

SCHRIFTENREIHE DER BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT

214 H

SR 45

Auswirkungen eines begrenzten  
Einsatzes von Stickstoff und Fungiziden

*Effects of limited use  
of nitrogen and fungicides*

von

Dipl.-Ing.Dr.Hubert PFINGSTNER

Wien 1986



Zugangsdatum	24.4.87
Erwerbsart	G
Zugangsnummer	28508
Preis	
Signatur	214 H

ISBN 3 - 7040 - 0882 - 6

---

Eigentümer, Herausgeber und Druck: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, 1133 Wien 13, Schweizertalstraße 36. Verlag: Österreichischer Agrarverlag, 1014 Wien 1, Bankgasse 1-3.

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	9
1 EINLEITUNG	11
1.1 Problemstellung	11
1.2 Durchführung	12
2 WIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	14
2.1 Entwicklung der Preise	14
2.2 Entwicklung des Handelsdüngereinsatzes	16
2.3 Entwicklung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes	20
2.4 Produktivitätsentwicklung	22
3 PRODUKTIONSTHEORETISCHE GRUNDLAGEN	25
3.1 Theoretische Grundlagen des Produktionsmittel- einsatzes	25
3.2 Beziehungen zwischen Ertrag und Produktionsmittel- einsatz	26
3.2.1 Einfluß von Düngemitteln auf den Ertrag	26
3.2.2 Pflanzenschutzmittel	29
3.3 Zur Ermittlung der optimalen Aufwandsintensität	33
3.3.1 Getreide	33
3.3.2 Zuckerrüben	38
4 EINZELBETRIEBLICHE BEURTEILUNG EINES BEGRENZTEN HANDELS- DÜNGER- UND PFLANZENSCHUTZMITTELEINSATZES	40
4.1 Instrumente zur Begrenzung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes	40
4.1.1 Besteuerung	41
4.1.2 Kontingentierung	41

4.2 Auswirkungen von Besteuerung und Kontingentierung in einem Ackerbaubetrieb	42
4.2.1 Bei konstanter Produktionsstruktur	42
4.2.1.1 Besteuerung von Produktionsmitteln	43
4.2.1.1.1 Stickstoff	43
4.2.1.1.2 Fungizide	45
4.2.1.2 Stickstoffkontingentierung	47
4.2.2 Anpassung an Besteuerung durch Veränderung der Produktionsstruktur	49
4.2.2.1 Stickstoff	49
4.2.2.1.1 Veränderung der Produktions- struktur durch Aufnahme der Ackerbohne in die Frucht- folge	49
4.2.2.1.2 Veränderung der Produktions- struktur durch Aufnahme der Viehhaltung	52
4.3 Auswirkungen von Besteuerung und Kontingentierung in einem Ackerbau-Grünlandbetrieb	54
4.3.1 Bei konstanter Produktionsstruktur	55
4.3.1.1 Besteuerung von Produktionsmitteln	55
4.3.1.1.1 Stickstoff	55
4.3.1.1.2 Fungizide	57
4.3.1.2 Stickstoffkontingentierung	57
4.3.2 Anpassung an Besteuerung durch bessere Aus- nutzung des Wirtschaftsdüngers	60
4.4 Vergleich der Auswirkungen verschiedener Umwelt- instrumente	62

5 SELBSTHILFEMASSNAHMEN DER LANDWIRTE ZUR BEGRENZUNG DES HANDELSDÜNGER- UND PFLANZENSCHUTZMITTELEINSATZES	65
5.1 Verbesserung von Fruchtfolge und Bodengesundheit	66
5.2 Gezielter Einsatz von Dünger und Pflanzenschutz- mitteln	69
5.3 Alternativer Landbau	74
6 GESAMTWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE	77
7 ZUSAMMENFASSUNG	80
SUMMARY	85
8 LITERATURVERZEICHNIS	90

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab.Nr.		Seite
1	Entwicklung der Preis-Indizes landwirtschaftlicher Betriebseinnahmen bzw. Betriebsmittel 1977-1983	14
2	Reinnährstoffaufwand Österreichs je Hektar düngungswürdiger Fläche	16
3	Reinnährstoffaufwand in den Bundesländern je Hektar düngungswürdiger Fläche 1982/83	17
4	Reinnährstoffaufwand je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche im internationalen Vergleich	18
5	Entwicklung des Aufwandes an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in verschiedenen Betriebssystemen	21
6	Einflußfaktoren auf die Ertragswirkung der Stickstoff-Düngung	26
6A	Durchschnittliche Nährstoffleistung bei verschiedenen Versuchsfrüchten in den einzelnen Düngungsstufen	28
7	Ökonomische Größen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes	30
8	Grenzwinn bzw. -verlust bei unterschiedlicher Stickstoff-Düngung zu Weizen	35
9	Grenzwinn bzw. -verlust bei unterschiedlicher Stickstoff-Düngung zu Zuckerrüben	39
10	Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)	44
11	Auswirkungen einer Fungizidsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)	46
12	Auswirkungen einer Stickstoffkontingentierung auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)	48

Tab.Nr.	Seite
13	Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei Änderung der Produktionsstruktur mit Ackerbohne) 51
14	Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei Änderung der Produktionsstruktur mit Mastschweinen und Ackerbohnen) 53
15	Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur) 56
16	Auswirkungen einer Fungizidsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur) 58
17	Auswirkungen einer Stickstoffkontingentierung auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur) 59
18	Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei besserer Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers) 61
19	Vergleich der Auswirkungen verschiedener Umweltinstrumente (bei konstanter Produktionsstruktur) 63
20	Winterweizenertrag in Abhängigkeit vom Getreide- und Winterweizenanteil an der Ackerfläche 67
21	Veränderung der C- und N-Gehalte in Krümmenböden sowie Erträge in einem 70jährigen Mais-Monokultur-Fruchtfolgeversuch (Morrow-Plot-Soils) in Illinois 68
22	Durchschnittliche Ertragsleistung der Unkrautbekämpfung und Anteil unwirtschaftlicher Herbizidmaßnahmen 70
23	Bekämpfungsschwellen von Ackerfuchsschwanz und dikotylen Unkräutern in Winterweizen zum Zeitpunkt der Frühjahrsbehandlung 71
24	Einsparungen an Kosten und Energie durch integrierten Pflanzenschutz in Apfelanlagen der Westschweiz 71

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb.Nr.		Seite
1	Handelsdüngerbelieferung Österreichs 1976-1983	15
2	Reinnährstoffeinsatz je ha düngungswürdiger Fläche und Entwicklung der Preis- Indizes für Handelsdünger (1970=100)	19
3	Hektarerträge 1963-1983	23
4	Produktionsfunktion für Weizen (Standort 1)	34
5	Produktionsfunktion für Weizen (Standort 2)	34
6	Auswirkungen eines unterschiedlichen Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf die optimale spezielle Intensität bei Weizen	37
7	Produktionsfunktion für Zuckerrüben	38



## Vorwort

In den letzten Jahren wurden die Möglichkeiten eines verringerten Einsatzes ertragssteigernder Betriebsmittel zunehmend in die agrarpolitische Diskussion einbezogen. Die steigende Produktivität in der Pflanzenproduktion und die Überschüsse auf den Agrarmärkten werden entscheidend vom Einsatz ertragssteigernder Betriebsmittel beeinflusst. Von einem verringerten Einsatz dieser Betriebsmittel, insbesondere von Stickstoff und Fungiziden, erwartet man sich einerseits einen teilweisen Abbau der Überschüsse bzw. eine Entlastung bei der Exportfinanzierung und andererseits eine Minderung der ökologischen Probleme.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß preispolitische Maßnahmen in einer modernen, wissenschaftlich fundierten und zumeist hochspezialisierten Landwirtschaft eines Industriestaates wie Österreich kaum mehr einen Einfluß auf die Ertragshöhe und auf das Produktionsprogramm des einzelnen Betriebes haben. Ein Produktionsmittel ist in einer bestimmten Höhe einzusetzen, unabhängig vom Preis, bis zur "Bruchstelle", d.h. Einstellung der Produktion überhaupt. Eine ungünstigere Preis-Kosten-Relation führt letztendlich kurzfristig zur Verschlechterung der landwirtschaftlichen Einkommen und langfristig, gemeinsam mit anderen Faktoren, zu weiteren Innovationen und steigender Produktion.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit den Auswirkungen eines begrenzten Einsatzes von Stickstoff und Fungiziden auf das Einkommen, die Produktion, das Düngungsniveau sowie auf die Betriebsorganisation von Ackerbau- und Ackerbau-Grünlandwirtschaften. Stickstoff und Fungizide üben in Kombination einen besonders starken Einfluß auf die Ertragsbildung aus.

Zu dieser Untersuchung war umfangreiches Datenmaterial erforderlich. Dazu wurden Versuchsergebnisse verschiedener Institutionen, wie der *Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalten Wien und Linz*, *Chemie Linz*, *Österreichische Düngerberatungsstelle (ÖDB)* ausgewertet, wofür ihnen an dieser Stelle besonders gedankt sei. Weiters wurde Datenmaterial aus diversen Datenkatalogen verwendet.

Wien, im Dezember 1986

*Dipl.-Ing. Hans Alfons*



## 1 EINLEITUNG

Die Landwirtschaft kann ihre Funktionen in der Volkswirtschaft langfristig nur dann erfüllen, wenn die Güterproduktion im Einzelbetrieb auf größtmögliche Nachhaltigkeit ausgerichtet ist. Bei der Produktion und dem Produktionsmitteleinsatz sind daher neben den ökonomischen auch die biologischen, ökologischen und gesellschaftspolitischen Aspekte zu berücksichtigen.

### 1.1 Problemstellung

Die gestiegenen und voraussichtlich weiterhin steigenden Hektarerträge in der Pflanzenproduktion haben zwar eine Senkung der Produktionskosten gebracht, aber eine entsprechende Belastung der Märkte und hohe Exportkosten verursacht. Diese starken Ertragssteigerungen wurden vor allem durch den zunehmenden Einsatz des biologisch-, mechanisch- und organisatorisch-technischen Fortschrittes in der Pflanzenproduktion erreicht, z.B. durch bessere Sorten, moderne Anbautechniken und höheren Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Ein zu intensiver bzw. ungezielter Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln kann aber zu negativen Auswirkungen auf Pflanzen oder Grundwasser und somit auch auf Tier und Mensch führen.

Die Diskussion über negative ökologische Auswirkungen bezieht sich vor allem auf den Einsatz von Stickstoff und bestimmten Pflanzenschutzmitteln. Begrenzt vorhandene Rohstoffe zur Herstellung dieser Produktionsmittel stellen ein weiteres Problem dar: Verknappungen bei Rohstoffen führen in der Regel zu starken Preissteigerungen der Betriebsmittel, die sich in Zukunft noch verstärken können. Ein wirtschaftlicher und umweltgerechter Einsatz der Betriebsmittel und Produktionsfaktoren (Arbeit, Boden, Maschinen und Gebäude) ist daher volkswirtschaftlich und einzelbetrieblich besonders wichtig.

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, die Auswirkungen eines begrenzten Einsatzes von Stickstoff und Fungiziden auf Einkommen und Betriebsorganisation von Ackerbau- und Ackerbau-Grünländbetrieben zu bestimmen. Stickstoff und Fungizide haben in Kombination einen besonders starken Einfluß auf die Ertragsbildung: Die vorliegende Arbeit beschränkt sich daher auf diese beiden Produktionsmittel.

*Kling und Steinhauser* führen dazu aus (23a): "Neben Wachstumsregulatoren erlauben somit auch systematisch wirkende Fungizide die wirtschaftlich sinnvolle Ausschöpfung von Ertragsreser-

ven im Getreidebau durch Erhöhung der Stickstoffgaben. .... Durch Verbot bzw. Verteuerung des Einsatzes dieser Pflanzenbehandlungsmittel läßt sich indirekt die Höhe der Stickstoffgaben reduzieren. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Pflanzenbestände bei einer abnehmenden Pflanzenschutzintensität nur mehr geringe N-Mengen wirtschaftlich sinnvoll verwerten können. .... Zwischen Stickstoffdüngung und Fungizideinsatz besteht eine wechselseitige Abhängigkeit. Je umfangreicher die Bekämpfung von Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten erfolgt, desto höher ist meist die Stickstoffgabe. Diese Beziehung gilt auch in umgekehrter Reihenfolge."

Ebenso sollen die volkswirtschaftlichen Auswirkungen nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Von den Steuerungsinstrumenten zur Begrenzung des Betriebsmitteleinsatzes werden zwei Möglichkeiten behandelt, nämlich die Verteuerung der Betriebsmittel (z.B. durch Besteuerung) und die Kontingentierung, deren Einsatz wiederum höhere Produktionskosten bewirken kann.

## 1.2 Durchführung

Zur Beantwortung dieser Fragen war umfangreiches Datenmaterial erforderlich. Dazu wurden die Versuchsergebnisse verschiedener Institutionen (Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalten Wien und Linz, Chemie Linz, Österreichische Düngerberatungsstelle) ausgewertet sowie Datenmaterial aus diversen Datenkatalogen verwendet. Eine Zusammenarbeit erfolgte weiters mit der Bundesanstalt für Pflanzenschutz.

Ausgangspunkt der Untersuchung ist eine Darstellung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Produktionsmitteleinsatz. Es ist die Frage zu klären, wie sich der Produktionsmitteleinsatz, die Preise und die Produktivität in der österreichischen Pflanzenproduktion entwickelt haben. - Anschließend folgt eine Darstellung der produktionstheoretischen Grundlagen; dabei stehen die Problematik der Ermittlung von Produktionsfunktionen und die Beziehungen zwischen Ertrag und Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz im Vordergrund. Es folgen Berechnungen über die optimale Aufwandsintensität bei Getreide und Zuckerrüben.

Ein weiterer Abschnitt behandelt die einzelbetrieblichen Auswirkungen eines begrenzten Stickstoff- und Fungizideinsatzes. Zuerst werden verschiedene Instrumente zur Reduzierung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes erörtert. Im Vordergrund stehen dabei die Besteuerung und die Kontingentie-

rung von Produktionsmitteln. Die einzelbetriebliche Beurteilung dieser beiden Instrumente erfolgt anhand der Darstellung eines Ackerbau- und eines Ackerbau-Grünlandbetriebes mit unterschiedlichen Ertrags-Aufwands-Beziehungen. Dabei werden die Auswirkungen auf das Einkommen und die Betriebsorganisation bei konstanter Produktionsstruktur untersucht. In einem weiteren Schritt wird gezeigt, welche Reaktionsmöglichkeiten die Landwirte auf diese Begrenzungen haben, um die Einkommensverluste zu minimieren. Nach der Kalkulation der Modellbetriebe werden die einzelnen Ergebnisse verglichen.

Ein weiterer Abschnitt beschäftigt sich mit den Selbsthilfemaßnahmen des Landwirtes in Zusammenarbeit mit Beratung und Wissenschaft zur Reduzierung des Produktionsmitteleinsatzes. Es wird dargestellt, welche Auswirkungen sich durch eine Verbesserung der Fruchtfolge und einen gezielten Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz ergeben; dabei hat der integrierte Pflanzenschutz eine besondere Bedeutung. Weiters wird untersucht, welche Möglichkeiten und Probleme eine Umstellung auf den alternativen Landbau mit sich bringt.

Den Abschluß bildet die Behandlung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines begrenzten Stickstoffeinsatzes: Insbesondere ist die Frage zu klären, welchen Einfluß eine Besteuerung bzw. Kontingentierung auf die Stickstoffnachfrage und die pflanzliche Produktion hat.

## 2 WIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

### 2.1 Entwicklung der Preise

Wie Tabelle 1 zeigt, erhöhten sich die Getreidepreise von 1976-1983 um ca. 14 %, das entspricht einer jährlichen Zuwachsrate von ca. 2 %. Der Kartoffelpreis ist durch einen starken Preisverfall gekennzeichnet, das kommt im Rückgang der Kartoffelanbaufläche zum Ausdruck, der aber unter anderem auch durch eine ebenso starke Abnahme der Kartoffelverfütterung bedingt ist. Der Zuckerrübenpreis verzeichnet seit dem Jahr 1976 hingegen einen relativ starken Preisanstieg; die durchschnittliche jährliche Preissteigerung beträgt ca. 8 %.

TABELLE 1: Entwicklung der Preis-Indizes landwirtschaftlicher Betriebseinnahmen bzw. Betriebsmittel 1976-1983

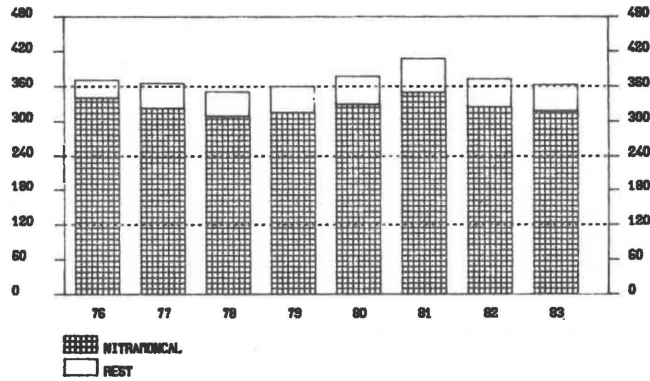
Jahr	Pflanzliche Erzeugnisse			Betriebsmittel		
	Getreide	Kartoffeln	Zuckerrüben	Handelsdünger	Pflanzenschutzmittel	Betriebsmittel insg.
	(1976=100)					
1977	102,8	70,6	123,4	99,7	95,0	105,2
1978	104,4	43,5	135,2	102,5	96,7	107,3
1979	106,0	44,3	141,8	104,2	87,8	108,6
1980	107,8	47,3	133,1	110,7	85,3	116,6
1981	110,9	61,5	127,1	130,1	87,1	128,3
1982	114,5	47,9	145,8	142,7	92,9	132,1
1983	113,6	58,9	166,4	135,2	95,5	137,1

Die Preise für Düngemittel erhöhten sich seit dem Jahr 1976 in einem ähnlichen Ausmaß wie die Betriebsmittelpreise insgesamt, wobei es in den Jahren 1981 und 1982 beträchtliche Preissteigerungen für Düngemittel gab. Verteuert haben sich vor allem Stickstoff und Phosphat. Im Jahr 1983 kam es jedoch wieder zu einer Preissenkung. Die durchschnittliche Preissteigerung für Handelsdünger betrug jährlich ca. 4,6 %. Ein wesentlicher Grund für die Erhöhung der Handelsdüngerpreise ist die beträchtliche Erhöhung der Energiepreise, da die Produktion von Düngemitteln relativ stark vom Energieeinsatz abhängt.

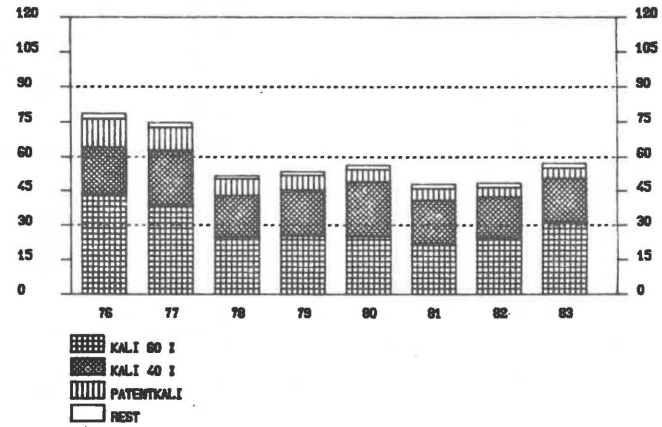
Die Pflanzenschutzmittelpreise verzeichneten sogar einen leichten Rückgang.

Abb. 1: Handelsdüngerbelieferung Österreichs 1976-1983

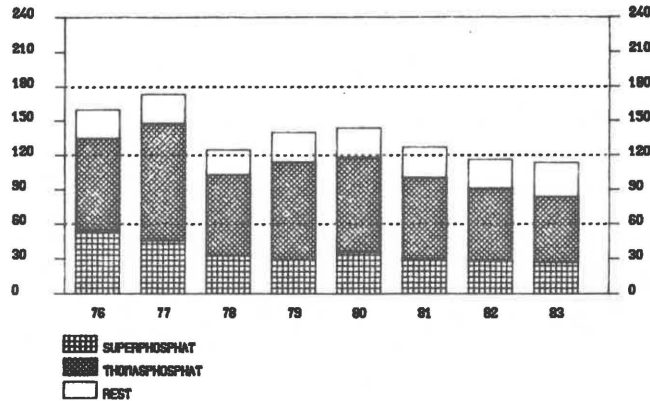
STICKSTOFFDÜNGER: 1.000 TONNEN



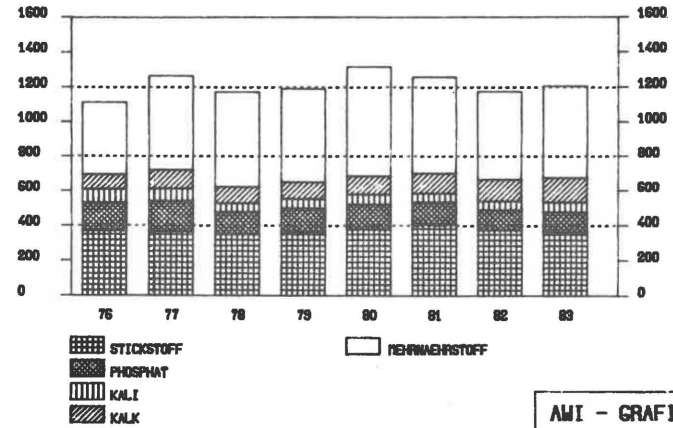
KALIDÜNGER: 1.000 TONNEN



PHOSPHATDÜNGER: 1.000 TONNEN



DÜNGER INSG.: 1.000 TONNEN



AMI - GRAFIK

## 2.2 Entwicklung des Handelsdüngereinsatzes

Die Belieferung der österreichischen Landwirtschaft mit Stickstoffdüngern veränderte sich von 1976-1983 nur wenig (siehe Abb.1), wobei der größte Anteil auf Nitramoncal entfiel. Der Phosphat-Einzeldüngereinsatz verringerte sich ständig; hier nimmt das Thomasphosphat eine dominierende Stellung ein. Eine Abnahme erfolgte auch bei den Kalidüngern; der Anteil von Kali 60 ist am größten, an zweiter Stelle steht Kali 40. Die Handelsdüngerbelieferung insgesamt blieb von 1976-1983 nahezu unverändert, wobei die Mehrnährstoffdünger schon fast die Hälfte der gesamten Düngerbelieferung umfassen.

TABELLE 2: Reinnährstoffaufwand Österreichs je Hektar düngungswürdiger\* Fläche

Wirt- schafts- jahr	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
	kg/ha			
1962/63	22,8	37,5	36,8	97,1
1963/64	24,2	45,3	46,9	116,4
1964/65	28,0	46,5	52,5	125,3
1965/66	32,4	47,1	50,2	129,7
1966/67	33,0	46,3	52,3	131,6
1967/68	36,2	50,4	59,1	145,7
1968/69	42,3	44,1	52,0	138,4
1969/70	45,5	53,0	62,0	160,5
1970/71	46,1	45,0	58,5	149,6
1971/72	51,1	50,1	60,3	161,5
1972/73	49,8	46,2	56,0	152,0
1973/74	49,1	45,7	59,3	154,1
1974/75	46,5	32,2	46,6	125,3
1975/76	45,2	28,4	42,8	116,4
1976/77	53,7	33,5	52,0	139,2
1977/78	53,1	36,7	55,1	144,9
1978/79	56,9	35,9	53,1	145,9
1979/80	58,7	37,3	54,1	150,3
1980/81	60,2	37,4	55,9	153,5
1981/82	60,9	34,9	52,7	148,5
1982/83	55,1	31,4	46,4	132,9

Quelle: Österreichische Düngerberatungsstelle (ÖDB)

\* Die düngungswürdige Fläche ist die landwirtschaftliche Nutzfläche abzüglich Alpweiden, Bergmäher, Hutweiden, Streuwiesen sowie nicht mehr genutztem Acker- und Grünland.



Die Tabelle 2 zeigt die Veränderung der Düngungsintensität in Österreich. Es kommt zum Ausdruck, daß der Stickstoffverbrauch bis zum Wirtschaftsjahr 1971/72 kontinuierlich anstieg, danach kam es infolge der starken Preissteigerung einige Jahre zu einem leichten Rückgang des Verbrauches. Ab dem Wirtschaftsjahr 1976/77 stieg der Verbrauch wieder und erreichte 1981/82 seinen bisher höchsten Wert, die starke Preissteigerung zu Beginn der achtziger Jahre verursacht abermals einen Rückgang der Düngungsintensität.

