

Umwelt

DOK-Versuch: Stickstoffdynamik im Boden beim Kartoffelanbau

Urs Zihlmann, Peter Weisskopf und Werner Jossi, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Urs Zihlmann, E-Mail: urs.zihlmann@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 74 08

Zusammenfassung

Im DOK-Versuch hat Agroscope FAL Reckenholz, die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, von 1999 bis 2003 die Dynamik des mineralischen Stickstoffgehalts unter Kartoffeln untersucht. Die Kartoffeln wurden nach Kunstwiese-Umbruch und mit mechanischer Unkrautregulierung in den Systemen biologisch-dynamisch (D), organisch-biologisch (O), integriert mit organisch/mineralischer Düngung (K) und integriert mit mineralischer Düngung (M) angepflanzt. Gedüngt wurde im Mittel mit 25 (D), 60 (O) und 110 (K, M) Kilogramm kurzfristig verfügbarem mineralischem Stickstoff pro Hektare in zwei bis drei Gaben in Form von Mist oder Mistkompost, Gülle oder Ammonsalpeter.

Zwischen den Jahren ergaben sich witterungsbedingt grosse Unterschiede bezüglich N-Mineralisierung und Verlagerung von mobilem N in der Bodenlösung: Der im Mai gemessene maximale N_{\min} -Gehalt variierte in 0 bis 60 cm Bodentiefe zwischen 50 und 170 kg N/ha. Während des Kartoffel-Hauptwachstums im Juni sanken die Werte auf 10 kg N/ha ab und stiegen nach dem Krautabsterben stetig an. Trotz unterschiedlicher N-Zufuhr war die N-Dynamik in allen Systemen ähnlich, ausser bei frühem Krautfäulebefall in D und O. Die nach der Ernte gemessenen N_{\min} -Werte waren in allen Jahren tendenziell höher in den organisch gedüngten Systemen D, O und K. Das N-Verlustrisiko nach der Kartoffelernte sollte durch den raschen Anbau Stickstoff zehrender winterharter Kulturen eingedämmt werden.

Heute werden in der Schweiz auf etwa 13'500 Hektaren Kartoffeln angebaut, davon rund 500 Hektaren nach den Richtlinien des biologischen Landbaus. Die optimale Versorgung der Kartoffeln mit Stickstoff ist insbesondere im Bio-Anbau nicht einfach: Einerseits unterliegt dieser wichtige Pflanzennährstoff im und auf dem Boden einer starken Dynamik aufgrund von Mineralisierung, Immobilisierung, Denitrifikation, Auswaschung und Ammoniakverlusten. Andererseits nehmen die flachwurzelnden Kartoffeln erst ab einer Staudenhöhe von 10 cm und nur während fünf bis sechs Wochen grössere Mengen Stickstoff auf (Walther *et al.* 1996). Vor und nach der kurzen Hauptwachstums-Periode ist der Stickstoffentzug durch die Kartoffeln meistens geringer als die Stick-

stoffmineralisierung aus der organischen Substanz im Boden.

Agroscope FAL Reckenholz, die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, hat von 1999 bis 2003 Untersuchungen durchgeführt. Deren Ziel war es abzuklären, wie sich die zwei biologischen (D = biologisch-dynamisch, O = organisch-biologisch) und die zwei integrierten Anbausysteme M (rein mineralisch gedüngt) und K (mit Hof- und Mineraldüngereinsatz) des DOK-Versuches auf die N-Dynamik im Boden der Kartoffelfelder und der Folgekultur Winterweizen auswirken.

Standort, Witterung und Anbausysteme

Der Versuchsstandort in Therwil BL liegt 305 m ü. M. auf einer tiefgründigen, schwach

pseudogleyigen Parabraunerde, die aus Löss entstand. Der lehmige Schluff mit 16 % Ton und 69 % Schluff weist eine hohe natürliche Fruchtbarkeit auf (Mäder *et al.* 2000). In den beprobten O-, M- und K-Parzellen der ersten Wiederholung lag der Humusgehalt im Oberboden bei 2,2 % und in den D-Parzellen bei 2,6 %. Der pH-Wert bei D war mit 6,7 höher als in den übrigen Anbausystemen mit 6,4.

Pflanzenwachstum und N-Dynamik werden wesentlich von der Niederschlagsverteilung und dem Temperaturverlauf bestimmt. Diese Witterungseigenschaften unterschieden sich in den Versuchsjahren deutlich (Abb. 1). Auffallend sind die von vielen Niederschlägen geprägte Kartoffel-Vegetationsperiode 1999 mit 500 mm Regen und der niederschlagsreiche Herbst 2002 mit 434 mm Regen sowie die verglichen mit den zwei anderen Versuchsjahren mit 214 mm doppelt so hohen Niederschläge im Winter 1999/2000.

