

# Stickstoff-Mineralisierung aus Komposten im Brutversuch

Werner E. HELLER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil  
 Auskünfte: Werner E. Heller, e-mail: werner.heller@mbx.faw.admin.ch, Fax +41 (0)1 780 63 41, Tel. +41 (0)1 783 61 11

**Die Mineralisierung des in Komposten enthaltenen organisch gebundenen Stickstoffes im Boden und die daraus resultierende N-Düngewirkung kann bisher nicht zum Voraus berechnet werden. Neben den spezifischen Eigenschaften des Kompostes wie pH-Wert, Gehalt an organischem Kohlenstoff und Stickstoff haben die physikalisch-chemischen Eigenschaften, die biologische Aktivität des Bodens und die klimatischen Bedingungen wesentlichen Einfluss auf die N-Freisetzung. Die Mineralisierung der organischen Substanz von Kompost im Boden ist somit ein von vielen Faktoren beeinflusster Prozess.**

Der feldfeuchte, grob gesiebte Boden wurde mit dem zu untersuchenden Kompost im Frischsubstanz-Vehhältnis von 150 g Boden zu 20 g Referenzsubstrat oder Kompost gemischt und während 149 Tagen in belüfteten Gefässen inkubiert. Als Kontrollverfahren diente der Boden ohne Zugabe. Die Inkubationsgefässe werden in Feuchtkammern bei konstant 25°C gelagert. Pro Woche Inkubationsdauer wurden drei Inkubationsgefässe als Wiederholungen für einen Messpunkt vorgesehen. Die Dynamik der Stickstoff-Mineralisierung des Bodens und der Substrat- beziehungsweise dem Kompostgemenge hat man durch wöchentliche Untersuchung des Nitratgehaltes verfolgt. Dazu wurden drei Inkubationsgefässe entnommen und deren Inhalt mit 200 ml aq. dest. während einer Stunde extrahiert, filtriert und der Nitratgehalt des Filtrates fotometrisch bestimmt. Aus den Werten der drei Wiederholungen ist der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet worden. Der Wassergehalt des Bodens und der Mischungen wurde an separaten Proben erfasst. Aus den Messwerten der Nitratbestimmung kann die maximale Stickstoff-Mineralisierung während der Versuchsdauer berechnet werden.

Der hier beschriebene Inkubationsversuch ist eine Anwendung der Methode B-ND-BA im Band 2 der Schweizerischen Referenzmethoden (FAL, RAC und FAW 1997).

## Boden

Der als Kontrollverfahren verwendete Boden war ein sandiger Lehm und stammt aus dem Versuchsbetrieb Sandhof der

FAW. Seine Eigenschaften sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

## Komposte und Referenzsubstrate

Als Referenzsubstrate wurden ein Torf-Ersatzsubstrat auf Fichtenholzbasis (R1) und ein Boden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz (R2) verwendet, um den Einfluss des Abbaugrades der organischen Substanz auf die Nitrifikationsleistung der Mischung Substrat/Boden zu erfassen. Die Komposte (K1 bis K5) stammen aus der Verwertung von Grüngut oder Gärtnereiabfällen. Die Eigenschaften der Referenzsubstrate und Komposte sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

**Tab. 1. Eigenschaften des Kontrollbodens**

Boden	pH-Wert	TS %	% Humus	% Sand	% Schluff	% Ton
Sandhof	7,8	81,8	4,3	54,2	24,5	17,0

TS: Trockensubstanz

**Tab. 2. Qualitätsparameter der Referenzsubstrate und der Komposte**

Material		R1	R2	K1	K2	K3	K4	K5
<b>Volumenextraktion (1/2)</b>								
pH-Wert	Wert	6,5	8,1	8,3	8,9	9,0	8,3	6,7
Salzgehalt	µS/cm	602	244	1520	2300	2490	2790	5640
Ammonium	µMol/l	204	5	63	714	5690	128	44
Nitrat	µMol/l	11	595	2815	32	472	7430	22025
NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	Verhältnis	0,03	119,43	43,97	0,02	0,07	57,52	506,17
<b>Trockensubstanz-Analyse</b>								
Organ. Substanz %		88,25	16,00	27,88	53,88	68,25	35,75	52,25
Org. C	% TS	47,40	7,55	14,00	23,85	26,70	17,60	22,35
Gesamt-N	% TS	0,86	0,64	0,91	1,72	1,37	1,39	2,11
C/N	Verhältnis	55,44	11,80	15,38	13,91	19,49	12,66	10,59

