



Stickstoffemissionsreduktion und volkswirtschaftliche Kosten

Bernard LEHMANN, Martin HÄFLIGER, Alois KEUSCH, Hans-Peter THOMI und Hans Peter WOLF, Institut für Agrarwirtschaft, Gruppe Betriebswirtschaft und Ökonomie des ländlichen Raumes, ETH Zürich, CH-8092 Zürich

Die Agrarpolitik 2002 kann zusammen mit Massnahmen zur Effizienzsteigerung im Ressourceneinsatz die Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft bis zu 32'000 t reduzieren. Damit verbunden ist ein volkswirtschaftlicher Gewinn von rund 22'500 Franken je Tonne eliminierter Stickstoffverluste.

Im Jahre 1993 untersuchte die Eidgenössische Gewässerschutzkommission die Emissionen schädlicher Stickstoffverbindungen in die Gewässer und die Atmosphäre. Das Eidgenössische Departement des Innern und das Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement übergaben 1994 einer Expertengruppe (Biedermann) das Mandat, um eine Strategie zur Bewältigung der durch die Emissionen verursachten Umweltprobleme zu erarbeiten. Für die Bereiche Verbrennung, Abwasserreinigungsanlagen und Landwirtschaft erarbeiteten drei Expertengruppen Massnahmen zur Reduktion von Stickstoffemissionen und verglichen diese auf der Stufe der volkswirtschaftlichen Kosten pro reduzierte Tonne Stickstoff-Emissionspotential (volkswirtschaftliche Kosten-Wirksamkeitsanalyse, KWA). Die vorliegende Studie¹ untersucht den Bereich Landwirtschaft, der mit etwa 38 % an den umweltrelevanten Stickstoffemissionen in der Schweiz beteiligt ist.

Methodisches Vorgehen

Ausgangspunkt ist der Stickstoffkreislauf. Stickstoff gelangt in Form von Handels- und Hofdünger, durch Deposition und N-Fixierung auf die landwirtschaftliche Nutzfläche und wird teilweise von der Pflanze aufgenommen und in das organische Material eingebaut. Der nicht in die Pflanze eingebaute Stickstoff stellt für den Landwirt ein Verlustpotential und für die Umwelt ein Gefährdungspotential dar. Die folgenden Definitionen basieren auf dem Stickstoffkreislauf:

■ **N-Düngung:** Es handelt sich um die Stickstoff- beziehungsweise N-Zufuhr

durch Klärschlamm, Hof- und Handelsdünger in Handelsdüngeräquivalenten.

■ **N-Verlustpotential:** Das N-Verlustpotential setzt sich aus den Stall- und Lagerungsverlusten, den Ausbringungsverlusten, der Normüberschreitung und den Verlusten infolge der maximal 60 %igen Ausnutzung des normgerecht gedüngten Stickstoffs zusammen².

■ **Normabweichung:** Diese Kennzahl macht eine Aussage über die absolute Über- beziehungsweise Unterschreitung der Düngungsnormen der Forschungsanstalten und ermöglicht die Schätzung des Reduktionspotentials beim N-Einsatz auf den einzelnen Betrieben, ohne dass bedeutende Ertragsausfälle zu befürchten sind. Die Schätzung der heutigen Situation basiert auf einer Stichprobe von Landwirtschaftsbetrieben mittels statistischer Analyse. Die Betriebe werden in zwölf Betriebstypen zusammengefasst.

Die Methode der Linearen Programmierung (normativer Ansatz) erlaubt die Bestimmung des Einflusses der sich ändernden Rahmenbedingungen auf die Produktions- und Faktoreinsatzstruktur der einzelnen Betriebstypen und die oben definierten ökologischen Kennzahlen. Berücksichtigt werden die durch die Agrarpolitik 2002 zu erwartenden Entwicklungen: Veränderungen bei den Produkt-/ Faktorpreisrelationen und im Direktzahlungssystem, bei den Produktionsverfahren, infolge des betrieblichen Flächenwachstums und der Produktivitätsfortschritte beim Einsatz von Arbeit und von biologischen Ressourcen.

Die Kombination des positiven Ansatzes der statistischen Analyse und des normativen Ansatzes der Linearen Programmie-

rung ermöglicht, Aussagen auf nationaler Ebene über künftige Entwicklungstendenzen zu machen.

