

Feld & S

Auf die Kaliversorgung achten!

Erfahrungen mit einer Gesundungsdüngung von Kalium im Zusammenhang mit Gesteinsmehlgaben und Fingerhut-Anwendung im Biologisch-Dynamischen Landbau

von Hartmut Spieß

Dr. habil. Hartmut Spieß,
Institut für Biologisch-
Dynamische Forschung IBDF
im Forschungsring e.V. und
LBS Dottenfelderhof e.V.

Will man eine hohe pflanzliche Produktqualität erzeugen, so setzt das voraus, dass eine Vielzahl landwirtschaftlicher Faktoren und Bedingungen in Synergie zusammenwirken. Dazu zählen, abhängig von Standort- und Klimafaktoren, die Maßnahmen der Bewirtschaf-

ten. In der Vergangenheit wurde im Biologisch-Dynamischen Landbau bezüglich der Düngung in erster Linie auf die gute Versorgung mit organischen Düngern und weniger auf diejenige mit Mineralstoffen geachtet. Man war der Ansicht, dass die Nährstoffversorgung der Pflanzen über die ‚aktive Nährstoffmobilisierung‘ (vgl. SCHELLER 1988) aus dem Bodenvorrat gesichert sei. Inwieweit dies eintritt, hängt jedoch von mehreren Faktoren ab. Der wichtigste ist die Bodengenese. So haben z. B. nährstoffreiche Lößlehme ein hohes, Schwemmland- oder Sandböden ein geringes Nährstoffnachlieferungsvermögen.

Daneben spielen die Rückführung der Nährstoffe über die organischen Dünger, die betriebsinternen Nährstoffverluste (z. B. durch Auswaschung aus dem Boden oder bei zu langer Rotte/Kompostierung und unsachgemäßer Lagerung der Dünger), der Nährstoffexport über den Produktverkauf und der Futterzukauf eine unterschiedlich große Rolle. Insbesondere bei Kalium und Phosphor wiesen in Untersuchungen die ältesten Öko-Betriebe mit ungünstigen Standortfaktoren die größten Probleme auf (MENGEL 1979; SCHULTE 1996). Aber auch ganz allgemein wird ein Absinken der Kaliumgehalte im Boden mit zunehmender Dauer der ökologischen Bewirtschaftung festgestellt (PAFFRATH 1994; HUBER 2005).

Verarbeiter bemerken Kaliumproblematik in Öko-Betrieben

Anfang der 90er Jahre trat die Fa. EDEN-Waren GmbH, Hünfeld an verschiedene Öko-Betriebe und an die Öko-Beratung heran, um auf eine mangelnde Produktqualität aufmerksam zu machen. In den regelmäßigen Qualitätsuntersuchungen von Gemüsesäften hatte sich in zunehmender Tendenz gezeigt, dass ca. 15 – 20 Prozent der angelieferten Möhrenpartien aus ökologischem Anbau, insbesondere die aus ‚alten‘ Demeter-Betrieben, zu niedrige Kalium- und zu hohe Natriumgehalte aufwiesen. Damit entsprachen sie nicht den Qualitätsansprüchen des Gemüseverarbeiters, der bei Möhrensaft Mindestgehalte von 2.200 mg Kalium und Höchstgehalte von 500 mg Natrium pro Liter fordert. Zur Beantwortung der Frage, in welchem Maße durch eine nach Öko-Richtlinien konforme K:Na-Verhältnis in Möhren kurzfristig angehoben werden kann, kam eine Zusammenarbeit der damaligen LUFA Kassel (Analytik), Fa. EDEN (Analytik), und dem IBDF (Versuchsdurchführung) zustande. Parallel zu diesen Versuchen führte HAGEL (1995) eine Studie zur Praxissituation mit Boden- und Pflanzenuntersuchungen von 41 Betrieben durch.