Die Analysenwerte mit Bezug auf die Frischsubstanz wurden mit der Volumenextraktionsmethode im Verhältnis 1/2 (100 ml Substrat zu 200 ml aq. dest.) ermittelt. Die Analysen der Trockensubstanz erfolgten nach den entsprechenden Schweizerischen Referenzmethoden (FAL, RAC und FAW 1997).

## Verlauf der Stickstoffmineralisierung

Die Dynamik der Stickstoffmineralisierung in den Boden-Substratgemischen und im Kontrollboden wird als Zunahme der Konzentration von Nitrat-Stickstoff im wässrigen Extrakt während einer Inkubation von 149 Tagen dargestellt.

Im Boden verläuft die Nitrifikation mit geringer Streuung der Wiederholungen nahezu linear. In den Mischungen hingegen verläuft die Nitrifikation in Abhängigkeit der Substrat-Eigenschaften sprunghaft mit teilweise erheblichen Streuungen der Wiederholungen (Abb. 1 und 2).

In allen Verfahren ausser bei dem Referenzsubstrat R1 wurde eine Zunahme der Nitratkonzentration während der Inkubation beobachtet.

## Berechnung der N-Freisetzung

Aus den Differenzen zwischen der mittleren Nitratbildung des Bodens und der Bo-

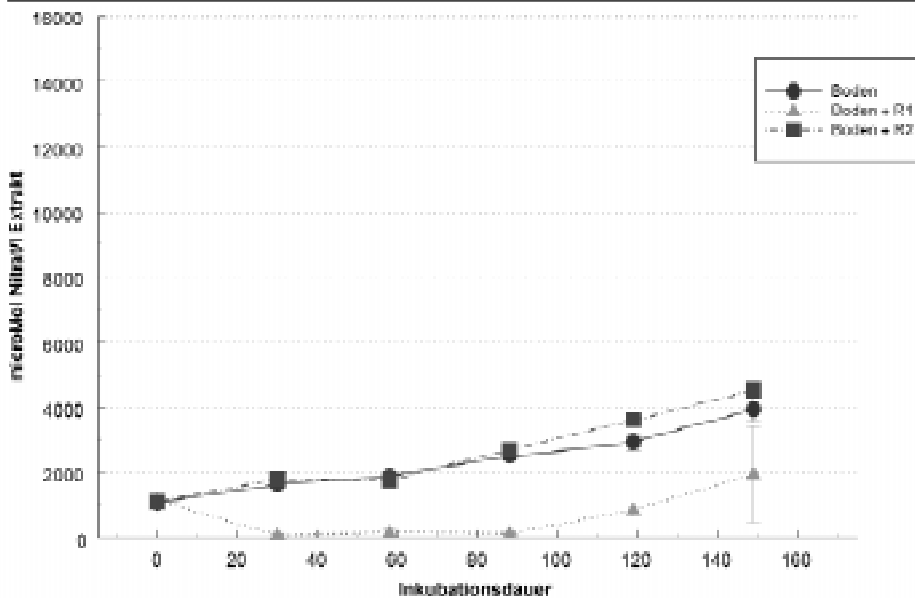


Abb. 1. Verlauf der Nitratbildung im Kontrollboden und in Mischungen mit zwei Referenzsubstraten während der Inkubation von 149 Tagen.

