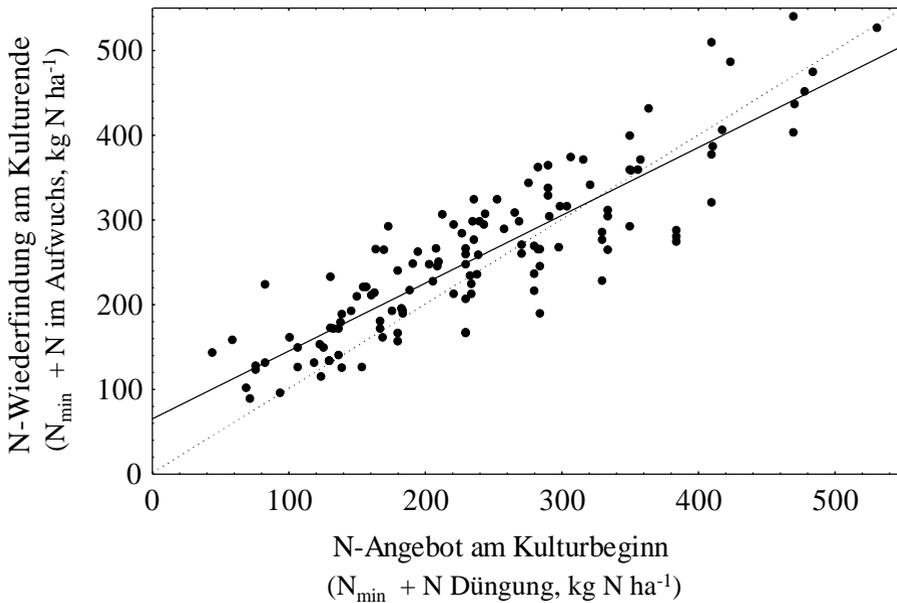


Abbildung 2 N-Wiederfindung am Kulturende in Abhängigkeit vom N-Angebot am Kulturbeginn, dargestellt für 29 Versuche (10 Gemüsearten, 11 Versuchsjahre)
 Die durchgezogene Linie zeigt die Regressionsgerade ($y = 65 + 0,80 \cdot x$, $n=129$, $r^2=0,77$), die gepunktete Linie ist $y=x$.

Für eine Wiederfindungsrate von "nur" 80 % des N-Angebots kommen mehrere Ursachen in Betracht. Zum Beispiel wurde die in den Feinwurzeln enthaltene N-Menge in diesen Versuchen nicht erfasst. Auch ist aus der Literatur bekannt, dass ein Teil des mineralischen N-Angebots gasförmig verloren geht oder in der organischen Bodensubstanz und der mikrobiellen Biomasse gebunden wird. N-Verluste durch Auswaschung hingegen spielen für diese im Sommerhalbjahr durchgeführten Versuche vermutlich nur eine geringe Rolle.

Eine weitergehende statistische Auswertung ergab, dass die Nettomineralisierung mit steigender Kulturdauer zunahm. Die im Folgenden verwendeten Schätzwerte für die Nettomineralisierung wurden mit Hilfe einer Regressionsfunktion aus dem N-Angebot und der Kulturdauer berechnet (Einzelheiten siehe FINK, SCHARPF 2000). Die Ergebnisse zeigen, dass für Gemüsearten mit langer Kulturzeit und relativ geringem N-Bedarf - wie z.B. Möhre oder Schwarzwurzel - ein großer Teil des notwendigen N-Angebots aus der Mineralisierung gedeckt wird. Für Arten mit relativ hohem N-Bedarf und kurzer Kulturzeit - z.B. Blumenkohl - entspricht die Menge an nicht wieder-

gefundenem Dünger-N etwa der N-Mineralisierung, so dass die anzurechnende Netto-N-Mineralisierung insgesamt nahe Null ist oder auch leicht negative Werte annimmt.

Die angegebenen Werte gelten streng genommen nur für den Versuchstandort in Hannover-Ahlem. Soweit vorhanden sollten betriebsspezifische Schätzwerte für die Mineralisierung verwendet werden. Eine Auswertung von weiteren Düngungsversuchen in Großbeeren und die Erfahrungen der Pfälzer Düngungsberater zeigen jedoch, dass die angegebenen Werte gut auf andere Standorte übertragbar sind. Organische Dünger oder Ernterückstände müssen bei der Berechnung der Mineralisierung natürlich gesondert berücksichtigt werden.

Vergleich von berechneten und in Versuchen ermittelten N_{\min} Sollwerten

Da die berechneten und die in Versuchen ermittelten N_{\min} Sollwerte recht gut übereinstimmen (Abbildung 3) ist davon auszugehen, dass auch die berechneten Sollwerte für bisher wenig untersuchte Gemüsearten wie z.B. Rucola oder "Baby Leaf Lettuce" eine gute Orientierung geben. Die Durchführung von Düngungsversuchen ist jedoch auch zukünftig erforderlich, da das Kalkulationsverfahren die experimentelle Arbeit nur ergänzen, nicht aber ersetzen kann.

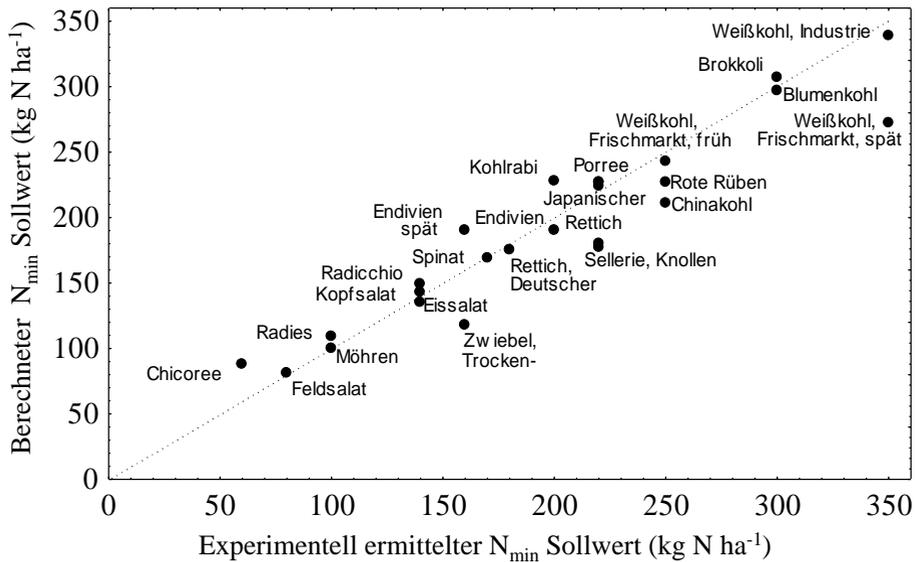


Abbildung 3 Berechnete N_{\min} -Sollwerte im Vergleich zu den von SCHARPF (1991) experimentell ermittelten Sollwerten

In Abhängigkeit von Anzahl und Termin der geplanten Bodenanalysen kommen zwei unterschiedliche N_{\min} -Sollwerttabellen in Betracht:

Die angegebenen „ **N_{\min} -Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur**“ werden verwendet, wenn nur eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur durchgeführt werden soll. Diese Strategie ist zu empfehlen, wenn keine hohen Mineralisierungsraten zu erwarten sind, d.h. keine Ernterückstände oder frische organische Düngung eingearbeitet wurden und die Kulturzeit sehr kurz ist.

Insbesondere bei auswaschungsgefährdeten leichten Böden sollten große N-Mengen auch dann auf mehrere Düngergaben verteilt werden, wenn nur eine Bodenanalyse zum Beginn der Kultur durchgeführt wird.

Die kulturbegleitenden N_{\min} -Sollwerte (LORENZ et al. 1989) kommen dann zur Anwendung,

- wenn eine Bodenanalyse nicht zum Kulturbeginn, sondern zum Kopfdüngungstermin durchgeführt werden soll, z. B. bei Saatgemüse, oder
- wenn während der Kultur mehr als eine Bodenanalyse durchgeführt werden soll, da zu erwarten ist, dass sich der N_{\min} -Vorrat des Bodens im Kulturverlauf stark ändert.

Große Änderungen des N_{\min} -Vorrats ergeben sich:

- durch Auswaschung, besonders bei
 - leichten Böden (geringe Wasser- und geringe N-Speicherfähigkeit)
 - intensiver Beregnung (Wasserspeicherfähigkeit voll ausgenutzt)
- durch hohe N-Nachlieferung, besonders bei
 - hohem Mineralisierungspotential (langjähriger Gemüsebau auf der Fläche, frische organische Düngung)
 - hohen Ernterückstandsmengen.

Beispielhaft sind kulturbegleitende N_{\min} -Sollwerte für den Kulturbeginn und einen oder zwei praxisübliche Kopfdüngungstermine dargestellt.

Unter Verwendung dieser Daten können jedoch auch Sollwerte für andere Kopfdüngungstermine berechnet werden. Dies kann z.B. erforderlich sein, wenn durch einen starken Regen während der Kulturzeit N verlagert wurde und eine Nachdüngung erforderlich ist. Die Berechnung der Sollwerte ist im Lesebeispiel zu den kulturartspezifischen Tabellen erläutert.

Bei der Einplanung von Kopfdüngungsterminen und der sich daraus ergebenden Termine für Bodenuntersuchungen ist zu berücksichtigen, **dass N_{\min} -Analysen frühestens vier Wochen nach einer mineralischen Düngung** durchgeführt werden sollten. Zum Beispiel können durch nicht aufgelöste Düngerkörner in der Bodenprobe oder durch kurzzeitige N-Festlegung in Mikroorganismen früher durchgeführte Analysen sowohl zu hohe als auch zu niedrige Werte anzeigen und dürfen daher nicht verwendet werden.

Gemüseartenspezifische Daten**Verzeichnis der Gemüsearten**

Blumenkohl 19
Brokkoli 23
Buschbohnen 27
Chicoree 31
Chinakohl 35
Dill 41
Feldsalat 43
Grünkohl 47
Gurke 51
Knollenfenchel 55
Kohlrabi 61
Kürbis 65
Markerbsen 67
Möhren 71
Pastinake 79
Petersilie 81
Porree 89
Radies 96
Rettich 100
Rhabarber 108, 226
Rosenkohl 111
Rote Rüben 115
Rotkohl 119

Rucola 123
Salate, Baby Leaf 129
Salate, Blattsalate 133
Salate, Eissalat 139
Salate, Endivien 143
Salate, Kopfsalat 149
Salate, Radicchio 153
Salate, Romana 157
Salate, Zuckerhut 163
Schnittlauch 167
Schwarzwurzel 173
Sellerie 175
Spargel 181, 229
Speiserüben 183
Spinat 187
Stangenbohnen 197
Weißkohl 199
Wirsingkohl 205
Wurzelpetersilie 87
Zucchini 209
Zuckermais 213
Zwiebel 217

Erläuterungen und Beispiele

- in den Tabellen

Blumenkohl, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 251 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————					80	40	40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	8	21	44	67	60	33	13											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	85	286																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	0																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	91	286																		

Kulturwoche: In Abhängigkeit von der Gemüseart, dem Anbauverfahren und dem Anbauermin ergibt sich eine unterschiedliche Kulturdauer, die hier in Wochen dargestellt ist. Für Gemüsearten mit selektiver Beerntung ist das Kulturende der Zeitpunkt der ersten Ernte.

Probenahmetiefe: Gibt an bis zu welcher Tiefe die Bodenproben für die N_{min}-Analyse entnommen werden müssen. Die Bodenprobe erfolgt so tief wie die Durchwurzelung am nächsten Messtermin bzw. am Kulturende angegeben ist (Beispiel für den 1. Messtermin "Kulturbeginn" in der 1. Kulturwoche: Probenahme bis 30 cm Tiefe, Beispiel für den 2. Messtermin "Kopfdüngung" in der 3. Kulturwoche: Probenahme bis 60 cm Tiefe).

Mindestvorrat: Zur Sicherung der N-Aufnahme und damit des Ertrags muss während der Kulturzeit ein bestimmter N_{min}-Mindestvorrat im Boden vorhanden sein (Beispiel: 80 kg N ha⁻¹ von der 1. bis zur 7. Kulturwoche, danach 40 kg N ha⁻¹).

N-Aufnahme: Angegeben ist die N-Aufnahmerate in kg N ha⁻¹ Woche⁻¹. Die Summe der wöchentlichen N-Aufnahmeraten während der Kulturzeit ergibt die Gesamtmenge von N im Aufwuchs (Beispiel: 251 kg N ha⁻¹).

Sollwert oM: Der Sollwert ohne Berücksichtigung der Netto-Mineralisierung errechnet sich aus der N-Aufnahme bis zum nächsten Messtermin (bzw. bis zum Kulturende) plus dem Mindestvorrat am nächsten Messtermin (bzw. am Kulturende);

(Beispiel für den 1. Messtermin "Kulturbeginn" $1 + 4 + 80 = 85 \text{ kg N ha}^{-1}$, Beispiel für den 2. Messtermin "Kopfdüngung" $8 + 21 + 44 + 67 + 60 + 33 + 13 + 40 = 286 \text{ kg N ha}^{-1}$).

Mineralisierung: Die Nettomineralisierung wird unter Berücksichtigung der Dauer (bis zum nächsten Messtermin bzw. bis zum Kulturende) und des N-Angebots mittels einer Regressionsfunktion geschätzt:

$$y = (0,72 [\text{kg N ha}^{-1} \text{ Tag}^{-1}] * \text{Dauer} [\text{Tage}]) - (0,21 * (\text{Sollwert oM} [\text{kg N ha}^{-1}] - (0,72 [\text{kg N ha}^{-1} \text{ Tag}^{-1}] * \text{Dauer} [\text{Tage}]))$$

Beispiel für den 1. Messtermin "Kulturbeginn": $(0,72 * 14) - (0,21 * (85 - (0,72 * 14))) = -6$;

Der im Sollwert oM enthaltene Mindestvorrat wird nur für den ersten Messtermin berücksichtigt. Die Schätzfunktion für den zweiten bzw. weiteren Termin lautet dann:

$$y = (0,72 [\text{kg N ha}^{-1}] * \text{Dauer} [\text{Tage}]) - (0,21 * (\text{N-Angebot} [\text{kg N ha}^{-1}] - (0,72 [\text{kg N ha}^{-1}] * \text{Dauer} [\text{Tage}])) \text{ mit}$$

N-Angebot = N-Aufnahme bis Kulturende - (Mindestvorrat vorangegangener Messtermin - Mindestvorrat Kulturende)

Beispiel für den 2. Messtermin "Kopfdüngung": $(0,72 * 49) - (0,21 * (246 - (80 - 40) - (0,72 * 49))) = 0$.

Die Schätzmethode ist ausführlich ab Seite 8 beschrieben.

Für einige Kulturen wurde die Nettomineralisierung abweichend von dieser Formel festgelegt, z.B. bei Stangenbohnen zur Berücksichtigung der N-Bindung aus der Luft. Für alle „frühen“ Kulturverfahren wurde von der Mineralisierung 20 kg N ha^{-1} abgezogen, da bei niedrigen Bodentemperaturen im Frühjahr die Mineralisierungsrate geringer ist.

Sollwerte mM: Der Sollwert mit Berücksichtigung der Nettomineralisierung wird aus Sollwert oM + Mineralisierung berechnet (Beispiel für den 1. Messtermin "Kulturbeginn": $85 - (-6) = 85 + 6 = 91 \text{ kg N ha}^{-1}$).

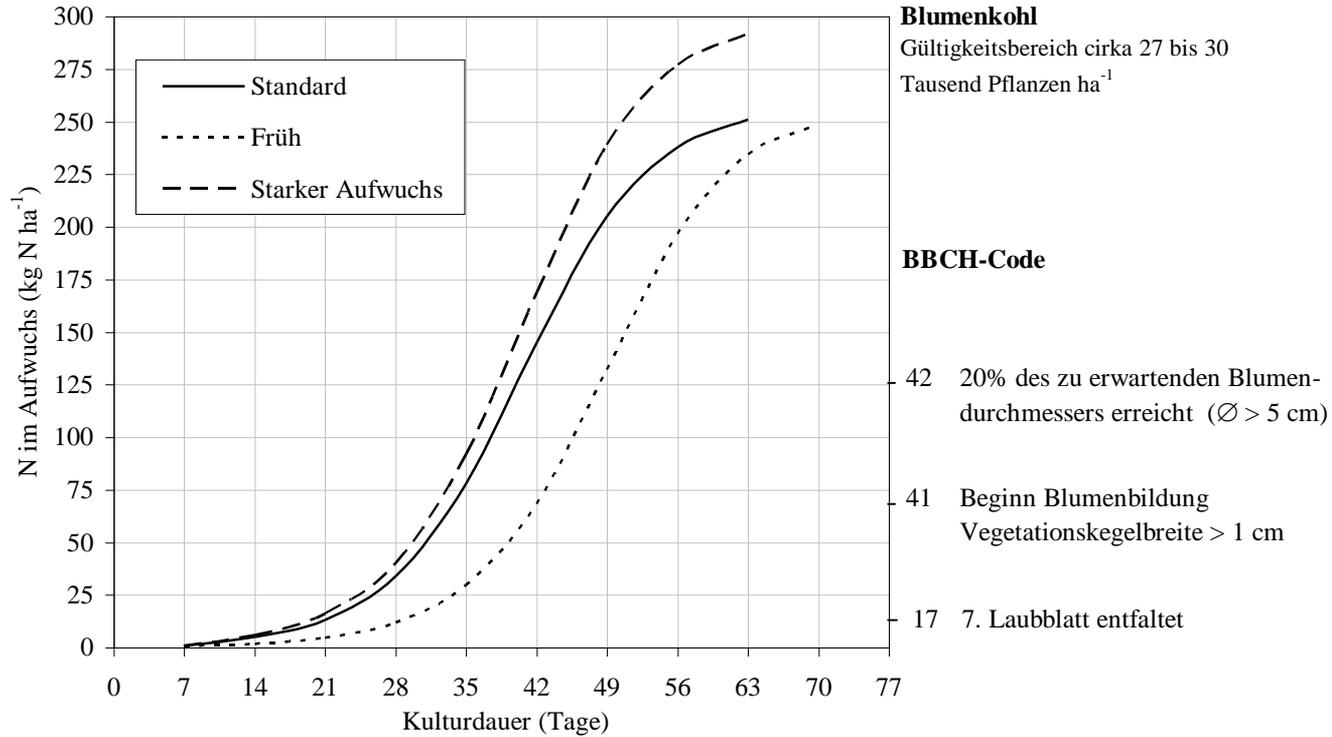
- in den Abbildungen:

Gültigkeitsbereich: Die auf die Fläche bezogene N-Aufnahmerate $[\text{kg N ha}^{-1} \text{ Woche}^{-1}]$ wird nicht nur von der Gemüseart sondern auch von der Bestandsdichte bestimmt (Beispiel: 27.000 bis 30.000 Pflanzen ha^{-1} Nettokulturfläche)

BBCH-Code: Bonituren des Wachstumsstadiums auf dem Feld können dabei helfen, die vom Bestand aufgenommene N-Menge abzuschätzen und damit die Genauigkeit von Kopfdüngungsempfehlungen zu verbessern. Die Methode ist ausführlich ab Seite 236 beschrieben. (Beispiel: im Wachstumsstadium BBCH 17 (7. Laubblatt entfaltet) hat ein Blumenkohlbestand ca. 10 kg N ha^{-1} aufgenommen).

Blumenkohl

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Blumenkohl, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 251 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————					80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	8	21	44	67	60	33	13										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	85	286																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	0																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	91	286																	
Blumenkohl, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 251 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————					80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	1	3	7	18	39	64	65	38	15									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	92			279															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-15			-5															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	107			284															
Blumenkohl, starker Aufwuchs		Aufwuchs 1000 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 292 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————					80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	5	10	24	52	77	70	38	15										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	86	326																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	-9																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	92	335																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

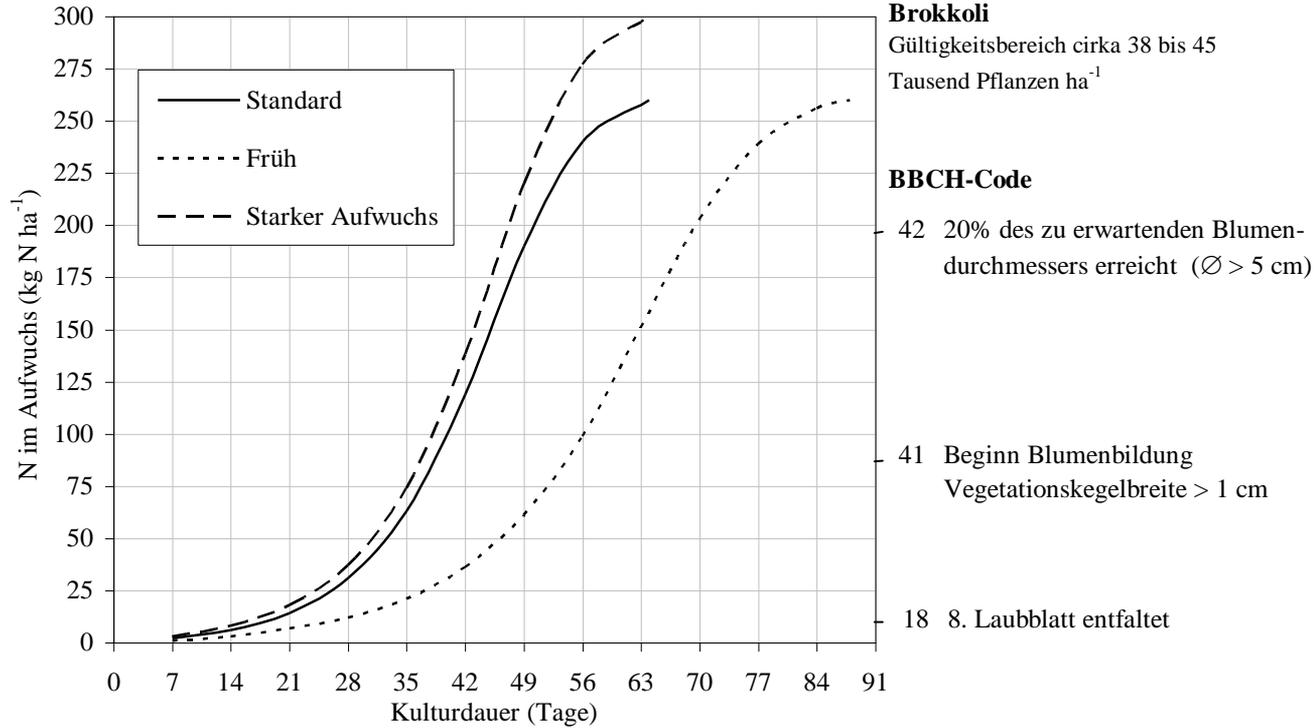
Blumenkohl	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Früh	70	60	251	40	291	-20	311	310
Starker Aufwuchs	63	60	292	40	332	-15	347	350

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Blumenkohl	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Starker Aufwuchs	600	0,30	180	90	10

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Blumenkohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹							
Standard und Früh	350	250	400	28	10	36	2,0	98	36	126	7,0
Starker Aufwuchs	400	300	450	28	10	36	2,0	112	41	144	8,0

Brokkoli**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)**

Brokkoli, Standard		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 260 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 150 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————						80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	4	8	17	32	56	71	50	20											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	86	294																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	-1																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	92	295																		
Brokkoli, Früh		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 260 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 150 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————						80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	5	9	15	25	38	52	52	36	17	4							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	92	288																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-15	9																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	107	279																		
Brokkoli, starker Aufwuchs		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 300 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80	—————						80	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	5	10	24	52	77	70	38	15											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	86	326																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	-10																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	92	336																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

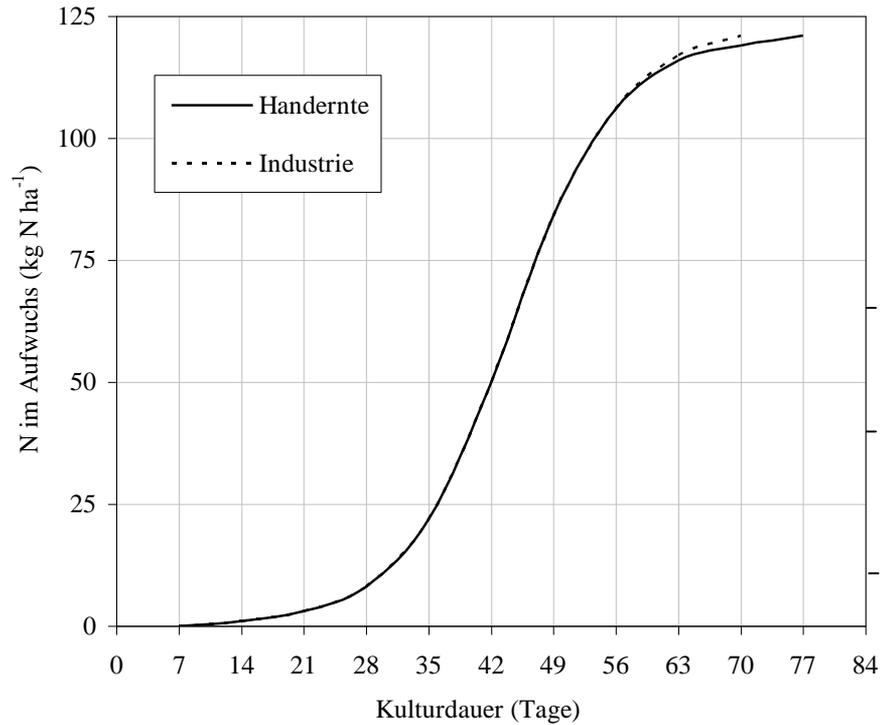
Brokkoli	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	64	60	260	40	300	-7	307	310
Früh	88	60	260	40	300	-6	306	310
Starker Aufwuchs	64	60	300	40	340	-16	356	360

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Brokkoli	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard und Früh	550	0,35	193	96	10
Starker Aufwuchs	700	0,30	210	105	10

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Brokkoli	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Standard und Früh	150	80	200	45	15	46	3,3	68	22	69	5,0
Starker Aufwuchs	200	120	250	45	15	46	3,3	90	30	92	6,6

Buschbohnen**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Buschbohnen**

Gültigkeitsbereich cirka 280 bis 320 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

- 69 Ende der Blüte; erste Hülsen sichtbar (5 mm lang)
- 65 Hauptphase der Blüte
- 13 3. Laubblatt (1. gefiedertes Blatt) entfaltet

Buschbohnen, Handernte		Aufwuchs 340 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 121 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 120 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————				60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————						40	20	———		20								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	5	14	28	34	22	10	3	2									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	141																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	37																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	104																			
Buschbohnen, Industrie		Aufwuchs 340 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 121 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 120 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————				60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————						40	20	———		20								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	5	14	28	34	22	11	4										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	141																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	31																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	110																			

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Buschbohnen	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
	Tage	cm	kg N ha ⁻¹					
Handernte	77	60	121	20	141	37	104	100
Industrie	70	60	121	20	141	31	110	110

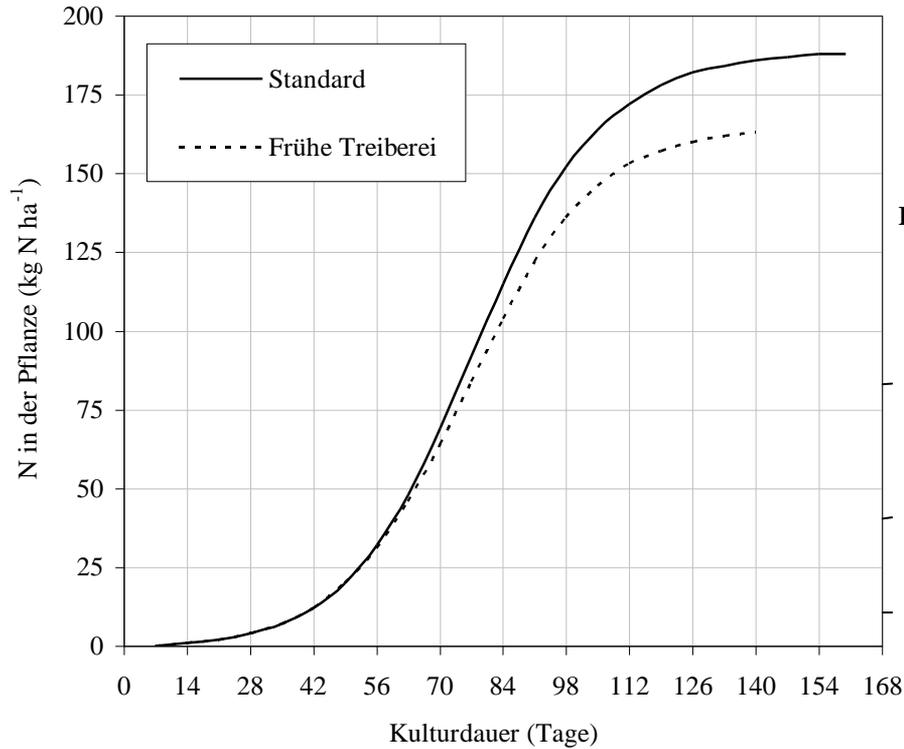
Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Buschbohnen	Ernterückstände	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungsdauer
	dt ha ⁻¹	kg N dt ⁻¹	kg N ha ⁻¹		Wochen
Alle Kulturverfahren	220	0,40	88	44	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Buschbohnen	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Alle Kulturverfahren	120	80	200	25	9,2	30	4,1	30	11	36	5,0

Chicoree

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)

Chicoree

Gültigkeitsbereich cirka 250 bis 275

Tausend Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

45 50% des zu erwartenden Wurzel-
durchmessers erreicht ($\varnothing > 2,5$ cm)43 30% des zu erwartenden Wurzel-
durchmessers erreicht ($\varnothing > 1,5$ cm)

18 8. Laubblatt entfaltet

Chicoree, Standard		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 188 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis 23			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	—————				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	30	—————														30	0	——		0		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	23	23	21	16	12	8	6	2				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42						176															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	28						72															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	14						104															
Chicoree, Frühe Treiberei		Aufwuchs 650 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 163 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis 20			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	—————				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	30	—————														30	0	——		0		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	2	3	5	8	11	15	18	20	20	18	14	10	7	4	4				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42						151															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	28						60															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	14						91															

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Chicoree	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Frühe Treiberei	140	90	163	0	163	88	75	80

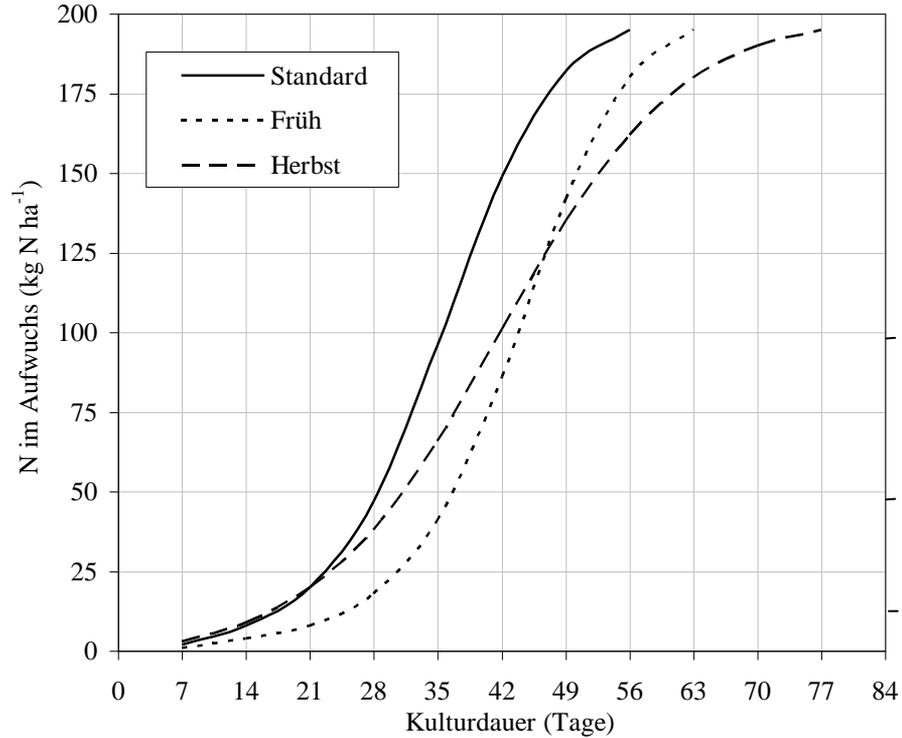
Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Chicoree	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Chicoree	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Standard	450	300	550	25	12	54	6,6	113	55	244	30
Frühe Treiberei	350	200	450	25	12	54	6,6	88	42	190	23

Chinakohl

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)

Chinakohl, gepflanzt

Gültigkeitsbereich circa 95 bis 115 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

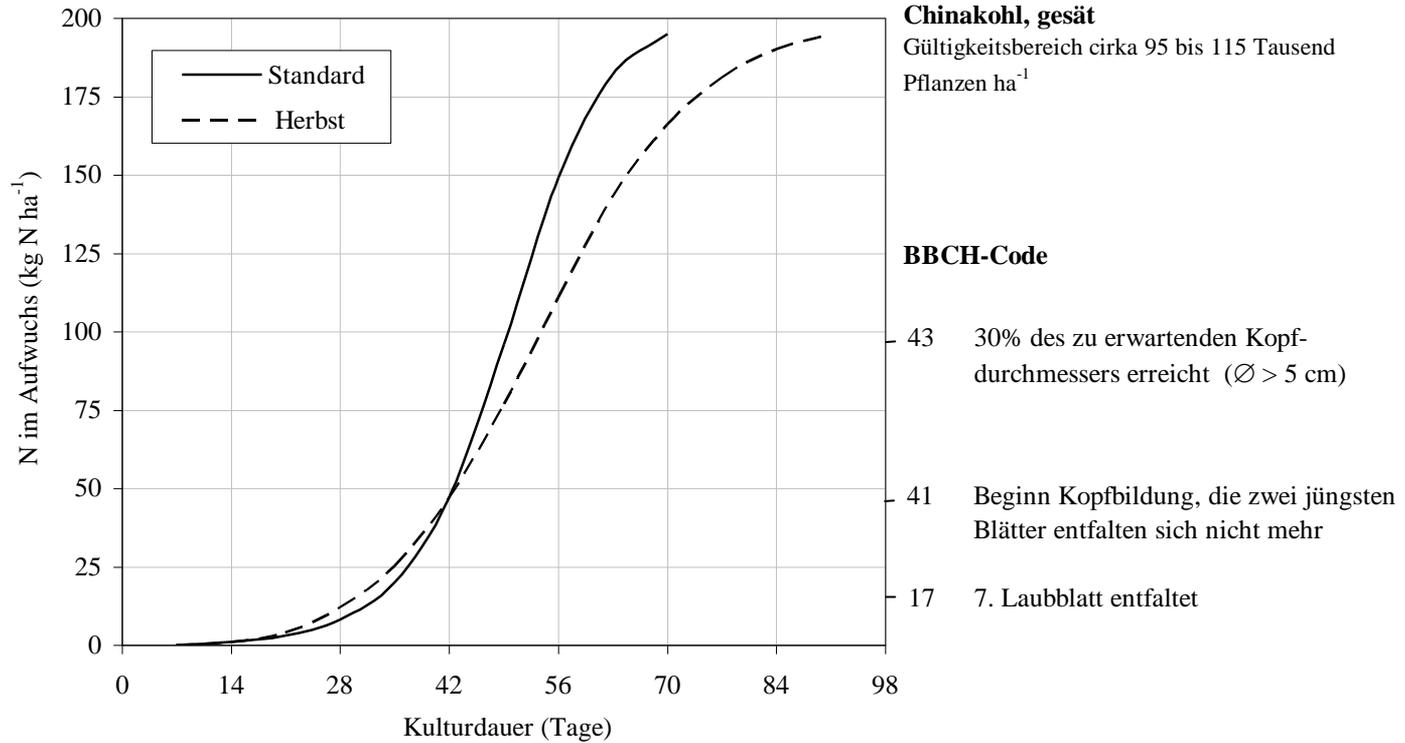
BBCH-Code

43 30% des zu erwartenden Kopfdurchmessers erreicht ($\varnothing > 5$ cm)

41 Beginn Kopfbildung, die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr

17 7. Laubblatt entfaltet

Chinakohl, gepflanzt, Standard		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 195 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	——		60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————						40	20											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	6	12	27	49	53	33	13												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	48	207																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-2	6																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	50	201																		
Chinakohl, gepflanzt, Früh		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 195 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	——		60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————						60	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	4	10	23	45	56	38	15											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	78	217																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-12	-2																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	90	219																		
Chinakohl, gepflanzt, Herbst		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 195 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	——		60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————						40	20	20										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	3	6	11	18	28	35	34	27	18	10	5									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	80	195																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1	20																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	79	175																		



Chinakohl, gesät, Standard		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 195 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————			60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————									40	20								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	5	12	27	49	53	33	13										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43			212																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9			7																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34			205																
Chinakohl, gesät, Herbst		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 195 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————			60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————									40	20	—	20						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	8	13	22	30	34	32	23	15	9	5							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44			211																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9			25																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	35			186																

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

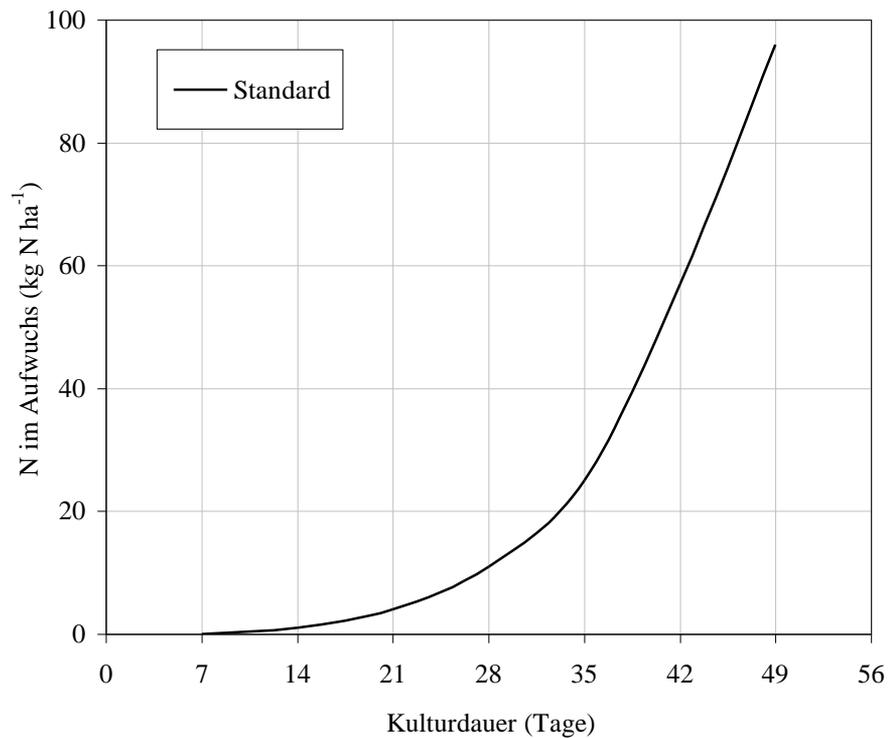
Chinakohl	Kultur-	Probe-	N im Auf-	Mindest-	Sollwert	Minerali-	Sollwert	Sollwert mM gerundet
	dauer	nahmetiefe	wuchs	vorrat	oM	sierung	mM	
	Tage	cm			kg N ha ⁻¹			
Gepflanzt, Standard	56	60	195	20	215	4	211	210
Gepflanzt, Früh	63	60	195	40	235	-14	249	250
Gepflanzt, Herbst	77	60	195	20	215	22	193	190
Gesät, Standard	70	60	195	20	215	16	199	200
Gesät, Herbst	91	60	195	20	215	34	181	180

