

# Neue Erkenntnisse bei der Düngung von Winterspinat

Der Anbau von Blatt- und Hackspinat ist heute mehrheitlich auf eher sandigen Böden in der Ostschweiz angesiedelt. Spinat stellt als rasch wachsendes Blattgemüse sehr hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung.

Reto Neuweiler,  
Agroscope FAW Wädenswil

Praxisbeobachtungen zufolge ist der im Handbuch Gemüse vorgeschriebene Nettonährstoffbedarf für Stickstoff von 130 kg N/ha für einschnittigen Spinat nicht in jedem Fall ausreichend. Im St. Galler Rheintal treten ausserdem verschiedentlich Chlorosen und Wachstumsdepressionen auf, die einen Zusammenhang mit einer mangelnden Verfügbarkeit von Magnesium (Mg), Phosphor (P) sowie diversen Spurenelementen vermuten lassen.

## Versuche 2004

Neben Steigerungs- und Applikationsversuchen mit P, Mg sowie den Spurenelementen Eisen, Mangan und Bor, auf die in diesem Beitrag nicht bis ins Detail eingegangen wird, wurden bei Winterspinat an den Standorten Weite und Diepoldsau im St. Galler Rheintal N-Steigerungsversuche durchgeführt. Bei den Versuchsflächen handelte es sich um schwach humose (4% Humus) und stark lehmige Sandböden. Die Aussaat



Der Anbau von Industriespinat ist im St. Galler Rheintal sehr verbreitet.  
(Foto: Fritz Keller, Agroscope FAW)

*La culture d'épinard pour l'industrie est très répandue dans la vallée saint-galloise du Rhin.*

der Winterspinatsorte Clermont erfolgte Mitte Oktober 2003.

Die durchgeführten Bodenuntersuchungen auf Reservennährstoffe und wasserlösliche Nährstoffe ergaben an

den beiden Standorten für die Nährstoffe P, K und Mg folgendes Bild:

### Phosphor:

Standort Weite: genügend (Stufe C), Standort Diepoldsau: mässig (Stufe B);

### Kalium:

beide Standorte: genügend (Stufe C);

### Magnesium:

beide Standorte: genügend (Stufe C).

Um Versorgungsengpässe bei den nicht geprüften Elementen P, K und Mg ausschliessen zu können, wurden bei der Berechnung der zu düngenden Einzelnährstoffmengen eher grosszügige Normwerte eingesetzt:  $P_2O_5$ : 40 kg/ha,  $K_2O$ : 180 kg/ha, Mg: 20 kg/ha. Die Düngung mit diesen Elementen erfolgte an beiden Standorten am 13. Februar 2004.

Im vorliegenden N-Steigerungsversuch wurden die folgenden N-Stufen an beiden Standorten in 4-facher Wiederholung geprüft: 0, 50, 100, 150, 200 und 250 kg N/ha. Diese Gesamtmengen wurden in drei Einzelgaben aufgeteilt. Am Standort Weite wurden die N-Gaben am 13. Februar, 15. März und 2. April 2004 ausgebracht. Am Standort Diepoldsau erfolgte die N-Düngung am 17. Februar, 19. März und 8. April 2004. Bei der ersten Gabe wurde Ammonsalpeter (27,5% N), bei den folgenden Gaben Kalksalpeter (15% N) eingesetzt.

Unmittelbar vor der Ausbringung der N-Gaben sowie einige Tage vor der Spinaternte wurden Nmin-Bodenproben gestochen. Bei der Spinaternte wurden Blattproben entnommen und auf ihren Nitratgehalt untersucht. Ausserdem wurde die durchschnittliche Blattfläche ermittelt.

Die Ertragserhebungen wurden in Weite am 16. April und in Diepoldsau am 28./29. April durchgeführt. Um den Gesamtanzug an Stickstoff mit dem Ernteprodukt zu ermitteln, wurden der Trockensubstanzgehalt des Erntegutes und der N-Gehalt in der Trockenmasse bestimmt.

