

ZIELSETZUNGEN FÜR EINE NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT

Markus F. HOFREITHER

Franz SINABELL

Monographien Bd. 48

Wien, Juli 1994

Bundesministerium für Umwelt,
Jugend und Familie



Durchführung: Markus F. Hofreither, Franz Sinabell

Mitarbeit: Elisabeth Kobler (Literatur)
Felix Mittermayer (Literatur)
Ludwig Maurer (Kapitel 1.7, 1.8, 4.4.2, 4.4.4.4)
Franz Rauchenberger (Kapitel 3.1.1)

Projektleiter: Karl Kienzl, Gerhard Zethner

**Mitarbeit zu
Themenkomplexen:** F. Rauchenberger, E. Kobler, F. Mittermaier,
H. Dorninger, W. Pleschberger, St. Vogel,
H. Bartussek, A. Brandstetter, R. Dietrich, F. Fila,
A. Haiger, S. Konrad, M. Lentsch, F. Lettner,
T. Lindenthal, K. Lödke, L. Maurer, R. Mövus,
D. Nagelstätter, M. A. Pollak, R. Szith, H. Tomek,
B. Hozang, E. Koschier, R. Lindner, H. Redl,
J. Schima, H. Steinmüller, P. Trautmann, G. Zethner

Manuskripterstellung: E. Carlin-Klicker

Textsatz u. Layout: G. Gschmeidler, M. Kaitna, M. Miklau,
C. Pfeiffer

Dank: allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern

Die Arbeit wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes von Univ.-Prof. Dr. Markus F. Hofreither am Institut für Wirtschaft, Politik und Recht der Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Str. 33, 1180 Wien erstellt und gibt die Fachmeinung der Autoren wieder.

Titelfoto: Acker-Wein-Landschaft (Kurt Farasin).

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5
Druck: Styria, Graz

© Umweltbundesamt, Wien, Juli 1994
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-177-1

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Zusammenfassung/Summary.....	3
1. PROBLEMSTELLUNG UND UMWELTPOLITISCHES LEITBILD.....	23
1.1. Umwelt und Ökonomie	23
1.1.1. Kosten von Umweltschäden	23
1.1.2. Instrumente der Umweltpolitik.....	24
Systematik umweltpolitischer Instrumente	24
Praktische Anwendung	25
Optimaler Instrumentenmix?	26
1.1.3. Reaktive versus antizipative Umweltpolitik.....	26
1.2. Nachhaltigkeit als Ziel des Wirtschaftens	27
1.2.1. Praktischer Stellenwert und Elemente	27
1.2.2. Ökonomisch-theoretische Abgrenzung von Nachhaltigkeit.....	28
1.3. Umweltpolitische Aspekte der Landwirtschaft.....	31
1.3.1. Probleme und Perspektiven.....	31
1.3.2. Definitionen von Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft.....	33
1.3.2. Nachhaltigkeit als konkretes agrarpolitisches Ziel.....	37
1.4. Verteilungseffekte umweltpolitischer Maßnahmen	38
1.4.1. Verursacherprinzip als umweltpolitischer Grundsatz	38
Definition	38
Praktische Anwendung und Probleme	38
1.4.2. Verursacherprinzip in der Landwirtschaft.....	39
Ausgangssituation.....	39
Landwirtschaft als "special case"	40
Schlußfolgerungen	41
1.5. Reale Rahmenbedingungen der Landwirtschaft.....	42
1.5.1. Mangelnde Nachhaltigkeit und Agrarpolitik.....	42
Umfassende Ursachenanalyse	42
Preispolitik als zentrales Instrument der Vergangenheit	42
1.5.2. Exogene Rahmenbedingungen für einen Nationalen Umweltplan im Bereich der Landwirtschaft.....	44
Internationalisierung der Agrarpolitik.....	44
Umweltrelevante Regelungen im GATT	45
Umweltrelevante Regelungen in der reformierten EG-Agrarpolitik.....	46
Globale Umweltprobleme	46
1.6. Rahmenbedingungen des nationalen Agrarumweltrechts	47
1.7. Landwirtschaft und Umwelt - Ein ökosystemarer Ansatz	52
1.7.1. Kulturlandschaft als Produkt und Systemträger der Landwirtschaft.....	52
Zum Begriff "Kreislaufwirtschaft"	53
Der "ökosystemare" Ansatz.....	54
1.7.2. Problembereiche.....	56
1.7.3. Leitziel: Nachhaltigkeit	57
1.8. Weitere Vorgangsweise.....	58
2. STOFFENTZUG.....	60
2.1. Biomasse für nicht-energetische Zwecke	60
2.2. Biomasseentzug zur energetischen Nutzung	60
2.2.1. Umweltpolitische Relevanz und Ausgangssituation	60
2.2.1.1. Kohlenstoffbilanz für Österreich	60
2.2.1.2. Formen und Aufkommen von Biomasse	67
2.2.1.3. Einsatzbereiche und Kostenstruktur	68
2.2.2. Energetische Nutzungsformen von Biomasse	69
2.2.2.1. Energiepflanzen	69

2.2.2.1.1. Allgemeine Anmerkungen	69
2.2.2.1.2. Stroh.....	71
2.2.2.1.3. Ganzpflanzennutzung	72
2.2.2.1.4. Alternative Energiepflanzen	72
2.2.2.1.5. Energiewälder	73
2.2.2.1.6. Rahmenbedingungen und Maßnahmenvorschläge.....	73
2.2.2.2. Rapsöl und Rapsmethylester	74
2.2.2.2.1. Situationsanalyse	74
2.2.2.2.2. Maßnahmen	76
2.2.2.3. Ethanol.....	77
Maßnahmen.....	78
2.2.3. Zielsetzung: CO ₂ -Reduktion.....	78
2.2.4. Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft.....	79
2.2.5. EXKURS: Boden als potentielle CO ₂ -Senke	81
2.3. Wasser	85
2.3.1. Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen	85
2.3.2. Entwässerung	87
3. STOFFINPUT.....	89
3.1. Düngung.....	90
3.1.1. Stickstoff	90
3.1.1.1. Stickstoff als essentieller Nährstoff und potentieller Schadstoff	90
3.1.1.2. Problembereich Luft.....	92
3.1.1.2.1. Ammoniak (NH ₃).....	92
3.1.1.2.2. N ₂ O und NO _x	94
3.1.1.3. Problembereich Wasser	95
3.1.1.3.1. Ursachenzusammenhänge	95
3.1.1.3.2. Rechtliche Aspekte.....	98
3.1.1.3.3. Offene Problembereiche und Ziele-Nitrat	101
3.1.1.4. Maßnahmen zur Emissionssenkung und Stoffverringerung.....	105
3.1.1.4.1. Maßnahmen auf lokaler Ebene	105
3.1.1.4.2. Maßnahmen auf internationaler Ebene	108
3.1.2. Andere Dünger	109
3.2. Pflanzenschutzmittel.....	110
3.2.1. Die Rolle chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel im Pflanzenschutz	110
3.2.2. Gesetzliche Regelungen.....	112
3.2.3. Umgang mit Pflanzenschutzmitteln und Information.....	114
3.2.4. Charakterisierung der Pflanzenschutzmittel im Hinblick auf ihre Umweltwirkung	115
3.2.5. Umwelteffekte und Probleme von Pflanzenschutzmitteln in Österreich	116
3.2.6. Pflanzenschutzmittelpolitiken ausgewählter Länder	119
3.2.6.1. Die Situation in den USA.....	122
3.2.6.2. Die Situation in Dänemark	122
3.2.6.3. Die Situation in Schweden	123
3.2.6.4. Die Situation in den Niederlanden.....	124
3.2.6.5. Die Situation in Ontario	124
3.2.7. Offene Problembereiche und vorgeschlagene Maßnahmen: Pflanzenschutzmittel.....	125
3.3. Betriebs- und Hilfsstoffe	128
3.4. Andere Emissionen aus der Landwirtschaft	130
3.4.1. Andere Gasförmige Emissionen: Landwirtschaft als Verursacher	130
3.4.1.1. Methan.....	131
3.4.1.2. Zielsetzungen und Maßnahmen.....	133
3.4.2. Geruch.....	135
3.4.3. Lärm	137
3.4.4. Staub und Mikroorganismen.....	137

3.4.5. Pharmazeutische Stoffe.....	138
3.4.6. EXKURS: Artgerechte Tierhaltung.....	139
3.5. Nicht-landwirtschaftsbedingte Immissionen in das Agrarökosystem.....	141
3.5.1. Umweltpolitische Relevanz und Ausgangssituation.....	141
3.5.2. Auswirkungen regionaler Umweltbeeinträchtigungen.....	144
3.5.2.1. "Klassische" Luftschadstoffe und Säuredeposition.....	144
3.5.2.2. Schwermetalle.....	145
3.5.2.3. Photochemische Oxidantien (Bodenozone).....	147
3.5.2.4. Stickoxide (NO, NO ₂).....	149
3.5.2.5. Direkte Effekte erhöhter CO ₂ -Konzentrationen.....	150
3.5.3. Zielsetzung und Maßnahmen.....	150
3.5.4. Globale Umweltbeeinträchtigungen.....	151
3.5.4.1. Treibhauseffekt.....	151
3.5.4.2. Zerstörung der Ozonschicht.....	155
4. LANDWIRTSCHAFT IN IHREM RAUM- UND FLÄCHENBEZUG	157
4.1. Vorbemerkung: produktiver Boden wird zunehmend knapper.....	157
4.2. Landwirtschaftliche Flächen- und Raumnutzung unter sich ändernden Rahmenbedingungen.....	160
4.3. Flächenkonkurrenz.....	163
4.3.1. Siedlungsraum und Infrastruktur.....	163
4.3.1.1. Direkte Flächeninanspruchnahme.....	163
4.3.1.2. Indirekte Flächeninanspruchnahme.....	164
4.3.2. Wald.....	164
4.3.3. Erholung.....	165
4.3.4. Naturschutz.....	166
4.4. Intensitätsniveau.....	166
4.4.1. Siedlungsraum und Infrastruktur.....	166
4.4.2. Gefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden durch die Bewirtschaftung.....	168
4.4.2.1. Ausgangssituation und Problemanalyse.....	168
4.4.2.2. Landwirtschaftlicher Boden als Deponiefläche.....	171
4.4.3. Wald.....	172
4.4.4. Erholung und Naturschutz.....	173
4.4.4.1. Die Landwirtschaft in der Kulturlandschaft.....	173
4.4.4.2. Elemente der Kulturlandschaft als Teil eines Biotopverbundsystems.....	174
4.4.4.3. EXKURS: Vom Aussterben bedrohte Nutztierassen.....	178
4.4.4.4. Kulturlandschaft im Gefüge der Agrarbiozönose.....	179
5. SCHLUßFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	183
5.1. Überblick.....	183
5.2. Exogene Determinanten der Entwicklung im Agrarbereich.....	184
5.2.1. Demographie und Konsum.....	184
5.2.2. Politische Rahmenbedingungen.....	185
5.2.3. OECD-Konzept zur Integration von Agrar- und Umweltpolitik.....	185
5.3. Endogener Gestaltungsbereich - problembezogene Regelungen.....	186
5.4. Endogener Gestaltungsbereich - übergeordneter Gestaltungsbedarf.....	191
5.4.1. Gesellschaftspolitische Zielsetzung der Landwirtschaft.....	191
5.4.2. Inhaltliche Neuorientierung von Forschung und Ausbildung.....	192
5.4.2.1. Forschung.....	192
5.4.2.2. Ausbildung.....	193
5.4.2.3. Information, Beratung und Weiterbildung.....	193
5.5. Berücksichtigung des Subsidiaritätsprinzips.....	194
5.6. Politische Umsetzung.....	194
5.7. Ausblick.....	195
Anhang 1-6: Literaturübersichten.....	196
Literatur.....	207

VORWORT

Jede menschliche Tätigkeit führt in irgendeiner Form zu einer Beeinflussung der Umwelt. Selbstverständlich gilt dies auch für die landwirtschaftlichen Aktivitäten, die unsere Ernährung über die Bereitstellung von Lebensmitteln sichern.

Rückblickend betrachtet dürfte wohl die auf der Basis wirtschaftseigener Betriebsmittel basierende Dreifelderwirtschaft die umweltfreundlichste Form agrarischer Bewirtschaftung dargestellt haben. Aber selbst diese Art der Subsistenzwirtschaft bedurfte der großflächigen Rodung von Wäldern und weiterer bedeutender Eingriffe in den Naturhaushalt, sodaß es bei uns praktisch keine Flächen gibt, deren natürlicher Ausgangszustand nicht zum Teil gravierend beeinflußt wäre. Man kann daher wohl zu recht behaupten, daß die Kulturlandschaft, in die alle uns vertrauten Lebensformen eingebettet sind, weitgehend auf die Tätigkeit der Land- und Forstwirtschaft zurückzuführen ist.

Im Rahmen von Konzepten für eine umweltgerechte Landwirtschaft ist aber nicht die nostalgische Sehnsucht nach der heilen Welt von damals relevant. Würde man etwa die Produktionsmethoden der Fünfzigerjahre anwenden, so müßte man in Österreich ca. einer Million Menschen Arbeit in der Landwirtschaft bieten. Weiters wären einige Hunderttausend Zugtiere zu halten. Durch den irreversiblen sozio-ökonomischen Wandel sieht eine ökologisch optimale Landbewirtschaftung sogar heute anders aus als sie noch vor zwanzig Jahren ausgesehen hätte.

Es sind daher Strategien für die Zukunft zu entwickeln, die sich als so tragfähig erweisen, daß wir diese neue nachhaltige Wirtschaftsweise in der Zukunft beibehalten können. Diese Nachhaltigkeit muß sich an der größtmöglichen Ressourcenschonung orientieren und jede irreversible Schädigung vermeiden, die den nachfolgenden Generationen die Lebensbedingungen erschwert.

Die landwirtschaftliche Produktion ist eine flächen- und raumbezogene Tätigkeit, sodaß diese kausal mit vielen Umweltproblemen zusammenhängt. Besonders die Maximierung der Erträge, wie sie die Agrarpolitik initiierte, verstärkte die nachteiligen Effekte. In Ansätzen finden sich bereits Änderungen dieser politischen Rahmenbedingungen, die den geänderten gesellschaftlichen Anforderungen an die Landwirtschaft Rechnung tragen. Der weiterführende Handlungsbedarf wird in dieser Studie ausführlich dargestellt.

Eine Vielzahl von Umweltproblemen aus anderen Wirtschaftsbereichen wirken sich auf die landwirtschaftliche Produktion negativ aus. Die Schäden, die im Wald augenscheinlich werden, sind in der Landwirtschaft durch den jährlichen Produktionszyklus nicht so deutlich erkennbar, was an der Tatsache der Schädigung jedoch nichts ändert.

Es muß daher eine Abwägung dieser beiden Umstände, Landwirtschaft als Verursacherin und Betroffene, erfolgen. Aus der Analyse des Istzustandes leitet die Arbeit einen Kriterienkatalog ab, der eine Umgestaltung in Richtung einer umweltverträglichen Landwirtschaft ermöglichen soll. Die Umsetzung dieses Kataloges bedarf einer umfassenden Risikoanalyse und der

Gewichtung aller Probleme. Erst anschließend ist eine an Effizienzkriterien orientierte Umsetzung der Maßnahmen möglich.

Die schrittweise Verwirklichung dieses Zieles erfordert einerseits die Landwirtschaft als Partnerin und andererseits das Leitbild der Nachhaltigkeit als Prinzip aller wirtschaftlichen Aktivitäten. Daraus kann eine Verringerung bzw. eine Lösung der anstehenden Umweltprobleme erfolgen. In diesem Sinne ist die vorliegende Studie als Beitrag zur Diskussion um die Umgestaltung in Richtung einer nachhaltigen Nutzung der Lebensgrundlagen zu sehen.

Gerhard Zethner

ZUSAMMENFASSUNG

1. Problemstellung und Ausgangssituation

1.1. Landwirtschaft als Verursacher und Betroffener

Landwirtschaftliche Produktion steht in enger Verbindung mit der Umwelt. Lange Zeit wurde dieser Zusammenhang als unproblematisch eingestuft. Die zunehmende Intensivierung agrarischer Produktionsvorgänge führte zu Produktionsmethoden, die diese traditionell positive Kopplung zwischen Landwirtschaft und Umwelt in Teilbereichen umkehrte. Wasser- und Luftverschmutzung, Bodenerosion und Artenverlust stellen dabei konkrete Probleme dar.

*Landwirtschaft
kontra Umwelt?*

Gleichzeitig ist zu beachten, daß die Landwirtschaft durch ihre außergewöhnliche Produktionssituation (Flächenbezug) ein primärer Leidtragender der allgemeinen Umweltbeeinträchtigungen ist. Luft- und Wasserverschmutzung durch Verkehr, Industrie und städtische Ballungszentren bis hin zu globalen Umweltproblemen wie der Zerstörung der Ozonschicht oder dem Treibhauseffekt sind hier zu nennen.

*Landwirtschaft
als Betroffener*

Eine wichtige Funktion kommt der Landwirtschaft als Erhalter des Landschaftsbildes, der ökonomisch-sozialen Funktionsfähigkeit und des kulturellen Erbes ländlicher Räume zu. Die Erfüllung dieser Aufgaben ist bedroht, wenn durch nicht nachhaltige Produktionspraktiken die eigenen Produktions- und damit Lebensgrundlagen zerstört werden. Dies gilt umso mehr in einer Situation, in der die Nahrungsmittelnachfrage auf globaler Ebene ansteigt.

*Landwirtschaft
und Ländlicher
Raum*

Die Problematik "Landwirtschaft und Umwelt" allein auf das Fehlverhalten des einzelnen Landwirtes zurückzuführen, ist wenig zielführend. Die gleichzeitige Beachtung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen sowie der ökonomischen und sozialen Systembezüge ist unerlässlich.

*Umfassende Ur-
sachenanalyse*

1.2. Ursachen und Konsequenzen der Preispolitik

Die Versorgungssicherheit mit Nahrungsmitteln hatte in der Geschichte der Menschheit immer einen zentralen Stellenwert. Seit den 30er Jahren wird versucht, den inländischen Versorgungsdefiziten im Ernährungsbereich durch preispolitische Maßnahmen entgegenzuwirken. Steigende Intensitäten sowie eine Stimulierung des technischen Fortschritts führten zum gewünschten Effekt, das inländische Angebot begann zu steigen.

*Preispolitik für
Selbstversor-
gung*

Die stürmische Entwicklung der Industrieproduktion induzierte eine starke Abwanderung aus der Landwirtschaft. Dies erforderte die Substitution des Produktionsfaktors "Arbeit" sowohl durch eine fortgesetzte Erhöhung der Kapitalintensität als auch des Kapitalkoeffizi-

*Abwanderung
aus der Landwirt-
schaft*

enten¹. Handelsdünger- und Pestizideinsatz und eine umfangreiche Maschinenausstattung traten an die Stelle menschlicher Arbeitskraft. Die Umstellung auf fossile Energieträger stellt ein weiteres Charakteristikum für den Übergang von einem nahezu geschlossenen zu einem weitgehend offenen System mit einer deutlichen Erhöhung der Abhängigkeiten gegenüber nichtagrarischen Sektoren dar.

Produktivitätsfortschritte bewirken Überschüsse

Diese Öffnung des Systems ermöglichte enorme (Arbeits-)Produktivitätsfortschritte. Die Angebotsmengen wuchsen signifikant rascher als die Nachfrage. Zunehmend traten strukturelle Überschüsse bei wichtigen Erzeugnissen auf. Im Grunde stellte das die Erreichung des angestrebten Zieles "nationale Selbstversorgung" dar. Die Agrarpolitik reagierte nicht auf diese fundamentale Veränderung. Marktliche Korrekturmechanismen (Preisreaktionen, Lageranstieg) blieben außer Kraft gesetzt, was zur Fehlallokation von agrarischen Ressourcen führte.

Ökonomische Folgen der Preispolitik

Die unveränderte Anwendung produktbezogener Preisstützungen als zentrales Instrument der Einkommenssicherung zog eine ganze Reihe von ökonomischen Problemen nach sich:

- Die Beseitigung der anfallenden Überschüsse erfordert Budgetmittel und belastet damit alle Steuerzahler;
- "Zwangsexporte" von Agrarprodukten bilden die Ursache für Handelskonflikte mit beträchtlichen ökonomischen Kosten;
- Preispolitik ist zunehmend weniger geeignet, zur Sicherung der landwirtschaftlichen Einkommen beizutragen.

Ökologische Folgen der Preispolitik

Diese Art von Politik hat auch zu ökologischen Problemen geführt, indem sie intensitätssteigernd wirkte und damit den Einsatz umweltfreundlicher extensiver Technologien und Praktiken behinderte bzw. unmöglich machte. Seit Jahrzehnten steht die konventionelle, chemiegestützte und energieintensive Landwirtschaft im Zentrum der Forschungsbemühungen. Das Ziel der betriebswirtschaftlichen Rentabilität dominiert die Allokation der verfügbaren Mittel.

Betriebliche Rentabilität versus Umweltschutz

Monokulturen und industrielle Formen der Tierproduktion haben eine Reihe negativer ökologischer Konsequenzen. Diese Nebeneffekte werden jedoch bei der Abwägung mit betriebswirtschaftlichen Zielen zur Zeit häufig noch als nachrangig beurteilt. Als die wesentlichsten Umweltfolgen einer hohen Stoff- und Energieintensität je Flächeneinheit mit vielfältigen negativen externen Effekten sind zu nennen:

- Artenverlust und Artenrückgang durch Lebensraumkonkurrenz und Nutzungsänderungen;
- Stoffeintrag ins Agrarökosystem mit negativen Folgen für den Boden-, Wasser- und Lufthaushalt;
- Stofffreisetzung und Emissionen mit globaler Relevanz in zum Teil bedeutendem Ausmaß.

¹ Die *Kapitalintensität* ist das Verhältnis zwischen Kapitaleinsatz und Zahl der Arbeitskräfte; der *Kapitalkoeffizient* gibt an, wie hoch der Kapitalbedarf je Produktionseinheit ist.

1.3. Marktversagen oder Politikversagen?

Für diese negativen Entwicklungen ausschließlich die Landwirte verantwortlich zu machen, ginge am Kern des Problems vorbei. Viele praktische Beispiele zeigen, daß preispolitische Maßnahmen fast zwangsläufig die aufgezeigten negativen ökologischen Folgen nach sich ziehen. Der Landwirt ist ein Akteur des "Agrobusiness" und hat sich an die gegebenen Rahmenbedingungen anzupassen, will er seine Einkommensziele erreichen. Langfristig gesehen sind es sogar die vor- und nachgelagerten Bereiche, welche von der Preispolitik primär profitieren.

*Landwirt oder
Politiker?*

Der Schlüssel für eine dauerhafte Bewältigung dieser Fehlentwicklung liegt darin, deren Ursachen in der Gesamtheit der geänderten ökonomischen, strukturellen und institutionellen Bedingungen zu sehen. Traditionelle Umweltpolitik mit Grenzwertfestlegungen und Produktionsauflagen können dabei nur eine unterstützende Rolle spielen. Die übergeordnete Zielvorstellung muß in Richtung einer agrarpolitischen Konzeption gehen, die eine ressourceneffiziente, ökologisch nachhaltige und dennoch profitable Landwirtschaft ermöglicht.

*Systembezogene
Lösungsansätze*

2. Nachhaltigkeit als Zielsetzung in der Landwirtschaft

2.1. Zieldefinition und Prinzipien von Nachhaltigkeit

In bezug auf das Nachhaltigkeitsziel lassen sich drei allgemeine und logisch zusammenhängende Prinzipien identifizieren:

- 1) Nachhaltigkeit ist ein Element der **intergenerationellen Wohlfahrt** in dem Sinne, daß durch die derzeitige Ressourcenverwendung die Wohlfahrt künftiger Generationen nicht beeinträchtigt werden soll. Das erfordert die Erhaltung der Produktionskapazität des globalen Kapitalstocks, der aus natürlichen und vom Menschen gemachten Elementen besteht.
- 2) Um Nachhaltigkeit zu erreichen, müssen sowohl private als auch öffentliche Entscheidungen auf Basis der **sozialen Opportunitätskosten** von Umweltgütern getroffen werden, und zwar unabhängig davon, ob sie auf Märkten gehandelt werden oder durch nichtmarktliche Prozesse zur Verteilung kommen.
- 3) Der **Konservierung nicht substituierbarer Umweltgüter** (Artenvielfalt, Landschaftsschutz, natürliche Ökosysteme und Biotope) ist dann Vorrang einzuräumen, wenn ihre Nutzung die Gefahr irreversibler Verluste birgt.

*Übergeordnete
Prinzipien*

Nachhaltigkeit muß zur zentralen langfristigen Zielsetzung der Landwirtschaft werden. Dieses Ziel kann aber nicht dadurch erreicht werden, daß einige als kritisch eingestufte agrarische Produktionspraktiken angepaßt werden. Eine nachhaltige Landwirtschaft erfordert eine tragfähige und langfristige Verbindung zwischen landwirtschaftlichen Aktivitäten und allgemeiner Umweltpolitik:

*Nachhaltigkeit
als zentrale Ziel-
vorstellung*

Voraussetzungen für Nachhaltig- keit

- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft im ökonomischen Sinne ist nur möglich, wenn eine ökologisch nachhaltige Produktionsweise auch betriebswirtschaftlich rentabel ist.
- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft im ökologischen Sinne ist nur möglich, wenn auch andere Wirtschaftssektoren ökologisch nachhaltig agieren;
- Ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit erfordert eine weitgehende Betonung des Subsidiaritätsprinzips zur Anpassung an die regionalen Gegebenheiten.

2.2. Elemente und Ebenen von Nachhaltigkeit

Das Konzept der Nachhaltigkeit umfaßt in seiner Anwendung auf die Landwirtschaft damit grundsätzlich drei Komponenten:

Kompo- nenten von "sustainability"

- Eine über die konservierende Sichtweise der Umweltnutzung hinausgehende **ökosystemare Komponente**;
- eine auf die künftige Entwicklung des agrarischen Produktionsvolumens bezogene **Wachstumskomponente**;
- eine auf die sozialen, regionalen und kulturellen Implikationen Bezug nehmende **Verteilungskomponente**.

Ebenen von Nachhaltigkeit

Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung ist auf zwei unterschiedlichen Ebenen relevant: Auf der **politischen Ebene**, auf der die Konzeption und Umsetzung der umweltpolitischen Maßnahmen entschieden werden. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf eine stärkere Marktorientierung sowie auf eine Berücksichtigung der sozialen Kosten (Externalitäten und öffentliche Güter) der Ressourcennutzung zu legen. Auf der **betrieblichen Ebene** dagegen sind die ökologischen Vorteile einer nachhaltigen "low input"-Landwirtschaft, die Übernahme von ökologisch vorteilhaften Technologien und Praktiken. Methoden des biologischen Landbaus können als bereits umgesetzte Strategien angewendet werden, ohne besondere Bezeichnungen dafür schaffen zu müssen. Die Rolle von Ausbildung und Beratung ist jeweils in Verbindung mit den Eigeninteressen des Betroffenen zu analysieren. Gleichzeitig ist bei der Umsetzung darauf zu achten, daß die ökonomischen Anreize kompatibel mit den angestrebten Umweltzielen sind.

3. Rahmenbedingungen zur Durchsetzung umweltpolitischer Vorschläge in der Landwirtschaft

3.1. OECD-Konzept zur Integration von Agrar- und Umweltpolitik

Schrittweise Umsetzung

In einem ersten Schritt müssen umweltpolitische Maßnahmen direkt auf die agrarische Produktion selbst gerichtet und die Verbindungen mit nachgelagerten bzw. vorgelagerten Industrien berücksichtigt werden. Fünf Schlüsselstellen können nach Ansicht der OECD (1993) in diesem Bereich angeführt werden:

- Auf der *Outputseite* der agrarischen Produktion sollten marktorientierte Preise eingeführt werden.
- Die Verwendung *agrarischer Inputs* darf nicht durch Subventionen verzerrt werden.
- Die *Integration von Forschung, Ausbildung und Beratung* in Zusammenhang mit der Anwendung umweltfreundlicher Techniken ist zu verbessern.
- Für *überbetriebliche Leistungen* sollten konkrete, nachvollziehbare Kriterien erstellt werden, sodaß sie unabhängig von der agrarischen Produktion bewertet und eventuell honoriert werden können.
- Im Zuge der Umstellung auftretende Anpassungskosten sollen durch *zeitlich begrenzte, nicht produktionsverzerrende Maßnahmen kompensiert* werden.

Die hier auf einer sehr allgemeinen Ebene vorgebrachten Anregungen wurden in konkretisierter Form sowohl in die GATT-Uruguay-Runde als auch in die reformierte Gemeinsame Agrarpolitik der EG eingebracht. Sie sind damit für Maßnahmenvorschläge im Rahmen eines nationalen Umweltplanes eine relevante Vorgabe.

3.2. Formen einer Internationalisierung der Agrarpolitik

Den laufenden **internationalen Entwicklungen** kommt eine wichtige Rolle bei der praktischen Realisierung ökologisch motivierter Politikmaßnahmen zu. Dabei lassen sich Entwicklungen innerhalb (Handelsliberalisierung, Übernahme der gemeinsamen Agrarpolitik) und außerhalb des Agrarbereichs (globale Umweltprobleme) unterscheiden.

Internationalisierung - intern und extern

Diese Entwicklungen bieten die Chance einer effizienten Verknüpfung der Agrarförderung mit Maßnahmen zur Erreichung von Umweltzielen. Dies wird - vereinfacht ausgedrückt - dadurch erreicht, daß die Erzeugerpreisniveaus reduziert und die dadurch entstehenden Einkommensverluste durch - mehr oder weniger - produktionsunabhängige Direktzahlungen kompensiert werden ("decoupling").

Ökologisierung der Agrarförderung?

Sinkende Erzeugerpreise wirken sich, bei gleichbleibendem Verlauf der Kostenfunktionen, in Richtung sinkender optimaler Intensität aus. Zusätzlich lassen sich die Direktzahlungen an ökologische Kriterien binden. Beides zusammen wirkt tendenziell positiv auf die Umweltbilanz der Landwirtschaft.

Einkommensneutrale Preissenkung

3.2.1. Umweltrelevante Regelungen im GATT

Der Vorschlag zur Redimensionierung von agrarischen Stütz- und Schutzelementen ist das sogenannte "Blair House Agreement" vom November 1992. Ausgenommen von den darin enthaltenen Reduktionsverpflichtungen sind Maßnahmen, die in die sogenannte "Greenbox" fallen. Unter der Voraussetzung, daß die Finanzierung über öffentliche Programme erfolgt und damit keine Preisstützung verbunden ist, sind bestimmte Förderungen auch künftig

"Blair House Agreement"

künftig unverändert zulässig. Folgende Ausgabenkategorien sind dabei aus umweltpolitischer Sicht potentiell relevant:

"Greenbox"

- Forschung, Qualitätskontrolle, Beratung;
- Direktzahlungen an Landwirte, solange damit kein positiver Produktions-, Faktor- oder Preisbezug verbunden ist;
- Einkommenssicherungsprogramme;
- Katastrophenschutz;
- Stilllegung von Produktionsfaktoren;
- Investitionshilfen zur Beseitigung von Strukturnachteilen;
- konkrete Umweltprogramme;
- regionalpolitische Maßnahmen.

3.2.2. Umweltrelevante Regelungen in der reformierten Gemeinsamen Agrarpolitik der EG

EG-Agrarreform

Im Mai 1992 hat der Rat der EU den Vorschlägen zur einschneidendsten Umgestaltung der EG-Agrarpolitik seit ihrem Bestehen zugestimmt. Sie sollen zwischen 1993 und 1996 in die Realität umgesetzt werden. Diese Maßnahmen wurden so ausgelegt, daß sie mit dem GATT-Abschluß kompatibel sind.

"Flankierende Maßnahmen"

Das gilt auch für die aus umweltpolitischer Sicht relevanten Teile der sogenannten "flankierenden Maßnahmen". Konkret zu beachten sind dabei

- 1) die bereits im Detail vorliegenden Förderungsmöglichkeiten für umweltschonende Maßnahmen der Landwirtschaft (EWG-VO 2078/92) sowie
- 2) die relativ attraktiv gestalteten Anreize in Richtung einer Aufforstung bisheriger Agrarflächen.

Die grundsätzlich mit 50 % aus dem EAGFL (Europäischer Ausgleichs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft) kofinanzierten Beihilfenregelungen haben zum Ziel,

- landwirtschaftliche Produktionsverfahren zu fördern, die verringerte Umweltschädigungen nach sich ziehen;
- Extensivierung von Pflanzenbau und Tierhaltung zu fördern;
- ökologisch angepaßte Formen von Flächenbewirtschaftung zu fördern;
- Anreize zur Pflege aufgegebener land- und forstwirtschaftlicher Flächen zu setzen, aber auch
- langfristige Stilllegung von Ackerfläche zu ermöglichen.

Die verstärkte Berücksichtigung umweltpolitischer Anliegen in der Landwirtschaft im Sinne eines "Nationalen Umweltplanes" ist damit im Hinblick sowohl auf EG-Beitritt als auch GATT-Abschluß realisierbar.

3.2.3. Globale Umweltprobleme

Gefährdung der "global commons"

Ein internationaler Faktor mit Einfluß auf die Landwirtschaft ist auch die Diskussion um Treibhauseffekt und Zerstörung der Ozonschicht. Die Landwirtschaft ist dabei sowohl Verursacher als auch Betroffener. Eine Lösung dieser Probleme scheint nur über eine Verände-

rung der Nutzungsmöglichkeiten der "global commons" herbeiführbar.

Nationale Umweltpläne oder ähnliche strategische Planungsansätze dürften gerade in diesem Bereich der einzig gangbare Lösungsweg sein, weil diese eine potentielle Basis für eine vertraglich vereinbarte internationale Koordination der Gegenmaßnahmen bilden. Ebenso sind regionale Energiekonzerne erstrebenswert, um die Bedarfsdeckung dezentral zu forcieren.

Nationale Umweltpläne als Strategie

4. Maßnahmenvorschläge

4.1. Problembezogene Einzelmaßnahmen

Auf die ökologischen Konsequenzen der **agrarpolitischen Rahmenbedingungen** wurde bereits hingewiesen. Dennoch wäre es realitätsfern, bereits aus der bloßen Umstellung dieser Rahmenbedingungen eine umfassende Lösung des Spannungsfeldes zwischen Landwirtschaft und Umwelt zu erwarten. Zweifellos existieren auch **individuelle Problemursachen** in Form von Informationsmängeln bei Landwirten oder auch der bewußten Inkaufnahme von Umweltschäden zur Erreichung betriebswirtschaftlicher Vorteile. Hier wird man mit konkreten Vorschriften Lösungen herbeiführen müssen, die jedoch wegen ihrer Detailliertheit dezentral festzulegen sind.

Rahmenbedingung vs. Einzelmaßnahme

Ein Maßnahmenkatalog muß eine Prioritätenreihung sowohl der Problemstellungen als auch der vorgeschlagenen Maßnahmen aufweisen. Eine derartige Reihung kann aber nur in bezug auf konkrete, als relevant erachtete Kriterien Gültigkeit besitzen. Welche Kriterien herangezogen werden, ist in letzter Konsequenz eine gesellschaftspolitische Entscheidung. Ein aus der Sicht präventiver Umweltpolitik gut argumentierbares Kriterium stellt die "Irreversibilität der Schädigung" dar.

Prioritätenreihung immer relativ

Grundsätzlich lassen sich diese Empfehlungen in zwei Gruppen aufteilen: Maßnahmen zur Vermeidung unerwünschter ökologischer Effekte durch bestimmte Produktionsformen in der Landwirtschaft ("**Vermeidungsmaßnahmen**") auf der einen und Maßnahmen in Richtung einer aktiven Beteiligung der Landwirtschaft an der Verbesserung der Umwelt ("**Gestaltungsmaßnahmen**") auf der anderen Seite.

Vermeidung und Gestaltung

Die Realisierungschancen derartiger Maßnahmenvorschläge hängen maßgeblich von deren Einschätzung aus der Sicht der Landwirte ab. Hier sind Demonstrationsprojekte vorzusehen, die den potentiell Betroffenen eine Evaluierung der Wirksamkeit dieser Vorschläge unter realistischen Voraussetzungen ermöglicht. Der biologische Landbau kann hier als Leitmodell dienen.

Demo-Projekte

4.2. Übergeordneter Gestaltungsbedarf

4.2.1. Definition des gesellschaftlichen Leistungsanspruchs

"Paradigmenwechsel" erforderlich

Die laufende Diskussion um die Neudefinition des gesellschaftlichen Leistungsanspruchs an die Landwirtschaft ist noch zu sehr dadurch geprägt, daß die Landwirtschaft versucht, die bisherige Strategie der Produktionsmaximierung als Mittel zur Einkommenserzielung durch "abgeltungspflichtige Zusatzleistungen" im Bereich öffentlicher Güter (Landschaftspflege, Katastrophenschutz ...) zu ergänzen. Eine logisch konsistente Einordnung landwirtschaftlicher Aktivitäten in einen gesellschaftlich akzeptierten ökologischen Gesamtrahmen dagegen würde die langfristigen Chancen der Landwirtschaft, für die Erbringung "überbetrieblicher Leistungen" eine adäquate Abgeltung zu erhalten, verbessern.

Budgetabhängigkeit steigt

Allerdings impliziert dies eine noch weitergehende Abhängigkeit dieses Sektors von öffentlichen Budgets als bisher. Die damit verbundene Planungsunsicherheit für den Landwirt kann nur durch eine verfassungsgesetzliche Regelung des Leistungs- und Abgeltungsanspruchs der Landwirtschaft beseitigt werden, wie dies zB in der Schweiz der Fall ist. Dies wiederum wird ohne die zuvor skizzierte objektive Einordnung landwirtschaftlicher Leistungen in einen gesellschaftlich akzeptierten ökologischen Gesamtrahmen nicht realisierbar sein.

4.2.2. Inhaltliche Reorientierung des Bildungswesens

Forschung und Lehre

In der Vergangenheit war die Entwicklung nachhaltiger Produktionspraktiken vornehmlich praktischen "trial-and-error"-Bemühungen praktizierender Landwirte überlassen. Die Geschichte des organischen Landbaus ist ein gutes Beispiel dafür. **Universitäre Forschung und Lehre** zeigten lange Zeit kaum Anzeichen einer Abkehr vom Ziel der Mengenmaximierung. Die Veränderung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen wird eine Umkehr bringen.

Künftige Forschungspriorität

Die Herausforderung für die künftige Forschung besteht darin, "how to ensure that the hard won gains of the last 40 years can be maintained and even developed further within sustainable farming systems" (LONGWORTH; 1992, 83). Die geänderten Forschungsprioritäten müssen sich in den personenbezogenen Anreiz- und Karrierestrukturen niederschlagen. Inhaltlich gesehen müssen Forschung und Lehre im Agrarbereich interdisziplinär werden, um die komplexen Verflechtungen von "Nachhaltigkeit" in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht adäquat zu erfassen².

²

"Agricultural scientists have become the "bad guys" trained to exploit the natural environment in the name of increased productivity and growth. Environmental scientists are the "good guys" trained to protect the environment for future generations" (LONGWORTH, 1992, 85).

Die Struktur der bisherigen **Ausbildung** von Landwirten ist geprägt durch das primäre Ziel in einer Maximierung der Produktion. Auch das Selbstverständnis des Landwirts als Produzent privater Güter spiegelt sich in diesen Ausbildungsinhalten. Eine konsequente Ausrichtung auf eine nachhaltig betriebene Landwirtschaft erfordert eine grundlegende Neukonzeption dieser Ausbildungsinhalte. Nachhaltige Praktiken steigern in der Regel die Wissens- und damit Bildungsanforderungen an den praktischen Landwirt.

Bildungsanforderungen steigen

Die vor Beginn des Berufslebens erworbene Ausbildung allein ist in einer sich grundlegend ändernden Umgebung zuwenig. Neue Forschungsergebnisse müssen kontinuierlich in die praktische Anwendung übertragen werden. Das stellt hohe Anforderungen an das **Informations-, Beratungs- und Weiterbildungssystem**. Mit den Landwirtschaftskammern auf Landes- und Bezirksebene verfügt Österreich bereits über eine flächendeckende Infrastruktur. Die effiziente Koordination dieser Anlaufstellen, besonders aber die inhaltliche Reorientierung auf "low input" statt "high output" wird vordringliches Ziel der nächsten Jahre sein müssen.

Diffusion von Information

4.2.3. Prinzipien des aktiven Umweltmanagements

Auch wenn der angestrebte "Paradigmenwechsel" in der Landwirtschaft gelingt, so wird dennoch ein aktiver Gestaltungsbedarf seitens der Umweltpolitik verbleiben. Hier gilt es, grundlegende Prinzipien eines aktiven Umweltmanagements zu beachten:

- weitestgehende Anwendung des Verursacherprinzips;
- Vermeidungsstrategien müssen an den Ursachen ansetzen, technische Lösungen zur Verringerung der Auswirkung sind als nachrangig zu beurteilen;
- Definition und Durchsetzung der "besten fachlichen Praxis";
- Förderung der effizientesten Technologien nach ökonomischen Optimalitätskriterien;
- "Stand still"-Abkommen können kurzfristig einen Ersatz für das Fehlen konstruktiver Resultate darstellen;
- internationale Harmonisierung der Maßnahmen bei Problemen von staatenübergreifender bzw. globaler Relevanz.

4.3. Politische Umsetzung

Wichtig im Hinblick auf die Umsetzung der in diesem Beitrag dargestellten Vorschläge im politischen Prozeß scheint die Betonung

Grundlegende Prinzipien

- des **Grundsatzes der Prävention**, weil in vielen Fällen hohe Unsicherheiten in bezug auf die tatsächlichen Schadensumfänge bestehen;
- des **Verursacherprinzips**, da Probleme am günstigsten und oft effizientesten dort gelöst werden, wo sie entstehen;
- die Bereitschaft zu teilweisem **Aussetzen des Verursacherprinzips**, wenn dadurch die politische Realisierung dringlicher Maßnahmen erleichtert bzw. ermöglicht wird;
- der Möglichkeit und **Notwendigkeit von "policy coupling"** zwischen Agrar-, Umwelt- und Regionalpolitik, um damit Reibungs- und Effizienzverluste zu minimieren.

**Regionale
Problemlösung**

Die Heterogenität der landwirtschaftlichen Strukturen legt überdies nahe, die Umsetzung von (umwelt-)politischen Maßnahmen stärker der Verantwortung der unmittelbar Betroffenen zu unterwerfen (**Subsidiaritätsprinzip**). Das erfordert die Entwicklung von nationalen Rahmenplänen, deren Spielräume durch existierende bzw. neu zu schaffende regionale Entscheidungsträger individuell genutzt werden können. Dabei sollen gleichzeitig Formen einer subsidiären Kostenträgerschaft implementiert werden, um die Effizienz der Mittelverwendung zu erhöhen.

**Systembezüge
beachten!**

Auf die zentrale Bedeutung einer Berücksichtigung der über den ökologischen Bereich hinausgehenden ökonomischen und sozialen Systembezüge wurde bereits mehrmals hingewiesen. Im Zuge der politischen Abstimmung diesbezüglicher Maßnahmenvorschläge wird dieser Bezug automatisch hergestellt, indem aus der Sicht knapper Budgetmittel (parteipolitische) Vergleiche mit alternativen Vorschlägen die Entscheidungen beeinflussen. Das Ergebnis ist in der Regel suboptimal. Eine vorausschauende Berücksichtigung der Systembezüge des Problembereichs "Landwirtschaft und Umwelt" ist in jedem Fall vorzuziehen.

SUMMARY

1. Presentation of the problem and the initial situation

1.1. Agriculture - perpetrator and victim

Agriculture is closely connected to the environment. For many years this connection had been viewed as unproblematic. More and more intensive agricultural production has led to production methods which inverted this traditionally positive connection between agriculture and environment in some particular aspects. Specific problems occur in connection with water and air pollution, soil erosion and the loss of species.

*agriculture ver-
sus environment*

At the same time one has to be aware of the fact that agriculture suffers primarily from general environmental pollution due to its specific production situation (i.e. its dependence on the environment). In this context examples have to be mentioned such as water and soil pollution caused by traffic, industries and big cities or general environmental problems such as the depletion of the ozone layer or the green house-effect.

*agriculture as a
victim*

One of the main functions of agriculture is the conservation of the landscape, the socio-economic functioning and the cultural heritage of the countryside. These tasks can no longer be fulfilled when the productional and vital basis is destroyed by unsustainable production practices. This is even more true of a situation in which there is a global increase in the demand for food.

*agriculture and
countryside*

To make only the farmers responsible for it will not lead to a solution of the problem "agriculture and environment". It is necessary to take into consideration not only the agro-political conditions but also the economic and social aspects.

causes

1.2. Causes and consequences of the price policy

The supply of food has always played a central role in the history of mankind. Since the 1930s efforts have been made to fight the shortage of food supply by price policy measures. A more intensive agriculture as well as the stimulation of technical progress have led to a rise of the national supply.

price policy

The development of the industrial production caused a structural change towards less employment in the agricultural sector. Therefore the production factor "labour" had to be substituted which has been leading to an increase in capital intensity and the capital coefficient¹. The use of fertilizers, pesticides and machines replaced

*structural
adjustment*

¹Capital intensity is the ratio between the use of capital and the number of workers. The capital coefficient states the capital requirement per production unit.

human labour. The adoption for fossil energy sources is also characteristic of the change from a mainly closed to a more open system with a marked increase in dependence on other sectors.

***surplusses
through produc-
tion increases***

The opening of the system has allowed an enormous increase in (labour) productivity. Therefore the supply grew significantly faster than the demand. There were more and more structural surplusses of important products. In principle this meant that the aim "national food independence" was reached. Agricultural policy did not respond to these fundamental changes. Market correction mechanisms (such as price reactions and regulating the flow of goods) were not used, which led to wrong allocations of agricultural resources.

***economic
consequences of
price policy***

The unchanged policy of price supporting measures for certain products as the main instrument of income stabilisation is responsible for a series of economic problems:

- exporting surplusses was financed via governmental expenditures for which the taxes had to be collected;
- such "exports" of agricultural products cause many trade conflicts with high economic costs;
- price policy measures are no longer apt to secure the income of the farmers;

***ecological
consequences of
price policy***

This kind of policy has also caused ecological problems. It is due to the fact that its aim was an increase of intensity and thus made impossible the use of environmentally friendly extensive technologies. For decades the conventional type of agricultural production was based on chemicals and was energy-intensive and was the focus of research activities. On firm level profitability controls the allocation of the available resources.

***profitability ver-
sus environmen-
tal protection***

Monocultures and industrial forms of husbandry have a series of negative ecological consequences. These side effects, however, are still seen as less important than management objectives. The most important environmental consequences of high intensity of material and energy per "area unit" with multiple negative external effects are:

- extinction of species due to a competition for their habitat and the changes in utilisation;
- input of materials into the agricultural ecosystem with negative effects for the ecology of the soil, water and the air;
- output of materials and emissions on a global scale.

1.3. Market failure or political failure?

***farmer or
politician?***

One must not only blame the farmers for these negative developments. Many examples from every-day life show that price policy measures nearly always lead to the negative ecological consequences mentioned above. As an active part of the agribusiness the farmer has to adapt to the given conditions if he wants to reach his

goals as far as his income is concerned. In the long run it is even more the down- and upstream industries which profit primarily from the price policy.

The only way to correct this wrong development is to see its causes in the changes of the economic, structural and institutional condition as a whole. Traditional environmental policy with the establishment of limits and production restrictions can only support this process. The main aim must be an agro-political conception which enables agriculture to be resource-efficient, ecologically sustainable as well as profitable.

*possible
solutions*

2. Sustainability - an agricultural objective

2.1. Objective definitions and principles of sustainability

In regard to the objective of sustainability three general and logically connected principles can be identified:

three principles

1. Sustainability is an element of the **intergenerational welfare** in the sense that the welfare of the coming generations should not be restrained by the use of resources now. Therefore the production capacity of the global capital stock which contains natural and man-made capital must be maintained.
2. In order to obtain sustainability private as well as public decisions have to be taken on the basis of the **social opportunity costs** of environmental goods no matter whether they are sold on markets or whether they are distributed through non-market processes.
3. Priority has to be given to the **conservation of environmental goods which cannot be substituted** (biodiversity, landscape conservation, natural ecosystems and biotopes) if their utilisation contains the risk of irreversible losses.

Sustainability must therefore become the central long-term objective of agriculture. This goal, however, cannot be reached by the adaptation of some agricultural production methods considered critical. A sustainable agriculture necessitates a strong and long-lasting connection between agricultural activities and the general environmental policy:

*sustainability -
the central
objective*

- sustainability in connection with agriculture is only possible in the economic sense if an ecologically sustainable production method is also profitable in terms of the farm;
- sustainability in connection with agriculture is only possible in the ecological sense, if also other industries of the economy act in an ecologically sustainable way;

*conditions for
sustainability*

- for both ecological and economic sustainability the principle of subsidiarity must be stressed in order to be viable under regional conditions.

2.2. Elements and levels of sustainability

components of sustainability

The concept of sustainability therefore contains three components:

- an **ecosystem component** which is not limited to the point of view of only conserving nature;
- a **growth component** related to the future development of the agricultural production;
- a **distribution component** which takes into consideration social, regional and cultural implications;

levels of sustainability

The goal of a sustainable development refers to two levels: on the **political level** the conception and implementation of environmental policy measures are decided. Here a stronger market orientation as well as the social costs (externalities and public goods) of the use of resources have to be considered particularly. On the **farm level** the ecological advantages of a sustainable "low-input" agriculture lie in the adoption of ecologically advantageous technologies and methods. Organic farming methods can be used as strategies, which have already been adapted, and therefore do not have to be redefined. The role of education and information has to be analysed in the context of the individual interests of the people concerned. But at the same time one has to make sure in the course of the implementation that the economic incentives are compatible with the environmental goals.

3. The framework of implementing environmental proposals in agriculture

3.1. An OECD-concept for the integration of agricultural and environmental policies

translation into action

As a first step environmental measures should be taken that concern the agricultural production directly, taking into account the interrelations with the upstream and downstream industries. According to the OECD (1993) five main points can be mentioned in this field:

- on the *output* side of agricultural production market-oriented prices are to be introduced;
- the use of *agricultural inputs* must not be distorted by subsidies;

- the *integration of research, education and information* in connection with the use of environmentally friendly technologies is to be improved;
- logical criteria have to be developed for the quantification of positive externa so that they can be evaluated and maybe payed for independently of the agricultural production;
- cost for adaptation occuring with the conversion shall be compensated by means of *temporarily limited measures which shall not distort production*;

These ideas, here presented on a very general level, were also discussed, in a more concrete way, during the GATT-Uruguay-Round as well as in the reformed CAP (Common Agricultural Policy) of the EC. Therefore they can be considered as a relevant example for proposals concerning a national environmental plan.

3.2 Possible internationalization of agricultural policy

The current international developments play an important role in the practical realisation of ecologically motivated political measures. However, one can distinguish developments inside the agricultural sector (such as trade liberalisation, adoption of the CAP) and outside (e.g. global environmental problems).

internationalization

These developments offer the chance of efficient coupling of agricultural subsidies and measures to reach environmental goals. This can be done by the reduction of the producer's price levels and the compensation ("decoupling") of the resulting income losses by more or less direct payments which are independent of production.

agricultural subsidies according to ecological criteria?

According to the relevant cost function, decreasing producer prices mean also a decrease in the optimal intensity. In addition direct payments can be coupled with ecological criteria. Both have positive impact on the environmental balance of agriculture.

price reductions

3.2.1. Regulations in the GATT concerning environment

The proposal with the aim of reducing agricultural support and protective measures is called "Blair House Agreement" of November 1992. Obligations for reduction included in this agreement do not apply to measures that are part of the so-called "greenbox". As long as support measures are part of publicly funded programmes certain subsidies are admissible. The following categories of spending may be relevant from an environmental point of view:

"Blair House Agreement"

- research, quality control, and information;
- direct payments to farmers as long as this is not linked to production, factors of production or price;

"Greenbox"

- income safety - net programmes;
- disaster relief programmes;
- setting aside of production factors;
- investment aids to overcome structural disadvantages;
- concrete environmental programmes;
- measures in the context of regional development.

3.2.2. Regulations in the reformed Common Agricultural Policy of the EC concerning environment

collateral measures

In May 1992 the Council of the EC accepted the proposals for the most drastic reformation of the EC agricultural policy since its existence.

These proposals are to become reality between 1993 and 1996 and were constructed in such a way that they were compatible with the expected outcome of the GATT-agreement. This is also true of the environmentally relevant parts of the "collateral measures". Two facts have to be mentioned here:

1. the possibilities for subsidising environmentally friendly measures in agriculture, which exist already in detail (EEC-dir. 2078/92)
2. relatively attractive incentives for afforestation of former agricultural land.

The aims of such aid regulations financed to 50% by the FEOGA (Fonds Européen d'Orientation et Garantie Agricole) are the following:

- to further agricultural production methods causing less environmental damage;
- to further extensification of crop and livestock production;
- to further ecologically sound forms of agriculture;
- to give incentives for the care of abandoned land used for agriculture or forestry;
- to set arable land aside over a long period of time.

This way it is possible to take into account environmental issues in agriculture in favour of a "National Environmental Plan", which can be realised in the cases of EC-membership and of a GATT-agreement.

3.2.3. Global environmental problems

The discussion about the green house effect and the depletion of the ozone layer is another international factor that has an impact on agriculture. Agriculture is both causing and suffering here. It seems that a solution to these problems can only be found with a change of utilisation of the "global commons".

"global commons" at risk

Especially in this field national environmental plans or similar strategic approaches seem to be the only possible solution because they offer a potential basis for an international coordination of counter measures agreed upon by means of treaties. Regional energy corporations, too, are needed to meet the demands in a decentralised way.

*frame work
versus singular
measures*

4. Possible measures

4.1. Singular measures related to specific problems

We have already referred to the ecological consequences of the **agricultural framework**. Nevertheless it would not be realistic to expect a comprehensive solution of the difficulties between agriculture and environment only from the changes of this framework. There are certainly also **individual problems** due to a lack of information of the farmers and the acceptance of damage to the environment in order to gain economic profits. For such cases a solution has to be found with the help of concrete, detailed regulations, which shall not be centralised.

*framework ver-
sus singular
measures*

A catalogue of measures will have to list all the problems and measures proposed. This list can only be valid if it was drawn up on the basis of the concrete and relevant criteria according to their priority. The choice of criteria is a socio-political decision, but one criterion which is always relevant from the point of view of preventive environmental policy is the "irreversibility of the damage".

list of priorities

In principle those proposals can be divided into two groups: on the one hand into measures to avoid unwanted ecological effects through specific production methods in agriculture, the so-called **"preventive measures"**; on the other hand into measures which envisage an active participation of agriculture for a better environment, the so-called **"active measures"**.

*preventive and
active measures*

The chances of realising such proposals depend largely on the evaluation through the farmers. Therefore demonstration projects should allow the people potentially affected to evaluate the efficiency of these proposals under realistic conditions. Organic farming can be an example.

*demonstration
projects*

4.2. Need to take actions

4.2.1. Definition of what society expects from agriculture

remuneration for extra-services

The discussion which is now going on about what society expects from agriculture is dominated by the agriculture's attempt to add to the strategy of production maximisation as a means of income generation some additional services for the public (such as landscape care or disaster control) which ought to be remunerated. But only logical and consistent agricultural activities within an ecological framework, generally accepted by society could, in the long run, better the chances for agriculture to be adequately paid for activities that go beyond food production.

more dependent on budget

But this implies that this sector would become even more dependent on the public budget. The farmers' uncertainty as to planning ahead can only be eliminated through constitutional regulations concerning the entitlement to benefits and payments in the field of agriculture, as in Switzerland for example. However, this will not be possible without a classification of agricultural services in a socially accepted, general ecological framework.

4.2.2. Reorientation in education

universities

In the past, the development of sustainable production methods were mainly tried out by farmers. The history of organic farming is a good example of such trial-and-error efforts. For many years, **universities' efforts** were limited to the goal of output maximisation. Only the changes in the agricultural framework will bring about re-orientation.

future research priorities

The challenge for future research can be seen in "how to ensure that the hard won gains of the last 40 years can be maintained and even developed further within sustainable farming systems" (LONG-WORTH; 1992,83). The change in research priorities must be reflected in incentives and career opportunities for the individual. Research and education in the agricultural field have to become interdisciplinary in order to understand adequately the complex interdependencies of "sustainability" in the ecological, economic and social context.

more education is needed

Up to now the farmers' **education** was marked by the aim of maximising production. The farmer understood himself as a producer of private goods and this attitude is reflected in the contents of his training. For a consequent orientation to sustainable forms of agriculture a completely new education concept is needed. Generally the farmers need more knowledge and therefore more education for such sustainable methods.

information system

In this fundamentally changing environment, the farmer's education before he enters professional life is not sufficient. New research results must be adopted continuously in real life. Therefore very

much is expected from the **information and education system**. The necessary infrastructure for this exists already in Austria throughout the national territory due to the "agricultural chambers" in the different provinces and districts. The main aim in the next years will be the efficient coordination of these chambers on the one hand and the re-orientation from "high output" to "low input".

4.2.3. Principles of the active environmental management

Even if the aim of a change in the point of view concerning agriculture is reached, environmental policy will still have much to do. In this context fundamental principles of active environmental management must be considered:

- adoption of the polluter pays principle;
- avoidance strategies must start at their causes, technical solutions to minimize the effects are second best strategies;
- definition and implementation of the "best agricultural praxis";
- subsidies for the most efficient technologies according to the criteria of optimal economic results;
- "stand-still" agreements should be made only when constructive results can not be achieved in the short run;
- international harmonization of measures concerning problems of global or multinational relevance;

4.3. Political measures

Regarding the translation into action of the proposals mentioned above in a political process the following points have to be stressed:

*fundamental
principles*

- **prevention principle**, because in many cases there is great uncertainty concerning the real amount of damage;
- **polluter pays principle**, because the cheapest and most efficient way to solve problems is to start there where they have been caused;
- the possibility of a partial **suspension of the polluter pays principle** if this enables the political realisation of urgent measures or makes it easier;
- the possibility and **necessity of "policy coupling"** of agricultural, environmental and regional policy in order to maximize efficiency;

The great diversity of agricultural structures makes it also necessary to leave (environmental) policy measures, according to the **principle**

regional solutions to the problems

of subsidiarity, more to the responsibility of those directly affected. Therefore the development of national framework plans is necessary and decisions must be taken individually according to both existing and newly defined regional conditions. At the same time subsidiary forms of paying the cost shall be implemented so that the existing funds are used in a more efficient way.

During the political decision process for measures in this field, such interrelations are automatically being taken care of. Alternative proposals for a given limited budget may influence (politically motivated) decisions which often turn out to be suboptimal. Being aware of the behaviour of the system of decision making is essential when strategies dealing with the issues of "agriculture and environment" are designed.

1. PROBLEMSTELLUNG UND UMWELT-POLITISCHES LEITBILD

1.1. Umwelt und Ökonomie

1.1.1. Kosten von Umweltschäden

Praktisch alle menschlichen Aktivitäten haben Konsequenzen für die Umwelt, verursachen also Kosten. Die Vermeidung privater Kosten durch umweltbelastende Aktivitäten verlagert diese Kosten auf andere: Umweltschädigendes Verhalten beeinträchtigt die Wohlfahrt der Gesellschaft insgesamt, weil in Form öffentlicher Güter zur Verfügung stehende natürliche Ressourcen (Artenvielfalt, Grundwasservorkommen, Klima ...) sukzessive zerstört werden (soziale Kosten). Wurde in den 60er und 70er Jahren noch die Gefahr einer globalen Verknappung bezüglich der Verfügbarkeit erschöpfbarer Ressourcen diskutiert, so haben sich diese Bedenken mittlerweile etwas entschärft und einer konkreteren Diskussion über Degradationserscheinungen in bezug auf die erneuerbaren Ressourcen Boden, Wasser und Luft Platz gemacht.

Ressourcen und Umwelt

Dennoch wäre es falsch, diese Diskussion allein in einem naturwissenschaftlich-technischen Kontext zu führen. Die Berücksichtigung ökonomischer Aspekte ist unerlässlich, soll eine wirkungsvolle Umweltpolitik gemacht werden. Zwei Zusammenhänge sind dabei zu berücksichtigen:

Ökonomische Aspekte

- Zum einen treten viele Umweltprobleme in der Regel deshalb auf, weil Divergenzen zwischen privaten und sozialen (=gesellschaftlichen) Kosten der Ressourcennutzung bestehen.
- Zum anderen ist zu berücksichtigen, daß umweltpolitische Maßnahmen häufig ökonomische "feed-backs" auf der einzel- und gesamtwirtschaftlichen Ebene nach sich ziehen, diese allerdings keineswegs negativ sein müssen.

Beide Aspekte sind bei der Suche nach den Ursachen von Umweltproblemen und geeigneten Lösungsstrategien zu berücksichtigen. Dazu kommt, daß eine Umweltpolitik angesichts begrenzter Ressourcen nur dann ihre maximale Wirksamkeit erreichen kann, wenn die ökonomischen Vermeidungskosten einen elementaren Bestandteil der Umweltstrategie darstellen¹.

Effizienz sichert maximale Wirkung

¹ Bei der Bekämpfung des Treibhauseffektes z.B. kann es, muß aber nicht zwangsläufig am effizientesten sein, bei jenen Spurengasen Vermeidungsmaßnahmen zu setzen, die das höchste "global warming potential"

Schadensmes- sung versus Maßnahmen

Die Betonung der ökonomischen Komponente ökologischer Probleme sollte jedoch nicht mißverstanden werden: Es ist wichtig, Umweltschäden monetär quantifizieren zu können, um damit ein (mögliches) Kriterium für die Wertigkeit eines Problems zu haben. Die Kenntnis der Schadenshöhe ist auch ein wichtiges Argument für die Durchsetzung von Gegenmaßnahmen². Das impliziert jedoch nicht, daß nur ökonomische Instrumente zur Vermeidung dieser Schäden heranzuziehen sind. Die Wahl des Instrumentariums hat sich allein an der ökonomischen Effizienz und realistischerweise an der politischen Durchsetzbarkeit zu orientieren.

1.1.2. Instrumente der Umweltpolitik

Systematik umweltpolitischer Instrumente

Maßnahmen

Grundsätzlich lassen sich zwei Gruppen von umweltpolitischen Maßnahmen unterscheiden:

- ökonomische Instrumente
- administrative Regulierungen

Ökonomische Instrumente

Die Wirksamkeit **ökonomischer Instrumente** setzt funktionierende *Eigentumsrechte* voraus. Erst dann ist es möglich, handelbare Emissionszertifikate oder eine Umwelthaftpflicht einzuführen. Umweltabgaben oder -steuern sind die vielleicht bekanntesten Formen ökonomischer Instrumente. Am häufigsten kommen die Verschmutzungsmenge und der Gehalt an umweltbelastenden Stoffen im Endprodukt als Steuerbasis zur Anwendung. Ein wichtiges ökonomisches Instrument stellen einerseits *Pfandsysteme* dar. Andererseits sind *Subventionen* und eventuell auch *Transferzahlungen* in Betracht zu ziehende Möglichkeiten, monetäre Anreize in den Dienst der Umweltpolitik zu stellen.

Administrative Standards

Der Übergang zu **administrativen Auflagen** ist fließend, wenn deren Nichteinhaltung durch *Finanzstrafen* erzwungen wird, weil auch diese einen ökonomischen Anreiz darstellen. Die dominierende Form in dieser Instrumentengruppe stellen *Umweltstandards* (Emissionsgrenzwerte, "Stand der Technik" ...) dar. Um das Problem von Emissionsfrachten in den Griff zu bekommen, sind *Quotenregelungen* in bezug auf die Nutzung von Umweltressourcen (Wasser, Luft ...) oft günstiger. Macht man diese Quoten handelbar, dann wird daraus ein ökonomisches Instrument. Schließlich können auch noch administrative Regelungen in bezug auf private *Verhandlungslösun-*

aufweisen. Entscheidend für eine effiziente Maßnahme sind die Vermeidungskosten je Einheit CO₂-Äquivalent.

² So hat z.B. eine von IIASA über vier Jahre durchgeführte Studie zum Waldsterben in Europa ergeben, daß diese Schäden jährlich 30,4 Mrd. US-\$ ausmachen. Daraus lassen sich Gegenmaßnahmen in beträchtlichem Umfang ökonomisch rechtfertigen.

gen zwischen Emittenten und Betroffenen erlassen werden (z. B. Schiedsgerichte).

Praktische Anwendung

In der Realität stellt man in den meisten Ländern fest, daß sich die politisch realisierten Lösungsansätze weitgehend auf technische Umweltauflagen reduzieren (BECKER, 1993). Als Legitimation für diese Situation wird häufig angeführt, daß

- die Implementierung ökonomischer Instrumente zu hohe Kosten verursache.
- Auflagen eine höhere Sicherheit in bezug auf die Erreichung des angestrebten Umweltzieles böten.
- Auflagenlösungen auch eine höhere politische Akzeptanz aufwiesen, weil sie nicht wie ökonomische Ansätze die Einkommensverteilung beeinflussen würden.

Viele dieser Argumente halten einer systematischen Überprüfung nicht stand, weil die versteckten Kosten von Auflagen zuwenig berücksichtigt werden. Administrative Restriktionen sind von vornherein dann ökonomisch ineffizient, wenn ihre Kontrollkosten unangemessen hoch sind. Das trifft besonders häufig bei "non-point pollution" zu. Einer kleinräumigen, punktuellen Gewässerverschmutzung wird man sinnvollerweise nicht mit einer nationalen Abwasserabgabe begegnen, im Falle großflächiger, durch eine Vielzahl von Emittenten verursachten Umweltbelastungen dagegen sind auf den einzelnen zugeschnittene Gegenmaßnahmen wenig zielführend. Hier ist in der Regel anreizwirksamen Instrumenten der Vorzug einzuräumen.

Die administrative Regulierung von Teilaspekten eines Umweltproblems führt nicht selten auch zu Anpassungs- bzw. Ausweichreaktionen, die den ursprünglichen Effekt konterkarieren können. Auch bieten noch so scharfe Grenzwerte keine Gewähr, daß damit auch die Emissionsfrachten abnehmen. Beispielsweise beobachtet man im Verkehrsbereich, daß die Verschärfung der Emissionsgrenzwerte im Individualverkehr durch eine Erhöhung des Aktivitätsniveaus kompensiert werden kann. Daraus ergeben sich häufig weitere Regulierungserfordernisse mit der Konsequenz zusätzlicher versteckter Kosten.

Für ökonomische Ansätze spricht in einer Situation mit der Gefahr ausufernder administrativer Kosten sicherlich, daß

- diese vielfach (kosten-)effizienter in bezug auf die Erreichung eines vorgegebenen Umweltzieles sind, weil sie dem Verschmutzer die Entscheidung bezüglich der Art der Umweltinvestition überlassen.
- sie permanente Anreize für technologische Verbesserungen der Emissionslage enthalten.
- sie in der Regel unbürokratischer sind und auch die Überwachungskosten vielfach niedriger liegen, weil eine Umweltverbesserung im Eigeninteresse des Verschmutzers liegt.

Dominanz von Umweltauflagen

Versteckte Kosten

Anpassungs- und Ausweichreaktionen

Vorteile ökonomischer Ansätze

Optimaler Instrumentenmix?

"Optimale" Umweltpolitik

Damit stellt sich die Frage, wie eine "optimale" Umweltpolitik konzipiert sein sollte. Grundsätzlich ist marktkonformen Instrumenten der Vorzug zu geben. Ganz offensichtlich wird sie aber nicht ohne **administrative Regelungen** auskommen, weil Verbote besonders in Zusammenhang mit akut gefährdenden Stoffen kaum durch ökonomische Anreize ersetzbar sind. In bezug auf alltägliche, kurzfristig und im Einzelfall harmlosen, aber in Summe schädigende Verhaltensweisen sind exakte Ge- und Verbote oft nicht adäquat. Hier bedarf es entsprechender Anreize, welche mehr oder weniger freiwillige Verhaltensänderungen nach sich ziehen.