Bei allen Anbausystemen war die Vorkultur jeweils drei- (1999) beziehungsweise zweijährige Kunstwiese (2001 und 2002). Nach Pflügen in der zweiten Märzhälfte und Kreisel-eggeinsatz unmittelbar vor dem Pflanztermin wurden die vorgekeimten Kartoffeln der Sorte Désirée jeweils gegen Ende April gepflanzt mit einem Reihenabstand von 66 cm und einer Pflanzdistanz in der Reihe von 32 cm. Das Unkraut wurde in allen Systemen mechanisch

mittels Hacken und Aufhäufeln der Dämme kontrolliert. Die Bekämpfung der Krautfäule erfolgte in D mit Steinmehl, in O 1999 mit Steinmehl und ab 2001 mit Kupfer; in M und K kamen Kontakt- und vereinzelt systemische Fungizide zum Einsatz. Die gedüngten N-Mengen waren 2001 und 2002 sehr ähnlich; im nassen und kühlen Frühjahr 1999 mit tiefen N_{\min} -Gehalten wurden hingegen annähernd die doppelten N-Mengen ausgebracht - ausgenommen in D (Tab. 1).

Messung der N_{\min} -Gehalte im Boden

Zur Charakterisierung der N-Dynamik wurde einerseits mit Keramikkerzen, so genannten Saugkerzen, Bodenwasser abgesaugt und die Konzentration des darin enthaltenen mineralischen Stickstoffs ermittelt (Abb. 2). Andererseits wurden mit einem Bohrer entsprechend der N_{\min} -Methode aus den drei Bodenschichten 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 100 cm Tiefe Erdproben entnommen und analysiert. Markus Staub aus Therwil hat diese Arbeiten in verdankenswerter Weise unterstützt. Die Entnahme des Bodenwassers mit jeweils vier Saugkerzen pro Probenahmetiefe erfolgte ab der Pflanzung der Kartoffeln (1999 wegen Nässe etwas später) bis zur Saat des nachfolgenden Winterweizens alle ein bis zwei Wochen aus 12, 32, 62 und 97 cm Tiefe in beziehungsweise unterhalb der Kartoffeldämme. Von Oktober 2001 bis April 2002 wurden die Saugkerzen-Beprobungen auch in der Folgekultur Winterweizen durchgeführt. Gleichzeitig wurde mittels TDR-Technik (Time Domain Reflectometry) bis 105 cm Bodentiefe der volumetrische Wassergehalt gemessen. Aus der mineralischen N-Konzentration des abgesaugten Bodenwassers und der Bodenfeuchtigkeit wurde der Mineralstickstoff-Gehalt (N_{\min}) berechnet (Abb. 3).