Als Standort für die Kali-Düngungsversuche wurde der Demeter-Betrieb Dottenfelderhof, Bad Vilbel gewählt, da für diesen die geschilderte K:Na-Problematik

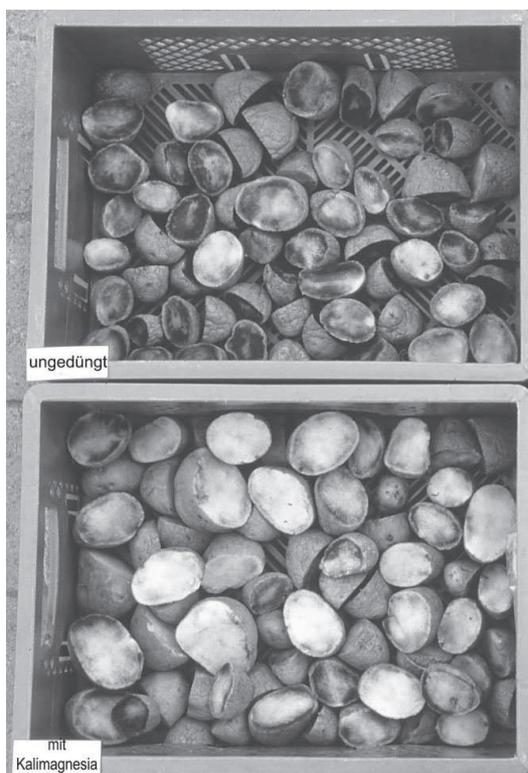


Abb. 1: Kali ist wichtig für gesunde Pflanzen

Verfärbung und Blaufleckigkeit der Kartoffel 'Aula'. Dfh. Ernte 1997 [oben: ohne K-Düngung; unten: 400 kg/ha K als Kalimagnesia]. Blaufleckigkeit entsteht bei unzureichender Kaliversorgung aufgrund erhöhter Werte von Tyrosin, löslichen N-Verbindungen, Chlorogensäure und Eisen sowie geringer Zitronensäuregehalte.

fung wie Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung, Düngung, das Präparatewesen sowie die Tierhaltung und die betriebswirtschaftliche Ausrichtung des Hofes. Nicht zuletzt als wichtigstes Bindeglied der Betriebsleiter mit seinem Können und seiner Erfahrung.

im Möhrenanbau zutraf. Der Betrieb wird seit 1968 biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Zuvor war er ein viehschwacher (0,5 GV/ha) ‚Zuckerrübenbetrieb‘ mit Raubbau an den Bodennährstoffen. Erst mit dem Kuhstallneubau 1981 wurde der angestrebte Viehbesatz von 1 GV/ha erreicht. Bei den Äckern handelt es sich in der Niddaue um tonreiche, K-fixierende Schwemmlandböden, bei den etwas höher gelegenen Flächen um humusarme (0,9 % C) kolluvial bedeckte Parabraun-erden aus Hochflutlehm sowie auf der Niddaterrasse um degradierte Lößlehme. Wie Tabelle 1 zeigt, sind die Böden mit Kalium schlecht versorgt. Die Kaliumfixierung in der Krume kann rd. 1.300 kg K/ha erreichen und steigt im Unterboden noch deut-

lich an. Demgegenüber gab es – mit Ausnahme weniger Flächen – bisher noch keine Probleme mit der Phosphorversorgung, was für eine hohe mikrobiologische Aktivität des Bodens spricht. Magnesium ist reichlich vorhanden. Für die Beurteilung der Nährstoffversorgung ist zu berücksichtigen, dass 30 – 50 kg/ha atmosphärischer Stickstoff in den Boden eingetragen werden, was zu einem üppigen Pflanzenwachstum führt, jedoch die Kaliumproblematik verschärft.

Die Frage nach dem K:Na-Verhältnis war für die Projektierung der Kalidüngungsversuche nicht der alleinige Beweggrund. Es sollte auch den Fragen nachgegangen werden, wie sich die Aufnahme von Kalium z. B. durch gezielte Präparateanwendung ver-

Kurz & knapp:

- Ist Kalium als wichtiger Pflanzennährstoff je nach Boden limitiert, kann dies zu Qualitätseinbußen führen.
- Der Autor zieht Folgerungen aus Versuchen mit Gesteinsmehlen und Kalimagnesia.
- Biodynamisch empfiehlt sich die Verstärkung der Wirkung der Kaligabe durch Fingerhutextrakt.

bessern lässt, wie Verluste vermieden werden können oder welche Möglichkeiten als Alternative zu dem damals einzig richtlinienkonformen Kalimagnesia (Patentkali) bestehen. Schließlich wurde 1982 auf dem Betrieb eine Nährstoffbilanz von LÜCKE u. v. BOGUSLAWSKI (1984) erstellt. Bei Kalium ergab diese einen Verlust von 46 kg/ha und Jahr. Seitdem dürfte sich aufgrund der Ausdehnung des Marktfruchtbereichs diese negative Bilanz noch erhöht haben.

