

(Aus dem Institut für Getreideforschung Bernburg-Hadmersleben)

## Bewirtschaftungsmaßnahmen im Silomais-Anbau

### 1. Mitteilung: Die Wirkungen von Stallmistdüngung und Bodenherbizid auf den Maisertrag sowie auf die Erträge pfluglos bestellter Getreide-Nachfrüchte

Von E. KREUZ und H.-J. HAMANN

#### 1. Einleitung

Der Vorfruchtwert des Silomaises für Wintergetreide ist in der Praxis umstritten. Oft wird er dem der Zuckerrübe, in einigen Fällen aber nur dem von Getreidevorfrüchten gleichgesetzt. Das resultiert aus den unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen. Von Einfluß sind die organische Düngung und die Anwendung von Bodenherbiziden zu Mais. Deren Effekte werden variiert durch den Standort sowie durch die Art der Grundbodenbearbeitung zur Folgefrucht. In Dauerversuchen wurde dieser Faktorenkomplex geprüft. Die erzielten fünfjährigen Ergebnisse sollen dazu beitragen, den Silomaisanbau so zu gestalten, daß hohe und sichere Nachfruchterträge erzielt werden.

#### 2. Standorte und Methodik

Die Versuchsstandorte befinden sich auf grundwasserferner Löß-Schwarzerde (Bernburg an der Saale) und auf trockenem, diluvialem Sandboden (Herzberg an der Elster). Nähere Angaben enthält Tabelle 1.

Tabelle 1

*Beschreibung der Versuchsstandorte Bernburg/Saale und Herzberg/Elster*

Merkmal	Bernburg	Herzberg
Bodenart	Calcic Chernozem	Sand-Podsol
Natürliche Standorteinheit	Lößschwarzerde 1 a	Diluvialsand 2 a
Ackerzahl	92	25/24
Grundwasser	nicht pflanzenverfügbar	
Untergrund	Geschiebemergel, ab 1,5 m Tiefe Kalkstein	Sand
Höhe über NN (m)	80	84
Klima im langjährigen Mittel:		
— Jahresniederschlag (mm)	483	559
— Jahrestemperatur (° C)	8,9	8,5
zu Versuchsbeginn 1984 in der Ackerkrume:		
pH-Wert	7,5	6,2
mittl. Humusgehalt (%)	2,3	0,74
mittl. Gehalt an P (mg/100 g)	10,3	15,6
mittl. Gehalt an K (mg/100 g)	21,0	16,0

Die Witterung während der Versuchsjahre 1985 bis 1990 ist aus Tabelle 2 zu ersehen. Demnach waren die Jahre 1985 sowie 1988 bis 1990 entschieden zu trocken, die letzten Jahre auch zu warm.

Tabelle 2

Abweichungen der Witterung in den Jahren 1985 bis 1990 vom langjährigen Mittel auf den Standorten Bernburg und Herzberg

Jahr	Bernburg		Herzberg	
	mittlere Jahrestemperatur (° C)	Jahresniederschlagsmenge (mm)	mittlere Jahrestemperatur (° C)	Jahresniederschlagsmenge (mm)
1985	-0,6	-119,0	-0,7	-138,3
1986	-0,4	+46,8	-0,2	-0,6
1987	-1,0	+85,3	-0,9	+40,7
1988	+1,3	-83,2	+0,9	-22,2
1989	+1,8	-93,0	+1,8	-92,5
1990	+1,7	-37,0	+1,6	-28,0

Der im Jahre 1984/85 angelegte Dauerversuch besteht aus der Fruchtfolge Silomais – Winterweizen – Wintergerste, in Herzberg Winterroggen anstelle des Weizens. Es handelt sich um eine Spaltanlage (A/B/C/D, n = 3) mit den Faktoren:

- A = Herbizideinsatz zu Silomais (ohne oder mit 1,25 kg/ha Atrazin im Vorauf-lauf-Verfahren).
- B = Stallmist-Düngung zu Silomais (ohne oder mit 30 t/ha Stallmist).
- C = Bodenbearbeitung zur Mais-Nachfrucht (pflügen 20 bis 22 cm tief oder Scheibeneggen 10 bis 15 cm tief, ohne Entfernen der Maisrückstände).
- D = Steigerung der N-Düngung zur Mais-Nachfrucht (60 + 60 oder 60 + 60 + 40 kg N/ha zu Weizen bzw. 50 + 30 oder 50 + 50 kg N/ha zu Roggen).