## Gezielte P- und Mg-Versorgung als Grundlage für den Kulturserfolg

Phosphor ist als im Boden langfristig wirksamer Hauptnährstoff bekannt,

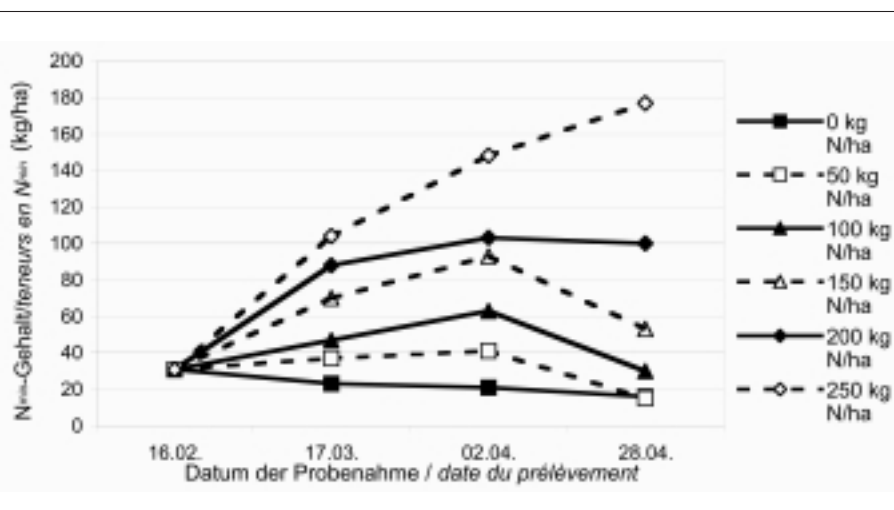


Abb. 1. Verlauf des Nmin-Gehaltes in der Bodenschicht 0–30 cm bei unterschiedlicher N-Düngung am Standort Diepoldsau.

Fig. 1. Evolution de la teneur en Nmin de la couche du sol de 0–30 cm selon le niveau de fumure azotée, sur le site de Diepoldsau.

der sich im Ackerbau auf Böden mit mittlerer bis guter P-Verfügbarkeit kaum auf die Pflanzenentwicklung und den Ertrag auswirkt.

Unsere Versuche in Diepoldsau hingegen haben gezeigt, dass sich eine zur Saat ausgebrachte P-Düngung positiv auf die Entwicklung der Spinatpflanzen ausgewirkt hat. Wurden anstelle der empfohlenen 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha 40 oder 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha zur Saat ausgebracht, entwickelten sich die Pflanzen anfangs schneller. Auch ihr Ertrag lag höher. Dies mag zum einen damit erklärt werden, dass der Boden in Diepoldsau nur mässig mit P versorgt war, und zum anderen, dass die oberflächlich wurzelnde Spinatkultur eine kurze und intensive Wachstumsphase hat. Daraus kann abgeleitet werden, dass die auf einer Parzelle innerhalb der Fruchtfolge für sämtliche Kulturen zu düngende P-Menge mit Vorteil vor der Spinatkultur ausgebracht und oberflächlich eingearbeitet wird.

Wie die vorliegenden Versuche zeigen, hat der Anwendungszeitpunkt auch bei der Magnesiumdüngung auf sehr durchlässigen, basischen Böden einen grossen Einfluss auf die Qualität. In Parzellen, wo die Mg-Düngung in Form von Mg-Sulfat (Kiserit) bereits bei der Grunddüngung im Herbst ausgebracht wurde, traten kurz vor der Ernte deutliche Symptome von Mg-Mangel auf. Wurde eine entsprechende Mg-Menge in derselben Düngerform erst zu Wachstumsbeginn im Frühjahr verabreicht, blieben die Mangelsymptome vollständig aus. Auf sandigen Böden mit hohem pH-Wert könnten sogar bessere Resultate erzielt werden, wenn die Mg-Dünger Menge zusammen mit den einzelnen N-Gaben über die Hauptwachstumsphase verteilt wird.

**Tabelle: Einfluss der N-Düngung auf die Qualität und Ertrag an den Standorten Weite und Diepoldsau.**  
**Tableau: Influence de la fumure azotée sur la qualité et le rendement, sur les sites de Weite et Diepoldsau.**

	N-Düngung / fumure en N (kg N/ha)					
	0	50	100	150	200	250
<b>Standort / lieu: Weite SG</b>						
Nitratgehalt im Erntegut (mg NO <sub>3</sub> /kg Frischmasse) <i>teneurs en nitrate des épinards récoltés (mg NO<sub>3</sub>/kg mat. fraîche)</i>	151	356	1057	1977	2555	2960
Durchschnittl. Blattgrösse (cm <sup>2</sup> ) <i>taille moyenne des feuilles (cm<sup>2</sup>)</i>	24	34	49	56	62	70
Ertrag, frisch (kg/a) <i>rendement frais (kg/a)</i>	110	210	330	390	420	470
<b>Standort / lieu: Diepoldsau SG</b>						
Nitratgehalt im Erntegut (mg NO <sub>3</sub> /kg Frischmasse) <i>teneurs en nitrate des épinards récoltés (mg NO<sub>3</sub>/kg mat. fraîche)</i>	91	70	266	1082	1865	1911
Durchschnittl. Blattgrösse (cm <sup>2</sup> ) <i>taille moyenne des feuilles (cm<sup>2</sup>)</i>	10	39	67	80	83	94
Ertrag, frisch (kg/a) <i>rendement frais (kg/a)</i>	30	230	440	510	580	610

