

Forschung

Zum Anwendungszeitpunkt von Hornkiesel

Einfluss des Anwendungszeitpunktes von Hornkiesel auf die Entwicklung von Buschbohnen und Pflücksalat

von Jürgen Fritz

Dr. Jürgen Fritz,
Institut für Organischen Landbau,
Universität Bonn,
Katzenburgweg 3,
53115 Bonn,
j.fritz@uni-bonn.de

In Feld- und Gefäßversuchen von FRITZ (2000) wurden bei 36 % der untersuchten Parameter signifikante Pflanzenreaktionen nach Hornkieselbehandlung im Vergleich zu den unbehandelten Varianten festgestellt. Die Varianten



Versuchsfeld mit Bohnen, teils abgeschattet

mit Hornkieselbehandlung veränderten sich bei *Rotem Pflücksalat* bezüglich des Lagerschwunds und bei *Buschbohnen* hinsichtlich des Ertrags der ersten Hülsen-Ernte, der Sprosslänge, des Blühbeginns, des Harvest-Index, des Chlorophyllgehaltes der Blätter und des Krankheitsbefalls im Lager durch modi-

fizierte Umweltbedingungen weniger stark als bei den unbehandelten Kontrollvarianten. Einflüsse einseitiger Wachstumsbedingungen, wie z. B. Beschattung und Düngung, wurden durch Behandlung mit Hornkiesel zum Teil kompensiert. Dies war übereinstimmend bei früher als auch bei später Hornkieselapplikation in der Pflanzenentwicklung der Fall. Diese Versuchsergebnisse von FRITZ (2000) stehen in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von KLETT (1968), ABELE (1973), SPIEB (1978), KOTSCHI (1980) und RAUPP & KÖNIG (1996), bei denen durch Hornkieselapplikation zu Getreide, Zuckerrüben, Möhren und anderen Pflanzenarten einseitige Wachstumsbedingungen im Vergleich zur Kontrolle zum Teil ebenfalls kompensiert wurden.

Reaktionen der Pflanzenentwicklung in verschiedene Richtungen nach früher und später Hornkieselapplikation im Vergleich zur Kontrolle wurden in den Untersuchungen von FRITZ (2000) bei 29 % der Parameter mit signifikanten Differenzen festgestellt. Auch KLETT (1968) stellte solche nicht gleichgerichteten Reaktionen der Pflanzen nach früher und später Hornkieselapplikation in der Pflanzenentwicklung von Hafer,

Weizen, Kartoffeln und Bohnen fest. Frühe Hornkieselbehandlungen sah er als das vegetative Wachstum fördernd, späte Hornkieselapplikation als die Reife fördernd an. Daraus wurden Handlungsanweisungen für die landwirtschaftliche Praxis des biologisch-dynamischen Landbaues abgeleitet. Mit den hier vorgestellten Untersuchungen wurde erneut der Versuchsfrage nachgegangen, ob mit einer Variation des Zeitpunktes der Hornkieselapplikation modifizierend auf die Pflanzenentwicklung eingewirkt werden kann. Darüber können jedoch nur die Parameter, bei denen unterschiedliche Pflanzenreaktionen nach früher und später Hornkieselapplikation festgestellt wurde, Aufschluss geben. Im folgenden werden deshalb vor allem diese Parameter dargestellt.

Material und Methoden

Feldversuche: In den Jahren 1994 und 1995 wurden Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*) und Roter Pflücksalat (*Lactuca sativa* var. *crispata*) in Feldversuchen auf einem Versuchsbetrieb in Neu-Eichenberg, Nordhessen, angebaut. Variiert wurden die Faktoren:

- 1. Termin der Hornkieselan-

Kurz & knapp:

- Die teils entgegengesetzte Reaktion von Pflanze auf Hornkieselapplikation gab Anlass zu weiteren Untersuchungen.
- Bei Buschbohnen und Pflücksalat wurde im Versuch Hornkiesel zu frühen bzw. zu späten Entwicklungsstadien angewandt.
- Die frühe Applikation dämpfte das vegetative Wachstum, die späte verlängerte die Ausreife.

