

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der  
DBG, Kommission VII  
Titel der Tagung: Böden - eine endliche  
Ressource  
Veranstalter: DBG, September 2009,  
Bonn  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Anwendbarkeit der Nah-Infrarot- spektroskopie zur Qualitätsbeurteilung von Komposten

S. Herrmann<sup>1,\*</sup>, J. Mayer<sup>2</sup>, K. Michel<sup>1</sup>, B. Ludwig<sup>1</sup>

### Einleitung

Die Verwendung hochwertiger Komposte als organische Dünger hat positive Effekte auf den Boden und das Pflanzenwachstum. Komposte können beispielsweise die Stickstoffumsetzung und die Bildung von organischer Substanz erhöhen. Zudem sind viele Komposte in der Lage Pflanzenkrankheiten zu unterdrücken (Hoitink et al., 2006). Die Kompostqualität ist dabei von entscheidender Bedeutung. Die Einteilung erfolgt durch die Analyse von ausgewählten physikalischen, chemischen und bio-logischen Parametern, die zur Güteklassifizierung herangezogen werden. Bislang werden sämtliche Parameter kostenintensiv und unter hohem Zeitaufwand, meist mit einer aufwendigen Probenvorbereitung, nasschemisch untersucht. Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS), ist eine präzise Messtechnik, die mehrere Analysen in einem Arbeitsgang durchführen kann, welches den Zeit- und Kostenaufwand von Analysen deutlich reduzieren könnte. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Anwendbarkeit der NIRS zur Beurteilung der Kompostqualität, insbesondere biologischer Parameter, zu untersuchen.

Die folgenden Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Können Basisparameter, biologische Parameter, Keim- und Suppressivitätstests mit NIRS vorhergesagt werden?
- Wie hoch ist der Einfluss der Homogenität der Proben auf die Abschätzungsgenauigkeit der NIRS?

### Material und Methoden

#### Kompost

97 Kompostproben aus der Schweiz, die sich auch hinsichtlich der Kompostierungsverfahren (z.B. Dreiecksmieten, Wurmkompostierung, Feldrandkompostierung) unterschieden, wurden für die Untersuchungen herangezogen. Diese Proben wurden chemisch [Gesamt-C ( $C_{tot}$ ), Gesamt-N ( $N_{tot}$ ), K, P, Ca] und physikalisch (pH-Wert, Salzgehalt) untersucht. Zudem wurden biologische Parameter [N-Nettomineralisierung nach 56 Tagen ( $N_{min\_d56}$ ), mikrobielle Biomasse ( $C_{mik}$ ) Hydrolyse von Fluoresceindiacetat (FDA), Acetat, Cellulase-Aktivität] gemessen sowie Keimtests mit Kresse, Salat, deutschem Weidelgras und Bohne (Fuchs und Bieri, 2000) und Suppressivitätstests mit *R. solani-Basilikum* und *P. ultimum-Gurke* (Fuchs, 2002) durchgeführt.

#### NIRS-Messungen

Die getrockneten und gemahlene Kompostproben wurden in 2nm Intervallen im VIS-NIR Bereich (400 – 2500nm) in zweifacher Wiederholung mit einem Foss NIRSystems-Spektrometer (Silver Spring, USA) gemessen. Anschließend wurde der Mittelwert gebildet und die Reflektion in ein Absorptionsspektrum transformiert. Die Datenanalyse sowie alle Berechnungen wurden mit der Software WinISI 1.63v (Foss/Tecator, Infrasoft International, LLC) durchgeführt. Die Spektren wurden unter Verwendung des gesamten Spektrums, der ersten bis dritten Ableitung sowie einer modifizierten partielle-kleinste-Quadrate-Methode mittels Kreuzvalidierung analysiert.

Um den Einfluss der Probenheterogenität beurteilen zu können, wurden zwei Probensätze untersucht: Der Probensatz „Komplett“ beinhaltete den vollständigen

<sup>1</sup> Fachgebiet Umweltchemie, Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland.