Stickstoffreisetzung aus Ernterückständen

Chinakohl	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare	Mineralisierungs- dauer Wochen
		kg N dt ⁻¹	kg N ha ⁻¹	N-Menge	
Alle Kulturverfahren	500	0,18	90	45	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Chinakohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
Alle Kulturverfahren	700	500	800	15	9,2	30	1,7	105	64	211	12

Dill**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Dill**

Gültigkeitsbereich cirka 3,0 bis 3,5 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Dill, Standard		Aufwuchs 320 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 96 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————														40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	7	14	32	39												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	136																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	14																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	122																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

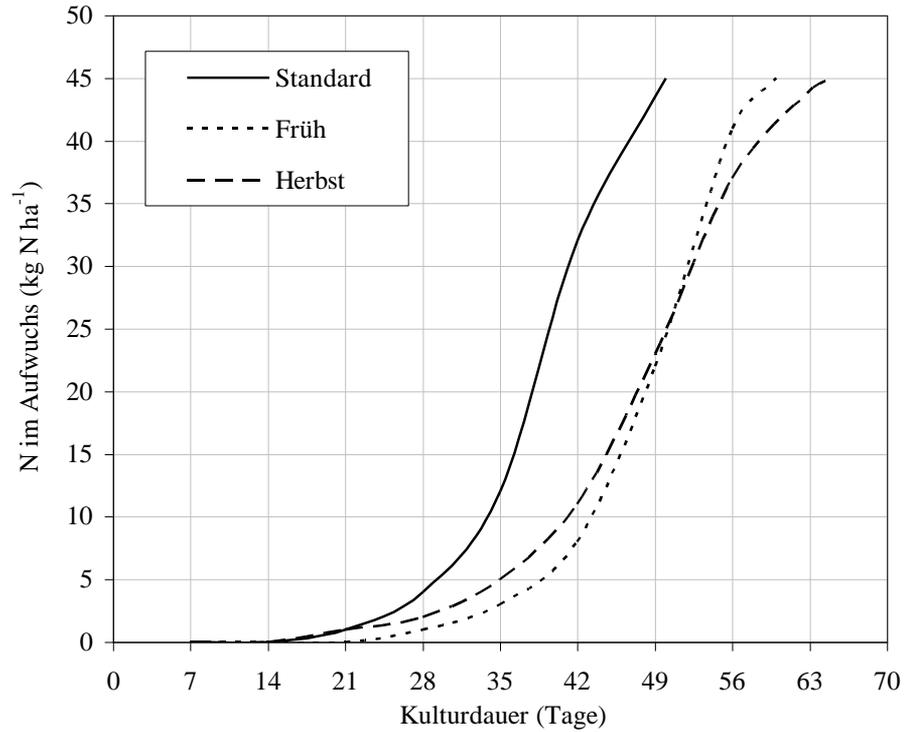
Dill	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	49	30	96	40	136	14	122	120

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Dill	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	20	0,30	6	3	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Dill	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
kg 100 dt ⁻¹ / kg ha ⁻¹											
Standard	300	200	350	30	9,2	60	4,1	90	27	181	12

Feldsalat**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Feldsalat**

Gültigkeitsbereich cirka 7,5 bis 9,5 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Feldsalat, Standard		Aufwuchs 100 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 45 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 80 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————															15		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	3	8	20	13												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	85																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	81																		
Feldsalat, Früh		Aufwuchs 100 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 45 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 80 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————															15		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	5	14	19	4										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	85																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-12																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	97																		
Feldsalat, Herbst		Aufwuchs 100 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 45 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 80 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————															15		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	1	3	6	12	14	7	1									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42				83														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3				7														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39				76														

Feldsalat, Überwinterung		Aufwuchs 100 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 45 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 80 dt ha ⁻¹																		
Mitte September bis Mitte November		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————														15			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————														20			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	4	5	4	3	2										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	20																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	21																		
Mitte Februar bis Ende März		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————														15			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————														40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	1	2	3	5	8	4												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	64																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-14																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	78																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

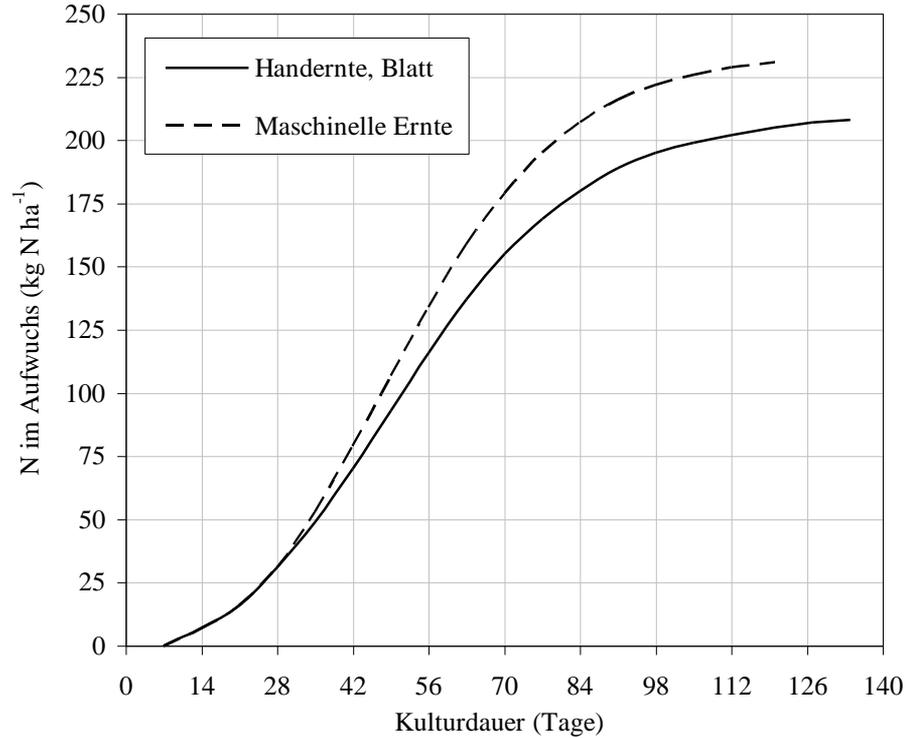
Feldsalat	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Früh	60	15	45	40	85	-12	97	100
Herbst	65	15	45	40	85	10	75	80
Überwinterung								
September bis		15	21	20	41	20	21	20
November								
Februar bis März		15	24	40	64	-14	78	80

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Feldsalat	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Feldsalat	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Alle Kulturverfahren	80	40	120	45	9,9	65	7,1	36	7,9	52	5,7

Grünkohl**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Grünkohl**

Gültigkeitsbereich cirka 27 bis 50

Tausend Pflanzen ha⁻¹

Grünkohl, Handernte, Blatt		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 208 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30	60	—————							60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40	20	—————							20
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	7	9	15	18	21	23	23	21	18	14	11	9	6	4	3	3	2	1		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56	—————				140	—————				112	—————									
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	6	—————				10	—————				53	—————									
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	50	—————				130	—————				59	—————									
Grünkohl, maschinelle Ernte		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 231 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30	60	—————							60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40	20	—————							20
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	7	9	15	22	26	28	27	25	20	16	12	9	6	4	3	2				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56	—————				158	—————				117	—————									
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	6	—————				6	—————				40	—————									
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	50	—————				152	—————				77	—————									

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

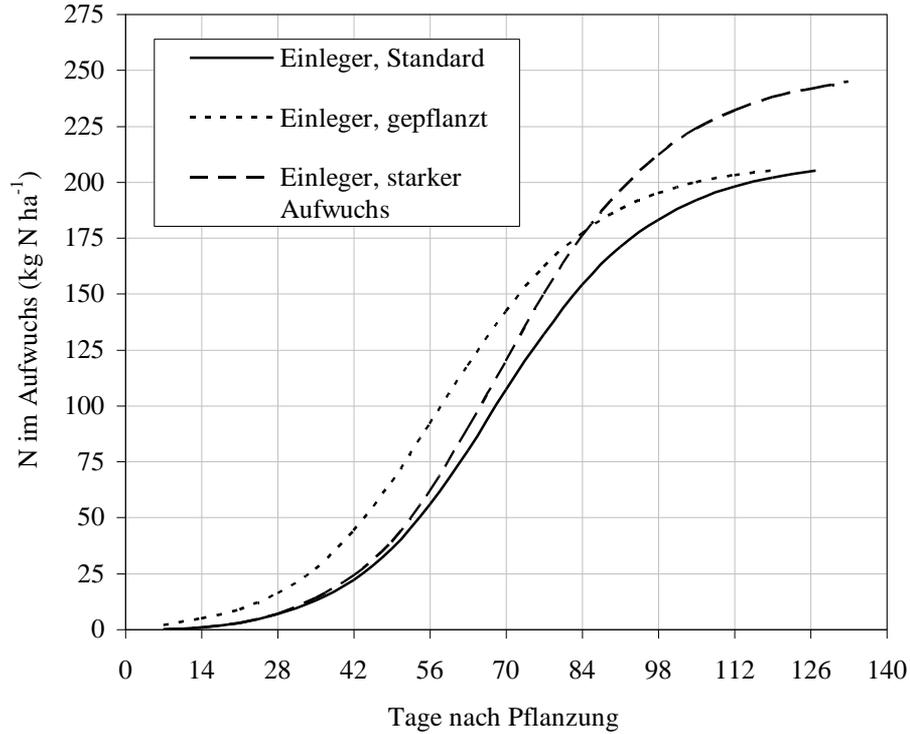
Grünkohl	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert	Minerali- sierung	Sollwert	Sollwert mM gerundet
					oM		mM	
					kg N ha ⁻¹			
Handernte, Blatt	134	60	208	20	228	69	159	160
Maschinelle Ernte	120	60	231	20	251	52	199	200

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Grünkohl	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
		kg N dt ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	
Handernte, Blatt	250	0,35	88	44	12
Maschinelle Ernte	100	0,35	35	18	12

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Grünkohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Handernte, Blatt	200	150	250	60	18	54	4,1	120	37	108	8,3
Maschinelle Ernte	400	300	500	49	16	59	4,1	196	65	236	17

Gurke**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Gurken, Einleger**

Gültigkeitsbereich cirka 40 bis 50 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Gurke, Einleger, Standard		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 205 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	-----																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	-----																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	6	9	14	20	24	27	25	22	17	12	9	6	4	3	
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	53					232													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19					40													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34					192													
Gurke, Einleger, gepflanzt		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 205 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	-----																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	-----																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	3	4	7	11	17	22	26	26	24	20	15	11	7	5	3	2		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	67					218													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	16					36													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	51					182													
Gurke, Einleger, starker Aufwuchs		Aufwuchs 1450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 245 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 900 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	-----																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	-----																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	7	10	15	23	28	30	30	26	20	16	12	8	6	4	3
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54					268													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19					37													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	35					231													

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

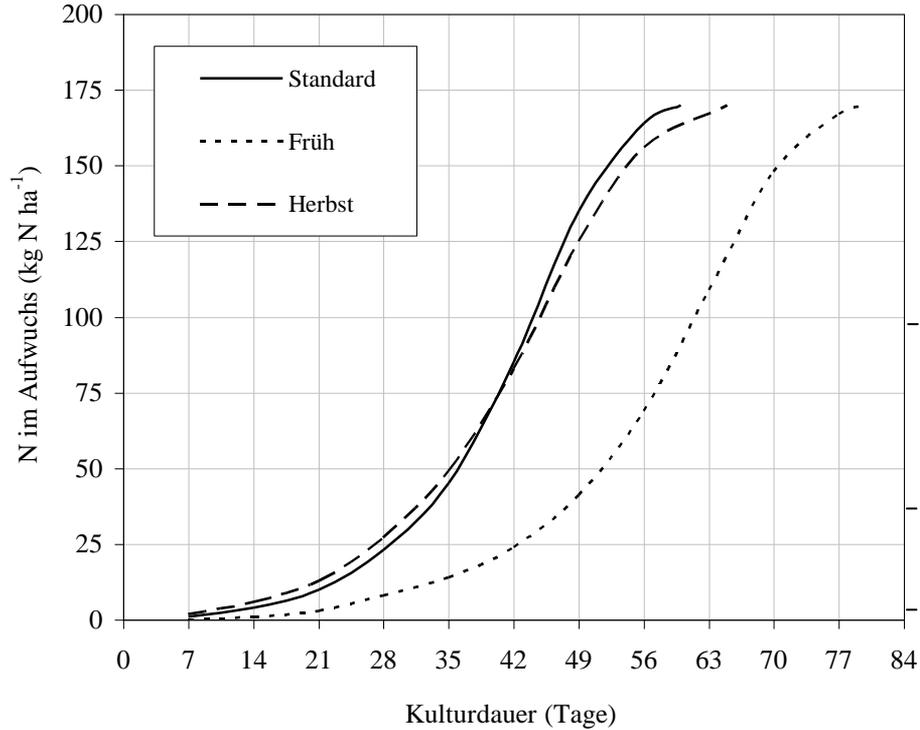
Gurke, Einleger	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	127	30	205	40	245	59	186	190
Gepflanzt	119	30	205	40	245	52	193	190
Starker Aufwuchs	133	30	245	40	285	56	229	230

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Gurke, Einleger	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	500	0,20	100	50	8
Gepflanzt	500	0,20	100	50	8
Starker Aufwuchs	550	0,20	110	55	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Gurke, Einleger	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
Standard	700	400	1000	15	6,9	24	2,0	105	48	169	14
Gepflanzt	700	400	1000	15	6,9	24	2,0	105	48	169	14
Starker Aufwuchs	900	600	1200	15	6,9	24	2,0	135	62	217	18

Knollenfenchel**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Knollenfenchel, gepflanzt**

Gültigkeitsbereich cirka 95 bis 105 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

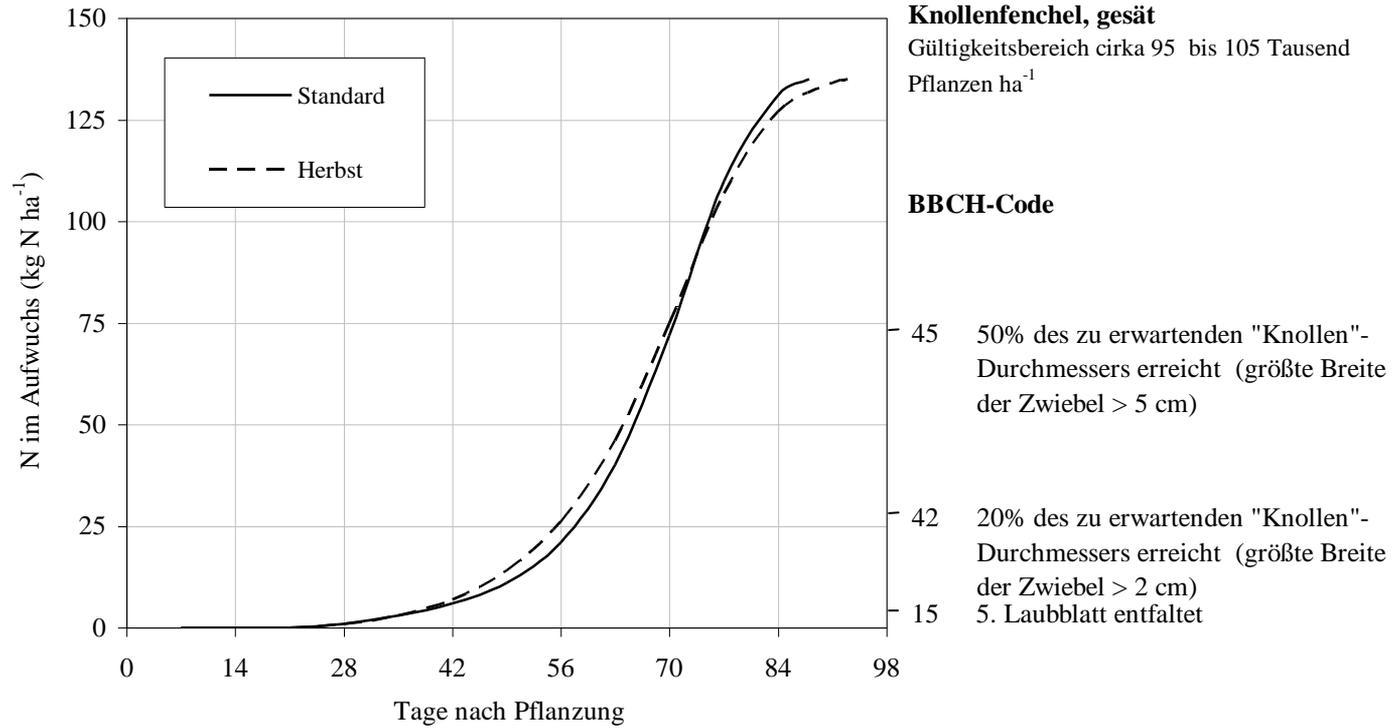
BBCH-Code

45 50% des zu erwartenden "Knollen"-
Durchmessers erreicht (größte Breite
der Zwiebel > 5 cm)

42 20% des zu erwartenden "Knollen"-
Durchmessers erreicht (größte Breite
der Zwiebel > 2 cm)

15 5. Laubblatt entfaltet

Knollenfenchel, gepflanzt, Standard		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 170 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————					60	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	6	13	22	40	50	29	6										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	70				200														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4				5														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	66				195														
Knollenfenchel, gepflanzt, Früh		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 170 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————					60	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	5	6	10	17	28	40	39	19	3							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	68				202														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-10				15														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	78				187														
Knollenfenchel, gepflanzt, Herbst		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 170 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————					60	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	4	7	14	22	34	42	31	14										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	73				197														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3				10														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	70				187														



Knollenfenchel, gesät, Standard		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 135 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————				20	40	—————												40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	3	5	10	19	32	38	21	4							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	46						169													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	27						13													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	19						156													
Knollenfenchel, gesät, Herbst		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 135 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————				20	40	—————												40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	4	7	12	20	29	32	20	7	1						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47						168													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	27						18													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	20						150													

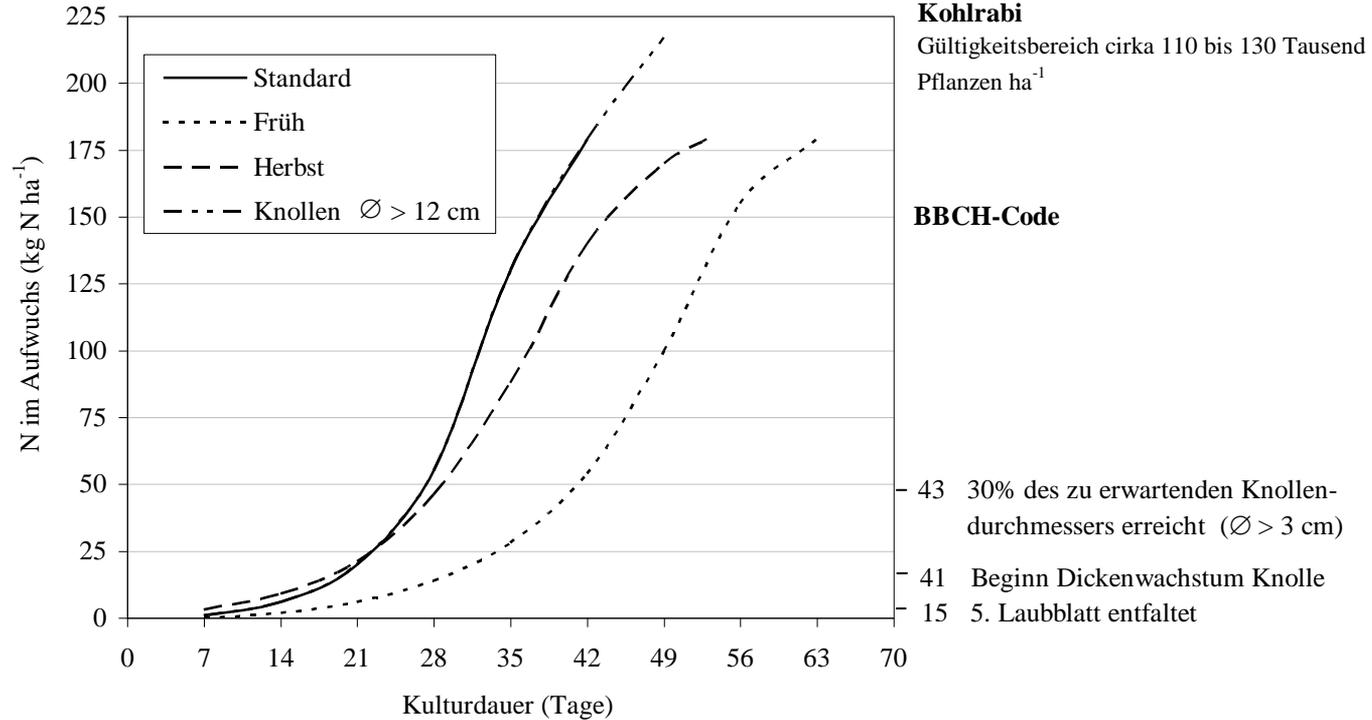
Knollenfenchel	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Gepflanzt								
Standard	60	60	170	40	210	8	202	200
Früh	80	60	170	40	210	6	204	200
Herbst	65	60	170	40	210	13	198	200
Gesät								
Standard	88	60	135	40	175	40	135	140
Herbst	93	60	135	40	175	44	131	130

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Knollenfenchel	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
Gepflanzt, Alle Kulturverfahren	300	0,30	90	45	4
Gesät, Alle Kulturverfahren	250	0,30	75	38	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Knollenfenchel	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Gepflanzt, Alle Kulturverfahren	400	200	500	20	6,9	48	3,3	80	27	193	13
Gesät, Alle Kulturverfahren	300	200	500	20	6,9	48	3,3	60	21	144	10

Kohlrabi**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)**

Kohlrabi, Standard		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 179 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————																60	40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	5	14	35	75	49														
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	66	213																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-2	-8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	68	221																		
Kohlrabi, Früh		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 179 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————																60	40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	2	4	8	14	26	46	55	24											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	74			205																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-11			0																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	85			205																
Kohlrabi, Herbst		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 179 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30	30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————																60	40	40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	3	6	12	25	42	52	30	9	15											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	69	210																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-2	2																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	71	208																		

Kohlrabi, Knollen $\varnothing > 12$ cm		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 217 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————				60	40	40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	5	14	35	75	49	38												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	66	271																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-2	-10																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	68	281																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

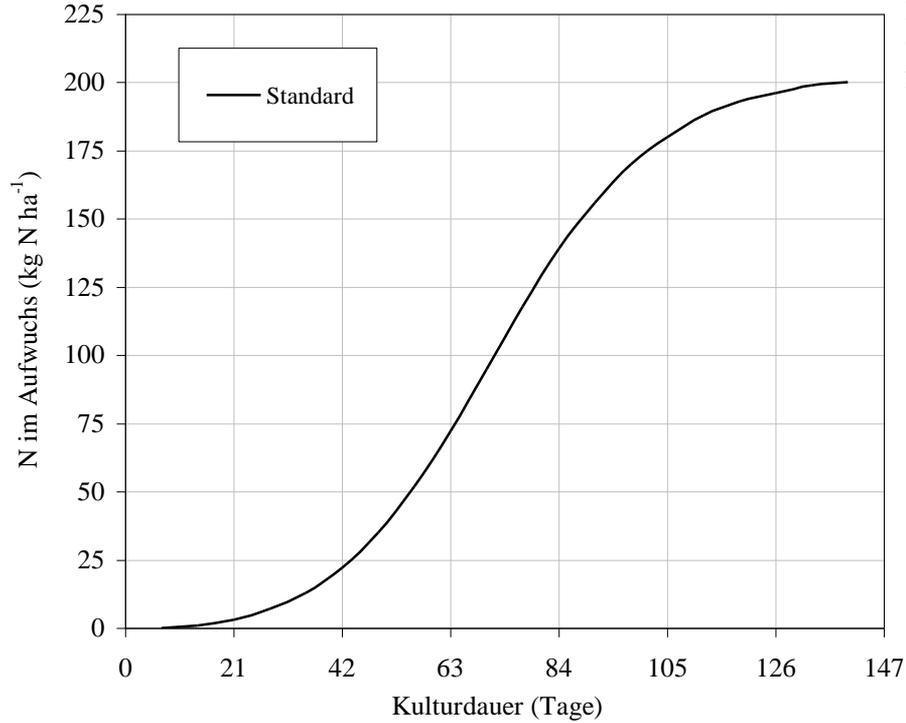
Kohlrabi	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	42	30	179	40	219	-9	228	230
Früh	63	30	179	40	219	-11	230	230
Herbst	53	30	179	40	219	0	218	220
Knolle Ø > 12 cm	49	30	217	40	257	-11	268	270

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Kohlrabi	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard, Früh und Herbst	150	0,35	53	26	8
Knolle Ø > 12 cm	200	0,28	56	28	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Kohlrabi	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Standard, Früh und Herbst	450	300	700	28	10	42	2,5	126	46	190	11
Knolle Ø > 12 cm	700	400	900	23	10	42	2,5	161	72	295	17

Kürbis**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Kürbis**

Gültigkeitsbereich cirka 8 bis 12 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Kürbis, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 200 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis 20		
Probenahmetiefe	cm	30											30	60						60		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40																40	0			0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	6	9	13	17	20	23	23	21	17	14	10	8	5			2	
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	75							165													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	27							53													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	48							112													

Nmin-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

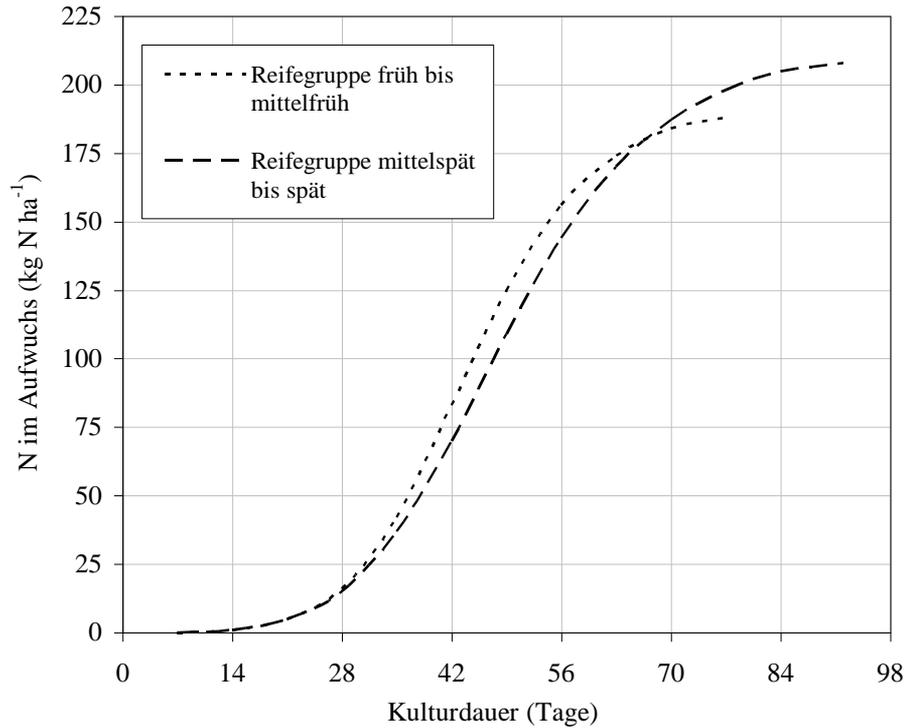
Kürbis	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerun-
					kg N ha ⁻¹			
Standard	140	60	200	0	200	80	120	120

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Kürbis	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	400	0,25	100	50	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Kürbis	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹							
				kg ha ⁻¹							
Standard	400	300	500	25	21	55	5,8	100	82	222	32

Markerbse**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Markerbse**

Gültigkeitsbereich cirka 0,7 bis 1,1 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Markerbse, Reifegruppe Früh bis mittelfrüh		Aufwuchs 380 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 188 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 60 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————				60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—	40	0	—————														0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	11	26	41	42	31	18	10	4								
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	188																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	88*																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	100*																		
Markerbse, Reifegruppe mittelspät bis spät		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 188 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 80 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————				60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—	40	0	—————														0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	10	22	33	39	35	26	17	11	7	3						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	208																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	96*																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	112*																		

* 60 kg N ha⁻¹ zur Berücksichtigung der Luftstickstoffbindung

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Markerbsen	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet	
									Reifegruppe
	Mittelspät bis spät	92	60	208	0	208	96*	112*	110*

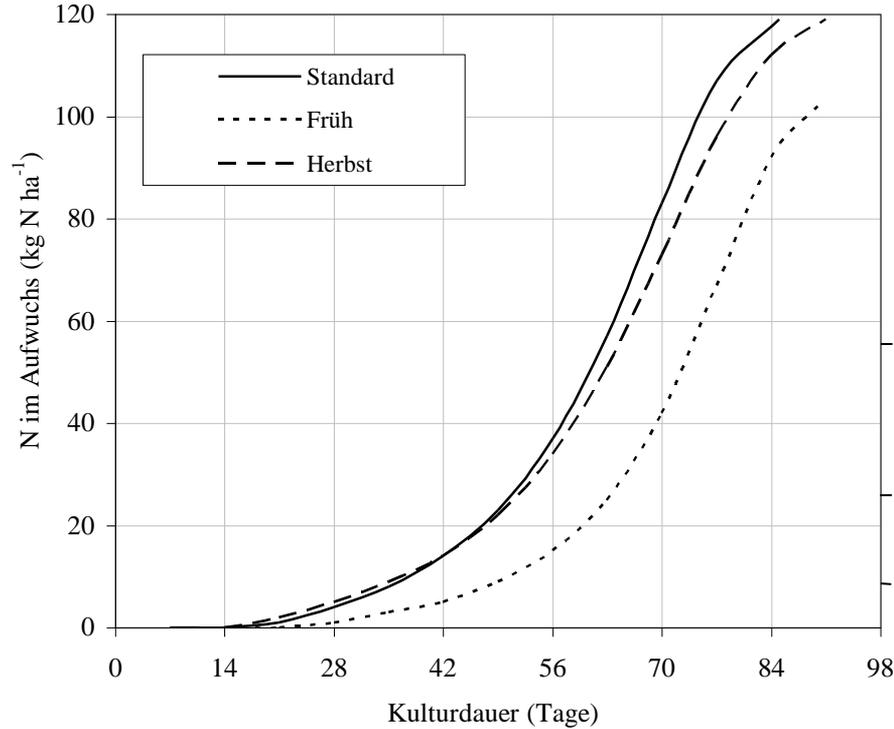
* 60 kg N ha⁻¹ zur Berücksichtigung der Luftstickstoffbindung

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Markerbsen	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Markerbsen	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
Reifegruppe											
Früh bis mittelfrüh	60	30	80	100	23	36	5,8	60	14	22	3,5
Mittelspät bis spät	80	30	100	100	23	36	5,8	80	18	29	4,6

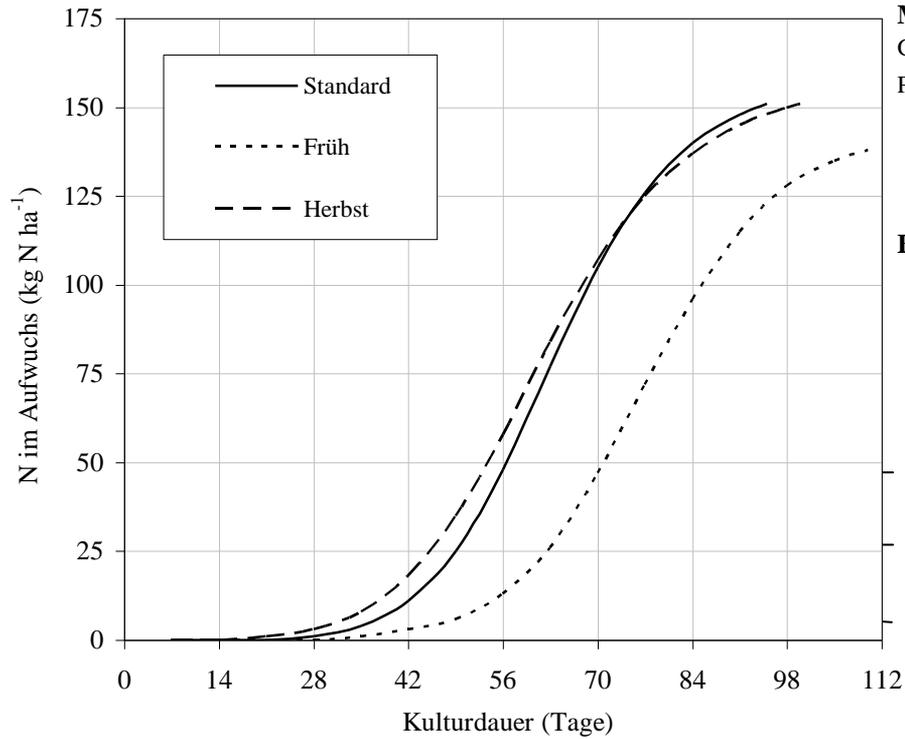
Möhren**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Möhren, Bund-**

Gültigkeitsbereich circa 1,7 bis 1,9 Mio
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

- 43 30% des zu erwartenden Rüben-
durchmessers erreicht ($\varnothing > 1$ cm)
- 41 Beginn Dickenwachstum Rübe,
($\varnothing > 0,5$ cm)
- 13 3. Laubblatt entfaltet

Möhren, Bund-, Standard		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 119 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————																	20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	3	4	6	9	14	20	26	24	12								
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	28					131														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	25					20														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	3					111														
Möhren, Bund-, Früh		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 102 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————																	20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	2	4	6	10	17	25	25	10							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	25					117														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	10					21														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	15					96														
Möhren, Bund-, Herbst		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 119 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————																	20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	2	3	4	5	8	12	17	22	23	16	7							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	29					130														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	24					26														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	5					104														



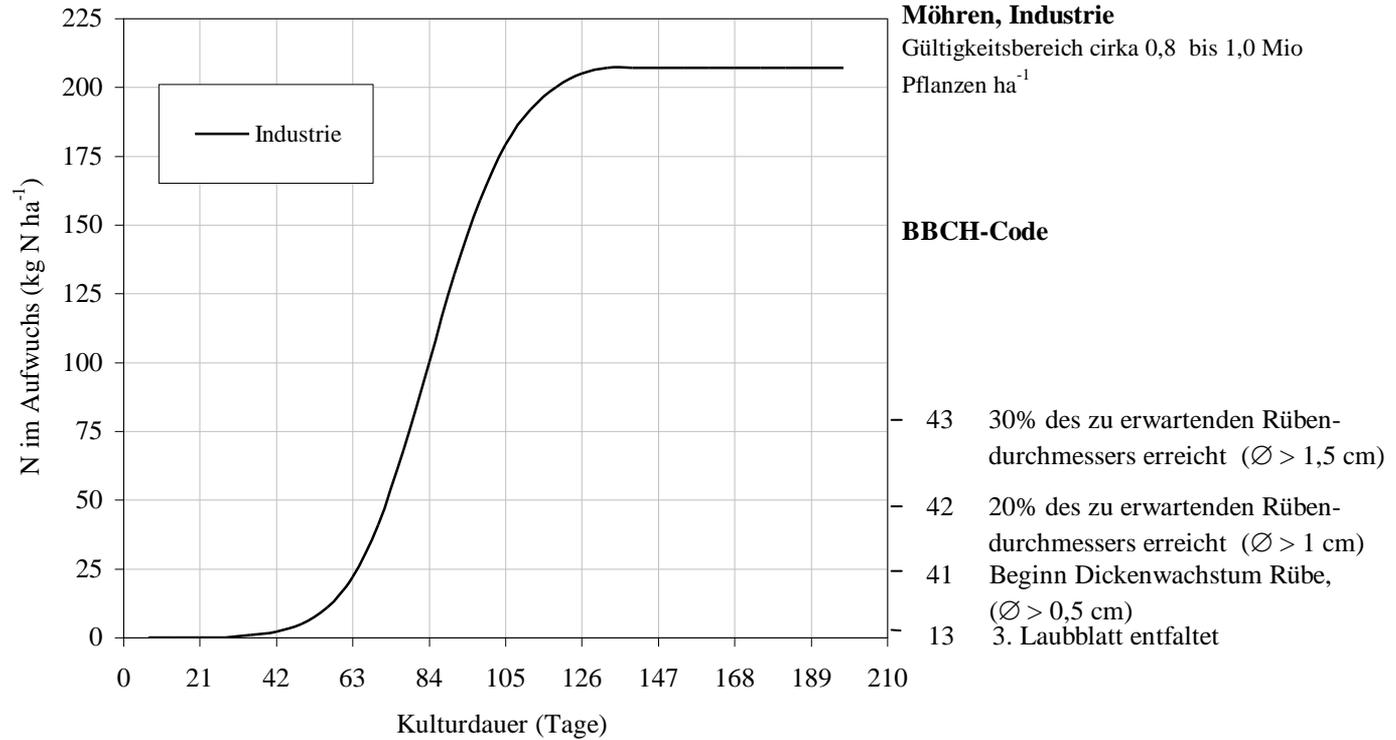
Möhren, Wasch-

Gültigkeitsbereich cirka 1,4 bis 1,6 Mio Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

- 43 30% des zu erwartenden Rüben-
durchmessers erreicht ($\varnothing > 1$ cm)
- 41 Beginn Dickenwachstum Rübe,
($\varnothing > 0,5$ cm)
- 13 3. Laubblatt entfaltet

Möhren, Wasch-, Standard		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 151 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————											20	0	0						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	3	7	14	23	29	28	21	14	8	3							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	24					147															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	25					26															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0					121															
Möhren, Wasch-, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 138 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						60	—————						60						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————											20	0	0						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	0	1	2	3	7	13	21	25	24	19	13	7	3					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	33									125											
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	20									25											
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	13									100											
Möhren, Wasch-, Herbst		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 151 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 700 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————											20	0	0						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	5	10	17	23	26	23	18	12	8	5	1						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	28					143															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	25					31															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	3					112															



Möhren, Industrie		Aufwuchs 1 200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 207 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 900 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18 bis 28		
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30	60	—————				90	—	90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————														20	0	0		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	0	1	1	3	6	11	19	27	32	32	27	20	13	8	7		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	22						205													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	30						97													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0						108													

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

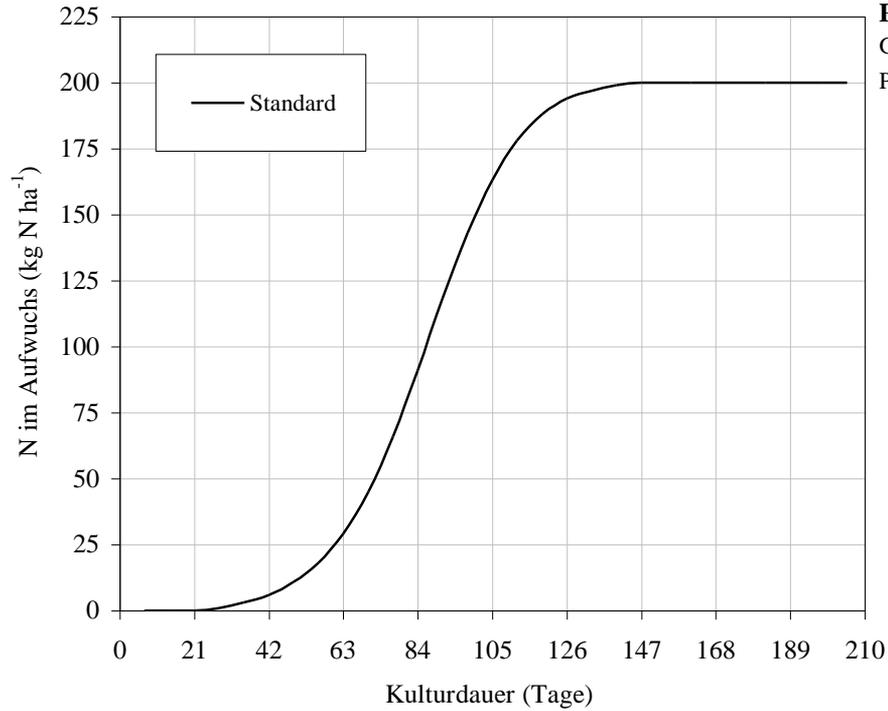
Möhren	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Bund-,								
Standard	85	60	119	20	139	45	94	90
Früh	90	60	102	20	122	33	89	90
Herbst	90	60	119	20	139	49	90	90
Wasch-,								
Standard	95	60	151	0	151	51	100	100
Früh	110	60	138	0	138	47	91	90
Herbst	100	60	151	0	151	55	96	100
Industrie	198	90	207	0	207	129	78	80

