



# UFZ-Bericht

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GMBH

Nr. 15/2000

---

**IOSDV**  
**Internationale organische Stickstoff-**  
**dauerdüngungsversuche**

---

Bericht der Internationalen Arbeitsgemein-  
schaft Bodenfruchtbarkeit in der Internatio-  
nalen Bodenkundlichen Union (IUSS)

Martin Körschens (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Sektion Bodenforschung

ISSN 0948-9452

**IOSDV**

**INTERNATIONALE ORGANISCHE  
STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCHE**

**Bericht der**

**Internationalen Arbeitsgemeinschaft Bodenfruchtbarkeit**

in der

**Internationalen Bodenkundlichen Union (IUSS)**

Martin Körschens (Hrsg.)

## Vorwort

Dauerfeldversuche sind eine aufwendige, aber auch unentbehrliche experimentelle Grundlage für die Agrar- und Umweltforschung. Nur sie ermöglichen eine ausreichend genaue Quantifizierung von Stoffflüssen, den Nachweis einer nachhaltigen Bodennutzung im Hinblick auf hohe Erträge und die Erhaltung der ökologischen Bodenfunktionen, die Aufklärung des Einflusses von Klimaänderungen auf die Bodennutzung und die Validierung von Computermodellen.

Die Vielzahl der vorhandenen Boden- und Witterungsbedingungen erfordert eine breite Basis, um die wichtigsten Standortbedingungen auch experimentell zu repräsentieren.

Die von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. E. v. Boguslawski initiierte Dauerfeldversuchsserie ist, im Gegensatz zur Mehrzahl aller anderen Dauerfeldversuche, eine geplante Versuchsserie mit weitgehend gleichen oder vergleichbaren Prüfgliedern und in idealer Weise geeignet, Fragen der Bodenfruchtbarkeit und der Düngung unter den verschiedensten Standortbedingungen zu untersuchen und die Wechselbeziehungen zur Umwelt zu quantifizieren.

Gegenwärtig sind noch 18 dieser Versuche im Rahmen der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Bodenfruchtbarkeit in der Internationalen Bodenkundlichen Union erhalten. Gleichzeitig wurden weitere Dauerdüngungsversuche, die im Verantwortungsbereich der Mitglieder dieser AG durchgeführt werden, in die Arbeit einbezogen.

Die vorliegende Veröffentlichung gilt dem Andenken an Prof. Dr. Dr. h.c. mult. E. v. Boguslawski. Es werden bisherige Ergebnisse dieser Versuche dargestellt und über die Arbeit der Internationalen Arbeitsgemeinschaft informiert.

Unser Dank gilt dem UFZ-Umweltforschungszentrum, das diese Arbeit unterstützt und die Veröffentlichung ermöglicht hat.

Bad Lauchstädt, Juni 2000

Martin Körschens

Hans-Richard Wegener

# Inhalt

## Vorwort

<b>Zur Geschichte der Arbeitsgemeinschaft</b>		1
<b>Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft</b>		6
<b>Übersicht über die Versuche</b>		9
<b>Beschreibungen und Ergebnisse der Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuche (IOSDV)</b>		
Deutschland	IOSDV Bad Lauchstädt <i>A. Pfefferkorn und M. Körschens</i>	13
	IOSDV Berlin – Dahlem <i>W. Köhn, F. Ellmer, H. Peschke, F.-M. Chmielewski u. O. Erekul</i>	23
	IOSDV Puch <i>U. Hege und M. Krauss</i>	37
	IOSDV Rauischholzhausen <i>L. Behle-Schalk und B. Honermeier</i>	47
	IOSDV Speyer <i>Reiner Bischoff</i>	53
Österreich	IOSDV Wien <i>J. Hösch, G. Dersch und H. Spiegel</i>	65
Polen	IOSDV Wrocław – Swojec <i>R. Śniady, R. Gandecki, L. Zimny, D. Malak u. R. Wacławowicz</i>	73
Slowenien	IOSDV Jable (bei Ljubljana) <i>A. Tajnšek</i>	83
	IOSDV Rakičan <i>A. Tajnšek</i>	95
Spanien	IOSDV La Higuera (bei Madrid) <i>C. López-Fando, M. T. Pardo u. H.-R. Wegener</i>	107
Ungarn	IOSDV Keszthely <i>S. Hoffmann, J. Balázs u. T. Kismányoky</i>	117
<b>Kurzinformationen über weitere Dauerfeldversuche der Arbeitsgemeinschaft</b>		
Deutschland	Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt <i>M. Körschens und A. Pfefferkorn</i>	131

	Modellversuch zur Stalldüngesteigerung Bad Lauchstädt <i>M. Körschens</i>	133
	Statischer Versuch Bodennutzung Berlin – Dahlem <i>W. Köhn u. F. Ellmer</i>	135
	Wirkung von mineralischer N-, P-, K- und Mg-Düngung in Kombination mit Stallmist in einer Kartoffel-Roggen-Hafer-Rotation <i>H.-W. Olf</i>	137
	Der Biologische Stickstoffgewinnungs- versuch (BSG) Giessen <i>B. Honermeier, W. Jahn-Deesbach u. R. Schmidt</i>	141
	Der Erschöpfungsversuch Giessen <i>B. Honermeier und R. Schmidt</i>	143
	Die Dauerdüngungsversuche in Halle/Saale (Deutschland) <i>W. Merbach</i>	147
	NPK-Dauerdüngungsversuche der BASF AG Ludwigshafen <i>G. Pasda</i>	151
	Der Bilanzversuch Rauischholzhausen <i>B. Honermeier und M. Gaudchau</i>	159
	Der Fruchtfolgeversuch „Hinter den Gärten“ Rauischholzhausen <i>B. Honermeier und L. Behle-Schalk</i>	163
	Der Humusversuch in Speyer (Versuch II B) <i>Reiner Bischoff</i>	165
	Der Statische Bodenfruchtbarkeitsversuch Thyrow <i>F. Ellmer u. M. Baumecker</i>	169
	Der Statische Nährstoffmangelversuch Thyrow <i>F. Ellmer u. M. Baumecker</i>	171
Österreich	Dauerfeldversuche des BFL – Wien <i>J. Hösch, G. Dersch u. H. Spiegel</i>	173
Schweden	The Soil Fertility Experiment at Kungsängen and the Ultuna Soil Organic Matter Experiment <i>L. Mattson and K. Carlgren</i>	179
Ungarn	Some more important long – term field experiments at Keszthely <i>S. Hoffmann, J. Balázs, T. Kismányoky</i>	191

# Geschichte der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Bodenfruchtbarkeit

HANS-RICHARD WEGENER<sup>1</sup>

## Einleitung

Die Entstehung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit innerhalb der Kommission IV "Bodenfruchtbarkeit" der Internationalen Bodenkundlichen Union (IUSS) geht auf die Initiative von Mitgliedern aus den Niederlanden, aus Deutschland und aus Dänemark zurück. Der Gründungsvorschlag wurde während der Sitzungen der Kommissionen II und IV der damaligen ISSS in Dublin (1952) unterbreitet und während mehrerer Arbeitssitzungen in Kinshasa (1954, Léopoldville) und in Deutschland (1955) ausgearbeitet. Die Gründung erfolgte während des ISSS-Kongresses in Paris im Jahre 1956.

Die Arbeitsgruppe befasst sich mit den Interaktionen zwischen Stickstoffdüngung, Standortgegebenheiten und Ertrag in definierten Fruchtfolge- und Bewirtschaftungssystemen. Der Arbeitsgemeinschaft unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Körschens, Bad Lauchstädt, gehören zur Zeit mehr als 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 11 europäischen Ländern an.

Mit der Geschichte der Arbeitsgemeinschaft eng verbunden ist der Name Eduard von Boguslawski. Prof. Dr. Dr. h.c. Eduard von Boguslawski war Mitinitiator und Mitbegründer der Arbeitsgruppe und prägte von Beginn an die konzeptionellen, technischen und wissenschaftlichen Ansätze zusammen mit dem ersten Präsidenten der Arbeitsgemeinschaft, Dr. Pieter Bruin, dem langjährigen Direktor des Instituts für Bodenfruchtbarkeit in Haren (Groningen, Niederlande). Bruin leitete die Gruppe zusammen mit seinem Sekretär, Dr. Th. J. Ferrari. Ab dem Jahre 1973 übernahm Dr. B. Bretschneider –Herrmann (Rauischholzhausen) bis zu seinem Ableben im Jahre 1981 die Aufgaben des Sekretärs. Im Jahr 1980 übergab Dr. Bruin das Amt des Präsidenten an Prof. von Boguslawski, der die Arbeitsgemeinschaft bis zu seinem Tode am 1. Februar 1999 leitete. Er wurde in dieser Funktion unterstützt von Hans-R. Wegener, der das Amt des Sekretärs seit 1982 ausübt.

Prof. von Boguslawski wurde 1905 in Köthen/Anhalt geboren und begann seine langjährige

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Hans - R. Wegener, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität, Heinrich-Buff-Ring 26 - 32 (IFZ), 35392 Gießen

Tätigkeit für die Landwirtschaft und die Agrarwissenschaften im Jahre 1924 mit der praktischen Lehrzeit. Zum Wintersemester 1925/26 wurde er an der damaligen Friedrich-Universität (Fridericiana), heute Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Halle (Saale), für das Studium der Natur- und Agrarwissenschaften immatrikuliert. Sein wissenschaftlicher Weg führte ihn über Königsberg -heute Kaliningrad- und Breslau – heute Wrocław- im Jahre 1946 nach Gießen, wo er im Jahre 1948 als Nachfolger von Prof. Dr. George Sessous als Ordentlicher Professor auf den Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen berufen wurde. Seine wissenschaftliche Tätigkeit war vornehmlich auf ökologische und ökophysiologische Fragestellungen ausgerichtet, so dass er die Pflanzenbauwissenschaft durch mehr als 250 Publikationen in hohem Maße mitgestaltet hat. Seine Erkenntnisse bilden eine wesentliche Grundlage für eine zukunftsorientierte Agrar- und Umweltforschung.

### **Versuchsreihen**

An der ersten Versuchsreihe *“Internationale Dauerversuche IDV”*, die noch im Jahre 1957 angelegt wurde, waren bis zum Abschluss im Jahre 1969 noch 14 europäische Forschungsinstitute aktiv beteiligt. Die Versuchsreihe baute auf einer einheitlichen Fruchtfolge Kartoffeln – Weizen - Hafer mit vier Düngungsvarianten auf. Neben den Ertragsdaten wurden auch Klima- und Bodendaten erfasst und in die Auswertung einbezogen. Der IDV-Serie schlossen sich von 1969 bis 1971 dreijährige Untersuchungen über die Nachwirkungen der Versuchsvarianten, insbesondere der organischen Düngung, an.

Der Erfolg der wissenschaftlichen Zusammenarbeit führte zur Konzeption der *“Internationalen Stickstoff-Dauerversuche ISDV”*, an der zeitweise 14 Länder mit insgesamt 24 Versuchen mitarbeiteten.

Der Versuchsplan beinhaltete eine dreifeldrige Fruchtfolge:

- Pflanze maximaler Produktion (Zucker- o. Futterrüben, Kartoffeln, Mais oder Hirse)
- Winter- oder Sommerweizen,
- Winter- oder Sommergerste

mit je neun Stickstoff-Düngungsvarianten (sechs ohne und drei mit organischer Düngung).

Neben den gewonnenen Pflanzendaten aus den Feldexperimenten wurden ebenfalls Boden- und Klimadaten gesammelt und sowohl standortbezogen als auch standortvergleichend ausgewertet. Dem Ende dieser Versuchsreihe schlossen sich Untersuchungen zur Nachwirkung der Versuchsvarianten an.

### **Die “Internationalen organischen Stickstoff-Dauerdüngungsversuche IOSDV”**

Die Versuchsreihe “IOSDV” wurde während der regelmäßig stattfindenden “Wintertagungen” der Arbeitsgemeinschaft seit Ende der 70er Jahre ausführlich diskutiert, 1983 konzipiert und an den meisten Standorten im Jahre 1984 angelegt.

Gemeinsame *Zielsetzung* der Versuchsreihen ist die Erforschung der Faktoren der Bodenfruchtbarkeit in Abhängigkeit vom Betriebssystem (Düngung, Fruchtfolge, Bewirtschaftungsmaßnahmen) und von Standorteigenschaften (Boden und Klima). Aus den Ergebnissen sollen standortspezifische Hinweise zur Erhaltung bzw. Steigerung der Standortproduktivität und zum nachhaltigen Bodenschutz abgeleitet werden.

Insgesamt wurden 22 Versuche in 11 europäischen Ländern nach diesem Schema oder in erweiterter Form angelegt.

Als *Pflanzenarten* enthält die dreifeldrige Fruchtfolge:

- Pflanze maximaler TS-Produktion (Zucker-, Futterrüben, Mais, Kartoffeln, Sorghum),
- Winter- oder Sommerweizen,
- Winter- oder Sommergerste.

Die *organische Düngung* besteht je nach Versuchsglied aus:

- Stallmist (300 dt/ha jedes 3. Jahr),
- Stroh,
- Zwischenfrucht (keine Leguminosen),

- Rübenblatt,
- Gülle (2 mal 30 m<sup>3</sup> bei 7,5 % TS).

Die *mineralische Düngung* ist standortspezifisch festgelegt:

- P, K, Mg, Ca: einheitlich in der Höhe auf allen N-Stufen,
- N-Düngung: 5 N-Stufen, wobei N<sub>4</sub> im Depressionsgebiet der Ertragskurve liegen soll.

*Anbautechnik und Pflege* werden optimal nach Standort und Sorte gestaltet.

Neben den Erträgen werden bei der *Ernte* die ertragsbestimmenden Parameter (Aufwuchs- und Lagerbonitierung, vegetative, generative Ertragsanteile in Frisch- und Trockenmasse, Pflanzenzahl je Teilstück, N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Na-Gehalte qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe, ggf. Wuchshöhe, TKG, usw.) erfasst.

*Bodenanalysen* werden z. T. zentral in Gießen und in Bad Lauchstädt sowie an den einzelnen Standorten durchgeführt (z. B. Profilsprache, Bodenreaktion, Carbonat-, Humus-, Nährstoffgehalte und -dynamik, Korngrößenanalyse, Aggregatstabilität, Wasserhaushaltsuntersuchungen, mikrobiologische u. a. Spezialuntersuchungen im Rahmen von *Projektgruppen* innerhalb der Arbeitsgemeinschaft).

Während der Versuchsdurchführung werden kontinuierlich *Klimadaten* (Pentadenwerte des Niederschlags, der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit, u. a.) und *entwicklungsphysiologische Daten* (Aussaat, Aufgang, Bestockungsbeginn, usw.) erfasst.

*Berichterstattung und Dokumentation* erfolgen nach einem einheitlichen Erfassungsprogramm in Bad Lauchstädt und in Gießen.

Neben zahlreichen *Einzelveröffentlichungen* in verschiedenen Fachzeitschriften wurden bisher sechs IOSDV-Sonderhefte (39/6, 40/2, 41/2, 42/1, 44/1, 44/6) der “Archives of Agronomy and Soil Science” und ein Sonderheft “Boden und Düngung” der Estnischen Agraruniversität Tartu herausgegeben.

## **Ausblick**

Die Internationale Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit innerhalb der IUSS schafft mit ihren "Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerdüngungsversuchen IOSDV" eine wesentliche Grundlage für zukunftsorientierte Agrar- und Umweltforschung. Zusätzlich werden die langjährigen Dauerfeldversuche, die im Verantwortungsbereich der Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft liegen, in die experimentellen Arbeiten und Auswertungen einbezogen. Dazu gehören u. a. der „Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt“ und der „Ewige Roggenbau Halle“. Damit unterstützt die AG das Memorandum der Internationalen Konferenz "Dauerfeldversuche als Forschungsbasis für nachhaltige Landwirtschaft".

Sie sieht ihre wesentliche Aufgabe im Bemühen um den Erhalt und Schutz sowie in der integrativen wissenschaftlichen Auswertung wertvoller und damit erhaltenswerter Dauerversuche.

## Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft

### Deutschland

Herr Karl-Heinz Balzer, Lehr- u. Versuchsbetrieb Rauischholzhausen	35085 Ebsdorfergrund
Herr Dr. Lothar Behle-Schalk, Versuchsstation Rauischholzhausen	35085 Ebsdorfergrund
Herr Dr. Reiner Bischoff, Landwirtsch. Untersuchungs- und Forschungsanstalt	Obere Langgasse 40, 67346 Speyer/Rh.
Herr Dr. Jürgen Debruck, Lehr- und Versuchsanstalt für Acker- und Pflanzenbau	Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg/S.
Herr Dr. Theodor Diez	Roßpoint 11, 82418 Seehausen a. Staffelsee
Herr Prof. Dr. F. Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Pflanzenbau	Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin
Herr Prof. Dr. W. Friedt, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität	Heinrich-Buff-Ring 26-32 (IFZ), 35392 Gießen
Herr Dr. M. Gaudchau, Versuchsstation Rauisch- holzhausen	35085 Ebsdorfergrund
Herr Prof. Dr. T. Harrach, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität	Heinrich-Buff-Ring 26-32 (IFZ), 35392 Gießen
Herr Dr. U. Hege, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau	Vöttinger Straße 38, 85354 Freising
Herr Prof. Dr. Bernd Honermeier, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig- Universität	Ludwigstraße 23, 35390 Gießen
Herr Dr. Albert Klasink	Trakehnenstraße 10 a, 26121 Oldenburg
Herr Dr. H. Knittel, COMPO GmbH	Gildenstraße 38, 48157 Münster
Herr Dr. Köhn, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Pflanzenbau	Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin
Herr Prof. Dr. habil. Dr. h.c. Martin Körschens, UFZ- Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung	Hallesche Straße 44, 06246 Bad Lauchstädt
Frau Anke Kwast, Hydro Agri Deutschland GmbH, Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung	Hanninghof 35, 48249 Dülmen/Westf.
Herr Dr. Kristian Orlovius, Kali und Salz GmbH, Anwendungsberatung	Friedrich-Ebert-Straße 160, 34119 Kassel
Herr Dr. Hans Lang	Trifelsring 31, 67117 Limburgerhof
Herr Prof. Dr. Günter Leithold, Justus-Liebig- Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau	Karl-Glöckner-Straße 21 C, 35394 Gießen
Frau Dr. Anna-Luise von Lieres, Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt	Am Versuchsfeld 13, 34128 Kassel

Frau Dr. Stefanie Mollenhauer, Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin

Invalidenstraße 42, 10115 Berlin

Herr Dr. Albrecht Pfefferkorn, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Acker- und Pflanzenbau

Hallesche Straße 44, 06246 Bad Lauchstädt

Herr Prof. Dr. Heinz Peschke, Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin

Invalidenstraße 42, 10115 Berlin

Herr Dr. J. Rühlmann, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau

Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren

Herr Ing. H. Weigelt

Lärchenstraße 22, 82256 Fürstenfeldbruck

Herr Prof. Dr. Hans-Richard Wegener, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität

Heinrich-Buff-Ring 26-32 (IFZ), 35392 Gießen

Herr Dr. Frank Lorenz, LUFA

Mars-la-Tour-Str. 4, 26121 Oldenburg

#### Belgien

Frau Dr. H. Vandendriessche, Bodenkundige Dienst van Belgie

de Croylaan 48, 3030 Leuven-Heverlee

#### Estland

Herr Prorektor Prof. Dr. Elmet, Estnische Landwirtschaftliche Universität

Riija 10, EE 2400 Tartu

Herr Prof. Dr. Paul Kuldkupp, c/o Department of Soil Science and Agricultural Chemistry

Viljandi Road, Eerika, EE 2400 Tartu

Frau Prof. Dr. Anne Luik, Estnische Agraruniversität, Institut für Pflanzenschutz

Kungla 1 a  
EE 50 403 Tartu

Herr Prof. Dr. L. Reintam, c/o Department of Soil Science and Agricultural Chemistry

Viljandi Road, Eerika, EE 2400 Tartu

#### Jugoslawien

Herr Prof. Dr. Ljubinko Starcevic, Novosadski Univerzitet Poljoprivredni Fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo

Trg Dositeja Obradovica 8, 21000 Novi Sad

#### Österreich

Herr Dipl.-Ing. Johannes Hösch, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Abteilung Pflanzenernährung

Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

#### Polen

Herr Prof. Dr. J. Adamiak, Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurki

ul. Plac Łódzki 3, PL-10-718 Olsztyn 5

#### Rumänien

Herr Dr. G. Burlacu, Institutul de Cencetari Pentru Cereale Si Plante Thenice

Jud. Calarasi, 8264 Fundulea

Herr Dr. V. Mihaila, Institutul de Cencetari Pentru Cereale Si Plante Thenice

Jud. Calarasi, 8264 Fundulea

Prof. Dr. C. Vasilica, Institutul Agronomic	Aleea M. Sadoveanu 3, 6600 Iasi
<b><u>Schweden</u></b>	
Herr Dr. Lennart Mattson, Department of Soil Sciences	P.O. Box 7014, S-75007 Uppsala
<b><u>Slowenien</u></b>	
Herr Prof. Dr. Anton Tajnsek, Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Landwirtschaftliche Abteilung, Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau	Jamnikarjewa 101, 61111 Ljubljana
<b><u>Spanien</u></b>	
Frau Dra. C. Lopez-Fando, Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)	Serrano, 115 duplicado, 28006 Madrid
Frau Dra. M. T. Pardo, Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC)	Serrano, 115 duplicado, 28006 Madrid
<b><u>Tschechien</u></b>	
Herr Doc. Ing. Josef Šimon, CSc., Research Institute of Crop Production	Drnovská 507, 16106 Praha 6 - Ruzyně
Herr Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc., Research Institute of Crop Production	Drnovská 507, 16106 Praha 6 - Ruzyně
<b><u>Ungarn</u></b>	
Frau Dr. Julianna Balasz, Agrarwissenschaftliche Universität Veszprém, Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenbau	Festeticsstr. 7, H-8361 Keszthely
Frau Prof. Dr. Katalin Debreczeni, Agrarwissenschaftliche Universität Veszprém, Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau	Deak F. u. 10, 8360 Keszthely
Herr Dr. Sándor Hoffmann, Agrarwissenschaftliche Universität Veszprém, Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenbau	Festeticsstr. 7, H-8361 Keszthely
Herr Prof. Dr. Tamás Kismányoky, Agrarwissenschaftliche Universität Veszprém, Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenbau	Festeticsstr. 7, H-8361 Keszthely

**IOSDV - Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuche - Übersicht**

Land	Versuchsort	Anlage-jahr	Tongehalt %	Jahresdurchschnitts-temp. (°C)	Jahresniederschlag (mm)
<b>Deutschland</b>	Bad Lauchstädt	1978	21	8,7	483
	Berlin - Dahlem	1986	4,3	9,3	550
	Dülmern	1984	5	9,7	878
	Puch	1984	15	7,9	922
	Rauischholzhausen	1984	17	8	583
	Speyer	1984	8,9	9,8	583
<b>Estland</b>	Tartu	1989	7,7	4,8	582
<b>Jugoslawien</b>	Novi Sad	1984		11	590
<b>Österreich</b>	Wien	1986	25	9,5	489
<b>Polen</b>	Wroclaw-Swojec	1996	16	8,58	545
<b>Rumänien</b>	Iasi	1985		9,5	552
<b>Slowenien</b>	Jable bei Ljubljana	1992	16,8	9,7	1397
	Rakican	1992	14,7	9,4	810
<b>Spanien</b>	La Higuera bei Madrid	1984	26,8	14,5	430
<b>Tschechien</b>	Prag-Ruzyne	1984	33	7,7	517
	Ivanovice na Hane	1984	28	8,4	556
	Lukavec	1984	13	7,2	684
<b>Ungarn</b>	Keszthely	1984	21,3	10,8	700

**Verzeichnis von Dauerfeldversuchen im Verantwortungsbereich  
der internationalen AG "Bodenfruchtbarkeit"**

<u>Land</u>	<u>Ort</u> <u>Name des Versuches</u>	<u>Anlage- jahr</u>	<u>Bodenart</u>	<u>Jahres- durch- schnitts- temp. (°C)</u>	<u>Jahres- niederschlag mm</u>
<b>Deutschland</b>	<b>Bad Lauchstädt</b>				
	Statischer Düngungsversuch	1902	Lehm	8,7	484
	Modellvers. z. Stalldüngesteigerung	1984	Lehm	8,7	484
	<b>Berlin - Dahlem</b>				
	Stat. Versuch Bodennutzung	1923	Sand	9,2	549
	<b>Dülmen</b>				
	Min. und org. Düngungsversuch	1958	Sand	9,1	725
	<b>Giessen</b>				
	Biolog. Stickstoffgewinnungsvers.	1982	Lehm/Ton	9,0	650
	Erschöpfungsversuch	1954	Lehm/Ton	9,0	650
	<b>Halle</b>				
	Ewiger Roggenbau	1878	Lehm	9,2	501
	Organische Düngung	1949	Lehm	9,2	501
	<b>Limburgerhof</b>				
	Nährstoffmangelversuch	1938	lehm. Sand	9,9	550
	Nährstoffverhältnisversuch (Bruch)	1957	lehmiger Ton	9,8	560
	<b>Puch</b>				
	Monokulturen	1953	Lehm	7,9	927
	Dreifeldrige Fruchtfolge	1953	Lehm	7,9	927
	Getreide/Hackfr.-Fruchtfolgen	1968	Lehm	7,9	927
	<b>Rauischholzhausen</b>				
	Bilanzversuch	1966	Löß	8,1	603
	Fruchtfolgevers. "Hinter d. Gärten"	1983	Löß	8,0	604
	<b>Speyer</b>				
	Humusversuch	1959	Sand	9,8	583
	<b>Thyrow</b>				
	Stat. Bodenfruchtbarkeitsversuch	1938	Sand	8,6	520
Stat. Nährstoffmangelversuch	1937	Sand	8,6	520	

<u>Land</u>	<b>Ort</b> <b>Name des Versuches</b>	<b>Anlage- jahr</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Jahres- durch- schnitts- temp. (°C)</b>	<b>Nieder- schlag mm</b>
<b><u>Osterreich</u></b>	<b>Wien</b>				
	<b>NPK-Regime auf Ackerland</b>				
	Fuchsenbigl	1959	sand. Lehm	9,4	529
	Rottenhaus	1959	schluff. Lehm	8,5	722
	Zwettl	1959	sand. Lehm	6,8	661
	<b>P-Düngerformen und -mengen</b>				
	Fuchsenbigl	1956	sand. Lehm	9,4	529
	Rottenhaus	1956	schluff. Lehm	8,5	722
	Zwettl	1956	sand. Lehm	6,8	661
	<b><u>Schweden</u></b>	<b>Fjärdingslöv</b>	1962	sand. Lehm	8,1
<b>Klostergården</b>					
		1966	Ton	6,8	569
<b>Röbäcksdalen</b>					
		1969	schluff. Ton	2,6	531
<b>Ultuna</b>					
Soil Organic matter		1956	Ton- Lehm	5,5	660
<b>Kungsgången</b>					
Bodenfruchtbarkeitsversuch	1963	Ton			
<b><u>Tschechien</u></b>	<b>Praha-Ruzyne</b>				
	Dauerdüngungsversuch	1955	Ton- Lehm	7,7	487
	Bracheversuch	1958	Ton- Lehm	7,7	487
	Lucavec Fruchtfolge/Düngung	1956	sand. Lehm	6,8	686
	Caslav Fruchtfolge/Düngung	1956	Lehm	8,1	590

<u>Land</u>	<b>Ort</b> Name des Versuches	Anlage- jahr	Bodenart	Jahres- durch- schnitts- temp. (°C)	Nieder- schlag  mm
<b>Ungarn</b>	<b>Karcag</b>	1967	Wiesen- tschernosem		527
	<b>Keszthely</b>				
	Organischer Düngungsversuch	1960	Lehm	10,8	700
	NPK-Düngungsversuch	1963	Lehm	10,8	700
	"Kemenesy" Fruchtfolge - Versuch	1963	Lehm	10,8	700
	Bodenbearb.-Vers.	1972	Lehm	10,8	700
	<b>Kompolt</b>	1967	verbraunte Braunerde		542
	<b>Monson.M.Ovar</b>	1967	kalkreiche Schlamm.		594
	<b>Nagyhörcsök</b>	1967	Schwarzerde		559
	<b>H. Böszörmény</b>	1967	Wiesenbod.		585
	<b>Iregszemcse</b>	1967	Schwarzerde		619
	<b>Bicserd</b>	1967	verbraunte Schwarzerde		661
<b>Putnok</b>	1967	vergleyte Braunerde		581	

**Beschreibungen und Ergebnisse der  
Internationalen Organischen  
Stickstoffdauerdüngungsversuche  
(IOSDV)**

# DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) BAD LAUCHSTÄDT - DEUTSCHLAND

ALBRECHT PFEFFERKORN<sup>1)</sup> und MARTIN KÖRSCHENS<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Institut für Acker- u. Pflanzenbau der Martin – Luther – Universität Halle – Wittenberg

<sup>2)</sup>Umweltforschungszentrum Leipzig – Halle GmbH, Sektion Bodenforschung

## 1. Einleitung

Der bereits 1977 angelegte Dauerfeldversuch in Bad Lauchstädt fügt sich nahtlos in die IOSDV-Versuchsreihe ein. Die Vielfalt der Varianten, die Größe der Versuchsanlage und der Anbau aller Fruchtarten in jedem Jahr bieten sehr gute Voraussetzungen für interdisziplinäre Untersuchungen. Neben einer kurzen Standort- und Versuchsbeschreibung wird in dieser Arbeit die Berichterstattung zu den Ergebnissen mit der Ertragsauswertung nach 22 Versuchsjahren fortgesetzt.

## 2. Der Standort

### 2.1 Der Boden

Am Rande der „Querfurter Platte“ liegend repräsentiert der Versuchsstandort Bad Lauchstädt weite Teile des Löß – Schwarzerde - Gürtels, der sich im Regenschatten südöstlich des Harzes erstreckt.

Bodenform:	Lö1 a1, FAO-Klassifikation: Haplic Chernozem
Geografische Lage:	51°24' n B, 11° 53' o L
Höhenlage:	113 m NN
Jahresniederschlag (1896 - 1999):	483,1 mm
mittlere Jahrestemperatur:	8,8 °C

Mit 483 mm Jahresniederschlag und einer mittleren Jahrestemperatur von 8,7 °C ist der Standort ein typischer Vertreter des Mitteldeutschen Trockengebietes. Die Lößauflage auf Geschiebemergel aus der Weichseleiszeit erreicht eine Dicke von 170 cm (Tab. 1). Der humose Oberboden schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen 50 und 70 cm.

---

Dr. Albrecht Pfefferkorn, Inst. Acker- u. Pflanzenbau, Versuchsstation Bad Lauchstädt,  
Hallesche Str. 44, D-06246 Bad Lauchstädt, e-Mail: pfefferkorn@landw.uni-halle.de

**Tabelle 1: Profilbeschreibung am Standort Bad Lauchstädt (ALTERMANN, 1995)**

Horizont		Farbe	Humus	Kalk	pedogene Merkmale Substratmerkmale
Tiefe cm	Symbol				
30	rAxp	7.5YR2/2	h3	c1	Plattengefüge; stark durchwurzelt; Ut4, mG1 (stark toniger Schluff, sehr schwach mittel kiesig);
50	Axh	7.5YR2/1-2	h3	c2	Krümelfüge; stark durchwurzelt; Krotowinen, Wurzelröhren; Ut4 (stark toniger Schluff); Gipsausblühungen
60	clC-Axh	7.5YR4/2	h2	c4	Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Krotowinen, Wurzelröhren; Ut3 (mittel toniger Schluff)
125	elC	10YR5/6	h1	c4	Subpolyedergefüge; schwach durchwurzelt, Wurzelröhren; Ut3 (mittel toniger Schluff)
170	lIelCkc	10YR4/6+ 10YR5/8	h0	c3.4	Subpolyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Rostadern; Ls4, gG2 (stark sandiger Lehm, schwach grob kiesig) mit S13, gG4-Bändern, -keilen (mittel lehmiger Sand, stark grob kiesig); Kryoturbationen; Kalkadern, Lößkindl

In der bis zu 200 cm tiefen durchwurzelbaren Zone ist der Boden in der Lage, ca. 500 mm Wasser zu speichern. Es kommt daher nur nach mehreren feuchten Jahren zu einer Grundwasserneubildung. Wesentliche bodenphysikalische und bodenchemische Standortparameter der Krume finden sich in der folgenden Übersicht (Untersuchungen aus dem Jahre 1977 im Statischen Versuch Bad Lauchstädt – Mittelwerte der Varianten):

Ton	< 2,0 µm	21,0 %
Feinschluff	6,3 - 2,0 µm	7,0 %
Mittelschluff	20 - 6,3 µm	16,0 %
Grobschluff	63 - 20 µm	44,8 %
Feinsand	200 - 63 µm	8,6 %
Mittelsand	630 - 200 µm	2,1 %
Grobsand	2000 - 630 µm	0,5 %
Trockenrohdichte (Lagerungsdichte)		1,35 g/cm <sup>3</sup>
Trockensubstanzdichte (Dichte der festen Bodensubstanz)		2,56 g/cm <sup>3</sup>
Feldkapazität		32,8 V %
Hygroskopizität		4,62 M %
C <sub>org</sub> -Gehalt		2,07 %
N <sub>t</sub> -Gehalt		0,17 %
C/N-Verhältnis		12,2 : 1
pH-Wert		6,6
Phosphor (P)		21,0 mg/100 g Boden
Kalium (K)		23,0 mg/100 g Boden
Magnesium (Mg)		13,0 mg/100 g Boden
Sorptionskapazität		29,4 mg/100 g Boden

## 2.2 Die Witterung

Die Witterung im Versuchszeitraum zeichnete sich durch einige Extreme aus, die maßgeblich die Versuchsergebnisse beeinflusst haben (Tab 2). Der mittlere Jahresniederschlag lag mit 471,8 mm im Bereich des langjährigen Mittels (1895 bis 1999) von 484 mm. Dagegen lag die mittlere Jahrestemperatur mit 9,2 °C im Vergleich zu 8,7 °C deutlich höher.

Die sehr kühle und feuchte Witterung der ersten Rotation mit erheblichen Niederschlagsüberschüssen in den Frühjahrs- und Herbstmonaten wurde begleitet von einer geringen Verdunstungsintensität durch die geringen Sommertemperaturen im Juli bis September. In der zweiten Rotation von 1982 bis 1985 führten ausgeprägte Frühsommer- und Spätherbsttrockenheiten im Juni bzw. Oktober und November, in denen insgesamt nur 59,4 % des zu erwartenden Niederschlages fielen, zu einem Niederschlagsdefizit von 60,5 mm jährlich. Allein 1982, dem trockensten Jahr seit Beginn der Witterungsaufzeichnungen in Bad Lauchstädt, fehlten 217,4 mm am mittleren Jahresniederschlag. Durch seine hohe Wasserhaltekapazität im durchwurzelbaren Bereich ist der Boden in der Lage, kurze Trockenperioden relativ gut zu kompensieren.

**Tabelle 2: Niederschlagssummen in Bad Lauchstädt von 1978 bis 1999 [mm]**

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Σ
1978	19,8	10,3	22,0	5,6	90,0	52,5	40,5	93,5	49,8	36,4	6,9	56,1	483,4
1979	27,1	28,8	60,2	48,3	41,5	45,8	52,8	18,4	52,6	10,5	48,8	38,5	473,3
1980	18,9	18,9	19,4	105,8	32,7	66,3	64,2	33,5	21,8	42,4	35,6	29,6	489,1
1981	26,1	16,7	71,7	61,2	65,9	62,9	36,4	39,4	52,8	52,4	64,0	70,0	619,5
1982	15,8	5,5	17,6	15,2	43,8	32,3	47,1	15,0	3,7	28,4	9,9	26,5	260,8
1983	22,9	21,8	36,2	103,0	117,4	26,6	69,6	72,4	39,0	5,5	21,1	16,9	552,4
1984	26,5	32,6	5,6	67,3	69,4	42,6	57,6	40,5	70,9	31,0	26,4	15,3	485,7
1985	32,9	11,0	36,2	21,2	28,2	45,8	46,0	36,3	21,2	6,2	29,2	57,8	372,0
1986	33,8	18,4	56,8	49,0	65,8	63,1	29,2	57,4	38,1	40,2	2,7	55,0	509,5
1987	56,3	49,9	33,8	17,3	65,3	70,9	48,0	65,3	59,9	11,8	39,3	36,4	554,2
1988	21,4	44,6	48,1	14,4	18,3	44,6	36,7	20,6	27,8	9,7	46,6	60,5	393,3
1989	15,7	15,2	24,4	32,4	21,0	56,8	63,4	19,1	11,0	24,0	54,6	32,5	370,1
1990	7,8	37,7	4,9	38,1	3,2	78,1	9,8	60,0	54,8	12,7	42,6	28,5	378,2
1991	8,7	10,7	15,5	31,6	15,3	86,4	10,1	24,1	9,9	9,6	17,2	32,8	271,9
1992	23,9	16,4	60,2	28,9	37,8	48,9	91,5	60,0	12,4	46,8	26,8	24,7	478,3
1993	40,0	16,5	8,3	8,0	52,1	112,7	105,5	35,5	42,4	17,9	28,6	38,5	496,9
1994	23,8	15,3	81,2	79,3	98,8	93,9	55,5	65,7	57,5	30,0	25,3	28,1	654,4
1995	29,8	31,7	16,5	50,6	56,4	72,9	70,3	51,3	102,6	8,0	44,7	11,7	546,5
1996	1,0	22,6	13,7	13,3	67,5	19,6	96,7	33,9	52,1	51,7	39,6	28,1	439,8
1997	12,7	34,7	37,3	23,2	40,1	53,0	187,2	50,1	14,1	26,5	17,6	70,2	566,7
1998	19,3	10,6	25,0	36,5	26,1	89,5	96,0	48,0	74,6	62,3	38,4	9,2	535,5
1999	9,6	28,7	20,8	39,6	65,5	64,1	55,9	63,8	17,5	13,0	38,4	32,2	449,1

Den günstigen Wachstumsbedingungen für alle Fruchtarten in den Jahren 1986 und 1987 folgte zwischen 1988 und 1992 eine fünfjährige Trockenperiode mit einem Niederschlagsdefizit von

jährlich 100 mm und mittleren Jahrestemperaturen von 9,9 °C. Ertragliche Auswirkungen zeigten sich jedoch erst in der vierten Rotation zwischen 1990 und 1993. Neben den fehlenden Wasserreserven traten in diesen Jahren verstärkt Witterungsunbilden (Hagel, Starkregen) in den Monaten Juni und Juli auf, die teilweise gravierende Einschnitte in die Pflanzenentwicklung darstellten (Blattapparat bei Rüben zerschlagen, Körner bei Sommergerste ausgeschlagen). Einer Phase mit wenig vom langjährigen Mittel abweichenden Witterungsbedingungen zwischen 1994 und 1997 folgten zwei Jahre mit sehr milden Wintern und hohen Sommertemperaturen. Besonders im Jahre 1998 führte dies dazu, dass sich die Population der Feldnager sprunghaft erhöhte, und teilweise erhebliche Schäden in den Versuchen anrichtete.

**Tabelle 3: Mittlere Monatstemperaturen in Bad Lauchstädt von 1978 bis 1999 [°C]**

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	$\bar{x}$
1978	0,8	3,8	6,7	6,6	12,1	16,3	16,9	16,5	12,4	10,8	6,1	2,5	9,3
1979	-3,8	-3,0	3,9	7,1	13,3	17,7	15,9	16,5	13,8	8,4	4,3	4,5	8,2
1980	-2,9	2,6	3,3	6,6	10,9	16,1	15,9	17,4	14,4	8,9	3,5	1,4	8,2
1981	-1,0	0,4	7,9	7,7	14,5	17,0	17,8	16,8	15,0	9,1	5,2	-2,9	9,0
1982	-1,8	0,4	4,7	7,4	14,2	17,8	20,5	19,3	17,5	11,0	7,0	3,0	10,1
1983	4,7	-2,1	5,5	9,7	13,0	17,6	21,1	18,8	14,5	9,9	4,2	0,9	9,8
1984	1,9	0,4	2,5	7,6	12,6	15,1	17,0	18,4	13,3	11,0	4,7	1,3	8,8
1985	-5,4	-3,0	3,8	8,8	14,8	14,5	18,3	17,4	14,2	9,1	1,0	4,1	8,1
1986	0,4	-7,8	2,6	6,8	15,8	16,9	18,4	17,3	12,0	10,1	6,7	2,7	8,5
1987	-6,6	-1,0	-0,8	10,0	11,0	15,1	17,8	16,1	14,9	9,0	5,2	2,6	7,8
1988	4,3	3,1	3,4	8,8	15,1	16,3	19,0	18,8	14,8	10,1	3,2	3,3	10,0
1989	2,9	3,8	7,4	8,3	14,8	16,9	18,8	18,9	16,2	11,8	3,1	2,9	10,5
1990	4,1	7,9	7,6	7,9	14,7	16,0	17,6	19,4	12,3	10,4	4,7	0,8	10,3
1991	1,6	-3,0	7,1	7,8	10,6	14,8	20,1	18,6	16,1	8,4	4,1	1,0	8,9
1992	1,5	3,4	5,2	8,8	14,6	18,1	19,3	20,6	13,7	6,8	5,4	1,1	9,9
1993	2,3	-0,9	4,0	10,7	15,3	15,9	16,6	16,6	12,5	8,2	-0,5	3,4	8,7
1994	3,6	-1,0	6,8	8,8	12,8	16,6	21,8	18,4	13,8	7,7	6,7	4,0	10,0
1995	0,4	5,1	3,6	8,6	12,3	14,8	20,6	19,0	13,7	12,2	3,0	-2,2	9,3
1996	-4,4	-2,9	0,7	8,7	11,5	15,7	16,1	17,8	11,2	9,6	5,0	-3,7	7,1
1997	-3,1	4,8	5,8	6,7	13,4	16,1	17,9	20,6	14,5	8,2	3,8	1,9	9,2
1998	3,0	5,2	5,3	9,9	14,4	17,2	17,4	18,8	15,7	10,3	2,4	1,6	10,1
1999	4,0	1,0	6,6	11,0	15,5	18,0	22,2	20,3	20,0	11,0	4,4	3,5	11,5

### 3. Der Versuch

Im Vergleich zu den anderen Versuchen der IOSDV-Versuchreihe weist der Bad Lauchstädter IOSDV einige Besonderheiten auf. Bereits im Jahre 1977 als 4-feldrige Fruchtfolge angelegt (Zuckerrüben – Sommergerste (bis 1980 Winterweizen) – Kartoffeln – Winterweizen) werden fünf organische Düngungsvarianten in Kombination mit 5 mineralischen N-Stufen geprüft. Die mineralische Düngung wurde im Versuchszeitraum leicht verändert. In der ersten Rotation lagen die Stickstoffgaben für Zuckerrüben um 60 kg/ha und die zu Kartoffeln um 50 kg/ha höher. Der

Stickstoff zu Winterweizen und Sommergerste wurde in dieser Zeit in drei Stufen verabreicht:  $b_1$  - ohne,  $b_2$  - niedrige und  $b_3$  bis  $b_5$  - erhöhte Gabe. Später erfolgte die Düngung dann einheitlich über die Stufen  $b_2$  bis  $b_5$ , um Aussagen zur Wirkung der N-Restmengen der Vorfrüchte treffen zu können. Die Zwischenfrüchte wurden bis 1983 mit 80 kg N/ha, bis 1991 mit 60 kg N/ha und ab 1992 mit 40 kg N/ha gedüngt. Zu Stroh erfolgte bis 1983 eine N-Ausgleichsdüngung. Die Grunddüngung mit Phosphor und Kalium wird im zweijährigen Turnus als Vorratsdüngung zu Hackfrüchten allen Varianten appliziert.

**Faktor A (organische Düngung) - 5 Stufen**

$a_1$	-	ohne organische Düngung	
$a_2$	-	Gründüngung zur Hackfrucht	vor ZR mit Phacelia + 40 kg/N vor Kart. mit Winterrüben + 40 kg/N
$a_3$	-	200 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht	
$a_4$	-	400 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht	
$a_5$	-	Strohdüngung	

**Faktor B (Mineralische N-Düngung - kg N/ha) - 5 Stufen**

		Winterweizen	Sommergerste	Zuckerrüben	Kartoffeln
$b_1$	-	ohne	ohne	ohne	ohne
$b_2$	-	40 + 40	30 + 30	60	50
$b_3$	-	40 + 40	30 + 30	60 + 60	100
$b_4$	-	40 + 40	30 + 30	120 + 60	100 + 50
$b_5$	-	40 + 40	30 + 30	120 + 120	100 + 100

Der Versuch wurde als 2faktorielle Streifenanlage (A + B - BI) in zweifacher Wiederholung konzipiert. Die Größe der Anlageparzellen beträgt 75 m<sup>2</sup> (10 m \* 7,5 m). Die Größe der Ernteparzellen variiert in Abhängigkeit von der Fruchtart zwischen 12,75 m<sup>2</sup> und 15 m<sup>2</sup>. Daraus ergibt sich eine Gesamtgröße der Versuches von 19 800 m<sup>2</sup>, inklusive aller Randstreifen und Blockwege.

**4. Ergebnisse**

Die günstigen natürlichen Standortbedingungen sichern für alle Fruchtarten auch bei unterlassener Düngung einen relativ hohen Grundertrag. Nach 22 Versuchsjahren betrug dieser im Mittel für Zuckerrüben 73,5 dt/ha Zucker, für Sommergerste 43,1 dt/ha, für Kartoffeln 276 dt/ha und für Winterweizen 57,9 dt/ha.

**4.1 Zuckerrüben**

Die Zuckererträge der Nullparzelle nahmen bis zur vierten Rotation kontinuierlich ab. Der sprunghafte Anstieg in den Folgejahren ist einerseits auf einen Sortenwechsel im Jahre 1992 zurückzuführen, bei dem die bis dahin verwendeten M-Typen durch den Z-Typ „Hilma“ ersetzt wurden (Tab. 4), andererseits führten die Witterungsbedingungen der Jahre 1994, 1995 und 1999 - in der Vegetationsperiode warm und ausreichend feucht - zu hohen Zuckerrübenenerträgen und

hohen Saccharosegehalten. Die mineralische N-Düngung bei unterlassener organischer Düngung führte bis zur Gabe von 120 kg N/ha zur Erhöhung der Zuckererträge, wobei zwischen 60 kg N/ha und 180 kg N/ha keine deutlichen Unterschiede nachweisbar waren. Die Wirkung der Gründüngung ohne mineralische N-Düngung fällt mit mittleren 8,9 % im Vergleich zur Stalldungwirkung (22,9 % bei 200 dt/ha Std. bzw. 22,5 % bei 400 dt/ha Stalldung) eher bescheiden aus. Dabei realisiert sich die Vorteilswirkung der Gründüngung stärker bei den alten Sorten als bei den modernen Zucker-Typen. In der ersten Rotation zeigen sich weder bei Grün- noch bei Stallmistdüngung wesentliche Ertragsunterschiede. Erst mit zunehmender Versuchsdauer wird die Vorzüglichkeit dieser organischen Dünger deutlich.

Die Strohdüngung dagegen bewirkt bei geringer (60 kg N/ha) bzw. unterlassener N-Düngung unabhängig von der verwendeten Sorte sinkende Zuckererträge. Lediglich im Trockenjahr 1991 und dem Folgejahr kehrten sich die Relationen um. Hier sorgte die N-Immobilisation für geringe N-Gehalte im Boden, so dass kein N-Überschuss vorhanden war, der die Melassebildner im Rübenkörper fördern konnte.

**Tabelle 4: Entwicklung des Zuckerertrages im IOSDV Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von organischer und mineralischer Düngung seit Versuchsbeginn [dt/ha]**

	N-Gabe kg N/ha	Versuchszeitraum (Rotation)						Mittel
		1978-1981	1982-1985	1986-1989	1990-1993	1994-1997	1998-1999	
ohne org. Düngung	ohne	71,6	73,6	66,5	62,4	82,8	94,2	73,5
	60	76,4	84,4	83,4	83,7	113,9	108,7	90,2
	120	78,1	90,8	83,8	88,1	107,8	113,3	91,9
	180	77,2	88,2	79,5	86,0	113,7	116,2	91,4
	240	74,7	84,4	73,2	79,3	109,9	109,3	86,6
Grün- düngung	ohne	70,5	82,9	76,7	73,1	89,0	95,1	80,0
	60	74,5	89,3	81,9	79,0	110,9	113,9	89,5
	120	75,0	89,8	83,7	78,6	122,4	115,5	92,2
	180	78,3	85,6	80,5	91,3	116,5	129,0	94,0
	240	70,6	87,9	78,3	76,3	115,2	123,2	89,1
200 dt/ha Stalldung	ohne	73,5	91,6	86,0	86,8	104,5	108,6	90,3
	60	79,6	94,3	83,4	84,0	123,7	124,1	95,8
	120	74,8	91,6	83,5	84,2	122,4	126,6	94,5
	180	79,6	91,6	80,1	85,1	124,4	118,2	94,5
	240	75,4	88,1	76,5	74,0	112,4	113,5	87,8
400 dt/ha Stalldung	ohne	74,9	87,6	83,7	87,5	104,5	113,8	90,0
	60	74,9	88,4	83,0	82,3	127,4	119,7	93,8
	120	76,2	92,0	78,6	77,2	119,6	122,5	91,8
	180	74,1	86,9	78,0	84,4	114,7	117,6	90,3
	240	73,1	89,5	74,7	88,4	111,8	85,0	87,3
Stroh- düngung	ohne	72,2	73,6	61,8	68,3	70,3	74,9	69,8
	60	77,2	81,1	77,8	85,9	107,3	110,8	88,1
	120	78,0	90,3	77,3	87,4	108,0	110,9	90,3
	180	75,1	91,3	78,6	93,4	113,9	118,2	93,0
	240	77,2	87,0	76,1	83,3	117,9	123,9	91,5

In den übrigen Versuchsjahren wird die Vorteilswirkung einer Strohdüngung erst mit stark steigenden N-Gaben sichtbar. Erst bei einer N-Gabe von 180 kg/ha realisiert die Strohdüngung eine Zuckerertragserhöhung von 26 % im Vergleich zur Kontrolle. Unerreicht im Hinblick auf den Zuckerertrag bleibt jedoch die Düngungskombination 200 dt/ha Stalldung und 60 kg N/ha. Mit durchschnittlich 30,4 % Ertragszuwachs konnte unabhängig von Sorte und Jahreswitterung (Ausnahme bilden jedoch extreme Trockenjahre) die höchste Vorteilswirkung erreicht werden.

#### 4.2 Sommergerste

Ausgehend von den Jahren 1982 bis 1985 (In den ersten drei Versuchsjahren wurde Winterweizen statt Sommergerste angebaut.) nahm der Kornertrag der ungedüngten Variante um 25 % je Rotation ab (Tab. 5).

**Tabelle 5: Kornertrag von Sommergerste im IOSDV Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von organischer und mineralischer Düngung seit Versuchsbeginn [dt/ha]**

N-Stufe		Versuchszeitraum (Rotation)						Mittel
		1981	1982-1985	1986-1989	1990-1993	1994-1997	1998-1999	
ohne org. Düngung	ohne	44,8	59,2	45,5	30,1	38,3	40,8	43,1
	N1	54,8	73,6	74,0	43,0	63,4	64,4	63,1
	N2	57,8	74,6	80,5	44,4	67,3	70,5	66,6
	N3	52,1	72,3	84,3	44,6	72,3	70,4	67,7
	N4	49,3	67,5	81,7	43,4	74,7	63,2	65,5
Grün- düngung	ohne	47,1	61,4	47,3	30,8	42,1	44,5	45,4
	N1	53,4	73,5	76,4	43,1	66,4	64,5	64,2
	N2	59,7	75,5	81,3	43,7	70,3	67,5	67,2
	N3	56,6	70,8	81,8	43,7	71,3	66,9	66,3
	N4	53,9	67,8	83,9	39,8	76,1	69,4	66,4
200 dt/ha Stalldung	ohne	51,3	65,1	54,8	36,9	49,6	49,4	51,4
	N1	56,4	75,8	79,8	45,3	69,1	69,6	67,1
	N2	61,0	75,9	83,8	46,5	73,2	72,0	69,6
	N3	55,2	72,5	82,8	43,7	73,9	68,7	67,6
	N4	53,6	68,4	80,6	42,5	77,5	65,1	66,3
400 dt/ha Stalldung	ohne	53,0	68,8	60,9	43,8	57,1	54,5	57,0
	N1	59,9	77,2	81,3	48,0	73,4	69,8	69,4
	N2	55,4	76,1	84,4	50,8	75,7	69,4	70,6
	N3	55,7	72,0	80,9	47,7	78,2	63,7	68,3
	N4	47,0	66,3	79,3	45,4	80,2	65,3	66,4
Stroh- düngung	ohne	48,8	65,0	53,4	32,7	42,5	42,4	47,8
	N1	58,6	76,8	81,7	45,8	68,8	63,6	67,3
	N2	56,1	78,4	81,2	49,5	69,4	68,2	68,7
	N3	53,7	72,8	83,4	49,1	73,0	71,9	69,0
	N4	52,3	67,4	84,4	46,9	77,7	75,3	68,9

Stark geprägt von den Trockenjahren in der dritten Rotation konnten schließlich nur noch 30 dt/ha erreicht werden. Nach dem Sortenwechsel im Jahre 1994 stabilisierte sich der Ertrag bei etwa

40 dt/ha. Die positive Wirkung organischer Düngung zu den Hackfrüchten in dieser Fruchtfolge steigt in der Reihenfolge: Gründüngung (5,4 %) < Strohdüngung (10,9 %) < 200 dt/ha Stalldung (19,2 %) < 400 dt/ha Stalldung (32,4 %). Mit zunehmender Versuchsdauer verstärkt sich der Prozess der Vorteilswirkung von Stalldung. Nach vier Rotationen wurden im Mittel nur 16,4 % bzw. 28,6 % Mehrertrag nachgewiesen.

Wird jedoch die mineralische N-Düngung innerhalb der Fruchtfolge für die Sommergerste optimiert (N2 und N3), so verschwindet die Vorteilswirkung der organischen Düngung nahezu vollständig. Lediglich die Stalldungsvariante in Kombination mit mittleren N-Gaben weist noch eine zwei- bis dreiprozentige Ertragssteigerung auf. Gründüngung dagegen verringert den Kornertrag um bis zu 5 %.

### **4.3 Kartoffeln**

Mit steigender Versuchsdauer nimmt der Knollenertrag im Rotationsmittel bei unterlassener Düngung kontinuierlich ab (Tab. 6).

Dieser Prozess wird weder von den Trockenjahren 1989 bis 1992 noch durch Verwendung verschiedener Sorten wesentlich gestört. Ähnlich wirkt sich die ausschließliche Strohdüngung aus. Das Ertragsniveau liegt im Mittel der Jahre lediglich um 9,1 % höher als ohne Düngung. Eine Ausnahme bilden die Jahre 1986 - 1989. Hier wurden vorwiegend Kartoffeln mit später Reifegruppe angebaut, die aufgrund ihrer längeren Vegetationsperiode auch Stickstoff nutzen konnten, der spät im Vegetationsjahr freigesetzt wurde. Folglich stieg die Ertragsdifferenz deutlich auf 17,4 %.

Wesentlich vorteilhafter wirkt sich eine Stalldunggabe auf den Kartoffelertrag aus. Klar erkennbar werden additive Effekte zwischen den Aufwandmengen 200 dt/ha mit einem 24,5 %-igen Ertragsvorteil gegenüber 30,1 % bei 400 dt/ha Stalldung im Mittel aller Versuchsjahre. Fortsetzung findet diese Additivität durch Applikation der mineralischen N-Düngung bis etwa 200 kg N/ha bei der niedrigeren Stalldungaufwandmenge und bis 100 kg N/ha bei höheren Stalldunggaben. Die relative Vorzüglichkeit des Stalldungs in optimaler Kombination mit mineralischer N-Düngung gegenüber ungedüngten bzw. gering gedüngten Varianten verstärkt sich mit zunehmender Versuchsdauer und erreichte zwischen 1994 und 1997 ihren bisherigen Höhepunkt. Bei gleicher und ausreichend hoher mineralischer N-Düngung (150 bzw. 200 kg N/ha) reduziert sich die Vorteilswirkung des Stalldungs im Mittel auf 5 bis 7 % und liegt in gleicher Höhe wie bei Stroh. Die Gründüngung zeigt in Kombination mit hohen N-Gaben keine Vorteilswirkung.

**Tabelle 6: Kartoffelertrag im IOSDV Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von organischer und mineralischer Düngung seit Versuchsbeginn [dt/ha]**

	N-Gabe kg N/ha	Versuchszeitraum (Rotation)						Mittel
		1978-1981	1982-1985	1986-1989	1990-1993	1994-1997	1998-1999	
ohne org. Düngung	ohne	321,9	316,1	309,5	280,3	194,6	194,4	276,3
	50	336,0	333,5	366,9	298,6	302,7	285,7	323,7
	100	365,3	333,4	397,5	298,8	377,2	323,4	351,6
	150	348,0	323,0	382,1	358,9	402,4	377,7	364,2
	200	323,9	328,2	412,6	336,9	455,7	393,0	373,4
Grün- düngung	ohne	333,0	314,5	363,7	314,4	296,8	305,2	322,7
	50	339,2	334,9	428,2	320,2	390,2	333,4	359,9
	100	362,0	341,7	416,0	316,2	426,1	386,9	373,7
	150	348,8	327,0	417,5	334,4	425,5	363,5	370,0
	200	346,0	337,0	429,1	320,6	445,4	382,7	376,3
200 dt/ha Stalldung	ohne	355,7	345,6	392,0	347,8	301,5	299,1	344,0
	50	352,1	353,7	451,2	338,1	397,9	344,2	375,4
	100	374,9	357,5	442,8	337,2	446,6	392,1	391,8
	150	363,7	348,4	432,1	371,5	459,3	362,8	392,1
	200	366,2	362,1	434,1	344,5	478,5	383,3	395,8
400 dt/ha Stalldung	ohne	345,4	358,7	401,7	367,8	328,3	351,2	359,5
	50	362,3	374,9	435,5	358,3	428,1	356,9	388,6
	100	388,7	378,5	453,2	362,5	453,2	357,9	402,7
	150	362,5	368,9	440,3	371,9	476,4	351,7	399,2
	200	353,7	358,9	433,8	360,8	481,8	356,9	394,1
Stroh- düngung	ohne	336,6	323,4	363,3	299,6	229,9	211,5	301,6
	50	364,9	365,8	424,3	346,6	378,0	343,3	373,0
	100	351,8	364,8	436,5	360,2	417,6	364,6	384,2
	150	365,6	366,6	445,6	362,2	427,9	369,3	391,4
	200	352,8	361,7	449,3	361,5	438,7	379,1	391,5

#### 4.4 Winterweizen

Die Kornerträge von Winterweizen sanken bei unterlassener Düngung kontinuierlich ab und lagen seit 1994 mit Ausnahme des Jahres 1998 (ca. 20 % Fraßschäden durch Nager) bei 50 dt/ha. Die Wirksamkeit der organischen Düngung im Mittel aller Jahre staffelt sich wie folgt: Stroh (2,8 %) < Gründüngung (7,1 %) < 200 dt/ha Stalldung (19,0 %) < 400 dt/ha Stalldung (28,1 %). Es wird deutlich, dass die Vorzüglichkeit der organischen Düngung ausschließlich auf die Nährstoffwirkung zurück zu führen ist. Im Vergleich mit der optimalen mineralischen N-Düngung (maximaler Ertrag im Mittel aller Jahre bei N2) konnte nur bei Strohdüngung in Verbindung mit mittleren bis hohen N-Gaben eine geringe ertragssteigernde Wirkung beobachtet werden (+ 2,1 %). Jede andere Kombination führte zum Ertragsrückgang. Bei hohen Stalldüngungen zur Vorfrucht und hohen N-Gaben lag dieser Ertragsrückgang bei über 7 %. Keine der untersuchten Fruchtarten reagierte so drastisch auf überhöhte N-Versorgung wie der Winterweizen. Die wesentliche Ursache dafür ist in der häufig auftretenden Frühsommertrockenheit am Standort, die meist in die Kornfüllungsphase des Weizens

fällt. Eine zu hohe Bestandesdichte zu diesem Zeitpunkt führt dann häufig zu geringeren Korngewichten und der Reduzierung der Kornanzahl pro Ähre.

**Tabelle 7: Kornertrag von Winterweizen im IOSDV Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von organischer und mineralischer Düngung seit Versuchsbeginn [dt/ha]**

N-Stufe	Versuchzeitraum (Rotation)							
	1978-1981	1982-1985	1986-1989	1990-1993	1994-1997	1998-1999	Mittel	
ohne org. Düngung	ohne	67,6	69,5	65,0	47,2	51,5	39,0	57,9
	N1	70,8	82,7	98,8	66,5	91,7	77,4	80,8
	N2	73,2	84,2	98,9	71,9	95,0	79,0	83,4
	N3	70,0	77,8	95,7	69,9	97,8	87,8	82,1
	N4	67,0	82,2	89,7	68,7	98,6	78,4	80,5
Grün- düngung	ohne	67,9	72,8	62,9	52,0	60,9	49,9	62,0
	N1	75,1	85,4	98,6	71,6	93,2	74,6	83,1
	N2	74,3	85,0	96,8	72,8	95,8	79,9	83,9
	N3	71,6	81,2	97,2	69,2	98,7	88,6	83,4
	N4	68,3	83,3	92,2	67,4	97,8	78,6	81,0
200 dt/ha Stalldung	ohne	68,6	73,9	74,5	58,8	73,4	62,6	68,9
	N1	73,3	84,8	96,8	72,7	95,7	84,9	84,1
	N2	72,3	85,6	96,4	74,2	98,6	83,4	84,7
	N3	71,5	80,6	92,8	67,4	95,8	81,8	81,1
	N4	66,6	84,0	85,4	67,3	95,5	74,9	79,0
400 dt/ha Stalldung	ohne	68,4	75,5	86,6	63,5	80,7	73,2	74,2
	N1	71,5	81,1	97,4	71,8	91,4	87,3	82,4
	N2	70,2	83,6	93,1	72,5	94,7	85,5	82,6
	N3	68,1	76,7	92,7	66,9	91,5	81,2	78,7
	N4	64,8	79,0	87,2	66,1	94,0	70,7	77,1
Stroh- düngung	ohne	70,1	71,0	61,4	49,0	57,4	38,0	59,5
	N1	71,3	86,9	101,4	72,2	91,0	77,3	83,0
	N2	72,1	87,8	100,0	73,4	95,6	86,2	85,2
	N3	67,0	85,0	103,9	73,7	96,1	84,9	84,2
	N4	65,8	87,3	96,8	71,7	98,9	85,8	83,6

## 5. Bisherige Veröffentlichungen zum Versuch

Pfefferkorn, A.; Körschens, M.: The International – Organic – Nitrogen – Long – term – Fertilization Experiment Bad Lauchstädt (Der Internationale Organische-Stickstoff-Dauerdüngungsversuch IOSDV) - Development of yields.- Postervortrag zur wissenschaftlichen Konferenz „The 150th anniversary conference - Insight from foresight“.- 12. - 14.7.1993, Rothamsted

Pfefferkorn, A.; Körschens, M.: Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Bad Lauchstädt nach 16 Jahren.- Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. -(1995) 39. - S. 413-427

Pfefferkorn, A.; Körschens, M.: Untersuchungen zur Pflanzenqualität im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Bad Lauchstädt Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde - (1997) 41. - S. 93-112

Pfefferkorn, A.: Die Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuche Europas.- Mitt. d. Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft - (1997) 84. - S. 433-436

# DAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) BERLIN-DAHLEM DEUTSCHLAND

WOLFGANG KÖHN<sup>1</sup>, FRANK ELLMER, HEINZ PESCHKE, FRANK-M. CHMIELEWSKI und  
OSMAN EREKUL

Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland

## 1. Einleitung

Der Internationale Organische Stickstoff-Dauerdüngungsversuch wurde in Berlin-Dahlem im Jahre 1984 begründet und befindet sich aktuell in der fünften Rotation. In den vergangenen Jahren sind darin umfangreiche agrikulturchemische und pflanzenbauliche Untersuchungen durchgeführt worden. Anhand 14-jähriger Ergebnisse (1986 - 1999) können unter anderem sichere Aussagen zur Ertragswirkung differenzierter organisch-mineralischer Düngung getroffen werden.

## 2. Der Standort

Der Versuchsstandort Dahlem liegt im Südwesten des Berliner Stadtgebiets in 51 m über NN sowie in 52° 28'' nördlicher Breite und 13° 18'' östlicher Länge.

### 2.1 Boden

Die Versuchsfläche befindet sich auf einer Grundmoränenhochfläche aus Geschiebemergel weichseleiszeitlicher Ablagerungen, die mit Geschiebedeck- und Flugsanden überlagert wurden. Es handelt sich um grundwasserferne Parabraunerden und Sandkeilbraunerden mit teilweisen Übergängen zur Fahlerde (FAO-Klassifikation: *Albic Luvisol*). Die Entkalkungsgrenze liegt bei ca. 1 m, verläuft jedoch je nach Mächtigkeit des anstehenden Geschiebemergels sehr heterogen mit teilweise steilen (fast vertikalen) Grenzen. Dementsprechend sind die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften unterhalb des bearbeiteten Ap-Horizontes von großer Heterogenität gekennzeichnet. Die Durchwurzelungstiefe/Gründigkeit übersteigt 100 cm, wobei es keine physikalisch bedingten Einschränkungen gibt. Die typische Horizontfolge ist Ap - Al - Al/IIBt - IIBt - IICv.