## Nmin-Gehalte im Boden und N-Entzug belegen hohen N-Bedarf

Die vor der ersten N-Düngungsgabe entnommenen Nmin-Proben liessen eine sehr bescheidene N-Verfügbarkeit im Oberboden erkennen (Abb. 1). Die Nmin-Werte des Bodens, die jeweils vor den N-Einzelgaben bestimmt wurden, lagen bei den Düngungsstufen unter 150 kg N/ha deutlich unter den Sollwerten gemäss Handbuch Gemüse. Die kurz vor der Ernte durchgeführten Nmin-Messungen zeigten zudem, dass Gesamtdüngungsmengen bis 200 kg N/ha bis zu Kulturende zu keiner wesentlichen Steigerung des Gehaltes an verfügbarem Stickstoff im Oberboden führten. Aus unseren Ergebnissen zum N-Entzug an beiden Standorten lässt sich schliessen, dass die gedüngte N-Menge von der Kultur aufgenommen wurde (Abb. 2, s. S. 20). Hingegen verblieben zu Kulturende bei der Düngungsstufe von 250 kg N/ha relativ hohe Mengen an mineralischen Stickstoff im Oberboden.

## N-Düngung wichtig für Qualität und Ertrag

Hinsichtlich des Nitratgehaltes in der geernteten Blattmasse führte am Standort Diepoldsau keine der geprüften N-Düngungsstufen zu einer Überschreitung des vorgeschriebenen Toleranzwertes von 2500 ppm (s. Tabelle). In Weite überschritt der gemessene Nitratwert bei der höchsten N-Stufe von 250 kg N/ha diesen Wert, was darin begründet sein könnte, dass die Kultur an diesem Standort etwas zu früh geerntet worden war.

An beiden Versuchsstandorten nahmen die Erträge und die Blattgrösse mit steigender N-Düngung zu. Dabei fällt auf, dass die Steigerung der N-Düngung von 150 auf 250 kg N/ha immer noch zu statistisch signifikanten Mehrerträgen führte.

## Schlussfolgerungen

Der N-Bedarf von Winterspinat lag im Frühjahr 2004 über der Norm von

130 kg N/ha für einschittigen Spinat gemäss Handbuch Gemüse. Die für das Frühjahr 2005 vorgesehenen Folgeversuche können weitere konkrete Hinweise zum effektiven N-Bedarf von Winterspinat liefern. Die im Rahmen dieser Praxisversuche erarbeiteten Versuchsergebnisse werden laufend der vom Bundesamt für Landwirtschaft eingesetzten «Kommission für Boden und Düngung (KBD)» unterbreitet. Dieses Gremium berät und entscheidet darüber, ob und in welchem Umfang Düngungsnormen im Rahmen des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) angepasst werden können.

## Dank

Wir möchten der Fachstelle für Gemüse- und Beerenanbau des Kantons St. Gallen unter der Leitung von Rolf Künzler, LS Rheinhof, Salez, und den beiden beteiligten Gemüsebaubetrieben Müller Gemüse Azmoos, Weite, und Stefan Britschgi, Gemüse- und Beerenkulturen, Diepoldsau, für die konstruktive Zusammenarbeit herzlich danken. ■

# Nouvelles connaissances concernant la fumure de l'épinard d'hiver

(Trad.) La culture d'épinard haché ou en branches se pratique aujourd'hui majoritairement sur des sols plutôt sableux en Suisse orientale. L'épinard est un légume-feuille à croissance rapide, et comme tel très exigeant quant à l'alimentation minérale.

Reto Neuweiler,  
Agroscope FAW Wädenswil

Les observations faites chez les producteurs ont montré que la dotation d'azote de 130 kg N/ha préconisée dans le Manuel des légumes n'est pas toujours suffisante pour l'épinard à une coupe. Dans la vallée saint-galloise du Rhin, on a constaté également à plusieurs reprises l'apparition de chloroses et troubles de croissances en rapport probable avec une disponibilité insuffisante de magnésium (Mg), phosphore (P) et divers oligoéléments.