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Möhren	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Bund-, Alle Kulturverfahren	100	0,17	17	8,5	4
Wasch-, Alle Kulturverfahren	200	0,30	60	30	5
Industrie	300	0,30	90	45	7

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Möhren	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	_____	dt ha ⁻¹	_____	_____	kg 100 dt ⁻¹	_____	_____	_____	kg ha ⁻¹	_____	_____
Bund-, Standard und Herbst	600	400	700	17	8,2	53	4,5	102	49	318	27
Bund-, Früh	500	400	600	17	8,2	53	4,5	85	41	265	22
Wasch-, Standard und Herbst	700	500	1000	13	8,0	42	2,5	91	56	295	17
Wasch-, Früh	600	500	900	13	8,0	42	2,5	78	48	253	15
Industrie	900	700	1300	13	8,0	42	2,5	117	72	379	22

Pastinake**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Pastinake**

Gültigkeitsbereich cirka 250 bis 300 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Pastinake, Standard		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 200 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis	29
Probenahmetiefe	cm	30											30	60						60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20																20	0	0	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	21	25	26	24	20	15	10	12		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	26						194													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	30						105													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0						89													

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

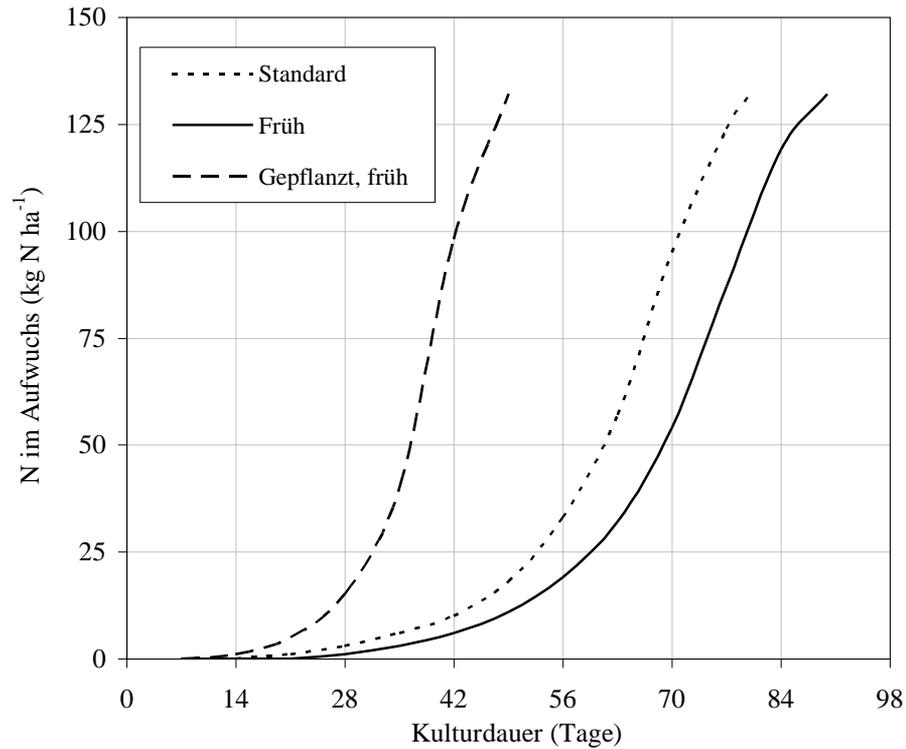
Pastinake	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	205	60	200	0	200	137	63	60

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Pastinake	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	200	0,50	100	50	7

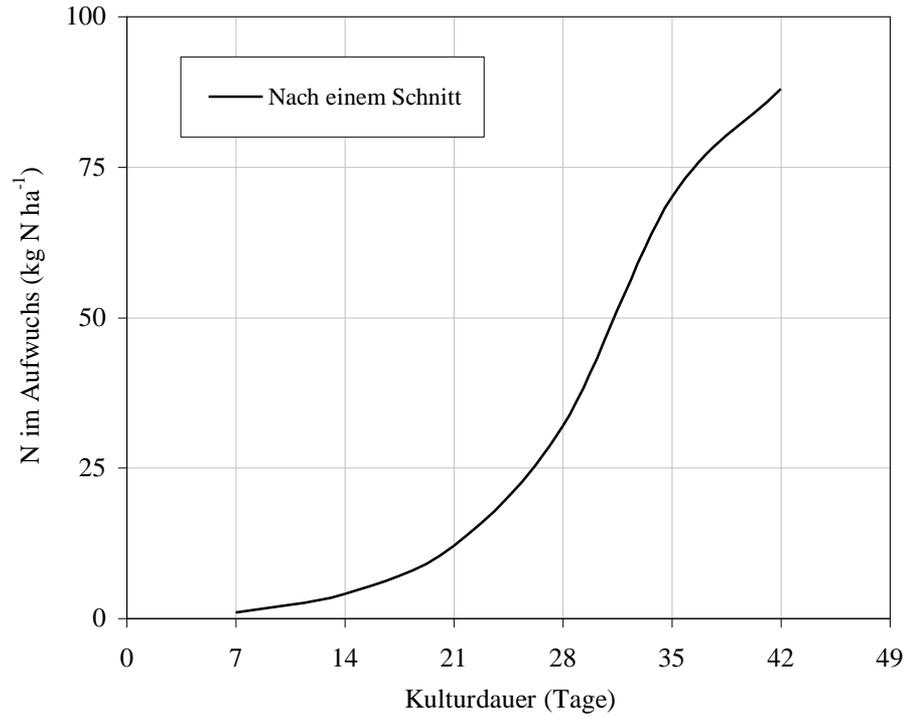
Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Pastinake	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
Standard	400	300	500	25	24	72	8,8	100	94	289	35

Petersilie**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Petersilie, Blatt-; bis zum 1. Schnitt**

Gültigkeitsbereich cirka 1,4 bis 1,8 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Petersilie, Blatt-, Standard, bis 1. Schnitt		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 132 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 240 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30											30	60							60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20					20	40													40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	3	4	8	15	24	38	29	8								
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	50						162													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	26						7													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	24						155													
Petersilie, Blatt-, Früh, bis 1. Schnitt		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 132 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 240 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30											30	60							60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20					20	40													40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	3	5	8	13	22	33	32	13							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	46						166													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	7						15													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39						151													
Petersilie, Blatt-, gepflanzt, Früh, bis 1. Schnitt		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 132 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 240 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30					30	60	60												
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60							60												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	10	25	58	34													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	192																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-18																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	210																			

**Petersilie, Blatt-**

Gültigkeitsbereich cirka 1,4 bis 1,8 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Petersilie, Blatt-, nach einem Schnitt		Aufwuchs 160 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 72 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 160 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	60	—————													60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————													40				
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	7	15	31	16													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	112																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	13																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	99																		

Petersilie, Überwinterung		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 132 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 240 dt ha ⁻¹																		
Anfang August bis Anfang November		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————											30						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————											20						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	3	4	5	5	5	4	3	1	1						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	66																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0																		

Ende Februar bis Ende April		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—	30	60	—————										60				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————										60							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	5	8	10	20	25	24									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	158																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	150																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

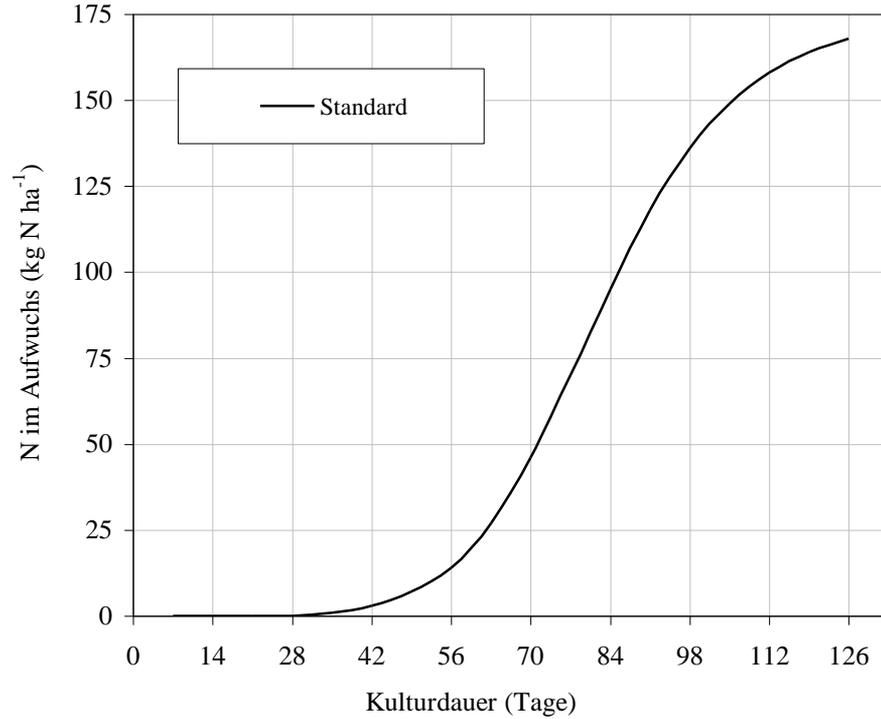
Petersilie, Blatt-	Kultur-	Probe-	N im Auf-	Mindest-	Sollwert	Minerali-	Sollwert	Sollwert mM
	dauer	nahmetiefe	wuchs	vorrat	oM	sierung	mM	gerundet
	Tage	cm	kg N ha⁻¹					
Bis 1. Schnitt								
Standard	80	60	132	40	172	34	138	140
Früh	90	60	132	40	172	22	150	150
Gepflanzt, Früh	49	60	132	60	192	-18	210	210
Nach einem Schnitt	42	60	72	40	112	13	99	100
Überwinterung								
August bis		30	34	20	54	66	0	0
November								
Februar bis April		60	98	60	158	8	150	150

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Petersilie, Blatt-	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge		Mineralisierungs- dauer Wochen
			_____	_____	
Alle Kulturverfahren nach dem letzten Schnitt	60	0,40	24	12	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Petersilie, Blatt-	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel _____	von dt ha ⁻¹	bis _____	N _____	P ₂ O ₅ kg 100 dt ⁻¹	K ₂ O _____	MgO _____	N _____	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	K ₂ O _____	MgO _____
1. Schnitt	240	200	300	45	11	66	3,6	108	27	159	8,8
je Schnitt	160	100	200	45	11	66	3,6	72	18	106	5,8
Überwinterung	240	200	300	45	11	66	3,6	108	27	159	8,8

Wurzelpetersilie**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Wurzelpetersilie**

Gültigkeitsbereich circa 1,0 bis 1,2 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Petersilie, Wurzel-		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 168 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30								30	60								60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20											20	0				0		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	0	1	2	4	7	13	19	24	25	23	18	13	9	6	4	
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	34								154										
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	42								33										
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0								121										

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

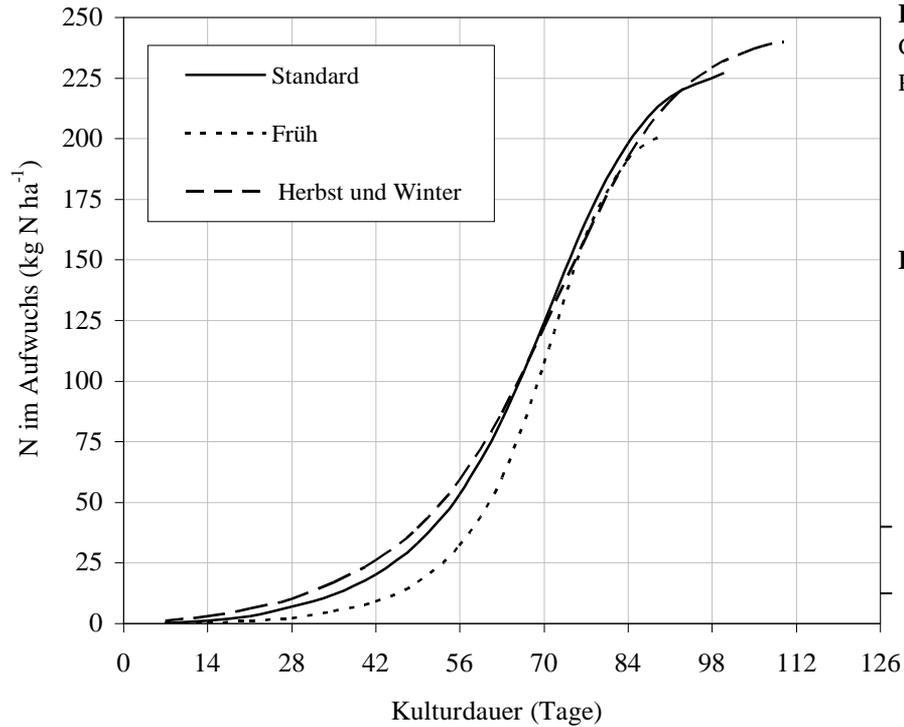
Petersilie, Wurzel-	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	126	60	168	0	168	74	94	90

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Petersilie, Wurzel-	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierung- dauer Wochen
Standard	200	0,42	84	42	7

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Petersilie, Wurzel-	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg ha ⁻¹							
Standard	400	250	500	21	14	84	9,1	84	55	337	36

Porree**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Porree, gepflanzt**

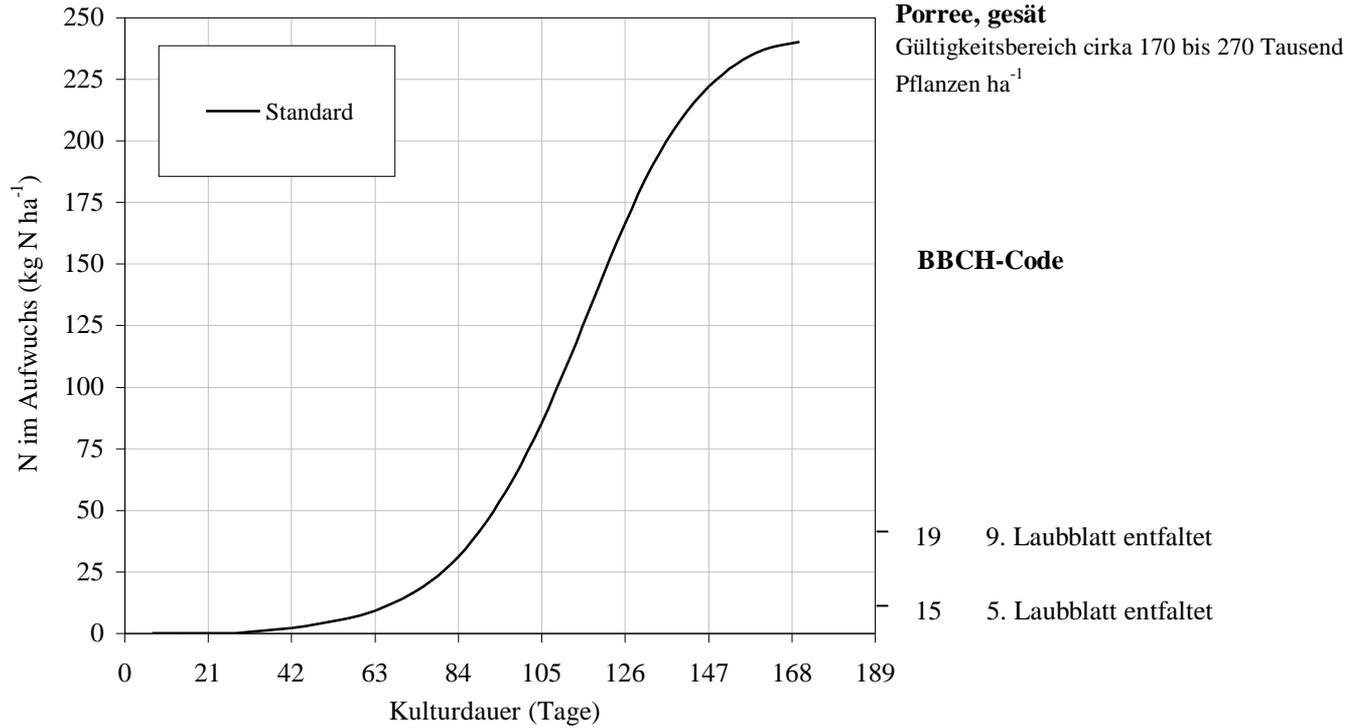
Gültigkeitsbereich cirka 170 bis 270 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

19 9. Laubblatt entfaltet

15 5. Laubblatt entfaltet

Porree, gepflanzt, Standard		Aufwuchs 840 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 227 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————						60					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	5	8	13	20	30	40	42	32	18	10						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	60						247													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	24						7													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	36						240													
Porree, gepflanzt, Früh		Aufwuchs 740 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 202 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————								30	60	——		60						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————										60	40	40						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	1	3	4	8	15	28	47	53	31	11							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	69						233													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	2						5													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	67						228													
Porree, gepflanzt, Herbst und Winter		Aufwuchs 890 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 225 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 550 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————										60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	3	4	7	9	13	20	28	35	37	33	23	14	8	3				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	66						254													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	23						14													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	43						240													



Porree, gesät, Standard		Aufwuchs 890 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 240 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 550 dt ha ⁻¹																							
Kulturwoche		1	bis	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Probenahmetiefe	cm	30	—										30	60	—										60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—		20	40	—															40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	2	3	5	7	10	14	18	22	26	28	27	24	18	14	9	6	3						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	61						259																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	54						35																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	7						224																	

Porree, gepflanzt, Überwinterung		Aufwuchs 740 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 202 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																							
Anfang August bis Ende November		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
Probenahmetiefe	cm	30	—										30	60	—										60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—																	40					
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	6	9	11	13	11	9	7	6	5	4	3	2	1							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	53						121																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19						56																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34						65																	

Ende Februar bis Ende Mai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—										60							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—																	40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	5	6	8	11	15	20	25	11							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	148																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	10																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	138																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Porree	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert	Minerali- sierung	Sollwert	Sollwert mM gerundet
					oM	kg N ha ⁻¹	mM	
Gepflanzt,								
Standard	100	60	227	40	267	31	236	240
Früh	90	60	202	40	242	8	234	230
Herbst	110	60	240	40	280	37	242	240
Gesät, Standard	170	60	240	40	280	89	191	190
Überwinterung								
August bis		60	94	40	134	76	58	60
November								
Februar bis Mai		60	108	40	148	10	138	140

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

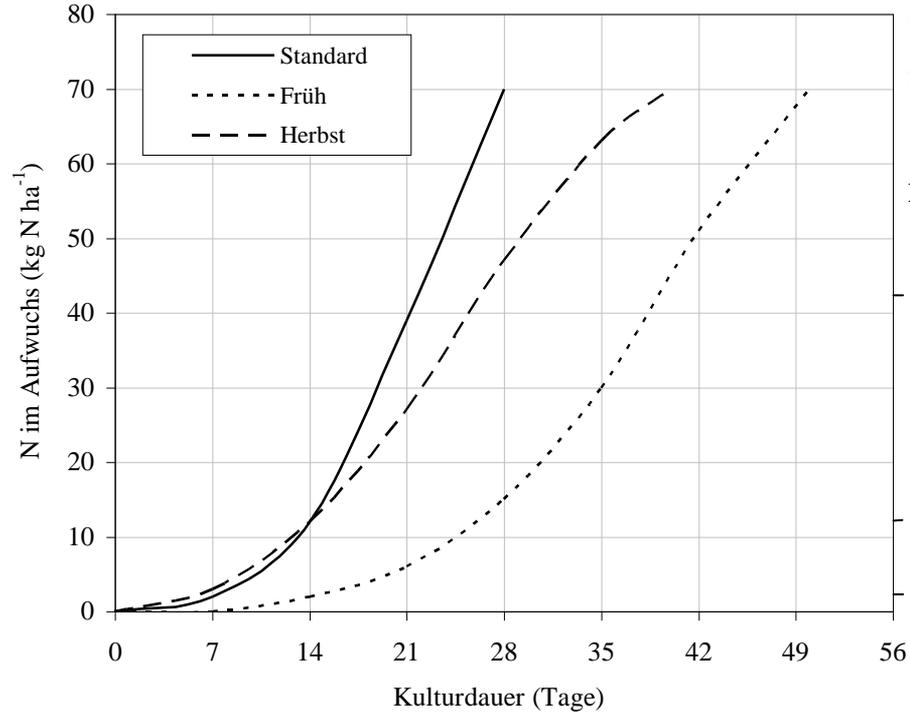
Porree	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer
		kg N dt ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	Wochen
Alle Kulturverfahren	340	0,30	102	51	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Porree	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Gepflanzt											
Standard	500	300	650	25	8,0	36	3,3	125	40	181	17
Herbst	550	300	650	25	8,0	36	3,3	138	44	199	18
Früh, Überwinterung	400	300	500	25	8,0	36	3,3	100	32	144	13
Gesät	550	300	650	25	8,0	36	3,3	138	44	199	18

Radies

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Radies

Gültigkeitsbereich circa 2,6 bis 3,0 Mio
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

42 20% des zu erwartenden Knollen-
durchmessers erreicht ($\varnothing > 0,5$ cm)

41 Beginn Knollenwachstum
(Schwellung und Rötung gut sichtbar)

12 2. Laubblatt entfaltet

Radies, Standard		Aufwuchs 350 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 70 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————			15														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	10	27	31															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	110																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	109																		
Radies, Früh		Aufwuchs 350 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 70 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————			15														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	2	4	9	15	21	19												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	120																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-2																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	122																		
Radies, Herbst		Aufwuchs 350 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 70 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	15	—————			15														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	3	9	15	20	16	7													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	110																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	12																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	98																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Radies	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Früh	50	15	70	50	120	-2	122	120
Herbst	40	15	70	40	110	12	98	100

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

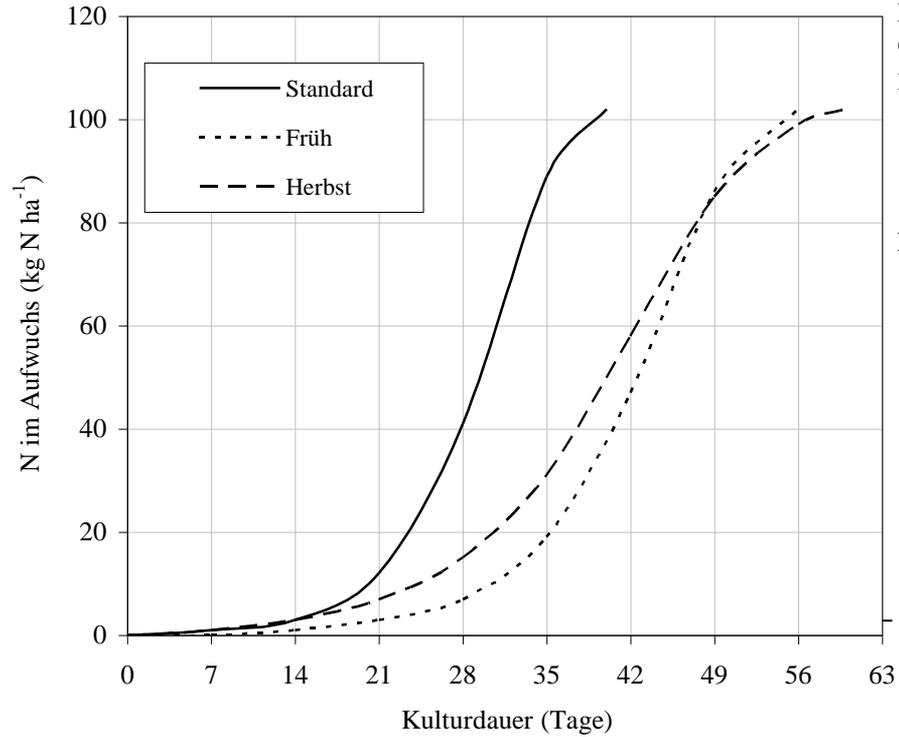
Radies	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Radies	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Alle Kulturverfahren	300	200	300	20	6,9	34	3,3	60	21	101	9,9

Rettich

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



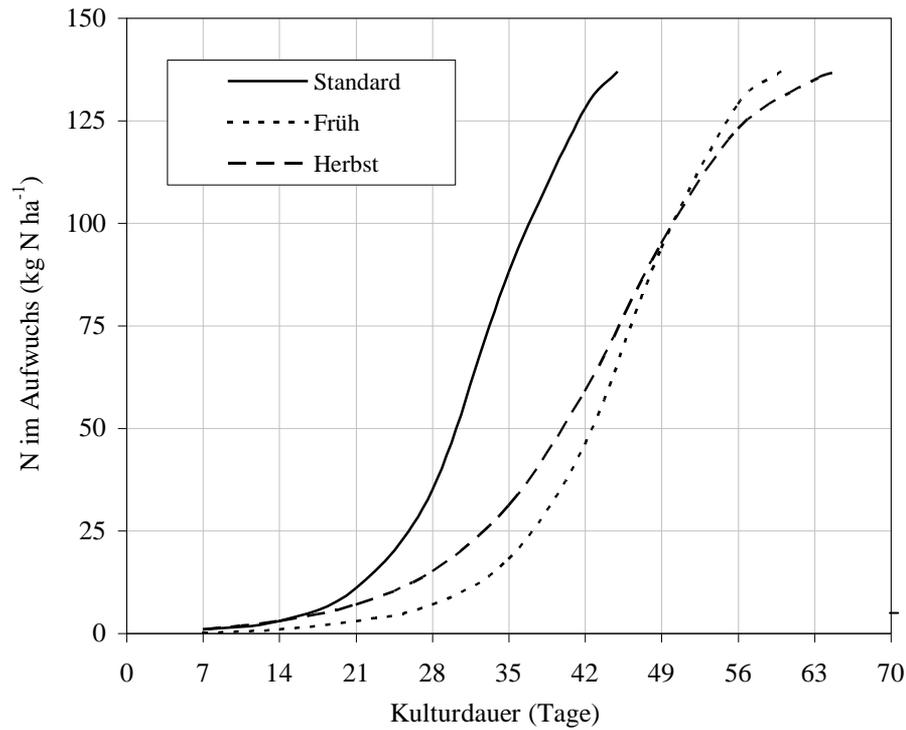
Rettich, Bund-

Gültigkeitsbereich cirka 400 bis 500 Tausend Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

13 3. Laubblatt entfaltet

Rettich, Bund, Standard		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 102 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	9	29	48	13													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	142																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	5																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	137																		
Rettich, Bund, Früh		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 102 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	12	28	39	16											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43			139															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-11			10															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	54			129															
Rettich, Bund, Herbst		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 102 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	8	16	27	27	14	3										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43		139																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3		19																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	40		120																

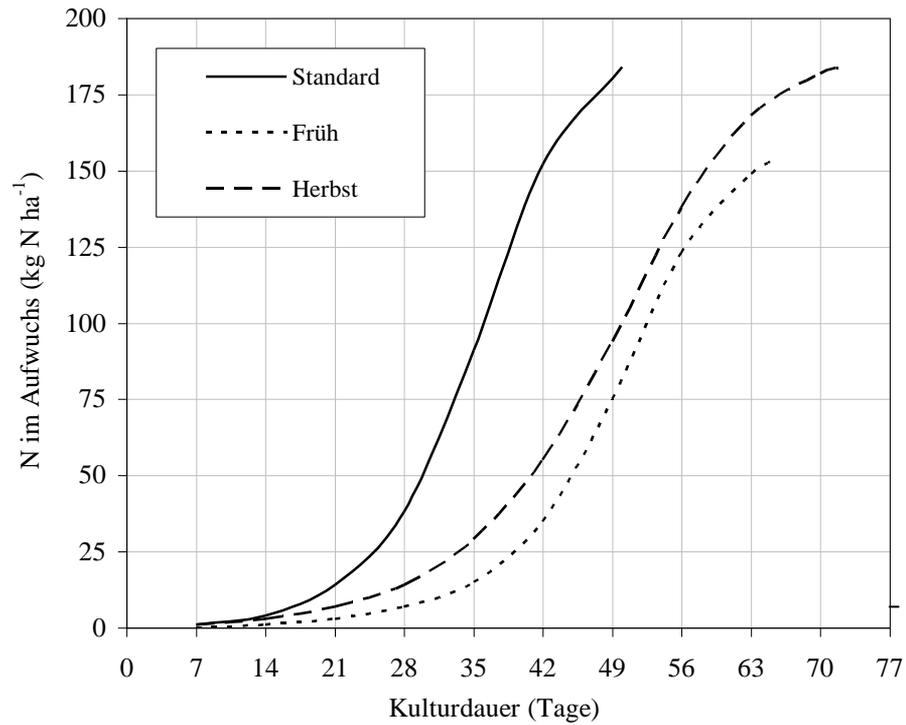
**Rettich, Deutsch**

Gültigkeitsbereich cirka 200 bis 250 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

13 3. Laubblatt entfaltet

Rettich, Deutsch, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 137 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 550 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————		60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	8	24	53	40	9													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43				174															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3				-1															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	40				175															
Rettich, Deutsch, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 137 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 550 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————		60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	11	28	48	35	8											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47				170															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-5				1															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52				169															
Rettich, Deutsch, Herbst		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 137 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 550 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————		60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	8	16	28	36	28	12	2										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47				170															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8				11															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39				159															

**Rettich, Japanisch**

Gültigkeitsbereich cirka 130 bis 160 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

13 3. Laubblatt entfaltet

Rettich, Japanisch, Standard		Aufwuchs 1 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 184 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 1 000 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————			60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	10	24	53	61	32													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54				210															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	7				-10															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	47				220															
Rettich, Japanisch, Früh		Aufwuchs 1 200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 153 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 900 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————			60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	8	20	40	48	26	4										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47				186															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-5				2															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52				184															
Rettich, Japanisch, Herbst		Aufwuchs 1 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 184 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 1 000 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————			60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	7	15	26	39	44	30	14	2									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47				217															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8				7															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39				210															

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Rettich	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Bund								
Standard	40	30	102	40	142	5	137	140
Früh	56	30	102	40	142	-1	143	140
Herbst	60	30	102	40	142	22	120	120
Deutsch								
Standard	45	60	137	40	177	2	175	170
Früh	60	60	137	40	177	-5	182	180
Herbst	65	60	137	40	177	19	158	160
Japanisch								
Standard	50	60	184	40	224	-3	227	230
Früh	65	60	153	40	193	-4	197	200
Herbst	72	60	184	40	224	16	208	210

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Rettich	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Bund					
Alle Kulturverfahren	100	0,17	17	8,5	6
Deutsch					
Alle Kulturverfahren	250	0,24	60	30	6
Japanisch					
Standard, Herbst	400	0,21	84	42	6
Früh	300	0,21	63	32	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Rettich	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Bund											
Alle Kulturverfah- ren	500	400	550	17	7,6	36	2,7	85	38	181	13
Deutsch											
Alle Kulturverfah- ren	550	450	600	14	8,0	40	1,7	77	44	219	9,1
Japanisch											
Standard, Herbst	1000	750	1200	10	6,0	34	2,0	100	60	337	20
Früh	900	600	1000	10	6,0	34	2,0	90	54	303	18

Rhabarber

Für Rhabarber als Dauerkultur wurden keine „kulturbegleitenden“ N-Aufnahmekurven kalkuliert. Eine Beschreibung der Datengrundlage befindet sich auf Seite 226

Aufwuchs und Ertrag für verschiedene Jahre und Kulturzeiträume

Rhabarber		Aufwuchs	N im Aufwuchs	Marktertrag
Standjahr	Zeitraum	dt ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	dt ha ⁻¹
1.	Pflanzung bis Eintritt Ruhephase	550	181	0
2.	Austrieb bis Ernteende	320	101	200
2.	Ernteende bis Eintritt Ruhephase	650	239	0
3.	Austrieb bis Ernteende	480	151	300
3.	Ernteende bis Eintritt Ruhephase	700	254	0
Ab 4.	Austrieb bis Ernteende	560	176	350
Ab 4.	Ernteende bis Eintritt Ruhephase	650	225	0

1. Standjahr (Pflanzjahr)

N_{min}-Sollwerte

Rhabarber	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
	Tage	cm	kg N ha ⁻¹					
Eine Bodenanalyse zur Pflanzung	150	30	181	30	211	86	125	130
Zwei Sollwerte (KNS)								
Pflanzung bis Juni	60	30	65	50	115	39	77	80
Juni bis Eintritt Ruhephase	90	30	116	30	146	48	98	100

Ertragsjahre

N_{min}-Sollwerte - Beginn des Austriebes bis Ernteende

Rhabarber	Kulturdauer	Probenahmetiefe	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung Boden	Pflanzenreste*	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
	Tage	cm	kg N ha ⁻¹						
2. Standjahr	60	30	101	40	141	23	19*	99	100
3. Standjahr	70	60	151	20	171	25	25*	121	120
Ab 4. Standjahr	80	60	176	20	196	29	28*	140	140

N_{min}-Sollwerte - Ernteende bis Eintritt Ruhepause

Rhabarber	Kultur-	Probe-	N im Auf-	Mindest-	Sollwert	Mineralisierung		Sollwert	Sollwert mM gerundet
	dauer	nahmetiefe	wuchs	vorrat	oM	Boden	Pflanzen-	mM	
	Tage	cm				kg N ha ⁻¹			
2. Standjahr	150	60	239	0	239	72	19*	148	150
3. Standjahr	140	90	254	0	254	60	28*	166	170
Ab 4. Standjahr	130	90	225	0	225	57	33*	135	140

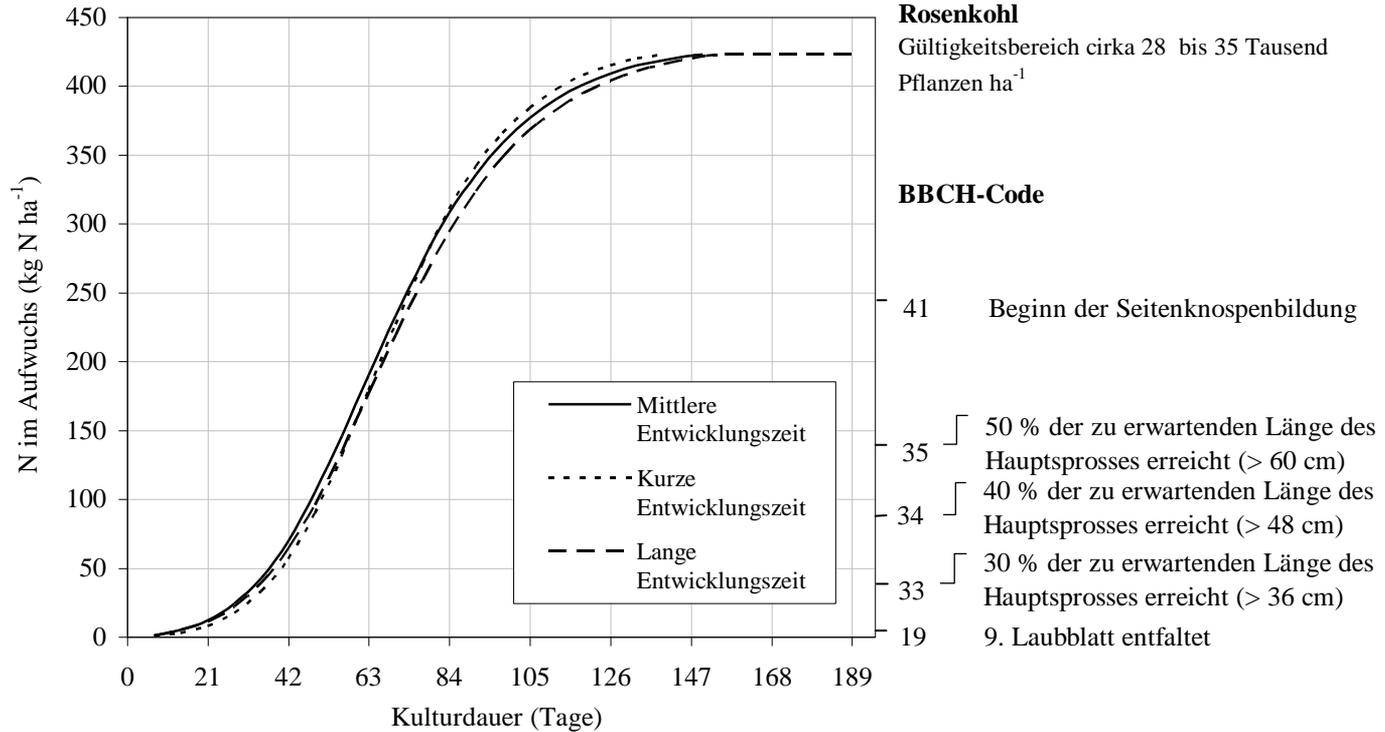
Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Rhabarber	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
2. Standjahr	200	100	300	18	9,2	48	2,5	36	18	96	5,0
3. Standjahr	300	200	350	18	9,2	48	2,5	54	27	144	7,5
Ab 4. Standjahr	350	350	350	18	9,2	48	2,5	63	32	169	8,7

* Für die Mineralisierung wurde zusätzlich zur Nettomineralisierung des Bodens eine Stickstoffmineralisierung aus den Pflanzenresten des Vorjahres mit 20 % angerechnet.