Die Bodenart in der bearbeiteten Krume ist mittelschluffiger Sand. Der Boden ist relativ ton- und humusarm und weist mittlere P- und K-Gehalte auf (Tab. 1). Der pH-Wert von 5,4 ist typisch für die Bodenart.

---

<sup>1</sup> Dr. Wolfgang Köhn, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Albrecht-Thaer-Weg 5, D-14195 Berlin, e-mail: wolfgang.koehn@agrar.hu-berlin.de

**Tabelle 1:** Physikalische und chemische Bodeneigenschaften am Standort Berlin-Dahlem (Ap-Horizont)

<b>Physikalische Bodeneigenschaften</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>Physikalische Bodeneigenschaften</b>	<b>Mittelwerte</b>
Sand gesamt [%]	72,80	Schluff gesamt [%]	22,9
Grobsand [%]	4,20	Grobschluff [%]	13,7
Mittelsand [%]	29,20	Mittelschluff [%]	5,9
Feinsand [%]	39,40	Feinschluff [%]	3,3
Lagerungsdichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,72	Ton [%]	4,3
Reindichte [g/cm <sup>3</sup> ]	2,65	kf-Wert [cm/d]	39,0
<b>Chemische Bodeneigenschaften</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>Chemische Bodeneigenschaften</b>	<b>Mittelwerte</b>
C <sub>r</sub> -Gehalt [%]	0,66	pH-Wert	5,4
N <sub>r</sub> -Gehalt [%]	0,06	P <sub>DL</sub> -Gehalt [mg/100 g Boden]	11,8
C/N-Verhältnis	10,60	K <sub>DL</sub> -Gehalt [mg/100 g Boden]	11,6

## 2.2 Klima- und Witterungsverhältnisse

Der Versuchsstandort Berlin-Dahlem liegt im Grenzbereich zwischen ozeanisch und kontinental geprägtem Klima mit mittleren Temperaturamplituden zwischen Sommer und Winter bzw. Tag und Nacht (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Mittlere Lufttemperaturen und Niederschlagshöhen für die Versuchsperiode (1986-99) im Vergleich zum langjährigen Mittel (1961-90) am Standort Berlin-Dahlem

<b>Monat</b>	<b>Lufttemperatur [°C]</b>			<b>Niederschlagshöhe [mm]</b>		
	<b>1986-1999</b>	<b>Mittel</b>	<b>Diff.</b>	<b>1986-1999</b>	<b>Mittel</b>	<b>Diff.</b>
Januar	1,3	-0,1	1,4	37,3	36,6	0,7
Februar	1,9	0,9	1,0	38,5	29,6	8,9
März	4,9	4,3	0,6	41,6	32,1	9,5
April	9,6	8,7	0,9	32,1	38,1	-6,0
Mai	14,5	13,8	0,7	47,4	52,6	-5,2
Juni	17,0	17,1	-0,1	69,8	70,0	-0,2
Juli	19,4	18,5	0,9	59,3	52,7	6,6
August	18,8	18,0	0,8	54,6	63,5	-8,9
September	14,4	14,3	0,1	38,7	43,1	-4,4
Oktober	9,8	9,9	-0,1	30,7	32,7	-2,0
November	4,5	4,9	-0,4	43,0	45,5	-2,5
Dezember	1,9	1,4	0,5	54,3	48,2	6,1
<b>Jahresmittel</b>	<b>9,8</b>	<b>9,3</b>	<b>0,5</b>	<b>547,3</b>	<b>544,6</b>	<b>2,7</b>

Der Standort ist gekennzeichnet durch eine erhebliche Schwankungsbreite im Jahresniederschlag (356 - 736 mm) mit einem mittleren Wert von rund 545 mm. Temporärer Wassermangel während der Vegetationszeit wirkt sich unterschiedlich stark ertragslimitierend aus. Die langjährige mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,3 °C. Die klimatische Wasserbilanz ( $KWB_{PENMAN}$ ) ist in der Periode März bis September durchgehend negativ mit einem mittleren Jahresgesamtsaldo von -79 mm.

Die Versuchsperiode 1986 - 1999 ist in den einzelnen Monatsabschnitten durch teilweise deutlich über dem langjährigen Mittel liegende Temperaturen gekennzeichnet bei einem im Jahresmittel um 0,5 K höheren Wert. Die Niederschläge in dieser Periode unterschieden sich kaum vom langjährigen Durchschnitt, wobei allerdings in den meisten Monaten der Vegetationszeit die Tendenz zu Defiziten, in den Wintermonaten hingegen zu Überschüssen vorherrschte.

### 3. Der Versuch

Die Feldversuche der internationalen Versuchsserie wurden an allen Standorten einheitlich in dreifeldrigen Fruchtfolgen (eine Blattfrucht, zwei Getreidearten) und mit mehrfach abgestufter organisch-mineralischer Düngung angelegt. In Berlin-Dahlem beinhaltet die zweifaktorielle eingeschränkt randomisierte Versuchsanlage drei Stufen der organischen Düngung und vier Stufen der mineralischen N-Düngung (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Prüffaktoren und Prüffaktorstufen

<b>Prüffaktor</b>	<b>Prüffaktorstufen</b>	
<b>A</b> Organische Düngung	a1	ohne organische Düngung (Serie A)*
	a2	Stallmistdüngung (Serie B)
	a3	Stroh-/Grün-/Rübenblattdüngung (Serie C)
<b>B</b> Mineralische N-Düngung	b1	Stufe N0 - ohne N-Düngung
	b2	Stufe N1 - geringe N-Düngung
	b3	Stufe N2 - mittlere N-Düngung
	b4	Stufe N3 - hohe N-Düngung

\* In Serie A sind nur die Stufen N0 und N3 vorhanden.

In Berlin-Dahlem stehen jährlich Kartoffeln *Granola*, Winterweizen *Ares* und Sommergerste *Baronesse*. Im Gegensatz zu anderen Versuchsstandorten der Serie wird die mineralische N-Düngung fruchtartspezifisch variiert (Tab. 4).

Die Grunddüngung beträgt für alle Prüfglieder einheitlich 26 kg/ha P und 149 kg/ha K bei Kartoffeln sowie 26 kg/ha P und 100 kg/ha K bei Getreide.

**Tabelle 4:** Organische und mineralische N-Düngung in der Fruchtfolge

Düngungskombination	Kartoffel	Winterweizen	Sommergerste
<b>Serie A</b>			
Organische Düngung [dt/ha FM]	ohne	ohne	ohne
Mineralische N-Düngung [kg/ha]			
Stufe N0	ohne	ohne	ohne
Stufe N3	150	160	120
<b>Serie B</b>			
Organische Düngung [dt/ha FM]	Stallmist: 300	ohne	ohne
Mineralische N-Düngung [kg/ha]			
Stufe N0	ohne	ohne	ohne
Stufe N1	60	60	40
Stufe N2	100	110	80
Stufe N3	150	160	120
<b>Serie C</b>			
Organische Düngung [dt/ha FM]	Stroh: 60* + Gründüngung nach Aufwuchs***	Rübenblatt** 250	Stroh: 60*
Mineralische N-Düngung [kg/ha]	N-Stufen wie in Serie B		

\* Je dt Stroh wird 1 kg Ausgleichs-N zusätzlich gedüngt.

\*\* Anmerkung: Die Rübenblattdüngung wird in diesem Versuch trotz Fehlens dieser Fruchtart in der Fruchtfolge als organische Düngung angewendet, um hierdurch Vergleichbarkeit zur vorangegangenen ISD-Versuchsreihe am Standort herzustellen.

\*\*\* Als Stoppelzwischenfrucht wird Ölrettich angebaut (ohne zusätzliche N-Düngung), in der ersten Rotation wurde der Aufwuchs durch externe Zufuhr von Ölrettich-Frischmasse in allen Prüfgliedern der Serie C einheitlich auf 250 dt/ha aufgefüllt.

Die unvollständige nichtorthogonale Anlage des Versuches (Serie A vs. Serien B und C) ist durch die räumlichen Gegebenheiten am Versuchsstandort bedingt und erfordert bei der statistischen Auswertung eine getrennte Behandlung. Dabei werden in einer Serie die beiden organischen Düngungssysteme „Stallmistdüngung“ und „Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung“ mit den vier mineralischen N-Stufen sowie in einer zweiten Serie alle drei organischen Düngungssysteme („ohne organische Düngung“, „Stallmistdüngung“ und „Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung“) mit der jeweils niedrigsten und höchsten N-Stufe einbezogen. Die Gesamtzahl der Teilstücke beträgt 90 (30 je Fruchtart), die Teilstückgröße ist 30 m<sup>2</sup>. Der Versuch umfaßt einschließlich Wegen und Rändern 4.452 m<sup>2</sup>.

#### 4. Ergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse zeigen die Ertragsentwicklung zwischen 1986 und 1999. Die **Kartoffelerträge** variierten in Abhängigkeit von der organisch-mineralischen Düngung im gesamten Versuchszeitraum (1986-1999) zwischen 106 (A-N0, 1990) und 638 dt/ha FM

(C-N3, 1993) (Tab. 5). Erwartungsgemäß wurde im Mittel der Versuchsjahre mit 198 dt/ha FM der niedrigste Kartoffelertrag in der Variante ohne jegliche Düngung erzielt.

**Tabelle 5:** Kartoffelerträge [in FM dt/ha] im IOSDV Berlin-Dahlem (1986-99)

Jahre	Prüfglieder *									
	A-N0	A-N3	B-N0	B-N1	B-N2	B-N3	C-N0	C-N1	C-N2	C-N3
1986	168,7	374,6	163,1	252,1	292,3	365,9	276,7	333,8	391,3	418,2
1987	198,9	474,7	236,8	395,2	456,5	513,6	303,5	417,9	486,9	520,8
1988	202,7	469,3	268,0	404,0	458,7	477,3	256,0	372,0	468,8	480,0
1989	182,7	217,3	206,7	248,0	241,3	241,3	290,7	296,0	278,7	258,7
1990	105,6	241,1	108,3	170,4	205,1	254,1	184,8	261,9	286,9	293,9
1991	184,3	347,5	295,2	340,8	329,6	344,8	275,7	340,8	369,9	359,2
1992	186,7	159,2	225,3	240,8	230,7	158,7	260,0	196,0	182,7	162,4
1993	237,3	598,9	380,5	515,5	565,6	624,5	417,6	584,8	634,1	637,6
1994	230,9	469,7	303,5	425,7	441,4	534,8	408,1	464,1	533,3	569,3
1995	171,8	307,2	176,2	273,8	331,2	296,4	277,7	324,5	331,4	305,6
1996	250,0	490,5	322,5	431,1	544,8	561,2	412,6	505,5	604,8	553,3
1997	287,7	522,5	421,3	543,7	563,6	584,6	409,9	512,6	564,5	599,1
1998	207,0	457,8	295,1	408,7	448,6	540,5	443,5	544,2	590,7	621,9
1999	151,8	257,8	185,0	252,5	281,7	283,9	340,5	327,7	335,9	319,1
<b>Mittel</b>	<b>197,6</b>	<b>384,9</b>	<b>256,3</b>	<b>350,2</b>	<b>385,1</b>	<b>413,0</b>	<b>325,5</b>	<b>391,6</b>	<b>432,8</b>	<b>435,6</b>
s%	22,7	34,3	33,9	32,2	33,0	36,7	24,4	29,5	32,7	35,2

\* Prüfgliedbezeichnungen s. Tab. 4

Relativ ertragsarm waren die Versuchsjahre 1990 (im Mittel der Varianten = 211 dt/ha FM) und 1992 (200 dt/ha FM), während 1993 (520 dt/ha FM) und 1997 (501 dt/ha FM) als ertragreiche Jahre gekennzeichnet sind. Die Jahreswitterung bewirkte auch deutliche Ertragsunterschiede in Abhängigkeit von der organisch-mineralischen Düngung. So ergaben sich für die einzelnen Düngungsvarianten Unterschiede zwischen den Jahren bis zum Vierfachen, insbesondere bei den gut mit Stickstoff versorgten Prüfgliedern. Die größten diesbezüglichen Differenzen wurden in der Variante C-N3 gemessen. Bemerkenswert ist auch das deutlich zu warme und teilweise zu trockene Jahr 1992, in dem bereits in der Stufe N0 deutlich höhere Erträge (Serie A und C) oder nur wenig geringere Erträge (Serie B) als in den zusätzlich mit Mineral-N gedüngten Varianten erzielt wurden.

Durch die direkt zu Kartoffeln verabreichte Stallmistdüngung konnte im 14-jährigen Mittel bei fehlender mineralischer N-Versorgung der Ertrag mit 58,7 dt/ha FM um 30 % erhöht werden. Dabei ist anzumerken, daß die Ertragsdifferenzen in Jahren mit günstigerer Witterung beträchtlicher waren. Die Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung wirkte sich im Vergleich zur Stallmistdüngung zusätzlich positiv auf den Kartoffelertrag aus. So konnte dieser im Vergleich zur Variante ohne

jegliche Düngung um rund 65 % (= 128 dt/ha FM) und im Vergleich zur Stallmistdüngung um 27 % (= 69 dt/ha FM) gesteigert werden bei gleichzeitig verringertem Variationskoeffizienten. Der deutlich höhere Ertrag in der Variante „Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung - ohne Mineral-N“ (C-N0) ist wahrscheinlich auch eine Folge der zum Stroh gegebenen N-Ausgleichsdüngung in Höhe von 60 kg/ha.

Mit steigender N-Düngung verringerten sich die Unterschiede zwischen „organisch gedüngt“ und „organisch nicht gedüngt“. Dennoch wurden auch im Vergleich der höchsten N-Stufen noch Vorteile für die organische Düngung festgestellt. Die Differenzen zwischen den beiden organischen Versuchsserien B (Stallmistdüngung) und C (Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung) blieben bei Einsatz von mineralischem Stickstoff relativ gering, allerdings mit Ertragsvorteilen und geringeren Variationskoeffizienten zugunsten der Serie C in allen mineralischen N-Stufen.

Insgesamt kann aus diesen Ergebnissen abgeleitet werden, daß sich die organische Düngung auf den Kartoffelertrag auf dem Dahlemer Sandboden erwartungsgemäß günstig ausgewirkt hat. Darüber hinaus ist aber auch festzuhalten, daß die Stallmistdüngung in ihrer Wirksamkeit nicht nur vollwertig durch Gründüngung und Ernterückstände (Stroh, Rübenblatt) ersetzt, sondern durch ein derartiges organisches Düngungssystem sogar übertroffen werden kann (KÖHN & LIMBERG, 1996).

Die mineralische N-Düngung hatte allerdings einen deutlich größeren ertragssteigernden Effekt als die organische Düngung. Mit 60 kg/ha N wurde dabei der größte Ertragszuwachs im Vergleich zur nicht mit Stickstoff gedüngten Kontrolle erreicht. Das Ertragsmaximum war abhängig von Menge und Form der organischen Düngung. So wurden im Mittel der Jahre die höchsten Kartoffelerträge in den Stufen N2 und N3 der Serie C (Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung) erzielt. Bemerkenswert ist allerdings, daß insgesamt in sechs der 14 Versuchsjahre N-Mengen von 150 kg/ha in der Versuchsserie Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung ertragsdepressiv wirkten.

Beim **Winterweizen** haben die Erträge in Abhängigkeit von der Düngung und Jahreswitterung zwischen 20 (Variante A-N0, 1993) und 77 dt/ha (C-N2, 1996) geschwankt (Tab. 6). Der Kornertrag des Jahres 1996 stellte dabei im Mittel der Düngungsvarianten mit einem Wert von 63,9 dt/ha die höchste, die Jahre 1992 und 1993 mit knapp 39 dt/ha die niedrigste Jahres-Ertragsleistung des Winterweizens in der gesamten 14-jährigen Versuchsperiode dar. Insgesamt war die Streuung der Erträge, gemessen am Variationskoeffizienten, allerdings deutlich geringer als bei den beiden sommerannuellen Kulturen im Versuch.

Ohne organische und mineralische N-Düngung wurden zwischen 20 und 41 dt/ha geerntet. Mit 29 dt/ha sind im 14-jährigen Mittel noch respektable Ergebnisse in dieser Extensivvariante erzielt worden. Mit zunehmender Erschöpfung des N-Bodenpools ist allerdings sukzessiv eine Absenkung dieses Niveaus zu erwarten. Die witterungsbedingte Variabilität ist mit einer Schwankungsbreite von etwa 100 % als hoch einzustufen. Die geringsten Erträge wurden ohne Düngung in den Jahren

1993 und 1994 erzielt. 1990 lag der Kornertrag demgegenüber ohne zusätzliche Versorgung mit dem Hauptnährstoff doppelt so hoch. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß die ungedüngte Kontrolle in den einzelnen Jahren häufig nicht mit dem allgemeinen Ertragsniveau der mit Stickstoff versorgten Varianten korrespondierte. Hier sind spezifische, nicht durch eine mineralische Stickstoffdüngung überdeckte Witterungseinflüsse auf die N-Mineralisierung des Bodens zu vermuten.

**Tabelle 6:** Winterweizenerträge [dt/ha 86 %] im IOSDV Berlin-Dahlem (1986-99)

Jahre	Prüfglieder *)									
	A-N0	A-N3	B-N0	B-N1	B-N2	B-N3	C-N0	C-N1	C-N2	C-N3
1986	36,7	50,0	34,6	58,7	57,4	57,5	38,6	51,3	56,0	49,5
1987	31,5	54,3	34,3	60,2	64,6	60,5	43,8	57,1	60,5	47,3
1988	27,0	65,0	26,8	51,2	57,0	61,6	36,4	57,3	62,5	64,2
1989	28,7	40,7	37,4	48,0	46,3	45,4	35,9	43,3	45,2	40,2
1990	40,8	69,9	38,0	58,0	64,4	72,6	50,1	61,6	66,4	65,8
1991	31,1	57,4	31,3	49,1	61,0	64,6	37,0	54,4	55,4	53,6
1992	27,3	39,7	35,0	45,5	40,2	40,7	33,1	40,0	43,1	40,3
1993	20,1	45,6	20,0	38,8	47,8	45,5	37,0	46,6	48,4	38,4
1994	20,5	57,1	24,5	52,5	55,8	64,7	31,5	56,9	58,6	65,3
1995	24,8	61,3	30,8	50,0	57,9	65,9	36,9	55,9	65,7	65,2
1996	39,2	68,4	40,9	65,9	71,2	71,7	62,9	73,4	77,2	67,6
1997	27,9	57,5	35,6	55,3	59,2	60,6	36,4	58,4	60,8	56,7
1998	30,6	57,7	37,5	57,6	57,3	59,4	46,5	59,8	63,4	63,4
1999	24,5	62,5	27,9	48,6	55,3	67,2	41,8	60,8	66,2	58,9
<b>Mittel</b>	<b>29,3</b>	<b>56,2</b>	<b>32,5</b>	<b>52,8</b>	<b>56,8</b>	<b>59,8</b>	<b>40,6</b>	<b>55,5</b>	<b>59,3</b>	<b>55,5</b>
s%	21,4	16,8	18,1	13,2	14,0	16,3	20,2	15,1	15,5	19,1

\* Prüfgliedbezeichnungen s. Tab. 4

Durch die fortgesetzte differenzierte organische Düngung haben sich die Bodenverhältnisse und insbesondere der Humusspiegel deutlich verändert, wie PESCHKE et al. (1997) in ihren Untersuchungen im Winterweizen festgestellt haben. Das wirkte sich auch auf die Ertragsbildung des Weizens aus. Bei der Stallmistdüngung (Serie B) machte sich dies in der ersten Versuchsphase unterschiedlich bemerkbar. Erst seit 1994 werden in dieser Serie durchgängig höhere Erträge erreicht. Dies widerspiegelt einen allmählichen Akkumulationseffekt und den damit verbundenen Übergang in ein neues Fließgleichgewicht in diesem Bewirtschaftungssystem. Der Ertragszuwachs gegenüber „organisch ungedüngt“ (Serie A) beträgt auf der Stufe N0 im Mittel des bisherigen Versuchszeitraumes 11 %. Die Stroh-, Grün- und Rübenblattdüngung hatte deutlich stärkere Auswirkungen auf den Weizenertrag. Infolge des mit dem Rübenblatt eingebrachten organischen Stickstoffs (rund

100 kg/ha) sowie der zusätzlichen N-Gaben zur Strohdüngung steht in diesem System ein insgesamt größeres Stickstoffkapital zur Verfügung, welches sich von Beginn an ertragssteigernd ausgewirkt hat. Im Mittel des bisherigen Versuchszeitraumes konnten damit in der Variante C-N0 im Vergleich zur nicht mit organischem Dünger versorgten Kontrolle A-N0 39 % und bezogen auf die stallmistgedüngte Variante B-N0 immerhin noch 24,9 % mehr Weizenkorn erzeugt werden. Bei zusätzlich applizierter mineralischer Stickstoffdüngung wurden die Ertragsvorteile durch die organische Düngung ähnlich wie bei der Kartoffel deutlich geringer.

Der Effekt der mineralischen N-Düngung war neben der Jahreswitterung stark von der N-Bereitstellung aus dem Bodenpool geprägt. So lagen im 14-jährigen Mittel die Ertragsgewinne zwischen der im Ertrag schlechtesten bzw. besten N-Stufe in Serie A (ohne organische Düngung) bei 92 %, in Serie B (mit Stallmistdüngung) bei 84 %, in Serie C (Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung) allerdings nur bei 46 %. Im Mittel der Versuchsjahre wurde der Höchstertag mit rund 60 dt/ha in der stallmistgedüngten Serie bei einem Mineral-N-Einsatz von 160 kg/ha erzielt. Dieser lag aber nur unwesentlich höher über den 59,3 dt/ha, die mit 110 kg/ha Mineral-N in der Serie C geerntet wurden. Die insgesamt (organisch und mineralisch) eingesetzten N-Mengen sind in beiden Varianten annähernd gleich. Bemerkenswert ist außerdem die aufgetretene Ertragsdepression in dem mit Stickstoff überversorgten Prüfglied C-N3, das bei einem Angebot von 160 kg/ha mineralischem Stickstoff denselben Ertrag aufwies wie die nur mit 60 kg/ha N gedüngte Variante C-N1.

Die Wirkung der N-Versorgung erreichte im Mittel des bisherigen Versuchszeitraumes, bezogen auf die Kontrolle, maximal 104 % und liegt somit im Bereich der witterungsbedingten Variabilität.

Im Versuchsmittel waren die Kornerträge der **Sommergerste** etwa 40 % niedriger als beim Winterweizen (Tab. 7). Bei dieser Kultur wirkte sich die Jahreswitterung deutlich stärker aus mit der Konsequenz, dass in der ungedüngten Kontrollreihe A-N0 eine Differenz bis zum sechsfachen des im Trockenjahr 1992 erzielten Ertrages auftrat. Durch organische und steigende mineralische N-Düngung wurde die Variabilität etwa auf die Hälfte reduziert.

Über die Prüfglieder und Jahre schwankte der Gerstenertrag zwischen 4 dt/ha (Variante A-N0, 1992) und 57 dt/ha (C-N3, 1996). Die höchsten Erträge wurden dabei ganz überwiegend in der Serie C mit Stroh-, Grün- und Rübenblattdüngung und einem N-Einsatz von 80 (Stufe N2) bzw. 120 kg/ha (Stufe N3) erzielt. Im Mittel der Versuchsjahre ist in diesen beiden Varianten ein gleich hoher Ertrag erzielt worden.

Die fortgesetzte organische Düngung in der Fruchtfolge wirkte sich im Laufe der Versuchsjahre wie beim Winterweizen zunehmend stärker auf die Ertragsbildung der Sommergerste aus, so daß im Mittel der Jahre die Stallmistnachwirkung, die erst in dritter Tracht zur Wirkung kommt, bei Verzicht auf mineralische N-Düngung zu einem Mehrertrag von 17 % und die kombinierte Stroh-,

Grün- und Rübenblattdüngung zu einem solchen von 30 % geführt hat. Bei 120 kg/ha N-Düngung verringerten sich diese Effekte auf 2 bzw. 7 %, ohne gänzlich ausgeglichen zu werden. In einzelnen Jahren wurden allerdings auch bedeutend größere Ertragswirkungen der Humusanreicherung im Ergebnis organischer Düngung gemessen.

**Tabelle 7:** Sommergerstenerträge [dt/ha 86 %] im IOSDV Berlin-Dahlem (1986-99)

Jahre	Prüfglieder *)									
	A-N0	A-N3	B-N0	B-N1	B-N2	B-N3	C-N0	C-N1	C-N2	C-N3
1986	21,3	32,1	18,4	28,5	31,3	29,0	21,1	34,8	33,7	33,0
1987	22,4	51,1	23,0	36,8	48,3	51,5	29,3	40,3	50,7	53,6
1988	8,8	34,3	8,5	22,4	28,3	35,2	7,4	24,9	31,8	38,4
1989	14,7	17,6	14,4	19,9	21,5	20,1	11,9	19,2	18,1	18,6
1990	14,3	36,8	18,3	32,8	34,5	38,5	18,4	36,6	40,6	40,6
1991	12,6	26,7	8,5	16,5	21,2	21,2	26,3	24,9	34,4	28,4
1992	3,8	15,1	6,7	11,3	12,8	12,2	7,5	14,7	15,3	15,2
1993	23,9	49,0	32,0	46,6	50,8	52,1	27,5	44,8	53,3	50,5
1994	11,3	29,7	13,1	30,8	33,0	32,0	17,8	30,3	32,8	32,4
1995	15,6	35,8	19,7	29,7	27,5	34,6	18,0	30,2	35,8	38,2
1996	22,6	50,0	35,3	49,4	50,3	55,0	32,4	45,1	55,2	57,4
1997	23,9	43,6	26,5	38,1	43,4	45,7	31,9	43,0	49,4	43,8
1998	17,7	33,2	21,0	32,4	35,4	33,4	24,5	33,3	35,0	36,2
1999	22,1	45,5	29,3	43,6	43,4	49,3	33,0	45,4	50,7	49,5
<b>Mittel</b>	<b>16,8</b>	<b>35,7</b>	<b>19,6</b>	<b>31,3</b>	<b>34,4</b>	<b>36,4</b>	<b>21,9</b>	<b>33,4</b>	<b>38,3</b>	<b>38,3</b>
s%	37,3	31,7	45,5	35,7	34,0	36,1	40,2	29,7	32,4	32,4

\* Prüfgliedbezeichnungen s. Tab. 4

Ebenfalls analog zum Winterweizen zeigte sich, daß die Wirkung der mineralischen N-Zufuhr von Form und Menge der organischen Düngung maßgeblich beeinflusst wird. Während in der Reihe mit Stallmistdüngung die Erhöhung der N-Düngung von 80 auf 120 kg/ha noch zu einem Ertragsgewinn von 2 dt/ha geführt hat, blieb dies in der Reihe mit Stroh-, Grün- und Rübenblattdüngung wirkungslos. Hier zeigen sich dann Möglichkeiten eines effizienteren, ggf. auch sparsameren Einsatzes der verschiedenen N-Ressourcen.

## 5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Der Einfluß der Jahreswitterung sowie der organischen und mineralischen N-Düngung haben am Standort Berlin-Dahlem die Ertragsleistung der drei Fruchtarten stark modifiziert. Dabei hatte die Jahreswitterung im Vergleich zur organischen und mineralischen N-Düngung den größten Einfluß. Von den untersuchten Fruchtarten reagierte die Sommergerste am stärksten auf die unterschiedliche Jahreswitterung, gefolgt von der Kartoffel und dem Winterweizen. Die deutlich geringere Streuung der Winterweizenerträge ist zu einem beträchtlichen Teil auf den im Winter angesammelten guten Wasservorrat zurückzuführen, was sich vor allem positiv auf Wachstumsvorgänge während der vegetativen Phase ausgewirkt hat. Aber auch die im Vergleich zur Sommergerste zeitlich früher eintretende Ährenbildungsphase (KIRBY, 1981) mit damit verbundenen niedrigeren Temperaturen und besserer Wasserversorgung und -verteilung führen zu einer längeren Dauer dieser Phase und somit zu einer guten Voraussetzung zur Anlage einer höheren Anzahl Ährchen je Ähre. Demgegenüber führte die Witterung während der Hauptwachstumszeit von Kartoffeln und Sommergerste aufgrund überdurchschnittlicher Temperaturen und ungünstiger Niederschlagsmenge und -verteilung zu erheblichen Ertragsminderungen (CHMIELEWSKI & KÖHN, 1999). Für die Sommergerste traf dies in den Jahren 1989 und besonders extrem 1992, für die Kartoffel in den Jahren 1990 und ebenfalls 1992 zu.

Hohe Erträge waren immer dann zu verzeichnen, wenn in den für die Ertragsbildung wichtigen Wachstums- und Entwicklungsphasen ausgeglichene oder überdurchschnittliche Niederschlagsverhältnisse und mäßig warme Temperaturen gegeben waren, wie z. B. 1996 für alle drei Kulturen und 1997 bei Kartoffeln. 1992 hingegen war für Blatt- wie für Halmfrüchte ein Jahr gravierender Ertragseinbußen, bedingt durch wesentlich zu hohe Temperaturen von Januar bis einschließlich August und Wassermangel von April bis Juni. Interessant ist, daß zuweilen im selben Jahr Maximalerträgen der einen Kulturart Minimalerträge der anderen gegenüberstehen, so z. B. 1990 (hoch bei Winterweizen – niedrig bei Kartoffeln) oder 1993 (hoch bei Sommergerste – niedrig bei Winterweizen). Hierdurch werden die artspezifischen Bedürfnisse an den Verlauf der Jahreswitterung unterstrichen.

Die Ertragsdifferenzierungen in Abhängigkeit von der organisch-mineralischen Düngung traten in allen Fruchtarten in ähnlicher Form auf. Bereits der relativ geringe Einsatz von 40 bzw. 60 kg/ha N (N1) führte bei allen drei Fruchtarten zum größten Ertragsprung. Beim Winterweizen wurde in mehreren Versuchsjahren mit dieser N-Menge sogar der Höchstertragsbereich erreicht. Eine weitere Erhöhung der mineralischen Düngung auf 80 bis 110 kg/ha N (Stufe N2) führte bei der Sommergerste und besonders bei der Kartoffel noch zu bemerkenswerten Ertragsanstiegen.

In der höchsten N-Stufe trat im Dünungssystem Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung bei Getreide und hier insbesondere beim Winterweizen aufgrund des hohen N-Inputs und eines hieraus resultierenden jährlichen Überschussaldos von >100 kg/ha häufig eine Ertragsdepression auf (KÖHN & LIMBERG, 1996). Vieles spricht auch dafür, daß der in den beiden höheren N-Stufen spät gedüngte Stickstoff nur noch begrenzt ausgenutzt wird, weil infolge Wassermangels Wachstum und Entwicklung und damit die N-Aufnahme der Pflanzen gestört sind. Es ist auch möglich, daß auf dem Dahlemer Sandboden der Stickstoffdünger bei fortgeschrittener Vegetation wegen Trockenheit nicht mehr in Lösung geht und infolgedessen nicht ertragswirksam wird. Es liegt deshalb nahe, vor allem beim Getreide am Standort Berlin-Dahlem zumindest auf die höchste N-Stufe zu verzichten, um somit auch eventuelle ökologische Schädwirkungen zu vermeiden.

Die organischen Dünger wirkten sich insbesondere in den Varianten ohne Mineral-N positiv auf die Erträge aus. Dabei brachten das im Dünungssystem Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung eingesetzte Rübenblatt zu Winterweizen und die Grün- + Strohdüngung mit N-Ausgleich zu Kartoffeln im Vergleich zu „ohne organische Düngung“ deutliche Mehrerträge. Die Stallmistdüngung zeigte im Mittel der Jahre im Vergleich zur Variante ohne organische Düngung mit fast 30 % Ertragssteigerung bei Kartoffeln ihren größten Einfluß, während die Wirkung in zweiter und in dritter Tracht zu Getreide abnahm. Interessant war, daß die Sommergerste in dritter Tracht genau so stark wie der Winterweizen von der Stallmistdüngung profitierte. Besonders in Versuchsjahren mit günstiger Witterung konnten bei fehlender mineralischer N-Düngung in den beiden organischen Dünungssystemen im Vergleich zu der Variante ohne organische Düngung eindeutig höhere Erträge erzielt werden, während in Jahren mit ungünstiger Witterung die Differenzen geringer blieben. Sobald Mineral-N appliziert wurde, verminderten sich die Differenzen zwischen den Varianten mit und ohne organische Düngung. Das Dünungssystem Stroh-, Grün-, Rübenblattdüngung war in der Lage, die Stallmistdüngung in ihrer Wirkung zu ersetzen, teilweise sogar zu übertreffen. Vollwertige Humusersatzwirtschaft und die daraus resultierende Sicherung eines adäquaten Ertragsniveaus auf Sandboden erscheint demnach auch ohne organischen Dünger aus der Viehhaltung ohne weiteres möglich zu sein.

## 6. Literatur

- CHMIELEWSKI, F.-M. & KÖHN, W. (1999): Impact of weather on yield components of spring cereals over 30 years. - In: Agricultural and Forest Meteorology 96, 49-58
- KIRBY, E. J. M. (1981): Cereal development guide. Ed. by A. Barron, Cereal Unit, NAC, Stoneleigh, England, 80 S.
- KÖHN, W. & LIMBERG, P. (1996): Der Internationale Organische Stickstoffdünungsversuch (IOSDV) Berlin-Dahlem nach drei Rotationen.- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 40, 75-95

PESCHKE, H.; MOLLENHAUER, S.; KÖHN, W. & LIMBERG, P. (1997): Entwicklung von Bodenkennwerten im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch Berlin-Dahlem nach drei Fruchtfolgerotationen.- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 42, 3-10

## 7. Bisherige Veröffentlichungen zum Versuch

BENKENSTEIN, H.; KÖHN, W.; PAGEL, H. & KRÜGER, W. (1999): Einfluss organischer und mineralischer Düngung auf Erträge und Bodenkennwerte im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) nach 12 Versuchsjahren.- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 44, 563-578

ELLMER, F.; EREKUL, O.; KÖHN, W.; KULDKEPP, P. & TEESALU, T. (1999): Einfluß der organischen und mineralischen N-Düngung auf Ertrag und Brauqualität von Sommergerste.- Standortvergleich Berlin (Deutschland) - Tartu (Estland).- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 44, 579-596

EREKUL, O.; ELLMER, F.; KÖHN, W.; KULDKEPP, P. & TEESALU, T. (1999): Kornertag und Brauqualität von Sommergerste auf ökologisch unterschiedlichen Standorten. Standortvergleich Berlin (Deutschland) - Tartu (Estland).- In: Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss., Bd. 12, 269-270

EREKUL, O.; ELLMER, F.; KÖHN, W.; KULDKEPP, P. & TEESALU, T. (1999): Kornertag und Brauqualität von Sommergerste auf ökologisch unterschiedlichen Standorten - Standortvergleich Berlin (Deutschland) und Tartu (Estland).- In: Ökologische Hefte d. Landw.-Gärtn. Fak., Humboldt-Univ. Berlin, H. 10, 97-104

EREKUL, O.; ELLMER, F. & KÖHN, W. (1999): Einfluß langjährig differenzierter organisch-mineralischer Düngung auf Kornertag und Backqualität von Winterweizen.- In: Dauerdüngungsversuche als Grundlage für nachhaltige Landnutzung und Quantifizierung von Stoffkreisläufen.- UFZ-Bericht 24, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 179-182

KÖHN, W.; PESCHKE, H. & LIMBERG, P. (1997): Internationaler Organischer Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV).- In: Ökologische Hefte d. Landw.-Gärtn. Fak., Humboldt-Univ. Berlin, H. 7, 75-89

LIMBERG, P.; ELLMER, F. & EREKUL, O. (1998): Internationaler organischer Stickstoffdauerdüngungsversuch.-Wirkung des Breitengrades auf die Ertragsbildung von Sommergerste.- Standortvergleich Berlin/Deutschland - Tartu/Estland.- In: Deutsch-Türkische Agrarforschungen.- Grauer Verl. Stuttgart, 63-68

OBERDOERSTER, U.; PESCHKE, H. & MOLLENHAUER, S. (1997): Einfluss mineralischer und organischer N-Düngung auf bodenmikrobiologische Parameter im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Berlin-Dahlem.- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 42, 11-19

PESCHKE, H.; LIMBERG, P. & KÖHN, W. (1995): Untersuchungsprogramm zur Stickstoffdynamik im Boden sowie Stickstoffverwertung und Ertragsbildung von Winterweizen im IOSDV Berlin-Dahlem nach drei Fruchtfolgerotationen.- In: Mitt. d. Internat. Arbeitsgemeinschaft. Bodenfruchtbar. der Internat. Bodenkundl. Ges. (IBG), Tartu (Estland) 1995, 23-27

PESCHKE, H. & MOLLENHAUER, S. (1996): Untersuchungen mit <sup>15</sup>N im Dauerdüngungsfeldversuch.- In: Isotopes Environ. Health Stud., Vol. 32, 159-165

PESCHKE, H. & MOLLENHAUER, S. (1998): N<sub>min</sub>-Gehalt im Boden, mineralische N-Düngung und N-Entzug von Winterweizen im Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Berlin-Dahlem.- In: Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 161, 9-15

- PESCHKE, H. & MOLLENHAUER, S. (1999): Einjähriger  $^{15}\text{N}$ -düngungsseitiger Eingriff in das Düngungssystem des Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuches (IOSDV) Berlin-Dahlem und die Auswirkungen auf die Weizenerträge.- In: Arch. Acker- Pfl. Boden., Vol. 44, 3-23
- PESCHKE, H. (1999):  $^{15}\text{N}$ -Tracereingriff in Dauerfeldversuche am Beispiel des Internationalen Organischen Stickstoffdauerdüngungsversuches Berlin-Dahlem.- In: UFZ-Bericht 9, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 59-74
- PESCHKE, H.; MOLLENHAUER, S. & KÖHN, W. (1999): Ausgewählte Aspekte des Stickstoffhaushaltes eines schluffigen Sandbodens in Abhängigkeit von organischer und mineralischer Düngung.- In: Dauerdüngungsversuche als Grundlage für nachhaltige Landnutzung und Quantifizierung von Stoffkreisläufen.- UFZ-Bericht 24, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 183-186
- PESCHKE, H.; MOLLENHAUER, S.; OBERDOERSTER, U. & ROCKSCH, T. (1999): N-Dynamik im Boden und N-Verwertung von Getreide auf sandigen Standorten.- In: Ökologische Hefte d. Landw.-Gärtn. Fak., Humboldt-Univ. Berlin, H. 12 (im Druck)
- TEESALU, T.; KULDKEPP, P. & EREKUL, O. (1999): Oder *Elo* Kvaliteet Soltuvalt Väetamisest Pikaajalises Külvikorrakatses. In: Teaduselt pollule ja aeda, Tartu Ülikooli Kirjastus, 103-108



# DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) PUCH - DEUTSCHLAND

ULRICH HEGE<sup>1</sup> und MICHAEL KRAUSS

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,  
Sachgebiet: Nährstoffhaushalt, Wirtschaftsdünger, organische Reststoffe,  
Freising, Deutschland

## 1. EINLEITUNG

In jedem landwirtschaftlichen Betrieb fallen organische Reststoffe an, die als Dünger zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit eingesetzt werden können. Im IOSDV - Versuch werden die wichtigsten Möglichkeiten der organischen Düngung in viehhaltenden und viehlosen Betrieben auf ihre düngende und bodenverbessernde Wirkung geprüft. Der Versuch hat insgesamt 10 Versuchsglieder, davon 8 mit und 2 ohne organische Dünger.

## 2. STANDORTBESCHREIBUNG

Das staatliche Versuchsgut Puch liegt im feuchtkühlen südbayerischen Voralpenland. Die tiefgründige Parabraunerde aus schluffigem Lehm hat sich auf einer lößlehmbedeckten Rissmoräne über tertiären Sedimenten gebildet. An der nächstgelegenen Wetterstation des DWD betrug im Versuchszeitraum die mittlere Jahrestemperatur 8,2 °C, die Summe der Jahresniederschläge rund 870 mm (Tab. 1a, 1b). Für den Standort Puch beträgt nach zehnjährigen Messungen die mittlere Jahrestemperatur rund 7,5 °C, und die Summe der Jahresniederschläge rund 920 mm.

---

<sup>1</sup> Ulrich Hege, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttinger Str. 38, D-85354 Freising

Tabelle 1a: Monatliche Mitteltemperaturen (°C) am Standort Puch  
Messstation Maisach-Gernlinden des DWD

Jahr	Monat												Mittel
	Jan.	Febr.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
1984	0,2	-2,5	1,4	6,1	10,2	14,6	16,6	16,3	12,2	9,2	3,6	-0,1	7,3
1985	-7,1	-3,5	2,2	7,5	13,2	14,0	18,6	16,9	13,7	7,2	0,0	2,5	7,1
1986	-0,2	-7,5	3,0	7,1	14,7	15,5	16,7	17,2	12,1	8,5	3,6	0,6	7,6
1987	-5,6	-0,8	-0,3	8,9	9,7	14,4	17,6	16,0	16,0	9,0	3,6	1,3	7,5
1988	2,1	0,8	2,6	8,5	14,2	15,2	17,8	17,3	13,0	9,7	1,6	1,8	8,7
1989	0,3	2,3	7,2	7,2	13,3	14,3	17,6	17,1	13,0	8,9	0,9	1,3	8,6
1990	-1,5	4,4	6,5	6,4	14,0	15,0	16,9	---	11,7	9,6	3,7	-0,9	---
1991	0,1	-3,5	5,7	6,9	9,0	14,4	19,0	17,9	14,6	6,9	2,8	-2,2	7,6
1992	-0,7	1,1	4,4	7,5	14,5	16,6	19,0	20,8	13,3	7,0	5,4	-0,5	9,0
1993	2,4	-2,5	2,5	10,2	15,1	15,9	16,3	16,7	12,7	7,7	-0,1	3,4	8,4
1994	2,2	0,3	8,0	7,3	13,0	16,7	21,0	18,9	13,6	7,1	7,6	2,8	9,9
1995	-1,2	4,7	2,8	8,9	12,8	14,0	20,4	17,2	12,0	11,5	1,6	-1,4	8,6
1996	-3,2	-2,2	0,7	8,3	12,1	16,8	16,4	16,6	10,2	8,5	3,8	-3,3	7,1
1997	-3,6	3,2	5,8	6,1	13,2	15,8	16,7	18,6	13,9	7,5	3,2	1,6	8,5
1998	0,7	2,7	4,2	8,8	13,9	17,0	17,6	18,0	12,9	9,5	1,0	0,0	8,9
1999	0,6	-1,3	5,1	8,5	14,5	15,4	18,3	17,4	16,3	8,5	1,7	0,8	8,8
<b>Mittel: 1984-1999</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,3</b>	<b>3,9</b>	<b>7,8</b>	<b>13,0</b>	<b>15,4</b>	<b>17,9</b>	<b>17,5</b>	<b>13,2</b>	<b>8,5</b>	<b>2,8</b>	<b>0,5</b>	<b>8,2</b>

August 1990 Ausfall der Messung

Tabelle 1b: Monatliche Niederschlagsmengen(l/m<sup>2</sup>) am Standort Puch  
Messstation Maisach-Gernlinden des DWD

Jahr	Monat												Mittel
	Jan.	Febr.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	
1984	62,7	46,0	12,9	34,1	85,1	86,2	75,5	95,5	156,3	16,9	51,7	41,9	764,8
1985	81,2	72,7	47,6	53,6	154,5	85,3	36,7	195,5	47,2	25,4	98,6	34,5	932,8
1986	87,6	18,6	48,5	99,7	104,4	84,1	107,5	111,4	29,3	65,1	28,1	42,4	826,7
1987	51,2	71,9	53,4	53,2	120,0	146,3	135,4	98,3	109,6	19,9	55,9	62,9	978,0
1988	37,3	70,3	137,3	47,5	57,3	88,3	93,3	122,4	48,0	50,2	47,2	112,4	911,5
1989	15,7	37,8	25,4	107,7	39,7	85,1	147,5	62,7	76,2	58,2	51,6	57,3	764,9
1990	27,8	106,6	44,1	106,0	55,8	161,8	61,8	---	120,8	68,5	71,5	50,6	---
1991	48,7	14,0	36,3	38,5	126,1	168,6	85,0	60,2	45,2	19,0	72,5	49,1	763,2
1992	13,1	55,9	96,6	66,8	6,8	114,0	85,3	99,8	66,1	106,6	130,4	65,3	906,7
1993	33,8	26,8	28,1	40,7	98,5	108,8	220,2	123,6	66,6	103,7	38,7	59,6	949,1
1994	63,9	32,5	75,5	141,9	81,0	62,3	126,5	81,7	76,3	35,2	59,4	80,3	916,5
1995	60,2	49,1	86,5	38,6	89,9	163,8	77,8	90,0	46,7	25,5	75,5	83,2	886,8
1996	8,3	26,6	40,4	24,2	145,9	73,7	132,7	157,1	35,6	55,1	81,8	44,9	826,3
1997	2,3	56,1	67,6	60,5	19,8	103,8	130,4	104,4	20,5	59,1	16,0	99,4	739,9
1998	36,1	25,9	64,3	39,4	54,7	152,6	112,6	39,5	122,9	168,2	99,5	45,6	961,3
1999	54,9	84,4	56,9	69,0	151,1	110,7	86,2	48,2	77,4	34,3	79,6	119,4	972,1
<b>Mittel: 1984-1999</b>	<b>42,8</b>	<b>49,7</b>	<b>57,6</b>	<b>63,8</b>	<b>86,9</b>	<b>112,2</b>	<b>107,2</b>	<b>99,3</b>	<b>71,5</b>	<b>56,9</b>	<b>66,1</b>	<b>65,5</b>	<b>873,4</b>

August 1990 Ausfall der Messung

### 3. VERSUCHSBESCHREIBUNG

Der Versuch wurde als Streifenanlage mit 3 Wiederholungen angelegt. In einer dreijährigen Fruchtfolge werden Silomais (7 Versuchsglieder) + Zuckerrüben (3 Versuchsglieder), gefolgt von Winterweizen und Wintergerste angebaut. Der Pflanzenschutz erfolgt ortsüblich optimal. In einer zweifaktoriellen Anlage werden 10 Varianten mit organischer Düngung (erster Faktor) und 5 mineralische N-Düngestufen (zweiter Faktor) geprüft. Die organische Düngung wird in Tabelle 2 dargestellt.

Die mineralische Düngung mit Stickstoff ist aus den Tabellen 3 - 5 ersichtlich. Die Düngung mit Phosphat und Kali erfolgt einheitlich jedes Jahr mit 90 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 150 kg/ha K<sub>2</sub>O.

Tab. 2: Organische Düngung im IOSD-Versuch Puch  
(Organic fertilization in the IOSD-trial Puch)

Organische Düngung <sup>1)</sup>	Organic fertilization <sup>1)</sup>
Fruchtfolge: Silomais - Winterweizen - Wintergerste	Crop rotation: corn for silage - winter wheat - winter barley
1 Ohne	1 Without
2 Stallmist, 300 dt/ha, zu Silomais	2 Manure, 30 t/ha, to corn for silage
3 Stroh+Zwischenfrucht (Leguminosen) vor Silomais	3 Straw+catch crop (legumes) before corn for silage
4 Stroh	4 Straw
5 Gülle, 60 m <sup>3</sup> /ha, zu Silomais	5 Slurry, 60 m <sup>3</sup> /ha, to corn for silage
6 Stroh+Gülle, 60 m <sup>3</sup> /ha, zu Silomais	6 Straw+Slurry, 60 m <sup>3</sup> /ha, to corn for silage
7 Wie 6 + Zwischenfrucht (Senf) vor Silomais	7 As 6 + catch crop (mustard) before corn for silage
Fruchtfolge: Zuckerrübe - Winterweizen - Wintergerste	Crop rotation: sugar beets - winter wheat - winter barley
8 Ohne	8 Without
9 Stroh+Rübenblatt	9 Straw + sugar beet leafs
10 Stroh+Zwischenfrucht (Leguminosen)+Rübenblatt	10 Straw + catch crop (legumes) + sugar beet leafs

1) Stroh von Winterweizen und Wintergerste, sowie Rübenblatt nach Ertragsanfall der Parzelle.

Stallmist, Gülle, Wintergerstenstroh und die Zwischenfrüchte wurden vor dem Anbau von Silomais und Zuckerrüben ausgebracht bzw. eingearbeitet. Gülle wurde zur Hälfte im Herbst, die andere Hälfte im Frühjahr vor der Aussaat oder, in den letzten zwei Rotationen, in den Bestand ausgebracht. Bei Stroh und Rübenblattdüngung wurde der Anfall der entsprechenden Parzelle in den Boden eingearbeitet. Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse wurde die erste Rotation (1984 - 1986) als Anlaufphase nicht berücksichtigt.

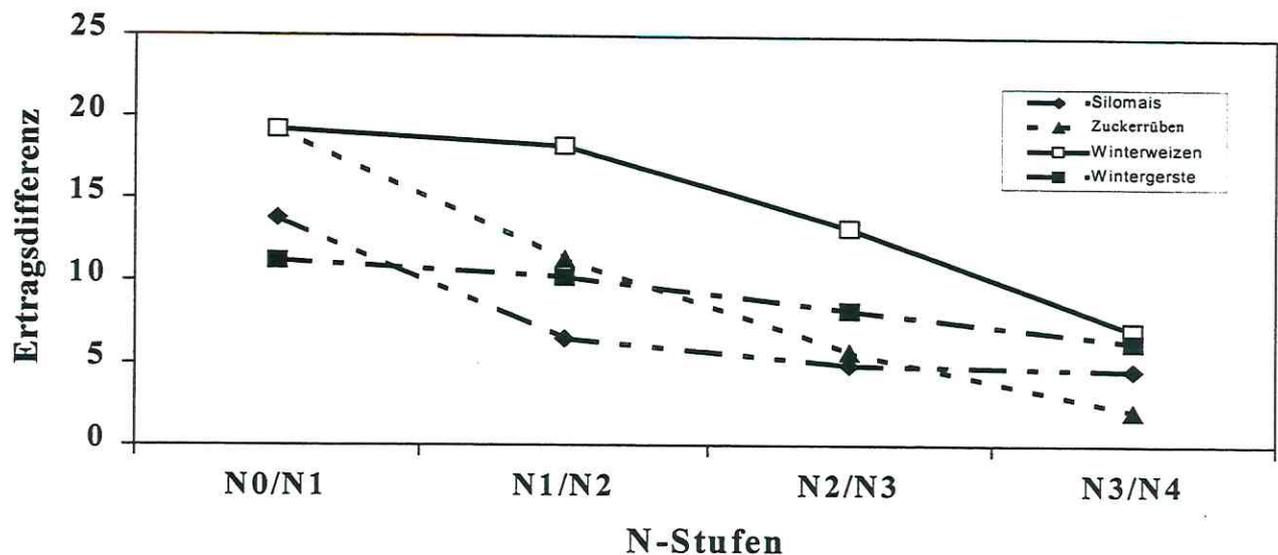
## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 Erträge

#### Silomais

Die organische Düngung hatte unabhängig von der Düngeform, mit Ausnahme des Strohs, eine positive Wirkung auf die Silomaiserträge (Tabelle 3). Die Silomaiserträge sind in Gigajoule - Nettoenergie- Laktation (GJNEL) angegeben. Darunter ist nach Weißbach der Energieertrag/ha zu verstehen. Die höchsten Mehrerträge wurden, unabhängig von der Höhe der mineralischen N-Düngung, mit Gülle, allein oder in Kombination mit Stroh bzw. Stroh und Zwischenfrucht, erzielt. Die Wirkung aller organischen Dünger ist um so höher, je weniger mineralischer Stickstoff gegeben wurde. Das maximale Ertragsniveau wurde bei allen organischen Düngevarianten bei der höchsten N-Stufe von 200 kg/ha erreicht, die Mehrerträge verringern sich jedoch mit steigender N-Düngemenge (Abb. 1). Stallmist und Strohdüngung mit Leguminosen - Zwischenfrucht brachten über alle N-Stufen nahezu gleich hohe Mehrerträge.

Abb. 1: Ertragsdifferenz (GJNEL bzw. dt/ha) zwischen den mineralischen N-Stufen im Mittel der organischen Düngevarianten



#### Zuckerrübe

In der Fruchtfolge mit Zuckerrüben führte das Verbleiben des Rübenblattes auf dem Feld sowohl in Kombination mit Strohdüngung als auch mit Strohdüngung + Leguminosen - Zwischenfrucht zu hohen Mehrerträgen. Diese sind sowohl bei Winterweizen (Tabelle 4) als auch bei Wintergerste (Tabelle 5) gegeben. Selbst der Rübenantrag und der Zuckerertrag (Tabelle 3) liegen im dritten Jahr nach der Rübenblattdüngung mit bis zu 7 % über dem Ertrag der Variante ohne organische Düngung (Vgl. 8). Festzustellen ist auch, dass die Leguminosen - Zwischenfrucht eine leicht negative Wirkung auf den Zuckerertrag hatte.

#### Winterweizen

Bei Winterweizen (Tabelle 4) erzielten die Güllevarianten (Vgl. 5, 6, 7) die beste Nachwirkung. Stallmist führte bei Winterweizen im langjährigen Mittel zu einem wesentlich geringeren Mehrertrag. Dieser lag bei Stallmist bei 2,7 dt/ha gegenüber rund 7,5 dt/ha bei den Varianten mit Gülle. Die Kombination von Gülle + Stroh und Gülle + Stroh + Zwischenfrucht führte gegenüber alleiniger Gölledüngung zu keiner Ertragsverbesserung. Ein geringer Minderertrag zeigte sich bei Stroh + Leguminosen - Zwischenfrucht, ein deutlicher Minderertrag von 2,7 dt/ha bei alleiniger Strohdüngung. Eine sehr gute Wirkung zeigte das Rübenblatt, besonders in Kombination mit einer Leguminosen - Zwischenfrucht.

## Wintergerste

Wintergerste als abtragende Frucht reagierte ähnlich dem Winterweizen (Tabelle 5). In der Fruchtfolge mit Silomais lag die Gülle (allein oder in Verbindung mit Stroh bzw. Stroh + Zwischenfrucht) mit 6 - 9 % über dem Ertrag ohne organischer Düngung, wobei wie bei Winterweizen, die Kombination von Gülle + Stroh bzw. Gülle + Stroh + Zwischenfrucht zu keiner Ertragsverbesserung führte. Stroh allein und Stroh + Leguminosen führte zu geringen Mehrerträgen.

Tab. 3: Wirkung der organischen und mineralischen N-Düngung auf die Silomais-, Zuckerrüben- und Zuckererträge. Mittel der Jahre 1987, 1990, 1993, 1996 und 1999

Organische Düngung	Mineralische N-Düngung kg/ha										Hauptwirkung org. Düngung	
	0		50		100		150		200		abs.	rel.
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
<b>Silomais, GJNEL/ha</b>												
1 Ohne org. Düngung	64,3	100	81,8	100	88,0	100	93,1	100	97,8	100	85,0	100
2 Stallmist	73,4	114	88,6	108	91,2	104	100,1	108	106,6	109	92,0	108
3 Stroh+Zw.fr. (Leg.)	74,8	116	88,7	108	95,9	109	97,5	105	105,7	108	92,5	109
4 Stroh	63,3	99	78,2	96	89,2	101	92,9	100	98,5	101	84,4	99
5 Gülle	83,2	129	94,1	115	102,7	117	106,6	114	107,3	110	98,8	116
6 Stroh+Gülle	86,0	134	97,0	119	101,9	116	103,5	111	107,3	110	99,1	117
7 Stroh+Gülle+Zwfr.(Senf)	77,8	121	94,3	115	98,0	111	105,8	114	108,3	111	96,9	114
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>74,7</b>	<b>100</b>	<b>89,0</b>	<b>119</b>	<b>95,3</b>	<b>128</b>	<b>99,9</b>	<b>134</b>	<b>104,5</b>	<b>140</b>	<b>92,7</b>	
<b>Zuckerrübe, dt/ha</b>												
8 Ohne org. Düngung	397	100	534	100	581	100	651	100	665	100	566	100
9 Stroh+Rübenblatt	388	98	546	102	612	105	677	104	716	108	588	104
10 Stroh+Zw.fr. (Leg.)+R.Bl.	485	122	556	104	645	111	640	98	673	101	600	106
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>423</b>	<b>100</b>	<b>545</b>	<b>129</b>	<b>613</b>	<b>145</b>	<b>656</b>	<b>155</b>	<b>685</b>	<b>162</b>	<b>585</b>	
<b>Zucker, dt/ha</b>												
8 Ohne org. Düngung	64,7	100	86,1	100	94,1	100	103,5	100	104,8	100	90,6	100
9 Stroh+Rübenblatt	63,9	99	90,4	105	102,5	109	112,1	108	114,1	109	96,6	107
10 Stroh+Zw.fr. (Leg.)+R.Bl.	76,8	119	86,6	101	100,5	107	98,6	95	101,5	97	92,8	102
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>68,5</b>	<b>100</b>	<b>87,7</b>	<b>128</b>	<b>99,0</b>	<b>145</b>	<b>104,7</b>	<b>153</b>	<b>106,8</b>	<b>150</b>	<b>93,3</b>	

Tab. 4: Wirkung der organischen und mineralischen N-Düngung auf die Erträge von Winterweizen. Mittel der Jahre 1988, 1991, 1994 und 1997

Organische Düngung	Mineralische N-Düngung kg/ha										Hauptwirkung org. Düngung	
	0		40		80		120		160		dt/ha	rel.
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
<b>Vorfrucht Silomais</b>												
1 Ohne org. Düngung	26,4	100	49,4	100	70,6	100	80,4	100	88,3	100	63,0	100
2 Stallmist	31,6	120	52,1	105	70,2	99	83,6	104	91,4	104	65,7	104
3 Stroh+Zw.fr. (Leg.)	30,1	114	46,9	95	66,2	94	80,7	100	88,3	100	62,6	99
4 Stroh	28,2	107	43,9	89	63,4	90	78,6	98	87,5	99	60,3	96
5 Gülle	38,4	145	56,0	113	74,0	105	88,6	110	93,6	106	70,2	111
6 Stroh+Gülle	37,7	143	55,7	113	77,8	110	87,1	108	94,1	107	70,5	112
7 Stroh+Gülle+Zwfr.(Senf)	36,6	139	55,6	113	76,5	108	88,6	110	95,7	108	70,6	112
<b>Vorfrucht Zuckerrübe</b>												
8 Ohne org. Düngung	25,8	98	46,6	94	62,2	88	77,9	97	86,0	97	59,7	95
9 Stroh+Rübenblatt	35,4	134	55,8	113	69,4	98	84,4	105	89,9	102	67,0	106
10 Stroh+Zw.fr. (Leg.)+R.Bl.	39,8	151	59,8	121	73,3	104	85,5	106	90,5	102	69,8	111
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>33,1</b>	<b>100</b>	<b>52,2</b>	<b>158</b>	<b>70,4</b>	<b>213</b>	<b>83,6</b>	<b>253</b>	<b>90,6</b>	<b>274</b>	<b>66,0</b>	

GD 5 % für organische Düngung = 4,2 dt/ha, für mineralische N-Düngung = 2,2 dt/ha

Tab. 5: Wirkung der organischen und mineralischen N-Düngung auf die Erträge von Wintergerste.  
Mittel der Jahre 1989, 1992, 1995 und 1998

Organische Düngung	Mineralische N-Düngung kg/ha										Hauptwirkung org. Düngung	
	0		30		60		90		120		dt/ha	rel.
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
<b>Fruchtfolge mit Silomais</b>												
1 Ohne org. Düngung	24,7	100	38,4	100	44,9	100	52,3	100	57,9	100	43,6	100
2 Stallmist	25,9	105	35,7	93	46,6	104	54,6	104	59,6	103	44,5	102
3 Stroh+Zw.fr. (Leg.)	22,4	91	32,6	85	44,1	98	53,4	102	59,6	103	42,4	97
4 Stroh	24,6	100	31,6	82	44,1	98	48,8	93	56,6	98	41,1	94
5 Gülle i. Sommer u. Frühj.	29,1	118	37,7	98	51,8	115	56,4	108	62,6	108	47,5	109
6 Gülle (wie 5) + Stroh	27,5	111	37,6	98	46,9	104	55,3	106	64,8	112	46,4	106
7 wie 6 +Zwfr. (Senf)	27,8	113	38,9	101		108	59,4	114	63,9	110	47,7	109
<b>Fruchtfolge mit Zuckerübe</b>												
8 ohne org. Düngung	21,2	86	36,1	94	45,1	100	55,4	106	61,2	106	43,8	100
9 Stroh + Rübenblatt	24,9	101	40,2	105	49,2	110	59,9	115	66,4	115	48,1	110
10 wie 9 + Zwfr. (Leg.)	34,6	140	46,2	120	55,9	124	63,3	121	69,4	120	53,9	124
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>26,3</b>	<b>100</b>	<b>37,5</b>	<b>143</b>	<b>47,7</b>	<b>181</b>	<b>55,9</b>	<b>213</b>	<b>62,2</b>	<b>237</b>	<b>45,9</b>	

GD 5 % für organische Düngung = 4,1 dt/ha, für mineralische N-Düngung = 2,2 dt/ha

#### 4.2 N-Ausgleich bei Strohdüngung

Um die Notwendigkeit und die Höhe eines N-Ausgleichs bei Strohdüngung beurteilen zu können, wurden die Erträge bei Strohdüngung (Versuchsglied 4) denen ohne organische Düngung gegenübergestellt (Abb. 2a und 2b). Im Rahmen der Fruchtfolge blieb das Stroh von Wintergerste und Winterweizen auf den Flächen. Unter Berücksichtigung, dass bei der höchsten N-Stufe (120 kg N/ha bei Wintergerste und 160 kg N/ha bei Winterweizen) der mögliche Optimalertrag nicht erreicht wurde, zeigte sich, dass eine zusätzliche N-Gabe bei Strohdüngung sowohl bei Wintergerste als auch bei Winterweizen in Höhe von rund 15 kg N/ha erforderlich ist.

Abb. 2a: Ertrag von Winterweizen (dt/ha) mit und ohne Strohdüngung in Abhängigkeit von der Höhe der N-Mineraldüngung beim IOSDV Puch (Mittel der Jahre 88, 91, 94, 97)

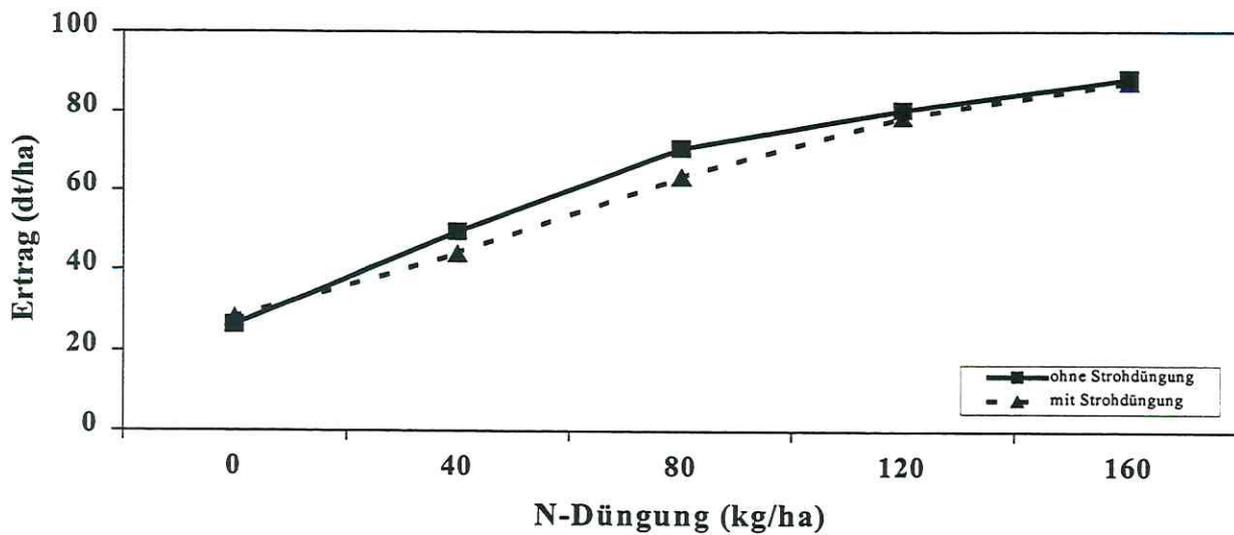
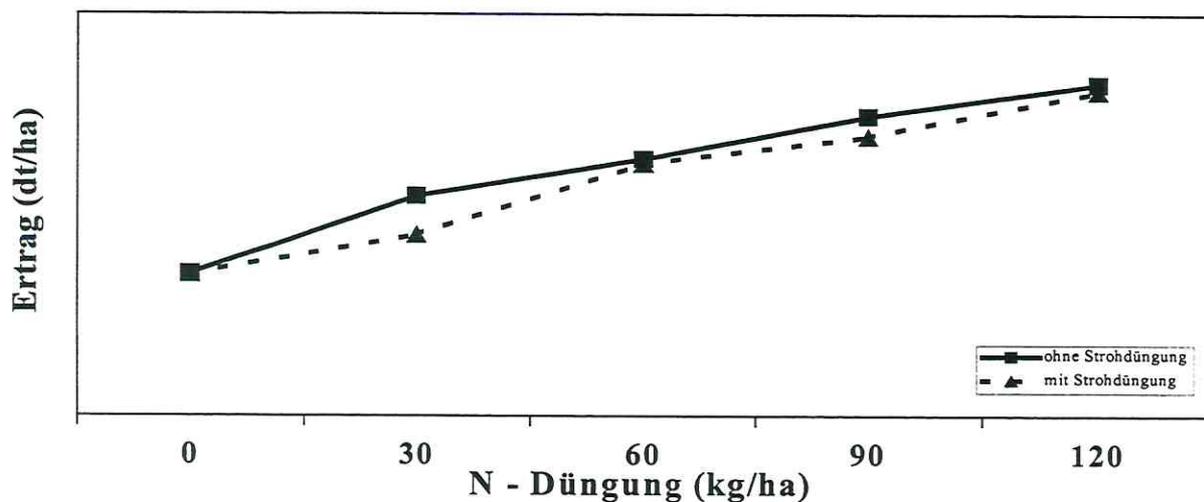


Abb. 2b: Ertrag von Wintergerste (dt/ha) mit und ohne Strohdüngung in Abhängigkeit von der Höhe der N-Mineraldüngung beim IOSDV Puch (Mittel der Jahre 89, 92, 95, 98)



## Schlussfolgerung:

Eine Gesamtübersicht über die Wirkung der organischen Düngung auf den Ertrag ist in der Tabelle 6 enthalten, in der die Erträge von 4 Rotationen (= 12 Jahre) in Getreide-Einheiten dargestellt werden. Gülle, allein oder zusammen mit Stroh bzw. Stroh + Senf-Zwischenfrucht, bringt mittlere Mehrerträge von über 10 GE/ha · a. In der Fruchtfolge mit Silomais folgen Stallmist und Leguminosen - Zwischenfrucht mit mittleren Mehrerträgen von 4,4 bzw. 2,6 GE/ha · a. Die organische Düngung rechnet sich zumeist schon über die erzielbaren Mehrerträge. Dazu kommen in allen Fällen die Neubildung von Humus, die für die Erhaltung von Bodenfruchtbarkeit und anderer Bodenfunktionen unablässig ist. (Körshens 1997).