Alle Felder sind jährlich im Anbau (Großparzelle 720 m<sup>2</sup>). Die mineralische N-Düngung zu Mais beträgt 100, zu Wintergerste 80 + 40 kg N/ha. Alle zwei Jahre erhält der Versuch eine einheitliche Grunddüngung von 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 220 kg K<sub>2</sub>O/ha. Zu Mais wird im Herbst 28 bis 30 cm tief, zu Wintergerste Anfang September 20 bis 22 cm tief gepflügt. Die Getreidestoppel wird jeweils geschält. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu Getreide erfolgt ortsüblich.

Der Mais ist zu den jeweils günstigsten Terminen Ende April, Anfang Mai mit einer Standraumzumessung von 40 × 20 cm ausgelegt worden. Die Unkrautbekämpfung im Mais erfolgt durch Striegeln und eine Radhacke, zusätzlich eine Handhacke in der nicht mit Herbizid behandelten Variante. Auf dem Sandstandort Herzberg ist der Mais in den Jahren 1986 und 1987 mit fünf bzw. mit zwei mal 20 mm Klarwasser beregnet worden.

Winterweizen „Alcedo“ und Winterroggen „Janos“ wurden mit 400 bzw. mit 350 keimfähigen Körnern je m<sup>2</sup> jeweils zum optimalen Termin (10. bis 28. Oktober bzw. 1. bis 6. Oktober) gesät und zumeist angewalzt. Bei Vegetationsbeginn erfolgte erneut ein Walzenstrich. Der Weizen wurde zusätzlich gestriege

### 3. Ergebnisse und ihre Diskussion

#### 3.1 Wirkungen und Nachwirkungen der Stallmistdüngung

Die Düngung von 30 t Stallmist je ha erhöhte auf dem Schwarzerde Standort den Maisertrag im sechsjährigen Mittel um 6 % bei gleichbleibendem Keenan-

teil von 1:1 (Tabelle 3). In den warmtrockenen Jahren 1988 bis 1990 kam es in der zweiten Rotation zu einer weiteren Ertragssteigerung auf 109 %. Der Kolben-ertrag stieg sogar auf 113 %, sodaß sich der Kolbenanteil am Gesamtertrag vergrößerte (Tabelle 3).

Tabelle 3

*Einfluß einer Stallmistdüngung auf den Trockensubstanzertrag von Silomais auf Löß-schwarzerde (Bernburg, 1985 bis 1990, Mittel Faktor A)*

organische Düngung	Ertrag an	1. Rotation			2. Rotation			Mittel		Ertragsverhältnis	
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1985 bis 1990	1988 bis 1990	Kolben:Restmais 1985-90	1988-90
ohne	Kolben (BB)	71,4	89,6	46,7	103,6	65,3	34,3	68,5	67,7	1:1	1:0,9
	Restmais (BB)	86,9	67,3	74,9	64,3	59,5	53,8	67,8	59,3		
	Gesamt (BB)	158,3	156,9	121,6	168,0	125,5	88,2	136,4	127,2		
300 dt/ha Stallmist	Kolben (rel.)	99	102	97	114*	109*	118*	106*	113*	1:1	1:0,8
	Restmais (rel.)	105*	109*	107*	112*	93*	110*	106*	104*		
	Gesamt (rel.)	102	105*	103	113*	101	112*	106*	109*		

BB = Bezugsbasis, Ertrag in dt/ha

\* = signifikant bei  $GD\alpha$  5 % Dunnett

Auf dem Sandboden dagegen förderte die Stallmistdüngung verstärkt den Restmaisertrag (Tabelle 4). Durch die teils extreme Vorsommer-Trockenheit der letzten Versuchsjahre waren die Pflanzen nicht mehr in der Lage, vermehrt Kolbenmasse zu bilden, wie das noch unter Beregnungsbedingungen 1986 und 1987 der Fall gewesen war (Tabelle 4). Das Verhältnis von Kolben zu Restmais erweiterte sich in der zweiten Rotation von 1:3 ohne organische Düngung auf 1:3,3 bei Zufuhr von 30 t Stallmist je ha, was eine Verminderung des Futterwertes bedeutet.

