

(Aus dem Institut für Getreideforschung Bernburg-Hadmersleben)

Veränderungen des Humus- und Nährstoffgehaltes einer Löß-Schwarzerde in unterschiedlichen Dreifelder-Fruchtfolgen durch Knaulgras-Zwischenfrucht und pfluglose Bodenbearbeitung

Von E. KREUZ

1. Einleitung

Die Untersaat von Knaulgras zur Zwischenfruchtnutzung in Wintergetreide bietet zahlreiche Vorteile und gewinnt daher in der Praxis an Bedeutung (KREUZ und Ma. 1985). Die Mehrerträge der Nachfrüchte erreichen sechs bis zehn Prozent (KREUZ 1990). Sie basieren überwiegend auf der Zufuhr bedeutender Massen an Ernte- und Wurzelrückständen des Grases, die wesentlich größer sind als die von Stoppelfrüchten (BÖNING und KREUZ 1990), und so zur Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften wie auch zum Bodenschutz beitragen (KREUZ und RIEDEL 1991).

Noch nicht bekannt sind langjährige Auswirkungen der Knaulgras-Zwischenfrucht auf den Nährstoff- und Humusgehalt des Bodens in Abhängigkeit von differenzierter Grundbodenbearbeitung in unterschiedlichen Fruchtfolgen. Dieser Frage wurde in einem mehrfaktoriellen Fruchtfolgeversuch auf Löß-Schwarzerde nachgegangen.

2. Standort und Methodik

Der grundwasserferne Standort Bernburg (Ackerzahl 92) liegt 80 m über NN auf Schwarzerde (Calcic Chernozem) über Lößlehm. In etwa 1,5 m Tiefe folgt Kalkstein. Bernburg befindet sich im Regenschatten des Harzes. Im langjährigen Mittel fallen 483 mm Jahresniederschlag bei 8,9 °C mittlerer Jahrestemperatur. Während der Versuchszeit waren die Jahre 1983, 1986 und 1987 übernormal feucht, dagegen die Jahre 1982, 1985 sowie 1988 bis 1990 zu trocken.

Der im Herbst 1981 angelegte Fruchtfolgeversuch ist eine Spaltanlage (A/B/C, R=4) mit den Faktoren:

A. Dreifelder-Fruchtfolgen

- a₁ Ackerbohnen – Winterweizen – Wintergerste
 - a₂ Silomais – Winterweizen – Wintergerste
 - a₃ und a₄ Zuckerrüben – Winterweizen – Wintergerste
- (Alle Felder [A-Teilstücke] sind jährlich im Anbau.)

B. Grundbodenbearbeitung

- b₁ stets pflügen (20 bis 22 cm tief zu Getreide, bis 28 cm tief zu Blattfrucht)
- b₂ zu Winterweizen pfluglose Bestellung mittels Scheibenegge (bis 12 cm tief)
- b₃ nur in a₄ pfluglose Bestellung beider Getreidekulturen mittels Scheibenegge

C. Knaulgras-Untersaat im Herbst in Wintergerste (c₁ ohne, c₂ mit).

Das A-Teilstück ist 20 m lang und 10 m breit, so daß eine volle Wirkung der traktorgezogenen Bodenbearbeitungswerkzeuge gewährleistet ist. Der Anbau der Kulturen erfolgt ortsüblich zu den jeweils günstigsten Terminen (KREUZ 1990 a, b). Das Gras wird mit 12 kg/ha gleichzeitig mit der Deckfrucht in der Zeit zwischen 20. und 25. September ausgesät. Das Knaulgras erbrachte als Sommer-Zwischenfrucht jährlich Futtererträge von 20 bis 50 dt/ha Trockenmasse, die abgeerntet wurden. Dem Boden standen nur die Ernte- und Wurzelrückstände des Grases zur Verfügung. Alle zwei Jahre im Herbst erhält der Versuch flächendeckend eine Grunddüngung von 56 kg P und 180 kg K/ha.