Tab. 6: Wirkung der organischen und mineralischen N-Düngung auf die Erträge in Getreideeinheiten. Mittel der Jahre 1987 bis 1998

Organische Düngung	Mittlere mineralische N-Düngung kg/ha										Hauptwirkung org. Düngung	
	0		40		80		120		160		GE	rel.
	GE	rel.	GE	rel.	GE	rel.	GE	rel.	GE	rel.		
<b>Fruchtfolge mit Silomais</b>												
1 Ohne org. Düngung	48,8	100	69,3	100	82,0	100	89,5	100	97,3	100	77,4	100
2 Stallmist	54,7	112	73,1	106	85,3	104	94,5	106	101,5	104	81,8	106
3 Stroh+Zw.fr. (Leg.)	53,1	109	70,0	101	84,2	103	92,1	103	100,3	103	80,0	103
4 Stroh	48,2	99	63,9	92	81,6	100	88,1	99	95,8	99	75,5	98
5 Gülle	63,5	130	78,1	113	93,3	114	100,1	112	104,4	107	87,9	114
6 Stroh+Gülle	64,9	133	79,2	114	92,4	113	97,6	109	105,1	108	87,8	114
7 Stroh+Gülle+Zwfr.(Senf)	60,9	125	78,2	113	91,2	111	101,6	114	107,1	110	87,8	114
<b>Fruchtfolge mit Zuckerrübe</b>												
8 Ohne org. Düngung	51,1	100	75,3	100	85,7	100	100,7	100	106,7	100	83,9	100
9 Stroh+Rübenblatt	55,4	108	78,1	104	92,6	108	105,1	104	110,4	103	88,3	105
10 Stroh+Zw.fr. (Leg.)+R.Bl.	68,0	133	81,9	109	96,8	113	102,1	101	110,5	104	91,9	109
<b>Hauptwirkung N-Düngung</b>	<b>56,9</b>	<b>100</b>	<b>74,7</b>	<b>131</b>	<b>88,5</b>	<b>156</b>	<b>97,2</b>	<b>171</b>	<b>103,9</b>	<b>183</b>	<b>84,2</b>	

Die Zufuhr von organischen Stoffen mit engem C/N-Verhältnis (Gülle, Stallmist, Rübenblatt) sowie der Anbau von Leguminosen - Zwischenfrucht führen sowohl zu Ertragssteigerungen als auch zu Humusbildung, während organische Stoffe mit weitem C/N-Verhältnis (Stroh) nur die Humusbildung fördern. Sie können jedoch auch überschüssigen Stickstoff binden.

Die ertragssteigernde Wirkung der organischen Düngung ist über alle mineralischen N-Düngungsstufen erkennbar. Höchsterträge werden durch Zusammenwirkung von organischer und mineralischer N-Düngung erzielt.

Bei Düngung mit Gülle, Stallmist, Rübenblatt und Leguminosen - Zwischenfrucht kann der leicht verfügbare Stickstoff bei der Düngung zur Folgefrucht angerechnet werden.

Bei Strohdüngung ist vor Getreide eine zusätzliche N-Zufuhr von 15 kg N/ha erforderlich.

## Literatur

- Asmus, F. (1992) Einfluss organischer Dünger auf Ertrag, Humusgehalt des Bodens und Humusproduktion. Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, Band 4 Humushaushalt, s. 127-139, Paul Parey Verlag
- Diez, Th. und Krauss, M. (1996) Erträge, Produktqualität und N-Bilanzen im Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerversuch (IOSDV) Puch. Arch. Acker-Pfl. Boden., 40, 107-113
- Diez, Th.; Beck, Th.; Brandhuber, R., Capriel P. und Krauss, M. (1997) Veränderungen der Bodenparameter im Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerversuch (IOSDV) Puch nach 12 Versuchsjahren. Arch. Acker-Pfl. Boden., 41, 113-121
- Diez, Th. und Krauss, M. (1992) Berechnung von Humusbilanzen. Schule und Beratung (Bayern), 06. III-9 bis III-11
- Körschens, M. (1997) Strategien zur nachhaltigen Sicherung der Bodenfunktionen. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 85(II), 941-944
- Körschens, M.; Weigel, A. und Schulz, E. (1998) Turnover of Soil Organic Matter (SOM) and Long-Term Balances-Tools for Evaluating Sustainable Productivity of Soils. Z. Pflanzenernährung, Bodenkunde, 161, 409-424
- Krauss, M., Hege, U. (1999) Erträge und N-Verbleib im Internationalen organischen Stickstoffdauerdüngungsversuch. Arch. Acker-Pfl. Boden., 44, 457-471
- Peschke, H. und Mollenhauer, S. (1999) Einjähriger 15N-Düngungsseitiger Eingriff in das Düngungssystem des Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerversuches (IOSDV) Berlin-Dahlem und die Auswirkungen auf die Weizenerträge 1994 bis 1996. Arch. Acker-Pfl. Boden., 44, 3-23
- Weißbach, F. (1996) Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfuttermitteln mittels einer Cellulosemethode. Rostock, Agrar-und Umweltwiss. Beitr. 5, 327-333



# **ERTRAGSREAKTIONEN VON ZUCKERRÜBEN, WINTERWEIZEN UND WINTERGERSTE IM INTERNATIONALEN ORGANISCHEN STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) RAUSCHHOLZHAUSEN - DEUTSCHLAND**

LOTHAR BEHLE-SCHALK & BERND HONERMEIER

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Justus-Liebig-Universität Giessen,  
Deutschland

## **1. Einleitung**

Die Bewertung und Verwertung von organischen Düngemitteln war und ist ein erhebliches Problem in der Pflanzenproduktion, da ihr Anfall im Betrieb stark an das jeweilige Betriebssystem adaptiert ist. Eine Beurteilung ihrer Wirkung ist nur über sehr lange Zeiträume möglich. Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 1984 der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) am Standort Rauschholzhausen angelegt.

## **2. Der Standort**

Der Boden des Versuchsstandortes ist eine Lößparabraunerde, die im Oberboden einen Tongehalt von 16 - 18 % aufweist. Der Oberboden ist aufgrund starker Degradierungsprozesse sehr strukturschwach und neigt nach Starkregenereignissen sehr häufig zu Verschlammungen, die insbesondere bei der Etablierung des Rübenbestandes Probleme bereiten können. Die leichte Hangneigung der Versuchsfläche hat im bisherigen Verlauf keinerlei Probleme bereitet, d. h. es kam bisher nicht zu Beeinträchtigungen des Versuches durch Erosion. Klimatisch ist der Standort im langjährigen Mittel durch eine Lufttemperatur von 8,0 °C und durch eine Niederschlagssumme von 604 mm/Jahr gekennzeichnet.

### 3. Der Versuch

Bei der Versuchsplanung ging man von der Voraussetzung aus, daß als Kontrollvariante ein Versuchsteil ausschließlich mineralisch versorgt werden soll. Der zweite Teil des Versuchs simuliert einen viehhaltenden Ackerbaubetrieb der eine organische Düngung in Form von Stallmist zur Blattfrucht verabreicht. Die dritte Versuchsvariante stellt einen viehlosen Betrieb dar, der eine organische Düngung in Form von Stroh, Gründüngung und Blattdüngung verabreicht (s. Tab. 1).

**Tab. 1: Versuchsplan des Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerdüngungsversuchs (IOSDV) Rauischholzhausen**

Prüffaktor A - organische Düngung

	Variante A	Variante B	Variante C
Zuckerrüben	ohne org. Düngung	300 dt/ha Stallmist	50 dt/ha Stroh + GD
Winterweizen	ohne org. Düngung	ohne org. Düngung	400 dt/ha Rübenblatt
Wintergerste	ohne org. Düngung	ohne org. Düngung	50 dt/ha Stroh + GD

Prüffaktor B - mineralische N-Düngung (kg N/ha)

	N0	N1	N2	N3	N4
Zuckerrüben	-	50	100	150	200
Winterweizen	-	50	100	150	200
Wintergerste	-	45	90	135	180

Die Anlage des Versuches wurde nach der Ertragsflächenmethode konzipiert. Im Jahr 1995 wurde analog zu den mineralischen Düngungsstufen des alten Versuches eine ergänzende Erweiterung des Versuches in Bezug auf die organische Düngung vorgenommen. Die neue Variante besteht aus der Gabe von 300 dt/ha Frischkompost zu Zuckerrüben, welcher von den kommunalen Kompostierungsanlagen kostenfrei abgegeben wird. Zu den übrigen Versuchsfrüchten wurde keine organische Düngung verabreicht.

### 4. Ergebnisse und Diskussion

Die Darstellung der 3 Versuchsfrüchte Zuckerrüben, Winterweizen und Wintergerste bezieht sich in diesem Beitrag jeweils auf die letzten 3 Rotationen. Berichtet wird zunächst über die Ergebnisse der Zuckerrüben, bei denen in den letzten 2 Versuchsjahren die Sorte Avalon und davor die Sorte Reka angebaut wurde.

**Tab. 2: Rübenenertrag von Zuckerrüben im IOSDV Rauschholzhausen  
(dt TM/ha, Mittel einer 3 jährigen Rotation )**

N-Düngung	Org.-Düngung	1997 - 1999	1994 - 1996	1993 - 1991	Mittel der drei Rotationen
N0	A	104,3	89,2	81,8	91,8
	B	131,9	117,2	114,8	121,8
	C	135,9	108,7	89,4	111,3
N1	A	135,2	151,5	131,4	139,4
	B	149,2	166,1	133,6	149,4
	C	149,1	162,2	132,1	147,8
N2	A	149,5	151,7	143,0	148,1
	B	153,8	163,3	157,6	158,2
	C	151,0	161,5	140,9	151,6
N3	A	150,0	157,5	148,2	151,9
	B	159,7	159,5	147,1	155,4
	C	158,5	154,3	140,2	151,0
N4	A	147,5	156,4	144,1	149,3
	B	152,9	166,3	154,2	157,8
	C	159,9	161,3	140,0	153,7

Die Rübenenertragsergebnisse des Versuches weisen aus, daß eine deutliche Wirkung der organischen Düngung nur im Vergleich zur ungedüngten Variante (N0) bzw. in der niedrigen Variante (N1) feststellbar ist. Ab einer Düngungshöhe von 100 kg N/ha zeigen die Ergebnisse nur noch einen tendenziellen Vorteil der organisch versorgten Varianten auf (vgl. Tab. 2). Eine Erhöhung der N-Düngung auf 150 bzw. 200 kg N/ha erbrachte keinerlei Ertragsverbesserung in Hinsicht auf den Rübenenertrag. Eine Auswertung der Rübenblattgewichte (hier nicht tabellarisch dargestellt) zeigt, daß über alle Düngungsstufen die Blatterträge zugenommen haben. Diese Zunahmen sind in diesem Fall fast linear zur Höhe der N-Düngung. Bei genauerer Betrachtung der Rübenkörpererträge fällt auf, daß die Variante B, die mit 300 dt/ha Tiefstallmist zu Zuckerrüben versorgt wurde, in fast allen Rotationen und Düngungshöhen etwas über den beiden anderen Varianten liegt (s. Tab. 2). Es gelingt also nicht, die positive Wirkung der Stallmistdüngung durch N-Düngung (Variante A) bzw. Stroh- und Gründüngung (Variante C) vollständig auszugleichen.

Als Winterweizensorte wurde in den Versuchsjahren 1991 - 1997 die Sorte „Orestis“ angebaut, im Jahr 1998 wurde die Sorte gewechselt und es ist seitdem die Sorte „Flair“ im Anbau. Die Ergebnisse zu den erzielten Kornerträgen sind in Tabelle 3 dargestellt.

**Tab. 3: Kornerträge von Winterweizen (dt TM /ha) der Versuchsjahre 1991 - 1999 im IOSDV Rauischholzhausen**

N-Düng.	Org. Düngung	1999 - 1997	1996 - 1994	1993 - 1991	Mittel der drei Rotationen
N0	A	24,0	22,8	20,6	22,5
	B	32,9	32,1	31,3	32,1
	C	42,3	41,1	44,2	42,5
N1	A	39,7	45,6	44,0	43,1
	B	48,9	51,5	51,1	50,5
	C	55,0	57,3	56,3	56,2
N2	A	47,3	55,8	55,0	52,7
	B	59,1	59,6	59,1	59,3
	C	62,5	64,5	61,3	62,8
N3	A	57,3	61,6	57,9	58,9
	B	61,4	63,7	61,0	62,1
	C	62,8	65,1	59,4	62,5
N4	A	59,1	63,1	57,8	60,0
	B	62,0	63,7	63,4	63,0
	C	62,0	62,6	60,9	61,9

Der Winterweizen nach Zuckerrüben weist in der Variante C deutliche Ertragsvorteile auf, was auf die Blattdüngung nach Zuckerrüben in dieser Variante zurückzuführen ist. Im Mittel der drei Rotationen konnte in dieser Variante bereits in der N2 – Stufe das Ertragsoptimum ermittelt werden. Insgesamt waren in dieser Variante die Jahresschwankungen am stärksten, da hier die Mineralisationsbedingungen eine erheblich größere Rolle spielten als in den beiden anderen Varianten. Die Stallmistvariante nimmt eine Zwischenstellung zwischen der mineralischen Variante A und der Variante C ein. Sie weist eine sehr gleichmäßige Ertragssteigerung über alle Varianten aus und erreicht ihr Optimum in der N4 – Stufe mit 63,0 dt/ha (s. Tab. 3). Die Begrenzung des Ertrages in der Variante C und auch in der Variante B in den hohen Düngungsstufen trat im Regelfall durch Lagerbildung auf. Es war aber trotz dieser negativen Effekte nicht möglich, durch ausschließlich mineralische Düngung eine vollständige Kompensation der positiven Effekte der organischen Düngung herbeizuführen.

Die Wintergerste als dritte Versuchsfrucht stellt die abtragende Frucht des Versuches dar. Im Versuch wurde bis zum Jahr 1998 die Sorte „Mammut“ angebaut. In diesem Jahr kam es zu

einem sehr starken Befall mit durch den Bodenpilz *Polymixa graminis* übertragenen Gerstengelbmosaikvirus (BaYMV) im Versuch, was einen Wechsel auf die resistente Sorte „Theresa“ notwendig machte. In der folgenden Tabelle 4 sind nun in analoger Form zu den oben aufgeführten Tabellen die Kornerträge der Wintergerste dargestellt.

**Tab.4: Kornerträge von Wintergerste (dt TM/ha) der Versuchsjahre 1991 - 1999 im IOSDV Rauschholzhausen**

N-Düngung	Org. Düngung	1999 - 1997	1996 - 1994	1993 - 1991	Mittel der drei Rotationen
N0	A	25,4	26,5	21,6	24,5
	B	31,0	33,0	27,6	30,5
	C	34,7	39,9	26,7	33,8
N1	A	43,0	49,4	44,3	45,6
	B	48,7	53,4	50,0	50,7
	C	48,7	60,0	50,2	53,0
N2	A	50,4	60,5	52,8	54,6
	B	53,7	64,8	58,9	59,1
	C	53,2	71,0	60,2	61,5
N3	A	53,5	69,3	56,8	59,9
	B	52,8	70,2	59,2	60,8
	C	52,8	71,0	60,7	53,9
N4	A	55,4	72,1	60,6	62,7
	B	53,4	70,9	61,6	62,0
	C	55,0	70,6	62,7	62,8

Die Erträge der Wintergerste waren in der Rotation 1999 - 1997 sehr stark durch den Befall mit dem Gelbmosaikvirus (BaYMV) geprägt, wodurch der Kornertrag stark abgefallen ist und eine massive Beeinträchtigung der Ertragsbildung zu verzeichnen war. Hierdurch lagen die Erträge in den hoch gedüngten Varianten nur auf sehr niedrigem Niveau, was eine Aussage zur Wirkung der organischen Düngung erheblich erschwert (s. Tab. 4). In den vorherigen Rotationen zeigte sich jedoch ein stärker differenziertes Bild. Die Kornerträge der organischen Düngungsvarianten B und C lagen in den niedrigen N-Stufen deutlich über der mineralischen Variante A. Anders als bei den beiden vorherigen Versuchsfrüchten war es jedoch möglich, durch Erhöhung der mineralischen Düngung ein gleiches Ertragsniveau in dieser Variante zu erzielen. Auffallend ist, daß in der Variante C mit Stroh- und Gründüngung

und entsprechend durchgeführter N-Düngung zur Gründüngung kein deutlich besseres Ergebnis als in den anderen Varianten zu erzielen war, obwohl über die potentiell mögliche Mineralisierung der organischen Substanz in dieser Variante, insbesondere gegenüber der bereits 2 Jahre zurückliegenden Stallmistdüngung, ein besserer Ertrag erwartet werden konnte.

Als zusätzliche Versuchsvariante des IOSDV ist im Jahr 1997 erstmals eine Biokompostdüngung eingeführt worden. Diese Variante, als neue Form der organischen Düngung, kann jedoch noch nicht ausgewertet werden, da erst der Abschluß einer vollen Rotation abgewartet werden muß. Über die Ergebnisse dieser Prüfglieder sowie über die Effekte des IOSDV auf die Bodeneigenschaften wird in zukünftigen Publikationen berichtet.

**DER INTERNATIONALE ORGANISCHE  
STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH  
(IOSDV) SPEYER - DEUTSCHLAND**

REINER BISCHOFF<sup>1</sup>

*Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer  
Rheinland – Pfalz - Deutschland*

## 1. EINLEITUNG

Die Bodenfruchtbarkeit als eine wesentliche Größe des Ertragsvermögens eines Standortes beruht zu einem großen Teil auf den Eigenschaften der organischen Substanz des Bodens sowie deren Umsetzungsprozessen. Von großer Bedeutung ist dabei das Wechselspiel mit dem Bodenstickstoff, das wiederum durch Bodeneigenschaften und Witterungsverhältnisse beeinflusst wird. Standorteinflüsse sind nur durch gleiche Feldversuche in langen Zeiträumen zu erfassen. Vor diesem Hintergrund wurde von der internationalen Arbeitsgruppe, die sich mit der Durchführung von Dauerversuchen beschäftigt, im Anschluß an die zwei vorhergehenden Versuchsreihen im Jahr 1983 der IOSDV geplant. Er wurde auf zahlreichen Standorten in Europa angelegt. Die bisherigen 15 Versuchsjahre werden nun ausgewertet. Der Frageschwerpunkt liegt auf dem Komplex der standortspezifischen Wechselwirkung von organischer und mineralischer Düngung sowie der Wirkung auf die Standortproduktivität, die dem Ertrag in Abhängigkeit von Klima, Bodenfruchtbarkeit, Pflanze und Bewirtschaftung im Laufe der Jahre entspricht (Boguslawski, E. v. 1992. Agribiol. Res. 45.1.37-54). In Speyer wurde der IOSDV im Herbst 1983 auf der Versuchsstation Rinkenbergerhof angelegt.

## 2. STANDORT

### *2.1 Die Lage*

Naturraum und Geologie: Der Standort liegt am nördlichen Rand des Oberrheingrabens zwischen Pfälzerwald und Odenwald im Vorderpfälzer Tiefland.

Geographische Lage:      49° 22"    nördliche Breite              8°25" östliche Länge

Höhenlage:                      99 m über NN

---

<sup>1</sup> Dr. Reiner Bischoff, Landwirtsch. Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer/Rh.

## 2.2 Der Boden

In der Region befinden sich diluviale Sande und Schneckensande über Kiesen und Sanden und einer mehr oder weniger starken Rheinweißschicht als Ablagerung des Rheinstroms. Diese Böden werden wegen der milden Klimalage und den Beregnungsmöglichkeiten intensiv landwirtschaftlich genutzt. Bedingt durch den geringen Feinbodenanteil (**siehe Tabelle 1**), haben die Böden eine geringe Wasserkapazität. In Verbindung mit dem relativ niedrigen Grundwasserstand von ca. 3 m führt das in Trockenperioden oft zu Schädigungen der Kulturpflanzen. In diesen Phasen wird die Feldberegnung eingesetzt.

Die Struktur dieser Böden ist durch den niedrigen Humusgehalt und den hohen Sandgehalt sehr instabil. Sie neigen in der Krume und an der Oberfläche relativ stark zur Verdichtung. Die Flächen unterliegen im trockenen Zustand auch einer gewissen Winderosion, dabei wird auch organische Substanz ausgeblasen. In den tieferen Bodenschichten nimmt der Sandanteil zu, es erfolgt ein Übergang zu kiesigem Material. Bänder mit höherem Tonanteil, in wechselnder Stärke und unterschiedlichem Abstand zur Bodenoberfläche, beeinflussen den Wasserhaushalt, es kommt auch teilweise zu Staunässe auf den Böden.

**Tabelle 1 Bodendaten**

Bodentyp:	Braunerde-Gley	<b>physikalische Bodenkennwerte</b>	
Bodenart:	stark schluffiger bis anlehmgiger Sand	Ton < 2,0µm	8,9 %
Durchwurzelungstiefe/		Feinschluff 6,3 – 2,0 µm	3,6 %
Gründigkeit	200 cm	Mittelschluff 20 - 6,3 µm	6,8 %
<b>chemische Bodenkennwerte</b>		Grobschluff 60 – 20 µm	12,3 %
C <sub>org</sub> -Gehalt	0,72 %	Feinsand 200 – 63 µm	22,6 %
N <sub>t</sub>	0,07 %	Mittelsand 630 – 200 µm	39,6 %
C/N Verhältnis	10,4	Grobsand 2000 - 630 µm	6,2 %
pH-Wert	6,9	Spezifisches Gewicht	2,63 g/cm <sup>3</sup>
Phosphor (P)	20 mg/100g Boden	Lagerungsdichte	1,52 g/cm <sup>3</sup>
Kalium (K)	20 mg/100g Boden	Hygroskopizität	2,07 M %
Magnesium (Mg)	11 mg/100g Boden	Permanenter Welkepunkt	2,50 V

## 2.3 Witterung

**Tabelle 2 Witterungsdaten des Versuchsstandortes**

### Niederschlagssumme ( mm)

J/Mon	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Su
1984	49	44	16	33	115	71	48	36	67	44	38	22	583
1985	31	23	48	26	73	54	52	60	10	9	48	40	475
1986	47	3	55	71	54	42	47	60	90	49	34	35	588
1987	18	31	36	26	73	99	71	49	36	64	61	24	587
1988	65	55	92	24	99	50	69	24	66	55	33	51	683
1989	11	33	28	106	40	44	81	33	12	32	48	75	543
1990	36	87	20	35	17	86	48	31	60	53	69	54	594
1991	32	14	31	23	15	50	45	8	43	24	54	34	372
1992	36	29	41	24	23	136	151	49	33	86	71	35	716
1993	24	9	11	29	55	25	62	17	99	75	18	124	547
1994	52	31	39	56	94	72	28	89	96	26	25	29	636
1995	71	31	52	55	78	52	110	128	72	39	40	46	773
1996	4	38	27	13	84	95	58	50	14	77	104	35	598
1997	25	67	31	24	60	81	95	24	13	34	73	42	569
1998	52	17	36	133	38	42	45	16	77	95	61	29	641
1999	37	49	66	34	53	41	52	30	47	34	21	99	563
<b>M 84/99</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>592</b>
<b>Lj. M</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>583</b>

### Mittlere Tagestemperatur °C

Jahr/Mon	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	M
1984	2,9	1,8	3,6	8,2	11,6	15,3	18,2	18,1	14,1	11,0	5,3	2,3	9,4
1985	-3,7	-2,2	5,6	9,5	14,5	15,7	20,2	18,4	15,3	9,3	1,6	4,7	9,1
1986	2,3	-3,9	4,5	7,6	15,4	18,0	18,9	18,2	12,6	10,4	6,3	3,3	9,5
1987	-4,2	1,6	3,2	11,2	11,1	15,8	19,0	17,7	17,0	10,6	5,8	3,2	9,3
1988	4,9	3,6	5,2	10,0	15,6	16,7	18,5	19,1	14,5	11,1	3,6	4,9	10,6
1989	3,1	4,2	8,9	8,4	16,0	17,1	20,2	19,0	15,5	11,3	3,0	3,4	10,8
1990	3,3	7,3	8,5	9,1	16,3	16,7	19,4	20,4	13,4	11,2	5,8	1,8	11,1
1991	2,6	-1,0	8,2	8,8	11,8	16,0	22,1	21,0	16,8	8,9	4,8	1,0	10,1
1992	1,8	3,5	6,8	9,9	16,7	18,4	20,6	21,2	14,9	8,8	7,4	2,3	11,0
1993	4,8	0,3	5,7	12,6	16,1	18,5	18,9	18,7	14,0	9,0	1,7	5,4	10,5
1994	4,2	2,4	9,1	9,6	14,5	18,5	23,7	19,2	14,9	8,8	8,8	5,4	11,6
1995	2,1	6,6	5,0	10,7	14,0	16,2	22,2	18,9	13,7	13,1	4,4	0,8	10,6
1996	-0,4	0,6	4,2	10,2	12,8	17,8	18,3	18,6	12,3	10,2	6,1	-0,7	9,2
1997	-3,0	5,9	8,3	8,6	14,6	17,4	18,9	23,0	15,0	9,0	5,4	3,8	10,6
1998	3,5	4,6	7,3	10,1	16,0	18,8	18,7	19,2	14,6	10,6	3,1	2,6	10,8
1999	4,2	2,0	7,1	11,0	16,0	17,7	21,5	19,4	18,3	10,0	4,6	3,4	12,0
<b>M 84/99</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	<b>6,3</b>	<b>9,7</b>	<b>14,6</b>	<b>17,2</b>	<b>20,0</b>	<b>19,4</b>	<b>14,8</b>	<b>10,2</b>	<b>4,9</b>	<b>2,9</b>	<b>10,4</b>
<b>Lj.M</b>	<b>0,9</b>	<b>2,1</b>	<b>5,6</b>	<b>9,3</b>	<b>13,8</b>	<b>16,9</b>	<b>19,0</b>	<b>18,2</b>	<b>14,6</b>	<b>10,0</b>	<b>4,9</b>	<b>2,0</b>	<b>9,8</b>

Die Niederschlagsverteilung ist im langjährigen Mittel dem Vegetationsverlauf recht gut angepasst (**Tabelle 2**), in einzelnen Jahren treten jedoch in der Vegetationszeit oft längere Trockenperioden auf. Auch die Jahresmittelwerte streuen erheblich. Im Versuchszeitraum (1984 bis 1999) lagen die Jahresniederschläge zwischen 372 mm und 773 mm. In niederschlagsreichen Jahren fallen die erhöhten Regenmengen insbesondere in den Sommermonaten als Gewitterregen (1992, 1995). Trockenperioden treten öfters sowohl im Frühjahr als auch im Spätsommer auf. Die mittlere Jahrestemperatur schwankte zwischen 9,1 °C und 12,0 °C. Abweichungen von den Mittelwerten kommen in allen Jahreszeiten vor. In Relation zum langjährigen Mittel liegen die mittleren Temperaturen im Versuchszeitraum insbesondere im Januar, sowie im Juli und August deutlich höher.

### 3. DER VERSUCH

#### Prüffaktoren und Stufen

Im IOSDV Speyer wurde die **organische Düngung** in drei Stufen variiert (**siehe Tabelle 3**). **Variante 1.** (Kontrolle) erhielt keine organische Düngung. Auch Stroh und Rübenblatt wurden abgefahren. **Variante 2.** (Stallmist) erhielt im Herbst vor Zuckerrüben 300 dt Stallmist/ha. Die folgenden Kulturen erhielten keine organische Düngung. **Variante 3.** (Ernte-Reste) erhielt vor Zuckerrüben 50 dt TM Stroh/ha und den Aufwuchs von Ölrettich als Zwischenfrucht. Zur Zwischenfruchtansaat wurden 50 kg Stickstoff/ha gedüngt. Von Zuckerrüben wurde der durchschnittliche Blattertrag nach der Ernte eingearbeitet. Im Mittel der Versuchsjahre und Felder waren es 40 dt TM/ha. Wintergerste erhielt 50 dt TM Weizenstroh/ha und in der ersten Rotation, zur Förderung der Strohrotte, 50 kg Stickstoff/ha. Im Mittel der Jahre und Felder wurden auf Variante 2. durch Stallmist, zusätzlich zur mineralischen N-Düngung 49 kg N/ha gegeben. Variante 3. erhielt insgesamt durch Erntereste und mineralische N-Düngung zur Zwischenfrucht und zur Förderung der Strohrotte 72 kg N/ha (**siehe Tabelle 3**). Als weiterer Prüffaktor wurde die **mineralische Stickstoffdüngung** in fünf Stufen gesteigert. Die Stufen wurden so gewählt, dass das Ertragsoptimum überschritten werden sollte. Die N-Düngung wurde zu Zuckerrüben in allen Stufen und zu Getreide in der Stufe N1, in 2 Gaben und in den höheren N-Stufen bei Getreide in 3 Gaben aufgeteilt.

Der IOSDV wurde in einer 3-feldrigen Fruchtfolge, mit den Kulturen Zuckerrübe - Winterweizen - Wintergerste angelegt. Im ersten Versuchsjahr wurde aus zeitlichen Gründen Sommergerste an Stelle von Wintergerste angebaut. Es standen in jedem Jahr alle drei Kulturen auf der Fläche. Die Versuchsvarianten waren auf den drei Feldern nach gleichem Schema in drei hintereinander liegenden



**Tabelle 3** Organische Düngung und mineralische N-Düngung der Kulturen

<i>Fruchtart / Varianten</i>	<i>Zuckerrüben</i>	<i>Winterweizen</i>	<i>Wintergerste</i>	<i>mittlere jährl.Nährstoffgaben</i>		
				<i>kg/ha</i>		
<b>Organische Düngung</b>				N	P	K
1. Kontrolle	-	-	-	-	-	-
2. Stallmist	300 dt FM/ha	-	-	49,0	16,0	78,2
3. Stroh Rübenblatt Zwischenfr.	50 dt TM/ha Ölrettich	- Ø40 dt TM/ha	50 dt TM/ha	72,0	9,3	111,5
<b>Mineralische N-Düngung (kg N/ha)</b>						
.1 (N0)	0	0	0			
.2 (N1)	60	60	50			
.3 (N2)	120	120	100			
.4 (N3)	180	180	150			
.5 (N4)	240	240	200			

Die Bestände wurden bei Bedarf einheitlich mit Pflanzenschutzmitteln behandelt und in Trockenperioden zusätzlich beregnet.

#### 4. ERGEBNISSE

##### 4.1. Erträge

##### *Zuckerrüben*

Die mittleren Zuckerrübenenerträge des Versuchszeitraumes stiegen mit steigender N-Düngung in allen organischen Düngungsstufen bis zur höchsten N-Stufe an (**siehe Tabelle 4**). Allerdings geht der Ertragszuwachs mit zunehmender N-Düngung deutlich zurück. In allen org. Düngungsvarianten deutet sich bei der mineralischen Düngung von 120 kg N/ha (N2) das Ertragsoptimum an. Im Mittel des Versuchszeitraumes bringt die Stallmistdüngung den höchsten Rübenenertrag. In Variante 3 (E-Reste) wird die positive Wirkung der Gründüngung besonders in den Stufen N0 und N1 mit zunehmender

Versuchsdauer sichtbar. Von 1990 bis 1993 fielen die Rübenerträge durch den Befall mit *Rhizomania* sehr stark ab. In diesem Zeitraum lassen sich keine Beziehungen zur Düngung ableiten.

**Tabelle 4: Erträge von Zuckerrüben im IOSDV-Speyer bei steigender N-Düngung, in Abhängigkeit von der organischen Düngung, jeweils im 3-jährigen Mittel (dt TM/ha)**

Zeitraum Variante	1984-1986 I	1987-1989 II	1990-1992 III	1993-1995 IV	1996-1998 V	1984-1999 Mittel
<b>Kontrolle</b>						
1,1	127,0	88,8	50,8	62,7	79,1	78,6
1,2	144,5	118,4	63,7	86,4	114,4	105,6
1,3	180,0	128,7	75,1	107,2	145,7	128,4
1,4	168,8	135,2	86,0	112,9	152,2	130,9
1,5	162,1	145,9	78,2	128,3	168,8	137,8
Ø	<b>156,5</b>	<b>123,4</b>	<b>70,7</b>	<b>99,5</b>	<b>132,0</b>	<b>116,3</b>
<b>Stallmist</b>						
2,1	150,5	87,9	49,1	83,3	97,5	92,1
2,2	157,3	115,6	60,7	101,8	129,8	114,0
2,3	174,6	137,4	75,8	117,8	146,9	132,9
2,4	157,0	138,8	73,5	122,0	157,2	131,2
2,5	174,2	149,4	65,1	135,9	163,1	140,1
Ø	<b>162,7</b>	<b>125,8</b>	<b>64,8</b>	<b>112,2</b>	<b>138,9</b>	<b>122,1</b>
<b>E-Reste</b>						
3,1	110,0	89,8	47,3	83,9	109,4	88,4
3,2	132,2	109,6	62,2	115,7	141,9	115,1
3,3	145,7	115,8	64,0	127,7	152,4	123,8
3,4	165,8	118,8	68,7	126,0	159,2	130,3
3,5	159,5	132,9	70,1	132,0	160,1	133,3
Ø	<b>142,6</b>	<b>113,4</b>	<b>62,4</b>	<b>117,1</b>	<b>144,6</b>	<b>118,2</b>

#### *Winterweizen*

Bei Winterweizen steigen mit zunehmender mineralischer N-Düngung die Erträge in der Kontrolle (ohne org. Düngung) und in der Variante 2. (Stallmist zu ZR) bis zur höchsten Stufe an (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Winterweizen-Kornerträge im IOSDV-Speyer bei steigender N-Düngung, in Abhängigkeit von der organischen Düngung, jeweils im 3-jährigen Mittel (dt TM/ha)**

Zeitraum Variante	1984-1986 I	1987-1989 II	1990-1992 III	1993-1995 IV	1996-1998 V	1984-1999 Mittel
<b>Kontrolle</b>						
1.1	20,5	20,6	19,5	19,5	20,2	19,8
1.2	32,8	40,1	39,5	39,0	44,5	39,3
1.3	44,2	51,2	47,4	50,7	57,6	50,5
1.4	45,6	54,2	52,3	52,6	63,6	54,0
1.5	50,4	57,1	53,7	56,0	67,0	56,8
Ø	<b>38,7</b>	<b>44,6</b>	<b>42,5</b>	<b>43,6</b>	<b>50,6</b>	<b>44,1</b>
<b>Stallmist</b>						
2.1	20,8	29,7	25,6	23,8	24,7	24,8
2.2	39,4	47,8	43,9	43,8	48,1	44,7
2.3	48,5	58,0	54,3	54,8	60,9	55,5
2.4	47,9	57,8	54,8	57,6	65,8	57,0
2.5	54,8	56,3	53,0	60,3	66,5	58,1
Ø	<b>42,3</b>	<b>49,9</b>	<b>46,3</b>	<b>48,1</b>	<b>53,2</b>	<b>48,0</b>
<b>E-Reste</b>						
3.1	28,7	30,8	35,1	30,9	32,7	31,7
3.2	40,5	47,8	49,6	48,3	53,1	48,3
3.3	44,4	53,4	52,4	53,8	62,0	53,8
3.4	44,9	54,6	53,3	57,7	64,9	55,7
3.5	50,2	50,9	53,8	55,7	62,0	55,0
Ø	<b>41,7</b>	<b>47,5</b>	<b>48,8</b>	<b>49,3</b>	<b>54,9</b>	<b>48,9</b>

In Variante 3 (E-Reste, Rübenblatt) zeigt sich bei der höchsten N-Stufe eine Ertragsdepression. Das Ertragsoptimum liegt im Bereich N2/N3. Die Rübenblattdüngung wirkt sich in der Stufe N0 besonders deutlich aus, im Vergleich zur Kontrolle beträgt der Mehrertrag 12 dt TM/ha. Die Stallmist – Nachwirkung ist mit 5 dt Mehrertrag je ha erheblich schwächer.

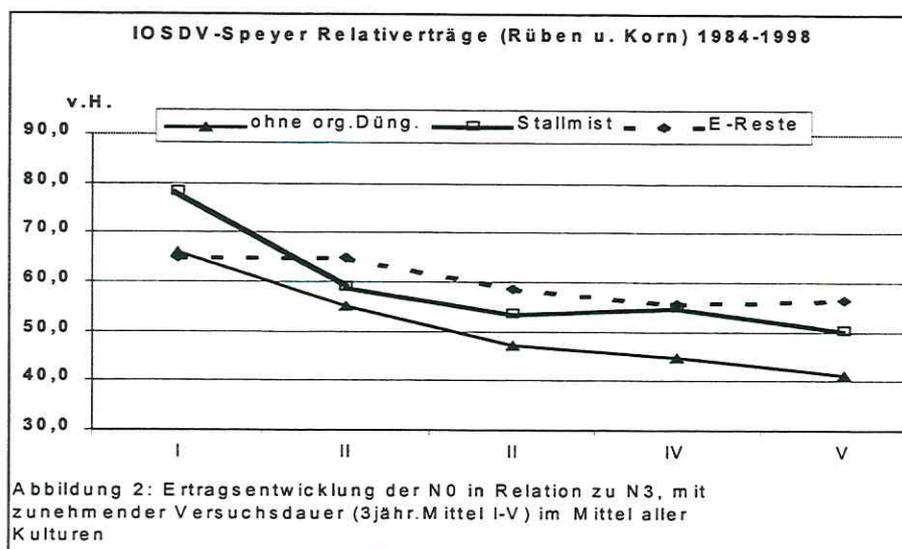
Insgesamt sind bei Winterweizen die Kornerträge mit zunehmender Laufzeit des Versuchs angestiegen, lediglich in der Kontrolle ist in Variante N0 der Ertrag konstant geblieben und somit in Relation zum

Optimalertrag zurück gegangen. In Variante 2 und 3 blieben die Weizenerträge in der Stufe N0 ebenfalls konstant bzw. stiegen in der Tendenz an.

### Wintergerste

Bei Wintergerste steigen die Kornerträge mit steigender mineralischer N-Düngung, im Mittel der Versuchsjahre, in den organischen Düngungsvarianten bis zur Stufe N3 (150 kg N/ha) an und fallen mit der nächst höheren N-Stufe wieder etwas ab (siehe Tabelle 6). In den höchsten N-Stufen wurde der Ertrag durch Lager begrenzt. Über den gesamten Versuchszeitraum ist eine positive Wirkung der organischen Düngung, insbesondere bei niedriger N-Düngung festzustellen, während die Maximalerträge sich zwischen den organischen Düngungsvarianten nicht unterscheiden.

Im Mittel aller Kulturen wurden jeweils 3-jährige Mittelwerte für die Erträge von Korn und Rüben gebildet und die Erträge der Stufen N0 in Relation zur Stufe N3 gestellt (Abbildung 2). Es zeigt sich



eine deutliche Abhängigkeit der Beziehung zur organischen Düngung. Ohne organische Düngung werden nach 12 bis 15 Jahren Versuchsdauer nur noch ca. 40 % des Optimalertrages erzielt. Bei Stallmistdüngung sind es 50 % und mit Düngung der E-Reste ca. 55 %. Während ohne organische Düngung in der Stufe N0 die Erträge noch weiter absinken, zeigt sich in der Variante E-Reste eine gewisse Stabilisierung. In der Variante mit Stallmistdüngung sind die Erträge der Stufe N0 in den

ersten Versuchsjahren ebenfalls deutlich abgefallen, sie blieben aber in den letzten Jahren relativ konstant.

**Tabelle 6: Wintergerste - Kornerträge im IOSDV-Speyer bei steigender N-Düngung, in Abhängigkeit von der organischen Düngung, jeweils im 3-jährigen Mittel**

Zeitraum Variante	1984-1986 I	1987-1989 II	1990-1992 III	1993-1995 IV	1996-1998 V	1984-1999 Mittel
<b>Kontrolle</b>						
1.1	23,6	25,7	18,5	16,3	12,2	19,3
1.2	40,4	43,5	34,0	38,8	34,7	38,0
1.3	47,5	54,8	44,7	46,6	46,3	47,8
1.4	45,4	55,5	49,4	55,1	55,6	52,3
1.5	43,5	44,3	48,6	50,4	57,6	49,2
Ø	40,1	44,7	39,0	41,4	41,3	41,3
<b>Stallmist</b>						
2.1	25,6	29,9	21,6	20,6	18,3	23,4
2.2	40,9	48,9	37,7	42,9	41,5	42,5
2.3	49,0	55,8	48,8	49,4	52,0	51,1
2.4	46,6	53,5	51,4	53,0	56,7	52,9
2.5	42,0	44,1	49,0	48,2	59,6	49,1
Ø	40,8	46,5	41,7	42,8	45,6	43,8
<b>E-Reste</b>						
3.1	27,1	26,0	18,6	17,4	17,8	21,6
3.2	42,4	45,6	37,3	41,9	39,7	41,6
3.3	48,9	52,3	49,4	49,9	50,1	50,3
3.4	44,6	52,8	50,0	54,5	58,9	52,8
3.5	41,7	42,8	48,3	53,7	57,6	49,4
Ø	40,9	43,9	40,7	43,5	44,8	43,1

## 5. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Auf dem Versuchsstandort ist durch die geringe Bodenqualität eine starke Wirkung der organischen und mineralischen N-Düngung auf die Erträge festzustellen. In den höheren N-Stufen sind erwartungsgemäß die Ertragsunterschiede zwischen den org. Düngungsvarianten nicht vorhanden bzw. erheblich geringer als in den niedrigen Stufen bzw. in Stufe N0. Bei Weizen und Gerste ist die positive Wirkung der organischen Düngung auch noch in den Stufen N1 und N2 festzustellen, dagegen bei Zuckerrüben nur noch in der Stufe N1. Aus den Ergebnissen ist zu folgern, dass die Wirkung der organischen Dünger überwiegend auf dem größeren Stickstoffangebot beruht. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass die Wasserversorgung weitgehend durch zusätzliche Beregnung gesichert wird. Die direkte Stickstoffwirkung wurde auch an dem Anstieg der Rohproteingehalte durch die organische Düngung festgestellt. Es zeigte sich, dass in Stufe N0 durch die organische Düngung der Ertrag aller Kulturen deutlich anstieg, bei gleichem Rohproteingehalt, aber in Stufe N1 und N2 auch der Rohproteingehalt erhöht wurde (Bischoff, R. u. Emmerling, R., 1989). Da es auf dem Standort, bedingt durch das milde Klima und den gut belüfteten Boden, zu einer intensiven Mineralisierung der organischen Substanz kommt, steht der darin gebundene Stickstoff den Kulturen weitgehend zur Verfügung und kann bei suboptimaler N-Düngung von den Kulturen in Ertrag umgesetzt werden. Bei höherem Düngungsniveau reduzieren sich die Vorteile gegen Null, wenn die Wasserversorgung gesichert ist. Es besteht offensichtlich die Möglichkeit, auch einen Teil der E-Reste für andere Zwecke zu verwenden, ohne dass ein Verlust an Bodenfruchtbarkeit eintritt. Dieses kann langfristig von Bedeutung sein, wenn Biomasse als nachwachsende Energie- und Rohstoffquelle noch weiter an Bedeutung gewinnt.

## 6. BISHERIGE PUBLIKATIONEN VOM VERSUCH

Bischoff, R.: Arch. Acker- Pfl. Boden., 1995. Vol.39, pp. 461 –4 71

Bischoff, R.: Arch. Acker- Pfl. Boden., 1997. Vol.42, pp. 57 - 65

Bischoff, R.: Nährstoffentzüge einer 3 feldrigen Fruchtfolge mit differenzierter organischer Düngung und steigenden Nährstoffgaben. VDLUFA-Schriftenreihe 30. 531 - 536. 1989

Kwast, A.; Klasink, A. u. Bischoff, R.: Einfluß der Bewirtschaftungsweise auf die Netto-N-Mineralisation und N-Bilanz in Dauerversuchen. VDLUFA Schriftenreihe 38. 159 - 163, 1994



# DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) WIEN - ÖSTERREICH

JOHANNES HÖSCH<sup>1</sup>, GEORG DERSCH und HEIDE SPIEGEL

## 1. Der Standort

Die Versuchsstation Fuchsenbigl liegt auf 48° 12' nördlicher Breite und 16° 44' östlicher Länge und 147 m über NN östlich von Wien im mittleren Marchfeld, einer Landschaft, die im wesentlichen von der Donau gebildet und geformt wurde (siehe auch Tabelle 1).

Über einer tertiären Unterlage befinden sich mächtige Aufschüttungen von Donauschottern. Die Oberkante dieser Schotterschicht weist vielfach Niveauschwankungen von 1 - 2 m auf. Über dem Schotter wurde eine Schicht aus lehmig schluffig bis schluffig lehmigen Schwemmaterialien abgelagert, darüber liegt eine geringmächtige Lößdecke von 30 bis 100 cm.

Tabelle 1: Lagebeschreibung des Versuchstandortes Fuchsenbigl

Geographische Lage:	48° 12' nördliche Breite 16° 44' östliche Länge
Höhenlage:	147 m über NN
Mittlerer Jahresniederschlag:	529 mm
Mittlere Jahrestemperatur:	9,4 °C
Bodentyp:	Tschernosem
Ausgangsgestein:	Löß
Bodenart:	lehmiger Schluff bis sandiger Lehm
Mittlerer Grundwasserstand:	4,3 m
Durchwurzelungstiefe/Gründigt.	110 cm

Der Bodentyp des Standortes ist laut österreichischer Bodenkartierung ein mäßig trockener Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten mit hoher Speicherkraft, mäßiger Durchlässigkeit und ist demgemäß als hochwertiges Ackerland zu bewerten. Eine Übersicht der standortspezifischen chemischen und physikalischen Bodenparameter ist in der Tabelle 2 angeführt.

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Johannes Hösch, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Abteilung Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien, Österreich

Tabelle 2: Chemische und physikalische Bodeneigenschaften zu Versuchsbeginn

Chemische Bodeneigenschaften		Physikalische Bodeneigenschaften	
Humus	2,54 %	Ton	<2,0 µm 25,24 %
N <sub>org</sub> -Gehalt	0,18 %	Feinschluff	2,0-6,3 µm 9,30 %
C/N Verhältnis	8,2	Mittelschluff	6,3-20 µm 12,40 %
pH-Wert	7,5	Grobschluff	20-63 µm 24,80 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL)	15,4 mg/100 g Boden	Feinsand	63-200 µm 25,82 %
K <sub>2</sub> O (CAL)	14,5 mg/100 g Boden	Mittelsand	200-630 µm 2,45 %
CaCO <sub>3</sub> (Scheibler)	16,8 Gew.%	Grobsand	630-2000 µm 0 %
Austauschkapazität	27 mval/100 g Boden		

Der Versuchsstandort liegt klimatisch in einem Übergangsbereich zwischen dem westeuropäischen Klimaraum, der milde Winter und feuchte, verhältnismäßig kühle Sommer aufweist und dem kontinentalen osteuropäischen Klimaraum, der durch kalte Winter und trockene, heiße Sommer gekennzeichnet ist. Nach pflanzengeographisch-klimatologischen Gesichtspunkten gehört der Standort zum Pannonikum, also einem Gebiet mit viel Sonnenschein, hohen Temperatursummen in der Vegetationsperiode und relativ geringen Niederschlägen. In Tabelle 3 und Tabelle 4 sind die monatlichen Niederschlagssummen und die durchschnittlichen Monatstemperaturwerte der Versuchsjahre angeführt.

Tabelle 3: Monatliche Niederschlagssummen am Standort Fuchsenbigl (1986-1999) in mm

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
1986	26,5	35,1	19,9	13,9	44,7	55,9	9,3	57,8	29,2	33,5	30,1	31,8	387,7
1987	45,9	46,9	32,6	11,9	95,0	70,9	53,4	48,3	34,2	31,4	30,8	51,6	552,9
1988	17,8	79,8	57,6	13,8	33,2	42,5	35,6	64,6	79,8	12,3	19,2	57,7	513,9
1989	7,4	18,6	16,5	37,1	65,2	83,3	47,0	80,6	58,5	31,9	18,8	9,1	474,0
1990	1,5	51,8	26,0	70,9	30,5	88,9	39,3	20,3	62,0	35,0	43,6	36,6	506,4
1991	8,2	1,7	30,4	23,4	134,0	63,9	53,9	37,4	20,2	22,0	81,3	47,8	524,2
1992	15,0	14,3	77,2	19,6	18,9	97,3	38,0	2,7	35,5	55,0	61,6	41,6	476,7
1993	25,1	11,4	22,1	20,4	15,4	49,9	98,9	68,1	33,2	70,7	36,3	49,6	501,1
1994	26,0	9,3	31,3	70,2	47,2	60,5	60,6	39,6	44,9	59,8	44,2	39,1	532,7
1995	17,4	34,8	53,4	67,8	54,4	133,1	34,5	72,4	136,4	5,8	53,8	46,9	710,7
1996	36,9	22,1	14,0	95,5	104,6	87,2	34,1	71,0	66,3	30,9	20,2	16,0	598,8
1997	7,2	13,2	49,6	25,5	67,2	68,6	226,2	13,3	18,8	23,0	76,3	37,2	626,1
1998	23,0	2,0	24,0	21,0	46,0	55,0	92,0	46,0	131,0	98,0	30,0	24,0	592,0
1999	11,0	37,0	25,0	70,0	62,0	97,0	76,0	70,0	55,0	22,0	59,0	35,0	619,0
Ø 86-99	19,2	27,0	34,3	40,1	58,5	75,3	64,2	49,4	57,5	38,0	43,2	37,4	544,0

Tabelle 4: Monatliche mittlere Temperaturen am Standort Fuchsenbigl (1986-1999) in °C

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Ø
1986	-0,1	-5,7	3,0	11,8	17,3	17,3	18,7	20,3	14,8	10,2	5,0	-0,4	9,4
1987	-5,5	-0,8	-0,5	10,0	12,5	17,3	20,5	18,0	18,1	11,1	5,2	2,4	9,1
1988	2,4	2,9	3,6	9,5	15,4	17,0	20,8	20,1	15,8	10,7	1,2	2,6	10,2
1989	0,5	4,7	8,2	11,1	14,3	16,0	20,1	19,5	15,6	11,1	3,4	0,9	10,5
1990	0,2	5,2	8,8	9,1	15,2	17,3	18,9	20,4	13,8	10,8	5,7	-0,4	10,4
1991	0,3	-2,8	6,8	9,0	11,4	16,9	20,8	20,0	16,8	9,1	5,0	-0,8	9,4
1992	1,7	3,5	5,9	10,1	14,9	18,4	20,9	24,0	16,8	8,9	5,1	0,4	10,9
1993	0,8	-2,1	4,4	10,5	17,3	18,3	19,2	19,7	15,8	10,8	1,1	1,9	9,9
1994	3,7	0,8	8,2	10,3	14,6	18,5	22,7	21,7	18,0	8,7	6,7	1,9	11,4
1995	-0,4	5,3	4,8	10,8	14,5	17,1	22,2	19,5	14,2	11,5	2,4	-0,7	10,1
1996	-3,2	-3,7	2,1	10,0	15,7	18,6	18,3	19,2	12,6	11,5	7,2	-2,8	8,8
1997	-3,0	3,1	5,3	7,5	15,8	18,3	18,9	20,2	15,5	8,3	5,2	2,4	9,8
1998	1,2	4,3	4,5	11,4	15,0	19,3	20,3	20,3	14,4	10,6	1,9	-1,7	10,1
1999	-0,3	0,4	6,6	11,0	15,4	17,8	20,6	18,7	17,2	10,0	3,3	0,2	10,1
Ø 86-99	-0,1	1,1	5,1	10,1	15,0	17,7	20,2	20,1	15,7	10,2	4,2	0,4	10,0

## 2. Der Versuch

Anlagejahr:	1986	Anzahl der Wiederholungen:	4
Anlagemethode:	split plot	Prüffaktoren und -stufen:	Organische Düngung: 4 Stufen
Gesamtversuchsfläche:	4.760 m <sup>2</sup>		Mineralische Düngung: 5 Stufen
Parzellengröße:	8,5 m * 5,0 m		vollfaktoriell kombiniert

Der Versuch wurde im Jahr 1986 mit einer 3-gliedrigen Fruchtfolge (Zuckerrübe - Winterweizen - Wintergerste) in vierfacher Wiederholung angelegt; pro Jahr wird eine Kulturart angebaut. Die Grunddüngung des Versuches erfolgt jährlich vor der Herbstfurche und beläuft sich bei Zuckerrübe auf 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 300 kg K<sub>2</sub>O/ha, bei Winterweizen und Wintergerste auf 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 100 kg K<sub>2</sub>O/ha.

Die organische Düngung wird in 4 Stufen variiert (Tabelle 5). Die Variante 'ohne organische Düngung' erhält keine organische Düngung und auch Stroh und Rübenblatt werden abgefahren. Bei der Stufe 'Stallmist' werden ebenfalls alle Ernterückstände abgefahren, jedoch erhält das Fruchtfolgeglied Zuckerrübe im Herbst 300 dt Stallmist. Winterweizen und Wintergerste werden nicht organisch gedüngt. In der dritten Stufe 'Ernterückstände' wird zu Zuckerrübe Stroh im Ausmaß von 40 dt TM/ha im Herbst eingearbeitet und Ölrettich (1986) bzw. im weiteren Verlauf des Versuches Gelbsenf als Zwischenfrucht - mit 50 kg

N-mineralisch zur Aussaat - angebaut; der Aufwuchs der Zwischenfrucht verbleibt auf den Parzellen. Vor Winterweizen verbleibt das durchschnittlich anfallende Rübenblatt auf den Parzellen. Die Wintergerste erhält ebenfalls Stroh im Ausmaß von 40 dt TM/ha und zusätzlich eine mineralische N-Ausgleichsdüngung zur Strohrotte von 40 kg/ha. Die Abfuhr sämtlicher Ernterückstände und die Ausbringung von Gülle zu Zuckerrübe und Wintergerste kennzeichnen die vierte organische Düngungsvariante 'Gülle'. Die Ausbringungsmengen belaufen sich vor Zuckerrübe auf ca. 30 m<sup>3</sup>/ha und zu Wintergerste auf ca. 20 m<sup>3</sup>/ha.

Tabelle 5: Übersicht über die organischen Düngungsvarianten

Variante	Zuckerrübe	Winterweizen	Wintergerste
1. Kontrolle	-	-	-
2. Stallmist	300 dt FM/ha	-	-
3.	Stroh: 40 dt TM/ha + Zwischenfrucht mit 50 N/ha zur Aussaat	Rübenblatt durchschnittlich 55 dt TM/ha	Stroh: 40 dt TM/ha + 40 kg N/ha N-Ausgleich
4. Gülle	ca. 30 m <sup>3</sup> /ha	-	ca. 20 m <sup>3</sup> /ha

Im Versuch wird als weiterer Prüffaktor die mineralische N-Düngung in fünf Stufen gesteigert (siehe Tabelle 6). Die Stufen wurden so gewählt, dass das Ertragsoptimum überschritten wird. Bei Winterweizen und Wintergerste wird die Stickstoffdüngung ab der Stufe N2 in zwei Gaben aufgeteilt, bei Zuckerrübe erfolgt keine Teilung.

Tabelle 6: Übersicht über die mineralischen N-Düngungsvarianten (kg N/ha)

Variante	Zuckerrübe	Winterweizen	Wintergerste
N0	0	0	0
N1	50	40	40
N2	100	40 + 40	40 + 40
N3	150	60 + 60	60 + 60
N4	200	80 + 80	80 + 80

### 3. Ergebnisse:

In den nachfolgenden Tabellen 7 - 9 sind die Ernteergebnisse von allen bisherigen Versuchsjahren angeführt. In Abbildung 1 sind einfache Stickstoffbilanzen der ersten drei Rotationen (1986 - 1994) dargestellt.

Tabelle 7: Rübenenerträge in t/ha und bereinigte Zuckererträge in t/ha

		N0		N1		N2		N3		N4	
		Rübe	Zucker								
1986	Kontrolle	55,88	10,10	62,14	11,11	61,33	10,45	61,04	10,52	58,86	9,75
	Stallmist	62,54	10,98	67,58	11,58	65,83	11,11	67,48	11,29	65,68	10,46
	Ernterückstände	55,21	9,98	64,67	11,33	65,56	11,22	66,62	10,93	67,83	10,66
	Gülle	62,99	10,90	70,57	12,15	72,82	11,98	64,07	10,03	70,03	10,66
1989 <sup>1</sup>	Kontrolle	44,63	5,41	47,62	5,77	54,94	6,60	49,30	5,67	48,60	5,34
	Stallmist	54,13	6,25	54,14	5,96	57,37	5,92	53,05	5,60	52,00	5,45
	Ernterückstände	49,32	5,40	53,01	5,89	51,32	5,76	51,63	5,53	51,10	5,38
	Gülle	47,06	5,31	55,26	6,43	49,49	5,01	52,94	5,19	55,04	5,45
1992 <sup>1</sup>	Kontrolle	44,92	5,39	49,07	5,79	52,96	5,67	44,59	4,49	45,94	4,70
	Stallmist	55,55	5,62	49,54	4,40	53,15	4,14	49,68	3,95	44,87	3,71
	Ernterückstände	49,89	5,17	48,10	4,84	51,91	4,60	43,68	3,60	49,07	4,24
	Gülle	44,92	4,53	44,18	4,59	46,12	3,88	43,00	3,20	48,39	3,72
1995	Kontrolle	75,39	11,36	72,31	10,70	78,17	11,29	74,61	10,23	71,89	9,19
	Stallmist	81,58	12,18	77,42	10,99	80,17	10,40	81,42	10,68	79,28	10,27
	Ernterückstände	66,00	9,93	71,28	10,35	76,33	10,42	72,03	9,47	77,47	9,96
	Gülle	74,94	10,68	77,03	10,70	77,54	10,01	72,72	9,08	77,42	9,43
1998	Kontrolle	78,26	10,95	93,81	13,02	97,07	12,69	91,04	11,39	88,14	10,66
	Stallmist	90,81	12,14	95,69	12,43	97,37	12,02	94,83	10,83	96,01	10,59
	Ernterückstände	89,53	12,54	99,05	13,51	100,8	12,81	93,18	10,56	103,5	11,82
	Gülle	85,80	11,25	91,37	11,83	88,93	11,04	88,64	10,07	93,38	10,44

<sup>1</sup> starker Rhizomaniabefall

Tabelle 8: Winterweizenerträge in dt/ha

		N0	N1	N2	N3	N4
1987	Kontrolle	34,39	46,65	61,08	68,45	70,61
	Stallmist	38,09	52,34	62,06	66,88	67,09
	Ernterückstände	42,02	55,90	66,24	69,47	73,57
	Gülle	38,87	51,45	64,58	67,16	74,01
1990	Kontrolle	22,20	36,22	48,40	54,04	59,89
	Stallmist	26,21	42,26	51,94	57,89	62,16
	Ernterückstände	32,43	47,41	55,31	60,15	60,67
	Gülle	26,83	41,09	50,37	55,19	58,59
1993	Kontrolle	23,67	28,10	33,42	30,01	32,74
	Stallmist	29,16	32,01	37,63	31,71	32,65
	Ernterückstände	31,42	32,11	34,23	32,39	30,50
	Gülle	26,94	31,01	33,95	31,3	32,16
1996	Kontrolle	26,26	37,77	49,57	56,17	55,78
	Stallmist	28,78	41,08	50,59	58,92	56,39
	Ernterückstände	31,77	46,17	55,34	59,63	56,89
	Gülle	29,86	39,48	51,68	56,12	57,94
1999	Kontrolle	39,14	51,46	58,07	63,16	63,88
	Stallmist	48,88	56,54	62,53	61,09	61,50
	Ernterückstände	43,63	54,32	62,05	61,21	66,59
	Gülle	46,48	54,16	61,37	62,14	63,51

Tabelle 9: Wintergerstenerträge in dt/ha

		N0	N1	N2	N3	N4
1988	Kontrolle	34,12	47,74	51,51	56,77	61,28
	Stallmist	36,34	51,24	54,13	57,82	63,32
	Ernterückstände	42,92	55,41	60,20	61,45	63,72
	Gülle	46,02	56,96	58,98	59,72	59,48
1991	Kontrolle	25,88	45,08	60,65	69,86	78,88
	Stallmist	29,29	47,75	60,61	69,09	78,52
	Ernterückstände	30,75	53,10	62,15	70,97	74,99
	Gülle	49,90	64,81	72,79	77,91	78,55
1994	Kontrolle	38,41	51,15	55,45	64,67	63,64
	Stallmist	45,56	57,72	61,09	65,01	61,12
	Ernterückstände	59,62	64,47	63,11	62,27	59,06
	Gülle	59,47	63,12	64,49	58,48	57,14
1997	Kontrolle	27,79	47,95	49,52	63,15	66,87
	Stallmist	34,40	52,29	57,14	68,66	71,09
	Ernterückstände	45,63	59,06	66,14	71,44	73,55
	Gülle	53,22	64,68	69,61	73,26	72,10

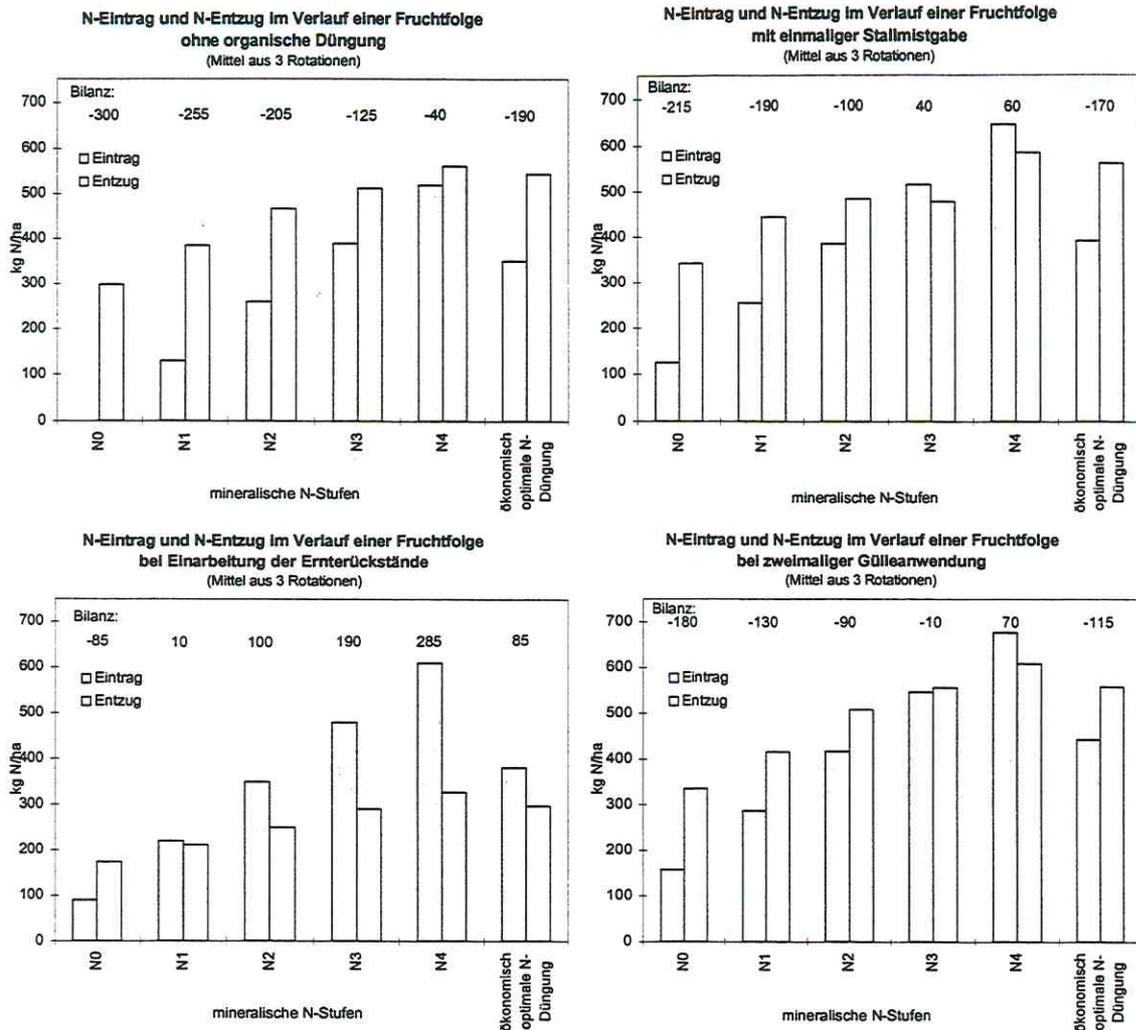


Abbildung 1: N-Eintrag, N-Entzug und N-Bilanz in Abhängigkeit von mineralischer und organischer N-Düngung.