Bedeutung des Kaliums

Kalium ist kein Bestandteil der organischen Pflanzensubstanz (Eiweiß, Fette, Kohlenhydrate) im engeren Sinne, sondern liegt in wässriger Lösung in der Pflanze vor. Von so großer Bedeutung ist es deshalb, weil eine Vielzahl von physiologischen Vorgängen vom Vorhandensein von K in der Pflanze abhängen. Daher wirkt es wie ein Aktivator der Lebensvorgänge:

- *Kalium erhöht Lichtausnutzung.* K kann durch eine Steigerung der Photosyntheserate und der Aktivität zahlreicher Enzyme den Aufbaustoffwechsel und der Ertragsbildung, vor allem der Blätter fördern. Darüber hinaus beschleunigt es den Assimilattransport aus den Blättern in die Speicherorgane.
- *Kalium stimuliert Wachstum und Keimung.* K beeinflusst durch den Zellturgor die Zellteilung und das Wachstum der Pflanze. In Synergismus mit den Phytohormonen Gibberellin, Cytokinin und Indoleessigsäure stimuliert es die Keimung sowie die Teilung und Streckung von Pflanzenzellen und das Wachstum von Wurzeln und Sprossachse.
- *Kalium spart Wasser.* K beeinflusst über den osmotischen Druck und den Zellturgor den Wasserhaushalt der Pflanze. Durch Begrenzung der Transpirationsverluste der Blätter und eine verbesserte Wasseraneignung aus dem Boden benötigt die Pflanze bei guter Kaliumversorgung für die Bildung der gleichen Trockenmasse weniger Wasser als bei Kaliummangel. Die Erhöhung der Wassereffizienz kann 30 Prozent erreichen.
- *Kali verbessert Standfestigkeit.* K verbessert die Bildung von Kohlenhydraten, so auch der Gerüstsubstanzen Lignin und Zellulose, welche die Halm- und Stängelfestigkeit bewirken.
- *Kalium mindert Krankheits- und Schädlingsbefall.* Stärkere Zellwände erschweren das Eindringen der Pilzhyphen. Der geringere Anteil niedermolekularer Substanzen in der Zelle in Folge verbesserten Stoffwechsels ist für Schädlinge weniger attraktiv.
- *Kalium erhöht Frostresistenz.* Durch verbesserte Kohlenhydrateinlagerung widersteht die Zelle besser dem physiologischen Kälteod. Beim Hochfrieren des Bodens reißen die besser ausgebildeten Wurzeln weniger leicht ab.
- *Kalium fördert Mikroorganismen im Boden.* Eine gute K-Versorgung wirkt sich positiv auf Bodenbakterien und -pilze aus, welche in der Asche zwischen 10-40 % K₂O enthalten.
- *Aber: Zu viel Kalium hemmt Kationenaufnahme.* Bei einem Überangebot von Kalium im Boden werden die ‚Kali-Antagonisten‘ Mg, Ca und Na von den Pflanzen weniger aufgenommen. Im Öko-Landbau ist dies kaum der Fall. Eine Ausnahme bildet der Magnesiummangel bei einer starken K-Düngung magnesiumarmer Böden, wie es vom Kaiserstuhl bekannt ist.

Tiefe	K ₂ O CAL*	K _{fix} nass*	P ₂ O ₅ CAL*
<i>Flurstück „Hölle 2“, Frühjahr 1993</i>			
0-30cm	8	1,4	16
30-60cm	6	11,8	12
60-90cm	6	32,7	6
<i>Flurstück „Himmelacker-Straße“, Herbst 1994</i>			
0-30cm	5	23,0	14
30-60cm	5	26,1	12
60-90cm	6	36,4	8
<i>Flurstück „Himmelacker-Kirsberg“, Frühjahr 1997</i>			
0-30cm	4	27,6	12
30-60cm	4	27,6	10
60-90cm	5	33,1	8

Beginnend mit Kalium-Steigerungs-Versuchen in den Jahren 1993 bis 1998 (SPIEB et al. 1999) wurde 1997 ein Langzeitversuch angelegt, der den Dünger Kalimagnesia mit den Gesteinsmehlen Orthoklas und Basalt im Zusammenhang mit einer Behandlung mit Rotem Fingerhut (*Digitalis purpurea*) verglich. Letztere wurde aufgrund der Empfehlung von RUDOLF STEINER (vgl. HEINZE 1983) aufgegriffen, wonach zur Düngung von Kalimagnesia ein Pflanzengift eingesetzt werden