Tabelle 4

*Einfluß einer Stallmistdüngung auf den Trockensubstanzertrag von Silomais auf Sandboden (Herzberg, 1985 bis 1990, Mittel Faktor A)*

organische Düngung	Ertrag an	1. Rotation			2. Rotation			Mittel		Ertragsverhältnis	
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1985 bis 1990	1988 bis 1990	Kolben:Restmais 1985-90	1988-90
ohne	Kolben (BB)	50,3	24,0	71,5	27,4	15,4	7,1	32,6	16,6	1:1,5	1:3,0
	Restmais (BB)	50,4	35,8	59,1	65,3	32,3	50,2	48,9	49,3		
	Gesamt (BB)	100,7	59,8	130,7	92,7	47,8	57,3	81,5	65,9		
300 dt/ha Stallmist	Kolben (rel.)	91*	159*	109*	100	107	81	108*	100	1:1,5	1:3,3
	Restmais (rel.)	106	126*	101	111*	106	117*	111*	112*		
	Gesamt (rel.)	99	139*	106*	108*	106	113*	110*	109*		

BB = Bezugsbasis, Ertrag in dt/ha

\* = signifikant bei  $GD\alpha$  5 % Dunnett

Die mittleren Mehrerträge von 6 und 10 % sind unter trockenen Standortbedingungen als durchaus zufriedenstellend zu betrachten. ASMUS und MA. (1988) erreichten unter feuchten Bedingungen auf sandigen Böden 13 % Ertragssteigerung durch Düngung von 30 t Stallmist je ha. In trockener Löß-Schwarzerde wird nach Untersuchungen von BÚS (1985) der Stallmist-Stickstoff erst im Sommer

verstärkt freigesetzt. Die mittlere Ausnutzungsrates des Stallmist-N beträgt auf diesem Standort daher nur 59 %, wie KÖRSCHENS (1987) feststellt. Der N-Entzug durch den Mais-Mehrertrag erreichte auf dem Schwarzerde-Standort 16,2, auf dem Sandboden 14,4 kg N/ha. Durch den Stallmist wurden 36 kg/ha leicht pflanzenverfügbare Stickstoff zugeführt (0,4 % N im Stallmist bei Mineräldüngeräquivalent von 30; KÖRSCHENS 1987). So ergibt sich eine Ausnutzungsrates von 45 und 40 %. Zu berücksichtigen sind die Häufung von Trockenperioden und die günstige N-Versorgung aus Mineräldünger (100 kg N/ha) und aus Industrie-Immissionen (30 bis 50 kg N/ha und Jahr), was den Effekt des Stallmist-N verringerte.

Trotz der mäßigen Stallmist-N-Ausnutzung durch den Mais konnte der nachfolgende Winterweizen nur im Strohertrag von der Stallmistdüngung zehren. Der mittlere Mehretrag betrug 4 %. Günstige Nachwirkungsjahre mit 5 und 7 % Ertragssteigerung waren 1987, 1988 und 1990.

Tabelle 5

*Nachwirkungen einer Stallmistdüngung (30 t/ha) zur Mais-Vorfrucht auf die Korn- und Stroherträge von Winterweizen bei variiertem Grundbodenbearbeitung (Bernburg, Mittel 1986 bis 1990, Mittel der Faktoren A und D)*

Grundbodenbearbeitung zu Weizen	Kornertrag bei 86 % TS		Strohertrag (Trockensubstanz)	
	ohne	mit Stallmist	ohne	mit Stallmist
gepflügt	(65,1) <sup>1</sup>	(64,5)	(72,1)	(74,9)
pfluglos	104 *	102	105 *	103 *
gepflügt	(65,1)	99	(72,1)	104 *
pfluglos	(67,5)	98	(75,9)	101

<sup>1</sup> Werte in Klammern sind Absoluterträge in dt/ha, Bezugsbasis

\* = signifikant bei GD<sub>5</sub>% Dunnett

Sobald der Weizen aber pfluglos bestellt worden ist, blieb der Mehretrag aus (Tabelle 5). Die Bestandesdichte des Weizens (im Mittel 516 Ähren je m<sup>2</sup>) blieb von der vorausgegangenen Stallmistdüngung unbeeinflusst. Die Pflanzen in der Stallmist-Variante waren jedoch kräftiger im Wuchs, bildeten mehr, aber kleinere Körner aus. Das Tausendkorngewicht war gesichert um 3 bis 6 % verringert, wodurch es 1986 und 1989 zu Kornertragseinbußen kam.

Auf dem Sandboden konnten gleichfalls keine vorteilhaften Nachwirkungen der Stallmist-Düngung auf den Korn- und den Kornrohproteintrag des Winterroggens festgestellt werden (Tabelle 6). Wiederum erhöhte sich nur nach Pflügen der Strohertrag. Wie bei Weizen auf der Schwarzerde blieb die Bestandesdichte unverändert und hatte sich das Tausendkorngewicht in der Tendenz verringert.