#### 4. Literatur

HÖSCH, J. und G. DERSCH (1997): Der internationale organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wien nach neun Versuchsjahren. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Vol. 42, S. 67-77, 1997.

HÖSCH, J. und G. DERSCH (1997): Nährstoffbilanz im Verlauf einer Fruchtfolge mit organischer und mineralischer Düngung. VDLUFA Schriftenreihe 46, S 367-370, Kongressband 1997.



**DER INTERNATIONALE ORGANISCHE  
STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH  
(IOSDV) WROCLAW – SWOJEC - POLEN**

ROMAN ŚNIADY<sup>1</sup>, RYSZARD GANDECKI, LESŁAW ZIMNY,  
DARIUSZ MALAK und ROMAN WACŁAWOWICZ

Lehrstuhl für Allgemeinen Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Akademie,  
Wrocław, Niederschlesien/Polen

## 1. Einleitung

In Zusammenarbeit mit der "Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit" wurde auch auf dem Versuchsstandort Wrocław-Swojec 1996 der "Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch – IOSDV" angelegt (v. Boguslawski, 1995a, 1995b; Vrkoč und Suškevič, 1990; Vrkoč u.a., 1990; Tajnšek und Šantavec, 1997). Die Versuchsstation Wrocław-Swojec liegt am östlichen Rand der Stadt. Bei einer geographischen Lage von 51° 07' nördlicher Breite und 17° 08' östlicher Länge hat der Standort eine Höhenlage von 120 m über Ostseenniveau. Der mittlere Jahresniederschlag (1968 - 1996) liegt bei 543,4 mm und die mittlere Jahrestemperatur (1968 - 1996) ist 8,52 °C hoch. Der Grundwasserspiegel liegt bei etwa 90 cm (Gandecki u.a., 1999a; Gandecki u.a. 199b).

## 2. Der Standort

### 2.1 Boden

**Tabelle 1** Bodensystematische Angaben. Chemische und physikalische Bodeneigenschaften für Ap (0 - 40cm) vor Anlage des Versuches IOSDV Wrocław-Swojec 1996

---

Bodensystematische Angaben:

Bodentyp:	Schwarzerde
Bodenart:	stark lehmiger Sand
FAO:	GLm Mollic Gleysols

---

Chemische Bodeneigenschaften:

C <sub>org</sub> - Gehalt:	1,08 %
N <sub>t</sub> - Gehalt:	0,10 %
C/N-Verhältnis:	10,8

---

<sup>1</sup> Dr. Roman Sniady, Landwirtschaftliche Akademie, Lehrstuhl f. Allgemeinen Acker- u. Pflanzenbau Norwida 25, 50-375 Wrocław

Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ):	20 mg/100g Boden
pH-Wert:	5,3
Natrium (N <sup>+</sup> ):	0,16 me/100g Boden
Kalium (K <sup>+</sup> ):	0,47 me/100g Boden
Magnesium (Mg <sup>++</sup> ):	1,02 me/100g Boden
Kalzium (Ca <sup>++</sup> ):	7,75 me/100g Boden
Hh:	2,02 me/100g Boden
S:	9,40me/100g Boden
T = Hh+S	11,42me/100g Boden
V = (S/T)*100	82,31 %

---

#### Physikalische Bodeneigenschaften:

##### Korngrößenfraktionen für Ap (0 – 40 cm):

< 0,002	16 %
0,006 - 0,002 mm	6 %
0,02 - 0,006 mm	6 %
< 0,02 mm	28 %
0,1 - 0,02 mm	20 %
0,1 -1,0 mm	52 %
> 1,0 mm	2 %

Spezifisches Gewicht:	2,55 g/cm <sup>3</sup>
-----------------------	------------------------

Volumengewicht::	1,51 g/cm <sup>3</sup>
------------------	------------------------

---

## 2.2 Witterung

Die erste Rotation von 1997 bis 1999 war warm und feucht (Tab. 2). In dem ersten Versuchsjahr 1997 war die mittlere Jahrestemperatur mit 8,78 °C höher und die Niederschlagsmenge mit 692,1 mm viel höher (im Juli - 249,7 mm - das Hochwasser in Wrocław) als normal. Das Versuchsjahr 1998 war warm und auch feucht (im Juli - 98,6 mm). In dem dritten Jahr, 1999, wurden auf dem Standort Wrocław-Swojec 555,7 mm Jahresniederschlag bei einer Durchschnittstemperatur von 9,82 °C gemessen.

**Tabelle 2** Monats- und Jahreswerte der Lufttemperatur und des Niederschlages. Wrocław - Swojec 1997 - 1999

Monat	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel Summe
Klimawerte vom Standort Wrocław-Swojec 1968-1996													
°C	-1,1	-0,3	3,0	7,9	13,5	16,5	18,3	17,8	13,5	8,8	4,0	0,3	8,52
mm	27,8	21,8	26,8	37,0	53,7	72,8	72,7	71,8	46,7	38,2	40,7	33,4	543,4
Witterung 1997 – 1999													
1997													
°C	-4,3	3,2	4,2	6,2	14,1	17,5	18,3	19,4	14,1	7,5	3,4	1,7	8,78
mm	6,5	34,4	21,9	40,7	64,5	60,8	249,7	78,1	22,5	48,5	29	35,5	692,1
1998													
°C	1,8	4,9	3,6	10,9	15,1	18,1	18,3	17,6	13,8	9	0,7	-0,1	9,48
mm	45,3	23,9	38,2	42,4	21,1	75,9	98,6	40,6	86,8	73,1	27,6	17,7	591,2
1999													
°C	1,6	0	5,6	10,1	14,4	16,6	20,2	18,3	16,8	9,3	3	1,9	9,82
mm	16,7	35,8	63,3	46,5	28,2	60,1	147,3	31	40,7	24,2	31,3	30,6	555,7

### 3. Der Versuch

Der IOSDV Wrocław wurde nach folgendem Versuchsplan angelegt:

Anlagejahr	1996
Größe des Versuches	9600 m <sup>2</sup>
Parzellengröße	40 m <sup>2</sup>
Zahl Varianten	60
Anzahl der Wiederholungen	4
Zahl der Teilstücke	240
Prüffaktoren und – stufen	Organische Düngung – 4 Stufen

Fruchtfolge: Zuckerrüben – Winterweizen - Wintergerste,  
seit 1999: Zuckerrüben - Sommerweizen - Wintergerste

Im IOSDV Wrocław-Swojec wurde die organische Düngung in vier Stufen variiert (Tab.3). Variante 1 (Kontrolle) erhielt keine organische Düngung. Variante 2 erhielt im Herbst vor Zuckerrüben 30 t/ha FM Stalldung, die folgenden Fruchtarten Winterweizen (und seit 1999 aus

zeitlichen Gründen Sommerweizen an Stelle von Winterweizen), Wintergerste wurde keine organische Düngung gegeben. Variante 3 (Biokompost) erhielt vor Zuckerrüben 10 t/ha FM Biokompost, der wurde mit Kalifornischen Regenwürmern - *Eisenia foetida* - hergestellt. Variante 4 (Stroh, N-Ausgleich, Zwischenfrucht) erhielt vor Zuckerrüben 5 t/ha TM Wintergerstestroh und den Aufwuchs der Zwischenfrucht Senf. Zur Senfansaat wurden 50 kg Stickstoff/ha gedüngt. Von Zuckerrüben wurde 40 t/ha FM Rübenblatt nach der Ernte vor Winterweizen eingearbeitet. Wintergerste erhielt 5 t/ha TM Winterweizenstroh (seit 1999 Sommerweizenstroh). Im Versuch wurde die mineralische Stickstoffdüngung in fünf Stufen gesteigert (Tab. 4). In den Stufen N2 und N3 zu allen Fruchtarten erfolgte eine Aufteilung in zwei Stickstoffgaben. In der Stufe N4 wurde der Stickstoff in drei Gaben aufgeteilt. Der IOSDV wurde in einer 3-feldrigen Fruchtfolge, mit den Fruchtarten Zuckerrüben – Winterweizen - Wintergerste angelegt (Tab. 4). Im zweiten Versuchsjahr auf dem Feld 2 (1999) wurde der Sommerweizen an Stelle von Winterweizen (sehr regnerischer Herbst 1998) angebaut. Sommerweizen ist an Stelle von Winterweizen in der Fruchtfolge geblieben. Es wurde bei Zuckerrüben die Sorte TAMINO, bei Winterweizen die Sorte KOBRA, bei Sommerweizen die Sorte ETA und bei Wintergerste die Sorte MARINKA angebaut. Im Jahr 2000 wurde bei Zuckerrüben von der Sorte TAMINO zur Sorte SONATA gewechselt.

**Tabelle 3 Organische Düngung**

Fruchtart	Zuckerrüben	Winterweizen seit 1999 Sommerweizen	Wintergerste
1. Kontrolle	-	-	-
2. Stalldung	30 t FM/ha	-	-
3. Biokompost	10 t FM/ha	-	-
4. Stroh, N-Ausgleich Zwischenfrucht Rübenblatt	5 t TM/ha + 50 kg N/ha + nematodenresistenter Senf	40 t FM/ha Rübenblatt	5 t TM/ha + 50 kg N/ha

**Tabelle 4 Fruchtfolge und mineralische N-Düngung (kg N/ha)**

Feld 1			
Fruchtart	Zuckerrüben 1997	Winterweizen 1997/98	Wintergerste 1998/99
N0	0	0	0
N1	100	60	45
N2	140 (100 + 40)	100 (60 + 40)	90 (45 + 45)
N3	180 (100 + 80)	150 (80 + 70)	135 (80 + 55)
N4	220 (100 + 80 + 40)	200 (80 + 80 + 40)	180 (80 + 60 + 40)
Feld 2			
Fruchtart	Zuckerrüben 1998	Sommerweizen 1999	Wintergerste 1999/2000
N0	0	0	0
N1	100	60	45
N2	140 (100 + 40)	100 (60 + 40)	90 (45 + 45)
N3	180 (100 + 80)	150 (80 + 70)	135 (80 + 55)
N4	220 (100 + 80 + 40)	200 (80 + 80 + 40)	180 (80 + 60 + 40)
Feld 3			
Fruchtart	Zuckerrüben 1999	Sommerweizen 2000	Wintergerste 2000/01
N0	0	0	0
N1	100	60	45
N2	140 (100 + 40)	100 (60 + 40)	90 (45 + 45)
N3	180 (100 + 80)	150 (80 + 70)	135 (80 + 55)
N4	220 (100 + 80 + 40)	200 (80 + 80 + 40)	180 (80 + 60 + 0)
Feld 1			
Fruchtart	Zuckerrüben 2000	Sommerweizen 2001	Wintergerste 2001/02
N0	0	0	0
N1	50	50	45
N2	100 (50 + 50)	100 (50 + 50)	90 (45 + 45)
N3	150 (100 + 50)	150 (100 + 50)	135 (80 + 55)
N4	200 (100 + 50 + 50)	200 (100 + 50 + 50)	180 (80 + 60 + 40)

#### 4. Ergebnisse

Bei Zuckerrüben stieg der Rübenenertrag in allen organischen Düngungsvarianten von N0 bis zur N4 an (Tab.5). Die Rübenenerträge erreichten das Maximum in der Kontrolle mit 220 kg N/ha (N4) und in der Serie mit der organischen Düngung (Stroh + Zwischenfrucht) bei 180 kg N/ha (N3). Der Rübenenertrag in der Variante mit Stalldung erreichte das Maximum in der N-Stufe N2 bei 140 kg N/ha - 14,68 t TM/ha. Auch der Rübenblattertrag stieg in allen organischen Varianten mit der Steigerung der N-Düngung. Der maximale Blattertrag wurde in der Variante mit Stroh und der Zwischenfrucht (Senf) bei 220 kg N/ha (N4) erreicht. In der Serie mit Biokompost wurde der höchste Rüben- und Blattertrag auch bei 220 kg N/ha nachgewiesen.

Der maximale Zuckerrübenenertrag (Gesamt = 22,88 t TM/ha) wurde in der organischen Variante 4 bei 180 kg N/ha erreicht. In der Serie mit dem Stalldung war der höchste Gesamtertrag bei der Gabe 180 kg N/ha - 21,81 t TM/ha. Der Gesamtertrag in der Variante mit dem Biokompost war wesentlich niedriger als in den Varianten mit Stroh und der Zwischenfrucht und auch mit Stalldung. Der niedrigste Zuckerrübenenertrag (Gesamt) war in der organischen Variante 1 (Kontrolle) bei der N0-Stufe - 7,18 t TM/ha.

**Tabelle 5** Mittlere Zuckerrübenenerträge der ersten Rotation in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung (t TM/ha, 1997 - 1999)

N-Stufen	N0	N1	N2	N3	N4
Rübe - t TM/ha					
1. Kontrolle	4,99	5,45	9,79	11,07	11,56
2. Stalldung	9,72	13,66	14,68	13,66	14,28
3. Biokompost	8,56	9,54	11,17	11,78	12,28
4. Stroh+N-Ausgleich Zwischenfrucht	11,22	14,27	12,69	15,68	13,30
Blatt - t TM/ha					
1. Kontrolle	2,19	2,38	4,41	5,63	5,69
2. Stalldung	3,45	5,05	7,13	6,69	7,15
3. Biokompost	3,06	3,26	4,45	4,74	6,49
4. Stroh+N-Ausgleich Zwischenfrucht	4,22	5,11	6,45	7,20	7,43
Gesamt - t TM/ha					
1. Kontrolle	7,18	7,83	14,20	16,70	17,25
2. Stalldung	13,17	18,71	21,81	20,35	21,43
3. Biokompost	11,62	12,80	15,62	16,52	18,77
4. Stroh+N-Ausgleich Zwischenfrucht	15,44	19,38	19,14	22,88	20,73

Bei Winterweizen wirkte sich die organische Düngung (Stroh + Zwischenfrucht + Rübenblatt) in den N-Stufen N0 und N1 deutlich ertragsteigernd auf den Kornertrag aus (Tab. 6). Die stärkste

positive Nachwirkung zeigte der Biokompost in allen N-Stufen. In Kombination mit der mineralischen N4-Düngung und der organischen Biokompost - Düngung wurde der maximale Kornерtrag (5,25 t TM/ha) erreicht. In den Varianten mit Biokompost, Stroh, Zwischenfrucht und Rübenblatt stieg der Ertrag bei weiterer Erhöhung der mineralischen N-Düngung und erreicht das Maximum in der Stufe N4 (200 kg N/ha). Die Stalldung - Nachwirkung mit der mineralischen N-Düngung wirkte sich geringer als nur die Stickstoffdüngung (in N0 - N4) aus.

Bei den Stroherträgen von Winterweizen zeigte sich die höchste positive Wirkung aller organischen Dünger im Vergleich zur Kontrolle, jedoch ohne Biokompost in N0 und N1 (Tab. 6). Der maximale Strohertrag (7,09 t TM/ha) wurde in der Stalldung - Variante mit 220 kg N/ha (N4) erreicht. Der Winterweizenерtrag (Gesamt) war im Versuch in N4 mit der Biokompost - Düngung am höchsten - 12,11 t TM/ha.

**Tabelle 6:** Mittlere Erträge von Winterweizen der ersten Rotationen in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung (t TM/ha, 1997 - 1999)

N-Stufen	N0	N1	N2	N3	N4
Korn - t TM/ha					
1. Kontrolle	2,91	4,15	4,52	4,58	4,71
2. Stalldung	2,55	3,92	3,98	4,32	3,97
3. Biokompost	3,12	4,49	4,58	5,16	5,25
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	3,70	4,35	4,07	4,49	4,51
Rübenblatt					
Stroh - t TM/ha					
1. Kontrolle	4,14	6,12	5,85	6,08	6,01
2. Stalldung	4,65	6,12	6,17	6,46	7,09
3. Biokompost	3,95	6,04	6,76	6,09	6,86
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	4,50	6,39	6,72	6,30	6,65
Rübenblatt					
Gesamt - t TM/ha					
1. Kontrolle	7,05	10,27	10,37	10,66	10,72
2. Stalldung	7,20	10,04	10,15	10,78	11,06
3. Biokompost	7,07	10,53	11,34	11,25	12,11
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	8,20	10,74	10,79	10,79	11,16
Rübenblatt					

In der Tabelle 7 werden die mittleren Erträge von Wintergerste der ersten Rotation in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung dargestellt. Der maximale Kornерtrag wurde in der N3-Stufe der organischen Düngungsvariante mit Biokompost erzielt. In allen organischen Düngungsvarianten verursachte die N1-Gabe den relativ höchsten Zuwachs im

Kornertrag. Der Strohertrag erreichte das Maximum (9,09 t TM/ha) im Versuch in der Variante mit Stallung bei 180 kg N/ha. In der organischen Serie mit Stroh, Zwischenfrucht und Rübenblatt war der höchste Strohertrag in der N3-Stufe - 7,48 t TM/ha. Der Ertrag an Wintergerste (Gesamt) war am höchsten in Kombination mit der N-Düngung (N4) und mit der organischen Düngung (Stallung). Die Biokompost- und Stallung - Nachwirkung zeigte sich in allen N-Stufen (N0 - N4) sehr positiv.

**Tabelle 7:** Mittlere Erträge von Wintergerste der ersten Rotation in Abhängigkeit differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung (t TM/ha, 1997 - 1999)

N-Stufen	N0	N1	N2	N3	N4
Korn - t TM/ha					
1. Kontrolle	1,43	3,13	3,88	4,05	4,03
2. Stallung	1,57	3,18	3,89	4,45	4,56
3. Biokompost	1,76	3,55	4,18	4,90	4,57
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	1,49	3,10	3,71	4,42	4,40
Rübenblatt					
Stroh - t TM/ha					
1. Kontrolle	2,91	4,78	6,05	8,55	8,38
2. Stallung	2,90	4,90	5,00	7,70	9,09
3. Biokompost	3,11	5,49	6,39	6,74	7,61
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	3,74	5,44	6,16	7,48	6,75
Rübenblatt					
Gesamt - t TM/ha					
1. Kontrolle	4,34	7,91	9,93	12,60	12,41
2. Stallung	4,47	8,08	8,89	12,15	13,65
3. Biokompost	4,87	9,04	10,57	11,64	12,18
4. Stroh+N-Ausgleich					
Zwischenfrucht	5,23	8,54	9,87	11,90	11,15
Rübenblatt					

## 5. Diskussion und Schlußfolgerungen

Im Rahmen der Serie der Internationalen Organischen Stickstoffdüngungsversuche (IOSDV) wurde 1996 auch ein Versuch in Wrocław - Swojec auf einer lehmsandigen Schwarzerde angelegt. Im Versuch wurde in der ersten Rotation die Wirkung der organischen Düngung bei steigender mineralischer N-Düngung in einer dreifeldrigen Fruchtfolge: Zuckerrüben, Winterweizen und Wintergerste geprüft. In der ersten, dreijährigen Rotation hatte bei Zuckerrüben die organische Düngung eine sehr starke positive Wirkung. Die niedrigsten Rübenerträge wurden in der Kontrolle in allen N-Stufen erreicht. Der maximale Zuckerrübenertrag (Rübe und Gesamt) lag in der Variante mit der organischen Düngung (Stroh + Zwischenfrucht) bei 180 kg N/ha. Im IOSDV Rauschholz-

hausen und Speyer beeinflusste die Stallmistdüngung die Rübenenerträge am stärksten (v. Boguslawski, 1995a; Bischoff, 1995). Die Stallmistdüngung hatte im IOSDV Wrocław auch einen sehr positiven Einfluß auf die Zuckerrübenenerträge (Rübe, Blatt und Gesamt) im Vergleich zur Kontrolle. Die Biokompostdüngung beeinflusste die Zuckerrübenenerträge stärker als die anderen organischen Dünger. Bei Winterweizen zeigte der Biokompost in allen N-Stufen die stärkste positive Nachwirkung. In der Kombination Biokompost und 200 kg N/ha wurde der maximale Kornenertrag erreicht. Die organischen Düngungsvarianten 3 und 4 beeinflussten die Weizenerträge (Korn und Gesamt) bei allen N-Stufen stärker als die Stallmistdüngung. Die Biokompost- und Stallmistdüngung hatten eine große Nachwirkung im zweiten Jahr auf die Wintergerstenerträge. Diese Nachwirkung auf die Kornenerträge zeigte sich in allen N-Stufen. Der höchste Kornenertrag im Versuch lag in der N3-Stufe der organischen Düngungsvariante mit Biokompost. Mit Stalldung und 180 kg N/ha wurde der maximale Stroh- und Gesamtertrag erwirkt.

## 6. Literatur

- Boguslawski, E. von (1995): Das Zusammenwirken der mineralischen Düngung mit verschiedenen Formen der organischen Düngung im IOSDV Rauischholzhausen. Arch. Acker - Pfl. Boden., **39**, 403 - 411
- Boguslawski, E. von (1995): Das Zusammenwirken der mineralischen Düngung mit verschiedenen Formen der organischen Düngung. J. Agronomy & Crop Science, **174**, 41 - 51
- Bischoff, R. (1995): Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Speyer. Arch. Acker - Pfl. Boden., **39**, 461 - 471
- Gandecki, R.; Śniady, R. und Zimny, L. (1999): Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wrocław - Swojec. Versuchsbeschreibung. Arch. Acker - Pfl. Boden., **44**, 119 - 122
- Gandecki, R.; Malak, D.; Śniady, R. und Zimny, L. (1999): Plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym i wzrastających dawkach azotu mineralnego. Zesz. Nauk. AR Wroc. **361**, Konferencje XXII, 189 - 195
- Tajněšek, A. und Šantavec, I. (1997): Ertragsbildung und Stickstoffbilanz im IOSDV Ljubljana-Jable nach der ersten Fruchtfolgerotation. Arch. Acker - Pfl. Boden., **41**, 143 - 153
- Vrkoč, F. und Suškevič, M. (1990): Podíl některých regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosu cukrovky. Rostl. Vým., **36**, 1019 - 1024
- Vrkoč, F.; Suškevič, M. und Skala, J. (1990): Podíl regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosech ozime pšenice a ozimého ječmene. Rostl. Vým., **36**, 909 - 918

## 7. Bisherige Veröffentlichungen zum Versuch

- Gandecki, R.; Malak, D.; Śniady, R. und Zimny, L. (1999): Plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym i wzrastających dawkach azotu mineralnego. Zesz. Nauk. AR Wroc. **361**, Konferencje XXII, 189 - 195
- Gandecki, R.; Śniady, R. und Zimny, L. (1999): Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Wrocław - Swojec. Versuchsbeschreibung. Arch. Acker - Pfl. Boden., **44**, 119 - 122



**ERGEBNISSE DES INTERNATIONALEN ORGANISCHEN  
STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCHS (IOSDV) JABLE - SLOWENIEN -  
IM ZEITRAUM 1992 - 1999**

A. TAJNŠEK<sup>1</sup>

*Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Landwirtschaftliche Abteilung,  
Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau*

**DER STANDORT JABLE**

Der IOSDV Jable (46°8' N, 14°34' O, 305 m über NN) wurde im Jahre 1992 angelegt. Der Standort liegt 10 km nordöstlich von Ljubljana, im Alpenvorland des Ljubljana Beckens, südlich der Karawanken und der Kamniker-Savinja Alpen. Der Versuch läuft parallel mit dem nach demselben Muster angelegtem IOSDV Rakičan, der 200 km nord-östlich, schon in der Zone des pannonischen Klimabereiches liegend, davon entfernt ist.

**Tab. 1:** Klimawerte vom Standort Jable (Meteorologische Station Brnik)

Langjähriger Durchschnitt 1951-1994													
Monat	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel
[°C]	-2,2	-0,3	3,7	8,2	13,4	16,7	18,8	18,0	14,1	8,7	3,3	-1,1	8,4
[mm]	67	75	94	105	105	148	124	130	124	132	147	97	1348
1993													
[°C]	-0,3	0,1	4,2	10,0	16,4	18,5	18,2	18,9	13,2	10,2	1,5	0,3	9,3
[mm]	0	1	34	52	25	107	72	54	147	252	106	94	944
1994													
[°C]	2,0	1,1	7,9	8,3	13,4	17,6	20,3	20,1	15,3	7,5	6,3	0,6	10,0
[mm]	62	70	33	99	82	75	90	148	73	122	44	66	964
1995													
[°C]	-1,1	2,1	3,4	8,9	13,1	15,3	20,4	17,3	12,6	10,1	3,8	0,1	8,8
[mm]	65	108	81	26	102	184	76	210	299	4	79	101	1335
1996													
[°C]	-1,9	-2,8	1,0	8,6	14,4	18,1	17,4	17,8	12,1	9,3	6,2	-2,4	8,2
[mm]	82	108	14	110	123	142	139	179	104	160	201	73	1435
1997													
[°C]	-1,6	0,9	5,0	6,7	14,2	17,5	18,3	18,3	14,4	7,8	4,0	1,0	8,9
[mm]	110	21	17	60	74	158	110	99	87	19	198	190	1143
1998													
[°C]	1,1	2,4	3,7	9,5	13,9	19,0	19,8	19,9	14,2	9,8	2,2	-5,0	9,2
[mm]	28	3	49	143	37	86	261	123	175	282	122	37	1346
1999													
[°C]	-1,5	-1,8	5,2	9,6	14,8	17,3	19,2	18,6	16,1	10,3	1,4	-1,5	9,0
[mm]	49	96	73	126	143	200	183	126	61	82	104	148	1391

<sup>1</sup> Prof. Dr. Anton Tajnsek, Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Landwirtschaftliche Abteilung, Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau, Jamnikarjewa 101, 61111 Ljubljana

## Die Witterung

Die Klima- und Witterungsdaten für den IOSDV Jable sind Ergebnisse der 10 km entfernten meteorologischen Station Brnik (Tabelle 1).

Der durchschnittliche Jahresniederschlag im Zeitraum 1951 - 1994 betrug 1348 mm, das Temperaturmittel in diesem Zeitraum war 8,4 °C. Im Vergleich zum langjährigen Temperaturmittel lag in der Zeitspanne 1993 - 1999 die durchschnittliche Jahrestemperatur um 0,7 °C höher (9,1°C). Besonders im Jahre 1994 gab es extrem hohe Temperaturen (10 °C). Gleiches gilt auch für die Jahresniederschlagssumme, die im Jahresmittel 1993 - 1999 nur 1223 mm betrug, im Zeitraum 1951 - 1985 war sie aber um 125 mm höher. Jedoch ist das Jahr 1998 durch sehr intensive Niederschläge im zweiten Halbjahr und sehr niedrige Temperaturen im Winter gekennzeichnet, wodurch das Wintergetreide 1998/99 auswinterterte und Sommergetreide nachgesät werden mußte.

## Der Boden

Beim Versuchsfeld Jable handelt sich es um einen tiefen, mässig hydromorphen Stauwasserboden (FAO Klassifikation: *umbric Planosols*) aus Silikat- und Kalk-Gestein, die Bodenart ist lehmiger Schluff.

**Tab. 2:** Chemische und physikalische Bodeneigenschaften des Standorts Jable vor der Anlage des IOSDV im Jahre 1992

<i>Bodenform: Lehmiger Schluff ( Silikat- und Kalk-Gestein)</i>	<i>FAO Klassifikation: umbric Planosols (PLu)</i>	
<i>Chemische Bodeneigenschaften</i>		
C <sub>org</sub> – Gehalt	1,432 %	
N <sub>org</sub> – Gehalt	0,169 %	
C/N - Verhältnis	8,5	
pH - Wert	5,4	
Phosphor (P)	6,2 mg/100 g Boden	
Kalium (K)	12,7 mg/100 g Boden	
Magnesium (Mg)	14,3 mg/100 g Boden	
Austauschkapazität	23,6 mval 100 g Boden	
<i>Physikalische Bodeneigenschaften</i>		
Ton	<2,0 µm	16,77 %
Feinschluff	6,3-2,0 µm	13,43 %
Mittelschluff	20-6,3 µm	17,47 %
Grobschluff	63-20 µm	24,63 %
Feinsand	200-63 µm	23,22 %
Mittelsand	630-200 µm	3,98 %
Grobsand	2000-630 µm	0,51 %
spezifisches Gewicht	2,60 g/cm <sup>3</sup>	
Lagerungsdichte	1,55 g/cm <sup>3</sup>	

Der Boden besteht aus folgenden Horizontkombinationen Ap 0 - 30 cm, (10YR3/3); Abv1 30 - 47 cm, (10YR5/6); ABv2 47 - 65 cm, (10YR5/8); Bg 65 - 82 cm, (2,5Y4/4 und 7,5YR5/7);

Ab 82 - 96 cm, (10YR4/4), in der Tiefe 82 - 87cm 15 % Skelettanteil; G1 96 - 108 cm (2,5Y5/4); G2 108 - 118 cm (2,5Y5/4); G3 118 - 140 cm (2,5Y5/4). Der Grundwasserspiegel liegt bei 2,5 - 3 m Tiefe. Chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

## DIE VERSUCHSANLAGE

Der Versuch wurde als Statischer Fruchtfolgedauerversuch mit drei Bewirtschaftungsweisen durchgeführt. Auf den drei Schlägen (I, II, III) wurden jedes Jahr Mais, Winterweizen und Sommergerste nebeneinander angebaut und jeweils drei Düngungssysteme geprüft:

- ohne organische Düngung (System A)
- 300 dt ha<sup>-1</sup> Stallmist (System B)
- Stroh + Gründüngung (System C).

Im ersten Versuchsjahr wurde auf Schlag I Mais angebaut, auf Schlag II Winterweizen und auf Schlag III Wintergerste.

**Tab. 3:** IOSDV - Düngungssysteme und N- Stufen (N kg/ha) (Jable, 1992 - 1999)

DÜNGUNGSSYSTEM	N-STUFE	MAIS	WEIZEN	GERSTE
A) Ohne jede organische Düngung				
A	N0	0	0	0
A	N3	300	195	165
B) 300 dt/ha Stallmist zu Mais				
B	N0	0	0	0
B	N1	100	65	55
B	N2	200	130	110
B	N3	300	195	165
C) Stroh/Maisstroh/Gründüngung				
C	N0	Gerstenstroh	Maisstroh	Weizenstroh
C	N1	60 kg N/ha		
C	N2	Gründüngung	(Ölrettich)	
C	N3	N-Gaben zu den N-Stufen wie bei Düngungssystem B		

**Tab. 4:** N-Düngungsplan zu den einzelnen Feldfrüchten

<b>Feldfrucht</b>	<b>N1-Stufe</b>	<b>N2-Stufe</b>	<b>N3-Stufe</b>
<b>Mais</b>	100 (Meier 00)	100 (Meier 00) 100 (Meier 26)	150 (Meier 00) 150 (Meier 26)
<b>W-Weizen</b>	65 (EC 21/22)	75 (EC 21/22) 55 (EC 31/32)	80 (EC 21/22) 80 (EC 31/32) 35 (EC 45/50)
<b>W-Gerste</b>	55 (EC 21/22)	55 (EC 21/22) 40 (EC 31/32) 15 (EC 45/50)	70 (EC 21/22) 70 (EC 31/32) 25 (EC 45/50)

*Sonstige Düngung jährlich (zu allen Düngungsvarianten einheitlich):*

75 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 160 kg /ha K<sub>2</sub>O

Die Fruchtfolge des Schlages I lief wie folgt ab:

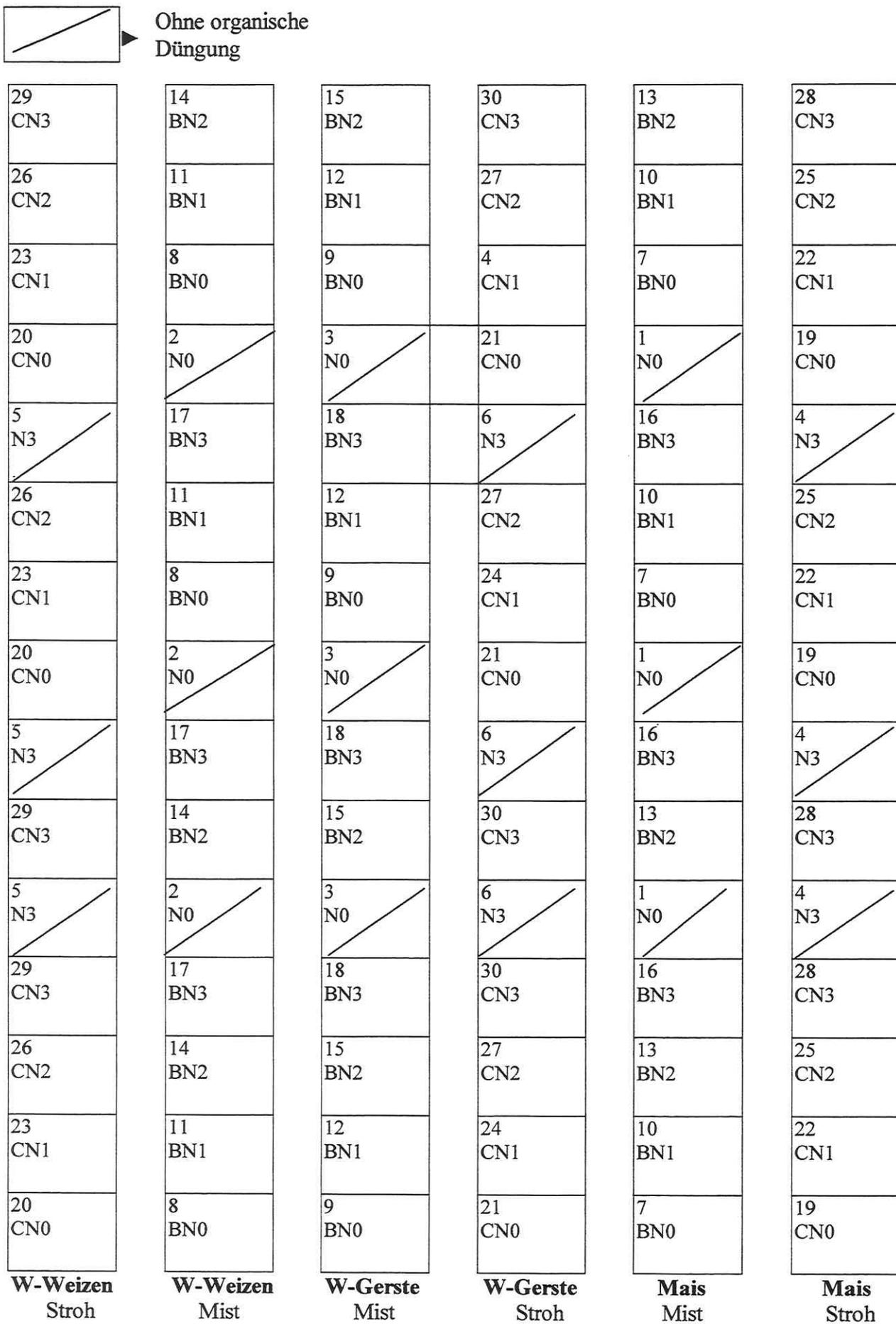
1. Jahr: - Mais (Hybrid 'Dea'), Maisstroh abgefahren, ohne Stallmist (A)
  - Mais, 30 t ha<sup>-1</sup> Stallmist; Maisstroh abgefahren (B)
  - Mais, Stroh untergepflügt (C)
2. Jahr: - Winterweizen (cv. 'Reska'), Stroh abgefahren (A)
  - Winterweizen, Stroh abgefahren (im vorangegangenen Jahr Stallmist) (B)
  - Winterweizen, Stroh untergepflügt (C)
3. Jahr: - Wintergerste (cv. 'Rex'), Stroh abgefahren (A)
  - Wintergerste, Stroh abgefahren (B)
  - Wintergerste, Stroh untergepflügt, Ölrettich als Zwischenfrucht untergepflügt (C)

Aus den Tabellen 3 und 4 sind Zeitpunkt, Verteilung und Menge der mineralischen Düngung nach den Bewirtschaftungsweisen ersichtlich.

Vor der Bestellung des Versuches wurden im Jahre 1992 aus der Bodenbearbeitungszone (30 cm Tiefe) die Bodenproben zu chemischen und physikalischen Analysen entnommen (Tab. 2). Die Untersuchung der Boden- und Pflanzenproben erfolgte nach den standardisierten Methoden.

Für das Anbaujahr 1999/2000 ist der Lageplan des Versuches IOSDV in Jable in der Abbildung 1 gegeben.

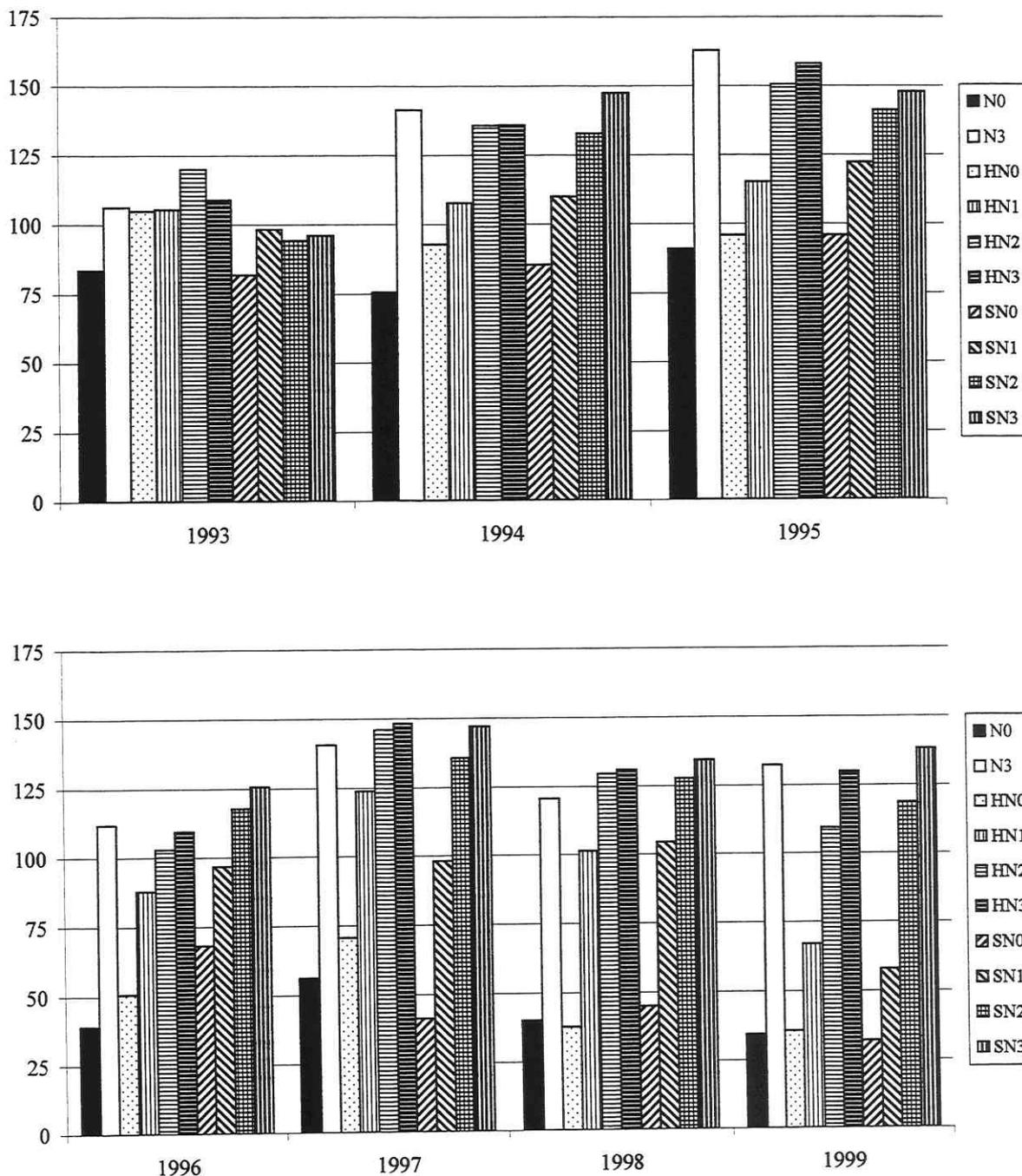
**Abb. 1.** Lageplan des Versuches IOSDV in Jable, Anbaujahr 1999/2000



# ERTRÄGE

## Der Mais

Mit Bezug auf die Düngungssysteme zeigen die Ergebnisse, dargestellt in Abbildung 2 und in Tabelle 5, keine größeren Unterschiede zwischen den vergleichbaren Bewirtschaftungsweisen.



**Abb. 2:** Relative Maiserträge [%] im IOSDV Jable im Zeitraum 1993 - 1999 (100 = Mittelwert aller Varianten des ersten Jahres)

Der Stallung zu Mais ohne zusätzliche mineralische Stickstoff-Düngung erbrachte nach der zweiter Rotation um 4,5 % höhere Maximalerträge als das System mit Strohdüngung und das

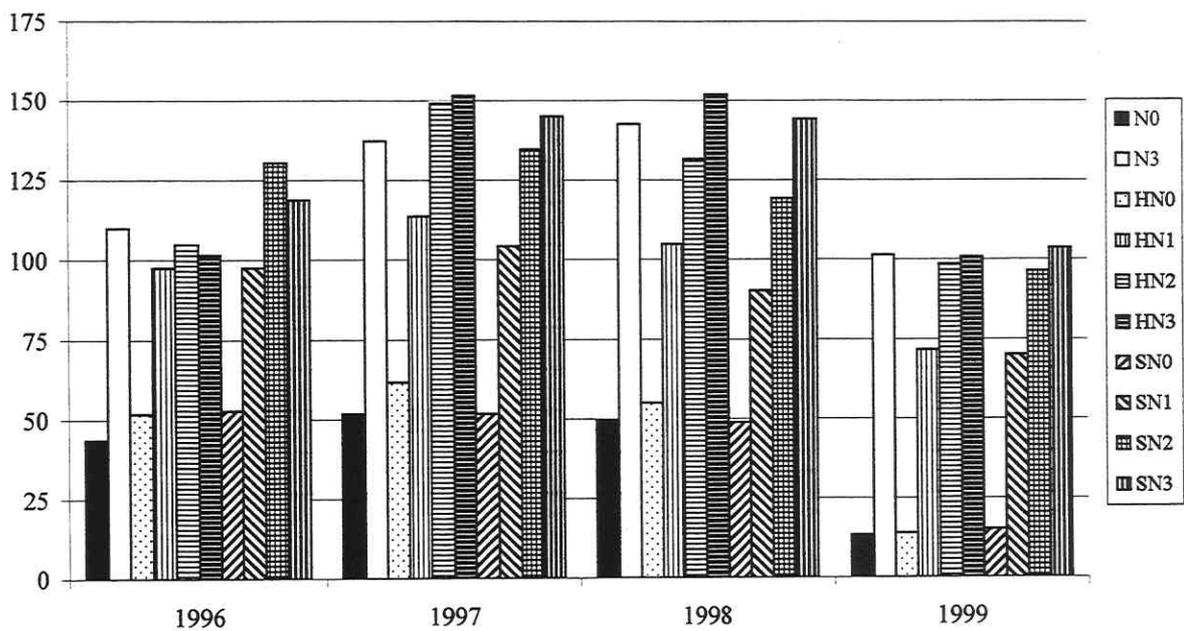
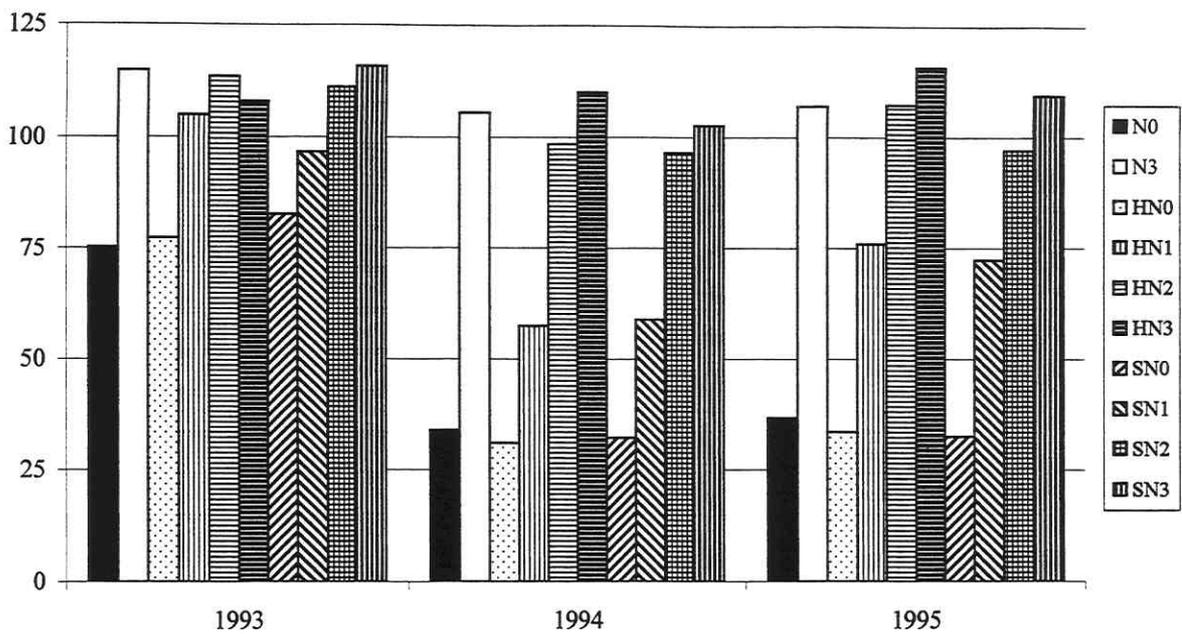
System ohne jede organische Düngung. Mineralische Stickstoff-Düngung wirkte in Interaktion mit organischer Düngung. So war der Ertrag beim System mit Strohdüngung um 5,6 % höher als beim System mit Stalldung und 7,8 % höher als beim System ohne organische Düngung. Erheblicher waren die Differenzen zwischen den mineralischen Stickstoffstufen. Bei allen Düngungssystemen erhöhte sich der Ertrag mit zunehmenden Stickstoff-Gaben erheblich. Die beste Wirkung des mineralischen N war beim System mit Strohdüngung (bei N3-Stufe Erhöhung um 292 %), bei Stalldung und im System ohne organische Düngung wurde bei der N3-Stufe ein um 266 % bzw. 271 % höherer Ertrag erzielt.

### **Der Weizen**

Der Weizen in allen drei Bewirtschaftungssystemen in Jable war durch ausgeglichene Erträge gekennzeichnet. In N0-Stufen wurden bei Stallmistdüngung um 15 % höhere Erträge im Vergleich zu ohne organische Düngung und um 6 % höhere als bei Strohdüngung erreicht. Ähnliche Relationen gelten auch für die Varianten mit höheren Gaben mineralischen Stickstoffs. Bei allen Düngungssystemen sind mit zunehmenden N-Gaben auch die Erträge angestiegen. Die höchsten Erträge wurden in der N3-Stufe erreicht, jedoch sind die Unterschiede zu den N2-Stufen verhältnismäßig gering. Die Wirkung des mineralischen Stickstoffs war besser als bei der Düngung mit Stallmist oder Stroh. Die Ausnutzung des mineralischen Stickstoffs nach der Differenzmethode zeigte in den N3-Stufen bei Weizen etwas höhere Werte (55 - 57) als bei Mais (50 - 52). Beim Bewirtschaftungssystem mit Strohdüngung wurden im Mittel der letzten vier Jahre bei den N3-Stufen im Vergleich zu N0-Stufen ein Ertragszuwachs von 210 % (Index 310 %) erreicht, bei der Bewirtschaftung mit Stallmist betrug der Zuwachs 177 % und im System ohne organische Düngung 203 %. Diese Ergebnisse deuten auf die gute Wirkung des mineralischen Stickstoffs bei Weizen.

Bei der Betrachtung der Weizenerträge sind die sehr ungünstigen Witterungsverhältnisse im Herbst 1998 und im Winter 1998/99 (Stauwasser auf dem Feld und tiefe Temperaturen) zu berücksichtigen, weswegen im Frühling 1999 Sommerweizen ausgesät wurde, was einen niedrigen Weizenertrag zur Folge hatte.

Mit Hilfe der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes nach Boguslawski und Schneider wurde die nötige Stickstoffdüngung zur Erreichung der Höchsterträge errechnet. Im Mittel der zweiten Rotation der Fruchtfolge (1996 - 98) waren dafür bei Bewirtschaftung mit Stallmist  $187 \text{ kg N ha}^{-1}$  nötig und bei Anwendung der Strohdüngung fast das Gleiche:  $184 \text{ kg N ha}^{-1}$ . In beiden Fällen wurde ein maximaler Deckungsbeitrag bei  $173 \text{ N ha}^{-1}$  erzielt.

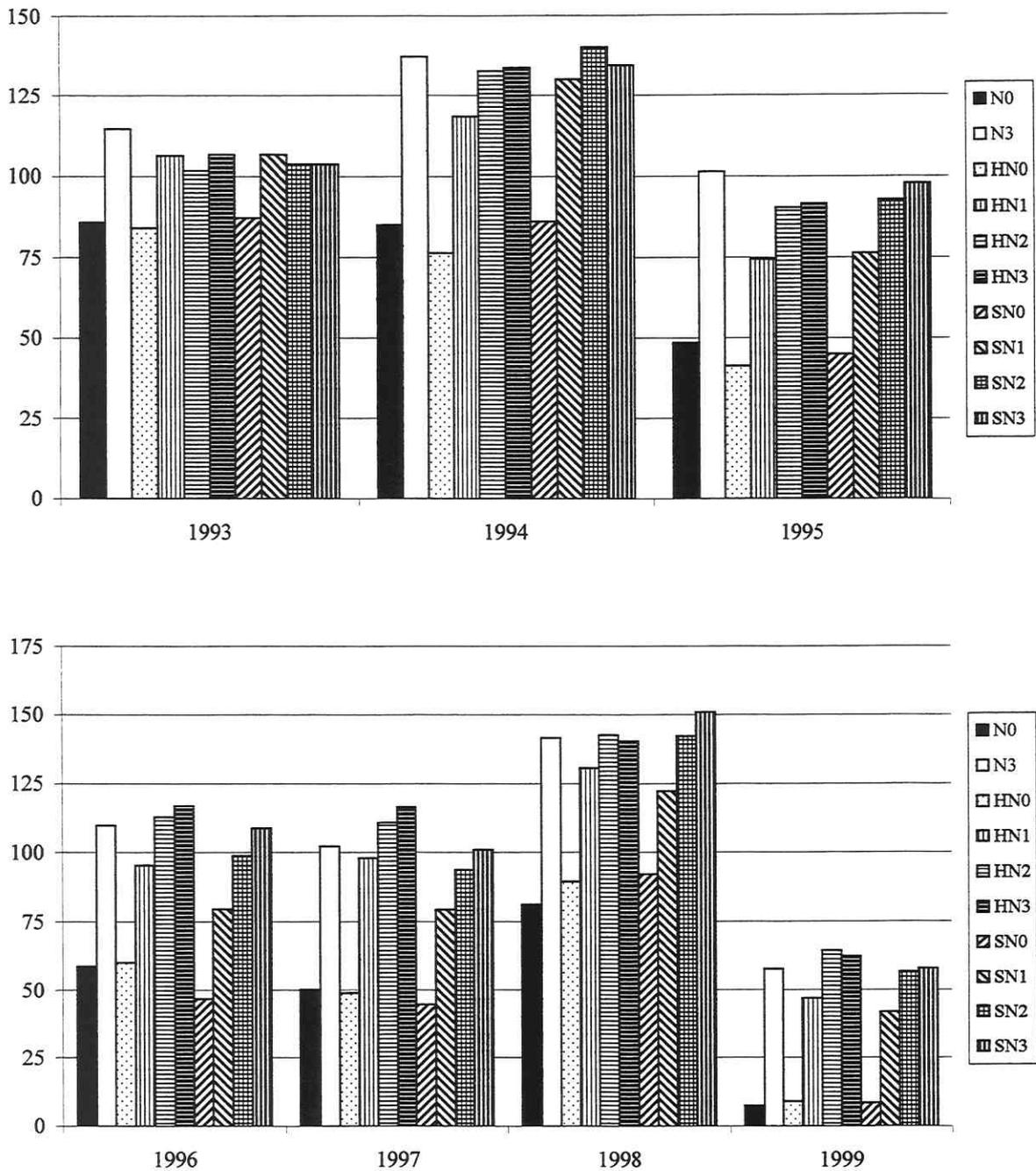


**Abb. 3:** Relative W-Weizenerträge [%] im IOSDV Jable im Zeitraum 1993 - 1999 (100 = Mittelwert aller Varianten des ersten Jahres)

### Die Gerste

Die Gerstenerträge zeigten eine Nachwirkung des Stallmistes im Vergleich zur Wirkung der Strohdüngung. Im dritten Jahr nach der Stallmistgabe lagen in Jable die Erträge der Varianten mit Stroheinarbeitung unter denen mit Stallmistdüngung. Diese Tatsache ist der langsamen Vermoderung des Stallmistes zuzuschreiben. Im allgemeinen waren alle Erträge niedrig. Aus den

Berechnungen nach der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes geht hervor, daß bei der Bewirtschaftung mit Stallmist die Maximalerträge bei 150 kg min. N ha<sup>-1</sup> erreicht werden und bei der Strohdüngung jenseits der N3-Stufe, bei etwa 190 kg min. N ha<sup>-1</sup>.



**Abb. 4:** Relative Gerstenerträge [%] im IOSDV Jable im Zeitraum 1993 - 1999 (100 = Mitteltrag aller Varianten erstes Jahres)

**Tab. 5** Korn- und Strohdurchschnittserträge [100 % TS, kg ha<sup>-1</sup>] Jable, Jahre 1993 - 99

a) Mais

Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N0	Korn	6163	5558	6702	2884	4139	2967	2547
	Stroh	10627	9919	8219	3811	4813	3110	3520
N3	Korn	7830	10423	12013	8270	10369	8889	9760
	Stroh	11104	15540	13438	7162	8043	6222	10343
BN0	Korn	7734	6845	7065	3742	5211	2775	2633
	Stroh	11785	10242	9122	4815	4842	3877	4196
BN1	Korn	7766	7942	8498	6484	9138	7480	4932
	Stroh	11688	11785	9946	4811	8231	6381	6310
BN2	Korn	8841	10012	11093	7604	10764	9552	8065
	Stroh	12243	15028	12359	5325	8239	6760	7987
BN3	Korn	8032	10015	11655	8093	10929	9658	9581
	Stroh	12016	15514	12873	6028	8769	7251	9508
CN0	Korn	6044	6290	7062	5026	3046	3324	2359
	Stroh	10178	8237	7889	4453	3431	4060	3666
CN1	Korn	7247	8100	9011	7138	7244	7714	4260
	Stroh	10590	12926	11447	6774	6254	6291	5256
CN2	Korn	6942	9799	10411	8673	9998	9417	8740
	Stroh	8822	15349	11756	6762	7545	7019	9120
CN3	Korn	7088	10868	10893	9268	10842	9912	10192
	Stroh	9419	15811	12060	7672	9618	7347	11919

b) Weizen

Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
A0	Korn	3036	1365	1483	1760	2085	2010	540
	Stroh	902	625	1257	737	1517	1329	655
A3	Korn	4630	4259	4320	4448	5540	5754	4097
	Stroh	1157	2500	3972	1414	5810	3154	3385
BN0	Korn	3122	1254	1350	2093	2492	2220	563
	Stroh	1258	625	1750	790	1954	1537	1101
BN1	Korn	4234	2321	3072	3941	4586	4235	2891
	Stroh	1275	2014	3456	845	4101	2710	1914
BN2	Korn	4576	3978	4334	4238	6020	5310	3981
	Stroh	1333	2604	4201	1187	5443	2735	2455
BN3	Korn	4359	4445	4673	4100	6113	6129	4074
	Stroh	1090	2708	4188	1162	5548	3086	2668
CN0	Korn	3341	1297	1310	2131	2089	1978	611
	Stroh	1762	569	1285	847	1365	1778	1313
CN1	Korn	3899	2377	2924	3942	4212	3649	2828
	Stroh	1602	1979	3458	978	3453	2346	2169
CN2	Korn	4483	3896	3915	5263	5437	4811	3893
	Stroh	1097	2604	4875	961	4585	2680	2581
CN3	Korn	4670	4146	4420	4794	5849	5818	4192
	Stroh	1025	2569	4306	1564	5256	3146	3048

c) Gerste

Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N0	Korn	2669	26,44	1506	1823	1558	2519	229
	Stroh	1617	14,58	1471	909	600	1075	708
N3	Korn	3558	4261	3144	3414	3177	4397	1789
	Stroh	1627	3389	3011	1779	1755	1800	1428
BN0	Korn	2614	2372	1285	1867	1522	2786	282
	Stroh	1835	1250	1464	1950	596	1042	1027
BN1	Korn	3301	3678	2312	2967	3045	4058	1454
	Stroh	1945	2500	2020	1682	1671	1569	1167
BN2	Korn	3156	4122	2809	3505	3446	4427	2002
	Stroh	1088	2604	2282	2194	1721	1755	1489
BN3	Korn	3307	4153	2848	3631	3623	4356	1938
	Stroh	1960	3333	2905	1777	2229	1862	1426
CN0	Korn	2709	2678	1400	1453	1386	2865	260
	Stroh	1535	1667	1156	743	367	1181	780
CN1	Korn	3310	4039	2372	2475	2464	3794	1298
	Stroh	1972	3021	1974	1008	904	1420	730
CN2	Korn	3219	4354	2884	3074	2914	4415	1759
	Stroh	2142	3160	2410	1676	1367	1652	1283
CN3	Korn	3216	4177	3040	3383	3141	4688	1798
	Stroh	1855	3090	2845	1644	1575	1689	2217

Aus den Ergebnissen, dargestellt in Abbildung 4 und in Tabelle 5, ist eine schwache Wirkung der Düngungssysteme wie auch eine schwache Ausnutzung des mineralischen Stickstoffs ersichtlich. Wegen der schon erwähnten schlechten Witterungsverhältnisse in der Periode 1998/99 wurden im Jahre 1999 besonders in N0-Stufen recht niedrige Erträge geerntet. Eine der Ursachen dafür liegt wahrscheinlich in der Auswaschung des für die Pflanzen verfügbaren Stickstoffs durch das Stauwasser. In N0-Stufen ergab die Stallmistdüngung um 5,4 % höhere Erträge als das System ohne organische Düngung, und um 2,7 % höhere Erträge als die Strohdüngung. Die N3-Stufen erbrachten ungefähr zweimal so hohe Erträge wie die N0-Stufen ( Koeffizient der Ertragserhöhung:  $N3 : N0 = 2,08$ ;  $BN3 : BN0 = 2,1$  und  $CN3 : N0 = 2,18$ ).

#### SCHLUßFOLGERUNGEN

Die oben geschilderten Ergebnisse zeigen folgendes:

- In den ersten sieben Jahren des IOSDV Jable besteht eine schwache Wirkung der organischen Düngung. Damit wurden 2 – 8 % Mehrertrag erzielt. Ursachen sollten in der Tatsache liegen, daß während des regnerischen Herbstes und Winters starke Auswaschungen der Nährstoffe aus dem Boden erfolgten.
- Die Wirkung des mineralischen Stickstoffs ist bei Mais und Weizen in allen Düngungssystemen sehr stark ausgeprägt, weniger aber bei Gerste.

## Literatur

- Tajnsšek, A. und Šantavec, I.: Ergebnisse der ersten zwei Fruchtfolgerotationen des IOSDV Rakičan. Arch. Acker-Pfl. Boden., **44**, 6, S. 473-487 (1999)
- Tajnsšek, A. und Šantavec, I.: Ertragsbildung und Stickstoffbilanz im IOSDV Ljubljana-Jable nach der ersten Fruchtfolgerotation. Arch. Acker-Pfl. Boden., **41**, S. 143-153 (1997)
- Tajnsšek, A.: Bilanz einiger Bodenkenndaten bei unterschiedlicher Nutzungsintensität in einem Dauerversuch unter regnerischem Klima. Agribiol. Res. **49**, 2-3, S. 144-149 (1996)
- Tajnsšek, A. und Kocjan Ačko D.: Effects of agronomic measures on some parameters of cereal kernels and potato tubers quality in a long-term static experiment (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). Zbornik predavanj Posvetovanje o prehrani domačih živali. (Radenci, 26.-27. Oktober 1995). S. 184-191
- Tajnsšek, A. und Šesek, P.: Uticaj mineralne ishrane na bilans hraniva I neke pokazatelje kvaliteta ratarskih kultura u statičkom trajnom njivskom ogledu (Serbo-kroatisch mit englischer Zusammenfassung). Savrem. poljopr., **45**, 3-4, S. 53-63 (1996)
- Tajnsšek, A., Udovč, A. und Šantavec, I.: Economy of field production systems and their ecological acceptability (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 25-31 (1996)
- Paulin, J. and Tajnsšek, A.: The effect of nitrogen content in wheat (*Triticum aestivum* L.) stem on its mechanical stability. New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 223-228 (1996)
- Šantavec, I. Tajnsšek, A.: Content of some minerals in maize grains by different cropping systems in a static long-term experiment (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 229-234 (1996)
- Tajnsšek, A., Šantavec, I.: The effect of fertilizing with mineral N fertilizer on maize in two 3-year field rotation cropping systems (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 48-54 (1998)
- Čeh, B., Tajnsšek, A.: Some of the malting characteristics of winter barley cv. Robur harvested in 1997 in Rakičan near Murska Sobota depending on agrotechnical arrangements. (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 98-102 (1998)

**DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH  
(IOSDV) RAKIČAN – SLOWENIEN  
IM ZEITRAUM 1992 - 1999**

A. TAJNŠEK<sup>1</sup>

*Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Landwirtschaftliche Abteilung,  
Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau*

**Der Standort**

Der IOSDV Rakičan (46° 38' nördliche Breite, 14° 11' östliche Länge, 184 m über NN) wurde im Jahre 1992 angelegt. Die Ortschaft Rakičan liegt am südwestlichen Rande des pannonischen Klimagebietes. Dem Standort IOSDV Rakičan am nächsten liegt der IOSDV Versuchsort Keszthely in Ungarn (90 km entfernt, Richtung NO). Südwestlich von Rakičan liegt in der Entfernung von ca. 200 km Jable bei Ljubljana, die zweitnächste IOSDV Versuchsort, aber schon im Bereich der humiden voralpinen Klimaverhältnisse.

**Die Witterung**

Die Klima- und Witterungsdaten sind in der Tabelle 1 dargestellt. Der durchschnittliche Jahresniederschlag im Zeitraum 1951 - 1985 betrug 810 mm, das Temperaturmittel in diesem Zeitraum war 9,4 °C. In der Zeitspanne 1993 - 1998 schwankte die Jahresniederschlagssumme von 667 mm (1993) bis 1026 mm (1996), was eine Differenz von beachtlichen 395 mm, bzw. 54 % ausmacht. Mai und Juni 1993 waren sehr trocken und warm (siehe Tab. 1!). Die Durchschnittstemperatur der Frühjahrsmonate (April, Mai, Juni) lag um 2,0 °C über dem langjährigen Mittel, was zu hoher Verdunstung und einem größeren Wasserdefizit im Boden beitrug. In den ersten fünf Monaten dieses Jahres gab es nur 92 mm Niederschlag, was die wichtigste Ursache für einen Minderertrag aller Feldfrüchte war. Im Gegensatz dazu war das Jahr 1996 zu regnerisch, besonders die Periode vom April bis Juni mit 352 mm Niederschlag im Vergleich zu den 230 mm im langjährigen Mittel. Bei den Witterungsverhältnissen des Jahres 1997 ist ein gravierender Hagelschlag zu erwähnen, der kurz vor der Ernte (den 17. Juli) beinahe Totalschaden bei Winterweizen (50 – 60 % niedrigerer Ertrag) und beträchtlichen Schaden an Mais verursachte.