Tab. 1: verfügbare Nährstoffgehalte und Kalifixierung verschiedener Böden vor Versuchsanlage. Dottenfelderhof (*in mg/100 g Boden)

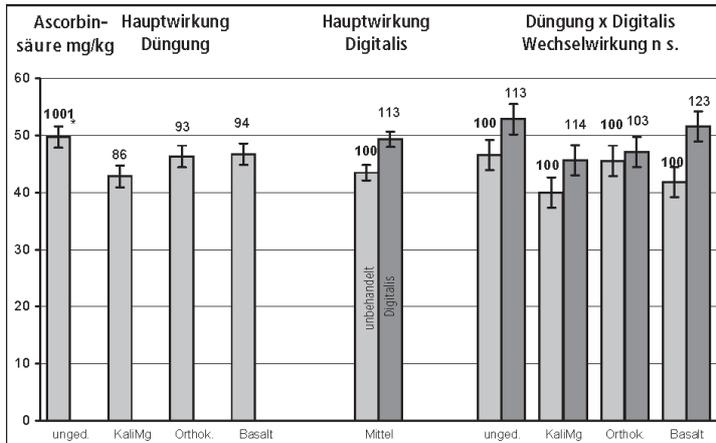


Abb. 2: Fingerhutextrakt verbessert Kaliwirkung
 Ascorbinsäure-Gehalt (Vitamin C) in der Frischsubstanz von Kartoffeln 'Aula' nach 7-monatiger Lagerung in Abhängigkeit von der Kalimagnesia- und Gesteinsmehldüngung sowie Digitalis-Behandlung. Dfh. 2003 (Relativwerte Tukey α 0,05)

solle (SPIEB 2003). Schließlich wurde in Gefäßversuchen von 1998 bis 2002 die Wirksamkeit des Schafgarbenpräparates auf die Kaliumdynamik untersucht (vgl. MATTHES u. SPIEB 2006).

V Versuchsergebnisse eindeutig

In den Möhren-Versuchen mit gesteigerten Gaben von Kalimagnesia (30 % $K_2O/10$ % MgO) in Höhe von 200 bis 1.000 kg/ha Rein-K zeigten nach Tabelle 2

als 400 kg/K zu düngen, weil die Gefahr einer ‚Versalzung‘ des Bodens ansteigt und die Effektivität der Düngung rapide sinkt. Im Vergleich der beiden Versuche wurde anhand der unterschiedlichen Düngungszeitpunkte – Frühjahr 1993, Herbst vor 1995 – deutlich, dass erstere eine höhere Wirksamkeit entfaltete. Das hängt damit zusammen, dass auf Kalium fixierenden schwereren Böden eine Düngung bereits im Herbst zu einer Festlegung des Düngekaliums führt und den Pflanzen weniger zur Verfügung steht.

Dün- gungs- stufe	Ertrag [dt/ha]				Kalium [mg/l]		Natrium [mg/l]		K : Na [1 : x]		β -Carotin [mg/l]	
	Frischmasse		Trockenmasse		1993	1995	1993	1995	1993	1995	1993	1995
	1993	1995	1993	1995								
K 0	551 a*	396 a	60,4 a	50,5 a	858	1377 a	1038	1037	0,8	1,3	93	113
K 200	658 b	437 a	74,4 b	59,1 ab	1408	2073 ab	789	860	1,8	2,4	75	134
K 400	659 b	457 a	75,4 b	61,1 b	1535	2433 b	1058	722	1,5	3,4	148	169
K 600	617 ab	463 a	71,9 ab	64,6 b	1699	2732 b	1009	695	1,7	3,9	155	174
K 800	627 ab	469 b	69,4 ab	63,9 b	1555	2940 b	715	707	2,2	4,2	153	192
K 1000	593 ab	482 b	67,9 ab	64,4 b	1826	2890 b	779	720	2,3	4,0	118	165