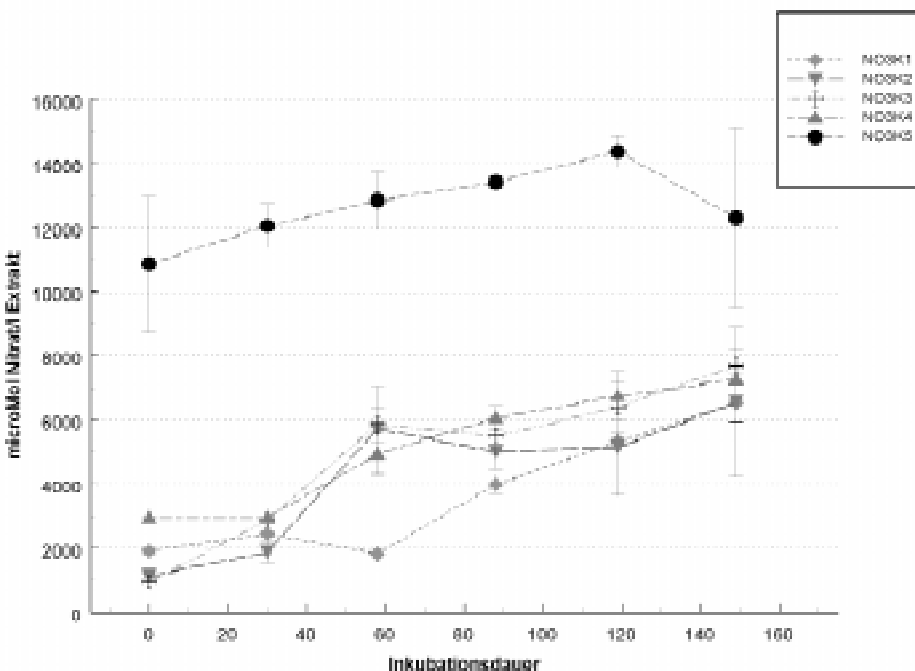


Abb. 2. Verlauf der Nitratbildung in Mischungen unterschiedlicher Komposte mit dem Kontrollboden während der Inkubation von 149 Tagen.

Tab. 3. Ammonium- und Nitratgehalt zu Versuchsbeginn und maximale Stickstoffmineralisierung aus zwei Referenzsubstraten und fünf Komposten während einer Inkubationsdauer von 149 Tagen

Material	R1	R2	K1	K2	K3	K4	K5
Ammonium-N-Gehalt (mg N/kg TS)	11,9	0,3	3,7	41,8	333,4	7,5	2,5
Nitrat-N-Gehalt (mg N/kg TS)	0,6	34,9	164,9	1,9	27,7	435,3	1290,5
Max. N-Mineralisierung (mg N/kg TS)	-498,9	134,6	425,5	620,3	938,3	352,4	153,8
Max. N-Mineralisierung (in % von N <sub>tot</sub> )	-5,8	2,1	4,7	3,6	6,9	2,5	0,7

Tab. 4. Berechnete Stickstoff-Düngewirkung bei einer Anwendung von 25 t Trockensubstanz pro ha

Substrat/Kompost	R1	R2	K1	K2	K3	K4	K5
Ammonium-Zufuhr (kg N/ha)	0,3	0,0	0,1	1,0	8,3	0,2	0,1
Nitrat-Zufuhr (kg N/ha)	0,0	0,9	4,1	0,0	0,7	10,9	32,3
Max. N-Mineralisierung (kg N/ha)	-12,4	3,4	10,7	15,4	23,6	8,7	3,7
N-Düngewirkung (kg N/ha)	-12,1	4,3	14,9	16,4	32,6	19,8	36,1

den-Substrat beziehungsweise der Boden-Kompostmischungen kann die maximale N-Mineralisierung aus dem im Material enthaltenen organisch gebundenen Stickstoff berechnet werden. Der Anteil des während der Inkubation nitrifizierten Stickstoffes bewegt sich zwischen 0,7 % und 6,9 % des Gesamtstickstoffes und ist damit sehr gering. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

## Folgerungen

Die Stickstoff-Düngewirkung eines Kompostes setzt sich zusammen aus dem Gehalt an bereits in Form von Ammonium und Nitrat vorliegenden mineralisierten Stickstoff und dem sich im Boden nach dem Ausbringen aus der Mineralisierung des organisch gebundenen Stickstoffes bildenden Nitrat.