Rosenkohl

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Rosenkohl, kurze Entwicklungszeit		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 423 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis	20		
Probenahmetiefe	cm	30	—						30	60	—						60	90	—				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—															40	0	—			0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	6	12	19	27	37	44	47	48	42	36	29	22	17	12	8	12				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	45	185					273															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	6					104 *															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	42	179					169 *															
Rosenkohl, mittlere Entwicklungszeit		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 423 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis	22		
Probenahmetiefe	cm	30	—						30	60	—						60	90	—				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—															40	0	—			0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	6	12	18	26	34	41	44	44	40	36	29	23	18	14	11	23				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	50	215					238															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8	0					114 *															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	42	215					124 *															
Rosenkohl, lange Entwicklungszeit		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 423 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis	27		
Probenahmetiefe	cm	30	—						30	60	—						60	90	—				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—															40	0	—			0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	6	10	16	25	32	39	42	42	40	35	30	24	20	15	12	31				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	50	204					249															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8	2					151 *															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	42	202					98 *															

* 80 kg N ha⁻¹ Abschlag zur Verminderung des Umfallrisikos und zur Berücksichtigung der N-Aufnahme aus Bodenschichten > 90 cm

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Rosenkohl	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Kurze Entwicklungszeit	140	90	423	0	423	113*	310*	310*
Mittlere Entwicklungszeit	150	90	423	0	423	122*	301*	300*
Lange Entwicklungszeit	195	90	423	0	423	161*	262*	260*

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Rosenkohl	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungsdauer Wochen
Alle Kulturverfahren	650	0,40	260	130	15

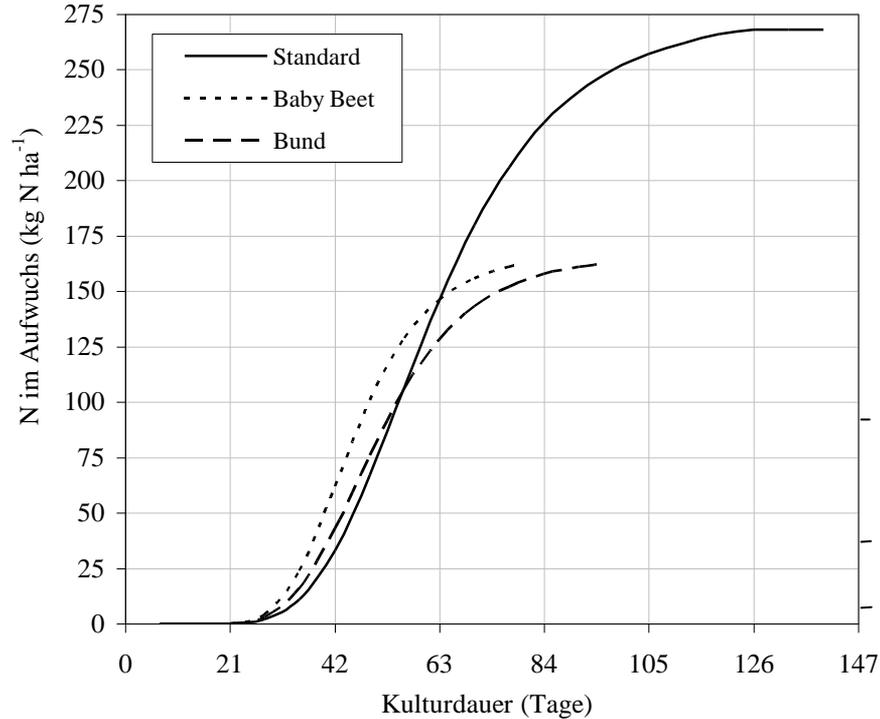
Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Rosenkohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹							
Alle Kulturverfahren	250	150	300	65	19	66	4,1	163	49	166	10

* 80 kg N ha⁻¹ Abschlag zur Verminderung des Umfallrisikos und zur Berücksichtigung der N-Aufnahme aus Bodenschichten > 90 cm

Rote Rüben

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Rote Rüben

Gültigkeitsbereich cirka 0,6 Mio (Standard) bzw. 1,6 Mio (Baby Beet) bzw. 1,0 Mio (Bund) Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

Standard (600 Tausend Pflanzen ha⁻¹)

- 42 20% des zu erwartenden Rüben-durchmessers erreicht ($\varnothing > 2$ cm)
- 41 Beginn Dickenwachstum Rübe
- 16 6. Laubblatt entfaltet

Rote Rüben, Standard		Aufwuchs 1000 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 268 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis 20
Probenahmetiefe	cm	30	—————							30	60	—————							60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40	20	—————							20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	2	9	22	34	40	39	34	26	20	14	10	7	5	4	2	
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42					145					181								
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	20					2					39								
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	22					143					142								
Rote Rüben, Baby Beet		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 162 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————							30	60	—————							60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40	20	—————							20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	4	20	38	39	28	17	10	5	1							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44					178													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19					12													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	25					166													
Rote Rüben, Bund		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 162 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————							30	60	—————							60	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————							40	20	—————							20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	3	13	27	33	30	22	15	9	6	3	1					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43					179													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	20					25													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	23					154													

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Rote Rüben	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	140	60	268	20	288	61	227	230
Baby Beet	80	60	162	20	182	31	151	150
Bund	95	60	162	20	182	45	137	140

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

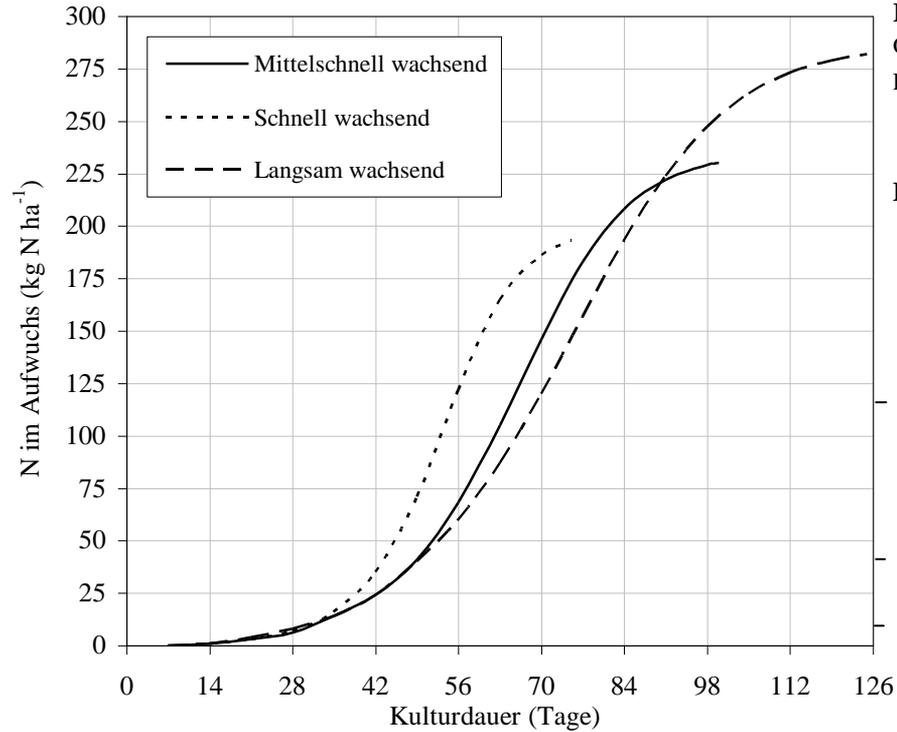
Rote Rüben	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	400	0,25	100	50	6
Baby Beet	200	0,25	50	25	6
Bund	100	0,27	27	14	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Rote Rüben	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
Standard	600	400	1000	28	11	48	5,0	168	69	289	30
Baby Beet	400	300	700	28	11	48	5,0	112	46	193	20
Bund	500	350	700	27	10	55	8,3	135	52	277	41

Rotkohl

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Rotkohl

Gültigkeitsbereich cirka 35 bis 55 Tausend Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

43 30% des zu erwartenden Kopfdurchmessers erreicht

41 Beginn Kopfbildung, die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr

19 9. Laubblatt entfaltet

Rotkohl, schnell wachsend		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 193 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————			60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————									60	40	40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	9	19	36	51	43	21	7											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	67				226																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	10				6																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	57				220																	
Rotkohl, mittelschnell wachsend		Aufwuchs 900 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 230 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————											40	20	20							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	8	10	17	27	37	41	37	25	14	7	1							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41	107								182												
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4	23								9												
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37	84								173												
Rotkohl, langsam wachsend		Aufwuchs 1 100 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 282 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	—————				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————											40	20	—————			20				
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	4	6	10	16	20	27	33	37	36	31	23	16	10	6	3				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44	123								215												
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9	19								17												
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	35	104								198												

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

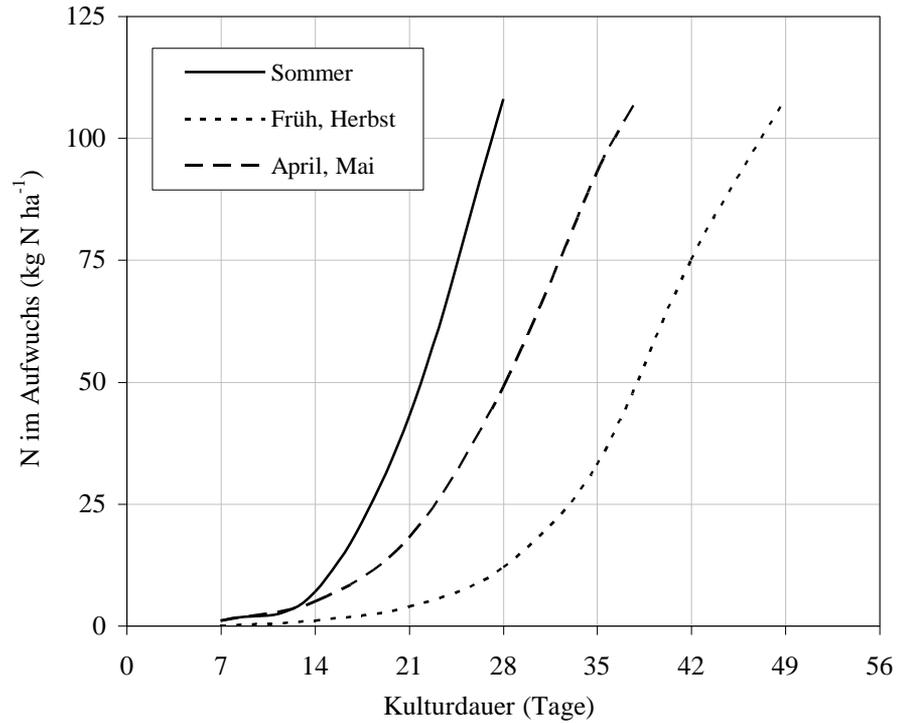
Rotkohl	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Schnell wachsend	75	60	193	40	233	16	217	220
Mittelschnell wachsend	100	60	230	20	250	35	215	220
Langsam wachsend	125	90	282	20	302	45	257	260

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Rotkohl	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Schnell wachsend	350	0,30	105	53	12
Mittelschnell wachsend	400	0,30	120	60	12
Langsam wachsend	500	0,30	150	75	12

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

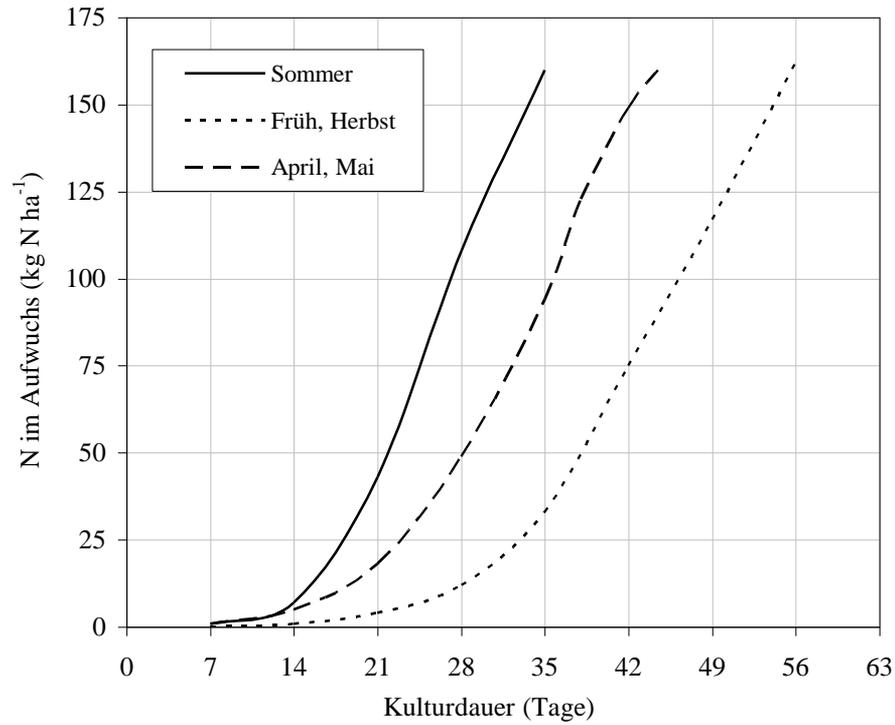
Rotkohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Schnell wachsend	400	300	550	22	8,0	36	2,5	88	32	144	10
Mittelschnell wachsend	500	400	600	22	8,0	36	2,5	110	40	181	12
Langsam wachsend	600	400	750	22	8,0	36	2,5	132	48	217	15

Rucola**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)**

Rucola, Feinware (10 bis 12 cm)
Gültigkeitsbereich cirka 2,6 bis 6,2 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Rucola, Feinware, Sommer		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 175 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	6	36	65															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	148																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-7																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	155																		
Rucola, Feinware, April, Mai		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 175 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	13	31	44	15													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	148																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	2																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	146																		
Rucola, Feinware, Früh, Herbst		Aufwuchs 300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 175 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30														
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————			40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	8	21	42	33												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	148																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	156																		

* Feinware Herbst
 Mineralisierung 12
 Sollwert mM 156



Rucola, Grobware (16 bis 18cm)
Gültigkeitsbereich cirka 2,6 bis 6,2 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Rucola, Grobware, Sommer		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 162 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	6	36	65	52															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	200																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-12																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	212																			
Rucola, Grobware, April, Mai		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 162 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	13	31	47	44	22													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	202																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-3																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	205																			
Rucola, Grobware, Früh, Herbst		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 162 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	8	21	42	42	45												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	202																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-14																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	216																			

* Grobware Herbst
 Mineralisierung 6
 Sollwert mM 196

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

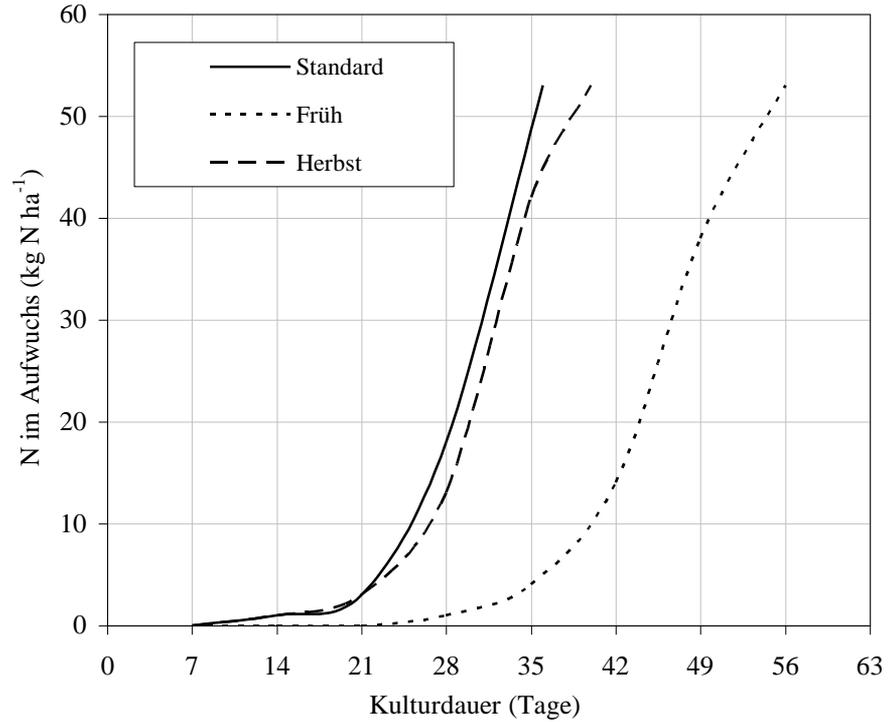
Rucola	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Feinware								
Sommer	28	30	108	40	148	-7	155	150
April, Mai	38	30	108	40	148	2	146	150
Früh	49	30	108	40	148	-8	156	160
Herbst	49	30	108	40	148	12	136	140
Grobware								
Sommer	35	30	162	40	202	-12	214	210
April, Mai	45	30	162	40	202	-3	205	200
Früh	56	30	162	40	202	-14	216	220
Herbst	56	30	162	40	202	6	196	200

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Rucola	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Feinware, Alle Kulturverfahren	125	0,30	38	19	5
Grobware Alle Kulturverfahren	150	0,30	45	23	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Rucola	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	_____	dt ha ⁻¹	_____	_____	_____	kg 100 dt ⁻¹	_____	_____	_____	kg ha ⁻¹	_____
Feinware											
Alle Kulturverfahren	175	150	250	40	10	53	5,0	70	18	93	8,7
Grobware											
Alle Kulturverfahren	300	200	350	40	10	53	5,0	120	31	159	15

Salate**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Salate, Baby Leaf**Gültigkeitsbereich cirka 3,0 Mio Pflanzen ha⁻¹

Salate, Baby Leaf, Standard		Aufwuchs 150 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 53 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 140 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————														50			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	15	35														
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	103																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	10																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	93																		
Salate, Baby Leaf, Früh		Aufwuchs 150 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 53 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 140 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————														50			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	3	10	24	15											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	50			103															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-12			19															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	62			84															
Salate, Baby Leaf, Herbst		Aufwuchs 150 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 53 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 140 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————														50			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	10	29	11													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	103																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	13																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	90																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

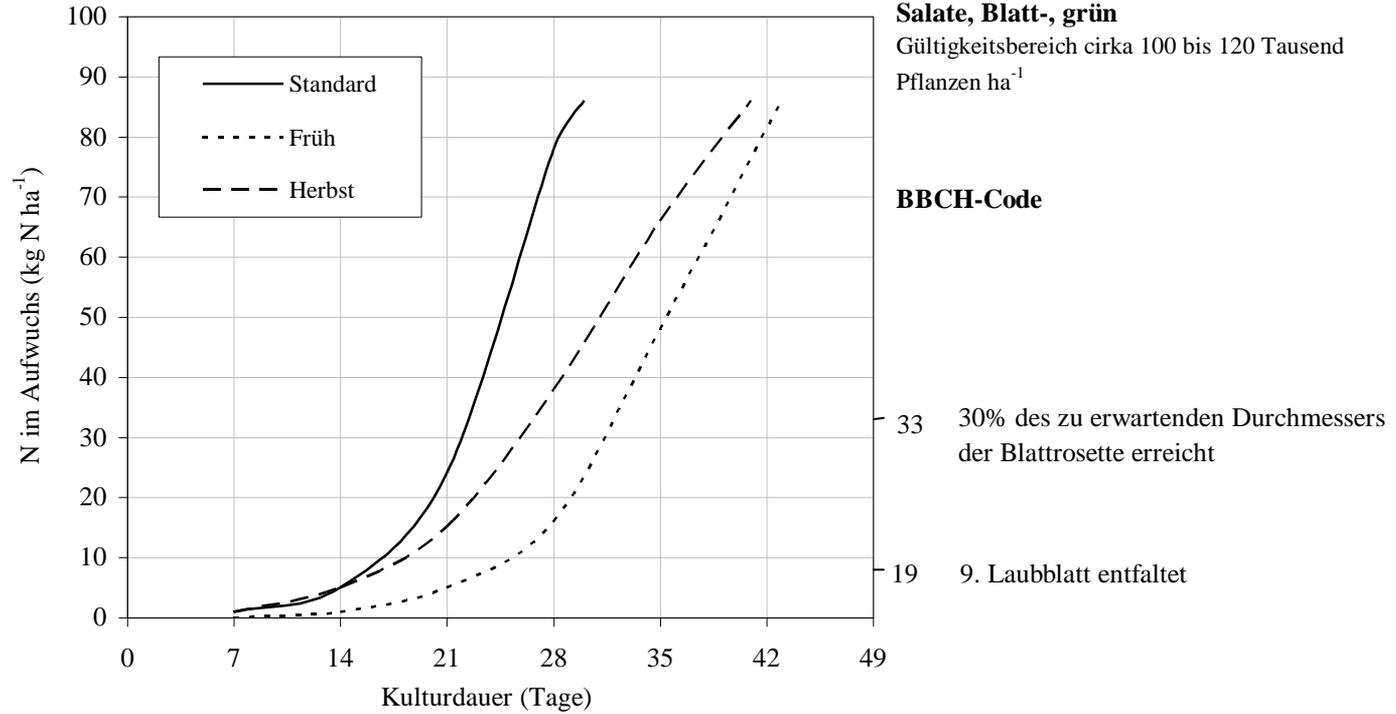
Salate Baby Leaf	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Früh	56	30	53	50	103	7	96	100
Herbst	40	30	53	50	103	13	90	90

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

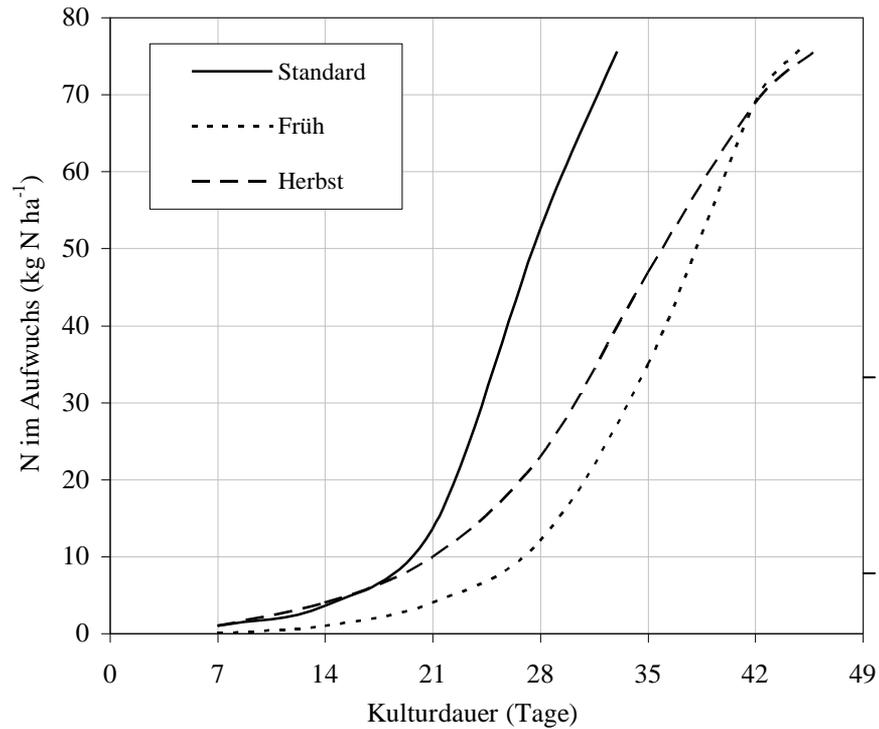
Salate Baby Leaf	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate Baby Leaf	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹		
Alle Kulturverfahren	140	100	160	35	8,0	60	4,5	49	11	84	6,3



Salate, Blatt-, grün, Standard		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 86 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————				40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	19	54	8														
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	126																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	0																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	126																		
Salate, Blatt-, grün, Früh		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 86 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————				40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	11	32	38													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	45			121															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-11			2															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	56			119															
Salate, Blatt-, grün, Herbst		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 86 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————				40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	10	23	28	20													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	45		121																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3		7																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	42		114																



Salate, Blatt-, rot

Gültigkeitsbereich cirka 100 bis 120 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

43 30% des zu erwartenden
Durchmessers der Blattrosette erreicht

19 9. Laubblatt entfaltet

Salate, Blatt-, rot, Standard		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 76 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	10	39	23															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	116																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	112																			
Salate, Blatt-, rot, Früh		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 76 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	8	23	34	7													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44		111																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-11		6																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	55		106																	
Salate, Blatt-, rot, Herbst		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 76 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	6	13	24	22	7													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44		112																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3		13																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	41		99																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

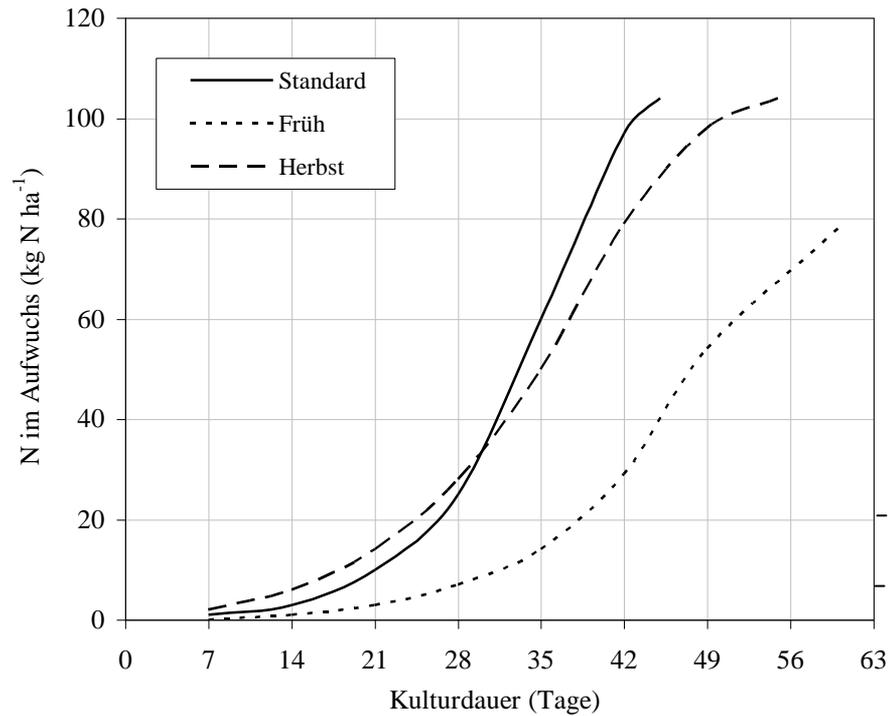
Salate, Blatt-	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Grün								
Standard	30	30	86	40	126	0	126	130
Früh	43	30	86	40	126	-9	135	140
Herbst	41	30	86	40	126	9	117	120
Rot								
Standard	33	30	76	40	116	4	112	110
Früh	45	30	76	40	116	-5	121	120
Herbst	46	30	76	40	116	16	100	100

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Salate, Blatt-	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Grün und Rot Alle Kulturverfahren	100	0,19	19	10	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Blatt-	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	_____	dt ha ⁻¹	_____	_____	kg 100 dt ⁻¹	_____	_____	_____	kg ha ⁻¹	_____	_____
Grün											
Alle Kulturverfahren	350	200	400	19	6,9	45	2,0	67	24	156	7,0
Rot											
Alle Kulturverfahren	300	200	350	19	6,9	45	2,0	57	21	134	6,0



Salate, Eissalat

Gültigkeitsbereich cirka 70 bis 100 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

41 Beginn der Kopfbildung; die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr
19 9. Laubblatt entfaltet

Salate, Eissalat, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 104 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————															50	40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	7	15	35	37	7												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	53	141																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	6																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	50	135																	
Salate, Eissalat, Früh		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 78 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	—————			40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	7	15	25	24											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57	111																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-5	13																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	62	98																	
Salate, Eissalat, Herbst		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 104 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————															50	40	40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	4	8	14	22	29	19	6											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56	138																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	15																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	53	123																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

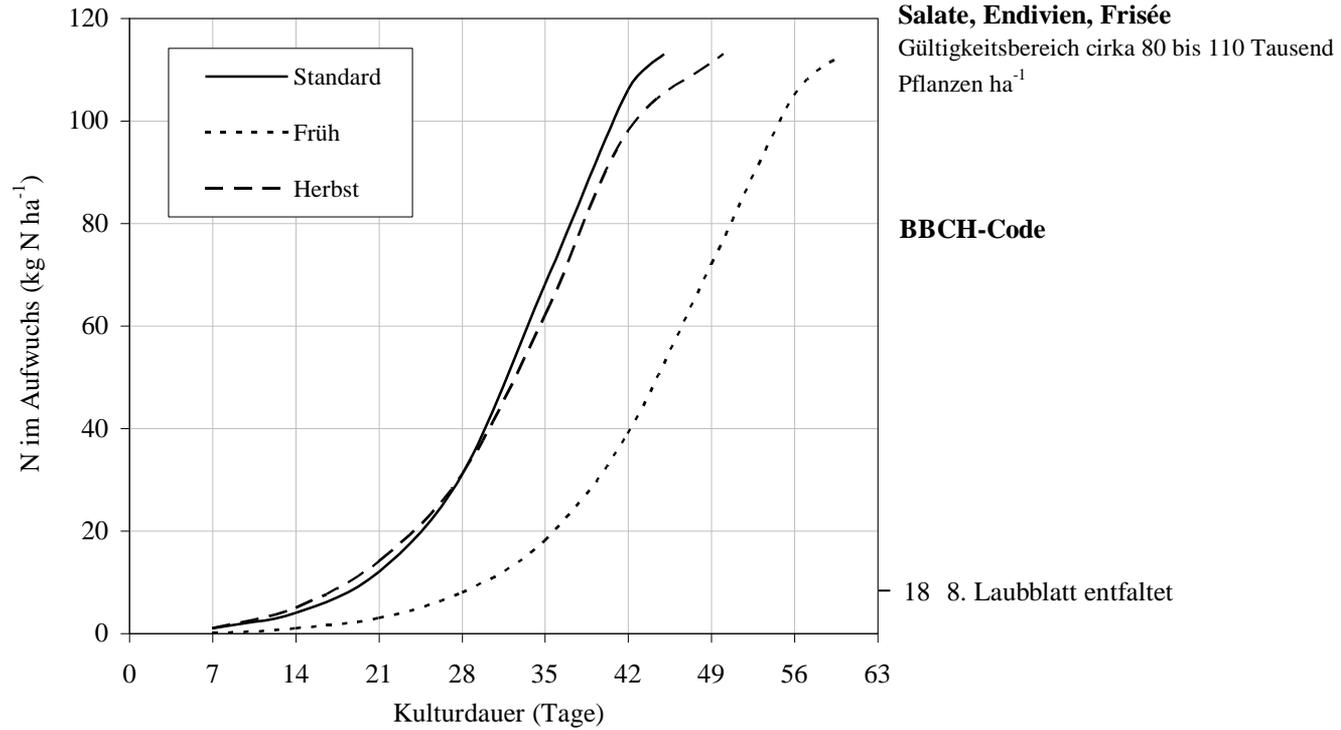
Salate, Eissalat	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	45	30	104	40	144	9	135	140
Früh	60	30	78	40	118	7	111	110
Herbst	55	30	104	40	144	18	126	130

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

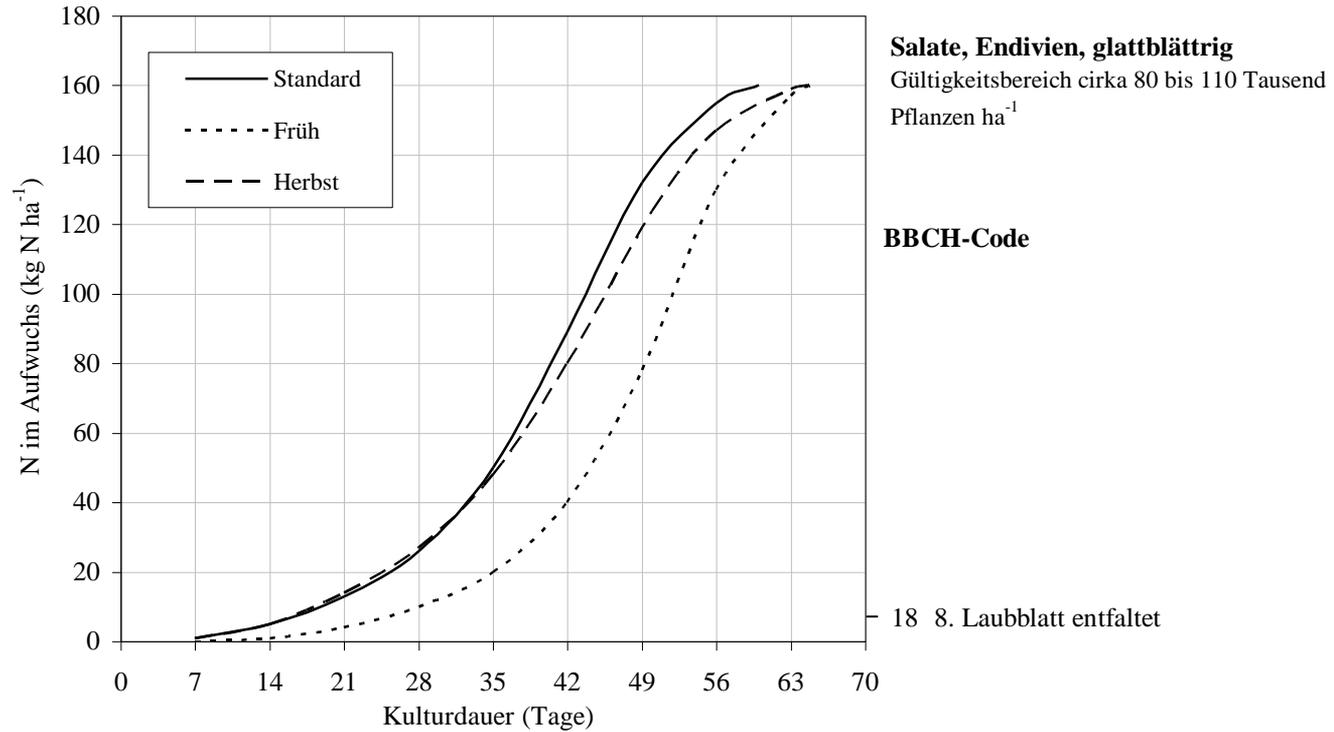
Salate, Eissalat	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungsdauer Wochen
Standard, Herbst	200	0,13	26	13	4
Früh	150	0,13	20	10	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Eissalat	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Standard, Herbst	600	400	800	13	5,7	30	1,7	78	34	181	9,9
Früh	450	300	600	13	5,7	30	1,7	59	26	135	7,5



Salate, Endivien, Frisée, Standard		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 113 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————				50	40	40											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	8	19	37	38	7												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54	149																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	4																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	51	145																	
Salate, Endivien, Frisée, Früh		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 113 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—	60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————				50	40	—	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	5	10	21	33	33	8										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	58	145																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	6																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	64	139																	
Salate, Endivien, Frisée, Herbst		Aufwuchs 450 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 113 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————				50	40												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	9	17	31	36	15												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	55	148																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	9																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52	139																	



Salate, Endivien, glattblättrig, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————			60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————						50	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	8	13	24	39	43	23	5											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	55	195																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52	187																		
Salate, Endivien, glattblättrig, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————			60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————						50	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	6	10	20	38	52	27	3										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	60	190																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	1																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	66	189																		
Salate, Endivien, glattblättrig, Herbst		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————			60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————						50	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	9	13	21	32	44	23	12	1										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	55	195																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	12																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52	183																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

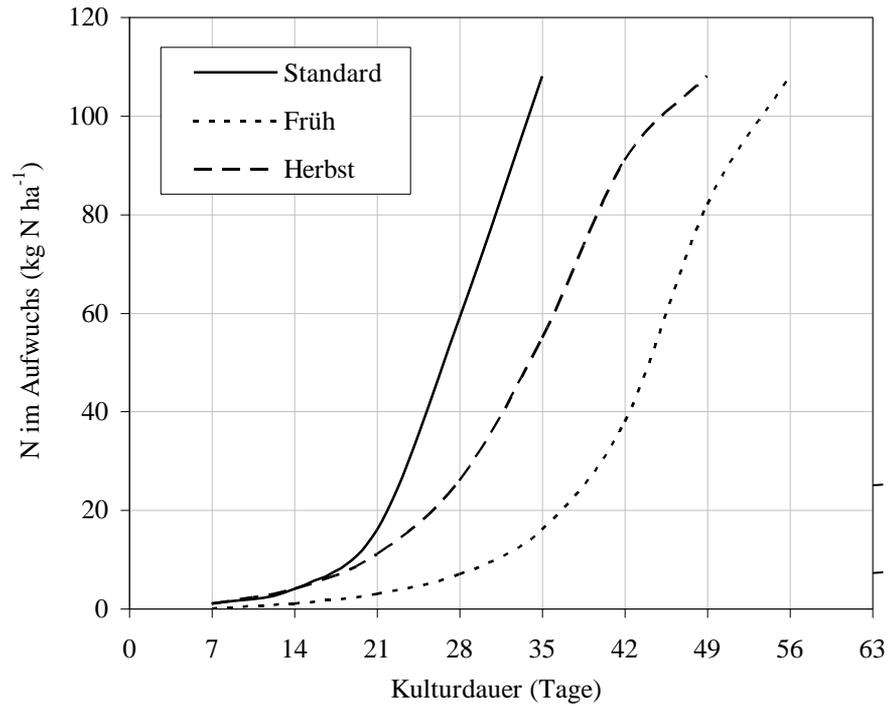
Salate, Endivien	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Frisée								
Standard	45	60	113	40	153	7	146	150
Früh	60	60	113	40	153	0	153	150
Herbst	50	60	113	40	153	11	142	140
Glattblättrig								
Standard	60	60	160	40	200	10	190	190
Früh	65	60	160	40	200	-5	205	210
Herbst	65	60	160	40	200	15	185	190

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Salate, Endivien	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Frisée					
Alle Kultur- verfahren	100	0,25	25	13	4
Glattblättrig					
Alle Kultur- verfahren	200	0,20	40	20	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Endivien	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Frisée											
Alle Kultur- verfahren	350	200	500	25	6,0	55	3,0	88	21	194	10
Glattblättrig											
Alle Kultur- verfahren	600	400	700	20	6,0	55	3,0	120	36	332	18



Salate, Kopfsalat

Gültigkeitsbereich cirka 100 bis 140 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

41 Beginn der Kopfbildung; die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr

19 9. Laubblatt entfaltet

Salate, Kopfsalat, Standard		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	50	40	—————										40						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	12	43	49															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54												144							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1												-1							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	53												145							
Salate, Kopfsalat, Früh		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————										50	40							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	9	22	44	26												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57												141							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-8												5							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	65												136							
Salate, Kopfsalat, Herbst		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 108 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	50	40	—————										40						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	7	15	29	36	17													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54												144							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1												11							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	53												133							

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

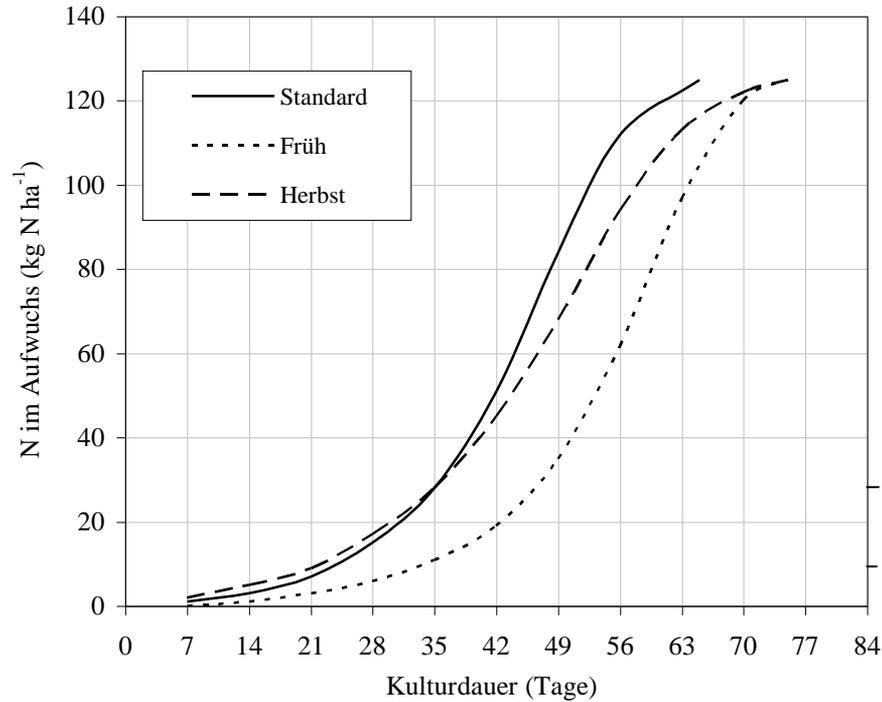
Salate, Kopfsalat	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	35	30	108	40	148	-1	149	150
Früh	56	30	108	40	148	-2	150	150
Herbst	49	30	108	40	148	12	136	140

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Salate, Kopfsalat	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungsdauer Wochen
Alle Kulturverfahren	100	0,18	18	9	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Kopfsalat	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Alle Kulturverfahren	500	300	700	18	6,9	36	2,5	90	34	181	12



Salate, Radiccio

Gültigkeitsbereich cirka 90 bis 120 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

41 Beginn der Kopfbildung; die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr

18 8. Laubblatt entfaltet

Salate, Radicchio, Standard		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 125 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 280 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————		60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————		40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	8	13	23	33	28	13											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	53	162																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1	21																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52	141																		
Salate, Radicchio, Früh		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 125 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 280 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————		60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————		40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	5	8	16	27	35	23	5									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56	159																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-7	18																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	63	141																		
Salate, Radicchio, Herbst		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 125 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 280 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————		60									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————		40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	3	4	8	11	17	23	26	19	9	3									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	59	153																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	6	25																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	53	128																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