wendung, früh und spät in der Pflanzenentwicklung (Bohnen: ohne / 2. Laubblattstadium BBCH 12 / vor der Blüte und zur Hülsenbildung BBCH *59-73; Salat: ohne / 7.-9. Laubblattstadium BBCH17-19 / 70-80 % des Erntegewichtes BBCH 47-48),

- 2. Licht (45 % / 100 % der photosynthetisch aktiven Strahlung, PAR) und
- 3. Düngung (0 / 450 dt ha⁻¹ Mistkompost). Die Bodengrundlage war in den Jahren 1994 und 1995 bei den Buschbohnen eine Parabraunerde aus Löss und bei Salat eine ca. 20 cm dicke Lössauflage auf Ton des Keuper.

Gefäßversuche: In den Versuchsjahren 1996 und 1997 wurde drei vierfaktorielle Gefäßversuche auf den Versuchsbetrieben Wiesengut in Hennef/Sieg und Neu-Eichenberg im Gewächshaus durchgeführt. Einer der Faktoren war jeweils die Hornkieselbehandlung (bzw. keine) vor der Blüte und zur Hülsenbildung (BBCH 59-73).

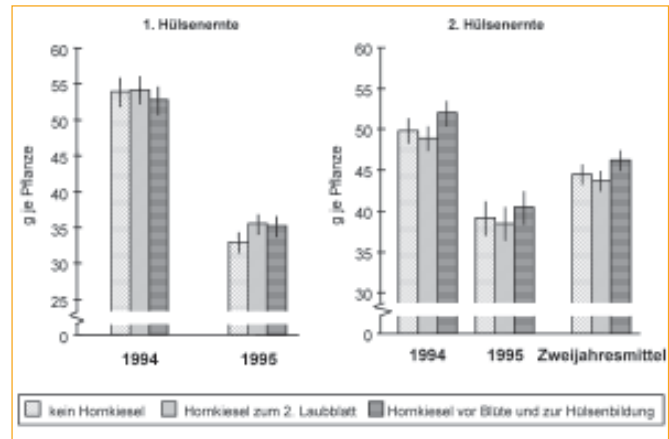
In allen Feld- und Gefäßversuchen wurden die biologisch-dynamischen Kompostpräparate und das Hornmistpräparat eingesetzt. Bei allen Varianten mit Hornkieselbehandlungen wurden drei Applikationen durchgeführt. Hornkiesel wurde in den frühen Morgenstunden zu Sonnenaufgang appliziert. (Details zur Methode siehe FRITZ 2000).

Ergebnisse: Der Zeitpunkt macht einen Unterschied

Feldversuche 1994 und 1995
Der Ertrag der ersten und zweiten Hülsenenernte war im

Versuchsjahr 1994 um 40 % höher als im Jahr 1995. Im Versuchsjahr 1994 blieb die Hornkieselbehandlung bei vergleichsweise hohem Ertragsniveau der ersten Hülsenenernte ertragsunwirksam (Abb. 1). Im Versuchsjahr 1995 bei niedrigem Ertragsniveau erhöhte die Hornkieselbehandlung sowohl früh als auch spät in der Pflanzenentwicklung den Ertrag der ersten Hülsenenernte. Im Kontrastvergleich unterschieden sich die beiden Varianten mit Hornkieselbehandlung von der Variante ohne Hornkieselbehandlung mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0.055$. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit der Hypothese einer teilweisen Kompensation ungünstiger Wachstumsbedingungen mit Hornkieselapplikationen im Vergleich zur Kontrolle.

