

H. Heuberger, A. Kreuzmair, F. Weh, S. von Tucher und W.H. Schnitzler

Vegetabile Dünger als Stickstoffquelle für Topfbasilikum: Freisetzung und Aufnahme von Stickstoff aus vegetabilen Düngern bei Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) in Topfkultur

Einleitung

In Deutschland stammen rund 20% der Topfkräuter aus ökologischer Produktion (7). Als Reaktion auf die BSE-Krise gerieten auch die bislang als Stickstoffquelle eingesetzten Horndünger in die Kritik, weshalb nach einem ebenbürtigen pflanzlichen Ersatz gesucht wurde. Daher wurde 2002/03 am Lehrstuhl für Gemüsebau der Technischen Universität München in einer Winterkultur von Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) ‚Bageco‘ geprüft, ob die fünf vegetabilen Düngemittel Bio-Vegetal, Phyto-Perls, Agrobiosol, Erbsenschrot und Ackerbohnschrot im Vergleich zu Horngries ausreichend Stickstoff freisetzen. Die Eigenschaften der Dünger und ihre Herkunft sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Material und Methoden

Die Aussaat von 60 Korn/Topf erfolgte am 11.11.2002 in 12-cm Töpfe (750 ml) mit Biopresstopf-0-Substrat (Fa. Patzer), das mit den organischen Düngern entsprechend der Empfehlung von Beck (3) auf 1000 mg N/l aufgedüngt wurde. Bio-Vegetal wurde auf Grund der erwarteten erhöhten Mineralisati-

on nur auf 400 mg N/l aufgedüngt (8). Bei P und K wurden die Nährstoffe in den organischen Düngern angerechnet und mit weicherdigem Rohphosphat (Hyperphos) und Kaliumsulfat auf 420 mg P₂O₅/l und 700 mg K₂O/l ergänzt. Die Varianten wurden in einer Blockanlage mit dreifacher Wiederholung und 40 Töpfen je Parzelle ge-

prüft. Parallel dazu wurden die Dünger in je 5 Töpfen ohne Pflanzen für 14 Tage inkubiert, um die freigesetzte N-Menge zum Zeitpunkt des Auflaufs abzuschätzen. Das Basilikum wurde bei 18/16 °C kultiviert, ab dem Auf- lauf bei ca. 120 hPa Saugspannung mit Leitungswasser angestaut. Die Kultur wurde nach dem Auflauf morgens ab

Tab. 1: Eigenschaften und Herkunft von Horngries und der vegetabilen Dünger
Tab. 1: Characteristics and origin of horngrit and vegetal fertilizers

Dünger (Fertilizer)	N-Gehalt (%) (N content) (%)	C/N Verhältnis (C/N ratio)	Herkunft (Origin)
Horngries (Horngrit)	14,1	3,1	Tierisches Horn aus Schlachtabfällen, vermahlen, erhitzt
Bio-Vegetal	9,1	0,9	Fermentationsrückstände aus der Hefeherstellung, Zugabe von Rohphosphat und Kaliumsulfat, granuliert
Phyto-Perls	8,5	5,0	Rückstände der Stärke- und Zuckergewinnung aus Mais, fermentiert, mit Vinasse versetzt, granuliert
Agrobiosol	7,2	5,6	Pilzbiomasse aus der Penicillinherstellung, fermentiert
Erbsenschrot (Pea grist)	3,6	13,3	Erbsenkörner aus dem Anbau, vermahlen (max. 1,5 mm)
Ackerbohnschrot (Faba bean grist)	4,9	9,9	Ackerbohnenkörner aus dem Anbau, vermahlen (max. 1,5 mm)

Zusammenfassung

Organische Dünger tierischer Herkunft waren auf Grund der BSE-Krise 2002 in die Kritik geraten. Daher wurden 2002/03 in einem Winterversuch mit Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) ‚Bageco‘ fünf vegetabile Düngemittel im Vergleich zu Horngries geprüft. Die Aussaat von 60 Korn/Topf erfolgte in 12-cm Töpfe mit Biopresstopf-0-Substrat, das mit den organischen Düngern auf 1000 mg N/l (bei Bio-Vegetal 400 mg N/l) aufgedüngt wurde. 14 Tage nach der Aussaat waren aus den vegetabilen Düngern zwischen 18% (Phyto-Perls) und 32% (Bio-Vegetal) bei Horngries dagegen lediglich 2% des Stickstoffs mineralisiert. Das Basilikum entwickelte sich innerhalb von 70 Tagen zu verkaufsfähigen Pflanzen, wobei die vegetabilen Dünger Phyto-Perls, Bio-Vegetal und Agrobiosol mit Horngries vergleichbar waren. Basilikum mit Erbsen- und Ackerbohnschrot blieb vermutlich auf Grund einer Keimhemmung durch die Schrote im Wachstum deutlich zurück. Bis Kulturrende nahmen die Pflanzen die