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte mittels Rillenbohrer jeweils unmittelbar vor der Grunddüngung, zuletzt am 23. August 1990 aus den Tiefen 0 bis 30 und 30 bis 60 cm in den c-Teilstücken (n=20). Die Bodenanalyse erstreckte sich auf die Bestimmung des Gehaltes an Humus (naßchemisch), an Gesamtstickstoff (N_t, nach KJELDAHL), an P und K (nach EGNÉR) und des pH-Wertes (KCl-Auszug). Die jährliche Stickstoffdüngung in Form von Kalkammonsalpeter beträgt zu Winterweizen und Wintergerste je 120, zu Zuckerrüben und Silomais je 150 und zu Ackerbohnen 30 kg N/ha. Zu Knaulgras werden unmittelbar nach der Deckfruchternte 50 kg N/ha verabreicht. Eine zusätzliche organische Düngung in Form von 40 t/ha Stallmist zu Zuckerrüben erfolgt nur in der Fruchtfolge a₄ als Faktor B (b₁ ohne, b₂ mit) anstelle der variierten Bodenbearbeitung.

Zur fehlerstatischen Auswertung der Ergebnisse diente die Varianzanalyse.

3. Ergebnisse

Im Herbst 1981 zu Versuchsbeginn enthielt die Ackerkrume (0 bis 30 cm) im Mittel 2,3 % Humus, 146,2 mg N_t, 6,8 mg P und 21 mg K je 100 g trockenen Boden bei einem pH-Wert von 7,4. Das C : N-Verhältnis betrug 9,61 : 1.

3.1 Einfluß der Fruchtfolgen

Nach Ablauf von neun Versuchsjahren im Herbst 1990 hatte sich der pH-Wert im gesamten Versuch auf 7,17 verringert, der Gehalt an Humus und an Nährstoffen aber differenziert unter dem Einfluß der Blattfrüchte in den Fruchtfolgen verändert (Tab. 1). Ackerbohnenanbau (a₁) wirkte steigernd, Zuckerrübenanbau (a₃) senkend auf den Humusgehalt. Das C : N-Verhältnis wurde in a₁ und a₃ auf 12,5 bzw. 12,7 erweitert. Der N_t-Gehalt in der Ackerkrume hatte sich in diesen neun Jahren somit deutlich verringert. Nur in der a₂-Folge mit Silomais konnten das N_t-Niveau und das C : N-Verhältnis (10,5) nahezu gehalten werden. Im Unterboden (30 bis 60 cm) gab es im Humusgehalt das gleiche Gefälle zwischen a₁, a₂ und a₃ wie im Oberboden. Allerdings zeigte sich im N_t-Gehalt ein reziprokes Ergebnis. Bei Zuckerrübenanbau war der Unterboden deutlich stickstoffreicher als in a₁ mit Ackerbohnen (Tabelle 1). Dafür hatte der Kalizehrer Zuckerrübe den Kalivorrat in beiden Bodentiefen weitaus stärker in Anspruch genommen als Mais und Ackerbohnen (Tabelle 1).

Tabelle 1

Einfluß unterschiedlicher Blattfrüchte in Dreifelder-Fruchtfolgen auf den Humus- und Nährstoffgehalt von Löß-Schwarzerde nach Ablauf der 3. Rotation (Bernburg 1990, Mittel der Faktoren B und C)

Var.	Fruchtfolgen ¹	Bodentiefe in cm	Humusgehalt in %	in 100 g Boden		
				mg N _t	mg P	mg K
a ₁	AB-WW-WG	0—30	2,42	112,5	9,8	23,4
a ₂	SM-WW-WG		2,37	131,6	10,7*	23,6
a ₃ ; a ₄	ZR-WW-WG		2,33	106,5	9,0	15,1
		GD _{5%}	0,12	34,1	2,5	11,6
a ₁	AB-WW-WG	30—60	1,98	80,2	7,0	11,1
a ₂	SM-WW-WG		1,92	93,0	4,8*	10,4
a ₃ ; a ₄	ZR-WW-WG		1,84	110,5*	5,4*	7,4*
		GD _{5%}	0,17	26,1	1,0	3,2

¹ AB = Ackerbohnen
SM = Silomais
ZR = Zuckerrüben
WW = Winterweizen
WG = Wintergerste

* signifikant bei GD_{5%}

Die stärkere Ausschöpfung des N_t-Vorrates im Unterboden der a₁-Fruchtfolge im Vergleich zur Fruchtfolge mit Zuckerrüben (a₃) erklärt sich aus den N-Bilanzen (Tabelle 2). Die Bilanz war im ersten Fall stark negativ infolge größeren Entzuges bei geringerer N-Zufuhr, im zweiten Fall deutlich positiv.