Bei der zweiten Ernte grüner Hülsen in den Jahren 1994 und 1995 wurden sämtliche an den Buschbohnen verbliebenen Hülsen gepflückt. Die zweite Hülsenenernte wurde als Parameter zur Erfassung des noch vorhandenen Wachstumspotenzials gegen Ende des Pflanzenwachstums angesehen. Der Ertrag der zweiten Hülsenenernte war in den beiden witterungsmäßig sehr unterschiedlichen Versuchsjahren 1994 und 1995 im Vergleich zur Kontrolle nach früher Hornkieselbehandlung stets niedriger und nach später Hornkieselbehandlung stets höher (Abb. 1). Bei gemeinsamer Auswertung beider Versuchsjahre steigerte die späte Hornkieselbehandlung gegenüber der frühen Hornkieselbehandlung den Hülsenenertrag der zweiten Ernte um 8,6 % (Irrtumswahr-



scheinlichkeit $\alpha = 0.06$). Die Anzahl der Hülsen der zweiten Hülsenenernte wurde im Mittel beider Versuchsjahre durch späte Hornkieselbehandlung im Vergleich zur Kontrolle signifikant um 7,6 % erhöht. Ein Sachverhalt, der nach früher Hornkieselbehandlung nicht festgestellt wurde.

Der Salatertrag des Versuchsjahres 1994 war bei früher Hornkieselbehandlung in der Pflanzenentwicklung signifikant niedriger als bei später Hornkieselapplikation (Abb. 2). Die Seitentriebbildung von Pflücksalat – interpretiert als ein Parameter der Vitalität der Pflanzen – wurde sowohl durch volle Lichteinstrahlung, als auch durch 450 dt ha⁻¹ Mistkompost im Versuchsjahr 1995 erhöht. Im 7. bis 9. Laubblattstadium mit Hornkiesel behandelte Pflanzen bildeten weniger Seitentriebe als die Kontrolle (Abb. 2). Durch Hornkieselbehandlungen bei 70 – 80 % des Erntegewichtes wurde die Anzahl Seitentriebe im Vergleich zur Kontrolle und zur frühen Applikation in der Pflanzenentwicklung erhöht. Im Jahr 1994 wurde dieser Parameter noch nicht untersucht.

Diese Sachverhalte weisen

Abb. 1: Hornkiesel am besten zweimal und zum richtigen Zeitpunkt: Frischmasseertrag der ersten und zweiten Hülsenenernte von Buschbohnen. Feldversuche der Jahre 1994 und 1995. Senkrechte Striche: Grenzdifferenz Tukey-Test $\alpha = 0.05$.

Die BBCH Skala ist eine internationale Übereinkunft zur phänomenologischen Beschreibung der Wachstumsstadien von Nutzpflanzen von Beginn der Keimung (0.1ff) über Blüte (6.0ff) bis zur Reife und Keimruhe (9)

darauf hin, dass eine frühe Hornkieselbehandlung in der Pflanzenentwicklung das vegetative Wachstum in der Jugendentwicklung bei Buschbohnen und Salat zurücknimmt, eine späte Hornkieselbehandlung hingegen eine Verzögerung der Seneszenz bewirken kann.

Gefäßversuche 1996 und 1997

In den Gefäßversuchen zu Buschbohnen wurde Hornkiesel nur entsprechend der Variante „Hornkiesel spät“ der Feldversuche (vor der Blüte und zur Hülsenbildung BBCH 59-73) eingesetzt. In allen drei Gefäßversuchen steigerte die späte Hornkieselbehandlung im Vergleich zu den unbehandelten Pflanzen

Diskussion: Bremst Hornkiesel die vegetative Entwicklung und fördert die Ausreifung?

Frühe Behandlungen mit Hornkiesel führten in Untersuchungen von KLETT (1968) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu Mindererträgen bei Hafer und Weizen. Diese Versuchsergebnisse stehen in Übereinstimmung mit der zweiten Hülsenernte in den Versuchsjahren 1994 und 1995 (Abb. 1) sowie dem Salatertrag 1994 und den Seitentrieben beim Salat 1995 (Abb. 2). Diese Phänomene führen zur Schlussfolgerung, dass die Hornkieselbehandlung in der frühen Pflanzenentwicklung hemmend auf die vegetative Jugendentwicklung wirken kann. Die Interpretation von KLETT (1968), dass frühe Hornkieselbehandlungen das Wachstum in der Anwendungszeit fördern, also möglicherweise auch eine Verstärkung des vegetativen Wachstums gegenüber dem generativen Wachstum bewirken, kann mit den eigenen Ergebnissen für Buschbohnen und Pflücksalat nicht bestätigt werden. Die frühe Hornkieselbehandlung senkte im Versuchsjahr 1994 im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle und der späten Hornkieselbehandlung den Blattertrag des Salates (Abb. 2). THUN (1967) beobachtete bei Hornkieselbehandlungen früh in der Pflanzenentwicklung bei Möhren und Rote Beete eine deutliche Hemmung des Wachstums der Blätter im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Die Wachstumshemmungen der Blätter wirkten sich nicht negativ auf die Wurzelbildung aus.