*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant: Tukey α 0,05

Tab. 2: Einfluss steigender Kalimagnesia-Gaben (Rein-K) auf Ertrag sowie ausgewählte Inhaltsstoffe (Saft) von Möhren 'Rothild'.
 Dottenfelderhof Hölle2 1993, Himmelacker-Straße 1995

die Stufen 200 und 400 kg/ha K die stärkste Effizienz. Hier wurden Ertragssteigerungen von 19 – 25 % bei der Frisch- und 10 – 21 % bei der Trockenmasse gemessen. Bezüglich der Kalium-Aufnahme wies die Gabe ‚K 400‘ mit nahezu einer Verdoppelung der Werte im Möhrensaft den besten Düngungseffekt auf. Dabei war das K:Na-Verhältnis deutlich zu

Neuer Versuchsansatz mit Gesteinsmehlen und Fingerhut

Aufgrund dieser Resultate wurde beschlossen, auf dem Dottenfelderhof eine ‚Gesundungsdüngung‘ mit Kalium durchzuführen. Im Rahmen der Fruchtfolge sollten lediglich Starkzehrer wie die K-entzugsintensiven Hackfrüchte

sowie Klee- und Luzernegras, bei denen bereits Kalimangelerscheinungen vorlagen, in den Genuss der Düngung kommen. Das Getreide nimmt durch seine intensive Wurzelbildung in der Regel genügend Kalium auf, selbst Hafer reagierte ertraglich nicht auf eine K-Düngung. Die Maßnahmen wurden mit einem Düngungsversuch auf dem Himmelacker, Hirschberg, wissenschaftlich begleitet. Als Alternative zu Kalimagnesia, das chemisch aufbereitet ist, wurden zwei Varianten mit Gesteinsmehlen aufgenommen. Auf dem Hof wurde bereits Basaltmehl als Kalklieferant (10 – 15 % CaO) eingesetzt, weist jedoch nur einen Gehalt von maximal 2,5 % K_2O , dafür hohe Mg-Werte (bis 12 % MgO) auf. Kalifeldspat Orthoklas mit einem Gehalt von 12 % K_2O wird im Odenwald abgebaut und kam neu dazu. Die Höhe der Kaliumzufuhr wurde auf 400 kg/ha festgelegt. Als spezifisch biologisch-dynamische Maßnahme wurde Fingerhut dem Dünger zugesetzt bzw. mit den Spritzpräparaten auf Boden und Pflanze ausgebracht. Bisher wurden im Versuch folgende Fruchtfolgeglieder geprüft: 2 x Kartoffeln, 1 x 2-jähriges Luzernegras, 1 x 3-jähriges Klee-gras, 5 x Getreide. Wie angenommen, zeigten sich starke Düngungswirkungen bei der Hackfrucht und den Leguminosen. Dies betraf jedoch nur die Kalimagnesia-Variante. Die Gesteinsmehle blieben hinsichtlich einer Kaliwirkung ohne Einfluss auf das Pflanzenwachstum.

Mehr Marktware bei Kartoffeln

Bei den Kartoffeln wurde nach Tabelle 3 vor allem die Knollenbildung mit einem signifikant höheren Anteil (+ 15 %) marktfähiger Knollen beeinflusst. Die

K-, Mg-, Na- und S-Gehalte wurden signifikant um 24 bis 42 % erhöht, wobei ein starker Einfluss der Fingerhut-Behandlung einzurechnen ist. Auch die Verfärbung und Blaufleckigkeit als qualitativer Parameter der Vermarktungs- und Lagerfähigkeit der Knollen war wesentlich verbessert (Abb. 1). Im Jahr 2003, als erneut Kartoffeln im Versuch standen, wiederholten sich die Ergebnisse, obwohl durch die extreme Trockenheit nur die Hälfte des üblichen Ertragspotentials erreicht wurde. Als zusätzlicher qualitativer Parameter wurde am Ende der Knolleneinlagerung der Ascorbinsäure-Gehalt bestimmt (Abb. 2). Bei Kalimagnesia-Düngung wurden

Düngung/ Behandlung	Reinertrag [dt/ha]		Nährstoffgehalte (% TM)			
	FM	TM	K	Mg	Na	S
ungedüngt	202,9 b*	48,5 b	1,42 c	0,08 c	0,004 c	0,14 c
Kalimagnesia	233,9 a	52,2 a	2,03 a	0,11 a	0,005 b	0,18 a
Orthoklas	207,6 b	50,0 ab	1,56 b	0,10 b	0,004 bc	0,16 b
Basaltmehl	206,1 b	50,1 ab	1,50 bc	0,09	b 0,005 a	0,15 bc
ohne <i>Digitalis</i>	212,9	49,9	1,58 B	0,09 B	0,004	0,15
mit <i>Digitalis</i>	212,3	50,5	1,68 A	0,10 A	0,005	0,16