Tabelle 2

Einfluß unterschiedlicher Blattfrüchte in Dreifelder-Fruchtfolgen auf die Stickstoffbilanz (Bernburg, Mittel der Faktoren B und C)

	AB-WW-WG	Fruchtfolgen ¹ SM-WW-WG	ZR-WW-WG
Mittel 1988 bis 1990			
Mittel aller Kulturen			
jährl. Zufuhr (kg N/ha)	97 + 13 ²⁾	137	137
jährl. Entzug (kg N/ha)	169,9	154,5	114,2
Bilanz (kg N/ha)	-59,9	-17,5	+22,8

¹⁾ siehe Fußnote Tabelle 1

²⁾ N-Nachlieferung durch Ackerbohnen (vgl. HEINZMANN 1981)

3.2 Einfluß der Knautgras-Zwischenfrucht

Da keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren A und C sowie zwischen B und C bestanden, werden die Ergebnisse zum Einfluß der Ernte- und Wurzelrückstände (EWR) des Knautgrases im Mittel der Fruchtfolgen a₁ bis a₃ dargestellt. Diese Rückstände haben sowohl in der Ackerkrume als auch im Unterboden den Humusgehalt und den Vorrat an Bodenstickstoff (N_t) tendenziell erhöht (Tabelle 3). Dadurch verengte sich im Oberboden das C:N-Verhältnis von 12,3 auf 11,3:1. Auffallend ist auch die Steigerung des P- und K-Gehaltes in der Ackerkrume (Tabelle 3), wenngleich hier ebenfalls keine Signifikanz bei GD 5 % erreicht werden konnte.

Tabelle 3

Einfluß einer Knaulgras-Zwischenfrucht in Dreifelder-Fruchtfolgen auf den Gehalt an Humus und an Nährstoffen von Löß-Schwarzerde unter Winterweizen nach Ablauf der 3. Rotation (Bernburg 1990, Mittel der Faktoren A und B)

Knaulgras-Zwischenfrucht	Bodentiefe in cm	Gehalt an Humus in %	in 100 g Boden		
			mg N _t	mg P	mg K
ohne	0—30	2,36	111,5	9,6	19,2
mit		2,38	122,3	10,2	22,3
	GD _{5%}	0,10	25,9	1,9	9,2
ohne	30—60	1,87	93,5	5,9	8,7
mit		1,96	95,7	5,6	10,6
	GD _{5%}	0,12	24,5	1,4	2,8

3.3 Einfluß pflugloser Grundbodenbearbeitung

Die flache, pfluglose Bestellung des Winterweizens hat nach Ablauf der dritten Rotation im Mittel der Fruchtfolgen zu keiner gravierenden Veränderung des Humusgehaltes im Ober- wie im Unterboden geführt (Tabelle 4). Der N_t-Gehalt dagegen sank im Vergleich zum ständigen Pflügen relativ um 12 % in der Ackerkrume und um 8 % im Unterboden. Dadurch erweiterte sich das C:N-Verhältnis in der Krume von 11,1 auf 12,6:1 und im Unterboden von 11,5 auf 12,0:1. Auch die Gehalte an P und K verringerten sich (Tabelle 4). Allerdings konnte in keinem Fall die Signifikanz für GD 5 % erreicht werden. Gesicherte Wechselwirkungen zu den Faktoren Fruchtfolge (A) und Knaulgras-EWR (C) bestanden nicht.

Tabelle 4

Einfluß pflugloser Grundbodenbearbeitung zu Winterweizen in Dreifelder-Fruchtfolgen auf den Gehalt an Humus und an Nährstoffen von Löß-Schwarzerde nach Ablauf der 3. Rotation (Bernburg 1990, Mittel der Faktoren A und C)

Grundbodenbearbeitung	Bodentiefe in cm	Gehalt an Humus in %	in 100 g Boden		
			mg N _t	mg P	mg K
Pflügen		2,36	124,0	10,4	23,7
Scheibeneggen	0—30	2,38	109,7	9,4	17,7
	GD _{5%}	0,10	25,1	1,8	8,4
Pflügen		1,95	98,5	5,9	9,8
Scheibeneggen	30—60	1,87	90,7	5,6	9,4
	GD _{5%}	0,13	23,9	1,4	3,1