Ökonomische Verhaltenspara- meter

Hier kommt **ökonomischen Anreizen** eine wichtige Rolle zu. Viele unserer Verhaltensweisen sind durch ökonomische Parameter determiniert. Das häufige Gegenargument, daß dies nicht in jedem einzelnen Fall zutreffe, ist dabei irrelevant: In der großen Zahl gilt es unzweifelhaft, wie z. B. eine deutlich verminderte Energienachfrage nach einer Preiserhöhung eindrucksvoll zeigt.

Politische Durch- setzbarkeit

Die Realisierbarkeit ökonomischer Ansätze im Sinne ihrer politischen Durchsetzbarkeit ist vermutlich dann am günstigsten, wenn diese als "aufkommensneutrale Lenkungsabgaben"³ konzipiert werden. Diese vereinbaren die Wirkung monetärer Anreize in Richtung einer Verbesserung der ökologischen Situation ohne zusätzliche Einkommensbelastung.

Effizienz statt Ideologie

Die Wahl des "optimalen" umweltpolitischen Instruments sollte jedoch nie eine ideologische Frage - "Markt" versus "Behörde" - darstellen, sondern nach den Kriterien ökonomischer Kosteneffizienz bezüglich des angestrebten Umweltzieles entschieden werden. In der Praxis sollte sich daher ein Miteinander von ökonomischen und administrativen Instrumenten ergeben. Grenzwerte sollten dabei idealerweise nur mehr die Funktion eines "Sicherheitsnetzes" darstellen, während optimal gesetzte ökonomische Anreize die Wirtschaftssubjekte "freiwillig" dazu bringen, diese Grenzwerte in ihrem eigenen Interesse zu unterschreiten.

1.1.3. Reaktive versus antizipative Umweltpolitik

Reparatur oder Vermeidung?

Umweltpolitik war bisher im Grunde immer "reparaturorientiert" (*reaktiv*) und bot damit wenig Anreize, daß damit die anvisierten Probleme in der Zukunft vermieden werden. Im Rahmen von Überlegungen einer zukunftsorientierten nationalen Umweltplanung sollte jedoch gerade diesem Aspekt zentrale Bedeutung zukommen. Nur eine *antizipative* Umweltpolitik, welche die Ursachen für Umweltbe-

3 Ein Beispiel dafür ist die bereits von vielen Autoren vorgeschlagene Energieabgabe in Form einer Umschichtung von in Summe unveränderten Steuereinnahmen vom Faktor Arbeitskraft auf den Faktor Energie.

eintrüchtigungen beseitigt, kann angesichts der Risiken und Unsicherheiten als Folge unserer heutigen Wissensmängel im Umweltbereich langfristig rational sein. Dabei ist zu beachten, daß eine Umweltpolitik, die inkompatibel zur Wirtschaftspolitik gestaltet wird, wirkungslos bleibt und kontraproduktiv ist.

Die internationale Diskussion auf wissenschaftlicher Ebene ist bereits seit längerer Zeit auf das Konzept der "sustainability" bzw. "Nachhaltigkeit" gerichtet. Obwohl dieses Konzept bereits auf einer sehr breiten Ebene diskutiert wird, stehen konkrete Realisierungen im Bereich des praktischen "policy making" noch weitgehend aus⁴. Dieser Umstand vermag deshalb kaum zu verwundern, weil die Umsetzung in praktische Politikmaßnahmen heute bereits bei "akzeptierten" Politikbereichen sehr schwierig geworden ist. Dazu kommt, daß eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Politik immer eine Vernetzung zwischen verschiedensten Lebensbereichen voraussetzt, für die derzeit kaum Verhaltens- und Lösungsmuster bereitstehen.

**Nachhaltigkeit
als Grundprinzip**

Für eine auf längere Zeiträume in die Zukunft gerichtete Umweltpolitik, wie sie zweifellos Gegenstand eines Nationalen Umweltplanes darzustellen hat, ist das Konzept der "Nachhaltigkeit" jedoch von zentraler Bedeutung. Im folgenden wird daher versucht, dieses Konzept in seinen Grundzügen als auch in seiner Relevanz für den Agrarbereich zu beleuchten.

**Nationaler Um-
weltplan**

1.2. Nachhaltigkeit als Ziel des Wirtschaftens

1.2.1. Praktischer Stellenwert und Elemente

Das Konzept der Nachhaltigkeit (*sustainability*) ist keineswegs neu. Bereits bei David RICARDO und besonders bei Thomas MALTHUS finden sich Überlegungen in bezug auf die natürlichen Grenzen des Wachstums, zum einen in Form der begrenzten Bodenkapazitäten, zum anderen in Verbindung mit einem grundsätzlich exponentiell verlaufenden Bevölkerungswachstum. Ob eine bestimmte Verhaltensweise "nachhaltig" ist oder nicht, wird damit in vielen Fällen nicht allein durch die spezifische Charakteristik dieser Aktivität bestimmt, sondern gleichzeitig dadurch, wieviele Menschen sie zB ausüben. Nachhaltigkeit ist damit ein sehr breites Konzept, welches neben **ökologischen** immer auch **ökonomische** und **soziale** Aspekte mit einschließen muß, um sinnvoll zu sein.

**Historische Wur-
zeln**

Eine der prominentesten Veröffentlichungen zum Thema "Nachhaltigkeit" in der letzten Zeit stellt der BRUNDTLAND REPORT (WCED, 1987) dar. Darin wird versucht, "Nachhaltigkeit" durch eine Reihe globaler Zielsetzungen zu definieren, die neben dem Ziel

**BRUNDTLAND
Report**

"stetiges Wirtschaftswachstum" gleichberechtigt auch die Beseitigung von Armut und Ausbeutung, eine Konservierung bzw. Verbesserung der Ressourcenbasis sowie eine Verzahnung von ökonomischen und ökologischen Anliegen auf jeder Ebene von Entscheidungsprozessen beinhalten.

Definitionsversuche

Nach dem Konzept der Nachhaltigkeit "... is like motherhood, no reasonable person is opposed to the idea as a principle" (LONGWORTH, 1992, 88), verwundert es nicht, daß die Zahl der Definitionsversuche mittlerweile unübersehbare Ausmaße angenommen hat. Leider sind fast alle dadurch gekennzeichnet, daß sie zwar schön klingen, jedoch wenig bis nichts aussagen⁵. Grundsätzlich lassen sich zwei Gruppen von Definitionen unterscheiden: Zum einen die "breite", gesellschaftspolitische Variante, wie sie zuvor am Beispiel des BRUNDTLAND-Berichtes aufgezeigt wurde, und zum anderen die "enge", ökologische Variante, welche ihr Hauptaugenmerk auf ein optimales Ressourcen- und Umweltmanagement legt. Daneben finden sich noch eine Reihe von Definitionen, die dieses Konzept vornehmlich im Hinblick auf die Dritte Welt angewendet wissen wollen (BARBIER, 1991 und RUTTAN, 1991).

1.2.2. Ökonomisch-theoretische Abgrenzung von Nachhaltigkeit

Inhaltliche Abgrenzung

Anstatt weiter auf die Probleme von Nominaldefinitionen von "Nachhaltigkeit" einzugehen, soll versucht werden, dieses Konzept stark vereinfacht in seinem inhaltlichen Gehalt so darzustellen, wie es im weiteren Verlauf dieser Studie als gültig unterstellt wird.

Wirtschaftswachstum und Umwelt

In der "klassischen" Interpretation wurde Wirtschaftswachstum primär als eine Folge einer "richtigen" Kapitalakkumulation gesehen, welche durch eine hohe marginale Sparrate ermöglicht wird. Im Zuge von Versuchen einer empirischen Evaluierung wachstumstheoretischer Hypothesen kam es zu einer stärkeren Betonung des Faktors Arbeitskraft. Aber erst die Diskussion um die ökologischen Aspekte von Wirtschaftswachstum brachten wichtige neue Anstöße in diesen Theoriebereich, so die Frage der intergenerationellen Implikationen von Wirtschaftswachstum und die Rolle natürlicher Ressourcen.

Wohlfahrtsmessung unvollständig

Die in den 70er Jahren entstandene Diskussion um die "Nachhaltigkeit" von Wachstumsprozessen machte deutlich, daß die traditionelle, güterorientierte Wohlfahrtsmessung unvollständig war, weil damit wichtige Elemente menschlicher Wohlfahrt nicht in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung erfaßt waren⁶. Gleichzeitig

⁵ Eine "Gallery of Definitions" bieten PEARCE et al. (1989) in einem eigenen Annex, der die Bandbreite möglicher Interpretationen erkennen läßt.

⁶ Zum einen ging es dabei um die sogenannten "Sozialindikatoren", also zB die Anzahl der Spitalsbetten je 1000 Einwohner, die regionale Verfügbarkeit von Bildungseinrichtungen usw.; den zweiten wichtigen Bereich

damit wurde offensichtlich, daß hohe Wachstumsraten in der Vergangenheit sehr häufig auf Kosten der Umwelt gegangen waren, diese Beeinträchtigungen der menschlichen Wohlfahrt jedoch in keiner Weise berücksichtigt wurden. Man begann zu erkennen, daß der tatsächliche Wohlfahrtseffekt von Wirtschaftswachstum überschätzt wurde. Diese Erkenntnis stellt den zentralen Inhalt einer tragfähigen Definition von Nachhaltigkeit dar.

"Nachhaltigkeit" ist damit dann gegeben, wenn derzeitiges Wirtschaftswachstum keinen Rückgang des in Pro-Kopf-Einheiten gemessenen künftigen Wohlfahrtsniveaus (W) **unter Einbeziehung von Nichtmarkt- bzw. Umweltgütern** nach sich zieht (z. B. HAVEMANN und 1989; NICOLAISEN et al., 1991). Dabei wollen wir einfach nur zwischen dem durch menschliche Aktivitäten entstandenen Kapital (K) und "Umweltkapital" i.w.S. (U) unterscheiden⁷. Das Wohlfahrtsniveau (pro Kopf) ist damit in jeder Periode eine positive Funktion dieser beiden Kapitalarten:

$$(1) \quad W = W(K, U)$$

Nachhaltigkeit in dieser Definition bedeutet damit aber nichts anderes als unbeeinträchtigte künftige Konsummöglichkeiten von **Markt- und Nichtmarktsgütern**. Nachdem diese Bedingung voraussetzt, daß die relevanten Kapitalstöcke - gemessen in Effizienzeinheiten⁸ - unbeeinträchtigt bleiben, Umweltressourcen aber Teil ebendieser Kapitalstöcke sind, muß die Summe aus "menschlichem" und "natürlichem" Kapital effektiv konstant bleiben. Damit wird Nachhaltigkeit ad infinitum möglich. Das impliziert, daß entweder beide Kapitalarten im Zeitablauf nicht abnehmen dürfen oder zumindest eine ausreichende Substitution von "Umweltkapital" (z. B. eine erschöpfbare Ressource) durch "menschliches" Kapital gegeben sein muß⁹. Formal folgt daraus die notwendige und hinreichende Bedingung für Nachhaltigkeit:

$$(2) \quad -s \Delta U \leq \Delta K \quad (s = \text{realer Schattenpreis})$$

*Einbeziehung
von Nichtmarkt-
bzw. Umweltgü-
tern*

*Nachhaltigkeit
als Summe aller
Kapitalformen*

bildeten "öffentliche" Güter im Umweltbereich, wie reine Luft, sauberes Wasser oder "intakte" Lebensräume.

7 Der Begriff "Kapital" ist hier sehr weit zu fassen: "Menschliches" Kapital (*man-made capital*) umfaßt nicht nur technische oder bauliche Aktiva, sondern schließt alle Formen von menschlicher Qualifikation und das akkumulierte Wissen der Menschheit ein. In gleicher Weise ist "natürliches" Kapital (*environmental capital*) nicht allein der Bestand an nutzbaren Ressourcen, sondern der gesamte belebte und unbelebte Teil unseres Planeten, der nicht durch Menschenhand geschaffen wurde.

8 also unter Berücksichtigung technischen Fortschritts

9 Aus dieser Sicht wäre z. B. ein Abbau von fossilen Energieträgern dann "sustainable", wenn damit die technischen Voraussetzungen für einen Umstieg auf eine nachhaltige Form solarer Energienutzung geschaffen werden.

Reale Umweltkosten kleiner Investitionen

Der Parameter s entspricht dem Schattenpreis (= Kosten) einer marginalen Veränderung des "Umweltkapitals", gemessen in Einheiten des "menschlichen" Kapitals. Gleichung (2) besagt, daß im Zustand der Nachhaltigkeit die realen Kosten einer Umweltnutzung nie größer sein dürfen als der reale Wert der damit bewirkten Investition in "menschliches" Kapital.

Negative Externalitäten

Das dominierende Charakteristikum der Umweltproblematik besteht bis heute darin, daß die mit einer Ressourcennutzung praktisch immer verbundenen - zum überwiegenden Teil negativen - Externalitäten nicht in dem dafür zu entrichtenden Preis (p) enthalten sind. Damit gilt

$$p < s,$$

womit sich die Wirtschaft auf einem Entwicklungspfad befindet, der umso stärker von einem nachhaltigen abweicht, je größer die Differenz zwischen p und s ist.

Dieses Problem wird in der Regel durch folgende zwei Faktoren zusätzlich verschärft (NICOLAISEN et al., 1991, 15):

Ressourcenverbrauch

- 1) Wenn U im Zeitablauf sinkt, dann steigt der Schattenpreis s^{10} ; findet diese Veränderung keinen Niederschlag in den zugeordneten Marktpreisen, dann erhöht sich im Zeitablauf das Ausmaß an negativen Externalitäten.

Wohlstand

- 2) Auch im Falle einer Stabilisierung des Umweltkapitals U auf einem beliebigen Niveau wird sein Schattenpreis dann steigen, wenn das Einkommensniveau steigt; damit steigt der in ökonomischen Einheiten gemessene Wert der gesamten Umweltbelastung weiter an.

In beiden Fällen wäre eine Erhöhung des für eine umweltbelastende Aktivität zu entrichtenden Marktpreises erforderlich, um eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten¹¹.

Marktpreise gleich gesellschaftliche Kosten

Die auf Märkten geltenden Kosten (Preise) für umweltverbrauchende und -belastende Aktivitäten müssen den tatsächlich anfallenden sozialen Kosten angenähert werden. In *statischer* Sicht wird dadurch

¹⁰ Je weniger Exemplare einer von der Ausrottung bedrohten Art noch existieren, umso höher sind die Kosten des Verlustes eines weiteren Exemplares.

¹¹ Einen kritischen Punkt bei dieser umfassenden Definition von Nachhaltigkeit stellt die Substitutionsmöglichkeit zwischen den beiden Kapitalarten dar. Die bekannten, funktionierenden Möglichkeiten für einen nachhaltigen Ersatz von Umweltkapital durch menschliches Kapital sind eher spärlich. Daran dürften auch die künftigen Forschungsbemühungen auf absehbare Zeit wenig ändern können.

die Allokation der beiden Kapitalstöcke optimiert, *dynamisch* gesehen bewirkt dies die erforderliche Stimulierung des technischen Fortschritts in Richtung Umweltschonung¹².

Betrachtet man das Konzept der Nachhaltigkeit auf Basis der bisherigen Überlegungen, dann wird klar, daß es sich dabei nicht um ein enges naturwissenschaftliches Phänomen, sondern um eine spezielle Variante der Organisation bzw. Konzeption der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung handelt. Reparaturversuche, die dieses Charakteristikum unberücksichtigt lassen, sind entweder erfolglos oder verursachen zu hohe gesamtwirtschaftliche Kosten.

**Konzeption der
gesamtgesellschaftlichen
Entwicklung**

1.3. Umweltpolitische Aspekte der Landwirtschaft

1.3.1. Probleme und Perspektiven

Landwirtschaft stand schon immer in enger Verbindung mit der Umwelt, ja man kann sogar sagen, daß die Landwirtschaft die uns vertraute Umwelt im periurbanen Bereich "erzeugt" hat. In einer Definition der OECD (1993) drückt sich diese Verbindung aus "... in der Produktion von möglichst hochwertigen Nahrungsmitteln und Rohstoffen, die Besiedelung des ländlichen Raumes und Erhaltung der ländlichen Wirtschaftsstrukturen, Pflege der Landschaft, Bereitstellung von Erholungsräumen und auch Umweltschutzaktivitäten" (Übersetzung der Verfasser).

**Landschaft und
Umwelt**

In der letzten Dekade haben sich jedoch in immer stärkerem Maße Zweifel an der traditionell positiv gesehenen Art des Zusammenhangs zwischen Landwirtschaft und Umwelt herausgebildet. Die zunehmende Intensivierung agrarischer Produktionsvorgänge unter dem Diktat wirtschaftspolitischer Rahmenbedingungen führte in immer größerem Umfang zu Praktiken, die negative Effekte für die Umwelt zeitigten. In diesem Zusammenhang beispielhaft zu nennen sind die Verschmutzung von Oberflächen- und Grundwasserressourcen, Bodenerosion und -verdichtung, Trockenlegung von Feuchtgebieten, Luftverschmutzung, Verlust von Biodiversität sowie die Einbeziehung von Grenzertragsböden.

**Landwirtschaft
als Schädiger?**

Gleichzeitig darf dabei nicht übersehen werden, daß die Landwirtschaft durch ihre außergewöhnliche Produktionssituation (Flächenbezogenheit) auch ein primärer Leidtragender der allgemeinen Umweltsituation ist. An vorderster Stelle stehen hier Luft- und Wasserverschmutzung durch Verkehr, Industrie und städtische Ballungszentren bis hin zu globalen Umweltproblemen wie der Zerstörung der Ozonschicht oder den Treibhauseffekt. Diese Einflüsse haben einen negativen Effekt auf die Landwirtschaft, direkt über die

**Landwirtschaft
als Betroffener**

¹² Der enorme Aufschwung alternativer Energieformen nach den beiden Erdölpreisschocks in den 70er Jahren ist der vielleicht eindrucksvollste empirische Beleg für die Gültigkeit dieser Hypothese.

Beeinträchtigung von Wachstumsvorgängen und indirekt über die Qualität und Produktivität der Böden.

**Landwirtschaft
als Problemlöser**

Gerade die Möglichkeit der Landwirtschaft, biogene und somit erneuerbare Ressourcen bereitzustellen, verdeutlicht ihre zentrale Rolle, als aktiver Sektor in einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Wirtschaft zur Lösung von Umweltproblemen beizutragen.

**Nachhaltigkeit
als zentrale
Zielvorstellung**

Im Rahmen dieser Arbeit wird Nachhaltigkeit als zentrale, langfristige Zielvorstellung für die Landwirtschaft unterstellt. Eine nachhaltige Landwirtschaft ist ohne eine tragfähige Verbindung zwischen landwirtschaftlichen Aktivitäten und allgemeiner Umweltpolitik unmöglich. Entgegen einer in der Praxis immer wieder geäußerten Ansicht kann dieses Ziel nicht dadurch erreicht werden, daß einige in der augenblicklichen Situation als kritisch eingestufte agrarische Produktionspraktiken angepaßt werden. Genau hier liegt der Grund für die breite Darstellung des Konzeptes der Nachhaltigkeit in Abschnitt 1.2., weil:

**Voraussetzungen
für
Nachhaltigkeit**

- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft im ökologischen Sinne ist nicht möglich, wenn andere Wirtschaftssektoren ökologisch nicht nachhaltig wirtschaften und durch ihre Emissionen nachhaltig konzipierte landwirtschaftliche Praktiken beeinträchtigen.
- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft im ökonomischen Sinne ist nicht gegeben, wenn durch gesetzliche Vorschriften zwar eine ökologisch nachhaltige landwirtschaftliche Produktion erzwungen wird, wegen fehlender Rentabilität jedoch durch Abwanderung langfristig keine Landwirte mehr existieren, die diesen Vorschriften folgen können.
- Nachhaltigkeit ist in der Landwirtschaft auch dann nicht gegeben, wenn durch Vorschriften bezüglich ökologisch nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktionspraktiken zwar ökonomische Nachhaltigkeit im Durchschnitt des Sektors gegeben ist, dies jedoch zu zunehmenden Ungleichgewichten in regionaler, struktureller, sozialer oder kultureller Hinsicht führt.

**Komponenten
von
"sustainability"**

Verknüpft man diese Überlegungen mit der inhaltlichen Definition von Nachhaltigkeit (siehe oben), dann umfaßt dieses Konzept auch in seiner Anwendung auf die Landwirtschaft grundsätzlich drei Komponenten (in ähnlicher Weise z. B. VEEMAN, 1989):

- 1) eine **Wachstumskomponente**, welche sich auf die künftige Entwicklung des agrarischen Produktionsvolumens bezieht, jedoch im Vergleich zu den bisher betonten Faktoren physisches Kapital und Humankapital gleichberechtigt auch Umweltkapital zu berücksichtigen hat;
- 2) eine **ökologische Komponente**, die über die enge biologisch-konservativistische Sichtweise der Umweltnutzung hinausgehen muß, indem sie Konzepte aus der Ressourcenökonomie (Externalitäten, "optimale" Verschmutzung, Optionswerte ...)

einbezieht, um damit einen rationalen Umgang mit Umweltkapital erst sicherzustellen¹³;

- 3) eine **Verteilungskomponente**, welche jedoch nicht nur die bisher vernachlässigten ökonomischen Aspekte der "internen" Einkommensverteilungsaspekte (agrar-)politischer Maßnahmen erfassen sollte, sondern auch auf ihre sozialen, regionalen und kulturellen Implikationen Bezug zu nehmen hat.

1.3.2. Definitionen von Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft

Das Ziel der Nachhaltigkeit in bezug auf die natürliche Ressourcenbasis tritt nicht nur in facheinschlägigen Diskussionen immer stärker in den Vordergrund, es findet allmählich auch auf breiter Ebene Interesse. Speziell für die Landwirtschaft war und ist diese Zielsetzung immer von zentraler Bedeutung, hängt doch der langfristige Produktionserfolg dieses Sektors unmittelbar von einer nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Produktionsgrundlagen ab.

Breite Relevanz

Vergleicht man die Vielzahl der zum Begriff "*Sustainable Agriculture*" veröffentlichten Publikationen, dann verwundert es doch, bis heute keine allgemeingültige griffige Definition vorzufinden. Weder ist klar, ob es sich dabei um einen eher technischen Begriff handelt oder ob darin auch ökonomische Überlegungen eingeschlossen sein sollen. Gleichmaßen unklar ist der Zeitraum, auf den sich Nachhaltigkeit beziehen soll. Einzelne Autoren verweisen den Begriff "Nachhaltigkeit" in den Bereich der Philosophie, während andere darin konkrete Richtlinien für die Auswahl landwirtschaftlicher Praktiken vermuten.

Allgemeingültige Definition?

Damit "*Sustainable Agriculture*" wirklich ein nachhaltiges Konzept sein kann, müssen, den meisten Autoren folgend, zumindest diese drei Kriterien erfüllt sein:

Kriterien

- 1) eine für die in diesem Sektor tätigen Personen akzeptable Einkommenserzielung durch agrarische Produktionsformen;
- 2) keine Einschränkungen bezüglich Verfügbarkeit und Qualität von Nahrungsmitteln auf lange Frist;
- 3) Schutz bzw. Verbesserung der natürlichen Ressourcen.

Unter der Vielzahl der vorgeschlagenen Definitionen für nachhaltige Landwirtschaft kommen immer wieder diese drei Inhalte vor. GIBBS (1984) versuchte eine sehr kurze Definition, welche konkret auf diese drei Punkte Bezug nahm: "*Sustainable Agriculture is ecologically sound, economically variable, socially just and human.*" Auf der Jahrestagung der "American Society of Agronomy" im Jahr 1989 wurde folgende Definition entwickelt (zit. nach FRANCIS, YOUNGBERG, 1990, 5):

Gemeinsame Inhalte

¹³ Zum Beispiel zeigt sich erst durch Berücksichtigung ökonomischer Parameter, daß das von Biologen oft favorisierte Konzept des "Maximum Sustainable Yield" in der Regel eine zu intensive Nutzungsstrategie darstellt (PEARCE, 1990 und HOFREITHER, 1992).

"A Sustainable Agriculture is one that, over the long term, enhances environmental quality and the resource base on which agriculture depends; provides for basic human food and fibre need; is economically viable; and enhances the quality of life for farmers and society as a whole."

Das amerikanische *Potash and Phosphate Institute* beschrieb den Übergang zu einer nachhaltigen Landwirtschaft in Form von vier grundlegenden Produktions- bzw. Managemententscheidungen, die in Richtung einer **organischen**¹⁴ Betriebsführung gehen (FRANCIS, YOUNGBERG, 1990, 6):

- 1) verstärkte Diversifizierung von reinen Marktgetreidebaubetrieben in Richtung einer Einbeziehung von Tierhaltung;
- 2) Einbeziehung von Leguminosen in die Fruchtfolge zur Bereitstellung von Stickstoff;
- 3) verstärkte Verwendung von Wirtschaftsdüngern als Ersatz für mineralische Düngemittel;
- 4) Ersatz von gekauften Pestiziden durch die Verwendung biologischer Kontrollmechanismen, Kultivierungsmaßnahmen und Arbeit.

FRANCIS und YOUNGBERG (1990, 8) selbst schlagen folgende Arbeitsdefinition für den Begriff "nachhaltige Landwirtschaft" vor:

"Sustainable Agriculture is a philosophy based on human goals and on understanding the long term impact of our activities on the environment and on other species. Use of this philosophy guides our application of prior experience and the latest scientific advances to create integrated resource conserving equitable farming systems. These systems reduce environmental degradation, maintain agricultural productivity, promote economic viability in both the short and long term, and maintain stable rural communities and quality of life."

Nachhaltige Landwirtschaft in der Definition der OECD umfaßt vier Aspekte (OECD, 1993):

- ein ökonomisch lebensfähiges landwirtschaftliches Produktionssystem;
- die Erhaltung bzw. Verbesserung der natürlichen Ressourcenbasis des Betriebes;
- die Erhaltung bzw. Verbesserung anderer Öko-Systeme, welche von agrarischen Aktivitäten beeinflußt werden;
- die Bereitstellung von substantiellen bzw. visuellen Landschaftspflegeleistungen.

Die Aufzählung möglicher Definitionen von "sustainable agriculture" soll damit genügen. Auch ein oberflächlicher Vergleich macht bereits deutlich, daß dieser Begriff über simple Definitionen nicht befriedi-

¹⁴ der Begriff "organisch" (organic) in der angelsächsischen Literatur entspricht weitgehend dem Begriff "biologisch" in der deutschen

gend zu fassen ist. Im Grunde bieten diese Abgrenzungen von ihrem logischen Gehalt weniger, als im Abschnitt 1.2. "Nachhaltiges Wirtschaftswachstum" definiert wurde. Aus der Verbindung dieser Abgrenzung mit den zuvor exemplarisch dargestellten Definitionen lassen sich in bezug auf das Nachhaltigkeitsziel - mit etwas gutem Willen - drei allgemeine und logisch zusammenhängende Aspekte identifizieren:

- 1) Nachhaltigkeit ist ein Element der intergenerationellen Wohlfahrt, dessen zentrales Ziel es ist, einen bestimmten Bestand an Umweltkapital für derzeitige und künftige Generationen zu erhalten.
- 2) Um Nachhaltigkeit zu erreichen, müssen sowohl private als auch öffentliche Entscheidungen auf Basis der Schattenpreise von Umweltgütern getroffen werden. Die sozialen Opportunitätskosten des Gebrauchs derartiger Ressourcen müssen zur Geltung kommen, unabhängig davon, ob sie in Märkten gehandelt werden oder durch nichtmarktliche Prozesse zur Verteilung kommen.
- 3) Der Konservierung nicht substituierbarer Umweltgüter (Artenerhalt, Landschaftsschutz, Feuchtgebiete, natürliche Ökosysteme) ist immer dann Vorrang einzuräumen, wenn ihre Nutzung die Gefahr irreversibler Verluste birgt. Das gilt auch im Fall von derzeit noch nicht endgültig geklärten Nutzungsmöglichkeiten natürlicher Ressourcen, wie z. B. der Artenfülle des tropischen Regenwaldes ("quasi option value").

Logisch zusammenhängende Aspekte

Neben diesen breiten Zielsetzungen, welche für ein klares Verständnis der allgemeinen Ausrichtung der Politik erforderlich sind, verlangt die Umsetzung detaillierter Programme im Bereich der Landwirtschaft die Beachtung spezifischer Prinzipien:

- 1) Produktbezogene agrarpolitische Ansätze, welche Input- und/oder Outputverzerrungen nach sich ziehen, führen zu einer ökologischen Degradation. Bisher wurden umweltpolitische Überlegungen im Rahmen von agrarpolitischen Entscheidungen eher als Zusätze unter "ferner liefern" betrachtet, zum Teil als notwendiges Korrektiv für die gewählten produktbezogenen Stützungsmaßnahmen. Erst seit jüngster Zeit werden ökologische Aspekte zu einem integralen Bestandteil der Agrarpolitik.
- 2) Angesichts veränderter gesellschaftlicher Präferenzen läßt sich feststellen, daß auch in der Landwirtschaft in der Vergangenheit für die meisten Umweltressourcen kein bzw. ein viel zu niedriger Preis angesetzt wurde (Bewässerung, Artenverlust ...). Aus ökonomischer Sicht ist jeder Fortschritt in Richtung einer ausgewogenen Preisfestlegung für alle Umweltressourcen eine wichtige Vorleistung für eine effiziente Ressourcenallokation und damit eine nachhaltige Entwicklung. Ein notwendiger erster Schritt ist die Definition einer "besten fachlichen Praxis", bei deren Beachtung ein praktizierender Landwirt davon ausgehen kann, umweltschonend und nachhaltig zu wirtschaften.
- 3) Die Elemente des ländlichen Raumes sollten als eine Quelle für landwirtschaftliche Produkte und Umweltleistungen gesehen wer-

Beachtung spezifischer Prinzipien

Ressourcenpreise

- | | |
|--|---|
| Elemente des ländlichen Raumes | den. Umfang und Qualität dieser Leistungen variieren allerdings sehr stark zwischen verschiedenen Regionen, was bei der Ausarbeitung spezifischer Politikvorschläge in Betracht zu ziehen ist. Eine verstärkte Berücksichtigung des Subsidiaritätsprinzips in der Praxis wäre eine adäquate Möglichkeit. |
| Nachfragestruktur zwischen privaten und öffentlichen Gütern | 4) Mit steigenden Bevölkerungszahlen und Einkommensniveaus verändert sich naturgemäß die Nachfragestruktur zwischen privaten und öffentlichen Gütern: speziell der soziale Wert von überbetrieblichen Leistungen steigt stärker im Vergleich zu den traditionellen Agrarprodukten. Diese strukturelle Veränderung legt es nahe, den zu engen Blickwinkel von Landwirtschaft als alleinigem Nutzer und Gestalter des ländlichen Raumes auf eine breitere Basis zu stellen. Regionalpolitische Aspekte sowie Umweltmanagement sollten gleichberechtigte Inhalte darstellen. |
| Umweltverantwortung vs. Einkommen | 5) Landwirte sind davon zu überzeugen, daß die Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der betrieblichen Ressourcenbasis nicht nur in ihrem eigenen, sondern auch im Interesse der Gesamtgesellschaft liegt. Diese Überzeugungsarbeit wird nur dann gelingen, wenn die Übernahme dieser Verantwortung nicht im Konflikt mit den Einkommens- bzw. Eigentumsinteressen des Landwirtes stehen. Bei der Umsetzung derartiger Vorschläge sollte soweit wie möglich dem Subsidiaritätsprinzip der Vorrang eingeräumt werden (<i>bottom-up-Ansatz</i>). |
| Vermeidung hat Priorität | 6) Der Vermeidung von Umweltbelastungen ist gegenüber der Abfallbehandlung Vorrang einzuräumen. Nur diese Strategie bewirkt eine höchstmögliche Sicherheit, irreversible ökologische Schädigungen zu verhindern. Obwohl diese Absichtserklärungen in vielen politischen Erklärungen enthalten sind, finden sich kaum konkrete Ansätze seiner Realisierung. |
| Verursacherprinzip | 7) Bei der Umsetzung derartiger Aktivitäten ist dem Verursacherprinzip Priorität einzuräumen. Die Land- und Forstwirtschaft ist nur dann legitimiert, für externe Schädigungen Kompensationen zu erhalten, wenn sie das Prinzip der Umwelthaftung auch auf sich selbst anzuwenden bereit ist. Auch hier gilt, daß zwischen politischen Erklärungen und praktischer Realisierung noch ein großer Widerspruch klafft. |
| Administrative Rahmenbedingungen | 8) Integration zwischen Landwirtschaft und Umwelt kann nur funktionieren, wenn die administrativen Rahmenbedingungen entsprechend umgestaltet werden. Hier spielt die Koordination zwischen Ministerien und anderen in diesem Bereich angesiedelten Institutionen ebenso eine Rolle wie die Implementierung dieser Problemstellung im Bereich der wissenschaftlichen Forschung. |

1.3.2. Nachhaltigkeit als konkretes agrarpolitisches Ziel

Die OECD versucht seit mehreren Jahren, Umweltprobleme im Rahmen der von ihr vorgeschlagenen Reformen der Agrarpolitik zu integrieren. 1987 beschlossen die OECD-Minister eine progressive und konzertierte Reduktion der agrarischen Stützungs niveaus mit einer gleichzeitigen Bewegung in Richtung stärkerer Marktorientierung. Diese Absicht wurde im Minister-Kommuniqué von 1991 erneut bekräftigt. Es gab breite Übereinstimmung darüber, daß soweit wie möglich die angestrebten Reformen nicht nur eine Handelsliberalisierung, sondern auch eine Verbesserung der ökologischen Situation zum Ziel haben sollen.

**Umweltpolitik der
OECD**

Im Rahmen des Environmental Committee Meeting at Ministerial Level vom 30./31. Jänner 1991 wurde festgestellt: *"There is particular need to introduce low energy low polluting systems based on new technologies; and prices for agricultural inputs that reflect more fully their environmental costs"* (OECD 1991, B: 6). Das Ministertreffen im Jahre 1991 führte an, daß *"Agricultural Reform, to the extent possible, should simultaneously advance trade liberalisation and environmental objectives. In doing so, steps should be taken to integrate agricultural and environmental policies more closely, so that agriculture is conducted on an environmentally more sustainable basis"* (OECD, 1991, C: 7).

Umweltkomitee

Im selben Jahr stellten die Umweltminister bei einem ähnlichen Treffen fest, daß *"...a key to sustainable development, and thus to ensuring sound environmental management, lies in the full integration of economic and environmental policies"* (OECD, 1991, B: 5). Weiters unterstrichen sie die Notwendigkeit, daß Regierungen *"identify and eliminate those subsidies, taxes or other market interventions that distorted the use of environmental resources, whereby impacting adversely on environmental policy objectives"*. "Getting the price right" für Rohmaterialien, Güter und Dienstleistungen wurde als zentrales Kriterium gesehen, wobei es um die Einbeziehung der vollen ökologischen und sozialen Kosten ging. Hier wurde zum Ausdruck gebracht, daß die Verwendung ökonomischer Instrumente zur Erreichung der gesteckten ökologischen Ziele die kosteneffizienteste Variante darstellen dürfte. Diese Ausführungen können als argumentative Stütze bei allen Bestrebungen in Richtung einer verstärkten Verankerung von "Nachhaltigkeit" auf nationaler Ebene dienen.

Umweltminister

1.4. Verteilungseffekte umweltpolitischer Maßnahmen

1.4.1. Verursacherprinzip als umweltpolitischer Grundsatz

Definition

Verteilung von Kosten und Vor- teilen

Eine stärkere Berücksichtigung von sozialen Kosten in den Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte bewirkt eine Veränderung der Verteilung von Kosten und Vorteilen. Bereits seit den 70er Jahren wird darüber diskutiert, wer die Kosten für Umweltschutz und -kontrolle bezahlen solle. Im Mai 1972 formulierte das OECD-Sekretariat eine Nominaldefinition des Verursacherprinzips (*Polluter Pays Principle*, PPP), welche in Form der "Guiding Principles Concerning the International Economic Aspects of Environmental Policies" als Empfehlung an alle Mitgliedsländer ausgesprochen wurde. Diese lautet im Originaltext (OECD, C(72)128):

Polluter Pays Principle

"The principle to be used for allocating costs of pollution preventive control measures to encourage rational use of scarce environmental resources and to avoid distortions in international trade and investment is the so-called 'Polluter Pays Principle'. The Principle means that the polluter should bear the expenses of carrying out the above mentioned measures decided by public authorities to ensure that the environment is in an acceptable state. In other words, the cost of these measures should be reflected in the cost of goods and services which cause pollution in production and/or consumption. Such measures should not be accompanied by subsidies that would create significant distortions in international trade and investment."

Kurzgefaßt besagt dieses Prinzip, daß der Verschmutzer die Kosten von Umweltschutzmaßnahmen zu tragen hat, die von öffentlichen Stellen in den Mitgliedstaaten gesetzt werden. Allerdings werden für die Übergangsperioden bis zur völligen Einführung "exceptions or special arrangements" zugelassen, sofern diese nicht den internationalen Handel oder die Investitionen beeinträchtigen.

Praktische Anwendung und Probleme

Formale Akzeptanz vs. praktische Realisierung

Wie bei anderen internationalen Deklarationen klappt auch zwischen der formalen Akzeptanz dieses Prinzips und der praktischen Realisierung eine große Lücke. In diesem Fall liegt eine der Ursachen dafür schon in der unpräzisen Formulierung, die völlig offenläßt, was der Verursacher zu bezahlen habe: die Kosten der Verschmutzung selbst oder lediglich die Kosten der Vermeidung dieser Verschmutzung (NICHOLAISEN et al., 1991, 16). Damit bietet diese Formulierung keine geeignete wissenschaftlich-theoretische Basis für den effizienten Einsatz ökonomischer Instrumente. OPSCHOOR und VOS (1989) zeigen, daß die überwiegende Zahl der in der Praxis bereits eingesetzten ökonomischen Umweltinstrumenten darauf ausgerichtet ist, Einnahmen zu generieren. Nur eine kleine Minderheit wirkt tatsächlich in Richtung einer Änderung des Verhaltens der Ver-

schmutzer. Im günstigsten Fall werden diese Einnahmen zur Finanzierung von Gegenmaßnahmen verwendet, gehen in der Regel jedoch zu einem großen Teil auf zur Finanzierung der administrativen Durchführung und Kontrolle¹⁵.

Der praktische Einsatz des Verursacherprinzips reduziert sich damit auf eine in jedem Fall zu treffende Entscheidung, wieviel der Verursacher zu den Kontrollkosten beizutragen habe (BALDOCK, 1992, 51). Je höher der anteilige Beitrag des Verschmutzers, umso stärker findet das PPP Anwendung.

Flexible Handhabung des PPP

Dieser pragmatische Ansatz scheint auch aus theoretischer Sicht einige Meriten aufzuweisen. Bereits seit dem COASE-Theorem wissen wir, daß die ökonomisch-effiziente Beseitigung einer Umweltverschmutzung - den jeweiligen spezifischen Umständen entsprechend - sowohl von den Verursachern als auch von den Betroffenen finanziert werden kann. Unter bestimmten Gegebenheiten könnte eine strikte Befolgung des PPP damit eine effiziente Lösung ausschließen. Auch aus polit-ökonomischen Überlegungen kann ein Abweichen vom PPP eine Lösung unter Umständen erst ermöglichen. Sicherlich wird in der praktischen Umweltpolitik das Gemeinlastprinzip das Verursacherprinzip in jenen Fällen ergänzen bzw. ersetzen müssen, wo zB eine unklare Verschuldensfrage, eine große Zahl an Nutznießern oder lange Perioden zwischen Ursache und Wirkung gegeben sind. In diesem Zusammenhang sind auch Haftungsregelungen, in denen Verbandslösungen herangezogen werden denkbar.

Gemeinlastprinzip in der Praxis

1.4.2. Verursacherprinzip in der Landwirtschaft

Ausgangssituation

Zu Beginn der Diskussion um das PPP standen in erster Linie punktförmige Emissionsquellen aus Industrie und Energieversorgung im Zentrum des Interesses, wogegen die Landwirtschaft eher ein "non-point-polluter" bzw. zu diesem Zeitpunkt noch als eindeutiger Umweltpfleger gesehen wurde bzw. es in stärkerem Maße als heute tatsächlich noch war. Weil ein Ziel des PPP die Beseitigung bzw. Beschränkung von Subventionen darstellte, Landwirtschaft jedoch traditionell einen Subventionsbereich ist, ergab sich ein weiterer Grund für viele Regierungen, das PPP als für den Agrarsektor irrelevant einzustufen. Diese Situation wird durch die zunehmende Umweltsensibilisierung zunehmend obsolet, wodurch komplexere "Verteidigungslinien" gegen das Verursacherprinzip herausgearbeitet werden.

Landwirtschaft als "non-point-polluter"

¹⁵ REPETTO, DOWER und GRAMLICH (1993) zeigen anhand einer Studie des "World Resource Institute" auf, daß die USA allein im Bereich der Abfallentsorgung jährlich 18 % des Müllaufkommens und gleichzeitig 423 Millionen US-\$ sparen könnten, wenn anstelle der derzeitigen mengenunabhängigen Müllgebühr ein anreizorientiertes "pay-by-the-bag"-System eingeführt würde.

Landwirtschaft als "special case"

Ist Landwirtschaft anders?

Eine aktuelle Argumentationslinie ergibt sich aus der Sichtweise von Landwirtschaft als "special case". Zum einen wird hier auf die häufig **diffusen Emissionsquellen** dieses Sektors rekurriert, die eine Ursachenzurechnung erschweren und damit das Verursacherprinzip nur bedingt anwendbar machen (OECD, 1989, 59ff.). In der Tat sind viele der umweltpolitischen Problemfelder der Landwirtschaft dadurch gekennzeichnet, daß sie

- sehr lange Entstehungszeiträume aufweisen,
- mehr als einen potentiellen Verursacher haben und
- aus nicht-punktförmigen, also diffusen Emissionsquellen stammen.

Vermeidungsstrategie und Kontrollkosten

Der diffuse Charakter von Emissionsquellen bedeutet sowohl Probleme in bezug auf die Konzeption von Vermeidungsstrategien als auch meist hohe Kontrollkosten, soll das Verursacherprinzip strikt befolgt werden. Dazu kommen auch noch sehr lange Reaktionszeiträume hinzu, was dazu führt, daß die "Schuldfrage" häufig unlösbar bleibt, weil bereits aus dem Produktionsprozeß ausgeschiedene Generationen betroffen wären¹⁶. Das trifft z. B. grundsätzlich auf zentrale Probleme wie Artenverlust oder die Nitratbelastung des Grundwassers zu. Ursachenanalyse und Maßnahmenkonzeption werden zusätzlich dadurch erschwert, daß landwirtschaftliche Aktivitäten in sehr unterschiedlichen Naturräumen stattfinden: Dieselbe Aktivität, die in der Region A untragbare Umweltschäden nach sich zieht, kann in Region B völlig harmlos sein¹⁷.

Die zweite, allgemeinere Position von Landwirtschaft als "special case" bezieht sich auf die speziellen **sozialen, politischen und ökonomischen Gegebenheiten der Landwirtschaft** (BALDOCK, 1992, 53). Diese würden auch dann, wenn die Landwirtschaft eindeutig als Verschmutzer identifizierbar wäre, eine Anwendung des PPP nicht angebracht erscheinen lassen. Mit dem Hinweis auf die ohnedies bereits prekäre Einkommenslage vieler Landwirte wird von agrari-

16 Ein Beispiel dafür ist die Diskussion um den Anteil des während und nach dem Zweiten Weltkrieg umgebrochenen Grünlandes an der Nitratbelastung des Grundwassers in Großbritannien (SEYMOURE, COX und LOWE, 1992, 93). Nicht nur sind die meisten dieser Farmer bereits ausgeschieden, sie haben damals auch nicht eigenverantwortlich gehandelt, sondern haben Richtlinien der Regierung befolgt. In diesem Fall wäre die heutige Regierung - wenn legitimer Rechtsnachfolger - mit ein Verursacher der heutigen Trinkwasserbelastung.

17 Zum Beispiel werden bei identischen Düngungsmengen Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit oder der Grundwasserneubildungsrate völlig andere Gegebenheiten in bezug auf die Nitratgrenzwerte des Trinkwassers nach sich ziehen.

schen Interessenorganisationen die Anwendung des PPP rundweg zurückgewiesen¹⁸.

Tatsächlich läßt sich eine Reihe von theoretischen Argumenten finden, die zum Teil auch einer empirischen Evaluierung standhalten, welche aus einer ungünstigen Marktsituation heraus Benachteiligungen in der Einkommensentwicklung von Landwirten implizieren. Dazu kommt, daß durch die Immobilität des Produktionsfaktors 'Boden' der ökonomische und ökologische Reaktionsspielraum von Landwirten in der Regel eingeschränkt ist.

Theoretische Gegenargumente

Für industrieähnlich organisierte landwirtschaftliche Betriebsformen, wie sie in der intensiven Tierhaltung existieren, treffen die oben angeführten Einwände im Sinne von Landwirtschaft als "special case" ganz offensichtlich nicht zu. Hier ist wenig gegen eine Anwendung des PPP einzuwenden. Zusätzlich dürfte hier aufgrund ethisch motivierter Kritikpunkte an derartigen Haltungsformen auch der politische "Schutzschild" relativ dünn sein.

Industrielle Landwirtschaft

Schlußfolgerungen

Die bisherigen Ausführungen in diesem Abschnitt lassen damit zwei Schlußfolgerungen im Hinblick auf die Grundphilosophie ökologisch motivierter Maßnahmen im Agrarbereich zu.

- 1) Die Landwirtschaft wird in allmählich zunehmendem Umfang in die Diskussion um die Anwendung des PPP einbezogen. Dafür verantwortlich sind einerseits die steigende Umweltsensibilisierung der Gesamtbevölkerung und andererseits die sukzessive Intensivierung landwirtschaftlicher Umweltprobleme.

Einbeziehung der Landwirtschaft

- 3) Eine strikte Anwendung dieses Prinzips in der Agrarpolitik ist jedoch mit Sicherheit nicht zu erwarten. Dafür müßte das PPP zuerst in jenen Bereichen strikt befolgt werden, die sich prototypisch dafür eignen (Schwerindustrie), um den entsprechenden politischen Druck zu erzeugen. Darüber hinaus ist die Anwendbarkeit im Agrarbereich durch die dargestellten komplexen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge grundsätzlich auf Teilbereiche eingegrenzt. Das gilt auch für die entsprechenden Kontrollmöglichkeiten.

Fallweise Anwendung

In bezug auf die Realisierungsmöglichkeit am günstigsten zu beurteilen scheint damit eine Strategie zu sein, welche bestehende **Subventionsformen mit eindeutig negativem Umweltbezug zu eli-**

¹⁸ Eine - je nach Standpunkt - originelle bzw. dreiste Verteidigungsposition haben britische Farmer-Organisationen in Zusammenhang mit dem Problem der Nitratbelastung gewählt: Sie argumentieren, daß eigentlich die Konsumenten Schuld an den von der Landwirtschaft bewirkten Umweltbelastungen tragen würden, weil sie billige Nahrungsmittel wünschten; folglich hätten auch die Konsumenten für die Kosten der Beseitigung aufzukommen (SEYMOURE, COX, LOWE, 1992, 98f.)

minieren sucht. Implizit entspricht auch das einer Anwendung des Verursacherprinzips, wenn auch nicht in der klassischen, von der OECD vorgeschlagenen Form.

1.5. Reale Rahmenbedingungen der Landwirtschaft

1.5.1. Mangelnde Nachhaltigkeit und Agrarpolitik

Umfassende Ursachenanalyse

Ursachen für den Zielkonflikt

Ökologisch problematische Produktionspraktiken in der Landwirtschaft stellen zu einem großen Teil lediglich Symptome dar. Die Ursachen für den Zielkonflikt zwischen Landwirtschaft und Umwelt sind auf einer viel breiteren Ebene zu suchen. Die Grundkonzeption der Agrarpolitik ist zu überdenken, die administrativen Strukturen und Gesetzgebungskompetenzen sind zu überprüfen und die vielfältigen Beziehungen zwischen Umweltqualität und In- und Outputstrukturen der Landwirtschaft sind umfassender zu berücksichtigen. Nicht übersehen werden darf dabei die Motivation der Landwirte, weil ohne die aktive Mithilfe der Betroffenen selbst diese Bemühungen nur teilweise von Erfolg gekrönt sein werden.

Preispolitik als zentrales Instrument der Vergangenheit

Preispolitik für Selbstversorgung

Versorgungssicherheit mit Nahrungsmitteln hatte in der Geschichte der Menschheit immer einen zentralen Stellenwert. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde versucht, die inländischen Versorgungsdefizite im Ernährungsbereich durch preispolitische Maßnahmen zu entschärfen. Attraktive Erzeugerpreise sollten die Produktion stimulieren. Steigende Intensitäten sowie eine Verstärkung des technischen Fortschritts führten zum gewünschten Effekt, das inländische Angebot begann zu steigen.

Abwanderung aus der Landwirtschaft

Gleichzeitig übte die stürmische Entwicklung der Industrieproduktion einen starken "Sog" in Richtung der landwirtschaftlichen Arbeitsmärkte aus. Die einer geometrischen Reihe folgende Abwanderung aus der Landwirtschaft erforderte die Substitution von Arbeitskraft sowohl durch eine fortgesetzte Erhöhung der Kapitalintensität als auch des Kapitalkoeffizienten¹⁹ agrarischer Produktionsformen. Das bedeutete eine deutliche Erhöhung der "linkages" gegenüber nichtagrarischen Industriesektoren. Handelsdünger- und Pestizideinsatz, Mechanisierung und besonders die früher nie gekannte Abhängigkeit von fossilen Energieträgern sind markante Charakteristika für den sukzessiven Übergang von einem geschlossenen zu einem offenen System.

19

Die *Kapitalintensität* ist das Verhältnis zwischen Kapitaleinsatz und Zahl der Arbeitskräfte; der *Kapitalkoeffizient* gibt an, wie hoch der Kapitalbedarf je Produktionseinheit ist.

Dieses System ermöglichte enorme Produktivitätsfortschritte, die jene der Industrie bei weitem übertrafen und den Arbeitskräfteverlust durch den "Sog" der Industrialisierungswelle der Nachkriegszeit sogar überkompensierte. Die Angebotsmengen wuchsen signifikant rascher als die Nachfrage, wodurch Mitte der 70er Jahre strukturelle Überschüsse bei wichtigen Erzeugnissen aufzutreten begannen.

Produktivitätsfortschritte bewirken Überschüsse

Durch Beibehaltung der bisher erfolgreichen Preispolitik wurde der produktivitätsinduzierte Anstieg des Produktionsvolumens prolongiert. Angesichts typischerweise von Sättigungstendenzen geprägten Absatzmärkten manövrierte sich die Landwirtschaft damit in eine säkulare Preis-Kosten-Schere, die eine fortgesetzte Deagrarisierung impliziert. Diese Politik erfordert zudem, daß die Landwirte weitgehend von den Marktsignalen der Weltmärkte isoliert werden, was im Laufe der Zeit zur Fehlallokation agrarischer Ressourcen geführt hat.

Keine Politikanpassung

Die Anwendung produktbezogener Preisstützungen als zentrales Instrument der Einkommenssicherung zog damit eine ganze Reihe von ökonomischen Problemen nach sich:

Ökonomische Folgen der Preispolitik

- Die anfallenden Überschüsse erfordern in zunehmendem Maße Budgetmittel und belasten damit alle Steuerzahler.
- Erhöhte Erzeugerpreise sind mit einer Ursache für höhere Nahrungsmittelpreise für die Konsumenten, die damit sowohl für die verbrauchten als auch für die nicht verbrauchten, also exportierten agrarischen Erzeugnisse zur Kasse gebeten werden.
- Zwangsexporte von Agrarprodukten waren im letzten Jahrzehnt in rasant steigendem Umfang die Ursache für zum Teil erbittert ausgefochtene Handelskonflikte mit beträchtlichen ökonomischen Kosten.
- Weil Preispolitik ein sehr ineffizienter Ersatz für Einkommenspolitik ist, vermag es kaum zu verwundern, daß die Sicherung der landwirtschaftlichen Einkommen damit in immer unzureichendem Maße gelingt; die "Transfereffizienz"²⁰ in der EG liegt bei ca. 30 %.
- Langfristig wirken Preisstützungen auch als Stimulans für einen produktivitätsorientierten technischen Fortschritt, welcher weniger am tatsächlichen Bedarf als an der politisch motivierten Stützungshöhe orientiert ist und damit oft bestehende Überschüsse prolongiert.

Nun hat diese Art von Politik nicht nur zu den erwähnten ökonomischen, sondern gleichzeitig auch zu ökologischen Problemen geführt, indem sie den Einsatz umweltfreundlicher extensiver Technologien und Praktiken behindert bzw. verunmöglichte. Seit mehreren Jahrzehnten steht die konventionelle, chemiegestützte und energieintensive Landwirtschaft im Zentrum der Forschungsbemühungen.

Ökologische Probleme der Preispolitik

²⁰ Darunter versteht man vereinfacht das Verhältnis zwischen einem aufgewendeten Betrag und dem Teil, der letztendlich beim Landwirt ankommt (HOFREITHER, 1992).

Monokulturen und industrieähnliche Formen der Tierproduktion haben eine Reihe ökologisch negativer Konsequenzen. Negative Folgen im Bereich der Bodenproduktivität, ein Rückgang der Artenvielfalt in Verbindung mit einer unerwarteten Steigerung der Resistenz bestimmter Schädlinge sind nur einige Elemente des ökologischen Problemkatalogs. Diese Nebeneffekte werden jedoch entweder verharmlost bzw. negiert oder bei der Abwägung mit betriebswirtschaftlichen Zielen als nachrangig beurteilt. Das Ziel der betriebswirtschaftlichen Rentabilität dominiert die Allokation der verfügbaren Mittel.

**Landwirt oder
Politiker?**

Für diese negativen Entwicklungsphänomene die Landwirte selbst verantwortlich zu machen, ginge aber weitgehend am Kern des Problems vorbei. Damit soll nicht verneint werden, daß es durchaus Landwirte geben mag, die im vollen Bewußtsein um die Tragweite ihres Handelns Umweltschäden in Kauf nehmen, um daraus betriebswirtschaftliche Vorteile zu ziehen. Heute ist jedoch unbestritten, daß preispolitische Maßnahmen neben den zuvor geschilderten ökonomischen Problemen auch die angeführten negativen ökologischen Folgen fast zwangsläufig mit sich bringen.

**Systembezogene
Lösungsansätze**

Der Schlüssel für eine dauerhafte Bewältigung dieser Fehlentwicklung liegt darin, die Ursache dafür in der Gesamtheit der geänderten ökonomischen, strukturellen und institutionellen Bedingungen zu sehen. Das Ansetzen bei Detailproblemen kann zwar zu transitorischen Scheinlösungen führen; diese sind jedoch nicht nachhaltig, weil sie zumeist bereits auf kurze Frist zu Substitutionsvorgängen führen und langfristig - weil die eigentliche Ursache im System nicht beseitigt wurde - sukzessive an Wirkung verlieren. In dieser Arbeit wird daher versucht, die Problematik "Landwirtschaft und Umwelt" im Hinblick auf die vorgestellten Prinzipien der "Nachhaltigkeit" zu beurteilen. Das gilt analog für die zu entwickelnden Maßnahmen. Die übergeordnete Zielvorstellung geht in Richtung einer ressourceneffizienten, ökologisch nachhaltigen und dennoch profitablen Landwirtschaft.

1.5.2. Exogene Rahmenbedingungen für einen Nationalen Umweltplan im Bereich der Landwirtschaft

Internationalisierung der Agrarpolitik

Internationalisierung - intern und extern

Den laufenden **internationalen Entwicklungen** könnte eine wichtige Rolle für die praktische Realisierbarkeit ökologisch motivierter Politikmaßnahmen zukommen. Dabei lassen sich Entwicklungen innerhalb (Handelsliberalisierung, Übernahme EG-Agrarpolitik) und außerhalb des Agrarbereichs (globale Umweltprobleme) unterscheiden.

**Ökologisierung
der Agrar-
förderung?**

Die Veränderungen in den agrarpolitischen Rahmenbedingungen durch einen EG-Beitritt bzw. die erwarteten Ergebnisse der GATT-Runde beinhalten zumindest potentiell die Chance eines graduell verbesserten umweltpolitischen Bezuges von Agrarförderung und

umweltpolitischen Zielsetzungen. Dies wird - vereinfacht ausgedrückt - dadurch erreicht, daß die Erzeugerpreisniveaus reduziert und die dadurch entstehenden Einkommensverluste durch - mehr oder weniger - produktionsunabhängige Direktzahlungen kompensiert werden ("decoupling"). Diese Direktzahlungen dürfen in keinem Bezug zur Produktionsmenge stehen und müssen aus öffentlichen Budgets kommen, wenn sie GATT-konform sein sollen.

Umweltrelevante Regelungen im GATT

Der Vorschlag einer konkreten Dimensionierung von Reduktionsmaßnahmen stammt von Arthur Dunkel, dem Generalsekretär des GATT und wurde im Zuge des sogenannten "Blair House Agreement" vom November 1992 im Detail etwas verändert. Etwas vereinfacht wird vorgeschlagen (HOFREITHER, 1993a),

**Blair House
Agreement**

- 1) die internen Stützungen zwischen 1993 und 1999 um 20 % zu reduzieren, wobei der Ausgangswert durch den Durchschnitt der Jahre 1986-88 gebildet wird;
- 2) die Exportstützungen wertmäßig um 36 % zu reduzieren, wobei ein Mengenrückgang von 21 % zu erreichen wäre; hier stellt der Durchschnitt der Jahre 1986-90 die Ausgangsbasis dar, das Zieljahr ist wiederum 1999;
- 3) Erleichterungen im Bereich des Marktzutritts durch die "Tarifizierung" aller Importhindernisse sowie den anschließenden Abbau dieser Zollsätze ab 1993 um 36 % bis zum Jahr 1999 zu bewerkstelligen.

Ausgenommen von diesen Reduktionsverpflichtungen sind Maßnahmen, die in die sogenannte "Greenbox" fallen. Unter der Voraussetzung, daß die Finanzierung über öffentliche Programme erfolgt und damit keine Preisstützung verbunden ist, sind folgende Ausgabenkategorien auch künftig unverändert zulässig:

"Greenbox"

- Forschung, Qualitätskontrolle, Beratung, Marketing ...
- Öffentliche Lagerhaltung zur Nahrungsmittelsicherung
- Inländische Nahrungsmittelhilfe
- Direktzahlungen an Landwirte, wenn damit kein positiver Produktions-, Faktor- oder Preisbezug verbunden ist
- Einkommenssicherungsprogramme
- Katastrophenschutz
- Vorruhestandsregelungen
- Stillegung von Produktionsfaktoren
- Investitionshilfen zur Beseitigung von Strukturnachteilen
- Umweltprogramme
- regionalpolitische Maßnahmen.

Diese Maßnahmen sind so ausgerichtet, daß sie die übergeordnete Zielsetzung dieser GATT-Handelsrunde, die Senkung der Überschußproduktion in den Ländern mit den höchsten Stützungen, nicht gefährden.

Umweltrelevante Regelungen in der reformierten EG-Agrarpolitik

EG-Agrarreform Im Mai 1992 hat auch der Rat der EG diesen Vorschlägen zugestimmt. Sie stellen die einschneidendste Umgestaltung der EG-Agrarpolitik seit ihrem Bestehen dar und sollen zwischen 1993 und 1996 in die Realität umgesetzt werden. Die Kernpunkte dieses Vorschlages bestehen in

- 1) deutlichen Preissenkungen für praktisch alle agrarischen Produkte,
- 2) Maßnahmen zur Drosselung der Erzeugungsmengen,
- 3) Ausgleichszahlungen zur Kompensation der Einkommensausfälle durch Preis- und Mengenreduktionen sowie
- 4) besonderen Maßnahmen in Richtung einer gezielten Unterstützung kleiner und mittlerer Betriebe.

GATT-Kompatibilität gesichert Diese Maßnahmen wurden so ausgelegt, daß sie mit dem GATT-Abschluß kompatibel sind. Das gilt auch für die aus umweltpolitischer Sicht relevanten Teile der sogenannten "flankierenden Maßnahmen". Konkret zu beachten sind dabei

- "Flankierende Maßnahmen"**
- 1) die bereits im Detail vorliegenden Förderungsmöglichkeiten für umweltschonende Maßnahmen der Landwirtschaft (EWG-VO 2078/92) sowie
 - 2) die relativ attraktiv gestalteten Anreize in Richtung einer Aufforstung bisheriger Agrarflächen.

Die grundsätzlich mit 50 % aus dem EAGFL kofinanzierte Beihilfenregelung hat zum Ziel,

- landwirtschaftliche Produktionsverfahren zu fördern, die geringe Umweltschädigungen nach sich ziehen;
- Extensivierung von Pflanzenbau und Tierhaltung zu fördern;
- ökologisch angepaßte Formen von Flächenbewirtschaftung zu fördern;
- Anreize zur Pflege aufgegebenen land- und forstwirtschaftlicher Flächen zu setzen, aber auch
- langfristige Stilllegung von Ackerflächen zu ermöglichen.

Globale Umweltprobleme

Gefährdung der "global commons" Ein internationaler Faktor mit Einfluß auf die Landwirtschaft ist auch die Diskussion um **Treibhauseffekt und Ozonloch**. Die Landwirtschaft ist dabei sowohl Verursacher als auch Betroffener. Eine Lösung dieser Probleme scheint nur über eine Veränderung der Nutzungsmöglichkeiten der "global commons" herbeiführbar, die jedoch nur über multinationale Verhandlungsergebnisse zu erreichen ist (HOFREITHER, 1993b).

Nationale Umweltpläne als Strategie Nationale Umweltpläne oder strategische Planungspapiere, welche die wichtigsten umweltrelevanten Sektoren (Industrie, Verkehr, Energie, Agrar ...) in ihrer Umweltrelevanz als auch in ihren oft komplexen Interdependenzen zu erfassen suchen, sind eine bemerkenswerte neuere Entwicklung zur Überwindung isolierter, häufig unkoordinierter und damit in der Regel ineffizienter Einzelmaßnah-

men im Bereich der Umweltpolitik. Gerade im Bereich globaler Umweltprobleme scheint dies der einzig gangbare Weg, wenn daraus eine vertraglich vereinbarte internationale Koordination bezüglich der Emission von klimarelevanten Spurengasen resultiert.

1.6. Rahmenbedingungen des nationalen Agrarumweltrechts

Zu Recht kann man die Landwirtschaft als "Industrie, am nächsten zur Natur" (WOHLMEYER H., 1991, 79) bezeichnen. Sie arbeitet in und mit der Natur wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig. Unbestritten besteht die Kulturleistung der Landwirtschaft gerade darin, daß durch die Nutzung natürlicher Ressourcen Lebensmittel und biogene Rohstoffe der Natur entzogen und der Wirtschaft zugeführt werden.

Landwirtschaft, Industrie am nächsten zur Natur

Der Bereich Landwirtschaft und Umwelt ist in Österreich durch eine Vielzahl von gesetzlicher Bestimmungen geregelt. Die Zahl der Rechtsquellen, die das Umweltrecht konstituieren, wird je nach begrifflicher Fassung auf 200 bis 500 geschätzt (ausführliche Darstellungen des Agrarumweltrechts finden sich bei GATTERBAUER et al. 1993, HOLZER/REISCHAUER, 1991, ONZ, 1987 sowie WYTRZENS/REICHSTHALER, 1990, 129-180).

Bis zu 500 Rechtsquellen des Agrarumweltrechts

Im ureigensten Interesse der Landwirtschaft steht eine nachhaltige Bewirtschaftung der ihr überlassenen Flächen im Einklang mit der Natur, will sie sich nicht die eigene Lebensgrundlage entziehen. Nach ONZ (1987) ist in diesem Umstand die Wurzel für Agrarklauseln in Form von Ausnahmebestimmungen geltenden Umweltrechts zugunsten der Landwirtschaft zu suchen.

Sonderstellung der Landwirtschaft

So "kennt das Agrarrecht keine dem Gewerberecht ähnliche Zugangsregelungen für landwirtschaftliche Tätigkeiten, weiters - sieht man von wenigen Ausnahmen ab - keine behördliche Aufsicht über landwirtschaftliche Betriebe und auch keine diesbezüglichen Bewirtschaftungsregelungen".

Anders als im Forstrecht fehlen (abgesehen von landesgesetzlichen Vorschriften betreffend Alm- und Weidewirtschaft) Nutzungs- und Bewirtschaftungsregelungen. Verwaltungsvorschriften, die das Privateigentum beschränken, dienen vorwiegend dem Schutz und der Förderung der Landwirtschaft. "Es geht aber primär um den Schutz der Landwirtschaft als solcher, nicht etwa um den Schutz vor nachteiligen Umwelteinwirkungen seitens der Landwirtschaft" (HOLZER/REISCHAUER, 1991, S. 14f.).

Erst jüngst wird die "Ökologische Liberalität", die den Bereich der Landwirtschaft kennzeichnet, durch eine "Ökologisierung des Agrarrechts", also einer stetigen Zunahme umweltschutzrelevanter Normen im Agrarbereich, eingeschränkt.

Ökologisierung des Agrarrechts

"Diese Entwicklung, für welche Lebensmittelgesetz, Düngemittelgesetz, Chemikaliengesetz sowie Bodenschutz- und Klärschlammgesetze beispielhaft genannt seien, ist noch lange nicht abgeschlossen, wobei neben hoheitlichen Maßnahmen solche der Leistungsverwaltung (Förderung, Beratung, Schulung) zunehmend an Bedeutung gewinnen" (HOLZER/REISCHAUER, 1991, 14).

Umwelthaftungsgesetz

Im geplanten Umwelthaftungsgesetz, in dem die Schäden²¹, "die durch eine von einer umweltgefährdenden Anlage oder Tätigkeit ausgehende Umwelteinwirkung verursacht werden", geregelt sind, werden neben diversen industriellen und gewerblichen Anlagen auch "Intensivtierhaltungen" angeführt. (vgl. ÖSTERREICHISCHER HAFTPFLICHTTAG, 1993). Die Landwirtschaft als Betroffene von Umweltschäden wird somit auch in die Verantwortung für von ihr verursachte Schäden genommen. Schadensrechtliche Lösungen zur Vermeidung von Umweltschäden bieten gegenüber anderen Möglichkeiten den Vorteil der vollständigen Internalisierung der verursachten Kosten ex post (zu den Bedingungen siehe STREISSLER, 1991, 102ff). Gleichzeitig wird ein potentieller Schadenverursacher durch eine Vielzahl von Maßnahmen von den Versicherern veranlaßt, effiziente Schadensvorsorge zu betreiben (vgl. GRADWOHL, 1993). Eine Besonderheit der österreichischen Rechtsordnung ist, daß der Betreiber gefährlicher Anlagen auch in jenem Fall zum Schadenersatz verpflichtet ist, wenn selbst nach bestmöglicher Schadensvermeidung doch eine Schädigung eintritt. Diese Bestimmung beruht vor allem auf der Tatsache, daß der Betreiber in der Regel über die potentielle Gefahr seiner Aktivitäten besser Bescheid weiß als jedermann sonst. Diese Annahme kann allerdings für Landwirte generell nicht getroffen werden. Diese Einschränkung bedeutet jedoch nicht, daß für Landwirte Ausnahmen geschaffen werden müssen. Sie können wie auch andere Unternehmer Haftungsverbände bilden, wodurch die Existenzgefährdung für den einzelnen im Schadensfall abgewehrt wird. Notwendig wird jedenfalls die genaue Einhaltung von "besten landwirtschaftlichen Praktiken" sein, um einerseits Schäden zu vermeiden und im Fall einer Schädigung die Haftung eines Verbandes in Anspruch nehmen zu können.

Landwirtschaftsgesetz 1992

Im neuen Landwirtschaftsgesetz (BGBl 1992/357) wird im Zielparagraphen mehrmals auf Umwelt und Natur bezug genommen. Der nachhaltigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft, der Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft kommt dieselbe Priorität zu wie beispielsweise der Produktion qualitativ hochwertiger Lebensmittel oder Rohstoffe. Die Erhöhung der Produktivität wird bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt angestrebt.