Grundlage für die Hochrechnung der Entwicklungen bilden die durch die statistische Analyse erhaltenen Daten, denen die mittels Linearer Programmierung gefundenen Tendenzen unterlegt und die anschliessend hochgerechnet werden. Auf diese Weise wird der Trend der Entwicklung auf die reale Situation mit beobachteter Ineffizienz beim Stickstoffeinsetz übertragen.

Die Aufteilung der geschätzten N-Verlustpotentiale und deren Veränderungen auf die einzelnen Verlustformen Ammoniak, Lachgas, Nitrat und «andere Verluste» erfolgt betriebstypenspezifisch nach einem von Menzi *et al.* (1994) entwickelten Berechnungsverfahren. Die letzte Verlustpotentialgrösse enthält vor allem den nicht umweltrelevanten Distickstoff (N₂).

Für die Berechnung der volkswirtschaftlichen Kosten sind folgende, durch agrarpolitische Massnahmen induzierte Effekte von Bedeutung:

- vermehrter oder verminderter Ressourceneinsatz bei Arbeit, Kapital und Betriebsmitteln, bewertet zu Opportunitätskosten;
- Nutzenveränderung wegen veränderter Inlandkonsumgütermenge in der Höhe des monetarisierten Nutzens der Mengendifferenz;
- veränderte grenzüberschreitende Zahlungen für Importe oder Exporte;
- Nutzenveränderung durch Verminderung/Erhöhung zusätzlicher externer Kosten; diese bleiben aus Gründen der Vergleichbarkeit und wegen der Schwierigkeiten in der Monetarisierung unberücksichtigt.

Schätzung der Ausgangssituation

Die Datengrundlage besteht aus einer beim Schweizerischen Bauernverband (SBV) und beim Service Romand de Vulgarisation Agricole (SRVA) aus der Grundgesamt-

¹Häfliger *et al.*, 1995: Anpassungsschritte landwirtschaftlicher Betriebe zwecks Abbau der N-Emissionen. Technischer Bericht. Institut für Agrarwirtschaft der ETH-Zürich. Zürich.

²Unter der N-Ausnutzung versteht man den bei sachgemässer Verwendung von Handelsdünger in die oberirdischen Teile der Pflanze eingebauten Stickstoff (Berechnung von U. Walther, FAL).

heit der Buchhaltungsbetriebe erhobenen Stichprobe von 229 Betrieben:

Die systematische Einteilung der Betriebe erfolgt nach dem Viehwirtschaftskataster (Tal, Voralpine Hugelzone (VHZ), Bergzone (BZ) 1 bis 4 und nach der Produktionsstruktur in Rindermast-, Ackerbau-, Futterbau-, vielseitige und Spezialbetriebe. Eine separate Kategorie bilden die Aufstockungsbetriebe mit einem Anteil von mehr als 33 % Schweinen oder Hühnern an den gesamten betrieblichen Dungergrossvieheinheiten (DGVE). Die Stichprobe umfasst 55 IP-, 15 BIO- und 132 konventionelle Betriebe, von denen 158 im Talgebiet oder der VHZ und 71 im Berggebiet liegen.

Der Vergleich der gesamtschweizerischen, nach den erläuterten Betriebstypen aufgeteilten Strukturdaten gemäss Eidgenössischer Betriebszählung 1990 mit der empirischen Erhebung ergibt einige Unterschiede bezüglich der Betriebsstrukturen zwischen Grundgesamtheit (GG) und Stichprobe (SP):

- Die Betriebe in der SP sind signifikant grösser als in der GG.
- Sehr intensive Betriebe sind in der SP untervertreten.
- In der Aufteilung zwischen Acker- und Futterfläche sind kleinere Differenzen von bis zu knapp 10 % feststellbar. Die statistische Analyse ermöglicht die Schätzung der Variablen, welche vor allem im Tal und der VHZ einen signifikanten Einfluss auf das Dunungsverhalten und das N-Verlustpotential haben und damit die entsprechende Korrektur der Daten der Betriebstypen aus der Stichprobe. Der Einbezug der Daten aus dem Öko-Pilotbetriebsnetz (66 IP-, 11 BIO- und 13 konventionelle Betriebe) in die statistische Analyse der IP- und BIO-Betriebe lieferte Resultate mit höherer Signifikanz für diese Produktionsverfahren.