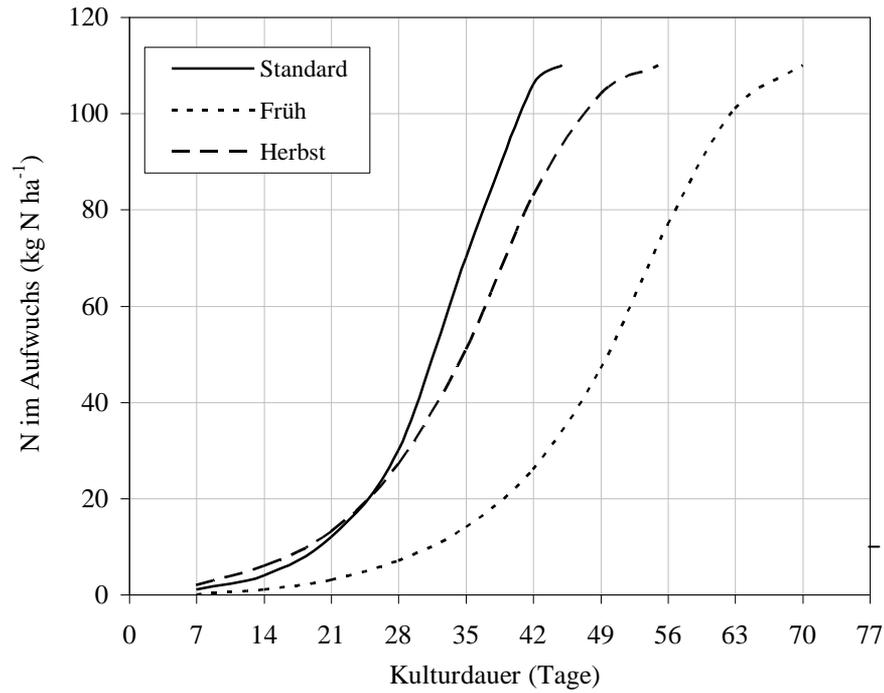
Salate, Radicchio	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	65	60	125	40	165	22	143	140
Früh	75	60	125	40	165	11	154	150
Herbst	75	60	125	40	165	31	134	130

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Salate, Radicchio	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Alle Kulturverfahren	220	0,25	55	28	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Radicchio	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Alle Kulturverfahren	280	150	350	25	9,2	48	3,3	70	26	135	9,3

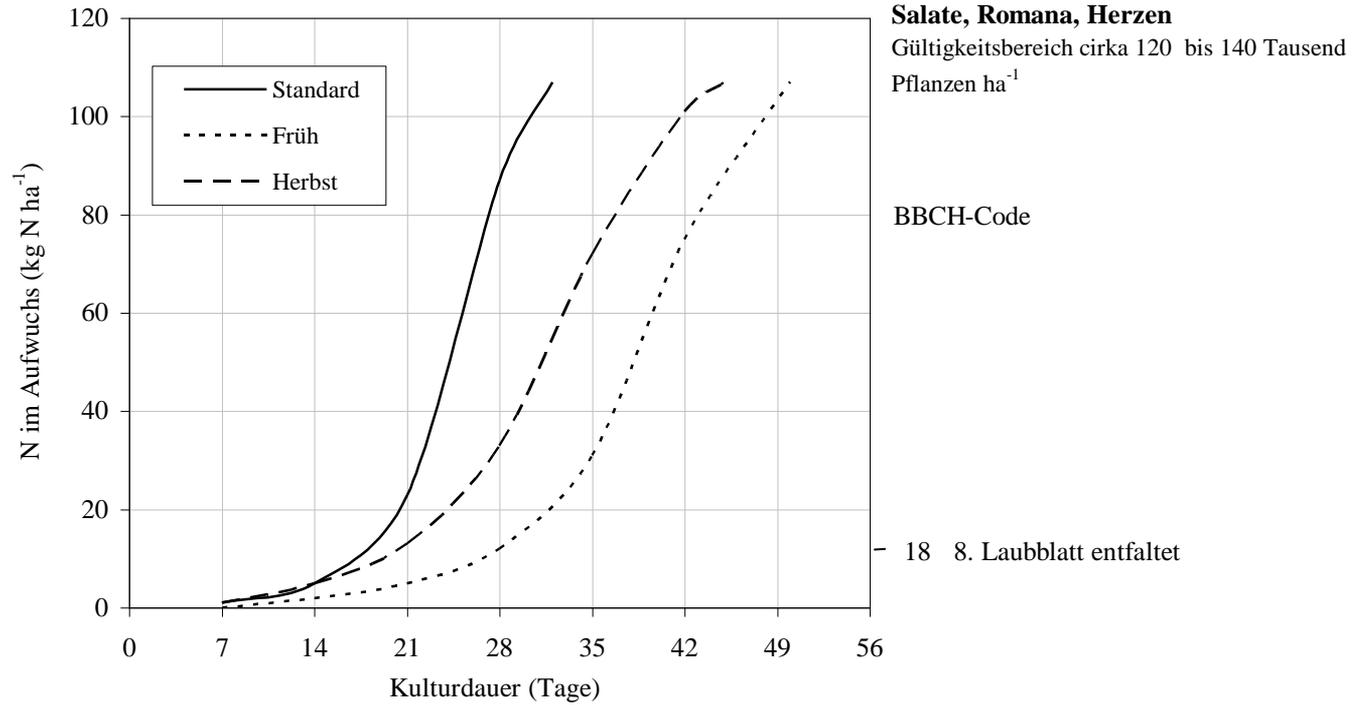
**Salate, Romana**

Gültigkeitsbereich cirka 80 bis 120 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

18 8. Laubblatt entfaltet

Salate, Romana, Standard		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 110 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	60												
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	—	40												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	3	8	18	40	36	4													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54	146																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1	7																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	53	139																		
Salate, Romana, Früh		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 110 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—	60										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	—	40												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	7	12	21	30	24	9										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57	143																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-8	17																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	65	126																		
Salate, Romana, Herbst		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 110 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	—	40												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	4	7	14	24	32	21	6												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56	144																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	0	16																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	56	128																		



Salate, Romana, Herzen, Standard		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 107 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40														
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	18	64	20															
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	147																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-3																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	150																			
Salate, Romana, Herzen, Früh		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 107 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	—	40												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	2	3	7	19	44	32													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	52	145																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-19	11																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	71	131																		
Salate, Romana, Herzen, Herbst		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 107 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50	40	40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	8	21	39	30	4													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	55	142																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1	8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	54	134																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

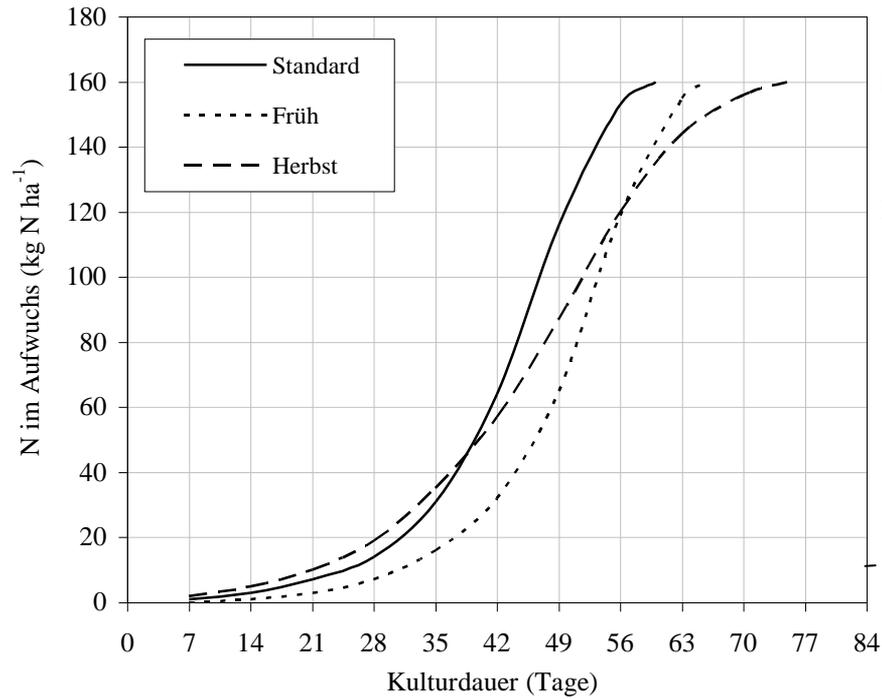
Salate	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
					kg N ha⁻¹			
Romana								
Standard	45	60	110	40	150	8	142	140
Früh	70	60	110	40	150	9	141	140
Herbst	55	60	110	40	150	16	134	130
Romana, Herzen								
Standard	32	30	107	40	147	-3	150	150
Früh	50	30	107	40	147	-7	154	150
Herbst	45	30	107	40	147	8	139	140

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Salate	Ernterück- stände dt ha⁻¹	N-Gehalt	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
		kg N dt⁻¹	kg N ha⁻¹	kg N ha⁻¹	
Romana, Alle Kultur- verfahren	100	0,20	20	10	4
Romana, Herzen, Alle Kultur- verfahren	100	0,35	35	18	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹		
Romana, Alle Kultur- verfahren	450	400	650	20	9,2	40	2,2	90	41	179	9,7
Romana, Herzen, Alle Kultur- verfahren	300	200	400	24	9,2	40	2,2	72	27	119	6,5

**Salate, Zuckerhut**

Gültigkeitsbereich cirka 80 bis 120 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

18 8. Laubblatt entfaltet

Salate, Zuckerhut, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————			60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————			40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	7	17	33	52	37	7											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	53	207																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1	9																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	52	188																		
Salate, Zuckerhut, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————			60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————			40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	9	16	33	54	36	5										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57	203																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-8	3																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	65	190																		
Salate, Zuckerhut, Herbst		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————			60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————					50	40	—————			40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	2	3	5	9	16	22	30	33	24	12	4									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	69	181																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	10	14																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	59	167																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Salate, Zuckerhut	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Früh	66	60	160	40	200	-5	205	200
Herbst	75	60	160	30	190	25	165	160

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

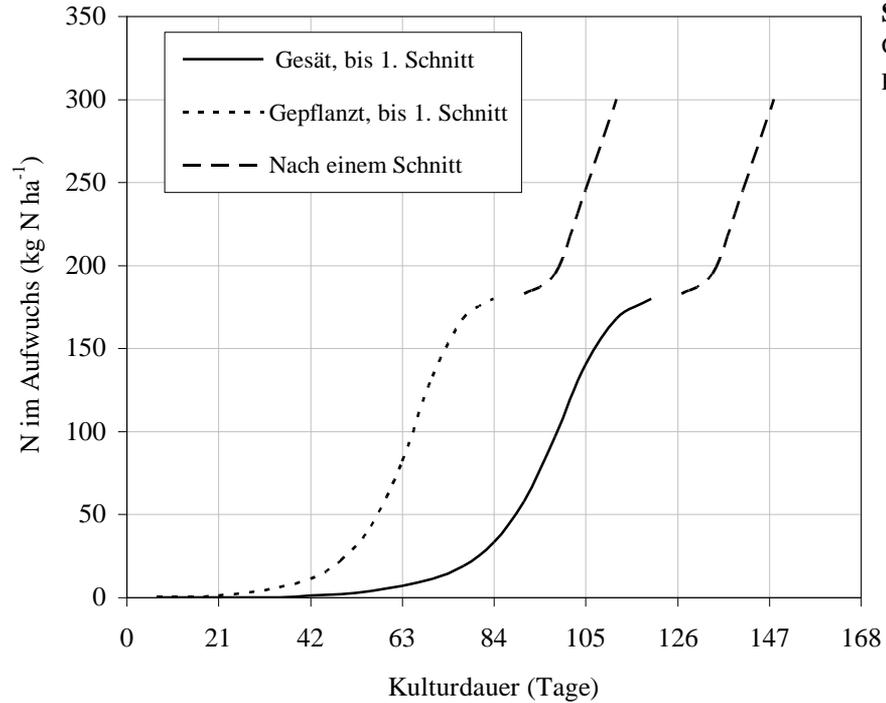
Salate, Zuckerhut	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg ha ⁻¹	Mineralisierungsdauer Wochen

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Salate, Zuckerhut	Frischmasse			Nährstoffe								
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
				kg 100 dt ⁻¹							kg ha ⁻¹	
Alle Kulturverfahren	600	400	700	20	11	30	1,7	120	69	181	10	

Schnittlauch

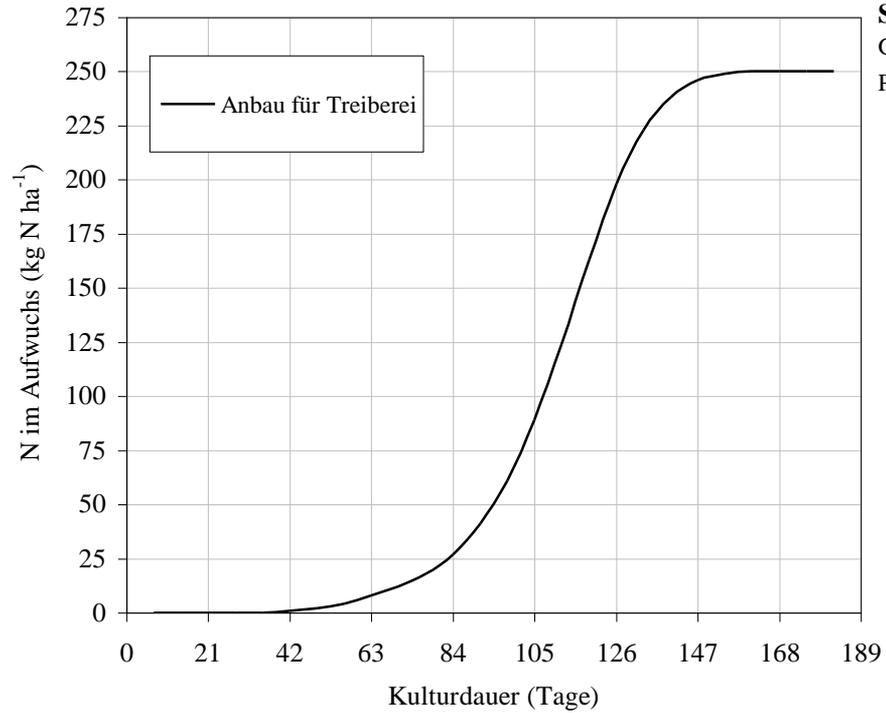
Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Schnittlauch

Gültigkeitsbereich cirka 3,0 bis 4,0 Mio Pflanzen ha⁻¹

Schnittlauch, gesät, bis 1. Schnitt		Aufwuchs 360 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 180 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————							30	60	—————							60		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————							20	50	—————							50		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	8	14	25	39	43	28	12			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54								226											
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	44								12											
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	10								214											
Schnittlauch, gepflanzt, bis 1. Schnitt		Aufwuchs 360 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 180 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————							30	60	—————							60		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————							50											
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	3	5	11	21	39	51	35	12								
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56						224													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19						6													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37						218													
Schnittlauch, nach einem Schnitt		Aufwuchs 240 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 120 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	60	—————			60															
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————			50															
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	3	12	50	55																
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	170																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-11																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	181																			

**Schnittlauch**

Gültigkeitsbereich cirka 3,0 bis 4,0 Mio
Pflanzen ha⁻¹

Schnittlauch, Anbau für Treiberei		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 250 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 280 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1 bis 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	bis 26		
Probenahmetiefe	cm	30	—————			30	60	—————													60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————																	40	20
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	2	4	4	6	9	14	20	28	35	39	35	25	15	2			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44				160								146							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	40				28								35							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	4				132								111							

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

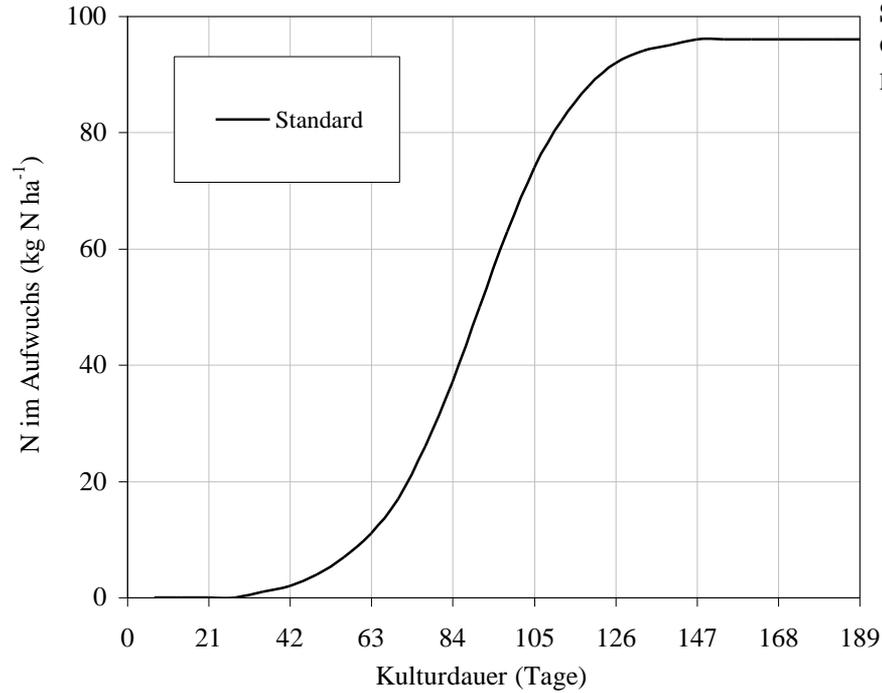
Schnittlauch	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Gesät, bis 1. Schnitt	120	60	180	50	230	56	174	170
Gepflanzt, bis 1. Schnitt	84	60	180	50	230	25	205	210
Nach einem Schnitt	28	60	120	50	170	-11	181	180
Anbau für Treiberei	182	60	250	20	270	102	168	170

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Schnittlauch	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Anbau für Treiberei	220	0,50	110	55	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Schnittlauch	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
1. Schnitt	300	200	350	50	14	54	5,8	150	41	163	17
Je weiterer Schnitt	200	100	250	50	14	54	5,8	100	27	108	12
Anbau für Treiberei	280	200	350	50	14	54	5,8	140	38	152	16

Schwarzwurzel**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Schwarzwurzel**

Gültigkeitsbereich cirka 400 bis 600 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Schwarzwurzel, Standard		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 96 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																							
Kulturwoche		1	bis	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	bis	27			
Probenahmetiefe	cm	30	—			30	60	—										60	90	—			90		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—																		20	0	—		0
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0		1	1	2	3	4	6	9	11	13	13	11	8	6	4	2	0						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	27						89																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	47						98																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0						0																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

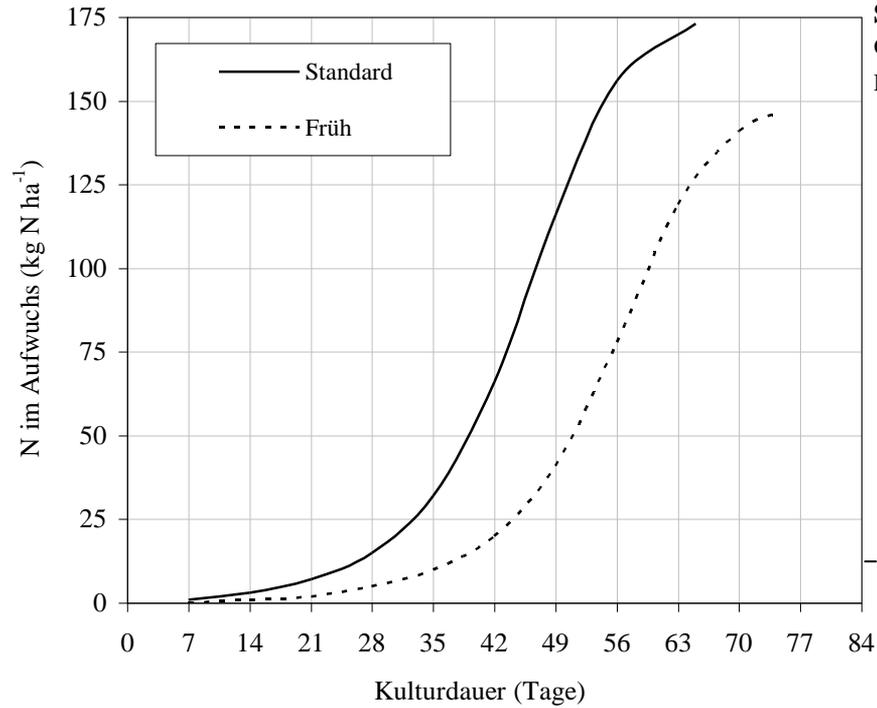
Schwarzwurzel	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
			—			kg N ha ⁻¹		
Standard	190	90	96	0	96	145	0	0

Stickstofffreisetzung aus Ernterrückständen

Schwarzwurzel	Ernterrück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge —	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	200	0,25	50	25	7

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Schwarzwurzel	Frischmasse			Nährstoffe									
	Mittel —	von dt ha ⁻¹	bis —	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		
				—			kg 100 dt ⁻¹		—			kg ha ⁻¹	
Standard	200	150	300	23	16	39	4,1	46	32	77	8,3		

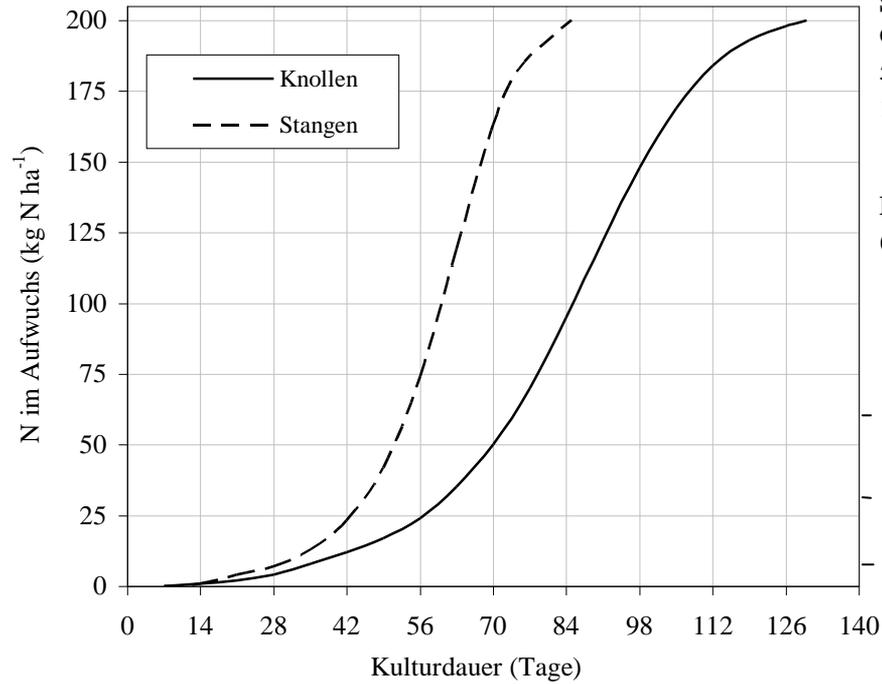
Sellerie**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Sellerie, Bund**

Gültigkeitsbereich cirka 65 bis 90 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

19 9. Laubblatt entfaltet

Sellerie, Bund, Standard		Aufwuchs 650 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 173 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	8	17	34	50	40	17										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47				206														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8				3														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39				203														
Sellerie, Bund, Früh		Aufwuchs 550 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 147 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	3	5	10	21	37	41	22	6								
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42				182														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-5				11														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	47				171														



Sellerie

Gültigkeitsbereich cirka

50 bis 65 Tausend Pflanzen ha⁻¹ (Knollen) bzw.

120 bis 150 Tausend Pflanzen ha⁻¹ (Stangen)

BBCH-Code

(Knollensellerie)

- 45 50% des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht ($\varnothing > 6$ cm)
- 43 30% des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht ($\varnothing > 3,6$ cm)
- 19 9. Laubblatt entfaltet

Sellerie, Knollen		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 200 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30											30	60								60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60											60	40								40
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	2	4	4	5	7	11	15	20	25	27	26	21	15	9	5	2		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	77							223													
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	27							36													
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	50							187													
Sellerie, Stangen		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 200 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30											30									
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50											50									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	3	6	10	19	32	45	44	20	17									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	54			246																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	7			15																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	47			231																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Sellerie	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Bund, Früh	75	30	147	40	187	6	181	180
Knollen	130	60	200	40	240	63	177	180
Stangen	85	30	200	50	250	22	228	230

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Sellerie	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungsdauer Wochen
Knollen	250	0,30	75	38	6
Stangen	300	0,25	75	38	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Sellerie	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	dt ha ⁻¹	kg 100 dt ⁻¹	kg 100 dt ⁻¹	kg 100 dt ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
Bund, Standard	600	500	650	27	13	57	3,3	162	76	340	20
Bund, Früh	500	400	600	27	13	57	3,3	135	63	283	17
Knollen	500	350	800	25	15	54	2,5	125	74	271	12
Stangen	500	400	600	25	11	54	3,3	125	57	271	17

Spargel

Für Spargel als Dauerkultur wurden keine „kulturbegleitenden“ N-Aufnahmekurven kalkuliert. Eine Beschreibung der Datengrundlage befindet sich auf Seite 229

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn des Austriebes im Pflanzjahr

Spargel	Bestandes-	Probe-	N im Auf-	Mindest-	Sollwert	Minerali-	Sollwert	Sollwert mM gerundet
	dichte	nahmetiefe	wuchs	vorrat	oM	sierung	mM	
	Pflanzen ha ⁻¹	cm	kg N ha ⁻¹					
1. Standjahr	15 000	60	82*	40	122	10**	112	110
1. Standjahr	≥20 000	60	108*	40	148	10**	138	140

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zum Stechende

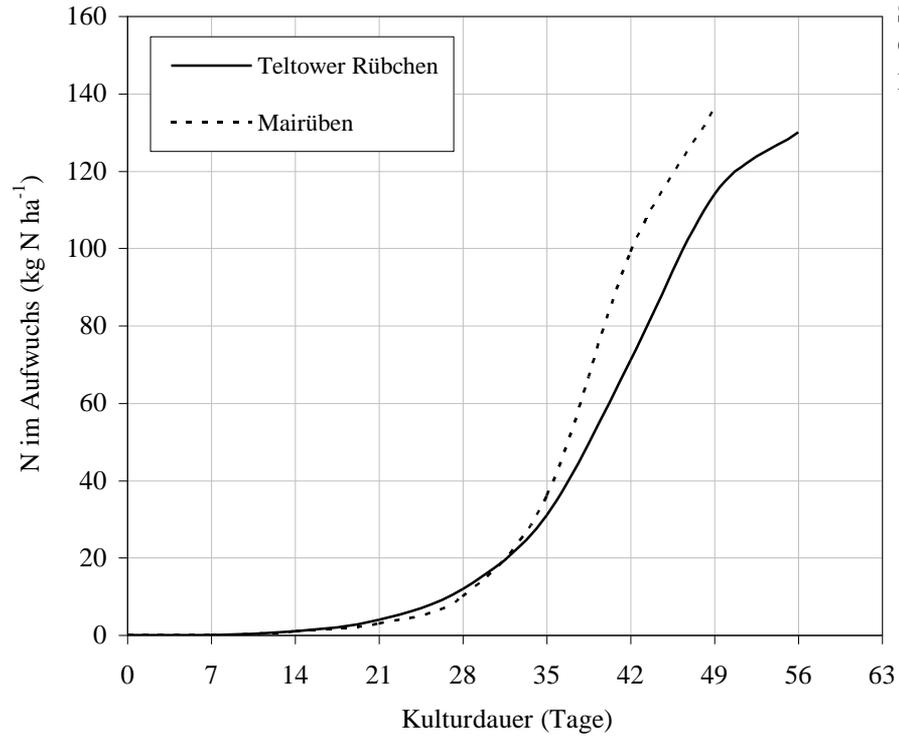
Spargel	Bestandes-	Probe-	N im Auf-	Mindest-	Sollwert	Minerali-	Sollwert	Sollwert mM gerundet
	dichte	nahmetiefe	wuchs	vorrat	oM	sierung	mM	
	Pflanzen ha ⁻¹	cm	kg N ha ⁻¹					
2. Standjahr	15 000	90	99*	40	139	10**	129	130
2. Standjahr	≥20 000	90	129*	40	169	10**	159	160
3. Standjahr	15 000	90	98*	40	138	0**	138	140
3. Standjahr	≥20 000	90	124*	40	164	0**	164	160
Ab 4. Standjahr	15 000	90	55*	20	75	0**	75	80
Ab 4. Standjahr	≥20 000	90	55*	20	75	0**	75	80

* Menge an Stickstoff zum Aufbau des Rhizom- und Wurzelsystems für das Folgejahr und den Ertrag

** Kalkulierte Netto-N-Mineralisierung auf Sandboden mit 1 % Humus

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Spargel	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹			
2. Standjahr	20	10	30	26	8,2	24	1,8	5	1,6	4,8	0,3
3. Standjahr	80	50	120	26	8,2	24	1,8	21	6,6	19	1,3
Ab 4. Standjahr	100	80	200	26	8,2	24	1,8	26	8,2	24	1,8

Speiserüben**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Speiserüben**

Gültigkeitsbereich cirka 450 bis 600 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Speiserüben, Mairüben (mit Laub)		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 136kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 650 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30													
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————						40													
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	7	26	63	37														
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43				173																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9				-4																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34				177																
Speiserüben, Teltower Rübchen		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 130 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 150 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	60												
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————					40	0	0												
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	8	19	40	43	16													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	44				126																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9				12																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	35				114																

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

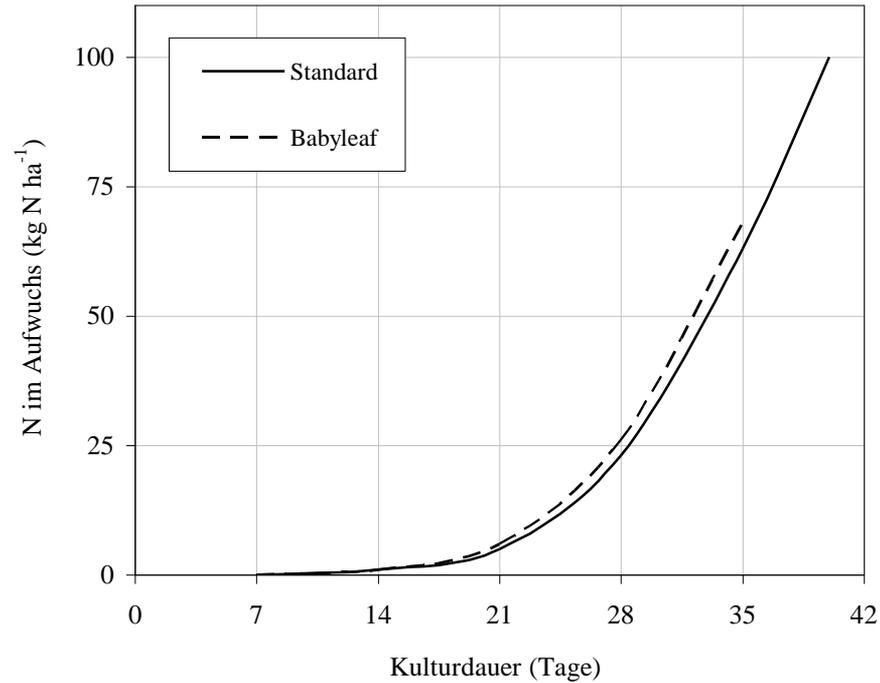
Speiserüben	Kulturdauer Tage	Probenahmetiefe cm	N im Aufwuchs	Mindestvorrat	Sollwert oM	Mineralisierung	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Mairüben (mit Laub)	49	30	136	40	176	6	170	170
Teltower Rübchen	56	60	130	0	130	21	109	110

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Speiserüben	Ernterückstände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungsdauer Wochen
Mairüben (mit Laub)	150	0,17	26	13	6
Teltower Rübchen	250	0,25	63	31	6

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

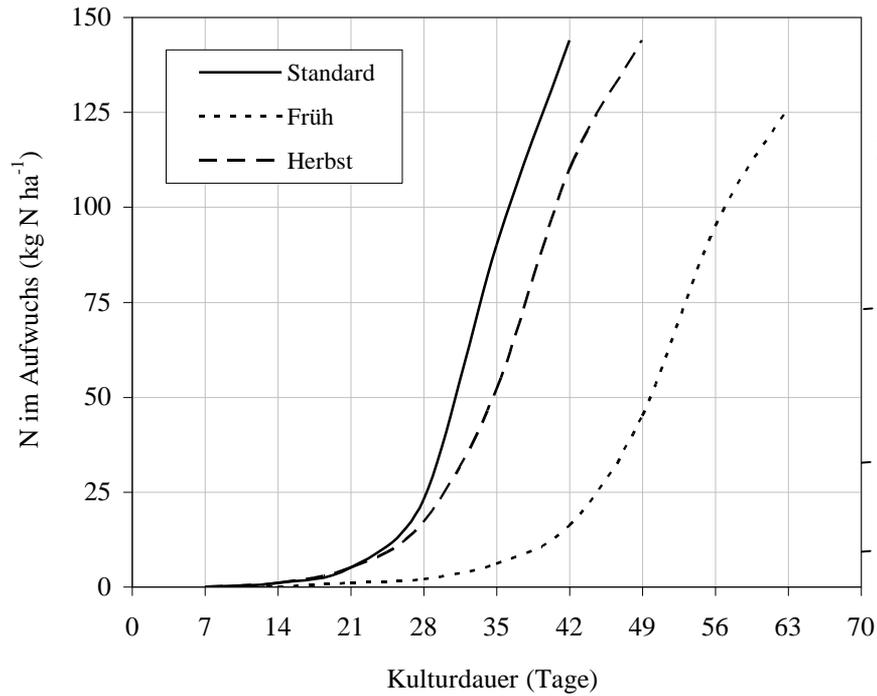
Speiserüben	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Mairüben (mit Laub)	650	300	800	17	10	42	3,6	111	67	274	24
Teltower Rübchen	150	100	200	45	24	66	8,3	68	36	99	12

Spinat**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Spinat, Frischmarkt**

Gültigkeitsbereich cirka

2,6 bis 3,2 Mio Pflanzen ha⁻¹

Spinat, Frischmarkt, Standard		Aufwuchs 250 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 100 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————														40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	18	40	37													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	140																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	5																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	135																		
Spinat, Frischmarkt, Babyleaf-		Aufwuchs 150 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 68 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 100 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————														30			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————														40			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	5	20	42														
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	108																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	100																		



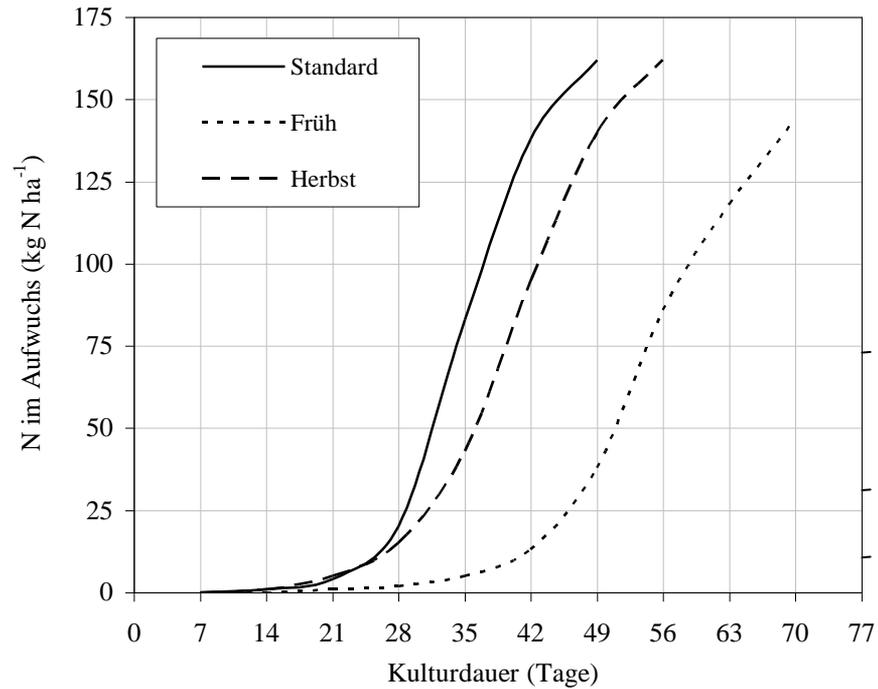
Spinat, Blattspinat

Gültigkeitsbereich cirka 2,2 bis 2,8 Mio
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

- 16 6. Laubblatt entfaltet
- 14 4. Laubblatt entfaltet
- 12 2. Laubblatt entfaltet

Spinat, Blattspinat, Standard		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 144 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	18	67	54													
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41																183		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4																-6		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37																189		
Spinat, Blattspinat, Früh		Aufwuchs 350 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 126 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	1	4	10	29	50	31										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41																167		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-10																10		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	51																157		
Spinat, Blattspinat, Herbst		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 144 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————															30		
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————															40		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	12	35	58	34												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41																183		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4																0		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37																183		



Spinat, Industrie, Hackspinat

Gültigkeitsbereich cirka 1,8 bis 2,4 Mio
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

16 6. Laubblatt entfaltet

14 4. Laubblatt entfaltet

12 2. Laubblatt entfaltet

Spinat, Industrie, Hackspinat, Standard Aufwuchs 450 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 162 kg N ha⁻¹, Marktertrag 300 dt ha⁻¹

Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	16	63	55	24												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41											201							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4											-3							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37											204							

Spinat, Industrie, Hackspinat, Früh Aufwuchs 400 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 144 kg N ha⁻¹, Marktertrag 250 dt ha⁻¹

Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	1	3	8	25	48	32	26									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41											183							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-10											13							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	51											170							

Spinat, Industrie, Hackspinat, Herbst Aufwuchs 450 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 162 kg N ha⁻¹, Marktertrag 300 dt ha⁻¹

Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————										30							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	4	10	28	52	45	22											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	41											201							
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	4											3							
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37											198							

Spinat, Überwinterung		Aufwuchs 400 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 144 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																		
Mitte September bis Mitte November																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————																20	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	3	5	5	4	3	1										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	46																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0																		
Ende Februar bis Mitte April																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————																30	
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————																40	
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	1	2	3	5	20	36	30	24										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	162																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	1																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	161																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

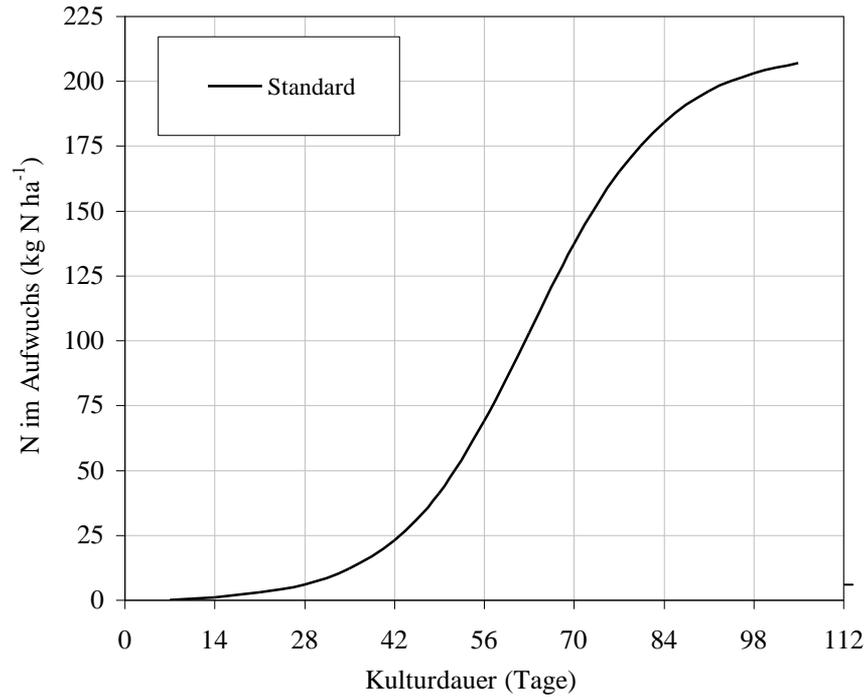
Spinat	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- -----	Mindest- vorrat	Sollwert oM -----	Minerali- sierung kg N ha⁻¹ -----	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Frischmarkt								
Standard	40	30	100	40	140	5	135	140
Babyleaf	35	30	68	40	108	8	100	100
Blattspinat								
Standard	42	30	144	40	184	-2	186	190
Früh	63	30	126	40	166	0	166	170
Herbst	49	30	144	40	184	4	180	180
Industrie, Hackspinat								
Standard	49	30	162	40	202	0	202	200
Früh	70	30	144	40	184	2	182	180
Herbst	56	30	162	40	202	6	196	200
Überwinterung								
September bis November		30	22	20	42	46	0	0
Februar bis April		30	122	40	162	1	161	160