²¹ zur Schwierigkeit der Feststellung von Kausalzusammenhängen zwischen Verursachern und Umweltschäden vgl. CHRISTIAN (1991)

Dem Umstand, daß im Landwirtschaftsgesetz, der Manifestation der grundlegenden Zielsetzung der österreichischen Agrarpolitik, erstmalig die Arten der Förderung und konkrete Förderungsmaßnahmen (§ 2 Abs 1, 2) verankert wurden, kommt besondere Bedeutung zu. Denn über das Verwaltungsrecht, insbesondere das Förderungswesen, kommt das Agrarrecht seinen Lenkungsaufgaben sehr effizient nach.

**Förderungen
nach dem neuen
Landwirtschafts-
gesetz**

"Gerade diese vermögenswerten Zuwendungen aus öffentlichen Mitteln, welche die Agrarverwaltung des Bundes und der Länder den Betrieben zukommen läßt, daß sich die Empfänger zu einem programmierten Verhalten bereit erklären, ohne aber einen Rechtsanspruch zu haben, sind ein Hauptinstrument der Agrarpolitik geworden" (GATTERBAUER et al., 1993).

Zu den Förderungsmaßnahmen zählen nunmehr explizit "qualitätsverbessernde, umweltschonende sowie produktionslenkende Maßnahmen im pflanzlichen und tierischen Bereich". Die Verfolgung dieser Ziele führt notgedrungen zu Zielkonflikten. So sind beispielsweise verschiedene Qualitätsziele nach dem österreichischen Qualitätsklassengesetz produktionstechnisch nur über den Einsatz von Agrarchemikalien zu erreichen, soll nicht die "Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der agrarischen Produktion und Vermarktung" darunter leiden. Der Begriff "umweltschonend" ist daher treffend gewählt, ist er doch im Gegensatz zu "Qualität" und "Wettbewerbsfähigkeit" nicht meßbar.

**"Umweltscho-
nende Landwirt-
schaft"**

Anders verhält es sich mit dem Begriff "ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung" nach dem Wasserrechtsgesetz. Als "ordnungsgemäß" gilt hier, wenn die Bodennutzung unter Einhaltung der bezug habenden Rechtsvorschriften unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten erfolgt. Werden die Rechtsvorschriften betreffend Chemikalien, Pflanzenschutz, Düngemittel, Bodenschutz sowie besondere wasserrechtliche Anordnungen eingehalten, bedarf die Landwirtschaft bis zum Beweis des Gegenteils, da ordnungsgemäß, keiner wasserrechtlichen Bewilligung (eine ausführliche Darstellung des Wasserrechts erfolgt im Kapitel Stoffinput: Stickstoff).

**"Ordnungsge-
mäße" Landwirt-
schaft**

Im Rahmen der bundesstaatlichen Kompetenzverteilung liegt die grundsätzliche Zuständigkeit der landwirtschaftlichen Belange bei den Ländern in Gesetzgebung und Vollziehung. Ausschließlich in die Länderkompetenz fällt zB der Grundverkehr, der Natur- und Landschaftsschutz, Feldschutz, Pflanzenbau, Tierzucht, Obst-, Wein- und Gartenbau sowie der Schutz landwirtschaftlicher Kulturlächen. In der Grundgesetzgebung Bundessache, jedoch in der Vollziehung Landesangelegenheit sind zB Bodenreform (Flurverfassung, Weidennutzung, Alpschutz und landwirtschaftliches Siedlungswesen).

**Kompetenzen
des Bundes und
der Länder**

"Die Entwicklungstendenzen der letzten Jahre und Jahrzehnte haben allerdings zu einer stetigen Aushöhlung der Länderzuständigkeiten in landwirtschaftlichen Angelegenheiten und zu einer zunehmenden Überlagerung durch den Bund geführt. (...) Die verfassungsgesetzlich vorgezeichneten Struk-

**Aushöhlung der
Kompetenzen
der Länder**

turen der Kompetenzverteilung auf dem Gebiet des Agrarrechts werden außerdem von einem hochdifferenzierten System agrarischer Förderungsmaßnahmen überlagert, das dem Bund aufgrund des geltenden Finanzausgleichs ein entscheidendes Übergewicht gegenüber den Ländern, insbesondere hinsichtlich der Beeinflussung der Agrarproduktion einräumt" (GATTERBAUER et al., 1993, 11).

Stärkung der Kompetenzen der Länder

Weiters bedauern die Autoren, die Zurückhaltung der Länder, "den ihnen kompetenzrechtlich zugewiesenen Bereich der Landwirtschaft positiv zu regeln" (GATTERBAUER et al., 1993, 28). In diesem Umstand ist eine prominente Ursache vieler Umweltprobleme der Landwirtschaft zu sehen. Sinnvollerweise sollen Umweltprobleme dort gelöst werden, wo sie entstehen und dies erfordert vor allem im Agrarbereich Kompetenzen auf regionaler und lokaler Ebene.

In den beiden folgenden Abschnitten werden zwei Fallbeispiele dargestellt, an denen die Wirkungen verschiedener Politikmaßnahmen exemplifiziert werden. Im ersten Beispiel wird der biologische Landbau behandelt, der aufgrund massiver Förderungsmaßnahmen seitens des Bundes in weiter Ausdehnung begriffen ist. Im zweiten Beispiel wird dargestellt, daß - aus Umweltschutzgründen an und für sich begrüßenswerte Maßnahmen - in engem Umfang auch kontra-produktive Wirkungen zeitigen können.

FALLBEISPIEL 1: Biologischer Landbau in Österreich

Biologischer Landbau

Beim biologischen Landbau handelt es sich um eine Form der Landwirtschaft, in der auf den Einsatz von Handelsdüngern weitgehend und die Applikation synthetischer Pflanzenschutzmitteln vollständig verzichtet wird. Ein Produkt "aus biologischem Anbau" ist weniger durch Qualitätsbestimmungen definiert als vielmehr durch die Art der Herstellung. Im Codex Alimentarius Austriacus sind die Produktionsrichtlinien festgelegt, die eingehalten werden müssen, wenn Produkte unter der Bezeichnung "aus biologischem Anbau" in Verkehr gebracht werden.

DIETRICH stellte 1986 noch fest, daß der biologische Landbau, der eine ganzheitliche Umstellung des Betriebes erfordert, "zur Zeit sicherlich nur für einen geringen Teil unserer Landwirte attraktiv ist [und] die gesamtökologischen Auswirkungen daher begrenzt [sind]". Mehrere Gründe führten dazu, daß sich die Zahl der "Biobauern" von etwa 200 um 1980 auf das fast Dreißigfache 1992 steigerte:

- Umweltbewußtsein (vgl. BICHLBAUER/VOGEL, 1992)
- Marktchancen für Bioprodukte (vgl. GATTERMAYER, 1991)
- eine gezielte Förderung seitens des BMLFW seit 1986.

Zahl der biologisch wirtschaftenden Betriebe boomt

1992 gab es 5.800 biologische Betriebe, die rund 13.000 ha Ackerfläche und 62.000 ha Grünland bewirtschaften (POSCH/-POSCHACHER, 1993, 182). Im selben Jahr wurden für die Förderung des biologischen Landbaues 100 Mio S aufgewendet, für 1994 werden Aufwendungen aus diesem Titel in der Höhe von 160 Mio S er-

wartet (FUHRMANN, 1993, 236). Für das Jahr 1994 wird mit einer Zahl von 14.600 Betrieben gerechnet (FUHRMANN, 1993, 236).

Der Verzicht auf den Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln und nitrathaltigen Handelsdüngern führt zu einer deutlichen Emissionsminderung. Aufwendige Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen, wie der Einsatz von Gründüngung, möglichst ganzjährige Bodenbedeckung und weite Fruchtfolge zielen auf einen optimal scheidenden Bodenschutz. Aus der Sicht des Umweltschutzes stellt die biologische Landwirtschaft eine Optimalform dar. Die Bemühungen der österreichischen Agrarpolitik, diese Art der Bewirtschaftung nachhaltig zu fördern, sind daher im höchsten Maß begrüßenswert.

Aus Sicht des Umweltschutzes ist der Biolandbau optimal

FALLBEISPIEL 2: Unerwünschte Nebeneffekte grundsätzlich begrüßenswerter Politikmaßnahmen

Die Förderung von Alternativkulturen und die Grünbracheförderung verfolgen zwei Ziele: einerseits Verringerung der Umweltbelastung der Landwirtschaft durch Verbesserung der Fruchtfolge und Extensivierung sowie andererseits eine Verringerung des Getreide- und Maisbaues (eine ausführliche Darstellung dieser Instrumente findet sich bei MANNERT, 1991, 77ff.).

Alternativkulturen und Grünbracheförderung

Beide Maßnahmen führten - in engem Umfang - dazu, daß es zu einer deutlichen Erhöhung der Pachtpreise für extensiv genutzte Grünlandflächen kam. Für viele Nebenerwerbslandwirte, die sich aus der Tierhaltung zurückgezogen und auf die Ackernutzung spezialisiert hatten, wurde es ökonomisch interessant Wiesen, die sie bisher an viehhaltende Bauern verpachtet hatten, wieder selber zu bewirtschaften. Dies führte z.B. in der Gemeinde Strem dazu, daß zwischen 1983 und 1990 etwa 200 ha Wiesen, die extensiv bewirtschaftet worden waren, umgebrochen wurden und nunmehr als Äcker oder gefördertes Bracheland genutzt wurden (GEMEINDESTATISTIK STREM, o.J.).

Lokal begrenzte Wirkung auf Pachtpreise

Für die Besitzer, die ihren ökonomischen Nutzen höher schätzen als den Existenznutzen relativ naturnaher Wiesen, lohnte sich der Einstieg in eine Produktion zu Grenzkosten, sofern die maschinelle Ausstattung vorhanden war.

Wiesenumbruch ist betriebswirtschaftlich gerechtfertigt

Eine private Initiative, der Meisterverband der Bauern des Bezirkes Güssing, weist wiederholt auf die ökologisch bedenklichen Wirkungen der angeführten Politikmaßnahmen hin. Die Besitzer von 150 ha Wiesen in Strem, die wegen der Pflanzengesellschaft (Glatthaferwiese) mit zahlreichen seltenen Pflanzen (wie *Iris sibirica*) von landschaftsökologischem Interesse sind, erklärten sich bereit gegen Ersatz der Opportunitätskosten (4.000 S) ihre Wiesen zu erhalten (BRUGNER et al. 1993, 17 und 43).

Die Kosten des Nicht-Umbruchs betragen S 4.000

Die Burgenländische Landesregierung zeigt retardiertes Interesse dem Beispiel des steirischen Biotoperhaltungsprogramms, in dessen Rahmen auch extensiv genutztes Grünland gefördert wird, zu folgen. Zunehmend knapper werdende natürliche Ressourcen konkurrieren

um knappe Landesmittel. Wobei - wie in diesem Fall die Knappheit an naturnahen Wiesen ausgelöst wurde durch den Einsatz knapper Bundesmittel aufgrund einer Politik, die zumindest teilweise ökologisch motiviert ist.

**Koordinierung
von Maßnahmen
nötig**

Eine Lösung dieses Problems dürfte am ehesten dadurch erreicht werden, daß auch die bestehenden Lenkungsmaßnahmen im Hinblick auf ihre Umweltwirkung (wie es das Landwirtschaftsgesetz 1992 fordert) evaluiert werden. Gleichzeitig zeigt sich an diesem Beispiel, daß eine bessere Koordinierung der Aktivitäten des Bundes und der Länder notwendige Voraussetzung für die Erreichung agrar- und umweltpolitischen Zielen ist.

1.7. Landwirtschaft und Umwelt - Ein ökosystemarer Ansatz

1.7.1. Kulturlandschaft als Produkt und Systemträger der Landwirtschaft

**Gliederung der
Subsysteme**

Grundsätzlich lassen sich folgende Subsysteme mit abgrenzbarer Eigendynamik unterscheiden:

- Boden
- Agrarbiozöten, Agrarbiotop, Agrarökosysteme
- Atmosphäre (Zusammensetzung, Temperatur, Wind, Wassertransport, Makro- und Mikroklima)
- Wasserkreislauf (Niederschläge, Versickerung, Speicherung im Boden, Verdunstung, Grundwasser, fließende und stehende Oberflächengewässer).

**Energieträger
und System-
ablauf**

Als Energieträger für Umsatzvorgänge in den Subsystemen fungiert die Sonneneinstrahlung. Unter Dynamikführungsgrößen versteht man die Art der landwirtschaftlichen Kultivierung und den Eintrag von außeragraren Stoffen, welche Systemabläufe verändern können (Schadstoffe).

**Kultur- und
Naturlandschaft**

Kulturlandschaften unterscheiden sich von Naturlandschaften durch Ersatz naturgegebener Biozöten (in weiterer Folge auch der Sukzession) durch eine Agrarbiozöte. Die Aufrechterhaltung dieses Systems ist nur durch kontinuierliche Arbeitsleistung möglich. Diese Arbeitsleistung wird als landwirtschaftliche Kultivierung bezeichnet. (Die anderen Bewirtschaftungsformen bleiben hier unbehandelt.)

**Agrarökosystem
statt Selbst-
regulation**

Im Agrarökosystem ist die Führungsgröße des Systems nicht mehr die zur Homöostase führende Selbstregulation, sondern die Zielvorstellung des Menschen. Das Grundproblem der Agrikultur unserer Tage in Mitteleuropa liegt darin begründet, daß die dem Bauern betriebswirtschaftlich diktierten Zielvorstellungen das Prinzip der Nachhaltigkeit als Regelgröße des Agrarökosystems obsolet machen und anstatt dessen die Gewinn- und Ertragsmaximierung als Regelgröße (gegen besseres Wissen und Gewissen) herangezogen werden muß. Dadurch wird im Sinne der Nachhaltigkeit andauernd das

Stellglied in die falsche Richtung bewegt, und daraus resultieren in weiterer Folge Schäden am Produktionssystem (= Umwelt):

Prinzipiell kann man zwei Methoden der landwirtschaftlichen Kultivierung unterscheiden:

Methoden der Kultivierung

- Kreislaufrführung von Stoffen (Düngung) und Ausnützen der Selbstregulationseigenschaften von Ökosystemen (Regulation von Schädlingen, Unkraut und Pflanzenkrankheiten): Kreislaufwirtschaft;
- Zufuhr von externen Pflanzennährstoffen und Regulationsstoffen bis hin zu deren ausschließlicher Verwendung: lineare Wirtschaftsform.

Zum Begriff "Kreislaufwirtschaft"

Die Basis zur Definition der Kreislaufwirtschaft ist die jeweilige landwirtschaftliche Betriebseinheit, die Parameter sind Stoffkreislauf und Energiefluß. "Kreislaufwirtschaft" und "lineare Wirtschaftsform" stellen die beiden Endpunkte der Beurteilungsskala für das Ausmaß an Stoffkreislaufrführung in einem landwirtschaftlichen Betrieb dar. In der landwirtschaftlichen Praxis sind hauptsächlich Übergangsformen zwischen diesen beiden Extremen vorzufinden. Werden Produkte aus einer landwirtschaftlichen Betriebseinheit vermarktet, so ist damit die Kreislaufrführung der Stoffe bereits teilweise unterbrochen, wenn die Reststoffe des Konsums nicht zurückfließen.

Stoffkreislauf und Energiefluß

Ein Beispiel für die maximale Annäherung an die Kreislaufwirtschaft ist ein gemischt wirtschaftender Selbstversorgerbetrieb, in dem keine Bewirtschaftungsmittel zugekauft und keine Produkte verkauft werden. Eine umfassende Kreislaufwirtschaft ist nur in anthropogen unbeeinflussten Ökosystemen vorzufinden. Beispiele für maximale Annäherung an die lineare Wirtschaftsform sind zum einen flächenlose Tierhaltungsbetriebe, wo alle Bewirtschaftungsmittel zugekauft und alle Produkte verkauft werden, die tierischen Ausscheidungen hingegen als Abfall resultieren, zum anderen Pflanzenproduktion in Hydrokultur.

Beispiel Selbstversorgerbetrieb

Im landwirtschaftlichen Betrieb, der Produkte für den Markt herstellt, ist daher immer nur eine Annäherung an eine Kreislaufwirtschaft möglich. Der Begriff "Ökologisierung der Landwirtschaft" ist eindeutig als Annäherung an das Prinzip der Kreislaufwirtschaft zu interpretieren. Alle anderen Interpretationsversuche sind aus ökologischer Sicht unzulässig.

"Ökologisierung der Landwirtschaft"

Während im Produktionssystem "Kreislaufwirtschaft" eine Überschreitung der Standortkapazitäten und damit verbundene Umweltschäden kaum möglich sind (abgesehen von einer nicht sachgemäßen Durchführung), sind im Produktionssystem "lineare Bewirtschaftung" die Umweltschäden bereits vorprogrammiert. Dies deshalb, weil die Produktionshöhe dieses Systems nur mehr teilweise von den Standortfaktoren (hauptsächlich Boden, Wasserversorgung und Klima) bestimmt wird. Die Art und Menge der extern erzeugten und in das System importierten Bewirtschaftungsmittel sind mitbestim-

Offenes vs. geschlossenes System

mend für die Produktionshöhe, sodaß die Gefahr der Erzielung nicht mehr standortverträglicher und damit systemschädigender Mengen gegeben ist.

Form des Energieträgers?

Ein weiterer Faktor für die Beurteilung der Funktion der Landwirtschaft als Führungsgröße der Kulturlandschaftsdynamik ist der jeweilige Energieträger, mittels dessen die schon beschriebene notwendige Arbeitsleistung durchgeführt wird. Heute wird überwiegend der nicht erneuerbare Energieträger Erdöl für diesen Zweck eingesetzt.

**Substitution
"biologischer"
Arbeitskraft**

Durch den Ersatz der menschlichen und tierischen Arbeitskraft durch Maschinen ist ein weiteres Gefährdungspotential für das Funktionssystem Kulturlandschaft gegeben. Der Maschineneinsatz übt aus Rationalisierungsgründen Druck auf die Art der Landschaftsgestaltung aus (Ausräumen der Landschaft, Anpassung der Landschaft an den rationellen Einsatz der Maschinen). Dem muß gegenübergestellt werden, daß ohne Maschinen mit der derzeitigen landwirtschaftlichen Arbeitskräfteanzahl in Österreich (und auch anderswo) landwirtschaftliche Kultivierung gar nicht durchführbar wäre. Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte hat eine totale Abhängigkeit der Arbeitsleistung Landwirtschaft von Maschinen und damit derzeit auch von nicht erneuerbaren fossilen Energieträgern gebracht.

Der "ökosystemare" Ansatz

**Kulturlandschaft
dominiert**

Die heute in Mitteleuropa anzutreffende Landschaft außerhalb von verbauten Siedlungsräumen ist mit wenigen Ausnahmen durch land-, forst- und wasserwirtschaftliche Nutzungen entstanden. Ohne diese Nutzungsformen würde sich Mitteleuropa (und weitere große Teile Europas) als nahezu geschlossenes Waldgebiet darstellen. Europa kann heute durchaus gerechtfertigt als Aneinanderreihung verschiedener mehr oder weniger intensiv genutzter Agrar- und Forstökosysteme beschrieben werden.

**Anthropogene
Nutzung**

Kulturlandschaften stellen ein funktionelles System dar. Im Funktionsgefüge Kulturlandschaft, welches durch die beschriebenen Nutzungsformen entsteht, sind im Gegensatz zur Naturlandschaft die anthropogenen Nutzungsmethoden sowohl gestaltendes Element als auch Führungsgröße in der ökosystemaren Dynamik. Dieser Zusammenhang sollte im Vordergrund aller Betrachtungen über das Thema Umwelt und Landwirtschaft stehen, da heute die Kulturlandschaft unsere Umwelt darstellt und die landwirtschaftlichen Produktionsmethoden die Eigenschaften dieser Umwelt mitprägen.

**Produktionsmethode vs.
Systemeigenschaft**

Das Funktionsgefüge Kulturlandschaft hat jedoch nicht nur seine Ursache in der landwirtschaftlichen Nutzung (die anderen erwähnten Nutzungsformen bleiben hier aufgrund der Eingrenzung des Themas ausgegliedert), sondern es werden umgekehrt auch die Möglichkeiten zur landwirtschaftlichen Produktion durch die Systemeigenschaften der jeweiligen Kulturlandschaft mitbestimmt. Die Landwirtschaft bestimmt durch die jeweils angewandten Produktionsmethoden die Randbedingungen der zukünftigen Produktion. Aus ökologischer

Sicht muß daher die Diskussion um Einzelphänomene, denen die Bedeutung von Indikatoren für Systemeigenschaften in der Fragestellung "Umwelt und Landwirtschaft" zukommt, um eine solche über Systemeigenschaften bzw. über Veränderungen von Systemeigenschaften ergänzt werden.

Ökosysteme und somit auch Agrarökosysteme sind keine statischen Systeme, sondern dynamische mit kontinuierlicher Entwicklung. Mit der Einführung des Produktionssystems Kulturlandschaft wird nun schon seit mehreren tausend Jahren versucht, die naturgegebene Entwicklungsdynamik von Ökosystemen hintanzuhalten, um aus diesem System Gewinn in Form von Ernte erzielen zu können. Selbst die einfachste Form landwirtschaftlicher Nutzung war immer darauf ausgerichtet, "Natur" zu beseitigen und anstatt dessen "kultivierte Flächen" anzulegen.

Ökosysteme als Kontinuum

Das grundlegende Umweltproblem der heute gängigen Landwirtschaft ist daher nicht die Beeinträchtigung von Natur (im Sinne der ökologischen Definition von Naturlandschaft), sondern die massive Beeinträchtigung der eigenen Produktionsgrundlage Kulturlandschaft durch zu intensive oder lineare Nutzung. Obwohl sich diese Beeinträchtigung gegen die Interessen der Landwirtschaft richtet, wird sie dennoch von der Landwirtschaft aus betriebswirtschaftlichen Gründen betrieben. Möglich wurde die Intensivlandwirtschaft und lineare Produktionsmethode durch folgende Inputs in den landwirtschaftlichen Betrieb: Mineraldünger, Tierfuttermittel, Landmaschinenteknik, chemisch-synthetische Biozide sowie Erdöl und Erdgas als Energieträger. Dieses Produktionssystem kann durch die Hereinnahme externer Bewirtschaftungsmittel und durch Energieimporte so viel leisten, daß eine Gefährdung der Produktionsgrundlagen eintreten kann.

Nutzungsintensität als Grundproblem

Um Mißverständnisse zu vermeiden, muß weiter ausgeführt werden, daß die anthropogen gestalteten und beeinflussten Ökosysteme letztlich auch "Natur" sind, da es in einem System wie der Biosphäre keine "unnatürlichen" Zustandsbilder geben kann. Es handelt sich allerdings um eine Art von Natur, die ohne Zutun des Menschen nicht entstanden wäre und deren spezielle Eigenschaften nur durch kontinuierliches Bewirtschaften aufrechterhalten werden können.

"Künstliche" Natur

Diese Klarstellungen scheinen deshalb notwendig, da in weiten Bereichen der Umweltdiskussion die Begriffe Ökologie, Natur und Umwelt völlig unzulässig verwendet werden. In dieser Diskussion wird Umwelt oft als Synonym für Schadstoffe verwendet, Ökologie für Schadstoffminimierung und Natur als Bezeichnung für außerurbane Landschaften. Aus dieser Sicht wird dann der Versuch unternommen, ohne auf die ökosystemaren Grundprobleme Bezug zu nehmen, die Umweltprobleme in der Landwirtschaft durch Grenzwertfestlegungen für Schadstoffe in den Griff zu bekommen. Ohne die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme prinzipiell anzweifeln zu wollen (schließlich ist es erfreulich, weniger Schadstoffen ausgesetzt zu

Grenzwerte als Instrument?

sein), sind aus ökologischer Sicht umfassendere Lösungsansätze notwendig.

**Beispiel:
Pestizide**

Dazu ein Beispiel: das Grundproblem diverser Pestizidanwendungen in der Landwirtschaft liegt aus ökologischer Sicht in der Abhängigkeit des Produktionssystems Kulturlandschaft (= Agrarökosystem) von der teilweisen bis ausschließlichen Zufuhr externer Regulationsfaktoren. Genauer: Dieses Produktionssystem funktioniert nur bei Verwendung externer Regulationsfaktoren. Weit mehr aus diesem Grunde ist es "unökologisch", als wegen der möglichen toxikologischen Risiken der Pestizidanwendung. Festgehalten werden muß daher, daß die Reduzierung von Schadstoffausbringungen allein noch keine ökologisch orientierte Maßnahme darstellt. Die Behandlung des Themas Landwirtschaft im Rahmen eines Nationalen Umweltplanes erfordert sowohl bei der Problemendarstellung wie bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen einen integrativen und übergeordneten Rahmen. Da die Kulturlandschaft gleichzeitig Ergebnis und Grundlage der Landwirtschaft ist, wird hier dieser Rahmen für die Behandlung der einzelnen Fragestellungen herangezogen.

1.7.2. Problembereiche

**Ökologische
Ursachen**

Die Hauptursachen der anstehenden Probleme im Rahmen der Thematik "Landwirtschaft und Umwelt" liegen für Österreich aus ökologischer Sicht in folgenden Punkten:

- starke Abhängigkeit des agrarischen Produktionssystems von der Zufuhr externer Bewirtschaftungsmittel (Dünger, Biozide, Futtermittel) und von nicht erneuerbaren Energieträgern;
- betriebswirtschaftlich begründeter Zwang zur Durchführung linear-intensiver Produktionsmethoden in Ackerbau und Tierproduktion und damit verbundene Überschreitung des langfristig standortverträglichen Produktionsniveaus;
- Entfernung von nicht oder extensiv genutzten Landschaftsteilen aus der Agrarlandschaft;
- Belastung von Agrarökosystemen (= Kulturlandschaften) durch außeragrarische Schadstoffeinträge.

Daraus ergeben sich folgende ökologischen Probleme:

- Beeinträchtigung des Systems Boden;
- Artenverarmung in der Kulturlandschaft (dadurch Zwang zu weiterer Linearisierung);
- Intoxikation des Produktionssystems Kulturlandschaft;
- regionale Störungen und/oder Schadstoffbelastungen des Wasserkreislaufs;
- mikroklimatische Veränderungen und Belastung der Atmosphäre mit Schadstoffen;
- insgesamt verminderte Umweltqualität (= Lebensraumqualität) und Beeinträchtigung der Produktionsgrundlagen für die Landwirtschaft;

- Auf den Umstand, daß diesen ökologischen Problemen netto betrachtet keine ökonomischen Vorteile gegenüberstehen, wurde an anderer Stelle bereits hingewiesen.

1.7.3. Leitziel: Nachhaltigkeit

Die Zielsetzung für den Bereich Landwirtschaft in einem nationalen Umweltplan ist in dem Anstreben einer ökologisch orientierten, also nachhaltigen Wirtschaftsweise der Landwirtschaft (zu der auch die Landschaftsgestaltung zählt) zu sehen. Im Rahmen einer übergeordneten Betrachtung kann dies als ökologisch orientierte (d.h. nachhaltige) Bewirtschaftung und Pflege der Kulturlandschaft definiert werden. Im internationalen Konsens ist der Grund für diese Zielsetzung darin zu suchen, daß nur durch eine solche Bewirtschaftung die langfristige Aufrechterhaltung von intakten Produktionsgrundlagen für die Landwirtschaft gewährleistet ist, im weiteren Sinne damit auch ein intakter Lebensraum. Diese Maßnahme muß durch die Minimierung des Eintrags von ökosystemstörenden Schadstoffen ergänzt werden.

**Zielsetzung
Nachhaltigkeit**

Die diesbezüglichen Zielvorstellungen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften sind dem "Vorschlag für eine Entschließung des Rates der Europäischen Gemeinschaft für eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung" zu entnehmen, die Zielvorstellungen der USA dem Bericht des Research Councils der Akademie der Wissenschaften der Vereinigten Staaten. Beide sind mit den oben genannten Zielvorstellungen weitgehend kompatibel.

**Politische
Absichts-
erklärungen**

Die im Sinne der nachhaltigen Bewirtschaftung notwendigen Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft können unter Bedachtnahme auf die vorliegenden Expertenausarbeitungen (SRU, 1985, UBA, 1988 und BMLF, 1989) folgendermaßen zusammengefaßt werden:

**Notwendige
Maßnahmen**

- Begrenzung in der Tierhaltung mit 2²² GVE/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche;
- zumindest teilweiser Einsatz von organischem Dünger im viehlosen Ackerbau (Kompost, Gründüngung, Leguminosenanbau, Mulch);
- standortgerechte vielfältige und aufeinander abgestimmte Fruchtfolgesysteme (Diversifizierung der Produktion);
- kontinuierliche Minimierung der Herbizidanwendung durch pflanzenbauliche Maßnahmen (Untersaaten, Fruchtfolge), mechanische und thermische Regulierungsmethoden;
- kontinuierliche Minimierung der Insektizidanwendung durch ökologisch orientierte Agrarlandschaftsgestaltung (Biotopverbund, Schaffung von Lebensraum für Nützlinge) und Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung;

- kontinuierliche Minimierung der Fungizidanwendung durch Züchtung bzw. Anwendung resistenter Sorten;
- Reduzierung der Schlaggrößen auf ein Ausmaß, welches in Kombination mit einem Biotopverbundsystem ein für die landwirtschaftliche Produktion optimales Nützlings/-Schädlings-Verhältnis ergibt, die mikroklimatischen Verhältnisse verbessert und die Bodenerosion minimiert (standortabhängig);
- Begrenzung des Ausmaßes an Flächenversiegelung zwecks Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Kulturlandschaft (Klima, Biozönosen);
- regionale ordnungspolitische Festlegung eines Prozentsatzes unverbaubarer Fläche, auch wenn diese nicht land- oder forstwirtschaftlich genutzt wird (ökologische Ausgleichs- und Reservelächen);
- Vermeidung der Schwarzbrache sowohl im Rahmen der Fruchtfolge als auch bei Dauerkulturen (Wein, Obst);
- Einbau der Grünbrache in die Fruchtfolge (keine Flächenstilllegung!);
- Abstimmung der Landmaschinenentwicklung auf die Erfordernisse des Bodenschutzes, insbesondere im Hinblick auf Vermeidung von Bodenstrukturschäden und die Bewirtschaftung von kleineren Schlaggrößen;
- Minimierung des Schadstoffeintrags durch außerlandwirtschaftliche Emittenten mittels weiterer schadstoffbegrenzender Maßnahmen in den Bereichen KFZ-Verkehr, Industrie und Hausbrand;
- Etablierung einer Struktur von vernetzten, naturbetonten Flächen in der Agrarlandschaft (Biotopverbund).

1.8. Weitere Vorgangsweise

Vielzahl an Studien

Zu Themen des Problembereiches "Landwirtschaft und Umwelt" wurden in den vergangenen Jahren in Österreich, der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz eingehende und abgestimmte Expertenberichte (SRU, 1985, UBA, 1988 und BMLF, 1989a) und diesbezügliche Untersuchungs- und Forschungsprogramme (BMLF, 1989b und BMWF, 1990) ausgearbeitet.

Praktische Realisierung im Bodenbereich

Insbesondere im Bereich Boden wurden erste Vorhaben auch bereits in Angriff genommen (AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, 1987, AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG, 1989, AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 1991, AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, 1993 und BLUM, 1993). Im Bereich der Bodenforschung kann das Schweizer Programm ("NUTZUNG DES BODENS IN DER SCHWEIZ") als das umfangreichste im deutschsprachigen Raum bezeichnet werden. Im Bereich der Europäischen Gemeinschaften wurde ein diesbezüglicher Entschließungsantrag vorbereitet (KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1992).

Diese wenigen Beispiele zeigen eindrücklich, wie umfangreich die wissenschaftlichen Vorarbeiten zu diesem Themenkomplex bereits

sind. Was offensichtlich fehlt, ist die politikorientierte Zusammenführung dieser Fülle an Informationen. Die Behandlung des Themas Landwirtschaft und Umwelt bedarf damit bei der Erstellung eines nationalen Umweltplanes eines übergeordneten, integrativen Rahmens. In der Landwirtschaft sind ökologische Fragen mit ökonomischen untrennbar verknüpft. Umweltpläne müssen diese Verknüpfung berücksichtigen, da sonst die Gefahr besteht, einen Katalog von unrealistischen Wunschvorstellungen zu erstellen. Ein nationaler Umweltplan im Bereich der Landwirtschaft sollte daher keine Detailregelungen enthalten, sondern übergeordnete Zielvorstellungen.

Übergeordnete Zielvorstellungen

Das vorliegende Manuskript soll eine Hilfestellung bei der Erarbeitung dieser Zielvorstellungen bieten. Nachdem problemadäquate Maßnahmenempfehlungen ohne ausreichende Beachtung der zugrundeliegenden naturwissenschaftlichen Zusammenhänge genauso wenig zielführend wären wie die Vernachlässigung der ökonomischen und sozialen Verflechtungen, soll in den folgenden Abschnitten der Themenkomplex "Landwirtschaft und Umwelt" in seine wichtigsten Elemente zerlegt werden.

Funktion des Manuskripts

Für jeden Problembereich wird zuerst eine knappe Situationsanalyse bezüglich der gravierendsten Umweltprobleme erstellt. Dabei werden die wichtigsten naturwissenschaftlichen Wirkungszusammenhänge soweit dargestellt, als sie für das Verständnis der weiter unten vorgeschlagenen Maßnahmen relevant erscheinen.

Problemanalyse und Maßnah- menvorschläge

Dann wird versucht, die wichtigsten ökologischen Zielsetzungen sowie eventuell bestehende Zielabweichungen aufzuzeigen. Daran schließt eine Analyse des potentiell geeigneten Instrumentariums zur Reduzierung bzw. Verhinderung derartiger Umweltschäden an, wobei neben reinen Ge- und Verboten gleichberechtigt ökonomische Lösungsansätze berücksichtigt werden.

Zielsetzungen und Maßnahmen

2. STOFFENTZUG

2.1. Biomasse für nicht-energetische Zwecke

Dieser kurze Abschnitt ist aufgenommen worden, um einen Überblick über die Menge des stofflichen Entzuges - und damit auch über die Biomasseproduktionsleistung der agrarisch genutzten Böden zu verschaffen. Der bei weitem überwiegende Anteil der produzierten Menge fließt in den Nahrungsmittelbereich. (Tabelle 2.1. - 2.3.)

Zurzeit gibt es keinen gesamthaften Überblick über die landwirtschaftliche Produktion für den Non-Food-Bereich. Eine ausführliche Darstellung der Möglichkeiten des Einsatzes von Lignozellulose für diverse Zwecke für Nachfrager außerhalb des Nahrungssektors findet sich bei STEINMÜLLER/SCHNEIDER (1991) und STEINMÜLLER et al., (1987)

2.2. Biomasseentzug zur energetischen Nutzung

2.2.1. Umweltpolitische Relevanz und Ausgangssituation

2.2.1.1. Kohlenstoffbilanz für Österreich

Biomasse als erneuerbare Energiequelle

Die umweltpolitische Relevanz der Biomassenutzung ergibt sich aus ihrer Eigenschaft als erneuerbare Energiequelle. Dadurch ist sie potentiell in der Lage, den Verbrauch fossiler Brennstoffe zu reduzieren, woraus sich eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes gegenüber der derzeitigen Situation ergeben würde. Derartige Zielsetzungen wurden bereits in allmählich unübersehbar werdender Zahl politisch beschlossen.

Globaler CO₂-Haushalt gestört

CO₂ stellt - zusammen mit Wasser - die stoffliche Basis für die Photosynthese grüner Pflanzen dar und spielt damit eine Schlüsselrolle in der Biosphäre. Durch die Erschließung fossiler Energiequellen und die weltweite Waldzerstörung wird mehr Kohlenstoff in die Atmosphäre eingebracht und dadurch das dynamische Gleichgewicht des globalen CO₂-Haushalts gestört. Es kommt zu einer Anreicherung in der Atmosphäre mit CO₂ mit der Konsequenz von Klimaänderungen in Form des sogenannten Treibhauseffekts. Diese Klimaänderungen wirken in Form einer Rückkoppelung wieder auf die Vegetation ein.

Problemstellung

Zur Abschätzung der potentiellen Rolle erneuerbarer Energieträger ist die Frage zu stellen, wie groß die Depotkapazität pflanzlicher Ökosysteme in bezug auf Kohlenstoff grundsätzlich ist, inwieweit sich Biomasse als Energieträger nutzen läßt und in welchem Verhältnis das Nutzungspotential zum derzeitigen Umfang fossiler Energieformen steht (KÖRNER et al., 1992).

Waren	Lager-		Außenhandel			Verbrauch				
	Erzeugung	änderung	Einfuhr	Ausfuhr	Verfügbar	Futter	Saatgut	Industrie	Schwund	Ernährung
Brotgetreide insgesamt	1.726,0	- 91,5	3,0	573,5	1.250,0	535,5	55,0	1,0	36,5	622,0
Weizen	1.375,5	- 87,5	3,0	479,0	987,5	425,5	44,5	0,5	28,5	488,0
Roggen	350,5	- 7,0	-	94,5	263,0	110,0	10,5	0,5	18,0	134,0
Gerste	1.127,0	+ 1,5	19,5	309,5	1.135,5	859,0	51,0	200,0	23,0	2,5
Hafer	225,5	- 5,5	6,5	25,0	212,5	181,0	9,0	6,0	9,0	7,5
Körnermais	1.571,5	+ 9,0	17,0	130,5	1.449,0	1.287,0	9,0	61,0	58,0	34,0
übriges Getreide	95,0	-	-	-	95,0	85,5	4,0	-	5,5	-
Reis	-	-	56,5	1,0	55,5	-	-	23,0	-	32,5
Kartoffeln	790,0	-	38,0	7,5	820,5	2,5	92,5	196,0	39,5	490,0
Zucker und Zuckerwaren	128,5	+ 21,5	20,5	33,0	394,5	4,0	-	101,0	-	289,5
Honig	4,5	-	5,5	-	10,0	-	-	-	-	10,0
Hülsenfrüchte	170,5	-	7,0	1,0	176,5	161,5	8,5	-	-	6,5
Nüsse und Kastanien	9,5	-	35,0	2,5	42,0	-	-	-	-	42,0
Kakaoerzeugnisse	-	-	29,0	4,0	25,0	-	-	-	-	25,0
Mohn	0,5	-	1,5	-	2,0	-	-	-	-	2,0
Gemüse	527,0	-	237,0	26,0	738,0	-	-	-	97,0	641,0
Frischobst	483,0	-	556,5	63,5	976,0	-	-	317,0	60,0	599,0
Zitrusfrüchte	-	-	159,0	15,0	144,0	-	-	-	8,0	136,0
Trockenobst	-	-	13,0	0,5	12,5	-	-	1,0	-	11,5
Fruchtsäfte	283,0	+ 99,0	195,0	214,0	165,0	-	-	-	-	165,0
Wein	309,5	+ 25,5	20,5	19,5	285,0	-	-	17,0	-	268,0
Bier	1.026,0	-	30,0	77,5	978,5	-	-	-	-	978,5

Tabelle: 2. 1.: Ernährungsbilanz 1992/93 für planzliche Erzeugnisse in 1.000 Tonnen.

Quelle: ÖSTAT, Ernährungsbilanzen, PRÄKO (1993)

Waren	Lager-			Aussenhandel			Verbrauch				
	Erzeugung	änderung		Einfuhr	Ausfuhr	Verfügbar	Futter	Saatgut	Industrie	Schwund	Ernährung
Fleisch insgesamt	774,0			27,0	71,5	729,5	2,5				727,0
Rindfleisch	217,0			1,0	65,5	152,5					152,5
Kalb- und Lammfleisch	17,0			0,5		17,5					17,5
Schweinefleisch	402,0			1,0	1,0	402,0					402,0
Innereien	30,0			0,5	1,0	29,5					29,5
Geflügelfleisch	95,5			17,5	1,0	112,0	2,5				109,5
Anderes Fleisch	12,5			6,5	3,0	16,0					16,0
Eier	93,5			11,5		105,0					105,0
Frische Fische	6,0			22,5	0,5	28,0					28,0
Fertig zubereitete Fische				1,0		1,0					1,0
Fischkonserven				13,5	0,5	13,0					13,0
Roh- (Kuh-) Milch	3.330,0					3.330,0	655,0		2.427,5	33,0	214,5
Trinkmilch (Molkerei)	609,0			1,0	5,5	604,5					604,5
Obers und Rahm	46,0			1,5	0,5	47,0			1,5		45,5
Kondensmilch	18,0	+ 0,5			1,0	16,5					16,5
Trockenvollmilch	9,0				3,0	6,0					6,0
Trockenmagermilch	26,5	- 3,0		11,5	29,5	11,5	8,5				3,0
Käse	83,0	+ 0,5		13,0	28,5	67,0					67,0
Topfen	25,0					25,0					25,0
Butter (Produktgewicht)	42,0	+ 1,0		1,5	1,0	41,5			1,5		40,0
Olisaaten (Produktgewicht)	248,0			27,5	34,0	241,5	50,0	4,5	168,5	11,5	7,0
Pflanzliche Öle	65,0			110,0	5,5	169,5	2,0		24,0	5,5	138,0
Schlachtfette (Produktgewicht)	92,0			4,5	14,5	82,0			6,5		75,5
Fischöle				1,0		1,0	0,5		0,5		
Fette und Öle (in Reinfett)	183,0	+ 0,5		116,0	19,5	279,0	2,5		31,0	5,5	240,0

Tabelle 2.1: Ernährungsbilanz 1991/ 92 für tierische Erzeugnisse in 1.000 Tonnen; 10.000 Hektoliter.

Quelle: ÖSTAT, Ernährungsbilanzen, PRÄKO (1993)

Heimische Produktion in Prozent des Verbrauches

Produkte	1969/70- 1972/73	1979/80- 1982/83	1986/87- 1989/90	1989/90	1990/91	1991/92
Pflanzliche Erzeugnisse						
Getreide insgesamt	-	107	122	121	122	122
Weizen	92	131	162	145	146	139
Roggen	99	113	122	138	140	133
Gerste	96	100	109	118	121	126
Hafer	91	98	101	104	109	106
Mais	94	101	114	108	107	108
Kartoffeln	100	98	98	97	95	96
Zucker	104	129	99	115	104	109
Gemüse	89	86	76	73	75	71
Fruchstobst	68	69	60	58	54	49
Wein	81	111	92	90	116	109
Ölsaaten	-	-	138	138	100	103
Pflanzliche Öle	5	4	31	44	42	55
tierische Erzeugnisse						
Fleisch insgesamt	97	100	106	103	107	106
Rindfleisch	107	114	141	131	146	142
Kalbfleisch	84	83	91	85	97	97
Schweinefleisch	97	98	100	101	100	100
Geflügelfleisch	80	88	83	81	82	85
Schlachtfette	100	106	116	121	114	112
Trinkmilch	101	101	101	101	101	101
Käse	160	180	147	143	138	124
Butter	106	105	102	99	101	101
Eier	82	86	88	86	87	89

Tabelle 2.2: Selbstversorgungsgrad mit Lebensmitteln in Österreich

Quelle: ÖSTAT, Ernährungsbilanzen, PRÄKO (1993)

Futtermittelgruppe	insgesamt	davon an			
		Schweine	Geflügel	Rinder	sonstige
Durchschnitt 1934/38					
I. Marktgängige Futtermittel	2082	1135	270	477	200
davon Getreide	1200	700	180	192	128
Kartoffeln	320	280	--	40	--
Nebenprodukte d. Ölindustrie	61	30	15	14	2
Fisch- und Tierkörpermehle	8	5	3	--	--
Milch aller Art	96	10	2	74	10
Sonst. markt. Futtermittel	397	110	70	157	60
II. Nichtmarktgängige Futtermittel	5120	120	--	4150	850
I + II. Gesamtsumme	7202	1255	270	4627	1050
Durchschnitt 1950/54					
I. Marktgängige Futtermittel	1564	908	255	268	133
davon Getreide	898	523	205	90	80
Kartoffeln	259	240	--	19	--
Nebenprodukte d. Ölindustrie	45	23	10	10	2
Fisch- und Tierkörpermehle	7	4	3	--	--
Milch aller Art	101	18	2	70	11
Sonst. markt. Futtermittel	254	100	35	79	40
II. Nichtmarktgängige Futtermittel	5120	205	--	4010	905
I. + II. Gesamtsumme	6684	1113	255	4278	1038
Durchschnitt 1957/61					
I. Marktgängige Futtermittel	2282	1380	431	367	104
davon Getreide	1278	771	330	117	60
Kartoffeln	477	437	--	40	--
Nebenprodukte d. Ölindustrie	44	22	10	10	2
Fisch- und Tierkörpermehle	21	13	8	--	--
Milch aller Art	119	17	3	87	12
Sonst. markt. Futtermittel	343	120	80	113	30
II. Nichtmarktgängige Futtermittel	6045	130	--	5395	520
I. + II. Gesamtsumme	8327	1510	431	5762	624
Durchschnitt 1972/75					
I. Marktgängige Futtermittel	3603	1797	571	1153	82
davon Getreide	2484	1327	420	690	47
Kartoffeln	177	162	--	15	--
Nebenprodukte d. Ölindustrie	224	109	72	40	3
Fisch- und Tierkörpermehle	63	17	29	--	17
Milch aller Art	152	62	4	79	7
Sonst. markt. Futtermittel	503	120	46	329	8
II. Nichtmarktgängige Futtermittel	7660	117	--	7316	227
I. + II. Gesamtsumme	11263	1914	571	8469	309
Durchschnitt 1977/80					
I. Marktgängige Futtermittel	4096	2196	602	1197	101
davon Getreide	2923	1729	428	707	59
Kartoffeln	100	91	--	9	--
Nebenprodukte d. Ölindustrie 370	192	93	81	4	--
Fisch- und Tierkörpermehle 77	40	31	--	6	--
Milch aller Art	155	64	3	81	7
Sonst. markt. Futtermittel	471	80	47	319	25
II. Nichtmarktgängige Futtermittel	7552	115	--	7186	251
I. + II. Gesamtsumme	11648	2311	602	8383	352

Tabelle 2.3: Futtermittelbilanz Österreich, 1981

Quelle: HOHENECKER, (1981)

**Kohlenstoff-
vorräte**

Global betrachtet macht der in den Böden und Pflanzen gebundene Kohlenstoffvorrat etwa das Doppelte der in Luft und Meeren gebundenen Vorräte aus. Von den landgebundenen Vorräten sind wiederum zwei Drittel in den Böden festgelegt, der Rest entfällt auf Pflanzen, wobei in den Wäldern der Hauptanteil (ca. 90 %) gespeichert ist. In Österreich sind 46 % der Kulturlfläche Wald, der Rest teilt sich in Grünland, Ackerflächen, alpine Vegetation und gering bewachsene Restflächen auf. Der Gesamtkohlenstoffvorrat Österreichs beläuft sich damit auf gut 1,2 Mrd t, wogegen sich der jährliche Verbrauch an fossilem Kohlenstoff mit 15 Mio t vergleichsweise geringfügig ausnimmt²³. Der überwiegende Teil ist in den Böden gebunden. Waldökosysteme (Boden und Bäume) machen damit 75 % des österreichischen Kohlenstoffvorrats aus. Ackerpflanzen sind in diesem Zusammenhang mit 0,4 % zu vernachlässigen, nicht jedoch die Böden, auf denen sie gedeihen (eine überschlagsmäßige Berechnung für die BRD legt LOETS, 1992 vor, vgl. auch Kapitel 2.2.5.). Eine detaillierte Aufschlüsselung dieser Anteile bietet die Tabelle 2.4.

	Fläche		Kohlenstoff-Vorrat in 1000 t C					
	km ²	(%)	Böden	(%)	Pflanzen	(%)	Summe	(%)
					masse			
WALD:								
Nadelbäume	28.167	34	367.470	44	268.480	68	635.950	52
Laubbäume	7.489	9	79.410	10	73.960	19	153.370	13
Forstwirtschaftl. nicht genutzte Flächen	2.917	3	28.520	3	16.380	4	44.900	4
GRÜNLAND:	11.854	14	159.440	19	9.060	2,3	168.500	14
ACKERLAND:	15.106	18	101.210	12	990	0,3	102.200	8
ALPINE VEGETATION: (Hochalmen, Bergmähder, alp. Urweiden, etc.)	9.988	12	69.090	8	17.570	4,5	86.660	7
ANDERE FLÄCHEN:								
Siedlungsgebiet, davon 1/3 Grünflächen	3.690	4	8.240	1	6.30	1,5	14.270	1
Moore, Gewässer	1.308	2	14.550	2	160	0,04	14.710	1
Fels, Schutt, Gletscher, etc.	1.090	1	-	-	-	-	-	-
Wirtschafts- und Verkehrsflächen	2.247	3	-	-	-	-	-	-
GESAMT	83.856	100	827.930	100	392.630	100	1.220.5	100

Tabelle 2.4: "Kohlenstoffvorräte"

Quelle: ÖAW (1992)

- Kohlenstoffbilanz** Im zweiten Schritt wird nun die Kohlenstoffbilanz der Vegetationsdecke in Österreich mit den durch Verbrennung freigesetzten Kohlenstoffmengen aus fossilen Quellen in Beziehung gesetzt. Grundsätzlich ist dabei festzuhalten, daß naturbelassene Ökosysteme langfristig ausgeglichen bilanzieren und die durch menschliche Eingriffe bewirkbaren Nettoverschiebungen der Kohlenstoffbilanz (Bauholznutzung, Zellstoffprodukte ...) quantitativ nicht sehr bedeutsam sind.
- Situation in Österreich** Um die jährliche Freisetzung von 15 Mio t C durch Wälder zu binden, müßte jeweils eine Fläche von 160.000 ha mit reifem Wald zur Verfügung stehen. In weniger als drei Jahrzehnten wäre ganz Österreich mit Wald bedeckt. Realistischerweise stehen in Österreich etwa 500.000 ha (etwas über ein Drittel der Ackerfläche) an landwirtschaftlichen Restflächen für eine derartige Strategie zur Verfügung (LIEBHARD, zit. n. DISSEMOND et al., 1993, 4). Das entspricht einem Bindungsvermögen für den Kohlenstoffausstoß für drei Jahre.
- CO₂-Neutralität von Biomasse** Die nachhaltige Nutzung von Waldbeständen ist in der Lage, etwa 5t C pro ha und Jahr zu binden, wovon 75 % im Waldökosystem verbleiben und 25 % als Nutzholz weiterverwendet werden können. Wird dieses Holz weiterverarbeitet²⁴, dann ergibt sich daraus über die jeweilige Nutzungsdauer eine vorübergehende Speicherung von Kohlenstoff. Im Falle der sofortigen energetischen Verwertung ist die CO₂-Bilanz ausgeglichen, was jedoch im Falle einer Substitution fossiler Energieträger eine Emissionsminderung darstellt²⁵.
- Potentieller Stellenwert von Biomasse** Die ÖAW (KÖRNER et al., 1992) weist in ihrer Studie darauf hin, daß sich im Falle einer Verwendung der gesamten österreichischen Wirtschaftswaldfläche zur Substitution fossiler Energieträger theoretisch eine CO₂-Reduktion von 25 % erreichen ließe. Der derzeitige Nutzholzeinschlag (ca. 12 Mio fm) entspricht knapp 15 % des jährlichen Energiebedarfs. Allerdings wird zurzeit lediglich ein Fünftel dieser Menge für energetische Zwecke eingesetzt.
- Biomassefarmen** Biomassefarmen binden durch die Schnellwüchsigkeit der eingesetzten Pflanzen mehr CO₂ pro ha und Jahr als vergleichbare Waldbestände²⁶. Theoretisch würde der Beitrag derartiger Pflanzen auf der obenerwähnten Restfläche von 500.000 ha damit etwa 27 % des

24 In Form von Bauholz ergibt sich eine Bindungsdauer von etwa 100 Jahren, macht man daraus kurzlebige Wirtschaftsgüter, dann sinkt die Speicherzeit auf wenige Jahre.

25 Die durch Verbrennung von Holz entstehenden Luftschadstoffe hängen in erster Linie von der Anlagengröße und dem Stand der Technik ab.

26 So ist eine Weiden-Energieholzfläche von einem Hektar in der Lage 8,1 t C pro Jahr allein in Form der oberirdischen Pflanzenmasse ohne Laub zu binden (KRONDORFER, 1990).

heutigen fossilen Kohlenstoffverbrauchs betragen²⁷. Allerdings ist bei einer derartigen Strategie langfristig damit zu rechnen, daß sich die kurz- bzw. mittelfristigen Vorteile in Form einer geringeren Düngung und eines positiven Einflusses auf die Böden langfristig abschwächen dürften, weil Energieholz kaum ohne entsprechende Nährstoffzufuhr auf Dauer produziert werden kann.

In Summe ist daher nicht mit einer wesentlichen Entlastung der atmosphärischen Kohlenstoffanreicherung durch die Bindung von Kohlenstoff in Biomasse zu rechnen, solange die aus fossilen Quellen emittierten Frachten unverändert bleiben. Damit ergibt sich auch aus diesen Überlegungen an erster Stelle die Notwendigkeit einer Reduktion dieser Emissionen parallel zu einem sukzessiven Übergang zu erneuerbaren Energiequellen²⁸.

**Emissions-
reduktion vor
Substitution**

2.2.1.2. Formen und Aufkommen von Biomasse

Biogene Rohstoffe (Biomasse) werden nach ÖNORM M 7101 als "organische Stoffe biogener, nichtfossiler Herkunft" bzw. laut Weltenergierat als "organische Stoffe nicht fossiler Art, aber biologischer Herkunft" definiert (ALDER, 1993). Der Haupteinsatzbereich von Biomasse liegt im Energiebereich. Daneben bestehen auch noch Einsatzmöglichkeiten als Ersatz für Industrierohstoffe (vgl. HALL/DE GROOT, 1987, COOMBS, 1987 sowie STEINMÜLLER/SCHNEIDER, 1991). Die ökologische Relevanz liegt in der Substitution von Erdölderivaten und damit nicht erneuerbaren Ressourcen.

**Definition von
Biomasse**

Grundsätzlich unterteilt sich Biomasse in folgende Energieträger:

**Formen von
Biomasse**

- 1) Brennholz
- 2) biogene Brenn- und Treibstoffe (Hackschnitzel, Rinde, Stroh, Holzbriketts, Klär-, Deponie- und Biogas, Ethanol, RME ...)
- 3) Abfälle (Müll, Industrieabfälle)²⁹

Im gegenwärtigen Zeitpunkt hält Biomasse in Österreich einen Anteil von 14,5% am energetischen Endverbrauch, was im europäischen

**Statistischer
Stellenwert**

²⁷ Das entspricht einer Gesamtbindung von knapp mehr als 4 Mio t C pro Jahr bei einem Gesamtausstoß von 15 Mio t C.

²⁸ Eine anschauliche Illustration der enormen Mengen an CO₂ findet sich in UBA (1990, 4): Wollte man die allein in der ehem. BRD täglich anfallenden 2 Mio t CO₂ durch Umwandlung in Trockeneis und Verladung auf Waggons "entsorgen", dann würde das täglich einen Zug in der Länge der Entfernung Berlin-Paris ergeben.

²⁹ Die Frage der Einbeziehung energetisch verwerteter Abfälle in den Begriff Biomasse ist innerhalb der ÖNORMEN nicht eindeutig geregelt: ÖNORM M7101 verneint deren Zugehörigkeit, während ÖNORM M7111 in Zusammenhang mit energetisch genutzten Abfällen von "sekundärer Biomasse" spricht. Ähnliche Unschärfen finden sich auch in der Systematik der EUROSTAT und des Weltenergierates (ALDER, 1993).

Vergleich einen absoluten Spitzenwert darstellt. Die Nutzungsstruktur stellt sich folgendermaßen dar (RAKOS, 1993, 1):

Brennholz	63,6 PJ
Restholz, Waldhackgut	17,6 PJ
Wiederverwertetes Holz	11,8 PJ
Ablauge	16,0 PJ
Stroh	1,0 PJ
Gesamteinsatz	110,0 PJ

Klär-, Deponie- und Biogas sowie Ethanol und RME spielen derzeit im Bereich der Biomasse eine untergeordnete Bedeutung, ihr Anteil erreicht nicht einmal ein halbes Prozent (ALDER, 1993, 54).

2.2.1.3. Einsatzbereiche und Kostenstruktur

Raumheizung dominiert

Den dominierenden Einsatzbereich für Brennholz stellt die private Raumheizung dar, allerdings gewinnt die Nutzung in Industrieöfen zunehmend an Bedeutung³⁰. Brennbare Abfälle finden zu 95 % im Bereich der Erzeugung von Papier und Pappe ihren Einsatz. Biogene Brenn- und Treibstoffe werden vornehmlich in der Land- und Forstwirtschaft (26 %), Be- und Verarbeitung von Holz (22 %) sowie "Haushaltung und Hauswartung" (32%) eingesetzt (ALDER, 1993).

Verwendungs-seitige Effekte

Die umweltpolitische Relevanz von Biomasse auf der **Verwendungsseite** ergibt sich primär aus der Möglichkeit einer Substitution fossiler Energieträger und den damit zusammenhängenden Nettoeffekten bezüglich

- der Emission von Schadstoffen,
- den Klimaeffekten durch die Freisetzung von CO₂ und anderen Spurengasen sowie
- anderer Umweltrisiken (Lagerung, Transport, Einsatz, ...).

Produktions-seitige Effekte

Daneben sind auch eventuell gegebene Unterschiede in den ökologischen Konsequenzen der agrarischen Bodennutzung durch die **Produktion** von Biomasse zu berücksichtigen. Der Beitrag der Landwirtschaft liegt hier primär bei der Produktion von Ausgangsstoffen für Brenn- und Treibstoffe sowohl in Form konventioneller Pflanzenbauprodukte (Mais, Getreide ...) als auch spezieller Arten (Elephantengras, Energieholz ...). In beiden Fällen werden Flächen für die Nahrungsmittelproduktion eingesetzt. Mittelfristig wird die potentiell in Österreich dafür zur Verfügung stehende Ackerfläche auf ca. 500.000 ha geschätzt (LIEBHARD, zit. nach DISSEMOND et al, 1993, 4). Die derzeit dominierende Einsatzform von Biomasse als

³⁰ Während im Jahr 1978 der Anteil des Nutzenergieeinsatzes von Brennholz in Industrieöfen noch bei 0,6 % lag, betrug dieser Wert im Jahr 1988 bereits 10,5 % (ALDER, 1993).

Brennholz fällt in den Bereich der Forstwirtschaft und wird aus diesem Grund hier nur ansatzweise behandelt.

Erneuerbare Energieträger weisen in der Regel einen Wettbewerbsnachteil gegenüber fossilen Energiequellen auf. Allerdings bestehen bezüglich der Kosteneffizienz erneuerbarer Energieformen enorme Unterschiede. Die folgende Tabelle zeigt die Energiebereitstellungskosten der wichtigsten Energieträger im Vergleich. (siehe Tab. 2.5.)

Wettbewerbsnachteil gegenüber fossilen Energieträgern

2.2.2. Energetische Nutzungsformen von Biomasse

2.2.2.1. Energiepflanzen

2.2.2.1.1. Allgemeine Anmerkungen

"Energiepflanzen" sind ein- und mehrjährige Pflanzen, die unter europäischen Klimabedingungen über ein hohes Ertragspotential verfügen und deren Biomasse zur Energieerzeugung geeignet ist (DISSEMOND et al., 1993, I). Dabei werden von diesen Autoren drei Gruppen unterschieden:

Definition und Formen

- Zucker- und stärkehaltige Pflanzen, wie z. B. Beta-Rübe, Körnermais oder Zuckerhirse (vornehmlich zur Ethanolherzeugung);
- Pflanzen als Ausgangsprodukt für Öle, wie z. B. Körnererbsen, Sonnenblume oder Öllein (Brenn- und Kraftstoffe);
- Pflanzen zur Wärme- und Stromgewinnung.

Grundsätzlich gelten für Energiepflanzen wie für alle biogenen Energieträger dieselben Vorteile: Sie bieten die Möglichkeit der Schonung von nicht erneuerbaren Ressourcen und der Vermeidung von Umweltschäden. Daneben könnten Energiepflanzen aber auch die Überschußproblematik anderer agrarischer Produkte entschärfen und damit unter Umständen zur langfristigen Sicherung der landwirtschaftlichen Einkommen beitragen.

Vorteile von Energiepflanzen

Im Gegensatz zu den eben beschriebenen Nutzungsformen werden im folgenden unter dem Begriff "Energiepflanzen" in einem engeren Sinne jedoch nur jene subsumiert, die nicht chemisch umgewandelt, sondern durch direkte Verbrennung genutzt werden. Je nach Pflanzenart kann die bisherige agrarische Produktion überhaupt nicht berührt werden (z.B. Strohverbrennung) oder aber einer grundlegenden Umstellung bedürfen (z.B. Energieholzplantage). Das kann für die Höhe der erforderlichen monetären Umstellungsanreize eine entscheidende Rolle spielen.

Beschränkung auf direkte energetische Nutzung

Bei der direkten thermischen Verwertung gilt, daß höhere Wirkungsgrade erzielt werden als im Falle chemisch-technischer Umwandlungen zu flüssigen Energieträgern. Bei der ökonomischen Rentabilität ist zu berücksichtigen, daß nicht nur das Preisniveau des Rohstoffes, sondern auch die in der Regel gegenüber Flüssigbrennstoffen höheren Investitionskosten miteinbezogen werden (ORTMAIER, 1992).

Wirkungsgrad und Wettbewerbsfähigkeit

	S/m ³	kg/m ³	S/t frei Kessel	Brennstoff neben- kosten	S/t frei Brenner	kWh/kg H _U	S/kWh Brenn- stoff	Kessel	S/kWh im Dampf
Rinde grob (53% H ₂ O)	30,--	250	240,--	5%	252,--	2,09	0,121	0,75	0,161
Waldhackgut (20% H ₂ O)	250,--	200	1.400,--	5%	1.470,--	3,95	0,372	0,75	0,496
Waldhackgut 1) (30% H ₂ O)	200,--	250	920,--	5%	966,--	3,37	0,287	0,75	0,382
Stroh	--	235	1.000,--	3%	1.030,--	4,16	0,248	0,75	0,330
Stroh	--	235	600,--	3%	618,--	4,16	0,149	0,75	0,198
Steinkohle	--	--	1.330,--	3%	1.370,--	7,91	0,173	0,80	0,216
Heizöl schwer 2% S	--	--	1.500,--	6%	1.590,--	-11,16	0,142	0,86	0,166
Heizöl leicht Heizöl extra leicht	--	--	2.480,--	4%	2.580,--	11,28	0,229	0,88	0,260
Erdgas	1,65	--	--	--	--	10,00	0,165	0,90	0,183

1) inkl. S 30,--/m³ Fracht für 50 km

Tabelle 2.5: Brennstoffkostenvergleich (Mai 1989)

Quelle: Bundesarbeitskammer, (1993)

Die ausgereifteste Form einer direkten energetischen Pflanzennutzung wird hier vernachlässigt: Das ist eindeutig Brennholz, das aus der extensiven und naturnahen Bodennutzungsform "Wald" stammt und unter der Voraussetzung moderner Verbrennungsanlagen emissionsarm und mit hohem Wirkungsgrad energetisch genutzt werden kann. Im Falle von zentralen Wärmeversorgungsanlagen liegt die Emissionslast im Bereich von guten Heizölbrennstoffen (PRIEWASSER, 1992, 4).

**Holznutzung
optimal**

Tendenziell gilt dies auch für die in dieser Arbeit zu behandelnden Energiepflanzen, allerdings sind dabei sowohl durch die chemisch-physikalischen Unterschiede gegenüber Holz als auch die andere Produktionsweise (Kurzumtriebswirtschaft) Abweichungen möglich. Vom ökologischen Standpunkt gilt für die Energiepflanzennutzung in der Regel, daß naturnahe, weniger intensive Produktionsformen anzustreben sind. Das bedeutet artenreiche Mischbestände standortheimischer Gehölze und einen weitgehend reduzierten Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden (DISSEMOND et al., 1993, 70). Unter Berücksichtigung landschaftsplanerischer Aspekte ließe sich damit nach DISSEMOND et al. sogar eine Verbesserung des Arten- und Individuenreichtums und eine Entlastung des Grundwassers erreichen. Viele der längerfristigen Aspekte sind jedoch auch hier noch weitgehend offen.

**Ökologische
Effekte von
Energiepflanzen**

Die Wettbewerbssituation gegenüber fossilen Energieträgern erzwingt eine ökonomisch effiziente, also kostenminimierende Produktionsweise. Durch die gegebenen relativen Preise von Arbeit, Kapital und (fossiler) Energie bedeutet das in den meisten Fällen hohe Intensitätsgrade und eingeschränkte Fruchtfolgen, wodurch die angestrebten ökologischen Vorteile gefährdet werden. Transportkostenüberlegungen führen weiters zur Gefahr einer starken regionalen Konzentration einzelner Arten bzw. Sorten. Auch das Reststoffmanagement erzwingt oft Kompromisse zwischen betriebswirtschaftlichen und ökologischen Zielsetzungen.

**Kosten-
minimierung
gefährdet Umwelt**

2.2.2.1.2. Stroh

Die energetische Nutzung von Stroh ist aus ökologischer Sicht derzeit nur in großen Verbrennungsanlagen (über 1 MW) ohne emissionstechnische Probleme möglich. Durch das niedrige spezifische Gewicht ist außerdem darauf zu achten, daß die Transportlogistik optimiert wird. Dafür sprechen nicht nur ökologische, sondern natürlich auch ökonomische Gründe.

**Anlagengröße
entscheidend**

Eine optimale energetische Strohnutzung würde so aussehen, daß ein Nahwärmenetz mit in unmittelbarer Umgebung anfallendem Stroh aus einer "low input"-Getreidesorte³¹ betrieben wird. Aus pflan-

**Optimale
Strohnutzung**

³¹ Derartige Sorten liefern bis zu 10 t Stroh pro Hektar und benötigen darüber hinaus wesentlich geringere Düngergaben und praktisch keine Pestizide (RAKOS, 1993, 5).

zenbaulicher Sicht ist darauf zu achten, daß nicht die gesamte anfallende Strohmenge dem Boden entzogen wird. Für Österreich kommt diese Strategie jedoch nur in eingeschränktem Umfang in Betracht, weil in den Getreidebaugebieten bereits sehr viele Orte mit Erdgas versorgt werden (RAKOS, 1993).

2.2.2.1.3. Ganzpflanzennutzung

Verbrennung Gesamtpflanze

Grundsätzlich sind Getreidepflanzen auch insgesamt in Verbrennungsvorgängen zu nutzen. In erster Linie dürfte dafür Wintergetreide geeignet sein, weil es die geringsten Kosten je Energieeinheit aufweist und keine Probleme bezüglich Anbau- und Erntetechnik verursacht (THOMA, 1991).

Umweltprobleme durch Intensiv- anbau?

Eine wirtschaftlich rentable Ganzpflanzennutzung wäre vermutlich nur durch intensive Formen des Getreidebaus möglich, wodurch die bestehenden Umweltprobleme in diesem Bereich prolongiert würden. Die technischen Grundlagen einer über Kleinversuche hinausreichenden Ganzpflanzennutzung sind im Detail noch weitgehend ungeklärt (RAKOS, 1993). Wegen des hohen N-Gehaltes ist dabei jedoch mit einer signifikanten NO_x -Belastung zu rechnen.

Output-Maxi- mierung durch Multi-Cropping

Eine in der Umsetzung noch nicht erprobte Form der energetischen Ganzpflanzennutzung stellt ein Verfahren dar, das von SCHEFFER/KARPENSTEIN-MACHAN (1991) vorgeschlagen wird: Hier wird Mais - der vorgekeimt ist - nach einer Winterfrucht (z.B. Roggen, der Ende Mai bereits hohe Biomasseakkumulation aufweist) ausgepflanzt und nach der Ernte zur Verbrennung herangezogen. Die Gefahr der Erosion ist bei diesem Verfahren vermindert, da eine praktisch ganzjährige Bodenbedeckung erreicht wird und auch der Pflanzenschutzmittelaufwand reduziert wird. Mais wird deshalb gewählt, da hier die höchsten Biomasseerträge erzielt werden.