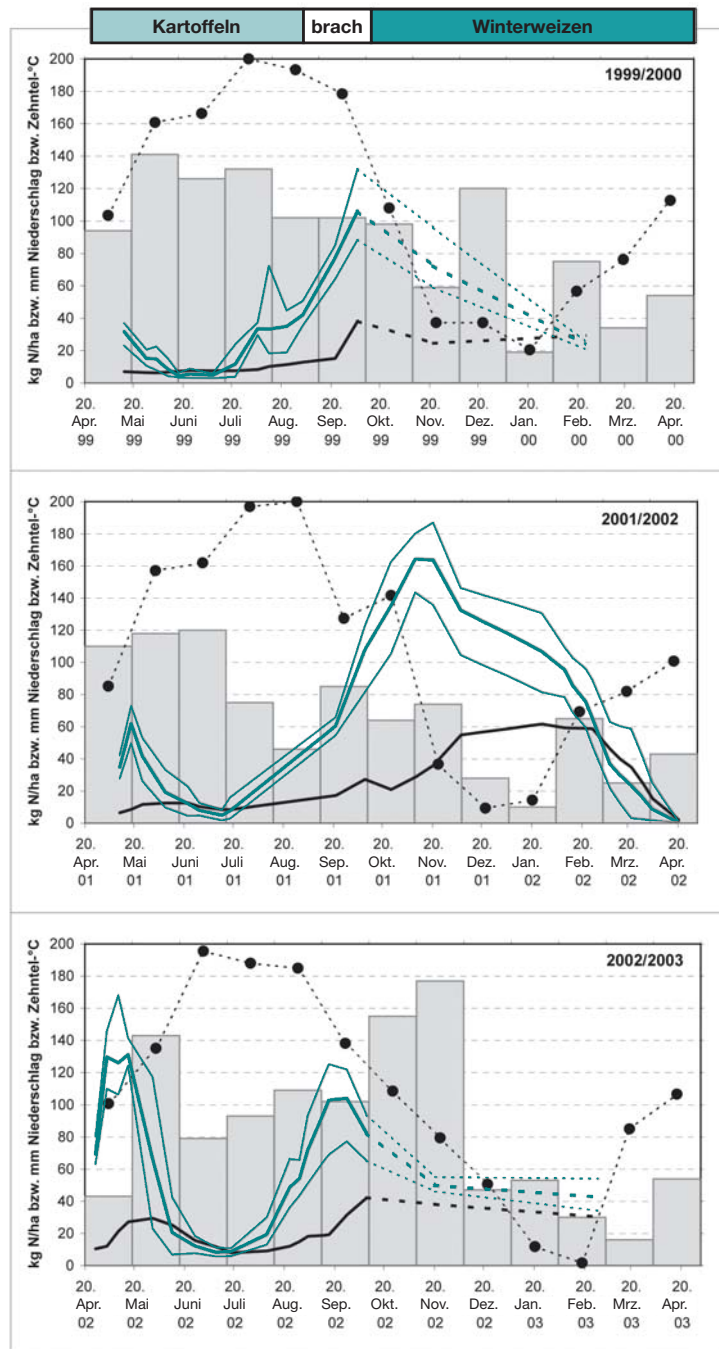


Abb. 1. Über die Anbausysteme M, D, O und K gemittelter Verlauf des Mineralstickstoff-Gehalts in der Bodenschicht von 0 bis 60 cm (Mittel-, Minimal- und Maximalwert; farbige Linien) und von 60 bis 100 cm (Mittelwert; schwarze Linie) bei Kartoffeln und der Folgefrucht Winterweizen in den Jahren 1999/2000, 2001/2002 und 2002/2003 gemessen mittels Saugkerzentechnik (durchgezogene Linien) und N_{\min} -Methode (gestrichelte Linien). Säulen: Monatsniederschläge; Punkte: Monats-Durchschnittstemperaturen (Quelle: MeteoSchweiz, Messstation Basel-Binningen).

Frühjahrswitterung beeinflusst N_{\min} -Gehalt

Wegen des ständigen N-Entzugs der Kunstwiese waren bei allen Anbausystemen zum Zeitpunkt des Pflügens nur sehr geringe N_{\min} -Mengen im Boden vorhanden. Ab dem Umbruch der Wiese im März stieg der N_{\min} -Gehalt als Folge der erhöhten Mineralisierung kontinuierlich an. Die nachfolgende Pflanzbettbereitung und das Einbringen von Düngern (Tab. 1) förderte diesen

Prozess zusätzlich. Zwischen den Jahren zeigten sich deutliche Unterschiede im Anstieg des N_{\min} -Gehaltes während der Kartoffelkultur. 2001 und 2002 wurde ein Maximalwert jeweils um den 20. Mai erreicht (Abb. 1 und 4). Wegen verspätetem Messbeginn konnte 1999 dieser Wert nicht genau ermittelt werden. In diesem Jahr fielen in der Periode zwischen Wiesenumbbruch und 10 cm Staudenhöhe der Kartoffeln viele Niederschläge bei

Tab. 1. Form, Menge und Zeitpunkt der N-Düngung in den vier Kartoffel-Anbausystemen des DOK-Versuchs 1999, 2001 und 2002

| Jahr | Anbau-system | vor/zur Pflanzung pro ha | Stadium Stauden ca. 10 cm hoch pro ha | Total ausgebrachter mineralischer N* pro ha |
|------|--------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1999 | M | 60 kg N AS* | 100 kg N AS | 160 kg |
| | D | 30 t Mistkompost | 40 m ³ Gülle | 27 kg |
| | O | 29 t Mist; 30 m ³ Gülle | 40 m ³ Gülle | 91 kg |
| | K | 35 t Mist; 40 m ³ Gülle | 100 kg N AS | 164 kg |
| 2001 | M | 20 kg N AS | 60 kg N AS | 80 kg |
| | D | 25 t Mistkompost | 40 m ³ Gülle | 26 kg |
| | O | 30 t Mist; 30 m ³ Gülle | 40 m ³ Gülle | 44 kg |
| | K | 30 t Mist; 30 m ³ Gülle | 40 kg N AS | 86 kg |
| 2002 | M | 20 kg N AS | 60 kg N AS | 80 kg |
| | D | 20 t Mistkompost | 30 m ³ Gülle | 21 kg |
| | O | 40 t Mist; 35 m ³ Gülle | 45 m ³ Gülle | 50 kg |
| | K | 30 t Mist; 30 m ³ Gülle | 40 kg N AS | 83 kg |