Die in diesem Brutversuch unter optimalen Bedingungen erreichbare theoretische Stickstoff-Düngewirkung ergibt sich aus der Multiplikation mit der pro Fläche auszubringenden Trockensubstanz, zum Beispiel gemäss Stoffverordnung 25 t Trockensubstanz pro Hektare (Tab. 4).

Die in der Praxis erreichbare N-Düngewirkung wird wegen der weniger idealen Stickstoff-Mineralisierungsbedingungen im Feld kaum die berechneten Werte erreichen, wie die folgenden Überlegungen zeigen: Bei einer Temperatur von weniger als 5°C findet praktisch keine Stickstoff-Mineralisierung statt (Paul und Clark, 1989).

Errechnet man am Standort Wädenswil auf Grund der aktuellen Wetterdaten für das Jahr 1998 die Temperatursumme (über 5°C) für die Bodentiefe 5 cm bis 20 cm, wird die Zahl 84141 erreicht. Die entsprechende Summe für den Brutversuch errechnet sich: 149 (d) x 24 Std. x 25°C = 89400. In der gewählten Auslegung entspricht der Brutversuch somit in Bezug auf die N-Mineralisation mehr als einer Vegetationsperiode.

Wegen der geringen N-Düngewirkung von Komposten ist eine zusätzliche N-Düngung der Kulturen meistens unumgänglich.

Zwischen den Analysenwerten der Komposte und deren N-Mineralisierungsverhalten liess sich kein statistisch relevanter Zusammenhang erkennen. Die Daten erlauben es nicht, eine zuverlässige quantitative Voraussage über die Gesamt-Stickstoff-Düngewirkung von Komposten zu machen.

## LITERATUR

■ FAL, RAC und FAW, 1997. Schweizerische Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 1; 2; 4.

■ Paul E.A. and Clark F.E., 1989. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Inc. San Diego, California 92101. 273 S.

## RÉSUMÉ

### Minéralisation de l'azote de composts lors d'un essai d'incubation

Jusqu'à présent, il était impossible de calculer d'avance la proportion d'azote organique qui peut être minéralisée suite à l'incorporation d'un compost dans un sol.

La minéralisation de l'azote organique est fortement influencée par les qualités physico-chimiques des composts, leur colonisation biologique et l'activité biologique du sol contrôlée par l'humidité et la température du sol.

Lors d'un essai d'incubation aux conditions de température et d'humidité optimales, la minéralisation possible de l'azote organique de 5 composts et de 2 substrats de référence a été suivie pendant 149 jours. Suivant la qualité des composts, des quantités d'azote organique total variant entre 0,7% et 6,9% ont été nitrifiées.

Avec les composts analysés, l'apport estimé pour la première saison est de moins de 32,5 kg d'azote nitrifié et l'apport total de moins de 40 kg d'azote assimilable par ha, si la limite légale de 25 tonnes de matière sèche de compost par ha est respectée.

Les analyses statistiques n'ont pas révélé de corrélation positive entre les paramètres de qualité des composts et leur capacité de nitrifier l'azote organique.

## SUMMARY

### Nitrogen mineralisation of composts in an incubation assay

To date it is not possible to predict the amount of organic nitrogen that will be mineralised after a

compost is mixed into a soil. Nitrogen mineralisation is greatly influenced by the physical and chemical properties of the compost, its biological colonisation and the biological activity in the soil which is controlled by soil humidity and soil temperature.

In an incubation assay under constant optimal temperature and humidity conditions for 149 days the possible mineralisation of organic nitrogen from 5 different composts and 2 reference materials was measured. Between 0.7% and 6.9% of the total organic nitrogen was nitrified, depending on the properties of the composts. With the tested composts, less than 32.5 kg mineralised N/ha and a total input of plant available nitrogen of less than 40 kg N/ha can be calculated for the first vegetation period, if the Swiss regulation limits of 25 t compost dry matter per ha are observed.