N-Haushalt in Abhängigkeit der Landbauform

Abbildung 1 zeigt, dass BIO in bezug auf alle drei Kennzahlen die tiefsten Werte und IP die zweitiefsten Werte aufweist. Die zwischen BIO und IP kleinere Differenz beim N-Verlustpotential als bei der Normabweichung ist auf die höheren unvermeidbaren N-Verluste in der Hofdungwirtschaft zurückzuführen.

Die IP-Betriebe des Öko-Pilotbetriebsnetzes schneiden in bezug auf alle drei Kennzahlen signifikant besser ab als die übrigen IP-Betriebe, was auf die ausgedehntere Beratung zurückzuführen ist. Ohne die Betrie-

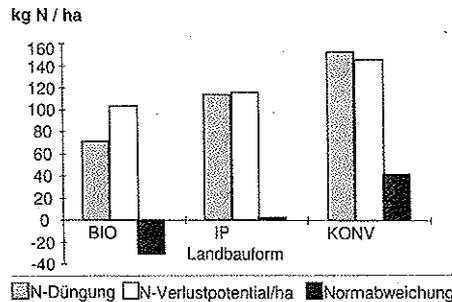


Abb. 1. N-Haushalt in Abhängigkeit der Landbauform (Betriebe im Tal und in der VHZ).

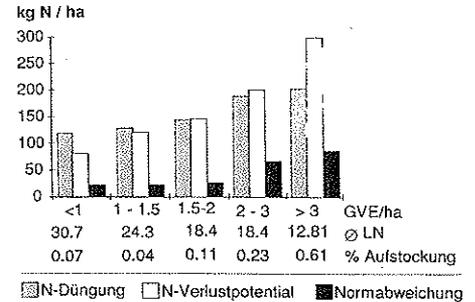


Abb. 2. N-Haushalt in Abhängigkeit des Viehbesatzes (Betriebe im Tal und in der VHZ).

Tab. 1. Regressionsanalyse der abhängigen Variable «N-Verlustpotential/ha» (Tal und VHZ)

Unabhängige Variable	Koeffizient	Sig.Niveau	Std.Fehler
Rinder-GVE/ha	77,45	0,0001	3,93
Nicht-Rinder-GVE/ha	60,49	0,0001	2,31
Anteil offene Ackerfläche in %	0,35	0,0001	0,94
Dummy VHZ	-9,11	0,01	3,65
Dummy IP	-10,55	0,0001	3,16
Dummy BIO	-32,09	0,0001	5,92

Bestimmtheitsmass $R^2 = 86,6\%$

Nicht signifikant: LN, Dummy Teil-IP, RGVE/Futterfläche
LN: Landw. Nutzfläche; VHZ: Voralpine Hugelzone; GVE: Grossvieheinheiten; RGVE: Rinder-GVE

Tab. 2. Regressionsanalyse der abhängigen Variable «Normabweichung/ha LN in kg N» (Tal und VHZ)

Unabhängige Variable	Koeffizient	Sig.Niveau	Std.Fehler
Rinder-GVE/ha	23,82	0,0001	6,58
Nicht-Rinder-GVE/ha	17,77	0,0001	3,86
Anteil offene Ackerfläche in %	0,46	0,004	0,16
Dummy VHZ	-8,19	0,181	6,11
Dummy IP 100 (Stichprobe IAW)	-17,73	0,02	7,55
Dummy IP Öko-Pilotbetriebsnetz	-30,26	0,0003	-3,66
Dummy BIO	-63,73	0,0001	-6,44

Bestimmtheitsmass $R^2 = 36,72\%$

Nicht signifikant: LN, Dummy Teil-IP, RGVE/Futterfläche
LN: Landw. Nutzfläche; VHZ: Voralpine Hugelzone; GVE: Grossvieheinheiten; RGVE: Rinder-GVE; IAW: Inst. für Agrarwirtschaft

be aus dem Öko-Pilotbetriebsnetz wäre das N-Verlustpotential der IP-Betriebe um etwa 5 kg N/ha höher als in Abbildung 1.