\*E-mail: [sandra.herrmann@uni-kassel.de](mailto:sandra.herrmann@uni-kassel.de)

<sup>2</sup> Reckenholz-Tänikon Forschungsstation ART, Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich, Schweiz.

Probenumfang von 97 Kompostproben während für die Variante „Grünschnitt“ nur Proben mit einer Grünschnitttrate  $\geq 75\%$  für die Berechnungen herangezogen wurden. Dabei verminderte sich der Datensatz auf  $n=71$ . Beurteilungskriterien für die Güte der Vorhersage waren der RSC-Wert (Verhältnis der Standardabweichung der Laborwerte zum Standardfehler der Kreuzvalidierung) und das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ). Eine erfolgreiche Vorhersage wird durch einen RSC-Wert von  $\geq 2$  und ein  $r^2 \geq 0.9$ , eine mäßig erfolgreiche durch  $1.4 \leq RSC \leq 2$  und  $0.8 \leq r^2 \leq 0.9$  angezeigt. Parameter mit einem RSC-Wert  $\leq 1.4$  und einem  $r^2 \leq 0.7$  können auf Basis von NIR-Spektren nicht bestimmt werden („nicht erfolgreich“).

## Ergebnisse und Diskussion

Für den Probensatz „Komplett“ wurden die Parameter  $C_{tot}$  und  $N_{tot}$  (Abb.1), C/N-Verhältnis, P, K, Ca sehr gut vorhergesagt.

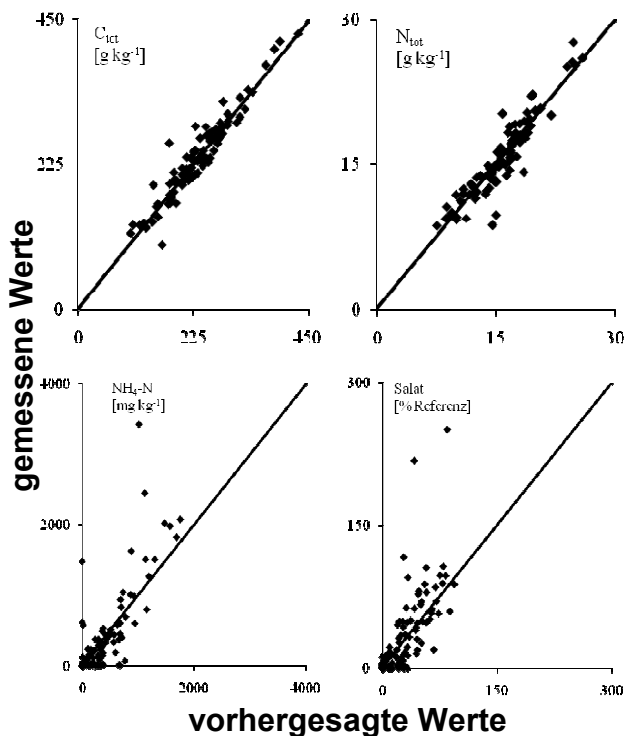


Abbildung 1: Gemessene und vorhergesagte Werte berechnet mit dem Datensatz „Komplett“ für die exzellent vorherzusagenden Parameter  $C_{tot}$  und  $N_{tot}$ , sowie gut vorherzusagenden Parameter  $NH_4-N$  und Salat. Die Linie bezeichnet die 1:1 Linie.

Die Parameter  $NO_3-N$ ,  $NH_4-N$  (Abb.1),  $NO_3-N/NH_4-N$ , Salzgehalt, pH-Wert,  $N_{min\_d56}$ , Acetat, Kresse, und Salat (Abb.1) konnten vorhergesagt werden, wohingegen

für  $C_{mik}$  (Abb.2), FDA-Hydrolyse, Cellulase-Aktivität, Acetat, deutsches Weidelgras, Bohne, *P. ultimum* (Abb.2) und *R. solani* keine Vorhersage möglich war.