There was no obvious positive correlation between any set of analytical data of the composts and their capability of nitrification of the inherent organic nitrogen.

**KEY WORDS:** nitrification, organic nitrogen, compost, fertilisation

## KURZBERICHT

## Wiederbegrünung in Höhenlagen: Möglichkeiten und Grenzen

Katja JACOT, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Universitätsstrasse 2, CH-8092 Zürich  
Auskünfte: Katja Jacot, e-mail: jacot@ipw.agrl.ethz.ch, Fax +41 (0)1 632 11 53, Tel. +41 (0)1 632 38 88

**Extreme Klimaereignisse, Skipistenplanierungen und nicht standortgerechte Landwirtschaft können in den Alpen das Erosionsrisiko erhöhen. Es wird angestrebt, durch eine Wiederbegrünung beschädigte Flächen wieder herzustellen. An der Jahresversammlung 1998 der SANW (Schweizerische Akademie für Naturwissenschaften) in Airolo wurden am 24.9.98 in einer Reihe von Vorträgen Arbeiten zu diesem aktuellen Thema vorgestellt<sup>1</sup>.**

Pflanzen- und Tierarten der alpinen Ökosysteme müssen unter extremen Bedingungen überleben können. Die wichtigsten begrenzenden Faktoren sind dabei niedrige Temperaturen, verkürzte Vegetationszeit und Frostrocknis. Wird ein alpines Ökosystem beschädigt oder zerstört, dauert es daher sehr lange, bis eine Erho-

lung eingetreten ist. Die Entwicklung alpiner Ökosysteme nach einer massiven Störung kann anhand von Untersuchungen an Gletschervorfeldern sehr gut beobachtet werden. Die Geschwindigkeit der Vegetationsentwicklung nach Rückzug des Gletschers hängt dort stark von der Meereshöhe ab. Zunehmend besteht ein starkes Interesse an Techniken zur Regeneration geschädigter alpiner Ökosysteme. Wie Professor P. Edwards (ETH Zürich) in seinem Referat darlegte, zeigen Untersuchungen des geobotanischen Instituts, wie schwierig eine Wiederbegrünung auf maschinell planierten Skipisten sowohl mit Samen als auch mit Transplantaten ist. Die Pflanzen entwickeln sich sehr langsam und unsicher. Daher sind zusätzlich spezi-

elle Massnahmen zur Stabilisierung der Bodenoberfläche und zum Schutze der Jungpflanzen erforderlich.

### N<sub>2</sub>-Fixierer als Nährstofflieferanten?

Verschiedene Arbeiten zeigen deutlich, wie wichtig symbiotische Interaktionen (vor allem Mykorrhiza und Stickstofffixierer) für eine erfolgreiche Regeneration sind. Es fehlen jedoch unter anderem fundierte Kenntnisse über Symbionten in Höhenlagen. Erste Ergebnisse über die Bedeutung von alpinen Stickstofffixierern stellte Katja Jacot (ETH Zürich) vor. Untersuchungen entlang eines Höhengradienten im Vorderrheintal haben gezeigt, dass Leguminosen bis in sehr hohe Lagen den grössten Teil ihres Stickstoffbedarfes über die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung decken. Weiter wurde beobachtet, dass sich die Leguminosen bis zur Existenzgrenze (2800 m ü. M) gut entwickeln können,

<sup>1</sup>Alpenforschung und Transversalen, SANW(Schweizerische Akademie für Naturwissenschaften)-Jahresversammlung, Airolo, 23.9.98-25.9.98.

Am 24.9.98 fand in diesem Rahmen ein Symposium über «Standortgerechte Landschaftseingriffe in Hochlagen» statt. Dieses wurde von folgenden fünf Gesellschaften mitgetragen:

- Schweizerische Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften
- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz
- Schweizerische Botanische Gesellschaft
- Schweizerische Pflanzensoziologische Gesellschaft
- Geobotanische Kommission