Die durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten stiegen bis 1971/72 am stärksten, von 1976/77 bis 1981/82 kam es zu einem nochmaligen, aber geringeren Anstieg der Zuwachsraten. - Die Steigerung des Stickstoffverbrauches drückt sich auch im Nährstoffverhältnis aus. 1960/61 betrug das N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O-Verhältnis 1:2:1,8. Dieses Verhältnis hat sich 1982/83 auf 1:0,6:0,8 verengt.

Die regionalen Unterschiede im Stickstoffverbrauch sind in Tabelle 3 dargestellt. Über dem Bundesdurchschnitt liegen die Länder Niederösterreich/Wien, das Burgenland und Oberösterreich mit Werten von 56-72 kg N/ha. Wesentlich niedrigere Werte ergeben sich für alle anderen Bundesländer, insbesondere für Tirol mit 15,8 kg N/ha. In Niederösterreich kommt auf 1 Hektar ein 4,5mal so hoher N-Verbrauch wie in Tirol.

TABELLE 3: Reinnährstoffaufwand in den Bundesländern je Hektar düngungswürdiger\* Fläche, 1982/83

	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	CaO
	kg/ha				
Niederösterreich und Wien	72,3	41,5	67,1	180,9	22,8
Burgenland	65,9	33,8	57,8	157,5	13,8
Oberösterreich	55,6	29,8	40,4	125,8	42,7
Salzburg	28,9	14,3	10,2	53,4	7,6
Steiermark	37,9	23,9	33,1	94,9	44,8
Kärnten	33,2	23,7	23,8	80,7	16,9
Tirol	15,8	8,6	7,8	32,2	8,2
Vorarlberg	25,1	16,1	12,4	53,6	4,9
Österreich	55,1	31,4	46,4	132,9	28,1

Quelle: ÖDB

\* S. Tabelle 2

Die Ursachen für diese Unterschiede liegen in der Kulturartenverteilung: Niederösterreich und das Burgenland verfügen über einen wesentlich höheren Ackerlandanteil, daher wird auf diese Ackerflächen wesentlich mehr Stickstoff aufgebracht als in den westlich gelegenen Grünlandbetrieben. Außerdem fallen in viehstarken Grünlandbetrieben hohe Gülle- und Stallmistmengen an, die den Handelsdüngerverbrauch beträchtlich senken.

TABELLE 4: Reinnährstoffaufwand je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche im internationalen Vergleich

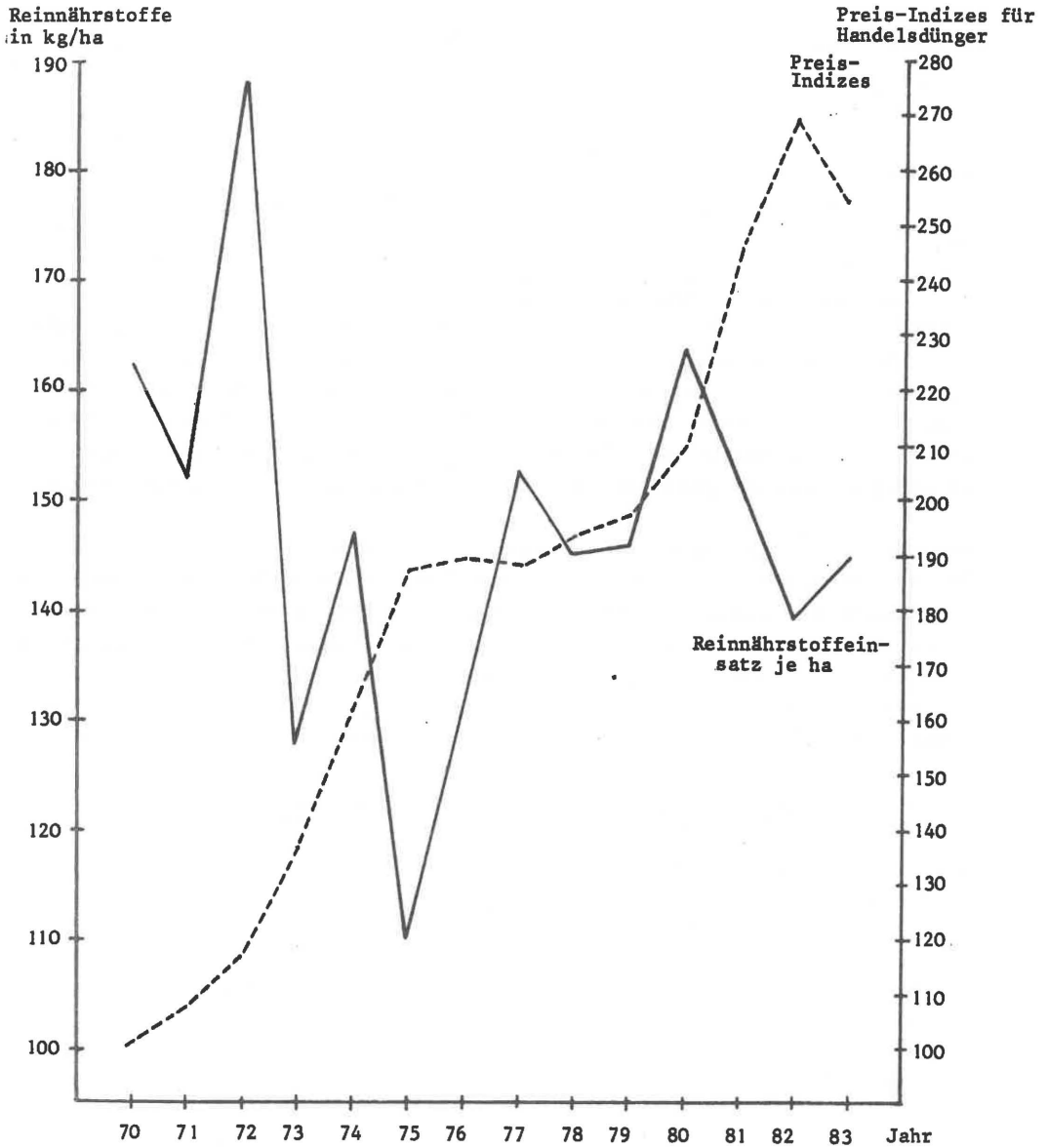
Rein- nährstoff	BRD	DDR u. Berlin (Ost)	Bel- gien/ Luxem- burg	Frank- reich	Ita- lien	Nie- der- lande	Öster- reich	CH	GB und Nord- irland	
	kg/ha									
Stickstoff	1950/51	26	.	43	11	8	71	8	7	17
	1980/81	127	120	122	68	58	239	44	33	67
Phosphat	1950/51	30	.	44	15	15	51	13	29	34
	1980/81	68	62	65	56	42	41	27	23	22
Kali	1950/51	47	.	83	14	1	66	8	16	18
	1980/81	93	79	90	54	21	56	40	34	22

Quelle: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO fertilizer yearbook, verschiedene Jahrgänge.  
Wirtschaft und Statistik 11/83

Im internationalen Vergleich liegt Österreichs Stickstoffaufwand je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche im Schlußfeld der ausgewählten europäischen Länder, vergleichbar mit der Schweiz und Italien. Wesentlich höhere Stickstoffaufwendungen/ha erreichen die Niederlande, die BRD, Belgien und die DDR.

Der Phosphataufwand/ha erreichte in Österreich im Wirtschaftsjahr 1969/70 seinen höchsten Wert mit 53,0 kg/ha (s. Tab.2); seit 1974/75 pendelt er zwischen 28 und 37 kg/ha. Auch hier zeigt sich ein Rückgang des Aufwandes nach den Preissprüngen zu Beginn der siebziger- und achtziger Jahre. Auch beim Phosphataufwand liegt Österreich im Schlußfeld der ausgewählten europäischen Länder, jedoch sind hier die Differenzen nicht so kraß wie beim Stickstoff. Hinsichtlich der regionalen Vertei-

Abb.2: Reinnährstoffeinsatz je ha düngungswürdiger Fläche und Entwicklung der Preis-Indizes für Handelsdünger (1970=100)



lung in Österreich ergibt sich eine ähnliche Situation wie beim Stickstoff, nur liegt hier Oberösterreich mit seinem Wert unter dem Bundesdurchschnitt.

Bei Kali ergab sich ebenso wie bei Phosphat bis 1971/72 eine Steigerung des Aufwandes, ab 1974/75 bewegte sich der Kaliumaufwand zwischen 43 und 56 kg. Die Beziehung zwischen Düngerpreis und Düngerabsatz kommt auch bei Kali zum Ausdruck. Auch beim Kaliverbrauch liegt Österreich im Schlußfeld der ausgewählten europäischen Länder (Tabelle 4). Regional gesehen ergeben sich kaum Unterschiede zu Phosphat.

Der gesamte Reinnährstoffaufwand (ohne Kalk) erreichte den höchsten Wert im Wirtschaftsjahr 1971/72 mit 161,5 kg. In Tabelle 2 und Abbildung 2 zeigt sich ganz deutlich die Abhängigkeit des Düngerabsatzes von der Entwicklung der Düngerpreise. Infolge der massiven Preissteigerungen in den Jahren 1973/74 und 1981/82 kam es zu einer beträchtlichen Verminderung der Düngungsintensität. Weitere Gründe für die Abnahme des Handelsdüngereinsatzes sind sicher auch der gezieltere Einsatz durch mehr Bodenuntersuchungen, die bessere Nutzung des wirtschaftseigenen Düngers und die inzwischen erfolgte relativ gute Versorgung der Böden mit Nährstoffen (Aufdüngung).

Die international gesehen relativ bescheidene Düngungsintensität in Österreich soll nicht darüber hinwegtäuschen, daß es vor allem in agrarischen Intensivgebieten bzw. in Wassereinzugsgebieten trotzdem zu Überdüngungen kommen kann. Besonders hervorzuheben sind hier die Regionen und Betriebe mit Intensivtierhaltung, wo das Verhältnis zwischen Viehbesatz und landwirtschaftlicher Nutzfläche nicht mehr im Einklang steht.

### 2.3 Entwicklung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes

Über den Pflanzenschutzmittelverbrauch gibt es wenig aufschlußreiche Statistiken in Österreich. Im Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft für das Jahr 1983 sind Ausgaben für Pflanzenschutzmittel von 870 Mill.S angeführt. Im Jahr 1982 betragen diese Ausgaben 865 Mill.S (1981: 840 Mill.S). Nach einer Statistik des Österreichischen Statistischen Zentralamts betrug der Pflanzenschutzmittelaufwand 1980 insgesamt 4.340 t; davon waren 51 % Herbizide, 39 % Fungizide, 8 % Insektizide und der Rest andere Mittel. Laut einer anderen Statistik des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (für das Jahr 1979) entfielen vom Pflanzenschutzmittelverbrauch 41 % auf Herbizide, 47 % auf Fungizide, 9 %

auf Insektizide und der Rest auf andere Pflanzenschutzmittel. Rückläufig ist der Verbrauch an Insektiziden, insbesondere der an chlorierten Kohlenwasserstoffen.

TABELLE 5: Entwicklung des Aufwandes an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in verschiedenen Betriebssystemen

Jahr	Ackerbaubetriebe		Grünlandbetriebe	
	Nordöstliches Flach- und Hügelland		Alpenvorland	
	Dünge- mittel	Pflanzen- schutzmittel	Dünge- mittel	Pflanzen- schutzmittel
	S/ha RLN			
1976	1.755	396	968	70
1977	1.850	379	939	75
1978	1.731	402	940	79
1979	1.758	369	1.138	80
1980	1.871	404	1.230	72
1981	2.102	506	1.288	92
1982	2.314	568	1.461	83
1983	2.344	594	1.497	119

Quelle: Die Buchführungsergebnisse aus der österr. Landwirtschaft. LBG. Verschiedene Jahrgänge.

Die Tabelle 5 zeigt, daß die monetären Aufwendungen für Düngemittel in Ackerbaubetrieben von 1976-1983 um 33 % gestiegen sind. Berücksichtigt man jedoch die Entwicklung der Preisindizes in diesem Zeitraum, kommt klar zum Ausdruck, daß diese Erhöhung des Düngemittelaufwandes nur auf Preissteigerungen zurückzuführen war.

Der Pflanzenschutzmittelaufwand erhöhte sich in diesem Zeitraum um 50 %. Da die Preisindizes seit 1976 sogar um einige Prozentpunkte gefallen sind, bedeutet dies eine beträchtliche mengenmäßige Erhöhung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.

Die Düngemittelaufwendungen in den Grünlandbetrieben zeigen einen ähnlich starken Anstieg wie in den Ackerbaubetrieben, allerdings ist das Niveau erheblich niedriger. Dies erklärt sich aus dem höheren Anteil der Wirtschaftsdünger durch die

Viehhaltung. In allen anderen Produktionsgebieten mit Grünlandbetrieben liegen die Aufwendungen für Dünge- und Pflanzenschutzmittel wesentlich darunter; die Aufwendungen für Pflanzenschutzmittel spielen hier kaum eine Rolle.

Gerade in Gebieten mit einseitigen Fruchtfolgen bzw. Monokulturen kann es einerseits zu vermehrtem Auftreten von Pflanzenkrankheiten und andererseits zu einer erhöhten Resistenz der Schädlinge kommen. Daraus resultiert ein überproportional starker Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit den bekannten problematischen Folgen für die Umwelt. Der integrierte Landbau könnte hier eine Alternative darstellen.

#### 2.4 Produktivitätsentwicklung

Die Abbildung 2 zeigt die Ertragsentwicklung einiger Feldfrüchte von 1963-1983. Verfolgt man die Trendlinien, so sind durchwegs beachtliche Ertragssteigerungen zu erkennen. Die Hektarerträge erhöhten sich von 1963-1983 bei Weizen um 64 %, bei Roggen um 59 %, bei Gerste um 48 %, bei Hafer um 57 %, bei Körnermais um 86 %, bei Kartoffeln um 23 %, bei Zuckerrüben um 31 % und bei Wein um 44 %. Aus den angeführten Relativzahlen geht hervor, daß der Getreidebau und der Körnermaishaus die größten Zuwachsraten hatten. Am geringsten waren die Zuwachsraten bei Kartoffeln und Zuckerrüben. Die durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten pro Hektar betragen

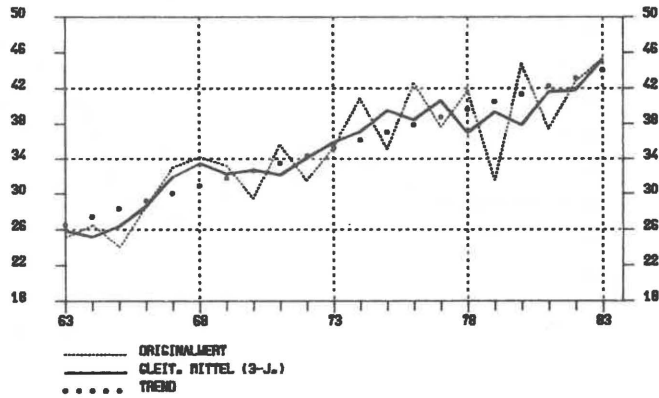
für Weizen	83 kg/ha
Roggen	65 kg/ha
Gerste	63 kg/ha
Hafer	62 kg/ha
Körnermais	177 kg/ha
Kartoffel	246 kg/ha
Zuckerrübe	619 kg/ha
Wein	102 l/ha

Diese beachtlichen Ertragssteigerungen ließen sich nur durch den verstärkten Einsatz von ertragssteigernden Produktionsmitteln erreichen. So erhöhte sich von 1963-1983 zum Beispiel der Reinstickstoffaufwand/ha um 142 % (siehe Tabelle 2).

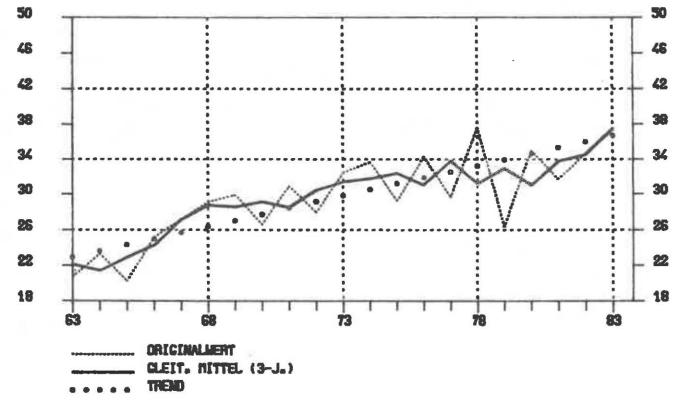
Mit Hilfe verbesserter Produktionstechniken, ertragsstarker Sorten und ertragssteigernder Produktionsmittel wie Handelsdünger und Pflanzenschutzmittel konnte die Produktionsintensität erheblich gesteigert werden. Dadurch kam es auch zu einer anfangs noch erwünschten Ausweitung der Produktionsleistung, die sich aber heute zunehmend zu einem Absatzproblem entwickelt.

Abb.3: Hektarerträge 1963-1983

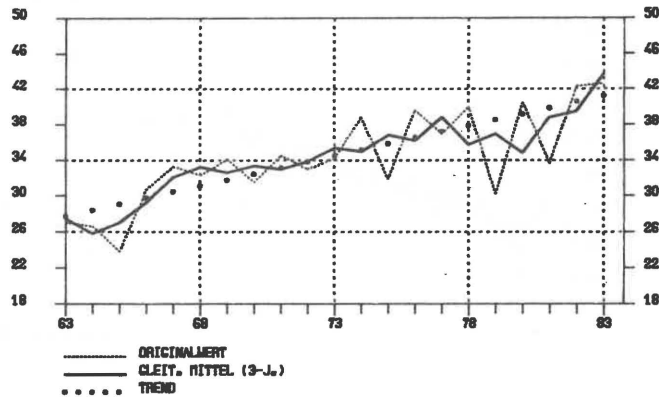
WEIZEN: DT/HA



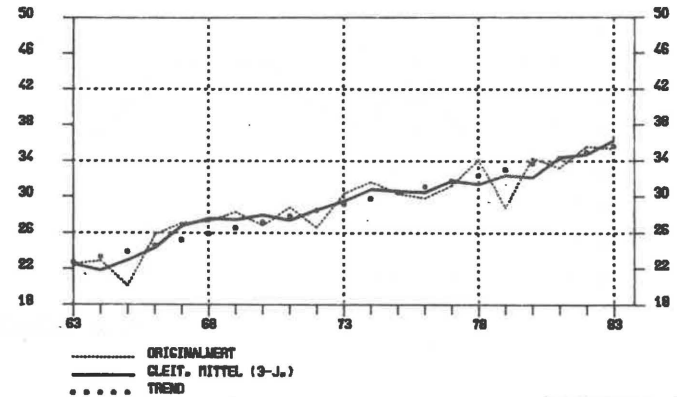
ROGGEN: DT/HA



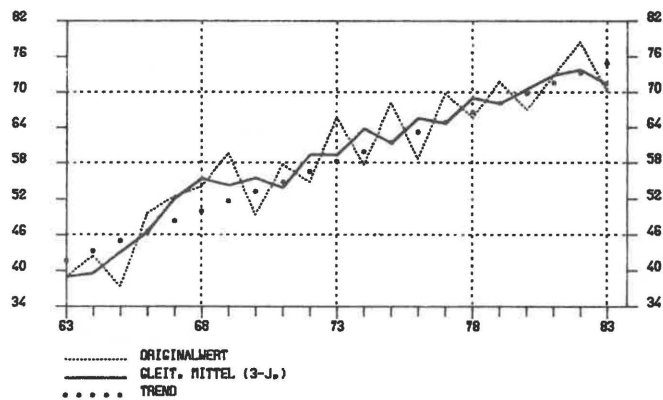
GERSTE: DT/HA



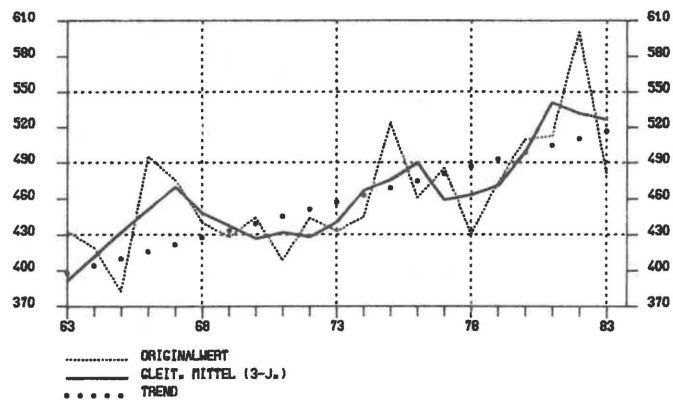
HAFER: DT/HA



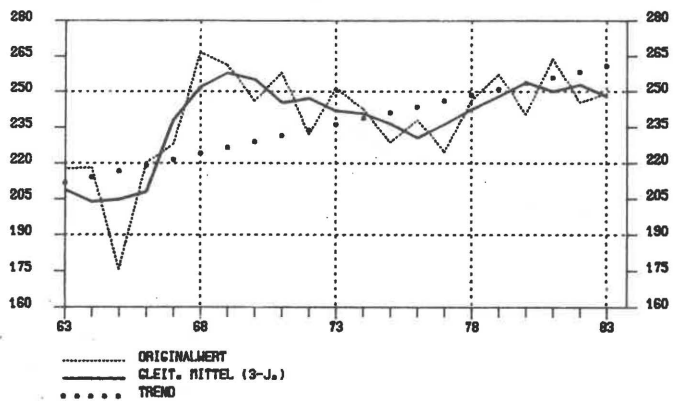
KOERNERMAIS: DT/HA



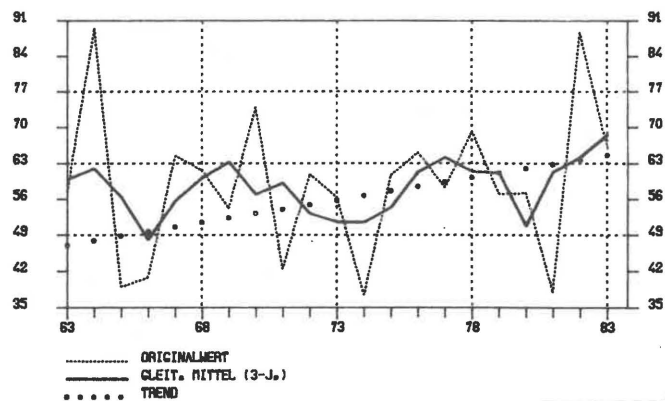
ZUCKERRUEBEN: DT/HA



KARTOFFEL: DT/HA



WEIN: HL/HA





### 3 PRODUKTIONSTHEORETISCHE GRUNDLAGEN

#### 3.1 Theoretische Grundlagen des Produktionsmitteleinsatzes

Ein landwirtschaftlicher Betrieb verfügt über eine Vielzahl von Produktionsmitteln (Güter, Dienste, Rechte), die er je nach Art und Umfang der Produktion in unterschiedlichem Umfang und Mengenverhältnis einsetzt. Für den Betriebsleiter besteht nun das Problem darin, ausgehend von der vorhandenen Produktionsmittelausstattung des Betriebes diejenige Betriebsorganisation zu finden, durch welche die höchstmögliche Befriedigung der subjektiven ökonomischen und außerökonomischen Zielsetzungen erreicht wird (33). Damit das Gesamtoptimum eines Betriebes erreicht wird, müssen folgende drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

- Die optimale Aufwandsintensität (Verhältnis von Aufwand zu Ertrag),
- die optimale Zusammensetzung des Aufwandes (Minimalkostenkombination),
- die optimale Produktionsrichtung (Kombination der Betriebszweige bzw. Produktionsverfahren).

Die Beziehungen zwischen der eingesetzten Menge an Produktionsfaktoren und der ausgestoßenen Menge an Produkten lassen sich mit Hilfe einer Produktionsfunktion darstellen. Es besteht eine funktionale Beziehung bzw. mathematische Abhängigkeit zwischen Produktions- und Faktoreinsatzmenge. Die Produktionsfunktion gibt nur die in physischen Einheiten gemessene technische Relation zwischen dem Input und dem Output wieder. Sie liefert wichtige Grunddaten für ökonomische Betrachtungen (33).

Die Ermittlung der Produktionsfunktion kann mit Hilfe verschiedener Funktionsformen erfolgen, wie z.B. der Mitscherlich- oder der quadratischen Funktion. In der vorliegenden Untersuchung kommt die quadratische Funktion zum Einsatz, denn sie bietet den Vorteil, daß ihre erste Ableitung linear und daher der Schnittpunkt zwischen Grenzertrag und Grenzkosten leicht zu bestimmen ist:

$$y = a + bx - cx^2$$

y = Ertrag, dt/ha

x = Reinstickstoff kg/ha

b, c = Regressionskoeffizienten

a = Konstante der Regressionsgleichung

Die Koeffizienten der Gleichung wurden mit Hilfe der Regressionsrechnung geschätzt.