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Spinat	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge	Anrechenbare N-Menge	Mineralisierungs- dauer Wochen
			————— kg N ha ⁻¹ —————	—————	
Frischmarkt,					
Standard	50	0,40	20	10	4
Babyleaf	50	0,45	23	11	4
Alle anderen Kul- turverfahren	150	0,36	54	27	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Spinat	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	_____	dt ha ⁻¹	_____	_____	kg	100 dt ⁻¹	_____	_____	kg ha ⁻¹	_____	_____
Frischmarkt											
Standard	200	150	250	40	11	66	8,3	80	23	132	17
Babyleaf	100	80	120	45	11	66	8,3	45	11	66	8,3
Blattspinat											
Standard, Herbst	250	180	350	36	11	66	8,3	90	29	166	21
Früh	200	150	350	36	11	66	8,3	72	23	132	17
Industrie, Hackspinat											
Standard, Herbst	300	200	450	36	11	66	8,3	108	34	199	25
Früh	250	200	400	36	11	66	8,3	90	29	166	21
Überwinterung	250	200	400	36	11	66	8,3	90	29	166	21

Stangenbohnen**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Stangenbohnen**

Gültigkeitsbereich cirka 55 bis 80 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

13

3. Laubblatt entfaltet

Stangenbohne		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 207 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 250 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————				30	60	—————												60
Mindestvorrat	kg N ha	20	—————												20	0	0				
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche	0	1	2	3	6	11	18	28	34	34	28	19	12	7	4					
Sollwert oM	kg N ha	26				201															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	19				89*															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	7				112*															

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Stangenbohnen	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Standard	105	60	207	0	207	108*	98*	100

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

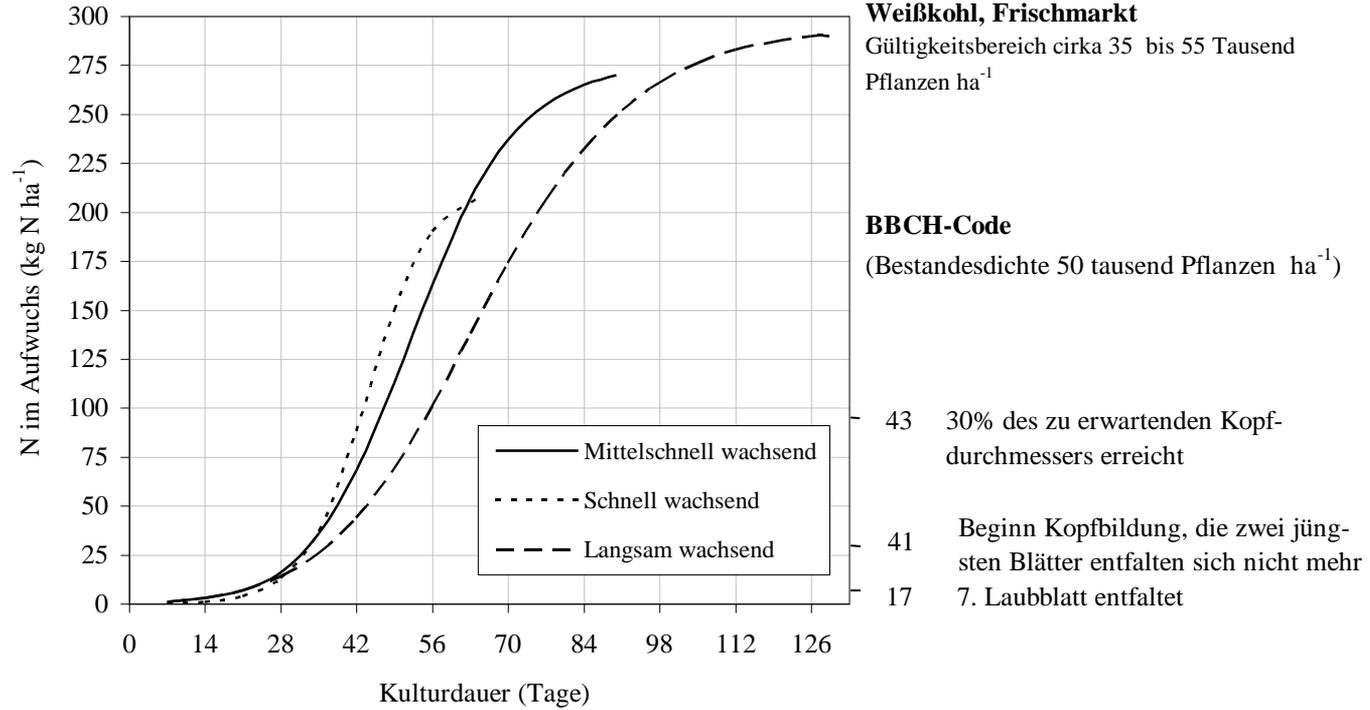
Stangenbohnen	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Standard	450	0,32	144	72	8

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Stangenbohnen	Frischmasse			Nährstoffe									
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO		
				kg 100 dt ⁻¹							kg ha ⁻¹		
Standard	250	200	300	25	9,2	30	4,1	63	23	75	10		

Weißkohl

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Weißkohl, Frischmarkt, mittelschnell wachsend Aufwuchs 1100 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 270 kg N ha⁻¹, Marktertrag 600 dt ha⁻¹

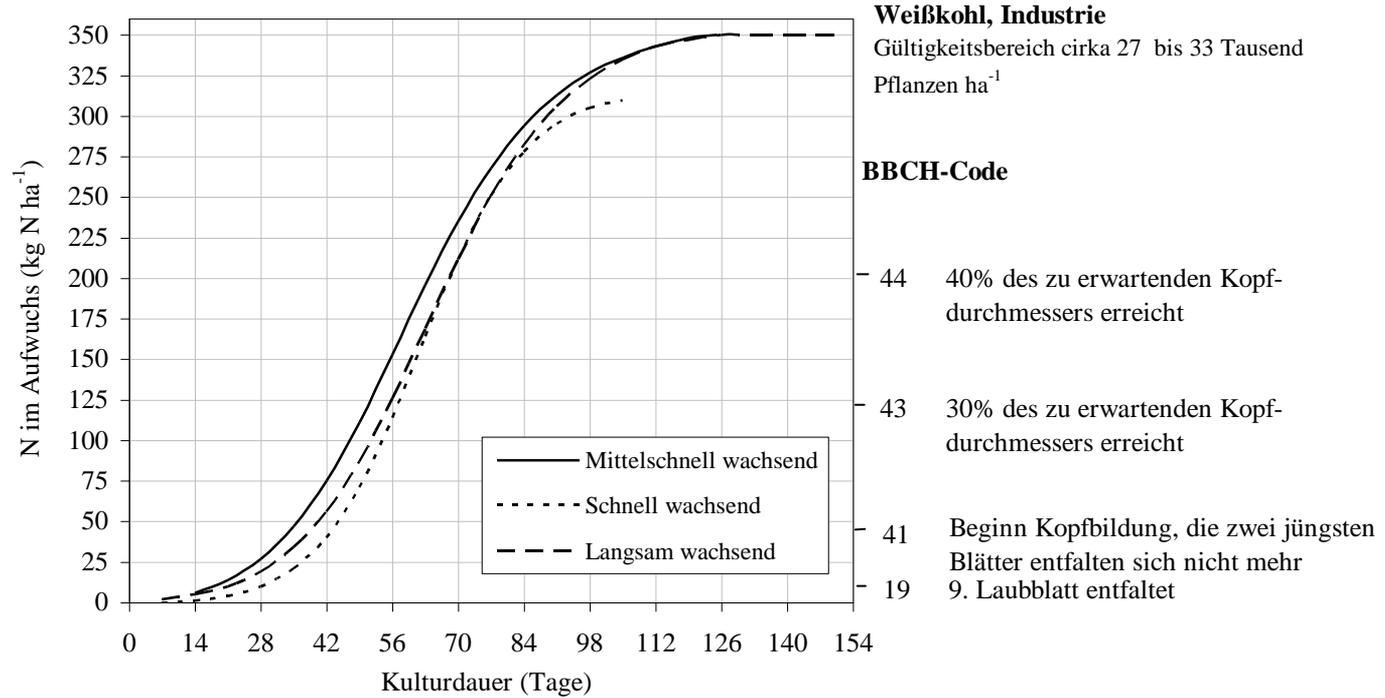
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————					60					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40	20	—————					20
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	9	20	32	45	50	44	30	18	10	5						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43	150					177												
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	7					7												
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	40	143					170												

Weißkohl, Frischmarkt, schnell wachsend Aufwuchs 800 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 208 kg N ha⁻¹, Marktertrag 400 dt ha⁻¹

Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	60											
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————						60	40	40										
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	3	9	24	51	62	40	18											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	64	244																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	5	0																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	59	244																		

Weißkohl, Frischmarkt, langsam wachsend Aufwuchs 1200 dt ha⁻¹, N im Aufwuchs 290 kg N ha⁻¹, Marktertrag 700 dt ha⁻¹

Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm	30	—————					30	60	—————					60	90	—————					90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————										40	20	—————					20		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	7	12	18	25	32	37	36	32	26	20	14	10	7	4	3	0		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47	175					209														
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8	9					31														
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	39	166					178														



Weißkohl, Industrie, mittelschnell wachsend			Aufwuchs 1500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 350 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 1000 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm		30	—————							30	60	—————			60	90	—————					90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹		40	—————										40	20	—————				20			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹		2	4	8	13	20	28	36	42	43	39	33	26	19	14	9	7	5	2			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹		46						187						217								
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹		3						6						23								
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹		43						181						194								
Weißkohl, Industrie, schnell wachsend			Aufwuchs 1300 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 310 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 800 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Probenahmetiefe	cm		30	—————							30	60	—————			60	90	—————					90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹		60	—————										60	20	—————				20			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹		1	1	3	6	11	19	31	43	50	48	39	27	17	10	4						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹		64						170						216								
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹		5						7						10								
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹		59						163						206								
Weißkohl, Industrie, langsam wachsend			Aufwuchs 1500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 350 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 1000 dt ha ⁻¹																				
Kulturwoche			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	bis 22		
Probenahmetiefe	cm		30	—————							30	60	—————			60	90	—————					90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹		40	—————										40	20	—————				20			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹		1	3	5	9	15	22	31	39	43	43	39	31	24	17	12	8	5	1			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹		50						204						244								
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹		8						3						42								
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹		42						201						202								

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Weißkohl	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Frischmarkt								
Schnell	65	60	208	40	248	5	243	240
Mittelschnell	90	60	270	20	290	18	272	270
Langsam	130	90	290	20	310	48	262	260
Industrie								
Schnell	105	90	310	20	330	22	308	310
Mittelschnell	125	90	350	20	370	31	339	340
Langsam	150	90	350	20	370	53	317	320

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

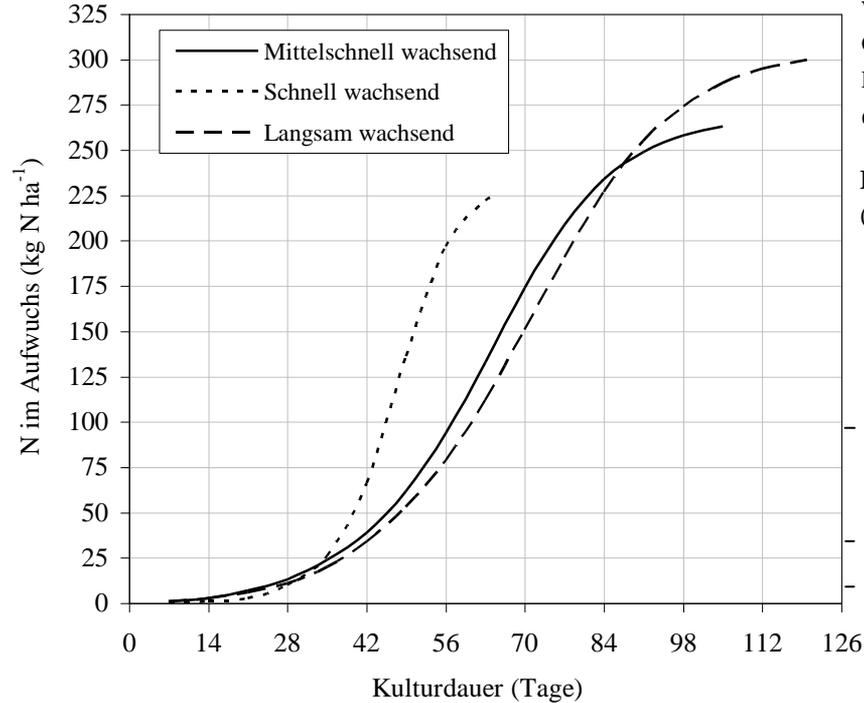
Weißkohl	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Frischmarkt, Schnell	400	0,30	120	60	12
Alle anderen Kulturverfahren	500	0,30	150	75	12

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Weißkohl	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
				kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Frischmarkt											
Schnell	400	350	450	22	7,3	31	2,5	88	29	125	10
Mittelschnell	600	500	900	20	7,3	31	2,5	120	44	188	15
Langsam	700	600	1000	20	7,3	31	2,5	140	51	219	17
Industrie											
Schnell	800	600	1000	20	7,3	31	2,5	160	59	250	20
Mittelschnell und langsam	1000	800	1400	20	7,3	31	2,5	200	73	313	25

Wirsing

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Wirsing

Gültigkeitsbereich cirka 30 bis 40 Tausend

Pflanzen ha⁻¹ (Kopfgewichte > 1,5 kg) bzw. 50 bis 60 Tausend Pflanzen ha⁻¹ (Kopfgewichte < 1,5 kg)

BBCH-Code

(Kopfgewichte > 1,5 kg)

- 41 Beginn Kopfbildung, die zwei jüngsten Blätter entfalten sich nicht mehr
- 19 9. Laubblatt entfaltet
- 17 7. Laubblatt entfaltet

Wirsing, mittelschnell wachsend		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 263 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————									40	20	—————			20						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	4	6	11	15	23	32	39	41	35	25	15	9	5							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43	131				189																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	3	17				11																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	40	114				178																
Wirsing, schnell wachsend		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 225 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 300 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	60												
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	60	—————									60	40	40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	7	16	40	70	61	25	3												
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	63	262																				
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	5	-4																				
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	58	266																				
Wirsing, langsam wachsend		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 300 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	—————				90
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40	20	—————			20			
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	3	5	9	14	19	26	33	39	40	36	28	19	13	8	5					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	46	149				241																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9	14				14																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	37	135				227																

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

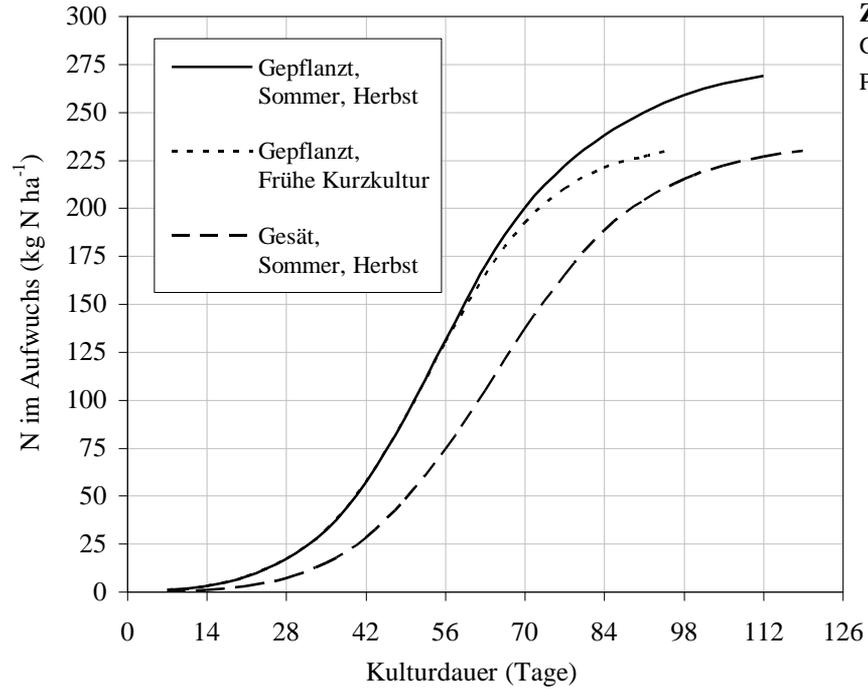
Wirsing	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Schnell	65	60	225	40	265	1	264	260
Mittelschnell	105	60	263	20	283	32	251	250
Langsam	120	90	300	20	320	37	283	280

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Wirsing	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Schnell	300	0,40	120	60	12
Mittelschnell	350	0,40	140	70	12
Langsam	400	0,40	160	80	12

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Wirsing	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von dt ha ⁻¹	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹			
Schnell	300	250	400	35	11	39	2,5	105	34	116	7,5
Mittelschnell	350	250	500	35	11	39	2,5	123	40	135	8,7
Langsam	400	300	500	35	11	39	2,5	140	46	154	9,9

Zucchini**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Zucchini**

Gültigkeitsbereich cirka 10 bis 12 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Zucchini, gepflanzt, Sommer und Herbst		Aufwuchs 1200 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 269 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 650 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40	20	—	20		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	5	9	15	25	34	40	39	30	22	16	12	9	6	4			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57			281															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8			29															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	49			252															
Zucchini, gepflanzt, Frühe Kurzkultur		Aufwuchs 1000 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 230 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40					
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	5	9	15	25	34	39	35	27	18	11	6	3					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	57			262															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	8			18															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	49			244															
Zucchini, gesät, Sommer und Herbst		Aufwuchs 1000 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 230 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 500 dt ha ⁻¹																		
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60			
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40	20	—	20		
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	4	8	13	20	26	31	32	28	23	16	11	7	5	3		
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	47			243															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	15			37															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	32			206															

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

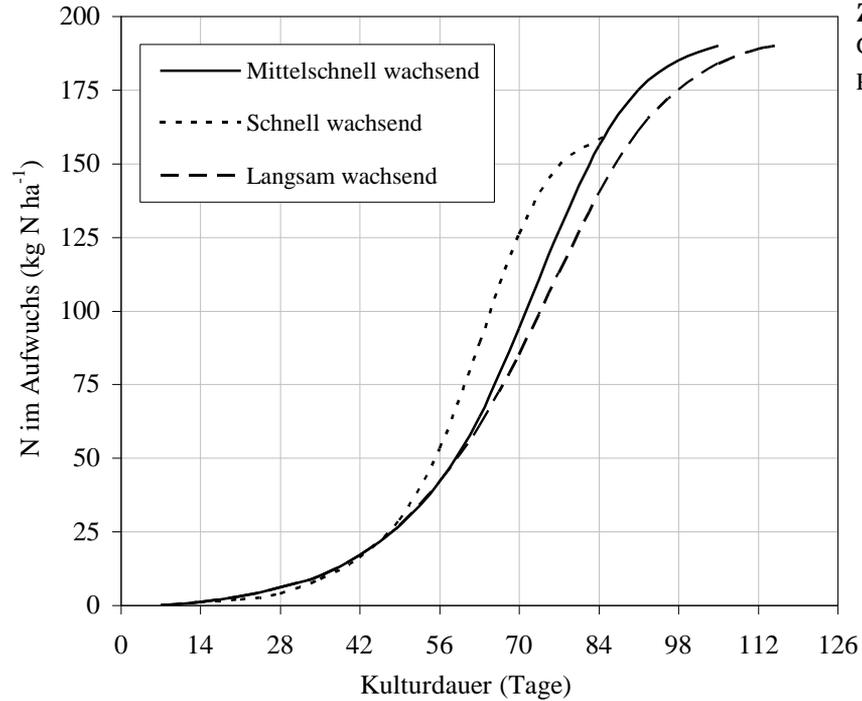
Zucchini	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Gepflanzt								
Sommer, Herbst	112	60	269	20	289	37	252	250
Frühe Kurzkultur	95	60	230	40	270	26	244	240
Gesät								
Sommer, Herbst	119	60	230	20	250	51	199	200

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Zucchini	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Gepflanzt					
Sommer, Herbst	550	0,30	165	83	6
Gepflanzt					
Frühe Kurzkultur	500	0,30	150	75	6
Gesät					
Sommer, Herbst					

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Zucchini	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	dt ha ⁻¹			kg 100 dt ⁻¹			kg ha ⁻¹				
Gepflanzt Sommer, Herbst	650	300	700	16	6,0	20	2,7	104	39	133	17
Gepflanzt Frühe Kurzkultur Gesät, Sommer, Herbst	500	300	700	16	6,0	20	2,7	80	30	102	13

Zuckermais**Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)****Zuckermais**

Gültigkeitsbereich cirka 60 bis 80 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

Zuckermais, Entwicklung mittelschnell		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 190 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	90				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40	20	20						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	4	7	10	15	22	30	33	29	19	10	5							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43				207																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9				38																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34				169																	
Zuckermais, Entwicklung schnell		Aufwuchs 500 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 159 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 170 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60						
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40								
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	1	2	5	7	13	24	36	37	23	10										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	42				197																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9				23																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	33				174																	
Zuckermais, Entwicklung langsam		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 190 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 200 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————						60	90	—————				
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	40	—————												40	20	—————						
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	4	7	10	15	19	24	28	27	21	14	9	5	1					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	43				207																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	9				47																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	34				160																	

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Zuckermais	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Schnell	85	60	159	40	199	32	167	170
Mittelschnell	105	90	190	20	210	47	163	160
Langsam	115	90	190	20	210	56	154	150

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

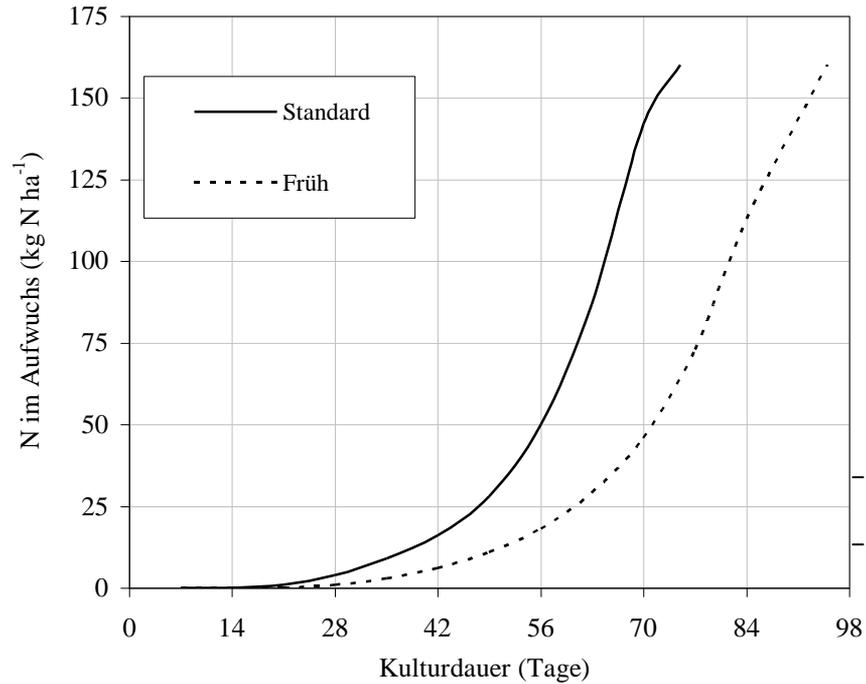
Zuckermais	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge kg N ha ⁻¹	Anrechenbare N-Menge kg N ha ⁻¹	Mineralisierungs- dauer Wochen
Schnell	330	0,30	99	50	14
Mittelschnell und langsam	400	0,30	120	60	14

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Zuckermais	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel	von	bis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	_____	dt ha ⁻¹	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
					kg 100 dt ⁻¹				kg ha ⁻¹		
Schnell	170	120	220	35	16	26	5,8	60	27	45	10
Mittelschnell und langsam	200	150	250	35	16	26	5,8	70	32	53	12

Zwiebel

Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Zwiebel, Bund

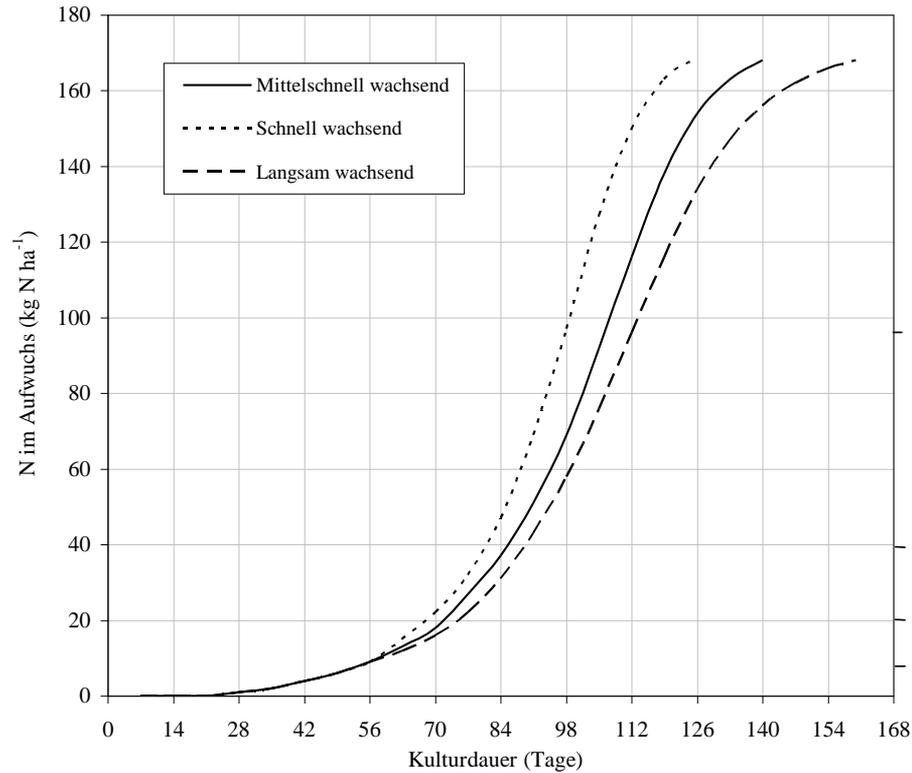
Gültigkeitsbereich circa 1,5 bis 2,0 Mio Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

(Bundzwiebeln mit Zwiebelbildung)

- 14 4. Laubblatt deutlich (> 3 cm) deutlich sichtbar
- 13 3. Laubblatt deutlich (> 3 cm) deutlich sichtbar

Zwiebel, Bund, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 680 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	—————			30										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————						20	50	—————			50									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	3	5	7	13	22	37	60	12											
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	21				209																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	18				3																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	3				206																	
Zwiebel, Bund, Früh		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 160 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 680 dt ha ⁻¹																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	—————			30										
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————						20	50	—————			50									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	0	1	2	3	5	7	11	17	27	40	47									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	23				207																	
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	6				13																	
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	17				194																	

**Zwiebel, Trocken**

Gültigkeitsbereich circa 700 bis 900 Tausend
Pflanzen ha⁻¹

BBCH-Code

16 6. Laubblatt deutlich (> 3 cm) sichtbar
(30 % des zu erwartenden Zwiebel-durchmessers
erreicht Ø > 2,3 cm)

15 5. Laubblatt deutlich (> 3 cm) sichtbar

14 4. Laubblatt deutlich (> 3 cm) sichtbar

13 3. Laubblatt deutlich (> 3 cm) sichtbar

Zwiebel, Trocken, mittelschnell wachsend		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 168 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1 bis 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————										60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————				20	30	—————												30
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	1	2	2	3	4	5	9	10	14	18	23	24	22	16	9	5			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	26				192															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	37				43															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0				149															

Zwiebel, Trocken, schnell wachsend		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 168 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1 bis 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————										60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————				20	30	—————												30
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	2	2	3	6	7	10	15	22	28	30	23	13	5	1					
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	26				192															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	37				30															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0				162															

Zwiebel, Trocken, langsam wachsend		Aufwuchs 750 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 168 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 600 dt ha ⁻¹																			
Kulturwoche		1 bis 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21 bis 23		
Probenahmetiefe	cm	30	—————						30	60	—————										60
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————				20	30	—————												30
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	1	2	2	3	3	4	6	9	12	15	18	20	20	18	13	21			
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	26				192															
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	37				61															
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0				131															

Zwiebel, Bund, Überwinterung		Aufwuchs 600 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 120 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 400 dt ha ⁻¹																			
Mitte August bis November																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	30	—————											30							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————											20							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	4	6	8	7	5	4	2	1	0							
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	60																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	66																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0																			
Ende Februar bis Ende April																					
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Probenahmetiefe	cm	60	—————											60							
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	50	—————											50							
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	5	7	12	17	18	15										
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	130																			
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	14																			
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	116																			

Zwiebel, Trocken, Überwinterung		Aufwuchs 700 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 182 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 450 dt ha ⁻¹																		
Mitte August bis November																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	30	—————												30					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	20	—————												20					
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	0	1	2	3	5	7	6	5	4	2	1	0						
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	56																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	66																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	0																		
Ende Februar bis Anfang Juni																				
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probenahmetiefe	cm	60	—————												60					
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	30	—————												30					
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	0	1	2	3	5	7	9	11	13	20	23	20	18	10	4				
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	176																		
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	35																		
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	141																		

N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Zwiebel	Kultur- dauer Tage	Probe- nahmetiefe cm	N im Auf- wuchs	Mindest- vorrat	Sollwert oM	Minerali- sierung kg N ha ⁻¹	Sollwert mM	Sollwert mM gerundet
Bund								
Standard	75	30	160	50	210	21	189	190
Früh	95	30	160	50	210	19	191	190
Überwinterung								
August bis November		30	40	20	60	66	0	0
Februar bis April		60	80	50	130	14	116	120
Trocken								
Schnell	125	60	168	30	198	67	131	130
Mittelschnell	140	60	168	30	198	80	118	120
Langsam	160	60	168	30	198	98	100	100
Überwinterung								
August bis November		30	36	20	56	66	0	0
Februar bis Juni		60	146	30	176	35	141	140

Stickstofffreisetzung aus Ernterückständen

Zwiebel	Ernterück- stände dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt ⁻¹	N-Menge		Mineralisierungs- dauer Wochen
			_____ kg N ha ⁻¹ _____	Anrechenbare N-Menge	
Bund					
Alle Kulturver- fahren	120	0,20	24	12	4
Überwinterung	200	0,20	40	20	4
Trocken					
Alle Kulturver- fahren	150	0,40	60	30	4
Überwinterung	250	0,40	100	50	4

Nährstoffbilanzen - Feldabfuhrwerte

Zwiebel	Frischmasse			Nährstoffe							
	Mittel _____	von dt ha ⁻¹ _____	bis _____	N _____	P ₂ O ₅ kg 100 dt ⁻¹ _____	K ₂ O _____	MgO _____	N _____	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹ _____	K ₂ O _____	MgO _____
Bund											
Alle Kulturver- fahren	680	400	750	20	6,0	24	3,0	136	41	164	20
Überwinterung	400	300	600	20	6,0	24	3,0	80	24	96	12
Trocken											
Alle Kulturver- fahren	600	450	900	18	8,0	24	2,5	108	48	144	15
Überwinterung	450	300	600	18	8,0	24	2,5	81	36	108	11

N_{min}-Sollwerte für Rhabarber

Joachim Ziegler, Josef Schlaghecken und Carmen Feller

Die N_{min}-Sollwerte für Rhabarber basieren auf Untersuchungen durch das Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz (Neustadt).

In diesen Untersuchungen wurde der Aufwuchs und Nährstoffgehalt von Einzelpflanzen verschieden alter Anlagen zum Zeitpunkt des Erntebeginns, des maximalen Auswuchses (Ende August) und zur Abreife des Krautes im Oktober erfasst. Je Pflanze erfolgte eine Unterteilung in Rhizom, Blattstiele und Blattfläche.

Die Berechnung der N_{min}-Sollwerte (Seite 108) erfolgte für das Pflanzjahr (1. Standjahr) und in den Folgejahren getrennt nach den Zeiträumen bis zur Ernte (Austrieb bis Ernteende) und nach der Ernte (Ernteende bis Eintritt Ruhephase) jeweils für eine Bestandesdichte von 10 000 Pflanzen je ha.

In der Tabelle 1 sind die Basisdaten für die N_{min}-Sollwertberechnung zusammengestellt.

1. Standjahr (Pflanzjahr)

Im 1. Standjahr baut die Rhabarberpflanze ein Rhizom von 1,5 kg Frischmasse auf. Dieser Rhizomaufbau und die Bildung von 3,6 kg oberirdischer Frischmasse (Stangen und Blatt) bis zum Herbst erfordern einen Stickstoffbedarf von 181 kg N ha⁻¹. Unter Einbeziehung der Mineralisierung von 86 kg N ha⁻¹ entsprechend der im Abschnitt – Schätzung der Nettomineralisierung - beschriebenen Methode und einem Mindestvorrat von 30 kg N wird ein Sollwert von 130 kg N ha⁻¹ errechnet. Die Sollwertberechnung für **zwei** Messtermine basiert auf einer anteiligen Frischmassebildung bis ca. sechs Wochen nach der Pflanzung, zu Beginn des kräftigen Durchtreibens. Bis zu diesem Zeitpunkt wird ein Stickstoffbedarf durch die Pflanze in Höhe von 65 kg N je ha angenommen und ein N_{min}-Sollwert von 80 kg N je ha errechnet. Der Sollwert für den Termin im Juni beträgt 100 kg N ha⁻¹.

Ertragsjahre

Beginn des Austriebes bis zum Ernteende

Für die Ernte der Rhabarberstangen im zweiten Standjahr von 200 dt ha⁻¹ und den zusätzlichen, auf dem Feld verbleibenden Blattanteil mit 120 dt ha⁻¹, sind bis zum Ernteende 101 kg N ha⁻¹ bereitzustellen. Dieser Stickstoffbedarf für die Ernte steigt bis zum 4. Standjahr auf 176 kg N ha⁻¹ an und bleibt dann auf diesen Level. Zur Berechnung der Sollwerte für den Zeitraum bis zum Abschluss

der Ernte wurde ein Mindestvorrat von 40 kg N ha^{-1} im 2. Standjahr bzw. 20 kg N ha^{-1} ab dem 3. Standjahr berücksichtigt. Der Sollwert mit Mineralisierung (mM) in den gemüsespezifischen Datentabellen (Seite 108) enthält die durchschnittliche Nettomineralisierung des Bodens und zusätzlich einen Anteil von 20% Stickstoffmineralisierung aus dem Pflanzenmaterial des Vorjahres. Die Pflanzenreste verbleiben auf dem Feld. Ein Teil des enthaltenen Stickstoffs wird bis zur Bodenprobenahme mineralisiert und somit als mineralischer Stickstoff bei der Analyse erfasst. Die Höhe dieses Anteils ist abhängig von den Umgebungsbedingungen (Temperatur und Bodenfeuchte) und dem Zeitpunkt der Probenahme. Da hierfür keine Untersuchungen vorliegen, wurde die zu erwartende Stickstofffreisetzung aus den vorjährigen Pflanzenresten auf 20 % begrenzt. Die errechneten Sollwerte betragen 100 und 120 kg N ha^{-1} für das zweite und dritte Standjahr und 140 kg N ha^{-1} ab dem vierten Standjahr.

Ernteende bis Eintritt Ruhephase

Bei der Sollwertberechnung für den zweiten Entwicklungsabschnitt (Beginn meist Mitte Juni) ist der Stickstoffbedarf für den weiteren Rhizomaufbau zusätzlich zu dem Bedarf für das oberirdische Blattwachstum einzukalkulieren. Im zweiten und dritten Standjahr nimmt das Rhizom um etwa $2,5 \text{ kg}$ je Pflanze zu und ab dem 4. Standjahr nur noch ca. $1,5 \text{ kg}$ pro Jahr. Ab dem 4. Standjahr ist auch mit einem verstärkten Absterben von alten Wurzeln und Rhizomteilen zu rechnen, die dann für die Mineralisierung aus Pflanzenresten zu kalkulieren sind. Der Stickstoffbedarf ist in diesem Entwicklungsabschnitt im 3. Standjahr mit 254 kg N ha^{-1} am höchsten und nimmt dann wieder ab. Der Mindestvorrat zum Abschluss der Vegetation beträgt Null kg N . Der Wert für die Summe aus Mineralisierung des Bodens plus Mineralisierung aus den Ernterückständen bleibt in etwa konstant. Während der Anteil aus Bodenmineralisierung aufgrund der kürzeren Zeit vom Ernteende bis zur Vegetationsruhe abnimmt, steigt der Anteil an der Mineralisierung aus den Ernterückständen. Ausgangspunkt für diese Kalkulation ist das Verbleiben der Ernterückstände auf dem Feld und die Berechnung der Mineralisierung entsprechend dem Abschnitt "N-Mineralisierung aus Ernterückständen und Gründüngung" auf Seite 241. Die errechneten Sollwerte für den Zeitraum nach der Ernte betragen 150 und 170 kg N ha^{-1} für das zweite und dritte Standjahr und 140 kg N ha^{-1} ab dem vierten Standjahr.

Tabelle 1: Datengrundlage zur Berechnung der N_{\min} -Sollwerte für Rhabarber

Standjahr	Aufbau Rhizom		Ertrag (Feldabfuhr)		Blattanteil Ernte		Kraut nach Ernte	
	Masse kg Pfl. ⁻¹	N-Menge g Pfl. ⁻¹						
1.	1,5	6,8	0	0	0	0	3,6	11,3
2.	2,5	11,3	2,0	3,5	1,2	7,8	4,0	12,6
3.	2,5	11,3	3,0	5,3	1,8	11,7	4,5	14,2
ab 4.	1,5	6,8	3,5	6,2	2,1	13,7	5,0	15,8

N_{min}-Sollwerte für Spargel

Peter-J. Paschold

Die neuen N_{min}-Sollwerte für Spargel basieren auf Untersuchungen auf dem Versuchsfeld Ingelheim der Forschungsanstalt Geisenheim, Gefäßversuchen (Lysimeter, Container) sowie auf Praxiserhebungen gemeinsam mit Beratern verschiedener Bundesländer und Literaturanalysen. Die Werte wurden im Arbeitskreis Spargel der Bundesfachgruppe Gemüsebau umfassend diskutiert. Ohne die Unterstützung und das Engagement der in Tabelle 2 genannten Einrichtungen und Personen wäre es nicht möglich gewesen, auf einen derart umfassenden Datenpool zurückgreifen zu können.

Tabelle 2: An den Nährstoffuntersuchungen Spargel beteiligte Partner

Einrichtung	Ansprechpartner
Forschungsanstalt Geisenheim (Koordinierung)	Peter-J. Paschold, Gertrud Hermann, Bettina Artelt
Regierung von Unterfranken, Würzburg	Christine Müller
Landwirtschaftskammer Westfa.-Lippe	Elisabeth Börding
ALLB Freiburg	Hans Pfunder
DLR Neustadt	Joachim Ziegler
AfLuE Pfaffenhofen/Schrobenhausen	Peter Strobl

Warum neue N_{min}-Sollwerte?