2.2.2.1.4. Alternative Energiepflanzen

Eine Übersicht über die pflanzenbaulichen Aspekte der Versuchstätigkeit im Zusammenhang mit alternativen Ackerpflanzen bietet LIEBHARD (1991).

Miscanthus sinensis

Eine Variante der Ganzpflanzennutzung stellt der Anbau von *Miscanthus sinensis* "Giganteus" (Elephantengras, Chinaschilf) dar, welcher sehr hohe Trockenmasseerträge (+ 30 % gegenüber anderen Nutzpflanzen) zu erbringen imstande ist. Auf guten Ackerstandorten kann nach einer Auspflanzung - mit Kosten bis etwa S 140.000,-/ha - bis zu 20 Jahre ohne weitere Saat und Bodenbearbeitung geerntet werden. Die Düngungs- und Pestizidmengen liegen niedriger als im herkömmlichen Ackerbau, auch ist kaum mit Erosionsschäden zu rechnen.

Praktische Erfahrungen

Auch hier gilt jedoch, daß sich die Erfahrungen mit dieser Pflanze unter unseren klimatischen und bodenbiologischen Bedingungen auf

wenige Versuchsflächen beschränken³². Bereits hier kam es zu vielfältigen praktischen Problemen, wie z.B. schlechtes Anwachsen, Verunkrautung, Auswinterungsschäden und Windbruch. Außerdem handelt es sich bei dieser Pflanze um einen Klon, der nur vegetativ vermehrbar ist und dessen genetische Basis sehr eng ist (DISSEMOND et al., 1993, 77). Daher ist nicht auszuschließen, daß der erforderliche Pestizideinsatz im großflächigen Einsatz deutlich höher sein könnte.

2.2.2.1.5. Energiewälder

Auf landwirtschaftlichen Flächen werden in diesem Fall schnellwachsende Baumarten (Pappeln, Erle, Weide) gepflanzt, die nach 5-15 Jahren geerntet werden können. Die ökologische Beurteilung der Produktion von Energiepflanzen ist von den ökologischen "Opportunitätskosten", also dem alternativen Flächeneinsatz abhängig. Gegenüber intensiv genutzten Ackerböden dürften sich dann positive ökologische Effekte einstellen, wenn eine standortgerechte Pflanzenauswahl getroffen und auf Monokulturen verzichtet wurde. Dagegen birgt eine diesbezügliche Nutzung auf Grenzstandorten die Gefahr einer irreversiblen Schädigung wertvoller Biotope (RAKOS, 1993).

*Pflanzung auf
Agrarflächen*

2.2.2.1.6. Rahmenbedingungen und Maßnahmenvorschläge

Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EG sieht vor, daß auf den stillgelegten Flächen bei vollem Prämienanspruch "non food"-Erzeugnisse produziert werden dürfen. Vereinfacht ausgedrückt reduziert sich damit die Kostenbelastung der Biomasseproduktion auf die anfallenden Grenzkosten. Unter diesen Bedingungen könnten verschiedene der oben angeführten Energiepflanzennutzungen "rentabel" werden.

*"Non-Food" auf
Stilllegungs-
flächen in der EG*

Ausführliche Studien sind zurzeit noch nicht verfügbar. Bei den Rohstoffkosten für Ganzpflanzen (Rotklee, Luzerne, Raygras, Mais und Weizen) kann bei Grenzkostenbetrachtung mit einer Kostenreduktion um etwa die Hälfte (!) gerechnet werden (SINABELL, 1993, 23). Es scheint sinnvoll, auf Grundlage dieser neuen Gegebenheiten die vorliegenden Analysen für Österreich zu adaptieren, weil auch ohne EG-Beitritt ähnliche Rahmenbedingungen durch die Verzahnung der GATT-Runde mit der EG-Agrarreform zu treffen sein würden.

*Ökonomischer
Forschungs-
bedarf gegeben*

Aus ökologischer Sicht sind jedenfalls nur jene Formen von Energiepflanzen förderungswürdig, die in bezug auf die Stabilität des Naturhaushaltes als verträglich gelten können. Besonders in bezug auf jene Pflanzen, die eine grundlegende Umstellung der Flächennutzung implizieren, sind deren ökosystemare Wirkungen ausreichend zu analysieren. Ein Schwerpunkt solcher Bemühungen sollte die

*Kriterien für
Förderungen*

³² Die größte Versuchsfläche wurde bisher von der deutschen VEBA OEL AG mit 16 ha angelegt.

neuerliche Evaluierung von Biogasanlagen bilden, da mit solchen Anlagen einerseits kommunaler Biomasseabfall energetisch verwertet werden kann und andererseits in Regionen mit hohem Tierbesatz die Stickstoffproblematik einer technischen Lösung zugeführt werden könnte.

2.2.2.2. Rapsöl und Rapsmethylester

2.2.2.2.1. Situationsanalyse

Formen von Rapserzeug- nissen

Aus Raps gewonnenes Öl kann in folgenden Varianten zum Einsatz kommen (GUTH, 1992):

- 1) raffiniertes Rapsöl für Fahrzeuge mit speziell konstruierten Vor- oder Wirbelkammermotoren (z. B. Elsbett-Motor);
- 2) umgeestertes Rapsöl (RME) zur Verwendung in allen Dieselmotoren;
- 3) Beimischung von Rapsöl zu Dieselmotoren, wie es in Frankreich als "Diester" erprobt wird;
- 4) gemeinsame Verarbeitung von Erdöl und Rapsöl, welche bisher jedoch erst im kleintechnischen Maßstab erprobt wurde.

Ökologische Beurteilung von RME

Bisher lagen Untersuchungen zur ökologischen Wertigkeit eines Ersatzes von Dieseltreibstoff durch Rapsmethylester (RME) vornehmlich aus dem Bereich der potentiellen Betreiber von Produktionsanlagen vor. Eine umfassende Bewertung der ökologischen Effekte einer Substitution von Dieseltreibstoff durch den Einsatz von RME wurde im letzten Jahr vom deutschen Umweltbundesamt vorgelegt (UBA, 1993).

Diese Studie versuchte die Frage zu beantworten, ob eine Substitution von Dieselöl durch Rapsöl bzw. Rapsmethylester auf Basis von im Inland angebautem Raps positive (Netto-) Umwelteffekte zeitigen würde. Zentraler Anlaß dafür war das vornehmlich von landwirtschaftlichen Interessenvertretern, teilweise aber auch von Naturwissenschaftlern in die Diskussion über "Nachwachsende Rohstoffe" regelmäßig eingebrachte Argument einer deutlichen Reduktion von CO₂ durch die Verwendung biogener Treibstoffe. Das Umweltbundesamt sollte vor einer positiven politischen Entscheidung für einen breiten Einsatz und damit Förderung nachwachsender Treibstoffe die damit verbundenen Umweltaspekte durchleuchten.

Referenzszenario Flächen- stilllegung

Als Referenzszenario für die Rapsproduktion wurden stillgelegte Flächen gewählt, die nach der reformierten GAP alternativ für den Landschafts-, Natur- und Artenschutz oder aber für Aufforstungen verwendet werden können. Auf dieser Vergleichsbasis wurden die Umweltbelastungen durch Anbau und Herstellung des biogenen Treibstoffes RME kalkuliert und denen aus der Gewinnung und Herstellung von Dieselmotoren gegenübergestellt.

Produktions- potential

Das Produktionspotential für RME ergibt sich aus der maximal verfügbaren bzw. geeigneten Ackerfläche, welche etwa 10 % der insgesamt 11,8 Mio ha betragen dürfte. Nach Abzug des Nahrungsmittelanteils verbleiben etwa 450.000 t für energetische Nutzungsformen.

Diese Menge könnte etwa 400.000 t Dieselöl ersetzen, das entspricht ca. 1,6 % des Gesamtverbrauchs. Die potentiellen Absatzmöglichkeiten übersteigen damit das landwirtschaftliche Produktionspotential bei weitem (JERING/ORTMAIER, 1992). Als Nebenprodukt entsteht bei der Veresterung noch Glycerin³³.

Dadurch ließen sich lediglich etwa 0,3 % der Rohölimporte ersetzen, wodurch ein Effekt auf die Verschmutzung der Meere praktisch nicht erfaßbar ist. Demgegenüber schneidet RME beim Transport im Inland jedoch besser ab, weil es biologisch leichter abbaubar ist. Allerdings ergibt sich eine im Vergleich mit stillgelegten Flächen erhöhte Belastung durch Düngemittel und Pestizide.

**Ökologische
Effekte beim
Transport**

Die CO₂-Bilanz von RME ist um 35 - 45 % günstiger als jene von Dieselkraftstoff. Berücksichtigt man auch den Einsatz des Nebenproduktes Rapsschrot anstelle von Sojaschrot in der Tierfütterung, dann erhöht sich dieser Wert auf bis zu 65 %. Bezüglich der anderen klimarelevanten Spurengase (NO_x, N₂O, ...) dürften sich jedoch gegenläufige Effekte ergeben. Insgesamt steht einer Emission von maximal 3,0 kg CO₂-Äquivalenten je kg Dieselkraftstoffäquivalent bei RME (unter Einbeziehung der Nebenprodukte) ein Wert von 3,5 bis 3,6 kg CO₂-Äquivalent je kg Dieselkraftstoff gegenüber. Insgesamt entspricht das einem maximalen Emissions-Minderungspotential von 0,25 % der gesamten verkehrsbedingten CO₂-Äquivalent-Emissionen in den alten Bundesländern (Bundesrepublik Deutschland).

CO₂-Bilanz

Die übrigen Luftschadstoffe bei motorischer Verbrennung weisen im Fall von Rapsöl keine signifikanten Verringerungen gegenüber Dieselöl auf. RME zeigt bei CO, HC und Partikeln leichte Vorteile, bei Stickoxiden und Aldehyden dagegen Nachteile.

**Übrige
Luftschadstoffe
unverändert**

Im Rahmen der abschließenden ökonomischen Bewertung weist das UBA darauf hin, daß die angeführte CO₂-Minderung durch eine Preisdifferenz von 1,9 bis 2,3 DM/Liter bei RME gegenüber 0,4 bis 0,5 DM/Liter bei Dieselöl erkaufte werden muß. Damit ist eine CO₂-Minderungsstrategie in Form von RME statt Dieselöl nicht kosteneffizient, weil derselbe CO₂-Effekt durch technische Maßnahmen an den Fahrzeugen für PKW um den Faktor 8 und für LKW sogar um den Faktor 45 günstiger sind. Das UBA zieht aus diesen Ergebnissen das Fazit, daß eine Förderung des Einsatzes von Rapsöl oder RME als Substitut für Dieselkraftstoff aus Umweltsicht nicht zu befürworten sei.

**Ökonomische
Bewertung**

In einer Art Gegenstudie (SCHARMER et al., 1993) im Auftrag der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen (UFOP) wies die Gesellschaft für Entwicklungstechnologie (GET) darauf hin, daß der

**"Gegenstudie"
der GET**

³³ Ausgehend von 100 kg Saat in Standardqualität entstehen 411 kg RME, 59 kg Rapsextraktionsschrot und 4 kg Glycerin (JERING/ORTMAIER, 1992, II-7).

Beitrag von RME zur Verminderung von klimaschädigenden Gasen größer als in der UBA-Studie ausgewiesen sei (70 bis 83 % unter Einbeziehung von N_2O). Zusätzlich belaufe sich die Energieeinsparung auf 72 bis 80 %. Auch läge das Produktionspotential bei 8 Mio t, wodurch sich etwa 10 % des Dieselkraftstoffverbrauchs ersetzen ließen. Kritisiert wird auch das Referenzszenario "Flächenstillegung", weil Brache keine Nutzungsalternative darstellt und die Vernachlässigung der günstigen Effekte von Raps auf Erosion und Nitratauswaschung durch die lange Bodendeckung unberücksichtigt geblieben seien.

**Ökonomische
Faktoren der
Konkurrenz-
fähigkeit**

Ökonomisch betrachtet ist die Konkurrenzfähigkeit von RME primär abhängig von der Preisentwicklung des Rohstoffes, des Rohölpreises, dem Wechselkurs sowie der steuerlichen Behandlung der beiden Energieträger (JERING/ORTMAIER, 1992). In Österreich liegt das Preisverhältnis zwischen RME und Dieselöl (vor Steuern) bei etwa zwei zu eins.

2.2.2.2.2. Maßnahmen

**RME keine
effiziente
CO₂ Strategie**

Angesichts der Wichtigkeit des Zieles einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes stellt der Ersatz von Dieselkraftstoff durch RME weder von der Kosteneffizienz noch von den zu erreichenden quantitativen Effekten eine zielführende Alternative dar und sollte daher beim derzeitigen Stand der Technik nicht forciert werden. RME ist im derzeitigen Energiemarkt nicht konkurrenzfähig und wird auch "mit Dieselkraftstoff ohne Dauersubventionierung auf absehbare Zeit nicht konkurrieren können" (JERING/ORTMAIER, 1992, II-8). Eine Fortführung der diesbezüglichen Forschung zur Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses scheint grundsätzlich angebracht, auch wenn die kurzfristigen Erfolge nicht überschätzt werden dürfen.

**Marktnischen
vorhanden**

Auch hat RME bereits heute ein sinnvolles, wenn auch eingeschränktes Einsatzfeld. Die zentralen ökologischen Vorteile von RME liegen bei seiner guten biologischen Abbaubarkeit in Wasser und Boden, weshalb in sensiblen Umweltbereichen die Mehrkosten von RME als eine Art von Risikoprämie vertretbar sein dürften. Konkret ist dabei u. a. an die Vorschreibung des Einsatzes von auf Rapsölbasis erzeugten

- Schmier- und Treibstoffen
- Schalölen und
- Hydraulikölen

in ökologisch sensiblen Bereichen (Seen, Schipisten, Kiesgruben) zu denken.

**Technische
Maßnahmen und
ökonomische
Anreize**

Kurzfristig dürfte das Ziel "Verringerung des CO₂-Ausstoßes" durch technische Maßnahmen bei den Fahrzeugen und/oder über eine Einschränkung des Nutzungsumfanges sehr viel kostengünstiger erreicht werden können. Das erfordert eine auf ökologische Kriterien ausgerichtete Korrektur von Mineralölsteuer und KFZ-Besteuerung. Ein wirksamer ökonomischer Anreiz in diese Richtung würde

zweifellos auch von einer CO₂- bzw. Energiesteuer auf fossile Energieträger ausgehen.

Eine für Deutschland bis zum Jahr 2005 prognostizierte Zunahme des verkehrsbedingten CO₂-Ausstoßes von 38 % (neue Bundesländer 147 %) erzwingt wirksame Gegenmaßnahmen (UBA-Jahresbericht 1993, zit. nach AGRA-EUROPE 1993c, Länderberichte, 16). Neben Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung sind Kraftstoffverbrauchssenkungen erforderlich. Die Bonner Regierung hat auf EG-Ebene einen Vorschlag eingebracht, bis zum Jahr 2005 einen PKW-Durchschnittsverbrauch von 5l/100 km für Neufahrzeuge zu realisieren. Das UBA weist darauf hin, daß bereits mit den derzeit verfügbaren Möglichkeiten Einsparungen von 20 bis 40 % erreichbar seien. Diese Aussagen dürften auch für Österreich zutreffen.

**Massive
Zunahme des
Individual-
verkehrs**

Der potentielle Beitrag der Landwirtschaft zu einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes ist laut UBA (1993, 27) sowohl im Falle von Aufforstungen (z. B. Fichte 14.220 kg CO₂/ha a im Mittelwert für 60 Jahre) als auch von Kurzumtriebsplantagen (12.140 kg CO₂/ha a) eindeutig höher als bei der Verwendung für die RME-Erzeugung (1.630 kg CO₂/ha a). Einschränkend anzumerken ist dabei, daß diese Zahlen jedoch nur für die Periode gültig sind, in der das Holz nicht energetisch genutzt wird.

**Aufforstung
günstiger**

2.2.2.3. Ethanol

Die Situation bei Ethanol wird gegenüber RME noch dadurch verschärft, als hier bereits die Energiebilanz nicht eindeutig positiv ist (UBA, 1993 und HOFREITHER et al., 1987). Gleichzeitig hat der in Praxistests festgestellte Rückgang von CO bei Zumischung von Ethanol zu Benzin infolge der Einführung des Katalysators weitgehend an Bedeutung verloren.

**Energiebilanz
nicht eindeutig
positiv**

Eine überwiegende Mehrzahl der zu dieser Thematik erstellten Studien³⁴ kommt auch in bezug auf die ökonomische Sinnhaftigkeit einer Ethanolbeimischung zu negativen Ergebnissen. So zeigte eine vom USDA im Jahr 1986 veröffentlichte Arbeit, daß die Ethanolproduktion zwar einige Farmer bevorzugt, diese Vorteile jedoch durch umfangreiche Subventionen und erhöhte Nahrungsmittelpreise erkauft werden. Die US-Konsumenten wären demgegenüber sogar besser gestellt, wenn sie reines Benzin tanken und die Farmer durch Direktzahlungen auf dem gleichen Einkommensniveau gehalten würden. PIMENTEL (1993, 100) verweist auf den hohen Flächenbedarf, sollte Ethanol für Treibstoffzwecke eingesetzt werden und spricht von einer Vergeudung der Ressource Boden.

**Internationale
Studien**

³⁴ Für eine umfassende und trotz des bereits sechs Jahre zurückliegenden Erscheinungsdatums immer noch grundsätzlich gültige Darstellung vgl. HOFREITHER et al. (1987).

**Ökonomische
Rentabilität fehlt**

Eine Beimischung von Ethanol zu Vergaserkraftstoff im Ausmaß von 5 % würde nicht ausreichen, die österreichischen Getreideüberschüsse zu eliminieren. Der Entlastungseffekt liegt bei etwa 40 %. Die ökonomische Beurteilung von Ethanol als Treibstoffzusatz ist auch als "second best"-Lösung, also unter Berücksichtigung der Entlastungseffekte im Exportbereich, nur unter sehr günstigen Rahmenbedingungen (Dollarkurs, Rohölpreis ...) positiv (HOFREITHER et al., 1987). Diese Rahmenbedingungen sind derzeit nicht gegeben.

Für Österreich gilt, daß selbst unter der Voraussetzung eines Maispreises von 87 US-\$/t die Nebenerlöse nicht ausreichen, die variablen Kosten von Ethanol auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu drücken (MARIHART, 1993). Es verbleibt eine Unterdeckung von fast S 1.000,- (vgl. in diesem Zusammenhang die Ergebnisse der Studie von KNOFLACHER/TUSCHL/SCHNEEBERGER, 1991 und BLÜMEL, 1993).

Alternative Rohstoffe für die Erzeugung von Ethanol wie Zuckerhirse (vgl. GATTERER, 1987) oder Feldfutter (vgl. STEINMÜLLER/SCHNEIDER, 1991 und SINABELL, 1993) weisen zwar gegenüber den derzeit verwendeten Pflanzen (Mais, Getreide, Kartoffel) zum Teil ökonomische und ökologische Vorteile auf, die jedoch nicht so gravierend sind, als daß durch sie eine energetische Nutzung von Ethanol sinnvoll erschiene, jedoch könnten durch sie bestehende und teilweise ineffiziente Technologien ersetzt werden.

2.2.2.3.1. Maßnahmen

**Förderung von
Ethanol zur
Energie-
gewinnung nicht
sinnvoll**

Eine umweltpolitisch motivierte Förderung der Produktion von Ethanol aus agrarischen Rohstoffen zur energetischen Nutzung scheint derzeit weder aktuell noch sinnvoll. Anders liegt der Fall bei der Substitution von Alkohol als organische Lösungsmittel, wo Produkte auf Erdölbasis bisher zum Teil direkt in die Umwelt freigesetzt werden.

Viele der derzeit bestehenden Produktionsanlagen sind zu klein und weisen zudem eine nicht optimale Versorgung mit Rohstoffen auf. Das gilt sowohl in bezug auf die Art des Rohstoffes als auch seine saisonale Verfügbarkeit. Daraus resultiert eine Reihe von ökologischen Problemen (z.B. regionale Maiskonzentration). Das Branntweinmonopol läuft durch den EG-Beitritt aus, sodaß sich diese Problematik wahrscheinlich durch Betriebsstillegungen vermindert.

2.2.3. Zielsetzung: CO₂-Reduktion

**Abkommen von
Toronto**

Die Senkung des globalen CO₂-Ausstoßes ist angesichts des Beitrags dieses Gases zur Entstehung des Treibhauseffekts eine der vordringlichen umweltpolitischen Maßnahmen. Auch Österreich hat sich im Rahmen des Torontoer Abkommens vom Juni 1988 zu einer 20prozentigen Senkung des CO₂-Ausstoßes bis zum Jahr 2005 verpflichtet, was einer Emissionsmenge von etwa 44 Mio t CO₂ im

Jahr 2005 entspräche³⁵. Erneuerbaren Energieträgern kommt dabei wegen ihrer theoretisch CO₂-Neutralität eine zentrale Rolle zu.

Nachdem eine sehr enge Korrelation zwischen dem Preis für fossile Energieträger und Energieverbrauch und damit in weiterer Folge den CO₂-Emissionen besteht, wird es ohne grundlegende Anpassung der relativen Preise zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern keine Erfolge in Richtung Substitution geben. Beim Übergang auf erneuerbare Energieformen sind die großen Unterschiede in bezug auf deren relative Kosteneffizienz zu berücksichtigen, soll angesichts knapper Mittel eine wirksame CO₂-Reduktion erreicht werden.

*Anpassung der
Energiepreise*

2.2.4. Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft

Durch die zentrale Stellung des Energiebereiches für die weltwirtschaftliche Entwicklung ist bei der Maßnahmenauswahl auf höchste technische und ökonomische Effizienz zu achten. Das erfordert eine Minimierung der je Mengeneinheit CO₂-Reduktion (z.B. pro Tonne CO₂-Äquivalent) anfallenden Grenzkosten, sollen politische Durchsetzungsprobleme vermieden werden.

*Grenzkosten der
Emissionseinheit
relevant*

Ein Vergleich der dargestellten möglichen Beiträge der Landwirtschaft zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes unter gleichzeitiger Berücksichtigung der technischen Machbarkeit sowie der ökonomischen Durchsetzbarkeit läßt erkennen, daß die direkte energetische Nutzung von (fester) Biomasse zur Wärme- und eventuell Stromerzeugung (Kraft-Wärmekopplung) am vorteilhaftesten sein dürfte. Die entscheidenden Parameter hinsichtlich der erreichbaren CO₂-Reduktion sind die zur Produktion erforderlichen energetischen Vorleistungen sowie der zu erwartende Biomasseertrag je Flächeneinheit. Die Energiebilanz dieser Nutzungsform ist deutlich günstiger als im Falle einer Umwandlung in flüssige Energieträger, wie RME oder Ethanol.

*Direkte
energetische
Nutzung vorteil-
haft*

Aufgrund der speziellen Gegebenheiten Österreichs mit einem Waldanteil von 46 % der Kulturläche steht damit die energetische Nutzung der vorhandenen Bestände im Vordergrund. Die großflächige Neuanlage von Energieholz- bzw. Energiepflanzenflächen steht erst an zweiter Stelle, weil sowohl die dafür geeignete Fläche limitiert als auch die ökonomische Rentabilität weniger günstig sein dürfte.

*Nutzung
vorhandener
Bestände*

³⁵ Das Ziel einer Bekämpfung des CO₂-Ausstoßes ist bisher zwar häufig im Rahmen politischer Absichtserklärungen, kaum jedoch in Form konkreter Maßnahmen behandelt worden. Ein Einfrieren der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2000 wurde im Rahmen einer Ministerkonferenz in Nordwijk im November 1989, in Bergen im Mai 1990 sowie im Rahmen der 2. Weltenergiekonferenz im November 1990 vereinbart. Mit Sicherheit werden weitere Vereinbarungen folgen, welche politisch schwache Absichtserklärungen zum Inhalt haben. Faktum ist, daß der Wert des Jahres 1991 63,2 Mio t CO₂ betrug und damit um 43,3 % über dem angestrebten Zielwert lag.

**Modellvorhaben
in Deutschland**

Eine mögliche Strategie könnte sich an dem bereits laufenden und mit 30 Mio DM dotierten Modellvorhaben "Wärme- und Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen" in Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Energieversorgung in Deutschland orientieren: Nach Abschluß von 29 Machbarkeitsstudien treten zur Zeit sechs Projekte zur energetischen Biomassenutzung in der Größenordnung von 4,7 bis 36 MW Leistung in die Phase der konkreten Planung und sollen ab Mitte 1994 errichtet und in Betrieb genommen werden. Von der Rohstoffbasis her stehen Stroh und Holzabfälle als kostengünstigste und kurzfristig verfügbare Inputs im Mittelpunkt. Durch eine konsequente Reststoffnutzung könnte ein Beitrag von 2,7 % zum Primärenergieverbrauch der BRD (9.400 PJ 1991) geleistet werden.

**Maßnahmen-
empfehlungen**

Für Österreich lassen sich daraus folgende Maßnahmenempfehlungen ableiten:

- Intensivierung sowohl von Grundlagen- als auch angewandter Forschung zur Verbesserung der Wettbewerbssituation von NR in technischer (Energiebilanz, Optimierung von Anlagentypus und -größe ...) und wirtschaftlicher Hinsicht (betriebliche Kostenminimierung, Förderungseffizienz gegenüber nicht-erneuerbaren Ausgangsstoffen, politische Durchsetzbarkeit ...);
- Vereinheitlichung und Anhebung der bestehenden Förderung³⁶ von Energieversorgungsanlagen auf Basis bereits verfügbarer fester Biomasse (Rinde, Holzhackschnitzel, Stroh);
- Erarbeitung eines gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprogramms zwischen Landwirtschaft und EVUs mit dem Ziel einer sukzessiven Markteinführung in dafür geeigneten Regionen;
- allmähliche Angleichung der Wettbewerbsverhältnisse zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern durch Einführung einer CO₂- bzw. Energieabgabe.

In der Einführungsphase ist bei der Konzeption von Fördermaßnahmen zur verstärkten Nutzung nachwachsender Rohstoffe zusätzlich zu berücksichtigen, daß diese

- zu Weltmarktpreisen verfügbar sein müssen,
- möglichst nicht durch Verbrauchssteuern belastet sein sollen und
- grundsätzlich von einer möglichen CO₂-Abgabe auszunehmen sind (GUTH, 1992).

**Nachwachsende
Rohstoffe und
EG**

Der EG-Beitritt bewirkt wegen der spezifischen Regelungen der EG-Agrarreform in bezug auf Flächenstillegungen in Verbindung mit den deutlichen Preissenkungen für Pflanzenbauprodukte eine wahrscheinlich spürbare Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen. Folgende konkreten Bestimmungen sind dabei relevant (vgl. AGRA-EUROPE, 1993b):

- der Anbau von Agrarrohstoffen auf Stillegungsflächen ist möglich;

36

Für einen Überblick über die derzeitigen direkten und indirekten Förderungsmöglichkeiten für Anlagebetreiber als auch Wärmeabnehmer in Österreich vgl. WINKLER-RIEDER (1993, 69ff.).

- die Stilllegungsprämie bleibt unverändert und wird für die volle Fläche bezahlt;
- Gülleausbringung auf Rohstoffflächen ist zulässig;
- mit Ausnahme von Zuckerrüben sind alle Agrarrohstoffe zugelassen.

Die EG-Kommission schlägt überdies eine Senkung des für Bio-kraftstoffe geltenden Mineralölsteuersatzes auf maximal 10 % sowie die Einführung einer CO₂-Abgabe vor. Zusätzlich wurde bereits Mitte 1992 ein Vorschlag zur Bekämpfung des Treibhauseffektes vorgelegt, welcher auf der Förderung erneuerbarer Energieträger in der Gemeinschaft (Altener) basiert. Damit soll eine Steigerung ihres Anteils am Gesamtenergieverbrauch von 4 auf 8 % bis zum Jahr 1998 erreicht werden (GUTH, 1992).

Ermäßigter Mehrwertsteuersatz

Im Agrarforschungsbereich der EG sind über S 600 Mio für Demonstrationsvorhaben außerhalb des Ernährungsbereichs ausgewiesen (z. B. für Biodiesel, Flachs und Hanf, Bitterlupine, Miscanthus, ...). In Deutschland wird eine Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe gegründet, deren Hauptaufgabe neben einer Übernahme der Projektträgerschaft für Vorhaben aus dem Haushalt des BMFT und BML in der Informationsvermittlung und Beratung, Technikfolgenabschätzung und Öffentlichkeitsarbeit auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffe liegt. Eine stärkere Bündelung der diesbezüglichen Vorhaben in Österreich wird empfohlen.

Demonstrationsvorhaben im Non-Food-Bereich

2.2.5. EXKURS: Boden als potentielle CO₂-Senke

Will man den Beitrag der österreichischen Landwirtschaft zur nationalen CO₂-Emission berechnen, so gilt es einige Schwierigkeiten in der Zuordnung der tatsächlichen Stoffströme zu beachten, die hier nur kurz diskutiert werden:

Die Kohlendioxidemission der Landwirtschaft kann nur in ihrem systembedingten Bezug untersucht werden

Der Einsatz von Verbrennungskraftmaschinen in der Landwirtschaft und das Abbrennen von Biomasse verursachen eine direkte Freisetzung von Kohlendioxid. Während verbrannte Biomasse prinzipiell als CO₂-neutral einzustufen ist, liegt die Sache bei den durch Treibstoffen verursachten Emissionen anders. Stammt der Treibstoff aus Rapsöl (vgl. vorhergehende Ausführungen), ist die Netto-Emission geringer, als wenn Diesel eingesetzt wird.

Der Boden als potentielle CO₂-Quelle (wird z.B. Dauergrünland in die Ackernutzung übergeführt) muß bei der gesamthaften Beurteilung der Netto-Emission der Landwirtschaft miteinbezogen werden. Bei Betrachtung der folgenden Rechnung und der Tatsache, daß die Ackerfläche - das ist jene mit dem geringsten Kohlenstoffspeichervermögen - während der letzten Jahrzehnte ständig abnahm, wird die Emission aus der Landwirtschaft wahrscheinlich in umgewandelten Böden gespeichert, da gleichzeitig die Waldfläche (mit höherem Kohlenstoffgehalt im Boden) zunahm. Zur Erstellung einer Kohlenstoffbilanz der Landwirtschaft müßten auch die übrigen Formen der Flächennutzung berücksichtigt werden. Zudem wäre zu prüfen, in

welchem Ausmaß über den Carbonatabbau Kohlendioxid freigesetzt wird³⁷ und welcher Anteil ackerwirtschaftsbedingt ist.

Boden kann als "CO₂-Deponie" angesehen und verwendet werden

Der folgende Abschnitt stellt einige Rechenbeispiele vor, die auf Literaturangaben oder plausibel scheinenden Annahmen beruhen, und demonstrieren, daß Boden (auch in der Ackernutzung) eine potentielle CO₂-Senke darstellt.

Im Boden sind neben mineralischen und gasförmigen Bestandteilen auch zahlreiche organische Stoffe vorzufinden. Der Mengengehalt dieser Stoffe hängt in erster Linie von der Flächennutzung ab:

Tabelle 2.6: Humusformen sowie Gehalte und Mengen an organischer Substanz in Böden des gemäßigt humiden Klimabereiches (SCHROEDER, 1983, 48)

Vegetation bzw. Nutzung	Humusform im Oberboden	% Gehalt org. Subst.	Menge bis 1 m Tiefe org. Subst. in t/ha C _{org} ³⁸	
Laubwald	Moder	4	200	100
Nadelwald	Rohhumus	6	240	120
Grünland	Mull	7	350	175
Acker	Mull	2	160	80

Die organische Substanz des Ausgangsmaterials hat circa 41% C (41), der C-Gehalt der organischen TM im Boden hat den häufigsten Mittelwert bei 50% (47).

Der Kohlenstoffgehalt beträgt daher laut Annahme (jeweils bis 1 m Tiefe):

Grünland	175 t C _{org} /ha
Ackerland	80 t C _{org} /ha
Differenz	95 t C _{org} /ha

Mehrere Hundert Tonnen CO₂ können der Atmosphäre entzogen und im Boden gespeichert werden

Das heißt potentiell könnten, wenn man äonische Zeitmaßstäbe heranzieht, durch die Umwandlung von Ackerland in Grünland 95 t C und damit ca. 350 t CO₂ versenkt werden. (Rechnet man mit den Werten der ÖAW, 1992, so kommt man auf einen Wert von 250 t/ha).

BRANDSTETTER (1993), weist darauf hin, daß mittelfristig praktisch nur im bearbeiteten Horizont Mineralisierung und auch Anreicherung von organischer Substanz zu erwarten ist. Rechnet man daher folgendermaßen: Gehalte von in Österreich vorkommenden Böden:

- Grünland 3 % C_{org}, Acker 1,5 % C_{org},

³⁷ Die Reaktionsgleichung sieht folgendermaßen aus:
 $\text{CO}_3^{--} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \Rightarrow (\text{H}_2\text{CO}_3) \Rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

³⁸ eigene Schätzung (Annahme C_{org}-Gehalt liegt bei 50 %).

- Bearbeitungstiefe des Bodens: 25 cm,
- Lagerungsdichte 1
- 2.500 t Boden mit 75 bzw. 37,5 t C_{org},

das bedeutet ein Aufnahmepotential von 137,5 t CO₂ je ha bei der Umwandlung von Acker in Grünland (also 38 % bzw. 55 % der obigen Werte).

Nimmt man diese Angaben als Orientierungsgrößen und weiters, daß diese Gehaltszahlen von Böden für die österreichischen Verhältnisse einigermaßen repräsentativ sind, so stellt man fest, daß es selbst bei diesen vorsichtig gewählten Werten ein gewaltiges Potential gibt, Kohlendioxid festzulegen (Boden als CO₂-Senke).

Tabelle 2.7: Darstellung der Ergebnisse der Schätzung der C_{org}-Akkumulation im Boden durch Umwandlung von Acker in Grünland (Mengen bezogen auf 1 ha):

	Alter des Grünlandes in Jahren	% bzw t
C _{org} -Gehalt in %	1,5	3
Organ. Subst. in %	3,0	6
C _{org} in t	37,5	75
Organ. Subst. in t	75,0	150

In Österreich wurden Ende der 80er Jahre aus der Energie- und Zementproduktion 17.10⁶t CO₂ freigesetzt (OECD, 1991, 19). Würden 100.000 ha Ackerland mit im Mittel gleichen Gehalten an Kohlenstoff in Grünland (das in einer gewissen Zeit dann über einen ähnlich hohen Anteil an festgelegtem C verfügt wie im Beispiel) übergeführt, so könnten 13,7.10⁶t CO₂ der Atmosphäre entzogen werden. Sollte der gesamte Ausstoß deponiert werden, so müßten circa 125.000 ha umgewandelt werden. Allerdings ist diese "Deponie" - bei unveränderter CO₂-Freisetzung in etwa elf Jahren aufgefüllt (Ackerfläche 1990: 1,474.621 ha, PRÄKO, 1991, 42).

Beispiel:
"Nationale-Netto-
Null-Emission"
(zeitlich befristet)

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1988, 62) nennen Untersuchungen an zwei verschiedenen Böden, um die zeitliche Kohlenstoffdynamik zu veranschaulichen. Man erkennt deutlich, daß die Mineralisierung viel rascher vonstatten geht als die Festlegung - wobei eingeschränkt werden muß, daß verschiedene Böden und verschiedene Klimaverhältnisse vorlagen. Die Ergebnisse werden dennoch vorgestellt:

**Dauer der Koh-
lenstoff-
festlegung bzw.
-freisetzung**

Tabelle 2.8: Umwandlung von Acker in Grünland

	Alter des Grünlandes in Jahren		
	6	28	100
Organ. Subst. in %	4,6	6,6	12
C _{org} in t	57,5	82,5	150
Organ. Subst. in t	115,0	165,0	300 ³⁹

Tabelle 2.9: Umwandlung von Grünland in Acker

	Alter des Grünlandes in Jahren		
	0	1	7
C _{org} -Gehalt in %	2,6	1,6	1,2
Organ. Subst. in %	5,2	3,2	2,4
C _{org} in t	65,0	40,0	30 ³⁹
Organ. Subst. in t	130,0	80,0	60 ³⁹

Gleichzeitig kann man nach sehr lang dauernden Experimenten feststellen, daß selbst in Ackerböden mit periodischer Bearbeitung sehr große Mengen an organischer Substanz festgelegt werden können, Voraussetzungen sind

- eine ziemlich beträchtliche jährliche Zufuhr an organischer Masse,
- eine geeignete Bodenart und
- günstige klimatische Bedingungen.

JENKINSON/RAYNER⁴⁰ untersuchten den Umsatz von organischer Substanz in einigen der klassischen Rothamsted-Experimente (1977, 298-305): "The Rothamsted Classical Experiment: Hoosfield Continuous Barley Experiment":

Es werden in diesem Experiment drei Parzellen verglichen:

- eine Parzelle (7-2) mit ständiger Zufuhr von Farm Yard Manure (offenbar Stallmist; mit einer Menge von 3 t C/ha/a),
- eine Parzelle (1-0) ohne Zufuhr organischer Substanz,
- eine Parzelle (7-1) mit 20 Jahre dauernder Stallmistdüngung.

**Auch im Acker-
land C-Akkumu-
lation möglich**

Man sieht an der Abbildung 2.1 ganz deutlich, daß die Parzelle 7-2 nach über 100jähriger Zufuhr von Stallmist den Gleichgewichtspunkt noch nicht erreicht hat. Es scheint möglich, daß diese Parzelle bis zum Vierfachen der Kohlenstoffmenge akkumulieren kann wie die Parzelle (1-0) ohne Zufuhr von Stallmist. Interessant scheint, daß

³⁹ eigene Schätzungen (Annahme 25 cm Bearbeitungstiefe).

⁴⁰ Den Hinweis auf diese Quelle verdanken wir KUDERNA, derzeit ÖED, Südamerika.

sich der Kohlenstoffgehalt dieses Bodens bereits innerhalb von 25 Jahren verdoppelte. Allerdings liegt hier das Ausgangsniveau niedriger, als in unserem Beispiel angenommen (siehe Abb. 2.1).

2.3. Wasser

Der von der Landwirtschaft verursachte Wasserverbrauch, der praktisch ausschließlich auf Grundwasserentnahmen beruht, wurde 1988 (REITINGER, 1988) auf 50 mio m³ geschätzt (durch die Bevölkerung wurden 450 mio m³ verbraucht, die Industrie verbrauchte 1.500 mio m³, wobei zwei Drittel aus Oberflächenwasser stammten)

Landwirtschaft verbraucht ein Neuntel des entnommenen Wassers

2.3.1. Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen

Bewässerungen landwirtschaftlicher Flächen sind genehmigungspflichtig. Die Bezirkshauptmannschaften legen im Bescheid fest, wieviel Wasser entnommen werden darf, dort liegt auch das Wasserbuch auf, in dem Rechte und Pflichten verzeichnet sind. Diese Daten werden allerdings nicht weiter erfaßt.

Genehmigungspflicht für Bewässerungen

Das BMLF verfügt über keine Zahlen der bewilligten Brunnen bzw. der entnommenen Mengen. Ebenso verhält es sich auf Länderebene.

Tatsächlich für Berechnungszwecke entnommene Wassermengen unbekannt

Das Land Niederösterreich führte Erhebungen für das Steinfeld und das Marchfeld (im Zuge des Marchfeldkanals) durch. Derzeit ist eine Datenbank im Aufbau begriffen, in der bewässerungsrelevante Daten erfaßt werden sollen.

Im Burgenland werden zurzeit amtliche Erhebungen durchgeführt, um die Zahl der nicht genehmigten Brunnen zu erfassen.

Illegale Brunnen

Das BMLF führt eine Statistik der geförderten Bewässerungsanlagen. 1987 betrug die Fläche, die solchermaßen gefördert wurde, für Österreich 1.542 ha (zit.n. UBA, 1988, 117).

Im Rahmen der Umorientierung der österreichischen Agrarpolitik wird die Bewässerung nur mehr auf speziellen Flächen bzw. Bereichen, wie z.B. zur Erhaltung des Weinbaues auf den Terrassenlagen der Wachau, von Bundesseite gefördert (FREUDENTHALER, 1993).

Problemgebiete

- Die Energie der auftreffenden Tropfen bei Verwendung von Großregnern zerschlägt Bodenkrümel, führt zu oberflächlichen Verkrustungen des Bodens mit negativen Folgen für das Pflanzenwachstum.
- Verkrustete Böden neigen zu einer geringeren Aufnahmefähigkeit von Regenwasser, was zu einer Steigerung der Erosionsgefährdung führen kann.

Probleme ergeben sich im Hinblick auf Boden-degradation

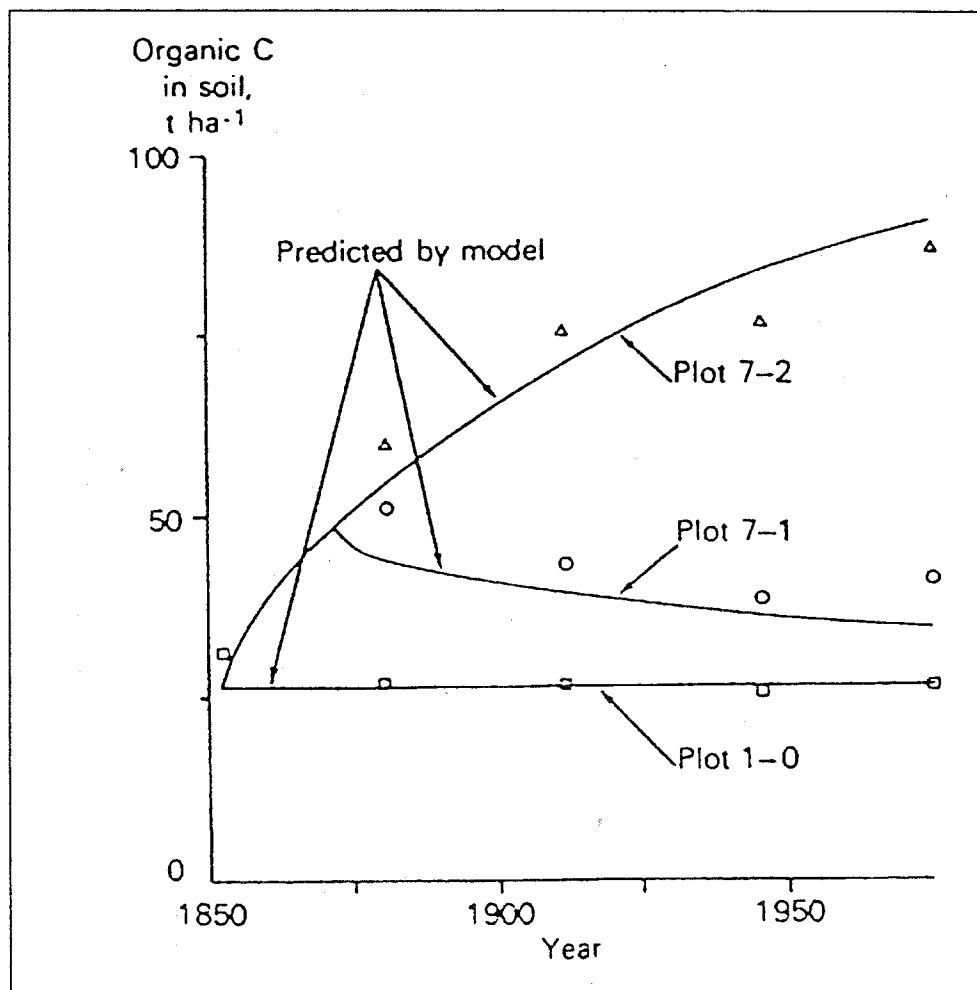


Abbildung 2.1: Kohlenstoffanreicherung eines Ackerbodens in Rothamsted

Quelle: JENKINSON/RAYNE (1976)

- Vor allem bei seichtgründigen Böden kann es zur Auswaschung von Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten kommen.
- Beim Befahren unmittelbar nach der Beregnung (z.B. beim Verlegen der Rohre) besteht die Gefahr der Bodenverdichtung.
- Durch die Steigerung des Sickerwassers kann es zu einer vermehrten Nitratauswaschung kommen.

Zu diesen Fragen nehmen die Expertenpapiere "Bodenschutz" des Umweltbundesamtes (UBA, 1988) und "Bodenschutzkonzeption" der Österreichischen bodenkundlichen Gesellschaft Stellung. Die Notwendigkeit der Bewässerung in unseren Breiten ist mit großer Wahrscheinlichkeit durch ungeeignete Landnutzungsmethoden (hier ist nur der Ackerbau angesprochen, nicht der Gartenbau) verursacht. Im Sinne der nachhaltigen Bewirtschaftung sollte daher überdacht werden, ob z.B. die Bewässerung von Getreidekulturen (wie dies im Marchfeld bereits notwendig ist) eine langfristig durchführbare Strategie darstellt. Jedenfalls wird die Erarbeitung eines verbindlichen Anforderungskataloges für die Beschaffenheit von Bewässerungswasser für landwirtschaftliche Zwecke angeregt.

Vorschläge zur Problemverringering

Maßnahmen und Ziele (vgl. UBA, 1988, 118):

- Entwicklung von Methoden und Geräten zur optimalen Steuerung der Beregnung
- verstärkter Einsatz von "Schwachregnern" im Feldbau
- Vermeidung von zu starker Bewässerung auf seichtgründigen Böden, um Auswaschungsverluste zu verhindern

2.3.2. Entwässerung

Die Entwässerung landwirtschaftlich genutzter Böden dient der Steigerung der Ertragsfähigkeit der betroffenen Flächen, vor allem durch Erleichterung der Bewirtschaftungsmaßnahmen. Die künstliche Dränung verändert den Wasserhaushalt des Bodens mit zahlreichen Auswirkung auf den Boden selber, gleichzeitig werden Spezialisten aus Fauna und Flora von diesen Standorten durch die nachfolgende intensivere Kultivierung verdrängt.

Entwässerung dient der Intensivierung

Negative Effekte auf die Umwelt liegen in erster Linie in indirekter Form vor, indem zahlreichen Arten der Lebensraum entzogen wird. Es wird geschätzt, daß 173 Pflanzenarten in Österreich durch Entwässerungsmaßnahmen verloren gingen (vgl. UBA, 1986,74).

Entwässerung zerstört den Lebensraum zahlreicher Arten

Inwieweit dies auf Maßnahmen durch die Landwirtschaft zurückzuführen ist, läßt sich nicht quantifizieren. Durch die wasserrechtlichen und naturschutzrechtlichen Melde- und Bewilligungspflichten lassen sich vor allem kleinräumige Eingriffe nicht erfassen. Rückschlüsse über das Ausmaß der betroffenen Flächen können aus dem Meliorationskataster und der Förderungstätigkeit des Bundes und der Länder gezogen werden: Im Zeitraum von 1945 bis 1987 wurden Entwässerungen im Flächenausmaß von 188.110 ha durch den Bund

Betroffene Flächen schwer zu quantifizieren

gefördert (daneben wurden und werden natürlich auch Flächen ohne Förderungen entwässert). 1991 wurden seitens des Bundes die Entwässerung von 357 ha gefördert und auf einer Meliorationsfläche von 319 ha Instandhaltungsmaßnahmen unterstützt (ÖWAV, 1992).

Dränagierungen werden seit 1992 vom Bund nicht mehr gefördert (geförderte Maßnahmen beschränken sich in erster Linie auf Hangrutschungssanierungen), allerdings wird von einzelnen Ländern Entwässerung bis heute gefördert.

Maßnahmen und Ziele (vgl. auch UBA, 1988, 119)

- | | |
|--|--|
| Erhaltung der Restflächen | <ul style="list-style-type: none">• Feuchtbiotope und Streuwiesen (sofern sie knapp sind) unter Schutz stellen und kartographisch erfassen; |
| Maßnahmen zur Pflege | <ul style="list-style-type: none">• Förderungsprogramme zur Pflege (soweit aus der Sicht des Artenschutzes und der Kulturlandschaftserhaltung erforderlich) und Pflege von Feuchtwiesen;• gezielte Maßnahmen zum Rückbau von Drainagierungsanlagen (vor allem dort anzusetzen, wo Erhaltungsmaßnahmen nötig wären); |
| Ersatzinvestitionen kritisch überdenken | <ul style="list-style-type: none">• ständige Überprüfung der Notwendigkeit von Erhaltungsmaßnahmen im Hinblick auf die sich ändernden Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft. |

3. STOFFINPUT

In diesem Abschnitt werden die stofflichen Inputs in das Agrarökosystem angeführt. Soweit quantitatives Datenmaterial vorgefunden wurde, werden die einzelnen Stoffe in ihrem landwirtschaftsbedingten Mengenanteil zugeordnet.

Die sich daran knüpfenden Probleme werden dargestellt und sowohl Ziele als auch Maßnahmen zu ihrer Verringerung - und soweit nötig und möglich - Beseitigungsstrategien vorgeschlagen.

Die Gliederung ist in erster Linie stoffbezogen, das heißt die Umweltmedien Boden, Wasser und Luft werden an verschiedenen Stellen behandelt. Die einzelnen Darstellungen variieren stark im Hinblick auf ihre Ausführlichkeit.

Da die behandelten Stoffe und ihre Verbindungen zum Teil in jedem Aggregatzustand vorliegen, ihre Umweltrelevanz teilweise nicht geklärt ist oder auch in jedem Detail gar nicht geklärt werden kann, konzentrieren sich die Vorschläge in erster Linie auf Verringerungsstrategien.

Der Abschnitt umfaßt mehrere heterogene Gruppen:

- Zunächst werden jene Stoffe behandelt, die in großen Mengen durch die landwirtschaftliche Tätigkeit bewußt (Dünger und Pflanzenschutzmittel) in die Umwelt freigesetzt werden. In diesem Abschnitt wird mit Rücksicht auf die Übersichtlichkeit der Themenkomplex Stickstoff vollständig behandelt.
- Die Fülle von Betriebs- und Hilfstoffen werden zusammengefaßt behandelt, da sie nach dem Gebrauch als Abfall eine potentielle Umweltgefährdung darstellen.
- Als Kuppelprodukte entstehende Stoffe (in erster Linie Gase) werden - sofern es sich nicht um Stickstoff handelt - unter Überbegriffen zusammengefaßt. Hierbei werden die von der Landwirtschaft verursachten Emissionen und die nicht-landwirtschaftsbedingten Immisionen behandelt.
- Energetische Wirkungen (Lärm), Organismen und Gerüche werden, obwohl aus sachlichen Gründen schwerlich unter dem Titel "Stoff" einordenbar, aus Plausibilitätsgründen den Emissionen zugerechnet.

3.1. Düngung

Vorbemerkung

**Mineralische
Dünger stellen
nicht erneuerbare
Ressourcen dar**

Der dauernde Biomasseentzug impliziert auch den regelmäßigen Verlust von mineralischen Bestandteilen des Bodens. Wurde früher zum Teil der Wald durch die Streunutzung als Mineralstoffquelle herangezogen, über das Einschleppen von Brachezeiten die Nährstoffnachlieferung des Bodens ausgenutzt oder auch durch Rücklieferung der meisten biogenen Abfälle im Sinne einer Kreislaufschließung der Verlust ausgeglichen, so werden Nährstoffe heute aus geeigneten Lagerstätten entnommen und in großen Mengen auf den Boden ausgebracht.

Die größte Lagerstätte stellt in diesem Zusammenhang die Atmosphäre mit ihrem hohen Stickstoffanteil dar, ein Reservoir, das auch ständig (nicht immer zum Vorteil) aufgefüllt wird. Eine Knappheit ist nicht abzusehen, wenn man die Lagerstätten der zur Synthetisierung erforderlichen Energieträger nicht einbezieht. Die übrigen Düngemittel wie Kalk, Kalisalze und Phosphate liegen mit der Reihung entsprechender zunehmender Knappheit als Bodenschätze vor. Diese Stoffe sind nach ihrer Verwendung dissipativ in der Natur verteilt und nur mit unendlichem Aufwand - also nicht - wiederzugewinnen.

Die auf massive Ertragsteigerung ausgerichtete Produktion führt dazu, daß zunehmend auf einem Niveau ständig abnehmender Ertragszuwächse produziert wird. Angesichts herrschender Überschüsse am Nahrungsmittelsektor stellt dies eine das Sparsamkeitsprinzip der Ökonomie verletzende Vergeudung von Ressourcen dar.

Maßnahmen, die dieser Vergeudung entgegenwirken, und die Rückführung biogener Abfälle in den Stoffkreislauf des Agrarökosystems fördern, ermöglichen nicht nur einen schonenderen Umgang mit zunehmend knapp werdenden Ressourcen, sondern verringern auch die mit dem intensiven Stoffinput verknüpften Belastungen.

3.1.1. Stickstoff

3.1.1.1. Stickstoff als essentieller Nährstoff und potentieller Schadstoff

**Stickstoff ist ein
essentielles
Nährelement**

Stickstoff ist ein essentielles Element im Nährstoffhaushalt der belebten Natur. Der unermesslichen Fülle in der Atmosphäre und damit potentiellen Verfügbarkeit in allen terrestrischen Lebensräumen steht das Problem einer geringen aktuellen Verfügbarkeit in ionisierter Form entgegen.

**Stickstoffvorrat
der Böden**

Der Gesamtvorrat von Stickstoff in landwirtschaftlich genutzten Böden beträgt etwa 3.000 bis 10.000 kg je ha (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1989). Der größte Teil dieses Vorrates (etwa 95 %) liegt in organisch gebundener Form vor und ist daher für die Pflanzen kaum verfügbar.

Dieser organisch gebundene Stickstoff unterliegt vielfältigen Umsetzungsprozessen. Im Zuge der Mineralisierung wird der organisch gebundene Stickstoff unter anderem in Ammonium und Nitrat umgewandelt und so in eine mobile Form gebracht.

Im Jahresmittel wird etwa 1-2 % des organisch gebundenen Stickstoffes mineralisiert. Es werden also je Jahr und Hektar etwa 45 bis 200 kg Stickstoff den Pflanzen zur Verfügung gestellt und sind damit auch auswaschungsgefährdet (SCHEFFER/WALTHER, 1988, zit.n. UBA, 1991a, 31, vgl. auch DRESSEL et al., 1989).

**Mobilisierung
von N im Boden**

Da die übrigen mineralischen Pflanzennährstoffe in sehr viel geringerem Ausmaß mobilisier- und damit verfrachtbar sind, besteht ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen Pflanzenertrag und der Verfügbarkeit von Stickstoff. Die Entwicklung der chemischen Synthese von Ammoniak und damit die technische Erzeugung von Stickstoffdüngern ermöglichte es dem Menschen, in ein sehr labiles geochemisches Gefüge in großem Ausmaß einzugreifen und die Kontrollmöglichkeit über das Pflanzenwachstum deutlich zu verbessern. Dieser Verbesserung seitens des Pflanzenertrages stehen jedoch Belastungen des Bodens und des Wassers gegenüber.

**Zusammenhang
N und Pflanzen-
ertrag**

Eutrophierung

Bestehende Ökosysteme werden neben der Energiezufuhr vor allem über die Nährstoffverfügbarkeit reguliert. Durch eine Verschiebung im Nährstoffhaushalt zu einem höheren Stickstoffangebot kommt es zu einer Veränderung im Selektionsprozeß. Wenige Arten, die sich auf stickstoffreiche Standorte spezialisiert haben, gewinnen dadurch Lebensraum auf Kosten zahlreicher anderer, zum Teil mittlerweile gefährdeter Arten (UBA, 1991a, 45). Denn auf natürlichen, nicht landwirtschaftlich genutzten Standorten ist Stickstoff fast immer der wachstumsbegrenzende Faktor und die Stickstoffbilanz ist nahezu ausgeglichen (vgl. UBA 1991a).

**Auswirkungen
auf die Selektion
in der
Agrarbiozönose**

Luxuskonsum

Demgegenüber wird in Agrarökosystemen die ausgeglichene Stickstoffbilanz durch den Entzug von Ernteprodukten gestört. Die Sicherung stickstoffarmer Standorte ist daher unbedingt erforderlich, um Artenreichtum zu erhalten.

**Pflanzenphysio-
logische Auswir-
kungen von ho-
hem N-Angebot**

Viele Arten reagieren auf verbesserte Stickstoffversorgung mit schnellem Massenwachstum unter Vernachlässigung der Bildung von Leit-, Stütz- und Abschlußgewebe. Diese Reaktion führt zu einer höheren Attraktivität der Pflanzen für deren Schädlinge bei gleichzeitiger Verringerung der pflanzlichen Widerstandskraft (CHABOUSSEAU, 1987). Stickstoff wird in der Pflanze in erster Linie für den Aufbau von Eiweiß verwendet. Liegt Stickstoff im Überschuß vor, so verbleiben zunehmende Mengen an NPN-Stoffen mit geringem bis bedenklichem Nährwert in der Pflanze (POMERANZ et al., 1977, zit. in UBA 1991a, 61).

Toxikologische Aspekte

Physiologische Wirkung auf Tiere bei hohem Nitratanteil

Eine erhöhte Nitrataufnahme gilt in der Regel für den Menschen wegen der verzögerten Resorption und der schnellen Ausscheidung als ungefährlich. Diese Annahme kann bis zur Aufnahme von einigen hundert Milligramm gelten (NIEDER, 1985, 35). Erst die nach bakterieller Reduktion des Nitrats entstehenden Metaboliten wie Nitrit stellen für den Menschen ein Gesundheitsrisiko dar.

Die toxische Wirkung des Nitrits beruht vor allem auf seiner Eigenschaft, Hämoglobin umzuwandeln, welches dadurch nicht für die Sauerstoffversorgung des Organismus zur Verfügung steht⁴¹.

TATARUCH (1993) verweist in diesem Zusammenhang auf die Schädigung von juvenilen Wildtieren: Durch hohe Nitratgehalte, vor allem im jungen Aufwuchs von Brassicaceae, kommt es, da dieses Futter gerne aufgenommen wird, zu schädigenden bis letalen Auswirkungen.

3.1.1.2. Problembereich Luft

3.1.1.2.1. Ammoniak (NH₃)

Belastung der Luft mit NH₃

Die ökologische Bedeutung des Ammoniaks liegt in dessen Beitrag zur Versauerung von Ökosystemen in Verbindung mit Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden. Ein weiterer Problembereich liegt in der zunehmenden Eutrophierung naturnaher terrestrischer und aquatischer Ökosysteme und die Gebäudekorrosion als Folge des "sauren Regens" (KTBL, 1982, 1.3).

Boden als natürliche NH₃- Emissionsquelle

Durch mikrobielle Tätigkeit werden jährlich 1-3 % der organischen Substanz des Bodens abgebaut. Stickstoffhaltige Verbindungen werden zu NH₃ mineralisiert, der in alkalischen, kalkhaltigen Böden abgast. Ammoniakverluste entstehen infolge:

Mineral- und Wirtschaftsdün- ger als anthropo- gene Quellen

- *natürlich ablaufender Stoffumsätze:* Das Ausmaß der natürlichen Ammoniakemission in Österreich wird mit 3 kg N/ha bei Ackerland angenommen. Die Verluste aus dem Ackerland (1,4 mio ha) betragen somit etwa 4.200 t NH₃. (KNOFLACHER et al., 1993, 15).
- *menschlicher Tätigkeit im Rahmen der Bewirtschaftung:* Über den Einsatz von Düngern kommt es zu einer weiteren Emission, die Emissionen durch die Düngieranwendung werden auf einen Bereich von 8.600-17.200 t NH₃ geschätzt (KNOFLACHER et al., 1993, 29).

41 Diese lebensgefährlichen Methämoglobinämie (Blausucht) tritt vor allem bei Säuglingen und Kleinkindern bis zu drei Jahren auf, da bei ihnen die Darmflora eine weit höhere Reduktionskapazität aufweist als bei Erwachsenen. GALLER (1993, 28) berichtet, daß die letzten Fälle von Blausucht in Österreich vor 40 Jahren auftraten.

Über die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern liegen für Österreich keine Publikationen vor (AMON, 1993).

Das Umweltbundesamt hat für die österreichische Landwirtschaft eine Gesamtstickstoffbilanz erstellt. Ausgehend von dieser Bilanz wurde versucht, die Stoffströme überschlägig darzustellen. Unter Berücksichtigung der Auswaschungsraten, der Oberflächenabschwemmung, der Denitrifikation und Akkumulation errechnete das UBA eine Bandbreite für Ammoniakemissionen von 57.500-81.500 t NH_3 -N (KNOFLACHER et al; 1993, 30).

Die summative Berechnung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung ergibt eine Gesamtemission von 67.300 t/a Ammoniak. Rund 76 % davon stammen aus der Rinderhaltung, 17 % aus der Schweinehaltung und rund 4 % aus der Hühnerhaltung. Die Beiträge anderer Nutztierarten liegen unter 2 t (KNOFLACHER et al. 1993, 35).

NH_3 Emission:
67.300 t

In der gleichen Studie wird eine Gesamtemissionsmenge für Österreich von 98.000 t bei einer Bandbreite zwischen 77.000 und 123.000 t/a Ammoniak errechnet. Davon werden rund 80 % der Landwirtschaft zugeordnet (KNOFLACHER et al., 1993, 37).

**Beitrag der
Landwirtschaft
zur österr. NH_3 -
Emission: 80 %**

INPUT	1000 t N	%
Mineralstoffdünger	141,0	47,0
Futtermittelimporte	38,0	12,7
Luftetrug	71,0	23,7
Biologische N-Bindung	44,0	14,7
Abwässer aus Siedlungsbereichen	5,9	2,0
Bilanzsumme	300	100
OUTPUT		
Tierische Produktion	47,4	15,8
Pflanzliche Produktion	38,2	12,7
	214,4	71,5
ÜBERSCHUSS		
Auswaschung	47,9	16,0
Oberflächenabschwemmung	5 - 10	1,7 - 3,3
Denitrifikation	75 - 90	25 - 30
Akkumulation	5 - 9	1,7 - 3,0
NH_3 -Verluste	81,5 - 57,5	27,2 - 19,2

Tabelle 3.1: N-Bilanz der österreichischen Landwirtschaft

Quelle: KNOFLACHER et. al., (1993)

Maßnahmen zur Reduktion der NH_3 -Emission

Maßnahmen: Reduktion der N-Menge und technische Lösungen

Die effizienteste Maßnahme liegt in einer Verringerung der Stickstoffmenge.

Weitere Maßnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen durch Beeinflussung der Ammoniakbildung und -ausbreitung umfaßt verschiedene Aktivitäten im Bereich der Tierstallungen, der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdünger.

Kostenbeispiel: Niederlande

Bei kombinierter Anwendung der einzelnen Maßnahmen zur Emissionsreduktion wird in den Niederlanden eine Gesamtreduktion von 60-70 %, bei einem Kostenaufwand zwischen umgerechnet rund S 27.000.-- bis S 60.000.-- pro Betrieb, erwartet. Die Autoren obengenannter Studie kommen zum Schluß, daß aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen, zum Beispiel geringeres Ausgangsniveau, Einsparungsmöglichkeiten von rund 50 % der holländischen Annahmen realisiert werden können (KNOFLACHER et al., 1993, 47f).

Interaktionen zwischen Vermeidungsstrategien von NO_2 und NH_3

Wechselwirkungen zwischen Nitrat- und Ammoniakverlusten machen bei Reduzierungsstrategien die **umfassende Betrachtung des Nährstoffes Stickstoff** in der Landwirtschaft notwendig. Die Nitrat-, NO_x - und Ammoniakverluste müssen immer im Zusammenhang gesehen werden:

So verringern Flüssigmistinjektionen die Ammoniakverluste, können andererseits aber zu erhöhten Denitrifikationsverlusten und auch erhöhter Nitratauswaschung führen. Die Flüssigmistdüngung in wachsenden Pflanzenbestände vermindert sowohl die Gefahr der Nitratauswaschung als auch die Ammoniakausgasung.

3.1.1.2.2. N_2O und NO_x

Lachgas an der stratosphärischen Ozonzerstörung beteiligt

Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Distickstoffoxid (N_2O) "Lachgas" zählen zu den wichtigsten Ozonzerstörern in der Stratosphäre. Erst durch die photolytische Zersetzung entstehen aus FCKW bzw. N_2O die reaktionsfähigen Produkte Chlor und Stickoxid NO_x . Beide Substanzen führen zum Abbau des stratosphärischen Ozons.

Landwirtschaft zu einem Drittel an den anthropogen induzierten Emissionen beteiligt

Im Bereich der Landwirtschaft entsteht Lachgas sowohl bei der Nitrifikation als auch bei der Denitrifikation in je nach Umsetzungsbedingungen unterschiedlichen Mengen.

Kulturlandgewinnung (in Österreich von untergeordnetem Stellenwert), Verbrauch an fossilen Energieträgern, Biomasseverbrennung und Stickstoffdüngung sind die Hauptquellen der durch den Menschen verursachten N_2O -Emission.

In der Atmosphäre führte diese zu einem anthropogen bedingten Anstieg des N_2O Gehaltes von rund 0,2-0,3 %.

Nach groben Schätzungen ist dieser Zuwachs zu rund einem Drittel auf den Einsatz von Mineraldüngern und den Anbau von Leguminosen als zusätzliche Stickstoffquelle im Landbau zurückzuführen.

Bedingt durch die wachsende Weltbevölkerung und damit erhöhten Nahrungsbedarf könnte dieser Anteil bis zum Jahre 2025 sogar auf 40 % und mehr steigen (N.N., 1991).

Wiederum ist die Reduzierung des Stickstoffdüngereinsatzes wichtigster Ansatzpunkt für die Lösung dieses Problem.

Maßnahme: Reduktion der N-Düngung

3.1.1.3. Problembereich Wasser

3.1.1.3.1. Ursachenzusammenhänge

Liegt Stickstoff in mineralisierter Form im Boden vor, so kann er über die Aufnahme von Mikroorganismen immobilisiert werden oder an Tonminerale fixiert werden (Ammoniumfixierung). Er kann auch von den Pflanzen aufgenommen oder durch Sickerwasser dem durchwurzelten Bodenbereich entzogen werden. Sobald die Verlagerung über den Wurzelbereich der Pflanzen hinaus erfolgte, spricht man von **Auswaschung**. Vor allem die Dauer der Bodenbedeckung bzw. der Brachezeit und die Fruchtfolge beeinflussen die Gefahr des Nitrataustrages. Auch die Bodenbearbeitung regt die biologische Aktivität des Bodens an und beeinflusst dadurch auch die Mineralisierungsrate des Stickstoffes.

Definition von Stickstoffauswaschung

Natürliche Standortfaktoren, die von Kulturmaßnahmen kaum bis gar nicht beeinflussbar sind, bedingen - unabhängig von Bewirtschaftungsart - die Höhe der potentiellen Nitratauswaschung. Es lassen sich daher folgende Feststellungen treffen (HESS et al., 1992, 10f.):

Natürliche Standortfaktoren als Ursachen von Auswaschung

- Der Nitrataustrag landwirtschaftlicher Flächen hängt von der Menge des Sickerwassers und dessen Nitratkonzentration ab.
- Je sandiger die Bodenart und je geringer die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenzone ist, desto geringer ist die mittlere Durchwurzelungstiefe und desto höher ist folglich die Gefahr einer Nitratauswaschung.
- Je geringer die Jahresniederschläge und je höher der Wasserverbrauch von Kulturpflanzenbeständen auf den jeweiligen Standorten ist, desto geringer ist die Sickerwasserbildung und damit verbunden die Gefahr einer Nitratauswaschung.
- Je leichter (sandiger) der Boden, desto schneller ist die Wasserspeicherkapazität des Bodens erschöpft und desto höher ist bei gleicher Niederschlagsmenge die anfallende Sickerwassermenge und folglich auch die Möglichkeit einer Nitratauswaschung.
- Je leichter (sandiger) die Bodenart ist, desto schneller kann das Sickerwasser in die Tiefe abgeleitet werden und desto höher ist die Wahrscheinlichkeit der Nitratauswaschung.