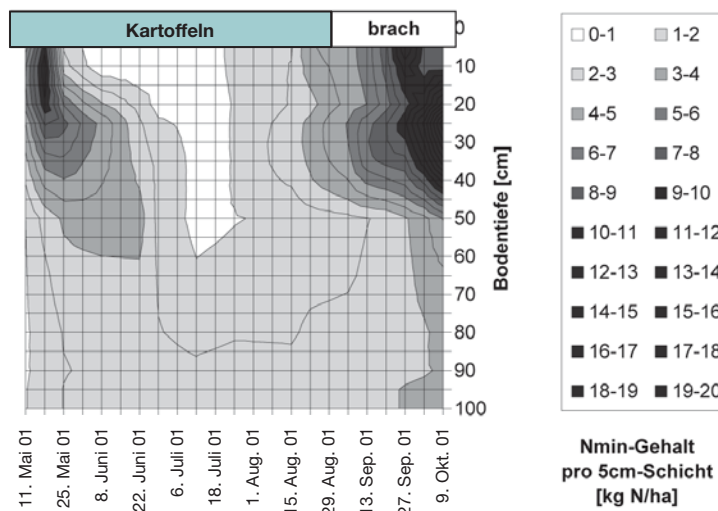
*mineralischer N-Anteil in Mist und Gülle gemäss Analysen, zusätzlich Mineraldünger-N in Form von Ammonsalpeter (AS)

Abb. 2. Je nach Frühjahrswitterung reichern sich in Kartoffelfeldern unterschiedliche Mengen mineralischen Stickstoffs im Boden an. Mit Saugkerzen wird Bodenwasser für die Analyse des Mineralstickstoff-Gehaltes entnommen. (Foto: Urs Zihlmann, Agroscope FAL Reckenholz)

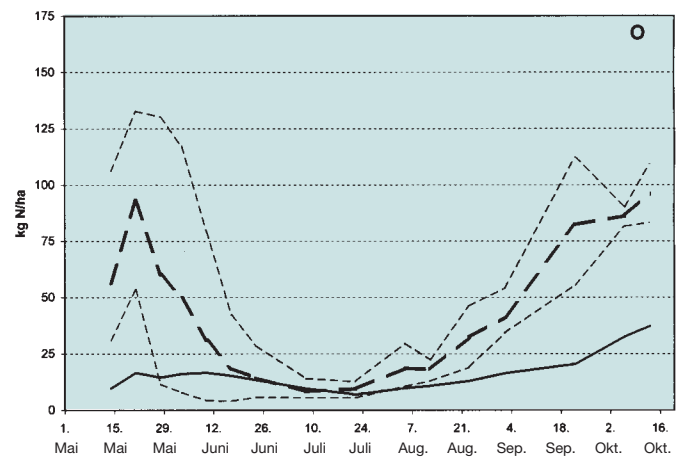
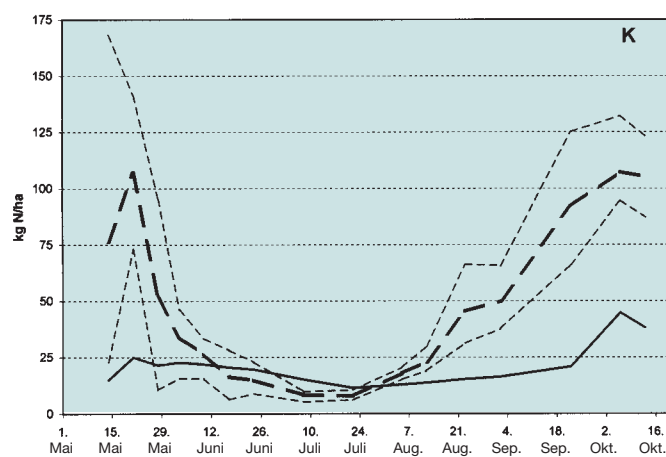
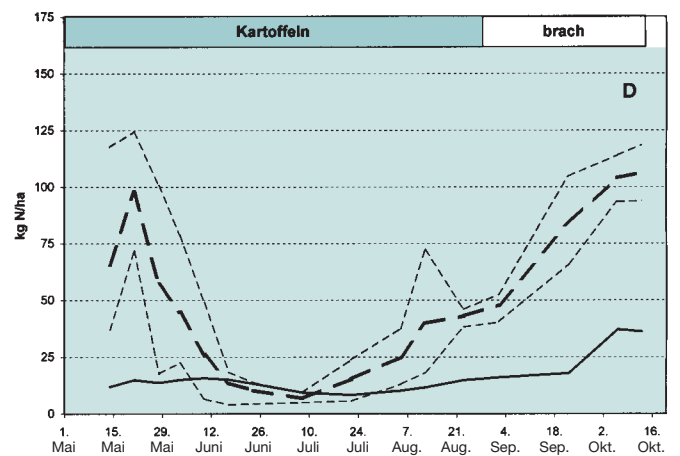
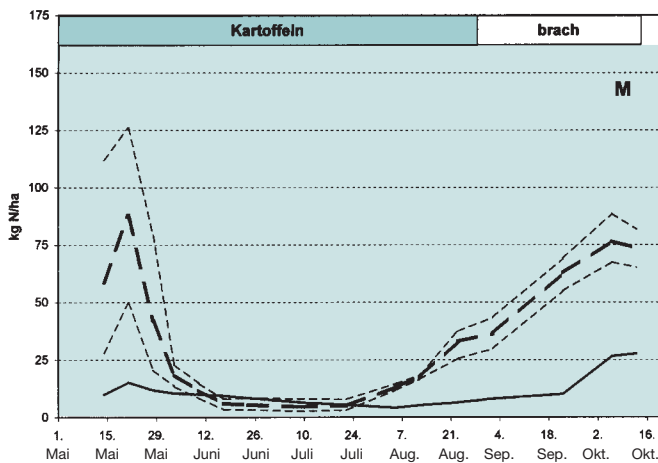