Die Witterung im Frühling des Jahres 1999 war warm und naß, was die Entwicklung vieler Getreidekrankheiten beeinflusste. Die zweite Hälfte desselben Jahres war aber infolge der Dürre am Ende des Monats August und im September wieder ungünstig.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Anton Tajnsek, Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Landwirtschaftliche Abteilung, Lehrstuhl für Acker- und Pflanzenbau, Jamnikarjewa 101, 61111 Ljubljana

Man kann behaupten, daß wegen hoher Temperaturen während der Sommermonate die potentielle tägliche Wasserverdunstung 6 - 9 mm beträgt und gleichzeitig die nFK niedrig ist (niedriger  $C_{org}$ -Gehalt, siehe auch die Tabelle 2!). Der Wassermangel kann daher als der wichtigste Beschränkungsfaktor im Feldbau bezeichnet werden.

**Tabelle 1:** Klimawerte vom Standort Rakičan bei Murska Sobota

Durchschnitt 1951-1985													
Monat	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel
[°C]	-2,2	0,1	7,0	9,5	14,2	17,8	19,2	18,3	14,6	9,5	4,3	0,0	9,4
[mm]	36	42	49	58	77	95	108	90	75	63	68	49	810

Witterung 1993-1999:

1993

[°C]	-0,1	-0,5	4,7	10,5	17,4	19,3	20,0	19,8	14,9	11,8	1,4	0,3	10,0
[mm]	5	2	16	32	39	66	50	86	93	103	88	89	669

1994

[°C]	3,2	2,3	9,2	10,2	15,2	19,0	20,9	21,1	17,3	8,1	6,7	0,7	11,2
[mm]	17	27	28	122	62	117	89	194	76	141	51	58	982

1995

[°C]	0,2	4,7	5,1	11,0	15,0	17,4	21,9	18,6	14,1	10,5	6,4	0,1	10,4
[mm]	32	99	122	34	99	114	63	104	151	1	43	60	922

1996

[°C]	-2,1	-3,5	2,0	10,5	16,2	19,1	18,4	19,0	12,4	10,7	7,2	-2,4	9,0
[mm]	70	42	14	108	108	136	136	89	156	71	53	43	1026

1997

[°C]	-2,5	2,5	5,2	7,6	16,3	19,1	19,3	19,4	14,8	7,5	5,2	1,6	9,7
[mm]	42	8	15	25	71	114	127	95	36	16	67	74	690

1998

[°C]	1,6	4,2	4,4	11,3	15,1	19,4	20,3	20,1	15,0	11,2	2,6	-4,1	10,1
[mm]	5	0	39	61	38	82	120	105	157	82	122	29	840

1999

[°C]	-1,2	0,3	7,5	11,4	15,9	18,5	20,7	19,0	17,3	10,8	2,5	-0,2	10,2
[mm]	16	38	55	59	148	94	67	89	21	59	57	70	775

## Der Boden

Der Versuchsort Rakičan ist gekennzeichnet durch den diluvialen, lehmigen Sand aus Kalk- und Silikat-Gestein (FAO Klassifikation: Gleyic *Aerosol*). Der Grundwasserspiegel liegt unter 3 m Tiefe. Chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Es handelt sich um ein für die Landwirtschaft verhältnismäßig günstiges Gebiet; allerdings treten von Jahr zu Jahr ziemliche Schwankungen der Niederschläge und Temperatur auf. Hauptfrüchte der Region (Prekmurje) sind Mais, Weizen und Zuckerrüben.

**Tabelle 2:** Chemische und physikalische Bodeneigenschaften des Standorts Rakičan

<i>Bodenform: Lehmiger Sand (Kalk und Silikatgestein) FAO Klassifikation: Gleyic Arenosol (ARg)</i>		
<i>Chemische Bodeneigenschaften</i>		
C <sub>org</sub> - Gehalt		0,926 %
N <sub>org</sub> - Gehalt		0,098 %
C/N - Verhältnis		9,5
pH - Wert		7,04
Phosphor (P)		13,9 mg/100 g Boden
Kalium (K)		17,4 mg/100 g Boden
Magnesium (Mg)		8,7 mg/100 g Boden
Austauschkapazität		18,3 mval 100 g Boden
<i>Physikalische Bodeneigenschaften</i>		
Ton	< 2,0 µm	14,67 %
Feinschluff	6,3 - 2,0 µm	5,68 %
Mittelschluff	20 - 6,3 µm	7,80 %
Grobschluff	63 - 20 µm	17,72 %
Feinsand	200 - 63 µm	38,11 %
Mittelsand	630 - 200 µm	15,31 %
Grobsand	2000 - 630 µm	0,62 %
spezifisches Gewicht		2,70 g/cm <sup>3</sup>
Lagerungsdichte		1,61 g/cm <sup>3</sup>
Feldkapazität		12,2 V %
permanenter Welkepunkt		3,5 V %

## Die Versuchsanlage

Die Versuchsanlage wurde in Form eines statischen Fruchtfolgedauerversuches mit drei Bewirtschaftungsweisen durchgeführt. In den drei Schlägen (I, II, III) wurden jedes Jahr Mais, Winterweizen und Sommergerste nebeneinander angebaut und jeweils drei Düngungssysteme geprüft:

- ohne jegliche organische Düngung (System A)
- 300 dt ha<sup>-1</sup> Stallmist (System B)
- Stroh + Gründüngung (System C).

Im ersten Versuchsjahr wurde im Schlag I der Mais angebaut, im Schlag II der Winterweizen und im Schlag III die Sommergerste.

**Tabelle 3:** IOSDV - Düngungssysteme und N- Stufen (N kg/ha) (Rakičan, 1992 - 99)

Düngungs-System	N-STUFE	MAIS	W-WEIZEN	W-GERSTE
A) Ohne jede organische Düngung				
A	N0	0	0	0
A	N3	300	195	165
B) 300 dt/ha Stallmist zu Mais				
B	N0	0	0	0
B	N1	100	65	55
B	N2	200	130	110
B	N3	300	195	165
C) Stroh/Maisstroh/Gründüngung				
C	N0	Gerstenstroh	Maisstroh	Weizenstroh
C	N1	60 kg N/ha		
C	N2	Gründüngung	(Ölrettich)	
C	N3	N-Gaben zu den N-Stufen wie bei Düngungssystem B		

**Tabelle 4:** N-Düngungsplan zu den einzelnen Feldfrüchten

Feldfrucht	N1-Stufe	N2-Stufe	N3-Stufe
<b>Mais</b>	100 (Meier 00)	100 (Meier 00)	150 (Meier 00)
		100 (Meier 26)	150 (Meier 26)
<b>W-Weizen</b>	65 (EC 21/22)	75 (EC 21/22)	80 (EC 21/22)
		55 (EC 31/32)	80 (EC 31/32)
			35 (EC 45/50)
<b>W-Gerste</b>	55 (EC 21/22)	55 (EC 21/22)	70 (EC 21/22)
		40 (EC 31/32)	70 (EC 31/32)
		15 (EC 45/50)	25 (EC 45/50)

*Sonstige Düngung jährlich (zu allen Düngungsvarianten einheitlich):*

75 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 160 kg /ha K<sub>2</sub>O

Die Fruchtfolge des Schrages I lief wie folgt ab:

- 1. Jahr: - Mais (Hybrid 'Dea'), Maisstroh abgefahren, ohne Stallmist (A)
  - Mais, 30 t ha<sup>-1</sup> Stallmist; Maisstroh abgefahren (B)
  - Mais, Stroh untergepflügt (C)
- 2. Jahr: - Winterweizen (cv. 'Reska'), Stroh abgefahren (A)
  - Winterweizen, Stroh abgefahren (vorangegangenes Jahr Stallmist) (B)
  - Winterweizen, Stroh untergepflügt (C)
- 3. Jahr: - Wintergerste (cv. 'Rex'), Stroh abgefahren (A)
  - Wintergerste, Stroh abgefahren (B)
  - Wintergerste, Stroh untergepflügt, Ölrettich als Zwischenfrucht untergepflügt (C)

Aus den Tabellen 3 und 4 sind Zeitpunkt, Verteilung und Menge der mineralischen Düngung nach den Bewirtschaftungsweisen ersichtlich.

Vor der Bestellung des Versuches wurden aus der Bodenbearbeitungszone (30 cm Tiefe) die Bodenproben für chemische und physikalische Analysen entnommen (Tab. 1). Die Untersuchung der Boden- und Pflanzenproben erfolgte nach den standardisierten Methoden.

## ERTRÄGE

### Der Mais

Aus der Tabelle 5 ist ersichtlich, daß im Durchschnitt der ersten Rotation im Bezug auf den Maisertrag eine sehr schwache Wirkung verschiedener Düngungssysteme, so wie auch der verschiedenen Stufen der mineralischen N-Düngung, nachzuweisen war. Das ist mit dem Wassermangel in den Sommermonaten zu erklären. Die Ursache für das Ausbleiben größerer Unterschiede zwischen den Erträgen in der ersten Rotation ist aber auch in der Tatsache zu sehen, daß die Maispflanzen mit ihrem kräftigen Wurzelsystem eine große Fähigkeit zur Nährstoffaufnahme haben. So konnten die im Boden verbliebenen Nährstoffe aus vorangegangenen Jahren noch ausreichend für das Wachstum gewesen sein. Eine andere Tatsache liegt auch darin, daß der Mais im Vergleich zu Halmfrüchten, die in südlichen Breiten das üppigste Wachstum im Frühling haben, den größten Bedarf an Nährstoffen im Sommer hat, d. h. zu der Zeit, in der die Mineralisation organischer Substanzen im Boden sehr ausgeprägt ist.

**Tabelle 5:** Korn- und Strohdurchschnittserträge [100 % TS, kg ha<sup>-1</sup>] Rakičan, Jahre 1993 - 99

a) *Mais*

Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N0A	Korn	4951	6283	6685	5459	6928	6747	4075
	Stroh	5191	6587	6445	4504	5466	6101	5907
N3A	Korn	5861	6139	7690	8408	7197	9643	7312
	Stroh	5236	5482	7685	5888	5261	7844	8306
N0B	Korn	5191	6126	6900	9125	8212	8547	4631
	Stroh	5775	6815	6150	6909	7592	7496	5905
N1B	Korn	5454	4896	7133	9685	8341	5271	7738
	Stroh	5921	5317	5726	7376	7359	8018	8264
N2B	Korn	6699	6402	7193	9745	8523	10175	7946
	Stroh	7079	6765	5658	7108	6977	8927	8098
N3B	Korn	5511	6211	7652	9899	8238	9679	8038
	Stroh	6006	6768	6547	7117	7094	8924	8568
N0C	Korn	5213	5676	6438	6297	7023	8125	5904
	Stroh	5372	5849	6018	5029	5519	6818	7537
N1C	Korn	5504	6422	6986	8138	7301	9283	7413
	Stroh	5563	6492	6694	5494	5959	8594	7987
N2C	Korn	6366	5712	6824	9383	7245	9602	6456
	Stroh	5035	4517	5609	6523	5857	7982	8297
N3C	Korn	6363	5816	7770	9050	7425	9871	6960
	Stroh	5783	5287	6365	6302	5664	7959	8383

b) *Winterweizen*

Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N0A	Korn	2917	4068	2861	1403	1169	2341	2126
	Stroh	1821	2550	865	2229	1109	1196	1524
N3A	Korn	3219	5505	6283	3695	3287	4930	4850
	Stroh	1950	3342	2021	3334	3529	3209	3722
N0B	Korn	2587	4143	2668	1726	1467	2773	2646
	Stroh	1578	2550	476	2375	1456	1625	1800
N1B	Korn	2534	5815	4853	2759	2207	4517	3988
	Stroh	1452	3342	1235	2959	2323	2700	2892
N2B	Korn	2906	5957	6167	3481	2444	5499	5596
	Stroh	1508	3092	1777	3230	2536	3354	3294
N3B	Korn	3080	5778	6747	3510	2863	5160	5574
	Stroh	1742	3283	2159	3271	3341	3575	4267
N0C	Korn	2825	3307	2687	1456	1176	2503	1838
	Stroh	1506	1825	653	2265	1158	1559	1003
N1C	Korn	2941	5408	4679	2550	2060	3985	3151
	Stroh	1688	3117	1720	3084	2087	2471	2060
N2C	Korn	2651	6009	5897	3298	2570	4923	4611
	Stroh	1513	3450	1913	3302	2599	3096	3057
N3C	Korn	2819	5578	6322	3532	3158	4706	4894
	Stroh	1630	3250	1920	3459	3625	3004	3617

c) Wintergerste

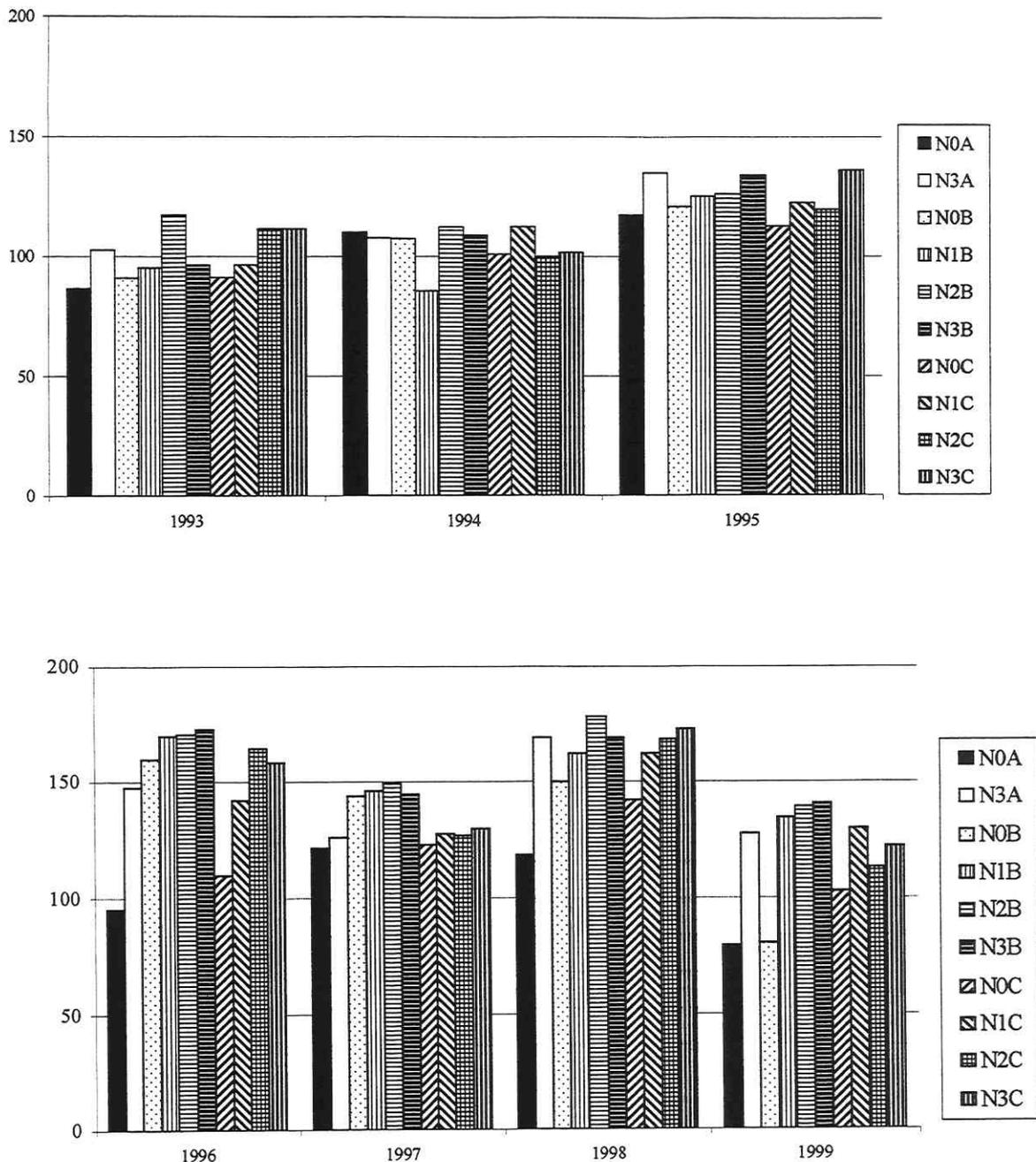
Düngungssysteme und N-Stufen		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N0A	Korn	2570	5531	3803	2129	3861	3875	1423
	Stroh	1534	3302	1025	1260	1689	1934	1241
N3A	Korn	2668	4665	3641	4118	6198	7424	4453
	Stroh	2794	4884	2392	2115	2907	2530	3098
N0B	Korn	2442	5225	3639	2014	3363	4105	1548
	Stroh	1346	2880	1033	1344	2018	1647	986
N1B	Korn	2337	6229	4505	3388	4520	5946	3493
	Stroh	1523	4059	1700	1938	2204	2900	2399
N2B	Korn	2430	6449	4214	3869	5772	6178	4222
	Stroh	2012	5339	1875	2229	2542	2973	2981
N3B	Korn	2465	5949	3961	3990	5616	6597	5340
	Stroh	1887	4555	2592	2167	2707	3662	4552
N0C	Korn	2946	5057	3441	2286	4549	5053	912
	Stroh	2342	4019	883	1386	2293	1589	712
N1C	Korn	3184	5649	4294	3445	5500	6583	2668
	Stroh	2251	3992	1175	1917	2489	1837	1749
N2C	Korn	2359	4988	4449	3843	5733	6857	3264
	Stroh	2505	5226	2275	2084	2729	2017	1882
N3C	Korn	2593	5039	3921	4149	6073	7204	4203
	Stroh	2414	4691	2592	2214	2809	2668	2880

Im Jahre 1997 bei Mais Schaden (20 % Minderertrag) durch Hagelschlag

Im Jahre 1997 bei Winterweizen Schaden (50 – 60 % Minderertrag) durch Hagelschlag

Die Erträge der zweiten Rotation (1996 - 98) und im Jahre 1999 zeigten nur teilweise ein anderes Bild: In allen drei Düngungssystemen waren alle N0-Stufen (N0A, N0B, N0C) den höheren N-Stufen unterlegen, zwischen den verschiedenen höheren N-Stufen waren aber keine wesentlichen Unterschiede. Von den N0-Düngungsstufen erreichte im Jahresmittel 1993 - 98 den höchsten Ertrag das System mit Stallmist (20 % mehr als AN0), gefolgt vom System mit Stroh/Maisstroh/Gründüngung (5 % mehr als AN0). Die Ergebnisse der Einzeljahre sind in Abbildung 1 dargestellt.

Kleinere Schwankungen der Erträge bezüglich der N-Düngung kann man mit der hohen Wirkung des im Boden vorhandenen Stickstoffs, der schon ohne Zufuhr von mineralischem N eine hohe Ernte ermöglichte, und mit Wassermangel, der als Begrenzungsfaktor für die höheren Erträge betrachtet werden kann, begründen. Aus den Berechnungen der Daten nach der Dritten Annäherung des Ertragsgesetzes von Boguslawski und Schneider folgt, daß im System mit Stallmist der Maximalertrag schon bei den Mengen von ca. 150 - 220 kg N ha<sup>-1</sup> erreichbar ist, im System mit Stroh/Maisstroh/Gründüngung aber sollten die N-Mengen für den Maximalertrag etwa 180 - 290 kg N ha<sup>-1</sup> betragen.



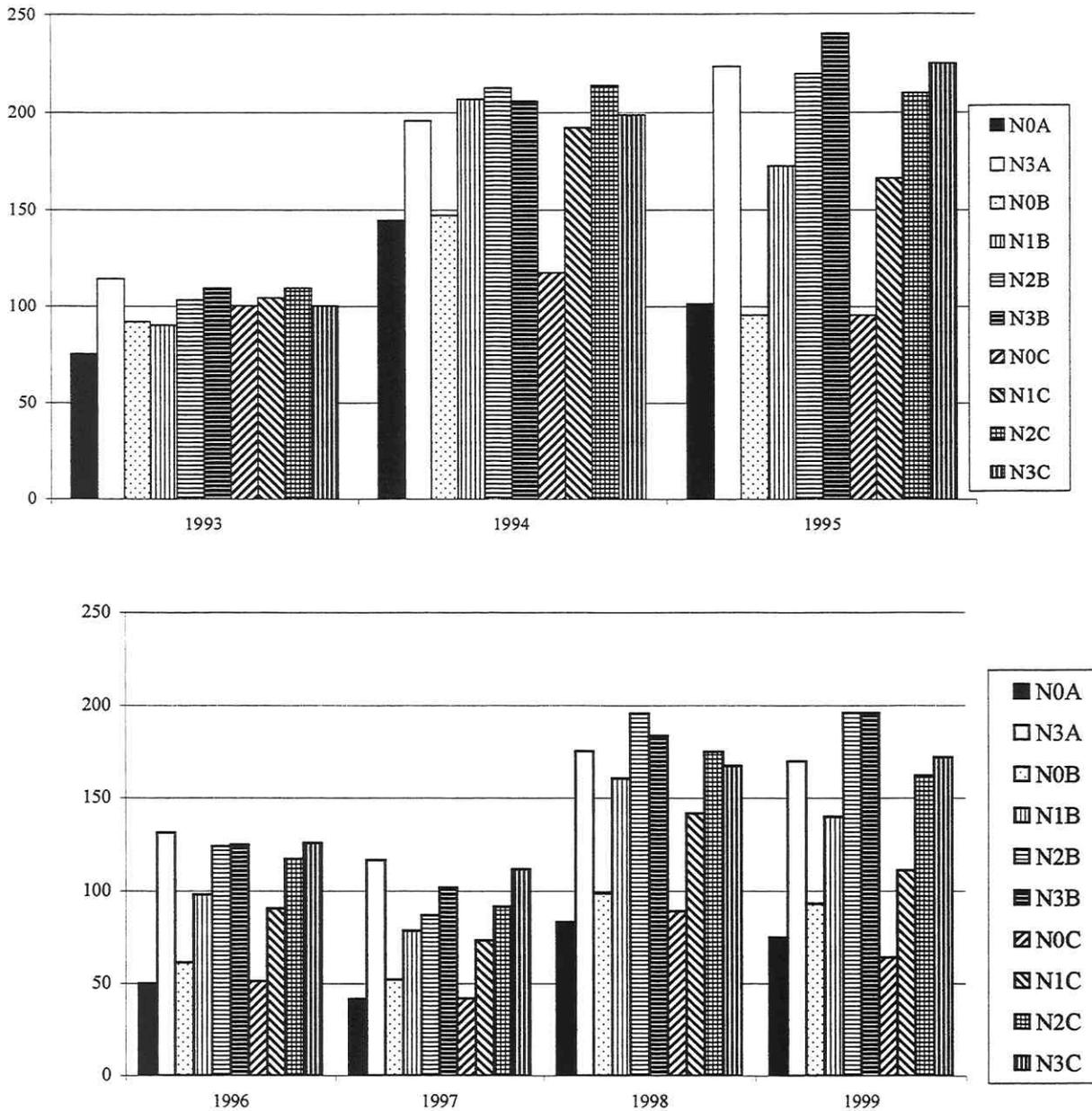
**Abb. 1:** Maiserträge in Abhängigkeit vom Düngungssystem und der N- Stufe im IOSDV Rakičan im Zeitraum 1993 - 1999 (100 = Mittelwert aller Varianten des ersten Jahres)

### Der Weizen

Die angewendeten Düngungssysteme und N-Stufen verursachten bei Weizen, im Gegensatz zu Mais, schon in der ersten Rotation wesentliche Ertragsunterschiede (Tab. 5). Vor allem bei N0-Stufen sind im Vergleich zu höheren Stickstoffstufen wesentliche Differenzen festzustellen, jedoch ist ein mäßiger Ertragsanstieg auch bei höheren N-Stufen nachweisbar. Die N0-Stufe der beiden Systeme mit organischer Düngung zeigten keinen Vorteil zu der N0-Stufe des Systems ohne

organische Düngung, im Gegenteil, die niedrigsten Erträge sind bei dem System Stroh/Maisstroh/Gründüngung (System C) aufgetreten.

Die schwache Ausnutzung des Stickstoffs vom Weizen im System C ist mit dem weiten C/N-Verhältnis und dementsprechender N-Bindung zu erklären.



**Abb. 2:** W-Weizenerträge [%] in Abhängigkeit vom Düngungssystem und der N-Stufe im IOSDV Rakičan im Zeitraum 1993 - 1999 (100 = Mittelwert aller Varianten des ersten Jahres)

Aufgrund der Auswinterungsschäden im Jahre 1996 und des starken Hagenschlages im Juli 1997 lagen die Weizenerträge im Mittel der zweiten Rotation deutlich niedriger als in der Ersten. Da nicht an allen Düngungssystemen und N-Stufen gleiche Schäden eingetreten sind, sind die

Differenzen zwischen den Erträgen verschiedener Anbauvarianten mit Vorbehalt zu betrachten. So wie aus der Tabelle 5 ersichtlich ist, handelt es sich um ähnliche Beziehungen wie in der ersten Fruchtfolge, jedoch ist die N0-Stufe mit Stallmist gegenüber den anderen zwei N0-Stufen als günstiger zu bewerten.

Der Frühling 1996 war außerordentlich regnerisch. Damit verbunden waren gute Bedingungen zur Entwicklung der Pilzkrankheiten (Echter Mehltau, Blatt- und Spelzenbräune) bei Getreide, was vor allem bei Weizen beträchtliche Einbußen verursachte. Im Allgemeinen waren die Wachstumsverhältnisse für den Weizen in zweiter Rotation deutlich ungünstiger als in der Ersten. Solche Tatsachen sind auch aus der Abbildung 2 und der Tabelle 2 ersichtlich.

Da Maximalerträge nach der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes lediglich für die zweite Rotation ausgewertet wurden, sind ihre absoluten Werte verhältnismäßig niedrig. Im Bezug auf den Maximalertrag sind die Werte - aus oben erwähnten Gründen allerdings mit Vorbehalt zu betrachten - beim Verfahren mit Stallmist etwa 150 - 190 kg ha<sup>-1</sup> Mineraldünger-N, beim Verfahren mit Stroh/Maisstroh/Gründüngung 160 - 190 kg ha<sup>-1</sup> Mineraldünger-N.

### **Die Gerste**

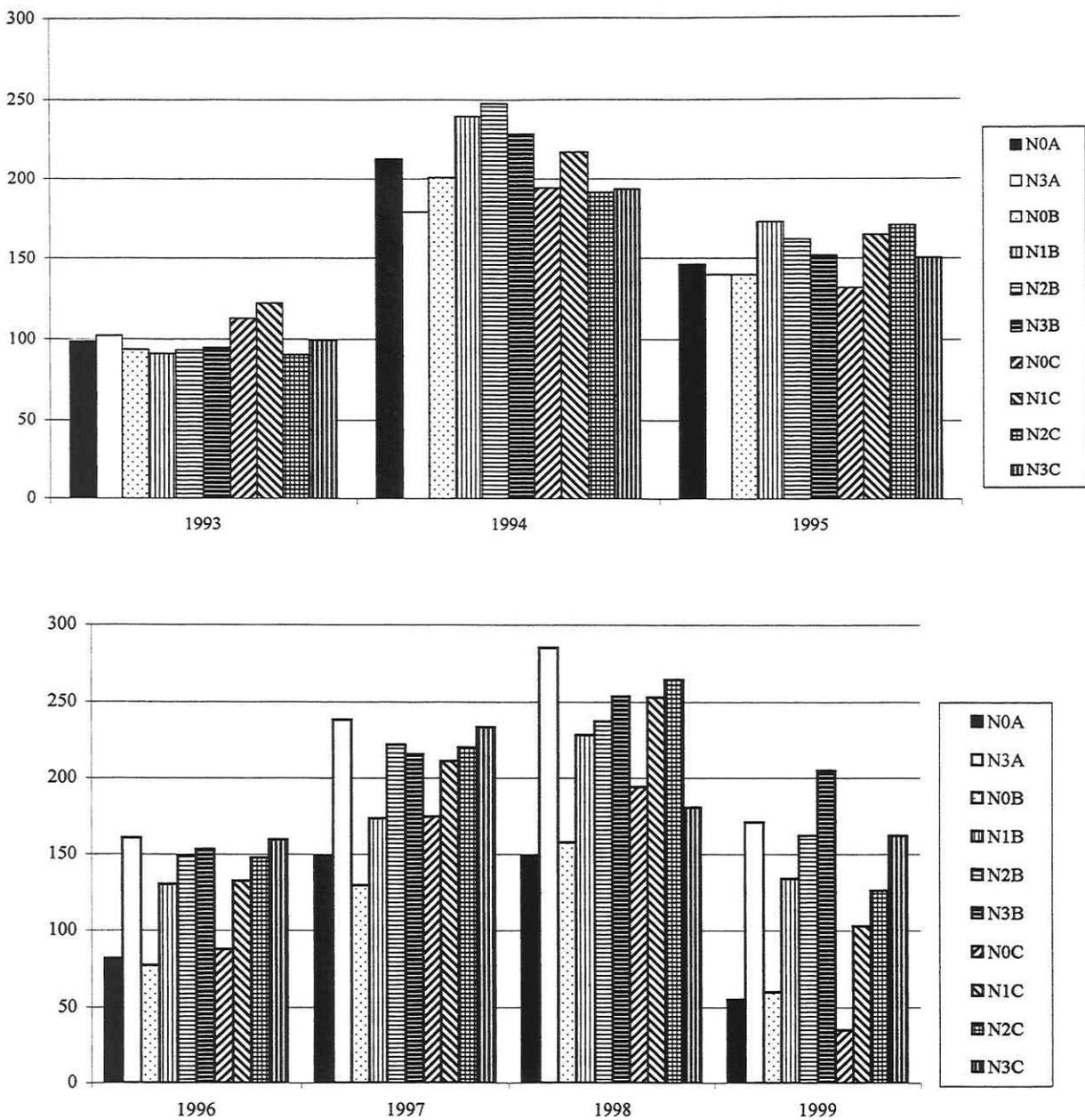
Unter Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse verlief bei Gerste die Ertragsdynamik der beiden Rotationen sehr unterschiedlich. Während in der ersten Rotation in den hohen N-Stufen (N2, N3) Lager auftrat und depressiv auf den Ertrag wirkte, wurde in der zweiten Rotation kein Lager und kein Rückgang der Erträge festgestellt.

In allen N0-Stufen wurden die geringsten Erträge ermittelt. Zwei Jahre nach der Stallmistdüngung war auf denselben Parzellen bei Gerste fast keine Wirkung des Stallmist mehr zu erkennen, aber mit Ausnahme des letzten Jahres (1999) war die Wirkung des Düngungssystems Stroh/Maisstroh/Gründüngung im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle (AN0) und zum Stallmistssystem (BN0) stark (Tab. 5).

Der Einfluß der jährlichen Witterung auf den Ertrag war erheblich (Abb. 3). Interessanterweise wurden in allen drei Jahren in der zweiten Rotation (1996 - 98) bei der Gerste die höchsten Erträge im System ohne organische Düngung in der N3-Stufe (N3A) ermittelt. Im Jahre 1999 stand der Ertrag der N3A Variante an zweiter Stelle hinter der Variante N3B.

Die Berechnung der Dritten Annäherung des Ertragsgesetzes für die zweite Rotation wies höhere Maximalerträge des Systems mit Stroh im Gegensatz zum System mit Stallmist aus.

Für den Maximalertrag benötigte das Stallmistssystem weniger mineralischen Stickstoff als das System mit Stroh. Die Streuung war ziemlich breit, sie betrug beim Verfahren mit Stallmist etwa 130 - 190 kg/ha N und beim Verfahren mit eingepflügter Stroh/Maisstroh/Gründüngung etwa 180 - 190 kg ha<sup>-1</sup> Mineral-N.



**Abb. 3:** Gerstenerträge [%] in Abhängigkeit vom Düngungssystem und der N-Stufe im IOSDV Rakičan im Zeitraum 1993-1999 (100 = Mittelwert aller Varianten des ersten Jahres)

## Schlußfolgerungen

Nach den acht Jahren der dreijährigen Fruchtfolge Mais – Winterweizen - Wintergerste, in verschiedenen Kombinationen organischer Düngung mit gestaffelter Mineral-N-Düngung, können folgende Schlüsse gezogen werden:

- die N-Bilanzen der Nullparzellen haben noch nicht den Gleichgewichtszustand erreicht.
- Die geringe Wirkung des Mineraldünger-N bei Mais kann man mit dem Wassermangel in den Sommermonaten erklären, der als Minimumfaktor betrachtet werden kann.
- Zwei Jahre nach der Stallmistdüngung war auf denselben Parzellen bei Gerste kaum eine Wirkung des Stallmistes zu erkennen.
- Die schwache Ausnutzung des Stickstoffs vom Weizen im System C ist mit dem weiten C/N-Verhältnis des Strohs und dementsprechender N-Bindung zu erklären.

## Bisherige Veröffentlichungen zum Versuch

- Tajnsšek, A. und Šantavec, I.: Ergebnisse der ersten zwei Fruchtfolgerotationen des IOSDV Rakičan. Arch. Acker-Pfl. Boden., **44**, 6, S. 473-487 (1999)
- Tajnsšek, A. und Šantavec, I.: Ertragsbildung und Stickstoffbilanz im IOSDV Ljubljana-Jable nach der ersten Fruchtfolgerotation. Arch. Acker-Pfl. Boden., **41**, S. 143-153 (1997)
- Tajnsšek, A.: Bilanz einiger Bodenkenndaten bei unterschiedlicher Nutzungsintensität in einem Dauerversuch unter regnerischem Klima. Agribiol. Res. **49**, 2-3, S. 144-149 (1996)
- Tajnsšek, A. und Kocjan Ačko D.: Effects of agronomic measures on some parameters of cereal kernels and potato tubers quality in a long-term static experiment (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). Zbornik predavanj Posvetovanje o prehrani domačih živali. (Radenci, 26.-27. Oktober 1995). S. 184-191
- Tajnsšek, A. und Šesek, P.: Uticaj mineralne ishrane na bilans hraniva I neke pokazatelje kvaliteta ratarskih kultura u statičkom trajnom njivskom ogledu (Serbo-kroatisch mit englischer Zusammenfassung). Savrem. poljopr., **45**, 3-4, S. 53-63 (1996)
- Tajnsšek, A., Udovč, A. und Šantavec, I.: Economy of field production systems and their ecological acceptability (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 25-31 (1996)
- Paulin, J. and Tajnsšek, A.: The effect of nitrogen content in wheat (*Triticum aestivum* L.) stem on its mechanical stability. New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 223-228 (1996)
- Šantavec, I. Tajnsšek, A.: Content of some minerals in maize grains by different cropping systems in a static long-term experiment (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 229-234 (1996)
- Tajnsšek, A., Šantavec, I.: The effect of fertilizing with mineral N fertilizer on maize in two 3-year field rotation cropping systems (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 48-54 (1998)
- Čeh, B., Tajnsšek, A.: Some of the malting characteristics of winter barley cv. Robur harvested in 1997 in Rakičan near Murska Sobota depending on agrotechnical arrangements. (Slovenisch mit englischer Zusammenfassung). New challenges in field crop production. Ljubljana, S. 98-102 (1998)

# DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFF-DAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) MADRID - SPANIEN

CRISTINA LÓPEZ-FANDO <sup>1)</sup>, MARIA TERESA PARDO <sup>1)</sup> und HANS-RICHARD WEGENER <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Centro de Ciencias Medioambientales, Madrid, Spanien*

<sup>2)</sup> *Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität, Gießen, Deutschland*

## 1. Einleitung

In Spanien wurde der IOSDV im Jahr 1985 auf der Versuchsstation La Higuera (Madrid) angelegt. Der Standort ist aufgrund seiner typischen Boden- und Klimabedingungen ausgesprochen repräsentativ für das semiaride Mittelspanien.

In diesem Bericht werden der Standort beschrieben sowie die Erträge von Weizen, Gerste und Sorghum im Laufe von fünf Rotationen (1985 - 1999).

## 2. Der Standort

### 2.1. Boden

Die Versuchsstation La Higuera liegt in Mittelspanien, ca. 80 km südwestlich von Madrid. Bei einer geographischen Lage von 40°, 3' nördlicher Breite und 4° 26' östlicher Länge hat der Standort eine Höhenlage von 450 m über NN. Der vorherrschende Bodentyp ist nach FAO (1988) ein schwach-tonig-lehmiger Calcic Luvisol aus detritischen Arkosen erodierter Metamorphite, die für Zentralspanien typisch sind. Die folgenden Angaben beschränken sich auf die Bodenschicht von 0 - 24 cm.

#### Chemische Bodeneigenschaften

pH (H <sub>2</sub> O)	5.8
C <sub>org</sub> (%)	0.69
N <sub>t</sub> (%)	0.066
C/N- Verhältnis	10.5
CO <sub>3</sub> (%)	–
Austauschkapazität (cmol <sub>c</sub> * kg <sup>-1</sup> )	17.4
Pflanzenverfügbare P (mg * kg <sup>-1</sup> )	84
Pflanzenverfügbares K (mg * kg <sup>-1</sup> )	188
Pflanzenverfügbares Ca (mg * kg <sup>-1</sup> )	2450
Pflanzenverfügbares Mg (mg * kg <sup>-1</sup> )	140

#### Physikalische Bodeneigenschaften

Ton (%)	<2µm	26.8
Fein- und Mittelschluff (%)	2 - 20 µm	7.7
Grobchluff und Feinsand (%)	20 - 200 µm	30.7
Mittel- und Grobsand (%)	200 - 2.000 µm	34.8
Feldkapazität Vol.-% (-33 kPa)		15.1
Permanenter Welkepunkt Vol.-% (-1500 kPa)		7.9
Lagerungsdichte (g*cm <sup>-3</sup> )		1.55
Spezifisches Gewicht (g*cm <sup>-3</sup> )		2.59

## 2.2 Witterung

Das Klima von La Higuera ist gekennzeichnet durch geringe Luftfeuchtigkeit. Im 40-jährigen Mittel betrug der mittlere Jahresniederschlag 430 mm. Als mittlere Jahrestemperatur wurden 6 °C im Winter und 23 °C im Sommer ermittelt. Die Temperaturen und Niederschläge im Versuchszeitraum (1985 - 1999) finden sich in den Tabellen I und II.

**Tabelle I:** Monatliche Niederschläge (mm) in Madrid (1985 bis 1999)

	<i>Okt</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Jan</i>	<i>Feb</i>	<i>März</i>	<i>April</i>	<i>Mai</i>	<i>Juni</i>	<i>Juli</i>	<i>Aug</i>	<i>Sept</i>	$\Sigma$
1984/85	41.5	128.6	11.4	105.5	54.8	2.7	59.8	43.1	2.7	0.0	0.0	1.4	451.3
1985/86	0.0	51.4	88.9	22.5	78.0	13.3	37.0	5.1	9.1	2.0	0.0	49.7	357.0
1986/87	89.2	21.4	25.1	103.9	37.0	16.2	91.0	14.3	23.3	33.4	4.5	10.9	470.2
1987/88	48.1	67.5	127.3	72.1	19.4	2.9	68.4	43.1	142.6	8.6	0.0	0.0	600.0
1988/89	68.6	44.0	1.2	5.3	51.0	12.8	49.2	37.5	28.6	3.8	4.8	5.8	312.6
1989/90	10.6	201.9	181.2	40.1	3.1	16.4	45.4	13.1	0.0	20.4	4.5	62.2	598.9
1990/91	61.9	63.0	15.1	28.4	64.8	54.0	32.6	42.0	1.1	7.3	0.0	18.9	389.1
1991/92	53.9	16.9	26.5	8.1	20.0	15.9	50.4	65.8	61.3	0.2	19.9	9.2	348.1
1992/93	92.8	4.6	35.8	1.0	26.7	38.1	29.2	83.6	89.8	0.3	1.5	8.1	411.5
1993/94	160.3	43.2	9.0	42.9	31.6	0.4	49.2	73.2	0.4	9.2	0.4	18.0	437.8
1994/95	39.0	42.4	24.4	25.1	44.9	3.4	16.4	13.8	22.5	6.5	18.9	10.0	267.3
1995/96	3.6	70.9	151.5	39.0	22.3	42.5	12.3	106.4	13.4	0.0	0.0	52.9	514.8
1996/97	14.4	79.0	150.9	113.7	2.3	0.0	47.6	69.2	5.4	31.0	6.8	13.6	533.9
1997/98	22.8	212.6	90.1	41.7	46.8	32.3	54.9	103.5	6.6	0.0	12.0	63.9	687.2
1998/99	24.8	16.6	40.2	23.9	13.9	20.1	27.4	50.7	9.2	1.8	2.5	33.5	264.6

**Tabelle II:** Mittlere Temperaturen (°C) in Madrid (1985 bis 1999).

	<i>Okt</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Jan</i>	<i>Feb</i>	<i>März</i>	<i>April</i>	<i>Mai</i>	<i>Juni</i>	<i>Juli</i>	<i>Aug</i>	<i>Sept</i>	<i>X</i>
1984/85	16.9	9.4	6.1	4.0	9.2	8.5	12.6	14.7	21.8	26.4	24.6	24.2	14.9
1985/86	15.6	8.3	5.0	5.1	6.8	9.1	8.3	17.5	22.0	26.0	22.5	20.8	13.9
1986/87	13.4	9.4	8.2	4.4	6.3	10.0	12.7	16.1	22.0	24.0	25.0	14.9	14.5
1987/88	15.6	9.9	5.0	7.4	6.8	9.4	12.0	15.3	18.5	23.5	24.2	13.9	14.1
1988/89	16.8	12.0	10.3	5.0	7.3	10.9	10.2	17.8	22.0	27.3	25.3	14.5	15.5
1989/90	13.8	7.8	4.3	5.8	9.7	10.6	9.8	16.1	21.9	25.7	25.2	14.1	14.3
1990/91	11.2	7.6	4.7	4.4	5.0	9.4	10.2	15.4	22.3	25.1	25.7	15.5	13.5
1991/92	12.3	9.3	6.6	2.3	5.3	9.8	13.0	18.2	17.0	25.2	24.0	14.3	13.6
1992/93	12.3	8.4	5.9	4.4	6.6	9.6	11.5	15.1	20.9	25.8	25.1	13.5	13.7
1993/94	16.0	10.8	7.2	6.1	6.8	12.4	11.8	16.7	22.3	26.5	25.6	13.6	15.1
1994/95	17.8	11.6	8.8	6.3	8.8	11.0	13.7	19.5	23.1	26.4	25.8	13.7	16.0
1995/96	15.3	10.0	7.8	8.4	6.4	9.7	13.5	15.9	23.1	25.4	24.5	18.9	14.9
1996/97	15.7	11.1	8.1	7.0	9.4	12.8	15.6	16.9	19.9	24.1	25.0	22.8	15.7
1997/98	17.2	10.5	7.3	6.9	9.3	12.2	11.3	16.3	22.1	26.2	26.9	21.1	15.6
1998/99	13.8	9.4	4.9	5.8	6.6	9.9	13.7	17.9	23.0	27.5	25.5	20.8	14.9

Während der ersten Rotation (1985 - 1987) ist der geringe Niederschlag im Wirtschaftsjahr 1986 hervorzuheben. Dazu kam 1986 eine deutliche Verringerung der Niederschläge ab April, was mit dem Zeitraum der Halm- und Ährenentwicklung des Korns zusammenfiel.

Im Laufe der zweiten Rotation (1988 - 1990) lagen die Gesamtniederschläge erheblich über dem Durchschnitt, obwohl das zweite Jahr (1989) auch als trocken bezeichnet werden kann. Die folgende Rotation (1991 - 1993) fand in einem von kargen Regenfällen gekennzeichneten Zeitraum statt. In diesen drei Jahren lag der Niederschlag deutlich unter dem jährlichen Durchschnitt. Außerdem lagen die Durchschnittstemperaturen dieser Jahre etwa 1 °C unter den Temperaturen der restlichen Versuchsjahre. Während der 4. Rotation (1994 - 1996) schliesslich fielen die Mindestniederschläge dieser 12 Jahre und die Durchschnittstemperatur stieg im 2. Jahr an. Bei der Trockenheit im Jahre 1995 wurde der Wasservorrat in der Region aufgebraucht. Die letzte Rotation von 1997 bis 1999 war hinsichtlich der Witterung zweigeteilt. Die ersten beiden Jahre zeichneten sich durch hohe Niederschläge, verbunden mit günstigen Temperaturen, aus. Danach folgte 1999, das trockenste Jahr seit Beginn der Witterungsaufzeichnungen.

### 3. Der Versuch

Der IOSDV-Versuch Madrid wurde im November 1985 nach folgendem Versuchsplan eingerichtet:

Anlagemethode:	split plot	Prüffaktoren und Stufen:	3 × 3 × 5
Versuchsfläche:	8 000 m <sup>2</sup>	Pflanzenarten:	3 Stufen
Grösse der Anlageparzelle:	6 m × 8 m = 48 m <sup>2</sup>	Organische Düngung:	3 Stufen
Anzahl der Wiederholungen:	3	Mineralische N-Düngung:	5 Stufen

Der IOSD-Versuch wurde in einer dreifeldrigen Fruchtfolge mit den Kulturen Sorghum-Hirse (Sorte PIONNER 85), Winterweizen (Sorte SURENO) und Sommergerste (Sorte ARAMIR) angelegt. Im Jahr 1996 wurden aufgrund der Wetterbedingungen anstelle von Sorghum Sonnenblumen angebaut. In jedem Jahr standen alle drei Kulturen auf der Fläche. Die organische Düngung umfasste drei Stufen: Variante 1 "ohne" erhielt keine organische Düngung. Stroh und Zwischenfrucht wurden vom Feld abgefahren; Variante 2 "Stallmist" erhielt vor Sorghum 300 dt Stallmist je ha; Sommergerste und Winterweizen erhielten keine organische Düngung. Variante 3 "Stroh" erhielt vor Sommergerste und Winterweizen 30 dt TM Gerstenstroh je ha. Sorghum erhielt 30 dt TM Sorghumblatt je ha außer in den Jahren 1991 und 1995, in denen 30 dt TM Gerstenstroh aufgebracht wurden, weil Sorghum keinen Ertrag gebracht hatte. Als Zwischenfrucht dienten 25 dt TM ha<sup>-1</sup> Raps. Die Variante "Stroh" wurde bei jeder der drei Kulturen zusätzlich mit 30 kg ha<sup>-1</sup> mineralischem N als Ausgleichsdüngung zur Vermeidung der N-Fixierung gedüngt.

Die mineralische Stickstoffdüngung wurde in fünf Steigerungsstufen verabreicht (Tabelle III). Diese Stufen wurden so gewählt, dass das Ertragsoptimum überschritten werden sollte. Als Grunddüngung wurden  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  P in Form von Superphosphat und  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  K als  $\text{K}_2\text{SO}_4$  verabreicht. Zu Beginn des Frühlings erhielten alle Weizen- und Gerstenparzellen  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$  Isoproturon IP50 und  $0,075 \text{ kg ha}^{-1}$  Oxitril in 200 l Wasser je ha im Nachauflaufverfahren. Bei Sorghum wurde das Unkraut mechanisch bekämpft.

Die Sorghumparzellen wurden üblicherweise in den Monaten Juni, Juli und August mit monatlich  $40 \text{ l m}^{-2}$  bewässert. Doch diese Bewässerung fand in den Jahren 1991 - 1995 nicht statt, weil aufgrund der andauernden Dürre kein Bewässerungswasser zur Verfügung stand.

**Tabelle III:** Mineralische N-Düngung ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )

Fruchtart	Sommergerste	Winterweizen	Sorghum
N <sub>0</sub>	0	0	0
N <sub>1</sub>	25 in 2 Gaben (15+10)	30 in 2 Gaben (15+15)	40 in 1 Gabe
N <sub>2</sub>	50 in 2 Gaben (25+25)	60 in 2 Gaben (30+30)	60 in 1 Gabe
N <sub>3</sub>	75 in 2 Gaben (50+25)	90 in 2 Gaben (45+45)	80 in 1 Gabe
N <sub>4</sub>	100 in 2 Gaben (60+40)	120 in 2 Gaben (60+60)	100 in 1 Gabe

#### 4. Ergebnisse

Die Tabellen IV bis VI enthalten jeweils die Weizen-, Gersten- und Sorghumerträge der Behandlungsvarianten im Laufe der fünf Rotationen.

##### 4.1. Winterweizen

Bei Weizen (Tab. IV) wurden die höchsten Erträge während der ersten Rotation erzielt, in der steigende Mineral-N-Gaben eine deutliche Ertragserhöhung bewirkten. Dieser Effekt erreichte sein Maximum bei einer N-Gabe von  $90 \text{ kg N ha}^{-1}$  (N<sub>3</sub>) mit Erträgen von mehr als  $150 \text{ dt ha}^{-1}$ , ohne dass jedoch eine Differenz zwischen den Varianten "ohne" organische Düngung, "Stroh" und "Stallmist" zu beobachten war. Bei dieser ersten Rotation muss hervorgehoben werden, dass das Verhältnis Korn : Stroh wegen der kargen Niederschläge im Frühling des zweiten Jahres sehr niedrig war.

Bei der zweiten Rotation war die Tendenz ähnlich: minimale Erträge ohne Mineral-N und Anstieg der Trockenmassenproduktion mit den Stufen N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>. Die Gesamterträge in diesem Zeitraum waren deutlich niedriger als die der vorhergehenden Rotation. So gingen die Erträge nicht über  $120 \text{ dt TM ha}^{-1}$  hinaus, die bei der Stufe  $90 \text{ kg N}$  plus Stroh erreicht wurden. Bei der zweiten Rotation wurde im

Vergleich zur ersten eine deutliche Erhöhung des Verhältnisses Korn : Stroh bei den Varianten “ohne” organische Düngung sowie “Stroh” und “Stallmist” festgestellt. Bei den drei Varianten machte der Kornertrag über 50 % des Gesamttrockenmasseertrags aus.

**Tabelle IV:** Kornerträge (a) und Gesamterträge (b) von Weizen in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung

	N <sub>0</sub>		N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>		N <sub>3</sub>		N <sub>4</sub>	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1. Rotation (1985-87)										
Kontrolle	24.1	72.7	37.9	101.6	49.6	143.0	57.8	155.0	54.0	163.3
Stallmist	33.1	98.0	43.9	117.2	46.7	145.6	53.7	159.9	56.3	162.2
Stroh+Zfr	35.8	98.0	46.7	128.7	47.1	147.7	54.7	163.8	55.2	161.3
2. Rotation (1988-90)										
Kontrolle	27.6	44.5	52.0	87.6	67.3	104.2	75.2	116.7	65.6	108.7
Stallmist	42.6	72.7	51.0	87.1	61.1	102.3	67.5	110.2	70.0	110.5
Stroh+Zfr	42.5	72.2	50.8	90.9	67.6	111.9	81.9	127.9	79.3	127.0
3. Rotation (1991-93)										
Kontrolle	17.0	34.4	20.5	42.7	25.2	49.2	31.9	59.8	28.8	52.5
Stallmist	23.0	45.3	19.3	40.3	23.0	48.6	20.9	40.8	20.8	42.0
Stroh+Zfr	23.6	48.5	23.0	46.5	25.0	51.6	23.0	47.4	22.4	44.9
4. Rotation (1994-96)										
Kontrolle	32.3	76.2	39.1	80.8	40.8	83.7	38.5	89.9	32.0	82.4
Stallmist	44.1	92.1	45.0	95.3	38.1	84.0	32.3	74.2	26.4	63.1
Stroh+Zfr	49.5	102.3	46.2	96.9	41.1	87.9	28.8	72.0	28.3	66.7
5. Rotation (1997-99)										
Kontrolle	17.7	38.8	20.2	41.2	20.1	43.0	24.4	50.0	17.2	41.3
Stallmist	22.3	48.5	22.6	46.3	22.6	44.9	17.0	38.7	15.0	35.5
Stroh+Zfr	22.1	49.4	20.3	44.7	17.3	56.1	13.3	35.6	13.3	30.8
Mittel (1985-99)										
Kontrolle	23.7	53.3	33.9	70.8	40.6	84.6	45.6	94.3	39.5	89.6
Stallmist	24.5	71.3	36.3	77.2	38.3	85.1	38.3	84.7	37.7	82.7
Stroh+Zfr	34.7	74.1	37.4	81.5	39.6	91.0	40.4	89.3	39.7	86.1

Die Jahre der 3. und 5. Rotation waren durch eine starke Trockenheit gekennzeichnet, bei der die Niederschläge sehr weit unter dem üblichen Durchschnitt der Region lagen. Das bewirkte eine drastische Verminderung der Gesamttrockenmasseerträge, die auf allen Stufen eine Höhe von ungefähr 50 dt ha<sup>-1</sup> beibehielten. Bei der 4. Rotation wurde zwischen der Kontrollstufe (“ohne”) einerseits und den Varianten “Stroh” und “Stallmist” andererseits ein unterschiedliches Verhalten festgestellt. Bei den zuletzt genannten Varianten wurden die höchsten Weizenerträge bei den Stufen N<sub>0</sub> bzw. N<sub>1</sub> erzielt, deren N-Gabe danach in Proportion zu den wachsenden, dem Boden zugeführten N-Mengen verringert wurde. Bei diesen Varianten scheint die Zuführung von mineralischem N einen depressiven Effekt auf die

Erträge gehabt zu haben. In Abwesenheit von organischer Düngung hatten die Stufen N<sub>3</sub> und N<sub>4</sub> einen leicht positiven Effekt auf den Trockenmasseertrag.

#### 4.2. Sommergerste

Ebenso wie bei Weizen wurden die niedrigsten Erträge während der 3. und 5. Rotation erzielt (Tab.V). Mit dem Weizen vergleichbar war auch die 1. Rotation, bei der die Trockenmasseerträge die Höchstwerte im Zeitraum 1985 - 1996 erbrachten. Bei der Null-Variante wie auch bei "Stroh" oder "Stallmist" war die Applikation von 75 kg ha<sup>-1</sup> Mineral-N (N<sub>3</sub>) am günstigsten für die Erhöhung des Trockenmasseertrags. Höhere N-Gaben hatten keinen Einfluss auf den Ertrag. Ohne Mineral-N (N<sub>0</sub>) war die Stroh-Variante die einzige, bei der 80 dt TM ha<sup>-1</sup> erreicht wurden, während die Werte bei der Null-Variante etwa 40 % niedriger lagen.

**Tabelle V:** Kornerträge (a) und Gesamterträge (b) von Sommergerste in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung

	N <sub>0</sub>		N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>		N <sub>3</sub>		N <sub>4</sub>	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1. Rotation (1985-87)										
Kontrolle	22.8	49.6	23.7	53.7	38.3	88.6	43.2	104.7	43.1	107.6
Stallmist	25.8	60.2	33.0	78.1	41.1	102.3	44.9	122.6	46.6	119.0
Stroh+Zfr	25.6	80.8	33.7	81.3	43.3	106.0	44.4	121.2	44.5	116.8
2. Rotation (1988-90)										
Kontrolle	17.7	34.0	37.0	67.7	47.3	77.0	57.8	88.0	51.9	81.4
Stallmist	30.7	52.3	44.2	75.7	42.7	77.8	52.6	101.1	60.1	94.7
Stroh+Zfr	39.5	65.0	47.0	75.0	59.7	91.7	73.6	108.0	62.9	96.7
3. Rotation (1991-93)										
Kontrolle	27.6	55.9	36.6	75.2	36.8	74.0	36.5	72.0	31.7	68.0
Stallmist	30.1	60.1	30.0	60.4	27.1	53.2	26.4	50.9	26.2	49.9
Stroh+Zfr	24.2	52.1	24.9	60.9	28.7	62.4	25.6	54.1	23.1	47.6
4. Rotation (1994-96)										
Kontrolle	43.8	60.8	57.4	77.9	59.3	84.5	53.2	85.0	37.9	66.8
Stallmist	53.0	114.6	64.6	129.4	55.8	114.2	41.1	90.7	31.6	71.7
Stroh+Zfr	54.8	107.1	54.5	112.0	44.8	94.0	42.3	87.3	27.6	61.2
5. Rotation (1997-99)										
Kontrolle	19.7	40.0	22.7	58.7	25.7	56.7	25.5	62.4	21.8	58.6
Stallmist	28.2	85.1	25.7	76.4	25.8	77.0	22.2	64.2	21.4	62.1
Stroh+Zfr	22.9	78.4	21.4	75.0	24.4	81.3	21.6	68.7	21.0	65.3
Mittel (1985-99)										
Kontrolle	26.3	48.1	35.5	66.6	41.5	76.2	43.2	82.4	37.3	76.5
Stallmist	29.7	74.4	39.5	84.0	38.5	84.9	37.4	85.9	37.2	79.5
Stroh+Zfr	33.4	76.7	36.3	80.8	40.1	87.1	41.5	87.9	35.8	77.5

Ein ähnlicher Effekt trat in der 2. Rotation auf, bei der die Stroh-Variante ohne Mineral-N den positivsten Effekt hervorbrachte, während dagegen die Variante ohne irgendeine organische Düngung die niedrigsten Erträge erzielte. Diese und die vorhergehende Rotation mit der Mineral-N-Stufe  $N_3$  ist anscheinend optimal für die Produktionssteigerung. Es muss weiter hervorgehoben werden, dass auch im Fall der Gerste eine merkliche Steigerung des Verhältnisses Korn : Stroh während der 2. Rotation stattfand. Diese Steigerung der Kornproduktion kann den günstigen Witterungsbedingungen im Frühling der Jahre 1988 und 1990 zugeschrieben werden.

Bei der 4. Rotation der "Stroh"- und "Stallmist"-Varianten hatte die wachsende Abgabe von Mineral-N einen depressiven Effekt auf die Trockenmasseerträge, der noch ausgeprägter als bei Weizen war. Bei dieser Rotation entsprachen die höchsten Erträge der Stallmist-Anwendung zusammen mit einer N-Gabe von  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$  ( $N_1$ ), wobei Trockenmasseerträge erzielt wurden, die 10 – 15 % höher waren als die der Stroh- und Stallmist-Varianten.

Ohne organische Düngung (Variante "ohne") lag der den niedrigeren Mineral-N-Stufen ( $N_1$  und  $N_2$ ) entsprechende Trockenmasseertrag etwa 40 % über dem der  $N_0$ -Parzelle. Aber auch in diesem Fall wirkten sich die höheren Mineral-N-Gaben negativ auf die Erträge aus.

### **4.3. Sorghum**

Bei Tabelle VI muss darauf hingewiesen werden, dass die Werte der 4. Rotation nur die Mittelwerte der Erträge für 1994 und 1995 darstellen, weil 1996, wie bereits erwähnt, Sorghum durch Sonnenblumen ersetzt werden mußte.

Während der ersten Rotation war der Trockenmasseertrag auf den der Stroh-Variante entsprechenden Parzellen etwa 50 % niedriger als bei den andern beiden Varianten ("ohne" und "Stallmist"), unabhängig von der Mineral-N-Düngung. In dieser wie auch in der nächsten Rotation wurde es andererseits deutlich, dass steigende Mineral-N-Gaben keinen positiven Effekt auf den Ertrag hatten. Bei der Null- ("ohne") und sogar bei der Stroh-Variante stellte sich im allgemeinen ein negativer Effekt ein, wie die Verringerung der Trockenmasseproduktion mit steigender N-Düngung zeigt.

Das Ausbleiben eines positiven Effekts der mineralischen N-Düngung wurde auch während der drei letzten Rotationen beobachtet. Nur die Stallmist-Variante zusammen mit einer N-Applikation von  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  (3. Rotation) und die ohne-Variante zusammen mit den Stufen  $N_2$  und  $N_4$  (5. Rotation) produzierten einen Gesamtstrohertrag von mehr als  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ . Bei den restlichen Varianten kann man schwerlich von signifikanten Effekten sprechen. Diese Resultate zeigen, wie schwer es für Sorghum ist, sich hinreichend unter trockenen Bedingungen zu entwickeln, wenn der jährliche Niederschlag unter 600 mm liegt, wie es in diesem Zeitraum geschah und in dem, wie schon beschrieben, wegen

Wassermangels auch keine Bewässerung stattfinden konnte.

**Tabelle VI.** Kornerträge (a) und Gesamterträge (b) von Sorghum in Abhängigkeit von differenzierter organischer und mineralischer N-Düngung

	N <sub>0</sub>		N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>		N <sub>3</sub>		N <sub>4</sub>	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<b>1. Rotation (1985-87)</b>										
Kontrolle	46.2	178.1	45.4	201.3	51.2	207.1	57.4	182.1	54.4	211.5
Stallmist	43.5	177.5	54.7	186.5	45.6	187.4	43.4	202.6	40.6	195.0
Stroh+Zfr	25.3	104.7	26.5	94.5	24.9	82.7	18.8	79.8	16.6	88.4
<b>2. Rotation (1988-90)</b>										
Kontrolle	68.7	195.8	59.0	189.7	56.6	151.9	59.6	180.9	45.6	158.5
Stallmist	59.4	167.4	54.9	154.4	47.8	164.3	48.4	169.3	45.5	169.2
Stroh+Zfr	53.6	192.7	59.5	178.9	50.8	158.0	41.2	157.2	37.3	155.7
<b>3. Rotation (1991-93)</b>										
Kontrolle	5.6	83.6	7.9	99.8	5.0	59.8	6.8	79.9	6.0	58.0
Stallmist	8.4	119.2	8.5	105.6	9.7	137.5	14.4	208.7	10.9	170.9
Stroh+Zfr	5.5	74.8	2.6	43.5	3.9	43.9	4.2	41.0	4.6	58.7
<b>4. Rotation (1994-96)</b>										
Kontrolle	4.3	145.5	3.2	114.9	3.9	128.2	1.9	137.1	4.0	142.5
Stallmist	0.9	100.6	1.8	109.4	2.4	90.8	2.1	85.0	1.3	66.9
Stroh+Zfr	0.9	103.6	4.0	83.3	0.7	112.7	0.3	102.2	0.1	111.5
<b>5. Rotation (1997-99)</b>										
Kontrolle	0.0	147.7	27.5	197.8	17.3	232.3	28.5	191.1	24.3	211.4
Stallmist	0.0	189.0	0.0	162.7	0.0	126.7	0.0	145.2	0.0	162.2
Stroh+Zfr	0.0	165.4	0.0	190.0	9.7	184.7	2.8	192.8	0.0	146.9
<b>Mittel (1985-99)</b>										
Kontrolle	25.0	150.1	28.6	160.7	26.8	155.9	30.8	154.2	26.9	156.4
Stallmist	22.4	150.7	24.0	143.7	21.1	141.3	21.7	162.2	19.7	152.8
Stroh+Zfr	17.1	128.2	18.5	118.0	18.0	116.4	13.5	114.6	11.7	112.2

## 5. Diskussion und Schlussbetrachtung

Der Einfluss der Düngungssysteme auf die Erträge war unterschiedlich. Die Winterweizenerträge erreichten im Mittel (1985 - 1999) das Maximum in der Kontrolle mit 90 kg N ha<sup>-1</sup> (N<sub>3</sub>) und mit organischer Düngung ("Stallmist" bzw. "Stroh") bei 60 kg ha<sup>-1</sup> (N<sub>2</sub>). Bei Sommergerste wurden die Höchsterträge in den drei Varianten mit 75 kg ha<sup>-1</sup> (N<sub>3</sub>) erreicht, während in Abhängigkeit von der organischen Düngung die höchsten Sorghumerträge mit verschiedenen N-Stufen (Kontrolle + N<sub>2</sub>, Stallmist + N<sub>3</sub> und Stroh + N<sub>0</sub>) erzielt wurden.

Bei der Betrachtung dieser Forschungsergebnisse darf nicht vergessen werden, dass die von der Natur gegebene Fruchtbarkeit der Versuchsböden niedrig ist. Dazu kommen die klimatologischen

Bedingungen mit langen, äußerst trockenen Perioden, wodurch die Ernteerträge weitestgehend beeinflusst wurden. Dieser Einfluss ist offensichtlich viel deutlicher als die Wirkung der verschiedenen N-Stufen. Die Niederschläge haben nicht nur die jährlichen Erträge bestimmt, sondern auch die mittleren Erträge der vier Rotationen. So ergibt sich, dass im Zeitraum der größten Trockenheit zwischen 1991 und 1993 die höchsten Trockenmasseerträge für Weizen wie für Gerste etwa 40 % unter denen der ersten und zweiten Rotation lagen, einem Zeitraum, der vom Klima her gesehen als günstig bezeichnet werden kann.