Wurden beide Getreidekulturen in der Dreifelderfolge a₄ mit Zuckerrüben pfluglos bestellt, kam es zu keiner weiteren Verminderung des N_t-Gehaltes in der Ackerkrume, wohl aber im Unterboden (Tabelle 5). Der Gehalt an P und K hatte sich in der Krume leicht erhöht. Eine Düngung von 40 t/ha Stallmist zu Zuckerrüben führte zu einer Steigerung des N_t- sowie des P- und K-Gehaltes in der Krume über das Niveau der Pflugvariante, hob also alle negativen Effekte der pfluglosen Getreidebestellung auf (Tabelle 5). Erwähnenswert ist jedoch die weitere Reduktion des N_t-Gehaltes im Unterboden. Hier muß der erhöhte

Nährstoffentzug in der Stallmistdüngungs-Variante in Betracht gezogen werden (KREUZ 1991).

Tabelle 5

Einfluß pflugloser Bestellung beider Getreidekulturen in einer Dreifelder-Fruchtfolge mit Zuckerrüben auf den Gehalt an Humus und an Nährstoffen von Löß-Schwarzerde nach Ablauf der 3. Rotation (Bernburg 1990, Mittel des Faktors C)

Bodenbearbeitung ¹⁾	Bodentiefe in cm	Gehalt an Humus in %	mg N _t	in 100 g Boden mg P	mg K
1.	0–30	2,32	114,0	9,1	15,5
2.		2,33	99,0	8,9	14,5
3.		2,40	105,7	10,2	20,0
4.		2,57	139,5	12,5	36,0
1.	30–60	1,90	112,5	5,5	7,7
2.		1,78	108,5	5,3	7,0
3.		1,92	91,5	5,3	8,0
4.		1,80	76,0	5,7	11,3

¹⁾ Prüfglieder:

1. = stets pflügen
2. = Scheibeneggen zu Winterweizen
3. = Scheibeneggen zu Winterweizen und Wintergerste
4. = wie 3., aber 40 dt/ha Stallmist zu Zuckerrüben

4. Diskussion der Ergebnisse

Ähnliche Resultate zu den Veränderungen des Humusgehaltes im Boden durch Fruchtfolge-Einfluß erzielten DIEZ und BACHTHALER (1978). Auch hier erweist sich die Zuckerrübe als Humuszehrer.

4.1 Einfluß der Knaulgras-Zwischenfrucht

Die alle drei Jahre erfolgte Zufuhr von immerhin 35 bis 75 dt/ha Trockenmasse an Knaulgras-Ernte- und Wurzelrückständen (BÖNING und KREUZ 1990) ist einer Stallmistdüngung von 300 bis 650 dt/ha gleichzusetzen. Der Boden erhielt also erhebliche Mengen an relativ leicht zersetzbarer organischer Substanz, was eine verstärkte mikrobiologische Aktivität und Mobilisierung pflanzenverfügbarer Bodennährstoffe zur Folge hatte, wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist. Die Ergebnisse von HERSEMANN (1987) zeigen nach organischer Düngung ebenfalls eine erhöhte Mineralisierbarkeit des Boden-Stickstoffs, was natürlich mit einem vermehrten Abbau organischer Substanz einhergeht. Vergleichbare Ergebnisse mit Knaulgras-EWR sind uns aus der Literatur nicht bekannt. Zu beachten ist der zusätzliche Nährstoffentzug durch das junge, nährstoffreiche Knaulgrasfutter, das ja abgeerntet worden ist. Dieser Entzug belief sich auf 37 bis 92 kg N, 4 bis 10 kg P und 33 bis 82 kg K/ha. Gedüngt wurden 50 kg/ha N, so daß eine jährliche Bilanz von 13 bis minus 42 kg/ha N verbleibt. Das unterstreicht die in Tabelle 3 ausgewiesene mikrobielle Nährstoffmobilisation.