Späte Hornkieselgaben erhöhten bei KLETT (1968) den Ertrag und das TKG von Hafer und Weizen im Vergleich zur Kontrolle. Späte Behandlungen förderten die Ausreifung der Kartoffelknollen. Erkennbar war dieser Sachverhalt am Rohproteingehalt, am relativen Eiweißgehalt, an der Proteaseaktivität und am Vitamin-C-Gehalt der Kartoffelknollen. KLETT (1968) folgerte aus diesen Versuchsergebnissen, dass späte Hornkieselbehandlungen die Reifungsphase bei den Pflanzen fördern. Höherer Ertrag, bessere Reifung und höheres Tausendkorngewicht als Folge später Hornkieselbehandlungen bei KLETT (1968) stehen in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen, bei denen eine verzögerte Alterung der Pflanzen als Folge später Hornkieselbehandlungen zu einer längeren Reifungsphase führte.

In Untersuchungen von WISTINGHAUSEN (1979) führten Hornmistbehandlungen spät in der Pflanzenentwicklung (Hornkiesel 2 x im Juli und 1 x im August) bei Möhren zu einem höheren Blattertrag bei der Ernte. Die Seneszenz der Blätter war in diesen Versuchen bei der Ernte schon sehr weit fortgeschritten. Der höhere Blattertrag bei später Hornkieselbehandlung kann mit verzögerter Seneszenz der Blätter erklärt werden. Das Absterben der Blätter gilt als Anzeiger für das Reifestadium der Möhren. Die mit Hornkiesel und Hornmist behandelten Möhren zeigten, trotz niedrigerem Wurzel/Blatt-Verhältnis, bei den Inhaltsstoffen und bei den Lager-eigenschaften eine höhere physiologische Reife als die

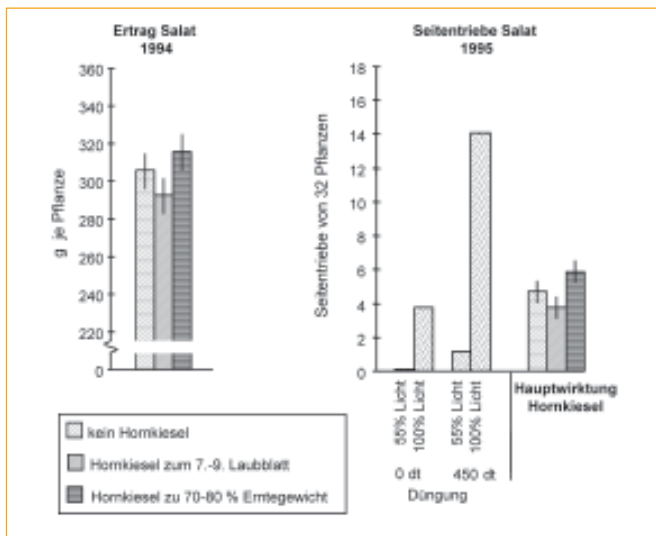


Abb. 2: Je nach Stadium erhöht bzw. senkt Hornkiesel die Anzahl Seitentriebe, Frischmasseertrag und Seitentriebbildung von rotem Pflücksalat. Feldversuche der Jahre 1994 und 1995. Senkrechte Striche: Grenzdifferenz Tukey-Test $\alpha = 0.05$.

die Chlorophyllgehalte in der Endphase des Bohnenwachstums signifikant (Abb. 3). Die Ergebnisse unterstützen die Schlussfolgerung, dass die Hornkieselapplikation in der späten Vegetationsphase die Alterung verzögert und als kompensatorische Wirkung auf Wachstumsbedingungen mit hohen Temperaturen im Gewächshaus interpretiert werden kann.

unbehandelten Pflanzen. Die Versuchsergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den eigenen Versuchen mit höheren Chlorophyllgehalten der Buschbohnenblätter bei der Abreife (Abb. 3) und einem höheren Blattertrag beim Salat (Abb. 2) als Folge später Hornkieselapplikation.