### 3.2 Beziehungen zwischen Ertrag und Produktionsmitteleinsatz

#### 3.2.1 Einfluß von Düngemitteln auf den Ertrag

Die optimale Aufwandsintensität ist vom Verlauf der Produktionsfunktion (Ertragsfunktion) für einzelne Produktionsverfahren und von der Faktor-Produkt-Preis-Relation abhängig. Es lohnt sich, so lang ertragssteigernde Produktionsmittel einzusetzen, wie der Grenzertrag größer ist als die Grenzkosten. Wenn Grenzertrag und Grenzkosten gleich groß sind, ist die optimale spezielle Intensität erreicht.

Der Verlauf der Produktionsfunktion hängt in der Wirtschaftswirklichkeit von einer Vielzahl von Einflußfaktoren ab. In Tabelle 6 sind zum Beispiel die wesentlichen Einflußfaktoren auf die Ertragswirkung der Stickstoffdüngung dargestellt.

TABELLE 6: Einflußfaktoren auf die Ertragswirkung der Stickstoff-Düngung

<u>Grunddüngung</u>	<u>Stickstoffmineralisation</u> <u>während der Vegetationsperiode</u>
Phosphat	N-Vorrat im Boden
Kali	N-Bindungsform
Kalk	Witterung (Temperatur, Niederschläge)
<u>Stickstoffdüngung</u>	Bodenaktivität
N-Menge	<u>Pflanzenbestand</u>
N-Form	Pflanzenzahl je m <sup>2</sup>
Terminierung der Gaben	Sorte
Verteilung der Gaben	Unkrautbesatz
<u>Bodenbürtiges N-Angebot</u> <u>im Frühjahr</u>	Krankheitsbefall
Vorfrucht	Schädlingsbefall
N-Düngung zur Vorfrucht	Witterung
Bodenart	
Krumentiefe	
Organische Düngung	
Winterwitterung	

Quelle: Kling, A. u. H. Steinhauser (24)

Einen weiteren Einfluß auf den Ertrag haben das Klima, die Pflanzenzüchtung, der Pflanzenschutz, die Mechanisierung, die Form der Bodennutzung, die Agrarstruktur, die Preise der Produkte und Produktionsmittel und der Bildungsstand des Betriebsleiters.

Eine Produktionsfunktion, die alle Einflußfaktoren berücksichtigt, wäre mathematisch kaum noch zu handhaben und würde die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten nicht mehr so klar erkennen lassen.

Die große Bedeutung des Stickstoffs für das Pflanzenwachstum und die Ertragsbildung ist in zahlreichen Untersuchungen und Publikationen betont worden. So schreibt um die Mitte des 19. Jahrhunderts *Schultz-Lupitz*:

"Wenn man von Wasser absieht, dann ist gerade der Stickstoff der gewaltigste Motor in den Prozessen der Entwicklung, des Wachstums und der Schöpfung der Natur ... Seine Quelle dem Menschen dienstbar zu machen, ... das ist das Geheimnis des Wohlstandes." (zit. *Schmitt*, 1960).

Erst die Entwicklung der Verfahren nach *Franck-Caro* und *Haber-Bosch* zur technischen Bindung des Luftstickstoffs um die Jahrhundertwende ermöglichte den Durchbruch der modernen Düngewirtschaft. Die Erhöhung und Sicherung der Erträge wurde neben anderen produktionstechnischen Veränderungen - wesentlich von der steigenden Stickstoffdüngung beeinflusst.

*Mraczek* (26a) untersuchte die Auswirkungen langjähriger Düngungsmaßnahmen im Rahmen eines Dauerversuches: Es wurde ein Stickstoffsteigerungsversuch gemacht, der die Düngungsstufen PK, N<sub>1</sub>PK, N<sub>2</sub>PK und N<sub>3</sub>PK dem ungedüngten Zustand gegenüberstellt.

Die Stickstoffdüngung bewirkte bei allen Versuchsfrüchten deutliche Mehrerträge, wobei bei den Ergebnissen das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs deutlich zum Ausdruck kommt (nach *Mitscherlich*). Der Ertragsanstieg erfolgt nicht allein durch den Stickstoff, da er auch eine durch Stickstoff induzierte PK-Wirkung beinhaltet. Sie ist wesentlich geringer und ohne N-Düngung unterbewertet. Bei Mais, Sommergetreide sowie Wurzel-, Blatt- und Knollenfrüchten ist die Ertragswirkung besser als bei Wintergetreide.

TABELLE 6A: Durchschnittliche Nährstoffleistung bei verschiedenen Versuchsfrüchten in den einzelnen Düngungsstufen (in Getreideeinheiten)

Versuchs- frucht	Mehrertrag durch 1 kg PK gegenüber ungedüngt in GE*	Mehrertrag durch 1 kg N gegenüber PK in GE*		
		N <sub>1</sub> PK	N <sub>2</sub> PK	N <sub>3</sub> PK
Winterweizen	0,2	21,2	17,0	14,9
Winterroggen	0,0	29,1	24,7	20,5
Sommergerste	2,6	23,9	17,0	14,9
Hafer	1,6	33,5	24,6	18,2
Zuckerrübe	3,5	37,6	34,6	34,2
Kartoffel	7,0	17,1	18,7	19,8
Mais	2,5	12,0	10,7	8,9
Wintergerste	0,9	38,2	26,8	20,1
Rotklee	4,3	-	-	-

\* GE = Getreideeinheit (Zuckerrübe 0,25 GE, Kartoffel 0,20 GE, Winterweizen 1,0 GE)

Quelle: *Mraczek* (26a)

Nach *Köchrl* (24a) ergeben sich aufgrund eines Düngungsversuches Reingewinne (ausgedrückt in Erntegutmengen) bei Phosphat von 1 bis 3 dt Getreide, 19 dt Kartoffeln oder 58 bis 108 dt Rüben pro ha und Jahr gegenüber einer steten Nulldüngung. Bei Kali betragen die Reingewinne 0 bis 1,1 dt Getreide, 24 dt Kartoffeln und 50 bis 83 dt Rüben.

Weiters konnte *Köchrl* bei Untersuchungen mit Zuckerrüben nachweisen, daß die Wirkung von Kali auf den Ertrag einen geringeren Einfluß hat als die Phosphat-Düngewirkung. Sowohl durch Phosphat als auch durch Kali wird die Zuckerbildung positiv beeinflusst, während das bei Stickstoff nur bis zu einer bestimmten Düngungsintensität der Fall ist. Die Zuckerrübe verwertet Phosphat und Kali wesentlich besser.

Außerdem ergeben sich enge wechselseitige Beziehungen zwischen Stickstoff und Phosphat, vor allem in Verbindung mit Wasser (Regen). Ähnlich enge Beziehungen von Kali zu den übrigen Faktoren konnten statistisch nicht abgesichert werden. Beziehungen in der Düngewirkung zwischen Phosphat und Kali bestehen nicht (*Köchrl*).

Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher vor allem auf den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Produktionsfunktion, da Stickstoff als ertragssteigerndes Produktionsmittel eine zentrale Rolle spielt.

*Mitscherlich* hat erkannt, daß durch Überdüngungen Ertragsdepressionen auftreten können: Eine Steigerung der Phosphor- und Kalimengen bewirkt nach Überschreiten des Höchstertes nur eine relativ geringe Ertragsdepression, während bei Stickstoff eine Düngung über das Ertragsmaximum hinaus zu einem relativ starken Ertragsabfall führt (30). Phosphor und Kali können im Boden zum Teil gespeichert werden.

Nach *Debruck* beträgt der Anteil der Düngung an der Ertragssteigerung ca. 60 % und der Züchtungsfortschritt ca. 30 %, der Rest entfällt auf Bodenbearbeitung, Anbautechnik und Pflanzenschutz. Nach Meinung des Autors wird sich der Düngungsanteil in Zukunft verringern und die Bedeutung des züchterischen Fortschrittes, des Pflanzenschutzes, der Anbautechnik und der Bodenbearbeitung zunehmen.

### 3.2.2 Pflanzenschutzmittel

Die Pflanzenschutzmittel können in ihrer Einsatzmenge kaum variiert werden, sondern es geht um die Entscheidung, ob Maßnahmen durchgeführt werden oder nicht. Pflanzenschutzbehandlungen sind in erster Linie ertragssichernde Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, durch Bekämpfung von Unkräutern, Schädlingen und Krankheiten gesunde Pflanzenbestände zu erzielen.

Zur optimalen Gestaltung der Pflanzenschutzmaßnahmen müssen folgende Teilfragen gelöst werden (28):

- Die optimale Mittel- und Verfahrenswahl,
- die optimale Aufwandsmenge der Mittel,
- die optimale Terminierung der Maßnahmen und die Anwendungshäufigkeit.

Um die Pflanzenschutzmaßnahmen ökonomisch beurteilen zu können, müssen ihre Kosten und die Leistungen bekannt sein. - In Tabelle 7 ist dargestellt, welche ökonomischen Größen zur Beurteilung von Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen erforderlich sind. Da vor allem bei Pflanzenschutzmaßnahmen nur ein Teil der Daten verfügbar ist, müssen sich die Berechnungen auf die wichtigsten Größen beschränken. Es müssen auch die Kosten und Wirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht beurteilt werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich nur auf die einzelbetriebliche Beurteilung.

TABELLE 7: Ökonomische Größen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes

	Leistungskomponenten	Kostenkomponenten
	Düngemittel	
unmittelbare Wirkungen	Quantitative Steigerung des Ertrages, qualitative Steigerung des Ertrages (z.B. Korngröße, Eiweißgehalt, Zuckergehalt)	Düngemittelkosten, Arbeits- und Maschinenkosten für die Ausbringung, qualitative Minderung des Ertrages
mittelbare Wirkungen		Zusätzliche Kosten für Ernte, Transport, Trocknung, Sortierung, Lagerung und Aufbereitung der höheren Erntemenge. Zusätzliche Kosten für Ernteschwernisse z.B. bei Lagergetreide
Folgewirkungen		Verluste bei Folgefrüchten, z.B. Untersaaten
	Pflanzenschutzmittel	
unmittelbare Wirkungen	Quantitative Steigerung des Ertrages, qualitative Steigerung des Ertrages (z.B. Korngröße, Eiweißgehalt, Zuckergehalt), quantitative und qualitative Sicherung des Ertrages (Verringerung der Ertragsvarianz)	Pflanzenschutzmittelkosten, Arbeits- und Maschinenkosten für die Ausbringung
mittelbare Wirkungen	Kostenersparnis durch Verminderung der Lohn- und Maschinenkosten für Ernte, Trocknung, Sortierung und Aufbereitung; Verminderung des Schwunds während der Lagerzeit; Kostenersparnis durch Ersatz von Handarbeit; Steigerung der Leistung des Gesamtbetriebes durch hohe Anbauanteile leistungsstarker Früchte	Zusätzliche Kosten für Ernte, Transport, Sortierung, Lagerung und Aufbereitung der höheren Erntemenge bei erfolgreicher Bekämpfung, Kosten der Schäden, die durch die Bekämpfungsmaßnahme entstehen
Folgewirkungen	Senkung der Empfindlichkeit der Pflanze gegenüber anderen Schaderregern; Senkung der Schadenswahrscheinlichkeit in den folgenden Jahren und in nachfolgenden Kulturen	Bekämpfungskosten, die an den Folgekulturen notwendig sind, weil die Hauptkultur behandelt wurde

Quelle: Heitefuß, R.: Pflanzenschutz; Grundlagen der praktischen Phytomedizin, Stuttgart 1975

Steffen, G. u. E.B.Berg: Einfluß von Begrenzungen beim Einsatz von Umweltchemikalien auf den Gewinn landwirtschaftlicher Unternehmen. Materialien zur Umweltforschung. Hrsg. vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1977.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmaßnahmen sind ökonomisch nur vertretbar, wenn sie langfristig die Erträge sichern bzw. steigern, die Qualität der Produkte erhöhen, die Arbeit erleichtern und die Kosten der Ernte senken. Sobald die zusätzlichen Erträge die zusätzlichen Aufwendungen übertreffen, kann die Pflanzenschutzmaßnahme positiv beurteilt werden. Zu dieser Beurteilung eignet sich besonders das Konzept der Schadens- und Bekämpfungsschwellen, falls die dafür erforderlichen Daten vorhanden sind. - Die wirtschaftliche Schadensschwelle ist als diejenige Populationsdichte definiert, deren Überschreitung wirtschaftliche Schäden zur Folge hätte bzw. sie gibt die Befallsstärke an, die gerade noch zu tolerieren ist. Als Bekämpfungsschwelle wird dagegen die Populationsdichte bezeichnet, bei der eine Bekämpfungsmaßnahme eingeleitet werden soll, um das Erreichen der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu verhindern (36). Eine etwas genauere Definition bezeichnet die Bekämpfungsschwelle als diejenige Befallsstärke, die bei einem zu erwartenden Befallsverlauf nach einer mittleren Inkubationszeit das Erreichen der wirtschaftlichen Schadensschwelle wahrscheinlich macht (28).

Die Bekämpfungsschwellen können z.B. nach folgender Formel errechnet werden (28):

$$\text{Bekämpfungsschwelle} = \frac{\text{Bekämpfungskosten (K)}}{\left( \text{Eb}_1 \frac{1}{100} P + b_2 E_k + \dots + \text{Eb}_n P_f \right) e}$$

E = Normalertrag dt/ha

b<sub>1</sub> = Regressionskoeffizient Befall zu Kornertrag in % von E

b<sub>2</sub> = z.B. Regressionskoeffizient Befall zu Kornfeuchte in % von E

b<sub>n</sub>P<sub>f</sub> = weitere Wirkungen der Unkrautbekämpfung

P = Preis des Produktes

K = Trocknungskosten S/dt je % Feuchtigkeitsentzug

e = Bekämpfungserfolg (100 % = 1)

Für die Ermittlung der Bekämpfungsschwellen ergeben sich nicht ökonomische, sondern vor allem Probleme bei der Datenermittlung. Die Betriebsleiter und diverse Institutionen müßten entsprechende Datenaufzeichnungen über Befall, klimatologische Daten und Erträge machen. Außerdem sollten die Betriebsleiter in detaillierter Form verschiedene Pflanzenschutzmaßnahmen (Aufwandsmenge, Mittelwahl, Terminierung usw.) festhalten. Erst aufgrund dieser Daten könnte ein effizientes Auswertungssystem erarbeitet werden, das zu folgenden Ergebnissen führt (40):

- Befallsstatistik,
- Verlustschätzungen bzw. Befalls-Verlust-Relationen,
- Effizienzkontrolle ökonomisch erfolgreicher Bekämpfungsverfahren.

Darauf aufbauend könnten nach Gebieten differenziert entsprechende Pflanzenschutzempfehlungen gegeben werden.

Derzeit sind die Daten für eine Ermittlung der Bekämpfungsschwellen in den meisten Fällen noch nicht ausreichend verfügbar. Hier ergeben sich für die Zukunft viele Ansatzpunkte für eine enge Zusammenarbeit zwischen Landwirten, Beratern und Wissenschaftlern, wobei insbesondere der Datenerfassung und Datenauswertung besonderes Gewicht zukommt. Hier könnte auch das BTX-System eine wertvolle Hilfestellung geben.

Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel kann bei unsachgemäßer Verwendung negative Auswirkungen haben, z.B.:

- Möglichkeit der Umweltbelastung,
- Problem unzulässiger Rückstände in den Ernteprodukten,
- Auftreten resistenter Schädlinge, Krankheitserreger und Unkräuter,
- schnellere Aufeinanderfolge von Massenvermehrungen von Schadorganismen.

Die mit dem Einsatz chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen verbundenen ökologischen Risiken sollten vermindert werden, andererseits kann man die ökonomischen Erfordernisse nicht vernachlässigen. Eine Möglichkeit, diese beiden Ziele zu vereinen, bietet sich in Form des integrierten Pflanzenschutzes an.

I n t e g r i e r t e r P f l a n z e n s c h u t z bedeutet, alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden anzuwenden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewusste Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht (= Definition der "Internationalen Organisation für Biologische Schädlingsbekämpfung" und der FAO). Der integrierte Pflanzenschutz ist keine Alternative zur chemischen Bekämpfung, sondern muß diese in einem ökologisch vertretbaren und wirtschaftlich sinnvollen Ausmaß einbeziehen.

Wesentliche Aspekte des integrierten Pflanzenschutzes sind (18):



- Natürliche Begrenzungsfaktoren einschließlich klima- und standortbedingter Einflüsse (z.B. Marienkäfer, Florfliegen, Schwebfliegen, die Blattläuse vertilgen),
- widerstandsfähige Kulturpflanzen,
- wirtschaftliche Schadensschwellen,
- Warndienst einschließlich Prognose (Vorhersage des Auftretens von Schadorganismen),
- nützlingsschonende und selektiv wirkende Pflanzenschutzmittel,
- Auswahl der miteinander zu verknüpfenden Abwehrverfahren, wie Kulturmaßnahmen, physikalische, biotechnische und biologische Methoden sowie Einsatz chemischer Mittel.

Der integrierte Pflanzenschutz stellt ein zukunftsweisendes System des modernen Landbaues dar, weil er versucht, ökonomische und ökologische Erfordernisse miteinander in Einklang zu bringen. Auch für dieses System stehen derzeit noch wenig Daten zur Verfügung, sodaß weitergehende ökonomische Analysen noch nicht möglich sind.

### 3.3 Zur Ermittlung der optimalen Aufwandsintensität

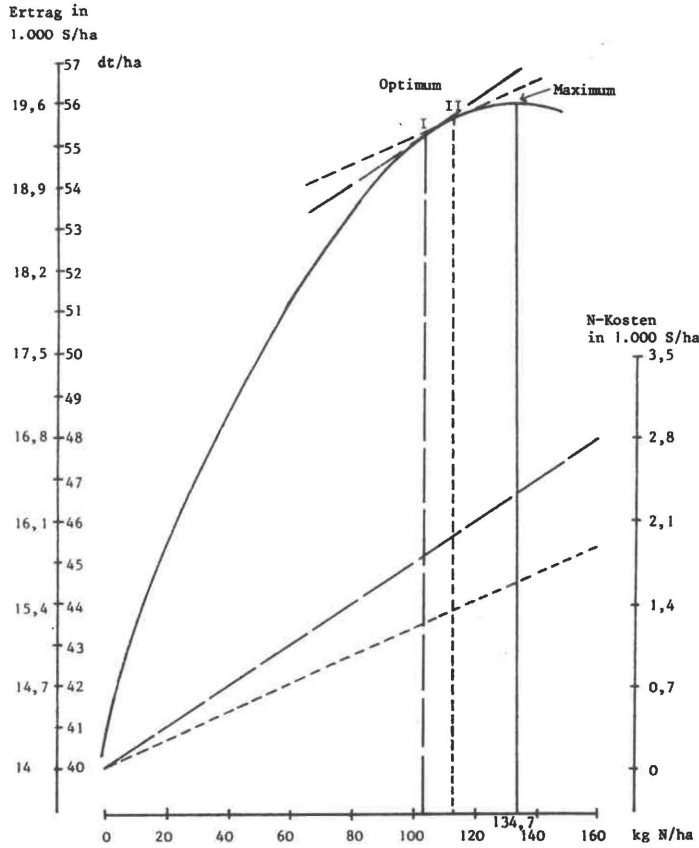
Um für den Gesamtbetrieb ein optimales Ergebnis zu erzielen, ist die Ermittlung der optimalen Aufwandsintensität (= Teiloptimum) von entscheidender Bedeutung. Eine isolierte Berechnung der optimalen Aufwandsintensität ohne Bezug auf den Gesamtbetrieb ist nur dann sinnvoll, wenn dadurch keine Auswirkungen auf die Betriebsorganisation (Anbauverhältnis) entstehen.

Für die ökonomische Beurteilung der mineralischen Stickstoffdüngung ist die Ermittlung einer Funktion erforderlich, welche die Veränderung des Ertrages in Abhängigkeit von der eingesetzten Stickstoffmenge angibt. Dies erfolgt mit Hilfe der Produktionsfunktionen; die anschließende Grenznutzenrechnung gibt Auskunft über die Höhe der Grenzgewinne bzw. -verluste.

#### 3.3.1 Getreide

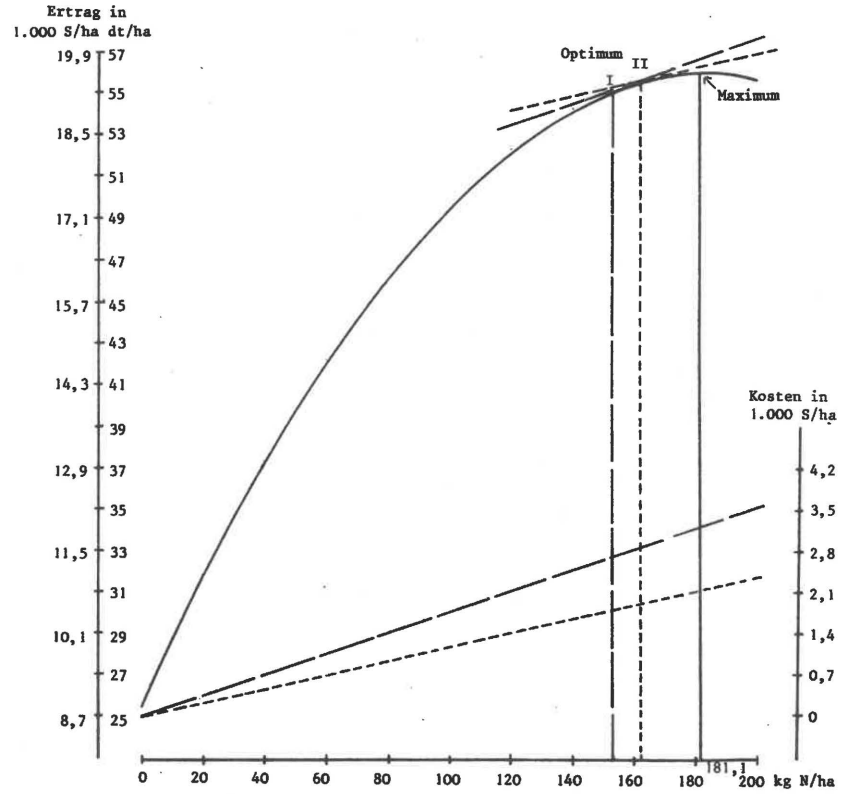
Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Produktionsfunktionen für Weizen auf zwei unterschiedlichen Standorten. Beim Standort 1 handelt es sich um den wesentlich besseren Standort, da hier die Ertragskurve erst bei ca. 40 dt/ha beginnt, während sie bei Standort 2 schon bei ca. 25 dt/ha anfängt. Der maximale Ertrag liegt auf Standort 1 bei 56,2 dt/ha, dazu sind 134,7 kg Reinstickstoff erforderlich; auf Standort 2 liegt der Maximalertrag bei 55,9 dt/ha, wozu 181,1 kg Reinstickstoff benötigt

Abb.4: Produktionsfunktion für Weizen  
(Standort 1)



Optimale N-Düngung bei einem N-Preis von 18 S/kg (I)  
12 S/kg (II)

Abb.5: Produktionsfunktion für Weizen  
(Standort 2)



Optimale Düngung bei einem N-Preis von 18 S/kg (I)  
12 S/kg (II)

werden. Für den Standort 2 ist eine wesentlich höhere Stickstoffgabe erforderlich, um auf einen ähnlich hohen Weizenertrag zu kommen wie auf Standort 1.

Für ein wirtschaftlich optimales Ergebnis ist jedoch nicht der Maximalertrag, sondern der Optimalertrag entscheidend. Das Ertragsoptimum liegt bei einem Stickstoffpreis von 12 S/kg auf Standort 1 bei 55,9 dt/ha mit einem Stickstoffaufwand von 115,1 kg/ha, auf Standort 2 bei 55,6 dt/ha und einem Stickstoffaufwand von 162,6 kg/ha. Bei den derzeitigen Preis-Kosten-Verhältnissen unterscheiden sich die Maximalerträge von den wirtschaftlichen Optimalerträgen nur geringfügig.