kühlen Temperaturen. Deshalb wurden - wahrscheinlich auch in Folge von Denitrifikation - deutlich geringere N_{\min} -Mengen in 0 bis 60 cm Bodentiefe gemessen als bei günstiger Frühjahrswitterung wie 2002. In den drei Versuchsjahren wurden in den vier Kartoffel-Anbausystemen maximale N_{\min} -Werte im Mai zwischen 50 kg N/ha bei M und O und 170 kg N/ha bei K ermittelt (Abb. 4). Dabei wiesen die am stärksten gedüngten K-Kartoffeln mit 95 kg N/ha die grösste Spanne zwischen Höchst- und Tiefstwert auf.

Abb. 3. Verlauf des Mineralstickstoff-Gehalts im Bodenprofil unter Kartoffeln (0 bis 100 cm Bodentiefe) von der Pflanzung bis nach der Ernte. Saugkerzentechnik; Anbausystem K, DOK-Versuch 2001.



Wegen des Ungleichgewichts von N-Angebot und N-Entzug besteht zu Beginn jeder Kartoffelkultur ein Risiko für N-Verlagerungen in den Unterboden oder gar für N-Austrag aus dem Wurzelraum. Besonders gross ist dieses Risiko, wenn nach intensiver Anreicherung von mineralischem N in der Bodenlösung grosse Niederschlagsmengen anfallen. Dies war beispielsweise im Mai 2002 der Fall, als das Sickerwasser nach 141 mm Niederschlag offenbar



einen Teil des Nitrats vom Oberboden in die Bodenschicht von 60 bis 100 cm transportierte. Im Mittel aller Anbausysteme erhöhte sich deshalb im Mai 2002 der N_{\min} -Gehalt in dieser Schicht von 10 auf 30 kg N/ha. Der Höchstwert mit 40 kg N/ha wurde unter den am stärksten mit N gedüngten Kartoffeln im System K gemessen, während der tiefste Wert mit 24 kg N/ha bei den mit 20 kg N/ha Ammonsalpeter gedüngten M-Kartoffeln beobachtet wurde (Daten bei den Autoren zu beziehen).

Intensive N-Aufnahme während sechs Wochen

Der maximale N_{\min} -Wert während der Kartoffelkultur wurde in allen Anbausystemen jeweils um den 20. Mai erreicht (Abb. 4). Danach führte der starke N-Entzug der wachsenden Kartoffeln zu einem raschen Absinken des N_{\min} -Gehaltes in der intensiv