Beobachtungen in der landwirtschaftlichen Praxis mit Hornkieselbehandlung von Stangenbohnen zeigten, dass die Blätter zur Abreife dunkler und länger grün blieben, als bei unbehandelten Pflanzen (REMER 1968, LOHRMANN 1932, KABISCH 1934, VOEGELE 1937, LEIHENSEDER 1953). Nur bei LEIHENSEDER (1953) ist der Anwendungszeitpunkt von Hornkiesel hinreichend dokumentiert. Die Hornkieselbehandlung wurde von diesem Autor spät in der Pflanzenentwicklung vorgenommen. Nach Beobachtungen von THUN (1967) verzögerten späte Hornkieselanwendungen auch bei Wintergetreide die Abreife im Vergleich zur Kontrolle. Bei extrem häufigen Hornkieselanwendungen (8 bis 12 Spritzungen) konnte eine verzögerte Alterung im Blattbereich fast aller untersuchten Pflanzenarten beobachtet werden. THUN (1980) beobachtete zudem, daß Hornkieselbehandlungen bei Erdbeeren vor und nach der Ernte zu einem intensiven Blattwachstum führten. Diese Beobachtungen aus der landwirtschaftlichen Praxis stehen in Übereinstimmung zu den eigenen Versuchsergebnissen, bei denen mit später Hornkieselapplikation die Buschbohnenblätter erkennbar dunkler grün waren und die Seneszenz der Pflanzen verzögert wurde.

Schlussfolgerungen

Hornkieselbehandlungen früh in der Pflanzenentwicklung (Bohnen: 2. Laubblatt; Salat: 7. bis 9. Laubblatt) reduzierten das Wachstum in der stark vegetativ geprägten Jugendentwicklung; späte Hornkieselbehandlungen (Bohnen: vor der Blüte und zur Hülsenbildung; Salat: bei 70 – 80 % der Entegröße) verzögerten die Seneszenz und verlängerten die Reifungsphase. Dieser Sachverhalt kann als eine ausgleichende Wirkung von Hornkiesel auf Einseitigkeiten während früher und später Stadien der Pflanzenentwicklung interpretiert werden. Die Pflanzenreaktionen auf Hornkieselanwendungen früh und spät in der Pflanzenentwicklung in den eigenen Versuchen stimmen mit den Beobachtungen von LEIHENSEDER (1953), THUN (1967, 1980), REMER (1968) und KLETT (1968) überein. Die Interpretation, dass frühe Hornkieselapplikationen das vegetative Wachstum fördern, widerspricht den hier beobachteten Versuchsergebnissen.

Zusammenfassend wirkten Hornkieselapplikationen kompensierend auf:

- einseitige Umweltbedingungen in der gesamten Pflanzenentwicklung, was sichtbar wird an den gleichgerichteten Pflanzenreaktionen nach früher und später Hornkieselapplikation im Vergleich zur Kontrolle bei 71 % der Parameter mit signifikanten Differenzen bei FRITZ (2000);
- durch den Zeitpunkt der Applikation vermutlich zusätzlich spezifisch auf Einseitigkeiten früher und später Entwicklungsstadien. Mit einer Variation des Zeit-