N-Haushalt in Abhängigkeit des Viehbesatzes

Abbildung 2 verdeutlicht folgende Zusammenhänge:

- Zunehmendes N-Verlustpotential bei steigendem Viehbesatz; dieses ist ab einem Besatz von mehr als 2 DGVE pro ha bedeutend.
- Mit zunehmendem Viehbesatz (GVE/ha) nimmt der Anteil an Aufstockungstieren (Geflügel und Schweine) zu.
- Kleine Betriebe neigen stärker zur «inneren Aufstockung».

Die Analyse der Datengrundlage zeigt, dass die Handelsdungerkaufe bei zunehmendem Anfall von Hofdüngern nur unterproportional reduziert werden, das heisst die Betriebe «entsorgen» einen Teil

ihrer Hofdünger, anstatt sie nutzbringend einzusetzen.

Regressionsanalyse der Betriebe der Stichprobe

Die Regressionsanalysen (Tab. 1 und 2) bestätigen die Folgerungen der deskriptiven Auswertung bezüglich Normabweichung/ha und N-Verlustpotential/ha³:

- BIO-Betriebe erreichen bei beiden untersuchten Kennzahlen signifikant bessere Resultate als konventionelle und IP-Betriebe.
- IP-Betriebe schneiden besser ab als konventionelle. Interessant ist, dass die IP-Betriebe des Öko-Pilotbetriebsnetzes eine signifikant geringere Normüberschreitung aufweisen als die übrigen IP-Betriebe (-13 kg/ha).

³Bei Aussagen über BIO- und IP-Betriebe ist die Vergleichsbasis das konventionelle Produktionsverfahren.

Teil-IP unterscheidet sich nicht signifikant von konventionell wirtschaftenden Betrieben.

Ein steigender Viehbesatz führt bei beiden abhängigen Variablen aus ökologischer Sicht zu einer signifikanten Verschlechterung.

Die Betriebsgrösse hat keinen signifikanten Einfluss auf die beiden abhängigen Variablen. Dies ist auf die negative Korrelation zwischen dem Viehbesatz und der Betriebsgrösse zurückzuführen, das heisst der Effekt wird durch die Variablen RGVE/ha und NiRGVE/ha abgebildet.

Die beiden untersuchten Variablen verschlechtern sich mit zunehmendem Anteil der offenen Ackerfläche.

Im Berggebiet kann einzig für den Viehbesatz eine signifikante (5%-Niveau) und für die Dummy-Variable BIO eine tendenziöse Wirkung (15%-Niveau) nachgewiesen werden. BIO verkleinert das N-Verlustpotential tendenziös um 5,8 kg/ha. IP unterscheidet sich im Berggebiet nicht von konventionell wirtschaftenden Betrieben.

Hochrechnung auf die Schweiz

Die Zusammenfassung der Betriebsdaten erfolgt entsprechend der erläuterten Betriebseinteilung und die Hochrechnung entsprechend ihres Anteils an der gesamtschweizerischen Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN). Die Durchschnittsdaten der statistischen Analyse werden mit den in der Regressionsanalyse ermittelten Koeffizienten korrigiert, um die erwähnten Strukturunterschiede zwischen Grundgesamtheit und Stichprobe zu bereinigen.

Eine Kontrollrechnung mittels gesamtschweizerischer Daten⁴ (Landnutzung, Tierbestände, verkaufte Dünger, verwertete Zivilisationsabfälle) dient der Verifizierung der in Tabelle 3 gemachten Schätzung. Dabei ergibt sich bei gleichbleibendem Berechnungsmodus für die Schweiz ein N-Verlustpotential von 127'200 t N (Stichprobe 122'900 t N) und eine Überschreitung der Düngungsnormen von 34'250 t N (Stichprobe 25'300 t N). Die höheren Werte in der Kontrollrechnung sind in erster Linie darauf zurückzuführen, dass die gesamtschweizerischen Daten die paralandwirtschaftliche

⁴Statistische Erhebungen und Schätzungen, SBV, Brugg div. Jahrgänge. Analog zur Vorgehensweise von Braun *et al.*, 1994. Phosphor- und Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft und Paralandwirtschaft, FAC-Schriftenreihe Nr. 18.