4.3 Einfluß pflugloser Grundbodenbearbeitung

Die Ergebnisse zeigen keine wesentlichen Veränderungen im Humusgehalt des Bodens durch pfluglose Winterweizenbestellung. Auf humusärmeren Böden dagegen fanden BAEUMER (1980), RASMUSSEN (1981) sowie WALTHER (1986) nach

mehrfähriger nichtwendender, flacher Bodenbearbeitung in der Ackerkrume eine Erhöhung und im Unterboden eine Verringerung des Humusgehaltes im Vergleich zu stetem Pflügen. Überraschend ist, daß schon in der dritten Rotation die pfluglose Grundbodenbearbeitung zu einer deutlichen Senkung des N_t -Gehaltes, in der Krume um 12 %, im Unterboden um 8 % geführt hat. Der Winterweizen, noch stärker die Nachfrucht Wintergerste reagierten darauf mit Ertragsverlusten an Korn-Rohprotein, bei Gerste bis relativ 11 % (KREUZ 1990 a, b, 1991). Auch HRUBY (1987) fand eine Reduktion des Rohproteingehaltes im Weizenkorn nach flacher Bodenbearbeitung. An mehreren Versuchsstandorten stellten KÖPKE und BAEUMER (1983) fest, daß in reduziert bearbeiteten Böden im Vergleich zu gepflügten weniger organisch gebundener Stickstoff mineralisiert wird. Die N-Freisetzung beginnt — wie auch wir an den Getreidebeständen beobachten konnten — im Frühjahr später und wird im Sommer häufig zeitiger eingestellt (WERNER 1988). Daraus resultiert bei mäßiger mineralischer Stickstoffdüngung eine geringere N-Aufnahme der Getreidepflanze und eine Degression zumindest des Rohproteinertrages. Besonders in Trockenjahren kann sich die eingeschränkte Nährstoffverfügbarkeit nachteilig bemerkbar machen (WALLINGFORD 1983). Eine deutliche Reduktion der bodenbiologischen Aktivität nach flacher, nichtwendender Bodenbearbeitung zu Winterweizen, aber auch zu Sommergerste nach Erbsen wie nach Zuckerrüben fanden SIDOROV und MUKHOTOV (1982) bei dreijährigen Messungen der CO_2 -Produktion eines Schwarzerdebodens. Gleiches berichten VONKA und KOPECKY (1982).

Zusammenfassung

Die Ergebnisse aus einem 1981/82 auf trockener Löß-Schwarzerde angelegten Fruchtfolgeversuch zeigen nach neun Versuchsjahren in Dreifelderfolgen einen Einfluß der Blattfrüchte Ackerbohnen, Silomais und Zuckerrüben auf den Humus-, Gesamtstickstoff- und Kaliumgehalt des Bodens. Knaulgras-Zwischenfrucht zur Blattfrucht erhöhte in allen geprüften Folgen den Gesamtstickstoffgehalt in der Ackerkrume wie im Unterboden. Es bestanden keine Wechselbeziehungen zur Grundbodenbearbeitung. Pfluglose, flache Bodenbearbeitung zu Winterweizen senkte den Gehalt an Gesamtstickstoff und an pflanzenlöslichem K und P. Die nichtwendende, flache Bodenbearbeitung sowohl zu Weizen als auch zur Nachfrucht Wintergerste verringerte nur im Unterboden den Gesamtstickstoffgehalt weiter. Stallmistdüngung hob die negative Wirkung auf.

Changes in the Content of Humus and Nutrients of Calcic Chernozem in different Three-Field Crop Rotations through Cocksfoot Catch Crop and Ploughless Tillage

Summary

The results of a three-field crop rotation trial at a calcic chernozem location demonstrated after 9 years of trial the influence of faba beans, silage maize and sugar beets on the content of humus, total nitrogen and potassium in the soil. Cocksfoot as a catch crop before the leaf crops increased the total content of nitrogen in the tillage layer and in the subsoil in all rotations tested. Interaction to tillage methods were not observed. Shallow ploughless tillage for winter wheat decreased the content of total nitrogen and of plant soluble K and P. Ploughless tillage to both grain crops reduced continuously by the nitrogen content in the subsoil only. Dung manuring compensated this negative effect.