großen N-Mengen aus Horngries und Phyto-Perls, die geringsten aus den Leguminosenschroten auf. Der zu diesem Zeitpunkt noch im Substrat verfügbare N-Rest war meist ausreichend. Bei Bio-Vegetal (reduzierte Menge) jedoch recht gering. Die Wiederfindung des gedüngten N in Pflanzen und Substrat lag zwischen 49% (Bio-Vegetal) und 16% (Erbsenschrot). Die untersuchten vegetabilen Düngemittel stellen im Winteranbau eine brauchbare Alternative zu Düngern tierischer Herkunft dar. Für Bio-Vegetal ist eine reduzierte N-Aufwandmenge angemessen, die vermutlich bei etwa 50% der Standardmenge liegt. Bei Leguminosenschroten muss die anfängliche Keimhemmung berücksichtigt werden.

Schlagwörter

N-Aufnahme, N-Mineralisierung, *Ocimum basilicum*, ökologischer Anbau, Topfkräuter, vegetabile Dünger

Tab. 2: Netto N-Freisetzung (%) aus organischen Düngern nach 14 Tagen Substratinkubation im Topf ohne Pflanzen. Zugabe von 1000 mg N/l, Bio-Vegetal 400 mg N/l. Mittelwerte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($P < 0,05$, Tukey).

Tab. 2: Net N release (%) from organic fertilizers after 14 days of incubation in pots without plants. Application of 1000 mg N/L, Bio-Vegetal 400 mg N/L. Means followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different according to Tukey's test.

Dünger (Fertilizer)	Netto N-Freisetzung (Net N release) (%)
Horngrües (Horngrit)	2 d
Bio-Vegetal	32 a
Phyto-Perls	18 c
Agrobiosol	25 b
Erbsenschrot (Pea grist)	22 bc
Ackerbohenschrot (Faba bean grist)	20 bc

6:30 Uhr und abends bis 18 Uhr je drei Stunden mit 140 W/m² Lampenleistung belichtet.

Der Versuch endete 70 Tage nach Aussaat, als die ersten Varianten ein vermarktungsfähiges Stadium erreicht hatten. Die Frischmasse und der N-Gehalt des Basilikums wurden 38, 45, 58 und 70 Tage nach Aussaat an 7 zufällig ausgewählten Töpfen je Variante ermit-

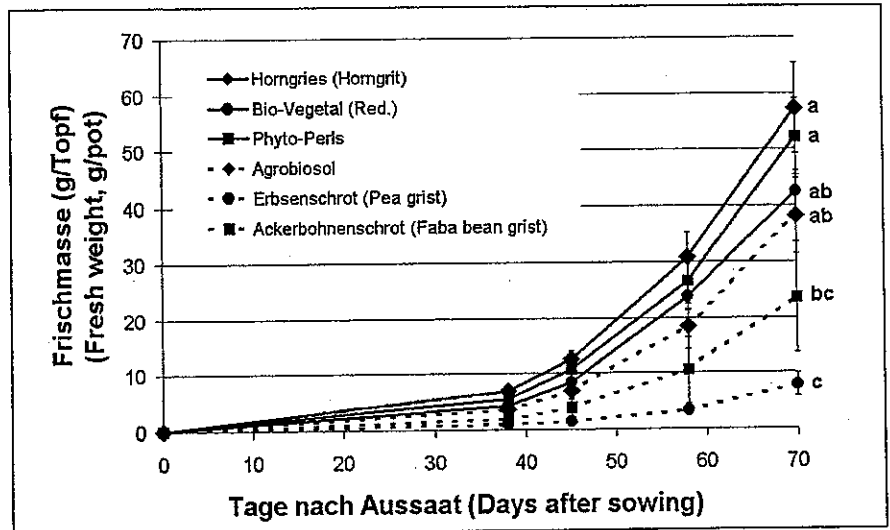


Abb. 1: Frischmasseentwicklung von Topfbasilikum (g/Topf) von der Aussaat bis zur marktfähigen Größe. T-Balken stellen die Standardabweichung dar. Mittelwerte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($P < 0,05$, Tukey).