Tabelle 6

*Nachwirkungen einer Stallmistdüngung (30 t/ha) zur Mais-Vorfrucht auf die Korn- und Stroherträge von Winterroggen bei variiertem Grundbodenbearbeitung (Herzberg, Mittel 1986 bis 1990, Mittel der Faktoren A und D)*

Grundbodenbearbeitung zu Roggen	Kornertrag bei 86 % TS		Strohertrag (Trockensubstanz)	
	ohne	mit Stallmist	ohne	mit Stallmist
gepflügt	(33,7) <sup>1</sup>	(33,7)	(48,4)	(51,0)
pfluglos	99	99	96 *	93 *
gepflügt	(33,7)	100	(48,4)	105 *
pfluglos	(33,4)	100	(46,5)	102

<sup>1</sup> Werte in Klammern sind Absoluterträge in dt/ha, Bezugsbasis

\* = signifikant bei GD<sub>5</sub>% Dunnett

### 3.2 Einfluß der pfluglosen Grundbodenbearbeitung zur Mais-Nachfrucht

In witterungsmäßig günstigen Jahren führte auf Schwarzerde die pfluglose Winterweizenbestellung nach Silomais zu signifikanten Mehrerträgen an Korn und an Stroh. Stallmistdüngung zur Mais-Vorfrucht minderte diesen Effekt (Tabelle 5). In Trockenjahren wie 1990 wirkte die flache, nichtwendende Bodenbearbeitung aber degressiv auf die Weizenenerträge an Korn, Stroh und an Kornrohprotein, letzteres insbesondere in der Stallmist-Variante (gesichert um 4 %).

Auf dem dichter gelagerten Sandboden wurde der Winterroggen durch den Verzicht auf die Pflugarbeit im Kornenertrag kaum, im Strohertrag wiederum gesichert in vier der fünf Versuchsjahre negativ beeinflusst (Tabelle 6). Die vorausgegangene Stallmistdüngung verstärkte diesen Effekt. Die Bestandesdichte des Roggens hatte sich durch die flache, nichtwendende Grundbodenbearbeitung signifikant um 3 % verringert, das Tausendkorngewicht aber leicht erhöht.

Auf beiden Versuchsstandorten läßt sich übereinstimmend feststellen, daß der Silomais die aus dem Stallmist zugeführten Nährstoffe weitgehend verwertet. Das nachgebaute Wintergetreide konnte nur noch wenig davon profitieren. Es gab so gut wie keine positiven Nachwirkungen, sobald die Winterung pfluglos bestellt worden ist. Auf trockenem Standort läßt sich also der Vorfruchtwert des Silomais durch Stallmistdüngung in der Regel nicht wesentlich aufbessern. Zu beachten ist aber der nachteilige Einfluß der Triazin-Herbizid-Anwendung zu Mais auf die Nährstoffverwertung aus dem Stallmist bei der Folgefrucht, worauf noch einzugehen ist. Wechselwirkungen zwischen Einfluß der Stallmistdüngung zu Mais und dem der pfluglosen Bestellung des Wintergetreides auf dessen Korn- und Stroherträge bestanden nicht. Ergebnisse aus der Literatur sind uns hierzu nicht bekannt.

### 3.3 Wirkungen und Nachwirkungen der Herbizidbehandlung

Die Behandlung des Maisbestandes mit dem Bodenherbizid „Wonuk“ (1,25 kg Atrazin je ha) erbrachte auf der Bernburger Schwarzerde keine Mehrerträge, nur auf dem Sandstandort kam es infolge stärkeren Unkrautdruckes zu einer signifikanten Ertragssteigerung um 6 % (Tabelle 7). Stallmistdüngung des Maises aber verminderte diesen Effekt. Der Mais konnte hier dem Unkraut besser widerstehen. Es stellt sich daher die Frage nach der Rentabilität des Herbizideinsatzes auf solchen Standorten. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch die Verringerung des Kolbenanteiles am Gesamtertrag durch Atrazin-Einsatz (Tabelle 7), was den Futterwert beeinträchtigt. Hinweise aus der Literatur fehlen unseres Wissens.

Der nachgebaute Winterweizen reagierte auf den Bodenherbizid-Einsatz zur Mais-Vorfrucht mit Ertragsverlusten von 6 bis 8 % an Korn und 10 bis 11 % an Stroh im fünfjährigen Mittel (Tabelle 8). Hervorgerufen wurde das vor allem durch eine Reduktion der Anzahl Ähren je m<sup>2</sup> im Mittel um 7 bis 10 % (Tabelle 8). Besonders in den Jahren 1986 und 1988 verringerte sich die Bestandesdichte sehr, und zwar um 12 bis 19 %. Bei Verminderung der Atrazin-Dosis auf 1,23 und auf 0,97 kg/ha (1989 und 1990) kam es nur noch nach pflugloser Weizenbestellung zu gesicherter Auflichtung des Bestandes um 5 %.