*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant: Tukey α 0.05

signifikant geringere Gehalte gemessen, die jedoch im Zusammenhang mit den um 20 % höheren Rohertträgen zu sehen sind. Demgegenüber erhöhte die Fingerhut-Behandlung evident die Vitamin-C-Gehalte und kompensierte nahezu die Differenz zur unbehandelten Kontrolle.

tion, sind doch die Leguminosen die tragenden Glieder der Fruchtfolge. So wird die Humusbilanz positiv beeinflusst, da viel organische Wurzelmasse im Boden verbleibt. Gleichzeitig wird ein annähernd gleicher Betrag der N-Menge der oberirdischen Blattmasse als organisch gebundener Stickstoff im Boden hinterlassen. Das fördert die Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit als wichtigstes Kapital der Landwirtschaft. Besonders ist hervorzuheben, dass die Behandlung mit *Digitalis*-Extrakt in einer Größenordnung von durchschnittlich 5 bis 6 % stets einen Anteil an diesen Wirkungen hatte. Zudem erstreckte sich der Einfluss von Fingerhut auf weit mehr als nur auf das hier dargestellte qualitative pflanzliche Merkmal. Damit unterstützt der Giftpflanzenextrakt den Einsatz der spezifisch biologisch-dynamischen Maßnahmen zur Erzeugung gesunder Pflanzen mit hohem Ernährungswert.

N-Bindung durch Leguminosen steigt

Der bedeutsamste Einfluss der Gesundungsdüngung betrifft nach Ansicht des Autors jedoch die Wirkung, die das Kali beim Anbau der mehrjährigen Leguminosen hatte. Bei zweijährigem Luzernegras 2000–2001 wurden nach Tabelle 4 Mehrerträge von 25 bzw. 18 % bei der Frischmasse bzw. Trockenmasse durch Kalimagnesia erzielt. Hervorzuheben ist jedoch die enorme Steigerung der Stickstoffentzüge um 23 %, die auf die erhöhte N-Bindungsrate durch die Knöllchenbakterien im Zusammenhang mit der gesteigerten Stoffwechsellistung der Luzerne zurückzuführen ist (vgl. SPIE et al. 2002). Ein vergleichbares Ergebnis wurde mit dem Anbau von 2-jährigem Klee gras 2006–2007 erhalten. Hier lagen gegenüber der Kontrolle die Steigerungsraten beim Ertrag bei 31 % bei der Frischmasse und 17 % bei der Trockenmasse. Die N-Aufnahme wurde um 23 % gesteigert. Diese erzielte Mehrleistung ist für den ökologisch bewirtschafteten Gesamtbetrieb von hoher Bedeu-

Boden-Kalium schwankt mit der Fruchtfolge

Welche Veränderungen die pflanzenverfügbaren Kaliumgehalte im Boden des Langzeitversuches in Abhängigkeit von Fruchtfolge einschließlich Stallmistgaben und K-Düngung aufweisen, zeigt Abbildung 3. Obwohl 1996 nach der Vorfrucht Weizen auf die Stoppel 350 dt/ha Rindertierstallmist gedüngt wurden, lagen die Ausgangswerte vor Versuchsanlage im

Tab. 3: Verbesserung auf Problemböden gelingt vor allem durch Kali. Einfluss von Kali- und Gesteinsmehldüngung sowie *Digitalis*-Behandlung (untere zwei Zeilen) auf den Reinertrag und die Nährstoffgehalte von Kartoffeln 'Aula'. Dfh. 1997