Die Tabelle 8 zeigt die wirtschaftlichen Auswirkungen einer nicht optimalen Stickstoffdüngung: Der Landwirt orientiert sich am Maximalertrag und nicht am Optimalertrag. Der Grenzgewinn des Optimums gegenüber dem Maximum beträgt 181 S/ha auf Standort 1 und 128 S/ha auf Standort 2. Es erscheint daher richtig, daß sich der Landwirt bei der Stickstoffdüngung zu Weizen an den nachhaltig erzielbaren Erträgen für den jeweiligen Standort orientiert. Ähnliche Aussagen ergeben sich auch für andere Fruchtarten. Falls sich die Preis-Kosten-Relationen nicht gravierend ändern, liegen allerdings die optimalen Erträge relativ nahe an den maximalen Erträgen.

TABELLE 8: Grenzgewinn bzw. -verlust bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung zu Weizen

	Einheit	N-Düngung in kg/ha Standort 1				N-Düngung in kg/ha Standort 2		
		80	100	111,8*	134,7**	140	159,5*	181,1**
Ertrag	dt/ha	53,6	55,2	55,8	56,2	54,4	55,5	56,0
Preis	S/dt	350	350	350	350	350	350	350
Rohrertrag	S/ha	18.760	19.320	19.530	19.670	19.040	19.425	19.600
N-Düngungskosten***	S/ha	1.120	1.400	1.565	1.886	1.960	2.233	2.535
N-Düngungskostenfreier Rohrertrag	S/ha	17.640	17.920	17.965	17.784	17.080	17.192	17.065
Grenzgewinn bzw. -verlust (-)	S/ha	280	45	-181		112	-127	

\* Optimum

\*\* Maximum

\*\*\* Preis je kg N: 14 S

Die Auswirkungen einer Stickstoffverteuerung auf den optimalen Stickstoffeinsatz im Getreidebau sind nicht sehr groß. Eine Erhöhung der Stickstoffpreise (z.B. durch Besteuerung) um 10 % bewirkt einen Rückgang des Stickstoffeinsatzes um ca. 1,2-2,0 %, um den optimalen Ertrag zu erzielen. Der Optimalertrag sinkt dadurch um ca. 0,16-0,3 % (siehe Abb.4 und 5).

Versucht man nun, auch Phosphor und Kali in die Berechnung der optimalen Düngungsmengen und Erträge einzubeziehen, dann ist ein kombinierter N-P-K-Preis zu ermitteln. Phosphor und Kali werden dem Stickstoff, dem Entzugsverhältnis bei z.B. Weizen entsprechend (1:0,5:0,9), zugerechnet. Zu dieser Vorgangsweise trifft *K.Egloff* folgende Feststellung: "Da der Ertrag in erster Linie von der Stickstoff-Düngung abhängig ist, erscheint eine solche rechnerische Koppelung der Phosphor- und Kali-Düngung an die Stickstoff-Düngung zulässig und sinnvoll."

Kostet nun 1 kg Stickstoff 14 S, 1 kg Phosphor 15,2 S und 1 kg Kali 5,8 S, dann betragen die Kosten eine dem Entzug von Weizen entsprechende N-P-K-Düngung, berechnet auf ein kg Stickstoff = 26,8 S - bei Berücksichtigung höherer Düngerpreise durch die Düngerabgabe (Bodenschutzabgabe = 3,5 S/kg N, 2 S/kg P, 1 S/kg K) 1 kg N = 32,2 S (=N-P-K-Preis).

N-Preis	Optimaler Ertrag (Weizen)	Optimale N-Düngung
14	55,5	160
26,8	54,5	142
17,5	55,3	155
32,2	53,8	134

Die Unterschiede bei Ertrag und Aufwand zwischen einem N-Preis von 14 S/kg und dem kombinierten N-P-K-Preis von 26,8 S/kg sind nicht gravierend. Es kommt zu einer Ertragsminderung von ca. 1,8 % (=1 dt/ha) und einem sinkenden N-Einsatz von 18 kg/ha (11 %). Bei den höheren N-Preisen (17,5 S bzw. 32,2 S/kg) betragen die Unterschiede beim optimalen Ertrag 1,5 dt (2,7 %) und beim optimalen N-Einsatz 21 kg/ha (13,5 %).

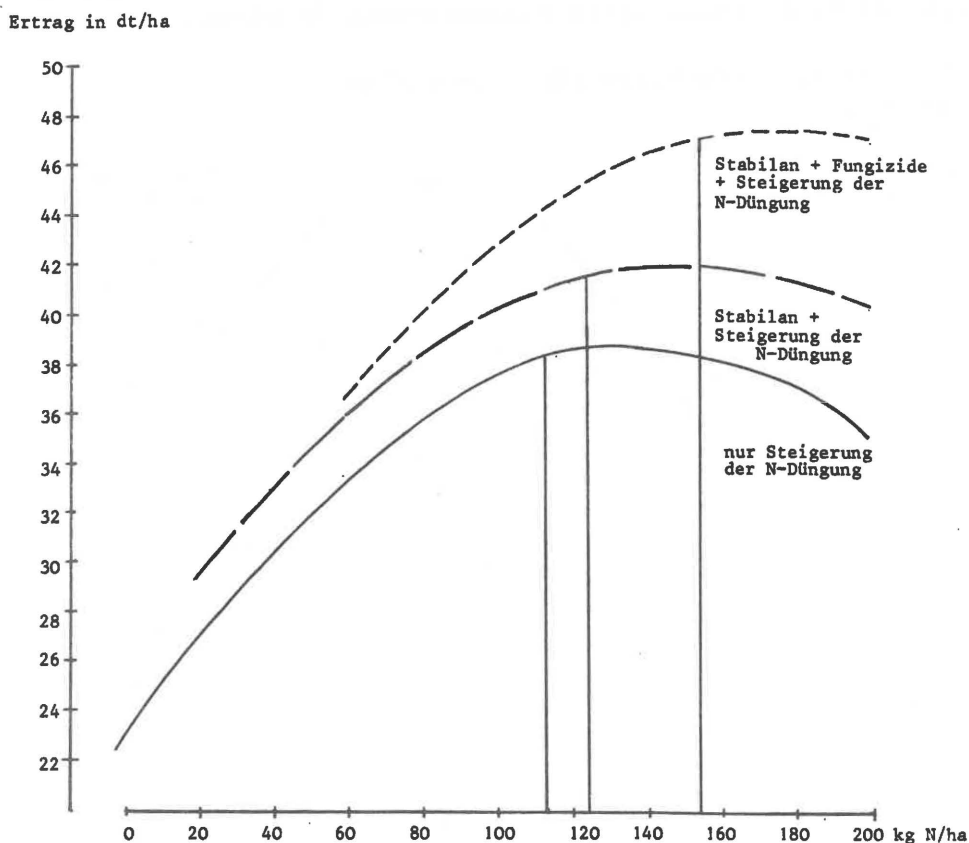
Wird der N-Preis von 14 auf 17,5 S/kg erhöht, so sinkt der optimale Ertrag nur um 0,2 dt/ha (0,4 %) und der N-Einsatz um 5 kg/ha (3 %). - Rechnet man nun mit dem kombinierten N-P-K-

Preis und unterstellt die angenommenen Preiserhöhungen für Dünger (3,5 S/kg N, 2 S/kg P, 1 S/kg K), dann sinkt der optimale Ertrag um 1,2 % (0,7 dt/ha) und der optimale N-P-K-Einsatz um 6 % (8 kg/ha).

Steigt der Getreidepreis, so erhöht sich die optimale Stickstoffmenge und die Differenz zwischen Optimal- und Maximalertrag wird geringer. Entgegengesetzt wirkt eine Senkung des Getreidepreises. Die Auswirkungen auf Optimalertrag und optimale Stickstoffdüngung sind jedoch relativ gering.

In Abbildung 6 sind die Auswirkungen eines unterschiedlichen Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes dargestellt. Fungizide, Wachstumsregulatoren und Insektizide zählen zu den Pflanzenschutzmitteln, die nicht substituierbar sind und mit denen man im Zusammenhang mit einer höheren Stickstoffdüngung bessere Erträge erzielen kann. Herbizide können zumindest bei einigen Kulturen (z.B. Zuckerrüben) durch eine mechanische Unkrautbekämpfung ersetzt werden.

Abb.6: Auswirkungen eines unterschiedlichen Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf die optimale spezielle Intensität bei Weizen



Die Stickstoffmenge kann kontinuierlich verändert werden, während dies bei Pflanzenschutzmitteln nicht der Fall ist. Durch eine Steigerung bzw. Reduzierung der vom Hersteller angegebenen Menge ist meist keine zusätzliche Ertragssteigerung erzielbar bzw. besteht die Gefahr, daß die Wirkung überhaupt in Frage gestellt wird. Durch den sachgemäßen Einsatz von Stablan und Fungiziden in Verbindung mit einer erhöhten Stickstoffdüngung kann der Ertrag deutlich gesteigert werden, wie Abbildung 6 zeigt. Die Pflanzenschutzmittel üben eine ertragsunterstützende Wirkung aus und es wird dadurch die optimale spezielle Intensität beträchtlich verbessert.

### 3.3.2 Zuckerrüben

Der funktionale Zusammenhang zwischen Ertrag und Stickstoffaufwand ist in Abbildung 7 dargestellt. Es geht daraus auch hervor, daß die Stickstoffdüngermenge für den optimalen bereinigten Zuckerertrag unter der des optimalen Rübenertes liegt, denn bei steigender Stickstoffdüngung erhöht sich der Gehalt an stickstoffhaltigen Nichtzuckerstoffen in den Rüben (=  $\alpha$ -Amino-N), sodaß sich dadurch die Zuckerausbeute verringert. Außerdem vermindert sich der Zuckerrübenpreis bei geringerem Zuckergehalt. Der Landwirt muß daher bei der Stickstoffdüngung zu Zuckerrüben diese Zusammenhänge beachten.

Abb.7: Produktionsfunktion für Zuckerrüben

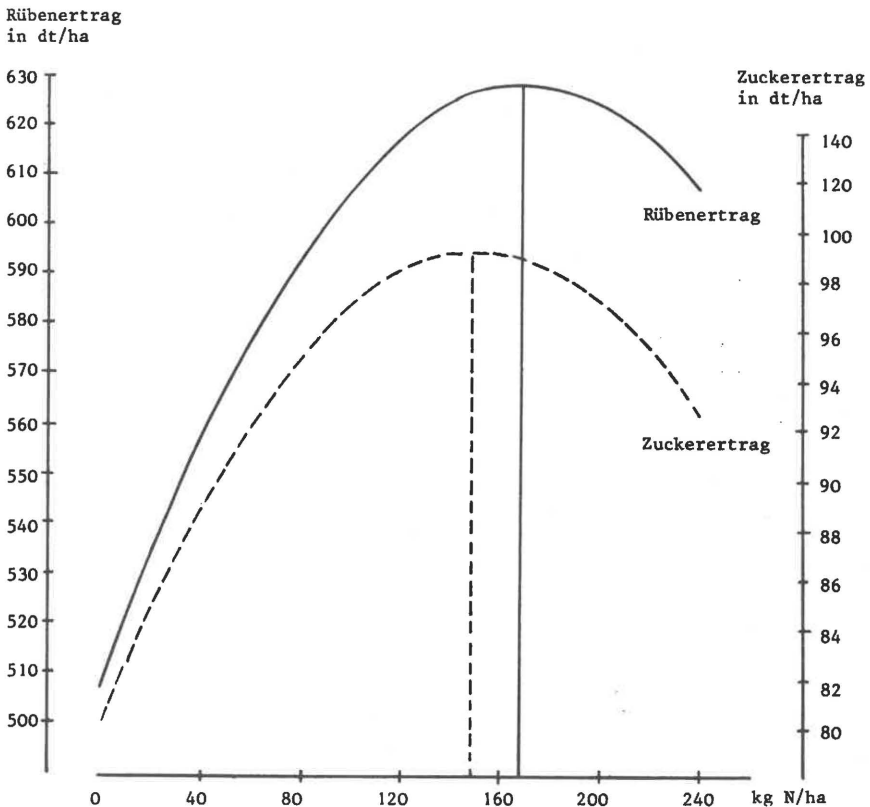


TABELLE 9: Grenzgewinn bzw. -verlust bei unterschiedlicher Stickstoff-Düngung zu Zuckerrüben

	Einheit	N-Düngung in kg/ha			
		120	144*	170**	200
Ertrag	dt/ha	618,5	626,1	628,9	625
Zuckergehalt	%	15,6	15,5	15,3	15,1
Rohrertrag***	S/ha	45.320	45.776	45.288	44.321
N-Düngungs- kosten****	S/ha	1.680	2.016	2.380	2.800
N-düngungskosten- freier Rohrertrag	S/ha	43.640	43.760	42.908	41.521
Grenzgewinn bzw. -verlust (-)	S/ha	120	-852	-1.387	

\* Optimum

\*\* Maximum

\*\*\* inkl. Trockenschnitte und Melasse

\*\*\*\* Preis je kg N: 14 S

Der Grenzgewinn bzw. -verlust bei steigender Stickstoffdüngung ist in Tabelle 9 dargestellt. Es ergibt sich eine große Differenz beim düngungskostenfreien Rohrertrag zwischen Optimal- und Maximalertrag. Der Grenzverlust beträgt beim Übergang vom Optimum zum Maximum ca. 850 S/ha. Eine ertragsgerechte und standortorientierte Düngung zu Zuckerrüben ist daher besonders wichtig, um den Mittelweg zwischen steigendem Naturalertrag und sinkender Rübenqualität zu finden (23).

## 4 EINZELBETRIEBLICHE BEURTEILUNG EINES BEGRENZTEN HANDELS- DÜNGER- UND PFLANZENSCHUTZMITTELEINSATZES

Bei isolierter Betrachtung der Ertrags-Aufwands-Relationen genügen Produktionsfunktionen und einfache Kostenrechnungen zur Beurteilung der optimalen Aufwandsintensität. Ergeben sich jedoch Auswirkungen auf die Betriebsorganisation (z.B. Anbauverhältnis), dann ist eine gesamtbetriebliche simultane Planungsrechnung aussagefähiger. In den nachfolgenden Berechnungen werden mit Hilfe der linearen Programmierung sowohl die optimale Aufwandsintensität als auch die optimale Betriebsorganisation bestimmt.

Der Nachteil dieses Optimierungsmodells besteht darin, daß diskontinuierliche Produktionsfunktionen verwendet werden und es daher nur eine sprunghafte Veränderung der Intensitätsstufen geben kann. Es ist deshalb möglich, daß in der Praxis früher auf Veränderungen der Einsatzmengen von Produktionsmitteln durch verschiedene Instrumente reagiert wird, als hier in den Rechnungen ausgewiesen ist. Das kommt dadurch zustande, daß in der Praxis die Betriebe nicht immer optimal organisiert sind. Außerdem spielen Liquiditätsaspekte eine Rolle, ob bei den Produktionsmitteln eingespart wird oder nicht. Die Betriebsleiter sparen bei Liquiditätsproblemen auch dann beim Handelsdüngereinsatz, wenn dessen Einsatz in voller Höhe noch durchaus rentabel wäre. Bei den Berechnungen wird jedoch optimales Verhalten der Betriebsleiter unterstellt.

Die Auswirkungen eines begrenzten Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes werden anhand von zwei Modellbetrieben, und zwar eines Ackerbau- und eines Ackerbau-Grünlandbetriebes, dargestellt.

### 4.1 Instrumente zur Begrenzung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in der BRD nennt als Instrumente, die im Rahmen des Verursacherprinzips angewendet werden, folgende Systematik:

- Umweltauflagen
- Umweltsteuern
- Umweltnutzungslizenzen
- Gebührenlösungen
- Ausdehnung der Eigentumstitel und der Eigentumsrechte



Bei der Beurteilung dieser Instrumente spielen vor allem ökologische, ökonomische, verwaltungsbezogene und sonstige Praktikabilitäts-Aspekte eine große Rolle. Hier werden im folgenden jene Instrumente beurteilt, die sich am ehesten dazu eignen, den Produktionsmitteleinsatz zu begrenzen: Die Besteuerung und die Kontingentierung.

#### *4.1.1 Besteuerung*

Durch die Besteuerung soll der Handelsdünger- bzw. Pflanzenschutzmitteleinsatz je Hektar gesenkt werden. Administrativ ist dieser Weg leicht gangbar. Die Nachteile dieses Systems liegen darin, daß die unterschiedlichen Belastungsgrade der Umwelt in verschiedenen Regionen, die unterschiedlichen Einkommensverluste verschiedener Betriebssysteme, regionsspezifische ökologische Ziele und die "Verdünnung" der Steuer durch Inflation nicht berücksichtigt werden (30).

Die Steuer kann als absoluter Betrag oder als prozentueller Betrag vom Verkaufspreis eingehoben werden. Eine Besteuerung des Handelsdüngers hat Auswirkungen auf die Grenzkosten, die variablen Kosten und die Stückkosten. Die Einführung einer Stickstoffsteuer mit konstantem Betrag pro Mengeneinheit bewirkt einen steileren Verlauf der Kostengeraden für den Stickstoffeinsatz. Weiters verändern sich die optimale Einsatzmenge für Stickstoff und die produzierte Menge (siehe Abb.4 und 5). Auch eine entsprechend hohe Besteuerung von Pflanzenschutzmitteln (z.B. Fungiziden) kann zu einem Rückgang der optimalen speziellen Intensität führen. Bei Herbiziden bestehen Substitutionsmöglichkeiten (z.B. bei Zuckerrüben).

#### *4.1.2 Kontingentierung*

Eine andere Möglichkeit zur Begrenzung des Handelsdünger- bzw. Pflanzenschutzmitteleinsatzes ergibt sich durch die Vergabe und Festlegung von Bezugsrechten pro Betrieb oder je Region.

Der Vorteil der Kontingentierung besteht darin, daß gegenüber steuer- und preispolitischen Maßnahmen die Menge je Betrieb genauer festgelegt werden kann. Die ökologischen Erfordernisse können dadurch gezielter berücksichtigt werden.

Der Nachteil besteht im hohen administrativem Aufwand. Außerdem wäre es sehr schwierig, eine gerechte Kontingentsvergabe je nach Betriebstyp, Betriebsorganisation, Standort usw. zu

gewährleisten. Die Festlegung regional differenzierter Höchstgrenzen bringt daher große Probleme mit sich. Der Landwirt hätte dann die Aufgabe, die begrenzte Produktionsmittelmenge optimal auf die einzelnen Früchte zu verteilen und das optimale Anbauverhältnis zu bestimmen.

Kurz- bis mittelfristig erfolgt durch die Kontingentierung eine Senkung der optimalen Faktoreinsatzmenge und ein Rückgang der produzierten Menge; der technische Fortschritt wird etwas gebremst. Längerfristig erfolgt jedoch durch die Züchtung neuer, resistenter Sorten, verbesserte Produktionstechniken und leistungsfähigere Dünge- und Pflanzenschutzmittel wieder ein Ertrags- und Einkommensausgleich (30).

#### 4.2 Auswirkungen von Besteuerung und Kontingentierung in einem Ackerbaubetrieb

##### 4.2.1 Bei konstanter Produktionsstruktur

Bei konstanter Produktionsstruktur wird unterstellt, daß sich zunächst nur die Intensität des Produktionsmitteleinsatzes ändert, nicht aber das Anbauverhältnis oder die Fruchtfolge. Diese möglichen Änderungen bzw. Anpassungsmöglichkeiten werden in einem zweiten Schritt berücksichtigt.

Der Ackerbaubetrieb verfügt über eine Fläche von 58 ha, angebaut werden Weizen, Gerste und Zuckerrüben (20 % der Ackerfläche).

Da die eingesetzten Stickstoffmengen zu den einzelnen Feldfrüchten in den Ergebnistabellen aufscheinen, sollen hier die im Sinne einer harmonischen Düngung erforderlichen Phosphor- und Kaligaben dargestellt werden. Der Ertragsbereich erstreckt sich bei Weizen von 40-60 dt/ha, bei Gerste von 38-58 dt/ha und bei Zuckerrüben von 525-625 dt/ha.

Phosphor:

Intensitätsstufe	Weizen kg/ha	Gerste kg/ha	Zuckerrüben kg/ha
I	60	54	100
II	65	59	104
III	70	64	109
IV	77	71	113
V	85	80	117

Kali:

Intensitäts- stufe	Weizen kg/ha	Gerste kg/ha	Zuckerrüben kg/ha
I	107	102	310
II	123	120	320
III	140	140	330
IV	156	153	340
V	171	162	350

#### 4.2.1.1 Besteuerung von Produktionsmitteln

Hier ergeben sich zwei Fragen, und zwar:

- Bei welcher Steuerhöhe erfolgt eine Einschränkung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes, und
- welche Auswirkungen sind auf Erntemenge, Arbeitszeit und Einkommen zu erwarten?

Die folgenden Ausführungen gelten nur unter Annahme von gleichbleibenden Erzeugerpreisen bei steigenden Preisen für Stickstoff und Fungizide, da diese beiden Produktionsmittel am meisten ertragssteigernd wirken.

##### 4.2.1.1.1 Stickstoff

Der Einfluß einer Stickstoffbesteuerung ist in Tabelle 10 dargestellt. Wird der Stickstoffpreis mit einer Steuer von 4 S/kg belastet, kommt es noch zu keiner Intensitätssenkung. Es vermindern sich weder die eingesetzten Mengen an Stickstoff und Fungiziden noch die Erntemenge. Das Einkommen beträgt 92 % gegenüber der Ausgangssituation.

Wird Phosphor mit 2 S/kg und Kali mit 1 S/kg besteuert, dann ergibt sich unter Beibehaltung des Intensitätsniveaus eine weitere Einkommensenkung um 22.257 S (5 %).

Eine Steuer von 8 S/kg bewirkt einen Rückgang der eingesetzten Stickstoffmenge von 8.825 kg auf 7.471 kg/Betrieb (15 %). Die Senkung der Intensität erfolgt bei Weizen und Zuckerrüben, deshalb reduziert sich die Erntemenge für Zuckerrüben auf 6.960 dt (4 %) und für Getreide auf 2.622 dt (4 %). Das Einkommen je Betrieb sinkt bei einer Steuer von 8 S/kg N um

TABELLE 10: Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Steuer	Stickstoffsteuer S/kg *			
			4,-	8,-	12,-	16,-
1. Eingesetzte Menge/Betrieb						
Stickstoff	kg/Betrieb	8.825	8.825	7.471	6.804	6.137
Fungizide	S/Betrieb	27.908	27.908	18.347	13.737	8.816
2. Eingesetzte Menge/Frucht						
N-Dünger:	kg/ha					
Weizen	(Intensitätsstufe)	168 (5)	168 (5)	130 (4)	130 (4)	101 (3)
Gerste		127 (5)	127 (5)	127 (5)	98 (4)	98 (4)
Zuckerrüben		170 (5)	170 (5)	130 (4)	130 (4)	130 (4)
Fungizide:	S/ha					
Weizen		841	841	430	430	217
Gerste		362	362	362	163	163
3. Erntemenge	dt/Betrieb					
Getreide		2.738	2.738	2.622	2.506	2.390
Zuckerrüben		7.250	7.250	6.960	6.960	6.960
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	1.670	1.670	1.647	1.634	1.622
5. Einkommen/Betrieb abs.	S/Betrieb	420.585	385.291	343.546	310.862	276.263
rel.	%	100	92	81	74	66

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

19 %. Steigt die Steuer auf 12 S/kg N, dann verringert sich sowohl die eingesetzte Stickstoffmenge je Betrieb als auch der Fungizideinsatz. Der Stickstoffeinsatz beträgt nur mehr 6.804 kg gegenüber der Ausgangssituation ohne Steuer. Da es zu einer Verringerung der Intensität bei Gerste kommt, sinkt der Fungizideinsatz je Hektar nochmals. Die erzeugte Getreidemenge reduziert sich bei diesem Steuersatz auf 2.506 dt (8 % gegenüber der Ausgangssituation). Starke Auswirkungen gibt es auch auf das Einkommen je Betrieb, das um 26 % gegenüber der Ausgangssituation sinkt.

Eine Steuer von 16 S/kg N bewirkt schließlich eine weitere Verringerung der eingesetzten Stickstoffmenge auf 6.137 kg. Außerdem sinkt der Fungizideinsatz je Betrieb und Hektar Weizen. Die Intensität des Weizenbaues verringert sich von Stufe 4 auf Stufe 3. (Bei Zuckerrüben und Gerste gibt es keine Intensitätsänderung mehr). Dadurch sinkt die erzeugte Getreidemenge um 12 % gegenüber der Ausgangssituation. Durch diese Steuer von 16 S/kg N vermindert sich das Einkommen um 34 %.