durchwurzelten oberen Bodenschicht (0 bis 60 cm). Bei D, O und K lag der Gehalt Ende Juni/Anfang Juli jeweils nur noch bei rund 10 kg N/ha. Bei den M-Kartoffeln wurde dieser minimale N_{\min} -Gehalt während der Kartoffelkultur jeweils bereits Mitte Juni erreicht. Nach dem Wachstumsabschluss und dem Absterben des Kartoffelkrautes durch Krautfäule sowie durch mechanische oder chemische Krautvernichtung stieg der N_{\min} -Gehalt in allen Anbausystemen jeweils wieder kontinuierlich an. Dieser Anstieg begann immer zuerst bei den am wenigsten gedüngten D-Kartoffeln (Abb. 4). Speziell war die Situation bei den D-Kartoffeln 1999, als Krautfäule die Stauden früh zerstörte und deshalb wegen fehlendem pflanzlichen N-Entzug und andauernder Mineralisierung der N_{\min} -Gehalt rasch auf 75 kg N/ha anstieg (Abb. 4, Maximal-

wert-Kurve). Diese Anreicherung wurde aber nach kurzer Zeit gestoppt, nämlich durch den N-Entzug der sich stark ausbreitenden Unkräuter (Zihlmann *et al.* 2003).

Starke N-Anreicherung nach der Kartoffelernte

Nach der Kartoffelernte Ende August stieg der N_{\min} -Gehalt in allen Kartoffelparzellen, die bis zur Winterweizen-Saat lagen, jeweils stetig an (Abb. 1 und 3). Dieser Anstieg schien - wie schon im Frühjahr - eng mit den Witterungsbedingungen während dieser Phase gekoppelt zu sein. Bei günstigen Bedingungen - warmer Boden und geringe Sickerwasserbildung - wie beispielsweise im Herbst 2001 dauerte diese N-Anreicherungsphase über die Winterweizen-Saat hinaus bis in den November an (Abb. 1). Dabei erreichten die mit Mist oder Mistkompost und

Abb. 4. Verlauf des Mineralstickstoff-Gehalts in der Bodenschicht von 0 bis 60 cm (Mittel-, Minimal- und Maximalwert; gestrichelte Linien) und von 60 bis 100 cm (Mittelwert; durchgezogene Linie) bei Kartoffeln und der nachfolgenden Bracheperiode in den Anbausystemen M, D, K und O, gemessen mittels Saugkerzentechnik (Durchschnitt der Jahre 1999, 2001 und 2002).

Gülle gedüngten Anbausysteme D (180 kg N/ha), O (187 kg N/ha) und K (165 kg N/ha) in der Bodenschicht 0 bis 60 cm höhere maximale N_{\min} -Werte nach der Kartoffelernte als das mineralisch gedüngte M (144 kg N/ha). Diese jedes Jahr festgestellte Tendenz zeigte, dass während der kurzen N-Aufnahmephase der Kartoffeln erst ein Teil der organischen Dünger mineralisiert und entzogen worden war.

Ganz anders war die Situation im nassen Herbst 2002 (Abb. 1), als die N_{\min} -Werte nach der Kartoffelernte nur bis in die zweite Septemberhälfte anstiegen und 25 bis 45 % tiefer lagen als im Vorjahr. Danach nahmen die Gehalte im Oberboden bis Ende November - hauptsächlich bedingt durch Sickerwasserverluste - kontinuierlich ab. Indiz für diese N-Verlagerungen war die starke Zunahme des N_{\min} -Gehaltes in der Bodenschicht in 60 bis 100 cm Tiefe (Abb. 1).

N-Verluste abhängig von Sickerwassermenge

Der nach den Kartoffeln im Oktober gesäte Winterweizen vermochte bis zur Vegetationsruhe jeweils nur einen kleinen Teil der im Boden vorliegenden N-Menge aufzunehmen. Der Verbleib des übrigen mineralischen Stickstoffs im Boden hing jeweils stark von der Sickerwasserbildung ab. War die Niederschlagsmenge wie im Herbst und Winter 2001/2002 relativ gering, verlor die oberste Boden-

schicht (0 bis 60 cm) wohl Nitrat, das sich aber teilweise im Unterboden anreichte (Abb. 1). So blieb in Folge geringer Sickerwasserbildung in den niederschlagsarmen Monaten Dezember 2001 und Januar 2002 der N_{\min} -Gehalt in der Bodenschicht in 60 bis 100 cm Tiefe auf hohem Niveau stabil. Die profilumfassende rasche Abnahme der N_{\min} -Gehalte ab Februar 2002 war dann hauptsächlich auf das intensiv einsetzende Wachstum des Winterweizens zurückzuführen. Starke herbstliche Mineralisierung und geringe winterliche Verluste führten Ende Februar 2002 zu sehr hohen N_{\min} -Werten von 100 bis 170 kg N/ha (0 bis 100 cm), während nach dem nassen Herbst 2002 im Februar 2003 nur N_{\min} -Mengen von 60 bis 90 kg N/ha gemessen wurden.