Quellen

- HAGEL, I. 1995: Zum Kalium:Natrium-Verhältnis in Demeter-Möhren. *Leb. Erde* 2, 103-109
- HUBER H. 2005: Den Kaliumgehalt beobachten. *Bioland* 09, 12
- LÜCKE J., BOGUSLAWSKI E. v. 1984: Begleitende wissenschaftliche Untersuchungen der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise auf dem Dottenfelderhof. *Landw. Forsch.* 37, 3/4, 248-267
- MATTHES C., SPIEB H. 2006: Wirkung biologisch-dynamischer Präparationen und Heilpflanzenextrakte auf Radies im Kalisteigerungsversuch. *Leb. Erde* 4, 40-44
- MENGEL K. 1979: Pflanzenbau ohne Mineraldüngung, eine Alternative? *Kali-Briefe* 14(10), 707-711
- PAFFRATH A. 1994: Ökologische Wirtschaftsweise und Nährstoffgehalte im Boden. *Ökol. & Landbau* 91, 15-16
- SCHELLER E. 1988: Aktive Nährstoffmobilisierung durch die Pflanzen. Selbstverlag, D-36160 Dipperz
- SCHULTE G. 1996: Nährstoffverarmung durch ökologischen Landbau? *bio-land* 3, 26-27
- SPIEB H. 2003: Fingerhut verbessert Kaliwirkung. Zur Anwendung von Rotem Fingerhut (*Digitalis purpurea*) im Biologisch-Dynamischen Landbau. *Leb. Erde* 1, 44-49
- SPIEB H., HEYN J., SCHAAP H., FIORETTO A. 1999: Einfluß steigender Kalimagnesia-Gaben auf Qualität und Ertrag von Möhren im Ökologischen Landbau. *Beitr. 5. Wiss.tag. Ökol. Landbau*, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 270-274
- SPIEB H., KLAUSE S., HORST H., SCHAAP H. 2002: Einfluss von Kalimagnesia- und Gesteinsmehldüngung sowie Pflanzenextraktbehandlung auf Ertrag und Nährstoffaufnahme von zweijährigem Luzernegras bei langjährig ökologischer Bewirtschaftung. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 14, 36-37

Düngung/ Behandlung	Ertrag [dt/ha]		Gesamt-Nährstoffentzüge [kg/ha]						
	FM	TM	N	P	K	Mg	Na	Ca	S
ungedüngt	1079 c*	250,0 c	692,8 c	79,5 b	414,4 b	56,3 c	30,0 c	377,5 b	55,5 c
Kalimagnesia	1347 a	295,2 a	849,9 a	85,2 a	649,8 a	61,0 b	17,7 d	417,4 a	64,2 a
Orthoklas	1150 b	262,6 b	734,7 b	84,2 a	418,3 b	60,2 b	33,2 b	405,3 a	57,5 b
Basaltmehl	1152 b	262,9 b	737,1 b	83,5 a	427,3 b	63,2 a	38,5 a	406,3 a	58,3 b
ohne <i>Digitalis</i>	1157 B	261,0 B	733,7 B	81,1 B	465,2 B	58,7 B	28,5 B	392,5 B	57,6 B
mit <i>Digitalis</i>	1208 A	274,4 A	773,6 A	85,1 A	489,7 A	61,7 A	31,2 A	410,7 A	60,2 A

*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant: Tukey α 0,05

Tab. 4: Leguminosen wachsen besser bei ausreichender Kaliversorgung. Einfluss von Kali- und Gesteinsmehldüngung sowie *Digitalis*-Behandlung auf Frisch- und Trockenmasse-Ertrag sowie Nährstoff-Entzüge von Luzernegras. Dfh. 2000-2001

Frühjahr 2007 dennoch lediglich zwischen 4 und 5 mg $K_2O/100$ g Boden. Zunächst wird deutlich, dass allein die Zufuhr von Kalimagnesia für eine dauerhafte Anhebung des verfügbaren Kaliums sorgte. Demgegenüber führte die Gesteinsmehl-Düngung verglichen mit der Kontrolle zu keinen messbaren Erhöhungen der K_2O -Gehalte. Dem Verlauf der Werte ist zu entnehmen, dass die mehrjährigen Leguminosen das verfügbare Kalium im Boden total erschöpften. Das schränkt die sonst gute Wirkung der Klee- oder Luzernevorfrucht ein. Umso mehr ist daher von Bedeutung, dass die Kalimagnesia-Düngung an Hand der Untersuchung der K-Fixierung eine beginnende Absättigung des Kaliums am Sorptionskomplex des Bodens bewirkte, die verfügbare Menge also erhöhte.

Kalidüngung rentabel?