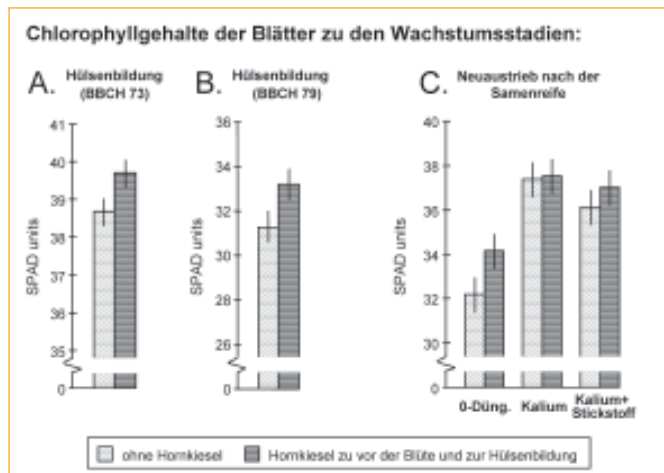


Abb. 3: Buschbohnen: Hornkiesel wirkt u.a. über den Gehalt an Chlorophyll: Chlorophyllgehalte (SPAD units*) der Blätter in den Wachstumsstadien Hülsenbildung (A, B) und Chlorophyllgehalte aller Blätter beim Wiederaustrieb nach der Samenreife (C). A: Gefäßversuch 1996 mit Boden aus biologisch-dynamischer Bewirtschaftung. B: Gefäßversuch 1997 mit Boden aus organischer und konventioneller Bewirtschaftung. C: Gefäßversuch 1997 mit Boden aus biologisch-dynamischer Bewirtschaftung. * Messung mit Minolta SPAD-502. Senkrechte Striche: Grenzdifferenz $\alpha = 0.05$ für den statistischen Vergleich zwischen den jeweils zusammenstehenden Säulen.

punktes der Hornkieselapplikation früh und spät in der Pflanzenentwicklung kann zum Teil modifizierend auf die jeweiligen Stadien der Pflanzenentwicklung eingewirkt werden. ■

Quellen

- ABELE, U., 1973: Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten, Diss. agr. Gießen.
- FRITZ, J., 2000: Reaktionen von Pflücksalat (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) auf das Spritzpräparat Hornkiesel, Diss. agr. Bonn, Köster, Berlin.
- KABISCH, H., 1934: Die Wirkungen von Präparat 501 an Rittersporn und Präparat 508 an Stachelbeeren. Demeter 9, 223-224.
- KLETT, M., 1968: Untersuchungen über Licht- und Schattenqualität in Relation zum Anbau und Test von Kieselpräparaten zur Qualitätshebung. Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt.
- KOTSCHI, J., 1980: Untersuchung zur Wirkung der in der Biologisch-Dynamischen Wirtschaftsweise verwendeten Spritzpräparate „500“ und „501“ auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Diss. agr. Gießen.
- LEIHENSEDER, W., 1953: Bericht über Erfahrungen im Jahre 1952 mit Hornkiesel bei Stangenbohnen. Lebendige Erde, 215-217.
- LOHRMANN, M., 1932: Einige Beobachtungen mit Präparat 501 aus der gärtnerischen Praxis. Demeter 7, 202-204.
- RAUPP, J. & KÖNIG, U. J., 1996: Biodynamic Preparations Cause Opposite Yield Effects Depending upon Yield Levels. Biological Agriculture and Horticulture 13, 175-188.
- REMER, N., 1968: Lebensgesetze im Landbau, Philosophisch-Anthroposophischer Verlag am Goetheanum, Dornach/Schweiz.
- SPIEB, H., 1978: Konventionelle und biologisch-dynamische Verfahren zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, Diss. agr. Gießen.
- THUN, M., 1967: Beobachtungen bei der Anwendung des Kieselpräparates. Lebendige Erde 1, 6-9 und 9-12.
- THUN, M., 1980: Erfahrung mit dem Kieselpräparat bei Früchten. In: Biologisch-Dynamischer Land- und Gartenbau, Grundlage – Durchführung – Erfahrungen – Bedeutung, Band 1, 170-171, Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt.
- VOEGELE, I., 1937: Dynamische Kieselanwendung, das Präparat 501. Demeter 4, 57-60.
- WISTINGHAUSEN, V. E., 1979: Was ist Qualität? Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen? Verlag Lebendige Erde, Darmstadt.