

DER INTERNATIONALE ORGANISCHE STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCH (IOSDV) BAD LAUCHSTÄDT - DEUTSCHLAND

ALBRECHT PFEFFERKORN¹⁾ und MARTIN KÖRSCHENS²⁾

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

²⁾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	IIelCkc	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 durchwurzeln 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 %
Trockenrohichte (Lagerungsdichte)		1,35 g/cm ³
Trockensubstanzdichte (Dichte der festen Bodensubstanz)		2,56 g/cm ³
Feldkapazität		32,8 V %
Hygroskopizität		4,62 M %
C _{org} -Gehalt		2,07 %
N _r -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-Versuchsreihe 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 - B1) in zweifacher Wiederholung konzipiert. Die Größe der Anlageparzellen beträgt 75 m² (10 m * 7,5 m). Die Größe der Ernteparzellen variiert in Abhängigkeit von der Fruchtart zwischen 12,75 m² und 15 m². Daraus ergibt sich eine Gesamtgröße der Versuches von 19 800 m², 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 Zuckertypen. 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 Stalldüngung	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 Stalldüngung	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 Stalldüngung (19,0 %) < 400 dt/ha Stalldüngung (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: Körnertrag 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

IOSDV

**INTERNATIONALE ORGANISCHE
STICKSTOFFDAUERDÜNGUNGSVERSUCHE**

Bericht der

Internationalen Arbeitsgemeinschaft Bodenfruchtbarkeit

in der

Internationalen Bodenkundlichen Union (IUSS)

Martin Körschens (Hrsg.)