Um das höhere Ertragspotential neuer Sorten auszuschöpfen und entsprechende Kronenmasse entwickeln zu können, sind ausreichend hohe Nährstoffangebote notwendig. Der Nährstoffbedarf ist höher als in der Vergangenheit konzipiert. Auch die Bestandesdichten änderten sich sortenspezifisch. Während in der Vergangenheit oft nur 14.000 Pflanzen/ha ausgepflanzt wurden, sind es jetzt bei einigen Sorten 25.000 Pflanzen/ha oder noch mehr. Doch es gibt auch Sorten bei denen 15.000 Pfl./ha ausreichen.

Diese unterschiedlichen Bestandesdichten erfordern in den ersten Anbaujahren ein entsprechend angepasstes Nährstoffangebot. Ausgehend von einheitlichen N_{min}-Sollwerten wäre ein Überangebot bei niedrigen Pflanzenzahlen oder ein Nährstoffmangel bei hohen Bestandesdichten die Folge. Will sich der Anbauer der Forderung nach umweltgerechtem Anbau stellen, so sind auch die Düngermengen entsprechend anzupassen. Ein zu hohes N-Angebot bewirkt eine übermäßige Laubentwicklung, die eher den Ertrag senkt als steigert.

Der Anbau von Spargel erfolgt zunehmend auch auf schwereren Böden mit stärkerer Pflanzenentwicklung, was sich auch auf die Ertragshöhe auswirkt. Insgesamt muss von einem höheren Ertragsniveau als in der Vergangenheit ausgegangen werden, so dass die Nährstoffdabfuhr entsprechend höher ausfällt. Zu Grunde zu legen sind nicht die wesentlich niedrigeren Markterträge, sondern die Roherträge, für die die Pflanze die Nährstoffe benötigt (Tabelle 4). Neben der Feldabfuhr durch den Ertrag ist im Gegensatz zu den meisten Gemüsearten ein Zuschlag für die Nährstoffe zu kalkulieren, die bei der Bildung der Kronen (Wurzeln und Rhizome) in den Anfangsjahren festgelegt werden.

Zudem sind die Bedingungen bei Spargel offensichtlich deutlich differenzierter als bei anderen Gemüsearten. Dem kann man am besten entsprechen, wenn die Nährstoffbilanzen betriebs- und schlagspezifisch kalkuliert werden. Dazu müsste ermittelt werden, welche Kronenmasse und welche Erträge die Pflanzen unter den konkreten Anbaubedingungen bilden. Dieser Aufwand kann jedoch allgemein von den Betrieben nicht geleistet werden, weshalb die neuen N_{\min} -Sollwerte auf der Basis betrieblicher Werte entwickelt wurden.

Diese Sollwerte berechnen sich aus der N-Aufnahme der Kulturpflanze, des erforderlichen Mindestvorrates und der Nettomineralisierung. Letztere beinhaltet die im Boden erfolgende Freisetzung von mineralischem Stickstoff aus dem Bodenumus, aber auch die Verluste durch Auswaschung. Beides sind Größen, die erheblichen witterungsbedingten Schwankungen unterliegen. In einem bestimmten Maße sind sie jedoch in den aktuellen Bodenprobenwerten enthalten.

Die Anwendung der N_{\min} -Sollwerte gewährleistet sowohl die ausreichende Entwicklung der Pflanzen als auch den Schutz der Umwelt, indem überhöhte Gaben vermieden werden. Das gilt, wenn die Bodenprobenahme so kurz wie möglich vor der Düngung erfolgt. N-Gaben vor der Ernte sind für die Ertragsbildung nicht sinnvoll. Der Dünger ist unmittelbar zum Stechende zu applizieren, leicht in den Boden einzuarbeiten oder bei Trockenheit durch Bewässerung in den Wurzelhorizont zu bringen, damit die Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden können.

Neue Sollwerte

Der Stickstoffbedarf von Spargel ist in den ersten Jahren nach der Pflanzung deutlich höher als in den späteren Jahren, da zunächst aus der ca. 100 g schweren Krone ein umfangreiches Wurzelwerk ausgebildet werden muss. Am Ende des 1. Standjahres ist bei durchschnittlichen Anbaubedingungen von einer Kronenmasse (= Rhizom + Wurzeln) von etwa 0,9 kg auszugehen.

Unter Berücksichtigung eines Mindestvorrates von ca. 40 kg N ha⁻¹, einer Nettomineralisierung von 10 kg N /ha und den differenzierten Bestandesdichten ergeben sich daraus für das erste Standjahr Sollwerte zwischen 110 und 140 kg N ha⁻¹ bei der Probenahmetiefe von 60 cm (Tabelle 3).

Tabelle 3: N_{min}-Sollwerte im 1. Standjahr (Probenahmetiefe 60 cm)

Pflanzenabstand m	Bestandesdichte Pflanzen ha ⁻¹	Einlagerung kg N ha ⁻¹	N _{min} -Sollwert
2,0 x 0,33	15.000	82	110
2,0 x 0,25	20.000	108	140

Im Folgejahr steigt die Kronenmasse allgemein auf 2,7 kg. Bei der Kalkulation des Sollwertes muss nun auch noch der Entzug durch den Ertrag berücksichtigt werden, soweit eine Ernte im 2. Standjahr erfolgt. Bei einem Ertrag von 20 dt ha⁻¹ entspricht das lediglich einem Entzug von etwa 5 kg N ha⁻¹, ist also praktisch zu vernachlässigen. Bezogen auf die nachfolgenden Jahre kann dieser Entzug jedoch bis auf etwa 50 kg N ha⁻¹ anwachsen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Mittlerer Nährstoffentzug von Spargel

Ertrag dt ha ⁻¹	N	P ₂ O ₅	K ₂ O kg ha ⁻¹	MgO	CaO
20	5	1,6	4,8	0,3	0,6
40	11	3,4	9,6	0,7	1,1
50	13	4,1	12,0	0,8	1,4
60	16	5,0	14,5	1,2	1,7
80	21	6,6	19,2	1,3	2,2
100	26	8,2	24,0	1,8	2,8
150	39	12,3	37,3	2,7	4,3
200	53	16,4	48,0	3,6	5,7

Analog zum Vorgehen im 1. Standjahr ergeben sich Sollwerte zwischen 130 und 160 kg N ha⁻¹ (Tabelle 5). Da sich diese Werte wegen der tieferen Durchwurzelung auf eine Bodentiefe von 90 cm beziehen, resultieren daraus jedoch oftmals niedrigere Düngergaben als im ersten Standjahr.

Im dritten Standjahr steigt die Kronenmasse je Pflanze auf 4,2 kg. Die N-Nettomineralisierung wurde ab dem 3. Standjahr mit Null angesetzt, da auf den sandigen Böden Verluste durch Niederschläge praktisch nicht auszuschließen sind und die Mineralisierung aus der organischen Düngung vor der

Pflanzung nur noch minimal ist. Für den Mindestvorrat wird analog den Vorjahren 40 kg N ha^{-1} angesetzt.

Vom vierten Standjahr an gibt es keinen bzw. kaum noch Wurzelmassezuwachs. Der Mindestvorrat wird auf 20 kg N ha^{-1} reduziert. Die Verluste und der Zuwachs an Rhizommasse gleichen sich aus. Neu zu berücksichtigen sind jedoch die Verluste aus absterbenden Faser- und Speicherwurzeln. Geht man von $1,0 \text{ kg/Pflanze}$ aus sind von den dabei frei werdenden Nährstoffen 50% als Verluste zu kalkulieren, das entspricht ca. 30 kg N ha^{-1} . Unterschiede zwischen den Bestandesdichten entfallen dabei gänzlich, so dass sich ein einheitlicher Sollwert von 80 kg N ha^{-1} ergibt (Tabelle 5).

Tabelle 5: N_{\min} -Sollwerte ab 2. Standjahr (Probenahmetiefe 90 cm)

Standjahr	Ertrag dt ha^{-1}	Bestandesdichte Pflanzen ha^{-1}	Einlagerung + Entzug kg N ha^{-1}	N_{\min} -Sollwert
2.	20	15.000	99	130
2.	20	≥ 20.000	129	160
3.	80	15.000	98	140
3.	80	≥ 20.000	124	160
ab 4.	100	≥ 15.000	55	80

Anders stellt sich die Situation dar, wenn zunächst unbewässerte Flächen an Standorten mit deutlichem Wasserdefizit neu bewässert werden. Dann kommt es auf diesen Flächen zu Wurzelmassezuwachs. Deshalb ist aber auch nur in diesem Fall ein um 20 kg N ha^{-1} höherer Sollwert notwendig. Noch günstiger als auf der Basis **einer** Bodenprobe lässt sich die Nährstoffversorgung basierend auf **zwei** Probenahmen gewährleisten, denn Versorgungsengpässe in der relativ kurzen Wachstumsperiode von Spargel bewirken häufig Ertrags- und Qualitätsminderungen. Die Empfehlungen dazu zeigt am Beispiel einer Bestandesdichte von 20.000 Pflanzen je Hektar die Tabelle 6.

Tabelle 6: N-Versorgung von Spargel auf der Basis von zwei Bodenproben (KNS)

Stand- jahr	Tiefe	1. Sollwert			2. Sollwert		
		Probe- nahme	15000 Pflanzen ha ⁻¹	≥20000 Pflanzen ha ⁻¹	Probe- nahme	15000 Pflanzen ha ⁻¹	≥20000 Pflanzen ha ⁻¹
	cm	Zeitpunkt	kg N ha ⁻¹		Zeitpunkt	kg N ha ⁻¹	
1.	0 - 60	Beginn Austrieb	70	80	M.- E. Juni	100	120
2.	0 - 90	1 Woche	80	90	6 Wochen	110	130
3.	0 - 90	vor	110	120	nach	100	110
ab 4.	0 - 90	Stechende	80	80	Stechende	80	80

Fazit

Noch besser als nach N_{\min} -Sollwerten zu düngen, ist die Ermittlung des Nährstoffbedarfs auf der Basis der eigenbetrieblichen Daten. Bei großen Beständen ist dies ökologisch und pflanzenbaulich besser.

Schwach entwickelte Bestände werden durch ein Überangebot an Stickstoff nicht verbessert, wenn nicht N-Mangel die Ursache der Fehlentwicklung war.

In die Nährstoffbilanzen sind alle Nährstoffquellen einzubeziehen, also auch die organischen Dünger. Eine sachgerechte objektiv begründete Berechnung des Nährstoffbedarfs reduziert oftmals den Mineraldüngereinsatz im Vergleich zu den alten Sollwerten, bezogen auf die gesamte Standzeit.

Durch den Einsatz von ENTEC und die objektiv gesteuerte Bewässerung wird die Effizienz des N-Einsatzes weiter verbessert. Die Pflanzen entwickeln sich kräftiger und nehmen damit mehr Stickstoff auf. Dieser steht durch verminderte Verlagerung und verbesserte Mineralisierung ohne zusätzliche Dünger ausreichend zur Verfügung. Pflanzenbaulich und ökologisch stellt die Düngung in Verbindung mit Tropfbewässerung (Fertigation) die optimale Pflanzenernährung dar.

Schätzhilfen für die Berechnung der notwendigen N-Düngung

Josef Schlaghecken

Schätzung der N-Aufnahme

Die Berechnung von kulturbegleitenden Nmin-Sollwerten an Kopfdüngungsterminen erfordert eine Schätzung, wie viel Stickstoff die Pflanzen bis zum Kulturende noch aufnehmen werden. Je länger eine Kultur dauert und je öfter es durch hohe Niederschläge zu Nitratverlagerung kommt, desto interessanter ist es, die nötige Düngermenge in mehreren Gaben auszubringen bzw. eine Kopfdüngung vorzunehmen. In den gemüseartspezifischen Daten ist der durchschnittliche Verlauf der N-Aufnahme in Abhängigkeit von der Kulturdauer tabelliert. Soll z.B. beim Sommerblumenkohl Ende der 4. Woche nach der Pflanzung eine Kopfdüngung erfolgen, so kann man der Tabelle entnehmen, dass vermutlich schon 34 kg N ha^{-1} aufgenommen wurden. Diese Methode ist relativ einfach und hat sich deshalb in der Praxis bewährt.

In Einzelfällen kann es jedoch

- durch außergewöhnliche Witterung,
- bei sehr großen Sortenunterschieden z.B. bei Weißkohl,
- bei größeren oder kleineren Jungpflanzen,
- bei stark abweichenden Bestandesdichten

zu erheblichen Abweichungen vom durchschnittlichen Verlauf kommen. Diese Abweichungen bei der Schätzung des Stickstoffaufnahmeverlaufs führen zu fehlerhaften Kopfdüngungsempfehlungen.

Die Bestimmung des Pflanzengewichts oder die Bonitur des Wachstumsstadiums auf dem Feld können dabei helfen, die vom Bestand aufgenommene N-Menge abzuschätzen und damit die Genauigkeit von Kopfdüngungsempfehlungen zu verbessern.

Schätzung der N-Aufnahme mit Hilfe des Pflanzengewichts

Über das Pflanzengewicht die aufgenommene N-Menge berechnen

Um in diesem Bereich genauer zu werden, bietet sich die Gewichtsmethode an. Mit einer Federwaage z.B. lässt sich mühelos das Pflanzengewicht ermitteln und die aufgenommene N-Menge viel genauer ausrechnen.

Je nach Exaktheitsanspruch wird man mindestens vier repräsentative Pflanzen abschneiden und wiegen.

Tabelle 7 Beispiel eines Rechengangs für Blumenkohl

mittleres Pflanzengewicht (gewogen):	520 Gramm
Pflanzenabstand:	62 x 50 cm
Bestandesdichte:	32 000 Pflanzen ha ⁻¹
Frischmasse: (32.000 x 0,52 kg)	16 640 kg
N-Gehalt in der Frischmasse (Tabelle 8)	0,005 N kg je kg FM
bisher aufgenommenes N je ha: (16.640 :1000 x3)	83 kg N ha⁻¹

Beträgt das mittlere Pflanzengewicht 520 g bei einem Pflanzenabstand von 62 cm x 50 cm, so stehen je ha 32.000 Pflanzen mit einer Frischmasse von 16.640 kg. Berücksichtigt man dazu den üblichen N-Gehalt in der jungen Blumenkohl-Frischmasse von 0,005 kg N je kg Frischmasse, so ergibt sich, dass je ha schon 83 kg N ha⁻¹ (16.640 x 0,005) aufgenommen wurden.

Beträgt die N-Aufnahme für ein Hektar Blumenkohl standardgemäß z.B. 250 kg N und wurden schon rund 80 kg N aufgenommen, so sind noch

$$250 \text{ kg N} - 80 \text{ kg N} = 170 \text{ kg N}$$

anzubieten. Die noch benötigte N-Menge plus dem N-Mindestangebot zum Kulturrende von z.B. 40 kg ergibt zusammen einen Sollwert von 210 kg zum Zeitpunkt der Kopfdüngung. Liegt eine aktuelle N_{min}-Messung von z.B. 100 kg N ha⁻¹ vor, so ist noch

$$210 \text{ kg N ha}^{-1} - 100 \text{ kg N ha}^{-1} = 110 \text{ kg N ha}^{-1}$$

zu düngen.

Tabelle 8 N-Gehalt von Gemüsepflanzen zum Kopfdüngungstermin

kg N (kg Frischmasse) ⁻¹			
0,005	0,004	0,003	
Blumenkohl	Rote Rüben	Dill	Blattsalate
Brokkoli	Rotkohl	Möhre	Chicoree
Feldsalat	Weißkohl	Porree	Zwiebel
Grünkohl	Sellerie	Radies	Endivie
Petersilie	Spinat	Rettich	Radicchio
Rosenkohl	Knollenfenchel	Kopfsalat	Romana
Schnittlauch	Kohlrabi	Eissalat	
Wirsingkohl			

Schätzung der N-Aufnahme mit Hilfe von Wachstumsstadien gemäß BBCH-Skala

Carmen Feller und Matthias Fink ¹

Definition von Wachstumsstadien

Zur Einteilung in Wachstums- und Entwicklungsstadien wurden die kulturspezifischen Beschreibungen (Feller et al., 1995) genutzt. Diese basieren auf einem für alle mono- und dikotylen Kulturpflanzen einheitlichen Codierungssystem, welches als "Erweiterte Allgemeine BBCH-Skala" von (Hack et al., 1992) veröffentlicht wurde. Die Abkürzung BBCH gibt die an der Entwicklung der Skala beteiligten Institutionen wieder (B Biologische Bundesanstalt, B Bundessortenamt, A AgrarC Chemische Industrie).

Mittels der BBCH-Skala können Wachstums- und Entwicklungsstadien von Pflanzen mit einem zweistelligen Code beschrieben werden. Die erste Ziffer des Codes bezeichnet das so genannte Makrostadium, die zweite dient zur Unterteilung der Makrostadien in so genannte Mikrostadien.

Für die hier beispielhaft vorgestellte Gemüseart Kohlrabi sind die Makrostadien 1 - Blattentwicklung - und 4 - Entwicklung vegetativer Pflanzenteile (Erntegut) - relevant. Im Makrostadium 1 erfolgt die Beschreibung der Mikrostadien indem die Blätter in der Reihenfolge ihres Erscheinens gezählt werden. Im Makrostadium 4 wird das Wachstum der Knolle durch Bestimmung des Knollendurchmessers beschrieben (Tabelle 9). Die Definition " ... % des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht" ermöglicht in Abhängigkeit vom Verwendungszweck sowie art- und sortentypischer Besonderheiten eine allgemeine Verwendbarkeit der Skala. Die konkrete Anwendung erfordert dann eine Zuordnung von Größenangaben.

In der vorliegenden Arbeit wurde für Kohlrabi zur Vermarktung mit Laub ein Knollendurchmesser von 10 cm als typische Größe festgelegt. Daraus ergeben sich die in Tabelle 9 aufgeführten Knollendurchmesser zur Einteilung der Mikrostadien.

¹ Quelle: Feller, C. und Fink, M. 1997, Beschreibung des Verlaufs der Stickstoffaufnahme von Kohlrabi (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *gongylodes* L.) mit Hilfe von Wachstumsstadien und eines empirischen Wachstumsmodells, Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 160, 589-594.

Tabelle 9 Beschreibung der Wachstumsstadien von Kohlrabi

BBCH-Code	Beschreibung	Durchmesser der Knolle cm
1	Blattentwicklung	
10	Keimblätter voll entfaltet; Laubblattansatz sichtbar	
11	1. Laubblatt entfaltet	
12	2. Laubblatt entfaltet	
1.	fortlaufend bis	
18	8. Laubblatt entfaltet	
19	9. und mehr Laubblätter entfaltet	
4	Entwicklung vegetativer Pflanzenteile (Erntegut)	
41	Beginn des Dickenwachstums der Knolle	
42	20 % des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht	2
43	30 % des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht	3
4.	fortlaufend bis	
48	80 % des zu erwartenden Knollendurchmessers erreicht	8
49	typische Form und Größe der Knolle erreicht	>9

In den Versuchen erfolgte die Einteilung in Entwicklungsstadien an den wöchentlich entnommenen Pflanzenproben. In allen Versuchen wurde der N_{\min} -Sollwert von 200 kg N ha^{-1} in der Bodenschicht 0 bis 30 cm eingestellt. Eine detaillierte Versuchsbeschreibung findet sich bei (Feller and Fink., 1997)

Versuchsergebnisse

Im Mittel aller Datensätze nimmt die aufgenommene Stickstoffmenge bis zur 8. Kulturwoche kontinuierlich zu (Abbildung 4). Die Spannweite ist mit 188 kg N ha^{-1} in der 6. Kulturwoche am größten.

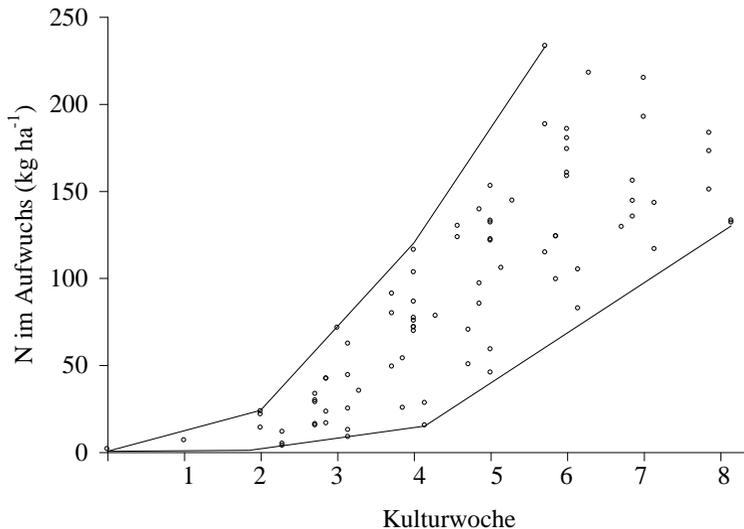


Abbildung 4 Stickstoffaufnahme von Kohlrabi in Abhängigkeit von der Zeit nach der Pflanzung

Schätzung der aufgenommenen N-Menge mit Hilfe der BBCH-Skala

Die Knollenbildung von Kohlrabi beginnt in Abhängigkeit vom Pflanztermin und der Größe der Jungpflanzen 7 bis 16 Tage nach der Pflanzung. Für die Beschreibung der aufgenommenen N-Menge in Abhängigkeit vom Wachstumsstadium ist die Beschreibung des Knollenwachstums (Makrostadium 4) ausreichend, da im Makrostadium 1 weniger als 10 kg N ha^{-1} aufgenommen werden (Tabelle 10).

In den Stadien 13 bis 49 gab es hinsichtlich der Stickstoffgehalte je Einzelpflanze keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Bestandesdichten, d.h. dass das Schätzverfahren auch für unterschiedliche Bestandesdichten angewandt werden kann. In den Stadien 41 bis 43, d.h. an den praxisüblichen Kopfdüngungsterminen, betragen die Spannweiten höchstens 36 kg N ha^{-1} . Die relativen Spannweiten sind um mehr als 100 % kleiner als bei einer Darstellung in Abhängigkeit von der Zeit nach der Pflanzung.

Die nach der BBCH-Skala geschätzten N-Mengen waren hoch mit den gemessenen Werten korreliert ($r=0,97$). Die Schätzwerte zeigten keine systematischen Abweichungen von den Messwerten (Regressionskoeffizient $a_1 = 0,97$, Abbildung 5).

Tabelle 10 Frischmasse und N in der Frischmasse von Kohlrabi in Abhängigkeit vom Wachstumsstadium

BBCH- Code	Knollen- durchmesser	N-Menge in der Frischmasse	N-Aufnahme *)	
			133 000 Pflanzen ha ⁻¹	160 000 Pflanzen ha ⁻¹
	cm	g N Pflanze ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
13		0,01	1	2
15		0,03	4	5
41	1	0,11	15	18
42	2	0,24	32	38
43	3	0,43	57	69
44	4	0,54	72	86
45	5	0,72	96	115
46	6	0,91	121	146
47	7	1,00	133	160
48	8	1,25	166	200
49	9	1,40	186	224

*) N-Aufnahme = g N Pflanze⁻¹ x Bestandesdichte

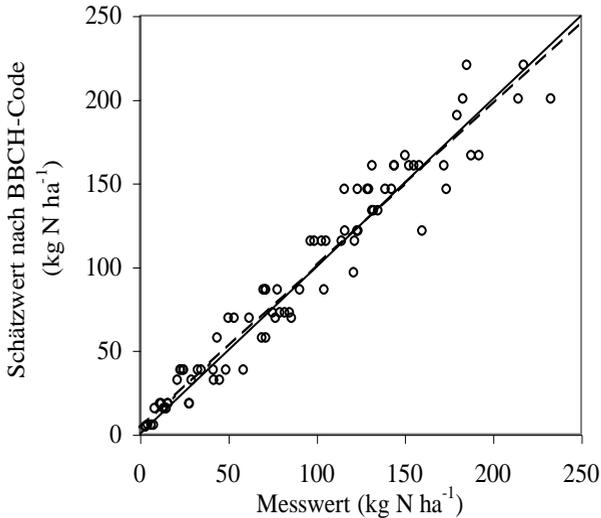


Abbildung 5 Nach der BBCH-Skala geschätzte Stickstoffmenge im Aufwuchs von Kohlrabi in Abhängigkeit von den gemessenen Werten

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse von Feldversuche bestätigen die Hinweise aus der Literatur, dass die Zeitverläufe der N-Aufnahme eine erhebliche Variabilität aufweisen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Variabilität besonders groß ist, wenn eine Art in Sätzen über das ganze Jahr angebaut wird.

Zum Beispiel kann eine Kohlrabipflanzung zwischen Anfang März und Mitte August erfolgen. Darüber hinaus variieren die Empfehlungen zur Bestandesdichte von 100 000 bis 160 000 Pflanzen ha^{-1} und die Ernte für den Frischmarkt wird bei Knollendurchmessern zwischen 7 und 10 cm durchgeführt. Da alle oben genannten Einflussgrößen den Zeitverlauf der N-Aufnahme bestimmen, ist es - nicht nur für Kohlrabi, sondern für alle Arten - zu empfehlen, vor einer Kopfdüngung das Wachstumsstadium auf dem Feld zu bonitieren und die in den Abbildungen der gemüseartspezifischen Daten angegebenen BBCH-Codes zur Schätzung der N-Aufnahme zu verwenden.

N-Mineralisierung aus Ernterückständen und Gründüngung

Matthias Fink, Carmen Feller, Hermann Laber, Hans-Christoph Scharpf, Ulrike Weier, Achim Maync, Joachim Ziegler, Josef Schlaghecken, Peter-J. Paschold und Klaus Strohmeyer

Voraussetzung für die Anrechnung von N aus Ernterückständen ist, dass die Rückstände gleichmäßig auf dem Feld verteilt sind. Auch die Art der Einarbeitung hat Einfluss darauf, wie viel des in den Ernterückständen enthaltenen Stickstoffs für die Folgekultur verfügbar wird (eingefräst 70 %, eingepflügt 50%, gemulcht 40 %, (Scharpf and Schrage., 1988)).

Die in den gemüseartspezifischen Daten angegebenen Ernterückstandsmengen und die anrechenbaren N-Mengen (50 % der gesamten N-Menge) gelten für die Einarbeitung nach einer praxisüblichen Aberntung.

Die N-Mineralisierung ist auch temperaturabhängig. Die angegebenen Werte gelten für den Zeitraum von Mai bis September.

Erfolgt eine Einarbeitung unter ungünstigen Bodenbedingungen (Boden vernässt oder verdichtet) oder von sehr großen Mengen (geringer Aberntungsgrad), ist es sehr wahrscheinlich, dass eine große N-Menge denitrifiziert wird und gasförmig verloren geht. Unter diesen Bedingungen sollten höchstens 40 % der gesamten N-Menge für die Düngung der Folgekultur angerechnet werden.

N-Zufuhr durch das Beregnungswasser

Josef Schlaghecken

Tabelle 11 N-Zufuhr durch das Beregnungswasser

Wasser- menge	Nitratgehalt des Beregnungswassers mg NO ₃ Liter ⁻¹					
	50	100	150	200	250	300
mm	N-Zufuhr durch das Beregnungswasser kg N ha ⁻¹					
20					11	14
40			14	18	23	27
60		14	20	27	33	41
80		18	27	36	45	54
100	11	23	33	45	56	68
120	13	28	40	54	67	82
140	15	32	46	63	78	95
160	18	37	53	72	90	109
180	20	41	59	81	111	122
200	23	45	68	90	113	135
220	24	51	73	99	123	150
240	26	55	79	108	134	163
260	29	60	86	117	146	177
280	31	64	92	126	157	190
300	33	69	99	135	168	204
500	56	113	169	225	281	338
800	90	180	270	360	450	510

Ein Ablesebeispiel verdeutlicht die Bedeutung des Nitrats im Beregnungswasser.

In der Praxis können Brunnen mit einem Nitratgehalt von 300 mg NO₃ Liter⁻¹ vorkommen. Berechnet man mit Wasser aus diesen Brunnen einen Kopfsalatbestand mit 140 mm, dann stehen über das Beregnungswasser 95 kg N ha⁻¹ zur Verfügung.

N_{min}-Vorrat im Frühjahr

Hans-Christoph Scharpf

Für den Fall, dass es nicht möglich ist, im Frühjahr den N_{min}-Vorrat des Bodens zu messen, ist es empfehlenswert einen Schätzwert zu verwenden, der aus der Bodenart, der letzten Kultur im Herbst und den Winterniederschlägen ermittelt wird.

Besonders niedrige Werte (20 kg N ha⁻¹) sind auf Sandböden mit mittleren bis hohen Niederschlägen zu erwarten. Demgegenüber kann man mit bis zu 200 kg N ha⁻¹ in 0 bis 60 cm Bodentiefe z.B. auf Lehmböden mit Spätkohl als Vorkultur und geringen Winterniederschlägen rechnen.

Die Schätzdaten beruhen auf Mittelwerten aus einer Vielzahl von Messungen. Im Einzelfall können wegen der Vielfalt der Einflussgrößen und der großen Abstufungen erhebliche Abweichungen auftreten. Ein bedeutender Schätzfehler würde sich ergeben, wenn durch übermäßige Düngung der N_{min}-Rest der letzten Kultur im Herbst das notwendige Maß wesentlich überschreitet.

Die im Schätzrahmen (Tabelle 12) angegebenen Werte beziehen sich auf eine Bodenschicht von 0 bis 60 cm Tiefe. Werden flachwurzelnnde Arten angebaut (gemüseartsspezifische Daten), so vermindert sich der nutzbare N_{min}-Vorrat um mindestens 50 %. Bei Pflanzenarten mit 90 cm Durchwurzelungstiefe können ca. um 50 % höhere Werte angenommen werden.

Tabelle 12 Schätzrahmen für den N_{\min} -Vorrat zu Beginn der Vegetationsperiode in 0 bis 60 cm Bodentiefe in Abhängigkeit von Bodenart, Vorkultur im letzten Herbst und der Niederschlagsmenge von November bis März

Bodenart	Ernterückstände	Niederschlag	N_{\min} -Vorrat
		mm	kg N ha ⁻¹
Sand	wenig*	100	30
		200	20
		300	20
	viel*	100	50
		200	30
		300	20
Lehmiger Sand	wenig	100	80
		200	30
		300	20
	viel	100	150
		200	100
		300	50
Lehm	wenig	100	130
		200	80
		300	30
	viel	100	200
		200	150
		300	100

*viel = nicht oder gering beerntete Felder und normal geernteter Rosenkohl, Blumenkohl, Brokkoli, Kopfkohl;

*wenig = alle anderen Gemüsearten

Ertragseinbußen bei suboptimaler N-Versorgung

Ulrike Weier und Hans-Christoph Scharpf

Die Nitratauswaschung aus gemüsebaulich genutzten Böden wird im Zuge der Diskussion um den Schutz des Grundwassers stark angegriffen. Dabei wird teilweise gefordert, die Auswaschung unter den Wert, der bei "ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung" auftritt, abzusenken.

Bei der dafür notwendigen Verringerung der N-Düngung unter das ökonomische Optimum stellt sich die Frage nach auftretenden Ertragseinbußen.

Wo liegt die Grenze zwischen Optimum und Mangel?

Um dieser Frage nachzugehen, wurden die Ergebnisse von Stickstoff-Düngungsversuchen der LVG Hannover-Ahlem (angelegt mit dem Ziel der N-Sollermittlung) aus den Jahren 1980 bis 1988 analysiert.

Dabei wurden die Erträge der Einzelversuche in Prozent umgerechnet, um diese Ergebnisse verschiedener Versuche bzw. Jahre miteinander vergleichen zu können. Der Ertragsverlauf, wurde nach dem von (Alt., 1985) vorgeschlagenen Linear-response-ähnlichen-Modell berechnet. Bei dieser Methode wird der gesamte Bereich in zwei Abschnitte zerlegt, und zwar in einen, bei dem der Ertrag mit zunehmendem N-Angebot ansteigt, und in ein Plateau bzw. einen Höchstertragsbereich zwischen 95 und 98 %.

Das wirtschaftliche Optimum des Gesamt-N-Angebotes (N_{\min} -Vorrat des Bodens + N-Düngung) liegt am linken Rand des Höchstertragsbereiches (siehe z.B. Abbildung 6). Dieser Punkt entspricht auch der herkömmlichen Definition von "ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung".

Eine Überschreitung dieses N-Angebotes führt nicht zu Mehrerträgen, erhöht jedoch in den meisten Fällen den zum Erntetermin im Boden zurückzubehaltenden N_{\min} -Rest sowie den Nitratgehalt in der Pflanze und ist damit sowohl ökologisch als auch ökonomisch nicht sinnvoll. Bei einem Unterschreiten dieser Grenze muss mit mehr oder weniger starken Ertragseinbußen gerechnet werden.

Wie aus den Abbildungen für die Gemüsearten Blumenkohl, Kopfsalat, Porree, Rote Rübe, Spinat und Weißkohl ersichtlich ist, gibt es eine gute Übereinstimmung zwischen den nach dem genannten Verfahren berechneten Grenzwerten (= linker Punkt des Höchstertragsbereiches) und den in den gemüseartspezifischen Daten dargestellten N_{\min} -Sollwerten.

Schwierigkeiten bereitet die Berechnung, wenn – wie in den Abbildungen für Brokkoli, Eissalat, Möhren, Rosenkohl und Wirsing angegeben – im Mangelbereich zu wenig Versuchsergebnisse vorliegen. Dort tritt zwar ein

Ertragsabfall auf, er lässt sich aber wegen der geringen Anzahl Daten nicht genau erfassen.

Bei manchen Gemüsearten, so z.B. für Feldsalat und Sellerie, wurde in unseren Düngungsversuchen der Mangelbereich gar nicht erreicht. Offensichtlich reagieren diese Arten nur schwach auf eine Verringerung des Stickstoffangebotes.

Wie groß sind die Ertragseinbußen bei suboptimaler N-Versorgung?

Um die Reaktion verschiedener Gemüsearten auf suboptimale N-Versorgung vergleichen zu können, gehen wir von einem Angebot aus, das 20 % unter dem derzeit gültigen N_{\min} -Sollwert (gemüseartspezifische Daten) liegt.

Die Gemüsearten können bezüglich ihrer Reaktion auf suboptimale Stickstoffversorgung in verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

1. Keine oder nur geringe Reaktion auf suboptimale N-Versorgung. Dazu gehören z.B. Feldsalat, Möhren, Rosenkohl, Sellerie.
2. Ertragsabfall von ca. 98 % im Höchstertragsbereich auf ca. 85 bis 90 %. Dazu gehören z.B. Blumenkohl, Brokkoli, Eissalat, Kopfsalat, Porree.
3. Stärkere Ertragseinbußen
 - a) bei Arten, deren Sollwert bereits wegen zu hoher Nitratgehalte im Erntegut bzw. N_{\min} -Reste im Boden nach der Ernte reduziert wurde. Dazu gehören z.B. Rote Rübe, Weißkohl, Wirsing
 - b) bei Arten, die den Höchstertrag nur erreichen, wenn im Boden bis zum Erntetag hohe Nitratmengen enthalten sind. Dazu gehört z.B. Spinat.

Im Zusammenhang mit den genannten Versuchsdaten muss hier gesagt werden, dass bei der Betrachtung des Ertrages die Beeinflussung der Qualität durch suboptimale N-Versorgung nicht außer Acht gelassen werden darf. So wird beispielsweise bei Blumenkohl neben dem hier benutzten Blumengewicht auch die Größensortierung negativ beeinflusst, was bei einem Überangebot zu Unverkäuflichkeit führen kann. Da diese Auswirkungen sehr schwer quantifizierbar sind, wurden sie bisher nicht in die Kalkulation einbezogen.