Während dieser "normalen" Jahre hatten wachsende Mineral-N-Gaben einen positiven Effekt auf die Weizen- und auch Gerstenerträge, wobei die höchsten Werte auf der Stufe N<sub>3</sub> zu finden sind. Bei Weizen kann man nicht sagen, dass die organische Düngung ("Stroh" oder "Stallmist") in Verbindung mit irgendeiner Mineral-N-Stufe den Trockenmasseertrag beeinflusst hätte, denn die Höhe der erzielten Trockenmasseerträge war vergleichbar mit der Höhe der ohne organische Düngung produzierten Erträge. Jedoch konnte auf den Parzellen ohne Mineral-N (N<sub>0</sub>) mit "Stroh" und "Stallmist" eine deutliche Verbesserung der Erträge erreicht werden.

Betrachtet man jedoch die Gerstenerträge, kann man einen positiven Effekt der organischen Düngung (Stroh oder Stallmist) feststellen, der ohne Mineral-N bei der Stroh-Variante ausgeprägter war. Bei den beiden Varianten mit organischer Düngung könnte der ertragsmindernde Effekt steigender N-Mengen während der 4. Rotation darauf zurückzuführen sein, dass es einen Überschuss von N im Boden gab, der aus früheren Düngungen stammte und nicht von der Fruchtfolge im Laufe der dritten Rotation entzogen wurde.

Sorghum muß getrennt betrachtet werden. Diese Pflanze hatte große Schwierigkeiten, sich an schlechte Klimabedingungen zu gewöhnen. Wenn der jährliche Niederschlag unter 600 mm liegt, ist die Bewässerung für die normale Entwicklung unerlässlich. In Perioden intensiver Trockenheit ohne Bewässerungsmöglichkeiten sind die Entwicklung der Pflanzen - insbesondere die Kornbildung - und damit meßbare Erträge nahezu ausgeschlossen.

## **5. Bisherige Veröffentlichungen vom Versuch**

Hernando, V. C. Fortún, C. López-Fando. Comparative effect of straw and different levels of N application on the yield of barley and wheat crops. *Agrochimica* **24**, 64-70 (1982)

Hernando, V., C. López-Fando. Efecto de la paja y distintos niveles de N sobre las condiciones químicas del suelo después de 9 años de cultivo. *Proc. Soc. Española Ciencia suelo* **1**, 437-450 (1984)

- Hernando, V., C. López-Fando. Combined effect of N and straw to improve the organic matter level in the semi-arid soils: long-term experiments. *Proc. Int. Soil Sci. Soc. Hamburg* **3**, 778-779 (1986)
- López-Fando, C. Efecto de distintos residuos orgánicos sobre el rendimiento de cereales y características químicas del suelo. En: Villegas D., R. y Ponce de León (Eds). *Memorias del XI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. La Habana **3**, 874-878 (1993)
- López-Fando, C., Pardo, M.T., Wegener H.-R. Erträge und N-Bilanzen im IOSDV Madrid im Laufe von vier Rotationen. *Arch. Acker. Pfl. Boden.*, **44**, 489-505 (1999)
- Wegener, H.-R. Internationale Organische Stickstoff-Dauerdüngungs-Versuche -IOSDV- eine Versuchsserie der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit.-*Postervortrag, DBG-Tagung* (1997)
- Wegener, H.-R.: Die Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerdüngungsversuche (IOSDV)A.-*VDLUFA- Schriftenreihe* **49**, S. 369-372 (1998)

# DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) KESZTHELY - UNGARN

## Erträge, N-Bilanz und N-Ausnutzung nach 15 Versuchsjahren

S. HOFFMANN<sup>1</sup>, J. BALÁZS UND T. KISMÁNYOKY

Es werden Ergebnisse des Internationalen Organischen Stickstoff-Dauerdüngungsversuches (IOSDV) mit der Fruchtfolge Mais – Winterweizen - Wintergerste mitgeteilt. Es betrifft die Gesamterträge der 1. bis 5. Rotation, die vereinfachten N-Bilanzen und die N-Ausnutzung der 2. bis 5. Rotation.

Die Zusammenhänge zwischen den N-Gaben und den Erträgen waren bei Wintergetreide sehr eng und hochgesichert. Bei Mais, besonders mit Stallmist, waren die Korrelationen schwächer. Im Mittel der 2. bis 5. Rotation erreichten die vereinfachten N-Bilanzen im Bereich  $N_0 - N_4$  Summenwerte von - 169 und + 314 kg N/ha (- 56 und 105 kg N/ha a.) "ohne organische Düngung", - 55 und + 452 kg N/ha (- 18 und 151 kg N/ha a.) mit Stalldung und - 65 und + 535 kg N/ha (- 22 und 178 kg N/ha a.) bei Stroh + Zwischenfrucht.

Die N-Ausnutzung der organischen und mineralischen Düngung in absoluten Werten war niedrig. Bei der Mineraldüngung, in Abhängigkeit von der N-Gabe und der organischen Düngung, lag sie zwischen 19 und 36 %. Extrem niedrig war die N-Ausnutzung der Strohdüngung mit N-Ausgleich bei den höchsten N-Stufen,  $N_3$  und  $N_4$ .

## 1. EINLEITUNG

Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) wird in einer Fruchtfolge mit Mais – Winterweizen - Wintergerste in Keszthely, Ungarn seit 1984 durchgeführt.

In unserem ersten Bericht (Hoffmann et al., 1997) haben wir den Standort und den Versuch beschrieben und die detaillierten Kornenerträge von allen Rotationen in Abhängigkeit von der organischen und mineralischen N-Düngung dargestellt. Später haben wir die Korn-, Stroh- und Gesamterträge als Mittel von allen Jahren sowie die N-Bilanzen und die

---

<sup>1</sup> Dr. Sándor Hoffmann, Veszprém Agrarwissenschaftliche Universität Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenbau, Festeticsstr. 7. H-8361 Keszthely

N-Ausnutzungswerte der 1. bis 4. Rotation mitgeteilt (Hoffmann et al., 1999). Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse der 1. bis 5. Rotation (Witterungsverlauf 1983 – 1998 s. Tab. 1 und 2).

**Tabelle 1:** Monatsniederschläge während der Versuchsdauer

<i>Jahr/Monat</i>	<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	<i>V.</i>	<i>VI.</i>	<i>VII.</i>	<i>VIII.</i>	<i>IX.</i>	<i>X.</i>	<i>XI.</i>	<i>XII.</i>	<i>Summe</i>
1983	20,6	59,9	44,6	28,7	62,3	36,5	17,8	78,6	80,8	46,5	16,7	14,9	507,9
1984	68,8	36,5	18,1	54,6	62,9	104,6	40,2	92,2	87,5	36,4	65,7	48,4	717,9
1985	12,1	38,9	82,5	56,7	77,6	70,3	90,0	57,1	24,7	19,7	126,6	64,3	720,5
1986	41,6	57,9	56,8	56,1	35,0	79,2	46,6	65,2	16,2	41,6	15,3	27,1	538,6
1987	79,5	26,0	83,5	83,8	119,5	87,7	64,2	146,8	50,1	27,3	85,1	17,9	871,4
1988	41,1	70,5	38,5	19,1	44,3	44,1	38,4	86,1	63,2	57,3	35,6	26,0	564,2
1989	9,1	18,4	31,0	80,7	87,2	70,3	87,4	102,6	13,7	14,9	15,7	8,8	548,8
1990	28,2	10,8	21,2	44,9	42,8	92,5	66,6	16,5	81,1	67,5	49,7	60,0	580,0
1991	10,7	16,0	19,7	28,2	87,1	36,6	199,9	40,5	46,2	93,4	110,5	22,0	710,8
1992	8,4	21,6	48,9	33,6	43,9	139,5	50,9	4,8	37,4	118,0	69,4	58,5	634,9
1993	9,7	14,3	19,2	27,6	31,8	38,9	58,3	61,3	92,9	106,1	107,1	107,9	675,1
1994	42,3	17,7	13,3	74,4	59,1	63,2	47,6	90,9	68,4	82,1	41,4	48,6	649,2
1995	31,4	58,7	64,4	64,6	69,0	90,4	27,7	95,1	71,0	1,4	61,9	81,0	716,6
1996	44,8	15,4	6,6	84,0	79,1	38,2	56,8	82,6	171,6	43,5	44,8	59,9	727,3
1997	22,0	5,7	11,5	10,9	75,0	93,7	111,0	27,2	21,5	9,0	79,8	68,8	536,1
1998	23,5	1,5	33,8	60,0	49,3	128,0	81,0	53,6	157,7	104,7	73,2	34,2	800,5
<b>50 jährige Mittel</b>	38	36	40	55	74	74	71	77	64	63	59	49	700,0

**Tabelle 2:** Monatliche Mitteltemperaturen während der Versuchsdauer

<i>Jahr/Monat</i>	<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	<i>V.</i>	<i>VI.</i>	<i>VII.</i>	<i>VIII.</i>	<i>IX.</i>	<i>X.</i>	<i>XI.</i>	<i>XII.</i>	<i>Jahres Mittel</i>
1983	2,9	0,8	6,8	12,7	17,1	18,8	23,1	20,8	16,1	10,4	1,8	0,5	10,9
1984	0,4	0,2	5,0	9,7	14,2	17,4	18,8	19,4	16,0	11,9	5,4	0,9	9,9
1985	-5,2	-3,9	3,7	10,8	16,5	16,5	20,9	19,8	15,8	9,7	3,5	4,6	9,4
1986	0,8	-3,7	2,6	11,7	18,2	18,4	19,9	21,1	15,1	10,2	5,3	0,5	10,0
1987	-4,8	0,1	0,1	10,9	13,6	18,9	22,3	18,1	18,3	11,9	5,1	1,7	9,7
1988	3,2	3,5	4,8	10,4	16,3	18,5	22,0	20,5	15,9	10,5	0,4	1,5	10,6
1989	-0,6	3,7	8,7	12,0	14,3	17,4	21,5	20,1	15,9	10,6	4,2	2,2	10,9
1990	-0,8	5,8	8,9	10,4	16,7	18,4	19,8	21,0	14,0	11,0	6,0	0,3	11,0
1991	1,1	-2,6	6,8	9,6	12,6	18,7	22,0	20,7	16,9	9,2	5,8	-0,7	10,1
1992	1,0	3,3	6,2	11,5	16,0	19,7	21,5	24,5	16,6	9,9	5,9	1,2	11,4
1993	0,0	-1,1	4,4	11,0	18,3	19,5	20,2	20,4	15,6	12,0	1,8	1,2	10,3
1994	3,1	2,2	8,9	11,0	16,0	19,4	23,0	22,0	17,9	8,6	7,0	1,4	11,7
1995	0,0	4,6	4,4	10,1	14,9	17,8	22,0	18,5	13,9	10,2	2,1	0,5	9,9
1996	-3	-3,6	1,4	10,1	16,4	19,7	18,9	19,5	12,3	11,1	7,3	-1,5	9,1
1997	-1,8	2,7	5,5	7,7	16,6	19,3	19,5	19,9	14,8	7,9	5,3	2,3	10,0
1998	1,6	4,4	4,3	11,9	15,3	19,7	21,2	20,6	14,9	11,3	3	2,8	10,9
<b>50 jährige Monatsmittel</b>	-0,8	0,9	6,2	11,2	16,3	19,4	21,5	20,6	16,7	11,5	5,5	1,2	10,8

## 2. MATERIAL UND METHODEN

Standort und Versuch wurden im ersten Bericht (Hoffmann et al., 1997) beschrieben. Die wichtigsten Angaben zu den Prüfgliedern sind in *Tabelle 3* enthalten.

In *Tabelle 4* sind die durchschnittlichen Trockenmassegehalte der organischen Dünger sowie die damit zugeführten Stickstoffmengen dargestellt.

**Tabelle 3:** Die organische und mineralische Düngung

Faktor A: organische Düngung = 3 Stufen

	Mais	Winterweizen	Wintergerste
I. Kontrolle	-	-	-
II. Stallmist	350 dt/ha	-	-
III. Stroh	Wintergerstenstroh + 1kg N/dt TM + Zwischenfrucht	Maisstroh + 1 kg N/dt TM	Winterweizenstroh + 1kg N/dt TM

Faktor B: mineralische N Düngung = 5 Stufen

	Mais	Winterweizen	Wintergerste
N <sub>0</sub>	0	0	0
N <sub>1</sub>	70	50	40
N <sub>2</sub>	140	100(50+50)	80
N <sub>3</sub>	210	150(50+50+50)	120(80+40)
N <sub>4</sub>	280	200(100+50+50)	160(80+40+40)

Grunddüngung im Herbst: 44 kg/ha P+83 kg/ha K

**Tabelle 4:** Stickstoffzufuhr durch organische Düngung Mittel von 1987 - 1998

Organische Dünger	TM dt/ha	N in organische material kg/ha	N-Ausgleich kg/ha	Summe kg/ha
Stallmist	118,0	163,0	-	163,0
Maisstroh	69,5	41,3	70,2	111,5
Weizenstroh	31,8	13,8	32,4	46,2
Gerstenstroh	31,7	13,4	34,7	48,1

## 3. ERGEBNISSE

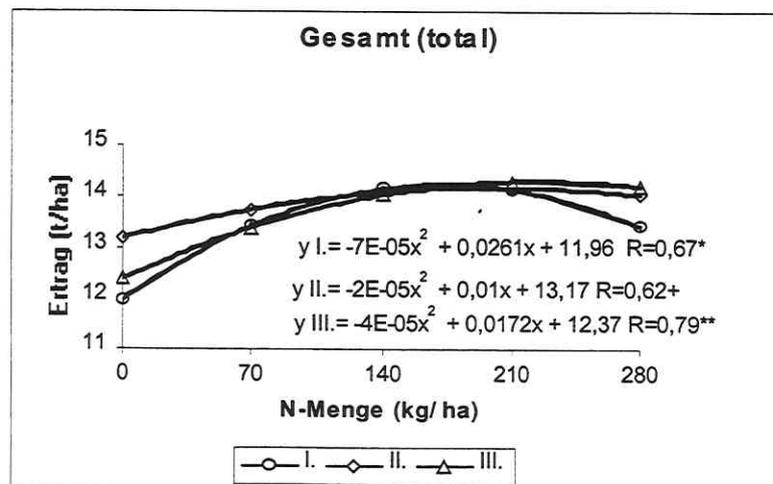
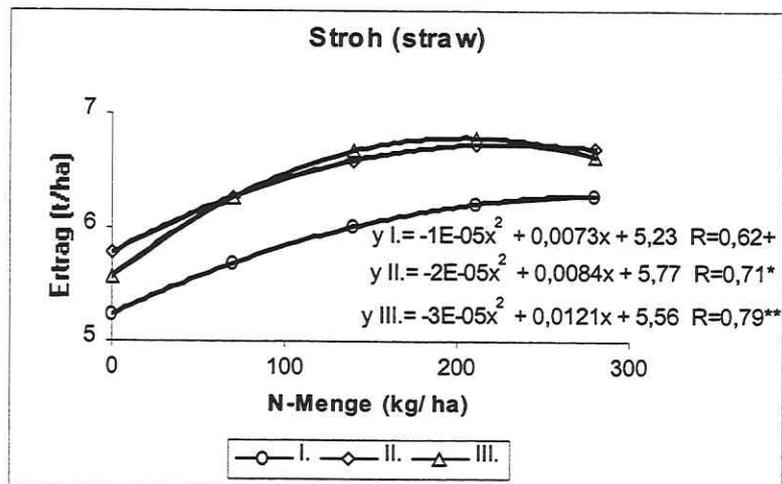
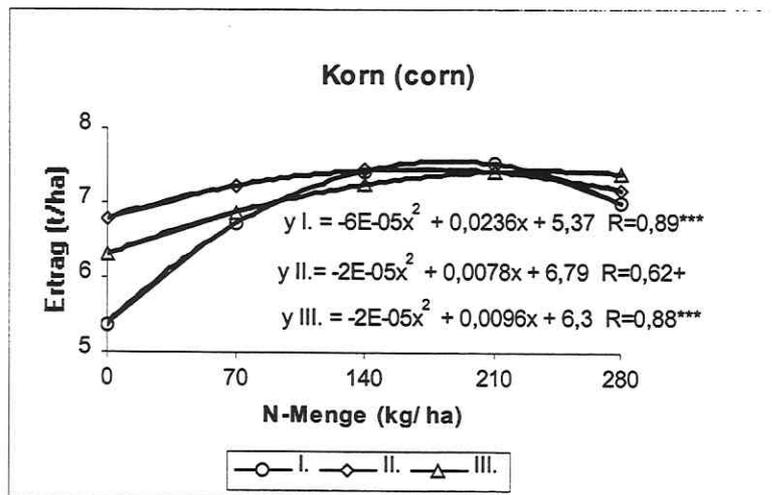
### 3.1. Die Gesamterträge

Im ersten Bericht (Hoffmann et al., 1997) wurden die Kornerträge von Mais, Winterweizen und Wintergerste als Mittel der einzelnen Rotationen tabellarisch zusammengefaßt. Bei

Winterweizen befand sich das Ertragsmaximum bei allen organisch gedüngten Varianten im Bereich  $N_3$ , bei Wintergerste befand es sich meist bei  $N_2$  und nur "ohne organische Düngung" bei  $N_3$ . Mais erreichte den Maximalertrag mit Stallmist schon bei  $N_1$ , die Variante "ohne organische Düngung" verschob dieses Maximum zu  $N_2$  und die Strohdüngung weiter zu  $N_4$ . In dieser Publikation werden die Mittelwerte der Korn- und Stroherträge sowie der Gesamterträge der drei Fruchtarten als quadratische Funktion in den *Abbildungen 1 - 3* dargestellt. *Abbildung 1* zeigt einen positiven Effekt von Stallmist und Strohdüngung bei Mais nur bei niedrigen N-Stufen bei einem insgesamt sehr flachen Verlauf der Ertragskurve. Der erreichte Mehrertrag ist gering. Der quadratische Zusammenhang zwischen Stallmistdüngung und Kornertrag ist sehr schwach und ist auch bei Stroh + Gründüngung gering.

Beim Winterweizen sind die Zusammenhänge sehr eng und es zeigt sich eine deutliche Nachwirkung von Stallmist (*Abb. 2*).

Zu Wintergerste (*Abb. 3*) wirkt die Strohdüngung weniger günstig. Die Nachwirkung von Stallmist ist noch erkennbar. Es ist zu vermuten, daß der Effekt von Stallmist hier mehr zur Geltung kommt.



**Abbildung 1:** Maiserträge (t/ha) im IOSDV (Keszthely/Ungarn)

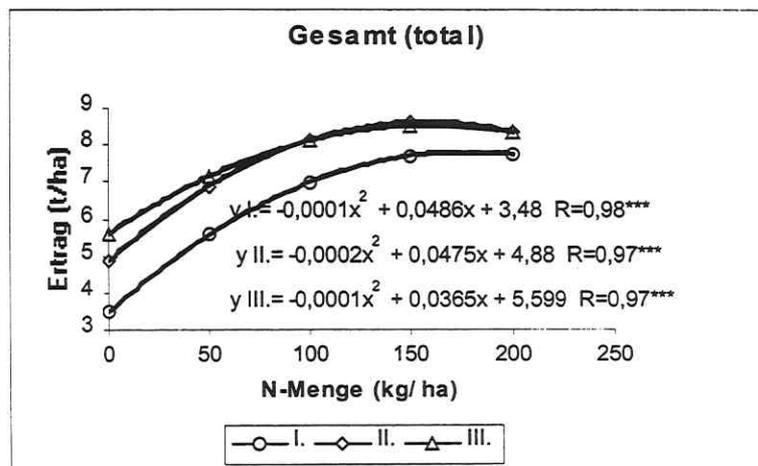
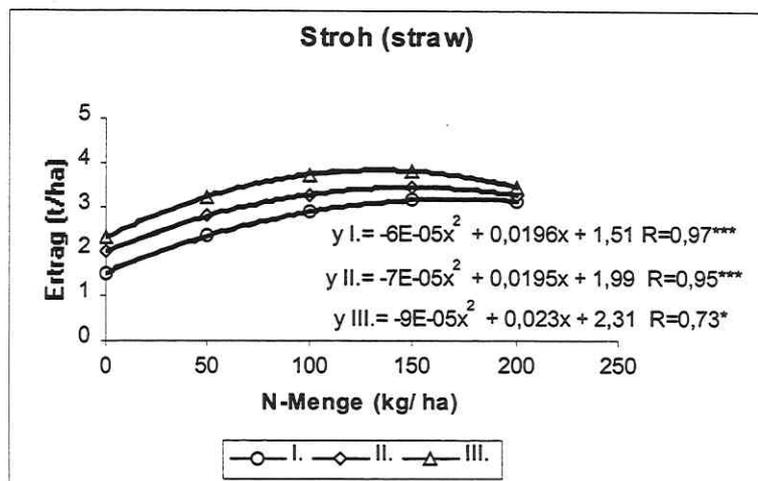
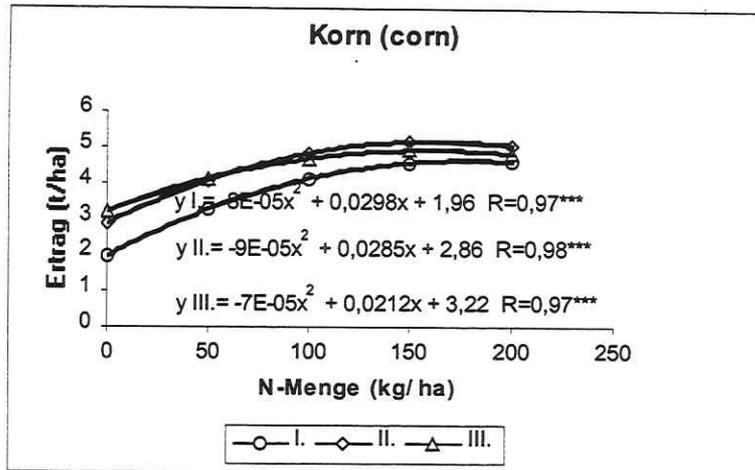
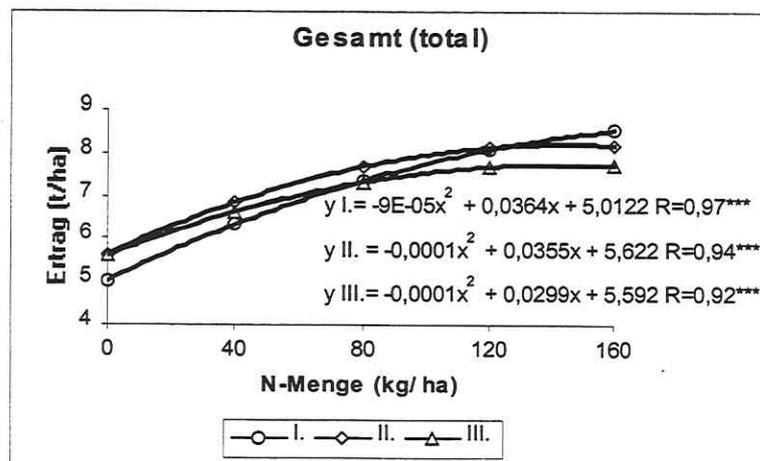
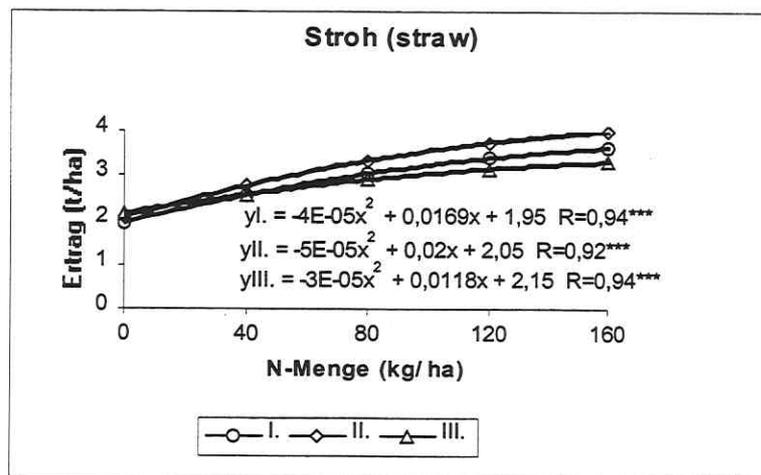
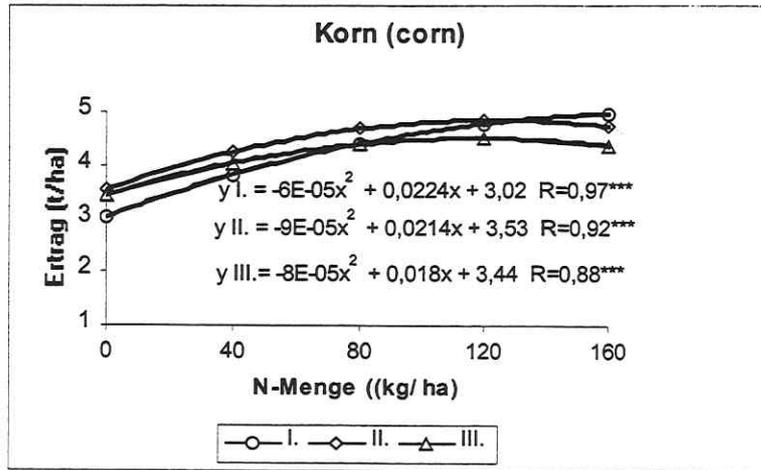


Abbildung 2: Winterweizen - Erträge (t/ha) im IOSDV (Keszthely/Ungarn)



**Abbildung 3:** Wintergerste-Erträge (t/ha) in IOSDV (Keszthely/Ungarn)  
 Winter barley yields (t/ha) in IOSDV (Keszthely/Hungary)

### 3.2. N-Bilanz

Die N-Ausnutzung in Abhängigkeit von den verschiedenen organischen Düngern kann man von den Stickstoffbilanzen ableiten. Die vereinfachten N-Bilanzen der 2., 3., 4. und 5. Rotation werden einzeln in *Tabelle 5 - 8* und die Mittelwerte der vier Rotationen werden in *Abbildung 4* dargestellt.

Ein Vergleich der N-Bilanzen der vier Rotationen zeigt, daß zwischen den Rotationen keine wesentlichen Unterschiede auftreten. Fast alle Daten liegen nahe den Mittelwerten.

Deutliche Unterschiede sind jedoch zwischen den verschiedenen N-Stufen der organischen Düngungsvarianten zu finden. Block II mit Stallmist und Block III mit Stroh- und Gründüngung sind nur auf der Stufe  $N_0$  negativ, Block I "ohne organische Düngung" ist auch auf der Stufe  $N_1$  negativ. Das bedeutet auch, daß bei den höheren N-Stufen ziemlich große N-Mengen im Boden zurückbleiben. Das gilt hauptsächlich für die organisch gedüngten Prüfglieder und insbesondere für die Strohdüngung mit N-Ausgleich.

Diese positiven N-Bilanzen unterscheiden sich erheblich von den Bilanzwerten von Pfefferkorn und Körschens (1995) oder Vasilica et al. (1997), bei denen die N-Bilanzen auch bei höheren N-Gaben negativ waren.

Kleinere Unterschiede zeigen aber die Ergebnisse von v. Boguslawski (1995) und von Lang et al. (1995) oder Köhn et al. (1997) bei denen vielfach auch positive N-Bilanzen auftraten. Die bei der Strohdüngung gefundenen positiven N-Bilanzen lassen darauf schließen, daß der N-Ausgleich von Stroh nutzlos ist und größere N-Verluste durch Verlagerung auftreten können.

**Tabelle 5:** N-Bilanz der 2. Rotation (1987 - 1989) in kg/ha

Variante		N-Menge						N-Bilanz pro Jahr
		Min. Düngung	Org. Düngung	N-Ausgl. Düng.	Düng. gesamt	N-Entzug	N-Bilanz	
N <sub>0</sub>	I.	-	-	-	-	159	<b>-159</b>	<b>-53</b>
	II.	-	169	-	169	219	<b>-50</b>	<b>-17</b>
	III.	-	45	94	139	217	<b>-78</b>	<b>-26</b>
N <sub>1</sub>	I.	160	-	-	160	226	<b>-66</b>	<b>-22</b>
	II.	160	169	-	329	296	<b>+33</b>	<b>+11</b>
	III.	160	57	123	340	284	<b>+56</b>	<b>+17</b>
N <sub>2</sub>	I.	320	-	-	320	293	<b>+27</b>	<b>+9</b>
	II.	320	169	-	489	340	<b>+149</b>	<b>+50</b>
	III.	320	67	128	515	324	<b>+191</b>	<b>+64</b>
N <sub>3</sub>	I.	480	-	-	480	339	<b>+141</b>	<b>+47</b>
	II.	480	169	-	649	361	<b>+288</b>	<b>+96</b>
	III.	480	70	126	676	324	<b>+352</b>	<b>+117</b>
N <sub>4</sub>	I.	640	-	-	640	343	<b>+297</b>	<b>+99</b>
	II.	640	169	-	809	372	<b>+437</b>	<b>+146</b>
	III.	640	80	136	856	352	<b>+504</b>	<b>+168</b>

I. - ohne organische Düngung; II. - Stalldüngung; III. - Stroh + Zw.frucht

**Tabelle 6:** N-Bilanz der 3. Rotation (1990 - 1992) in kg/ha

Variante		N-Menge						N-Bilanz pro Jahr
		Min. Düngung	Org. Düngung	N-Ausgl. Düng.	Düng. gesamt	N-Entzug	N-Bilanz	
N <sub>0</sub>	I.	-	-	-	-	172	<b>-172</b>	<b>-57</b>
	II.	-	158	-	158	214	<b>-56</b>	<b>-19</b>
	III.	-	37	102	139	205	<b>-66</b>	<b>-22</b>
N <sub>1</sub>	I.	160	-	-	160	215	<b>-55</b>	<b>-18</b>
	II.	160	158	-	318	273	<b>+45</b>	<b>+15</b>
	III.	160	30	135	345	264	<b>+87</b>	<b>+29</b>
N <sub>2</sub>	I.	320	-	-	320	280	<b>+40</b>	<b>+13</b>
	II.	320	158	-	478	337	<b>+141</b>	<b>+47</b>
	III.	320	62	138	520	302	<b>+218</b>	<b>+73</b>
N <sub>3</sub>	I.	480	-	-	480	320	<b>+160</b>	<b>+53</b>
	II.	480	158	-	638	353	<b>+285</b>	<b>+95</b>
	III.	480	62	140	685	326	<b>+359</b>	<b>+120</b>
N <sub>4</sub>	I.	640	-	-	640	330	<b>+310</b>	<b>+103</b>
	II.	640	158	-	798	350	<b>+448</b>	<b>+149</b>
	III.	640	73	144	857	341	<b>+516</b>	<b>+172</b>

I. - ohne organische Düngung; II. - Stalldüngung; III. - Stroh + Zw.frucht

**Tabelle 7:** N-Bilanz der 4. Rotation (1993 - 1995) in kg/ha

Variante		N-Menge						
		Min. Düngung	Org. Düngung	N-Ausgl. Düng.	Düng. gesamt	N-Entzug	N-Bilanz	N-Bilanz pro Jahr
N <sub>0</sub>	I.	-	-	-	-	179	-179	-60
	II.	-	162	-	162	217	-55	-18
	III.	-	58	94	152	228	-76	-25
N <sub>1</sub>	I.	160	-	-	160	227	-67	-22
	II.	160	162	-	322	284	+38	+13
	III.	160	69	115	344	272	+72	+24
N <sub>2</sub>	I.	320	-	-	320	264	+56	+19
	II.	320	162	-	482	285	+197	+66
	III.	320	81	128	529	296	+233	+78
N <sub>3</sub>	I.	480	-	-	480	296	+184	+61
	II.	480	162	-	642	325	+317	+106
	III.	480	86	132	698	322	+376	+125
N <sub>4</sub>	I.	640	-	-	640	298	+342	+114
	II.	640	162	-	802	331	+471	+157
	III.	640	88	133	861	319	+542	+181

I. - ohne organische Düngung; II. - Stalldüngung; III. - Stroh + Zw.frucht

**Tabelle 8:** N-Bilanz der 5. Rotation (1996 - 1998) in kg/ha

Variante		N-Menge						
		Min. Düngung	Org. Düngung	N-Ausgl. Düng.	Düng. gesamt	N-Entzug	N-Bilanz	N-Bilanz pro Jahr
N <sub>0</sub>	I.	-	-	-	-	167	-167	-56
	II.	-	164	-	164	221	-57	-19
	III.	-	54	122	176	217	-41	-14
N <sub>1</sub>	I.	160	-	-	160	220	-60	-20
	II.	160	164	-	324	253	+71	+24
	III.	160	66	150	376	253	+123	+41
N <sub>2</sub>	I.	320	-	-	320	263	+57	+19
	II.	320	164	-	484	300	+184	+61
	III.	320	80	177	577	302	+275	+92
N <sub>3</sub>	I.	480	-	-	480	294	+186	+62
	II.	480	164	-	644	340	+304	+101
	III.	480	88	188	756	343	+423	+141
N <sub>4</sub>	I.	640	-	-	640	333	+307	+102
	II.	640	164	-	804	349	+455	+152
	III.	640	94	195	929	351	+578	+193

I. - ohne organische Düngung; II. - Stalldüngung; III. - Stroh + Zw.frucht

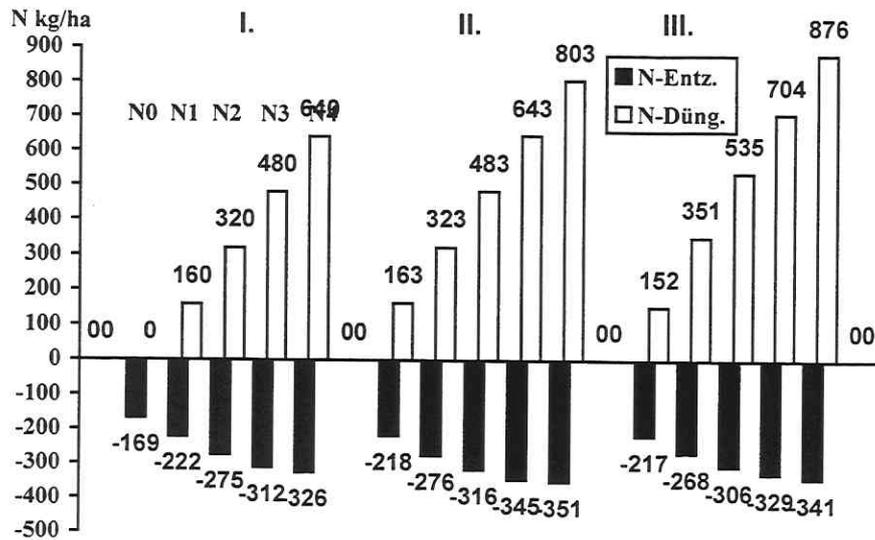


Abbildung 4. Mittlere N-Bilanzen (kg/ha)

### 3.3. N-Ausnutzung der organischen und mineralischen Düngung

Die Ausnutzung der mineralischen und organischen N-Düngung ist in den *Tabellen 9 - 10* dargestellt. Der N-Ausnutzungsquotient der organischen Dünger ergibt sich unter Berücksichtigung des N-Entzuges der entsprechenden N-Stufen "ohne organische Düngung". Der N-Ausnutzungsquotient der mineralischen N-Düngung wird berechnet unter Berücksichtigung der  $N_0$  Varianten "ohne" oder "mit organischer Düngung".

Alle Ausnutzungsquotienten sind relativ niedrig, ungefähr die Hälfte der entsprechenden Angaben von Lang et al. (1995). Extrem niedrig ist die N-Ausnutzung der Strohdüngung mit N-Ausgleich bei  $N_3$  und  $N_4$ . In *Tabelle 9* ist ersichtlich, daß die erste N-Stufe die Ausnutzung des Stalldung-N von 30 % auf 33 % erhöht und danach eine Verminderung folgt. Eine Ursache dafür kann darin gesehen werden, daß in der ersten N-Stufe die Wirksamkeit des relativ stickstoffarmen Stallmistes verbessert wird. Bei Stroh + Zwischenfrucht sind solche Effekte zu verzeichnen. Im Mittel aller N-Stufen ist die Ausnutzung von Stallmist-N fast 8 % höher als bei Stroh. Die durchschnittliche Ausnutzung der mineralischen N-Düngung

(Tab. 10) ist "ohne organische Düngung" am höchsten, und mit Strohdüngung am niedrigsten. "Stalldüngung" liegt dazwischen. Die beste Ausnutzungsrate findet man jedoch bei N<sub>1</sub> mit Stalldüngung.

**Tabelle 9:** N-Ausnutzung organischer Dünger bei verschiedenen N-Stufen (1987 - 1998, Mittel der Fruchtarten)

N-Stufen	Stalldüngung (%)	Stroh + N-Ausgl. + Zw.frucht
N <sub>0</sub>	30	32
N <sub>1</sub>	33	24
N <sub>2</sub>	25	14
N <sub>3</sub>	20	8
N <sub>4</sub>	15	6
Mittel	24,6	16,8

**Tabelle 10:** Ausnutzung der mineralischen N-Düngung bei unterschiedlicher organischer Düngung (1987 - 1998 Mittel der Fruchtarten)

N-Stufen	ohne org. Düngung (%)	Stalldüngung (%)	Stroh + N-Ausgl. + Zw.frucht
N <sub>0</sub>	-	-	-
N <sub>1</sub>	33	36	32
N <sub>2</sub>	33	31	28
N <sub>3</sub>	30	26	23
N <sub>4</sub>	25	21	19
Mittel	30,3	28,5	25,5

#### 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus den dargestellten Ergebnissen lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Alle drei Düngungssysteme haben Optimalerträge innerhalb der geprüften Varianten erreicht.

Die vereinfachten N-Bilanzen sind "ohne organische Düngung" und "Stallmistdüngung" nicht extrem hoch. Im Bereich der Optimalerträge machen die N-Bilanzwerte 16 - 56 kg N/ha a. aus, die aus der Sicht des Umweltschutzes noch erträglich sind. Bei "Stroh- und Gründüngung mit N-Ausgleich" betragen die N-Bilanzwerte dagegen schon 76 - 125 kg N/ha a., die eine größere N-Verlagerung in das Grundwasser verursachen können.

Vom Standpunkt der Ertragsleistung und der Bodenfruchtbarkeit erscheint die Kombination Stalldüngung + Mineral-N-Düngung am günstigsten. Sie vermindert den Bedarf an

mineralischem N-Dünger und ergibt im Vergleich mit den anderen Varianten eine relativ gute N-Ausnutzung.

Die mineralische N-Düngung selbst zeigt vergleichbare Ergebnisse. Sie ergibt hohe Erträge und bessere N-Ausnutzungswerte als die Varianten mit Strohdüngung.

## DANKSAGUNG

Unser Dank gilt der Ungarischen Wissenschaftlichen Forschungsstiftung (OTKA No. T030768 und T032768) für die finanzielle Unterstützung der vorliegenden Untersuchung.

## LITERATUR

1. Boguslawski, E von: Das Zusammenwirken der mineralischen Düngung mit verschiedenen Formen der organischen Düngung. *J. Agronomy & Crop Science* 174, pp. 41-51 (1995)
2. Hoffmann, S; Kismányoky, T; Balázs, J: Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) Keszthely nach 12 Versuchsjahren. *Arch. Acker-Pfl. Boden.*, Vol. 41 pp. 123-132 (1997)
3. Hoffmann, S; Kismányoky, T; Balázs, J: Ertragsleistung, N-Bilanz und N-Ausnutzung in Abhängigkeit von organischer und mineralischer N-Düngung. *Arch. Acker-Pfl. Boden.*, Vol. 44 pp. 81-92 (1999)
4. Köhn, W; Peschke, H; Limberg, P: Internationaler Organischer Stickstoffdauerdüngungsversuch in: Einfluß der Bodennutzung auf die langfristige Entwicklung von Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit sandiger Böden. Dauerversuche an der Humboldt-Universität zu Berlin. *Ökologische Hefte der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät.* Heft 7 pp. 75-90. (1997)
5. Lang, H; Dressel, J; Bleiholder, H: Langzeitwirkung der Stickstoffdüngung IOSDV- Standort Limburgerhof (Deutschland) in der Reihe 'Internationale Organische Stickstoffdauerversuche' *Arch. Acker-Pfl. Boden;* Vol. 39, pp. 429-448 (1995)

6. Pfefferkorn, A; Körschens, M: Der Internationale Organische Stickstoffdauerversuch (IOSDV) Bad Lauchstädt nach 16 Jahren. Arch. Acker-Pfl. Boden; Vol. 39. pp. 413-429 (1995)
7. Vasilica, C; Mogârzan, A; Axinte, M; Chetrone, M: Einfluß verschiedener Formen der organischen Düngung in Kombination mit mineralischem Stickstoff auf die Ertragsleistung von Zuckerrüben, Winterweizen und Mais und auf die Nährstoffbilanzen im Boden. Arch. Acker-Pfl. Boden; Vol. 41. pp. 133-142 (1997)

**Kurzinformationen**  
**über weitere**  
**Dauerfeldversuche**  
**der Arbeitsgemeinschaft**

# DER STATISCHE DÜNGUNGSVERSUCH BAD LAUCHSTÄDT

MARTIN KÖRSCHENS und ALBRECHT PFEFFERKORN

Die Forschungseinrichtung Bad Lauchstädt wurde am 1. Oktober 1895 von Prof. Dr. Max Maercker, einem der bedeutendsten Agrikulturchemiker seiner Zeit, als Versuchswirtschaft Bad Lauchstädt gegründet.

1902 legten SCHNEIDEWIND und GRÖBLER den Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt an. Er ist auf Grund seiner Versuchsdauer, seiner Variantenvielfalt, der umfangreichen Untersuchungen und der exakten Ergebnisdokumentation einer der bedeutendsten Dauerfeldversuche der Welt.

(Der Standort ist im Zusammenhang mit dem IOSDV – Versuch auf S. 14 beschrieben.)

Der Versuch umfaßt 4 ha, die Parzellengröße beträgt 250 m<sup>2</sup>.

Die drei Stufen des Prüffaktors “organische Düngung” (ohne organische Düngung, 200 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht und 300 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht) sind orthogonal kombiniert mit den sechs Mineraldüngungsstufen (NPK, NP, NK, N, PK, ohne). Daraus ergeben sich 18 Prüfglieder. In der Fruchtfolge: Kartoffeln, Winterweizen, Zuckerrüben, Kartoffeln stehen alle Fruchtarten jedes Jahr nebeneinander.

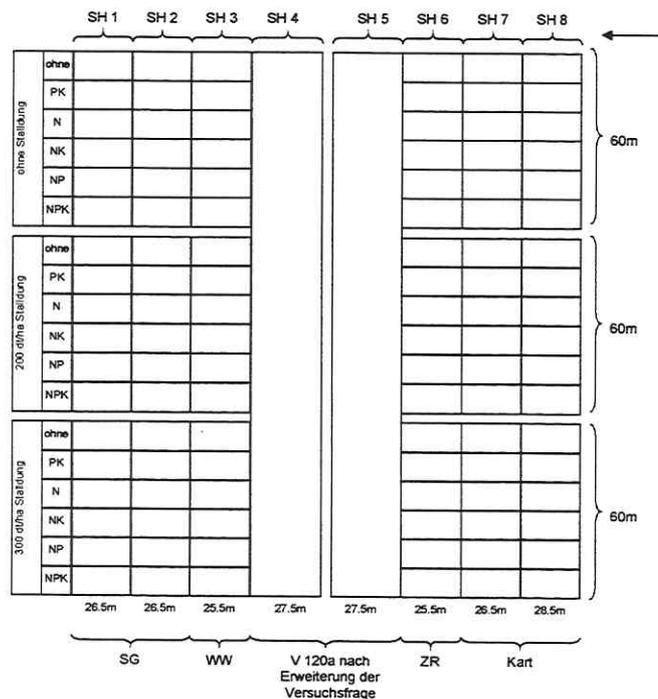


Abb. 1: Lageplan des Statischen Düngungsversuches Bad Lauchstädt (SH = Schlaghälfte)

Nach 70 Jahren hatte sich das Fließgleichgewicht im  $C_{org}$ - und  $N_r$ -Gehalt eingestellt. Die Differenz zwischen der Nullvariante und der Volldüngungsvariante beträgt 0,66 %  $C_{org}$ . Die Erträge der Hauptvarianten der letzten 40 Jahre sind in Abb. 2 dargestellt. Unter Berücksichtigung des Ertrages, der Stickstoffbilanz und des Kohlenstoffgewinns hat sich die Var. 7 (200 dt/ha Stallung jedes 2. Jahr + NPK) als optimal erwiesen.

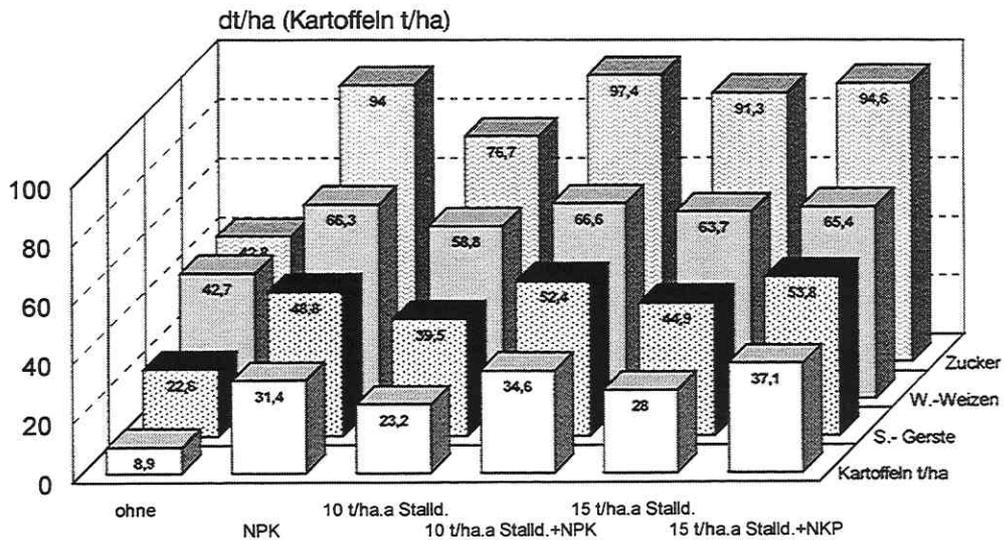


Abb. 2: Durchschnittserträge der Hauptvarianten des Statischen Düngungsversuches Bad Lauchstädt im Zeitraum 1959 - 1998

Über die Ergebnisse des Statischen Düngungsversuches wurde bisher in rd. 100 wissenschaftlichen Veröffentlichungen berichtet. Umfassende Ergebnisdarstellungen sind gegeben in:

Autorenkollektiv: Der Statische Versuch Lauchstädt in sieben Jahrzehnten. Akademie-Verlag.-Berlin, 1970. 192 S.

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR (Hrsg.): 80 Jahre Statischer Versuch Bad Lauchstädt. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR.- Berlin (1982) 205.

Körschens, M. (Hrsg.): Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt nach 90 Jahren.- Teubner-Verlag Stuttgart, Leipzig (1994).- 179 S.

# MODELLVERSUCH ZUR STALLDUNGSTEIGERUNG BAD LAUCHSTÄDT

MARTIN KÖRSCHENS<sup>1</sup>

Die Fragen der Akkumulation und des Umsatzes der Organischen Bodensubstanz (OBS) und die Quantifizierung der Beziehungen zwischen OBS und bodenphysikalischen Eigenschaften erfordern Dauerfeldversuche mit extremen Unterschieden in der OBS.

1983 wurde hierzu auf Lößschwarzerde in Bad Lauchstädt ein zweifaktorieller Versuch mit den Prüffaktoren:

- |  |   |
|--|---|
| <p>A = Organische Düngung</p> <p>B = Fruchtfolge</p> | <p>a<sub>1</sub> = ohne organische Düngung<br/> a<sub>2</sub> = 50 t/ha.a Stalldung<br/> a<sub>3</sub> = 100 t/ha.a Stalldung<br/> a<sub>4</sub> = 200 t/ha.a Stalldung</p> <p>b<sub>1</sub> = hackfruchtbetonte Fruchtfolge<br/> b<sub>2</sub> = Schwarzbrache</p> |
|--|---|

angelegt.

Die Parzellen sind 8 x 8 m = 64 m<sup>2</sup> (Fruchtfolge) bzw. 4 x 8 m = 32 m<sup>2</sup> (Schwarzbrache) groß. Die Gesamtgröße des Versuches bei 2 Wiederholungen beträgt 780 m<sup>2</sup>.

Anlageplan:

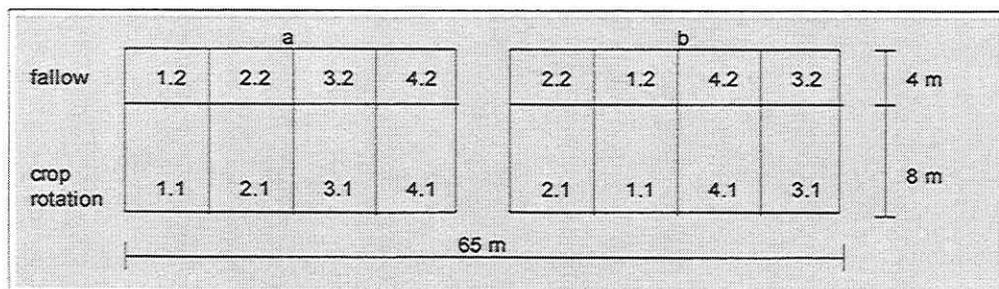


Abb. 1 enthält die C<sub>org</sub>-Gehalte für die Tiefen 0 – 30 cm und 30 – 60 cm. In der Tiefe 0 – 30 cm sind alle Differenzen zwischen den Düngungsstufen signifikant, in der Schicht 30 – 60 cm nur in einem Falle. In allen Fällen liegt die Schwarzbrache unter dem C<sub>org</sub>-Gehalt der Fruchtfolge, davon in drei von acht Vergleichen signifikant. Die größte Differenz in der oberen Schicht beträgt 2,35 % C<sub>org</sub>, im Unterboden 0,71 % C<sub>org</sub>. Die gleichen Relationen ergeben sich bei Betrachtung der N<sub>t</sub>-Gehalte.

Abb. 2 zeigt den C<sub>org</sub>-Gehalt und die Lagerungsdichte in Abhängigkeit von der Stalldunggabe. Daraus wird die enge Beziehung zwischen der organischen Düngung, dem C<sub>org</sub>-Gehalt und der Lagerungsdichte deutlich.

<sup>1</sup> Prof. Dr. habil. Dr. h.c. Martin Körschens, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Hallesche Str. 44, D-06246 Bad Lauchstädt, e-mail: [mkoersch@bdf.ufz.de](mailto:mkoersch@bdf.ufz.de)

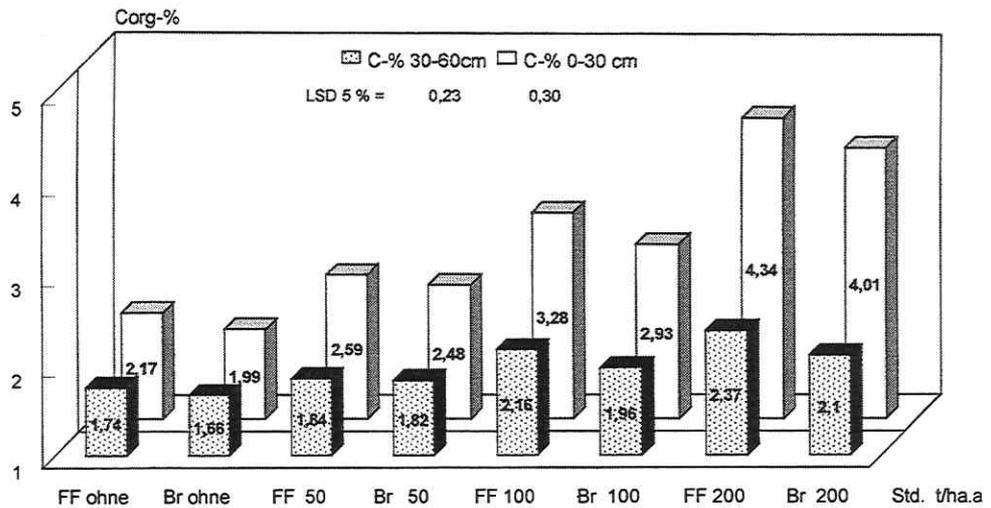


Abb. 1: Einfluß extrem hoher Stallungsmengen auf den Corg -Gehalt in den Tiefen 0-30 und 30-60 cm in einem Modellversuch auf Löß-Schwarzerde nach 15 Versuchsjahren ( Durchschnitt 1997/1998)

Die Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen dem  $C_{org}$ -Gehalt und weiteren bodenphysikalischen Parametern sind durchweg hochsignifikant und bestätigen die nahezu funktionale Abhängigkeit der bodenphysikalischen Eigenschaften vom  $C_{org}$ -Gehalt.

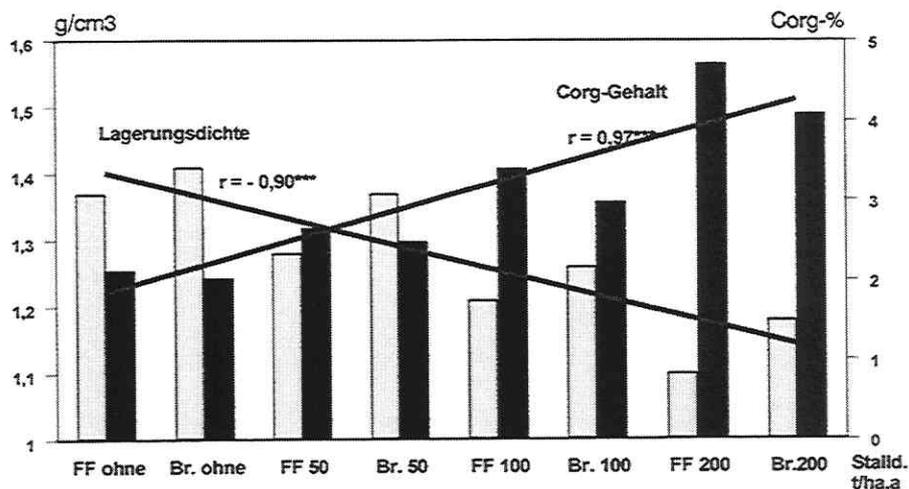


Abb. 2: Einfluß extrem hoher Stallungsgaben auf den Corg-Gehalt (0-30 cm) und die Lagerungsdichte (12-16 cm Tiefe) in einem Dauerdüngungsversuch auf Löß-Schwarzerde im Jahre 1998 nach 15 Versuchsjahren (FF=Fruchtfolge, Br=Schwarzbrache)

#### Veröffentlichungen:

Körschens, M. u. Pfefferkorn, A.: Bad Lauchstädt - Der Statische Düngungsversuch und andere Feldversuche - The Static Fertilization Experiment and other Long - Term Field Experiments. Hrgb.: UFZ - 1998, 56 S.

Körschens, M.: Einfluß extrem hoher Stallungsgaben auf bodenchemische und bodenphysikalische Eigenschaften. Mitt. d. Deutschen Bodenkdl. Gesellsch., Band 91, H. 2, 1999, S. 811 - 814

# STATISCHER VERSUCH BODENNUTZUNG BERLIN-DAHLEM

WOLFGANG KÖHN UND FRANK ELLMER<sup>1</sup>

Der Statische Dauerversuch Bodennutzung (D III) wurde von Kurt OPITZ im Jahre 1923 auf dem neu eingerichteten Versuchsfeld in Berlin-Dahlem angelegt und ist mit seiner Laufzeit von mehr als 75 Jahren der älteste Dauerversuch auf Sandboden in Deutschland. Hauptziel dieses Versuches war es seinerzeit, den Nachweis einer Mobilisierung der Bodenphosphorsäure durch rein ackerbauliche Maßnahmen (größere Pflugtiefe, regelmäßige Kalkung) zu erbringen und zugleich die Wirksamkeit differenzierter P-Düngung unter diesen Bedingungen zu untersuchen. Die Bedeutung organischer Düngung für die Humusversorgung und das Ertragsniveau des Sandbodens sollte durch zusätzliche Einführung des Versuchsfaktors Stallmistdüngung ab dem Jahr 1939 geprüft werden. Der seit 1967 durchgeführte Vergleich zwischen einem Fruchtwechsel und einer Getreidefolge dient zur Klärung der Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen sich ausschließlicher Getreidebau unter relativ ungünstigen Standortbedingungen verwirklichen läßt und welche Veränderungen im Boden durch die beiden Fruchtfolgesysteme hervorgerufen werden.

Die fünf, jeweils zweifach gestuften Prüffaktoren Pflugtiefe (17 cm bzw. 28 cm), Kalk-, P-, Stallmistdüngung (jeweils „mit“ bzw. „ohne“) sowie Fruchtfolge (Fruchtwechsel mit Futterrüben/Winterweizen/Kartoffeln/Winterweizen bzw. Getreidefolge mit Winterroggen/Winterweizen/Hafer/Winterweizen) sind orthogonal kombiniert. Der Vergleich beider Fruchtfolgen ist in jedem zweiten Versuchsjahr bei Winterweizen möglich. Insgesamt ergeben sich 32 Prüfglieder (Abb. 1), die in systematischer Anordnung sechsmal wiederholt werden.

		4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m							
mit P	ohne Stallmist									5 m 5 m 5 m 5 m						
	mit Stallmist															
ohne P	ohne Stallmist															
	mit Stallmist															
Flache Pflugfurche					Tiefe Pflugfurche											
mit Kalk				ohne Kalk				mit Kalk				ohne Kalk				
Fw		Gf		Fw		Gf		Fw			Gf		Fw		Gf	

Fw = Fruchtwechsel      Gf = Getreidefolge

Abb. 1: Versuchsplan des Statischen Dauerversuches Bodennutzung Berlin-Dahlem (1. Wiederholung)

<sup>1</sup> Dr. Wolfgang Köhn und Prof. Dr. F. Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Albrecht-Thaer-Weg 5, D-14195 Berlin, e-mail: wolfgang.koehn@agrار.hu-berlin.de

In den zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Versuch stand in der Regel die Bearbeitung einzelner relevanter Teilaspekte der Bodenfruchtbarkeit und der Ertragsbildung im Vordergrund. Durch in den letzten Jahren zusätzlich vorgenommene umfangreiche bodenkundliche, botanische, phytomedizinische sowie umweltchemische Untersuchungen konnten auch die im Gesamtsystem "Boden-Pflanze-Umwelt" eingetretenen tiefgreifenden Veränderungen eindeutig nachgewiesen werden. So hat sich beispielsweise in Abhängigkeit von den Bewirtschaftungsmaßnahmen inzwischen im Boden eine Differenzierung des  $C_{org}$ -Gehaltes von 0,4 bis 0,9 % und des pH-Wertes von 3,5 bis 6,1 eingestellt. Ähnlich große Unterschiede sind auch bei einigen Schwermetallgehalten und bodenmikrobiologischen Merkmalen festzustellen. Dabei haben sich die jeweiligen Prüffaktoren auf die einzelnen Bodenparameter verschieden stark und mit wechselnder Rangigkeit ausgewirkt. Den größten quantitativen Einfluß auf die Merkmale hatten in diesem Zusammenhang die Kalkdüngung, die Stallmistdüngung und die Fruchtfolge, während die unterschiedliche Pflugtiefe eher qualitative Auswirkungen, z. B. auf die Verteilung von Nährstoffen und organischer Substanz in den einzelnen Bodenschichten hatte. Bemerkenswert sind die zahlreichen signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Prüffaktoren im Versuch, insbesondere zwischen der Kalkversorgung und den anderen ackerbaulichen Maßnahmen, und den sich hierbei ergebenden Modifikationen im Versuchsverlauf.

Die Ertragsleistung der Kulturarten wurde durch die Prüffaktoren in unterschiedlichem Ausmaß beeinflusst. Bei normaler Bodenreaktion, also bei regelmäßiger Kalkung, hat nur die Stallmistdüngung den Ertrag um rund 20 % erhöht. Der Einfluß der P-Düngung blieb gering, während sich für die beiden Pflugtiefen bzw. Fruchtfolgesysteme wechselnde Vorteile ergaben. Bei fehlender Kalkdüngung und entsprechend abgesenktem pH-Wert im Boden waren die Ertragsverluste fruchtartspezifisch erheblich (am geringsten bei Winterroggen, am größten bei Winterweizen und Beta-Rüben), wobei die tiefe Pflugfurche und die Stallmist- und P-Düngung die Negativeffekte des Kalkmangels mehr oder weniger stark abgemildert haben. Die Ertragsrelationen der Varianten zueinander unterliegen auch nach jahrzehntelanger Einwirkung der Bewirtschaftungsmaßnahmen noch erheblichen Veränderungen.

Umfassende Ergebnisdarstellungen zu diesem Versuch sind gegeben in:

Köhn, W.: Der Einfluß langjähriger Bodenbearbeitungs-, Düngungs- und Fruchtfolgemeasuresnahmen auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften und die Ertragsleistung eines lehmigen Sandbodens. Teil 1: Veränderungen der chemischen und physikalischen Eigenschaften.- In: Bayer. Landw. Jb. 52 (1975), 929-955. Teil 2: Langfristige Ertragsveränderungen und ertragsanalytische Untersuchungen bei Getreide.- In: Bayer. Landw. Jb. 53 (1976), 419-442.

Krzysch, G. (Hrsg.); Caesar, K. (Hrsg.): Einfluß von langjährig differenzierten Bewirtschaftungsmaßnahmen und Umweltbelastungen auf Bodenfruchtbarkeit und Ertragsleistung eines lehmigen Sandbodens.- Schriftenreihe d. FB Internat. Agrarentwicklung d. TU Berlin Nr. 141 (1992), 327 S.

# WIRKUNG VON MINERALISCHER N-, P-, K- UND MG-DÜNGUNG IN KOMBINATION MIT STALLMIST IN EINER KARTOFFEL-ROGGEN-HAFER-ROTATION

HANS-WERNER OLFS<sup>1</sup>

Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung Hanninghof  
Hydro Agri, Dülmen

Der statische Langzeitversuch zur Wirkung mineralischer und organischer Düngung wurde 1958 auf einem Podsol-Pseudogley-Standort am Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung Hanninghof, Dülmen angelegt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,2 °C und die mittleren Jahresniederschläge liegen bei 880 mm. Der Boden des Versuchsfeldes kann in der Ackerkrume (0 - 30 cm) als anlehmiger Sand und im Unterboden als Sand bis lehmiger Sand bezeichnet werden. Es steht eine nutzbare Feldkapazität von ca. 120 mm (0 - 100 cm Bodenprofil) zur Verfügung.

Der 2-faktorielle Versuch (mit/ohne organische Düngung; unterschiedliche Zufuhr an N, P, K und Mg: Kontrolle, PK, N, NP, NK, NPK, NPKMg) ist als Spaltanlage mit 4 Wiederholungen konzipiert. Die Parzellengröße beträgt 10,5 m x 5,0 m mit einer Netto-Erntefläche von 45 m<sup>2</sup>. Dem Standort angepaßt wird eine 3-gliedrige Fruchtfolge durchgeführt: Kartoffeln - Roggen - Hafer. Stallmist wird jeweils zu Kartoffeln appliziert (250 dt Schweinemist/ha mit durchschnittlich 170 kg N, 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 200 kg K<sub>2</sub>O, 70 kg MgO und 80 kg CaO). Die Höhe der mineralischen Nährstoffgaben zu den 3 Kulturen sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Dabei wird N als Kalkammonsalpeter (bzw. als Stickstoffmagnesia für Prüfglied "NPKMg"), P als Thomasphosphat, K als Kaliumsulfat zu Kartoffeln bzw. als 60er Kali, Mg als Stickstoffmagnesia und Ca als Branntkalk appliziert. Bis 1979 betrug die N-Düngung zu Roggen bzw. Hafer jedoch nur 60 kg N/ha und zu Kartoffeln 100 kg N/ha. Roggen- und Haferstroh wird vom Feld abgefahren. Pflanzenschutz wird in praxisüblichen Umfang durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Dr. Hans-Werner Olf, Hydro Agri Markets, Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung, Hanninghof 35, 48249 Dülmen

Tab. 1: Höhe der mineralischen Nährstoffgaben (kg/ha)

Kultur	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Kartoffeln	140	90	160	50	1000
Roggen	140	90	120	50	0
Hafer	100	90	120	35	0
Rotation	380	270	400	135	1000

Anhand der durchschnittlichen Erträge (ausgedrückt in Getreideeinheiten) im Versuchszeitraum 1958 - 1999 sind die Ertragswirkungen der Stallmistapplikation auf diesem sandigen Standort zu erkennen (+ 5 bis + 15 GE/ha; Abb. 1). Am deutlichsten ist die Wirkung der organischen Düngung für die Prüfglieder "N" und "NP". Dies dürfte insbesondere auf die K-Zufuhr mit dem Stallmist auf diesem K-auswaschungsgefährdetem Standort zurückzuführen sein. Ein Trend zu einer stärkeren Ausprägung der Unterschiede zwischen den Varianten mit bzw. ohne Stallmistzufuhr ist im Verlauf der 18 Rotationen nicht abzuleiten (Daten nicht dargestellt). Unterstellt man, daß die Nährstoffzufuhr in den "NPKMg"-Varianten zur Erzielung des maximalen Ertrags ausreichend ist, dürfte der zusätzliche Ertrag in der mit Stallmist gedüngten Variante im wesentlichen auf die Zufuhr an organischer Substanz zurückzuführen sein. Auf diesem sandigen Boden ist vor allem an eine verbesserte Wasserhaltefähigkeit durch Erhöhung des Humusgehaltes zu denken. Die Zufuhr von Sekundär- und Mikronährstoffen dürfte jedoch ebenfalls von Bedeutung sein.