KREUZ und HAMANN (1989) berichteten bereits von der Schwächung der Weizenpflanzen durch die noch in tieferen Bodenschichten vorgefundenen Triazin-Rückstände. Auffallend ist auch der gesicherte Minderertrag von 10 % an Kornrohprotein in den Jahren 1984 bis 1988. Im fünfjährigen Mittel erreichte er 7 % bzw. 68 kg/ha. Die Ursachen beruhen auf einem Hemmeffekt der Triazine bei

Tabelle 7

Der Einfluß von Stallmistdüngung und Herbizideinsatz auf den Trockensubstanzertrag von Silomais auf Löß-Schwarzerde und auf Sandboden (Bernburg und Herzberg, Mittel 1985 bis 1990)

Boden	Ertrag an	ohne Stallmist		30 t/ha Stallmist	
		ohne Herbizid	mit Herbizid <sup>1</sup>	ohne Herbizid	mit Herbizid <sup>1</sup>
Löß- Schwarzerde	Kolben (dt/ha)	69,0	68,0	73,4	72,4
	relativ	<b>100</b> <sup>2</sup>	<b>100</b>	106 *	106 *
	relativ	<b>100</b>	99	<b>100</b>	99
	Gesamt (dt/ha)	135,7	137,0	145,0	144,6
	relativ	<b>100</b>	<b>100</b>	107 *	106 *
	relativ	<b>100</b>	101	<b>100</b>	100
Sand- boden	Kolbenanteil relativ	50,8	49,6	50,6	50,0
	Kolben (dt/ha)	32,1	33,2	35,6	35,0
	relativ	<b>100</b>	<b>100</b>	111 *	106 *
	relativ	<b>100</b>	104	<b>100</b>	98
	Gesamt (dt/ha)	79,1	83,4	87,4	91,3
	relativ	<b>100</b>	<b>100</b>	111 *	109 *
relativ	<b>100</b>	106 *	<b>100</b>	104	
Kolbenanteil relativ	40,6	39,8	40,7	38,3	

<sup>1</sup> 1,25 kg/ha Atrazin

<sup>2</sup> **100** = Bezugsbasis

\* = signifikant bei GD<sub>5%</sub> Dunnett

Tabelle 8

Nachwirkungen eines Bodenherbizides (1,25 bis 0,97 kg Atrazin je ha) zur Mais-Vorfrucht auf den Korn- und Strohertrag sowie auf die Anzahl Ähren je m<sup>2</sup> von Winterweizen bei variierter Grundbodenbearbeitung (Bernburg, Mittel 1986 bis 1990, Mittel der Faktoren B und D)

Grundboden- bearbeitung zu Weizen	Kornertrag bei 86 % TS		Strohertrag (Trockensubst.)		Anzahl Ähren je m <sup>2</sup>	
	ohne Herbizid	mit Herbizid	ohne Herbizid	mit Herbizid	ohne Herbizid	mit Herbizid
gepflügt	(66,9) <sup>1</sup>	(62,6)	(77,6)	(69,3)	(538)	(499)
pfluglos	104 *	102 *	103 *	104 *	101	99
gepflügt	(66,9)	94 *	(77,6)	89 *	(538)	93*
pfluglos	(69,4)	92 *	(80,3)	90 *	(546)	90*

<sup>1</sup> Werte in Klammern sind Absolutwerte als Bezugsbasis (dt/ha bzw. Ähren je m<sup>2</sup>)

\* = signifikant bei GD<sub>5%</sub> Dunnett

der Stickstoffernährung des Getreides (BUCZEK und Ma. 1986). Die Pflanzen nehmen weniger Stickstoff auf und verwerten ihn schlechter (STEENBERG und Ma. 1972). So verwundert es nicht, daß die gesteigerte N-Düngung (Faktor D) zu Weizen wie zu Roggen die Ertragsverluste nicht ausgleichen, nur im Jahre 1986 mildern konnte. Auf die Darstellung der Ergebnisse wird verzichtet. Bereits DOMANSKA (1966) berichtete von einer negativen Beeinflussung der Getreidewurzel durch Triazin-Einwirkung. Nach Rossi und Ma. (1984) beeinträchtigt Atrazin in praxisüblichen Gaben den Phytohormon-Stoffwechsel sowie das gesamte System der Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Bodenmikroorganis-

men. Auch USATAJA und Ma. (1985) fanden eine Schädigung der Bodenmikroflora durch Triazin-Einsatz.