Fläche (überdüngte Sportplätze und Schrebergärten) enthalten.

Effekte der Agrarpolitik 2002

Bei der statistischen Analyse der empirischen Erhebung ist innerhalb der einzelnen Betriebstypen eine grosse Streuung der Normabweichung und des N-Verlustpotentials zu beobachten. Es ist davon auszugehen, dass wegen der besseren Ausbildung junger Landwirte beim Generationswechsel bestehende Betriebe effizienter werden. Andere Betriebsleiter, wahrscheinlich mehrheitlich schlecht qualifizierte, werden im Rahmen des Strukturwandels aus der Landwirtschaft ausscheiden. Es ist eine ökologische Effizienzsteigerung zu erwarten, welche durch gezielte Massnahmen wie Lenkungsabgaben und eine verbesserte Beratung und Ausbildung gefördert werden kann.

Die Schätzung der Effekte einer Effizienzsteigerung basiert auf der Annahme, dass diejenigen 25 % der Landwirte, welche je Betriebskategorie die Düngungsnormen der Forschungsanstalten am stärksten überschreiten (= unteres Quartil), ihre Landwirtschaftliche Nutzfläche künftig gleich effizient bewirtschaften werden wie die übrigen 75 % der Betriebe. Zur Berechnung dieses Effektes werden die «schlechtesten» 25 % aus der Stichprobe ausgeschieden und die Hochrechnung wird mit den restlichen 75 % der Betriebe wiederholt.

Der in Tabelle 4 berechnete Wert von 107'000 t N entspricht dem zu erwartenden N-Verlustpotential, wenn sich die Effizienz des Ressourceneinsatzes unter heutigen Rahmenbedingungen verbessert. Der Vergleich der Werte in den Tabellen 3 und 4 zeigt, dass die «eliminierten» 25 % der Betriebe für rund 60 % der Normüberschreitung verantwortlich sind.

Die Agrarpolitik 2002 beinhaltet die genannten, sich aufgrund des GATT-Abschlusses und der internen marktwirtschaftlichen Reformen verändernden Rahmenbedingungen (IP(BIO)-Massnahmenpaket). Berechnungen auf wirtschaftlicher Ebene zeigen, dass IP Minimalstandard sein wird. Das N-Verlustpotential auf den einzelnen Betriebstypen sinkt unter diesen Voraussetzungen zwischen 29 % für die Acker- und Aufstockungsbetriebe im Tal und 11 % für die Betriebe der Bergzonen 2 bis 4.

Wird von der Ausgangssituation die mittels Linearer Programmierung für das Jahr 2002 berechnete relative Reduktion des N-Verlustpotentials betriebstypspezifisch abgezählt, ergeben sich die Werte in der neuen Situation der Agrarpolitik 2002. Diese Veränderungen der agrarpolitischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirken sich auf die ökologische Situation aus. Abbildung 3 zeigt die zeit- und politikabhängigen Pfade zu deren Verbesserung. Der relevante Pfad ist derjenige zwischen der Ist-Situation (links oben) und der Situation Agrarpolitik 2002 mit IP als Standard und 27 % BIO-Anteil an der LN und Effizienzsteigerung (rechts unten).

Bei gleichmässiger Verteilung der biologisch bewirtschafteten Fläche über die ganze Schweiz kann das N-Verlustpotential bis 2002 um etwa 32'000 t N reduziert werden. Die Reduktion teilt sich wie in Tabelle 5 dargestellt auf die verschiedenen N-Formen auf.