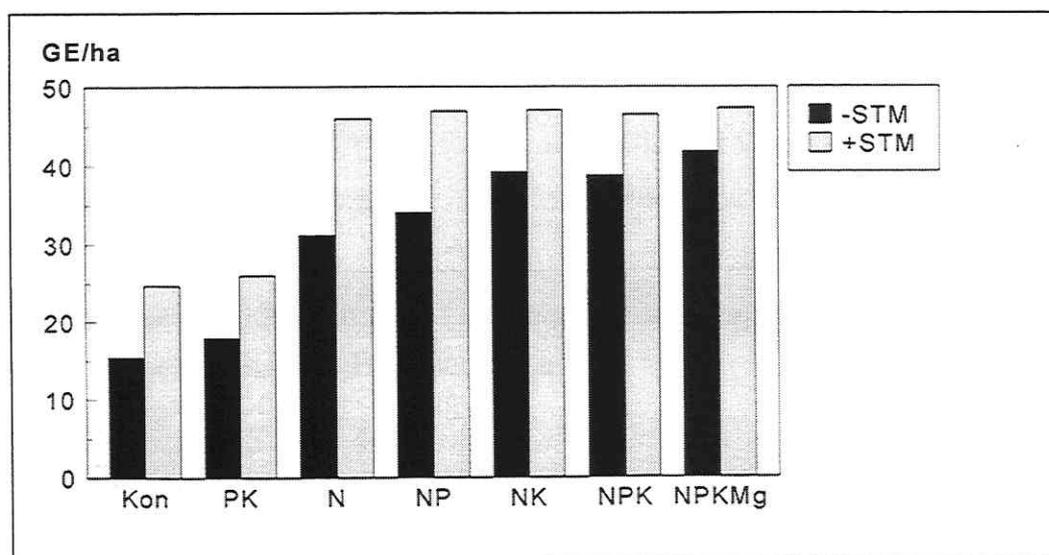


Abb. 1: Durchschnittserträge (Getreideeinheiten) im Versuchszeitraum 1958 - 1999

Die ertragssteigernde Wirkung einer NPKMg-Düngung ist in den Varianten ohne organische Düngung besonders ausgeprägt. Im Verlauf der mittlerweile 48 Versuchsjahre ist für die ausschließlich mineralisch gedüngten Varianten eine deutliche Differenzierung der Erträge eingetreten. Während zwischen den Varianten "NPKMg", "NPK" und "NK" kaum Unterschiede festzustellen sind, fallen die Prüfglieder "NP" und "PK" ebenso wie die ungedüngte Kontrolle drastisch ab.

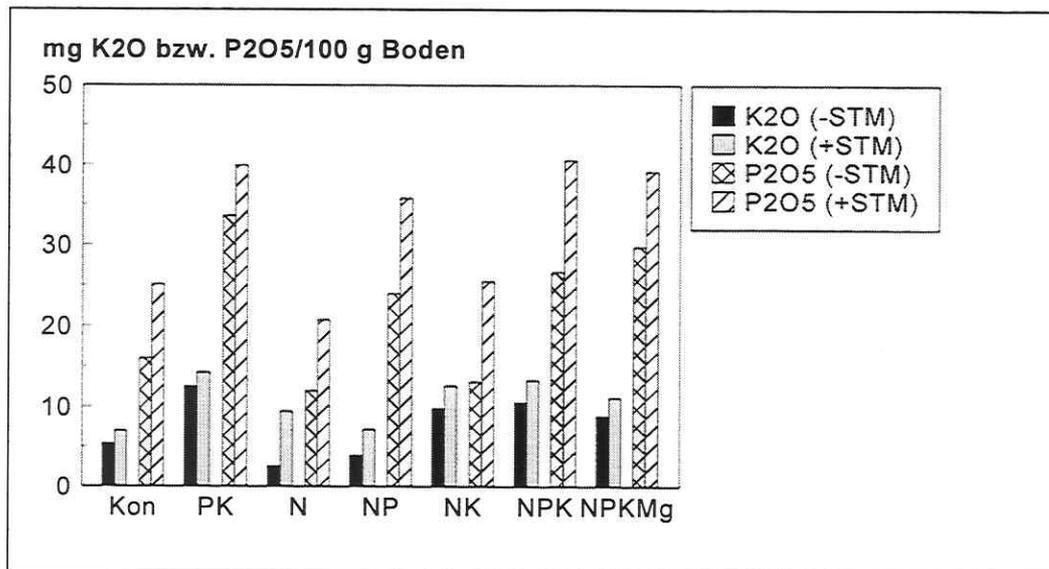


Abb. 2: Gehalte an CAL-P und CAL-K (Bodenprobenahme 1998 aus 0 - 30 cm)

Die Gehalte an CAL-löslichem P und K spiegeln die Düngungshistorie deutlich wider. Für die mit Stallmist versorgten Prüfglieder sind insbesondere höhere P-Gehalte nachzuweisen. Der Rückgang der CAL-K-Gehalte in den Varianten "N" und "NP" unter die Werte für die Kontrolle ist durch die aufgrund der höheren Erträge deutlich höheren K-Entzüge zurückzuführen.



# DER BIOLOGISCHE STICKSTOFFGEWINNUNGSVERSUCH (BSG) GIESSEN

BERND HONERMEIER; WILHELM JAHN-DEESBACH und RUDOLF SCHMIDT  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität Giessen,  
Deutschland

Im Jahr 1982 wurde durch JAHN-DEESBACH in der Versuchsstation "Weilburger Grenze" Giessen der Dauerversuch zur Biologischen Stickstoffgewinnung (BSG) angelegt. Das **Ziel** dieses Versuches bestand darin, die Wirkung verschiedener Vorfrüchte (Leguminosen und Nichtleguminosen, Grünbrache) im Vergleich mit Schwarzbrache auf die Bodenfruchtbarkeit, die N-Dynamik im Boden sowie auf Ertrag und Qualität der Nachfrüchte zu untersuchen. Dabei sollte die Wirksamkeit der biologischen Stickstoffgewinnung in Kombination mit unterschiedlicher Intensität der mineralischen N-, P- und K-Düngung geprüft werden.

Der **Boden** der Versuchsstation wird als brauner Aueboden angesprochen. Der Tongehalt liegt im Oberboden (0 - 35 cm) bei 33 % und im Unterboden (35 - 70 cm) in der Spanne von 28 - 38 % (vgl. Tab. 1).

**Tab. 1: Zusammensetzung der Körnungsarten des Bodens in der Versuchsstation  
„Weilburger Grenze“ Giessen**

Körnungsart	Korngröße	0 – 35 cm	35 – 50 cm	50 - 60 cm	60 - 70 cm
Ton	< 2 µm	33,1 %	34,6	37,7	28,9
Feinschluff	2 – 6 µm	18,3 %	15,4	20,2	11,9
Mittelschluff	6 – 20 µm	21,9	19,6	16,4	18,9
Grobschluff	20 – 63 µm	17,7	21,3	17,7	28,4
Sand	63 – 2000 µm	4,1	4,3	3,5	6,3
Kies	> 2000 µm	4,9	4,5	4,2	6,6

Das Wasserbindevermögen des Versuchsbodens (0 – 100 cm) ist durch eine Feldkapazität von 325 mm bzw. durch eine nutzbare Feldkapazität von 123 mm gekennzeichnet. Der pH-Wert

---

Prof. Dr. Bernd Honermeier, Prof. Dr. Jahn-Deesbach & Rudolf Schmidt, Justus-Liebig-Universität Giessen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Ludwigstr. 23, 35390 Giessen, e-mail: Bernd.Honermeier@agrar.uni-giessen.de

liegt im Bereich von 6,0 – 6,4. Außerhalb des BSG-Versuches liegt der C<sub>t</sub>-Gehalt der Krume in der Spanne von 1,35 – 1,48 % bei einem mittleren C/N-Verhältnis von 1 : 10. Der im Lahntal am Fuße der Hardt gelegene Versuchsstandort besitzt ein Höhengniveau von 158 m über NN. Das Klima dieses Standortes ist durch langjährige Mittel der Lufttemperatur von 9,0 °C und durch eine mittlere Niederschlagssumme von 650 mm/Jahr gekennzeichnet. Die 2faktorielle **Versuchsanlage** enthält die Prüffaktoren Vorfrucht und NPK-Düngung zur Nachfrucht (s. Tab. 2).

**Tab. 2: Prüffaktoren und -stufen im BSG-Versuch Giessen**

Prüffaktor	Prüfstufen	
A - Vorfrucht	1	Schwarzbrache
	2	Grünbrache (Klee, 2x gemulcht)
	3	Ackerbohne
	4	Hafer
	5	Körnermais
B - NPK-Düngung zur Nachfrucht (in kg/ha)	1	ohne NPK
	2	ohne N, P+K nach Entzug
	3	Weizen = 90 kg N, Roggen = 80 kg N, So.-gerste = 60 kg N, alle Pflanzen = 90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 120 kg K <sub>2</sub> O
	4	Weizen = 180 kg N, Roggen = 120 kg N, So.-gerste = 90 kg N, alle Pflanzen = 90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 120 kg K <sub>2</sub> O

Die 4feldrige Fruchtfolge besteht aus folgenden Fruchtfolgegliedern: 1. Jahr = Vorfrüchte, 2. Jahr = Winterweizen, 3. Jahr = Winterroggen, 4. Jahr = Sommergerste. Damit beträgt der Getreideanteil in 4 Fruchtfolgen 75 % und in 1 Fruchtfolge (Vorfrucht Hafer) 100 %. Die Parzellen umfassen eine Fläche von 80 m<sup>2</sup> (zur Aussaat) bzw. von 42 m<sup>2</sup> (zur Ernte). Der gesamte Feldversuch hat somit einen Flächenumfang von 1 ha.

Als **Prüfmerkmale** werden in diesem Dauerversuch die Korn- und Stroherträge, die Ertragskomponenten sowie die Nährstoffgehalte (N, P, K, Mg) der oberirdischen Biomasse erhoben. Der N<sub>min</sub>-Gehalt wird jährlich (im Frühjahr) erfaßt, andere bodenchemische Parameter (C<sub>t</sub>, N<sub>t</sub>, P, K, Mg) werden einmal pro Rotation untersucht. Der Versuch wird z. T. sekundär durch andere Institute genutzt (z. B. Schadgasemissionsmessungen in den Jahren 1997 - 1999 durch das Institut für Angewandte Mikrobiologie). Daneben erfolgen Qualitätsuntersuchungen (Backqualität des Weizens), die im Rahmen von Diplomarbeiten durchgeführt werden. Die Finanzierung des BSG-Versuches Giessen erfolgt aus dem Etat des Lehrstuhls für Pflanzenbau.

# DER ERSCHÖPFUNGSVERSUCH GIESSEN

BERND HONERMEIER und RUDOLF SCHMIDT

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität Giessen,  
Deutschland

Der Dauerfeldversuch "Erschöpfungsversuch Giessen" wurde im Jahr 1954 durch Prof. E. von Boguslawski in der Versuchsstation „Weilburger Grenze“ Giessen angelegt. Der im Lahntal am Fuße der Hardt gelegene Versuchsstandort besitzt ein Höhengniveau von 158 m über NN. Das Klima dieses Standortes ist durch langjährige Mittel der Lufttemperatur von 9,0 °C und durch eine mittlere Niederschlagssumme von 650 mm/Jahr gekennzeichnet. Der Boden der Station ist ein brauner Aueboden mit einem Tongehalt von 8 – 33 % (0 – 35 cm) bzw. 29 – 31 % (35 – 80 cm) (vgl. Tab. 1).

**Tab. 1: Zusammensetzung der Körnungsarten des Bodens in der Versuchsstation „Weilburger Grenze“ Giessen**

Körnungsart	Korngröße	0 – 35 cm	35 – 80 cm
Ton	< 2 µm	8 – 33 %	29 – 31 %
Feinschluff	2 – 6 µm	8 – 20 %	8 – 11 %
Mittelschluff	6 – 20 µm	20 – 22 %	16 – 20 %
Grobschluff	20 – 63 µm	18 – 22 %	25 – 28 %
Sand	63 – 2000 µm	4 – 6 %	7 – 11 %
Kies	> 2000 µm	3 – 5 %	3 – 8 %

Das Wasserbindevermögen des Bodens (0 – 100 cm) ist durch eine Feldkapazität von 325 mm bzw. durch eine nutzbare Feldkapazität von 123 mm gekennzeichnet. Der pH-Wert liegt im Bereich von 6,0 – 6,4. Außerhalb des Erschöpfungsversuches liegt der C<sub>t</sub>-Gehalt der Krume in der Spanne von 1,35 – 1,48 % bei einem mittleren C/N-Verhältnis von 1 : 10.

Die **Zielstellung** dieses Feldversuches bestand darin, die Auswirkungen eines langjährigen Nährstoffmangels im Vergleich mit suboptimaler und optimaler Dosierung der N-, P-, und K-Düngung sowie unter Berücksichtigung einer organischen Düngung (Stalldung) auf die Entwicklung der Fruchtbarkeit des Bodens und der Ertragsleistung der Kulturpflanzen zu prüfen. Die Prüffaktoren und –stufen dieses Versuches sind in der Tab. 2 dargestellt.

**Tab. 2: Prüffaktoren und –stufen des Erschöpfungsversuches Giessen**

Prüffaktoren	Prüfstufen			
	Nr.	N	P	K
A – Düngung	1	ohne	ohne	ohne
	2	ohne	mit	mit
	3	mit	mit	ohne
	4	mit	ohne	mit
	5	mit	mit	mit
B – Dosierung	1	halbe Dosierung , ohne Stalldung		
	2	volle Dosierung, ohne Stalldung		
	3	volle Dosierung, mit Stalldung		

Als mineralische Düngerformen wurden Kalkammonsalpeter, Kornkali und Superphosphat verwendet. Der Stalldung (Rind), der in den jeweiligen Prüfgliedern zu Zuckerrüben auf die Stoppeln der Vorfrucht Sommergerste im Herbst appliziert wird, wurde als Frischmist mit einer Dosierung von 400 dt/ha FM ausgebracht. Die Dosierung der mineralischen Düngergaben wurde während der Versuchsdurchführung den veränderten Produktionsbedingungen in der Pflanzenproduktion angepaßt (s. Tab. 3).

**Tab. 3: Nährstoffgaben im Erschöpfungsversuch Giessen**

	N-Düngung (kg/ha N)		K-Düngung (kg/ha K <sub>2</sub> O)		P-Düngung (kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 2
Zuckerrüben						
1955 – 1961	70	140	105	210	56	112
1964 – 2000	80	160	120	240	60	120
Winterweizen						
1955 – 1962	30	60	31	75	9	48
1964 – 1981	40	80	42	100	13	60
seit 1983	65	130	42	100	13	60
Sommergerste						
1955 – 1963	25	50	31	75	9	40
1966 – 1999	30	60	37	90	11	48

Die Fruchtfolge ist 3feldrig: Zuckerrübe, Winterweizen, Sommergerste. Der Feldversuch wurde nach der Ertragsflächenmethode (VON BOGUSLAWSKI 1938) angelegt. Die Parzellen ( $r = 4$ ) besitzen eine Fläche von 30,25 m<sup>2</sup> zur Anlage und von 18,0 m<sup>2</sup> (Zuckerrüben) bzw. 18,2 m<sup>2</sup> (Getreide) zur Ernte. Die Gesamtfläche des Versuches beträgt 0,3 ha. Als Prüfmerkmale (je Teilstück) werden in dem Versuch bei den Getreidearten die Kornerträge, Stroherträge, Ährenzahl/m<sup>2</sup> und das TKG und bei Zuckerrüben die Rüben- und Blatterträge erfaßt. Darüber hinaus werden prüfgliedweise die Nährstoffgehalte (N, P, K, Ca, Na, Mg) in Stroh und Korn bzw. Blatt und Rübenkörpern analysiert, woraus sich die Nährstoffentzüge der jeweiligen Kulturpflanzen berechnen lassen. Ausgewählte chemische Kennwerte des Bodens ( $C_{org}$ ,  $N_{org}$ , P, K, Mg, pH) werden einmal pro Rotation ermittelt.

Der Feldversuch wird aus dem Etat des Lehrstuhls für Pflanzenbau abgesichert. Die Intensität seiner wissenschaftlichen Analyse und Auswertung hängt von der Erschließung externer Förderungsmöglichkeiten ab. Eine Sekundärnutzung des Versuches durch andere Institute ist grundsätzlich möglich.

## **Literatur**

Boguslawski, E. von (1938): Die "Ertragsflächenmethode" zur gegenseitigen Abstufung von zwei Wachstumsfaktoren im Feldversuch, Pflanzenbau 18.



# DIE DAUERDÜNGUNGSVERSUCHE IN HALLE/SAALE

WOLFGANG MERBACH<sup>1</sup>

## 1. Standortbedingungen

Die Hallenser Dauerdüngungsversuche befinden sich auf dem "Julius-Kühn-Feld", einer Versuchsstation der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität, am östlichen Stadtrand von Halle. Dieses liegt am Rand des mitteldeutschen Löß-Schwarzerdegebietes, das für das östliche Harzvorland typisch ist und das an die Schwarzerden des Thüringer Beckens sowie der Magdeburger Börde grenzt. Bei dem Boden handelt es sich um eine lessivierte Schwarzerde (*Haplic Phaeozem*), die aus weichseleiszeitlichem Sandlöß hervorgegangen ist und die in 80 ... 130 cm Tiefe von einer mehrere Meter mächtigen Geschiebemergelbank unterlagert wird. Die Reichsbodenschätzung vergab Bodenzahlen von im Mittel 55. Der mittlere jährliche Niederschlag lag 1965 bis 1989 im 2 km entfernten Zöberitz bei 467 mm, die Lufttemperatur betrug 9,0 °C.

Der Standort ist somit durch geringe Niederschläge bei hoher Einstrahlung gekennzeichnet. Das im Vergleich zu den Schlufflößböden geringere Wasserspeichervermögen des Sandlößes verschärft den Trockenstreß. Der Standort ist damit **repräsentativ** für ähnlich geartete **Sandlöß-Gebiete zwischen Saale, Elbe und Mulde**. Die Abweichung gegenüber **anderen Trockenstandorten des mitteleuropäischen Raumes** sowie **osteuropäischer Gebiete** ist nicht groß, bei denen ebenfalls mit wenig Auswaschung, aber einer Verlagerung von Nähr- und Schadstoffen in tiefere Schichten zu rechnen ist.

## 2. Überblick

Zu den Hallenser Dauerdüngungsversuchen zählen

- a) der **1878** von **Julius Kühn** begründete Versuch ***Ewiger Roggenbau***. Er umfaßt 0,6 ha und ist nach dem Weizenversuch in Rothamsted (England) der weltweit zweitälteste Dauerdüngungsversuch,
- b) die von **Karl Schmalfuß 1949** eingerichteten **Dauerdüngungsversuche**. Sie umfaßten ursprünglich 4,8 ha mit folgenden Teilversuchsreihen:

---

<sup>1</sup>Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Adam-Kuckhoff-Str. 17 b, D-06108 Halle (Saale), e-mail: merbach@landw.uni-halle.de

<i>Feld A</i> mit dem Kalkdüngungsversuch	252 Parzellen
<i>Feld B</i> mit dem Versuch zur physiologischen Reaktion der Düngemittel	72 Parzellen
<i>Feld C</i> mit dem Kaliumdüngungsversuch	240 Parzellen
<i>Feld D</i> mit dem Phosphatdüngungsversuch	144 Parzellen
<i>Feld E</i> mit dem Stickstoffdüngungsversuch	192 Parzellen
<i>Feld F</i> mit den Versuchen zur organischen Düngung	216 Parzellen
Insgesamt	1116 Parzellen

Die Versuche *Feld B* und *Feld E* wurden inzwischen eingestellt, und im Fall von *Feld A*, *Feld C* und *Feld D* wurde der Versuchsumfang erheblich eingeschränkt (auf 108, 120 bzw. 72 Parzellen). Außerdem wird seit 1970 auf den ursprünglich umfangreichen Anbau von Gemüse in den Versuchen generell verzichtet.

- c) der 1948 von Karl Schmalfuß eingerichtete Dauerversuch zur Bodenbildung im Campus der Professur „Physiologie und Ernährung der Pflanzen“ in Halle, Adam-Kuckhoff-Str. 17b.

Weitere Informationen finden sich bei Merbach et al. (1999, 2000).

### 3. Wichtige Ergebnisse und Bedeutung der Hallenser Dauerversuche

Die Hallenser Dauerversuche haben in ihrer bisherigen Laufzeit wichtige Erkenntnisse geliefert, von denen nachfolgend einige Beispiele aufgeführt werden:

- a) Beim "Ewigen Roggenbau" sowie am *Feld F* der Schmalfuß'schen Dauerdüngungsversuche ließ sich zeigen, daß eine **nährstoffäquivalente Mineral-N-Düngung die organische Düngung hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Erträge ersetzen kann**. Dies soll am Beispiel des Feldes *F 1b* (Kombination von Stallmist- und Mineral-N-Düngung) belegt werden (Tabelle 1). Die Stallmistwirkung zusätzlich zur NPK-Volldüngung blieb mit 3 - 4 % auch bei Hackfrüchten gering. Sie kann auch nach 50 Versuchsjahren noch durch erhöhte mineralische N-Düngung (N<sub>1</sub>PK) substituiert werden. Stallmist allein wirkte bei Kartoffeln relativ schlecht, was auch durch die Kartoffelerträge der Stallmistvarianten des "Ewigen Roggens" belegt wird. Die Wirkung des Stallmistes bei mit 50 kg N · ha<sup>-1</sup> gedüngten Getreide war nicht besser als die mit erhöhter Mineral-N-Düngung (N<sub>1</sub>PK). Stallmist beeinflusste den N-Gehalt des Bodens signifikant positiv, vor allem in Kombination mit Mineraldüngergaben (Einzelheiten vgl. Stumpe et al. 2000).
- b) Es zeigte sich, daß die **N- und C-Gehalte der Böden** auf die Dauer vor allem von der mit der organischen Düngung **zugeführten Menge an schwer zersetzbarer Substanz** abhängen und unter praktischen Bedingungen die Möglichkeiten zur Steigerung des

**Tabelle 1:** Trockenmasseerträge (relativ) der Haupternteerzeugnisse im Mittel der Jahre 1980 - 1997 und N-Gehalte des Bodens 1995 in Abhängigkeit von der Düngung

	NPK	NPK	Stm+NPK	Stm	N1PK
	t · ha <sup>-1</sup>	Relativ			
Kartoffel	7,36	100	104	64	104
Z-Rüben	10,89	100	100	78	97
Silomais	11,81	100	103	92	102
Getreide	4,79	100	109	106	111
N-Gehalte in mg (100 g Boden) <sup>-1</sup> nach 45 Versuchsjahren					
0 – 20 cm		102	113	111	107
20 – 40 cm		93	98	94	92

Zur Hackfrucht: N = 100 kg ha<sup>-1</sup> N; N1 = 200 kg N. Stm 200 dt ha<sup>-1</sup> Stallmist. Getreide: einheitlich 50 kg ha<sup>-1</sup> N

Humusgehalt begrenzt sind. Dabei wirkte sich auch eine hohe Mineral-N-Applikation über mehr Ernte- und Wurzelrückstände förderlich auf den Humusgehalt aus.

- c) Die Hallenser Dauerdüngungsversuche haben die **Langfristigkeit agroökosystemarer Reaktionen auf Bewirtschaftungsveränderungen** eindrucksvoll belegt. So zeigte sich, daß entsprechende Veränderungen bei der Umstellung des Anbausystems (*Ewiger Roggenbau* 1961) oder der Einstellung der Düngung (*Ewiger Roggenbau* 1953) frühestens nach 30 Jahren meßbar werden und neue Fließgleichgewichte oft erst nach 70 Jahren eintreten. Dies gilt sowohl für die Boden-C- und -N-Gehalte (und dabei besonders für die Humusqualität) als auch für die P- und K-Vorräte nach unterlassener Mineraldüngung. So wirkt z. B. die von 1893 bis 1953 erfolgte jährliche Stallmistgabe (*St II Ewiger Roggenbau*) im N-Nachlieferungsvermögen noch heute nach. Derartige Resultate gewinnen z. B. bei der **Bewertung der Flächenstilllegungsproblematik** an Aktualität.
- d) Es ließ sich in den Hallenser Dauerdüngungsversuchen ein außerordentlich **hohes P-Nachlieferungsvermögen aus dem Boden** feststellen (*Ewiger Roggenbau*, P-Düngungsversuch), das sich in herkömmlichen Methoden der Ermittlung des pflanzenverfügbaren P nicht hinreichend widerspiegelt. Mit Abstrichen galt dies auch für K (Kalidüngungsversuch), wiewohl bei unterlassener Kalidüngung infolge der K-Nachlieferung aus den Zwischenschichtgittern des Illits Tonmineralveränderungen und NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Fixierung (verzögerte N-Düngewirkung) nicht auszuschließen waren.
- e) Auf dem Versuchsstandort kam es zur **Akkumulation leichtlöslicher Salze im Unterboden** (Nitrat!), was in Jahren mit hohen Niederschlägen eine **Auswaschungsgefahr** bedeutet.

- f) Die Versuche haben einen regelmäßigen Kalkbedarf mitteldeutscher Schwarzerden (Kalkdüngungsversuch), insbesondere bei niedriger organischer Bodensubstanz und physiologisch saurer Düngung, nachgewiesen.
- g) Die von der LUFA Sachsen-Anhalt entwickelte **Stickstoffbedarfsanalyse** basiert zu einem großen Teil auf Materialien und Daten aus den Hallenser Dauerdüngungsversuchen.

Die Ergebnisse der Hallenser Dauerdüngungsversuche wurden bisher in mehr als 160 Publikationen niedergelegt (Übersicht vgl. Merbach et al. 1999).

### **Literatur**

Merbach, W., Garz, J., Schliephake, W., Stumpe, H., Schmidt, L.: The long-term fertilization experiments in Halle (Saale), Germany – Introduction and survey, J. Plant Nutr. Soil Sci. 163 (2000), in press

Merbach, W., Schmidt, L., Wittenmayer, L. (Hrsg): Die Dauerdüngungsversuche in Halle (Saale) – Beiträge aus der Hallenser Pflanzenernährungsforschung, B. G. Teubner Stuttgart-Leipzig 1999, 150 Seiten

Stumpe, H., Wittenmayer, L., Merbach, W.: Effects and residual effects of straw, farmyard manuring, and mineral fertilization at field F of the long-term trial in Halle (Saale), Germany. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163 (2000), in press

# NPK-DAUERDÜNGUNGSVERSUCHE DER BASF AG LUDWIGSHAFEN

GREGOR PASDA<sup>1</sup>

## 1. Allgemeine Standortbeschreibung

Die Landwirtschaftliche Versuchsstation Limburgerhof der BASF Aktiengesellschaft liegt in der Pfalz zwischen Speyer und Ludwigshafen am Rhein im milden Klima der oberrheinischen Tiefebene 96 m über NN. Diese wird im Osten durch den Odenwald und im Westen durch das Haardtgebirge (Pfälzer Wald) begrenzt und geschützt. Im langjährigen Mittel ergeben sich für die einschlägigen Klimafaktoren folgende Durchschnittswerte:

Jahrestemperatur:	10,0° C
Jahresniederschlag:	545 mm
Jahressonnenscheindauer:	1.703 Std.

Die Böden der beiden nur 2 km auseinanderliegenden Versuchsstandorte sind ihrer Entstehung nach vom Rhein geprägt und alluvialer Herkunft. Für beide Nährstoffmangel-Versuche gilt grundsätzlich folgendes: Es sollte ermittelt werden, wie sich langjährig die Unterlassung der mineralischen Stickstoff-, Phosphat- und/oder Kalidüngung im Vergleich zu einer mineralischen 'Volldüngung' auf Ertrag, Bodenfruchtbarkeit und wichtige Bodenfaktoren auswirkt. Alle anderen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen wurden in bestimmten Abständen den jeweiligen produktionstechnischen Fortschritten angepasst.

## 2. Dauerfeldversuch Limburgerhof - Versuchsbeginn: 1938

Abgelagerter Schwemmsand. Krume rel. stark durchlässig, lehmiger Sand (IS). Als sog. 'Schneckensand' hat er neben einem rel. hohen pH-Wert ein ausgesprochen günstiges Phosphat-Nachlieferungsvermögen.

Zu Anfang des Versuches lieferte die Bodenanalyse u. a. folgende Werte:

7,0 pH-Wert nach der KCl-Methode
8,9 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g Boden nach Neubauer
20,1 mg K <sub>2</sub> O/100 g Boden nach Neubauer

---

<sup>1</sup> Dr. Gregor Pasda, BASF AG, BASF Agrarzentrum Limburgerhof, Postfach 120, 67114 Limburgerhof, Deutschland

Der N-P-K-Nährstoffmangel-Dauerfeldversuch wurde nach der klassischen ‘Mitscherlich-Anlage’ in sechsfacher Wiederholung angelegt. Die Fläche der Einzelparzelle beträgt 4,2 m x 10 m = 42 m<sup>2</sup>.

Von 1938 bis 1952 wurde die zunächst sehr umfangreiche Versuchsanlage mit jährlich neun Hauptkulturen und ggf. Zwischenfruchtbau durchgeführt. In der Fruchtfolge befanden sich der regionalen Bedeutung entsprechend u. a. Sonderkulturen, wie Tabak, Gemüse, Frühkartoffeln.

In der Zeit von 1953 bis 1964 erfolgte eine erste Reduzierung auf sechs Versuchsschläge und einer dementsprechend sechsfeldrigen Fruchtfolge. Schließlich wurde unter Beibehaltung dieser Fruchtfolge der Dauerfeldversuch ab 1965 auf drei Schläge zurückgefahren.

Infolge der Anfang der 60er Jahre zunehmenden Zahl viehloser Betriebe vor allem in den Ackerbaugebieten wurde der Nährstoffmangel-Dauerfeldversuch Limburgerhof nach 30-jähriger Laufzeit - selbstverständlich unter Beibehaltung der N-P-K-Mangelvarianten - gesplittet, und zwar:

In den drei Wiederholungen a/c/e wird das unterstellte bisherige Betriebssystem ‘Viehhaltung’ fortgeführt, d. h. jeglicher Futteranfall (Rübenblatt, Zwischenfrucht) sowie Stroh werden abgeerntet; Zuckerrüben und Kartoffeln erhalten 240 dt/ha Stallmist. Seit Herbst 1999 erfolgt die Stallmistgabe nach der Wintergerstenernte vor der Zwischenfrucht Phacelia.

In den drei Wiederholungen b/d/f erfolgte die Umstellung auf viehlosen Betrieb, d. h. Zwischenfruchtaufwuchs sowie Ernterückstände (Rübenblatt, Stroh) verbleiben auf dem Feld und werden in den Boden eingearbeitet.

Die Düngungsvarianten sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt:

Tabelle 1: Düngungsvarianten im Dauerdüngungsversuch Limburgerhof (Anlage 1938)

	N	P	K
Vgl. 1, 7	-	-	-
Vgl. 2, 8	+	+	-
Vgl. 3, 9	+	-	+
Vgl. 4, 10	-	+	+
Vgl. 5, 11	+	-	-
Vgl. 6, 12	+	+	+

Vgl. 1 – 6: mit zusätzlicher organischer Düngung  
 Vgl. 7 – 12: ohne organische Düngung

Tabelle 2: Fruchtfolge im Dauerfeldversuch Limburgerhof

1973 - 1988			1989 - 1999			ab 2000		
Schlag 1	Schlag 2	Schlag 3	Schlag 1	Schlag 2	Schlag 3	Schlag 1	Schlag 2	Schlag 3
Z. Rüben	K. Mais	W. Weizen	W. Roggen	W. Roggen	W. Roggen	W. Roggen	W. Gerste	Kartoffeln
K. Mais	W. Weizen	Kartoffeln	ZF: <i>Phacelia</i>	ZF: <i>Ölrettich</i>	ZF: <i>W. Rübsen</i>	W. Gerste	ZF: <i>Phacelia</i>	W. Roggen
W. Weizen	Kartoffeln	W. Roggen	Z. Rüben	Kartoffeln	K. Mais	W. Gerste	K. Mais	W. Roggen
Kartoffeln	W. Roggen	S. Gerste	W. Roggen	W. Roggen	W. Roggen	ZF: <i>Phacelia</i>	W. Roggen	W. Gerste
W. Roggen	S. Gerste	Z. Rüben	ZF: <i>W. Rübsen</i>	ZF: <i>Phacelia</i>	ZF: <i>Ölrettich</i>	Kartoffeln	ZF: <i>Phacelia</i>	ZF: <i>Phacelia</i>
S. Gerste	Z. Rüben	K. Mais	K. Mais	Z. Rüben	Kartoffeln	W. Gerste	Kartoffeln	K. Mais
Zwischenfruchtbau:			W. Roggen	W. Roggen	W. Roggen	W. Roggen	W. Gerste	W. Roggen
nach W. Weizen - Winterrübsen			ZF: <i>Ölrettich</i>	ZF: <i>W. Rübsen</i>	ZF: <i>Phacelia</i>	W. Gerste	ZF: <i>Phacelia</i>	W. Gerste
nach W. Roggen			Kartoffeln	K. Mais	Z. Rüben	W. Gerste	Kartoffeln	W. Roggen
nach S. Gerste - Gelbsenf								
nach S. Gerste - Phacelia								

## **Fruchtfolge**

Änderungen in der Wahl der zum Anbau kommenden Kulturen sind in der Regel nach Ablauf der Rotation vorgenommen worden. Anlass ist die Verschiebung der wirtschaftlichen Bedeutung der Kulturen im Laufe der Zeit gewesen. So ist beispielsweise Hafer durch Winterweizen ersetzt worden; die 'Weizenfähigkeit' des Standortes ist durch die Möglichkeit der Beregnung erreicht. Körnermais hat den regional bedeutsamen Frühkartoffelanbau abgelöst. Der bei dieser Kultur zwar selten, aber hin und wieder doch notwendige Einsatz der Frostschutzberegnung ist damit auch als 'Störfaktor' für die Versuchsfrage ausgeschaltet. Körnermais mit offen abblühenden Sorten wurde bereits in den Jahren von 1938 bis 1952 angebaut. Nach 20-jähriger Anbaupause ist 1971 der Anbau mit Hybriden wieder aufgenommen worden.

Bei der in Tabelle 2 aufgeführten Fruchtfolge, die von 1973 bis 1988 durchgeführt worden ist, kam jede Hauptkultur in drei aufeinanderfolgenden Jahren zum Anbau. Um den nach landschaftsgestaltenden und baulichen Maßnahmen zu erwartenden Fraßschäden durch Vögel zu vorzukommen, sind ab 1989 die dafür in Frage kommenden Getreidearten 'Weizen und Gerste' durch Winterroggen ersetzt worden (Tabelle 2). Diese Fruchtfolge-Anpassung bietet zusätzlich den Vorteil, die Vorfruchtwirkung von Zuckerrüben, Kartoffeln und Körnermais für Winterroggen zu erfassen. Die letzte Fruchtfolgeänderung erfolgte im Herbst 1999.

### **3. Dauerfeldversuch Bruch - Versuchsbeginn: 1957**

Hier besteht das Ausgangsmaterial aus unterschiedlich tonhaltigen Sedimenten des Rheines. Bemerkenswert ist der Humusreichtum des Ap-Ah-Horizontes, der auf den Einfluss (früheren) höheren Grundwasserstandes zurückzuführen ist. Auch nach der Entwässerung des Feldes in den 50er Jahren wird die Bodenbildung unterhalb des Ah-Horizontes vom Grundwasser geprägt. Der Bodentyp kann als Humusgley (humusreicher Gley) angesprochen werden.

Die Bodenanalyse lieferte hier zu Anfang des Versuches u. a. folgende Werte:

7,2 pH-Wert nach der KCl-Methode

4,0 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden nach DL-Methode

3,0 mg K<sub>2</sub>O/100 g Boden nach DL-Methode

Auch dieser N-P-K-Nährstoffmangel-Dauerfeldversuch ist als 'Mitscherlich-Anlage' dargestellt, in dreifacher Wiederholung. Die Fläche der Einzelparzelle beträgt  $4,2 \text{ m} \times 9 \text{ m} = 37,8 \text{ m}^2$ .

Seit nunmehr 40 Jahren wird der Versuch jährlich mit zwei Kulturen durchgeführt. Die organische Düngung wird sehr restriktiv gehandhabt; die Ernterückstände (Getreidestroh und Rübenblatt) werden abgefahren, das Maisstroh untergepflügt. Neben Stoppel- und Wurzelrückständen incl. Kartoffelkraut verblieb die primär zum Bodenschutz erzeugte, NPK-ungedüngte Zwischenfrucht auf den beiden Versuchsschlägen. Seit Herbst 1999 erfolgt kein Zwischenfruchtanbau mehr.

### Fruchtfolge

In der Zeit von 1957 bis 1973 bestand die Fruchtfolge ‘Zuckerrüben - Weizen - Kartoffel - Weizen’. Nur zu Anfang wurde dabei Winterweizen angebaut. Wegen schwieriger Bestelungsverhältnisse im Herbst bei der damals gegebenen landtechnischen Ausrüstung ging man auf Sommerweizen über. Ab 1972 hat Winterweizen die Sommerform wieder abgelöst. Zusätzlich sind wegen seiner allgemeinen Bedeutung Körnermais sowie Sommergerste als weitere Getreideart aufgenommen worden (Tabelle 3). Die Pflanzenzüchtung hat in dieser Zeit kurzstrohigere Sortentypen auf den Markt gebracht, die auf diesem meist viel N-nachliefernden Standort die dafür notwendige Standfestigkeit besitzen. Im Herbst 1999 erfolgte eine weitere Fruchtfolgeanpassung.

Tabelle 3: Fruchtfolge im Dauerfeldversuch Bruch

1974 - 1988		1989 - 1999		ab 2000	
Schlag 1	Schlag 2	Schlag 1	Schlag 2	Schlag 1	Schlag 2
Z. Rüben K. Mais W. Weizen	S. Gerste Z. Rüben K. Mais	Z. Rüben S. Gerste ZF: W. Rübsen	K. Mais W. Weizen ZF: Phacelia	W. Weizen K. Mais S. Gerste	S. Gerste Futterrüben W. Weizen
Kartoffeln W. Weizen S. Gerste	W. Weizen Kartoffeln W. Weizen	K. Mais W. Weizen ZF: <i>Phacelia</i>	Z. Rüben S. Gerste ZF: <i>W. Rübsen</i>	Futterrüben	K. Mais
<i>Zwischenfruchtbau: nach S. Gerste - Phacelia nach W. Weizen- Winterrübsen</i>				<i>kein Zwischenfruchtbau</i>	

### 4. Standortvergleich

Obwohl nur knapp 2 km Luftlinie voneinander entfernt, unterscheiden sich die beiden Dauerfeldversuchsstandorte bodenmäßig sehr stark. Im Mittel der letzten 2 - 3 Bodenuntersuchun-

gen zur Nährstoffanalyse nach der CAL-Methode ergeben sich folgende Charakteristika, jeweils in den Varianten 'ohne NPK-' sowie 'mit NPK-Mineraldüngung' (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Aktuelle Bodenuntersuchungsergebnisse in Abhängigkeit von N-P-K-Düngung in den Dauerfeldversuchen Limburgerhof und Bruch

	Bodenart	pH		mg/100 g Boden				Humus		Ges.-N		C : N		
		< 20 µ %	-	+	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		%		%		-	+
					-	+	-	+	-	+	-	+		
Limburgerhof	IS	16	6,7	6,6	18,0	20,0	6,0	10,0	1,04	1,12	0,06	0,07	10,1	9,3
Bruch	sL	58	7,3	7,2	2,8	10,8	4,0	6,4	2,8	3,2	0,18	0,21	9,0	8,8

- = ohne NPK-Düngung

+ = mit NPK-Düngung

Ab den 70er Jahren ist von den Fruchtfolgen her die Voraussetzung dafür gegeben, dass in jedem Jahr auf den Standorten 'Limburgerhof' und 'Bruch' sich entsprechende Kulturen vertreten sind, also Standort- und Jahrgangseinfluss sich nicht überlagern.

Zusatzberegnung wird nur auf dem leichten Versuchsstandort, also im 60-jährigen Dauerfeldversuch Limburgerhof, gegeben.

## 5. Mineraldüngung und Sortenwahl

Die Mineraldüngung wird auf beiden Standorten in folgender Form verabreicht:

Stickstoffdüngung als KAS

Phosphatdüngung als Superphosphat

Kalidüngung als Kaliumchlorid bzw. zu Kartoffeln als Kaliumsulfat

Im Versuch Bruch erfolgt die NPK-Grundgabe (mit Ausnahme der NPK-Mangelparzelle) in Form von Nitrophoska 13 + 13 + 21 + 2. Die Höhe der aktuellen Mineraldüngung zu den einzelnen Kulturen weisen die Tabellen 5 und 6 aus. Auf dem Standort Bruch wird die gesamte N-P-K-Menge auf einmal im Frühjahr gegeben. Im 60-jährigen Dauerfeldversuch Limburgerhof trifft dies auf die P-K-Düngung auch zu. Die N-Düngung wird kulturengerecht in 2 - 3 Gaben verteilt. Nur auf diesem Standort erfolgt alle drei Jahre eine Erhaltungskalkung mit etwa 20 dt/ha Mg-haltigem kohlensaurem Kalk.

Bedeutung und Verbreitung der Sorte im Praxisanbau spielen bei der Sortenwahl eine wesentliche Rolle. Sortenwechsel wird restriktiv gehandhabt.

Tabelle 5: Aktuelle Höhe der Mineraldüngung im Dauerdüngungsversuch Limburgerhof

Kultur	Nährstoffe		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Winterroggen	140 (80 + 20 + 40)	60	70
Wintergerste	160 (80 + 20 + 60)	60	70
Phacelia	0	0	0
Kartoffeln	120	60	120
Körnermais	140 (80 + 60)	60	60
Σ Fruchtfolge (6 J.)	860	360	460
Ø je Jahr	143	60	76

Tabelle 6: Aktuelle Höhe der Mineraldüngung im Dauerdüngungsversuch Bruch

Varianten (seit 1973)	Futterrüben/Körnermais			Winterweizen/Sommergerste		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	-	-	-	-	-	-
2	100	100	-	60	60	-
3	100	-	160	60	-	95
4	-	100	160	-	60	95
5	60	60	95	40	40	65
6	60	100	95	40	60	65
7	60	60	160	40	40	95
8	100	60	95	60	40	65
9	100	100	160	60	60	95
10	100	140	160	60	80	95
11	100	100	230	60	60	130
12	140	100	160	80	60	95
13	140	140	230	80	80	130
14	140	180	230	80	100	130
15	140	140	290	80	80	160
16	180	140	230	100	80	130

## 6. Literatur

Lang, H. und J. Dressel, 1997:

N-P-K-Düngungseffekte in landwirtschaftlichen Kulturen auf zwei bodenmäßig verschiedenen, aber klimatisch einheitlichen Standorten - 40 bzw. 60 Jahre Dauerfeldversuche Limburgerhof, Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 42, 211-234

Brenk, C. und W. Zerulla, 1999:

Düngungseffekte des 40jährigen Dauerfeldversuchs in Limburgerhof, UFZ-Bericht 24/1999, 63-66

# DER BILANZVERSUCH RAUSCHHOLZHAUSEN

BERND HONERMEIER und MICHAEL GAUDCHAU

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Justus-Liebig-Universität Giessen,  
Deutschland

Der Bilanzversuch Rauschholzhausen wurde im Jahr 1966 durch E. VON BOGUSLAWSKI als Freikastenanlage, die von einem Drahthaus umgeben ist, im Bereich der Phytotron-Gefäßversuchsstation angelegt. **Zielstellung** des Modellversuches war, in einer vierfeldrigen Fruchtfolge den Einfluß unterschiedlicher mineralischer bzw. organischer Düngung auf Wachstum und Ertragsleistung der Kulturpflanzen sowie auf chemische und biologische Parameter der Bodenfruchtbarkeit zu untersuchen. Aufgrund der ausgeglichenen Nährstoffzufuhr zwischen den Varianten sollte dieser Versuch auch für Nährstoffbilanzierungen genutzt werden.

Zur **Anlage** des Versuches wurden 24 quadratische Betonkästen ( $1 \text{ m}^2$ , nach unten offen) als Mikroparzellen genutzt, in die der Boden (Parabraunerde aus Löß) im Jahr 1955/56 schichtweise analog dem natürlichen Profil eingefüllt wurde. Je 6 Kästen, in welchen drei Behandlungen mit je 2 Wiederholungen geprüft werden, sind zu insgesamt 4 Feldern zusammengefaßt (s. Abb. 1)

202	205	208	211	214	217	220	223	Stroh+GD+NPKCa NPKCa StD+NPKCa
201	204	207	210	213	216	219	222	
200	203	206	209	212	215	218	221	
<b>Feld A</b> (So.-gerste)		<b>Feld B</b> (Hafer)		<b>Feld C</b> (Zu.-rüben)		<b>Feld D</b> (Wi.-weizen)		

**Abb. 1: Lageplan des Bilanzversuches, Kastenanlage Rauschholzhausen (Lage der Früchte im Jahr 2000)**

In jedem Feld wird eine Fruchtart in unterschiedlichen Düngungsvarianten angebaut. Die Fruchtfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Sommergerste - Hafer besteht seit Anlage des Versuches im Jahr 1966. In dem Versuch werden 3 Düngungsvarianten realisiert (s. Tab. 1), die im Jahr 1997/98 den praktischen Verhältnissen angepaßt wurden.

Die **Witterung** ist am Standort des Bilanzversuches durch eine mittlere jährliche Niederschlagsmenge von 603 mm sowie durch eine mittlere Lufttemperatur von 8,1 °C gekennzeichnet.

**Tab. 1: Düngungsvarianten des Bilanzversuches Rauschholzhausen**

Fruchtart	Düngemittel	Stalldung + NPKCa	NPKCa	Stroh + Gründüngung + NPKCa
Zuckerrübe	organ. Düngung	300 dt/ha StD	-	50 dt/ha Stroh + 50 kg/ha N-Ausgleich
	Kalk, dt/ha CaO	40	40	40
	N, kg/ha	200	240	200
	P, kg/ha	75	90	75
	K, kg/ha	250	300	250
Winterweizen	organ. Düngung	-	-	-
	N, kg/ha	150	150	150
	P, kg/ha	60	60	60
	K, kg/ha	200	200	200
Sommergerste	organ. Düngung	-	-	50 dt/ha Stroh + 50 kg/ha N
	N, kg/ha	70	70	70
	P, kg/ha	40	40	40
	K, kg/ha	100	100	100
Hafer	organ. Düngung	-	-	30 dt/ha Stroh + 30 kg/ha N + Ölrrettich
	N, kg/ha	100	100	100
	P, kg/ha	40	40	40
	K, kg/ha	150	150	150

Eine wissenschaftliche Analyse und Auswertung des Versuches erfolgte in der Vergangenheit u. a. durch NAWRATH (1998), NAWRATH & ZOSCHKE (1994) und SCHULMEYER (1986).

Die erzielten **Ergebnisse** zeigten u. a., daß die kombinierte Stroh- und Gründüngung in ihrer Wirkung auf fast alle Bodenfruchtbarkeitsmerkmale einer Stallmistdüngung gleichzusetzen ist. Beide organische Düngungsvarianten führten zu höheren Ct- und Nt-Gehalten, zu einer Erhöhung der biologischen Aktivität sowie zu höheren Gehalten an pflanzenverfügbarem Kalium im Versuchsboden. Hinsichtlich der Bodenatmung konnte auch eine Überlegenheit der kombinierten Grün- und Strohdüngung gegenüber der Stalldüngungsvariante festgestellt werden (NAWRATH 1998). Das C/N-Verhältnis wurde dagegen von keiner der geprüften Varianten signifikant verändert. Der pH-Wert der Böden blieb in allen Varianten unbeeinflusst.

Gemessen an der Ertragsleistung der Kulturpflanzen konnte eine Überlegenheit der kombinierten mineralisch-organischen Düngung gegenüber der mineralischen Variante

ermittelt werden. Bei Zuckerrüben führte die Stalldunggabe im Vergleich zur Stroh-Gründüngung zu höheren Rübenenerträgen. Bei allen Getreidearten zeigt sich eine leichte Überlegenheit der Variante Mineraldüngung + Stroh-Gründüngung. Die erzielten Mehrerträge beruhen auf höheren produktiven Bestandesdichten bei Winterweizen und auf einer gesteigerten Kornzahl/Ähre bzw. Kornzahl/Rispe bei den sommerannuellen Getreidearten.

Der Modellversuch "Bilanzversuch Rauischholzhausen" wird durch den Etat des Lehrstuhls für Pflanzenbau abgesichert. Der im Vergleich mit Feldversuchen deutlich geringere Flächen- und Arbeitsaufwand erleichterte die Entscheidung für die Weiterführung des Versuches. Die Intensität der wissenschaftlichen Auswertung muß jedoch auch bei diesem Dauerversuch von der Möglichkeit der Erschließung zusätzlicher materieller und personeller Kapazitäten abhängig gemacht werden.

### **Literatur**

- Boguslawski, E. von (1964): Die Verwertung der Strohernten als Strohdüngung. Arb. Dtsch. Landwirtsch.-Ges. 96, 7-57.
- Nawrath, M. (1998): Einfluß von organischer Düngung (Stroh- und Gründüngung, Stallmist) auf Humusgehalt, Humusqualität und Pflanzenertrag. Diss. Justus-Liebig-Universität Giessen.
- Nawrath, M. & M. Zoschke (1994): Die Wirkung unterschiedlicher organischer Düngung in einem langjährigen Modellversuch. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7, 249-252.
- Schulmeyer, M. (1986): Auswirkungen einer Stroh- und Gründüngung auf Bodenfruchtbarkeit und Standortproduktivität. Diplomarbeit, FB 17, Justus-Liebig-Universität Giessen.



# DER FRUCHTFOLGEVERSUCH „HINTER DEN GÄRTEN“ RAUSCHHOLZHAUSEN

BERND HONERMEIER und LOTHAR BEHLE-SCHALK

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig-Universität Giessen,  
Deutschland

Der Fruchtfolgeversuch „Hinter den Gärten“ wurde im Jahr 1983 am Standort Rauschholzhausen angelegt. Die Zielstellung dieses Dauerfeldversuches bestand darin, die Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Fruchtfolgesysteme (mit und ohne biologische N-Bindung, mit und ohne Stroh- bzw. Gründüngung, unterschiedliche Getreideanteile) unter den gegebenen Standortbedingungen zu analysieren. Der Versuch simuliert Fruchtfolgen des viehlosen Ackerbaus, in dem die Humusreproduktion über Stroh- und Gründüngung bzw. über Koppelprodukte und Ernterückstände der Hauptfrüchte erfolgt. Der Versuch erlaubt die Abschätzung von Vorfruchteffekten und ermöglicht die Quantifizierung der Fruchtfolgeleistung in Abhängigkeit vom Niveau der mineralischen N-Düngung. Eine Beschreibung der Prüffaktoren und Prüfstufen dieses Dauerversuches erfolgt in Tab. 1.

**Tab. 1: Prüffaktoren und -stufen im Fruchtfolgeversuch „Hinter den Gärten“ Rauschholzhausen**

Faktor Fruchtfolge								
	I	II	III	IV	V	VI		
1	WRo	Ro(+S+G)	WRa	ZR(+Bl)	AB(+S)	AB(+S)		
2	WW	WW	WW	WW	WW	WW		
3	WG	WG(+S+G)	WG(+S+G)	WG(+S+G)	WG(+S+G)	WG(+S+G)		
4	Ha	Ha	Ha	Ha(+S+G)	Ha(+S+G)	Mais(+S)		
Faktor N-Düngung (in kg/ha N)								
	WW	WG	WRo	Ha	ZR	AB	WRa	Mais
N1	0	0	0	0	0	0	0	0
N2	40+40	40+30	40+40	30+30	80	30	80	60
N3	60+40+60	60+30+50	60+40+60	60+20+40	80+80	60	80+80	80+40

Legende: S = Strohdüngung: 50 dt/ha + 50 kg/ha N  
 G = Gründüngung (Raps) + 50 kg/ha N  
 S+G = Stroh- und Gründüngung + 75 kg/ha N  
 Gründüngung in Fruchtfolgen V + VI = Erbsen + Wicken + 30 kg/ha N

---

Prof. Dr. Bernd Honermeier und Dr. Behle-Schalk, Justus-Liebig-Universität Giessen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I, Ludwigstr. 23, 35390 Giessen, e-mail: Bernd.Honermeier@agr.uni-giessen.de

Der als 3faktorielle Spaltanlage konzipierte Feldversuch ( $a = 6$ ,  $b = 4$ ,  $c = 3$ ) besitzt einen Flächenumfang von 0,8 ha. Die Größe der Teilstücke beträgt 30 m<sup>2</sup>. Alle Früchte der Fruchtfolgen werden jährlich angebaut. Die in der Tab. 1 dargestellten N-Gaben werden seit 1992 in dem Versuch realisiert. Die Sorten der jeweiligen Kulturpflanzen werden entsprechend dem Stand der Züchtung nach mittelfristigen Zeitspannen von ca. 5 Jahren aktualisiert.

Als Prüfmerkmale werden in dem Versuch jährlich die Erträge (Korn, Stroh, Rübenkörper, Blatt), die Nährstoffgehalte im Erntegut (N, P, K) sowie ausgewählte bodenchemische Kennwerte (P, K, Mg) erhoben. Die Erfassung weiterer Prüfmerkmale erfolgt in Abhängigkeit vom Bedarf für aktuelle wissenschaftliche Auswertungen.

Parallel zum beschriebenen Versuch wurde 1992 ein zweiter Versuch angelegt, in dem die gesetzlich vorgeschriebene Flächenstilllegung in den Versuchsplan integriert wird. Dies geschieht dergestalt, daß die oben dargestellten Fruchtfolgen alle als drittes Fruchtfolgeglied eine Flächenstilllegung mit Klee gras erhalten. Hierdurch entstehen aus den viergliederigen Fruchtfolgen jeweils fünfgliederige Fruchtfolgen. Diese Veränderung wird mit der mittleren Düngungsstufe des alten Versuches durchgeführt. Aufgrund dieser Maßnahme war es möglich, den alten Fruchtfolgeversuch zu erhalten und über den neu angelegten Versuch eine Verbindung zu den bestehenden gesetzlichen Regularien der Flächenstilllegung herzustellen.

Klimatisch ist der genutzte Versuchsstandort Rauischholzhausen im langjährigen Mittel durch eine Lufttemperatur von 8,0 °C und durch eine Niederschlagssumme von 604 mm/Jahr gekennzeichnet. Die Bodenverhältnisse der Versuchstation sind durch Lößboden mit einem Tongehalt von 23 % (0 – 30 cm) gekennzeichnet. Weitere Bodeneigenschaften können wie folgt beschrieben werden: C<sub>t</sub>: 1 %, N<sub>org</sub>: 0,1 %, C/N-Verhältnis: 10:1, pH-Wert: 6,8.

Der Versuch wird aus dem Etat des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I abgesichert. Die Intensität der wissenschaftlichen Auswertung dieses Versuches hängt von der Erschließung externer Förderungsmöglichkeiten ab. Eine Sekundärnutzung durch andere Institute ist grundsätzlich möglich.

# DER HUMUSVERSUCH IN SPEYER (VERSUCH II B)

REINER BISCHOFF<sup>1</sup>

## Einleitung

Die Versuchsstation der LUFA Speyer wurde 1959 von O. Siegel in Speyer/Rinkenbergerhof neu eingerichtet. Siegel hatte sich mit Schadstoffen in Siedlungsabfällen beschäftigt und wollte der Frage nachgehen, wie das Problem bei landwirtschaftlicher Verwertung zu beurteilen ist. Neben der Frage der Schadstoffe war die organische Substanz zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit von besonderem Interesse. Um relativ schnell zu Erkenntnissen zu kommen, wurde auf dem Standort mit relativ geringer Bodengüte die Wirkung unterschiedlicher organischer Dünger in unterschiedlichen Fruchtfolgen mit und ohne Beregnung in dem „Humusversuch“ geprüft. Mit fortlaufender Versuchsdauer stellten sich immer neue Fragen ein. Das Problem der Schadstoffe und der Nährstoffbilanzen bei differenzierter organischer Düngung ist noch immer und wieder von neuer Aktualität. Insbesondere die Langzeitwirkungen lassen sich nur in Feldversuchen, wie dem Humusversuch, erkennen.

## Der Versuch

Der Humusversuch wurde 1959 auf dem Standort Speyer/Rinkenbergerhof, mit den in Tabelle 1 aufgeführten Varianten, auf dem Schlag II B angelegt. In der Zeitspanne von 1959-1999 wurden ca. 70 t

Tabelle 1: Versuchsplan Humusversuch II

<b>Beregnung:</b>	R1 mit Zusatzberegnung	R0	ohne Zusatzberegnung
<b>Fruchtfolge:</b>	I. 25 % Getreide II. 50 % Getreide III. 75 % Getreide Fruchtfolgen I - III werden ab 1990 mit einer Kultur bebaut		
<b>organische Düngung:</b>	1. ohne 2. Gründüngung 3. Stallmist 4. Erdmist 5. Klärschlamm (KS) 6. Müllkompost (MK) 7. Müll-Klärschlammkompost (MKK) 8. Gründüngung Stoppel 9. Stroh Einarbeitung 10. Stroh (+ Gründüngung) 11. Torf		
<b>Ausbringungsmenge organischer Dünger:</b>			
bis 1970:	200 dt Stallmist/ha bzw. die im Kohlenstoffgehalt äquivalenten Mengen Siedlungs-Abfall-Kompost (SAK)		
bis 1989:	300 dt Stallmist/ha bzw. die im Kohlenstoffgehalt äquivalenten Mengen SAK		
ab 1990:	I. Fruchtfolge jährliche org. Düngung II. Fruchtfolge 3jährige org. Düngung; III. Fruchtfolge keine org. Düngung		
ab 1993	Fruchtfolge I jährlich 1,66 t TM SAK/ha; II. Fruchtfolge 3jähr. 5 t TM SAK/ha		

<sup>1</sup> Dr.Reiner Bischoff, Obere Langgasse 40, 67346 Speyer

Kohlenstoff je ha mit Stallmist, Klärschlamm, Müllkompost bzw. Müll-Klärschlamm-Kompost ausgebracht. Zusätzlich zu einer dem Bedarf der Kontrolle angepassten Grunddüngung wurden im Jahresmittel mit den organischen Düngern 26 bis 135 kg Phosphor und 27 bis 255 kg Kalium je ha aufgebracht. Mit den Sekundärrohstoffdüngern wurden jährlich 105 bis 171 und mit den Wirtschaftsdüngern bis 182 kg Gesamtstickstoff je ha gegeben. Bei der Bemessung der mineralischen N-Düngung wurden 20 % des Gesamtstickstoffs der organischen Dünger als pflanzenverfügbar angenommen.

R0	III. Frf.											
	II. Frf.											
	I. Frf.											
R1	III. Frf.											
	II. Frf.											
	I. Frf.											
10m	ohne	Gründ	Stallm.	Erdm.	KS	MK	BioK	Grün.s	Stroh	Str+G	Torf	
	5 m											

**Abbildung 1 Lageplan des Humusversuches in Speyer**

### Ergebnisse

Entsprechend der Nährstoffzufuhr gestaltet sich auch das Ergebnis der Nährstoffbilanzierung der verschiedenen Versuchsvarianten (Tabelle 2). Die vereinfachte **N-Bilanz** [Zufuhr (Düngung) - Abfuhr (Ernteprodukte)] ist in den Varianten ohne organische Düngung mit Beregnung (R1) ausgeglichen. Mit steigenden Gaben organischen Stickstoffs über Sekundärrohstoffdünger, Wirtschaftsdünger oder Rückführung von Ernteresten entsteht bei der N-Bilanz z. B. in Fruchtfolge I ein steigender Überschuss bis 152 kg N/ha. In den Varianten ohne Beregnung ist der Bilanzüberschuss, bedingt durch Mindererträge insbesondere in der Variante ohne organische Düngung, etwas größer. Es ist anzunehmen, daß ein erheblicher Anteil dieses N-Überschusses in der organischen Substanz des

Bodens gebunden wurde, deren Gehalt in Abhängigkeit zur org. Düngung erheblich (KS-Variante um 0,6 % C<sub>ges.</sub>) anstieg (Bischoff, 1987).

In der **Kalium-Bilanz** zeigt sich insbesondere durch die Anwendung von Wirtschaftsdüngern (Var. 3 und 4) ein erheblicher Bilanzüberschuß. Auch durch den Verbleib der Ernterückstände auf der Fläche gestaltet sich die Bilanz ähnlich wie in den Varianten 6 und 7, in denen Müllkompost und Müllklärschlammkompost ausgebracht wurde. Durch die positive K-Bilanz steigen in diesen Varianten die K-Gehalte des Bodens um 4 - 5 mg K je 100 g Boden (CAL-Methode) an.

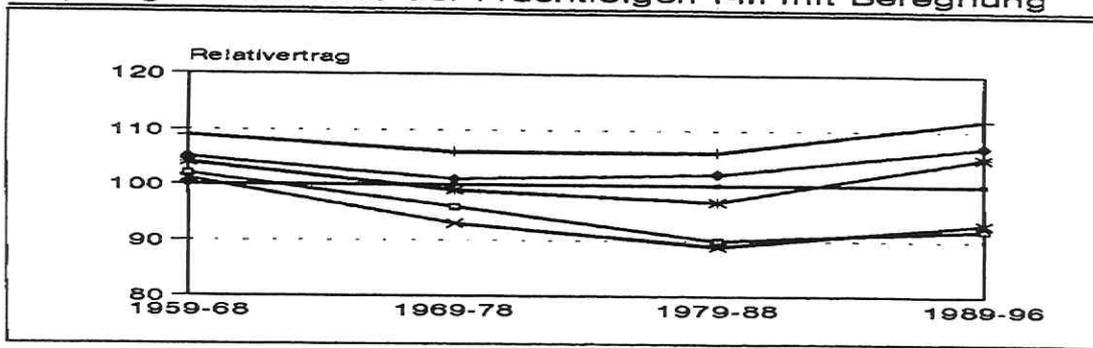
Tabelle 2: Mittlere jährliche Nährstoff-Bilanz über 38 Jahre in verschiedenen Fruchtfolgen mit differenzierter organischer Düngung, mit Beregnung

kg/ha organische Düngung	Fruchtfolge I			Fruchtfolge II			Fruchtfolge III		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	Kontrolle	17	13	0	11	11	-5	1	9
Gründüngung	27	13	-2	24	11	-10	21	10	4
Stallmist	88	37	130	81	35	125	76	32	139
Erdmist	139	69	188	124	65	186	108	59	188
KS	<b>152</b>	126	27	126	112	13	118	103	27
MK	135	66	92	128	64	88	108	58	88
MKK	113	47	60	104	46	57	88	39	56
Gründ. Stoppel	28	13	-1	28	11	6	19	9	-2
Stroh Einarbeitung	4	19	78	3	17	78	44	16	88
Stroh (+ Gründüngung)	49	20	85	46	18	78	38	16	90
Torf	29	27	-3	22	25	2	11	21	-4

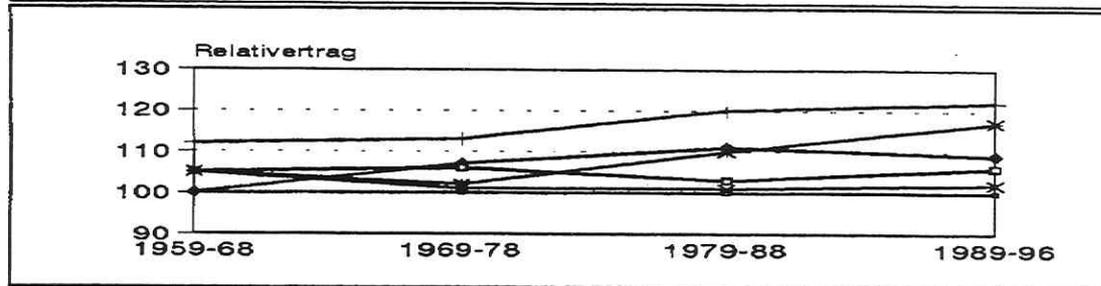
Erwartungsgemäß wurde die **Phosphor-Bilanz** durch die Klärschlammmanwendung am stärksten beeinflusst. Mit 103 - 126 kg jährlichen Überschuß verblieben hohe Mengen Phosphor im Boden.