**Kulturtechnische
Gründe für die
Auswaschung**

Während Witterungs- sowie Standortverhältnisse kaum beeinflussbar sind (ausgenommen z. B. Beregnung, Humuswirtschaft), kann durch die Auswahl der Kulturart und ihre Bewirtschaftung die Höhe des Nitrataustrages beeinflusst werden.

Der Mineralisationsprozeß kann durch gezielte Intervention, wie etwa durch die Bodenbearbeitung, Regelung der Wasserversorgung und des Luftgehaltes, die Einstellung eines leicht sauren pH-Wertes und über die Zuführung von organischer Substanz zur Beeinflussung des C/N-Verhältnisses, gefördert werden. Ein enges C/N-Verhältnis begünstigt die Stickstoffmineralisierung, die wiederum mit der im Boden verfügbare Biomasse positiv korreliert ist (BECK, 1981, zit. n, UBA, 1991a, 32). Die verfügbare Biomasse (Indikator: Humusanteil) liegt im Grünland deutlich höher als im Ackerland. Wird Grünland umgebrochen, so unterliegt die dort über zum Teil Jahrhunderte akkumulierte Biomasse einer langandauernden Mineralisierung, die sehr heftig einsetzt und allmählich in ihrer Dynamik nachläßt.

**Versuche im
Dauergrünland bei
überhöhten
Güllegaben**

Lysimeterversuche der Bundesanstalt Gumpenstein zeigen das starke Stickstoffaufnahmepotential von Grünland. Erst über zehn Jahre dauernde extrem überhöhte jährliche Güllegaben von 10 DGVE/ha (Wasserrechtsgrenzwert 3,5 DGVE/ha) führten zu einem Nitrataustrag in das Grundwasser in der Höhe von ca. 40 kg NO₃/ha (GALLER, 1993, 22) (vgl. hierzu Feststellung in Kap. 3.1.1.3.3.).

Intensivierung als Ursache des Nitratproblems

**Intensivierung
als Ursache**

Grundsätzlich können in der österreichischen Landwirtschaft zwei Grundtendenzen beobachtet werden, nämlich eine Intensivierung und Spezialisierung der Agrarproduktion. Auslöser sind einerseits die Einführung des Handelsdüngers und durch steigende Ernteerträge in Gunstlagen der wirtschaftliche Druck zur Aufgabe von Grenzertragsböden (BITTERMANN/KASPEROWSKI, 1991, 378).

**Änderung des
Kulturarten-
verhältnisses**

In der Pflanzenproduktion induzierte technischer Fortschritt und effizienter Einsatz der Produktionsmittel einen enormen Ertragszuwachs. Innerhalb der Kulturarten kam es zu beachtlichen Verschiebungen der Anbauverhältnisse. Im Falle der Grundwasserproblematik ist vor allem die Intensivierung und Ausweitung der Maisflächen beachtenswert, die eng mit spezialisierten Mastbetrieben gekoppelt ist. So gibt es im Nordosten Österreichs zwar einen hohen Ackerflächenanteil, aber kaum Viehhaltung. Umgekehrt ist die Situation in den Maisgunstlagen in Nieder-, Oberösterreich und der Steiermark.

Mineralische Dünger

**Mineraldünger-
einsatz in
Österreich**

In folgender Abbildung ist der mengenmäßige Absatz von Reinnährstoffen differenziert nach Stickstoff, Phosphor und Kalium dargestellt. Im Wirtschaftsjahr 1971/72 erreichte der Nährstoffabsatz seinen Höhepunkt, er sackte im Wirtschaftsjahr 1975/76 durch die Erhöhung der Mehrwertsteuer deutlich ab.

Die Einführung der im Marktordnungsgesetz verankerten Düngemittelabgabe (Förderungsbeitrag zum Zwecke des Bodenschutzes und zur Förderung der Getreidewirtschaft) 1986 und die Erhöhung dieser im Wirtschaftsjahr 1991/1992 führten zu weiteren Reduktionen im Düngemittelabsatz⁴².

Der Rückgang des Einsatzes von mineralischen Düngemittel zeigt sich auch bei Betrachtung des Düngerabsatzes je Hektar "düngerwürdiger" Fläche.

**Absatz von Mineraldünger
in kg je Hektar "düngewürdiger" * Fläche**

	Stickstoff	Phosphor	Kali
1970/71	46,1	45,0	58,5
1980/81	60,2	37,8	55,9
1981/82	60,9	34,9	52,7
1982/83	55,1	31,4	46,4
1983/84	57,4	35,6	50,9
1984/85	60,7	35,8	50,7
1985/86**	61,9	33,9	49,8
1986/87	54,4	28,7	41,2
1987/88	57,7	31,7	42,6
1988/89	55,9	31,0	40,9
1989/90	54,2	29,7	40,0
1990/91***	55,5	29,9	38,4
1991/92	53,6	28,1	34,3

* Landwirtschaftliche Nutzfläche, abzüglich Almen und Hutweiden

** Vorziehkäufe aufgrund der Einführung der Bodenschutzabgabe

*** Vorziehkäufe aufgrund der Erhöhung der Bodenschutzabgabe

Tabelle 3.2: Absatz von Mineraldüngern in Österreich

Quelle: SCHIMA (1993)

42 Diese Abgabe wird vom Getreidewirtschaftsfonds eingehoben und liegt derzeit bei S 6,50 für Stickstoff, S 3,50 Phosphor und S 1,90 für Kali je kg Reinnährstoff. Der überwiegende Steueranteil wird an den Bund überwiesen werden, der diese zur Förderung von Kulturen wie Wein-, Obst- und Gemüse- sowie Stärkekartoffelbau verwendet und Mittel an den Getreidewirtschaftsfond für Absatz und Verwertungsmaßnahmen im Bereich der Getreidewirtschaft und für Förderungen von Ersatzkulturen des Getreidebaues zur Verfügung stellt (BAYER et al. 1990, 1992). Damit wird gegen den Grundsatz verstoßen, Einnahmen aus Emissionsabgaben zur Sanierung von geschädigten Bereichen zu verwenden.

Wirtschaftsdünger

Wirtschaftsdünger Mehr als die Hälfte aller Nährstoffe, die in der österreichischen Landwirtschaft ausgebracht werden, stammen aus Wirtschaftsdüngern oder Ernterückständen. Österreich liegt mit seiner relativen Viehdichte von näherungsweise 0,8 DGVE/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche im unteren Bereich der vergleichbaren Agrarländer Europas.

Regionale Ausprägung relevant Diese Durchschnittszahl ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da die Viehdichte regional unterschiedlich verteilt ist und vor allem im Bereich der flächenunabhängigen Tierhaltung starke Konzentrations Tendenzen vorherrschen. Daher kann es zu hohen Nährstoffkonzentrationen als Folge von zu hohen Tierbesatzdichten kommen (siehe Tab. 3.3).

3.1.1.3.2. Rechtliche Aspekte

Wasserrecht Wasserrechtsgesetz (WRG), BGBl 215/1959 i.d.F. 252/1990

Ein Ziel des Wasserrechtes ist die Erhaltung des Grundwassers als Trinkwasserressource für die Bevölkerung.

Vorrang der Wasserwirtschaft

"Stand ursprünglich die Wasserwirtschaft der Landwirtschaft in dienender Rolle gegenüber, so ist heute bestenfalls Gleichrangigkeit, wenn nicht sogar Vorrang der Wasserwirtschaft festzustellen. Deutlich wurde dies durch die landwirtschaftsbezogenen Neuregelungen der Wasserrechtsnovelle 1990. Nunmehr wird der Realität entsprechend festgestellt, daß die Landwirtschaft die Gewässer qualitativ und quantitativ beeinträchtigen kann" (OBERLEITNER, 1993, 2).

Ordnungsgemäße Landwirtschaft

"Gemäß § 32 sind Einwirkungen auf die Beschaffenheit der Gewässer grundsätzlich bewilligungspflichtig. Ausgenommen sind bloß geringfügige Einwirkungen, der Gemeindegebrauch und die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung, soweit nicht im Einzelfall eine entsprechende Gewässerbelastung nachgewiesen wird. Jedenfalls bewilligungspflichtig sind - u. a. Maßnahmen, die zur Folge haben, daß durch Eindringen (Versickern) von Stoffen in den Boden das Grundwasser verunreinigt wird, das Ausbringen von Düngemitteln in größerem Maße sowie das Halten landwirtschaftlicher Nutztiere im Mißverhältnis zur Betriebsfläche" (OBERLEITNER, 1993, 4).

Nach § 32 Abs. 2 lit f und g ist

Grenzen der zulässigen Düngermenge

- die Ausbringung von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen bewilligungspflichtig, wenn sie 175 kg Reinstickstoff (ohne Gründecke) oder 210 kg (mit Gründecke) je Hektar und Jahr übersteigt;
- die Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere bewilligungspflichtig, wenn der Anfall von hofeigenem Wirtschaftsdünger das Äquivalent von 3,5 Dunggroßvieheinheiten (DGVE) je Hektar übersteigt.

BUNDESLAND	Stickstoff-Mineral- düngeraufwand ¹⁾	Wirtschaftsdünger -Stickstoffanfall ²⁾	SUMME
	in kg Reinnährstoff pro ha düngewürdige Fläche ³⁾		
Burgenland	59	26	85
Kärnten	37	93	130
Niederösterr. u. Wien	69	51	120
Oberösterreich	59	101	160
Salzburg	16	115	131
Steiermark	49	102	151
Tirol	9	126	135
Vorarlberg	16	113	129
ÖSTERREICH	55	78	133

Basis: 1.) Getreidewirtschaftsfonds 1989/90

2.) ÖStZ, Viehzählung 1989/MBLF - Interner Umrechnungsschlüssel

3.) ÖStZ, Bodennutzungserhebung 1990, Landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Hutweiden, Almen und Bergmähder, Streuwiesen und nicht mehr genutztes Grünland

Tabelle 3.3: Einsatz von N-Düngern (mineralischer und Wirtschaftsdünger) je ha düngewürdiger Fläche

Quelle: HOLZER/REISCHAUER, (1991)

Die maßgebliche Fläche setzt sich zusammen aus:

- selbstbewirtschafteter Fläche plus
- jene zusätzliche Fläche, die für die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers rechtlich gesichert ist.

**Sanierung bei
Überschreitung
der Grenzwerte**

Weist ein Gewässer *nicht nur vorübergehend* höhere Konzentrationen als die in der Verordnung festgelegten Werte auf, muß der Landeshauptmann per Verordnung ein Sanierungsprogramm festlegen und umsetzen. Sind landwirtschaftliche Einwirkungen an der Verursachung beteiligt, können auf die Dauer der Sanierung diesbezügliche Beschränkungen auferlegt werden.

Entschädigung nach dem WRG

**Abgeltung von
Nutzenbeschränkungen**

Werden im Zuge der Grundwassersanierung Bewirtschaftungsbeschränkungen auferlegt, die eine Einkommensminderung des betroffenen Landwirtes um 20 % übersteigen, so sind vom BMLF nach § 33 Abs 6 - soweit vom Bund und Land Gelder bereitgestellt werden - Zuschüsse (in unbestimmter Höhe) zu leisten (HOLZER/REISCHAUER, 1991, 85).

Schwellenwerte nach dem WRG

**Schwellenwerte
nach WRG**

Die gemäß § 33 Abs. f des Wasserrechtsgesetz erlassene Grundwasserschwellenwertverordnung BGBl 448/1991 sieht folgende Schwellenwerte vor:

- ab 1. Juli 1992: 45 mg NO₃/l
- ab 1. Juli 1997: 18 mg NO₃/l

Lebensmittelrecht

**Grenzwerte nach
dem Lebensmittelrecht**

Die Trinkwasser-Nitratverordnung gemäß Lebensmittelgesetz (BGBl. Nr. 557/1989) verbietet, Trinkwasser in den Verkehr zu bringen, das höhere Nitratwerte als bestimmte Grenzwerte aufweist: Abgeleitet von diesen Werten ergeben sich die Schwellenwerte für das Grundwasser.

- ab 1.7.1990 100 mg NO₃/l
- ab 1.7.1994 50 mg NO₃/l
- ab 1.7.1999 30 mg NO₃/l

"Gelangt der Landeshauptmann [jedoch] zur Auffassung, daß der Grenzwert (...) der Trinkwasser-Nitratverordnung (...) ohne Errichtung einer Trinkwasseraufbereitungsanlage nicht eingehalten werden kann, so kann er (...) die Anwendung dieses Grenzwertes aussetzen, sofern die ortsübliche Trinkwasserversorgung nicht anders sichergestellt werden kann" (Trinkwasser-Ausnahmereverordnung, BGBl 384/1993, § 1).

Bodenschutzgesetze

**Bodenschutzgesetze
der Länder**

Bodenschutzgesetze der Länder regeln die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern während des Jahresablaufes. Grundsätzlich ist das

Ausbringen von Gülle, Mist und Jauche in der vegetationslosen Zeit verboten.

Viehwirtschaftsgesetz

Im Viehwirtschaftsgesetz wird die maximale Zahl der Nutztiere je Betrieb geregelt. Dieses Gesetz, das an sich dazu bestimmt ist, eine klare Trennung zwischen bäuerlichen und gewerblichen Betrieben vorzunehmen, ist insofern relevant, als aufgrund dieser Grenzen der Tierbesatz je Betrieb - unabhängig von der Fläche - einer Restriktion unterworfen ist.

**Viehwirtschafts-
gesetz**

Umweltstrafrecht

Nach der Reform des Umweltstrafrechtes (1990) erwartete man sich eine deutlich Verbesserung im Vollzug und vor allem in der Abschreckung von umweltschädigendem Verhalten. Seit 1990 werden an der Universität Linz alle relevanten Strafverfahren untersucht. Ein Zwischenergebnis (WEGSCHEIDER, 1992) brachte ein ernüchterndes Ergebnis: Die "Wahrscheinlichkeit wegen angezeigter Umweldelikte verurteilt zu werden, ist 3,5 %". Hierbei ist jedoch zu differenzieren:

**Sind die Land-
wirte typische
Umweltstraftäter?
- Zweifel sind an-
gebracht**

"Das Verfahren gegen Unternehmer endet eher mit Verfahrenseinstellung oder Freispruch als das Verfahren gegen Landwirte, die 52 % der Verurteilten stellten (neben 32 % Unternehmern und 16 % Privatleuten) ... Von den Ursachen steht bei den Verurteilungen die Jauche mit 44 % an erster Stelle".

Da das Forschungsvorhaben nicht abgeschlossen ist, können noch keine weiterreichenden und im Detail sicher interessanten Ergebnisse vorgestellt werden. Jedenfalls lassen diese Ergebnisse vermuten, daß das geltende Umweltstrafrecht sehr effizient im Hinblick auf die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern eingesetzt werden kann, wogegen ansonsten die "Tatbestände wohl zu kompliziert sind für die praktische Anwendung. Wie sonst wäre eine Verurteilungsrate von 3 % bezogen auf die gesamten erledigten Umweltstraffälle erklärlich?"

**Umweltstrafrecht
offenbar sehr ef-
fizient in bezug
auf Wirtschafts-
dünger**

3.1.1.3.3. Offene Problembereiche und Ziele- Nitrat

Nationale und lokale Ebene

"Mit der Wasserrechtsgesetznovelle 1990 erhielt die systematische Erhebung der Wassergüte ihre gesetzliche und finanzielle Grundlage. Bereits im Vorfeld dieses Gesetzeswerkes gingen das BMLF und das UBA gemeinsam an die Erarbeitung der fachlichen und organisatorischen Grundlagen für einen umfassenden Grundwasserkataster" (SCHIMON et al., 1993, 1).

**Die Situation des
Grundwassers
derzeit**

Der Vollzug und die Koordinierung der Wassergüte-Erhebungsverordnung liegt in den Händen der "Gesprächsplattform Österreichischer Grundwasserkataster".

Systematische Qualitätskontrolle	Eine aufgrund dieser Verordnung durchgeführte Beprobung des Grundwassers (außerhalb von Ortsgebieten) brachte folgende Ergebnisse (TOMEK, 1993, 9f):
Bei 145 von 745 Meßstellen wurde ein Wert von 45 mg/l überschritten	Von 745 beprobten Meßstellen weisen 600 Meßstellen einen Nitratgehalt kleiner 45 mg/l, 130 Stellen zwischen 45 und 100 mg/l und 15 Stellen einen Gehalt größer 100 mg/l auf (der laut Grundwasserschwellenverordnung geltende Schwellenwert beträgt 45 mg/l). Anhand der einleitenden Ausführungen läßt sich leicht erklären, wie es zu beobachteten, großen regionalen Unterschieden kommt. So weisen die untersuchten Gebiete Westösterreichs aufgrund hoher Niederschlags- und dadurch Sickerwassermengen bei gleichzeitig tendenziell geringerer Düngerintensität und überwiegender Grünlandnutzung (d.h. guter Stickstoffausnutzung) generell geringe Nitratkonzentrationen im Grundwasser auf.
Grundwassersanierungsgebiete	Zeitlich ungünstig verteilte Niederschläge sowie tendenziell höhere Düngermengen führen dazu, daß in Gebieten wie dem <i>Marchfeld</i> , dem <i>Seewinkel</i> , dem <i>Tullner Feld</i> , der <i>Traun-Ennsplatte</i> , der <i>Welser Heide</i> sowie des <i>Leibnitzer Feldes</i> voraussichtlich im Herbst aufgrund der Wassergüteehebung Grundwassersanierungsgebiete ausgewiesen werden.
Schwellenwerte liegen z.T. unter der natürlichen Belastungsschwelle	Es wird die Ansicht vertreten, daß Konzentrationen von 25 mg NO ₃ /l auf ungünstigen Standorten im Bereich der boden- und witterungsbedingten Grundbelastung liegen (GALLER, 1993, 24), bzw. in östlichen Ackerbaustandorten ein Grenzwert von 45 mg Nitrat/l kaum erreichbar sein wird (TOMEK, 1993, 17).
"Altlasten"	Hinzu kommt, daß eine Verringerung der Schadstoffe nach Beseitigung der Ursachen nur mittelfristig zu erwarten ist, da infolge der geringen Fließgeschwindigkeit des Grundwassers mehrjährige Verzögerungen bis zum Einlangen des Nitrats an der Wasserentnahmestelle auftreten können. KINZELBACH et al. (1992) berichten, daß der Anstieg der Nitratkonzentration im Wasserwerk Karlsdorf teilweise auf die Grünlandumwandlung während der 60er und 70er Jahre im Oberlauf des Aquifers zurückzuführen ist.
N-Eintrag ins GW: 60.000 t	DISSEMOND et al. (1990, 49) haben in einer Gesamtstickstoffbilanz für Österreich einen N-Eintrag in das Grundwasser von knapp 60.000 t N/Jahr berechnet. Laut Schätzungen des Statistischen Zentralamtes (GERHOLD, 1993b) werden von der Senkung des Schwellenwertes auf 50 mg Nitrat/l im Trinkwasser rund 125.000 Einwohner betroffen sein. Die weitere Absenkung auf 30 mg Nitrat/l im Jahre 1999 wird rund 1,1 Millionen Einwohner treffen.

Dies entspricht einer Wassermenge von 107,4 mio m³. Daraus ergibt sich ein erwarteter Investitionsbedarf der Wasserwerke bis zum Jahre 1999 von rund S 2 Mrd. Diese Kosten ergeben sich durch die notwendigen Anschaffungen von Aufbereitungsanlagen bzw. aus Umgehungskosten zum Beispiel die Kosten für die Erschließung neuer Quellen. Ab dem Jahr 1999 sind mit jährlich laufenden Kosten von S 230 - 450 Mio zu rechnen. Hinzu kommen noch jährliche Ausgleichszahlungen in der Höhe von ca. S 161 Mio für den Düngeverzicht an die Landwirtschaft. Es handelt sich bei dieser Kostenaufstellung ausschließlich um erwartete Kosten. Finanzierungskosten wurden in den Berechnungen nicht berücksichtigt (GERHOLD, 1993, 638).

Der LW-bedingte Eintrag an N ins Grundwasser zu Lasten der Wasserwirtschaft - Höhe der erwarteten Kosten

Wenn für die Landwirtschaft die Grenzwerte bzw. Schwellenwerte für Nitrat im Grundwasser bzw. Trinkwasser eine Zielvorgabe darstellen, dann bieten sich folgende Lösungsansätze an:

Zielvorgaben zur Problemlösung

Es bedarf vor allem einer Veränderung der Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion, da gerade sie es sind, die verstärkt Anreize zur Intensivierung und Spezialisierungen setzen.

Anpassung der Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen müßten hin zu extensiveren Wirtschaftsformen geändert werden. Für WEINSCHENCK (zitiert bei BREUER 1993, 27) ist bei Extensivierung zu klären, "ob sie in erster Linie zur Entlastung des Marktes eingesetzt werden soll - mit verbundenen Umweltentlastungen als willkommenen, Nebeneffekt - oder primär zur Entlastung der Umwelt - mit den daraus sich ergebenden Marktentlastungen als Nebeneffekt". Aus der Sicht des Umweltschutzes ist klar, daß nur die zweite Alternative zweckmäßig ist.

Zielrichtung ist Ressourcenschutz

Ordnungsgemäße, gewässerverträgliche landwirtschaftliche Bodennutzung

Als ordnungsgemäß gilt die landwirtschaftliche Bodennutzung, wenn sie unter Einhaltung der bezug habenden Rechtsvorschriften in Berücksichtigung der Standortgegebenheiten, insbesondere betreffend Chemikalien, Pflanzenschutz- und Düngemittel, Klärschlamm, Bodenschutz und Waldbehandlung, sowie besonderer wasserrechtlicher Anordnungen erfolgt (WRG, § 23 Abs 8).

Ordnungsgemäße landwirtschaftliche Bodennutzung

"Es ist nicht auszuschließen, daß durch die beschriebenen Rechtsinstrumente und Vorgaben, auch wenn sie möglichst lückenlos angewendet werden, Grundwasserbelastungen hinreichend vermieden werden können, die insbesondere das Ziel der sicheren Trinkwasserversorgung beeinträchtigen" (OBERLEITNER, 1993 5f).

Reduktion der Grundwasserbelastung

Die derzeitigen Möglichkeiten der Einflußnahme in Richtung gewässerverträglicher Landwirtschaft bestehen nur in Zusammenhang mit Wasserschutz- und -schongebieten (§§ 34 und 35 des WRG):

Wasserschutzgebiete/Wasserschongebiete

Zum Schutz größerer Wasserversorgungsanlagen können durch Verordnung Teile des Einzugsgebietes zu Grundwasserschongebieten erklärt werden. Wasserschongebiete dienen dem Vorsorgeprinzip. Gefahren für Güte und Ergiebigkeit von Wasservorkommen sollen dadurch rechtzeitig begegnet werden.

Die Ausdehnung bzw. Neuschaffung von Wasserschutz- bzw. -schongebieten stellt in beschränktem Umfang vor allem bei Standorten "mit Gefahr im Verzug" eine zielführende Maßnahme dar, sie scheidet aber als generelle, langfristige Lösung wegen den zu hohen Kontrollkosten und zu großen Wassereinzugsgebieten aus (HOFREITHER, 1990, 42).

Die flächendeckende Erhaltung der Ressource Trinkwasser ist durch das derzeitige wasserrechtliche Instrumentarium nicht zu gewährleisten. Vorschläge zur Verbesserung dieser Situation vor allem im Hinblick auf die Finanzierung bisher unterlassener Maßnahmen aus Kostengründen finden sich bei ÖSTERREICHISCHER BAUERNBUND (1992). Konkret wird eine Orientierung an deutschen Beispielen angeregt:

In Baden-Württemberg soll ab 1993 ein Viertel der landwirtschaftlichen Fläche so bewirtschaftet werden, daß nur noch maximal 45 kg NO₃/ha/a ausgetragen werden.

Finanzierung von Maßnahmen: Coase-Ansatz

Dazu wurde - mit großem regionalem Bezug - ein umfangreiches Programm entwickelt. Die Finanzierung der Maßnahmen, bei dem erhebliche Mittel für Bodenuntersuchungen ausgegeben werden, erfolgt durch einen von den Nutzern eingehobenen "Wasserpfennig".

offene Frage: Was ist "ordnungsgemäß"

"Dem Vorsorgegrundsatz folgend müssen flächendeckende Vermeidungsstrategien zum Schutz der Gewässer entwickelt werden. Daher wird (...) die Einräumung einer Verordnungsermächtigung im § 32 WRG gefordert, mittels welcher der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft Kriterien einer gewässerverträglichen (und nicht einer ordnungsgemäßen) Land- und Forstwirtschaft festlegen kann (HEFERLE, 1993, 4f, vgl OBERLEITNER, 1993, 6).

gewässerverträgliche Landwirtschaft

Eine gewässerverträgliche Landwirtschaft bedeutet die:

- Anpassung der Bodenbearbeitung an die Gelände- und Bodenverhältnisse, standortgerechte Bodennutzungen und Fruchtfolgen,
- Vermeidung von Schwarzbrachen (über Bestimmungen der Fruchtfolgeförderung), möglichst geschlossene Vegetationsdecken unter Obst-, Wein- oder vergleichbaren Kulturen;
- Anpassung der Düngung an den aktuellen Nährstoffbedarf und dem Nährstoffvorrat im Boden (Führung von Nährstoffbilanzen);
- Verbot der Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf wassergesättigten Böden;
- Vorhaltung einer Mindestlagerkapazität für Gülle und Flüssigmist je nach örtlichen Gegebenheiten von 6-8 Monaten;

- Einarbeitung von Wirtschaftsdünger auf unbestellten Flächen unmittelbar nach Ausbringung;
- Verwendung von Sickersäften aus Siloanlagen und Festmistlagerungen sowie von Klärschlämmen oder Komposten wie Wirtschaftsdünger.

(vgl. HEFERLE, 1993, 5, TOMEK, 1993, 11, UBA, 1988, 194f und SCHIMA, 1993).

3.1.1.4. Maßnahmen zur Emissionssenkung und Stoffverringering

3.1.1.4.1. Maßnahmen auf lokaler Ebene

Verbesserung des Düngereinsatzes

"Die subjektive Wahrnehmung ökologischer Schäden und Kenntnisse über mögliche Vermeidungsmaßnahmen sind wesentliche Voraussetzungen für die Vermeidung von Umweltbelastungen. Ein guter Wissensstand erhöht die Akzeptanz für umweltpolitische Maßnahmen und hat selbst Instrumentalfunktion" (NICKLIS, 1991, 216).

Die Wahrnehmung eigenen umweltschädigenden Verhaltens ist gering ausgeprägt

SCHNEIDER (1990, 155) schätzt, daß in Österreich nur ein Drittel bis zur Hälfte aller landwirtschaftlichen Flächen gezielt gedüngt werden. Das von den Landwirtschaftskammern angebotene Bodenuntersuchungsprogramm wird nur von einem Viertel der Betriebe genutzt.

Gezielte Düngung: wenig verbreitet

Ein forcierter Auf- und Ausbau neutraler Düngungsberatungstellen auf lokaler bzw. regionaler Ebene und entsprechende Anreize zu deren effektiven Inanspruchnahme sind dringend erforderlich. Die bereits bestehenden Stellen der Landwirtschaftskammern erscheinen als die geeignetste Ausgangsbasis. Konkret sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden (vgl. HOFREITHER 1990, 45):

Regionale Düngeberatungsstellen

Erfassung der freiwillig an einer Optimierung des Düngemitelesatzes interessierten Landwirte in Form geeigneter Interessengemeinschaften (ähnlich den "Arbeitskreisen Ackerbau und Wasser" in der BRD).

Verringern durch Optimieren: Investment in Humankapital

Neben der gezielten Düngemittelberatung für betriebsintern gewählte Fruchtfolgen könnten auf Grundlage der Ackerschlaginformation auch Fruchtfolgevorschläge unter Einbeziehung von speziellen Zwischenfrüchten zur weiteren Einsparung extern zugeführter Düngemittel angeboten werden.

Ackerschlagdatei

Auch der mögliche Lösungsansatz einer Einführung handelbarer Lizenzen oder anderer umweltökonomischer Instrumente müßte zumindest in Problemregionen auf seine Umzusetzen hin überprüft werden. Ein lokaler Versuch zur Einführung von Güllebanken, als Ausgleichsinstrument für den Wirtschaftsdüngeranfall, ist in Angriff zu nehmen.

Emissionslizenzen

**Kombination
verschiedener
Maßnahmen**

Erfahrungen von Beratungsprojekten mit dem Ziel der Verringerung des Nitrataustrages in der Steiermark (Leibnitz) zeigen, daß in Kombination mit Entschädigungs- und Förderungsprogrammen eine Reduzierung der gemessenen Nitratwerte in diesem Gebiet erzielt werden konnte. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen Versuche in der Schweiz, bei denen vereinzelt Verbesserungen auftraten.

"First-best"-Lösungsansätze setzen am Punkt der Emission an, da ihre Kontrolle jedoch schwierig (bzw. mit hohem Kostenaufwand verbunden) ist, werden daher "second-best"-Lösungen angestrebt, indem sich die Abgabe an der Höhe der eingesetzten Menge orientiert.

**Wahl der Instru-
mente: die ein-
fachsten müssen
nicht die besten
sein**

In Österreich wird Stickstoff aus mineralischen Düngern besteuert, und zwar ganz einfach nach dem N-Gehalt. Die Einnahmen dieser Besteuerung fließen in erster Linie in die Überschußverwertung. International werden ähnliche Instrumente, allerdings mit anderen Begleitmaßnahmen diskutiert:

Handelsdünger

Ausgangspunkt der Überlegungen ist die bestehende Bodenschutzabgabe, die eine Düngerbesteuerung darstellt und auf Grund ihrer geänderter Zielsetzung modifiziert werden müßte (vgl., PFINGSTNER, 1985, 1987 und HOFREITHER 1990).

**Einnahmen aus
Besteuerungen
sind zweckent-
sprechend
einzusetzen**

HOFREITHER (1990) schlägt ein Modell ähnlich dem des SRU vor: Analog zur derzeitigen Bodenschutzabgabe wird eine nicht nach der Verwendungsform differenzierte Abgabe auf Handelsdünger erhoben. Die Höhe der Abgabe soll sich einerseits an der angestrebten Wirkungsintensität und zum anderen an der konkreten Ausgestaltung der zurückzuführenden Mittel orientieren.

Die Einnahmen aus dieser Abgabe werden teils für den Ausbau des Düngerinformationssystems verwendet, fließen aber zum größten Teil an die Landwirte zurück.

Die Möglichkeiten der Rückzahlungsformen sind vielfältig.

**Arten des
Mittlerückflusses**

- Je höher die Stickstoffabgabe angesetzt wird, umso stärker dürfte der Druck einer regionalen und/oder betriebsspartenbezogenen Differenzierung der Flächenprämie werden. Auch die Berücksichtigung der Viehbesatzdichte ist unumgänglich.
- Neben Flächenprämien sind aber auch alternative Ansätze vorstellbar, so zum Beispiel eine Streichung anderer Belastungen, wie die teilweise Finanzierung der bäuerlichen Sozialversicherung oder sonstiger landwirtschaftlicher Steuern, wobei die Durchführbarkeit bzw. die Verteilungswirkung einer solchen Vorgangsweise zu prüfen wären (SCHNEIDER, 1990, 188).

Grundsätzlich gilt dabei: Je weniger die Rückzahlung mit dem tatsächlichen Einsatzbedingungen des Stickstoffdüngers zusammenhängt,

- umso stärker fällt die effektive Verteuerung des zugekauften N-Mineraldüngers aus,
- umso rationeller wird dessen Einsatz geplant und
- umso interessanter wird dadurch der zwischenbetriebliche Gülletransfer.

Eine weitere Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes kann nur durch eine erhebliche Erhöhung des Stickstoffdüngerpreises erreicht werden. Das Einkommen der Landwirte würde je nach Produkt durch eine Erhöhung der Abgabe schwer belastet (-15 %), würde eine N-Abgabe von rund 100 % eingehoben. Diese Preiserhöhung hätte zur Folge, daß der Weizenertrag um 1,2 dt und das Einkommen um ca. S 210,-- /ha sänke (PFINGSTNER, 1986, 75)⁴³.

Alle hier vorgestellten Modelle beinhalten eine Rückführung der Mittel über Ausgleichszahlungen bzw. Ausgabenerleichterungen, wodurch die Akzeptanz einer Abgabenerhöhung bei den Landwirten verbessert werden könnte.

Innerhalb der "Gemeinsamen Agrarpolitik der EG" existiert keine der Bodenschutzabgabe vergleichbare Inputbesteuerung nach dem PPP. Die Einführung einer solchen Abgabe steht auch nicht zur Diskussion. "Bleibt es dabei, wäre im Fall einer Teilnahme Österreichs am europäischen Binnenmarkt und einer Übernahme der Gemeinsamen Agrarpolitik die Bodenschutzabgabe schwer zu halten" (SCHNEIDER, 1990, 186).

Wirtschaftsdünger

Neben einer Erhöhung der Düngemittelabgabe wird fallweise vorgeschlagen, eine Abgabe auf Wirtschaftsdünger einzuführen. Das INSTITUT FÜR WIRTSCHAFT UND UMWELT (1989) begründet einen diesbezüglichen Vorschlag damit, daß Handelsdünger nicht einseitig belastet werden sollten und der unkontrollierte Einsatz von Gülle oft Boden und Grundwasser belastet (zitiert in SCHNEIDER, 1990). Die Hälfte aller durch die Landwirtschaft ausgebrachten Nährstoffe stammt aus Wirtschaftsdünger bzw. Ernterückständen.

Anreize zu ökonomischem und ökologischem Verhalten

Geringe Preiselastizität von N-Düngern

Akzeptanzerhöhung durch Einkommenstransfer

Keine N-Inputbesteuerung in der EG

Vorschlag zur Reduktion der Belastung durch Wirtschaftsdünger

⁴³ Über die Reaktion der Nachfrage bei Preisänderungen des Handelsdüngers gibt es nur unzureichende Schätzungen. Allgemein wird von einer Preiselastizität von etwa -0,1 bis -0,2 ausgegangen (KLING/STEINHAUSER 1986 und DUBGAARD 1991). SCHNEEBERGER (1990, 109) hat eine Preiselastizität für Stickstoff bei Körnermais von -0,35 und bei Mahlweizen von -0,15 errechnet. Daraus läßt sich ableiten, daß erst bei sehr deutlicher Erhöhung der Steuer mit großen Mengenabnahmen zu rechnen ist.

Belastung vor allem durch Lagerung und Ausbringung

Zu einer ökologischen Belastung werden Wirtschaftsdünger, wenn sie unsachgemäß gelagert bzw. ausgebracht und in zu hohen Mengen je Flächeneinheit eingesetzt werden. Eine Abgabe auf Wirtschaftsdünger bietet nur indirekt Anreize, diesen sachgerecht zu lagern bzw. auszubringen und ist daher als ökologisches Steuerungsmittel kaum geeignet.

Entscheidend ist die gesamte Stickstoffmenge

Als zielführender ist die Einführung einer Abgabe auf die gesamte Düngermenge zu betrachten, die die natürliche Aufnahmefähigkeit der verfügbaren Fläche übersteigt und dadurch eine Gefahr für die Umwelt darstellt (SCHNEIDER, 1990, 1). Diese Form entspricht auch dem Verursacherprinzip (eine solche Form existiert in den Niederlanden). International verbreiteter ist in diesem Bereich die Auflagenpolitik. In den meisten europäischen Ländern ist die Menge und der Zeitraum der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, hier vor allem von Gülle, beschränkt.

"Die Bindung der Nutztierhaltung an die landwirtschaftliche Fläche des Betriebes und Obergrenzen für den Einsatz von Wirtschaftsdüngern, ergänzt um Auflagen und Beschränkungen in der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, ist ein überlegenswerter Weg, um ökologischen Gefahren der intensiven Tierhaltung und der Verwertung von Wirtschaftsdüngern effizient zu begegnen" (SCHNEIDER, 1990, 192).

Ziel: 2,5 RGVE/ha

Im Problem- und Zielkatalog für ein Österreichisches Bodenschutzkonzept wird eine flächenbezogener Tierbesatz von 2,5 RGVE gefordert (UBA, 1988, 114). In Inhaltsstoffe umgerechnet bedeutet die Ausscheidung von 2,5 Rinder-GVE:

- N (total): 175 kg/ha/a
- P₂O₅: 75 kg/ha/a
- K₂O : 250 kg/ha/a

3.1.1.4.2. Maßnahmen auf internationaler Ebene

Bodenschutz-abgabe und EG-Beitritt

Der Wegfall der Düngeabgabe durch einem EG-Beitritt kann den Stickstoffdüngereinsatz aufgrund der Verbilligung erhöhen. Modellberechnungen (BREUER, 1993) lassen diese Annahme besonders in den viehlosen Marktfruchtbetrieben erwarten. Die tatsächlichen Auswirkungen sind erst durch empirische Studien zu erheben. Innerhalb der EG wird trotz Agrarreform mit regional hohen Belastungen gerechnet (SCHEELE, 1993), denen regionale Maßnahmen entgegenzusetzen sind.

Maßnahmen im Rahmen des EWR

Im Rahmen des EWR ist geplant, die EG-Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat (91/676 EWG) aufzunehmen. In diesem Zusammenhang sind "best management practices" (BMP's) zu definieren. Es wird vorgeschlagen, diese Schritte in Abstimmung mit den übrigen EWG-Vertragspartnern in Angriff zu nehmen und entsprechende Aktionsprogramme umzusetzen (zur Ausformung innerhalb der EG vgl. TOMEK, 1993, 16 und ZEKRI/HERRUZO, 1993, 2). In diesem Rahmen sind auch die Bemüh-

ungen der Arbeitsgruppe "Gute fachliche Praxis" voranzutreiben (vgl. SCHIMA, 1993).

Internationale Koordination ist erforderlich, falls in einem Policy-Mix sowohl die Wirtschaftsdüngermenge an die Tragfähigkeit des Bodens angepaßt wird, als auch umweltökonomische Maßnahmen zur Verringerung der Mineraldünger eingesetzt werden (vgl. SCHEELE et al., 1993).

Da - wie die Ausführungen im Bereich Luft gezeigt haben - Stickstoff eine internationale Dimension aufweist, wird angeregt internationale Regelungen zu initiieren, dieses Problem auch im Zusammenhang mit den NO_x -Emissionen anderer Emittenten zu lösen.

Globale Relevanz durch gasförmige Phasen

3.1.2. Andere Dünger

Handelsdüngemittel unterliegen dem Düngemittelgesetz. Um in Verkehr gebracht werden zu können, sind maximal zulässige Schwermetallgehalte einzuhalten.

Schwermetall-belastete Dünger dürfen nicht in Verkehr gebracht werden

Abgesehen von den stickstoffhaltigen Düngern sind Chloridverbindungen in Kalidünger und Phosphor von Umweltrelevanz. Das Chlorid der Kali-Salze ist hochmobil und damit auswaschungsgefährdet. Über den quantitativen Anteil der Landwirtschaft an der Chloridbelastung des Grundwassers in Österreich liegen keine Untersuchungen vor.

Phosphor ist ähnlich immobil wie Kalium, sobald es im Boden gebunden ist. Die Auswaschung von Phosphor ist praktisch zu vernachlässigen. Der umweltrelevante Eintrag von Phosphor erfolgt über drei Wege, vor allem im Hinblick auf Gewässer, da diese in der Regel phosphorlimitiert sind:

Chlorid aus Kali-Düngern sowie Phosphate belasten Gewässer

- Ausbringung von staubförmigen Phosphaten und Austrag durch Verwehungen;
- Düngung bis zur Gewässerkante und damit direkter Eintrag in Gewässer;
- Haftung an Bodenpartikeln und damit Verfrachtung durch Wind- und Wassererosion.

Maßnahmen

Aufklärung unter den Landwirten, zur Bewußtmachung der potentiellen Gefahr für die Gewässer (vgl. auch SCHIMA, 1993):

- Vermeiden der Ausbringung von staubförmigem Phosphatdünger in Gewässernähe, Unterlassen der Ausbringung bei "Windverhältnissen" und umgehende Einarbeitung;
- Schutzzonen von zehn Metern entlang von Gewässern.

Erosionsschutzmaßnahmen:

- Vermeidung von Schwarzbrache;
- besondere Maßnahmen bei erosionsgefährdeten Kulturen (Zeilen in der Schichtenlinie, Einsaat von Erosionsschutzstreifen);
- Anlegen von Windschutzhecken.

3.2. Pflanzenschutzmittel

3.2.1. Die Rolle chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel im Pflanzenschutz

**Kultivierung
erfordert
Eingriff in den
Naturhaushalt**

Die Landwirtschaft greift in bestehende Ökosysteme mit dem Ziel ein, nachhaltig natürliche Stoffkreisläufe umzulenken. Zur Gewährleistung eines auf dauernde Biomasseabfuhr zielenden Systems sind ständig Eingriffe nötig, ein labiles Fließgleichgewicht aufrechtzuerhalten.

**beteiligte
Systemfaktoren**

Ausgehend vom Nutzungsinteresse werden biotische Faktoren in die Kategorien schädlich, nützlich, indifferent und lästig eingeordnet. Da die Landwirtschaft im Freiland operiert, ist eine Vielzahl der abiotischen Systemfaktoren nicht durch den Menschen steuerbar. Allein aus unterschiedlichen Niederschlags- oder Temperaturverläufen gehen Wirkungen auf die Lebensbedingungen von Pilzen und Insekten aus. Ihr Auftreten und ihre Vermehrungsrate zu kontrollieren, wird durch Maßnahmen des Pflanzenschutzes ermöglicht.

**Bewirtschaftung
selbst verursacht
Probleme**

Störungen des empfindlichen Gleichgewichtes mit nachteiligen Effekten für die Landwirtschaft selber werden schon allein durch den Umstand der Bewirtschaftung verursacht (vgl. N. N., 1991):

ÜBERSICHT: Wirkungszusammenhang zwischen Bewirtschaftung und Pflanzenschutz:

Mensch als Verursacher

Folgen

Ackerung, Umbruch
Anlage von Feldern
Fehlender Fruchtwechsel
(Selektions-) Züchtung

Unkräuter (Lichtkeimer)
Schädlinge finden "gedeckten Tisch"
Nematoden und Auflaufkrankheiten
Kulturpflanzen sind anfälliger als
Wildpflanzen

Düngung

Pflanzen bleiben länger grün, werden
dadurch länger Schädlingen ausgesetzt

Mechanisierung

Verschleppung von Schadorganismen

**Pflanzenschutz
im Hinblick auf
Ertrags- und
Qualitätsziele**

Die Aufgabe des Pflanzenschutzes liegt nun einerseits darin, ein bestimmtes quantitatives Ertragsziel durch Verhinderung von Schädigung zu erreichen, aber auch Qualitätsminderungen zu verhindern: Schäden der äußeren Qualität sind beispielsweise Schalenfehler, Blattflecken, Fraßgänge oder Fäulnis. Innere Qualitätsmerkmale betreffen den Gehalt an Toxinen (Alkaloide, Aflatoxine), aber auch Back- und Braueigenschaften. Diese Anforderungen stehen prinzipiell nicht im Widerspruch zu umweltschonender Produktion: "Ergebnisse von laufenden Forschungsprojekten zeigen, daß - abgesehen von Extremformen - umweltschonende Produktionstechniken die Qualität des Erntegutes generell nicht negativ beeinflussen" (BRÖNNIMANN, 1992). Dennoch lassen sich einige Qualitätsziele (v. a. in bezug auf Schalenfehler, Fraßgänge etc.) nur über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in wirtschaftlich vertretbarem Rahmen erreichen (vgl. zum Zusammenhang zwischen Qualitätsbe-

stimmungen und Pflanzenschutzmittelaufwand PIMENTEL et al. 1993a).

Die Methoden des Pflanzenschutzes umfassen neben chemischen Maßnahmen auch kulturtechnische (geeignete Sortenwahl, Fruchtfolge, Kronen- und Reberziehung), mechanisch-physikalische (Jäten, Striegeln etc.), biologische (Einsatz von nützlichen Organismen) und biotechnische (Repellentien, Hormone, Pheromone usw.) Maßnahmen sowie die phytosanitäre Kontrolle..

Methoden des Pflanzenschutzes

Pflanzenschädlinge stammen aus allen Bereichen der belebten Natur: Viren, Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere. Dementsprechend komplex stellt sich der Pflanzenschutz dar - und gerade wegen der großen Komplexität und des großen Risikos eines beträchtlichen Ertragsausfalles weist der chemische Pflanzenschutz bedeutende Vorzüge gegenüber anderen Maßnahmen auf:

Gliederung der Schädlinge

- relativ einfache und effiziente Anwendung;
- weitgehend rasche und zuverlässige Wirkung;
- gute Distributions- und Handhabungseigenschaften;
- Preiswürdigkeit.

Vorteile des chemischen Pflanzenschutzes

Diesen Vorteilen stehen - zum Teil als gravierend erachtete - mögliche Nachteile gegenüber:

- unerwünschte Nebenwirkungen: Giftwirkung nicht nur gegenüber Schädlingen, Beeinträchtigung von Futter- und Nahrungsmittel, Rückstände und Verunreinigungen von Luft und Wasser;
- Kompensationskrankheiten oder Schädlinge;
- Resistenzerscheinungen von Schadorganismen;
- Nachbauprobleme, d.h. Schädigung von Folgekulturen;

Nachteile des chemischen Pflanzenschutzes

Aufgerüttelt durch die Aufdeckung von katastrophalen Umweltwirkungen von Pestiziden seit Ende der fünfziger Jahre (vgl. CARSON, 1961, zahlreiche Beispiele bei BRIGGS/COURTNEY, 1989 und CONWAY/PRETTY, 1991) wurde, vor allem von den USA ausgehend, das Konzept des Integrierten Pflanzenschutzes entwickelt:

Integrierter Pflanzenschutz, Definitionen:

"Unter integriertem Pflanzenschutz versteht man ein Verfahren, bei dem *alle ökologisch, ökonomisch und toxikologisch* vertretbaren Methoden verwendet werden, um Schadorganismen unter der *Schadensschwelle* zu halten, wobei die Ausnützung natürlicher *Begrenzungsfaktoren* im Vordergrund steht" (FAO-Definition, zit. n. N. N., 1991).

FAO

Die Begrenzungsfaktoren betreffen die Wahl geeigneter Standorte und Sorten sowie die Schonung bzw. Förderungen natürlicher Antagonisten von Schädlingen (vgl. Konzept der "Nutzensschwellen" bei FREIER, 1993).

Das geltende Pflanzenschutzmittelgesetz (PMG BGBl 476/1990, § 1 (6)) nimmt folgende Begriffsbestimmung vor: "Integrierter Pflanzenschutz" ist eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwen-

Pflanzenschutzmittelgesetz

dung chemischer Pflanzenschutzmittel auf ein notwendiges Maß beschränkt wird."

Der Begriff Schadensschwelle

Der in der FAO-Definition verwendete Begriff "Schadensschwelle" bleibt insofern unbestimmt, da der Schaden nicht näher definiert wird. Der für den Anwender - unter Einhaltung der Anwendungsvorschriften - relevante Parameter ist die "wirtschaftliche Schadensschwelle". Sie "gibt die Befallsstärke an, die gerade noch zu tolerieren ist. Von einem Überschreiten der Schwelle kann erst gesprochen werden, wenn die Schäden höhere Geldverluste verursachen, als die Unterdrückung der betreffenden Schadorganismen kostet" (BMLF, o. J., 9, zum Begriff "Schadenschwelle" vgl. auch BURGHAU-SE, 1985 und GOLDHAMMER/KLOEPFER, o.J.).

Der Begriff "wirtschaftliche Schadensschwelle"

Für den Landwirt stellt die Bestimmung der wirtschaftlichen Schadensschwellen ein enormes betriebswirtschaftliches Optimierungsproblem dar, das Entscheidung unter extremer Unsicherheit erfordert:

- Die Klimabedingungen, häufig hauptverantwortlich für Schädigungsdruck, sind ex ante nicht bestimmbar.
- Erlöse zahlreicher Ernteprodukte (v. a. Obst, Wein) unterliegen kaum abschätzbaren Schwankungen.
- nicht vorhersehbare Langzeiteffekte, wie etwa Resistenzerscheinungen durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Die exakte Bestimmung der wirtschaftlichen Schadensschwelle ist praktisch unmöglich

Die Unvorhersehbarkeit von Klimabedingungen und der Populationsdynamik von Nützlingen und Schädlingen führt häufig dazu - erst ex post feststellbar - sie unnötigerweise auszubringen. Die umfangreiche Literatur zur effizienten Erkennung von wirtschaftlichen Schadensschwellen und die Einrichtung von Warndiensten soll dies verhindern helfen (vgl. BMLF, o. J., BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1993 und LANDESKAMMER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT IN DER STEIERMARK). Unter kritischer Würdigung der Schwierigkeiten, die sich im Zusammenhang mit der Festsetzung von Schwellenwerten für tierische Schädlinge im Integrierten Pflanzenschutz ergeben, kommt LAUENSTEIN (1992, 349) allerdings zum Schluß, "die bisherige Praxis der Angabe von Schwellenwerten kritisch zu überdenken". Ein weitgehendes Verfehlen der Ziele des Integrierten Pflanzenschutzes wird von mehreren Autoren moniert (vgl. WCED, 1987, SCHÜLER, 1990 und POMMER, 1990).

3.2.2. Gesetzliche Regelungen

Das Pflanzenschutzgesetz

Im Pflanzenschutzgesetz des Bundes (BGBl 124/1948) werden die Länder aufgefordert, ihrerseits Landespflanzenschutzgesetze zu erlassen. Aufgrund dieser ist jedermann verpflichtet, seine Grundstücke frei von gefährlichen Pflanzenkrankheiten und Schädlingen zu halten, sofern dies nicht mit unverhältnismäßigen Kosten verbunden ist. Im Rahmen von Verordnungen wird beispielsweise die Baumschulkontrolle und die Kartoffelkäferbekämpfung geregelt.

In den Pflanzenschutzbestimmungen einzelner Länder (Wien, Salzburg, Oberösterreich) sind nun auch Bestimmungen über Aufzeichnungspflichten der Anwender und Überprüfungen von Pflanzenschutzgeräten aufgenommen. Eine österreichweite Regelung über Typengenehmigungen von Pflanzenschutzmittelgeräten ist zurzeit im Entstehen, ein "Pflanzenschutzmittelgerätegesetz" (Arbeitstitel) wird voraussichtlich 1994 beschlossen werden. Darin werden die Länder aufgefordert werden, ihrerseits Bestimmungen zu erlassen, die eine laufende Kontrolle von in Verkehr gebrachten Geräten vorschreiben (dies ist zurzeit nur in Salzburg der Fall).

**Pflanzenschutz-
gesetze auf
Länderebene**

Das Pflanzenschutzmittelgesetz (BGBl 476/1990) regelt mit seinen Verordnungen die amtliche Registrierung und Zulassung und Inverkehrbringung von chemischen und nicht-chemischen Pflanzenschutzmitteln. Mit Ausnahme von Dünger (unterliegt Düngemittelgesetz), Wasser oder Bodenteilen unterliegen auch alle anderen Behandlungsmittel (wie Wachstumsregulatoren) sowie Hilfsstoffe (z. B. Paraffine) diesem Gesetz. Im Zuge der Zulassung ist "eine umfassende Beurteilung der physikalischen, chemischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften (...) und eine umfassende toxikologische und ökotoxikologische Beurteilung" nötig, wodurch sich die "Auswirkungen auf Menschen und Umwelt abschätzen lassen" (§ 8 (3) 2.). Eine Zulassung erfolgt, wenn das Pflanzenschutzmittel unter sachgerechter Anwendung neben anderen Kriterien "zu keinen unvermeidbaren Beeinträchtigungen der Umwelt führen kann" (siehe Näheres bei FILA, 1992 und NOLTING, 1992). Das sehr restriktive Zulassungsregime (z.B. werden nun auch die Begleit- und Füllstoffe einer Prüfung unterzogen) und der kleine heimische Markt führen dazu, daß derzeit nur sehr wenige Anträge auf Zulassung gestellt werden: 1993 wurden bloß drei neue Präparate zugelassen (LENTSCH, 1993).

**Pflanzenschutz-
mittelgesetz
regelt Zulassung
und Inverkehr-
setzung**

Durch die Pflanzenschutzmittelverbotsverordnung (BGBl 97/1992) wurden 84 Wirkstoffe verboten und vier in ihrer Anwendung deutlich eingeschränkt. Zurzeit (Stand Sept. 1993) sind ca. 270 bis 280 Wirkstoffe in Österreich in einer nicht näher bestimmbarer Zahl von Formulierungen zugelassen (LENTSCH, 1993).

**Pflanzenschutz-
mittelverbots-
verordnung**

Das Chemikaliengesetz regelt den Umgang (Abgabe, Handel, Aufbewahrung usw.) von gefährlichen Chemikalien. Manche Bestimmungen dieses Gesetzes gelten auch für Pflanzenschutzmittel, ihre Inverkehrbringung und Kennzeichnung sowie die Beseitigung von Reststoffen unterliegt daher der Chemikalien- und Giftverordnung.

**Chemikalien-
gesetz**

Das Wasserrechtsgesetz, Arzneimittelgesetz und Lebensmittelgesetz schreiben die Festlegung und Kontrolle von Schwellen-, Richt- und Grenzwerten für Pflanzenschutzmittel vor (zu Rückstandsuntersuchungen in Lebensmitteln vgl. GERHOLD, 1990, 458ff). Zu diesem Zweck wurden die Schädlingsbekämpfungsmittel-Höchstwertverordnung, die Trinkwasser-Pestizidverordnung [hier werden 43 Wirkstoffgruppen genannt] und die Grundwasserschwellenverordnung erlassen. Die maximal zugelassene Konzentration im

**Andere Gesetze
und Ver-
ordnungen**

wasser beträgt im allgemeinen 0,1 ppb. Dieser Grenzwert, der nicht primär toxikologischen Erwägungen, sondern dem Vorsorgeprinzip Rechnung trägt, entspricht gültigen EG-Regelungen. Analog zu den Entwicklungen in der EG wurde die Trinkwasser-Ausnahmeverordnung erlassen (BGBl 384/1993), die Landeshauptmänner ermächtigt, auf Antrag von Wasserversorgungsunternehmen die Anwendung der Grenzwerte der Trinkwasser-Pestizidverordnung auszusetzen "sofern die ortsübliche Trinkwasserversorgung nicht anders sichergestellt werden kann" (§3).

Qualitätsbestimmungen

In den Qualitätsklassenverordnungen pflanzliche Lebensmittel betreffend, wird regelmäßig darauf hingewiesen, daß Früchte frei von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen sein müssen.

Bienenzuchtgesetze und Naturschutzgesetze der Länder sind die Grundlage von weiteren Anwendungsbeschränkungen.

3.2.3. Umgang mit Pflanzenschutzmitteln und Information

Information seitens der Bundesanstalt für Pflanzenschutz

Die Bundesanstalt für Pflanzenschutz veröffentlicht regelmäßig das amtliche Pflanzenschutzmittelverzeichnis, in dem die zugelassenen Pflanzenschutzmittel und auch amtlich geprüfte Pflanzenschutzgeräte verzeichnet sind. Darüber hinaus werden auch entsprechend der Versuchstätigkeit Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit sowie für die Unkrautbekämpfung veröffentlicht (vgl. BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHEUTZ, 1993 und NEURURER et al. 1993).

"Gute landwirtschaftliche Praxis" nicht näher definiert

Diese Veröffentlichungen dienen der Orientierung der Landwirte, die damit einer von wirtschaftlichen Interessen unbelasteten Aufklärung vertrauen können. Die Informationen definieren die Aufwandsmenge jedes Präparates, die Schadfaktoren bzw. Zweckbestimmung, die Kultur bzw. das Anwendungsgebiet und fallweise Wartefristen (die Zeitspanne zwischen Anwendung eines Mittels und der Ernte der behandelten Kultur). Warnhinweise (S-Sätze) und die Einstufung nach Risikosätzen ergänzen die Charakterisierung jedes Pflanzenschutzmittels.

Information seitens der LWK

Bei den Landeslandwirtschaftskammern sind Pflanzenschutzdienststellen eingerichtet, die der Information und der Koordination von Warndiensten dienen. Dieser Beratungsdienst, der durch Radio- und Telefonberatungseinrichtungen ergänzt wird, verfolgt das Ziel, den Landwirt über die richtigen Bekämpfungstermine zu unterrichten und zu erreichen, daß mit einem Mindestaufwand an Pflanzenschutzmitteln der bestmögliche Erfolg erzielt wird. Seitens des BMLF werden 1993 EDV-gestützte Informationssysteme mit dezentraler Datenerfassung auf regionaler Ebene und zentraler Verarbeitung unterstützt, wodurch die Effizienz der Warndienste deutlich gesteigert werden kann.

Warndienste im Obst, Wein, Raps und neuerlich auch im Getreidebau

Neben den schon länger existierenden Warndiensten im Obst- und Weinbau (Bauern werden beispielsweise im Burgenland und der Steiermark brieflich informiert) etablierten sich in der letzten Zeit

auch vermehrte Initiativen im Getreide- und Rapsanbau. Die guten Erfahrungen (vgl. KÖPPL, 1992, 21 und APPEL, 1992, 16) lassen eine Verstärkung dieser Aktivitäten erwarten.

Eine Abschätzung der Zahl der Landwirte, die nach den Richtlinien des Integrierten Pflanzenschutzes vorgehen, ist sehr schwierig. SZITH (1993) schätzt, daß es sich um etwa zwei Drittel der Bauern im Obstbau und etwa der Hälfte der Weinbauern handelt. Dies verwundert nicht, da Obst und Wein Dauerkulturen sind und ein wesentlicher Teil der sommerlichen Pflegemaßnahmen den Pflanzenschutz betrifft. Es ist allerdings feststellbar, daß unabhängiges Beratungspersonal zunehmend knapper wird und Bauern verstärkt auf Informationen von Pflanzenschutzmittelfirmen angewiesen sind. Eine weitere Durchsetzung der "integrierten Produktion" (mit zahlreichen Beispielen von biologischen Pflanzenschutzmaßnahmen) ist im Rahmen der Markenentwicklung im "kontrollierten naturnahen Anbau" (KNA) zu erwarten⁴⁴. Die österreichische Genossenschaft des landwirtschaftlichen Erwerbsgartenbaus, Wien, züchtet und vermehrt natürliche Feinde von Schädlingen, die vornehmlich in Glashäusern im Rahmen der integrierten Produktion eingesetzt werden.

An der ordnungsgemäßen praktischen Umsetzung von Schutzbestimmungen betreffend Dosierung und sachgemäßer Anwendung von Pflanzenschutzmitteln durch die Landwirte und Gärtner äußert MAURER (1991, 258) Zweifel, FILA (1993b) und TATARUCH (1993) berichten von fallweisen mißbräuchlichen Anwendungen.

**Offenkundige
Schäden nur
durch miß-
bräuchliche An-
wendung**

3.2.4. Charakterisierung der Pflanzenschutzmittel im Hinblick auf ihre Umweltwirkung

Pflanzenschutzmittel sind hochwirksame Stoffe. Sie sind daher auch aktiv in jedem Teil der Umwelt, in dem sie auftreten (zur näheren Charakterisierung von Pflanzenschutzmitteln, auch in ökotoxischer Hinsicht, vgl. WITTE, 1988 und SINE, 1992). Obwohl durch die neuen Mittel und verbesserte Ausbringungstechniken die Wirkstoffe sehr genau plaziert werden können, wird das Ziel nicht immer erreicht.

Durch Abtrieb, Ab- und Auswaschungen gelangen Wirkstoffe ins Ökosystem. Unvermeidlich daher, daß Vögel, Säuger und alle Lebewesen, die sich am selben Ort aufhalten, mit ihnen unmittelbar in Kontakt kommen. Über die Nahrungskette kommt es zu einer indirekten Beeinflussung. Die Bewertung dieser Vorgänge im Zuge der Zulassung ist daher ein Abwägen der verschiedensten Risiken (vgl. SOMMERVILLE/WALKER, 1990). Eine unübersehbare Literatur beschäftigt sich mit den hochkomplexen Vorgängen und zahlreichen

**Verlustquellen:
Abtrieb, Ab- und
Auswaschung**

⁴⁴ Der Begriff "kontrolliert naturnaher Anbau" weckt allerdings beim Konsumenten Assoziationen von "biologischem Anbau", es werden daher von Seiten der Verbände des biologischen Landbaues rechtliche Schritte nach dem Wettbewerbsrecht überlegt (MAURER, 1993).

Wechselwirkungen von Pflanzenschutzmitteln mit der belebten Natur in Boden, Luft und Wasser und den fallweisen abträglichen Wirkungen auf Kulturpflanzen und weist immer wieder auf die Notwendigkeit weiterer Grundlagenforschung hin (vgl. z. B. FÜHR et al., 1985, MAAS, 1987, KJOLHOLT, 1990, SCHEUNERT/KORTE, o. J., DIERCKS, 1984, KRUEGER/BRINK, 1988, PLIMMER, 1992, HALDER, 1985 und BASEDOW, 1985).

3.2.5. Umwelteffekte und Probleme von Pflanzenschutzmitteln in Österreich

**Umweltrelevante
Information in
Österreich unzu-
reichend**

Da Pflanzenschutzmittel vorwiegend im Freiland großflächig ausgebracht werden, ergeben sich technisch und organisatorisch bedingt zahlreiche Quellen von Fehlapplikationen. Umweltrelevante Informationen, die über die Bienen- und Fischgefährlichkeit hinausgehen (vgl. SINE, 1992, Anhang E) sind für den Anwender von Pflanzenschutzmitteln nur sehr schwer zugänglich. So ist ein Landwirt, der die Wahl über den Einsatz verschiedener Mittel für einen Zweck hat, kaum in der Lage abzuschätzen, welches Mittel bei seinem Boden mehr oder weniger auswaschungsgefährdet ist bzw. für Vögel mehr oder weniger toxisch ist.

Luft

**Sprühen und
Spritzen sowie
die Verdunstung
bedingen hohe
Verluste**

Der überwiegende Anteil der Mittel wird gespritzt oder gesprüht. Nur ein vergleichsweise geringer Teil wird abgestrichen oder gestreut. Da beim Spritzen und Sprühen die Luft als Transportmedium eingesetzt wird, resultieren die Verdunstung und Abtrift als bedeutende Quellen für Verluste. Um die Gefahr der Abtrift zu vermindern, sind Richtwerte einzuhalten, die den Zeitpunkt, die maximale Fahrtgeschwindigkeit, noch zulässige Windgeschwindigkeit und technische Eigenschaften der Pflanzenschutzgeräte betreffen. Da bestimmte Pflanzenschutzmittel (z.B. Wuchsstoffherbizide) benachbarte Kulturen (z.B. Wein) stark schädigen können, liegt es im Interesse des Landwirtes, bei der Ausbringung sorgfältig umzugehen und die entsprechenden Empfehlungen einzuhalten.

**Bis zu 90 % des
Wirkstoffes ge-
hen verloren**

Untersuchungen neueren Datums verweisen auf die leichte Flüchtigkeit verschiedener Wirksubstanzen bei praxisüblichen Ausbringungstechniken und unter üblichen Anwendungsbedingungen. Freilandmessungen, von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz durchgeführt, ergeben ein klares Bild über potentielle Wirkstofffreisetzungen an die Luft⁴⁵:

45

Diese Untersuchungen ergaben, daß "innerhalb von 24 Stunden nach der Applikation Wirkstoffverluste bis zu 89% Mevinphos, 54% Lindan, 46% Atrazin, 87% Pendimethalin, ca. 90% Pirimicarb und Dimethoat, 53% Monolinuron und 32% Linuron auftraten. Während Schäden im Freiland durch die Verdunstung von Wirkstoffen in der Praxis in einzelnen Fällen nach der Anwendung von Allylalkohol als Bodendesinfektionsmittel, CIPC zur Unkrautbekämpfung in Zwiebelkulturen und 2,4,5-T Mittel in Dieselöl

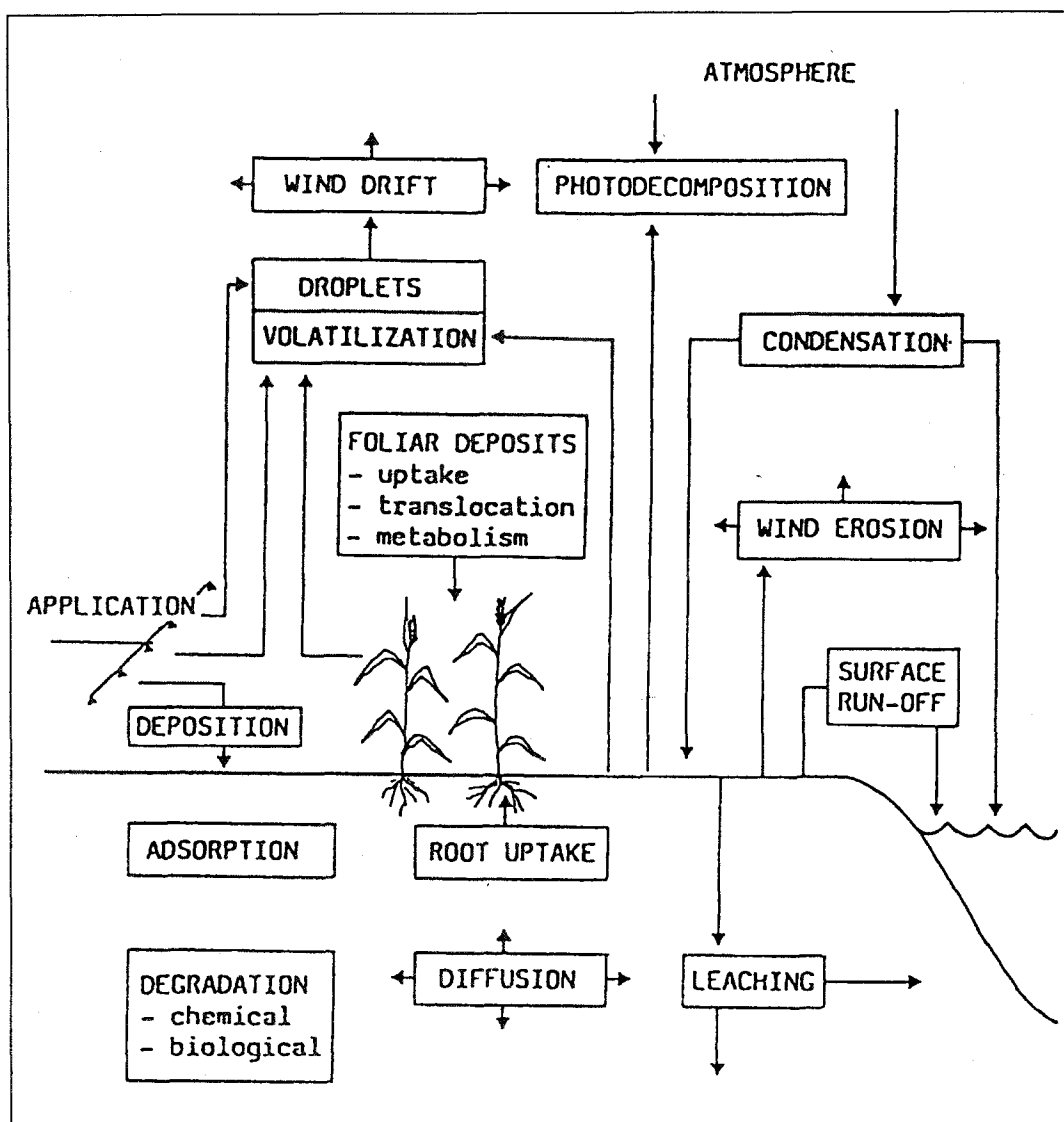


Abbildung 3.1: Potentielle Verlustquelle bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Quelle: KJOHOLT (1990)

gelöst beobachtet wurden, konnte in letzter Zeit auch ein Schaden durch Verdunstungsabtrieb nach Anwendung von Pendimethalin in Mais nachgewiesen werden" (WOMASTEK, 1992).

"Wenngleich der mengenmäßige Eintrag und das Verhalten sowie der Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in der Luft derzeit noch ungenügend abgeklärt ist, zeigen die Untersuchungsergebnisse, daß diesem Thema in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Eine rasche Klärung des Problems ist jedenfalls sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht dringend erforderlich" (WOMASTEK, 1992).