Literatur

- BAEUMER, K.: Stickstoffdüngung zu Getreide bei reduzierter Bodenbearbeitung. *Kalibriefe* 15, 77—90, 1980.
- BÖNING, H. und E. KREUZ: Untersuchungen zur Anbaueignung von Gras-Untersaaten auf Löß-Schwarzerde-Standorten. *Arch. Acker-, Pflanzenbau u. Bodenkunde* 34, 193—198, 1990.
- DIEZ, TH. und S. BACHTHALER: Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge, Düngung und Bodenbearbeitung auf den Humusgehalt der Böden. *Bayr. Landwirtsch. Jahrbuch* 55, 368—377, 1978.
- HEINZMANN, F.: Assimilation von Luftstickstoff durch verschiedene Leguminosenarten und dessen Verwertung durch Getreide-Nachfrüchte. Diss. Univ. Fak. III Hohenheim 1981.
- HERSEMANN, H.: Veränderungen der Art und Menge der organischen Substanz in der Ackerkrume von Langzeit-Feldversuchen, gemessen an einigen chemischen und biologischen Parametern. *Göttinger bodenkundl. Berichte* 92, 1—100, 1987.
- HRUBY, J.: Vliv rozdílné intenzity zpracování půdy na výnosy a technologickou kvalitu zrna ozimé pšenice. *Rostlinna Vyroba* 33, 459—469, Praha 1987.
- KÖPKE, U. und K. BAEUMER: Stickstoffdüngung zu Winterweizen bei reduzierter Bodenbearbeitung. *Jahrestagung Ges. Pflanzenbauwiss., Zürich* 26, 1982, ref. in *Feldwirtsch.* 24, 232, 1983.
- KREUZ, E., N. RIEDEL, S. RIETSCH und G. BERGER: Acker- und futterbauliche, technologische und ökonomische Vorteile der Knaulgras-Untersaat. *Feldwirtsch.* 26, 365—367, 1985.
- KREUZ, E.: Wirkungen von Knaulgras-Untersaat in Wintergerste auf die Nachfrüchterträge auf Löß-Schwarzerde. *Arch. Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 34, 137—142, 1990.
- KREUZ, E.: Der Einfluß pflugloser Grundbodenbearbeitung zu Winterweizen in Dreifelder-Fruchtfolgen auf die Erträge und Ertragsstruktur des Weizens. *Arch. Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 34, 677—683, 1990 a.
- KREUZ, E.: Der Einfluß pflugloser Grundbodenbearbeitung zu Winterweizen in Dreifelder-Fruchtfolgen auf Ertrag und Ertragsstruktur der Nachfrucht Wintergerste. *Arch. Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 34, 721—726, 1990 b.
- KREUZ, E. und N. RIEDEL: Untersuchungen zum Einfluß der Knaulgras-Zwischenfrucht auf physikalische Bodeneigenschaften. *Arch. Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 35, 1991 (im Druck).
- KREUZ, E.: Die Wirkungen pflugloser Bestellung beider Getreidekulturen in einer Dreifelder-Fruchtfolge mit Zuckerrüben unter dem Einfluß organischer Düngung. *Arch. Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde* 35, 1, 65—75, 1991.
- RASMUSSEN, K. J.: Reduceret jordbearbejdning ved monokultur i byg. *Tijdsr. Planteavl* 85, 171—183, Koebenhavn 1981.
- SIDOROV, M. und S. J. MUKHOTOV: Biologicheskaja aktivnost' pochvy pri razlichnykh sposobakh i glubine osnovnoj obrabotki. *Dokladi vses Akad. sel'skokhoz. nauk im. V. I. Lenina*, 7, 20—21, Moskva 1982.
- VONKA, Z. und M. KOPECKY: Qualität der tschechoslowakischen Braugersten und Qualitätsbeeinflussung durch anbautechnische Faktoren. *Akad. Landwirtsch.-wiss. DDR, Berlin, Tag-Bericht* 201, 63—66, 1982.
- WALLINGFORD, G.: Agricultural revolution: Preparing your business for future shock. *Tillage practices. Fertilizer Progr.* 14, 26—27, Washington 1983.
- WALTHER, H.: Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf den Pflanzenbestand und einige Bodeneigenschaften. *Dissertation Universität Gießen, Fachber. Agrarwiss., Gießen* 1986.
- WERNER, W.: Mit gezielter Bodenbearbeitung die Ernährung der Pflanzen optimieren. *Integrierter Pflanzenbau* 3/1988. *Schriftenreihe d. Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau*, Rhein. Landwirtsch. Verl., Bonn 1988.

(Manuskript eingelangt am 21. Jänner 1991, angenommen am 17. Juli 1991)

Anschrift des Verfassers:

Dr. habil. Erich KREUZ, Kastanienweg 19, Postfach 374, D-O-4351 Bernburg