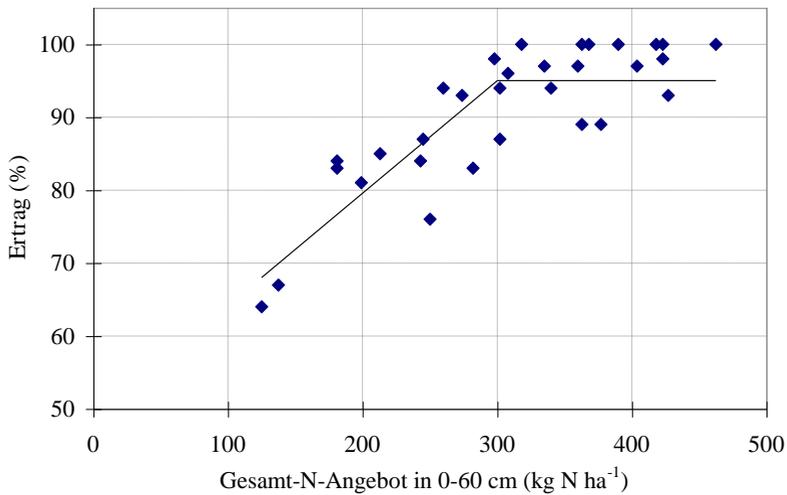


Abbildung 6 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Blumenkohl (7 Versuche in 5 Jahren)

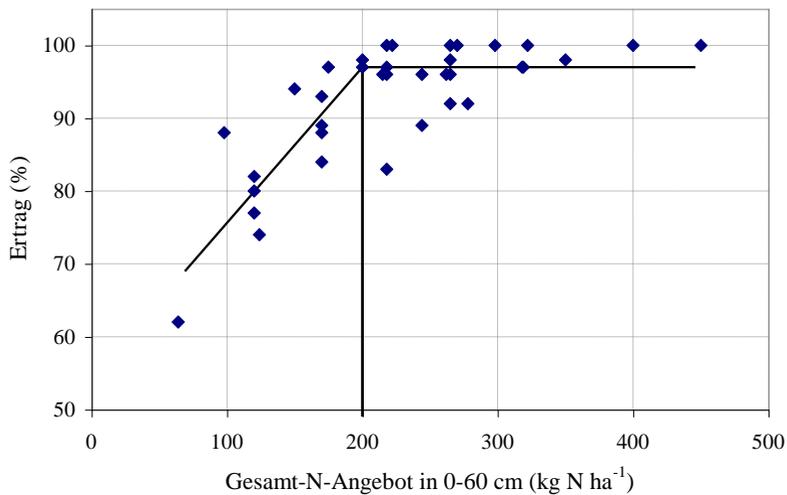


Abbildung 7 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Porree (5 Versuche in 4 Jahren)

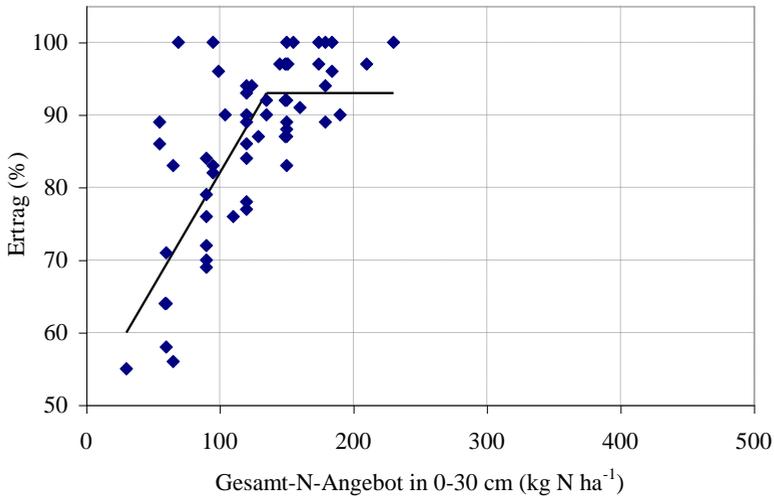


Abbildung 8 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Kopfsalat (8 Versuche in 6 Jahren)

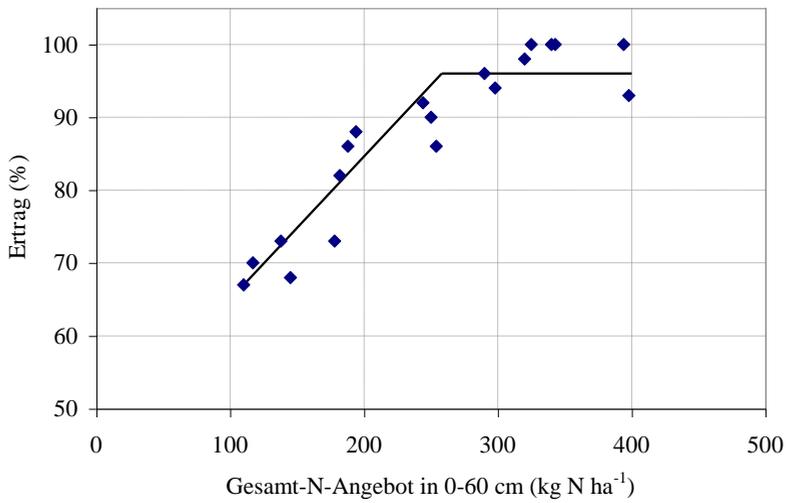
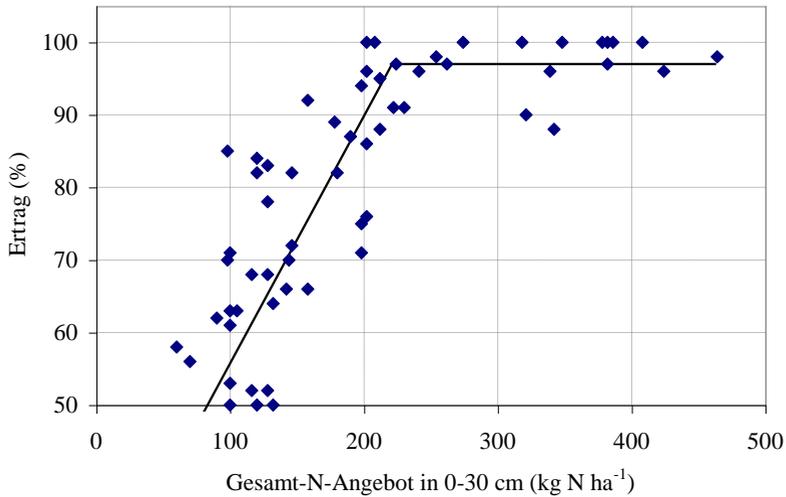
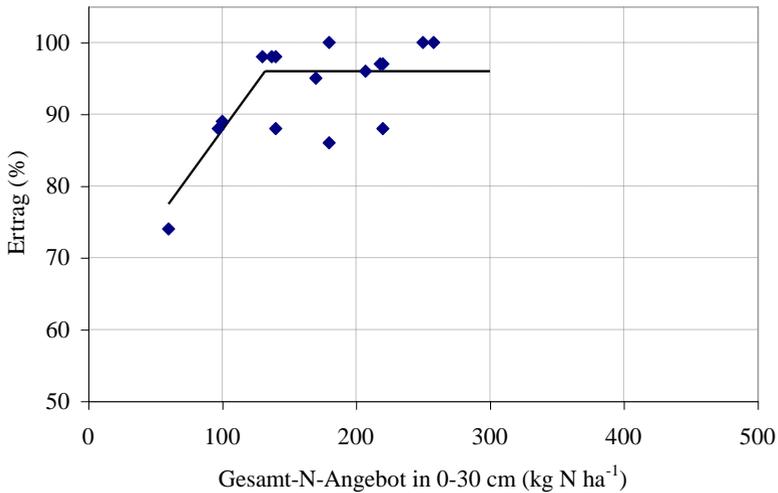


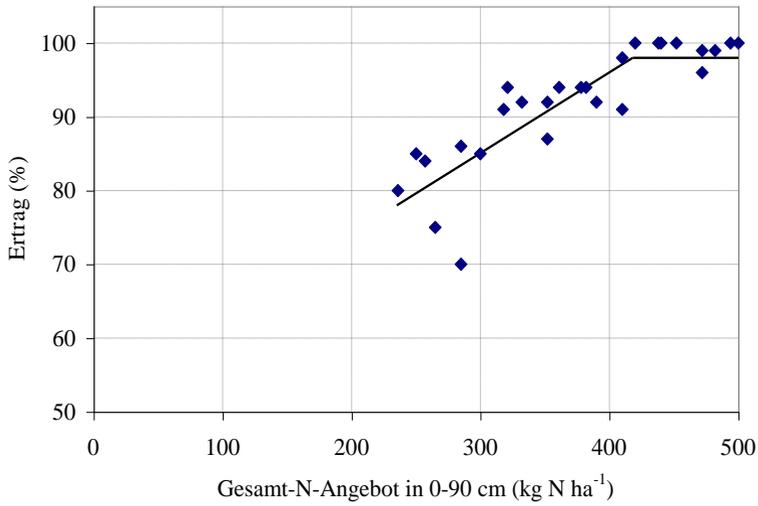
Abbildung 9 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Roten Rüben (4 Versuche in 2 Jahren)



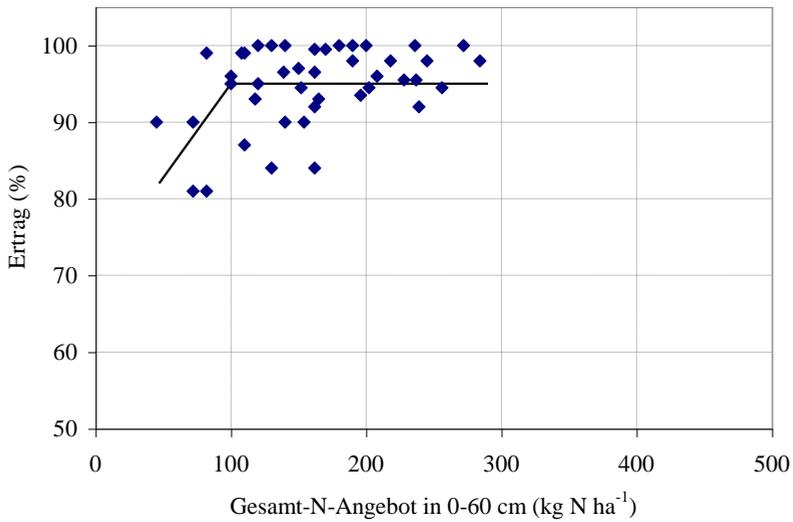
**Abbildung 10 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Spinat
(verändert nach TITULAER et al. 1982)**



**Abbildung 11 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Eissalat
(4 Versuche in 2 Jahren)**



**Abbildung 12 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Weißkohl
(6 Versuche in 3 Jahren)**



**Abbildung 13 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Möhren
(6 Versuche in 3 Jahren)**

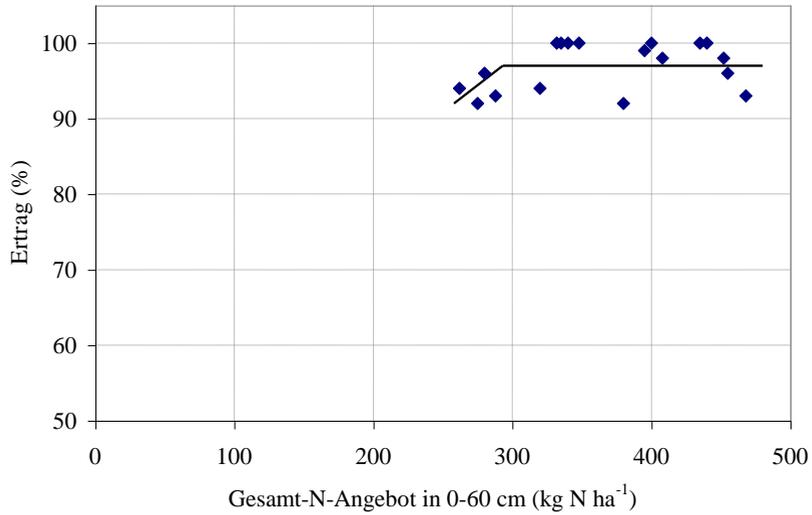


Abbildung 14 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Brokkoli (5 Versuche in 3 Jahren)

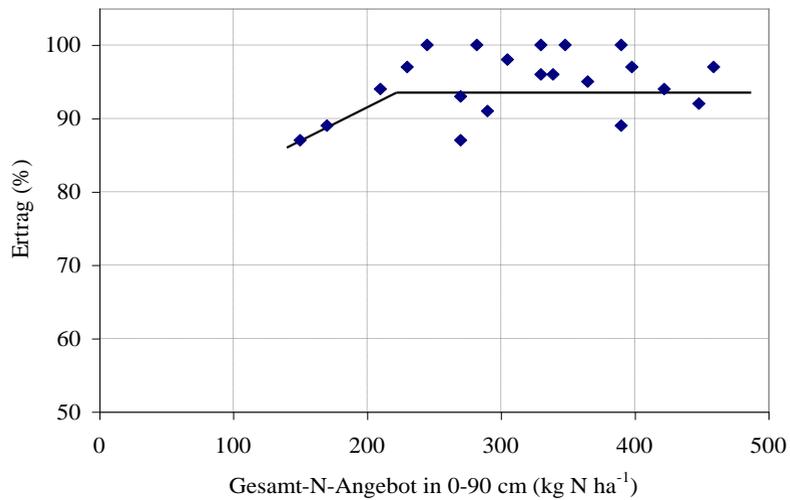


Abbildung 15 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Rosenkohl (5 Versuche in 3 Jahren)

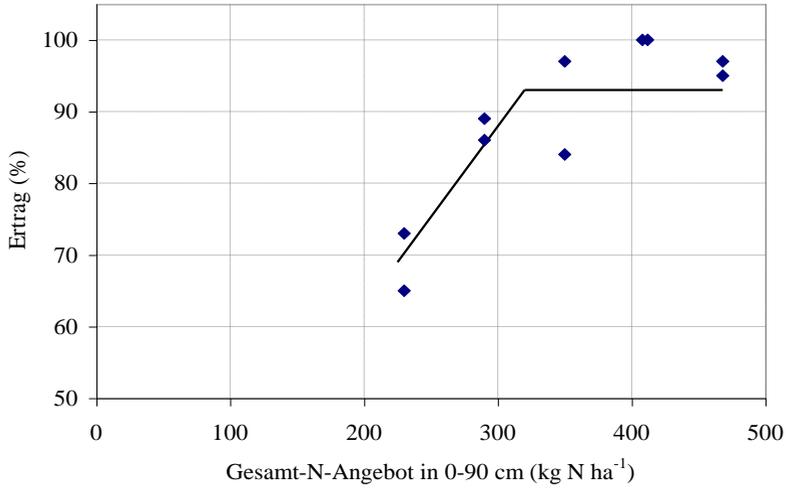


Abbildung 16 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Wirsing (2 Versuche in 1 Jahr)

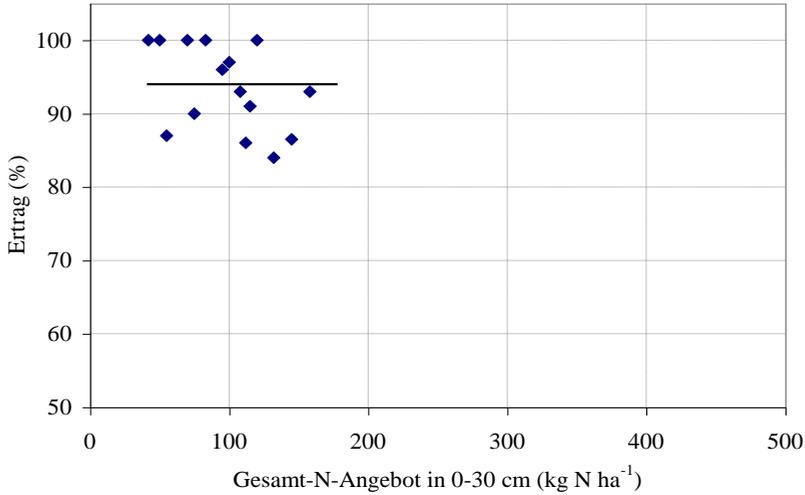
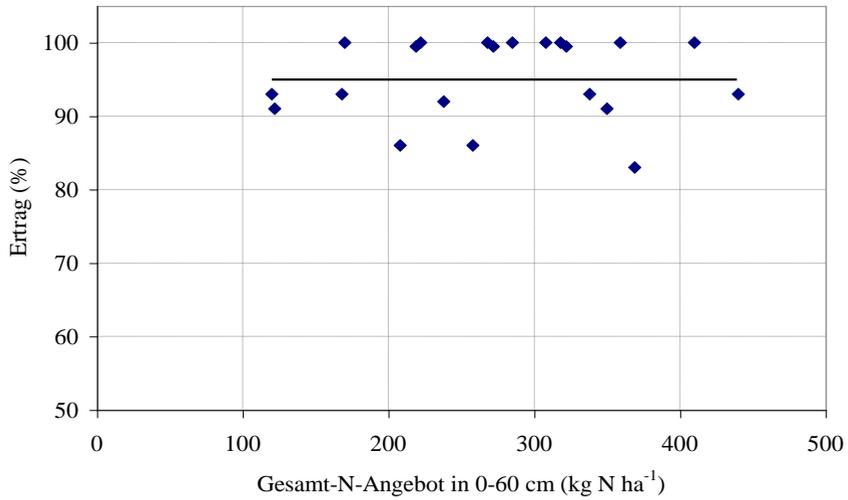


Abbildung 17 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Feldsalat (4 Versuche in 2 Jahren)



**Abbildung 18 Einfluss des N-Angebots auf den Ertrag von Sellerie
(5 Versuche in 3 Jahren)**

P-, K- und Mg-Düngung

Matthias Fink und Carmen Feller

Bei der Diskussion zur Düngung im Freilandgemüsebau stand in den vergangenen Jahren die Stickstoffdüngung im Vordergrund. Dass auch die Düngestrategie für P, K, und Mg mehr Aufmerksamkeit verdient, zeigen z. B. die Untersuchungen von (Alt., 1988), der auf gemüsebaulich genutzten Feldern in mehr als 55 % der untersuchten Fälle P-Gehalte im Boden nachwies, die erheblich über den anzustrebenden Gehalten lagen.

Ursachen für die überhöhten Gehalte sind nach Scharpf und Weier (1990) unter anderem: eine Düngung ohne Berücksichtigung von Bodenanalysen, die Verwendung von Volldüngern mit zu hohem P- oder K- Gehalt, die Nichtbeachtung der durch organische Düngung zugeführten Nährstoffe und die Überschätzung der mit dem Erntegut tatsächlich vom Feld abgefahrenen Nährstoffe.

Auswertungen von langjährigen statischen Düngungsversuchen mit vielen Gemüsearten (siehe z.B. (Alt et al., 1998), (Weier., 1997)) zeigen, dass eine Düngung mit P, K und Mg keinen Mehrertrag ergibt, solange der Boden ausreichende Gehalte an den jeweiligen Nährstoffen aufweist. Dies wirft die Frage auf, welcher Nährstoffgehalt des Bodens als "ausreichend" zu definieren ist. Antwort auf diese Frage geben in der Regel Versuche, in denen der Zusammenhang zwischen Bodenanalysen und Pflanzenerträgen ermittelt wird.

Problematisch ist jedoch, dass es für P, K und Mg kein Bodenanalyseverfahren gibt, mit dem man eine für alle Standorte gleichermaßen zutreffende Grenze zwischen ausreichendem und nicht ausreichendem Nährstoffgehalt im Boden bestimmen kann. Dies ist auch verständlich, da die Bodenanalyse nur die Löslichkeit angibt, d.h. den mit der jeweiligen Methode extrahierbaren P-, K- oder Mg-Gehalt. Die Nährstoffaufnahme der Pflanze wird darüber hinaus aber auch von der Wechselwirkung zwischen Pflanzenwurzel und Boden sowie den spezifischen Standorteigenschaften und der Witterung beeinflusst (Kerschberger et al., 1997).

Zur Ermittlung des Düngerbedarfs wird der Boden daher - ausgehend vom Ergebnis der Bodenanalyse - relativ grob in Nährstoffgehaltsklassen eingeteilt. Liegt die Gehaltsklasse C vor, wird eine Düngung entsprechend der mit der Ernte vom Feld abgefahrenen Nährstoffmenge empfohlen. Ist der Nährstoffgehalt im Boden höher (Klasse D oder E) wird die Düngung vermindert, um so langfristig den anzustrebenden Gehalt (Klasse C) zu erreichen.

Tabelle 13 Beispiel der Gehaltsklasseneinteilung für die Bodengehalte von P (Kerschberger et al., 1997); K und Mg (nach Kerschberger und Franke, 2001) (CAL-Methode, Mg im CaCl₂-Extrakt)

Gehaltsklasse	P ₂ O ₅	K ₂ O			MgO		
	Alle Böden	Bodenartgruppe			Bodenartgruppe		
		Leicht (l'S)	Mittel (lS, sL, uL)	Schwer (t'L, tL, lT, T)	Leicht (l'S)	Mittel (lS, sL, uL)	Schwer (t'L, tL, lT, T)
		(mg/100 g Boden)					
A sehr niedrig	≤ 5	≤ 4	≤ 6	≤ 9	≤ 4	≤ 7	≤ 9
B niedrig	> 5 ; < 10	> 4 ; < 9	> 6 ; < 12	> 9 ; < 18	> 4 ; < 7,5	> 7 ; < 12	> 9 ; < 16
C normal	≥ 10 ; < 20	≥ 9 ; < 14	≥ 12 ; < 20	≥ 18 ; < 28	≥ 7,5 ; < 11	≥ 12 ; < 18	≥ 16 ; < 23
D hoch	≥ 20 ; < 34	≥ 14 ; < 22	≥ 20 ; < 30	≥ 28 ; < 44	≥ 11 ; < 14	≥ 18 ; < 24	≥ 23 ; < 31
E sehr hoch	≥ 34	≥ 22	≥ 30	≥ 44	≥ 14	≥ 24	≥ 31

Tabelle 14 Düngerbedarf für P, K und Mg in Abhängigkeit von der Nährstoffgehaltsklasse des Bodens, wobei FA=Feldabfuhr, siehe Tabellen „Feldabfuhrwerte“ bei den Gemüsearten

Nährstoffgehalts- klasse	Düngerbedarf	P ₂ O ₅	K ₂ O		MgO
			(S – l'S)	(lS – T)	
A sehr niedrig	stark erhöht	FA + 90 kg ha ⁻¹	FA + 100 kg ha ⁻¹	FA + 120 kg ha ⁻¹	FA + 60
B niedrig		FA + 40 kg ha ⁻¹	FA + 50 kg ha ⁻¹	FA + 60 kg ha ⁻¹	FA + 30
C anzustreben	Erhaltungsdüngung	FA	FA		FA
D hoch		0,5* FA	0,5* FA		0,5* FA
E sehr hoch	keine Düngung	0	0		0

Da wie oben dargestellt keine scharfen Grenzen für die einzelnen Gehaltsklassen ermittelt werden können, sind in der Literatur zum Teil erheblich unterschiedliche Grenzwerte der Gehaltsklassen beschrieben. Dies führt auch zu unterschiedlichen Grenzwerten in den einzelnen Bundesländern und teilweise noch zu weiteren Unterteilungen in den Gehaltsklassen. Beispielhaft sind in Tabelle 13 die Werte für Phosphor, entsprechend dem Vorschlag der VDLUFA, und für Kalium und Magnesium in Anlehnung an das Material der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft aufgeführt.

Für den Düngebedarf innerhalb der Gehaltsklassen gibt es ebenfalls sehr unterschiedliche Vorschläge hinsichtlich der Zu- und Abschläge bzw. Korrekturfaktoren. Es sind deshalb die landesspezifischen Richtlinien zur Umsetzung der Düngeverordnung berücksichtigen. Diese Unterschiede haben jedoch unter praktischen Bedingungen keine pflanzenbaulichen Auswirkungen. Das bilanzierende Düngungssystem kann in der Regel ohne Ertragsrisiko angewandt werden, da die Grenzwerte ausreichende Sicherheitszuschläge enthalten. Die in Tabelle 14 dargestellte Form der Düngebedarfsermittlung ist ein Vorschlag, den die Autoren empfehlen.

Abweichend von den oben dargestellten Ergebnissen berichten einige Versuchsansteller über eine Ertragssteigerung beziehungsweise eine Ernteverfrüherung durch P-Düngung mit Ammonpolyphosphat auch bei sehr hohen P-Gehalten im Boden (z.B. (Maync., 1998), (Weier., 1998)). Diese Versuchsergebnisse bedürfen jedoch noch einer weiteren Bestätigung.

In den gemüseartspezifischen Daten sind die Nährstoffgehalte (Oxidform) in der vom Feld abgefahrenen Frischmasse jeweils dargestellt. Diese Daten sind Mittelwerte aus zahlreichen Feldversuchen. Eine weitergehende Analyse der Einzelwerte zeigt, dass unterschiedliche Gemüsesorten sowie die Höhe der Markterträge keinen reproduzierbaren Einfluss auf die Nährstoffgehalte - d.h. die Nährstoffkonzentrationen in der Frischmasse - haben.

Die angegebenen Werte können daher auch für Standorte mit höherem oder niedrigerem Ertragspotenzial verwendet werden, indem man die vom Feld abgefahrenen Nährstoffmengen aus dem tatsächlichen Marktertrag und dem Nährstoffgehalt berechnet. Zur Umrechnung der Oxidform in Reinnährstoffgehalte kann die Tabelle 15 genutzt werden.

Tabelle 15 Umrechnungsfaktoren für P, K und Mg

	Element- in Oxidbezeichnung	Oxid- in Elementbezeichnung
P	P * 2,291 = P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ * 0,436 = P
K	K * 1,204 = K ₂ O	K ₂ O * 0,830 = K
Mg	Mg * 1,658 = MgO	MgO * 0,603 = Mg

Nährstoffbilanzen

Matthias Fink, Carmen Feller, Herman Laber, Peter-J. Paschold, Josef Schlaghecken, Klaus Strohmeyer und Joachim Ziegler

Nach § 5 der Düngeverordnung haben Betriebe mit mehr als 1 Hektar Anbau von Gemüse für Stickstoff und Phosphor Nährstoffvergleiche zu erstellen. Diese Vergleiche müssen Angaben über die Zufuhr von N und P aus Handelsdüngern und Wirtschaftsdüngern sowie über die Abfuhr dieser Nährstoffe mit dem Erntegut enthalten. Nährstoffvergleiche sind für das abgelaufene Düngejahr jährlich als Flächen- oder aggregierte Schlagbilanz zu berechnen und zu einem jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen.

Für die Berechnung von Düngungsempfehlungen und Nährstoffbilanzen verwenden Landwirte und Berater üblicherweise keine feldspezifischen Messwerte, sondern nutzen Datensammlungen. Die Daten aus älteren Literaturquellen beschreiben die heutigen Produktionsbedingungen jedoch nicht immer ausreichend.

Für unsere Datensammlung zur Nährstoffabfuhr vom Feld wurden zahlreiche bisher unveröffentlichte Feldversuche aus Großbeeren, Hannover-Ahlem, Neustadt/W., Geisenheim ausgewertet. Weitere, auf Messwerten beruhende Daten aus der Literatur - insbesondere von (Alt and Wiemann., 1987b); (Alt and Wiemann., 1987a) und (Bomme et al., 1993) sind gleichberechtigt in die Mittelwertbildung einbezogen.

Die angegebenen Werte der vom Feld abgefahrenen Frischmasse sind Mittelwert von Versuchen unter optimalen Kulturbedingungen. In Abhängigkeit vom Kulturzustand, dem Ernteverfahren, dem Ort der Aufbereitung usw. treten in der Praxis auch höhere oder niedrigere Feldabfuhr auf, die bei normaler Aberntung in der Regel innerhalb des angegebenen typischen

Schwankungsbereichs liegen. Die Flächenangabe bezieht sich auf die Nettokulturfläche.

Der Nährstoffgehalt in der Frischmasse wird von zahlreichen Faktoren bestimmt. Einen besonders großen Einfluss kann die Düngung haben. Daher wurden in der Datensammlung nur Versuche berücksichtigt, bei denen die N-, P-, K- und Mg-Versorgung nicht ertragsbegrenzend war. Die Variationskoeffizienten der Versuchsergebnisse je Gemüseart und Nährstoff liegen zwischen 16 und 21 %. Dies bedeutet, dass die Nährstoffgehalte auch bei guter Versorgung einen relativ großen Schwankungsbereich aufweisen. Zur Berechnung von Düngermengen und Nährstoffvergleichen ist die Genauigkeit der in der Tabelle angegebenen Mittelwerte jedoch völlig ausreichend.

N-Expert - Ein Computerprogramm zur Berechnung von Düngungsempfehlungen und Nährstoffbilanzen im Freilandgemüsebau

Matthias Fink und Carmen Feller

Die Düngeverordnung und die Richtlinien zur Integrierten Kontrollierten Produktion von Gemüse stellen hinsichtlich der guten fachlichen Praxis beim Düngen hohe Anforderungen an die Landwirte und Gärtner. Das N-Expert II Programm wurde als Hilfsmittel für die Erfüllung dieser Anforderungen entwickelt.

Die erste Version des N-Expert Programms, die 1992 veröffentlicht wurde (Fink and Scharpf., 1992), berücksichtigte in erster Linie die Stickstoffdüngung im Freilandgemüsebau. In den vergangenen Jahren haben die Nutzer von N-Expert viele Erweiterungs- und Verbesserungsvorschläge gemacht, die jetzt in der zweiten Auflage umgesetzt wurden. N-Expert II ermittelt schlagspezifische Düngungsempfehlungen für N, P, K und Mg, berechnet Nährstoffbilanzen, berücksichtigt die organische Düngung und kann als Schlagkartei zur Dokumentation verwendet werden.

Alle in diesem Heft dargestellten Daten und Schätzhilfen sind auch in N-Expert enthalten. Das Programm übernimmt die Datenverwaltung, so dass das Blättern zwischen unterschiedlichen Tabellen und das Berechnen der Düngungsempfehlung "von Hand" nicht mehr erforderlich ist.

Ermittlung des Düngerbedarfs

N-Expert II berechnet Düngungsempfehlungen für alle wichtigen Gemüsearten des Freilandgemüsebaus, entsprechend den in § 3 (2) der Düngeverordnung aufgeführten Grundsätzen der schlagspezifischen Düngbedarfsermittlung.

Die N-Düngungsempfehlungen werden schlagspezifisch aus mehreren Einzelkomponenten berechnet. Die P-, K- und Mg-Düngungsempfehlungen ergeben sich aus der Nährstoffabfuhr mit dem Marktertrag, die in Abhängigkeit von den Bodenanalyseergebnissen korrigiert werden. P-, K- und Mg-Düngungsempfehlungen können für die aktuelle Kultur oder für die gesamte Kulturfolge in einem frei wählbaren Zeitraum berechnet werden.

Anders als bei Tabellenwerken ist es für den Anwender sehr einfach, die Düngungsempfehlungen betriebsspezifisch anzupassen. Dazu können z.B. Angaben zum erwarteten Ertrag gemacht werden, da dieser großen Einfluss

auf den Nährstoffbedarf hat (Abbildung 19). Wenn keine betriebsspezifischen Erfahrungen vorliegen, werden die in den Tabellen dieses Heftes dargestellten Standardwerte verwendet, die die Autoren aus eigenen Versuchsergebnissen und aus der Literatur zusammengestellt haben.

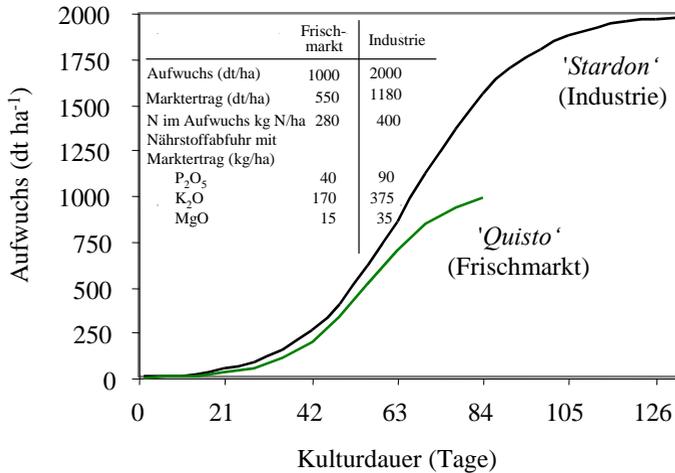


Abbildung 19 Aufwuchs von Weißkohl in Abhängigkeit von Kulturdauer und Sorte

Im Freilandgemüsebau sollten Vorkulturen bei der Berechnung von Düngungsempfehlungen stets berücksichtigt werden. Eine Vorkultur hat besonders dann einen großen Einfluss, wenn sie nicht oder nur geringfügig beerntet werden konnte, d.h. wenn ungewöhnlich große Ernterückstandsmengen auf dem Feld verbleiben. Für die nachfolgende Kultur können häufig erhebliche Mengen an Dünger gespart werden, wenn N, P, K und Mg aus den Ernterückständen richtig angerechnet werden. Für diese Anrechnung, die "von Hand" etwas aufwendig ist, genügt im N-Expert Programm die Angabe, wie viel Pflanzenmaterial auf dem Feld verblieben ist. Alles weitere erfolgt automatisch.

Die N-Düngung sollte stets auf der Grundlage einer aktuellen N_{\min} -Analyse berechnet werden. Ist es jedoch nicht möglich eine Analyse durchzuführen, schätzt das Programm die Menge des mineralischen Stickstoffs im Boden aus den eingegeben Daten über Bodenart, Düngung, Beregnung usw. Das Schätzverfahren ist selbstverständlich unsicherer als eine N_{\min} -Analyse, in der Regel aber genauer als die Verwendung von Faustzahlen.

Berechnung von Nährstoffbilanzen

Nach § 5 der Düngeverordnung haben Betriebe mit mehr als 1 Hektar Anbau von Gemüse für Stickstoff und Phosphor Nährstoffvergleiche zu erstellen. Diese Vergleiche müssen Angaben über die Zufuhr von N und P aus Handelsdüngern und Wirtschaftsdüngern sowie über die Abfuhr dieser Nährstoffe mit dem Erntegut enthalten. Die Nährstoffvergleiche sind jährlich für das abgelaufene Düngejahr zu berechnen und zu einem jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen. Da für die einzelnen Gemüsearten in vielen Betrieben keine genauen Zahlen über die Ernteerträge und die darin enthaltenen Nährstoffe vorliegen, ist es zulässig, die für die jeweilige Region ermittelten Erfahrungswerte zu verwenden. N-Expert berechnet diese Nährstoffvergleiche auch für Kalium und Magnesium.

Als Standardwerte für die Nährstoffabfuhr vom Feld nutzt das N-Expert Programm die in diesem Heft angegebenen Werte.

Wenn das Programm zur Berechnung von Düngungsempfehlungen verwendet wurde, d.h. die Kulturfolge und alle Düngungsmaßnahmen eingegeben worden sind, können Nährstoffvergleiche ohne weitere Eingaben "auf Knopfdruck" erzeugt werden. Der Zeitraum über den bilanziert wird, ist im Programm frei wählbar. Die Bilanz kann für einzelne Schläge oder - als sogenannte Hoftorbilanz - für den ganzen Betrieb berechnet werden.

Tabelle 16 zeigt ein Beispiel für die ausgegebenen Nährstoffvergleiche. Wenn der Boden die Versorgungsstufe "C" aufweist und nach den N-Expert Empfehlungen gedüngt wurde, kann die P-Bilanz - sowie die hier nicht abgebildete K- und Mg-Bilanz - ausgeglichen sein. Im Gegensatz dazu ist bei N die Nährstoffzufuhr in der Regel größer als die Nährstoffabfuhr. Das ist im Beispiel u.a. darauf zurückzuführen, dass die N-Zufuhr aus organischen Düngern vollständig im Jahr der Ausbringung aufgeführt werden muss, obwohl der Stickstoff nur zum Teil pflanzenverfügbar ist, d.h. kurzfristig nicht aufgenommen werden kann. Aber auch wenn nur mineralische Dünger eingesetzt werden, muss für fast alle Gemüsearten mehr Stickstoff zugeführt werden, als mit den Markterträgen abgefahren werden kann. Dies ist bei der Düngung nach guter fachlicher Praxis nicht zu vermeiden und auch konform mit der Düngeverordnung, wenn unter Berücksichtigung der so genannten unvermeidlichen Überschüsse (Anlage 6 DüV), die Nährstoffüberschüsse unter den in § 6 DüV festgelegten Grenzwerten liegen.

Dokumentation

Alle Eingaben über Kulturfolge, Düngung, Berechnung, Bodenanalysen usw. werden in einer Datenbank gespeichert. Diese Eingaben und die berechneten Düngungsempfehlungen und Nährstoffbilanzen können auf dem Bildschirm angezeigt oder auch gedruckt werden. Darüber hinaus ist die Ausgabe auf Dateien möglich, die bei Bedarf mit jedem Texteditor weiterverarbeitet werden können. Dies soll es den Programm Benutzern erleichtern, den Aufzeichnungspflichten der Düngeverordnung und der Richtlinien zur Integrierten Produktion zu genügen.

Wer kann N-Expert II nutzen ?

Das Programm wurde für Landwirte und Berater entwickelt. Es ist einfach zu bedienen und enthält viele Hilfs- und Erklärungsfunktionen. Großer Wert wurde darauf gelegt, die Zahl der unbedingt notwendigen Angaben möglichst gering zu halten. Berater können mehrere Betriebe mit unterschiedlichen Schlägen in einer gemeinsamen Datenbank verwalten.

Wie schon bei der ersten Auflage des Programms (Fink and Scharpf., 1992) streben die Autoren an, das Fachwissen und die umfangreichen Versuchsergebnisse der Düngungsforschung für Praxis und Beratung leicht nutzbar zu machen. Sie verfolgen kein kommerzielles Interesse. Das Programm kann unter www.igzev.de/user/N-Expert kostenlos geladen werden.

Tabelle 16 Nährstoffvergleiche für P und N berechnet mit N-Expert II

Nährstoffbilanz für den Zeitraum von 01.01.99 bis 31.12.00; erstellt am 29.04.97. Betrieb: Mustermann, Schlag: Am See

P₂O₅-Nährstoffbilanz

Maßnahme	Art	Datum	P ₂ O ₅ -Zufuhr kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ -Abfuhr kg ha ⁻¹
Düngung (min.)	Superphosphat	02.02.99	32	
Düngung (org.)	Rindermist	20.02.99	90	
Ernte	Kopfsalat	08.05.99		34
Ernte	Porree	26.09.99		39
Ernte	Blumenkohl	01.07.00		41
P₂O₅-Saldo			8	

N-Nährstoffbilanz

Maßnahme	Art	Datum	N-Zufuhr kg ha ⁻¹	N-Abfuhr kg ha ⁻¹
Düngung (org.)	Rindermist	20.02.99	150	
Düngung (min.)	KAS	20.03.99	45	
Ernte	Kopfsalat	08.05.99		90
Düngung (min.)	KAS	30.05.99		
Düngung (min.)	KAS	04.07.99	84	
Ernte	Porree	26.09.99		120
Düngung (min.)	KAS	15.04.00	42	
Düngung (min.)	KAS	06.05.00	84	
Ernte	Blumenkohl	01.07.00		112
N-Saldo			83	

Literaturverzeichnis

- ALT, D. 1985. Auswertung eines Düngungsversuches (Neue Versuchsergebnisse und Überlegungen zur P-, K- und Mg-Düngung im Gemüsebau). *Gemüse* 21 (5), 236-238.
- ALT, D. 1988. Phosphat- und Kaliumdüngung heute. *BASF-Mitteilungen für den Landbau, Düngung von Gemüse* 2, 54-76.
- ALT, D., LADEBUSCH, H., MELZER, O. 1998. Düngen mit Phosphor, Kalium und Magnesium. *Gemüse, Spezial(Beilage)* 34 (6), 2-7.
- ALT, D., WIEMANN, F. 1987a. Ermittlung der P-, K- und Mg-Abfuhr durch Gemüsekulturen. *Gartenbauwissenschaft* 52 (6), 255-259.
- ALT, D., WIEMANN, F. 1987b. Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Abfuhr als Basis für die Düngungsempfehlungen. *Gemüse* 23 (6), 294-299.
- ANONYM 1997. Die neue Düngeverordnung - Verordnungstext, Erläuterungen. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Referat Öffentlichkeitsarbeit. Bonn.
- BOMME, U., NAST, D., RINDER, R., VOIT, K. 1993. Untersuchungen über Nährstoffentzug und umweltgerechte Düngung von Heil- und Gewürzpflanzen im feldmäßigen Anbau. *Gartenbauwissenschaft* 58 (1), 25-31.
- FELLER, C., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., HACK, H., HEß, M., KLOSE, R. 1995. Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen. I. Zwiebel-, Wurzel- und Blattgemüse. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 47 (8), 193-206.
- FELLER, C., FINK, M. 1997. Beschreibung des Verlaufs der Stickstoffaufnahme von Kohlrabi (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *gongyloides* L.) mit Hilfe von Wachstumsstadien und eines empirischen Wachstumsmodells. *Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde* 160, 589-594.
- FINK, M., SCHARPF, H.C. 1992. Dünger-Dosierung im Freiland-Gemüsebau, Entscheidungsunterstützung durch "N-Expert". *Deutscher Gartenbau* 46, 1688-1690.
- FINK, M.; SCHARPF, H.C. 2000. Apparent nitrogen mineralization and recovery of nitrogen supply in field trials with vegetable crops. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 75, 723-726.
- FINK, M.; SCHARPF, H.C.; BUCHER, M. 1998 N-Expert II - Ein Computerprogramm für Düngungsberatung und Nährstoffbilanz im Freilandgemüsebau, 2 Disketten und Bedienungsanleitung, Version 1.3

- HACK, H., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., MEIER, U., SCHNOCK-FRICKE, U., WEBER, E. WITZENBERGER, A. 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. - Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein-. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 44 (12), 265-270.
- KERSCHBERGER, M., HEGE, U., JUNGK, A. 1997. Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf. VDLUFA Standpunkt, Darmstadt.
- KERSCHBERGER, M.,FRANKE, G. 2001. Düngung in Thüringen nach „Guter fachlicher Praxis“. TLL-Schriftenreihe. Heft 11
- LORENZ, H.P., SCHLAGHECKEN, J., ENGL, G. 1989. Ordnungsgemäße Stickstoffversorgung im Freiland-Gemüsebau nach dem " Kulturbegleitenden N_{\min} - Sollwerte (KNS) - System". Ministerium Landwirtschaft Weinbau Forsten Rheinland-Pfalz, 85 S.
- MAYNC, A. 1998. Ertragssteigerung durch flüssige Phosphordüngung bei Bundsellerie. Versuche im deutschen Gartenbau, Gemüsebau 10, 192
- SCHARPF, H.C. 1991. Stickstoffdüngung im Gemüsebau. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn. AID-Nr. 1223, 35 S.
- SCHARPF, H.C, SCHRAGE, R. 1988. Größenordnungen und Einflußfaktoren der Freisetzung von Stickstoff aus Ernterückständen im Gemüsebau. VDLUFA-Schriftenreihe 2, 81-95.
- SCHARPF, H.C., WEIER, U. 1990. Phosphor- und Kaliumdüngung von Gemüse - auf hochversorgten Böden oftmals unnötig ausgegebenes Geld. Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 75 (5), 147-148.
- WEIER, U. 1997. Keine Wirkung von Phosphat- und Kaliumdüngung auf den Ertrag von Porree. Versuche im deutschen Gartenbau, Gemüsebau 9,174.
- WEIER, U. 1998. Haben Polyphosphate auch bei hohem Phosphatgehalt des Bodens noch eine positive Wirkung? Versuche im deutschen Gartenbau, Gemüsebau 10, 168.