Die Düngungsmaßnahmen zeigten z. B. bei Kartoffeln auf Basis des Reinertrages von 200 dt/ha und einem Vermarktungspreis von 40 €/dt bei einem Mehrertrag durch Kalimagnesia von 31 dt/ha abzüglich der Düngerkosten (400 €/ha) einen Mehrerlös von 840 €/ha. Im Gegensatz dazu entstanden bei den Gesteinsmehlen Mehrkosten in Höhe von 460 bzw. 280 €/ha. Bei Luzerne sieht das Durchrechnen der Kalimagnesia-Düngung ähnlich positiv aus: Bei einmaliger Düngergabe wurden in zwei Jahren 45 dt/ha Trockenmasse Heu mehr geerntet. Bei einem

Dank: Für die Durchführung und Unterstützung des Langzeitversuches zur K-Düngung und *Digitalis*-Behandlung geht ein besonderer Dank an die Projektpartner Dr. H. Horst und Dr. H. Schaaf vom Landesbetrieb Hessisches Landeslabor, Kassel sowie an den Rudolf-Steiner Fonds für wissenschaftliche Forschung, Nürnberg und die Software AG-Stiftung, Darmstadt.

Preis von 20 €/dt und Düngungskosten von 400 €/ha errechnen sich 500 €/ha Mehrerlös. Dazu rechnen sind die Mehrerträge der Nachfrucht Weizen mit 9 dt/ha. Bei einem derzeitigen Preis von 40 €/ha ergibt sich ein Mehrerlös von 360 €/ha. Macht zusammen 860 €/ha. In beiden Fällen also eine sehr rentable Düngungsmaßnahme unter den geschilderten Bedingungen.

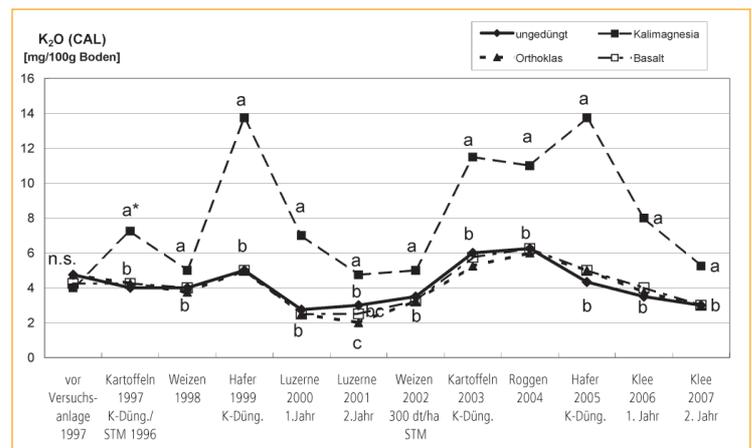


Abb. 3: Düngung bei Kalifixierung; nur Kalimagnesia steigert die verfügbare Menge. Verlauf der CAL-löslichen Kalium-Gehalte im Boden in Abhängigkeit von der Gesundungs-Düngung mit Kalimagnesia und Gesteinsmehlen (je 400 kg K/ha zu Hackfrucht, Luzerne und Klee). Dottenfelderhof 1997–2007

*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant: Tukey α 0,05; STM= Stallmist

Weiter mit Holzhäckselkompost?

Aufgrund der ausgebliebenen Wirkungen der Gesteinsmehldüngung, die weder zu einer Anhebung der Kalium-Gehalte im Boden (pflanzenverfügbar) noch in der Pflanze führten, sollen diese Varianten durch eine Holzhäckseldüngung ersetzt werden. Dieser ‚nachwachsende Rohstoff‘

wird auf dem Dottenfelderhof selbst erzeugt unter Verwendung von Baumschnitt inner- und außerbetrieblicher Herkunft sowie von Molke aus der eigenen Käserei und Jauche. Holzhäckselkompost ist reich an Mineralien. Laut Analyse liegt der Kalium-Gehalt bei 0,7 % in der Trockenmasse. Das bedeutet, dass für eine Düngung von 200 kg/ha Kalium 570 dt/ha Kompost-Frischmasse gestreut werden müssten, was unpraktikabel ist. Um den Asche-, besonders Kaligehalt zu steigern, ist es notwendig, den Blattanteil zu erhöhen und genügend unverdünnte Jauche einzusetzen. Der Vorteil der Verwendung von Holzhäckselkompost liegt darin, dass er zur Anhebung der Humusgehalte entscheidend beitragen dürfte.

Die Maßnahmen zur Gesundungsdüngung in Verbindung mit *Digitalis*-Anwendung müssen unter Berücksichtigung aller Faktoren eines ökologischen Nährstoffmanagements vorerst weitergeführt werden. ■