## Essais 2004

Cette communication n'entrera pas dans le détail des essais d'application et de doses croissantes de P, Mg et des oligoéléments fer, manganèse et bore. À côté de ces essais, on a procédé à des essais de doses croissantes d'azote dans des cultures d'épinard d'hiver sur des parcelles situées à Weite et Diepoldsau dans la vallée saint-galloise du Rhin. Les sols des parcelles d'essai étaient des sables fortement limoneux et faiblement organiques (4% d'humus). Le semis de la variété d'épinard d'hiver Clermont a été réalisé à mi-octobre 2003.

Les analyses de sol ont porté sur les éléments nutritifs solubles à l'eau et de réserve. Les résultats pour les deux sites, concernant les éléments P, K et Mg, sont les suivants:

### Phosphore:

Site de Weite: suffisant (niveau C), site de Diepoldsau: moyen (niveau B);

### Potassium:

Les deux sites: suffisant (niveau C);

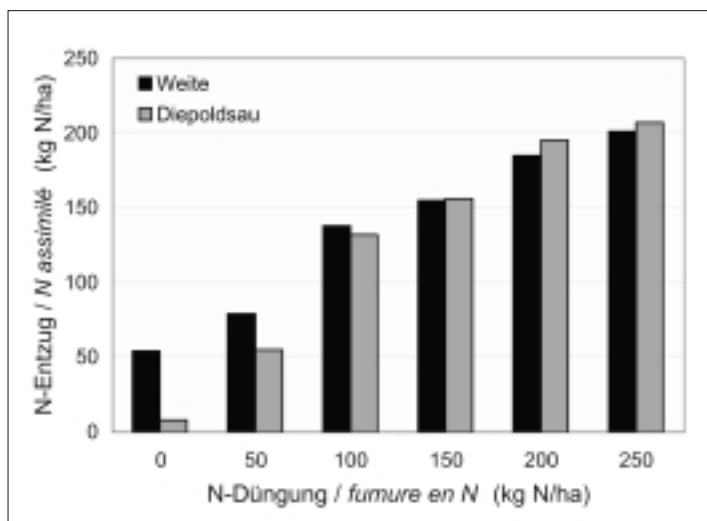


Abb. 2. N-Entzug mit dem Ernteprodukt (Hackspinat) bei unterschiedlicher N-Düngung

Fig. 2. Prélèvement de N par la récolte (épinard haché) selon le niveau de fumure azotée, sur les sites de Weite et Diepoldsau.

### Magnésium:

Les deux sites: suffisant (niveau C).

Pour éviter des manques temporaires de disponibilité des éléments P, K et Mg non pris en compte dans l'essai, on a utilisé des normes généreuses pour le calcul de la dotation en composants séparés: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 40 kg/ha, K<sub>2</sub>O: 180 kg/ha, Mg: 20 kg/ha. L'application de ces doses a été faite aux deux sites le 13 février 2004.

Le présent essai de doses croissantes d'azote a été réalisé sur les deux sites en quatre répétitions avec les doses suivantes: 0, 50, 100, 150, 200 et 250 kg N/ha. Ces doses totales ont été fractionnées en trois distributions. Sur le site de Weite, les applications d'azote ont été faites les 13 février, 15 mars et 2 avril 2004. Sur le site de Diepoldsau, la fumure azotée a été faite les 17 février, 19 mars et 8 avril 2004. Pour la première application, on a utilisé du nitrate d'ammoniaque (27,5% N), et pour les suivantes du nitrate de chaux (15% N).

On a prélevé des échantillons de sol pour analyse Nmin juste avant les ap-

ports d'azote, ainsi que quelques jours avant la récolte de l'épinard. À la récolte, on a prélevé des échantillons de feuilles pour analyse de leur teneur en nitrate. On a d'autre part déterminé la surface moyenne des feuilles.

Les contrôles de rendements ont été faits à Weite le 16 avril, à Diepoldsau les 28 et 29 avril. Afin d'établir l'exportation totale d'azote sur la base du produit récolté, on a analysé la teneur en matière sèche de la récolte, et la teneur en N de la matière sèche.

### L'approvisionnement ciblé de N et Mg, gage du succès de la culture

Le phosphore est connu comme élément principal, efficace à long terme dans le sol. Pour les grandes cultures dans les sols présentant une disponibilité bonne à moyenne, il n'exerce quasiment pas d'influence sur le développement des plantes et le rendement.