Die Agrarpolitik 2002 bewirkt neben der verbesserten ökologischen Situation auch Veränderungen in der Agrarstruktur (sektorale Werte):

➤ Rückgang des Arbeitskräftebedarfs um 13,4 % (ca. 11'000 Voll-Arbeits-

Tab. 3. Hochrechnung auf die Schweiz (Ist-Situation)

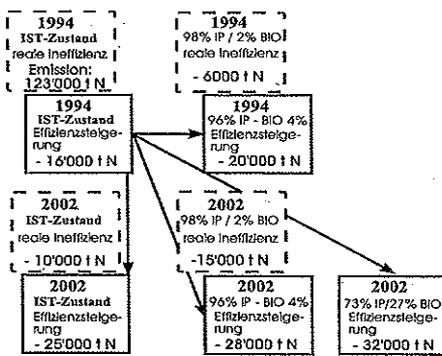
Zone	LN total ^{a)}	Normabweichung	Düngung total	N-Verlustpotential
Tal	514'100 ha	18'700 t N	70'300 t N	67'900 t N
VHZ	151'200 ha	2'700 t N	15'900 t N	18'700 t N
BZ 1 bis 4	406'100 ha	3'900 t N	30'400 t N	34'400 t N
Total	1'017'700 ha	25'300 t N	116'600 t N	122'900 t N

^{a)} ohne Streue, Torfand und Alpfächen;

Tab. 4. Hochrechnung auf die Schweiz mit Effizienzsteigerung

Zone	LN total ^{a)}	Normabweichung	Düngung total	N-Verlustpotential
Tal	514'100 ha	9'600 t N	59'900 t N	57'200 t N
VHZ	151'200 ha	400 t N	13'800 t N	17'100 t N
BZ 1 bis 4	406'100 ha	200 t N	26'700 t N	32'700 t N
Total	1'017'700 ha	10'100 t N	100'600 t N	107'000 t N

^{a)} ohne Streue, Torfand und Alpfächen; LN: Landw. Nutzfläche; VHZ: Voralpine Hügelzone; BZ: Bergzone



In den gestrichelten Kästchen ist die Situation bei konstanter Effizienz und in den ausgezogenen diejenige mit Effizienzsteigerung (Normüberschreitung minus 60 %) dargestellt.

Abb. 3. Stickstoffverlustpotential unter verschiedenen Szenarien.

kräfte). Dieser Rückgang ist jedoch in erster Linie auf den Produktivitätsfortschritt zurückzuführen. Je nach künftigen BIO-Anteil verursacht das Massnahmenpaket eine leichte Abnahme oder eine leichte Zunahme des Arbeitsaufwandes. In der Grössenordnung hat dies einen vernachlässigbaren Einfluss auf die volkswirtschaftlichen Kosten.

■ Rückgang des investierten Kapitals um 8,180 Mia. Franken.

■ Rückgang des Bedarfs an Pflanzenschutzmitteln um 100 Mio. Franken und desjenigen an Handelsdünger um 169 Mio. Franken.

Rückgang des Ackerbaus um 80'000⁵ ha und der Rauhfutterfläche um 42'000 ha; Anbau neuer Produkte auf 10'000 ha.

■ Zunahme der ökologischen Ausgleichsfläche um 114'000 ha⁶.

■ Rückgang der Schweinefleischproduktion um rund 15'000 t.

Diese Werte bilden zusammen mit dem Stickstoff-Reduktionspotential die Grundlage für die volkswirtschaftliche Kosten-Wirksamkeitsanalyse.

Volkswirtschaftliche Kosten der Agrarpolitik 2002

Tabelle 6 zeigt die geschätzten volkswirtschaftlichen Kosten der Agrarpolitik 2002. Durch das IP(BIO)-Massnahmenpaket können demnach mittelfristig 661 Mio. Franken an volkswirtschaftlichen Kosten eingespart werden. Dies ergibt bei etwa 32'000 t einzusparendem N-Verlustpotential einen volkswirtschaftlichen Gewinn von rund 22'500 Franken je eingesparte Tonne N. Die Verbesserung der Umweltqualität im Sektor Landwirtschaft

⁵Das Ausmass ist eine Folge der Entwicklung der Produktpreise und der Zahlungen für Produktionsalternativen (Grünbrache, usw.).