Krautfäuleschutz ist ertragsbestimmend

Die Unterschiede im Kartoffel-Rohertrag zwischen den integrierten Anbausystemen M und K waren im Mittel der Versuchsjahre nur gering (Tab. 2). Im biologischen Anbau büssten O 34 % und D 50 % auf M ein. Diese Ertragseinbußen waren offensichtlich in erster Linie auf unzureichenden Krautfäuleschutz und erst in zweiter Linie auf die unterschiedliche N-Düngung zurückzuführen. Insbesondere im niederschlagsreichen 1999, als in D und O die Kontrolle der Krautfäule mittels Steinmehl kaum Wirkung zeigte, resultierten signifikante Ertragsverluste. Hingegen erreichten die Erträge im O-System im Mittel der Jahre 2001 und 2002 unter Einsatz von Kupfer 93 % des K-Ertrags. Für eine gute N-Düngerverwertung ist eine effiziente Krautfäulebekämpfung unerlässlich.

Beschränkt beeinflussbare N-Dynamik

In Bezug auf die grundsätzliche N-Dynamik im Boden und das N-Verlustrisiko unterschieden sich

die untersuchten Anbausysteme nicht markant. Der Hauptgrund liegt darin, dass allgemein die N_{\min} -Menge, die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Boden vorliegt, nicht allein von der gedüngten N-Menge und -Form beeinflusst wird, sondern viel mehr das Ergebnis des komplexen, nur beschränkt beeinflussbaren Wechselspiels zwischen Witterung, Bodeneigenschaften, Fruchtfolge, Pflanzenwachstum und Anbaumassnahmen ist. Waren Bodenbeschaffenheit, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge wie in unseren Untersuchungen identisch, prägten der kartoffeltypische Wachstumsrhythmus zusammen mit dem Witterungsverlauf die N-Dynamik stärker als das Anbausystem.

Sowohl im biologischen als auch im integrierten Anbau sind für eine günstige Beeinflussung der N-Dynamik in Kartoffeläckern drei Hauptziele anzustreben:

1. Zur Sicherung eines guten Kartoffelertrages muss - neben der Gesunderhaltung des Blattwerks - **während** der Hauptwachstumsphase genügend pflanzenverfügbarer Stickstoff im Wurzelraum vorhanden sein.
2. Das N-Verlustrisiko **vor** dem Hauptwachstum der Kartoffeln muss möglichst klein gehalten werden.
3. Der **nach** der Kartoffelkultur im Boden vorhandene mineralische Stickstoff muss möglichst vor Verlust geschützt werden.

Aus den dargestellten Messreihen können die nachfolgenden Zusammenhänge und Empfehlungen abgeleitet werden:

- Ackerstandorte mit einem guten N-Mineralisierungsvermögen ermöglichen im Bio-Anbau stabile Kartoffelerträge, sofern die Krautfäule effizient kontrolliert wird.

Tab. 2. Kartoffel-Rohertrag (dt pro ha) in den vier Anbausystemen des DOK-Versuches (erste Wiederholung) in den Jahren 1999, 2001 und 2002

| Jahr | M | D | O | K |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| 1999 | 454 | 148 | 113 | 419 |
| 2001 | 368 | 168 | 320 | 374 |
| 2002 | 282 | 231 | 296 | 289 |
| Mittel | 368 | 182 | 243 | 361 |
| Relativertrag | 100 % | 50 % | 66 % | 98 % |

■ Der Witterungsverlauf beeinflusst die N-Dynamik nachhaltig. Durch gutes Beobachten der Pflanzenentwicklung in Verbindung mit N_{\min} -Analysen (0 bis 60 cm, Stadium «Staudenhöhe 10 cm») sind die N-Düngungsmassnahmen zu planen. Dabei erleichtert die Verwendung rasch verfügbarer mineralischer N-Dünger die gezielte N-Versorgung der Kartoffeln und erhöht die Ertragsstabilität.

■ Wegen der kurzzeitigen N-Aufnahme der Kartoffeln und zwecks Reduktion der N-Mineralisierung nach der Kartoffelernte soll Mist nicht unmittelbar vor der Pflanzung, sondern bereits zur vorhergehenden Zwischenkultur eingesetzt werden (maximal 20 t/ha). Aus densel-

ben Gründen soll auf Kunstdünger als Kartoffel-Vorkultur verzichtet werden. Dies vermindert auch die Gefahr von Drahtwurmschäden.

■ Durch die Saat einer rasch wachsenden, winterharten Kultur oder Zwischenkultur unmittelbar nach der Kartoffelernte soll der im Boden vorhandene mineralische Stickstoff möglichst vor Verlust geschützt werden.