Zusammenfassend läßt sich für den Ackerbaubetrieb sagen, daß sich eine Stickstoffbesteuerung bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen vor allem auf das Einkommen negativ auswirkt. Ohne Änderung der Produktionsstruktur sinkt das Einkommen besonders stark. Bei der eingesetzten Stickstoff- und Fungizidmenge zeigen sich nur bei stärkeren Preiserhöhungen deutliche Einbußen. Weniger gravierend sind die Auswirkungen auf die Erntemenge. Diese Ergebnisse zeigen aber auch, daß die Steuer entsprechend hoch angesetzt werden müßte, damit es zu einer ökologischen Entlastung und einer Verminderung der Überschüsse kommt. Eine Phosphor- und Kalibesteuerung von 2 S bzw. 1 S/kg Reinnährstoff ergibt eine weitere Einkommensverminderung um 5 %.

In den sogenannten Grenzlagen des Ackerbaues mit geringerer Stickstoffproduktivität erfolgt die Reduzierung des Stickstoffeinsatzes schon bei niedrigeren Steuersätzen. Hier kommt es dadurch zu einer weiteren Extensivierung.

#### 4.2.1.1.2 Fungizide

Eine Fungizidsteuer von 100 % des Preises der Ausgangssituation bewirkt eine Senkung der optimalen Aufwandsintensität bei Weizen von Stufe 5 auf Stufe 4. Dadurch vermindert sich die eingesetzte Stickstoffmenge um 10 %; der Fungizideinsatz je Betrieb beträgt nur mehr 18.347 S (Tabelle 11). Die Erntemenge sinkt um 4 % und das Einkommen um 7 %.

TABELLE 11: Auswirkungen einer Fungizidsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Steuer	Fungizidsteuer * in % des Preises ohne Steuer				
			100	200	300	400	
1. Eingesetzte Menge/Betrieb	Stickstoff	kg/Betrieb	8.825	7.951	7.951	7.284	6.617
	Fungizide	S/Betrieb	27.908	18.347	18.347	13.737	8.816
2. Eingesetzte Menge/Frucht	N-Dünger:	kg/ha					
	Weizen	(Intensitätsstufe)	168 (5)	130 (4)	130 (4)	130 (4)	101 (3)
	Gerste		127 (5)	127 (5)	127 (5)	98 (4)	98 (4)
	Zuckerrüben		170 (5)	170 (5)	170 (5)	170 (5)	170 (5)
	Fungizide:	S/ha					
	Weizen		841	430	430	430	217
Gerste		362	362	362	163	163	
3. Erntemenge	Getreide	dt/Betrieb	2.738	2.622	2.622	2.506	2.390
	Zuckerrüben		7.250	7.250	7.250	7.250	7.250
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	1.670	1.661	1.661	1.655	1.650	
5. Einkommen/Betrieb	abs.	S/Betrieb	420.585	391.116	372.774	353.945	340.531
	rel.	%	100	93	89	84	81

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

Bei einer Steuerhöhe von 200 % ergibt sich keine weitere Änderung der optimalen Aufwandsintensität. Gegenüber der Ausgangssituation sinkt jedoch das Einkommen um 11 %.

Eine 300 %ige Steuer hat einen Rückgang der optimalen Aufwandsintensität bei Gerste zur Folge. Deshalb sinkt die eingesetzte Menge sowohl bei Stickstoff als auch bei Fungiziden und die erzeugte Gerstenmenge je Betrieb. Das Einkommen vermindert sich um 16 %.

Bei einer 400 %igen Steuer kommt es zu einem weiteren Rückgang der optimalen Aufwandsintensität bei Weizen. Dadurch vermindern sich die eingesetzte Stickstoff- und Fungizidmenge sowie die erzeugte Weizenmenge. Das Einkommen je Betrieb sinkt gegenüber der Ausgangssituation um 19 %.

Der Einkommensentfall ist bei einer Fungizidsteuer geringer als bei einer Stickstoffsteuer. Größere Rückgänge ergeben sich bei den Einsatzmengen für Stickstoff, während der Ertragsrückgang im Getreidebau ähnlich ist wie bei der Besteuerung von Stickstoff. Die Ursache für den geringeren Einkommensabfall liegt darin, daß durch die Fungizidsteuer der Zuckerrübenbau nicht belastet wird.

Eine Besteuerung der Herbizide mit z.B. 100 % hat eine Einkommensenkung von 12 % zur Folge. Einer höheren Besteuerung bzw. Verknappung von Herbiziden kann im Getreidebau mit einer Ausweitung der Fruchtfolge begegnet werden und im Zuckerrübenbau mit einer Substitution durch Arbeit.

#### 4.2.1.2 Stickstoffkontingentierung

Die Auswirkungen einer Stickstoffkontingentierung sind in Tabelle 12 dargestellt. Eine Verringerung des Stickstoffangebotes führt zwangsläufig zu einer geringeren Intensität (und Erntemenge) und ist daher ökologisch unmittelbar wirksam. Ein Stickstoffkontingent von 90 % der Menge ohne Kontingentierung verursacht einen Intensitätsrückgang bei Weizen, d.h. es verringern sich der Stickstoff- und Fungizideinsatz je Hektar sowie die erzeugte Getreidemenge (-3 %). Der Einkommensverlust beträgt lediglich 2 %. Ein Stickstoffkontingent von 80 % der Ausgangsmenge bewirkt eine Verringerung des Stickstoff- und Fungizideinsatzes bei Weizen, Gerste und Zuckerrüben. Die Erntemenge reduziert sich bei Getreide um 5 % und bei Zuckerrüben um 4 % gegenüber der Ausgangssituation. Das Einkommen sinkt um 4 %.

TABELLE 12: Auswirkungen einer Stickstoffkontingentierung auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Kontingent	Stickstoffkontingent *				
			in % der Menge ohne Kontingent				
			90	80	70	60	50
1. Eingesetzte Menge/Betrieb							
Stickstoff	kg/Betrieb	8.825	7.943	7.060	6.178	5.295	4.413
Fungizide	S/Betrieb	27.908	20.487	17.678	13.053	8.815	6.998
2. Eingesetzte Menge/Frucht							
N-Dünger:	kg/ha						
Weizen		168 (5)	168 (5), 130 (4)	130 (4)	130 (4), 101 (3)	101 (3)	101 (3), 75 (2)
Gerste		127 (5)	127 (5)	127 (5), 98 (4)	98 (4)	98 (4), 78 (3)	78 (3)
Zuckerrüben		170 (5)	170(5)	130 (4)	130 (4)	130 (4), 103 (3)	80 (2)
Fungizide:	S/ha						
Weizen		841	841, 430	430	430, 217	217	217
Gerste		362	362	362, 163	163	163	163, 65
3. Erntemenge	dt/Betrieb						
Getreide		2.738	2.648	2.605	2.490	2.390	2.298
Zuckerrüben		7.250	7.250	6.960	6.960	6.827	6.380
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	1.670	1.670	1.635	1.635	1.622	1.577
5. Einkommen/Betrieb abs. rel.	S/Betrieb %	420.585 100	413.580 98	405.040 96	391.644 93	373.197 89	344.895 82

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen



Beträgt das Stickstoffkontingent nur mehr 70 % der Menge ohne Kontingent, dann ergibt sich ein weiterer Rückgang des Stickstoff- und Fungizideinsatzes bei Weizen und Gerste. Es sinkt wiederum die Erntemenge bei Getreide, und zwar um 9 % und das Einkommen um 7 %.

Ebenso kommt es bei einem Stickstoffkontingent von 60 % zu einem weiteren Intensitätsrückgang bei Weizen, Gerste und Zuckerrüben mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Erntemenge, die bei Getreide um 12 % und bei Zuckerrüben um 6 % sinkt. Der Einkommensverlust beläuft sich hier auf 11 %.

Beträgt das Stickstoffkontingent nur mehr die Hälfte der Menge ohne Kontingent, dann vermindert sich der Stickstoffeinsatz nochmals bei Weizen, Gerste und Zuckerrüben. Die erzeugte Getreidemenge sinkt gegenüber der Ausgangssituation um 16 % und die Zuckerrübenmenge um 12 %. Das Einkommen reduziert sich um 18 %.

Somit ergibt eine Stickstoffkontingentierung eine wesentlich schnellere Verbesserung der ökologischen Situation als eine Besteuerung. Außerdem sind die Einkommensverluste geringer. Der administrative Aufwand wäre jedoch beträchtlich.

Dieselben finanziellen Auswirkungen wie bei einer Kontingentierung ergeben sich, wenn der Landwirt freiwillig den Produktionsmitteleinsatz reduziert. Bei der Annahme optimaler Intensität bringt eine Reduktion des Produktionsmitteleinsatzes Einkommensverluste, aber ökologische Verbesserungen und keinen zusätzlichen administrativen Aufwand.

#### *4.2.2 Anpassung an Besteuerung durch Veränderung der Produktionsstruktur*

##### 4.2.2.1 Stickstoff

###### 4.2.2.1.1 Veränderung der Produktionsstruktur durch Aufnahme der Ackerbohne in die Fruchtfolge

Steigende Stickstoffpreise haben nicht nur auf das Intensitätsoptimum einen Einfluß, sondern längerfristig auch auf die Organisation bzw. das Anbauverhältnis des Betriebes. Eine Möglichkeit zur Anpassung an steigende Stickstoffpreise besteht im Anbau von Pflanzen, die stickstoffsparend sind und deren Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu den verdrängten Früchten gegeben ist. Als Produktionsalternative bieten sich hier die Ackerbohne und die Futtererbse an. In den Berechnungen wurde die Ackerbohne als Alternative eingesetzt.

Die Ackerbohne hat neben den volkswirtschaftlichen vor allem pflanzenbauliche Vorteile: Stickstoffsammler (Leguminosen), keine Stickstoffdüngung notwendig, tiefe Durchwurzelung (Gareförderung), hoher Eiweißgehalt, Mähdruschfrucht und hoher Vorfruchtwert. Ihre Fruchtfolgewirkung ist abhängig von Standort, Klima und der bestehenden Fruchtfolge. Die Ackerbohne braucht also selbst keine Stickstoffdüngung und liefert außerdem für die Folgefrucht eine bestimmte Stickstoffmenge, die im vorliegenden Beispiel mit 40 kg Stickstoff je Hektar angesetzt wurde. Eine eventuelle Ertragssteigerung der Folgefrüchte durch den Anbau der Ackerbohne ist hier nicht berücksichtigt.

Die Tabelle 13 zeigt, daß bei den getroffenen Annahmen die Ackerbohne ohne Stickstoffbesteuerung nicht in die Fruchtfolge aufgenommen wird. Das läßt sich jedoch nicht verallgemeinern, da Ackerbohnen bei bestimmten Ertrags-Kosten-Relationen auch derzeit schon rentabel angebaut werden können.

Bei einer Stickstoffsteuer von 4 S/kg kommt die Ackerbohne in die Fruchtfolge und verdrängt teilweise den Gerstenanbau. Daraus resultiert ein geringerer Stickstoff- (-17 %) und Fungizideinsatz und eine geringere Getreideproduktion. Die Ackerbohnenproduktion beträgt 406 dt/Betrieb. Das Einkommen sinkt um 8 % gegenüber der Ausgangssituation.

Bei steigender Stickstoffsteuer bleibt der Ackerbohnenanteil in der Fruchtfolge gleich, der Stickstoffeinsatz sowohl bei Getreide als auch bei Zuckerrüben verringert sich und daher sinken auch die Erntemengen.

Eine Steuer von 16 S/kg Stickstoff verursacht zum Beispiel einen Rückgang der eingesetzten Stickstoffmenge um 49 % und des Einkommens um 29 % gegenüber der Ausgangssituation.

Es zeigt sich ganz deutlich, daß mit zunehmender Stickstoffbesteuerung die eingesetzte Stickstoff- und Fungizidmenge gegenüber der Situation ohne Ackerbohnen wesentlich geringer ist. Außerdem sind im Vergleich zur Ausgangssituation ohne Ackerbohnen (Tabelle 10) bei steigender Besteuerung die Einkommensverluste kleiner. Der Anbau der Ackerbohnen bringt für den Betrieb vor allem bei höherer Stickstoffbesteuerung deutliche wirtschaftliche Vorteile.

TABELLE 13: Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbaubetriebes (bei Änderung der Produktionsstruktur mit Ackerbohne)

		ohne Steuer	Stickstoffsteuer S/kg *			
			4,-	8,-	12,-	16,-
<b>1. Eingesetzte Menge/Betrieb</b>						
Stickstoff	kg/Betrieb	8.825	7.343	5.527	5.190	4.518
Fungizide	S/Betrieb	27.908	23.714	14.154	11.846	6.924
<b>2. Eingesetzte Menge/Frucht</b>						
<b>N-Dünger:</b>	<b>kg/ha</b>					
Weizen	(Intensi-	168 (5)	168 (5)	130 (4)	130 (4)	101 (3)
Gerste	tätsstufe)	127 (5)	127 (5)	127 (5)	98 (4)	98 (4)
Zuckerrüben		170 (5)	170 (5)	130 (4)	130 (4)	130 (4)
<b>Fungizide:</b>	<b>S/ha</b>					
Weizen		841	430	430	430	217
Gerste		362	362	362	163	163
<b>3. Anbauverhältnis</b>	<b>in %</b>					
Getreide	der AF	80	60	60	60	60
Zuckerrüben		20	20	20	20	20
Ackerbohnen		-	20	20	20	20
<b>4. Erntemenge</b>	<b>dt/Betrieb</b>					
Getreide		2.738	1.949	1.949	1.891	1.775
Zuckerrüben		7.250	7.250	6.960	6.960	6.960
Ackerbohnen		-	406	406	406	406
<b>5. Arbeitszeitbedarf insg.</b>	<b>Akh/Betrieb</b>	1.670	1.694	1.664	1.655	1.646
<b>6. Einkommen/Betrieb abs. rel.</b>	<b>S/Betrieb %</b>	420.585 100	386.986 92	346.315 83	323.850 77	298.691 71

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

#### 4.2.2.1.2 Veränderung der Produktionsstruktur durch Aufnahme der Viehhaltung

Eine andere Möglichkeit zur Reduzierung des Stickstoffzukaufes besteht in der Aufnahme der Viehhaltung. Bei den derzeitigen Überschüssen in der tierischen Produktion erscheint diese Alternative vor allem für Ackerbaubetriebe eher unrealistisch, doch beim Eintreten allgemeiner Knappheitserscheinungen auf dem Produktionsmittelsektor könnte sie dennoch eine Ausweichmöglichkeit darstellen. Durch die Aufnahme der Viehhaltung vermindert sich der Zukauf von Handelsdünger entsprechend dem Viehbesatz. Eine zu intensive Viehhaltung belastet jedoch den Boden und das Grundwasser. Deshalb ist es unbedingt notwendig, den Viehbesatz mit der Bodenausstattung in Einklang zu bringen.

Die Auswirkungen der Viehhaltung auf die eingesetzte bzw. zugekaufte Stickstoffmenge bei unterschiedlicher Steuerhöhe, das Anbauverhältnis und das Einkommen sind in Tabelle 14 dargestellt. Um eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, wurde jeweils eine Variante ohne bzw. mit Viehhaltung (Mastschweine) durchgerechnet.

Ohne Stickstoffsteuer ändern sich bei Aufnahme der Schweinemast nur der Zukauf von Handelsdünger sowie der Arbeitszeitbedarf und das Einkommen. Der Stickstoffzukauf verringert sich um 12 % gegenüber der Ausgangssituation, während der Arbeitszeitbedarf und das Einkommen steigen.

Bei einer Steuerhöhe von 8 S/kg N verringert sich der Stickstoffzukauf beträchtlich, weil sowohl die Mastschweine als auch die Ackerbohne in die Betriebsorganisation aufgenommen werden. Der Stickstoffzukauf verringert sich um 58 % gegenüber der Ausgangssituation, beträchtlich ist auch der Rückgang des Fungizideinsatzes. Neben der Aufnahme der Schweinemast und des Ackerbohnenanbaues vermindert sich auch die Intensitätsstufe bei Weizen und Zuckerrüben. Das führt auch zu einer Änderung des Anbauverhältnisses und der Erntemenge. Das Einkommen sinkt ohne Schweinemast um 17 % und mit Schweinemast um 8 %.

Eine Steuer von 16 S/kg N bewirkt einen weiteren Intensitätsrückgang. Die zugekaufte Stickstoffmenge vermindert sich bei Aufnahme von Schweinemast und Ackerbohne in das Produktionsprogramm um 70 %, wobei 1.900 kg Stickstoff aus dem organischen Dünger kommen. Stark sinkt auch der Fungizideinsatz und die Erntemenge von Getreide. Das Einkommen vermindert sich bei

TABELLE 14: Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-  
betriebes (bei Änderung der Produktionsstruktur mit Mastschweinen und Ackerbohnen)

		ohne Stickstoffsteuer		Stickstoffsteuer S/kg N *					
				8,-		16,-			
		Mastschweineplätze							
		-	400	-	400	-	400		
1. Eingesetzte Menge/Betr. Stickstoff aus Handelsdünger	kg/Betrieb	8.825	6.925	5.527	3.627	4.518	2.618		
	Stickstoff aus organischem Dünger	-	1.900	-	1.900	-	1.900		
	Fungizide	27.908	27.908	14.154	14.154	6.924	6.924		
2. Eingesetzte Menge/Frucht N-Dünger:	kg/ha (Intensi- tätstufe)	Weizen	168 (5)	168 (5)	130 (4)	130 (4)	101 (3)	101 (3)	
		Gerste	127 (5)	127 (5)	127 (5)	127 (5)	98 (4)	98 (4)	
		Zuckerrüben	170 (5)	170 (5)	130 (4)	130 (4)	130 (4)	130 (4)	
	Fungizide:	S/ha	Weizen	841	841	430	430	217	217
			Gerste	362	362	362	362	163	163
3. Anbauverhältnis	in %	Getreide	80	80	60	60	60	60	
		Zuckerrüben	20	20	20	20	20	20	
		Ackerbohnen	-	-	20	20	20	20	
4. Erntemenge	dt/Betrieb	Getreide	2.738	2.738	1.949	1.949	1.775	1.775	
		Zuckerrüben	7.250	7.250	6.960	6.960	6.960	6.960	
		Ackerbohnen	-	-	406	406	406	406	
5. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	1.670	2.770	1.664	2.794	1.646	2.794		
6. Einkommen/Betrieb abs. rel.	S/Betrieb	420.585	651.272	346.315	598.168	298.691	566.489		
	%	100	100	83	92	71	87		

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

dieser Steuerhöhe mit Schweinemast um 13 % und ohne Schweinemast um 29 %. Die Einkommensdifferenzen werden also bei höherer Steuer immer größer.

Bei einer Kontingentierung hingegen können durch Aufnahme der Viehhaltung bzw. eine entsprechende Aufstockung des Viehbestandes die fehlenden Stickstoffmengen ausgeglichen werden, sodaß keine nennenswerten Einkommensverluste entstehen.

Die Aufstockung der Viehhaltung erweist sich daher als sehr wirksame Anpassungsmaßnahme bei Stickstoffsteuern. Der Einkommensverlust wird dadurch entsprechend reduziert. Kritisch zu beurteilen sind bei einer intensiveren Viehhaltung jedoch die ökologischen und marktwirtschaftlichen Auswirkungen.

Ähnliche Auswirkungen, wie hier für Ackerbaubetriebe bei Aufnahme der Viehhaltung dargestellt sind, ergeben sich auch für Veredlungsbetriebe. Die Einflüsse einer Stickstoffsteuer bzw. -kontingentierung sind jedoch in diesen Betrieben noch geringer, als hier gezeigt wurde.

#### 4.3 Auswirkungen von Besteuerung und Kontingentierung in einem Ackerbau-Grünlandbetrieb

Dieser Betrieb bewirtschaftet in der Ausgangssituation auf ertragsschwächerem Standort 25 ha Nutzfläche. Als Feldfrüchte werden Weizen, Gerste, Roggen, Hafer und Körnermais angebaut. Weiters gibt es noch Grünland zur Grundfuttermittellieferung für 10 Kühe mit Nachzucht. Außerdem hat der Betrieb eine kombinierte Schweinehaltung mit 15 Zuchtsauen und Mast.

Die Phosphor- und Kaligaben zu den einzelnen Früchten haben folgende Höhe:

Phosphor:

Intensitätsstufe	Weizen kg/ha	Gerste kg/ha	Roggen kg/ha	Hafer kg/ha	Körnermais kg/ha
I	51	46	57	60	66
II	58	52	65	70	72
III	65	58	75	80	79
IV	74	63	83		85
V	80	68			

Kali:

Inten- sitäts- stufe	Weizen kg/ha	Gerste kg/ha	Roggen kg/ha	Hafer kg/ha	Körner- mais kg/ha
I	82	96	94	99	124
II	92	108	111	114	135
III	107	120	128	129	146
IV	121	130	145		158
V	135	142			

Der Ertragsbereich erstreckt sich bei Weizen von 32-48 dt/ha, bei Gerste von 33-45 dt/ha, bei Hafer von 32-42 dt/ha, bei Roggen von 35-50 dt/ha und bei Körnermais von 60-75 dt/ha.

#### 4.3.1 Bei konstanter Produktionsstruktur

##### 4.3.1.1 Besteuerung von Produktionsmitteln

###### 4.3.1.1.1 Stickstoff

Eine Stickstoffsteuer von 4 S/kg N führt zu einem Rückgang der Intensität sowohl bei Weizen und Gerste als auch bei Körnermais und Grünland. Wegen des ertragsschwächeren Standortes ergeben sich durch eine Preissteigerung bei Stickstoff wesentlich raschere Reaktionen auf die optimalen Aufwands-Ertrags-Relationen. Die geringere Grenzproduktivität des Stickstoffs auf ertragsschwachen Standorten kommt hier deutlich zum Ausdruck.

Durch die Steuer von 4 S/kg N vermindert sich die zugekaufte Stickstoffmenge (ohne Stickstoff aus organischem Dünger) um 20 % im Vergleich zur Ausgangssituation ohne Steuer. Auch die eingesetzte Fungizidmenge wird beträchtlich vermindert. Die Erntemenge sinkt bei Getreide um 5 % und bei Körnermais um 7 %. Der Einkommensverlust beträgt bei einer Steuer von 4 S/kg N rund 4 %.

Eine Steuer von 8 S/kg N bewirkt keine weiteren Veränderungen der Intensität, es vermindert sich jedoch das Einkommen um 8 % gegenüber der Ausgangssituation.

TABELLE 15: Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Steuer	Stickstoffsteuer S/kg N *			
			4,-	8,-	12,-	16,-
1. Eingesetzte Menge/Betrieb						
Stickstoff	kg/Betrieb	2.946	2.368	2.368	2.128	1.633
Fungizide	S/Betrieb	3.958	1.969	1.969	1.969	1.969
2. Eingesetzte Menge/Frucht						
N-Dünger:	kg/ha					
Weizen	(Intensitätsstufe)	154 (5)	115 (4)	115 (4)	115 (4)	115 (4)
Gerste		120 (5)	86 (4)	86 (4)	86 (4)	86 (4)
Roggen		125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)
Hafer		97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)
Körnermais		178 (4)	135 (3)	135 (3)	135 (3)	105 (2)
Grünland		240 (4)	190 (3)	190 (3)	190 (3), 150 (2)	150 (2)
Fungizide:	S/ha					
Weizen		542	280	280	280	280
Gerste		271	127	127	127	127
3. Erntemenge	dt/Betrieb					
Getreide		649	616	616	590	546
Körnermais		264	246	246	236	205
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	2.737	2.725	2.725	2.712	2.693
5. Einkommen/Betrieb abs. rel.	S/Betrieb %	250.673 100	239.958 96	230.485 92	221.347 88	214.000 85

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen



Durch eine Steuer von 12 S/kg N ergibt sich ein weiterer Rückgang der Intensität beim Grünland. Die zugekaufte Stickstoffmenge sinkt um 28 % gegenüber der Ausgangssituation, ebenso vermindert sich die Erntemenge bei Getreide und Körnermais. Der Einkommensverlust beträgt 12 %.

Eine Steuer von 16 S/kg N (mehr als 100 % des Wertes ohne Steuer) bringt einen weiteren Rückgang der Intensität bei Körnermais und Grünland. Die zugekaufte Stickstoffmenge verringert sich um 45 %, die erzeugte Getreidemenge sinkt um 16 % und die Körnermaismenge um 22 %; der Einkommensverlust beträgt 15 % gegenüber der Ausgangssituation.

Die zugekauften Stickstoffmengen werden auf diesem ertragschwächeren Standort bei größeren Preiserhöhungen relativ stark reduziert, trotzdem bleiben die Auswirkungen auf das Einkommen in Betrieben mit Viehhaltung eher gering.