Die organische Düngung wirkte sich auch auf die **Erträge** in der Variante ohne Beregnung positiv aus (siehe Abbildung 1). Frühere Untersuchungen zeigten einen positiven Einfluß auf den Wasserhaushalt (Rasp, 1976). In den Varianten mit Beregnung traten teilweise Mindererträge auf. Hauptursache hierfür ist der Anstieg des pH-Wertes durch den Kalkgehalt in den Komposten und im Beregnungswasser. Durch den pH-Wert-Anstieg wurden Mikronährstoffe, insbesondere Mangan, festgelegt:

Relativer Gesamtertrag (Kontrolle = 100%)  
10 jährige Mittelwerte der Fruchtfolgen I-III mit Berechnung



ohne Berechnung



organische Düngungsvarianten  
 — Kontrolle — Stallmist \* KS — MK \* MKK — Stroh

Abbildung 1: Entwicklung der Gesamterträge bei differenzierter organischer Düngung

**Bisherige Publikationen zum Versuch:**

Bischoff, R. 1987: Auswirkungen langjähriger organischer Düngung auf Ertrag und Bodenparameter. VDLUFA-Schriftenreihe 23, Kongreßband 451-466.

Rasp, H. 1976: Physikalische Kenngrößen eines Standortes, ihre Beziehung zum Ertrag und einigen chemischen Bodendaten. Landwirtsch. Forschung SH 33/I, 169-187.

Siegel, O. u. Rasp, H. 1971: Ergebnisse eines 12jährigen Düngungsversuches mit Siedlungsabfällen. 1.Mitt. Landwirtsch. Forschung. SH 27/1.

Siegel, O. u. Rasp, H. 1972: Ergebnisse eines 12jährigen Düngungsversuches mit Siedlungsabfällen. 2.Mitt. Landwirtsch. Forschung. SH 287/1.

# DER STATISCHE BODENFRUCHTBARKEITSVERSUCH THYROW

FRANK ELLMER<sup>1</sup> UND MICHAEL BAUMECKER

Dieser Versuch wurde 1937 unter der Bezeichnung „Dauerversuch zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch Zufuhr organischer und sonstiger Stoffe“ von KURT OPITZ angelegt. Zielstellung der Forschung war, die Fruchtbarkeit des Sandbodens durch den Einsatz von verschiedenartigen organischen Düngern bzw. durch Melioration mittels Tonboden aus dem Oderbruch nachhaltig zu verbessern, um somit die Erträge zu erhöhen und zu stabilisieren. Mit dem letztgenannten Prüfglied ist eine in Europa einmalige Variante etabliert worden.

Der Versuch ist nach mehrmaligen Änderungen eine zweifaktorielle Langparzellen-Anlage mit Standards in zweifacher Wiederholung (Tab.1).

**Tabelle 1:** Prüffaktoren und Faktorstufen

Prüffaktoren		Faktorstufen	
A	Düngungs- regime	a1	200 dt/ha Stallmist (jedes 2. Jahr zur Blattfrucht)
		a2	PK - ohne organische Düngung (1938 - 1974 ungedüngt)
		a3	NPK - ohne organische Düngung
		a4	200 dt/ha Stallmist (jedes 2. Jahr zur Blattfrucht)
		a5	400 dt/ha Stallmist (jedes 2. Jahr zur Blattfrucht)
		a6	Gründüngung (Ölrettich + 50 kg N/ha zur Blattfrucht)
		a7	Stallmist (wie in a4) + Gründüngung (wie in a6)
		a8	Gründüngung (wie in a6) + Stroh mit N-Ausgleich*
		a9	Stroh mit N-Ausgleich*
		a10	Stroh ohne N-Ausgleich
		a11	Stallmist (wie in a4) + Oderbruchboden**
B	Mineralische N-Düngung	b1	ohne
		b2	60 kg/ha
		b3	120 kg/ha
Standard		wie a9***	

\* Strohdüngung nach Anfall, N-Ausgleich: 0,7 kg/dt Stroh

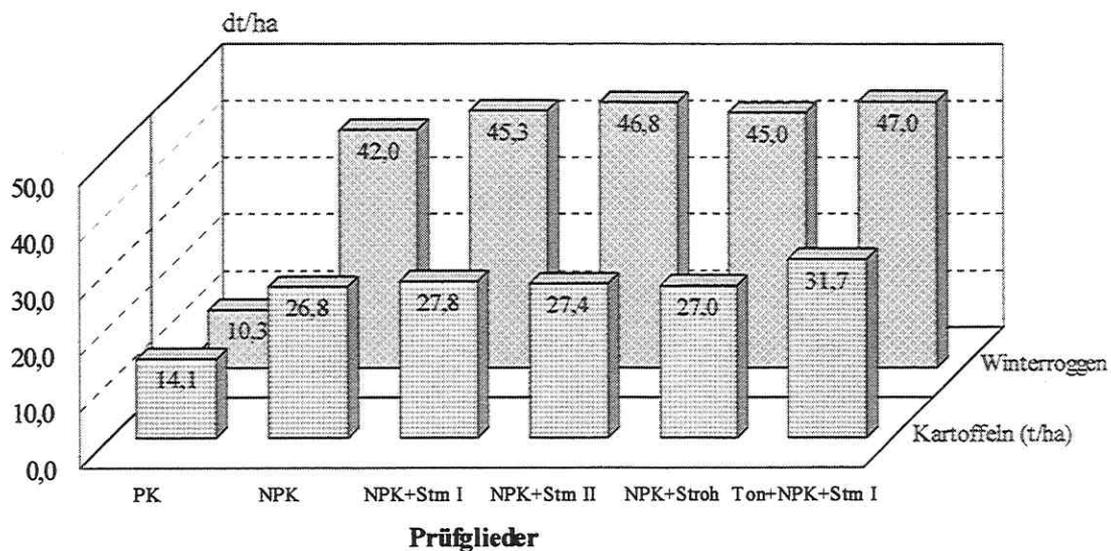
\*\* 1937 u. 1941 je 3470 dt/ha Tonboden; \*\*\* 1938 - 1966 Stallmist

Der Versuch wird mit jährlich wechselnden Fruchtarten in der Fruchtfolge Kartoffeln-Winterroggen-Mais-Winterroggen bewirtschaftet.

<sup>1</sup> Prof. Dr. F. Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin

Im Ergebnis der differenzierten Bewirtschaftung hat sich der Fruchtbarkeitszustand des Bodens erheblich verändert. Insbesondere die zu Versuchsbeginn vorgenommene Feinanteil-Anreicherung mit Tonboden ist bis heute erhalten, so daß in den Parzellen dieses Prüfgebietes die Gehalte an abschlämmbaren Teilen um ein Drittel über denen der anderen Varianten liegen. Die Gehalte an organischer Bodensubstanz variieren im Versuch zwischen 300 mg/100 g in der Variante ohne organische Düngung und 800 mg/100 g in der durch Tonbodenzufuhr texturveränderten Variante.

In den Durchschnittserträgen spiegelt sich das unterschiedliche Fruchtbarkeitsniveau des Bodens deutlich wieder. Auch mit hoher Mineral-N-Düngung von 120 kg/ha zu Winterroggen und 180 kg/ha zu Kartoffeln variieren die Erträge in Abhängigkeit von Form und Menge der organischen Düngung und der Bodentextur um 15 % bei Kartoffeln und um 11 % bei Winterroggen (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Durchschnittserträge ausgewählter Prüfglieder im Zeitraum 1980 – 1999 bei 120 kg/ha Mineral-N-Düngung

Über die Ergebnisse dieses Versuches liegen zahlreiche spezielle Veröffentlichungen vor. Eine umfassende Dokumentation ist gegeben in:

Ellmer, F.; Baumecker, M.; Benkenstein, H.; Krüger, W.; Pagel, H.; Peschke, H.; Schnieder, E.: Statischer Bodenfruchtbarkeitsversuch.- In: Einfluß der Bodennutzung auf die langfristige Entwicklung von Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit sandiger Böden.- In: Ökologische Hefte d. Landw.-Gärtn. Fak., Humboldt-Univ. Berlin. - 7 (1997).- S. 111-126

# DER STATISCHE NÄHRSTOFFMANGELVERSUCH THYROW

FRANK ELLMER<sup>1</sup> und MICHAEL BAUMECKER

Der Versuch wurde im Jahre 1937 von KURT OPITZ angelegt. In Anlehnung an die klassischen Düngungsversuche war das Ziel, Erkenntnisse über die Wirkung organischer und mineralischer Düngung auf Boden und Pflanze unter den Bedingungen eines humus- und nährstoffarmen Sandbodens zu gewinnen. Zu diesem Zweck sind im Vergleich zur Vollnährstoffdüngung verschiedene Mangelvarianten für die Hauptnährstoffe N, P und K sowie für Kalk eingerichtet worden. Darüber hinaus wurde der Vergleich von ausschließlich organischer Düngung (Stallmist) mit der rein mineralischen Düngung (NPK + Kalk) sowie deren Kombination (Stallmist + NPK + Kalk) geprüft. Mit der Nährstoffmangelreihe sollte festgestellt werden, in welchem Zeitraum der Boden die Fähigkeit verliert, die für eine ausreichende Pflanzenernährung benötigten Mineralstoffe bereitzustellen (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Prüfglieder

Stufe	Düngung	Stufe	Düngung
a1	ungedüngt	a5	NPK - Düngung
a2	Stallmist - Düngung	a6	NP- + Kalk - Düngung
a3	Stallmist + NPK + Kalk - Düngung	a7	N-K + Kalk - Düngung
a4	NPK + Kalk - Düngung	a8	- PK + Kalk - Düngung

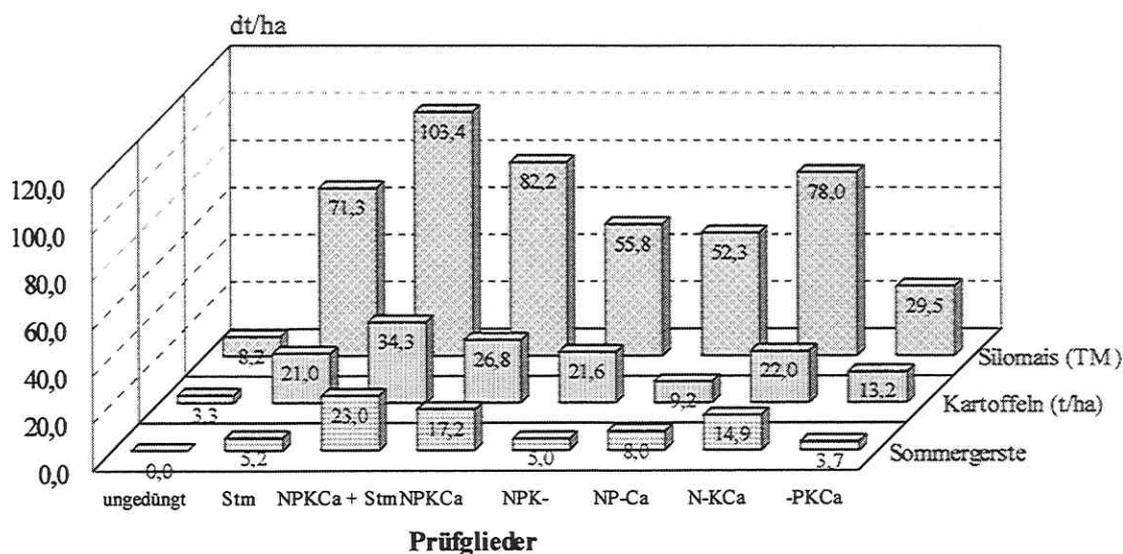
Nachdem der Versuch anfangs Kartoffeln und Sommergerste im Fruchtwechsel trug, ist 1959 aufgrund fortgeschrittener Verseuchung mit dem Kartoffelzystenälchen *Globodera rostochiensis* eine vierfeldrige Fruchtfolge mit Kartoffeln – Sommergerste – Silomais - Sommergerste eingeführt worden, die bis heute Bestand hat.

Im Ergebnis der unterschiedlichen Düngung haben sich stark differenzierte Humus- und Nährstoffgehalte sowie pH-Werte eingestellt. So schwankt der pH-Wert zwischen 4,1 in der Kalk-Mangelvariante und 6,3 in den P- bzw. N-Mangelstufen. Der pflanzenverfügbare P-Gehalt ist nach mehr als sechs Jahrzehnten unterlassener P-Düngung auf 3,3 mg/100 g gesunken, während in der organisch-mineralisch gedüngten Variante mit 13,5 mg/100 g ein guter Versorgungszustand erhalten wurde. Ohne Kaliumdüngung sind die Bodengehalte stark zurückgegangen. Sie liegen in der K-Mangelvariante heute mit 2,2 mg/100 g nahezu achtmal unter denen des organisch-mineralisch gedüngten Prüfgliedes.

<sup>1</sup> Prof. Dr. F. Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin

Im Humusgehalt des Bodens haben sich entsprechend der Zufuhr von organischer Primärsubstanz aus Stallmist und Ernterückständen spezifische Fließgleichgewichte eingestellt, deren Relationen sich seither nicht mehr wesentlich verändern. Bei ständigem Unterlassen jedweder Düngung ist der Gehalt an organischem Kohlenstoff von einem mittleren Ausgangsniveau bei 500 mg/100 g auf 365 mg/100 g gefallen. Gleiches hat auch der Verzicht auf die mineralische N-Düngung bewirkt. Das entspricht einem absoluten Humusverlust von 27 %. Mit der zweijährlich verabreichten Stallmistdüngung in Höhe von 300 dt/ha ist der Ausgangszustand im wesentlichen erhalten worden. Demgegenüber hat die kombinierte organisch-mineralische Düngung im Gefolge des Anfalls größerer Pflanzenrückstandsmengen den Kohlenstoffgehalt um 17 % anwachsen lassen. Die alleinige Mineraldüngung vermochte demgegenüber nicht, die Humusersatzwirkung des Stallmistes zu kompensieren.

Die im Ergebnis der Düngungsvarianten stark differenzierte Bodenfruchtbarkeit wirkt sich außerordentlich auf die Erträge der drei geprüften Fruchtarten aus. In der fortdauernd ungedüngten Kontrolle ist das Pflanzenwachstum weitgehend zum Erliegen gekommen (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Durchschnittserträge im Zeitraum 1980 - 1999

Die stärkste Ertragsreaktion auf unterschiedliche Humus- und Nährstoffgehalte zeigt die Sommergerste. Die Kartoffeln tolerieren die Extreme des Bodenzustandes eher als die Gerste, reagieren aber stark negativ auf Kalimangel. Silomais verträgt mit Ausnahme der N-Mangelvariante die differenzierten Fruchtbarkeitszustände besser als die beiden anderen Fruchtarten.

Detaillierte Ergebnisdarstellungen zu diesem Versuch sind gegeben in:

Ellmer, F.; Baumecker, M.; Benkenstein, H.; Krüger, W.; Pagel, H.; Peschke, H.; Schnieder, E.: Statischer Nährstoffmagelversuch.- In: Einfluß der Bodennutzung auf die langfristige Entwicklung von Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit sandiger Böden.- In: Ökologische Hefte d. Landw.-Gärtn. Fak., Humboldt-Univ. Berlin.- 7(1997).- S. 93-110

# DAUERVERSUCHE DES BFL – WIEN - ÖSTERREICH

JOHANNES HÖSCH<sup>1</sup>, GEORG DERSCH und HEIDE SPIEGEL

## 1. NPK-REGIME AUF ACKERLAND MIT UND OHNE BEREGNUNG BZW. MIT UND OHNE STALLMISTANWENDUNG

Dieser Dauerversuch wird seit 1959 an drei verschiedenen Standorten - Fuchsenbigl im Marchfeld (siehe dazu IOSDV), Rottenhaus im Alpenvorland (baltisches Klimagebiet) und Zwettl im Waldviertel (baltisches Klimagebiet) - alle in Niederösterreich durchgeführt (siehe Tabelle 1). Eine Zusammenstellung der Witterungsdaten der letzten Jahre für die Standorte Rottenhaus und Zwettl findet sich in den Tabellen 2 - 5, für Fuchsenbigl (siehe IOSDV).

In diesen Versuchen wird die Wirkung von steigenden mineralischen N-, P- und K-Gaben untersucht. Von allen drei Nährstoffen werden 4 Stufen (keine Düngung, niedrige Gabe, optimale Gabe und intensive Gabe) getestet. Die Versuche wurden vollfaktoriell angelegt, sodass zu Versuchsbeginn jeweils 64 Prüfglieder vorhanden waren, die in 3-facher Wiederholung geführt wurden.

Die Versuche wurden so angelegt, dass eine Teilung der Parzellen möglich war. Die erste Teilung erfolgte 1968 auf dem Standort Fuchsenbigl, wo ab diesem Zeitpunkt der Versuch mit und ohne Beregnung bei nunmehr insgesamt 128 Prüfgliedern geführt wird.

Bei den beiden anderen Standorten wurde die Teilung 1974 vorgenommen. Hier werden ab diesem Zeitpunkt ebenfalls 128 Prüfglieder getestet, wobei auf der Hälfte der Prüfglieder zusätzlich zur mineralischen Düngung noch eine Stallmistgabe von jährlich 10 t/ha ausgebracht wird.

Eine weitere Abänderung des Versuches erfolgte im Jahr 1990. Ab diesem Zeitpunkt wurden sämtliche anfallende Ernterückstände eingearbeitet. Dies hatte zur Folge, dass auch die mineralischen Düngergaben an die neue Situation angepasst wurden.

---

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Johannes Hösch, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Abteilung Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

Tabelle 1: Charakteristik der Standorte Rottenhaus und Zwettl

	Rottenhaus - Alpenvorland		Zwettl - Waldviertel	
Geographische Lage:	48° 08'	nördl. Breite	48° 37'	nördl. Breite
	15° 08'	östl. Länge	15° 12'	östl. Länge
Höhenlage:	252 m über NN		511 m über NN	
Mittlerer Jahresniederschlag:	722 mm		661 mm	
Mittlere Jahrestemperatur:	8,5 °C		6,8 °C	
Bodentyp:	Braunerde		Braunerde	
Ausgangsgestein	Schwemmmaterial		Silikatmaterial	
Bodenart:	Schluffiger Lehm		Sandiger Lehm	

Tabelle 2: Monatliche Niederschlagssummen am Standort Zwettl (1990-1998) in mm

Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
1990	4,8	48,4	44,3	72,8	83,4	80,1	64,2	24,1	58,4	36,9	56,2	33,2	606,8
1991	8,1	13,0	27,0	36,6	113,8	94,2	63,7	57,6	25,2	15,5	63,8	70,6	589,1
1992	20,1	27,7	55,9	36,6	13,4	106,4	55,3	84,1	63,4	49,0	66,7	36,7	615,3
1993	47,4	22,4	23,2	20,6	27,3	53,1	55,8	20,1	34,9	27,1	41,9	37,2	411,0
1994	24,3	11,1	72,8	82,8	68,8	13,6	8,9	29,9	22,1	45,2	45,0	43,0	467,5
1995	24,2	33,3	43,5	51,0	113,4	86,5	44,8	88,0	112,7	21,8	47,3	19,9	686,4
1996	18,8	12,4	38,4	82,5	165,2	82,3	77,1	74,6	50,9	71,0	45,1	30,1	748,4
1997	3,2	23,8	69,1	84,7	54,3	62,6	191,5	71,6	26,6	40,0	71,0	47,1	745,5
1998	20,8	4,4	51,7	49,9	71,1	127,2	130,1	65,9	75,3	59,9	30,9	16,7	703,9
Ø 90-98	19,1	21,8	47,3	57,5	79,0	78,4	76,8	57,3	52,2	40,7	52,0	37,2	619,3

Tabelle 3: Monatliche mittlere Temperaturen am Standort Zwettl (1990-1998) in °C

Jahr	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Ø
1990	-1,4	3,3	6,0	6,1	12,1	15,0	15,5	17,2	10,8	8,0	3,6	-2,0	7,8
1991	-1,0	-5,2	4,7	5,9	8,3	14,0	17,9	16,9	13,5	6,8	1,9	-3,1	6,7
1992	-0,6	1,3	3,3	6,8	12,0	15,7	17,8	20,7	12,6	6,5	3,6	-2,2	8,1
1993	0,0	-4,1	1,4	7,5	13,6	15,3	15,6	16,3	11,8	8,0	-0,7	1,4	7,2
1994	2,2	-1,2	5,9	7,1	12,0	15,5	19,6	16,7	14,0	5,7	5,6	0,5	8,6
1995	-2,0	3,2	2,3	7,9	11,4	14,0	19,2	16,0	11,5	9,5	0,1	-2,4	7,6
1996	-5,0	-5,3	-1,1	6,4	12,4	15,4	15,4	15,6	9,6	8,2	3,3	-6,0	5,7
1997	-5,1	0,8	3,5	4,6	11,9	14,7	16,1	16,7	12,8	5,1	2,0	0,1	6,9
1998	-1,2	1,5	2,6	8,0	12,1	15,9	16,8	16,7	12,0	8,4	0,2	-2,2	7,6
Ø 90-98	-1,6	-0,6	3,2	6,7	11,7	15,1	17,1	17,0	12,1	7,3	2,2	-1,8	7,4

Tabelle 4: Monatliche Niederschlagssummen am Standort Rottenhaus (1991-1999) in mm

Jahr	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
1991	16,2	13,6	23,1	35,9	121,6	83,6	126,1	104,6	23,1	15,3	74,6	115,6	753,3
1992	32,0	50,0	83,1	38,0	20,8	164,2	51,6	25,3	94,1	77,9	94,7	56,3	788,0
1993	77,9	43,3	47,8	47,6	64,9	111,3	119,6	127,8	49,2	57,0	21,4	73,4	841,2
1994	55,4	14,4	80,6	135,2	104,6	62,9	46,6	33,2	16,5	45,8	71,2	73,0	739,4
1995	64,4	65,1	80,7	66,5	62,5	104,2	42,1	150,5	104,6	16,5	100,5	71,1	928,7
1996	26,4	49,0	24,6	99,6	200,9	86,2	77,3	119,9	147,1	122,2	66,1	23,2	1042,5
1997	1,5	38,6	148,9	80,6	61,4	83,5	168,1	95,4	37,4	55,0	63,9	47,8	882,1
1998	29,8	11,3	59,3	60,3	33,9	94,8	209,6	69,9	118,4	74,2	55,3	76,2	893,0
1999	45,8	161,4	75,0	66,0	103,4	86,8	137,2	145,5	47,4	43,5	72,6	79,1	1063,7
Ø 91-99	38,8	49,6	69,2	70,0	86,0	97,5	108,7	96,9	70,9	56,4	68,9	68,4	881,3

Tabelle 5: Monatliche mittlere Temperaturen am Standort Rottenhaus (1991-1999) in °C

Jahr	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Ø
1991	0,4	-3,4	6,8	8,2	10,6	16,1	19,9	18,8	15,8	8,5	3,4	-2,2	8,6
1992	0,6	2,8	5,5	8,7	14,8	17,8	19,4	22,5	14,9	8,2	4,6	-0,3	9,9
1993	1,0	-3,0	3,6	10,0	16,0	16,8	17,5	18,7	14,0	9,6	1,7	2,1	9,0
1994	2,9	0,9	7,8	8,9	14,1	17,3	21,8	20,4	16,1	7,8	7,2	1,8	10,6
1995	-1,2	5,0	4,1	9,8	13,9	15,7	21,1	18,0	13,4	11,5	2,0	-0,8	9,4
1996	-3,2	-3,2	1,6	8,8	14,3	17,9	17,3	17,7	11,8	9,6	5,5	-3,1	7,9
1997	-1,6	2,5	5,2	6,3	14,6	17,8	17,7	18,5	13,9	7,1	3,9	1,7	9,0
1998	0,9	2,9	4,4	10,0	14,5	18,1	18,8	18,7	13,2	9,6	1,8	-1,4	9,3
1999	0,3	-0,5	5,3	9,6	14,9	16,6	19,3	17,5	16,1	9,0	2,4	0,5	9,3
Ø 91-99	0,0	0,4	4,9	8,9	14,2	17,1	19,2	19,0	14,4	9,0	3,6	-0,2	9,2

## 2. P-DÜNGERFORMEN UND -MENGEN

Im Jahre 1956 wurden an drei unterschiedlichen Standorten in Niederösterreich - Fuchsenbigl, Rottenhaus und Zwettl - P-Dauerdüngungsversuche angelegt. Die Versuche wurden in Fuchsenbigl und Rottenhaus im ungeordneten Block mit 5 Wiederholungen, in Zwettl als balanciertes Gitter mit 4 Wiederholungen in randomisierter Form angelegt. Eine kurze bodenkundliche Charakteristik gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Bodenkundliche Beschreibung der drei Versuchsstandorte

	Fuchsenbigl	Rottenhaus	Zwettl
Bodentyp	Tschernosem	Braunerde	Braunerde
Ausgangsgestein	Löß	Schwemmaterial	Silikatmaterial
Bodenart	sandiger Lehm	schluffiger Lehm	sandiger Lehm
pH in CaCl <sub>2</sub>	7,5	6,6	5,3
Carbonat (CaCO <sub>3</sub> ) in %	13	0	0
Organischer Kohlenstoff in %	1,10	1,40	1,00
Sand/Schluff/Ton	40/42/18	3/67/30	48/36/16

Bei den Versuchen sind 2 Versuchsabschnitte zu unterscheiden:

### 1. Versuchsabschnitt 1956 - 1975:

Die Wirkungen von unterschiedlichen P-Düngermengen ( $44 \text{ kg P ha}^{-1} \text{a}^{-1}$  und  $175 \text{ kg P ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) und P-Düngerformen (Hyper-, Thomas- und zwei Superphosphat-Düngern mit unterschiedlicher Körnung) wurden untersucht (9 Varianten). Die Parzellengröße betrug  $50 \text{ m}^2$  ( $5 \times 10 \text{ m}$ ).

### 2. Versuchsabschnitt ab 1976:

Ab 1976 wurde jede Parzelle in eine weiterhin gedüngte und in eine ab diesem Zeitpunkt ungedüngte „Nachwirkungsparzelle“ geteilt. Dabei wurde auch die 0-Parzelle geteilt, sodass sich 18 Varianten ergeben. Einen Überblick über die ab 1976 angelegten Varianten gibt Tabelle 2. Die Parzellengröße beträgt  $25 \text{ m}^2$  ( $5 \times 5 \text{ m}$ ).

Tabelle 2: Überblick über die Versuchsvarianten der drei Dauerversuche im  
2. Versuchsabschnitt

Gedüngte Menge (in kg P ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	Düngerart			
	Hyperphosphat	Thomasphosphat	Superphosphat	Superphosphat (gekörnt)
44 kg (= P1)	P1	P1	P1	P1
44 kg bis zum Jahr 1975 („Nachwirkung“ der P1)	P1 - 1975	P1 - 1975	P1 - 1975	P1 - 1975
175 kg (= P2)	P2	P2	P2	P2
175 kg bis zum Jahr 1975 („Nachwirkung“ der P2)	P2 - 1975	P2 - 1975	P2 - 1975	P2 - 1975
ungedüngt	0 – Variante 1 und 2			

Die Stickstoff- und Kalidüngung erfolgt in praxisüblichen Mengen in Abhängigkeit von der Kultur und dem Standort. In allen drei Versuchen wurde über die gesamte Versuchsdauer kein organischer Dünger eingesetzt.

In den Versuchen wurden bzw. werden die für diese Standorte relevanten Ackerkulturen – Getreide, Hackfrüchte und Leguminosen – geprüft. Dabei ist anzumerken, dass die Fruchtfolge keine geregelte ist, sondern sich unter Einhaltung grundsätzlicher Fruchtfolgeregeln an aktuellen Notwendigkeiten orientiert (Einbau von Alternativkulturen, etc.).

Die Erntereste wurden in allen drei Versuchen von 1956 bis 1992 abgefahren und ebenso wie die Erträge mengen- und nährstoffmäßig erfasst, ab 1993 wurden die Ernterückstände eingearbeitet.

### 3. Literatur

Spiegel, H. und Lindenthal, T. (1999): Ergebnisse von drei 40jährigen Dauerversuchen in Österreich: Auswirkungen unterschiedlicher P-Düngerformen und -mengen auf P-Bilanzen, P<sub>CAL/DL</sub>-Gehalte im Boden und auf den Ertrag. In: Merbach, W. und M. Körschens (Hrsg.): Dauerdüngungsversuche als Grundlage für nachhaltige Landnutzung und Quantifizierung von Stoffkreisläufen, Internationales Symposium in Halle, 3.-5. Juni 1999, UFZ-Bericht Nr. 24/1999, ISSN 0948-9452, 107 - 110.

Spiegel, H.; Lindenthal, T.; Mazorek, M.; Ploner, A.; Köchl, A. und Freyer, B.: Ergebnisse von drei 40jährigen P-Dauerversuchen in Österreich. 1. Mitteilung: Auswirkungen ausgewählter P-Düngerformen und -mengen auf den Ertrag und die P<sub>CAL/DL</sub>-Gehalte im Boden. Die Bodenkultur (eingereicht).



# THE SOIL FERTILITY EXPERIMENT AT KUNGSÄNGEN AND THE ULTUNA SOIL ORGANIC MATTER EXPERIMENT - SWEDEN

LENNART MATTSSON and KÄLL CARLGREN<sup>1</sup>

The Swedish University of Agricultural Sciences

## 1. Introduction

Within the vicinity of the SLU campus area in Uppsala there are two long-term plant nutrition experiments. One of those, here called KUNGSÄNGEN, is part of the countrywide series of 12 similar soil fertility experiments. The experiment comprises two types of cropping systems, one with live-stock and one without, compared at different nutrient levels (Mattsson, 1998, 1999). In the Ultuna soil organic matter experiment, here called FRAME56, additions of different types of organic matter are compared (Kirchmann et al., 1994).

## 2. Experimental sites

### 2.1 Soils

In FRAME56 the soil is classified according to the FAO system as a Eutric Cambisol and at KUNGSÄNGEN as a Gleyic Cambisol (Kirchmann, 1991; Kirchmann et. al, 1994). The clay content is high in the KUNGSÄNGEN soil and a little lower in FRAME56. Soil organic C was 1.5 and 2.1 % in FRAME56 and KUNGSÄNGEN respectively.

**Table 1: The location and some soil characteristics**

	Starting- year	Lat.	Long.	Alt., m	Soil pH	Clay, %	C <sub>org</sub> , %
Frame56	1957	N 59° 49'	E 17° 39'	12	6.6	36,5	1.5
Kungsängen	1963	N 59° 50'	E 17° 40'	4	7.1	56.0	2.1

### 2.2 Climate

The last decade is characterized by a high frequency of rather mild and wet winter months (Jan-Mar), cool and wet spring months and summer months (Jun-Aug) that are slightly warmer and drier than the normal values (Table 2 and 3). During the mid 80ies there were a number of cold winters. Some of those years wet spring months (Apr-May) were also observed.

<sup>1</sup> Dr Lennart Mattsson, SLU, Dept. of Soil Sciences, Div. of Plant Nutrition and Soil Fertility, P.O. Box 7014, S - 750 07 Uppsala, e-mail: lennart.mattsson@mv.slu.se

**Table 2: Monthly average temperatures, °C, for the Ultuna station, N 59°49', E 17°39', from 1957-1999**

Month	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Jan	-0.9	-4.9	-6.6	-4.9	-4.2	-2.3	-9.0	-2.5	-2.1	-8.6	-7.1	-8.6	-3.9	-9.3	-1.7
Feb	-2.4	-7.8	-2.1	-6.9	0.0	-3.4	-8.8	-4.5	-4.6	-12.6	-1.7	-5.6	-7.7	-13.3	-2.0
Mar	-3.1	-5.9	1.7	-2.0	2.8	-5.7	-4.7	-2.5	-2.3	-2.0	2.6	0.0	-5.7	-1.7	-3.1
Apr	2.9	2.1	5.6	3.5	5.0	4.2	3.4	5.1	4.1	0.8	4.5	6.3	3.8	1.8	2.7
May	8.5	9.2	10.2	10.9	8.8	8.0	12.0	11.4	8.1	10.3	8.8	7.7	9.1	9.9	11.5
Jun	12.7	13.2	14.6	16.6	16.1	13.3	14.8	14.3	14.5	17.4	14.3	16.9	16.5	17.0	14.4
Jul	17.0	15.9	18.7	16.2	15.5	14.2	16.3	15.7	14.2	17.5	17.1	15.7	17.6	15.3	16.9
Aug	14.7	14.4	17.9	14.8	13.9	13.1	15.7	14.1	14.1	14.6	15.6	15.9	17.7	15.5	15.1
Sep	9.4	12.0	11.2	11.4	12.1	9.8	12.1	10.7	12.5	10.0	11.9	11.6	11.4	10.8	9.6
Oct	6.9	7.9	6.8	5.2	10.3	7.2	6.7	6.5	6.8	5.5	8.0	4.6	6.9	6.2	6.4
Nov	-1.1	3.5	3.0	2.4	2.4	0.8	1.5	1.3	-3.4	1.9	3.6	-1.1	0.0	-0.6	-0.3
Dec	-1.8	-3.0	-0.5	0.4	-5.2	-4.6	-2.8	-1.9	-2.5	-0.8	-6.7	-3.3	-6.6	-1.8	0.0

**Table 2. Contd.**

Month	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Jan	-6.0	0.8	0.3	0.8	-6.6	-2.7	-2.0	-7.9	-5.4	-4.5	-8.6	0.1	-3.7	-10.0	-5.8
Feb	-2.2	-1.7	0.7	-2.2	-2.7	-5.8	-6.9	-8.4	-7.5	-3.0	-4.6	-5.1	-2.2	-13.0	-10.2
Mar	-0.4	2.7	0.0	0.3	-3.5	0.4	-1.7	-0.3	-3.3	-2.6	1.3	-0.7	-2.6	-1.4	0.7
Apr	3.2	3.1	5.4	3.8	3.9	2.6	2.5	3.2	5.0	3.8	4.1	4.3	5.5	1.8	2.7
May	9.1	10.3	9.0	10.8	10.8	9.8	9.9	10.6	8.8	11.8	9.8	10.9	12.0	10.1	12.7
Jun	16.1	16.3	14.4	13.9	14.5	14.5	15.2	16.5	16.3	13.2	12.6	14.5	14.0	14.4	16.2
Jul	18.9	18.8	14.7	18.1	16.6	14.0	14.9	14.7	16.8	16.7	17.6	17.8	15.5	16.4	16.5
Aug	15.3	15.0	15.1	17.9	16.1	14.4	14.4	15.2	14.4	14.8	16.6	17.0	15.7	15.6	13.1
Sep	10.1	9.3	12.4	13.2	8.5	9.1	8.9	10.8	12.1	11.4	11.5	12.0	10.3	9.8	8.0
Oct	6.1	3.5	5.4	6.9	5.3	7.4	5.5	4.5	4.6	5.7	6.8	7.1	8.4	7.2	6.5
Nov	2.1	-2.1	3.1	2.9	1.8	2.5	4.2	2.3	-1.8	0.4	4.1	0.8	3.1	-0.4	4.4
Dec	3.2	-3.4	0.5	0.3	-3.7	-1.0	-8.7	-3.0	-1.3	-7.0	-0.2	-1.6	0.4	-6.6	-2.1

**Table 2. Contd.**

Month	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1961-1990
Jan	-13.2	0.1	2.6	0.0	-1.2	0.1	-0.3	-3.0	-3.4	-5.1	-2.7	-0.6	-3.0	-4.4
Feb	-4.8	-0.9	2.3	3.6	-3.4	-0.4	-1.0	-9.0	0.2	-8.8	-0.7	0.6	-2.8	-4.6
Mar	-4.7	-2.5	2.8	4.0	.	2.1	1.0	-0.3	1.3	-1.9	1.3	-1.1	0.9	-1.1
Apr	4.6	3.4	5.1	6.5	5.1	2.5	5.1	6.1	3.3	5.0	3.5	3.7	6.5	3.9
May	8.3	11.9	11.9	11.2	8.1	12.9	12.6	8.9	8.8	7.9	8.5	9.9	9.3	10.2
Jun	12.2	15.7	15.2	14.4	11.9	16.6	11.9	13.2	15.4	14.4	15.6	12.7	16.3	15.0
Jul	15.8	17.7	17.4	15.4	17.8	16.4	16.0	20.1	16.9	15.1	18.1	15.6	18.9	16.3
Aug	12.6	14.7	15.1	16.0	16.6	15.3	13.3	15.6	16.7	17.8	19.5	13.7	15.1	15.1
Sep	9.7	12.2	12.2	9.7	10.7	10.8	7.7	11.0	11.1	9.1	12.0	11.7	14.5	10.8
Oct	7.9	4.8	6.9	6.3	6.6	2.5	4.8	5.3	8.6	7.7	4.1	5.2	7.1	6.4
Nov	1.5	-2.1	1.2	0.6	3.1	1.3	-0.2	1.7	-1.6	2.2	1.0	-1.5	3.9	1.2
Dec	-2.4	-3.7	-3.8	0.0	-0.1	0.4	-1.0	1.1	-8.3	-4.1	-1.0	-0.9	-2.9	-2.8

**Table 3: Monthly precipitation sums, mm, at the Ultuna stationen, N 59°49', E 17°39', from 1957-1999**

Month	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Jan	38	20	86	93	40	52	23	4	61	40	29	29	31	34	29
Feb	65	18	8	18	19	44	15	26	33	41	42	12	24	9	33
Mar	23	31	34	13	24	20	9	0	5	26	25	24	11	30	25
Apr	19	31	41	22	24	43	18	12	27	27	17	29	39	60	15
May	13	83	22	31	92	28	12	29	5	13	73	87	36	5	13
Jun	81	72	19	35	77	50	57	41	50	6	24	29	3	29	11
Jul	71	99	26	109	143	81	78	38	94	67	16	71	42	81	87
Aug	112	58	20	173	63	91	67	41	33	90	102	43	68	15	83
Sep	139	25	17	35	46	51	37	57	105	25	94	29	63	43	30
Oct	64	38	67	56	43	32	58	58	15	47	101	95	15	48	34
Nov	47	39	41	78	25	19	52	34	31	69	51	47	69	42	47
Dec	15	65	53	80	38	16	31	48	48	93	34	32	21	24	30

**Table 3: Contd.**

Month	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Jan	14	35	33	30	23	44	30	46	14	22	26	51	57	53	35
Feb	31	62	35	8	13	20	17	9	4	18	22	5	16	26	10
Mar	26	6	29	30	17	39	46	20	23	37	30	49	14	30	49
Apr	28	45	6	32	32	45	17	42	39	16	37	36	9	47	37
May	29	23	31	56	26	14	17	67	6	20	36	34	19	14	69
Jun	25	34	61	69	39	56	73	57	84	65	33	97	108	40	39
Jul	24	85	110	68	31	174	71	75	62	34	43	49	48	87	68
Aug	75	27	21	53	19	48	64	107	127	119	73	19	43	55	158
Sep	41	34	54	75	102	39	71	40	72	14	40	137	98	56	44
Oct	28	18	93	14	21	48	14	33	122	106	32	50	91	37	31
Nov	39	72	74	25	56	70	39	96	71	107	46	24	39	51	43
Dec	17	43	50	31	81	34	12	41	63	54	36	63	40	49	61

**Table 3: Contd.**

Month	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1961-1990
Jan	17	49	7	58	43	11	21	39	42	7	11	67	57	34
Feb	22	42	23	60	19	32	15	2	42	19	43	28	28	25
Mar	12	26	48	34	.	26	16	43	43	26	16	28	44	26
Apr	3	28	41	30	18	34	25	30	98	14	22	34	83	29
May	43	35	30	22	58	22	23	16	40	58	58	48	15	33
Jun	61	46	41	21	97	22	61	55	47	44	95	98	33	46
Jul	68	110	10	109	65	117	49	13	34	62	38	84	12	71
Aug	102	100	54	37	114	68	85	78	11	29	59	55	33	66
Sep	48	20	17	127	57	47	10	105	80	14	58	43	68	57
Oct	22	58	61	60	23	55	50	38	26	23	52	59	26	50
Nov	42	29	42	48	37	73	20	21	28	111	54	23	9	51
Dec	19	49	37	43	35	13	47	42	12	25	43	59	100	41

### 3. Experimental plans

As the name FRAME56 implies, this experiment is a frame experiment, which means that the plots are surrounded by wooden frames, 10 cm above and 30 cm below the soil surface. The plot size is 2 x 2 m. Combinations of added organic material and inorganic N fertilizer comprise the treatments (Table 4). One treatment is permanently fallowed. The treatments are arranged in a randomized complete block design with 4 replicates. One crop is grown each year. Soil samples are taken every 2<sup>nd</sup> year before the application of organic material.

**Table 4: Treatments of the FRAME56 experiment. Organic material is added every 2<sup>nd</sup> year in a rate equivalent to 4 ton C per ha. The first cropping year was 1957**

Treatm.	Organic material	Nitrogen, Fertilizer kg/ha	
A	-	-	Permanent fallow
B	-	-	
C	-	80	Calcium nitrate
D	-	80	Ammonium sulfate
E	-	80	Calcium cyanamide
F	Straw	-	
G	Straw	80	Calcium nitrate
H	Grass (green manure)	-	
I	Peat (sphagnum)	-	
J	Manure (cattle, decomposed)	-	
K	Manure <sup>1</sup>	-	
L	Saw dust (coniferous)	-	
M	Peat	80	Calcium nitrate
N	Saw dust	80	Calcium nitrate
O	Sewage sludge <sup>2</sup>	-	

<sup>1</sup>Cattle, decomposed with added superphosphate, 3 % by weight <sup>2</sup> Anaerobically digested

In the Kungsängen experiment two different rotations representing production systems with and without live-stock, respectively, are compared (Table 5). From the 5<sup>th</sup> rotation cycle a minor change in the rotation and crop sequence was undertaken. With the end of 1999 six complete rotations have been carried out. In the live-stock rotation all the cereal straw is removed for fodder purposes and manure is applied once in the rotation at a rate of 30 tonnes per ha. In the non live-stock rotation the straw is incorporated into the soil and no manure is applied. Crossed with the rotations there are different applications of N, P and K. The plot size is 6 x 18 m in a restricted randomized complete block design in two replicates. The crossing of PK and N is not fully complete. N-levels 0, 1 and 2 are not represented at PK-level D, which results in 13 treatments.

**Table 5: The rotations and treatments at Kungsängen**

Years				With live-stock I	Without live-stock II
1963	1969	1975	1981	Barley	Barley
1964	1970	1976	1982	Ley I	Summer wh.
1965	1971	1977	1983	Ley II	Fallow
1966	1972	1978	1984	Oil seed	Oil seeds
1967	1973	1979	1985	Winter wh.	Winter wh.
1968	1974	1980	1987	Oats	Oats
1988	1994			Barley	Barley
1989	1995			Ley I	Oats
1990	1996			Ley II	Oil seeds
1991	1997			Winter wh.	Winter wh.
1992	1998			Oats	Oats
1993	1999			Winter wh.	Winter wh.

*PK levels, kg/ha*

Leve

1

- A. No inorganic PK
- B. Replacement of PK
- C. Replacement of PK + 20 P and 40 K annually
- D. Replacement of PK + 30 P and 80 K annually

*N levels, kg/ha*

Level	Barley	Ley I	Ley II	Oil seed	Winter wh.	Oats	Winter wh.
0	0	0	0	0	0	0	0
1	25	40	50	50	40	40	50
2	50	80	100	100	80	80	100
3	75	120	150	150	120	120	150

<sup>a</sup> The treatment notation follows IIB2 for Rotation II, Replacement of PK, N-level 2 and so on

## 4. Results

### 4.1 Yields

In FRAME 56 barley has been cropped most frequently. Obtained yields are on average low (Table 6). The yield development in barley show declining yields in treatments without fertilizer, and partly also in treatments with organic matter without N application.

**Table 6: Cereal grain yields, kg/ha DM, in the Ultuna soil organic matter experiment FRAME56. All yields are listed in Appendix**

Treatment	Oats	Barley	Wheat
	0	0	0
A			
B	1950	1490	1900
C	3930	2820	3820
D	3830	1990	3600
E	3890	2840	3740
F	2020	1470	2390
G	4190	2960	3790
H	3580	2670	3070
I	2120	1610	1600
J	3310	2610	2760
K	3310	2530	2930
L	1480	1170	1520
M	4660	3480	3750
N	4120	2830	3630
O	5240	3770	4160
Number of exp:s	10	16	3

In the Kungsängen experiment yields in the rotation with live-stock are commonly bigger than in the other rotation. Only the cereal crops, which are common in both rotations are shown in Table 7. In treatment C4 the wheat yields lie steadily on 6000 kg grain in the live-stock rotation and roughly 1000 kg less in the other rotation. In the control plots without inorganic fertilizers the yields are declining. In 1999 only 3000 kg/ha was harvested in the live-stock rotation and approximately 2000 kg in the other rotation.

**Table 7: Cereal grain yields, kg/ha with 15 % moisture, in the Kungsängen experiment. For treatment notations, see Table 5. All yields are listed in Appendix**

Treatm.	W. Wheat	Barley	Oats	Treatm.	W. Wheat	Barley	Oats
IA0	4400	2340	3990	IIA0	3150	1770	2870
IA1	5160	2940	4430	IIA1	3940	2500	3690
IA3	5580	3470	4530	IIA3	4490	3100	4320
IA4	5720	3800	4220	IIA4	4600	3520	4290
IB1	4460	2180	4080	IIB1	2970	1350	2890
IB2	5130	2840	4330	IIB2	3860	2380	3770
IB3	5600	3440	4640	IIB3	4680	3020	4420
IB4	5880	3870	4510	IIB4	5090	3700	4670
IC1	4230	2260	3580	IIC1	2770	1340	2950
IC2	5310	2960	4220	IIC2	3740	2190	3680
IC3	5920	3540	4690	IIC3	4530	2960	4280
IC4	6190	3940	4460	IIC4	5130	3550	4640
ID4	6240	3980	4460	IID4	5090	3630	4660
Number of exp:s	6	8	6		12	6	8

## 5. Discussion and conclusions

FRAME56. In treatments with sewage sludge the biggest yields on average for the whole experimental period have been recorded (Table 6). The smallest yields are obtained in the treatments with saw-dust without N application. If straw is applied without N the yields will also be small and of the same size as in treatments without straw application. With straw and N, the yields are satisfactory and actually somewhat above the treatments with N only. The small plot technique with only 4 m<sup>2</sup> plots has the disadvantage that the variation in yields might be embarrassing large some years.

KUNGSÄNGEN. Generally the biggest yields were obtained in the rotation with live-stock (Table 7). This is caused both by biological and physical factors. The over-all biggest yields has been recorded in treatments with replacement of PK and the highest N rate corresponding to 125 kg per ha and year and the application of 30 tonnes per ha of manure every 6th year.

The yield development show large variation between years. For wheat *e.g.* a decline in yields has taken place in control plots but in plots denoted C4 the yield levels have not changed dramatically over the years.

The results presented here represent only a small fraction of the gathered knowledge and data from these experiments. Yield variations and yield potentials are important, but of course the soil properties and the changes that might occur both at large and small scales are more important for the correct interpretation and accomplishment of sustainable agriculture.

## 6. References

- Kirchmann, H. 1991: Properties and Classification of Soils of the Swedish Long-term Fertility Experiments. I. Sites at Fors and Kungsängen. *Acta Agric. Scand* 41, 227 - 242
- Kirchmann, H., Persson, J. & Carlgren, K. 1994: The Ultuna Long-term Soil Organic Matter experiment, 1956 - 1991. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of soil Sciences, Reports and Dissertations 17
- Mattsson, L. 1998: P in Swedish long-term soil fertility experiments. *Kungl. Skogs-och Lantbruksakademiens Tidskrift* 137:7, 69 - 76
- Mattsson, L. 1999: Swedish long-term experiments. IOSDV Winter Tagung, Rauischholzhausen Feb. 1999

**Table A1: Yield data for the Ultuna soil organic matter experiment, in kg per ha DM of cereal and oil seed grain, roots and herbage**

Treatm.	1956	1957	1958	1960	1961	1962	1963	1965	1966	1967	1968	1969	1970
	Oats	Swed.	Must.	Barley	S. beets	Oats	Oil s.	S. beets	Barley	Wheat	Barley	Barley	Gr. rape
A	3080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	3160	3800	2540	3030	6830	2190	1580	3280	510	1810	1940	920	1270
C	2970	4340	4070	3150	9720	3270	4170	6260	600	3700	3290	1450	2320
D	3170	4280	3980	3120	8610	3990	3680	5970	690	3950	2950	1180	2540
E	3040	4390	4050	3470	10380	4230	3580	5700	720	3710	3270	1520	3020
F	3100	3500	3090	3270	4730	2550	1920	3450	410	2120	1220	840	1230
G	3010	4240	4330	3120	8690	3830	4660	6270	420	3480	3100	1080	3060
H	3030	4490	2770	3100	10990	3340	2550	4120	750	2110	3500	1050	3510
I	2910	3930	2470	3330	7010	2260	1430	3400	790	1400	1810	830	1780
J	3200	3880	2530	3120	9840	3190	2180	4420	1390	1930	2720	860	3460
K	3130	3370	2430	3400	10820	2960	2150	3850	1290	2300	2640	770	3160
L	3150	3290	2130	3250	4560	1910	1360	3210	160	1370	1060	940	240
M	3150	4570	3880	3600	9820	4170	4490	6180	1330	3060	3350	1510	3640
N	3460	4790	4130	3600	8620	4480	4360	5690	430	3490	2870	1040	2050
O	3110	4350	3640	3590	11700	4060	4580	5380	1290	3690	3800	1250	4380

**Table A1: Contd.**

Treatm.	1971	1972	1973	1974	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
	Barley	Oats	Barley	Gr. rape	Barley	Gr. rape	Barley	Oats	Barley	Gr. rape	Barley	Oats	Oats
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	920	1420	1850	1800	2430	2240	2210	3200	1990	2880	1900	1860	1840
C	1170	2500	2660	4440	4410	6110	4820	5440	4280	6540	3950	5130	4410
D	720	2450	2150	4260	3510	6150	4440	5420	3170	5100	2590	5110	3860
E	1500	2550	2580	4160	4200	5100	4830	5520	3790	5880	3460	4660	4550
F	780	1260	2200	690	2150	2650	2000	3240	1720	3340	1350	2180	1580
G	1200	2740	2770	4090	4620	6590	5200	5780	4090	7720	3720	5530	4440
H	1250	2560	2610	5480	3680	4410	5620	5020	3980	5340	4080	3990	4870
I	1060	1540	1710	1160	2010	2090	2350	3330	2010	2720	1940	2090	1840
J	1640	2040	3010	2300	3670	4000	3700	4700	2970	5560	3670	3510	3180
K	1640	2030	2780	2370	3310	3830	3480	4490	2850	4840	3440	3400	3130
L	630	690	1510	550	1960	1990	1550	2870	1410	2450	1180	1330	1360
M	1830	2850	3080	4470	4530	6510	5630	5670	4090	6330	4220	5080	5210
N	1250	2570	2840	3650	4260	6300	5290	5780	3910	6870	3710	5190	4220
O	1710	2750	3440	5850	4480	7030	6190	6290	5210	7800	5310	6320	6350

**Table A1: Contd.**

Treatm.	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999
	Barley	Oats	Wheat	Barley	Oats	Barley	Wheat	Oats	Gr. rape	Barley	Oats	Barley	Oats	Barley
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	1910	2500	2250	1310	2300	1280	1630	1160	580	240	840	1240	2180	160
C	3920	4400	4470	2830	3860	2700	3300	2460	1740	1500	2520	3750	5340	570
D	2740	4230	4300	1820	3180	300	2550	1660	930	630	2110	1740	6270	90
E	3270	4380	4030	3070	3840	2710	3490	2940	2000	2540	2180	3400	4040	1040
F	1960	2470	2980	1230	2430	1490	2060	1600	630	1060	1370	1670	1510	220
G	4500	4460	4550	2910	3960	3140	3330	2720	1660	2540	2750	3960	5710	1010
H	2980	4540	4320	3690	3720	2590	2790	2240	910	1030	1710	2510	3820	320
I	1800	2050	1800	1330	2030	1700	1610	2140	680	1170	1140	1400	2740	500
J	2950	3530	3520	2720	3550	3670	2830	3470	1160	2590	1470	2630	4500	500
K	2970	3560	3640	2730	3820	3710	2840	3600	1330	2690	1790	2320	4270	510
L	1650	1420	1910	830	2060	920	1290	1100	260	750	690	780	1320	120
M	4850	4760	4580	3640	4720	4560	3600	4000	2650	3250	2650	3950	7440	2260
N	4110	4030	4150	2700	4270	2830	3240	3260	1640	1870	2720	3320	4650	1170
O	4100	4740	5120	3560	4770	4880	3680	4670	2870	4040	3630	4590	8840	2940

**Table A2: Yield data for the soil fertility experiment at Kungsängen in a rotation with ley. Cereal and oil seed grain in kg/ha with 15 % moisture. Herbage in DM**

Treatm.	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
	Barley	Ley I	Ley II	Oil s.	W. wh.	Oats	Barley	Ley I	Ley II	Oil s.	W. wh.	Oats
111	1430	5611	4021	1260	5280	3160	2160	3600	2830	1250	4630	3800
112	1770	5270	4046	1340	5710	3400	2410	3670	3070	1650	5000	4620
113	2140	5270	4420	1380	5780	3540	2690	3850	3350	1860	4960	5120
114	2280	5356	4820	1520	5580	3580	2970	4130	3290	1980	4910	4220
121	1340	5356	3732	1150	5010	3290	1930	2530	2720	1200	4280	3770
122	1670	5016	4548	1330	5550	3490	2260	2720	2780	1550	4830	4440
123	1840	5016	4352	1370	5560	3630	2580	2900	3040	1810	5020	5150
124	2220	5270	4896	1500	5700	3680	2780	3160	2940	2000	4920	5110
131	1270	5313	3732	980	4920	2980	1950	1960	2500	1000	4150	3540
132	1600	5015	4429	1210	5510	3410	2300	2150	2590	1440	4700	4590
133	1840	4930	4318	1180	5920	3530	2540	2700	2760	1750	5020	5420
134	2220	5228	4446	1330	5830	3590	2770	2800	2900	1970	4920	5150
144	2180	5398	4786	1320	5870	3580	2810	2660	2950	2060	5050	5140

**Table A2: Contd.**

Treatm.	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
	Barley	Ley I	Ley II	Oil s.	W. wh	Oats	Barley	Ley I	Ley II	Oil s.	W. wh	Fallow
111	2450	3010	3580	1110	4040	3560	2010	5810	4020	1660	3770	
112	2970	2560	3990	1280	4530	4200	2640	4970	4100	1690	4530	
113	3500	2030	4240	1260	4550	4470	3480	4480	4300	1810	4600	
114	4050	2440	4690	1380	4620	4540	3720	5570	4330	1590	4610	
121	2260	3080	3710	1080	3890	3600	1840	5850	4000	1670	3650	
122	2900	2300	3810	1260	4360	4170	2540	5630	4300	1670	4680	
123	3510	1930	4410	1260	4670	4420	3350	4860	4440	1610	4800	
124	4000	2010	4600	1220	4800	4790	3770	4630	4770	1830	5240	
131	2260	2820	3190	1100	3620	3650	1920	6840	3840	1630	3840	
132	2960	2960	3830	1280	4610	4390	2500	7020	4110	1860	5340	
133	3700	2490	4100	1360	4960	4610	3130	6800	4230	1920	5480	
134	4160	2490	4620	1250	5170	4850	3710	6250	4760	1900	5580	
144	4300	2760	4410	1360	5230	4790	3540	7680	4720	2050	5490	

**Table A2: Contd.**

Treatm.	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Oats	Barley	Ley I	Ley II	W. wh	Oats	W. wh	Barley	Ley I	Ley II	W. wh.	Oats	W. wh.
111	4010	1840	9270	3510	3850	2870	2060	2060	5830	2400	4030	2930	2700
112	3330	2410	8710	4040	4080	3420	3340	2800	6010	2920	4440	3640	4060
113	2420	2540	7860	4160	4420	3980	4740	3340	5710	3250	4900	3560	4670
114	2450	2870	8030	4380	4740	3650	5350	3490	5910	3420	4870	3100	4960
121	4040	1670	8370	3050	3730	2900	3680	2100	5870	2570	3710	3240	2780
122	2810	2260	8420	3830	4360	3680	3690	2860	5890	2920	4060	3520	3980
123	2780	2750	8470	4040	4580	4000	4710	3500	6030	3220	4770	3700	4720
124	2160	3040	7990	4210	4710	4040	5390	3900	6100	3280	5020	3230	4950
131	1710	1890	8980	3720	3940	3000	2200	2240	5330	2960	3730	3400	2790
132	1050	2630	9310	4360	4240	3880	3560	3120	6030	3520	4570	4210	4200
133	1770	3150	8940	4650	4620	4490	4680	3700	6440	3520	5180	4090	5190
134	1050	3270	8890	4880	4740	4650	5570	3940	6850	3660	5530	3430	5550
144	1180	3300	9350	5170	4720	4700	5510	4140	6940	3530	5470	3360	5980

**Table A3: Yield data for the soil fertility experiment at Kungsängen in a rotation without ley. Cereal and oil seed grain in kg/ha with 15 % moisture**

Treatm.	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
	Barley	S. wh.	Fallow	Oil s.	W. wh.	Oats	Barley	S. wh.	Fallow	Oil s.	W. wh.	Oats	Barley
211	1570	2190	.	1110	4360	2470	1770	2220	.	1680	3950	3550	1730
212	2060	2700	.	1210	5080	2910	1900	2330	.	1840	4380	4350	2390
213	2170	2720	.	1230	5560	3180	2080	2100	.	2030	4620	5100	2970
214	2600	2940	.	1380	5480	3170	2360	2240	.	2080	4570	5310	3660
221	1540	2010	.	1010	4140	2340	1370	2160	.	1760	3790	3330	1230
222	1960	2410	.	1190	5050	2790	1640	2270	.	2000	4520	4220	2170
223	2310	2790	.	1370	5580	3330	1990	2510	.	2130	4810	5070	2790
224	2660	3000	.	1520	5500	3530	2240	2290	.	2130	4830	5450	3510
231	1370	1820	.	910	3910	3010	1360	1920	.	1700	3650	3090	1220
232	1720	2240	.	1040	4900	2630	1550	1840	.	2040	4640	3940	1900
233	2100	2640	.	1120	5740	3130	1800	1790	.	2180	5010	4760	2810
234	2170	2740	.	1220	5970	3440	2080	2050	.	2160	5080	5450	3370
244	2330	2770	.	1120	5920	3510	2070	1850	.	2260	5120	5420	3250

**Table A3: Contd.**

Treatm.	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1973	1974	1975	1976	1977	1978
	S. wh	Fallow	Oil s.	W. wh.	Oats	Barley	S. wh.	W. wh.	Oats	Barley	S. wh.	Fallow	Oil s.
211	2740	.	810	3120	2380	2210	2240	3950	3550	1730	2740	.	810
212	2980	.	1060	3620	3180	2510	2870	4380	4350	2390	2980	.	1060
213	3120	.	1150	4320	3800	3000	3540	4620	5100	2970	3120	.	1150
214	3150	.	1180	4680	4170	3260	3850	4570	5310	3660	3150	.	1180
221	2510	.	850	2710	2260	.	2010	3790	3330	1230	2510	.	850
222	2700	.	1200	3520	2840	2040	2860	4520	4220	2170	2700	.	1200
223	2990	.	1350	4560	3810	2130	3550	4810	5070	2790	2990	.	1350
224	3170	.	1390	5070	4430	3250	4050	4830	5450	3510	3170	.	1390
231	2150	.	780	2520	1950	.	1830	3650	3090	1220	2150	.	780
232	2460	.	1110	3370	2730	1620	2620	4640	3940	1900	2460	.	1110
233	2650	.	1320	4580	3390	2420	3310	5010	4760	2810	2650	.	1320
234	2870	.	1370	5180	4350	3090	3930	5080	5450	3370	2870	.	1370
244	2630	.	1410	5110	4300	3270	3890	5120	5420	3250	2630	.	1410

**Table A3: Contd.**

Treatm.	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
	W. wh.	Oats	Barley	S. wh.	Fallow	Oil s.	W. wh.	Fallow	Oats	Barley	Oats	Oil s.	W. wh.
211	3120	2380	2210	2240	.	770	3150	.	4360	510	2680	660	2600
212	3620	3180	2510	2870	.	1200	3820	.	4280	1790	3200	820	3110
213	4320	3800	3000	3540	.	1090	4270	.	4010	2650	3590	1050	3820
214	4680	4170	3260	3850	.	1370	4050	.	3590	3040	3660	970	4130
221	2710	2260	.	2010	.	910	3030	.	4450	500	2620	550	2470
222	3520	2840	2040	2860	.	1390	4000	.	4450	1940	3260	860	3150
223	4560	3810	2130	3550	.	1620	4930	.	3310	2890	3880	1240	3940
224	5070	4430	3250	4050	.	1820	5280	.	2610	3400	3920	1360	4430
231	2520	1950	.	1830	.	850	2580	.	4690	770	2580	650	2450
232	3370	2730	1620	2620	.	1360	4010	.	4200	2080	3260	1050	3320
233	4580	3390	2420	3310	.	1610	4960	.	3000	2900	3790	1420	3870
234	5180	4350	3090	3930	.	1540	5860	.	1650	3520	4110	1600	4360
244	5110	4300	3270	3890	.	1600	5880	.	1740	3670	4000	1660	4470

**Table A3: Contd.**

Treatm.	1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999	
	Oats	W. wh.	Barley	Oats	Oil s.	W. wh.	Oats	W. wh.								
211	1670	1250	1260	1500	550	2780	930	1800								
212	2650	2580	2130	2140	660	4150	2400	2970								
213	3320	3690	2960	2980	930	4670	3390	3990								
214	3190	4280	3030	3420	810	4300	2650	3790								
221	1760	1360	1080	1590	570	2730	1320	1610								
222	2710	2470	2390	2530	980	4010	2830	2850								
223	3570	3470	3270	3490	1260	5170	3560	3990								
224	3980	4390	3810	3880	1380	5880	4000	4730								
231	1590	1380	990	1710	540	2560	1460	1730								
232	2700	2580	2290	2400	1110	3590	3150	3000								
233	3540	3670	3030	3410	1790	4510	4100	4060								
234	4150	4320	3880	4030	1620	5600	4380	5130								
244	4310	4480	3910	4020	1860	5410	4360	5190								



## **SOME MORE IMPORTANT LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS AT KESZTHELY - HUNGARY**

SÁNDOR HOFFMANN<sup>1</sup> – JULIANNA BALÁZS – TAMÁS KISMÁNYOKY

University of Veszprém Georgikon Faculty of Agriculture, Keszthely  
Institute of Agronomy

At the range of soil fertility there are a lot of field experiments running in Keszthely. Most of these experiments were established by professors Géza Láng, Ernő Kemenesy and András Kovács.

The soil type of the experiment in Keszthely is a well drained Eutric Cambisol (Ramann-type brown earth) clay cont.: 27 %; humus cont.: 1.8 %, C/N: 10.2; pH<sub>H2O</sub>: 7.1. Long-term annual mean values of precipitation and temperature are 700 mm and 10 °C respectively.

We would like to give short information about those field experiments, which are the oldest and have the highest scientific value:

### **1. The comparative organic-inorganic fertilization field experiment**

The experiment was initiated in 1960 in a randomized block design with four replications.

It contains two crop rotations:

A: sugarbeet – maize – maize - w. wheat - w. wheat; (without crop residues)

B: maize – maize – potato - w. wheat - w. wheat (with crop residues)

The aim of the field experiment is to investigate the effect of different nutrient amounts, given as inorganic fertilizer, farmyard manure, or both, on soil fertility. The experiment contains treatments manuring with crop residues as well.

---

<sup>1</sup> Dr. Sándor Hoffmann, Veszprém Agrarwissenschaftliche Universität Georgikon Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenbau, Festeticsstr. 7, H-8361 Keszthely

## **2. The NPK fertilizer dose field experiment**

The experiment was initiated in 1963 and 1965 in a randomized block design with 3 replications in a rotation of maize – maize - w. wheat - w. wheat. The N, P and K treatments are located separately and the effect and after-effect of the three nutrients (N, P or K) are investigated at a constant rate of the other two elements.

The aim of the experiment is to investigate the effect of different NPK doses on soil fertility (yield and different soil parameters) as a function of timing and the state of soil nutrient status.

## **3. The „Kemenesy” crop rotation field experiment**

The experiment was initiated in 1963 with two crop rotations with different NPK doses and also with farmyard manuring, in four replications.

The two crop rotations are:

A: w. wheat – alfalfa – alfalfa - w. wheat - maize

B: sudangras - w. wheat - wetch in oat - w. wheat-maize

The aim of the experiment is to study the effect of organic and inorganic fertilizers on soil fertility (yield and different soil parameters) in different crop rotations with and without alfalfa.

## **4. The soil tillage field experiment**

The experiment was initiated in 1972 with different soil tillage systems and different N and PK fertilization in a randomized split-plot design in four replications in a w. wheat - maize diculture (w. wheat - w. wheat – maize - maize).

Tillage systems are as follows:

- 1) conventional (fall mouldboard ploughing + secondary tillage)
- 2) reduced (fall disc harrowing + secondary tillage)
- 3) no-tillage (with chemical weed control)

The aim of the experiment is to study the effectivity of the reduced soil tillage systems at our Pannonian climatic and soil conditions.

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Forschungsstelle Bad Lauchstädt  
Sektion Bodenforschung  
Hallesche Straße 44  
D-06246 Bad Lauchstädt

Telefon 034635/73-125