Wasser

PSM-Rückstände im Regenwasser

Angesichts dieser Tatsachen verwundert es nicht, daß auch im Regenwasser Pflanzenschutzmittel nachgewiesen werden: Vom Umweltbundesamt durchgeführte Untersuchungen zeigen, daß dies auch in Österreich der Fall ist (vgl. auch SCHARF/BÄCKMANN, 1993). Mit einer Veröffentlichung der Ergebnisse, die detaillierte Auskunft über die gefundenen Wirkstoffe, die betroffenen Gebiete und die zeitliche Frequenz geben, ist in den nächsten Monaten zu rechnen⁴⁶. Da ab 1994 der Einsatz von Atrazin in Österreich verboten ist, kann mit einer Abnahme der Belastungen von Atrazin und seiner Abbauprodukte im Regenwasser gerechnet werden.

PSM-Rückstände im Grundwasser

Im Grundwasser ist kurzfristig damit noch nicht zu rechnen. Seit Ende 1991 werden regelmäßig Probenahmen an 750 Grundwasser- und 150 Fließgewässermeßstellen durchgeführt. Im ersten Quartal 1992 wurde an 744 Meßstellen Grundwasser auf Triazin- und Phenoxyalkankarbonsäurepräparate sowie Alachlor untersucht⁴⁷.

⁴⁶ "In den 87 bislang ausgewerteten Monatsmischproben konnten in 18 Fällen Triazinrückstände nachgewiesen werden, wovon in 17 Fällen Atrazin als Originalwirkstoff enthalten war. Ein Hauptabbauprodukt von Atrazin (Desethylatrazin) wurde fünfmal gefunden. Terbutylazin konnte einmal nachgewiesen werden, alle anderen Triazine wurden nicht gefunden. Die Konzentration der 18 Proben, in denen Triazine festgestellt werden konnten, lagen im Bereich von 0,01 bis 0,17 Mikrogramm pro Liter Regenwasser. Mit 0,228 Mikrogramm Atrazin pro Liter in einer Juniprobe des Standortes Sieghartskirchen (intensiv landwirtschaftlich genutzt) wurde die höchste Konzentration gemessen. Im Gegensatz zu Atrazin ist Lindan selbst in Zeiten, in denen nicht mit einer Anwendung gerechnet werden muß, im Niederschlag in geringen Konzentrationen vorhanden... Auffällig ist der Nachweis von Lindan in der Konzentration von 0,028 Mikrogramm/Liter nasse Deposition am Sonnblick(3105m!) in einer Juniprobe; wie am Krippenstein deutet der Nachweis dieser Substanz auf die Möglichkeit des Ferntransportes von Pestiziden hin" (UBA, 1992a, vgl. dazu Untersuchungen in den USA bei PLIMMER, 1992, in der BRD bei SCHARF/BÄCKMANN, 1993).

⁴⁷ In 179 Fällen wurde der Grenzwert von 0,1 ppb von Atrazin überschritten, in 221 Fällen von Desethylatrazin und in 26 Fällen von Desisoprophylatrazin (SCHWAIGER/BRANDSTÄTTER, 1993, 105). "In Gebieten mit hoher Atrazin-Grundbelastung konnten einige Triazine noch in Konzentrationen über 0,1 ppb nachgewiesen werden. Auch konnte an wenigen Meßstellen die Anwesenheit von Metolachlor, 2,4 D, 2,4 DP, MCPP, MCPB, MCPA, Alachlor, Propazin, Simacin, Cyanacin gefunden werden. Keine der Proben enthielt Prometryn, Terbutylazin, Sebutylazin und

Durch die nicht zufriedenstellende Information der Benutzer bei der Kennzeichnung der gewässerschutzbezogenen Sicherheitssätze

Unzureichende Kennzeichnung bei den wasserbezogenen S-Sätzen

*"kann der Umkehrschluß gezogen werden, daß z. B. Restmengen von Mitteln, die nicht durch einen wasserbezogenen S-Satz gekennzeichnet sind, in Gewässer oder in die Kanalisation geleert werden dürfen. (...) Nur eine eindeutige Kennzeichnung - was aus Gewässerschutzsicht bedeutet, **jedes** Pflanzenschutzmittel mit den wasserbezogenen S-Sätzen zu versehen - kann verhindern, daß es zu falschen Vorstellungen über die Gefährlichkeit der Pflanzenschutzmittel für ... Wasser, kommt" (SCHWAIGER/BRANDSTÄTTER, 1993).*

Mittelfristig ist - wegen des Verbots von Atrazin - mit einem Abklingen der Belastung durch Atrazin und dessen Metaboliten zu rechnen.

Problem durch Atrazin wird mittelfristig abnehmen

"Es scheint dennoch notwendig, auch in Zukunft in wenigen ausgewählten, auf Grund der äußeren Umstände (Niederschlagssituation, hohe Durchlässigkeitsraten der Böden, intensive landwirtschaftliche Nutzung etc.) auf Pestizidbelastungen offenbar besonders sensibel reagierenden Gebieten auch weiterhin systematisch Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittelrückstände durchzuführen, um allenfalls in Zukunft auftretenden Belastungen durch Atrazinersatzstoffe rechtzeitig gegensteuern zu können" (SCHWAIGER/BRANDSTÄTTER, 1993, 106). (Zur Situation in der EG vgl. RUNOW, 1992.)

Kontaminationen werden dann vor allem auf unsachgemäße Anwendung zurückzuführen sein. Die verbreitete Befürchtung, die strengen Grenzwerte führten zu einem Quasi-Verbot von Pflanzenschutzmitteln (HOLZER/REISCHAUER, 1991), scheint nicht begründet zu sein.

Wildtiere

Wildtiere stehen zum Teil in direkter Konkurrenz zu den wirtschaftlichen Nutzungsinteressen der Landwirtschaft. Direkte Abwehrmaßnahmen, z.B. Verscheuchen oder auch Beimengungen von Repellentien zum Saatgut, vermindern aus landwirtschaftlicher Sicht die Schädigung. Pflanzenschutzmittel werden im Zuge ihrer Zulassung auf ihre akute Toxizität in bezug auf Wildtiere untersucht. Analysen der chronischen Toxizität, die stark artenspezifisch ist, werden vor allem an Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen durchgeführt. Dies führt nach ODERSCHEKA (1978) zu irreführenden Annahmen,

Wildtiere sind direkte Konkurrenten der Landwirtschaft

2,4,5-T." Untersuchungen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in Oberflächen-gewässern im Marchfeld und der Südsteiermark wurden von FILA/KOHLMANN durchgeführt (o.J.). Dabei wurden vor allem bei Atrazin, Lindan, Alachlor und Pentachlorophenol Grenzwertüberschreitungen festgestellt. (Zu den Grund- und Oberflächengewässer- sowie Bodenbelastungen durch Pflanzenschutzmittelwirkstoffe vgl. auch PESCHEK/HERLICKA, 1990, UBA, 1989a).

zumal nicht nur arttypische Besonderheiten unberücksichtigt bleiben, sondern freilebende Tiere in der Regel nicht optimal ernährt sind und anderen ungünstigen Umwelteinflüssen (z.B. Parasitenbefall) ausgesetzt sind.

**Quecksilber in
Organen von
Hasen**

In diesem Zusammenhang wurde der Gehalt an Quecksilber in Organen von Feldhasen in Österreich untersucht (TATARUCH, 1981): Obwohl man davon ausgehen kann, daß durch die Verwendung von quecksilberhaltigen Beizmitteln keine Belastung der Frucht (behandelt wurde v.a. Getreide) auftritt, so konnte im jungen Aufwuchs eine aus den Bodengehalten nicht allein erklärbare Konzentration von Quecksilber festgestellt werden (bis zu 7,1 ppm).

**Aus der Sicht des
Pflanzenschutzes
weisen Quecksilberverbindungen**

**Vorteile auf:
trotzdem
verboten**

Diese Schwermetallbelastung der Keimlinge ist mit größter Wahrscheinlichkeit als Ursache der relativ hohen Belastung der Feldhasen mit Quecksilber zu betrachten.

Nachdem quecksilberhaltige Beizmittel, die aus Pflanzenschutzsicht wegen ihres breiten Wirkungsspektrums Vorteile gegenüber ihren Substituten aufweisen, nicht mehr verwendet werden dürfen, ist zu erwarten, daß die Schwermetallbelastung von Wildtieren aus dieser Quelle nicht mehr gegeben sein wird (was sich an Rückstandsuntersuchungen leicht verifizieren läßt).

Indirekte Wirkung von Herbiziden:

ONDERSCHEKA (1978) unterscheidet zwischen zwei indirekt verursachten Schädigungen von Wildtieren:

**Durch
Veränderung der
Zusammensetzung von
Pflanzen**

- Veränderung der chemischen Zusammensetzung von Pflanzen aufgrund von Herbiziden (z.B. erhöht 2,4 D den Zucker-, Kaliumnitrat- und Blausäuregehalt von Pflanzen): Nach der Aufnahme großer Mengen behandelter Bestände kann es zu Störungen des Kalium-Magnesium-Stoffwechsels von Tieren kommen, was zum Tod oder bei graviden Tieren zum Abortus führen kann.

**Durch Ausschalten der
Beikräuter**

- Änderung des Pflanzenbestandes: Durch das Ausschalten von Beikräutern in großen Kulturpflanzenbeständen wird auch den darauf lebenden tierischen Organismen, die eine wertvolle Eiweißquelle für Wildtiere darstellen, der Lebensraum entzogen. Durch das Ausfallen der Proteinquelle vor allem im juvenilen Stadium kommt es bei Hühnervögeln zu Vitalitätsverlusten, die sich in einer geringeren Reproduktionsleistung manifestieren (die deutliche Abnahme des Abschusses von Rebhühnern wird zum Teil mit diesem Umstand erklärt, vgl. auch: ZENTRALSTELLE ÖSTERREICHISCHER LANDESJAGDVERBÄNDE, 1993, 34).

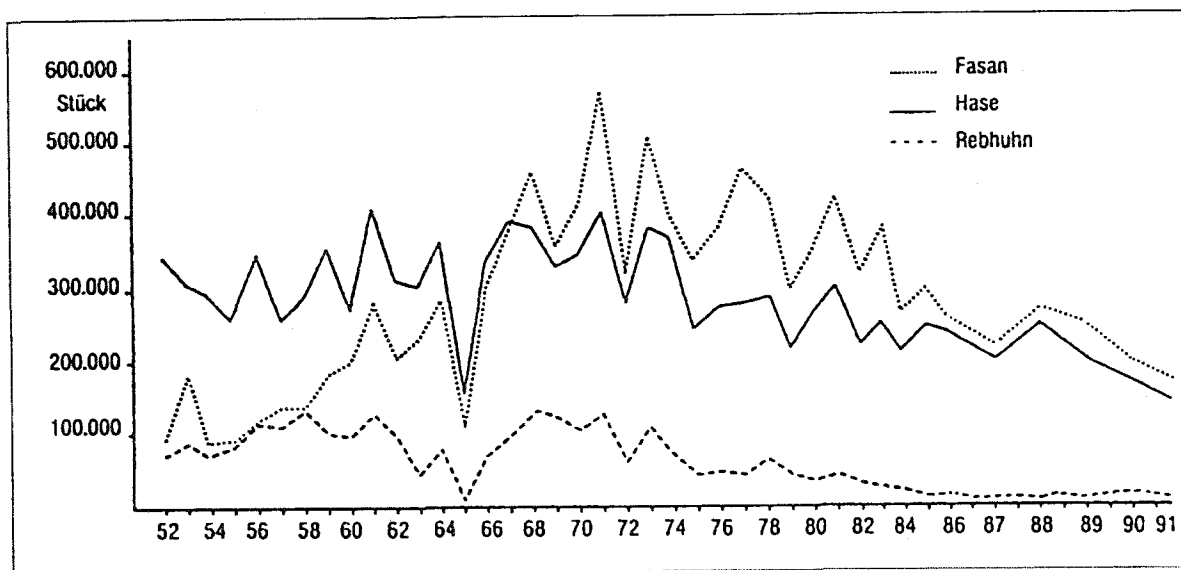


Abbildung 3.2: Abschluß von Feldhasen, Fasanen und Rebhühnern

Quelle: ZENTRALSTELLE ÖSTERR. LANDESJAGDVERBÄNDE (Hrsg.), (1993)

Soweit es um die Bestände von jagdbaren Tieren geht und eine Ausrottung dieser Arten durch die Landwirtschaft nicht zu erwarten ist, besteht eigentlich keine Notwendigkeit, aus diesem Titel auf Herbizide zu verzichten, zumal Vereinbarungen zwischen der Jägerschaft und Landwirtschaft bestehen und in vielen Fällen gegenseitiges Interesse die Wildbestände fördert (vgl. ZENTRALSTELLE ÖSTERREICHISCHER LANDESJAGDVERBÄNDE, 1993, 42ff). Der Kenntnisstand über die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln in bezug auf die Populationsdichte nicht jagdbarer Arten ist aber unbefriedigend (TATARUCH, 1993; vgl. auch Ausführungen im Kapitel: Landwirtschaft in ihrem Raum- und Flächenbezug).

Betroffene Wildtiere nicht vom Aussterben bedroht, jedoch kaum Erfahrungen bei nicht jagdbaren Tieren

3.2.6. Pflanzenschutzmittelpolitiken ausgewählter Länder

Dieser Abschnitt faßt die Ergebnisse der Erfahrungen einiger Länder zusammen, die sich das Ziel gesteckt haben, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren.

Die bloße Anwesenheit eines Stoffes allein stellt noch keine Gefährdung an sich dar. Eine Abschätzung des Gefahrenpotentials berücksichtigt sowohl Toxizität als auch Aussetzungsgrad. "Obwohl dieses Konzept gut bekannt ist und auch anerkannt wird, setzt sich - nicht zuletzt in der allgemeinen Öffentlichkeit - die Meinung durch, die bloße Anwesenheit von Chemikalien als unakzeptabel anzusehen" (ROBERTS, 1990).

Bloße Anwesenheit von PSM wird als Gefährdung betrachtet

Reduktionsprogramme weniger aus Risikoerwägungen als vielmehr aufgrund öffentlichen Drucks

Da es sich bei der folgenden Betrachtung durchwegs um hochindustrialisierte Länder handelt, in denen die Zulassungsbestimmungen und Anwendungsvorschriften mit Österreich vergleichbar sind, liegen die Gründe für das Einführen solcher Politiken weniger in der Angst, unbekannten Risiken mit unabsehbaren Folgen ausgesetzt zu sein, sondern in einem von den Wählern ausgehenden Druck, daß auch im Bereich der Landwirtschaft so wenig Stoffe wie möglich in die Umwelt freigesetzt werden (vgl. SACHS, 1993).

Generell ist der Pflanzenschutzmittelaufwand je ha Ackerfläche in Österreich im internationalen Vergleich relativ niedrig: (BMLF, 1993a, 76)

<u>Land</u>	<u>Wirkstoffe in t</u>	<u>kg je ha landw. Nutzfl.</u>
Österreich	3.897	1,11
Deutschland ⁴⁸	33.146	2,79
Dänemark	4.660	1,66
Niederlande	17.206	8,52
Schweden	2.450	0,72

3.2.6.1. Die Situation in den USA

**USA
PSM-Steuer in
IOWA**

In den USA wurde im Bundesstaat Iowa eine Pestizidsteuer eingeführt, und in zahlreichen weiteren Bundesstaaten wird über bemerkenswerte Förderungen von nachhaltigen Landwirtschaftssystemen versucht, den Pestizideinsatz zu minimieren (vgl. EDWARDS, 1993).

Kostensteigerung der Nahrungsmittel bei PSM-Reduktion um die Hälfte

Eine 50%ige Reduktion der ausgebrachten Pestizide würde nach Schätzungen in den USA die Ab-Hof-Preise um 0,5 % und die Konsumentenpreise um 1,5 % erhöhen (PIMENTEL et al., 1993c). Eine Abschätzung der sozialen Kosten, die in den USA durch den Einsatz von Pestiziden entstehen, kommt auf einen Betrag in der Höhe von 8 Mrd US \$ (PIMENTEL et al., 1993c). Solchen Zahlen stehen Berechnungen entgegen, die den Schluß auf katastrophale Ertragsminderungen und unabsehbare Preissteigerungen zulassen, sollte der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und anderen Agrarchemikalien deutlich verringert werden. Die überaus heftige Diskussion führt zur Frage, "ob die Wissenschaftler tatsächlich dieselbe Realität untersuchen" (BUTTEL, 1993).

3.2.6.2. Die Situation in Dänemark

Aktionsplan zur Reduktion der Pestizidanwendung

In Dänemark wird ab 1986 der "Aktionsplan zur Reduktion der Pestizidanwendung" umgesetzt. Ziel dieses Programmes ist die - verglichen mit dem Zeitraum 1981-1985 - 50%ige Verringerung des Pestizideinsatzes bis 1997.

Bis jetzt wurde die Aufwandmenge um etwa ein Viertel reduziert, der Verbrauch liegt nun bei 4.660 t und soll schließlich 3.485 t betragen (FILA, 1993b, 3).⁴⁹

Es wird angestrebt, sowohl die Menge bezogen auf die Wirkstoffmenge als auch die Zahl der Anwendungen zu reduzieren. Es stellt sich heraus, daß das zweite Ziel viel schwerer zu erreichen ist, als das erste. Da neben implementierten Ausbildungs- und Forschungsprogrammen (z.B. ein EDV-gestütztes Beratungssystem) keine Maßnahmen gesetzt wurden, ist fraglich, ob diese Ziele erreicht werden können.

Reduktion der Wirkstoffmenge und Zahl der Anwendungen

Daher wurde auch die Besteuerung von Pflanzenschutzmitteln überlegt. Ökonometrische Untersuchungen auf Mikro- und Makroebene brachten folgende Ergebnisse: Würden Pflanzenschutzmittel mit 100 bzw. 200 DKK bezogen auf die empfohlene Ausbringungsmenge je ha besteuert, würde der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um 25 % bzw. 40-45 % sinken. (Zum Stand der Diskussion der Besteuerung von Pflanzenschutzmitteln in Österreich vgl. BAYER et al., 1990, zu den betriebswirtschaftlichen Auswirkungen einer Besteuerung vgl. SCHULTE, 1984).

Besteuerung nicht geplant - aus Wettbewerbsgründen

DUBGAARD (1991) weist auf die durch die Verteuerung der Produktionsmittel entstehenden Wettbewerbsnachteile für die dänische Landwirtschaft hin und kommt zum Schluß, daß "wahrscheinlich eine gemeinsame Umweltpolitik für die EG-Landwirtschaft eingeführt werden muß".

3.2.6.3. Die Situation in Schweden

In Schweden sind etwa 100 Wirkstoffe zugelassen. Die Zulassung ist mit fünf Jahren befristet. Aufgrund eines geänderten Umweltbewußtseins wurde bereits 1981 das Ziel gesteckt, bis 1990 den Pflanzenschutzmitteleinsatz auf die Hälfte zu reduzieren. Dieses Ziel wurde weitgehend erreicht, wenn auch die Fläche, die behandelt wurde, deutlich zugenommen hat. PETTERSEN (1993) vertritt die Meinung, daß "verschiedene Faktoren dafür sprechen, daß der Verbrauch von Pestiziden in Schweden um weitere 50 % reduziert werden kann, ohne die grundlegenden Bedingungen ihrer Anwendung zu ändern". Neben Ausbildungs- und Forschungsmaßnahmen wurde auch eine Steuer eingeführt, die sowohl an die Aufwandmenge als auch an die zu behandelnde Fläche gebunden ist.

Ziel: PSM-Wirkstoffmenge auf Hälfte reduzieren

Die prozentuellen Verringerungen sind auf folgende Maßnahmen zurückzuführen (vgl. FILA, 1993b, 6):

- 20 % Ersatz von Phenoxyherbiziden durch Sulfonylharnstoffe
- 15 % Reduzierung der Aufwandmenge

⁴⁹ Nach Berechnungen von FILA (1993a) wird, sollte dieses Ziel erreicht werden, 1997 der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln jenes Niveau erlangen, das zurzeit in Österreich besteht.

- 4 % Einsatz isomerreiner Wirkstoffe
- 2 % Reduktion der landwirtschaftlichen Fläche
- 3 % andere Gründe

3.2.6.4. Die Situation in den Niederlanden

NEPP: Handlungsorientierung nach Kriterien der Risikobewertung

Im Rahmen des Nationalen Umweltpolitikplanes wurden zahlreiche umweltrelevante Gesetze erlassen bzw. abgeändert. Die Pflanzenschutzregistrierung nimmt nun vor allem Rücksicht auf die Gefahr der Auswaschung und auf Verluste durch Verdampfen - diese Neueinstufung schließt auch bereits zugelassene Produkte ein. Gleichzeitig wird generell das Ziel gestellt, die Ausbringungsmenge zu reduzieren (Reduktion auf 50 % bis zum Jahr 2000) bei gleichzeitiger Verbesserung der Ausbringungstechnik und Forcierung der nicht-chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen (vgl. NIJPELS, 1989, 143).

"Mittlerweile kommt die Nationale Risikobewertung in Schwung, z.B. durch das Erstellen einer Liste von 400 risikoreichen Chemikalien, Profilen von errechneten Parametern der Chemikalien, Risikosätzen, Reihung der Risiken basierend auf ihren Eigenschaften, ihrer Herstellung, ihrer Distribution und ihres Verbrauchs" (BUTTEL, 1993, 178).

Eine Abschätzung der Kosten, die nötig sind, um durch Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln zu einem vom Autor definierten Niveau der Nachhaltigkeit zu kommen, findet sich bei ZADOCS (1992).

3.2.6.5. Die Situation in Ontario

Die Provinzwahlen von 1987 in Ontario (Kanada) gewann jene Partei, die als ein Wahlversprechen die Reduktion von Pflanzenschutzmitteln hatte. Im Amt wurde diese Politik tatsächlich umgesetzt: Im Programm "Food Systems 2002 - A Program to Reduce Pesticides in Food Production by 50 %" (vgl. SURGEONER and ROBERTS, 1993).

Programm in Kooperation mit Farmern

Von den Farmern wurde kein nennenswerter Widerstand gegen dieses Programm ausgeübt. Die Autoren führen folgende Gründe an:

- Die Farmer von Ontario sind gewohnt, auch unter Wettbewerbsnachteilen erfolgreich zu operieren; so erfolgt die Registrierung von Pflanzenschutzmitteln in Kanada prinzipiell drei bis fünf Jahre später als in den USA; die Preise liegen um bis zu 44 % höher.
- Durch zu häufige Anwendung kommt es zu Resistenzerscheinungen und damit zu einem Nettoverlust an brauchbaren Wirkstoffen.
- Gesundheitsbedenken bei der Anwendung;
- der "Pariah-Effekt";
- Eine offensive Unterstützung dieses Projektes beeinflusst die öffentliche Meinung dahingehend, daß die Farmer tatsächlich als die Bewahrer des Landes gelten.

In dieses Programm, in das während der ersten fünf Jahre zehn Millionen Can \$ flossen, wurden die Farmer von vornherein eingebunden. Es wurde ein - wie sich herausstellte - sehr erfolgreiches Trainingsprogramm ins Leben gerufen, das den Distributionsbereich miteinschloß. Ab 1991 dürfen keine Pflanzenschutzmittel abgegeben werden, wenn der Käufer nicht nachweisen kann, daß er das Training erfolgreich absolviert hat (die Kurse sind kostenpflichtig).

**Dotation des
Programmes:
10 Mio Can \$**

Daneben wurden auch neue Forschungsprogramme ins Leben gerufen. Hier wurden neue Wege insofern beschritten, als es möglich war, auch teure und ausländische Experten in laufende Projekte einzubinden. Durch die Ermöglichung unbefristeter Dienstverträge wurde sichergestellt, daß das sehr mobile Humankapital nicht binnen Kürze abwanderte.

Erste Auswirkungen dieser Politik waren bereits 1988, dem bisher letzten Erhebungszeitpunkt, ersichtlich: Verglichen mit 1981 wurden 17 % weniger Pestizide eingesetzt.

SURGEONER/ROBERTS vertreten nachdrücklich die Auffassung, "daß neuere Produkte, die generell in geringeren Dosen angewandt werden, deren Gesundheits- und Umweltwirkung besser bekannt ist, die in ihrer Zielwirkung besser sind und geringere Rückstände aufweisen, wichtige Werkzeuge sind, potentielle Einwirkungen der Farmer auf die Umwelt zu verringern."⁵⁰

**Neuere PSM in
vieler Hinsicht
besser**

3.2.7. Offene Problembereiche und vorgeschlagene Maßnahmen: Pflanzenschutzmittel

Lokale Ebene

Auf dieser Ebene haben in erster Linie solche Maßnahmen anzusetzen, die in Form von Beratung und Verbesserung der Ausbringung eine "bessere landwirtschaftliche Praxis" der Pflanzenschutzmittelanwendung bewirken können:

**"Bessere land-
wirtschaftliche
Praxis"**

- Verbesserung der Informationslage für die Anwender von Pflanzenschutzmitteln und Verstärkung der Beratungstätigkeit (die vorhandenen Ressourcen seitens der Landeslandwirtschaftskammern scheinen nicht ausreichend, eine weitgehend von wirtschaftlichen Interessen unbelastete Beratung sicherzustellen);
- Schulung und Ausbildung von Verkaufspersonal von Pflanzenschutzmitteln;
- Verpflichtung zum Führen von Aufzeichnungen über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln;

- Fortbildungs- und soweit nötig auch Ausbildungsprogramme für Pflanzenschutzmittelanwender: Pflanzenschutzmittel sollen nur von qualifiziertem Personal angewendet werden dürfen⁵¹;
- rasche Umsetzung regelmäßiger Kontrollen, von Pflanzenschutzmittelgeräten und Maßnahmen zum Ersatz ungeeigneter Geräte.

Nationale Ebene

Legistische Maßnahmen führten zu einer deutlichen Reduktion der zugelassenen Wirkstoffe und Pflanzenschutzmittel. Laut Experten- auskunft (LENTSCH, 1993 und FILA, 1993a) gelten in Österreich die restriktivsten Zulassungsbestimmungen europaweit, die jedoch nach Ansicht von ZETHNER (1993) im internationalen Vergleich durchaus angemessen sind. Dies führt unter anderem dazu, daß Anbieter geringes Interesse zeigen, sich um die Zulassung neuer Wirkstoffe zu bemühen⁵².

Bedarf an "modernen" PSM

Zweckmäßige Pflanzenschutzmaßnahmen, die zum Teil aus umweltbezogenen Gründen günstiger als ihre Alternativen zu bewerten sind, können nicht durchgeführt werden, weil die geeigneten Wirkstoffe nicht zugelassen sind. Gleichzeitig sind dadurch verschiedene innovative Produktionsmöglichkeiten, die eine hohe Wertschöpfung erwarten lassen, zu kompetitiven Preisen ausgeschlossen. Es ist daher zweckmäßig, geeignete Schritte zu setzen, damit in Österreich nicht nur "alte" Wirkstoffe weiterhin zugelassen werden, sondern auch "moderne" mit in der Regel günstiger zu beurteilenden Eigenschaften den Landwirten zugänglich werden. In diesem Sinn sollen auch nur noch isomerreine Wirkstoffe in Verkehr gesetzt werden dürfen.

Datenlage in be- zug auf Grund- wasser befriedi- gend

Ein in Vorbereitung befindliches Gesetz zielt auf eine Verbesserung der Ausbringungstechnik. Ein flächendeckendes Monitoring-System über Pflanzenschutzmittelrückstände im Grundwasser wurde implementiert und bietet nunmehr eine solide Datengrundlage über PSM-Rückstände im Grundwasser.

Jedoch keine ge- eignete Daten- grundlage für zielführende Reduktionsmaß- nahmen

Über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in seiner räumlichen und quantitativen Verteilung liegen dennoch keine Daten vor. Diese

⁵¹ der "sorgfältige und sachgerechte Umgang" wird nur im Rahmen der Erteilung einer Giftbezugsbewilligung für "Gifte im Sinne der Giftverordnung" (BGBl. 1989/212), das sind derzeit (Stand September 1993) 37 Produkte, geprüft (BMLF, 1993b)

⁵² 1990 waren etwa 1.800 Präparate zugelassen, aufgrund der angeführten legistischen Maßnahmen verringerte sich diese Zahl bis 1993 auf 900. Bereits zugelassene Präparate müssen nach dem neuen Pflanzenschutzmittelgesetz neuerlich dem Prüfverfahren unterworfen werden, wenn sie auch in Zukunft in Verkehr gesetzt werden sollen. 1993 stehen 374 Präparate zur Wiedezulassung an, jedoch nur für 76 Präparate liegen Anträge vor; es ist also abzusehen, daß ab Mitte 1994 nur noch etwa 600 Präparate eingesetzt werden dürfen (LENTSCH, 1993).

als unbefriedigend empfundene Situation läßt daher alle Abschätzungen des Einsparungspotentials von Pflanzenschutzmitteln als Spekulation erscheinen. Eine Zusammenstellung des quantitativen Erkenntnisstandes von Pflanzenschutzmitteln in Österreich bietet GERHOLD, 1990. Da disaggregierte Zeitreihen mit dem Jahr 1984 abbrechen und vom BMLF derzeit nur hochaggregierte Zahlen bekanntgegeben werden, ist der Informationsstand über die in der österreichischen Landwirtschaft eingesetzten Wirkstoffe äußerst dürftig: Da zudem nicht bekannt ist, in welche Gruppen einzelne Wirkstoffe von den Autoren (FACHVERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE ÖSTERREICHS, 1984, zit. n. GERHOLD, 1990, 457 und BMLF, 1993a, 158) zugeordnet werden bzw. wurden, beschränken wir uns auf die Wiedergabe der in Österreich in Verkehr gesetzten Wirkstoffe (jeweils in t/Jahr): 1984: 4.802, 1991: 4.488 und 1992: 3.897. Wie auch immer diese Zahlen zu bewerten sind, so steht zumindest fest, daß eine fast 19%ige Reduktion des Pflanzenschutzmittelaufwandes (bezogen auf das Wirkstoffgewicht) seit 1984 von einem stetigen Flächenproduktivitätsfortschritt (vgl. Produktivitätskennzahlen in den Berichten zur Lage der Landwirtschaft, BMLF) begleitet war⁵³. Es ist daher nötig, Forschungsanstrengungen mit folgendem Inhalt in Angriff zu nehmen:

- Schaffung einer ausreichenden Datengrundlage über den regionalen und zeitlichen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln;
- Forschungsprogramm zur Abschätzung von Potential und Möglichkeiten von Maßnahmen zur Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Forschungsbedarf

Das Problem von illegalen Importen und Applikationen liegt vor, allerdings lassen sich naturgemäß Aussagen weder über die Menge noch über das Umweltverhalten der betreffenden Wirkstoffe aussagen treffen. Wirksame Maßnahmen zur Verhinderung solchen Verhaltens sollen getroffen werden. Gleichzeitig muß vermieden werden, daß strafrechtsrelevantes Verhalten einzelner umweltschonendes Verhalten der überwiegenden Mehrzahl von Bauern demotiviert und desavouiert.

Illegale Importe

Verbesserungen der Applikationstechnik, die zu einer weiteren Reduktion des Verbrauches von Pflanzenschutzmitteln führen, was aufgrund der hohen Abtriftverluste dringend nötig scheint, erfordern große Investitionen, die angesichts sinkender Erträge betriebswirtschaftlich schwer unterzubringen sein werden. Daraus abzuleiten, daß umweltverträgliche Pflanzenschutzmaßnahmen in großen Betrieben am ehesten zu verwirklichen sind, da hier die Fixkostendegressionen ausgenutzt werden könnte, wäre falsch. Gerade der heikle und vor allem von Erfahrung bestimmte Umgang mit Pflanzenschutzmitteln in der integrierten Produktion erfordert die Kenntnisse schlagspezifischer Verhältnisse. Diese Erfahrungen sind natür-

Verbesserungen der Applikationstechnik

⁵³ Eine differenziertere Aussage, in der Änderungen im Flächenausmaß von Kulturen und Änderungen in der Ausbringungspraxis berücksichtigt werden, ist - aufgrund der Datenlage - nicht möglich.

lich unter den in Österreich herrschenden Verhältnissen mit kleiner Betriebsstruktur eher gegeben. Skaleneffekte können auch über den Einsatz von Maschinen im überbetrieblichen Einsatz ausgenutzt werden, der in diesem Bereich besonders gestärkt werden muß.

**"Qualitätsbe-
griffe" an Konsu-
mentenerwartung
anpassen**

Gründliche Erforschung der Erwartungen der Konsumenten im Hinblick auf Qualitätsbestimmungen und Anpassung der einschlägigen gesetzlichen Vorgaben an deren Erwartungen aufgrund empirischer Untersuchungen.

Internationale Ebene

**Luftemission ist
internationales
Problem**

Da ein guter Teil der Wirkstoffverluste an die Luft erst einsetzt, wenn sie schon auf den Blättern der Pflanzen sind, sind auch Verbesserungen der Formulierung von Pflanzenschutzmitteln erforderlich. Da die Volatilität von Pflanzenschutzmitteln eine überstaatliche Dimension impliziert, ist es angebracht, diese Bemühungen auf internationaler Ebene zu artikulieren und Anbieter zu vermehrten Anstrengungen in Richtung verbesserter Formulierungen zu drängen. Dies scheint auch nötig, da sich dieses Problem nur unbedeutend reduziert, wenn in Österreich der Einsatz hochflüchtiger Stoffe verboten wird, bzw. wenn sich Anbieter erst gar nicht um die Zulassung einzelner Formulierungen bemühen.⁵⁴

**Internationale
Koordination bei
der Zulassung
von PSM**

Unabhängig von den Bemühungen auf nationaler Ebene, die Zulassung neuer Wirkstoffe und Organismen zu fördern, sollen auf internationaler Ebene Anstrengungen unternommen werden, den Einsatz bedenklicher Pflanzenschutzmittel einzuschränken, um auf diese Weise innovativen Druck auf die Anbieter von Pflanzenschutzmitteln auszuüben. Dieser könnte Forschungsanreize in Richtung biologische Schädlingsbekämpfung verstärken.

3.3. Betriebs- und Hilfsstoffe

Der Abfallbegriff

Im Abfallwirtschaftsgesetz (AWG, BGBl 1992/417 § 2 (1), (2)) wird Abfall als bewegliche Sache definiert (vgl. HANCVENCL, 1990):

- deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat, oder
- deren Erfassung und Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse geboten ist.

Für Mist, Jauche, Gülle und organisch kompostierbares Material gilt:

Die Erfassung und Behandlung von Mist, Jauch, Gülle und organisch kompostierbarem Material als Abfall ist dann nicht im öffentlichen Interesse geboten, wenn diese im Rahmen eines inländischen land-

⁵⁴ Im Falle eines Beitrittes zur EG würde Österreich die EWG-Verordnung über die "Inverkehrbringung von Pflanzenschutzmitteln" (91/414/EWG) mit Ausnahme der weniger strengen Regelungen in bezug auf Schädlingsbekämpfungsmittel übernehmen.

und forstwirtschaftlichen Betriebes anfallen und im unmittelbaren Bereich eines land- und forstwirtschaftlichen Betriebes einer zulässigen Verwendung zugeführt werden.

BLUM et al. (1993, 14) erweitern diesen Abfallbegriff in bezug auf die Landwirtschaft folgendermaßen:

"Als Abfälle aus der landwirtschaftlichen Produktion gelten bewegliche Sachen, die bei inländischen landwirtschaftlichen Produktionsprozessen eingesetzt wurden oder die der inländischen agrarischen Erzeugung entstammen und die im unmittelbaren Bereich eines landwirtschaftlichen Betriebes keiner zulässigen Verwendung zugeführt werden können und dürfen und deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat, oder deren Erfassung und Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse geboten ist."

**Vorschlag zur
Erweiterung des
Begriffes**

In einer detaillierten Expertise geben die Autoren eine Mengenschätzung der nach dieser Definition bestimmten Stoffe ab. Dabei stellt sich heraus, daß mit Ausnahme des durch den großen Fuhrpark der Landwirtschaft entstehenden Abfalls die Mengen verglichen mit dem Gesamtabfall der österreichischen Wirtschaft sehr gering sind. Wir verweisen auf die detaillierten Ergebnisse dieser Studie und greifen nur einige der Vorschläge zur möglichen Vermeidung von Abfällen heraus.

**Hinweis auf eine
detaillierte und
umfassende Studie**

Durch Rücknahmepflichten von Verpackungen, Gebrauch- und Reststoffen durch die Vertreiber dieser Betriebsmittel und auch gesetzliche Bestimmungen zur Behandlung von Abfällen, kann davon ausgegangen werden, daß solche Stoffe ordnungsgemäß entsorgt werden und keine Umweltgefährdung darstellen.

**Rücknahme-
pflichten des
Handels**

Technisch bedingte Leckverluste bei Öl können zu Kontaminationen führen, ihr Gefährdungspotential soll durch die Verwendung von Ölen auf pflanzlicher Basis (vgl. WÖRGETTER, 1991) bereits heute deutlich verringert werden. Pflanzenschutzmittelrückstände und Spülwasser von Pflanzenschutzgeräten wird durch die Ausbringung auf geeignete Feldkulturen umweltschonend entsorgt (vgl. Allgemeine Richtlinien für die Gebahrung mit Pflanzenschutzmitteln der BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ).

**Einsatz von Ölen
auf Pflanzenbasis**

Abfall aus der Landwirtschaft hat grundsätzlich dieselben Umweltwirkungen wie der Abfall aus den übrigen Wirtschaftsbereichen. Die Verringerung schädlicher Wirkungen kann nur in weitgehender **Abfallvermeidung** liegen. So kann im Bereich der Landwirtschaft z.B. durch die Forcierung der Distribution **loser Dünger- und Futtermittel** der Verpackungsabfall verringert werden. Auch technische Lösungen (z.B. in der Spritzbrühe **lösliche Verpackungen** von Pflanzenschutzmitteln, Einsatz **biologisch abbaubarer Folien**, **Verlängerung der Lebensdauer** von Folien) weisen in diese Richtung. Konkrete Vermeidungskonzepte in detaillierterer Form stellen BLUM et al. im Hinblick auf eine "nachhaltige Landwirtschaft" vor (vgl. 99ff).

**Für Abfall aus
der Landwirt-
schaft gilt diesel-
be Prämisse wie
für andere Berei-
che: Vermeiden**

3.4. Andere Emissionen aus der Landwirtschaft

Vorbemerkung

In diesem Abschnitt werden Emissionen der Landwirtschaft, soweit sie unter Würdigung der vorhandenen Literatur von Relevanz sind, aufgeführt (z.B. unterbleibt eine Behandlung der durch die Landwirtschaft verursachten Pollenbelastung und ihre Wirkung auf die menschliche Gesundheit). Stellt die Benennung der Emissionen und auch die Bestimmung ihrer Ursachen kaum ein Problem dar, so ist eine quantitative Bestimmung zurzeit an sehr viele Unsicherheiten geknüpft und zum Teil nur in Form von Schätzungen mit breitem Konfidenzintervall möglich.

**Schwierigkeiten
in der Quantifi-
zierung sowohl
der Menge als
auch der Ab-
schätzung der
Folgen**

Da die Auswirkungen und die Relevanz für die natürliche Umwelt zum Teil wenig bekannt sind (z.B. Lärm) oder als unerheblich betrachtet werden (z.B. Geruch), werden vor allem die Wechselwirkungen zur Anthroposphäre angeführt. Zahlreiche Rechtsvorschriften aus dem Privatrecht und der Raumordnung greifen regelnd und steuernd in den Prozeß des Interessenausgleichs ein. Ihre Darstellung liegt nicht im Interesse dieser Studie und durch den dissipativen Charakter der Datenquellen ist eine quantitative Abschätzung der Schäden oder gar eine ökonomische Evaluierung im Rahmen dieser Studie nicht durchführbar. Durch das Aufzeigen der Emissionen soll die Darstellung der Umweltwirkungen der Landwirtschaft vervollständigt werden und auf die einschlägigen Darstellungen aus dem Bereich der Raumordnung hingewiesen werden (vgl. z.B. QUENDLER, 1986).

Emissionen mit globaler Bedeutung (wie Methan oder Kohlendioxid) werden - soweit Datenmaterial vorhanden ist - aufgezeigt. Da die Möglichkeiten ihrer Reduktion intrinsisch mit der landwirtschaftlichen Produktion im allgemeinen verknüpft sind und eine Reduktion auf technischem Weg (z.B. Biogasanlagen) nur der zweitbeste Ansatz sein kann, wird auf das **Kapitel 1** dieser Studie verwiesen.

3.4.1. Andere Gasförmige Emissionen: Landwirtschaft als Verursacher

Umweltpolitische Relevanz und Ausgangssituation

Die Landwirtschaft emittiert Luftschadstoffe sowohl aus biogenen als auch energietechnischen Quellen. Aus biogenen Quellen stammen Emissionen vornehmlich in Form von Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) sowie Stickoxiden (NO_x). In erster Linie ist dafür die Tierhaltung verantwortlich. Neben einem nur wenig geänderten Tierbestand in der Rinderhaltung führte eine Intensivierung der Geflügelproduktion und der Schweinehaltung in den 50er und 60er Jahren zu einer steigenden Emission (RAINELLI, 1987). Daneben ist auch der Einsatz von Handelsdüngern emissionsverursachend.

Landwirtschaftliche Emissionen stammen weiters aus Verbrennungsvorgängen von Treib- und Heizstoffen sowie von Stauden und eventuell Stroh. Für CO₂ kommt zudem der Art der Bodenbewirtschaftung eine zentrale Rolle zu. (Pflanzenschutzmittelvolatilisierung und N-Emissionen siehe oben.) Ab 1. Juni 1993 ist das flächenhafte Verbrennen biogener Materialien einer strengen gesetzlichen Regelung unterworfen, vor allem im Hinblick auf Verringerung der sommerlichen Ozonbelastung (BGBl. 1993/405, vgl. POSCH, 1993).

3.4.1.1. Methan

Das Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf (ORTHOFFER, 1988) schätzt die anthropogenen Methanemissionen auf ca. 630.000 t pro Jahr, wobei auf eine hohe Unsicherheit dieser Schätzung verwiesen wird⁵⁵. Der Landwirtschaft wird dabei mit 56 % der Hauptanteil zugewiesen⁵⁶. Methan entsteht im Bereich der Landwirtschaft primär im Zusammenhang mit der intensiven Tierhaltung im Zuge der anaeroben Verdauung von Wiederkäuern⁵⁷. Dabei kommt es im Pansen zum Abbau organischer Materie durch methanbildende Bakterien. Der Umfang des entstehenden Methans wird durch die Menge der in Form von Nahrung aufgenommenen organischen Substanz determiniert. ORTHOFFER (1988, 46) weist darauf hin, daß trotz des Umstandes, daß diese Zusammenhänge bereits seit langem bekannt sind, in der internationalen Literatur nur sehr wenige verlässliche Angaben darüber zu finden sind.

*Schätzung vom
Forschungszen-
trum Seibersdorf*

Rinder weisen eine sehr hohe Methanemission auf. Das Schweizer Bundesamt für Umweltschutz gibt einen Wert von durchschnittlich 77 kg Methan je Rind und Jahr an⁵⁸. Forschungsstellen in Großbritannien weisen einen Wert von 0,2 g pro Tag und Kilogramm Körpergewicht aus. Daraus ergibt sich für österreichische Rinder mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 500 kg eine Jahresemission von ca. 37 kg. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Milchkühe mehr organische Substanz aufnehmen als Stiere oder Ochsen. Angaben aus Deutschland quantifizieren diesen Umstand dermaßen, daß ein Stier/Ochse etwa 50 % und ein Kalb etwa 25 % der jährlichen Emissionsmenge eines Rindes mit 107 kg aufweisen.

Beitrag Rinder

55 Die Bandbreite wird mit 290.000 t Methan als unterem und 950.000 t als oberem Wert angegeben (ORTHOFFER, 1988).

56 Die PRÄKO (1993b) schätzt die Bandbreite der Methanemission Österreichs zwischen 290.000 t und 950.00 t, der Anteil der Landwirtschaft beträgt nach dieser Schätzung im günstigsten Fall 142.000t und im ungünstigsten Fall 541.000 t. Der Beitrag der Landwirtschaft macht also in jedem der Fälle etwa 50 % der nationalen Emission aus.

57 "Anthropogen" sind sie damit eigentlich nur deshalb, weil sie durch Produktionsmaßnahmen im landwirtschaftlichen Betrieb entstehen und damit durch den Menschen beeinflussbar sind.

58 Die Literaturangaben zu diesen Hinweisen finden sich in ORTHOFFER (1988).

Anthropogene Quellen:	1.000 t/Jahr	Anteil
Stationäre Verbrennung	9	1 %
Verkehr	15	2 %
Erdgas	92	11 %
Landwirtschaft	353	42 %
Abfälle/Abwässer	161	19 %
Bergbau	0	0 %
Zwischensumme	630	75 %
Natürliche Quellen:		
Wildtiere	11	1 %
Süßwasserfeuchtgebiete	7	1 %
Böden, Vegetation	190	23 %
Zwischensumme	208	25 %
SUMME	838	100 %

Tabelle 3.4: Methanemissionen in Österreich

Quelle: ORTHOFER, 1988, VII

**Beitrag Ziegen
und Schafe**

Ziegen und Schafe emittieren ebenfalls Methan. Aufgrund ihres niedrigeren Körpergewichtes betragen diese Emissionen pro Tier und Jahr jedoch lediglich 6,2 kg (Ziege) bzw. 7,7 kg (Schaf). Durch die geringe quantitative Bedeutung dieser Produktionszweige liegen die Gesamtemissionen in einem vernachlässigbaren Bereich. Auch in der Zukunft ist nicht mit einem signifikanten Anstieg dieser Betriebsart zu rechnen.

Beitrag Schweine

Schweine sind zwar keine Wiederkäuer, weshalb hier durch Verdauungsprozesse kein Methan entstehen kann. Hier ist es der anfallende Mist, der durch anaeroben Abbau Methan entstehen läßt. ORTHOFER (1988) geht von einer Methanemission von 0,95 bis 1,37 g je 100 g an aufgenommenen verdaulichen Kohlehydraten aus. Für eine Generation von Mastschweinen in Österreich folgt daraus ein Emissionspotential zwischen 4.600 und 6.600 t. Die Zuchtsauhaltung trägt zusätzlich etwa 500 t Methan pro Jahr bei.

Güllegruben, Misthaufen

**Beitrag Dünger-
lagerstätten**

Die jährlich durch Tierhaltung in Österreich anfallende Trockenmasse wird auf ca. 13,7 Mio t geschätzt. Die entsprechenden Einzeldaten finden sich in der folgenden Tabelle.

	Exkrementanfall pro Tier und Jahr (t a ⁻¹)	Anteil organ. TS	Gesamtmenge organ. TS (Mio t a ⁻¹)
Rinder	9,0	20 %	4,6
Schweine	9,0	25 %	8,7
Geflügel	0,06	25 %	0,2
Schafe	1,5	30 %	0,1
Pferde	7,0	25 %	0,1
Gesamt			13,7

Tabelle 3.5: Exkrementanfall aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung

Quelle: ORTHOFER, (1988, I, 51)

Durch die anaeroben Verhältnisse in Güllegruben und Misthaufen entsteht neben den riechbaren Abbauprodukten (Ammoniak, Amine, H₂S, Mercaptane) auch Methan. Der Wassergehalt, der Anteil organischer Trockensubstanz, der pH-Wert sowie die klimatischen Bedingungen bestimmen den Umfang der Methanausgasung. Unter der Annahme, daß zwischen 1 % und 5 % der organischen Trockensubstanz in Biogas umgewandelt werden und eines Kohlenstoffanteils von 50% lassen sich die jährlichen Methanemissionen mit 50.000 bis 250.000 t beziffern.

Strohverbrennung stellte in der Vergangenheit ebenfalls eine Methanquelle dar. Bei einem unterstellten Methananteil der emittierten flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) von 20-30 %⁵⁹ ergibt sich eine Methanemission von 4-6 kg je Tonne verbrannten Stroh. Das Verbot dieser Maßnahme im Jahr 1993 brachte demnach eine Verringerung der im Zuge der Verbrennung von 600.000 t Stroh emittierten Methanmengen von näherungsweise 3.700 t.

Beitrag Strohverbrennung

Die Verursachungsanteile an den landwirtschaftlichen Methanemissionen nach Betriebszweigen findet sich zusammengefaßt in der folgenden Tab. 3.6.

3.4.1.2. Zielsetzungen und Maßnahmen

Zielsetzungen

Die von der Landwirtschaft emittierten atmosphärischen Schadstoffe haben zu einem wesentlichen Anteil klimarelevante Effekte und tragen zur Zerstörung der Ozonschicht bei. Damit sind die vom Arbeitskreis "Luft" vorgegebenen Grenz- bzw. Richtwerte bezüglich der nationalen Gesamtemissionen relevant. Die Aufteilung auf die einzel

Schadstoffe sind dort zuerst zu minimieren, wo ihre Verringerung am billigsten kommt

⁵⁹ Vergleichsweise treten bei Waldbränden, welche mit viel höherer Temperatur ablaufen, immer noch Methananteile an den VOCs von ca. 10 % auf.

Emissionsquelle	Menge (in t / a) (Näherungswerte)
Kühe	107.000
Stiere und Ochsen	73.000
Kälber	6.000
Schafe	2.000
Ziegen	200
Schweine	11.700
Güllegruben, Misthaufen	150.000
SUMME	343.800

Tabelle 3.6: Verteilung der Methanemission innerhalb der Landwirtschaft

Quelle: ORTHOFER, (1988, I, 51)

nen Sektoren ist unter der Annahme der technischen Machbarkeit und bekannter Kostenstrukturen eine ökonomische Optimierungsaufgabe.

Auch bisher standen geeignete Maßnahmen bereits zur Verfügung, wurden jedoch nur vereinzelt angewandt (HACKL et al., 1992).

Methanemissionen aus der Landwirtschaft lassen sich grundsätzlich auf zwei Arten reduzieren: durch eine Absenkung der Tierbestandszahlen und/oder eine technische Aufbereitung der anfallenden Emissionen.

Kein Methan fällt an, wenn keine Tierhaltung betrieben wird, was offensichtlich keine realistische Option darstellen dürfte (angesichts eines nahezu konstanten Bestandes an Rindern seit der Jahrhundertwende, vgl. PRÄKO, 1993b). Damit verbleibt die Festlegung einer ökonomisch optimalen Methanemissionsmenge aus dem Bereich Tierhaltung als relativ komplexes numerisches Optimierungsproblem unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher, regionaler und ökologischer Zielfunktionen. In der (politischen) Praxis wird dieses Problem durch die gegebenen und sich im Zeitablauf ändernden gesellschaftlichen Machtverhältnisse mehr oder weniger zufällig in bezug auf einen anzustrebenden Optimalwert entschieden. Allerdings ist in Zusammenhang mit der Veränderung der internationalen Rahmenbedingungen für die Agrarpolitik (GATT, EG-Agrarreform) tendenziell mit einer Reduzierung der Bestandesgrößen durch eine verstärkte Flächenbindung der Tierhaltung zu erwarten.

Maßnahmen

Organisatorische Maßnahmen

Kurzfristig kann die Menge der landwirtschaftlich verursachten Methanemissionen durch einfache **organisatorische Maßnahmen** re-

duziert werden. Am geeignetsten dürfte eine verstärkte Kompostierung der organischen Substanz sein.

Die Reduzierung der Methanemission durch eine **technische Verwertung** derselben ist einfacher. Es gibt bereits eine Reihe von funktionierenden Anlagen zur energetischen Verwertung von Biogas, welches ca. 50 - 60 % Methan enthält. Dabei wurden in Österreich praktisch bereits Abbauraten der organischen Trockensubstanz (OTS) von 35 - 50 % erzielt. Durchschnittlich entstehen dabei 0,3 m³ Biogas pro kg OTS, also ca. 0,18 m³ Methan, wobei reiner Schweine- und Geflügelmist sogar höhere Werte erwarten läßt⁶⁰. Die in Österreich insgesamt anfallende Mistmenge repräsentiert damit ein Methanproduktionspotential von 5-11 Mrd m³, was in etwa dem derzeitigen Erdgasverbrauch entspricht.

Technische Maßnahmen

Eine wirksame Maßnahmenstrategie zur Vermeidung von Methan durch seine Nutzung in Biogasanlagen muß damit folgende Elemente enthalten:

Zum Beispiel Biogasanlagen

- Verstärkung der Forschungsbemühungen in Richtung einer technisch-betriebswirtschaftlichen Optimierung von Biogasanlagen unter Berücksichtigung der im kommenden Jahrzehnt sich entwickelnden Betriebsgrößen;
- Aufbau eines Netzes von Pilotanlagen zur praktischen Erprobung als auch zum Aufbau von Vertrauen seitens der potentiellen Anwender;
- ökonomische Anreize zur Implementierung derartiger Anlagen, die nicht zwangsläufig seitens der Agrarpolitik, sondern genauso gut von umweltpolitischen Stellen vergeben werden könnten.

Die Emissionen aus der Rinderhaltung selbst können dadurch reduziert werden, daß die Abluft aus den Ställen einer technischen Reinigung unterzogen wird. Dafür stehen sowohl Verfahren mit katalytischer Verbrennung als auch auf Basis von Biofiltern zur Verfügung. Der Forschungsbedarf auf dem Weg zu einer Markteinführung ist allerdings noch beträchtlich (ORTHOFFER, 1988, IX).

3.4.2. Geruch

Geruchsintensive Stoffe lagern sich an Staub an, daher kann Staub als Geruchsträger bezeichnet werden (vgl. EDER et al., 1986, 13). Bei den Gerüchen aus den tierischen Veredelungsbetrieben, die vor allem durch biochemische Umsetzungen von Fäkalien entstehen, handelt es sich "um Gemische zahlreicher Substanzen mit den unterschiedlichsten chemischen und physikalischen Eigenschaften. Die objektive Beurteilung der Gerüche wäre Voraussetzung für alle Be-

Geruch ist eine Belästigung

⁶⁰ US-amerikanische Werte gehen je kg OTS von 0,2-0,5 m³ bei Rindermist, 0,3-0,6 m³ bei Geflügelmist, 0,5-1,0 m³ bei Schweinemist aus.

wertungen, Gutachten, Gerichtsurteile usw. Der Vergleichsmaßstab, auch bei rein instrumentellen Verfahren, bleibt jedoch immer die Nase" (13f).

Wirkung auf den Menschen

Mit der Wirkung von Geruchsimmissionen auf den Menschen beschäftigen sich KOLLER (1986, 136ff) und MÜLLER (1986, 21ff). Eine weitestgehende Verringerung von Gerüchen und Schadgaskonzentrationen im Stallbereich liegt auch im Interesse des Tierhalters, da die eigene Gesundheit, die Leistung der Nutztiere darunter leidet und qualitätsmindernde Wirkungen auf das Fleisch festgestellt werden (vgl. KALICH, 1982 und MÜLLER, 1986, 21ff, DIEKMANN et al., 1983).

In der Stallluft wurden Carbonylverbindungen, Aldehyde, Schwefelwasserstoff und Mercaptane, Ammoniak sowie organische Säuren und ihre Derivate identifiziert (EDER et al., 1986). Die Emissionen werden vor allem von den drei Komponenten Tierart und -zahl, Stallbau und Stallklima beeinflusst.

Haltungform der Nutztiere entscheidet über Belastung

Bereits die Wahl des Haltungssystems entscheidet in bedeutendem Maß über die zu erwartenden Geruchsbelästigungen. Haltungsformen mit ausreichender Einstreu verringern die Geruchsentwicklung deutlich (BARTUSSEK, 1987 und KTBL, 1982, 114). Ist ein gewisses Maß an Geruchsbelästigung bereits erreicht, so gibt es eine Zahl von technischen Maßnahmen zur Emissionsreduktion (vgl. HÄUSLER, 1986 und KTBL, 1982): Überdimensionierung der Düngebehälter, Verdünnung der Abluft, Behandlung der Abluft (wie biologische Abluftwäsche, biologische Erdfilterung).

Während Festmist bei reichlicher Einstreu aeroben Umsetzungsvorgängen unterliegt, herrschen bei der verbreiteten Verwendung von Güllesystemen anaerobe Bedingungen, die zu starker Geruchsentwicklung führen. Die Geruchsentwicklung während der Güllelagerung kann dadurch unterdrückt werden, daß Flüssigmist in gedeckten Gruben gelagert wird oder die Schwimmdeckenbildung durch Strohzugabe gefördert wird (vgl. HÄUSLER, 1986, 54), daneben werden chemische und biochemische Mittel zur Geruchsminderung und Geruchsüberdeckung angeboten (vgl. EICHHORN, 1983 und SMIDT, 1982). Durch das Belüften von Gülle wird ein aerobes Milieu geschaffen, das zu deutlichen Geruchsverminderungen aber auch Stickstoffemissionen führt.

Bei der Ausbringung stellt unbehandelte Gülle eine starke Geruchsbelästigung dar. Das Ausmaß der Emission läßt sich durch Ausbringung bei regnerischer Witterung (unter Umständen sehr bodenschädlich oder unfallgefährdend) oder die Verwendung von Gölledrill vermindern.

WYTRZENS und REICHSTALER (1990, 104f) berichten von 22 Konfliktfällen im Wiener Umland, die auf Geruchsbelästigung zurückzuführen sind.

Maßnahmen

Für Geruch, der in der Regel eine Belästigung für den Menschen ist, stellt das Privatrecht und die Bestimmungen der Raumordnung die nötigen Instrumente zur Verfügung.

*Privatrecht und
örtliche Raum-
planung*

3.4.3. Lärm

In der Tierhaltung auftretender Lärm entsteht durch die Tiere selber, aber auch bei den für die Tierhaltung erforderlichen Betrieb von Maschinen und Geräten. "Zu Fütterungszeiten werden in Ställen Geräuschpegel bis zu 100 dB(A) erreicht, wobei das Geräuschmaximum bei Schweinen im Bereich der größten Hörempfindlichkeit des Menschen liegt (WINTER, 1978, zit. n. EDER et al., 1986).

*Quellen: Tiere
und Maschinen*

WYTRZENS und REICHSTALER (1990, 104f) berichten von 15 Konfliktfällen im Wiener Umland, die auf Lärmbelastungen der Bevölkerung (in der Mehrzahl verursacht durch Bewässerungspumpen) zurückzuführen sind (zu den umwelthygienischen Aspekten des Lärms vgl. KOLLER, 1986, 148ff).

Maßnahmen

Für den Problembereich Lärm aus landwirtschaftlicher Tätigkeit trifft im vorhergehenden Kapitel Angeführtes zu. In bezug auf Bewässerungsanlagen - die sinnvollerweise in der Nacht eingesetzt werden - soll die Umstellung von treibstoffgetriebenen Aggregaten zu stromgetriebenen forciert werden.

*Stromgetriebene
Pumpaggregate*

3.4.4. Staub und Mikroorganismen

Im Bereich der Tierhaltung entstehen (vgl. EDER et al., 1986):

- **Staub und Mikroorganismen** als Emission vor allem bei der Futteraufnahme und durch Abrieb von der Körperoberfläche
- Staub durch Futtermittel und den Betrieb von Förder- und Siloanlagen,
- Staub durch die Aufwirbelung von Einstreu- und Kotresten,
- Staub durch Abrieb von baulichen Anlagen.

Vor allem die Geflügelhaltung weist große **Staubemissionen** auf. Es werden bis zu 170 µg Staub/Tier/Tag entwickelt, der zum überwiegenden Teil aus Rohprotein, Kohlenhydraten und Asche besteht. Eine Verringerung dieser Belastung wird vor allem im Hinblick auf das Betreuungspersonal angestrebt (von den abträglichen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit berichtet BARTUSSEK, 1990b).

*Staub vor allem
in der Geflügel-
haltung*

Mikroorganismen liegen in der Luft vor allem zu Clustern aggregiert vor. Sie sind häufig an größere Staubteilchen angelagert und unterliegen während der Verlagerung einer Sinkgeschwindigkeit. Bei Verfrachtungen über weitere Strecken muß der Tatsache Rechnung getragen werden, daß die Keime im luftgetragenen Zustand eine begrenzte biologische Lebensfähigkeit aufweisen. Ein Transport über

*Mikroorganismen
durch Tierhal-
tung im Allge-
meinen*

weitere Strecken und damit eine potentielle Umweltbeeinflussung ist bei zwangsbelüfteten Ställen zu erwarten (vgl. EDER et al., 1986, 41).

**Zusammenhang
Haltungsform
und Mikroorga-
nismenbelastung**

Neben der Nitratproblematik sieht sich die Intensivtierhaltung zunehmend mit der schweren Kontrollierbarkeit von Salmonellen konfrontiert. So wird berichtet, daß in mehreren Gebieten der EG neben Geflügel auch Kälber und Schweine in großem Ausmaß verseucht sind (BARTUSSEK, 1988, führt das Beispiel Bayern an). Neben den allgemein diskutierten Folgen für die menschliche Gesundheit ergeben sich durch die Freisetzung von Mikroorganismen im Zuge der Düngung nicht unerhebliche Umweltprobleme. Da Salmonellen - mit den Fäkalien auf die Felder ausgebracht - durchaus ein Jahr überleben können, werden auch Wildtiere verseucht, die für großflächige Ausbreitung sorgen. Weil es in Österreich verglichen mit internationalen Verhältnissen praktisch keine Massentierhaltung gibt, ist dieses Problem derzeit unter Kontrolle (THIEMANN, 1993)

Maßnahmen

Der Bereich **Staubemission** ist in erster Linie für die in der Landwirtschaft Tätigen von Bedeutung. Arbeitsschutzmaßnahmen sollten, ähnlich wie sie im Gewerbe- und Industriebereich gelten, verstärkt auch im Bereich der selbständigen Landwirte umgesetzt werden.

**Forschungsbe-
darf über Um-
weltbelastung
durch Mikroor-
ganismen**

Über die Freisetzung von **Mikroorganismen** an die Umwelt können in Österreich bisher nur aus den Erhebungen der veterinärmedizinischen Kontrolle Rückschlüsse gezogen werden. (z.B. aus den Ergebnissen der Untersuchungen nach der Geflügelhygieneverordnung). Forschungsvorhaben über die Abschätzung der Relevanz dieses Problems sind durchzuführen.

3.4.5. Pharmazeutische Stoffe

**Geringe Mengen,
aber hochwirk-
sam**

Pharmazeutika kommen einerseits als Bestandteile von Futtermitteln andererseits über veterinärmedizinische Verabreichungen in den Stoffkreislauf der Landwirtschaft. Zulassung und Anwendung unterliegen - ähnlich wie bei den Pflanzenschutzmitteln - umfangreichen Kontrollen.

Umweltrelevant werden diese Mittel, sofern sie oder ihre Metabolite über die Ausscheidungen und in weiterer Folge über die Düngerausbringung in die Umwelt freigesetzt werden.

**Futtermittelzu-
satzstoffe sind
unbedenklich**

In den Futtermitteln eingesetzte Coccidiostatika und Antibiotika werden auf Rückstände im Kot untersucht, aktive Rückstände konnten in Untersuchungen der landw. chem. Bundesanstalt nicht identifiziert werden (WÜRZNER, 1993). LETTNER (1993) vertritt die gesicherte Ansicht, daß Wirkstoffe, die indirekt über Futtermitteln in die Umwelt gelangen könnten, sehr rasch abgebaut werden und somit keinen Schaden verursachen können. Probleme könnten allenfalls Spurenelemente in höheren Dosen mit sich bringen, z.B. Kupfer, das sich zur Leistungssteigerung eignet. In Österreich ist damit jedoch nicht

zu rechnen, da hier Überdosierungen von Spurenelementen zur Leistungsförderung untersagt sind.

Über das mögliche umweltrelevante Verhalten von Medikamenten, die Tieren im Krankheitsfall verabreicht werden, konnten keine Hinweise auf Umweltschädigung aufgefunden werden (da die unterschiedlichen Mengen vernachlässigbar gering sind, THIEMANN, 1993), allerdings dürfte dies daran liegen, daß diese Fragestellung bisher nicht im Forschungsinteresse stand.

*Umweltverhalten
von Medikamen-
ten weitgehend
unbekannt*

Ziele

Allein aus betriebswirtschaftlichem Kalkül sollte an der Gesundheit der Nutztiere Interesse herrschen. Da artgerechte Haltung in der Regel die Krankheitsanfälligkeit verringert (und damit auch die Notwendigkeit zur Behandlung mit pharmazeutischen Stoffen), sollten Bemühungen in diese Richtung Priorität genießen.

*Forschung zur
Abschätzung der
Relevanz*

Maßnahmen

Da über die in Futtermitteln eingesetzten pharmazeutischen Stoffe Klarheit über ihre Unschädlichkeit bei der Freisetzung über den Kot der Tiere herrscht, nicht jedoch im Hinblick auf die Stoffe, die bei veterinärmedizinischen Verabreichungen in den Stoffkreislauf gelangen könnten, ist eine Abschätzung des Potentials der Wirkung angebracht.

3.4.6. EXKURS: Artgerechte Tierhaltung

Der Grund für die Aufnahme dieses Exkurses liegt darin, daß die Prinzipien der Nachhaltigkeit, die einleitend dargelegt wurden, integrierte Konzepte und ökosystemar orientiertes Handeln fordern. Der Umgang mit Lebewesen, sei es nun in der freien Natur oder im Bereich der Nutztierhaltung ist ein Prüfstein der Realisierung dieser Ziele. Über die Umweltwirkung tiergerechter Haltungssysteme in der Landwirtschaft kann bisher nur gesagt werden, daß sie keinesfalls schlechter sind als die Alternativen. Der Grund für diese dürftige Diagnose liegt in der bisher mangelhaften wissenschaftlichen Durchdringung dieses Problembereiches. Die vom Umfang her geringen Forschungsanstrengungen konzentrierten sich bisher vor allem auf Zustandserhebungen, veterinärmedizinische Aspekte und betriebswirtschaftliche Fragestellungen. Eine Evaluierung der umweltrelevanten Aspekte ist bisher nicht erfolgt, scheint aber dringend angebracht.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Nutztierethologie werden in jüngerer Zeit Forschungsanstrengungen unternommen, Tierhaltungssysteme zu entwickeln, die tiergerecht sind (vgl. TSCHANZ, 1982). BARTUSSEK (1988) schlug einen Tiergerechtigkeitsindex vor, anhand dessen eine Beurteilung verschiedener Haltungssysteme in standardisierter Weise vorgenommen werden könne.

*Erkenntnisse der
Nutztierethologie*

Kriterien der Tiergerechtigkeit

Fünf Kriterien, die für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutztiere von Bedeutung sind, werden skalenmäßig eingestuft: Bewegungsmöglichkeit, Sozialkontakt, Bodenbeschaffenheit, Stallklima, Lüftung und Betreuung. Es sind maximal 35 Punkte möglich, werden weniger als elf Punkte erreicht, gilt ein Haltungssystem nach diesen Kriterien als "nicht tiergerecht" (Adaptierungen der Beurteilung nach diesem Schema aus ethologischer Sicht regt KONRAD, 1993, an, zu den Begriffen "artgemäß" und "verhaltensgerecht" vgl. TSCHANZ, 1984).

Ein wesentliches Element tiergerechter Haltungssysteme ist die Verwendung von Einstreu:

Probleme nicht tiergerechter Haltung

"Das Halten der Tiere auf harten, kalten und perforierten Böden, aber auch andere Maßnahmen der Haltungstechnik wie Immobilisation und zunehmende Bestandesdichte haben zu vermehrten Erkrankungen der Klauen, der Gelenke, der Euter und anderer empfindlicher Organe geführt. Hundesitzigkeit der Schweine, Wehenschwächen und MMA-Syndrom, Fruchtbarkeitsstörungen und subklinische Mastidien bei Kühen usw. werden heute als sog. Faktorenkrankheiten bezeichnet, bei denen die Haltungsumwelt eine bedeutende Rolle spielt. Über die mittel- und langfristigen betriebswirtschaftlichen Auswirkungen dieser Probleme liegt sehr wenig gesichertes Material vor, doch ist es unbestritten, daß bei genügend Einstreu im Tierbereich die Probleme wesentlich geringer sind" (BARTUSSEK, 1985).