#### 4.3.1.1.2 Fungizide

Bei einer Verdoppelung der Fungizidpreise (100 % Steuer) vermindert sich die Intensität bei Weizen und Gerste. Das führt zu einer starken Senkung des Fungizideinsatzes, des Stickstoffeinsatzes und der Erntemenge bei Getreide. Die Auswirkungen auf das Einkommen sind gering.

Eine Fungizidsteuer von 200 % bewirkt einen weiteren Rückgang der Intensität bei Weizen; damit kommt es zu keinem Fungizideinsatz mehr. Der Fungizideinsatz bei Gerste ist nur mehr sehr gering. Es sinkt auch die zugekaufte Stickstoffmenge und die Erntemenge bei Getreide. Der Einkommensverlust beträgt wegen des geringen Fungizideinsatzes nur 2 %.

Bei einer Fungizidsteuer von 300 % des Betrages ohne Steuer wird auch bei Gerste auf den Fungizideinsatz teilweise verzichtet. Das Einkommen sinkt geringfügig.

Die Produktivität des Fungizideinsatzes ist auf diesem Standort gering, ebenso die Auswirkungen auf das Einkommen.

#### 4.3.1.2 Stickstoffkontingentierung

Die Kontingentierung des Stickstoffs bezieht sich nur auf den Zukaufdünger (Mineraldünger), jedoch nicht auf den organischen Stickstoff.

TABELLE 16: Auswirkungen einer Fungizidsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Fungizidsteuer	Fungizidsteuer in % des Preises ohne Steuer*			
			100	200	300	400
1. Eingesetzte Menge/Betrieb	Stickstoff	2.946	2.566	2.396	2.387	2.387
	Fungizide	3.958	1.969	434	398	398
2. Eingesetzte Menge/Frucht	kg/ha					
	(Intensivitätsstufe)					
N-Dünger:	kg/ha					
Weizen	(Intensivitätsstufe)	154 (5)	115 (4)	84 (3)	84 (3)	84 (3)
Gerste		120 (5)	86 (4)	86 (4)	86(4),59(3)	86(4),59(3)
Roggen		125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)
Hafer		97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)
Körnermais		178 (4)	178 (4)	178 (4)	178 (4)	178 (4)
Grünland		240 (4)	240 (4)	240 (4)	240 (4)	240 (4)
Fungizide:	S/ha					
Weizen		542	280	-	-	-
Gerste		271	127	127	127	127
3. Erntemenge	dt/Betrieb					
Getreide		649	616	595	593	593
Körnermais		264	264	264	264	264
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	2.737	2.728	2.723	2.722	2.722
5. Einkommen/Betrieb abs. rel.	S/Betrieb %	250.673 100	247.838 99	246.582 98	246.079 98	245.605 98

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

TABELLE 17: Auswirkungen einer Stickstoffkontingentierung auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Kontingen- tierung	Stickstoffkontingent * in % der Menge ohne Kontingent				
			90	80	70	60	50
1. Eingesetzte Menge/Betrieb							
Stickstoff	kg/Betrieb	2.946	2.651	2.357	2.062	1.768	1.473
Fungizide	S/Betrieb	3.958	3.396	1.952	1.812	1.812	971
2. Eingesetzte Menge/Frucht							
N-Dünger:	kg/ha						
Weizen	(Intensi- tätstufe)	154 (5)	154 (5)	115 (4)	115 (4)	115 (4)	115 (4), 84 (3)
Gerste		120 (5)	86 (4)	86 (4)	86 (4)	86 (4)	59 (3)
Roggen		125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)	91 (3)	91 (3)
Hafer		97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)	59 (2)
Körnermais		178 (4)	178 (4), 135 (3)	135 (3)	135 (3), 105 (2)	105 (2)	105 (2)
Grünland		240 (4)	190 (3)	190 (3), 150 (2)	190 (3), 150 (2)	190 (3), 150 (2)	150 (2)
Fungizide:	S/ha						
Weizen		542	542	280	280	280	280,0
Gerste		271	127	127	127	127	-
3. Erntemenge	dt/Betrieb						
Getreide		649	638	615	590	562	524
Körnermais		264	250	246	228	210	205
4. Arbeitszeitbedarf insg.	Akh/Betrieb	2.737	2.731	2.724	2.712	2.700	2.688
5. Einkommen/Betrieb abs. rel.	S/Betrieb %	250.673 100	250.123 99,8	249.310 99,4	246.034 98	242.010 97	237.377 94

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen



Eine Reduzierung der Stickstoffmenge (Zukauf) auf 90 % im Vergleich zur Ausgangssituation ergibt eine Intensitätssenkung bei Gerste, Körnermais und Grünland. Dadurch verringern sich auch die zugekaufte Stickstoffmenge und der Fungizideinsatz. Die Getreideproduktion sinkt um 2 % und die Körnermaisproduktion um 5 %. Der Einkommensverlust ist nur geringfügig.

Beträgt das Stickstoffkontingent 80 %, so sinkt die optimale Intensität bei Weizen, Körnermais und Grünland. Dadurch verringern sich auch der Fungizideinsatz und die Getreide- und Körnermaisproduktion. Der Einkommensverlust ist minimal. Eine Stickstoffkontingentierung auf 70 % führt zu einer weiteren Intensitätssenkung bei Körnermais und Grünland. Der Fungizideinsatz verringert sich nochmals. Das Einkommen sinkt um 2 % gegenüber der Ausgangssituation ohne Kontingentierung.

Die Begrenzung des Stickstoffangebotes auf 60 % der ursprünglichen Bezugsmengen bewirkt eine Senkung der Intensität bei Roggen und Körnermais. Dies führt zu einer verminderten Getreide- (-13 %) und Körnermaisproduktion (-20 %); der Einkommensverlust beträgt 3 % gegenüber der Ausgangssituation.

Eine Halbierung des Stickstoffbezuges aus Mineraldünger ergibt eine Reduzierung der Intensität bei Weizen, Hafer und Grünland. Beträchtlich sinkt auch der Fungizideinsatz. Gegenüber der Ausgangssituation vermindert sich die Erzeugung von Getreide um 19 % und von Körnermais um 22 %. Das Einkommen sinkt um 6 %.

Insgesamt gesehen wird bei Stickstoffkontingentierung der Fungizideinsatz sehr stark reduziert, die Auswirkungen auf das Einkommen sind jedoch eher gering.

#### *4.3.2 Anpassung an Besteuerung durch bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers*

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Anpassung, z.B. Änderung des Anbauverhältnisses, Zwischenfruchtanbau, Leguminosenanbau (Ackerbohnen, Körnererbsen usw.), Aufstockung des Viehbestandes und bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers (Stallmist, Gülle).

Im folgenden werden die Auswirkungen einer besseren Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers bei steigenden Stickstoffpreisen (Steuer) untersucht. Durch bessere Pflege und Verwendung des Wirtschaftsdüngers sollen vor allem die Verluste bei der Ver-

TABELLE 18: Auswirkungen einer Stickstoffsteuer auf ökonomische Kennzahlen eines Ackerbau-Grünlandbetriebes. (bei besserer Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers)

		ohne Steuer	Stickstoffsteuer S/kg N *			
			4,-	8,-	12,-	16,-
<b>1. Zugekaufte Menge/Betrieb</b>						
Stickstoff	kg/Betrieb	2.946	2.235	2.235	1.995	1.500
Fungizide	S/Betrieb	3.958	1.969	1.969	1.812	1.812
<b>2. Eingesetzte Menge/Frucht</b>						
<b>N-Dünger:</b>	kg/ha					
Weizen	(Intensitätsstufe)	154 (5)	115 (4)	115 (4)	115 (4)	115 (4)
Gerste		120 (5)	86 (4)	86 (4)	86 (4)	86 (4)
Roggen		125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)	125 (4)
Hafer		97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)	97 (3)
Körnermais		178 (4)	135 (3)	135 (3)	135 (3)	105 (2)
Grünland		240 (4)	190 (3)	190 (3)	190 (3), 150 (2)	150 (2)
<b>Fungizide:</b>	S/ha					
Weizen		542	280	280	280	280
Gerste		271	127	127	127	127
<b>3. Erntemenge</b>	dt/Betrieb					
Getreide		649	616	616	590	546
Körnermais		264	246	246	236	205
<b>4. Arbeitszeitbedarf insg.</b>	Akh/Betrieb	2.737	2.725	2.725	2.712	2.693
<b>5. Einkommen/Betrieb abs. rel.</b>	S/Betrieb %	250.673 100	245.321 98	236.381 94	227.776 91	220.963 88

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

rottung und der Ausbringung verringert und die Schadstoffwirkungen auf Pflanzenbestand und Bodenleben, insbesondere durch die Gülle, verhindert werden. Das Ziel ist, bessere Wachstumswirkungen bei gleicher Wirtschaftsdüngermenge zu erreichen (39).

In Tabelle 18 ist dargestellt, wie sich bei Stickstoffbesteuerung die Steigerung des Ausnutzungsgrades von Wirtschaftsdünger um 10 % auf das Einkommen und die zugekaufte Stickstoffmenge auswirkt. (Vergleiche dazu Tabelle 15.)

Durch die bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers sinkt die zugekaufte Stickstoffmenge um 6-8 %. Das Einkommen je Betrieb erhöht sich dadurch um ca. 6.000 S bzw. 3 %. Die Auswirkungen auf die Intensitätsstufen sind ähnlich wie bei normaler Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers. Eine Steigerung der Produktivität des Wirtschaftsdüngers wirkt sich in Betrieben mit verstärkter Viehhaltung besonders stark aus, soweit nicht der Viehbesatz für die vorhandene Flächenausstattung schon zu groß ist.

Eine bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers ist eine geeignete Maßnahme, um bei steigenden Handelsdüngerpreisen oder Kontingentierungen des Handelsdüngers die entstehenden Einkommensverluste zu mildern.

#### 4.4 Vergleich der Auswirkungen verschiedener Umweltinstrumente

Aus Tabelle 19 geht hervor, daß im Ackerbaubetrieb die Einkommensverluste bei Besteuerung wesentlich höher sind als bei Kontingentierung. Um durch Besteuerung eine Reduktion des Stickstoffeinsatzes um 30 % gegenüber der Ausgangssituation zu erreichen, müßte die Stickstoffsteuer rund 16 S/kg N betragen; dabei würde das Einkommen um 34 % sinken. Eine Kürzung des Stickstoffkontingentes um 30 % hat zur Folge, daß das Einkommen nur um 6 % sinkt. Bei einer Steuer von 8 S/kg N beträgt im Ackerbaubetrieb der Rückgang sowohl der eingesetzten Stickstoffmenge ca. 15 % als auch des Einkommens 19 %. - Im Ackerbau-Grünlandbetrieb verringert sich bei einer Steuer von 8 S/kg N die eingesetzte Stickstoffmenge um 20 % und das Einkommen um 8 %.

Mit der geringeren Einsatzmenge von Stickstoff aus Handelsdünger ergibt sich für beide Betriebe auch ein wesentlich niedrigerer Fungizideinsatz.

TABELLE 19: Vergleich der Auswirkungen verschiedener Umweltinstrumente (bei konstanter Produktionsstruktur)

		ohne Umwelt- instru- mente	Stickstoffsteuer * S/kg N		
			8,-	12,-	16,-
<b>I. Besteuerung</b>					
1. Ackerbaubetrieb					
Stickstoffeinsatz	kg/Betr.	8.825	7.471	6.804	6.137
Fungizideinsatz	S/Betr.	27.908	18.347	13.737	8.816
Einkommen	S/Betr.	420.585	343.546	310.862	276.263
2. Ackerbau-Grünlandbetrieb					
Stickstoffeinsatz	kg/Betr.	2.946	2.368	2.128	1.633
Fungizideinsatz	S/Betr.	3.958	1.969	1.969	1.969
Einkommen	S/Betr.	250.673	230.485	221.347	214.000
			Stickstoffkontingent in % der Menge ohne Kontingent *		
<b>II. Kontingentierung</b>			90	70	50
1. Ackerbaubetrieb					
Stickstoffeinsatz	kg/Betr.	8.825	7.943	6.178	4.413
Fungizideinsatz	S/Betr.	27.908	20.487	13.053	6.998
Einkommen	S/Betr.	420.585	413.580	391.644	344.895
2. Ackerbau-Grünlandbetrieb					
Stickstoffeinsatz	kg/Betr.	2.946	2.651	2.062	1.473
Fungizideinsatz	S/Betr.	3.958	3.396	1.812	971
Einkommen	S/Betr.	250.673	250.123	246.034	237.377

\* bei gleichbleibenden Erzeugerpreisen

Eine Kontingentierung bringt, abgesehen vom hohen administrativen Aufwand, geringere Einkommensverluste bei besserer ökologischer Wirksamkeit. Bei einem Stickstoffkontingent von 90 % der Menge ohne Kontingent beträgt der Einkommensverlust im Ackerbaubetrieb ca. 1 % und im Ackerbau-Grünlandbetrieb 0,2 %.

Ein Kontingent von 70 % der Ausgangsmenge an Stickstoff verursacht im Ackerbaubetrieb Einkommensverluste von 6 % und im Ackerbau-Grünlandbetrieb von 2 %.

Eine Halbierung der Stickstoffmenge durch Kontingentierung bewirkt im Ackerbaubetrieb einen Einkommensverlust von 18 % und im Ackerbau-Grünlandbetrieb von 5 %.

Die Auswirkungen von Begrenzungen des Stickstoffeinsatzes durch Steuern oder Kontingente sind in Viehhaltungsbetrieben infolge des anfallenden organischen Stickstoffs wesentlich geringer als in reinen Ackerbaubetrieben. Außerdem gibt es verschiedene Anpassungsmöglichkeiten beim Einsatz dieser Umweltinstrumente, z.B. Leguminosenanbau (Ackerbohnen, Körnererbsen usw.), Änderung des Anbauverhältnisses, Zwischenfruchtanbau, Aufstockung des Viehbestandes bzw. Aufnahme der Viehhaltung und bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers.



## 5 SELBSTHILFEMASSNAHMEN DER LANDWIRTE ZUR BEGRENZUNG DES HANDELSDÜNGER- UND PFLANZENSCHUTZMITTELEINSATZES

Ständig steigende Hektarerträge erfordern in der Regel auch einen höheren Produktionsmitteleinsatz. Auf die Problematik intensiver Produktionsweisen weist *G.Kahnt* (21) hin:

Durch Intensivierungsmaßnahmen in der Pflanzenproduktion können beeinträchtigt werden:

- die Trink- bzw. Grundwasserqualität durch Nitrat und Pflanzenschutzmittel(rückstands)-Eintrag bei
  - a) zu hohen Aufwendungen (N, Biozide)
  - b) zu geringer Transformation in Ertrag (N)
- die Qualität von Gewässern durch Mineraldünger- und Biozidabtrag bei
  - a) Oberflächen-Wasser- und Bodenabtrag (Erosion)
  - b) leichtfertigem Versprühen von Pflanzenschutzmitteln (Flugzeug) und der Reinigung von Spritzen
- die Luftqualität durch Pflanzenschutzmittel bei
  - a) leichtfertigem (unter dem Aspekt Umweltbelastung) Versprühen von Pflanzenschutzmitteln (Flugzeuge)
  - b) zu häufigem Einsatz dieser Mittel
- die Nahrungsqualität (wertmindernde Inhaltsstoffe) durch
  - a) Nitratanreicherung
  - b) Pflanzenschutzmittelrückstände
  - c) natürliche Pilzgifte (u.a. bei Mais und Soja) infolge zu hoher oder zu später Düngung bzw. Spritzung bei a) und b) bzw. falscher Standortwahl, zu später Sorten und zu hoher N-Düngung in ungünstigen Klimlagen bei c).
- die Artenvielfalt an Pflanzen und Tieren
  - a) auf Ackerflächen durch fehlende "Bodenruhe" und den Anbau von Intensivkulturen und Maximalertragsbestrebungen

- b) auf Dauergrünland durch Höchstdüngung und chemische Grünlanderneuerungsverfahren mit Ein-Arten-Aussaaten
- c) allgemein durch Anbau von ausschließlich Windblütlern (Getreide, Mais) und Fehlen von Insektenblütlern (Leguminosen), einschließlich des Fehlens insektenblütiger Unkräuter in Windblütlern (Kornblume, Mohn, Hederich, Ackersenf, Ehrenpreis, Unkrautwicken).

Nach *G.Kahnt* ist das

"Ziel eines Anbaues die Erzeugung eines ökonomisch vertretbaren Bodenertrages unter Beachtung der multifunktionalen Aufgabe der Agrarregion als Nahrungsproduktions-, Luft- und Wasserregenerations- sowie Erholungslandschaft und - bedingt - als Reservoir für eine spezielle Artenvielfalt. Insbesondere die Intensivierung der Landschaftsnutzung im Nahrungsproduktionsbereich kann einen anderen Bereich tangieren, deshalb sind Prioritäten oder Grenzen bei der Nahrungsproduktion zu setzen."

Die Landwirtschaft kann neben der Industrie und dem Verkehr dazu beitragen, daß diese Funktionen der Agrarregionen weiterhin erfüllt werden. Dazu sind jedoch in den Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Produktion mehrere Maßnahmen zu ergreifen, um eine umweltgerechte und kostengünstige Pflanzenproduktion zu gewährleisten.

### 5.1 Verbesserung von Fruchtfolge und Bodengesundheit

Die Fruchtfolgegestaltung hat entscheidenden Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit und auf die Minderung der Schadenswahrscheinlichkeit. Gute Erträge lassen sich langfristig nur in einer richtigen Fruchtfolge erzielen. Eine einseitige Überbetonung einzelner Kulturarten bringt eine Anhäufung fruchtartenspezifischer Schaderreger (z.B. Halmbruch im Getreidebau, Schwarzbeinigkeit usw.), die zu erheblichen Ertragsdepressionen führen und nur in Ausnahmefällen durch vermehrten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln kompensiert werden können (3).

In Tabelle 20 sind die Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolgeanteile von Weizen auf den Ertrag dargestellt.

TABELLE 20: Winterweizenertrag in Abhängigkeit vom Getreide- und Winterweizenanteil an der Ackerfläche (AF)  
(Schmannz, 1976)

Winterweizen in % der AF	Getreide in % der AF						
	50	66,7	75	80	87,5	90	100
	% *						
25	100	95,5	93,2	91,9	89,9	89,2	86,5
33,3	97,9	93,4	91,2	89,8	87,8	87,1	84,4
50	93,6	89,2	86,9	85,6	83,6	82,9	80,2
66,7		85,0	82,7	81,4	79,3	78,7	76,0
75			80,6	79,3	77,2	76,6	73,9
80				78,0	76,0	75,3	72,6
87,5					74,1	73,4	70,7
90						72,8	70,1
100							67,5

\* Ertrag bis zu einem Getreideanteil von 50 % und einem Winterweizenanteil von 25 % der AF=100

Quelle: G.Bartels: Problemlösungen durch umweltverträgliche Produktionsformen. KTBL-Arbeitspapier 90, 1984.

Für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist besonders das Ausmaß einer Veränderung des Humusgehaltes bei unterschiedlicher Fruchtfolgegestaltung wichtig. In Tabelle 21 sind die Auswirkungen eines langjährigen Daueranbaues von Körnermais auf Veränderungen des Humusgehaltes in Abhängigkeit von der Fruchtfolge und Düngung dargestellt.

Bei Mais-Monokultur erfolgt ein relativ starker Rückgang des Gehaltes der Böden an organischen C- und N-Verbindungen in der Krume. Dieser starke Rückgang konnte während der 70 Versuchsjahre durch Fruchtfolgewechsel mehr oder weniger gebremst werden. Der Hektarertrag ließ sich allein durch Fruchtfolge-maßnahmen - wie Hereinnahme von Hafer und Klee - gegenüber der Monokultur fast verdoppeln.

Durch die Umstellung auf moderne Bewirtschaftungsweisen mit NPK-Düngung und Kalkung konnte der Humusschwund nicht nur gebremst werden, sondern es erfolgte ab diesem Zeitpunkt wieder ein Anstieg der C- und N-Gehalte im Boden.

TABELLE 21: Veränderung der C- und N-Gehalte in Krumböden sowie Erträge in einem 70jährigen Mais-Monokultur-Fruchtfolgeversuch (Morrow-Plot-Soils) in Illinois (nach Odell et al. 1984)

Schlag-Nr.	Fruchtfolge-systeme	Düngung	Organischer C-Gehalt %				N-Gehalt %				Erträge 1967-78	
			1904	1955	1973	%	1904	1955	1973	%	Mais dt/ha	Sojab. dt/ha
3a	Mais-Monokultur	keine	2,27		1,45	- 36	0,18		0,12	- 33	30,4	
3b	Mais-Monokultur	StM+K+P <sup>1</sup>	2,25		1,95	- 13	0,19		0,16	- 16	56,7	
3c	Mais-Monokultur	ab 1955 Kalk+NPK <sup>2</sup>		1,55	1,75	- 23 (+13) <sup>3</sup>		0,13	0,14	- 22 (+ 8) <sup>3</sup>	79,7	
4a	Mais-Hafer bis 1966	keine	2,60		1,95	- 25	0,21		0,16	- 24	46,8	24,6
4b	Mais-Soja ab 1967	StM+K+P <sup>1</sup>	2,60		2,40	- 8	0,21		0,18	- 14	79,2	33,3
4c	Mais-Soja ab 1967	ab 1955 Kalk+NPK <sup>2</sup>									92,3	32,1
5a	Mais-Hafer-Klee	keine	2,95		2,35	- 20	0,23		0,18	- 22	58,5	
5b	Mais-Hafer-Klee	StM+K+P <sup>1</sup>	3,00		2,75	- 8	0,24		0,22	- 8	89,8	
5c	Mais-Hafer-Klee	ab 1955 Kalk+NPK <sup>2</sup>		2,40	2,70	- 8 + 13 <sup>3</sup>		0,18	0,21	- 8 + 17 <sup>3</sup>	94,4	

Bemerkung: <sup>1</sup> 45 dt/ha/Jahr Stallmist = TS-Entzug durch Ernte, 240 dt Kalk in 70 Jahren in mehreren Gaben  
150 dt/ha Rohphosphat insgesamt 1904-1919 bzw. 37 dt Knochenmehl insgesamt 1904-1919

<sup>2</sup> 1955 = 56 dt/Kalk, 1963 = 67 dt/ha Kalk; 224 kg N/ha zu Mais; 20 kg P/ha; 28 kg K/ha/Jahr  
Vor 1955 wie 3a bzw. 5a

<sup>3</sup> Veränderung gegenüber 1955

Quelle: Th.Beck, Veränderung des Humusgehaltes als Folge unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen.  
Schule und Beratung 10/1984.

Eine geeignete Fruchtfolge in Verbindung mit einer ausgeglichenen Nährstoffversorgung führt nicht nur zu hohen Erträgen, sondern auch zu einer Erhaltung der Humussubstanz und damit der Bodenfruchtbarkeit. Langfristig läßt sich dadurch auch der Einsatz chemischer Produktionsmittel begrenzen.

## 5.2 Gezielter Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln

Wie schon zu Beginn dieses Abschnitts erwähnt, kann ein unsachgemäßer und übermäßiger Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln beträchtliche negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. Außerdem ist ein Produktionsmitteleinsatz dann unrentabel, wenn er über das wirtschaftliche Optimum (=optimale Aufwandsintensität) hinaus verabreicht wird. Eine umweltgerechte und kostengünstige Pflanzenproduktion ist daher von außerordentlicher Bedeutung für die Zukunft.

Bei der Düngung kommt es darauf an, daß die Nährstoffversorgung ausgeglichen ist. Regelmäßige Bodenuntersuchungen (z.B.  $N_{min}$ -Methode) sind daher besonders wichtig. Bei der Düngung sind wieder mehrere Faktoren zu beachten: Terminierung und Verteilung der Gaben, bodenbürtiges Angebot, Stickstoff-Mineralisation während der Vegetationsperiode, Pflanzenbestand usw.

Steigende Handelsdünger- und Energiepreise lassen die Wertigkeit des Wirtschaftsdüngers wieder steigen. Eine bessere Pflege und Verwendung der Wirtschaftsdünger kann wesentlich zu einem guten Betriebsergebnis beitragen.

Schließlich kann - wie schon erwähnt - der verstärkte Anbau von Leguminosen zur Stickstoffbindung aus der Luft wesentlich zur Bereicherung der Fruchtfolge, Förderung der Bodengesundheit und Senkung der Düngerkosten beitragen.

Beim Pflanzenschutz wird in Zukunft noch mehr darauf zu achten sein, daß nicht hartnäckig nach einem bestimmten Spritzplan vorgegangen wird, sondern alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden Anwendung finden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle bzw. Bekämpfungsschwelle zu halten. Erst wenn die Schäden höhere Geldverluste verursachen als die Unterdrückung der betreffenden Schadorganismen kostet, sollten chemische Mittel zum Einsatz kommen (18).

Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel sollte auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Dieses Konzept entspricht dem "integrierten Pflanzenschutz". (Siehe auch Abschnitt 3.)

Der integrierte Pflanzenschutz bzw. -Landbau ist ein sehr komplexes System und erfordert sowohl von seiten der Landwirte als auch der Berater ein sehr umfassendes Wissen. Derzeit ist dieses System des integrierten Pflanzenschutzes auch in anderen Ländern noch nicht sehr verbreitet.

Durch dieses System lassen sich nicht nur Kosten einsparen, sondern es wird auch eine umweltgerechte Produktion ermöglicht. Der Pflanzenschutz-Warndienst erhält dabei eine besonders wichtige Aufgabe.

In Tabelle 22, 23 und 24 sind einige Beispiele aus dem Ausland über die Bedeutung des integrierten Pflanzenschutzes dargestellt. Tabelle 22 zeigt, daß im Getreidebau nicht jede Herbizidanwendung nötig und wirtschaftlich ist. In Tabelle 23 sind Bekämpfungsschwellen wiedergegeben, wobei unterschiedliches Ertragsniveau, verschiedene Produktpreise und Bekämpfungskosten berücksichtigt sind.

TABELLE 22: Durchschnittliche Ertragsleistung der Unkrautbekämpfung und Anteil unwirtschaftlicher Herbizidmaßnahmen  
Versuche des Pflanzenschutzdienstes der Jahre 1977 bis 1981 (Gerowitt, 1983)

Kultur	n	Ø Ertragsdifferenz	Ø Kosten	Anteil unwirtsch. Maßnahmen
		dt/ha	DM/ha*	%
Wintergerste	800	7,4	122	25,4
Winterweizen	629	5,6	109	30,0
Winterroggen	391	2,9	109	47,8
Sommergerste	431	2,0	70	50,4
Hafer	132	1,4	70	50,8
Sommerweizen	49	0,6	82	73,5

\* zuzüglich 25 DM/ha Ausbringungskosten

Quelle: G.Bartels, Problemlösungen durch umweltverträgliche Produktionsverfahren. KTBL-Arbeitspapier 90/1984.

TABELLE 23: Bekämpfungsschwellen von Ackerfuchsschwanz und dikotylen Unkräutern in Winterweizen zum Zeitpunkt der Frühjahrsbehandlung (nach Beer, 1979)

Bekämpfungskosten	Produktpreis	Ertragsniveau	Unkrautdeckungsgrad
DM/ha	DM/dt	dt/ha	%
114	42	35	18,9
114	42	55	12,0
114	42	60	11,0
114	52	35	15,3
114	52	55	9,7
114	52	60	8,9
125	42	35	20,7
125	42	55	13,2
125	42	60	12,1
125	52	35	16,8
125	52	55	10,7
125	52	60	9,8

Quelle: G.Bartels, Problemlösungen durch umweltverträgliche Produktionsverfahren. KTBL-Arbeitspapier 90/1984.

TABELLE 24: Einsparungen an Kosten und Energie durch integrierten Pflanzenschutz in Apfelanlagen der Westschweiz\*

Methode	Insektizide		Fungizide		Gesamtkosten	Energieverbrauch
	Anzahl	Kosten	Anzahl	Kosten		
	Applik.	sFr./ha	Applik.	sFr./ha	sFr./ha	MJ/ha
Komplettes System "Integrierter Pflanzenschutz" (Ø von 22 Anlagen)	4	228	10,7	763	1.051	3.866
Konventioneller Pflanzenschutz nach "Spritzplan"	7	585	13	1.015	1.600	5.260
				Ersparnis = 549		1.394

\* Anzahl der Applikationen und Kosten nach Mathys (1976).

Energieberechnung nach Jones (1975) und Green et al. (1977)

Quelle: Diercks, Energieeinsparung im Pflanzenschutz. Berichte über Landwirtschaft 195/1979.

Die Tabelle 24 zeigt deutlich, um wieviel z.B. im Obstbau der Aufwand an chemischen Pflanzenschutzmitteln reduziert und dadurch auch Fremdenergie eingespart werden kann, falls die wissenschaftlichen und praktischen Voraussetzungen erfüllt sind, um den integrierten Pflanzenschutz anzuwenden oder zumindest Teilelemente seiner Strategie zu nutzen (11).

Im Raum Niedersachsen wurden Feldversuche zur Überprüfung der praktischen Anwendbarkeit und der ökonomischen Bedeutung von Schadensschwellen im Winterweizenanbau durchgeführt. Dabei wurden Schadensschwellen für Unkräuter und Ungräser, Blattmehltau und Blattläuse berücksichtigt. Die wichtigsten wirtschaftlichen Ergebnisse dieser Untersuchung von *J. Bartels* (4) sind in den AID-Informationen, Nr.11/1984 enthalten und werden im folgenden dargestellt:

"Durch Berücksichtigung von Schadensschwellen bei Unkraut- und Ungrasbekämpfung konnten 1981 im Durchschnitt 46 %, 1982 im Durchschnitt aller Versuche 55 % der Maßnahmen eingespart werden. Bei der Blattmehltaubehandlung ergaben sich nur geringe Unterschiede in der Behandlungshäufigkeit. Bei einer gezielten Bekämpfung der Blattläuse konnte die Anzahl der Behandlungsmaßnahmen gegenüber dem betriebsüblichen Verfahren 1981 um 50 % und 1982 um 59 % gesenkt werden. Im Durchschnitt aller Versuche war bei der Berücksichtigung von Schadensschwellen eine Einsparung der Maßnahmen von 40 % im Jahre 1981 und 58 % im Jahre 1982 möglich.

- Die berücksichtigten Schadensschwellen konnten ohne Risiko der Ertragsminderung gut in der Praxis angewendet werden. Die dazu notwendige Erfassung der Schadorganismen dürfte für einen geübten und interessierten Landwirt ohne Schwierigkeiten durchführbar sein.
- Die Anlage von unbehandelten Kontrollparzellen in Form von Spritzfenstern diente als Informationshilfe, um die Effizienz einzelner Pflanzenschutzmaßnahmen zu überprüfen. Ertragsauswertungen von Spritzfenstern in vier Versuchen im Jahre 1982 zeigten, daß die Ährenbehandlung mit Fungiziden und die Bekämpfung der Blattläuse besonders ertragswirksam waren.
- Die Kosten für Pflanzenschutzmittel konnten bei der Berücksichtigung von Schadensschwellen im Vergleich zum betriebsüblichen Pflanzenschutz 1981 um 42,- DM/ha und 1982 um 55,- DM/ha gesenkt werden. Die größten Einsparungen waren bei den Herbiziden mit 39,- DM/ha (1981) bzw. 37,- DM/ha (1982) möglich.



- In beiden Versuchsjahren wurde im Durchschnitt aller Versuche bei gezieltem Pflanzenschutz nach Schadensschwellen ein leichter Mehrertrag (1981 = 0,47 dt/ha und 1982 = 0,65 dt/ha) erzielt. Die geringere Herbizidbelastung des Winterweizens und die wirkungsvollere Bekämpfung der Blattläuse waren die Ursachen für die leicht verbesserten Kornerträge.
- Bei der Kornfeuchtigkeit, dem Schwarzbesatz und den Reinigungskosten sowie der Behinderung der Erntetechnik konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten ermittelt werden.
- Im Mittel der Versuche konnte unter Berücksichtigung von Schadensschwellen für Unkräuter und Ungräser, Blattmehltau und Blattläuse ein höherer kostenfreier Erlös von 46,59 DM/ha im Jahre 1981 und von 84,45 DM/ha im Jahre 1982 erzielt werden.
- Ökologische Leistungen des gezielten Pflanzenschutzes konnten monetär nicht bewertet werden. Sie sind in der deutlichen Senkung der Behandlungsintensität sowie in der Anwendung eines nützlingsschonenden Präparates und der dadurch insgesamt geringeren Belastung des Agrarökosystems zu sehen."

Ein Beitrag zur Senkung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes in landwirtschaftlichen Betrieben können auch technologische Verbesserungen sein. So kann z.B. die Mikroelektronik zur exakteren Arbeitserledigung bei den Geräten für die Pflanzenproduktion beitragen (Pflanzenschutzgeräte, Düngerstreuer, Drillmaschinen usw.).

Weitere wesentliche Hilfen für einen gezielten und sparsamen Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz könnten auch vom Bildschirmtextsystem (BTX) kommen. Durch einschlägige Programme können den Landwirten und Beratern Rechenhilfen angeboten werden, die sich auf Aussaat, Düngungsplanung, Pflanzenschutz, Bestandesdichte und Ertrag beziehen. Vor allem im Pflanzenschutz-Warndienst und bei der Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwellen kann das BTX-System in Verbindung mit agrarmeteorologischen Daten voraussichtlich wertvolle Dienste leisten und somit zum Kostensparen beitragen.

Bei der Kontrolle des wirtschaftlichen Einsatzes von Handelsdünger und Pflanzenschutzmitteln könnte die Schlagkartei (Feldkartei) helfen. Die Auswertung der Schlagkartei erfolgt

mittels EDV, in der Folge können die Betriebszweigabrechnungen verschiedener Betriebe miteinander verglichen werden, wodurch sich wertvolle Rückschlüsse für die Wirtschaftlichkeit des Produktionsmitteleinsatzes ergeben.

### 5.3 Alternativer Landbau

Der alternative Landbau ist ein Produktionssystem, das der Beachtung ökologischer Gesetzmäßigkeiten höhere Priorität einräumt, als dies bei konventionellen Produktionsmethoden der Fall ist. Daher verzichtet er auf die Verwendung chemisch-synthetisierter Stickstoffverbindungen, leicht löslicher Phosphate sowie hochprozentiger, chlorhaltiger Kalidünger, Pestizide, Wachstumsregulatoren und Futtermittelzusätze. Der alternative Landbau strebt laut L.Boltzmann-Forschungsstelle für Biologischen Landbau, Wien, folgende Ziele an:

- Weitgehend geschlossener Kreislauf im landwirtschaftlichen Betrieb (Organismus, Ganzheit)
- keine einseitige Betriebsstruktur (Vermeidung von Monokulturen)
- Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit auf lange Sicht (optimale Förderung des Bodenlebens)
- Abstimmung von Tierzucht und Tierhaltung auf den Standort und die Hofverhältnisse, auf artgemäße Bedürfnisse und ethische Gesichtspunkte
- Förderung bewährter Kultursorten und Zuchtrassen, besonders hinsichtlich Schädlingsresistenz und Tiergesundheit
- Produktion von Lebensmitteln mit hoher ernährungsphysiologischer Qualität
- Vermeidung zusätzlicher Umweltbelastungen (von Boden, Wasser, Luft) und Verarmung von Flora und Fauna als Folge bestimmter landwirtschaftlicher Produktionsmaßnahmen
- möglichst geringer Verbrauch nicht erneuerbarer Energien.

Die besondere Beachtung ökologischer Gesetzmäßigkeiten und ein weitgehender Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz im alternativen Landbau finden in der Öffentlichkeit großen Anklang. Das Hauptmerkmal alternativ wirtschaftender Betriebe ist eine

ganzheitliche, zyklische Betrachtungsweise. Die Auswirkungen des alternativen Landbaues auf die Gesundheit von Boden, Pflanze, Tier und Mensch sind als positiv zu bewerten.

Hinsichtlich der ökonomischen Auswirkungen des alternativen Landbaues ergeben sich im Vergleich zum konventionellen Landbau Unterschiede bei den Erträgen, Preisen, Kosten und beim Arbeitseinsatz.

Die Erträge im Feldbau sind bei den alternativ wirtschaftenden Betrieben geringer, da zum Teil auf ertragssteigernde Produktionsmittel (Stickstoff aus Handelsdünger, chemisch-synthetisierte Pflanzenschutzmittel) verzichtet wird. Deshalb sind auch die Ertragsverluste höher.

Die Produktpreise sind in den alternativ geführten Betrieben, bedingt durch Direktvermarktung und besondere Verbraucherpräferenzen, zumeist höher als die Preise für konventionell erzeugte Produkte.

Kostenunterschiede ergeben sich vor allem beim Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz. Bei der Düngung betreibt der alternative Landbau eine gezielte Humuswirtschaft. Stickstoff soll durch einen biologischen Kreislauf bereitgestellt werden, wobei laut L.Boltzmann-Forschungsstelle die Verwendung chemisch-synthetisierter Stickstoffverbindungen, leichtlöslicher Phosphate und hochprozentiger, chlorhaltiger Kalidünger untersagt ist. Als organische Dünger kommen Stallmist, Kompost, Jauche und Gründüngung zum Einsatz, als Zukaufdünger Urgesteinsmehl, Patentkali, Hyperphosphat, Thomasmehl, Algenkalk, Algistin, Spurenelementdünger usw. Die Düngerkosten sind durchwegs als gering zu bezeichnen und liegen wesentlich unter den Vergleichswerten im konventionellen Landbau.

Im alternativen Landbau soll die Gesundheit der Pflanzen vor allem durch geeignete Sortenwahl, Förderung der Bodengare, harmonische Düngung und geeignete Anbau- und Pflegemaßnahmen, wie Fruchtfolge, ökologischen Pflanzenschutz, Mischkulturen, Gründüngung usw. erreicht werden. Im Pflanzenschutz ist laut L.Boltzmann-Forschungsstelle die Verwendung synthetischer Insektizide und Fungizide, die Anwendung von Herbiziden, von chemisch-synthetischen Wachstumsregulatoren und Welkemitteln untersagt. Die Unkrautbekämpfung erfolgt hauptsächlich mechanisch (Maschinenhacke usw.) und durch Handarbeit. An Pflanzenschutzmitteln kommen z.B. zum Einsatz: 4-Blatt-Bio, Bio-S, Netzschwefel, Pyrethrum, Bentonit, Grünkupfer, Kiesel- und Hornpräparate.

Die Aufwendungen für zugekaufte Pflanzenschutzmittel sind sehr gering und liegen wesentlich unter den vergleichbaren Werten für den konventionellen Landbau. Außerdem ist der Energiebedarf in alternativ wirtschaftenden Betrieben wesentlich geringer.

Der alternative Landbau hat durch vermehrte mechanische Unkrautbekämpfung und durch die zumindest teilweise durchgeführte Selbstvermarktung einen höheren Arbeitsbedarf, insbesondere Handarbeitsbedarf. Ein Großteil der Handarbeit entfällt auf die Selbstvermarktung (Reinigen, Lagern, Verpacken, Verkaufen).

Das Einkommen der alternativ wirtschaftenden Betriebe liegt entweder gleich hoch, höher oder niedriger als jenes konventioneller Betriebe. In vielen ökonomischen Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß auch bei ökologischer Landbewirtschaftung zufriedenstellende wirtschaftliche Ergebnisse zu erzielen sind. Die Gründe dafür sind die geringeren Produktionsmittelkosten und die höheren Verkaufserlöse.

Der alternative Landbau ist derzeit vor allem für Klein- und Mittelbetriebe mit Viehhaltung ein durchaus geeignetes Produktionssystem. In spezialisierten, größeren Ackerbaubetrieben ohne Viehhaltung stößt der alternative Landbau derzeit an seine Grenzen, da einerseits die Arbeitskapazität ohnehin knapp ist und andererseits ein Produktionssystem ohne Viehhaltung im alternativen Landbau zum jetzigen Zeitpunkt ökonomisch kaum vertretbar erscheint.

## 6 GESAMTWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE

Der biologisch-technische und der mechanisch-technische Fortschritt haben in Verbindung mit der Mineraldüngung eine beträchtliche Steigerung der Erträge ermöglicht. Die mineralische Düngung ist nur ein Faktor von vielen anderen, die zu Ertragssteigerungen führen, wie die Züchtung ertragreicherer und resistenterer Sorten, verbesserte Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, bessere Ausbildung der Landwirte usw. War früher der Düngemiteleinsatz zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion durchaus erwünscht, so wird jetzt der Düngemittelaufwand und seine ertragssteigernde Wirkung z.T. im Zusammenhang mit Agrarüberschüssen, Budgetbelastungen und Umweltfragen gesehen. Dazu kommen noch die steigenden Verwertungsabgaben der Landwirte zur Mitfinanzierung von Exporten. Die Verwertungsabgaben führen zu einer Reduzierung des Erzeugerpreises und bewirken damit bei ökonomisch richtiger Handlungsweise eine Verminderung der Produktion.

Eine Maßnahme zur Verminderung von Überschüssen ist die Reduktion des Einsatzes von Handelsdünger durch Besteuerung oder Kontingentierung. Dadurch werden die Auswirkungen des biologisch-technischen Fortschrittes gedrosselt.

Der höhere Düngerpreis veranlaßt die Bauern zu einer Verminderung des Düngereinsatzes und es wird dadurch weniger geerntet. Am Beispiel der Weizenproduktion wird modellhaft gezeigt, wie sich eine 25 %ige Preiserhöhung für Stickstoffdünger auf die Landwirtschaft, die öffentliche Hand (Staat) und die Volkswirtschaft zumindest theoretisch auswirkt. Mit Hilfe verschiedener Produktionsfunktionen für Weizen wurden die natürlichen Auswirkungen einer 25 %igen Stickstoffsteuer auf den Stickstoffeinsatz und den Naturalertrag ermittelt.

Bei einer angenommenen Weizenernte von ca. 1.430 Mill.t und einer Stickstoffsteuer von 25 % (3,5 S/kg) ergibt sich demnach eine Verringerung der Weizenernte um 5.720 t (0,4 %). Dies hätte bei einem unterstellten Stützungsbedarf von 3 S/kg eine verminderte Exportstützung von 17,2 Mill.S zur Folge. Die Außenhandelsstatistik würde sich um 10,9 Mill.S verschlechtern (1,9 S/kg Weizen) und die Einnahmen der Bauern aus dem Weizenverkauf würden sich dadurch um 20,9 Mill.S vermindern.

Es entstehen Einnahmen aus der Stickstoffsteuer von 160,5 Mill.S (Weizenfläche ca. 296.000 ha). Eine Düngersteuer von 3,5 S/kg N, 2 S/kg P und 1 S/kg K hätte bei Weizen auf-

grund der unterstellten Produktionsfunktionen (Seite 31 f.) zur Folge, daß sich der Weizenenertrag um 17.160 t (1,2 %) verringert. Das ergibt einen verminderten Stützungsbedarf für Exporte von 51,5 Mill.S (3 S/kg). Die Außenhandelsbilanz würde sich um 32,6 Mill.S verschlechtern. Weiters ergeben sich für die Bauern geringere Einnahmen von 62,9 Mill.S und Einnahmen aus der Düngersteuer für Weizen aufgrund der unterstellten Produktionsfunktion von 214,2 Mill.S.

Eine ökologische Entlastung ist über eine Besteuerung der Düngemittel am ehesten zu erreichen, indem die Hinwendung zu alternativen Produktionssystemen wirtschaftlich interessanter wird. Die Überschußproblematik ist über eine Verteuerung der ertragssteigernden Produktionsmittel kaum zu lösen, denn schließlich gibt es eine Reihe anderer Faktoren, die die Ertragshöhe beeinflussen, z.B. Sortenzüchtung, Bodenbearbeitung, Mechanisierung, Ausbildung der Betriebsleiter usw.

Eine Kontingentierung des Stickstoffangebotes führt viel wirksamer zu einer ökologischen Entlastung bei gleichzeitigem Rückgang der Produktion. Außerdem wären die Einkommensverluste der Landwirtschaft wesentlich geringer als bei einer Besteuerung. Bei einer Reduktion des Stickstoffangebotes um 10 % vermindert sich die Produktion bei Getreide und Körnermais um 0,9-1,4 %, bei Zuckerrüben um 0,4 %.

Der gravierende Nachteil einer Kontingentierung von ertragssteigernden Produktionsmitteln liegt allerdings im hohen administrativen Aufwand. Eine kostspielige Ausweitung der Bürokratie wäre die Folge.

Mehr Ökologie und weniger Überschüsse in der landwirtschaftlichen Produktion lassen sich wahrscheinlich mit folgenden Alternativen zumindest teilweise erreichen:

- Durch Entwicklung umweltfreundlicher Produktionsverfahren mit entsprechender ökonomischer Effizienz (37).
- Durch Selbsthilfemaßnahmen der Landwirte zur Begrenzung des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf ein Mindestmaß (z.B. integrierter Pflanzenschutz,  $N_{\min}$ -Methode usw.), besonders in Grundwassereinzugsgebieten.
- Neuorientierung der biologisch-technischen Forschung in Richtung Kostensenkung, Faktoreinsparung und Umweltschonung (16).

- Förderung von Produktionsalternativen wie Eiweißfutterpflanzen, Ölsaaten, Biosprit usw.
- Vermehrte Substitution importierter Futtermittel durch im Inland produzierte Futtermittel mit entsprechender Preisgestaltung.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Untersuchung war, <sup>es</sup> die Auswirkungen eines begrenzten Stickstoff- und Fungizideinsatzes auf Betriebsorganisation und Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe zu ermitteln.

Dabei wurden einerseits staatliche Maßnahmen beurteilt, die auf eine Reduktion des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes abzielen; andererseits wurde gezeigt, welche Reaktionsmöglichkeiten auf diese Begrenzungen die Landwirte haben, um die Einkommensverluste möglichst gering zu halten. Abschließend wurden noch Möglichkeiten erörtert, wie der Landwirt selbst den Produktionsmitteleinsatz drosseln kann.

Zunächst wurden die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Produktionsmitteleinsatz dargestellt. Die Preisentwicklung bei den Handelsdüngern ist vor allem durch die starken Preissteigerungen in den Jahren 1981 und 1982 bei Stickstoff und Phosphat gekennzeichnet. Die Pflanzenschutzmittelpreise verzeichneten dagegen seit 1976 einen leichten Rückgang. Die Preise für Getreide stiegen seit 1976 leicht an, die Zuckerrübenpreise erhöhten sich kräftig, während die Kartoffelpreise relativ stark fielen. Die Belieferung der Landwirtschaft mit Stickstoffdüngern veränderte sich von 1976-1983 nur wenig, der Einsatz von Phosphat-Einzeldünger und auch der von Kali verringerte sich, während die Mehrnährstoffdünger schon fast die Hälfte der gesamten Düngerlieferung umfassen.

Bei der Düngungsintensität kommt zum Ausdruck, daß der Stickstoffverbrauch 1981/82 mit 60,9 kg/ha den bisher höchsten Wert erreichte, der Phosphat- und der Kaliumaufwand/ha waren im Jahr 1969/70 am höchsten. Im internationalen Vergleich liegt Österreich sowohl beim Stickstoff- als auch beim Phosphat- und Kaliumaufwand je ha im Schlußfeld der westeuropäischen Länder. Beim Pflanzenschutzmittelaufwand gab es eine beträchtliche Erhöhung der eingesetzten Menge. Auch die Produktivitätsentwicklung war beachtlich: Die Hektarerträge erhöhten sich von 1963-1983 bei Weizen um 64 %, bei Roggen um 59 %, bei Gerste um 48 %, bei Hafer um 57 %, bei Körnermais um 86 %, bei Kartoffeln um 23 %, bei Zuckerrüben um 31 % und bei Wein um 44 %.

Bei der Besprechung der produktionstheoretischen Grundlagen des Produktionsmitteleinsatzes standen die Beziehungen zwischen Ertrag und Produktionsmitteleinsatz im Vordergrund. Diese funktionalen Beziehungen zwischen Produktions- und Faktoreinsatzmenge können mit Hilfe der Produktionsfunktion und



der Grenznutzenrechnung dargestellt werden. Eine isolierte Betrachtung der optimalen Aufwandsintensität ist nur sinnvoll, wenn keine Auswirkungen auf die Betriebsorganisation entstehen. Ein Überschreiten des Ertrags-Optimums bringt für den Landwirt finanzielle Verluste.

v.a.  
Die Instrumente zur Begrenzung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes sind vor allem Besteuerung und Kontingentierung verschiedener Produktionsmittel. Die Auswirkungen eines begrenzten Stickstoff- und Fungizideinsatzes auf Einkommen und Betriebsorganisation wurden an zwei Modellbetrieben, einem Ackerbau- und einem Ackerbau-Grünlandbetrieb mit Hilfe der Linearen Programmierung untersucht.