⁶Vgl. Fussnote 5

Tab. 5. Veränderung im Anfall der einzelnen N-Verlustformen beim Szenario Agrarpolitik 2002 (steigender BIO-Anteil nicht berücksichtigt)

Angaben in t N	N ₂ O-Verflüchtigung	NH ₃ -Verflüchtigung	NO ₃ -Auswaschung	andere Verluste	N-Verlustpotential total
Ausgangslage	7'000	51'000	32'600	32'400	123'000
Agrarpolitik 2002 und Effizienzsteigerung	6'600	44'200	19'900	23'800	95'000

Tab. 6. Volkswirtschaftliche Kosten der Agrarpolitik 2002

	Veränderungen im Faktorverbrauch in Mio. Fr.	Veränderungen der volkswirtschaftlichen Kosten in Mio. Fr. ^{a)}
Arbeit	die durch die Agrarpolitik 2002 verursachte Veränderung kann je nach BIO-Anteil gering positiv oder negativ sein	
Kapital ^{b)}	-8'190	-327,5
Hilfsstoffe	-269	-269
Verwaltungsaufwand	7,5	+7,5
zusätzliche Agrarimporte	Schweinefleisch: 35,32 Futtergetreide: 49,8 Kartoffeln: 170	+255
volkswirtschaftliche Kosten total		-334
		-661

^{a)}Rechts in der Kolonne stehen die mittelfristig, links die kurzfristig zu erwartenden monetären Veränderungen.

^{b)}Maschinen und Gebäude: 20 Jahre Nutzungsdauer mit 2 % Realverzinsung, 1 % für Instandhaltung und Energie = total 8 % eingesparte Kosten pro Jahr

ist im Gegensatz zu den meisten anderen Bereichen mit einem volkswirtschaftlichen Gewinn verbunden. Kurzfristig ist dieser Gewinn fast um die Hälfte kleiner, weil ein Teil des nicht mehr benötigten Kapitals und der freiwerdenden Arbeit nicht sofort zum Opportunitätskostenansatz eingesetzt werden kann.

In der volkswirtschaftlichen Kostenrechnung ist die Veränderung der inner-schweizerischen Transferzahlungen mit ihren Auswirkungen auf den Staatshaushalt nicht enthalten. Es entstehen neue Staatsausgaben in Höhe der zusätzlich auszurichtenden Direktzahlungen abzüglich eingesparter Verwertungskosten.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist beim Erstautor erhältlich.

RÉSUMÉ

Utilité sociale d'une réduction des émissions d'azote

De toutes les émissions d'azote polluantes en Suisse, environ 38 % sont produites par l'agriculture. La quantité actuelle (1994) d'émissions est estimée en analysant les données physiques de 228 exploitations agricoles choisies parmi les exploitations effectuant une comptabilité. En utilisant la méthode de l'analyse de régression, il est possible de trouver des facteurs structurels qui ont une influence sur la performance écologique de ces exploitations.

Les conséquences possibles des conditions-cadres économiques et politiques futures sur le résultat économique et écologique de certains types d'exploitations sont évaluées par la méthode de la programmation linéaire.

L'impact écologique du programme «politique agricole 2002» est très positif du point de vue

écologique. En considérant que presque toutes les exploitations suivent les méthodes de la production intégrée (PI) ou biologique on peut estimer qu'environ 28'000 à 32'000 tonnes d'émissions d'azote, dont à peu près 70 % sont nuisibles, pourront être évitées chaque année. L'utilité sociale d'une tonne d'émissions en moins peut être estimée à environ Fr. 22'500.-.

SUMMARY

Social benefit of the reduction of nitrogen emissions

38 % of the total amount of the environmentally harmful nitrogen emissions in Switzerland are caused by agriculture. The actual environmental condition is estimated by analysing the ecological performance of a sample of 228 farms. That data is aggregated in order to estimate the total output of harmful nitrogen compositions caused by Swiss agriculture. With the method of regression analysis structural factors which have an influence on the amount of nitrogen released to the environment are determined.

The method of linear programming enables to estimate the reduction in the use of natural and synthetic nitrogen fertilisers and structural changes for certain farm types under future economic and political conditions.

By adhering to the path of "Agrarpolitik 2002" (agricultural policy 2002) which includes the introduction of the method of Integrated Production (IP) or Organic Farming on all Swiss farms one can estimate a potential of reduction of 28'000 to 32'000 tons of nitrogen released to the environment. About 70 % of it consists of ecologically harmful nitrogen compositions. The total social benefit (negative social costs) can be estimated at 22'500 Swiss Francs for one ton of avoided nitrogen emission.

KEY WORDS: nitrogen emission, environmental economics, agricultural policy, environmental policy