Nos essais à Diepoldsau ont cependant montré qu'un apport de phosphore au moment du semis exerçait

une influence positive sur le développement des plantes d'épinard. Lorsque l'on a apporté au semis 40 ou 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha au lieu des 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha recommandés, la croissance initiale des plantes a été plus rapide. Cela peut être expliqué d'une part en raison de la modeste teneur en phosphore disponible du sol de Diepoldsau, et d'autre part en raison de l'enracinement superficiel de la culture d'épinard et de sa phase de croissance courte et intensive. On peut en déduire que la dose totale de P à appliquer sur une parcelle pour toutes les cultures dans le cadre de la rotation devrait avantageusement être distribuée avant la culture d'épinard, et enfouie superficiellement.

Ces essais montrent aussi que dans des sols très poreux et basiques, le moment d'application de la fumure magnésienne exerce une grande influence sur la qualité. Sur les parcelles où la fumure magnésienne a été apportée sous forme de sulfate de magnésium (kisérite) avec la fumure de fond à l'automne, on a constaté peu avant la récolte des symptômes évidents de carence magnésienne. Lorsque la même quantité de Mg a été apportée sous la même forme au début de la croissance seulement, au printemps, on n'a constaté aucun symptôme de carence. On pourrait même obtenir de meilleurs résultats sur des sols sableux à pH élevé, si les doses de Mg étaient fractionnées de la même manière que la distribution d'azote et appliquées en même temps au cours de la phase principale de croissance.

### Les teneurs de sol en Nmin et les exportations prouvent un besoin élevé d'azote

Les échantillons de sol prélevés pour analyse Nmin avant la première application d'azote ont révélé une très faible disponibilité d'azote dans la couche supérieure du sol (fig. 1, v. p. 18).

Les valeurs Nmin du sol, déterminées avant les applications successives d'azote, se situaient dans les niveaux de fumure inférieurs à 150 kg N/ha, donc nettement au-dessous des valeurs de consigne selon le Manuel des légumes. Les mesures Nmin effectuées peu avant la récolte ont montré de plus que des quantités totales apportées à concurrence de 200 kg N/ha jusqu'à la fin de la culture ne causeraient aucune augmentation notable de la teneur en azote disponible dans la couche supérieure du sol. Les résultats de nos calculs d'exportations de N sur les deux sites permettent de conclure que la quantité d'azote apportée a été prélevée par la culture. Par contre, avec une dotation de 250 kg N/ha, la couche supérieure du sol contenait après la fin de la culture des quantités relativement importantes d'azote minéral.

**La fumure azotée est importante pour la qualité et le rendement**

Pour ce qui concerne la teneur en nitrate des feuilles récoltées, aucune des doses croissantes de N n'a causé sur le site de Diepoldsau un dépassement de la valeur de tolérance prescrite de 2500 ppm (v. tableau p. 19). Sur le site de Weite, la valeur mesurée de nitrate a dépassé cette valeur limite avec la dose la plus élevée de 250 kg N/ha, ce qui peut s'expliquer par le fait que la récolte sur ce site s'est faite un peu trop tôt. Les rendements comme la surface des feuilles ont augmenté sur les deux sites avec l'augmentation de la dose d'azote. Il est remarquable que l'augmentation de 150 à 250 kg N/ha a toujours produit des augmentations significatives de rendement.

**Conclusions**

Au printemps 2004, le besoin de N de l'épinard d'hiver dépassait la norme de 130 kg N/ha, prescrite par le Manuel des légumes pour l'épinard récolté une fois. Les essais complémentaires prévus au printemps 2005 donneront des indications concrètes supplémentaires sur les besoins effectifs d'azote de l'épinard d'hiver. Les résultats des évaluations réalisées dans le cadre de ces essais pratiques sont soumis systématiquement à la «Commission pour le sol

et la fumure (CSF)» instituée par l'Office fédéral de l'agriculture. Cette commission examine et décide si, et dans quelle mesure les normes de fumure peuvent être adaptées dans le cadre des prestations écologiques requises (PER).

**Remerciements**

Nous remercions chaleureusement la centrale des cultures de légumes et petits fruits du canton de St. Gall, sous la direction de Rolf Künzler, l'école d'agriculture de Rheinhof à Salez ainsi que les deux exploitations maraîchères Müller Gemüse Azmoos, Weite, et Stefan Britschgi, Gemüse- und Beerenkulturen, Diepoldsau, pour leur collaboration constructive.



*Fig. 2: On peut distinguer clairement, chez l'épinard, les différences engendrées par les doses croissantes de fumure azotée. (Photo: René Total, FAW)*  
 Abb. 2. Spinat lässt klare Unterschiede zwischen den einzelnen geprüften N-Düngungsstufen erkennen.