Fig. 1: Development of fresh weight of basil (g/pot) from sowing to marketable size. T-bars indicate standard deviation of means. Means marked with the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different according to Tukey's test.

telt. Aus der N-Aufnahme der Pflanzen und dem N_{\min} -Gehalt des Substrats zu Versuchsende, sowie dem N_{\min} -Gehalt des Substrats (53 mg N/l) und der gedüngten N-Menge wurde eine Bilanz erstellt. Die im Substrat vorliegenden Gehalte an Ammonium und Nitrat wurden nach CAT-Extraktion (1) spektral-photometrisch (Indophenolblau) bzw. mit HPLC (10) ermittelt. Der N-Gehalt im Spross wurde im getrockneten und gemahlten Pflanzenmaterial durch Elementaranalyse (Macro-N, Fa. elementar, Hanau, Deutschland) bestimmt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit SAS (Version 8.0, SAS In-

stitute Inc., Cary, NC, USA), wobei die Varianzanalyse mit proc ANOVA und der Mittelwertvergleich mit dem post-hoc Test nach Tukey ($P < 0,05$) durchgeführt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Anfangsmineralisierung

Nach 14 Tagen Kulturzeit, d.h. einige Tage nach Aufbruch, waren aus den vegetabilen Düngern zwischen 18% (Phyto-Perls) und 32% (Bio-Vegetal) des Stickstoffs mineralisiert (Tab. 2). Im Gegensatz dazu erfolgte die N-Freisetzung

Vegetal fertilizers as nitrogen source for basil in pots. Release and uptake of nitrogen from vegetal fertilizers in basil (*Ocimum basilicum* L.) pot culture.

Abstract

Due to the BSE crisis in 2002, fertilizers on the basis of animal residues were to be replaced in organic horticulture. Therefore, five vegetal fertilizers were compared to horngrit in a winter culture of basil (*Ocimum basilicum* L.) 'Bageco' in 2002/03. Sowing was done with 60 seeds per 12-cm pot filled with a press-pot substrate fertilized to 1000 mg N/L with the organic fertilizers (400 mg N/L in the case of Bio-Vegetal). 14 days after sowing, between 18% (Phyto-Perls) and 32% (Bio-Vegetal) of the N from vegetal fertilizers were mineralized, while horngrit released only 2%. The basil plants developed to marketable size within 70 days. The fresh weights of plants with the vegetal fertilizers Phyto-Perls, Bio-Vegetal and

Agrobiosol were comparable to those from horngrit. Fertilization with pea and faba bean grist led to reduced plant growth, possibly due to inhibition of germination by the grists. At the end of cultivation, plant N uptake was highest from horngrit and Phyto-Perls and lowest from the legume seed grists. At the same time, the amount of residual mineral N in the substrate was sufficient for plant supply in most cases. However, it was quite low for Bio-Vegetal (reduced application). The portion of supplied N recovered in plants and in the substrate at the end of cultivation varied from 49% (Bio-Vegetal) to 16% (pea grist). The vegetal fertilizers under investigation were adequate alternatives to animal-originated horngrit for winter production of basil. Reducing the application rate of Bio-Vegetal was suitable, yet the optimal N rate possibly lies around 50% of the standard. When legume seed grists are used, their germination inhibition must be considered.

Key words

N uptake, N mineralisation, *Ocimum basilicum*, organic cultivation, pot herbs, vegetal fertilizer

zung aus Horngries wesentlich langsamer, hier konnten zu diesem Zeitpunkt lediglich 2% festgestellt werden. Bei allen untersuchten Düngern lag der mineralisierte Stickstoff vorwiegend noch in Form von NH_4^+ vor.