Der Winterroggen auf dem Sandboden zeigte sich gegenüber Atrazin-Resten nicht so empfindlich. Lediglich im Strohertrag gab es gesicherte Einbußen (Tabelle 9), vor allem in den Trockenjahren 1988 bis 1990. Wiederum war es eine Folge verringerter Bestandesdichte.

Tabelle 9

*Nachwirkungen eines Bodenherbizides (1,25 kg/ha Atrazin) zur Mais-Vorfrucht auf den Korn- und Strohertrag von Winterroggen bei variierten Grundbodenbearbeitung (Herzberg, Mittel 1986 bis 1990, Mittel der Faktoren B und D)*

Grundbodenbearbeitung zu Roggen	Kornertrag bei 86 % TS		Strohertrag (Trockensubstanz)	
	ohne	mit Herbizid	ohne	mit Herbizid
gepflügt	(33,3) <sup>1</sup>	(34,1)	(50,5)	(48,9)
pfluglos	102	96	95 *	94 *
gepflügt	(33,3)	102	(50,5)	97 *
pfluglos	(33,9)	97	(48,0)	96 *

<sup>1</sup> Werte in Klammern sind Absoluterträge in dt/ha, Bezugsbasis

\* = signifikant bei GD<sub>5%</sub> Dunnett

Die mittlere Anzahl Ähren je m<sup>2</sup> reduzierte sich um 3 %. Zusätzlich negativ auf den Strohertrag wirkte die pfluglose Roggenbestellung. Tendenziell spiegelt sich das auch im Kornertrag wider. Wie bei Weizen, jedoch abgeschwächt, trat bedingt durch Atrazin-Einfluß eine Verminderung des Korn-Rohproteinertes um 3 % im Mittel der trockenen Jahre 1988 bis 1990 ein.

#### 3.4 Wechselwirkungen zwischen Stallmist-Düngung und Bodenherbizid-Anwendung zur Vorfrucht Mais auf die Erträge der Nachfrucht

Im fünfjährigen Mittel zeigte sich bei Winterweizen auf der Schwarzerde unter Stallmisteinfluß ein stärkerer nachteiliger Herbizid-Effekt auf den Korn-, Korn-Rohprotein- sowie auf den Strohertrag als ohne organische Düngung (Tabelle 10). Nur im kühlfeuchten Jahr 1987 und noch mehr im Jahre 1988 mit extrem nassem Frühjahr trat eine reziproke Wirkung ein. So wird das Ergebnis von FLICK (1985) verständlich, welcher unter feuchten Mittelgebirgsbedingungen eine Minderung der Triazin-Folgeschäden am Winterweizen durch Stallmistdüngung zur Mais-Vorfrucht feststellte. KREUZ und Ma. (1990) fanden bei Stallmistdüngung größere Triazin-Rückstandsmengen in der Löß-Schwarzerde als in den Parzellen ohne organische Düngung. Atrazin und Simazin waren also stärker adsorbiert und wurden im warm-trockenen Frühjahr in größerem Maße pflanzenwirksam als im nassen Frühjahr. So fand BAIDA (1965) unter den trockenen Bedingungen Kasachstans (UdSSR) ein Jahr nach der Atrazin- bzw. Simazin-Applikation noch 0,3 bis 0,5 ppm Wirkstoffe im Boden und entsprechende Schädigungen am Getreide. Ähnliches berichten LIBERSTEJN und Ma. (1986) aus dem warm-trockenen Moldawien (UdSSR). Nach BUCHHOLTZ (1965) gibt es eine enge Korrelation zwischen Bodenfeuchte und Nachfruchtschädigung durch Triazin-Reste. Je trockener der Boden, umso stärker ist die Schädigung. Der Boden vermag um so mehr Triazin-Wirkstoff zu binden, je ton- und humusreicher er ist (UPCHURCH und MASON 1962, SJUNJAEV 1983, DOMINGOS 1983, PESTEMER 1988).