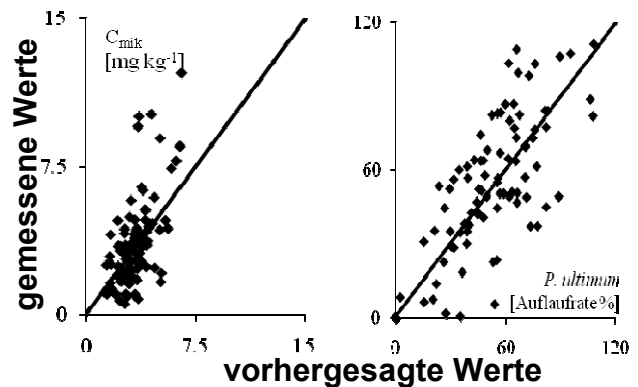


Abbildung 2: Gemessene und vorhergesagte Werte berechnet mit dem Datensatz „Komplett“ für die schlecht vorherzusagenden Parameter  $C_{mik}$  und *P. ultimum*. Die Linie bezeichnet die 1:1 Linie.

Anschließend wurden die Berechnungen mit dem verminderten Datensatz „Grünschnitt“ ( $n=71$ ) durchgeführt. Hierbei zeigte sich eine bessere Vorhersage für die folgenden Parameter:  $NH_4-N$  (Abb.3),  $N_{min\_d56}$ , Acetat, FDA-Hydrolyse, Salat (Abb.3) und das deutsche Weidelgras.

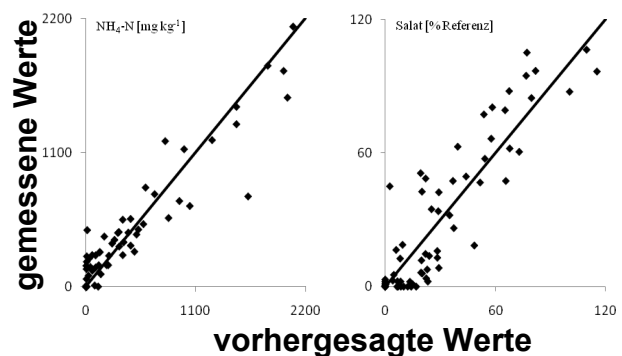


Abbildung 3: Mit dem Datensatz „Grünschnitt“ berechnete gemessene und vorhergesagte Werte für die Parameter  $NH_4-N$  und Salat, die anhand des homogeneren Datensatzes besser vorherzusagen sind. Die Linie zeigt die 1:1 Linie.

## Zusammenfassung

Die Nah-Infrarotspektroskopie ist eine schnelle, gute und preiswerte Alternative um Basisparameter wie  $C_{tot}$ ,  $N_{tot}$ , C/N-Verhältnis, pH-Wert und Salzgehalt vorherzusagen. Eingeschränkt einsetzbar ist diese Technik um biologische Parameter vorherzusagen, wie z.B.

Enzymaktivität und ausgewählte Keimtests. Sie ist jedoch nicht geeignet um Suppressionsparameter abzuschätzen. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die Probenheterogenität der untersuchten Komposte für Keimtests von besonderer Bedeutung ist.

## **Danksagung**

Wir danken Anja Sawallisch für Ihre technische Unterstützung und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Finanzierung dieses Projektes.

## **Literatur**

J.G. Fuchs and M. Bieri, "Pflanzenverträglichkeitstests", *Agrarforschung* **7**, 314 (2000).

J.G. Fuchs, "Pflanzenverträglichkeitstests", *Agrarforschung* **7**, 314 (2002).

H.A.J. Hoitink, L.V. Madden, and A.E. Dorrance, "Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: Interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality", *Phytopathology* **96**, 186 (2006).