Pflanzenwachstum

Das Basilikum entwickelte sich bei den meisten Düngern innerhalb von 70 Tagen zu verkaufsfähigen Pflanzen, wobei die vegetabilen Dünger Phyto-Perls, Bio-Vegetal (reduzierte Menge) und Agrobiosol mit Horngries vergleichbar waren (Abb. 1). Die zu Kulturrende vorhandenen Unterschiede und Trends deuteten sich schon kurz nach dem Auflaufen an und verstärkten sich im Verlauf der Kultur. Bei den mit Leguminosenschroten gedüngten Pflanzen war ein ungleichmäßiger Saatgutauflauf zu beobachten, so dass nur einzelne Töpfe mit einer ausreichenden Pflanzenzahl belegt waren. Die Keimhemmung beeinträchtigte auch die weitere Entwicklung der vorhandenen Pflanzen, insbesondere konnten mit Erbsenschrot bis zu Versuchsende keine marktfähigen Basilikumtöpfe erzielt werden. Dass mit Phyto-Perls vergleichbare Erträge wie mit Horngries erreicht werden können, zeigen auch Ergebnisse von Schmitz und Fischer (8). Durch die von ihnen geforderte Reduzierung der Aufwandmenge von Bio-Vegetal konnten die dort beobachteten Wachstumsdepressionen vermieden werden. Über eine Keimungshemmung von Samenschroten wurde von Schmitz und Fischer (8) ebenfalls berichtet. Sie kann in der Regel umgangen werden, wenn die Schrote bereits 14 Tage vor der Aussaat dem Substrat zugemischt werden (2, 8). Dies deutet darauf hin, dass eine oder mehrere keimungshemmende Substanzen vorliegen, die im Substratmilieu abgebaut werden. Es ist unwahrscheinlich, dass der geringere Ertrag in den Schrotvarianten durch einen zu hohen Salzgehalt zum Zeitpunkt des Auflaufens verursacht wurde, da P und K allen Behandlungen in gleichen Mengen zugegeben worden waren und der N_{min} -Gehalt in gleicher Höhe wie bei Phytoperls und Agrobiosol lag.

N-Aufnahme und N_{min} -Rest

Die N-Aufnahme des Basilikums verlief parallel zur Frischmasseentwicklung, wobei in Abb. 2 nur die aufgenommene Menge zu Versuchsende dargestellt ist. Aus Horngries (200 mg N/Topf) und Phyto-Perls (181 mg N/Topf) nahmen die Pflanzen die größten

N-Mengen auf, tendenziell niedriger lag die Aufnahme bei Agrobiosol und Bio-Vegetal. Mit Ackerbohnen- und Erbsenschroten gedüngte Pflanzen wiesen mit 84 und 33 mg N/Topf die geringste Aufnahme auf. Bei den Schroten kann dies hauptsächlich auf die geringere Pflanzenzahl und die anderweitig gehemmte Entwicklung und weniger auf N-Mangel zurückgeführt werden, da der N-Gehalt der Pflanzen während der Kultur nie unter 5% absank (nicht dargestellt). Darauf weist auch der bei den Schroten zu Kulturrende ausreichend zur Verfügung stehende N_{min} -Rest im Substrat hin (Abb. 2). Der N_{min} -Rest, der hauptsächlich als Nitrat vorlag, war dagegen bei Phyto-Perls und insbesondere bei Bio-Vegetal mit 46 bzw. 34 mg N_{min} /Topf gering. Zwar lag bei beiden Düngevarianten der N-Gehalt der Pflanzen noch knapp über 5%, jedoch deutet die geringere N-Aufnahme zu Versuchsende und insbesondere ein in den letzten 14 Kulturtagen verlangsamtes Wachstum der mit Bio-Vegetal gedüngten Pflanzen auf eine suboptimale N-Versorgung hin. Bei Bio-Vegetal wurde das N-Angebot von 1000 auf 400 mg/l Substrat reduziert, da aus diesem Dünger N rasch und fast vollständig mineralisiert wird (8), d.h. dass er sich ähnlich wie ein mineralischer Dünger verhält. Bei einer Gabe von 1000 mg/l wäre eine Ammonium-Toxizität während der Keimungsphase zu

befürchten gewesen, außerdem hätte der mineralisierte Stickstoff ein Mehrfaches über dem Bedarf der Kultur gelegen. Auf Grund des verlangsamten Wachstums in der letzten Kulturphase, der niedrigeren N-Aufnahme und des geringen N_{min} -Rests scheint die Reduzierung auf 400 mg N/l bei Bio-Vegetal jedoch zu stark gewesen zu sein und könnte ungefähr bei 500 mg N/l angesetzt werden.