Alle Kartoffelpflanzer, ob biologisch oder integriert wirtschaftend, müssen aus ökologischem und ökonomischem Interesse heraus versuchen, die N-Verlustsituationen situationsbezogen zu minimieren. Dies erfordert gute Kenntnisse der die N-Dynamik beeinflussenden Faktoren, in-

tensives Beobachten des Kartoffelbestandes und flexibles Anpassen der Bewirtschaftungsmassnahmen an die Jahreswitterung.

Literatur

■ Mäder P., Fließbach A., Dubois D. und Gunst L., 2000. Erkenntnisse aus 21 Jahren DOK-Versuch. FiBL-Dossier Nr. 1, 16 S.

■ Walther U., Schubiger F.X. und Jäggi F., 1996. N-Aufnahme durch Kartoffeln und N_{\min} -Gehalte des Bodens. *Agrarforschung* 3 (2), 61-64.

■ Zihlmann U., Weisskopf P. und Walther U., 2003. Stickstoffdynamik in biologisch bewirtschafteten Ackerböden. In FAL-Schriftenreihe 45 «Forschung für den biologischen Landbau», 55-59.

RÉSUMÉ

Essai DOK: dynamique de l'azote minéral du sol en culture de pommes de terre

L'évolution des teneurs en azote minéral (N_{\min}) du sol sous culture de pommes de terre a été suivie de 1999 à 2003 dans l'essai DOK. La culture de pommes de terre suivait une rompie de prairie temporaire et comprenait une lutte anti-adventices par voie mécanique. Les procédés comparés sont le système biologique-dynamique (D), le système organique-biologique (O), le système intégré avec fumure organo-minérale (K) et le système intégré avec fumure minérale exclusive (M), qui ont reçu en moyenne 25 (D), 60 (O) et 110 (K, M) kg/ha d'azote disponible ou minéral en deux à trois apports sous forme de fumier, de fumier de compost, de lisier ou de nitrate d'ammonium, selon le procédé. D'importantes différences dans la minéralisation et le transport en profondeur des formes mobiles de l'azote ont été observées entre les années, en relation avec le climat; ainsi, la quantité maximale de N_{\min} mesurée en mai (0 - 60 cm) a fluctué entre 50 et 170 kg N/ha. Les teneurs en N_{\min} se sont abaissées à 10 kg N/ha en juin, en période de croissance intense des plantes, puis sont régulièrement remontées dès la mort du feuillage. Malgré des apports différents d'engrais azoté, la dynamique de l'azote minéral a été semblable dans tous les systèmes comparés, à l'exception de quelques cas d'attaque de mildiou dans les procédés D et O. On a observé chaque année des teneurs en N_{\min} légèrement plus élevées avec les procédés D, O et K ayant reçu des fumures organiques. Le risque de pertes d'azote après une culture de pommes de terre peut être atténué par la mise en place rapide d'une culture hivernante consommant beaucoup d'azote.

SUMMARY

Soil mineral nitrogen dynamics in plots of organically and conventionally grown potato

In the DOK long-term field experiment two organic (D: biodynamic; O: bioorganic) and two conventional (K: mineral fertilizer plus farmyard manure; M: mineral fertilizer only) farming systems have been compared. In 1999, 2001 and 2002 dynamics of mineral nitrogen (N_{\min}) in plots planted with potato was analysed in the 0 to 100 cm soil layer. The preceding crop was always clover grass. In spring the plots were prepared by using a mouldboard plough followed by a rotary harrow. In the D, O, K and M treatments, a respective total of 25, 60, 110 and 110 kg plant available N/ha was applied. Mineralization and leaching of N was not consistent among years, which may be explained by differences in climatic conditions. Therefore, maximal N_{\min} contents in the 0 to 60 cm soil layer measured in May varied between 50 (1999) and 170 kg N/ha (2002). In June, when N uptake of potato usually is highest, N_{\min} contents in soils decreased in all cases to about 10 kg N/ha and afterwards continuously increased until senescence of the potato plants. Despite different N input, the dynamic of mineral N was similar in all treatments except for D and O in 1999, when an early infestation by potato late blight resulted in early senescence and thus in a reduced N uptake. After harvest N_{\min} contents tended to be higher for D, O and K with organic fertilizers than for M with mineral fertilizer only. In conclusion, the risk for N leaching is highest after harvest of potato, which might be prevented by cultivation of a fast-growing cover crop immediately after harvest.

Key words: DOK-trial, potato, farming system, nitrogen, suction cup