Neben der Einstreu soll eine möglichst große Bewegungsfreiheit der Tiere sichergestellt werden und technische Maßnahmen, die arttypisches Verhalten unterbinden oder in unnatürliche Bahnen lenken sollen, vermieden werden (zu den Auswirkungen des "Kuhtrainers" z.B. vgl. SÖLKNER, 1988).

Vorteile tiergerechter Haltungssysteme

Abgesehen von ethischen Überlegungen bieten tiergerechte Haltungssysteme Vorteile, die in erster Linie betriebswirtschaftlich relevant sind, da artgerecht gehaltene Tiere bessere Leistungen erbringen (BARTUSSEK, 1990b und VAN DER EMDE, 1993). Daneben lohnt sich, wie das Beispiel Schweiz zeigt, eine Umsetzung tiergerechter Haltungssysteme in vielfältiger Weise. Seit 1991 dürfen - nach einer zehnjährigen Übergangsfrist - in der Schweiz Hühner nicht mehr in Käfigen gehalten werden. Die Kosten je Ei liegen dank einer rasanten Entwicklung alternativer Haltungssysteme nur unbedeutend höher als bei Eiern aus der Käfighaltung (vgl. auch MATZENBERGER, 1993). Durch diese vornehmlich aus ethischen Überlegungen eingeführte Politik wurden bedeutende Forschungsanstrengungen ins Leben gerufen, die zu einem großen Know-how, das auch verkauft wird, führten.

Eine Erhebung der in Österreich gebräuchlichen Haltungssysteme (KONRAD, 1993, 47) ergab, daß

"ein möglichst hoher Technisierungsgrad angetrebt wird, der durchgehend bei allen Tierarten zum weitgehenden Verzicht auf Einstreu und einer deutlichen Einschränkung des Platzangebotes führt. Solche Haltungssysteme sind in der Bewertung nach dem Tiergerechtheitsindex von Bartussek als nicht artgerecht zu bezeichnen".

Durch die Kleinstrukturiertheit der österreichischen Landwirtschaft und die kaum vorhandene Massentierhaltung, ist die Ausgangslage verglichen mit anderen Ländern dennoch vergleichsweise günstig (vgl. VAN DER EMDE, 1993). Dies erleichtert von vornherein Schritte zur Umsetzung in Richtung tiergerechtere Haltungssysteme (z.B. werden in Österreich nur etwa zwei Drittel der Legehennen in Käfigen gehalten, MATZENBERGER, 1993).

***Relativ günstige
Ausgangslage in
Österreich***

Ein bedeutendes Handicap stellt die bisher nur in geringem Umfang betriebene Forschungsarbeit dar. Es ist nun möglich, sich mit dieser Diagnose abzufinden und diese Situation als den Preis für die Rationalisierung der Landwirtschaft hinzunehmen. Wie das Schweizer Beispiel der Legehennenhaltung zeigt, lassen sich durch wirtschaftliche Anreize die Ziele von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sehr effizient umlenken und resultieren in Lösungen, die bereits bei rein betriebswirtschaftlicher Betrachtung einer gleichwertigen Effizienz nahe kommen. Gleichzeitig steht fest, daß die Investitionskosten tiergerechter Ställe mit Stroheinstreu zum Teil deutlich geringer sind als Vergleichsvarianten ohne Einstreu und aufgrund gesünderer und damit leistungsfähigerer Tiere die Deckungsbeiträge (bei Berücksichtigung des Lohnansatzes) höher sind. Der Grund für die Wahl ungünstiger Haltungssysteme liegt in der Überschätzung des Arbeitsaufwandes (BARTUSSEK, 1987).

***Forschungs-
bedarf***

Dies verwundert nicht, denn zur überzeugenden Untermauerung der Vorteile tiergerechter Haltungssysteme sind langdauernde Experimente unter standardisierten Bedingungen nötig, die bisher nur in sehr beschränktem Umfang durchgeführt wurden (z.B. BARTUSSEK et al., 1993). Im Rahmen weiterer Optimierungen in der Stalltechnik sind positive Auswirkungen auch auf die Umwelt zu erwarten, ist doch bereits heute eine größere Belastung der Umwelt durch tiergerechte Haltung ausgeschlossen (die Stickstoffemissionen von Festmistketten sind nicht größer als von Güllesystemen, siehe OTT, 1990).

***Umweltwirkung
tiergerechter
Haltungssysteme
unbekannt***

3.5. Nicht-landwirtschaftsbedingte Immissionen in das Agrarökosystem

3.5.1. Umweltpolitische Relevanz und Ausgangssituation

Land- (und forst)wirtschaftliche Produktionsformen sind aufgrund ihres im Vergleich zu anderen industriellen und gewerblichen Produktionszweigen atypisch hohen Flächenbezuges sehr anfällig gegenüber atmosphärischen Schadstoffen. Grundsätzlich wird agrarische

***In der
Landwirtschaft:
Bewirtschaftung
der Fläche***

Produktion durch Luftschadstoffe, Schwermetalle und Spurenelemente sowie organische Chemikalien beeinträchtigt. Der Luftweg stellt die dominierende Form der Transmission außeragrarisches verursachter Schadstoffe dar.

Durch diese Schadstoffe werden sowohl landwirtschaftliche Böden und Kulturen als auch in besonderem Maße die Waldökosysteme beeinträchtigt. Hinsichtlich der konkreten Schadensfolgen zeigen die beiden Ökosysteme (Agrar und Wald) aber aus mehreren Gründen unterschiedliche Reaktionen (UBA, 1988, 120):

**Unterschiede
Wald - landw.
genutzte Fläche**

- In Agrarökosystemen ist die Bestandsdauer stets wesentlich kürzer als in Waldökosystemen⁶¹.
- In Agrarökosystemen ist - besonders bei intensiver Bewirtschaftung - der Nettoentzug von Bodensstoffen höher.
- Landwirtschaftlich genutzte Böden sind mehrheitlich qualitativ besser als Waldböden.
- Wälder filtern Luftschadstoffe stärker aus als landwirtschaftliche Kulturen⁶².
- In der Praxis werden Schädwirkungen in der Landwirtschaft häufiger durch spezifische Pflegemaßnahmen zu kompensieren versucht als in der Forstwirtschaft.

Grundsätzlich läßt sich die Situation der Landwirtschaft als Betroffener von Luftschadstoffen i.w.S. in zwei Bereiche unterteilen:

**Unterschiede:
regional, global**

- lokale bzw. regionale Einflüsse,
- globale Einflüsse.

Lokale bzw. regionale Einflüsse ergeben sich in der Regel aus den direkt einwirkenden Emissionen seitens industrieller Erzeugungsvorgänge und des privaten Individualverkehrs.

Ausführlich werden Luftverunreinigungen in ihrem Effekt auf die Landwirtschaft in WERSCHNIZKY/FABRY (1993) behandelt. Einen knappen Überblick über die Beeinträchtigung landwirtschaftlicher Produktionsformen durch atmosphärische Umweltbelastungen bietet die folgende Tab. 3.7.

**Säurebildner,
Oxidantien**

Säuredepositionen umfassen in etwa zu 70 % Schwefeldioxid und zu 30 % Stickoxide, beide primär aus Verbrennungsvorgängen. Beide Elemente zeigen in den letzten Jahren eine eher rückläufige oder doch stagnierende Tendenz. Problematischer ist die Entstehung photochemischer Oxidantien zu beurteilen, weil VOCs (= flüchtige organische Verbindungen), welche im Rahmen dieses Prozesses den begrenzenden Faktor darstellen, weiter zunehmen dürften. Auch sie entstammen etwa zur Hälfte den unvollständig ablaufenden Ver

⁶¹ Während in ersteren normalerweise jährlich geerntet wird, liegt die Umtriebszeit bei Waldbäumen bei 80 -150 Jahren.

⁶² Die Staubfangfläche von einem m² Wald ist 200mal (!) größer als jene derselben Fläche Ackerboden (MITTERBÖCK, 1987, 15).

Acidic products (acid deposition)	Directly and indirectly (via soil changes) toxic to plants: foliar injury and inhibition of plant growth and development	Sulfur dioxide	Power plants Fuel combustion (industrial, domestic, etc.) Industrial combustion processes Energy production Mobile (motor vehicle) sources (see above)
Photochemical oxidants (primarily ozone)	Foliar injury; inhibition plant growth and development	Nitrogen oxides Volatile organic compounds	Mobile (motor vehicle) sources Solvent use Natural (see above)
Sulfur Dioxide (gas)	Foliar injury; inhibition plant growth; sulfur a plant macronutrient		(see above)
Nitrogen dioxide (gas)	Nitrogen dioxide like ozone; nitrogen oxide less well studied - considered less toxic; nitrogen a plant macronutrient		(see above)
Heavy metals (e.g. cadmium, lead, mercury)	Toxic to livestock and crops (esp. enzyme inhibition); magnification in food chain (cadmium); contamination of crops destined for animals and humans		Smelting industries Fossil fuel combustion Waste incineration Natural
Fluorine compounds and fluorides	Toxic to livestock (fluorosis in cattle)	Fluorine: Fluorides:	Ceramic industry Fertilizer production Chemical industry Metal smelting industry Brick, tile, glass prod. industry Coal combustion
Soot, smoke, dust Fine particulate matter	Direct contamination; reduced rate of photosynthesis		Road construction, Quarrying Open-cast mining Cement manufacturing Industrial processes Diesel engines Coal combustion

Tabelle. 3.7: Ausgewählte Luftschadstoffe, ihre mögliche Wirkung auf landwirtschaftliche Kulturen und die Emissionsquellen

Quelle: OECD (1987, 50)

brennungsvorgängen. Allerdings können auch natürliche Entstehungsquellen beteiligt sein (Waldemissionen, Rapsblüte ...).

3.5.2. Auswirkungen regionaler Umweltbeeinträchtigungen

3.5.2.1. "Klassische" Luftschadstoffe und Säuredeposition

Reduktion von Luftschadstoffen

Als "klassische" Luftschadstoffe werden hier im wesentlichen Schwefel, Stickstoff, Fluor u.a. verstanden. In Österreich konnten die **Schwefelemissionen** zwischen 1980 und 1985 bereits um mehr als die Hälfte reduziert werden, wobei die Absenkung des Schwefelgehaltes in Heizölen eine entscheidende Rolle spielte. Die tatsächliche Reduktion der Schwefeldepositionen war jedoch geringer (etwa 25 %), weil in den angrenzenden europäischen Staaten keine analogen Maßnahmen gesetzt wurden⁶³. Der effektive Schwefeleintrag (naß und trocken) dürfte in Österreich (nach Berechnungen im Rahmen des "European Monitoring Evaluation Program" für das Jahr 1985) bei jährlich etwa 25 kg/ha gelegen haben. Die Messungen der jährlichen Sulfateinträge in nasser Form liegen zwischen 7 kg/ha in nicht industriell beeinflussten Regionen und über 30 kg/ha in Industriegebieten (UBA, 1988, 121). Die Schwefelentzüge von Nutzpflanzensystemen mit Hackfrucht und Getreide liegen zwischen 20 und 30 kg/ha und Jahr.

Schäden durch SO₂

Zu hohe Einwirkungen von Schwefeldioxid aus der Luft verursachen ähnlich den Rauchschäden beim Wald Immissionsschäden bei Pflanzenkulturen, während Schwefel in kleinen Dosen ein wichtiger Nahrungsbestandteil der Pflanzen darstellt. Bezüglich der Toleranzwerte für Schwefel werden die Pflanzenarten in Resistenzgruppen unterteilt:

Pflanzen hinsichtlich ihrer Schadstoffresistenz

Resistenzgruppe	Pflanzenart	Toleranzgrenze (ppm SO ₂)
I	Kleeartige Futterpflanzen	0,15 - 0,20
II	Getreide, Blattgemüse (außer Kohl), Bohnen, Erdbeeren	0,20 - 0,30
III	Hackfrüchte, Ölfrüchte, Kohl	0,30 - 0,40

Tabelle 3.8: Toleranzgrenzen für SO₂ nach Pflanzenarten

QUELLE: ZAHN (1961), zit. nach UBA (1988, 121)

Fluor von lokaler Bedeutung

Der **Stickstoffeintrag** aus der Luft liegt angesichts der jährlichen Stickstoffentzüge durch Ernteprozesse in einem zu vernachlässigenden Bereich. Der Eintrag von **Fluor** konzentriert sich hauptsächlich auf spezifische Emittenten (Aluminiumwerke, Ziegeleien) und führt dort vielfach zu Schädigungen, die für die gesamte Flora und Fauna

⁶³ Dieser Umstand verdeutlicht sehr nachdrücklich die Notwendigkeit einer international koordinierten Vorgangsweise im Bereich des Umweltschutzes.

des Gebietes und damit auch die betroffenen Landwirte existenzbedrohend sein können. Für Österreich insgesamt ist dieses Problem quantitativ allerdings eher nachrangig.

Säuredeposition beeinträchtigt die Vegetation direkt und indirekt. Die direkten Effekte wurden bisher am ausführlichsten im Zusammenhang mit Waldökosystemen studiert. Beeinträchtigungen der Wachstumsbedingungen im Pflanzenbau werden z.B. im Rahmen einer Untersuchung des National Acid Precipitation Assessment Programs in den USA (OECD, 1987, 52) ermittelt, bei der existierende Belastungsniveaus simuliert wurden. Ältere Arbeiten zu dieser Thematik sind AMUNDSEN/MACLEAN oder REINERT/HECK (alle 1982), welche speziell auf die Dosis-Response Beziehungen sowie die Problematik der Koexistenz mehrerer Belastungsstoffe eingehen. WERSCHNIZKY/FABRY (1993, 246) verweisen darauf, daß für Deutschland bisher keine Schäden an Ackerkulturen durch Säureeintrag beobachtet wurden, womit jedoch nicht ausgedrückt werden soll, daß solche Schäden auch nicht eingetreten sind.

Direkte und indirekte Wirkung von Säuredepositionen

Indirekte Schädigungen ergeben sich daraus, daß durch Säureeintrag der Boden in seinen vielfältigen Funktionen beeinträchtigt wird. Durch den Eintrag von H_2SO_4 verbinden sich z.B. die basischen Bodenteilchen zu schwerlöslichen Sulfaten, wodurch der Vorrat an pflanzenverfügbaren Nährstoffen bei gleichzeitiger Senkung des pH-Wertes sinkt. Im Zuge dieses Prozesses kommt es zu einer Beeinträchtigung von pH-sensitiven Mikroorganismen, zudem erhöht sich der Austrag von Bodennährstoffen und die Mobilisierungsrate von Schwermetallen (CROCKER, 1987, 52). Anzumerken ist an dieser Stelle, daß dieselben Effekte auch durch natürliche Vorgänge sowie bestimmte Nutzungspraktiken (Düngung mit NH_3-N) des Landes hervorgerufen werden. Im Detail ist bisher sehr wenig über die Art, Intensität und Ausmaß von Bodenversauerung bekannt. Der Forschungsbedarf in bezug auf Ursache-Wirkungs- bzw. Dosis-Response-Zusammenhänge in diesem Bereich ist hoch.

Der **Säureeintrag** in Form von Luftschadstoffen bzw. deren Umwandlungsprodukte (SO_2 , NO_x , HCl , HF , ...) liegt in Österreich bei jährlich etwa 1,5 - 2,0 kg H^+ /ha. Diese Menge verzehrt pro Jahr Basen in einem Umfang von etwa 50 - 100 kg Kalk/ha. Obwohl im Bereich landwirtschaftlicher Böden die effektive Säurebildung durch Erntevorgänge (zusätzlich 3 - 30 kg H^+ /ha) weiter gesteigert wird und damit sehr viel höher liegt als bei Waldböden, treten hier kaum negative Folgen auf, weil diese Bodenversauerung im Zuge der jährlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen regelmäßig kompensiert wird, bei Waldböden dagegen nicht. Die Kosten dieser Kompensationsmaßnahmen trägt zur Zeit ausschließlich der Landwirt.

Säureeintrag in Österreich

3.5.2.2. Schwermetalle

Schwermetalle können sich im Boden anreichern und irreversible Schädigungen verursachen. Durch ihr toxisches Potential stellen sie meist bereits in kleinen Dosen eine Gefährdung dar. Über den Weg der Atmosphäre sind vor allem Blei (Pb) und Cadmium (Cd) von

Irreversible Schädigung durch Schwermetallbelastung der Böden

Relevanz, auch Quecksilber spielt dabei eine Rolle. Durchschnittlich werden in ländlichen Gebieten (der BRD) 140 g Blei sowie 4 g Cadmium je ha und Jahr deponiert (WERSCHNIZKY/FABRY, 1993, 244)⁶⁴.

Für die konkreten Immissionsmengen sind - bei gegebenen Emissionsquellen - meteorologische Faktoren verantwortlich: einerseits Stärke und Richtung des Windes, andererseits die Temperaturschichtung. Starke Winde führen zwar zu einer Verdünnung der Schadstoffe, begünstigen jedoch den Ferntransport. Für schwache Winde gilt das Gegenteil. Eine wesentliche Konzentration der Immissionsmengen tritt im Nahbereich von emittierenden Industrieanlagen sowie von Straßen auf. Eine Untersuchung für den Raum Tirol (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG, 1989) zeigte auf, daß knapp über 10 % der Bodenproben über dem Grenzwert von 100 mg Pb/kg TS lagen und auch die durchschnittliche Cadmiumbelastung mit 0,57 mg Cd/kg TS bereits mehr als die Hälfte des Grenzwertes (1 mg Cd/kg TS) ausmacht. Dabei weisen Böden in Autobahnnähe erwartungsgemäß die höchsten Belastungswerte (89 mg Cd/kg TS) auf. Die folgende Tabelle läßt *erkennen*, daß eine Bodenbelastung mit Pb und Cd zuerst die Gesundheit des Menschen und erst in weiterer Folge jene von Tieren und Pflanzen gefährdet.

Metall	Mensch *)	Tier	Pflanzen- ertrag	Pflanzen- symptom
Pb	1	2	3	4
Cd	1	3	2	4
Tl	(1)**)	2	2	1
Hg	(1)**)	2	1	?
Cu	4	2	1	3
Zn	3	3	1	2
Ni	1/2	1/2	1	2
Cr	?	2	1	?

*) pflanzliche und tierische Nahrung

***) Aufnahme vorrangig über Fische

() unsicher

Rangfolge: 1 = Schädigung tritt hier zuerst auf

4 = Schädigung tritt hier zuletzt auf

Tabelle 3.9: Schädigungsrangfolge durch Schwermetalle

Quelle: STEHLIK (1991)

Eine Schädigung landwirtschaftlicher Kulturen im Einflußbereich von Straßen ergibt sich auch durch die Ausbringung von Streusalz (Na

⁶⁴ In Ballungsgebieten erhöhen sich die entsprechenden Werte auf 250 bzw. 15 g.

Eine Schädigung landwirtschaftlicher Kulturen im Einflußbereich von Straßen ergibt sich auch durch die Ausbringung von Streusalz (Na und Cl), wobei die ausgebrachten Mengen und die Niederschlagsverhältnisse die entscheidenden Determinanten darstellen. Im Falle geringerer Auswaschung innerhalb eines Jahres wegen unzureichender Niederschlagsmengen tritt eine Anreicherung im Boden auf.

Schäden durch Streusalz

3.5.2.3. Photochemische Oxidantien (Bodenozone)

Die wichtigste Komponente photochemischer Oxidantien ist Ozon, daneben spielen Stickoxide und PANs (= Peroxyacetylnitrate) eine wesentliche Rolle. Für Pflanzen ist in erster Linie O_3 von Bedeutung. Wieder kann die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Schadstoffe multiplikativ ansteigende Schadeffekte nach sich ziehen⁶⁵. Der Stand der Kenntnis darüber ist bisher nicht ausreichend.

Bodenozone ist ein sogenannter Sekundärschadstoff, der unter intensiver Sonneneinstrahlung aus den Vorläufersubstanzen NO_x und VOC gebildet wird. In den ländlichen Gebieten Mitteleuropas liegt die Ozonbelastung höher als in Ballungsräumen und man rechnet zudem mit einem Anstieg von 1 % pro Jahr (WERSCHNIZKY/FABRY, 1993, 243). Freie Radikale stellen ein gefährliches Ozonzerfallsprodukt dar, welche toxische Effekte bezüglich Zellwänden und Plasmamembranen von Pflanzen zeitigen.

Bodennahes Ozon als Folge vielfältiger Ursachen

Generell führen Photooxidantien zu Vitalitätsminderungen und höherer Anfälligkeit der Pflanzen für Schadorganismen und Witterungseinflüsse. Die Intensität dieser Effekte ist abhängig von der O_3 -Konzentration, Einwirkungsdauer und -frequenz, den Intervallen zwischen den Einwirkungen usw. An Raps wurden in Deutschland als Folge einer Ozonbelastung von $60-100 \mu g/m^3$ Ertragseinbußen zwischen 9 und 16 % festgestellt (WERSCHNIZKY/FABRY, 1993, 246). Einen Überblick über die Ertragsschmälerungen durch Ozoneinwirkung unter variierenden experimentellen Bedingungen bietet die folgende Tab. 3.10. (OECD, 1987, 56):

Wirkung auf die Pflanzen

Ein großangelegtes Forschungsprojekt des US-amerikanischen "National Crop Loss Association Network", eingerichtet von der EPA im Jahr 1980, untersuchte die Reaktion verschiedener Pflanzen unter realistischen O_3 -Einwirkungen. Es zeigten sich Ertragseinbußen zwischen 10 % im Falle von Soja und mehr als 50 % bei Kopfsalat. Freilandexperimente wurden auch in Dänemark, Großbritannien und Schweden durchgeführt und zeigten vergleichbare Resultate. Die monetären Schäden durch diese Ertragseinbußen werden für die USA - je nach Quelle - mit 1 bis 6 Mrd US-Dollar beziffert.

Internationale Erfahrungen

⁶⁵ Während NO_2 allein wenig Wirkung auf Pflanzen zeitigt kommt es in Verbindung mit O_3 zu einer deutlichen Steigerung der phytotoxischen Wirkung (CROCKER, 1987).

Plant species	O ₃ concentration ¹⁾ g/m ³	Exposure duration	Yield reduction in % of control	Year of study
Alfalfa	200	7 h/d, 70 d	51, top dry wt	1977
Alfalfa	200	2 h/d, 21 d	16, top dry wt	1975
Pasture grass	180	4 h/d, 5 d/wk, 5 wk	20, top dry wt	1980
Ladino clover	200	6 h/d, 5 d	20, top dry wt	1982
Soybean	200	6 h/d, 133 d	55, seed wt/plant	1974
Sweet corn	200	6 h/d, 64 d	45, seed wt/plant	1972
Sweet corn	400	3 h/d, 3 d/wk, 8 wk	13, ear fresh wt	1973
Wheat	400	4 h/d, 7 d	30, seed yield	1974
Radish	500	3 h	33, root dry wt	1974
Beet	400	2 h/d, 38 d	40, storage root dry wt	1973
Potato	400	3 h/d, every 2 wk, 120 d	25, tuber wt	1980
Pepper	240	3 h/d, 3 d/wk, 11 wk	19, fruit dry wt	1979
Cotton	500	6 h/d, 2 d/wk, 13 wk	62, fiber dry wt	1979
Carnation	100 - 180	24 h/d, 12 d	74, no. of flower buds	1968
Coleus	400	2 h	20, flower no.	1972
Begonia	500	4 h/d, once every 6 d for a total of 4 times	55, flower wt	1979
Ponderosa pine	200	6 h/d, 126 d	21, stem dry wt	1977
Western white pine	200	6 h/d, 126 d	9, stem dry wt	1977
Loblolly pine	100	6 h/d, 28 d	18, height growth	1977
Pitch pine	200	6 h/d, 28 d	13, height growth	1977
Poplar	80	12 h/d, 5 mo	+1333, leaf abscission	1977
Hybrid poplar	300	12 h/d, 102 d	58, height growth	1981
Hybrid poplar	300	8 h/d, 5 d/wk, 6 wk	50, shoot dry wt	1981
Red maple	500	8 h/d, 6 wk	37, height growth	1979
American sycamore	100	6 h/d, 28 d	9, height growth	1982
Sweetgum	200	6 h/d, 28 d	29, height growth	1982
White ash	300	6 h/d, 28 d	17, total dry wt	1982
Green ash	200	6 h/d, 28 d	24, height growth	1982
Willow oak	300	6 h/d, 28 d	19, height growth	1982
Sugar maple	300	6 h/d, 28 d	12, height growth	1982

1) Data originally given in ppm; conversion factor used 1 ppb = 2 g/m³

Data represents the lowest concentration reported that significantly reduced yield; this concentration was frequently the lowest tested.

Tabelle 3.10: Ozonexposition bei der es bei den angeführten Pflanzen zu signifikanten Ertragsseinbußen kommt.

Quelle: OECD (1987, 56)

Das Forschungszentrum Seibersdorf ist in ein internationales Forschungsvorhaben eingebunden - Critical Levels of Ozone, UNEC-Project - und beteiligt sich an standardisierten Versuchen.

**Untersuchungen
in Österreich**

Eine breitangelegte Studie zu diesem Thema, in der Art- und Sortenempfindlichkeiten wichtiger Kulturpflanzen untersucht wurden, brachte folgende Zwischenergebnisse:

"Als empfindlichste Getreideart reagierte Weizen, unbeeinflusst zeigt sich Roggen. Gerste, Hafer und Mais reagierten mit geringen, aber signifikanten Ertragseinbußen. Die deutlichsten Sortenunterschiede waren bei Weizen und Hafer festzustellen" (SOJA, 1993, 16).

**Weizen zeigt
sortenabhängig
relativ starke Be-
einträchtigungen**

Insgesamt sind damit zwar die unmittelbaren phytotoxischen Effekte einer O₃-Exposition relativ gut erforscht, man weiß aber noch recht wenig über die interaktiven Effekte im Falle von Schadstoffkombinationen als auch die wirtschaftlichen Konsequenzen. Diese Fragestellungen können mithilfe von Modellen im Rahmen einer umfassenden Risikoanalyse (wie es in der Schweiz ansatzweise erfolgt, FUHRER, 1993) behandelt werden. Generell dürfte die phytotoxische Wirkung von O₃ in der Vergangenheit unterschätzt worden sein. Das könnte unter Umständen dadurch bedingt sein, daß die Ozonschäden im Wurzelbereich stärker sind als jene der grünen Pflanzenteile.

3.5.2.4. Stickoxide (NO, NO₂)

Stickoxide werden vornehmlich durch den Autoverkehr und kalorische Kraftwerke emittiert⁶⁶. Stickoxide wirken auf Pflanzen weniger toxisch als SO₂ oder O₃. Die derzeit in landwirtschaftlichen Produktionsregionen herrschenden Stickoxidkonzentrationen allein dürften in der Regel zu keinen wesentlichen Beeinträchtigungen von Pflanzenwachstum und Ertrag führen (AMUNDSEN/MACLEAN, 1982).

Diese Aussage gilt nicht, wenn Stickoxide in Kombination mit SO₂ und/oder O₃ auftreten; was in vielen urbanen, aber auch ruralen Gebieten der Fall ist. Hier kommt es zu signifikanten Beeinträchtigungen (REINERT/HECK, 1982). Diese erreichen bis zu 20 % im Vergleich zu Versuchen, wo dieselbe Menge an NO₂ in reiner Form zur Anwendung kam.

**Stärker Schädigung durch
Synergismen von
Schadstoffen**

⁶⁶ Diese Quellen emittieren auch SO₂ und Kohlenwasserstoffe, die in Kombination mit Stickoxiden in weiterer Folge zur Bildung von Ozon führen (AMUNDSEN/MACLEAN, 1982).

3.5.2.5. Direkte Effekte erhöhter CO₂-Konzentrationen

C3- und C4-Pflanzen reagieren unterschiedlich auf Anstieg im Kohlendioxidgehalt der Luft

Wenngleich CO₂ in erster Linie in bezug auf seine Klimawirksamkeit und damit auf seine indirekten Effekte auf die Vegetation diskutiert wird, so hat dieses Gas auch direkte Konsequenzen für die heimischen Pflanzenarten, die zum größten Teil dem C3-Typus zuzuordnen sind. Bei diesem Pflanzentypus wird die Bindung des CO₂ an das Enzym Ribulosebiphosphat durch Sauerstoff merklich konkurrenziert (RUPPERT et al., 1992). Diese Nebenreaktion wird als Lichtatmung oder Photorespiration bezeichnet. Eine Erhöhung der CO₂-Konzentration führt zu einer Abnahme der Photorespiration und damit zu einer Verbesserung der Wachstumsbedingungen. Bereits eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration führte bei Versuchen an 430 Einzelpflanzen im Durchschnitt zu Ertragssteigerungen von 33 %. Ab der dreifachen CO₂-Konzentration kommt die Photorespiration völlig zum Erliegen. Dieser Effekt tritt bei C4-Pflanzen nicht auf, weshalb diese auf Veränderungen der CO₂-Konzentration kaum oder überhaupt nicht reagieren. Dadurch verschiebt sich das Konkurrenzgleichgewicht grundsätzlich zugunsten von C3-Pflanzen (PARRY und 1993 und RUPPERT et al., 1992). Allerdings sind diese direkten Effekte einer Veränderung der CO₂-Konzentration jeweils zusammen mit den indirekten, klimarelevanten Effekten zu bilanzieren.

3.5.3. Zielsetzung und Maßnahmen

Der Landwirt selbst hat auf die Höhe des Schadstoffeintrages aus der Atmosphäre praktisch keinen Einfluß. Aus diesem Grund ist er von umweltpolitischen Maßnahmen zur Eindämmung der Emission dieser Stoffe bzw. ihrer Vorläufersubstanzen abhängig (ARBEITSKREIS LUFT).

Maßnahmen zur Schadensminimierung im Ackerbau

Der Reaktionsspielraum des Landwirts beschränkt sich damit primär auf die Milderung der Auswirkungen. Vornehmlich kann er dabei versuchen, den Übergang von Schwermetallen auf die Nutzpflanzen und damit auf die Nahrungskette zu minimieren (WERSCHNIZKY/FABRY, 1993, 252):

- Aus bodenmechanischer Sicht kann durch Rigolen, Tiefpflügen und andere bodenbearbeitende Maßnahmen ein Verdünnungseffekt erreicht werden. Nur in Ausnahmefällen kommt ein Bodenaustausch in Frage.
- Kalkung stellt die wichtigste bodenchemische Maßnahme dar, weil mit steigendem pH-Wert die Aufnahmefähigkeit der Pflanzen für Schwermetalle sinkt⁶⁷.

67 Zu achten ist dabei, daß es auf leichten Böden nicht zur Festlegung von Spurenelementen (Cu, Mn, Zn, ...) kommt, wodurch Mangelerscheinungen verursacht werden können (WERSCHNIZKY/FABRY, 1993).

- Anpassung der Pflanzenauswahl an die jeweiligen Bodeneigenschaften bzw. Verwertung der Ernte im Non-Food-Bereich stellen weitere Möglichkeiten dar.

Priorität im Rahmen eines NUP muß die Reduktion der nationalen und regionalen Emissionswerte sein. Reparative Maßnahmen seitens der Landwirtschaft sind erst an zweiter Stelle zu reihen und erfordern die Ausarbeitung einer detaillierten Beratungsstrategie seitens der zuständigen Behörden (BMLF, LWK ...). Im Falle langfristiger bzw. irreversibler Schädigungen von Böden mit der Konsequenz einer nicht mehr gegebenen Eignung für die Nahrungsmittelproduktion sind monetäre Kompensationen vorzusehen. Bis zu einer effizienten Verankerung des Verursacherprinzips im Rahmen eines wirksamen Umwelthaftungsrechtes scheinen dafür jedoch nur auf freiwilligen politischen Vereinbarungen basierende Direktzahlungen realistisch.

Priorität Vermeidung und Reduktion

3.5.4. Globale Umweltbeeinträchtigungen

3.5.4.1. Treibhauseffekt

Problembeschreibung und Ausgangssituation

In der Erdatmosphäre zeigt sich eine Änderung der chemischen Zusammensetzung in Form einer zunehmenden Konzentration von Spurengasen wie Kohlendioxid, Distickstoffoxid, Methan und Ozon. Dazu kommen noch eindeutig auf anthropogene Verursachungen zurückzuführende Spurengase, wie z. B. Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe. Diese Entwicklung birgt die realistische Gefahr einer globalen Umwelt- und Klimakatastrophe. Der Reaktionsbedarf ist angesichts der Trägheit des Klimasystems bereits heute sehr hoch. Eine knappe Übersicht über die Auswirkungen des erwarteten globalen Temperaturanstiegs bietet die folgende Abb. 3.3.

Spurengaskonzentrationen steigen

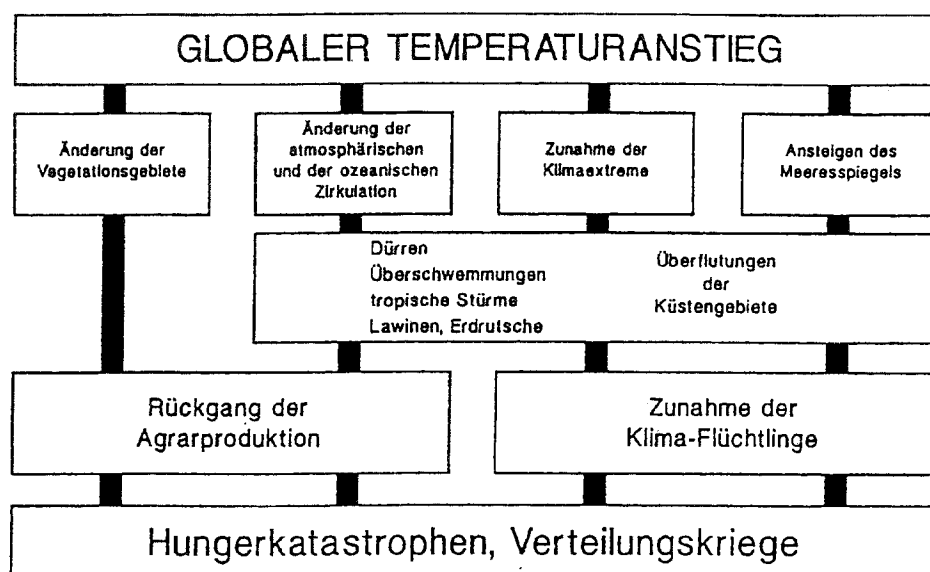


Abbildung 3.3: Auswirkungen des globalen Temperaturanstiegs

Quelle: BACH W. und LESCH K.-H. (1989)

Gase im Hinblick auf ihr "globales Erwärmungspotential"

Global warming potential In bezug auf ihre Klimawirksamkeit unterscheiden sich diese Spurengase gravierend. Setzt man das "global warming potential" (GWP) von CO₂ mit 1 an, dann weist - über einen Zeithorizont von 20 Jahren - N₂O ein GWP von 270 und CH₄ ein solches von 63 auf (HACKL et al., 1992). Neben diesen auch in Zusammenhang mit der Landwirtschaft relevanten Spurengasen erreichen die fluorierten bzw. halogenierten Kohlenwasserstoffe sowie die Halone GWP-Werte bis 7100.

Schätzungen für Österreich Eine Abschätzung der in Österreich jährlich emittierten Treibhausgase zeigt folgendes Bild (HACKL et al., 1992):

Treibhausgas	t/Jahr	tCO ₂ - Äquivalent/Jahr	relativer Anteil (%)
Kohlendioxid	56.640.000	56.640.000	51
Methan	485.000	30.560.000	26
Halogenkohlenwasserstoffe	17.975	25.100.000	21
Distickstoffoxid	9.190	2.481.000	2
Summe		114.781.000	100

Tabelle 3.11: Anthropogene Treibhausgasemissionen in Österreich für 1988

Gefährdung der Landwirtschaft

Gefährdung der Landwirtschaft Aus dieser Entwicklung folgt eine potentielle Gefährdung des Erdklimas durch die Verstärkung des Leben erst ermöglichenden natürlichen Treibhauseffekts. Die Landwirtschaft ist global von dieser Entwicklung durch folgende Einflüsse betroffen (PARRY, 1993, UBA, 1990 und KOPETZ, 1993):

- direkte Effekte auf die Photosynthesebedingungen von Kulturpflanzen und Unkräutern durch die verbesserte Verfügbarkeit von CO₂; C3-Pflanzen (z. B. Weizen, Soja, Reis ...) dürften davon profitieren, während C4-Pflanzen (14 der 17 wichtigsten Unkräuter) unbeeinflusst bleiben
- Auswirkungen von Klimaveränderungen, wodurch sich die Anbauggebiete infolge eines Temperaturanstieges von 1° C im Durchschnitt um 200 km nordwärts und 200 m nach oben verschieben dürften; gleichzeitig ist regional mit einer Zunahme von Klima-anomalien (Hitze, Dürre ...) zu rechnen; auch eine Intensivierung des Schädlingsbefalls
- Verlust von Agrarflächen durch Ansteigen des Meeresspiegels.

Die kausalen Zusammenhänge sind unzureichend erforscht

Auch auf der globalen Ebene sind sehr viele dieser Effekte noch unzureichend durch wissenschaftliche Analysen abgesichert (PARRY, 1993). Die regionalen Konsequenzen sind noch schwerer zu fassen, weil hier noch größere Unsicherheiten in bezug auf die konkreten Veränderungen mit nicht-linearen Reaktionsverläufen zusammenreffen. Das betrifft besonders die Veränderungen von Niederschlagshäufigkeit und -verteilung oder die als Folge der Temperaturveränderungen zu erwartenden Verschiebungen der Lebensräume bestimmter Schädlinge im Bereich von Pflanzenbau und Tierhaltung.

Stand der Forschung unbefriedigend

Erwartete Auswirkungen für Österreich

Für Österreich erwartet man folgende Entwicklungen (KOPETZ, 1993 und ÖAW, 1992):

- Die zuvor angesprochene Verschiebung der Klimazonen wird sich aufgrund der stark gegliederten Topographie Österreichs unterschiedlich auswirken. Während der Süden häufiger unter den Einfluß des subtropischen Hochs kommen und der Osten eine stärkere kontinentale Klimacharakteristik aufweisen dürfte, wird es auch Gebiete geben, die nur wenig beeinflußt sind.
- Die Temperaturen werden im Winter stärker steigen als im Sommer.
- Die Niederschlagshäufigkeit wird im Winter steigen und im Sommer abnehmen.

Unterschiedliche und regionsspezifische Effekte

Wärmere Winter

Seltener Regen

Daraus absehbare und mögliche Konsequenzen:

Für Österreichs Land- und Forstwirtschaft sind als Konsequenz des Treibhauseffekts folgende Veränderungen direkt bzw. indirekt relevant (KOPETZ, 1993, nach ÖAW, 1992):

Verschiebung der Klimazonen

- 1) Die Verschiebung der Klimazonen wird einen Teil der hochalpinen Flora und Fauna wie auch die meisten Gletscher zum Verschwinden bringen; Schneedecken unter 1.500 m würden nur mehr fallweise für wenige Tage auftreten; neben einer Beeinträchtigung der alpinen Landbewirtschaftung haben auch im Tourismus engagierte Landwirte mit Einbußen zu rechnen.

Vegetationsänderungen durch Klimazonenänderung

Bedrohung des Waldes

- 2) Der Wald wird durch eine Klimaänderung, die rascher als sein genetischer Lebenszyklus abläuft, in seiner Existenz bedroht, obwohl einzelne Aspekte des Klimawechsels auch positive Wachstumseffekte hervorrufen können (KRAPPENBAUER, 1993).

Wald wegen langer Generationsdauer gefährdet

veränderte Wasserführung

- Geringere Wasserführung** 3) Die sinkende Niederschlagshäufigkeit in Verbindung mit *höheren Temperaturen* wird die Wasserführung der Flüsse um 40-70 % reduzieren und die Wasserstände der Seen wie auch des Grundwassers absenken.

Auswirkungen auf den Boden

- Geringere Bodenfeuchte** 4) Die Bodenfeuchtigkeit dürfte dadurch abnehmen, was eine Umstellung der Kulturarten in Richtung einer stärkeren Betonung von Winterfrüchten und einen Rückgang von auf Sommerfeuchte angewiesenen Kulturen bedeutet⁶⁸.

extreme Witterungen

- Klimaanomalien** 5) Die erwartete Zunahme von Klimaanomalien bzw. -extremen in Form von Stürmen, Dürreperioden, Überschwemmungen und Vermurungen wird das Produktionsrisiko für die Landwirtschaft auch in Österreich signifikant erhöhen.

Verschlechterung der Nahrungsversorgung

- Nahrungsknappheit** Die weitgehend akzeptierte Position bezüglich der globalen Folgen der erwarteten Klimaänderungen geht davon aus, daß zwar die Nahrungsmittelversorgung insgesamt nicht bedroht ist, jedoch mit ernsthaften regionalen und temporären Knappheitssituationen zu rechnen ist. Angesichts der umfangreichen Forschungsdefizite basiert diese Aussage vermutlich stärker auf Intuition als auf wissenschaftlichen Fakten.

Erhöhung der Lebensmittelpreise

- Daher höhere Lebensmittelpreise** Aus ökonomischer Sicht ist mit einer Erhöhung der Nahrungsmittelpreise zu rechnen, weil einerseits die Produktionskosten (Schädlingsbekämpfung, Bewässerung ...) zunehmen, andererseits Risikoabsicherung und Transportentfernungen kostenerhöhend wirken. Diese Kostenerhöhung ist umso geringer, je stärker die positiven direkten Effekte eines CO₂-Anstiegs auf das Pflanzenwachstum greifen. Im ungünstigsten Fall ist mit einer Steigerung im Bereich von 10 % der heutigen globalen Wertschöpfung der Landwirtschaft zu rechnen (PARRY, 1993, 27).

Maßnahmen

- Wissensdefizite** Das derzeitige Wissen um die konkreten Auswirkungen des Treibhauseffekts auf die Landwirtschaft sind unzureichend. Erforderliche Forschungsstrategien gehen in Richtung

⁶⁸ Je stärker die Wasserversorgung der Kulturpflanzen abnimmt, umso geringer ist auch der positive Wachstumseffekt einer erhöhten CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (KOPETZ, 1993, 6).

- 1) der Konsequenzen des Treibhauseffekts auf die Ertragspotentiale von Pflanzenbau und Tierhaltung auf regionaler Ebene;
- 2) der möglichen technischen Anpassungsmöglichkeiten auf der betrieblichen und regionalen Ebene (Bewässerung, Fruchtfolgen, Düngung, ...);
- 3) der bezüglich dieser Anpassungen zu beseitigenden ökologischen, ökonomischen und politischen Hemmfaktoren auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

3.5.4.2. Zerstörung der Ozonschicht

Ozon hat in der Stratosphäre eine grundlegend andere Bedeutung als in der Troposphäre: Während es als Bodenozon negative Folgen zeitigt, ist es in der Stratosphäre ein lebenswichtiger Schutz gegen schädliche UV-B-Strahlen. Eine Abnahme des stratosphärischen Ozons um 1 % verursacht eine 2%ige Zunahme der UV-B-Strahlung in der Troposphäre. Davon sind in erster Linie ländliche und höherliegende Regionen betroffen (KRAPPENBAUER, 1993). Eine graphische Darstellung dieser Entwicklung gibt folgende Abb. 3.4.

Stratosphärisches Ozon

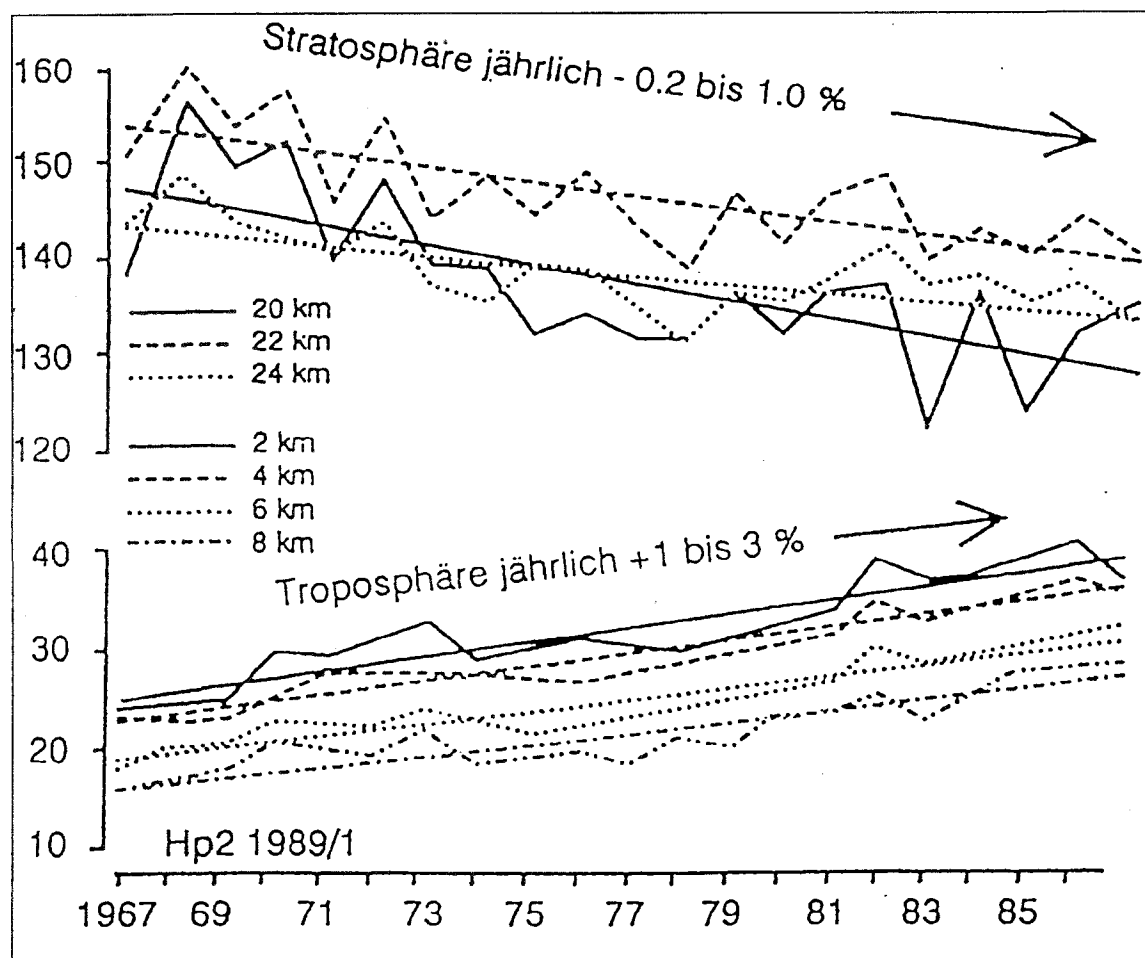


Abbildung 3.4: Ozonabnahme in der Stratosphäre und -zunahme in der Troposphäre in der Zeit von 1967 bis 1987 in Hohenpeißenberg
Quelle: KRAPPENBAUER (1993)

An der Zerstörung beteiligte Stoffe

Die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht wird z.T. durch dieselben Spurengase bewirkt, die auch für den Treibhauseffekt verantwortlich zeichnen. Es sind dies FCKWs, N_2O , CH_4 , NO_x usw. Durch dieses "Ozonloch" wird nicht nur die Verbreitung von Hautkrebs erhöht und die Augen sowie das Immunsystem von Menschen und Tieren geschwächt, es kommt auch zu einer Beeinträchtigung der Nahrungskette in den Ozeanen und auf dem Lande. Die Landwirtschaft ist an diesem Prozeß durch die Emission von CH_4 und N_2O beteiligt, gleichzeitig aber auch einer der primär Betroffenen. Dies deshalb, weil technische Schutzeinrichtungen durch den Flächenbezug dieser Produktionssparte kaum realisierbar sind.

Maßnahmen

Die durch die mit dieser Problemstellung befaßten Arbeitskreise vorgebrachten Vorschläge sind zu übernehmen.

4. LANDWIRTSCHAFT IN IHREM RAUM- UND FLÄCHENBEZUG

4.1. Vorbemerkung: produktiver Boden wird zunehmend knapper

Die nicht-erneuerbare Ressource Boden ist die notwendige Voraussetzung für alle erneuerbaren Ressourcen terrestrischen Ursprungs. Obwohl der sorgsame und sparsame Umgang mit der Fläche eigentlich ein Paradigma der österreichischen Raumordnungspolitik ist, kann von einer Trendumkehr der rasanten Flächennutzung für Zwecke, die Boden als Produktionsgrundlage erneuerbarer Ressourcen weitgehend unbrauchbar machen, nicht gesprochen werden.

Boden ist eine nicht-erneuerbare Ressource

Aussagen wie "jeden Tag werden 30 ha Boden zusätzlich für Siedlungszwecke genutzt" sind eher Vermutungen, da man solche Erkenntnisse nur aus der Analyse des Grundstückskatasters gewinnen könnte, der die vorliegenden Verhältnisse nur mit einem großen time-lag wiedergibt⁶⁹. Jedenfalls läßt sich "ein drastischer Rückgang landwirtschaftlich genutzter Flächen, eine Zunahme der für Siedlungs-, Verkehrs- und Wirtschaftszwecke beanspruchten Flächen sowie eine leichte Zunahme der Waldflächen feststellen" (vgl. UBA, 1988, 25).

Täglicher Flächenverlust wird auf etwa 30 ha geschätzt

Wird Boden überbaut, so wird er

"dem Naturkreislauf auf unabsehbare Zeit entzogen bzw. wird dauerhaft von der Atmo-, Hydro- und Biosphäre isoliert. Auswirkungen betreffen nicht nur einzelne Bodenfunktionen, vielmehr müssen unterschiedliche Wirkungszusammenhänge und die gesamte ökologische Situation betrachtet werden. Daneben ist ein Ausweichen auf andere Nutzungsformen nur in sehr beschränktem Maße möglich" (AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, 1992, 97).

Einmal überbauter Boden kann nur sehr eingeschränkt genutzt werden

Das ökonomische Kalkül fordert, daß Ressourcen dort eingesetzt werden, wo sie den größten Nutzenbeitrag versprechen. Dieses Konzept, das keine Probleme im Bereich erneuerbarer Ressourcen aufwirft, versagt, wenn Nutzenerwartungen künftiger Generationen in bezug auf nicht-erneuerbare Ressourcen unberücksichtigt bleiben. Substitutionsmöglichkeiten von Boden sind zwar prinzipiell vor-

⁶⁹ BITTERMANN (1990c) gibt einen Überblick über zahlreiche Schätzungen dieses Wertes und streicht heraus, daß das derzeitige Erfassungsinstrumentarium dringend verbessert werden muß, um brauchbare Umweltdaten im Zusammenhang mit Boden gewinnen zu können.

handen (z.B. Hydrokultur), allerdings kann Boden in seiner Multifunktionalität nicht ersetzt werden (vgl. AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, 1992, 19).

Nur 42 % der Staatsfläche sind Dauersiedlungsraum

Ein kleines, dichtbesiedeltes Land wie Österreich mit einem von der natürlichen Ausstattung vorgegebenen großen Flächenanteil von nicht oder nur in sehr eingeschränktem Umfang nutzbaren Böden (nur etwa 42 % der Staatsfläche werden als Dauersiedlungsraum angesehen, UBA, 1988, 25) bedürfte einer gewissenhaften Abwägung divergierender, auf die Zukunft ausgerichteter Nutzungsinteressen. Gebietskörperschaften planen langfristig ihren Flächenbedarf zur Neugewinnung von Flächen für Siedlungs-, Gewerbe- und Industrie- sowie Infrastruktureinrichtungen.

Bisher setzt vor allem die Landwirtschaft zunehmendem Bodenverbrauch Widerstand entgegen

Die ausschließliche Betrachtung von Boden als Standort oder Freiraum läßt seine potentielle Produktionskraft außer acht. Die hauptsächlichsten und vordergründig einzigen Nutzer dieser Eigenschaft sind die Bauern. Sie setzen der Konkurrenz anderer Flächenverbraucher Widerstand entgegen, der allerdings nur so weit reichen kann, als er sich in der Höhe von (wahrscheinlich in Zukunft sinkenden) Bodenpreisen manifestiert, wobei auch Zwangsmaßnahmen eine gewisse Rolle spielen.

Angesichts zu erwartender sinkender Einkommen der Landwirte verringert sich auch das diskontierte Einkommen aus landwirtschaftlicher Tätigkeit eigener Nachkommen. Es ist abzusehen, daß die Bedeutung der Landwirtschaft, Kulturlächen in produktivem Zustand zu erhalten, in absehbarer Zeit deutlich zurückgehen wird.

Gefahr von Entleerungseffekten

"Die im Alpenraum besonders engen Zusammenhänge zwischen Land- und Forstwirtschaft und dem ökologischen System des Landschaftshaushaltes machen ihn nicht nur gegenüber Ballungerscheinungen, sondern auch gegenüber Entleerungseffekten empfindlich" (ÖROK, 1993b, 280, vgl. auch: ÖROK, 1991).

Solche Effekte sind unmittelbar zu erwarten, denn bei Berücksichtigung bestimmter Randbedingungen "müßten etwa 25 % der Arbeitskräfte aus der Land- und Forstwirtschaft ausscheiden, um Einkommensverluste bei der verbleibenden Arbeitsbevölkerung zu vermeiden" (ÖROK, 1993, 45)⁷⁰. Daneben wird - vor allem durch wirtschaftsbelebende Änderungen in den demographischen Rahmenbedingungen* - damit gerechnet, daß sich allein die Zahl der Haushalte in den nächsten 30 Jahren deutlich erhöhen wird (45 % im Westen, 5 % in Ostösterreich, vgl. ÖROK, 1992).

70

Die ÖROK rechnet aufgrund des in den GATT-Verhandlungen zugesagten Abbaues der Agrarstützungen um 20 % mit Preisrückgängen bei den Hauptprodukten um 16,4 % und einem Sinken des Gesamt-Rohertrages aus land- und forstwirtschaftlichen Produkten um 12,7 % (ÖROK, 1993, 44).

Es gibt zwar zahlreiche Studien, die den Zustand der - vor allem land- und forstwirtschaftlich genutzten - Böden untersuchen und Programme zur Sanierung und Verbesserung des Bodenzustandes (vgl. BMLF, 1989). Hingegen liegen im Zusammenhang mit der nachhaltigen Sicherung des quantitativen Bestandes dieser Ressource bisher erst Ansätze vor (nach dem Raumordnungskonzept 1991 wird im SACHBEREICH FREIRAUM diese Problematik bearbeitet, ÖROK, 1993a). Eine vorläufig zumindest auf wissenschaftlicher Ebene angesiedelte Diskussion über die Einbeziehung künftiger Nutzenansprüche in aktuelle Nutzenkalküle in bezug auf die Menge der in Österreich zur Produktion erneuerbarer Ressourcen geeigneten Böden scheint angebracht zu sein, bevor normative Vorgaben, die über allgemein gehaltene Sparappelle hinausreichen, in die Raumplanung einfließen können (vgl. in diesem Zusammenhang den Zugang des Vorarlberger Bodenschutzkonzeptes).

Sicherung des quantitativen Bestandes produktiver Böden zu wenig beachtet

Die Problembereiche der Landwirtschaft in ihrem Raum- und Flächenbezug liegen einerseits in der Konkurrenz um die Ressource Boden als Standort landwirtschaftlicher Produktion mit anderen Nutzern. Die deutliche Abnahme landwirtschaftlich genutzter Flächen auf Kosten vornehmlich von Siedlungsraum, Infrastruktureinrichtungen und Wald verdeutlicht die Änderung der Allokation, nachdem im Zuge der Zivilisation die Landwirtschaft ihren Flächenanteil ständig vergrößert hatte. Flächen, die zu Naturschutzzwecken aus der landwirtschaftlichen Fläche abgegrenzt wurden und werden, sind vergleichsweise gering und betreffen vor allem jene Flächen, die noch nicht intensiv genutzt wurden.

Flächenkonkurrenz

Besondere Beachtung verdient in diesem Zusammenhang die nachhaltige Sicherung des Bestandes an landwirtschaftlich nutzbaren Boden. Dies geschieht in Gebieten mit sich abzeichnenden Knappheiten bereits in Form von Abgrenzung landwirtschaftlicher Vorrangflächen (vgl. FISCHLER, 1978 und WAGENKNECHT, 1992), einen erweiterten Planungsansatz, der in einem umfassenden Flächensicherungsmodell münden soll, schlägt WYTRZENS, 1993 vor.

Vorrangflächen

Zum anderen ergeben sich unterschiedliche Zielvorstellungen zwischen der Landwirtschaft und anderen Akteuren aus der Art der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Fläche. Die Emissionen der Landwirtschaft berühren unmittelbar andere Bereiche, die Bevölkerung hat vielfältige Erwartungen über Zugang und Aussehen des Freilandes, der Produktionsprozeß soll nun die Situation im Hinblick auf Artenvielfalt und -dichte verbessern.

Intensität

Schließlich trägt auch die Art der derzeit betriebenen Landbewirtschaftung zur Degradation des Bodens bei.

4.2. Landwirtschaftliche Flächen- und Raumnutzung unter sich ändernden Rahmenbedingungen

Landwirtschaft und Artenschutz

Artenvielfalt - ein "öffentliches Gut"

Grundsätzlich ist Artenvielfalt ein "öffentliches Gut", welches als Genpool für spätere - auch private - anthropogene Verwendung oder zur natürlichen Stabilisierung von Ökosystemen von bisher noch unzureichend abschätzbarer, vermutlich jedoch enormer Bedeutung sein dürfte. Artenvielfalt ist in Ökosystemen eine Form von Risikoversicherung gegen unvorhersehbare Zukunftsereignisse. Keinesfalls handelt es sich dabei jedoch um ein "gesellschaftliches Luxusgut" (HOFREITHER, 1990).

Schadstoffe und intensive Bewirtschaftung gefährden Arten

Während die direkte Beeinträchtigung der Artenvielfalt in Europa (wie Jagen, Sammeln) erst an nachgeordneter Stelle bei der Verursachung des Artenschwundes liegt, stellen Ursachen wie Lebensraumverlust, Schadstoffeintrag und intensive Bewirtschaftung die vordringlichsten Gefährdungspotentiale dar. Die Wiederbeschaffung von Lebensraum bzw. Verbesserung der bestehenden Situation steht daher an vorderster Stelle, wenn es um die Erhaltung der Arten geht.

Biotopschutzkonzept

Dies wird aber nicht durch Schaffung eigener Reservate zum Schutz einzelner Arten erreicht, sondern kann nur durch ein lückenloses, die vielfältigen Wechselwirkungen im Naturgefüge weitgehend berücksichtigendes Biotopschutzkonzept bewerkstelligt werden (vgl. HOFREITHER, 1990, 36).

Biotopschutz in dieser Form steht keineswegs in Konkurrenz zu (auch input-) intensiver Landwirtschaft. Es ist lediglich erforderlich, klare Zielvorgaben zu finden und die entsprechenden Instrumente und Anreize zu schaffen. Das Problem einer Dualisierung der Landbewirtschaftung ist vorderhand mehr im Zusammenhang mit den sozio-ökonomischen Folgen prioritär als im Hinblick auf die ökologische Relevanz⁷¹.

Biologische Betriebe mit Vorbildfunktion

In diesem Zusammenhang sollte aber auch die Vorbildfunktion der Formen alternativer Landbewirtschaftung hinsichtlich des Artenschutzes nicht übersehen werden: Durch die Beachtung natürlicher Kreisläufe werden in der Regel Gewässer weniger belastet, die strukturelle und biologische Vielfalt der Landschaft erhalten und damit weitgehend geschont. Angesichts des beschränkten Umfangs und der an sich in vieler Hinsicht schon als günstig zu beurteilenden Ausgangslage der neuen Biobetriebe haben sich Maßnahmen im Bereich des Artenschutzes jedoch vorwiegend an die vorherrschenden konventionellen Landwirte zu richten.

⁷¹ Dieses Thema wird schon seit längerem unter Ökologen äußerst kontrovers diskutiert.

Im Bereich des Arten- und Biotopschutzes existieren in Österreich, vielfältige, in ihrem Gesamtumfang jedoch noch unzureichende und zudem kaum koordinierte Einzelmaßnahmen, die teils auf privaten, teils auf hoheitlichen Initiativen beruhen (vgl. in diesem Zusammenhang: Zusammenstellung der Aktivitäten in internationaler, nationaler und lokaler Hinsicht bei BLECHNER, 1991, AMMER/SCHEIRING, 1993, ANGERER, 1993, DISTELVEREIN, 1992, HOFREITHER, 1990, MAYERHOFER, 1991, ÖROK 1993a, 107ff und STÖCKL, 1992).

Zahlreiche wenig koordinierte Maßnahmen im Bereich Biotopschutz

Da der Themenkomplex Artenschutz eine internationale Dimension hat, stellt sich die Frage, wieweit österreichische Bemühungen auf nationaler Ebene reichen sollen. Dabei ist wiederum die Frage zu beantworten, welche entscheidenden Maßnahmen nötig sind, um den heimischen Artenbestand zu sichern, ohne das Prinzip der Sparsamkeit zu verletzen. Es ist daher nötig, ein klares Bild von den mindestens zu sichernden Flächen und zur Arterhaltung notwendigen Pflegemaßnahmen zu definieren (die Datengrundlage dafür könnte aus den Karten des österreichischen Naturraumpotentials entnommen werden).

Landwirtschaft und Kulturlandschaft

Wieweit ästhetische Aspekte der "Kulturlandschaft" aus der Sicht des Artenschutzes in die Kategorie "Luxusgut" einzuordnen ist, bedarf ebenso einer Klärung. Gleichzeitig ist zu bestimmen, wieweit verschiedene Ausprägungen unserer Kulturlandschaft nachgefragt werden und daher in welcher Ausprägung erhaltenswert sind (Voraussetzung dazu sind statistisch untermauerte Erkenntnisse aus einer bundesweit zu verwirklichenden Kulturlandschafts- bzw. Landschaftsinventurerhebung). Zunächst ist die Klärung dieser Fragen und die Kenntnis über den Bestand und in weiterer Folge die Feststellung regionaler Knappheiten erforderlich.

Daten sind Grundlage der Prioritätenfindung

Daraus leitet sich auch die zweckentsprechende Vorgehensweise ab: Im Rahmen internationaler Verträge sind Projekte von globaler Relevanz zu implementieren (wie es zum Teil schon im Rahmen des Ramsar-Abkommens geschieht), auf Bundesebene sind solche von nationaler Bedeutung zu realisieren, im Bereich der Länder und Gemeinden sollte dementsprechend vorgegangen werden. Ähnlich der Kompetenzabgrenzung muß vernünftigerweise auch die Finanzierung solcher Programme vorgenommen werden. Damit werden bestehende Informationsdefizite bereinigt und Fehlallokationen aufgrund widersprüchlicher Zielvorgaben vermieden.

Kompetenz- und Finanzierungs-zuteilung

Kulturlandschaft und Raumplanung

REITH (1986, 54) regt eine systematische Einbindung der Landschaftsplanung als Bereichsplan in die Instrumente der Raumordnung an, also eine Fachplanung, die für das Grünland verantwortlich ist. Dies bedürfte einer weitreichenden Änderung bestehender Raumordnungs- und Raumplanungsgesetze, die aber zweckmäßig

Landschaftsplanung als Fachplanung

scheint, wenn Klarheit über die Ziele der Bewirtschaftung des Natur- und Kulturraumpotentials herrschen soll.

Interessen der Grundeigentümer

Bei der Umsetzung dieser Pläne ist auch den ökonomischen Interessen der Grundeigentümer besondere Beachtung zu schenken: Jede begründete Sorge um Verkehrswertminderung würde die erforderliche Bereitschaft der Landwirte zur Mitwirkung an der Erhebung und in weiterer Folge die Umsetzung der Pläne und Programme deutlich mindern.

Externe Effekte

Aus der Sicht der Landschaftspflege und Biotoperhaltung spielt eine Rolle, daß der Besitzstand in seinem Flächenausmaß durch die Grundbucheintragung gesichert ist, seine Bebauung in den Flächennutzungsplänen festgelegt ist, aber beispielsweise ein einzelner Baum, der die Landschaft in positiver Hinsicht beeinflußt, in seinem Bestand jederzeit verändert werden kann (sofern er nicht als Naturdenkmal geschützt ist); ebenso verhält es sich mit ganzen Hecken oder auch bestockten Böschungen. Das UBA (1986, 54) regt daher an:

"Privateigentum führt und verführt infolge des herrschenden Eigentumsbegriffes oft dazu, auch über die auf privatem Grund befindlichen Landschaftselemente nach Gutdünken privater Interessen und ohne Rücksicht auf den gesamten Landschaftshaushalt zu verfügen. Deshalb ist ein weiterer wesentlicher Schritt für die Sicherung auf Dauer die Herausnahme von naturnahen Flächen und Kleinstrukturen aus dem Privateigentum, und deren Überführung in gemeinschaftliches oder öffentliches Eigentum".

Gemeineigentum

Dies geschieht in begrenztem Umfang vor allem in Gebieten, die einem Bodenreformverfahren unterzogen werden. Hier stellt das BM-LF Mittel zur Grundaufbringung und Anlage von ökologisch wertvollen Landschaftselementen zur Verfügung (1990 wurde der Quadratmeter mit ÖS 50,- abgegolten, BLECHNER, 1991, 71). Geht es um einige Hektar, stellt dies noch kein Problem dar. Dieses Geld fehlt der Gesellschaft allerdings an anderen Stellen, und es muß deshalb nach ökonomischen Kriterien entschieden werden, ob der Grundankauf für solche Zwecke die günstigste Lösung ist und wenn ja, in welchem Ausmaß. Zumal im Zuge der Bodenreform auch Mittel eingesetzt werden, die häufig erst jene Probleme aufwerfen, die anschließend durch neuerlichen Mitteleinsatz gelöst werden sollen.

Der konfiskatorische Grundabzug ist in solchen Gebieten - je nach Ausstattung - bis zu 3 % gesetzlich gedeckt (UBA, 1986, 53). Die Schwierigkeit besteht darin, "geeignete Maßnahmen zu finden und auch geeignete Abgrenzungskriterien, wo das vorrangige landwirtschaftliche Interesse endet, und das vorrangige Naturschutzinteresse beginnt". Ein zusätzliches Problem ergibt sich dadurch, daß diese solchermaßen gewonnenen Flächen mit einem gewissen Pflege- und Erhaltungsaufwand verbunden sind, was neuerlich bezahlt werden muß.

Das Forschungsprogramm im Zusammenhang mit Kulturlandschaft des BMWF ist ein eindeutiges Indiz für Wissensdefizite im Bereich dieses Themenkomplexes. Daher verwundert es nicht, daß in der bisherigen und aktuellen Gestaltung der Kulturlandschaft zahlreiche Probleme auftreten. Sie gründen in erster Linie in einem Mangel an operationalen Zielvorgaben im Bereich der Raumplanung und auch in teilweise widersprüchlichen und kontraproduktiven Maßnahmen zur Intensitätssteuerung der Landwirtschaft seitens des Bundes und der Länder.

Kenntnisdefizite

4.3. Flächenkonkurrenz

4.3.1. Siedlungsraum und Infrastruktur

4.3.1.1. Direkte Flächeninanspruchnahme

Die insgesamt für Siedlungszwecke verbrauchte Fläche (Wohnen, Gewerbe, Industrie, Verkehr ...) wird auf 5 % der österreichischen Gesamtfläche geschätzt. Einen Indikator für den Flächenverbrauch bildet der Anteil des gewidmeten Baulandes an der Fläche des Dauersiedlungsraumes (dieser umfaßt die theoretisch bebaubare Fläche und schließt den größten Teil der landwirtschaftlichen Flächen mit ein)⁷²:

Der Dauersiedlungsraum ist fast ausschließlich landwirtschaftlich nutzbare Fläche

"Jede Ausdehnung der Siedlungsflächen geht auf Kosten bisher unbebauter Flächen. Diese Flächen sind aber nicht funktionslos, sondern fast ausschließlich landwirtschaftlich genutzt. Dabei werden nicht nur meist Böden mit guten Produktionsbedingungen der Landwirtschaft entzogen, sondern die verbleibenden ortsnahen Landwirtschaftsflächen durch die zersiedlungsartige Bebauung in kleine Restflächen aufgesplittet. Diese Zersplitterung führt zu unrationeller Bewirtschaftung und gegenseitigen Belästigungen von Landwirtschaft, Besiedlung und Verkehr" (SCHINDEGGER, 1991, 23).