N-Bilanz

Bei der Bewertung und Anwendung organischer Dünger ist die Frage nach dem Anteil des im Kulturzeitraum freigesetzten und damit pflanzenverfügbaren Stickstoffs von Bedeutung. Die vorliegende Untersuchung gibt keine Information über die absolute Mineralisierung aus den Düngern, da N-Immobilisierung, gasförmige Verluste oder N-Auswaschung nicht erfasst wurden. Dennoch gibt der Anteil des Stickstoffs, der in der Pflanze und als N_{min} -Rest im Substrat zu Kulturrende wiedergefunden werden konnte, einen Hinweis auf die N-Verfügbarkeit. Bei Bio-Vegetal wurde mit 49% der höchste Anteil des gedüngten N wiedergefunden (Abb. 2), was seine rasche Mineralisierbarkeit unterstreicht. Bei Phyto-Perls und Agrobiosol wurden ähnlich wie bei Horngries ca. 30% des gedüngten N wiedergefunden, wobei dieser bei Phyto-Perls im Vergleich zu Agrobiosol tendenziell

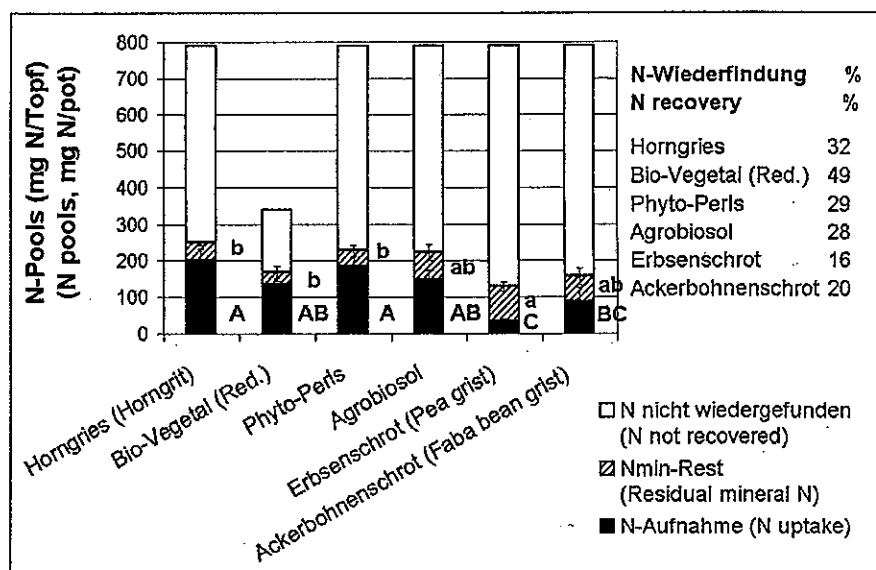


Abb. 2: N-Bilanz nach 70 Kulturtagen. N-Aufnahme + N_{min} -Rest im Substrat im Verhältnis zum Start-N (Substrat+Dünger) ergibt die Wiederfindung.

T-Balken am oberen Rand des Säulenabschnitts stellen die Standardabweichung des Parameters dar. Mittelwerte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($P < 0,05$, Tukey).

Fig. 2: N balance after 70 days of cultivation. The portion of recovered N is N uptake + residual mineral N in the substrate divided by N supply (substrate+fertilizer). T-bars at the upper edge of a column section indicate standard deviation for the respective parameter. Means marked with the same letter are not significantly ($P < 0,05$) different according to Tukey's test.

schon stärker von den Pflanzen aufgenommen worden war. Da aus Horngries nach 14 Tagen lediglich 2% freigesetzt waren (Tab. 2), muss die Freisetzungsrate im weiteren Verlauf der Kultur höher und dem Pflanzenwachstum adäquat gewesen sein, da sowohl in der Frischmassebildung als auch in der N-Aufnahme und im N-Gehalt die Horngriesvariante mit am besten abschnitt. Der bei fast allen Düngern erhebliche Anteil des nicht-wiedergefundenen Stickstoffs, der vermutlich noch organisch gebunden vorliegt, lässt bis zu einem gewissen Grad eine weitergehende Mineralisierung in den Töpfen nach dem Verkauf erwarten. Vergleicht man die Daten der N-Freisetzung mit den C/N-Verhältnissen der organischen Dünger, so fällt auf, dass das C/N-Verhältnis recht gut die N-Wiederfindung zu Kulturrende, aber nicht die kurzfristige (14 Tage) Freisetzung widerspiegelt. Jedoch ist ähnlich wie bei Ernterückständen (4) die Freisetzungsrate nicht allein durch das C/N-Verhältnis bedingt, sondern auch durch den N-Gehalt der Dünger (9). Die Körnung bzw. der Vermahlungsgrad der Dünger spielen ebenfalls eine Rolle, wie dies durch Untersuchungen an Horndüngern belegt ist (5, 6).