Ein Problem lag in der Ermittlung der Daten für die Berechnungen. Als Datengrundlage dienten Versuchsauswertungen verschiedener Institutionen, weiters Buchführungsergebnisse, Beraterhandbücher, Datenkataloge usw.-)

v.a.  
Die Ergebnisse zeigen, daß sich im Ackerbau-Modellbetrieb eine Stickstoffbesteuerung vor allem auf das Einkommen negativ auswirkt; die eingesetzte Stickstoff- und Fungizidmenge wird nur bei stärkeren Preiserhöhungen entsprechend reduziert. Weniger gravierend sind die Auswirkungen auf die Erntemenge. Ökologische Verbesserungen könnten erst durch eine relativ hohe Besteuerung der Stickstoffdünger erzielt werden. Eine Steuer von z.B. 100 % des Stickstoffpreises bewirkt im vorliegenden Modellbetrieb einen Rückgang der eingesetzten Stickstoffmenge um 26 %, die erzeugte Getreidemenge sinkt um 8 % (=232 dt), die Zuckerrübenmenge um 4 % (=290 dt); das Einkommen verringert sich um 30 % gegenüber der Ausgangssituation ohne Steuer.

Auch eine Fungizidsteuer führt zu einer Verminderung des Stickstoff- und Fungizideinsatzes. Der Einkommensrückgang ist bei einer Fungizidsteuer geringer als bei einer Stickstoffsteuer, da die Zuckerrüben damit nicht belastet werden.

Die Stickstoffkontingentierung ergibt in diesem Ackerbau-Modellbetrieb eine wesentlich schnellere Verbesserung der ökologischen Situation als eine Besteuerung. Außerdem sind die Einkommensverluste geringer. Beträgt das Stickstoffkontingent die Hälfte der Menge ohne Kontingent, dann vermindert sich die erzeugte Getreidemenge um 16 % (=440 dt) und die Zuckerrübenmenge um 12 % (=870 dt). Das Einkommen sinkt um 18 %. Gegen die Kontingentierung des Stickstoffs spricht der hohe administrative Aufwand.

Um durch eine Besteuerung eine Reduktion des Stickstoffeinsatzes um 30 % gegenüber der Ausgangssituation zu erreichen, müßte die Stickstoffsteuer ~~rund~~ 16 S/kg N betragen; das Einkommen würde dabei um 34 % sinken. Eine Kürzung des Stickstoffkontingentes um 30 % hat zur Folge, daß das Einkommen um 7 % sinkt.

Reaktionsmöglichkeiten der Landwirte auf Besteuerungen und Kontingentierungen bestehen z.B. im Anbau von Ackerbohnen. Die Ackerbohnen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Einkommensverbesserung. Noch größere Einkommensverbesserungen sind durch Aufnahme der Viehhaltung bzw. eine Aufstockung des Viehbestandes zu erwarten. Andererseits können sich durch Aufnahme der Viehhaltung in die Betriebsorganisation womöglich Auswirkungen (Intensivtierhaltung) und gesamtwirtschaftlich gesehen ein starker Druck auf die Viehpreise ergeben.

Besonders in Regionen mit Intensivtierhaltungen sind die ökologischen Probleme infolge der großen Mengen an organischen Düngern (Gülle) beträchtlich. Daher ist es notwendig, Viehbesatz und Flächenausstattung miteinander in Einklang zu bringen.

Im Ackerbau-Grünlandbetrieb mit Viehhaltung bringt eine Stickstoffbesteuerung wegen des ertragsschwächeren Standortes eine raschere Reaktion auf die optimale Intensität. Die zugekauften Stickstoffmengen werden auf diesem Standort relativ stark reduziert, während die Auswirkungen auf das Einkommen eher gering bleiben.

Durch eine Steuer von 100 % des Wertes der Ausgangssituation verringert sich die zugekaufte Stickstoffmenge um 28 % (=818 kg) und die Erntemenge bei Getreide um 9 % sowie bei Körnermais um 10 %. Der Einkommensverlust beträgt 12 % (=29.326 S/Betrieb). Wegen des ertragsschwächeren Standortes ist die Produktivität des Fungizideinsatzes gering, ebenso wie die Auswirkungen einer Fungizidsteuer auf das Einkommen.

Auch bei einer Kontingentierung des Stickstoffangebotes (Zukaufdünger) ergeben sich nur geringe Auswirkungen auf das Einkommen. Eine Halbierung des Stickstoffangebotes aus Mineraldünger bewirkt eine beträchtliche Senkung des Fungizideinsatzes. Gegenüber der Ausgangssituation vermindert sich die Erntemenge von Getreide um 19 % (=125 dt) und jene von Körnermais um 22 % (=59 dt).

Damit der Stickstoffeinsatz gegenüber der Ausgangssituation ohne Steuer um 30 % sinkt, müßte die Stickstoffsteuer rund 12 S/kg N betragen, das Einkommen würde dabei um 12 % (=29.326 S) fallen. Bei einer Kürzung des Stickstoffangebotes um 30 % durch Kontingentierung würde das Einkommen um 2 % (=4.639 S) sinken.

Die Auswirkungen von Begrenzungen des Stickstoffeinsatzes durch Steuern oder Kontingente sind in Viehhaltungsbetrieben wegen des anfallenden organischen Stickstoffs wesentlich geringer als in reinen Ackerbaubetrieben. Aber auch im Ackerbau-Grünlandbetrieb mit Viehhaltung gibt es Anpassungsmöglichkeiten, z.B. die bessere Ausnutzung des Wirtschaftsdüngers. Eine Steigerung des Ausnutzungsgrades von Wirtschaftsdünger um 10 % ergibt in diesem Betrieb eine Senkung der eingesetzten Stickstoffmenge aus Mineraldünger um 6-8 %. Das Einkommen je Betrieb erhöht sich dadurch um ca. 6 % (=3.000 S).

~~Weiters gibt es~~ <sup>weiterhin</sup> für den Landwirt Selbsthilfemaßnahmen, um den Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz zu begrenzen. Dazu zählen die Verbesserung von Fruchtfolge und Bodengesundheit. Eine einseitige Überbetonung einzelner Kulturarten bringt eine Anhäufung fruchtartenspezifischer Schaderreger, die zu beträchtlichen Ertragsdepressionen führen, und nur teilweise durch vermehrten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln kompensiert werden können. Gute, nachhaltige Erträge lassen sich nur in einer richtigen Fruchtfolge und durch eine ausgeglichene Nährstoffversorgung erreichen.

Der Landwirt kann durch ~~ein~~ <sup>gezielten</sup> Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln die Kosten senken und die Umwelt entlasten. Das kann er durch regelmäßige Bodenuntersuchungen (z.B.  $N_{min}$ -Methode), Terminierung und Verteilung der Düngergaben, bessere Pflege und Verwendung der Wirtschaftsdünger, Anbau von Leguminosen usw. erreichen.

Beim Pflanzenschutz wird in Zukunft noch mehr darauf zu achten sein, daß nicht hartnäckig nach einem bestimmten Spritzplan vorgegangen wird, sondern daß alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden Anwendung finden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle bzw. Bekämpfungsschwelle zu halten (Konzept des Integrierten Pflanzenschutzes). Mehrere Untersuchungen haben ergeben, daß bei Berücksichtigung der Schadensschwellen eine beträchtliche Einsparung von Pflanzenschutzmaßnahmen zu erzielen war. Dem Pflanzenschutz-Warndienst und den neuen Medien (z.B. BTX)

kommt dabei besondere Bedeutung zu. Das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes erfordert eine intensive Zusammenarbeit zwischen Landwirten, Beratern und Wissenschaft.

Eine Verminderung des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes bringt auch der alternative Landbau, weil er auf die Verwendung bestimmter Düngemittel, Pestizide und Wachstumsregulatoren verzichtet. Da jedoch alternativ wirtschaftende Betriebe zum Teil auf ertragssteigernde Produktionsmittel verzichten, müssen die geringeren Erträge durch höhere Preise abgegolten werden. Der alternative Landbau eignet sich derzeit noch nicht für größere, viehlose Ackerbaubetriebe, da er auch auf Herbizide verzichtet und die vorhandene Arbeitskapazität zur mechanischen Unkrautbekämpfung in den Betrieben nicht ausreicht. Außerdem ist das Problem des Alternativ-Betriebes ohne Viehhaltung wirtschaftlich noch nicht gelöst. Der alternative Landbau eignet sich derzeit aber sehr wohl für Klein- und Mittelbetriebe mit Viehhaltung.

Gesamtwirtschaftlich gesehen bringt eine Besteuerung von Stickstoff für die Bauern finanzielle Verluste durch geringere Roherträge sowie höhere Düngerkosten und für die öffentliche Hand zusätzliche Einnahmen durch die Düngersteuer und Stützungseinsparungen. Außerdem verschlechtert sich die Handelsbilanz infolge der geringeren Exporterlöse. Eine ökologische Entlastung ist nur bei einer hohen Steuer zu erwarten. Das bringt wiederum hohe Einkommensverluste für die Landwirte und vermindert die Überschüsse kaum.

Eine Kontingentierung bringt eine raschere ökologische Entlastung, geringere Einkommensverluste, einen geringen Beitrag zur Verminderung der Überschüsse, verursacht aber einen hohen administrativen Aufwand. Eine freiwillige Begrenzung des Produktionsmitteleinsatzes durch den Landwirt hat bei Annahme optimaler Intensität dieselben Auswirkungen wie eine Kontingentierung, jedoch ohne zusätzlichen administrativen Aufwand.

Mehr Ökologie und weniger Überschüsse sind voraussichtlich in erster Linie durch die Entwicklung umweltfreundlicher Produktionsverfahren mit entsprechender Wirtschaftlichkeit, durch Erzeugerselbstkontrollen zur Begrenzung des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf ein Mindestmaß, Senkung der Kosten durch andere Schwerpunkte bei der biologischen Forschung (z.B. Resistenzzüchtung) und durch Förderung von Produktionsalternativen zu erreichen.

## SUMMARY

*The aim of this study was to determine the effects of reduced application of nitrogen and fungicides on organization and income of farms.*

*On the one hand this involved the evaluation of government policies with the aim to reduce nitrogen and fungicide application; on the other it was to be shown how farmers might possibly react to these restrictions in order to keep losses of income at the lowest possible level. Finally, proposals such that the farmer himself chooses to cut back on his use of factors of production were presented.*

*Firstly, the economic environment for the use of production factors was laid out. The prices of fertilizers show a strong increase for nitrogen and phosphate in the years 1981 and 1982. The prices of pesticides and fungicides, on the contrary, show a slight decline since 1976. The prices of cereals increased slightly since 1976, the prices of sugar beets rose sharply, and the prices of potatoes fell substantially. The sale of nitrogen fertilizers to agriculture changed but little in 1976-1983, the use of phosphate fertilizer and also that of potassium came down while multiple nutrient fertilizers make up a share of almost one half of total fertilizer use already.*

*A look at the intensity of fertilization reveals that nitrogen use so far was highest in 1981/82 with 60.9 kg/hectare; phosphate and potassium use were highest in 1969/70. In an international perspective Austria is among the last Western European countries with respect to nitrogen, phosphate and potassium application per hectare. The use of pesticides, herbicides and fungicides has increased considerably. Also productivity growth has been substantial: Yields per hectare increased from 1963 to 1983 for wheat by 64 percent, for rye 59 percent, for barley 48 percent, for oats 57 percent, for maize 86 percent, for potatoes 23 percent, for sugar beets 31 percent and for wine 44 percent.*

*The discussion of the theory of production and input use centered on the relations between yield and the factors of production. These functional relationships between output and inputs can be represented by a production function and marginal utility theory. However, an isolated view at the optimal intensity makes sense only if it doesn't affect the structure of the firm. Going beyond the optimal yield will incur a financial loss on the farmer.*

Measures to reduce the use of fertilizers and chemicals are mainly excise taxes and quotas on the various factors of production. The effects of reduced nitrogen and fungicide use on income and structure were determined for two model farms, a crop and a crop-grassland farm, with linear programming methods.

The collection of data for the calculations turned out to be a problem. The data base consisted of experimental results of various institutions and in addition results from individual farm accounts, extension manuals, data catalogues etc.

The results show that in the crop farm an excise tax on nitrogen affects mainly income negatively. The quantities of nitrogen and fungicides are reduced by some amount only if their prices increase substantially. The effects on yields are modest. A positive impact on the environment would occur only if the tax on nitrogen fertilizer were quite high. A tax of f.i. 100 percent of the price of nitrogen produces a reduction in the quantity of nitrogen used of 26 percent in the model farm; cereal production goes down by 8 percent (=232 dt) and sugar beet production by 4 percent (=290 dt); income decreases by 30 percent relative to the original situation without a tax.

Also a tax on fungicides will reduce the use of nitrogen and fungicides. The reduction of income is less for a tax on fungicides than for a tax on nitrogen because sugar beets are not affected by it.

A quota on nitrogen use produces a much quicker improvement of the ecological situation of the crop farm than on excise tax. Furthermore the loss of income is smaller in this case. If the nitrogen quota is set at one half of the quantity without quota, the production of cereals decreases by 16 percent (=440 dt) and that of sugar beets by 12 percent (=870 dt). Income drops by 18 percent. But high costs of administration plead against the imposition of quotas.

In order to achieve a reduction of nitrogen use by 30 percent relative to the original situation, the tax on nitrogen would have to be some 16 AS/kg nitrogen; this would depress income by 34 percent. The same reduction of nitrogen by 30 percent through a quota reduces income by 7 percent.

The response of farmers to excise taxes and quotas may be f.i. to grow horse beans. Horse beans contribute effectively to increase income. Even higher increases of income can be expected if a farmer assumes livestock production or increases his original stock. However, taking up livestock as an additional enterprise may possibly affect the individual economic situation (intensive production) and the national economy by depressing livestock prices.

Especially in areas where livestock production is concentrated, ecological problems are substantial because of the application of high quantities of organic fertilizers (semiliquid manure). Thus it is necessary to bring livestock numbers in line with the size of the farmland.

In a crop-grassland farm with livestock a tax on nitrogen brings about a quicker response toward optimal intensity of production because its farmland is less productive. The reduction in the quantity of purchased fertilizers is relatively pronounced while the impact on income is rather small.

An excise tax on nitrogen of 100 percent of the original price reduces the quantities purchased by 28 percent (=818 kg) and the production of cereals by 9 percent and of maize by 10 percent. The loss of income is 12 percent (=29,326 AS per farm). Because of the less productive farmland, fungicide application affects productivity little, as does a tax on fungicides affect income.

Also a quota on nitrogen supply (purchased fertilizer) has little effect on income. Cutting supply of nitrogen in mineral form by one half produces a substantial reduction of fungicide application. Relative to the original situation production of cereals decreases by 19 percent (=125 dt) and of maize by 22 percent (=59 dt).

In order to reduce nitrogen application by 30 percent over the original situation (without a tax), the tax on nitrogen would have to be 12 AS per kg nitrogen; this would reduce income by 12 percent (=29,326 AS). If nitrogen supply had been reduced by 30 percent through a quota, this would have cut income by 2 percent (=4,639 AS).

The effects of a reduction of nitrogen application through excise taxes or quotas are much smaller in livestock enterprises than in crop farms because of the former's production

of organic nitrogen. But adjustments are also possible in crop-grassland farms with livestock, f.i. through better utilization of organic fertilizers. If the effectiveness of organic fertilizers can be increased by 10 percent, the model farm could reduce the quantity of nitrogen applied in mineral form by 6 to 8 percent. This increases income per farm by some 6 percent (=3,000 AS).

Furthermore, there are actions a farmer might take on his own in order to limit the application of fertilizers and chemicals. One of these is to improve crop rotation and the health of the soil. If the planting rate of a particular crop is too high, crop specific damaging organisms abound and lead to a substantial depression of yield which can be avoided only partly through increased use of fertilizers and chemicals. High sustainable yields are possible only if the sequence of crops and the supply of nutrients are adequate.

A farmer can, by utilising fertilizers and chemicals purposefully, reduce costs and alleviate burdens on the environment. This he can do through regular tests of the soil (f.i. N-min method), timing of fertilizer application and its distribution over time, better handling of organic fertilizers and their application, planting of legumes etc.

In the domain of plant protection care will have to be taken that a farmer doesn't stick strictly to a particular application plan but makes use of all economically, ecologically and toxicologically meaningful methods which keep damaging organisms below economically relevant levels or levels which call for the application of chemicals (the concept of integrated plant protection). Various inquiries showed that if damage levels were used as a guide, substantial savings in chemicals resulted. This underscores the usefulness of a plant protection warning service and the new media (f.i. videotext). The integrated plant protection concept affords intensive cooperation between farmers, extension service personnel and scientists.

Fertilizer and chemical application drop also through organic (alternative) farming because this method renounces the use of particular fertilizers, pesticides and growth regulators. However, since firms relying on alternative methods partly don't use inputs which increase productivity, lower yields have to be compensated for with higher prices. Currently, organic farming is not yet advisable for rather big crop farms



*without livestock because the use of herbicides is renounced and their labor capacity is not sufficient to remove weeds mechanically. Furthermore, the problem of organic farming without livestock is still unresolved in economic terms. But organic farming is currently certainly advisable for small and medium size farms with livestock.*

*Economically, a taxation of nitrogen leads to financial losses of farmers through smaller revenues and higher fertilizer costs and to additional income of the government through the tax on nitrogen and a reduction of export subsidies. Furthermore, the balance of trade will worsen because of less export revenue. A positive ecological impact is to be expected only in case of a very high tax. That, however, reduces the income of farmers strongly and the surplusses hardly.*

*A quota leads to a quicker alleviation of environmental problems, a smaller loss of income and some contribution toward the reduction of surplusses but incurs high costs of administration. If the farmer himself reduces the rate of application of inputs, assuming optimal intensity, the results are the same than for a quota but without the additional costs of administration.*

*The targets of more ecology and less surplusses can probably be achieved primarily through the development of ecologically sound and economically viable technology, checks of the farmers among themselves that their use of fertilizers and chemicals is reduced to the minimum, reduction of the costs of production through a change of emphasis in biologic research (f.i. breeding of resistant varieties), and incentives for the production of alternative crops.*

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- 1 AID-Informationen 11/84
- 2 Bach, H.: Landbau und Umwelt. Linz: Rudolf Trauner Verlag 1978.
- 3 Bartels, G.: Problemlösungen durch umweltverträgliche Produktionsverfahren. KTBL-Arbeitspapier 90/1984.
- 4 Bartels, J.: Pflanzenschutz im intensiven Weizenbau. Diss. Göttingen 1984.
- 5 Beck, Th.: Veränderung des Humusgehaltes als Folge unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen - langfristig gesehen. Schule und Beratung 10/84.
- 6 Berg, E.: Erfolgreiche Produktionssysteme im Getreidebau. Vorträge der DLG-Herbsttagung 1982. Archiv DLG 70.
- 7 Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft. BMLF Wien 1983.
- 8 Blasl: Versuchsunterlagen für N-Rentabilität. Chemie Linz AG 1983.
- 9 Die Buchführungsergebnisse aus der österreichischen Landwirtschaft. LBGWien. Verschiedene Jahrgänge.
- 9a Debruck, I.: Mehr Getreide - eine Herausforderung an den Ackerbau. Getreidebau aktuell. Verlagsunion Agrar 1983.
- 10 Diercks, R.: Alternativen im Landbau. Verlag: Eugen Ulmer, Stuttgart 1983.
- 11 Diercks, R.: Statusbericht Pflanzenschutz. Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft. Heft 244/1980.
- 12 Diercks, R.: Energieeinsparung im Pflanzenschutz. Berichte über Landwirtschaft 195/1979.
- 13 Egloff, K.: Ökonomisch und ökologisch sinnvoll düngen. Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg. 7/1984.
- 13a Egloff, K.: Fünfjährige Stickstoffsteigerungsversuche zu Winterweizen. Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg. 5/1986.

- 14 Ergebnisse aus Feldversuchen. Bericht 58/1983. Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt, Linz.
- 15 FAO fertilizer yearbook, verschiedene Jahrgänge.
- 16 Gurtner, O.: Düngungsintensität aus einzelbetrieblicher und agrarwirtschaftlicher Sicht. Die Bodenkultur, Heft 3. Wien 1980.
- 17 Heitefuß, R.: Pflanzenschutz; Grundlagen der praktischen Phytomedizin. Stuttgart 1975.
- 18 Integrierterterter Pflanzenschutz. Beratungsschrift 43. Hrsg. v. BMLF u. Bundesanstalt für Pflanzenschutz. Wien.
- 19 Jahresbericht der Österreichischen Düngerberatungsstelle 1982, 1983.
- 20 Jungehülsing, H.: Intensitätsgrad der Produktion immer neu bestimmen. DLG-Mitteilungen 3/1984.
- 21 Kahnt, G.: Problemlösungen durch umweltverträgliche Produktionsverfahren. KTBL-Arbeitspapier 90/1984.
- 22 Kappel, F.: Landwirtschaft und Ökologie. Landwirtschaftliche Mitteilungen 11/1983.
- 23 Kling, A.: Optimaler Stickstoffdüngereinsatz unter veränderten Preis-Kosten-Verhältnissen. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch 8/1982.
- 23a Kling, A. u. H.Steinhauser: Möglichkeiten und Grenzen eines verringerten Einsatzes ertragssteigernder Betriebsmittel am Beispiel Stickstoff. Agrarwirtschaft, Heft 7/1986.
- 24 Kling, A. u. H.Steinhauser: Zu Zuckerrüben Stickstoff sparen. DLG-Mitteilungen 1983.
- 24a Köchl, A.: Möglichkeiten und Grenzen des Mineraldüngereinsatzes. Wintertagung der Österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik. Wien 1983.
- 25 Kröchert, R.M.: Überprüfung von Schadensschwellen für Unkräuter in Winterweizen unter Berücksichtigung von N-Düngung, Fungizid- und Herbizideinsatz. Diss.Göttingen 1982.

- 26 Landwirtschaftlicher Paritätsspiegel. LBG Wien 1984.
- 26a Mraczek, M.: Einfluß von langjährigen Düngungsmaßnahmen und der Witterung im Rahmen eines sechsschlägigen Fruchtfolge-Düngungsversuches. Die Bodenkultur, 30.Bd./1979.
- 27 Ortmaier, E.: Ökonomische Grenzen des Einsatzes an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch. Sonderheft 2/1983.
- 28 Reisch, E. u. J.Zeddies: Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Band 2. Verlag: Eugen Ulmer. Stuttgart 1977.
- 29 Roemer, P.: Düngemittelerzeugung und -versorgung 1950/51 bis 1982/83. Wirtschaft und Statistik 11/83.
- 29a Schmitt, L.: Der Wirkungswert des Düngerstickstoffs im Wandel der Zeiten. Landwirtsch. Lehrhefte. Justus von Liebig Verlag. Darmstadt Heft 5/1960.
- 30 Schulte, J.: Begrenzter Einsatz von Handelsdüngern und Pflanzenschutzmitteln. Angewandte Wissenschaft, Heft 294/1984.
- 31 Steffen, G.: Die Rentabilität des Handelsdünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes in landwirtschaftlichen Unternehmen bei steigenden Preisen für Betriebsmittel und sinkenden Erzeugerpreisen. Bericht über Landwirtschaft. Heft 4/1981.
- 32 Steffen, G. u. E.Berg: Einfluß von Begrenzungen beim Einsatz von Umweltchemikalien auf den Gewinn landwirtschaftlicher Unternehmen. Materialien zur Umweltforschung. Hrsg. vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1977.
- 33 Steinhauser H., Langbehn, C. u. U.Peters: Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Verlag: Eugen Ulmer. Stuttgart 1982.
- 34 Szith, R.: Integrierte Bekämpfung der Schädlinge im Getreidebau. Der fortschrittliche Landwirt. Heft 10/1984.
- 35 Umweltgerechte und kostengünstige Pflanzenproduktion. KTBL-Arbeitspapier 90/1984.
- 36 Waibel, H.: Die Ökonomik des chemischen Pflanzenschutzes im bewässerten Reisanbau der Philippinen. Diss.Hohenheim 1983.

- 37 Weinschenk, G.: Ökologische Forderungen und ihre Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung. Arbeiten der DLG. Band 172/1981.
- 38 Wenner, H.L.: Die Entwicklung der Landtechnik und ihre Auswirkungen auf die bäuerlichen Familienwirtschaften. Vortrag auf der Agrartagung der Österr. Studiengesellschaft für Bauernfragen. Wien 1984.
- 39 Willi, J.: Die Ökologie als Produktionsfaktor. Der fortschrittliche Landwirt. Heft 21/1984.
- 40 Zeddies, J. u. H.Waibel: Ökonomische Entscheidungsgrundlagen und Bewertungsansätze zur wirtschaftlichen Beurteilung von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. Stuttgart 1984.
- 41 Zeddies, J. u. H.Waibel: Organisation und Evaluierung eines Pflanzenschutz-Beratungsprojektes in einem Entwicklungsland. Sonderdruck aus Vermarktung und Beratung.
- 42 Zwischenberichte über Düngungsversuche der ÖDB 1982-1984.