Auf dem trockenen Herzberger Sandboden zeigten sich bei Winterroggen nur im Strohertrag gesicherte Wechselwirkungen zwischen den beiden Bewirtschaf-

Tabelle 10

Wechselwirkungen zwischen Stallmistdüngung (30 t/ha) und Bodenherbizid-Applikation (1,25 bis 0,97 kg/ha Atrazin) zur Vorfrucht Silomais auf den Winterweizenertrag (Bernburg, Mittel 1986 bis 1990, Mittel der Faktoren C und D)

Stallmist- düngung	Kornertrag bei 86 % TS		Strohertrag (Trockensubst.)		Kornroh- proteinertrag	
	ohne Herbizid	mit Herbizid	ohne Herbizid	mit Herbizid	ohne Herbizid	mit Herbizid
ohne	(67,9) <sup>1</sup>	(64,6)	(77,2)	(70,7)	(9,31)	(8,84)
mit	101	96 *	105 *	100	102	96 *
ohne	(67,9)	95 *	(77,2)	92 *	(9,31)	95 *
mit	(68,4)	91 *	(80,7)	88 *	(9,49)	90 *

<sup>1</sup> Werte in Klammern sind Absoluterträge in dt/ha, Bezugsbasis

\* = signifikant bei GD<sub>5%</sub> Dunnett

tungseinflüssen. Der durch Stallmist-Düngung zur Vorfrucht erzielte Mehrertrag von 5 % ging verloren, sobald Atrazin-Reste im Boden vorhanden waren. Während der Trockenjahre 1988 bis 1990 verminderte sich auch der Kornrohproteinertrag gesichert um 3 %. Auf die Darstellung der Ergebnisse wird verzichtet. Nach Orrow (1985) weisen Triazine im Boden eine Persistenz bis zu 12 Monaten auf. Erst nach Ablauf dieses Zeitraumes sind mehr als 75 % dieser Stoffe mikrobiell abgebaut oder ausgewaschen.

Schlußfolgernd ist zu sagen, daß im Maisanbau auf Bodenherbizide mit einer Persistenz von mehr als drei Monaten verzichtet werden sollte zugunsten der mittelsparenden Anwendung von Kontakt-Herbiziden im Bandspritzverfahren in Verbindung mit Hackarbeit. Nur so können Nachfruchtschäden vermieden und die Restnährstoffe aus der Stallmistdüngung vorteilhaft verwertet werden. Der Vorfruchtwert des Maises würde sich dadurch deutlich erhöhen.

### Zusammenfassung

Die sechsjährigen Ergebnisse eines auf Löß-Schwarzerde und auf Sandboden angelegten Fruchtfolgeversuches zeigen einen infolge Trockenheit nur mäßigen Effekt der Düngung von 30 t/ha Stallmist zu Silomais und eine nur geringe positive Nachwirkung auf Winterweizen und Winterroggen. Sie wird eliminiert, sobald noch Wirkstoffreste des zu Mais eingesetzten Bodenherbizids auf Triazin-Basis vorhanden sind. Die Atrazin-Residuen führten bei Weizen zu mittleren Ertragsverlusten von 6 bis 8 % an Korn und an Kornrohprotein sowie von 10 bis 11 % an Stroh. Winterroggen reagierte nicht so empfindlich. Pfluglose Bestellung des Weizens auf der Schwarzerde wirkte nur in witterungsmäßig günstigen Jahren ertragsfördernd, in Trockenjahren sowie auf trockenem Sand-Standort zu Roggen aber ertragsmindernd.

### Management Measures by Silo-maize Cultivation

#### Part 1: Effects of Dung Manuring and Soil Herbicide Application on Maize Yield and Corn Aftercrops Yield by Ploughless Tillage

#### Summary

Six-year-results of a crop-rotation-trial, outlayed on calcic-chernozem and on sand podsol demonstrate only a moderate effect of the manuring with 30 t/ha dung to silo-maize and only little aftereffect on winter wheat and winter rye. This effect is eliminated as soon as residues of soil-herbicides on triazine basis



applicated to maize still exist. Atrazine-residues led in wheat to medium yield losses between 6 and 8 % in grain and crude protein, and between 10 and 11 % in straw, respectively. Winter rye did not react so sensitively. Ploughless cultivation of wheat on black soil increased yields only in years with favourable weather. In dry years and on dry sandy soil ploughless tillage of rye caused decreasing yields.