Schlussfolgerungen

Mit Phyto-Peris, Bio-Vegetal und Agrobiosol stehen vegetabile Dünger mit ausreichender Stickstoff-Freisetzung für

den Topfkräuteranbau im Winter zur Verfügung. Für Bio-Vegetal ist eine vergleichsweise reduzierte Aufwandmenge angemessen, da die N-Freisetzung ähnlich wie bei Mineraldüngern verläuft. Die Reduzierung wäre vermutlich bei etwa 50% der Standardgabe anderer organischer Dünger zu optimieren. Bei Leguminosenschroten muss die anfängliche Keimhemmung berücksichtigt werden.

Literatur

1. Alt D, Peter I. Die CaCl₂/DTPA-Methode zur Untersuchung gärtnerischer Erden auf Mengen- und Spurenelemente. *Agribiol Res* 1992;45:204-214.
2. Beck, M. Ersatzstoffe für Hornmehl sind für den Topfkräuteranbau vorhanden. Versuche im deutschen Gartenbau. *Gemüsebau* 2001;11:79.
3. Beck M. N-Versorgung bei biologischem Anbau von Topfkräutern. *Taspo* 2003;137(7):8.
4. De Neve, S, Pannier J, Hofman G. Fractionation of vegetable crop residues in relation to *in-situ* N mineralization. *Eur J Agron* 1994; 3(4):267-272.
5. Fischer P, Schmitz HJ, Meinken E. Verhalten von Horndünger in torfhaltigem Substrat. *Gartenbau Magazin* 1993;22(6):45-47.
6. Laber H. Organische Handelsdünger für Öko-Gemüse. *Deutscher Gartenbau* 2001;55(31):30-32.
7. Rampold C. Die kleine Marktstudie: „Topfkräuter“. *Gemüse* 2000;36(6):48-50.
8. Schmitz HJ, Fischer P. Vegetabile Dünger in Substraten für den ökologischen Gemüsebau. *Gemüse* 2003;39(2):18-22.
9. Stadler C, Heuwinkel H, von Tucher S, Gutser R, Scheu-Helgert M, Schmidhalter U. N-Mineralisation pflanzlicher

Dünger. Schriftenreihe des Bundesverbands der Diplom-Ingenieure Gartenbau und Landespflege - BDGL-Schriftenreihe 2004;22:103.

10. Vilsmeier K. Bestimmung von Dicyandiamid, Nitrit und Nitrat in Bodenextrakten mit Hochdruckflüssigkeitschromatographie. *Z Pflanzenern Bodenk* 1984;147:264-268.

Anschriften der Verfasser

Dr. Heidi Heuberger
Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft
Institut für Pflanzenbau und
Pflanzenzüchtung
Vöttlinger Str. 38
85354 Freising

Florian Weh
Bahnhofstr. 11
85354 Freising

Andreas Kreuzmair
Am Kögelberg 2
83629 Weyarn

Dr. Sabine von Tucher
Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Wissenschaftszentrum Weihenstephan der
TU München
85350 Freising

Prof. Dr. Wilfried H. Schnitzler
Lehrstuhl für Gemüsebau
Wissenschaftszentrum Weihenstephan der
TU München
85350 Freising

Received: 09.11.2004
Accepted: 24.03.2005

Anzeige

agrimed Hessen w.V.

ist eine landwirtschaftliche Erzeugergemeinschaft, die sich seit 20 Jahren mit dem Anbau, der Verarbeitung und der Vermarktung von Arznei- und Gewürzpflanzen befasst.

Zur Unterstützung unserer Geschäftsstelle suchen wir speziell für den Ein- und Verkauf von Küchenkräutern und Öko-Produkten einen jungen, dynamischen Mitarbeiter. Die Stelle soll umgehend besetzt werden.

Sie passen gut zu uns, wenn Sie

- ein agrarwissenschaftliches beziehungsweise ein betriebswirtschaftliches Studium oder eine ähnlich qualifizierte Ausbildung abgeschlossen haben.
- über gute Englisch- und Französischkenntnisse verfügen.
- kontaktfreudig sind und gerne in einem Team arbeiten.
- vorzugsweise zwischen 25 und 35 Jahre alt sind.

Ihre Bewerbungsunterlagen mit Angabe von Gehaltsvorstellungen schicken Sie bitte an:
agrimed Hessen,
Dr. Erika Schubert, Oderstraße 38, 65468 Trebur bzw. agrimed.Hessen@t-online.de