### Literatur

- ASMUS, F., C. HÜBNER und H. GÖRLITZ: Nährstoffentzug von Zuckerrüben, Kartoffeln und Grünfüttermais auf diluvialen Böden. *Archiv Acker-, Pflanzenbau u. Bodenkd.* 32, 591—599, 1988.
- BAIDA, I. A.: Bestimmung von Simazin- und Atrazin-Rückständen in Maiskörnern und im Boden (russ.). *Chimija v selskom khozjajstv* 8, 53—55, 1965.
- BUCHHOLTZ, K. P.: Factors influencing oat injury from triazine residues in soil. *Weeds* 13, 362—366, 1965.
- BÚS, E.: Einfluß unterschiedlicher organischer Dünger auf Ertrag und ausgewählte Bodeneigenschaften, untersucht in einem Dauerdüngungsversuch auf Löß-Schwarzerde. *Diss. Akademie d. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin* 1985.
- BUCZEK, J., J. BORKOWSKI and I. JARZYNSKA: The dependence of nitrate reductase-activity on the presence of simazine, in light or in darkness. *Acta soc. bot. Poloniae* 55, 589—600, 1986.
- DOMANSKA, H.: The effect of herbicide on the morphology of cereals. *Sbornik Ref. pred. mež. Konferenc Herbicide, 1966; Ref. Weed Abstract, 2036, 1968.*
- DOMINGOS, R.: Die Bindung der Herbizide der S-Triazinreihe an ausgewählten Böden, deren Huminstoffe und Tonminerale. *Diss. Univ. Göttingen, Agrarwiss. Fak., 1983.*
- FLICK, G.: Einfluß von Anbaumaßnahmen zu Silomais und Zuckerrüben auf deren Vorfruchtwirkung zur nachfolgenden Testfrucht Winterweizen. *Diss. Univ. Hohenheim, Fak. 3, Agrarwiss. 1, 1985.*
- KÖRSCHENS, M.: N-Ausnutzung in Abhängigkeit von mineralischer und organischer N-Düngung im Verlauf von vier Jahrzehnten im statischen Düngungsversuch Lauchstädt. *Archiv Acker-, Pflanzenbau u. Bodenkd.* 31, 161—168, 1987.
- KREUZ, E. und H.-J. HAMANN: Der Vorfruchtwert des Silomaises unter dem Aspekt von Triazin-Nachwirkungen auf die Erträge von Winterweizen und Winterroggen. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz* 25, 579—585, 1989.
- KREUZ, E., S. BRÄUTIGAM und H.-J. HAMANN: Untersuchungen zum Gehalt des Bodens an Triazininen unter Wintergetreide nach mit Herbizid behandeltem Silomais. *Arch. f. Phytopathol. u. Pflanzenschutz* 26, 87—94, 1990.
- LIBERSTEJN, J. J., A. T. SHUTKINA, L. P. ROGOSHEVSKIJ, L. S. STREKACHINSKAJA und L. S. PLESHKO: PDK-gerbicidov v pochve., *Zashhita Rastenij* 9, 13—14, Moskva 1986.
- OTTOW, J. C. G.: Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Mikroflora von Böden. *Naturwiss. Rdsch.* 38, 181—189, 1985.
- PESTEMER, W.: Ausbreitung und Abbau von Herbiziden im Boden. *Mitt. für d. Schweiz. Landwirtschaft.* 1/2, 2—17, 1988.
- ROSSI, W., A. CHRAPPPELLI and W. PIETROSANTI: Phytohormones in soil after atrazine application. *Folia microbiol.* 29, 325—329, 1984.
- SJUNJAEV, K. K.: Rol' organicheskykh veshhestv i razlichnykh granulometricheskikh frakcij pochvy v pogloshhenii simazina. *Fiziol.-chim. svojstva i plodorodie pochv., Sbornik nauch. trud., Moskva, sel'skokhoz. Akad., 75—80, 1983.*
- STEENBERG, F., J. LARSEN, J. JENSEN and S. BILLE: The effect of nitrogen and simazine on the dry-matter yield and amino acid content of oats and on the absorption and utilization of various plant nutrients. *Plant and soil* 36, 475—496, 1972.
- UPCHURCH, R. P. and D. D. MASON: The influence of soil organic matter on the phytotoxicity of herbicides. *Weeds* 10, 9—14, 1962. — *Zit. bei PAESCHKE, R.: Wirkung, Nebenwirkungen und Abbau von Herbiziden nach unterschiedlich häufiger Anwendung in einer Fruchtfolge von Getreide und Rüben. Diss. Univ. Göttingen, Landwirtschaft. Fak., 1975.*
- USATAJA, A., E. A. KATRUK and G. V. MERENJUK: Dejstvie simmtriazinovoj grupy na mikrofloru chernozemov. *Izvest. Akad. nauk., Moldav. SSR, Ser. Biol. i. khim. Nauk, Kishinev* 3, 35—38, 1985.

(Manuskript eingelangt am 8. Februar 1991)

Anschrift der Verfasser:

Dr. habil. Erich KREUZ und Dr. Hans-Joachim HAMANN, beide Institut für Getreideforschung  
Bernburg, Mitschurinstraße 22, D-0-4351 Bernburg-Strenzfeld