In den Ballungsräumen der Großstädte zeigt sich ein rasanter Landverbrauch: "Zwischen 1971 bis 1986 hat der Umfang des bebauten Gebietes in den Städten um 9 bis 18 %, in den Umlandgebieten um 17 bis 65 % zugenommen" (ÖROK, 1993b, 65). Der Anteil der verbrauchten land- und forstwirtschaftliche Flächen betrug nach einer Untersuchung (ÖROK, 1990b, 48) im Umland im Durchschnitt 95 %, in den Großstädten lag der Anteil der Landwirtschaftsflächen in der Regel zwischen 70 und 90 %.

Zunahme des bebauten Gebietes

⁷² Erhebungen in Niederösterreich (SILBERBAUER, 1988) ergaben beispielsweise einen als Bauland gewidmeten Flächenanteil von 71,4 % in Mödling, 65,3 % in Brunn am Gebirge und 60,2 % in Maria Enzersdorf.

Hoher Flächenverbrauch auch in Regionen mit negativer Bevölkerungsentwicklung

Interessanterweise erfolgen selbst in Gebieten mit negativer Bevölkerungs- und ungünstiger Wirtschaftsentwicklung aufgrund von Zunahmen des Flächenbedarfes im Bestand beträchtliche Ausweitungen des Siedlungsgebietes, und selbst das rasche Wachstumstempo in den Stadt-Umlandbezirken kann von dynamischen Fremdenverkehrsregionen noch übertroffen werden (ÖROK, 1993b, 111). Die Autoren folgerten bereits in einer früheren Studie (ÖROK, 1990, 67):

Engpässe in Österreich und im Umland von Großstädten abzusehen

"Eines hat die Analyse sehr deutlich gezeigt: jede Hoffnung darauf, daß das Bauen 'auf der grünen Wiese' ohnedies aufgrund einer Nachfrageübersättigung nach Wohn-, Arbeits- und Freizeitstätten in absehbarer Zukunft vorbei sein würde, entbehrt der sachlichen Grundlage. Alle relevanten Indikatoren deuten vielmehr darauf hin, daß insgesamt die Siedlungsflächenentwicklung zügig voranschreiten wird. Das eigentlich Alarmierende an dieser Prognose ist aber, daß sich dieser Druck vorderhand auf die schon bislang stark beanspruchten Regionen Westösterreichs bzw. das Umland der Großstädte weiter konzentriert, während gleichzeitig in den peripheren Problemgebieten bestehende Bausubstanz mangels Nutzung zu verfallen droht."

4.3.1.2. Indirekte Flächeninanspruchnahme

Indirekte Flächeninanspruchnahme durch Infrastruktureinrichtungen

Neben der stofflichen Um- und Ablagerung von Boden, energetischen Wirkungen (Schall, Erschütterungen, Licht), der funktionstrennenden Wirkung (Zerschneidung und Verinselung) üben vor allem linienhafte Infrastruktureinrichtungen visuell ästhetische Wirkung und nutzenstrukturelle Wirkungen aus. Selbst wenn an Straßenseitenstreifen vorsorglich Nutzungsbeschränkungen ausgesprochen werden, um die menschliche Nahrungskette vor Schadstoffaufnahme zu schützen, bleiben die schadstoffbedingten Risiken bestehen, weil die Flächen dem ökologischen Wirkungsverbund nicht entzogen werden können. Eine diffuse Verbreitung der Einträge ist gegeben⁷³.

Aus ökologischen Gründen am interessantesten sind Übergangsbereiche (z.B. Wald, Acker), da an diesen Randzonen zwischen zwei Klimaxstadien eine Sukzession einsetzt, die zu einer hohen Artenvielfalt und Individuendichte führt. Gerade dies sind aber auch Bereiche, an die oft Wege verlegt werden oder auch Straßen liegen.

4.3.2. Wald

Waldzunahme zu Lasten landwirtschaftlich genutzter Böden

Die Waldfläche nahm während der letzten Jahre unverändert ständig auf Kosten landwirtschaftlicher Kulturlächen zu (vgl. UBA, 1988).

73

Allein die Flächen des erhöhten Belastungsbereichs 50 m beiderseits von klassifizierten Straßen entsprechen in der BRD rd. 12 % des Freiraums und sind durch Emissionen aus dem KfZ-Verkehr gefährdet, 25 % des Freiraums sind ohne Erholungseignung (LOSCH/NAKE, 1990).

Um vor allem das Verwaldden von Almflächen zu verhindern, gewährleisten die Bundesländer Almauftriebsprämien. Die Milch, die aus der Almnutzung stammt, ist nicht der Kontingentierung unterworfen. Diese und weitere Maßnahmen führten dazu, daß der beobachtete Trend, daß Almflächen aufgegeben werden, weitgehend umgekehrt werden konnte, dennoch ist ein unbestimmtes Ausmaß an Almflächen von Verwaldung gefährdet.

Auf einigen Böden, z.B. mit erhöhter Rutschgefahr, ist die Almbewirtschaftung die angemessene Nutzung, da Holzbewuchs nicht selten diese Gefahr erhöht (LICHTENEGGER, 1992, 210). LICHTENEGGER fordert analog dem Forstgesetz, in dem Rodungen äußerst restriktiv geregelt werden, Aufforstungen erst nach strenger Überprüfung zu erlauben. Eine ausführliche Darstellung und Behandlung dieses Themenkomplexes mit Rücksichtnahme auf die österreichischen Verhältnisse findet sich bei MALINSKY et al. (1990).

Mit den Auswirkungen und möglichen Strategien zur Vermeidung weiterer Aufforstungsmaßnahmen in Siedlungsgebieten mit sehr hohem Waldanteil beschäftigt sich am Beispiel Lilienfeld eine Studie im Auftrag des BMLF und des AMTES DER NÖ LANDESREGIERUNG (siehe NAGELSTÄTTER, 1993).

4.3.3. Erholung

Es wird natürlich nur ein Teil der von Siedlungserweiterungen beanspruchten Freiflächen tatsächlich verbaut. Den verbleibenden Flächen kommt meist auch Bedeutung als ökologische Ausgleichsfläche, als Naherholungsgebiet sowie als konstitutives Element des Landschaftsbildes bzw. der Gliederung der Siedlungsgebiete zu. In diesem Sinne weisen einzelne Raumordnungspläne auch "regionale Grünzonen" aus, fallweise werden auch Landschaftsparks mit Einrichtungen zur Naherholung von der Landwirtschaft abgegrenzt (SCHINDEGGER, 1991, 23).

Auch Freizeitaktivitäten sind mit unmittelbarem Flächenverbrauch verbunden. In bezug auf das Ausmaß betrifft dies vor allem die für Schipisten und Aufstiegshilfen beanspruchte Fläche. Der Flächenverbrauch wurde 1988 auf ca. 20.000 ha (UBA, 1988, 26) geschätzt und macht nun knapp 25.000 ha (davon 1.560 ha Gletscherskigebiete) aus (BITTERMANN, 1993).

Die Probleme von Schipisten liegen vor allem in der Förderung der Bodenerosion, der Zerstörung der Hochgebirgsvegetation, im Wasserabfluß und in der Störung der Vegetationsentwicklung. Auftretende Schäden werden den Landwirten abgegolten.

Das Flächenausmaß der vornehmlich in letzter Zeit angelegten Golfplätze, die auf ursprünglich landwirtschaftlichen Flächen angelegt wurden und werden, ist nicht bekannt. Die am meisten betroffe-

***Erhaltung von
Almen aus zahl-
reichen Gründen
nötig***

***Flächeninanspruchnahme für
Erholungseinrichtungen***

Pistenfläche

Golfplätze

nen Bundesländer haben jüngst legislative Maßnahmen ergriffen, um diese Art des Flächenverbrauches zu regeln.

4.3.4. Naturschutz

Landwirtschaft am Artenrück- gang beteiligt

Der erhebliche Anteil der Landwirtschaft am Artenrückgang ist unstrittig, weil die Agrarlandschaft Lebensraum vieler gefährdeter und ausgestorbener Arten ist bzw. war. Der Gesetzgeber hat der Gefahr drohenden Artenverlusts Rechnung getragen und über Naturschutzgesetze Gebiete mit sehr wertvollen Biotopen aus der landwirtschaftlichen Produktion genommen bzw. Einfluß auf die Art der Bewirtschaftung genommen. Dieser Prozeß ist noch nicht abgeschlossen. Zu den Bewirtschaftungsauflagen in Naturschutzgebieten vgl. HAIMBÖCK (1993), zu den aus verschiedenen Titeln geschützten Flächen in Österreich vgl. folgende Abbildungen. Mit Stand 31.8.1990 (BLECHNER, 1991, 58 und ÖSTAT, 1991) standen folgende Flächen unter diversen Titeln unter Schutz:

- 176 Naturschutzgebiete (261.291 ha, Landesflächenanteil 3,1 %)
- 177 Nationalparks (197.352 ha)
- 178 Pflanzenschutzgebiete (27.643 ha)

Betrachtet man den Anteil der Landwirtschaft am Artenrückgang, dann muß "die Ursachenzuweisung an die Landwirtschaft differenziert erfolgen und berücksichtigen, daß ein Artenrückgang schon seit 200 Jahren beobachtet wird und daß es keine Artenkonstanz gibt" (REMMERT, 1989, zit. nach STOA, 1993). Außerdem sind viele Arten bei uns erst heimisch geworden, weil es Ackerbau gibt. "Der Wald, das Krummholz und die Zwergstrauchheiden sind als Klimaxgesellschaften relativ artenarm. Ihre teilweise Umwandlung in Grünland brachte eine wesentliche Erhöhung der Artenzahl unserer Flora" (LICHTENEGGER, 1992, 210). Auch "hinsichtlich der Reichhaltigkeit an Landschaftselementen ist im Alpenraum die herkömmliche Kulturlandschaft der einstigen Naturlandschaft überlegen". (Zur Lebensraumkonkurrenz bei Feucht und Streuwiesen vgl. Abschnitt 2.3).

4.4. Intensitätsniveau

4.4.1. Siedlungsraum und Infrastruktur

Konflikte durch Emissionen

Über die Wechselwirkungen, die sich aus der Intensität der Landwirtschaft mit angrenzenden Siedlungen ergeben, die vor allem durch Emissionen betroffen sind, gibt es nur sehr wenige Erhebungen und Datenreihen (vgl. Kapitel Stoffinputs: Emissionen). Dieser Problem-bereich ist im wesentlichen Gegenstand der örtlichen Raumplanung und fallweise des Privatrechts.

Beitrag der Land- wirtschaft zur Sicherung des Siedlungsraumes

In hochalpinen Lagen spielt die Landwirtschaft auch eine Rolle im Zusammenhang mit dem Objektschutz vor Natureinwirkungen. "Die

	Landes- fläche km ²	Größen- klassen ha	Naturschutzgebiete**					Landschaftsschutzgebiete					gesamt (inkl. sonstige***)									
			Anzahl	ges Fläche ha	Ø Größe ha	% der Landesfl.	Anzahl	ges Fläche ha	Ø Größe ha	% der Landesfl.	Anzahl	ges Fläche ha	Ø Größe ha	% der Landesfl.								
Burgen- land	3.965,5	<10	11	50,1	4,6	0,01								11	50,1	4,6	0,01					
		10 ≤ 100	13	528,7	40,7	0,13	3	203,4	67,8	0,05	16	732,1	45,8	0,18	16	732,1	45,8	0,18				
		>100	6	50.589,2	8.431,5	12,76	3	78.720,6	26.240,2	19,85	9	129.309,8	14.367,8	32,61	9	129.309,8	14.367,8	32,61				
		Σ	30*	51.168,0	1.705,6	12,90	6	78.924,0	13.154	19,90	36	130.092,0	3.613,7	32,80	36	130.092,0	3.613,7	32,80				
Kärnten	9.533,1	<10	6	35,3	5,9	0,00	3~	21	7	0,00	9	56,3	6,3	0,01	9	56,3	6,3	0,01				
		10 ≤ 100	14	788,5	56,3	0,08	25	1.034	41,4	0,11	39	1.822,5	46,7	0,19	39	1.822,5	46,7	0,19				
		>100	13	12.215,4	939,6	1,28	47	34.351	730,9	3,60	60	46.566,4	776,1	4,88	60	46.566,4	776,1	4,88				
		Σ	33	13.039,2	395,1	1,36	75	35.406	472,1	3,71	108	48.445,2	448,6	5,08	108	48.445,2	448,6	5,08				
Nieder- östr.	19.173,5	<10	7	11,3	1,6	0,00								7	11,3	1,6	0,00					
		10 ≤ 100	21	764	36,4	0,04									21	764	36,4	0,04				
		>100	13	4.588,4	353	0,24	29	429.732	14.818,3	22,41	42	434.320,4	10.341,0	22,65	42	434.320,4	10.341,0	22,65				
		Σ	41*	5.363,7	130,8	0,28	29	429.732	14.818,3	22,41	70*	435.095,7	6.215,7	22,69	70*	435.095,7	6.215,7	22,69				
Ober- Östr.	11.980,0	<10	12	39,4	3,3	0,00								15	48,0	3,2	0,00					
		10 ≤ 100	25	1.118,1	44,7	0,09	1	45	45	0,00	26	1.163,1	44,7	0,10	26	1.163,1	44,7	0,10				
		>100	13	7.821,4	601,6	0,65									13	7.821,4	601,6	0,65				
		Σ	50	8.978,9	179,6	0,75	1	45	45	0,00	54	9.032,5	167,3	0,75	54	9.032,5	167,3	0,75				
Salzburg	7.154,1	<10																				
		10 ≤ 100	7	400	57,1	0,06	14	822	58,7	0,11	45	1.892,4	42,1	0,26	45	1.892,4	42,1	0,26				
		>100	13	31.971	2.459,3	4,47	44	125.194	2.845,3	17,50	60	163.340,8	2.722,3	22,83	60	163.340,8	2.722,3	22,83				
		Σ	20	32.371	1.618,6	4,53	59	126.018	2.135,9	17,61	165	165.371,5	1.002,3	23,11	165	165.371,5	1.002,3	23,11				
Steier- mark	16.386,9	<10	46	149,6	3,3	0,01								49	157,8	3,2	0,01	49	157,8	3,2	0,01	
		10 ≤ 100	17	489,5	28,8	0,03	48	637.218,5	13.275,4	38,89	17	489,5	28,8	0,03	67	732.891,5	10.938,7	44,72	67	732.891,5	10.938,7	44,72
		>100	19	95.656	5.034,5	5,84	48	637.218,5	13.275,4	38,89	133*	733.538,8	5.515,3	44,76	133*	733.538,8	5.515,3	44,76				
		Σ	82*	96.295,1	1.174,3	5,88	48	637.218,5	13.275,4	38,89	133*	733.538,8	5.515,3	44,76	133*	733.538,8	5.515,3	44,76				
Tirol	12.647,7	<10	5	24,6	4,9	0,00								12	58,5	4,9	0,00	12	58,5	4,9	0,00	
		10 ≤ 100	6	213,7	35,6	0,02	13	51.087,7	3.929,8	4,04	14	481,2	34,4	0,04	14	481,2	34,4	0,04				
		>100	9	152.319,3	16.924,4	12,04	13	51.087,7	3.929,8	4,04	29	293.754,3	10.129,5	23,23	29	293.754,3	10.129,5	23,23				
		Σ	20	152.557,6	7.627,9	12,06	13	51.087,7	3.929,8	4,04	55*	294.294,0	5.350,8	23,27	55*	294.294,0	5.350,8	23,27				
Vorarl- berg	2.601,4	<10	1	7	7	0,00	1	4,2	4,2	0,00	4	12,6	3,2	0,00	4	12,6	3,2	0,00				
		10 ≤ 100	8	383,8	48	0,15					9	425,8	47,3	0,16	9	425,8	47,3	0,16				
		>100	6	11.625	1.937,5	4,47	187	1.357.742,8	7.260,7	16,19	22	38.304	1.741,1	14,72	22	38.304	1.741,1	14,72				
		Σ	15	12.015,8	801,1	4,62	1	4,2	4,2	0,00	35	38.742,2	1.106,9	14,89	35	38.742,2	1.106,9	14,89				
Wien	414,9	<10																				
		10 ≤ 100	3	3.950	1.316,7	9,52	3	1.439	479,7	3,47	2	107	53,5	0,26	2	107	53,5	0,26	2	107	53,5	0,26
		>100																				
		Σ	3	3.950	1.316,7	9,52	3	1.439	479,7	3,47	5	5.389	1.077,8	12,99	5	5.389	1.077,8	12,99	5	5.389	1.077,8	12,99
Öster- reich	83.857,1	<10	88	317,3	3,6	0,00	5	27,2	5,4	0,00	167	532,9	3,2	0,01	167	532,9	3,2	0,01	167	532,9	3,2	0,01
		10 ≤ 100	111	4.686,3	42,2	0,06	43	2.104,4	48,9	0,03	189	7.877,6	41,7	0,09	189	7.877,6	41,7	0,09	189	7.877,6	41,7	0,09
		>100	95	370.735,7	3.902,5	4,42	187	1.357.742,8	7.260,7	16,19	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08
		Σ	294*	375.739,3	1.278,0	4,48	235	1.359.874,4	5.786,7	16,22	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08	667*	1.861.697,6	5.954,0	22,08

* = Gesamtzahl excl. der flächenmäßig noch nicht erfaßten Gebiete (NSC Bgld 3, NO 1, Smk 11; sonstige: Bgld 3, Smk 58, Tirol 4); ** = in Bgld. u. Wien inkl. "Teilnaturschutzgebiete" bzw. "Teilnatur- und Landschaftsschutzgebiete"; *** = geschützte Landschaftsteile (Bgld, OO, Sbg, Smk, Vbg, Wien); Pflanzenschutzgebiete (Sbg, Vbg); Ruhegebiete (Tirol)

Tabelle 4.1: Flächen unter Naturschutz

Quelle: UBA, (1991, 300)

Bergmahd sollte vor allem auf erosionsgefährdeten Steilhängen wieder aufgenommen werden" (LICHTENEGGER, 1992, 212). Gefährdet sind vor allem labile Steillagen mit sickerfeuchten Böden, die in den inneralpinen Lagen häufig vorkommen. Das Unterlassen des Kurzhaltens von Gras und Freiräumen von Gewässern im Zuge der Bewirtschaftung trägt unmittelbar zur Erosionsverringerung bei.

Landwirtschaftliche Wege

Infrastruktureinrichtungen, die der Landwirtschaft dienen, tragen aufgrund der flächenhaften Bewirtschaftung naturgemäß zum Flächenverbrauch durch Straßen und Wege bei. Andererseits stellen Erschließungsmaßnahmen durch ländliche Wege einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung der Siedlungsdichte, zur Zugänglichkeit einer naturnahen Kulturlandschaft und zur Entwicklung ländlicher Räume dar. Sie müssen aber raumordnungspolitischen und natur-schonenden Kriterien gerecht werden. Eine zeitgemäße, bedarfsabgestimmte verkehrsmäßige Erschließung ist grundsätzlich eine Voraussetzung für die Aufrechterhaltung einer flächendeckenden Landbewirtschaftung; dadurch nötige Bodeneingriffe sind allerdings nicht quantifiziert.

"Mit einem Investitionsvolumen von jährlich rund 1,2 Mrd. öS wurden in den letzten Jahren jeweils etwa 750 km ländliche Straßen errichtet und 1.100 bäuerliche Betriebe mit einer bedarfsgerechten Zufahrt ans überrangige Straßennetz angeschlossen (...). Der Ausbau und die Verbesserung des ländlichen Wegenetzes sind noch nicht abgeschlossen. Zur Zeit sind österreichweit 6.641 Projekte mit einer Gesamtlänge von rund 5.630 km in Planung. Die Kosten für die Realisierung dieser Vorhaben werden rund 9,2 Mrd. öS. betragen" (ÖROK, 1993a, 122).

Feldwege sind Lebensraum zahlreicher Arten

Feldwege sind Lebensraum zahlreicher Wildtiere und Standort vieler Wildkräuter. Sie stellen ein Verbreitungsnetz für viele Pflanzen- und Tierarten dar. Ihre Gefährdung durch den Ausbau von Feldwegen liegt darin, daß sie vielfach dort angelegt wurden/werden, wo gerade naturbetontes Agrarland vorhanden war/ist (auf Ödland, das ungünstig zu bewirtschaften ist). Dadurch kommt es zu einer Isolierung von Kleinlebewesen, vor allem, wenn die Wege asphaltiert sind. Daneben werden bestehende Hohlwege aufgelassen und zerstört, um zeitgemäßen Technikerfordernissen Rechnung zu tragen (vgl. Forderungskatalog SRU, 1985).

4.4.2. Gefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden durch die Bewirtschaftung

4.4.2.1. Ausgangssituation und Problemanalyse

Abgestimmte Expertenpapiere

Umfassende Problemdarstellungen in diesem Bereich wurden für Österreich bereits im Rahmen von abgestimmten Expertenpapieren erarbeitet:

- Bodenschutz - Umweltbundesamt

- Bodenschutzkonzeption - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
- Bodenforschung - Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung

Daneben sind zwei weitere Arbeiten in diesem Zusammenhang von Interesse:

- Sondergutachten "Umweltprobleme der Landwirtschaft" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen
- Veröffentlichungen im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes "Nutzung des Bodens in der Schweiz"

Eine Wiederholung der Problemauflistung kann daher an dieser Stelle entfallen.

Zustandsinventur Boden

Von allen oben genannten Maßnahmen ist in Österreich die Durchführung von Bodenzustandsinventuren am weitesten gediehen. Von der ursprünglichen Konzeption der Arbeitsgruppen Bodenschutz und Bodenzustandsinventur der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft wurden allerdings in den bisher vorliegenden diesbezüglichen Berichten der Länder nur Teile umgesetzt. Der Schwerpunkt liegt in der Erfassung von Schadstoffbelastungen der Nährstoffverhältnisse und der Bodenversauerung.

Umsetzung noch unvollständig

Es wird daher angeregt, die Bodenzustandsinventur um die Berichterstattung über das Ausmaß der erosionsgeschädigten bzw. -gefährdeten landwirtschaftlichen Nutzfläche bzw. das Ausmaß an strukturgeschädigter Fläche auszuweiten. Daneben sind flächendeckende Erhebungen im Bereich Bodenwasserhaushalt und umfassendere Ermittlungen im Bereich der Humusdynamik (Abbau, Aufbau, Humusart, Lebendverbauung, Krümelstabilität) unerlässlich.

Ausweitung angebracht

Die Größe der in Österreich geschädigten bzw. gefährdeten Fläche wird mit 600.000 ha (MAURER, 1985) bis 750.000 ha (GREIF, 1986) angegeben. Die im Rahmen der Bodenkartierung als gefährdet eingestuftten Flächen weisen ein noch größeres Gebiet aus (BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT, 1993).

Umfang gefährdeter Flächen

Auch in der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung der BRD wird diesen Fragen entscheidende Bedeutung zuerkannt. Der Problematik Erosion und Bodenstrukturschädigung wird auch international steigende Bedeutung zugemessen (ARGE Alp-Adria, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz der Alpenkonvention).

Bundes- land	kartierte Fläche*	nicht ge- fährdet	Überschwemmungs- bzw. Überstauungsgebiet		überschwemmungs- gefährdet		rutschgefährdet		windgefährdet		vermurmungsgefährdet	
			stark	mäßig	stark	mäßig	stark	mäßig	stark	mäßig	stark	mäßig
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
NÖ/Wien	946.116	395.609	7.092	91.151	49.826	221.911	1.161	27.232	19.142	191.800	---	5.142
Stmk.	445.490	255.819	8.928	46.809	13.127	83.825	11.124	33.903	---	---	989	5.767
Bgld.	232.060	127.975	1.668	32.285	250	24.101	675	3.827	1.805	39.474	---	---
OÖ.	608.285	438.809	2.736	25.021	6.522	114.095	5.481	13.379	---	---	---	136
Slbg.	125.366	66.337	1.227	9.404	6.701	28.811	7.833	16.441	---	---	3.718	8.396
Tirol	30.270	14.685	961	3.249	1.282	6.615	1.049	2.206	---	448	184	589
Ktn.	205.464	133.144	5.463	20.731	3.517	24.617	1.389	9.785	---	---	---	3.861
Vbg.	56.336	40.098	---	2.288	977	7.154	2.088	7.955	---	---	534	3.526

*) ohne Almen und Weingärten

Tabelle 4.2: Erosionsgefährdete Flächen in Österreich

Quelle: BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT. (1993)

Maßnahme: Dauerbeobachtungsflächen

Die in den Bodenzustandsberichten angeregte Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen sollte ebenfalls in die Tat umgesetzt werden. Ein Konzept zur Errichtung solcher Flächen liegt vor (SONDERARBEITSGRUPPE BODENSCHUTZ DER UMWELTMINISTERKONFERENZ, 1991). Bodenbiologische Bestandsaufnahmen bedürfen einer längerfristigen Untersuchung am gleichen Standort, um abgesicherte Ergebnisse zu liefern. In den Waldbodenzustandsinventuren wird eingehender auf ökologische Zusammenhänge eingegangen.

*Einrichtung von
Dauerbeobach-
tungsflächen*

Gemäß der Bodenschutzkonzeption (BLUM et al., 1993) ist das flächenmäßig bedeutendste Problem der intensiv genutzten Ackerbaugebiete die physikalische Degradation durch Verdichtung und Oberflächenverkrustung, ebenso wird dort die Erosion als wichtiges Schadbild der Intensivlandwirtschaft beschrieben. Es ist daher unverständlich, warum diese Schadbilder in den bisher vorliegenden Bodenzustandsberichten der Länder, mit Ausnahme von Ansätzen im steirischen Bericht, nicht dargestellt werden.

*Bodenschutz-
konzeption*

Zusammenfassend wird angeregt, die ursprüngliche Konzeption zum Bodenschutz (UMWELTBUNDESAMT und BMLF) und zur Bodenzustandsinventur im Gesamtumfang umzusetzen und um die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen zu ergänzen. Die Untersuchungsprogramme sollten um die im Forschungsschwerpunkt "Bodenforschung" des BMWF aufgelisteten Inhalte ergänzt werden.

*Umsetzung hat
Priorität*

Weitere Maßnahmen

Es wird angeregt, die Themenkreise Humushaushalt, Bodenwasserhaushalt, biochemische Umsatzvorgänge im Boden und Bodenbiologie in geeigneter Form in die Zustandsinventuren und Dauerbeobachtungsflächen aufzunehmen. Die offenen Fragen im Bereich Bodenerosion und Strukturschäden wurden bereits erwähnt. Zur Risikobewertung ist eine detailliertere Darstellung der Bodenbelastungen mit persistenten organischen Verbindungen inklusive Verursachungsangaben unabdingbar.

*Humushaushalt,
Bodenwasser-
haushalt, Boden-
biologie*

4.4.2.2. Landwirtschaftlicher Boden als Deponiefläche

Für die Abfallwirtschaft werden derzeit ökologisch orientierte Strategien erarbeitet (BRUNNER/BAUER 1993, LUDWIG BOLTZMANN-INSTITUT FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU UND ANGEWANDTE ÖKOLOGIE, 1993). Die getrennte Sammlung biogener Abfälle und deren Kompostierung stellt eine günstige Basis zur Bodenverbesserung im viehlos wirtschaftenden Ackerbau dar (AMLINGER, 1993). Die Einhaltung der für diesen Einsatzbereich ausgearbeiteten ÖNORM S 2200 bietet maximale Sicherheit für den Landwirt, der diese Stoffe auf seinen Böden ausbringt, wobei noch eine weitere ÖNORM (S 2202) für die Kompostanwendung in Erstellung begriffen ist. Kompost aus getrennt gesammelten biogenen Abfällen ist auch ein für den Biologischen Landbau zugelassenes Bewirtschaftungs-

*Kompost als Be-
wirtschaftungs-
mittel*

mittel (ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, EG-Verordnung 2092/91).

Gesamtmüllkompost

Obwohl Gesamtmüllkompost nach dem Abfallwirtschaftsgesetz gar nicht mehr entstehen dürfte, muß der Einsatz von Gesamtmüllkompost in der Landwirtschaft generell verboten werden (vgl. die Forderungen des ÖSTERREICHISCHEN BAUERNBUNDES, 1992). Hier wird man besonderes Augenmerk auf importiertes Material lenken müssen. Die Kompostausbringung in der Landwirtschaft bedarf einer fundierten Anwendungsberatung, da je nach Bodentyp und -art, Bewirtschaftungsform (sonstige Düngung, Fruchtfolge), Klima und der daraus resultierenden Stickstoffdynamik des Bodens unterschiedliche Strategien anzuwenden sind.

Lokale Verhältnisse relevant

Schon bei der Mineraldüngeranwendung haben sich Generalrezepte (z.B. Entzugszahlen der angebauten Feldfrüchte) als Grundlage der Düngeranwendung nicht ausreichend bewährt. Da die Freisetzung von Pflanzennährstoffen aus Kompost einen längerfristigen Vorgang darstellt, ist bei Kompostanwendung die Berücksichtigung der jeweils lokalen Verhältnisse notwendig.

Flüssiger Klärschlamm

Unabhängig von einer eventuellen Schadstoffbelastung erscheint im Hinblick auf die Bodenstruktur die Anwendung von flüssigem Klärschlamm problematisch. Klärschlamm sollte nur in getrockneter Form oder nach Kompostierung ausgebracht werden. Sinngemäß sollten für diese Materialien ebenfalls die Begrenzungen der ÖNORM S 2200 Gültigkeit haben. Es ist unverständlich, daß für organisches Material, welches in der Landwirtschaft aufgebracht wird, je nach Ursprung des Materials unterschiedliche Schadstoffgrenzwerte bestehen.

Ziele

Kriterium Schadstoffgehalt

Das Aufnahmepotential für außerlandwirtschaftliche Stoffströme richtet sich nach den Standortgegebenheiten. Eine Erhöhung der Schadstoffgehalte im Boden durch Einbringen solcher Stoffströme darf auch bei langfristiger Anwendung nicht stattfinden.

Kompostierung

Unter Berücksichtigung der erwähnten Auflagen wird das Einbringen von kontrollierten biogenen Abfällen nach Kompostierung insbesondere im viehlosen Ackerbau aus ökologischer Sicht befürwortet. Die jeweils für den Standort möglichen und erwünschten Ausbringungsmengen sind durch Exakt- und Praxisversuche abzuklären.

4.4.3. Wald

Streunutzung

Früher wurde, um die Ackerflächen mit externen Nährstoffen zu versorgen, die Streu von Wäldern genutzt. Dies führte zu Waldschäden, die sich bis heute manifestieren. Durch den Einsatz von Handelsdüngern war es nicht mehr nötig, den Wald als Nährstoffreservoir zu nutzen.

Der Waldbericht 1990 weist über 400.000 ha an Waldweidefläche aus, auf denen rund 100.000 Großvieheinheiten und rund 60.000 Schafe und Ziegen geweidet werden (ÖROK, 1993a, 82). Die Waldweide schädigt die Verjüngung des Waldes durch Verbiß und Tritt der Weidetiere, wodurch sowohl die Naturverjüngung als auch die gesetzten Pflanzen ernsthaft in ihrem Fortkommen behindert werden. Das Problem Waldweide ist deshalb im Interesse der Forstwirtschaft dringend zu lösen, da davon vor allem Schutzwaldbestände betroffen sind.

Im Arbeitsübereinkommen der Koalitionspartner festgehalten, wurde ein Lösung dieses Problems vereinbart: unter anderem durch Trennung von Wald- und Weidegebieten und durch Forcierung der Ablöse von bestehenden Nutzungsrechten (vgl. ÖROK, 1993a, 82). KROTT/OBLASSER (1993) analysieren diese Konkurrenzsituation von erworbenen Rechten und dem daraus abgeleiteten Recht auf Schädigung des Waldes im Tuxertal: Die Intensivierung der Almwirtschaft erhöhte den Druck zur Waldweide an den angrenzenden Beständen. Die Schädigungen, unter denen die Waldbesitzer leiden, liegen darin begründet, daß Kosten und Nutzen bei verschiedenen Akteuren liegen. Den Nutzen hat der Viehbesitzer, der durchwegs nicht der Besitzer des Waldes ist.

**Waldweide auf
400.00 ha**

Maßnahmen

Die im Koalitionsabkommen geplanten Vorhaben sind zügig umzusetzen.

4.4.4. Erholung und Naturschutz

4.4.4.1. Die Landwirtschaft in der Kulturlandschaft

Der Freiraum in Österreich ist, typisch für Europa, eine Kulturlandschaft, die durch Jahrhunderte dauernde Eingriffe des Menschen einer ständigen Umwandlung unterlag. Soll der typische Charakter einer Kulturlandschaft aufrechterhalten bleiben, so bedarf sie der ständigen Pflege. Über die zu- bzw. abträgliche Wirkung der Landwirtschaft entscheidet maßgeblich die Intensität der landwirtschaftlichen Tätigkeit. Eine 15 Jahre alte Feststellung beginnt erst seit kurzem obsolet zu werden:

**Freiraum und
Kulturlandschaft**

"(...) daß also die Gesamtheit der den Intensivierungsprozeß der Landwirtschaft steuernden Organisationen und Regeln nicht in der Lage ist, die komplizierten und erst langfristig wirkenden Gefahren und Schädigungen dieser Intensivierung für die betroffenen biophysischen Systeme vorausschauend zu erkennen und daher auch nicht in der Lage ist, möglicherweise nicht oder schwer wieder gutzumachende ökologische und gesundheitliche Schäden zu verhindern" (KRAMMER/SCHEER, 1978, 211).

Das Ziel der integrierten Agrar-Umweltpolitik (vgl. Landwirtschaftsgesetz 1992) ist auch die **Pflege und Erhaltung** der Kulturland-

**Landwirtschafts-
gesetz**

schaft. Dabei wird zwischen Flächen, die für den Naturschutz (vgl. Abb. 4.1) abgegrenzt werden und Flächen, die in erste Linie aufgrund ihrer Gestaltung von kulturhistorischer Bedeutung sind, durch internationale und nationale Maßnahmen abgegrenzt. Daneben werden auch auf Länderebene Landschaftsschutzgebiete festgelegt (in einem Ausmaß, das 16,3 % der Landesfläche entspricht), in denen der vor allem optische Charakter einer Landschaft erhalten bleiben soll.

Betrachtet man die Ursachen des Artenrückganges (vgl. Abbildung 4.2 und 4.3) wird deutlich, daß die überwiegende Zahl der Arten auf Intensitätssteigerungen wie Beseitigung von Sonderstandorten (im Zuge der Flurbereinigung und Mechanisierung) und Nutzungsänderungen (Umwandlung Grünland in Ackerland, Änderungen in der Fruchtfolge) und Herbizideinsatz zurückzuführen ist. Gleichzeitig tragen aber auch die Intensitätsverringerungen in der Bewirtschaftung zum Artenverlust bei⁷⁴.

4.4.4.2. Elemente der Kulturlandschaft als Teil eines Biotopverbundsystems

(angelehnt an Umweltbundesamt, 1986)

Bodenschutz- hecken

Bodenschutzhecken dienen einerseits zur Wind- und Wassererosionsverringerung, ihre Anlage und Erweiterung ist daher aus landwirtschaftlicher Sicht ertragssichernd bzw. -steigernd. Andererseits dienen nahe Wildkrautstreifen vor allem der Arterhaltung. "Wildkrautstreifen sind vielfach bedroht. Umackern, Spritzmittel und Düngergaben machen dem bunten Nebeneinander den Garaus. Damit auch dem jagdbaren Wild, das auf diese für sie lebensnotwendige Verbesserung ihrer Ernährungssituation angewiesen ist."

74 Am Beispiel Almen: "Vielmehr verlieren die Almrasen zusehends an Qualität durch Unternutzung und mangelnde Pflege. Die Folge ist eine stark um sich greifende Verheidung, Verstauchung und Verwaldung der Almflächen. Dadurch nimmt die Güte des Weidefutters und der Artenreichtum der Weiderasen immer mehr ab" (LICHTENEGGER, 1992, 212).

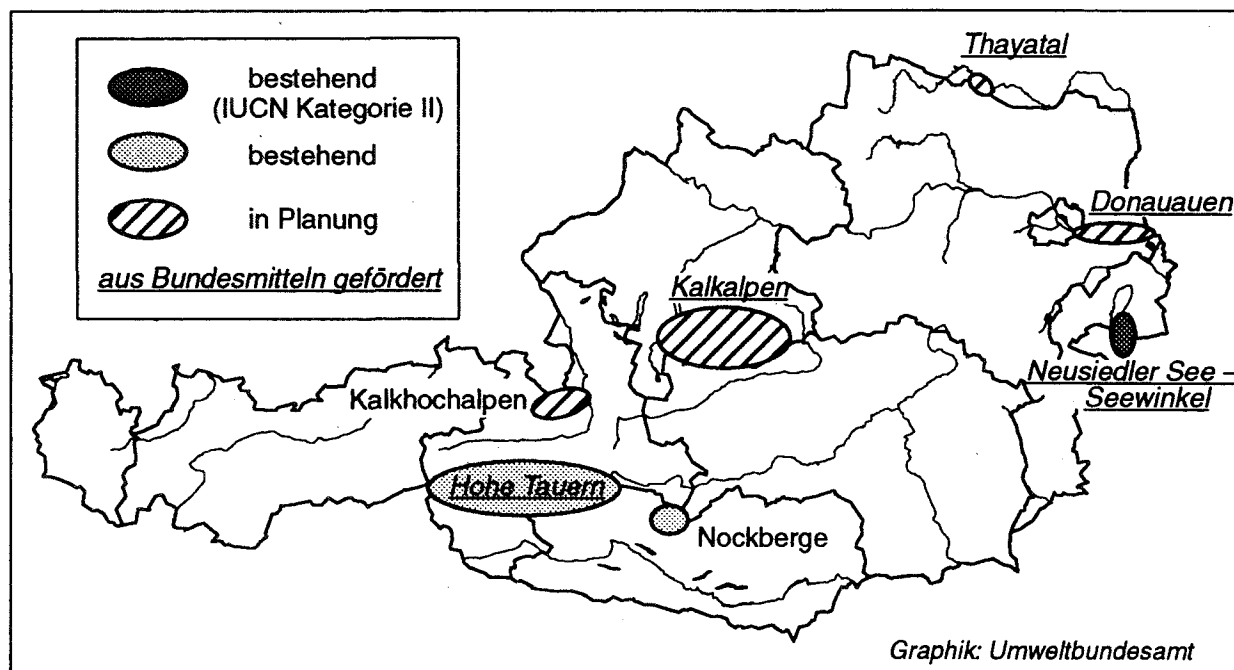


Abbildung 4.1: Nationalparks in Österreich (1994)

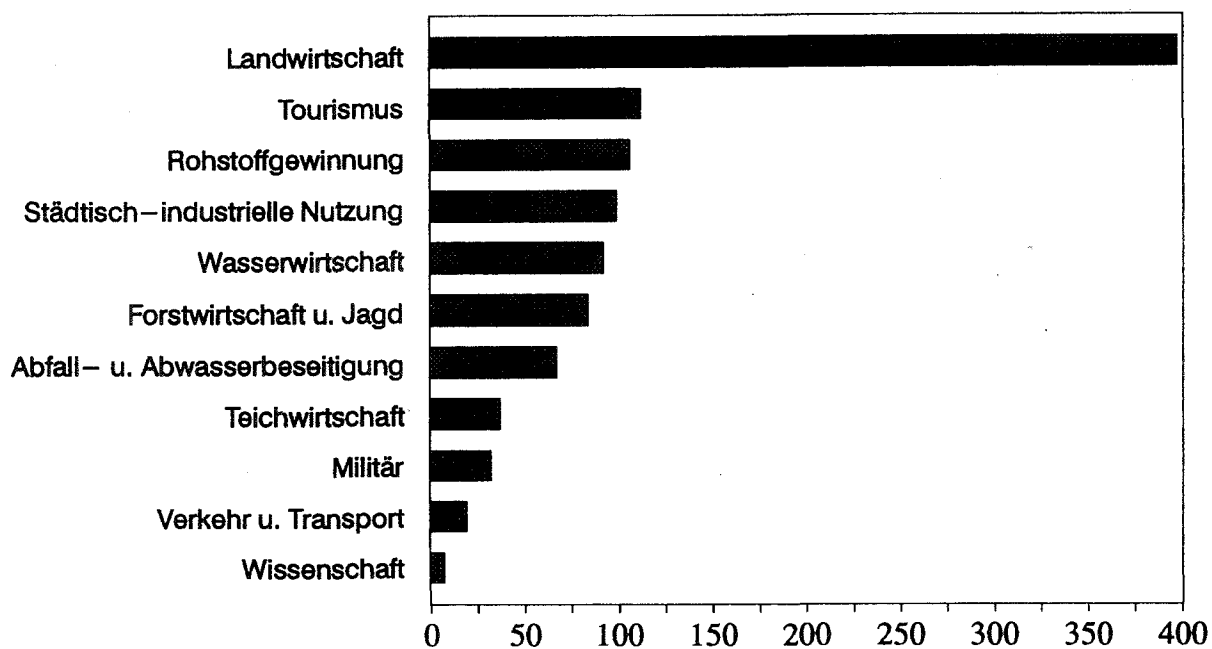


Abbildung 4.2: Verursacher des Artenrückganges
Quelle: Umweltbundesamt (1986)

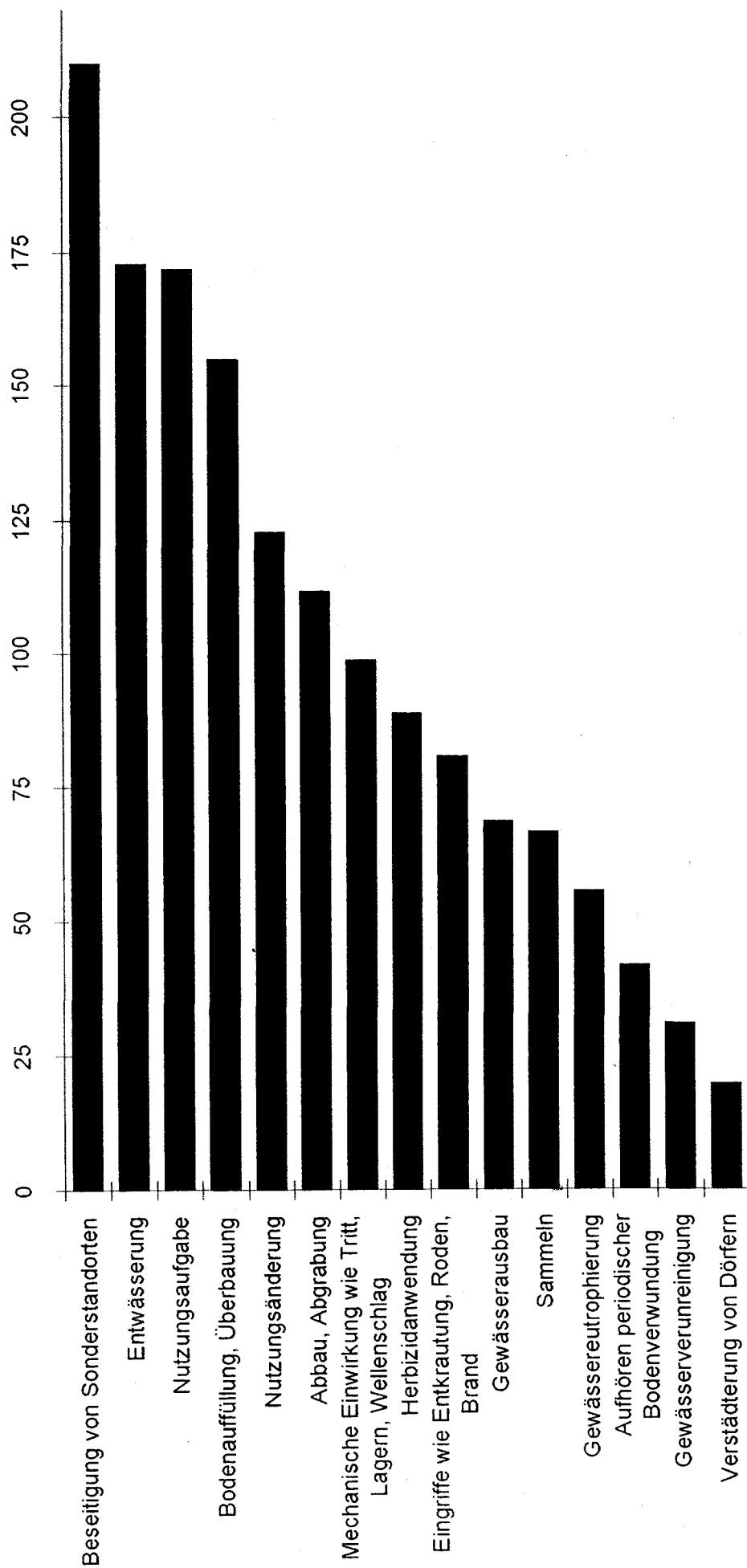


Abbildung 4.3: Ursachen des Artenrückganges
Quelle: Umweltbundesamt (1986)

Die räumlich begrenzten Maßnahmen, Ackerrandstreifen aus der Produktion zu nehmen (vgl. Ökowertflächen des Distelvereins), dienen einer Verbesserung dieser Situation.

Vernetzungstreifen (Hecken, Feldgehölze und Feldraine) spielen einerseits eine Rolle im Integrierten Pflanzenschutz. Andererseits ist die Neuanlage von Vernetzungstreifen bei Ansiedelung heimischer Arten und reichhaltiger Strukturierung unter Beachtung optimaler Gehölzdichte und Breite artfördernd. Die Anbindung an sekundäre Trockenrasenstandorte soll in diesem Sinne gefördert werden, wobei die Neuanlage kein Ersatz für Althecken sein kann.

Vernetzungstreifen

Die Bedeutung von Feuchtgebieten und Fließgewässern liegt in der Trinkwassersicherung, ihrer Funktion als Hochwasserausgleichsflächen und in ihrer Rolle im Kleinklima. Sie stellen einen Einschwemmungsschutz besonders empfindlicher Gewässer dar und dienen als Wasserspeicher mit hohem ästhetischen Wert (manche legen sich, um den Verlust an Feuchtflächen zu kompensieren, selber im Garten Feuchtgebiete zu). In den Randzonen leben spezialisierte Arten, denen vor allem dadurch der Lebensraum entzogen wird, daß bis an den Gewässerrand Herbizide und Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. (Zur Ökologie kleiner Fließgewässer vgl. KONOLD, 1984).

Feuchtgebiete und Fließgewässer

Trockenstandorte und Brachflächen sind sehr artenreich. Durch die Bewirtschaftung "leiden" sie unter ständigem Stoffentzug. Sie sind oft flachgründig und Tritt ausgesetzt, was zu dichter Bewurzelung führt. Es handelt sich um Standorte licht- und wärmeliebender Arten. Bei den Trockenstandorten unterscheidet man Trockenrasen, Halbtrockenrasen, Trockenwiesen, Steppe, Magerrasen. Die Unterscheidung erfolgt aufgrund der Bodenart und Pflanzengesellschaften sowie der menschlichen Intervention.

Trockenstandorte und Brachflächen

Trockenrasen gehören neben den noch inselartig vorhandenen Feuchtgebieten zu den am meisten gefährdeten Lebensräumen. Ihre Zerstörung ist weiterhin in vollem Gang. In Österreich sind innerhalb der letzten 100 Jahre zumindest 40 trockenrasen-bewohnende Tierarten ausgestorben.

Trockenrasen

Bei Brachflächen und Ödlandflächen handelt es sich um Kahlflächen, Bauschuttflächen und Lesesteinhaufen. Sie sind Standorte für Ruderalgesellschaften, die unter ständiger mechanischer Beeinflussung leben und sich angepaßt haben. Brach- und Ödlandflächen wurden meist Opfer von falsch verstandenem Ordnungssinn (UBA, 1986, 92).

Brachflächen und Ödlandflächen

Um die heimische Agrarproduktion zu senken, wird vom BMLF die Anlage von Brachen gefördert. Das angestrebte Ziel dieser Maßnahmen wird am ehesten erreicht, wenn es sich um Rotationsbrache handelt, damit auch Böden mit hohem Ertragspotential aus der Produktion genommen werden. Aus ökologischer Sicht ist die Wahl im Hinblick auf Optimalität schwieriger zu treffen. Es hängt von den Zielen ab (z.B. ob gezielt Äsungsraum für Wildtiere geschaffen werden soll). Grundsätzlich ist eine Einsaat von Kulturarten kritisch zu

Förderung von Brache

beurteilen, da sie Konkurrenz zum ohnehin geschwächten Besatz der Ackerbeikräuter darstellen. Will man einjährige Pflanzen fördern, so empfiehlt sich eine Rotationsbrache. Will man ausdauernde Gräser fördern, so empfiehlt sich eine Dauerbrache. Abhängig von den Zielen ist es auch, ob eine allmähliche Verbuschung gewünscht ist. Feinsteuerungen dieser unterschiedlichen Prozesse hängen ganz stark von den Bewirtschaftungsmaßnahmen ab, deren Wahl bisher den Landwirten überlassen blieb.

Ackerwildkraut- arten

Ackerwildkräuter haben wichtige Funktionen als Nahrungsquelle für Insekten, als Pollen- und Nektarlieferanten. Schätzungsweise leben von den früher 100 häufigsten Kräutern rund 1200 pflanzenfressende Tierarten.

"Der Artenschwund innerhalb der Ackerpflanzengemeinschaften führte auch zu einer Abnahme der Artenvielfalt unter den Tieren. So verringerte sich die Artendichte auf 20 bis 40 % des ursprünglichen Bestandes. Lebten früher noch 15 % der mitteleuropäischen Laufkäfer - die wichtige 'Schädlings'-Bekämpfer sind - auf der Bodenoberfläche von Äckern, so waren es in den achtziger Jahren nur noch 0,9 %" (UBA, 1986, 99). (Vgl. Ausführungen im Kapitel Stoffinputs: Pflanzenschutzmittel).

Detaillierte Darstellungen des Fauna- und Florabestandes in Österreich unter statistischen Gesichtspunkten werden im Zuge der Naturvorratsrechnungen des ÖSTAT vorgenommen (vgl. BITTERMANN, 1990a,d,e).

4.4.4.3. EXKURS: Vom Aussterben bedrohte Nutzierrassen

Förderung beruht vornehmlich auf private Initiativen

Im Jahr 1880 gabe es auf dem Gebiet des heutigen Österreich ca. 22 Rinderrassen, von denen ca. 18 autochthone Züchtungen darstellen. Heute werden neun Rassen gezählt (BITTERMANN, 1990b). Ähnliche Entwicklungen treffen auch für die übrigen Nutzierrassen zu (Schätzungen des Bestandes einiger Haustierrassen bietet der VEREIN ZUR ERHALTUNG GEFÄHRDETER HAUSTIERRASSEN, o.J.). Die Österreichische Nationalvereinigung für Genreserven (ÖNGENE) kümmert sich gemeinsam mit dem BMLF um die Erhaltung und Förderung von vom Aussterben bedrohten Nutzierrassen. Landwirte, aber auch andere Interessenten, die sich zum Teil in Vereinen organisieren, bekommen für die Haltung bestimmter Rassen Zuschüsse seitens des Bundes und der Länder, die den Nutzenentgang entschädigen (WEBER, 1993a, vgl. Tab. 4.3).

Zusatznutzen im touristischen Be- reich

Obwohl es durch kryogenische Methoden prinzipiell möglich ist, das genetische Material dieser Rassen zu erhalten und damit für fallweise Einkreuzungserfordernisse zugänglich zu halten, bietet die Erhaltung einige bemerkenswerte Aspekte. Einerseits handelt es sich um eine Frage des kulturellen Erbes, Agrikulturleistungen zu erhalten, andererseits kann sich für bestimmte Regionen unter - vor allem touristischen - Erwägungen die Erhaltung regionsspezifischer Rassen als günstig erweisen (BODO, 1992).

allem touristischen - Erwägungen die Erhaltung regionsspezifischer Rassen als günstig erweisen (BODO, 1992).

Die Bemühungen, auch auf diese Weise zur Erhaltung von Arten beizutragen, werden allerdings in ihrer Tragweite nicht ausreichend gewürdigt. Das zweckmäßige Vorgehen seitens des BMLF, vornehmlich private Initiativen zu unterstützen, ist auf die Teilnahme von interessierten Bauern angewiesen. Eine weitere Verbesserung der an sich günstigen Ausgangslage dürfte in erster Linie durch geeignete Informationsanstrengungen erreichbar sein.

*Information
könnte die Situa-
tion weiter ver-
bessern*

Rasse	Anzahl der Betriebe	Anzahl einbezogener Kühe
Braunvieh	1	15
Pinzgauer	152	220
Jochberger	2	6
Hummeln		
Murbodner	21	150
Tuxer	33	97
Waldviertler	28	46
Blondvie		
Kärntner Blondvieh	21	84
Summe	257	618

Tabelle 4.3: Rinderrassen im Erhaltungsprogramm

Quelle: Monatsberichte über die österreichische Landwirtschaft, 10/93

4.4.4.4. Kulturlandschaft im Gefüge der Agrarbiozönose

Situation in Österreich

Zum Themenkomplex Kulturlandschaft ist eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten vorhanden, welche einzelne Problembereiche behandeln. Ein abgestimmtes Expertenpapier zu Fragen der Kulturlandschaft in Österreich ist noch ausständig. Derzeit ist im BMWF eine Expertenkommission für Fragen der Forschungsaufgaben im Bereich der Kulturlandschaft eingesetzt.

*Kulturland-
schaftspapier
fehlt noch*

Auszugsweise werden einige Ziele dieses Forschungsunternehmens angeführt (SMOLINER, 1991, 24 ff):

*Ziele des BMWF-
Projekts*

- Erstellung eines Instrumentariums zur Definition von (Entwicklungs-) Leitbildern für bestimmte Kulturlandschaften (Regionen);
- Ausarbeitung von Methoden (z.B. Modelling) und Maßnahmenpaketen zur leitbildorientierten Kulturlandschaftsentwicklung;
- Harmonisierung der Bewertungssysteme von unterschiedlichen Fachbereichen (z.B. Ökologie, Raumplanung, Soziologie, Ökonomie);

- Einpassung von lokalen und regionalen Initiativen in eine kulturlandschaftsorientierte, überregionale Gesamtkonzeption unter besonderer Berücksichtigung gesamtstaatlicher sowie supranationaler Rahmenbedingungen.

Ansätze international

Grundlegende Darstellungen zu Fragen der Kulturlandschaft findet man bei REMMERT, 1976 (hier vor allem aus zoologischer Sicht), KAULE, 1991, RÖSER, 1988, RÖSER, 1990 und ELLENBERG 1982 (vor allem aus deskriptiver landschaftsökologischer Sicht). In der Bundesrepublik Deutschland wurde vom Rat der Sachverständigen eine diesbezügliche Problemauflistung durchgeführt. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes "Nutzung des Bodens in der Schweiz" beschäftigen sich zwei Arbeiten (BROGGI/SCHLEGEL, 1989 und THOMET/THOMET-THOUTBERGER, 1991) mit dieser Fragestellung.

Ansätze in Österreich

Die österreichischen Ansätze zu diesen Fragen wurden von GRABHERR und POLATSCHEK, 1986 eingeleitet. FINK, GRÜNWEIS und WRBKA 1989 unternahmen einen Versuch, Kulturlandschaften zu kartieren.

Spezielle Ansätze zur Gestaltung der Kulturlandschaft in Agrarverfahren stammen von LIEBEL et al. 1986, GRABHERR/ WRBKA, 1988, FARASIN/SCHRAMAYR, 1988 sowie aus anderen Arbeiten der gleichen Autoren.

Im Rahmen der Biotopkartierung haben sich LIEBEL, FARASIN, SCHRAMAYR, SCHANDA und STÖHR 1987 und das "Projektteam Biotoptypen" (HOLZNER, 1989) mit der Problematik auseinandergesetzt. Eine operationale Verknüpfung von den Ergebnissen der Untersuchungen aus der Biotopkartierung mit den Ansätzen zur Gestaltung der Kulturlandschaft steht allerdings noch aus.

Problemursachen und Ziele

Voraussetzung für Nachhaltigkeit

Als Zusammenfassung der genannten Arbeiten kann festgehalten werden, daß einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion ohne einer gleichzeitigen ökologisch orientierten Gestaltung der Agrarlandschaft mittels naturbetonten und vernetzten Landschaftsteilen, die notwendigen Grundlagen fehlen. Es genügt also nicht, allein die agrarischen Produktionsmethoden ökologisch anzupassen. Diese Anpassung muß um eine ökologisch orientierte Gestaltung der Agrarlandschaft ergänzt werden.

Artenvielfalt

Zur Frage der Beeinflussung der Artenvielfalt und zum Wegfall von Nützlingen kann festgehalten werden, daß

- durch Landschaftsausräumung, Anwendung von leicht wasserlöslichen Stickstoffdüngern, Biozidanwendung und Entwässerung ein massiver Rückgang der naturgegebenen Artenvielfalt verursacht wird;
- die jeweilige Agrarbiozönose jedoch auch durch Überbetonung einer Feldfrucht in der Fruchtfolge artenarm wird;

- sich die Landwirtschaft durch die beiden obengenannten Maßnahmen viele Nützlinge selbst wegrationalisiert hat und sie damit verstärkt zur Biozidanwendung gezwungen wird.

Der Beitrag der Landwirtschaft zum Naturschutz ist in einer **nachhaltigen Pflege der eigenen Produktionsgrundlagen** unter Berücksichtigung der im Sinne der Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung zu setzenden Maßnahmen zu sehen. Die land- und forstwirtschaftlich genutzte Kulturlandschaft ist heute (mit Ausnahme der dichtverbauten Gebiete) unsere Natur (Umwelt, Lebensraum). Die Zerstörung oder Beeinträchtigung des Funktionsgefüges Kulturlandschaft in Österreich ist daher nicht nur das Problem der 5,8 % Bauern und Bäuerinnen, sondern aller Einwohner. Letztlich sind auch die urbanen Räume ohne funktionsfähige Kulturlandschaften im Umland nicht lebensfähig.

*Beitrag der
Landwirtschaft*

Maßnahmen

Zur Behebung der anstehenden Probleme werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- kontinuierliche Erhebung über das Ausmaß und die Ursache von Schäden und Belastungen (Zustandsinventuren);
- bei auftretenden Schäden je nach Ursache Änderung der Bewirtschaftungs- und Landschaftsgestaltungsmethoden und/oder Maßnahmen zur Minimierung des Schadstoffeintrags;
- begleitende Forschungsprogramme in den oben genannten Bereichen zwecks Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Methodenoptimierung.

Zur entscheidenden Frage einer Inventur der Kulturlandschaften in Österreich existieren wissenschaftliche Ansätze (z.B. FINK et al. 1989), jedoch keine rechtlich verankerte Grundlage zur Durchführung einer solchen Untersuchung. Aus ökologischer und landwirtschaftlicher Sicht ist die Durchführung einer Kulturlandschaftsinventur (-kartierung) vom Stellenwert her gleichrangig mit einer Bodenzustandsinventur, da die Kulturlandschaft mit dem Subsystem Boden die Bewirtschaftungsgrundlage der Landwirtschaft darstellt. Es wird weiters angeregt, die Ergebnisse der bereits durchgeführten Biotopkartierungen in eine Kulturlandschaftsinventur einzubeziehen, um Doppelgleisigkeiten zu vermeiden. Insgesamt ist diese Inventur Entscheidungsgrundlage für die in vielen Intensivlandwirtschaftsgebieten notwendige Neugestaltung der Kulturlandschaft und daher im Sinne der Zielsetzung unerlässlich.

*Inventur der Kul-
turlandschaften*

Ein Arbeitskreis sollte daher ein Programm für die Durchführung von Kulturlandschaftsinventuren (Artenvielfalt) erstellen, wobei die reine Kartierung um den Aspekt der Schadbildfeststellung und Schadensursachendarstellung ergänzt werden sollte. Ebenso wie beim Bodenschutz sollte daraus auch ein Kulturlandschaftsschutz resultieren. Die notwendige rechtliche Verankerung dieses Schutzes liegt im Kompetenzbereich der Länder.

*Arbeitskreis "Kul-
turlandschaft"*

Umsetzung

Gesetzliche Maßnahmen un- geeignet

Im Sinne der weiter oben getroffenen Feststellungen wäre es verfehlt, eine Änderung der landwirtschaftlichen Nutzungsmethoden in Richtung Nachhaltigkeit allein mittels gesetzlicher Maßnahmen erreichen zu wollen. Dies mag dadurch verdeutlicht werden, daß in Österreich 5,8 % der Bevölkerung auf etwa 40 % der Staatsfläche 2,3 % des Bruttoinlandsproduktes bei einer durchschnittlichen Verschuldung von etwa 28.000,-- ÖS/ha durch landwirtschaftliche Kultivierung erwirtschaften. Eine Änderung der landwirtschaftlichen Nutzungsmethoden ist nur durch eine zielorientierte Änderung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft, insbesondere des Förderungswesens, möglich.

Ökonomische Anreize

Auf den Zusammenhang mit der wahrscheinlich bevorstehenden Liberalisierung im Bereich des Agrarhandels wurde bereits hingewiesen. Desgleichen unterliegen Maßnahmen zur Änderung der Agrarlandschaftsgestaltung diesen Randbedingungen.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

5.1. Überblick

Österreich weist ein eher kleinräumig strukturiertes Staatsgebiet auf. Ländlicher Raum ist von jedem Ballungsgebiet aus in kurzer Zeit erreichbar. Diese Charakteristik ist ein entscheidender Faktor für die Lebensqualität und damit Attraktivität einer Region⁷⁵. In diesem Raum finden auch alle Aktivitäten landwirtschaftlicher Produktion statt. In einer derartigen Umgebung berühren positive und negative externe Effekte der Landwirtschaft viel unmittelbarer außeragrari-sche Interessensfelder als in Ländern mit umfangreichen Flächenreserven und einer weitgehenden räumlichen Trennung von agrarischen und nichtagrarischen Lebensbereichen.

Hohe Verflechtung der Landwirtschaft

Zu Themen des Problembereiches "Landwirtschaft und Umwelt" wurden in den vergangenen Jahren in Österreich, der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz eingehende und abgestimmte Expertenberichte (SRU, 1985, UBA, 1988 und BMLF, 1989a) und diesbezügliche Untersuchungs- und Forschungsprogramme (BMLF, 1989b und BMWF, 1990) ausgearbeitet und teilweise schon in Angriff genommen. Damit existiert aber praktisch für jedes Detail bereits ein umfangreicher Problem- und Maßnahmenkatalog. Die tatsächliche Umsetzung ist dagegen noch weniger weit gediehen.

Umweltziele und Lösungsansätze

Aus ökologischer Sicht erfordert die Behandlung des Themas "Landwirtschaft und Umwelt" bei der Erstellung eines nationalen Umweltplanes einen übergeordneten, integrativen Rahmen. Die vorliegenden Detailvorschläge sind in diesen Rahmen zu integrieren, wenn die politische Umsetzung gelingen soll.

Übergeordnete Zielvorstellungen

Um Umweltprobleme dauerhaft lösen zu können, muß man ihre echten Ursachen erkannt haben. Die Ausführungen in den bisherigen Abschnitten sollten gezeigt haben, daß ökologisch problematische Produktionspraktiken in der Landwirtschaft zu einem großen Teil lediglich Symptome sind. Die Ursachen für den Zielkonflikt zwischen Landwirtschaft und Umwelt sind auf einer breiteren Ebene zu suchen (vgl. auch die Problemsicht des ÖSTERREICHISCHEN NATIONALKOMMITTEES FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, o.J.).

Ursachenanalyse breit gestalten

75) Der ökonomische Gegenwert dieses Merkmals ist aber auch für unsere wirtschaftliche Lage nicht zu unterschätzen: So liegen z. B. seit 1984 die Deviseneinnahmen aus dem Ausländerfremdenverkehr jeweils über 100 Mrd S jährlich.

**Systemorientierte
Ursachenanalyse**

In diesem Beitrag wurde daher zuerst eine systembezogene Analyse der Ursachen für Konflikte zwischen Umwelt und Landwirtschaft erarbeitet und gleichzeitig ein Leitbild in bezug auf eine nachhaltige Landwirtschaft und die "optimale" Gestaltung von umweltpolitischen Maßnahmen im Agrarbereich entwickelt. Dieser Teil stellt den übergeordneten Rahmen für die Zuordnung der verschiedenen Einzelprobleme von "Landwirtschaft und Umwelt" dar.

**Detailprobleme
nicht übergehen**

Im Anschluß daran wurden die wichtigsten **Umweltkonflikte** zwischen Agrarsektor und den übrigen Wirtschafts- bzw. Lebensbereichen im einzelnen und unter Berücksichtigung ihrer naturwissenschaftlichen und ökonomischen Zusammenhänge dargestellt, **Zielvorstellungen bzw. -abweichungen** aufgezeigt und dann geeignet scheinende **Lösungsansätze** in ihren Grundzügen skizziert. Die verschiedenen Teilaspekte wurden dabei nicht ausschließlich von der ökologischen Seite betrachtet, sondern unter simultaner Berücksichtigung ihrer gleich bedeutsamen sozialen und ökonomischen Komponenten zu erfassen gesucht. "Substantielle" ökologische Probleme (Nitrat, Pestizide, Artenschutz ...) standen dabei stärker im Vordergrund als die Leistungen der Landwirtschaft im "gestalthaft-ästhetischen" Bereich (Landschaftspflege ...).

Ebenen der Problemlösung

Trotzdem greift diese Betrachtung bei der Konzeption von Maßnahmen vermutlich immer noch zu kurz. Beim Entwurf einer langfristigen umweltpolitischen Konzeption im Sinne von Nachhaltigkeit sind insgesamt drei Ebenen zu berücksichtigen bzw. zu beeinflussen:

- 1) die mehr oder weniger **exogenen Determinanten** der künftigen Entwicklung des Agrarsektors (z. B. Bevölkerungstrend, Konsumgewohnheiten, aber auch Veränderungen der multinationalen agrarpolitischen Rahmenbedingungen);
- 2) die **endogenen Gestaltungserfordernisse** und -möglichkeiten der Umweltpolitik auf nationaler Ebene, wie sie in diesem Beitrag behandelt wurden (Zielabweichungen und Instrumentenauswahl zwischen administrativen Regelungen, ökonomischen Anreizmechanismen, aber auch Information und Bildung ...);
- 3) die **politische Durchsetzbarkeit** der vorgeschlagenen Maßnahmen, die in einer entwickelten demokratischen Gesellschaft vielleicht sogar das schwierigste Problem darstellt⁷⁶.

5.2. Exogene Determinanten der Entwicklung im Agrarbereich

5.2.1. Demographie und Konsum

**Nachfrage-
segmente**

Für die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten kommen zwei Bereiche in Frage: Nahrungs- und Futtermittel sowie "Non-

⁷⁶ Der umweltpolitische Gehalt der letzten Steuerreform ist ein sehr anschauliches Indiz für diese Hypothese.

Food" in Form von Energie- und Industrierohstoffen. Nachdem die inländische Produktionsentwicklung durch die auch in Zukunft gegebene Möglichkeit budgetfinanzierter Überschußverwertung allerdings nur marginal betroffen ist, wurde auf diese Faktoren in der vorliegenden Arbeit quantitativ nicht näher eingegangen.

Eine wichtige Entwicklung in diesem Zusammenhang stellt das steigende Umweltbewußtsein immer breiterer Bevölkerungsschichten dar. Diese Bewußtseinsänderung schlägt sich sowohl im Konsumverhalten als auch in der Bereitschaft zur politischen Unterstützung umweltverbessernder Maßnahmen nieder.

Steigendes Umweltbewußtsein

5.2.2. Politische Rahmenbedingungen

Aus umweltpolitischer Sicht unmittelbar relevant sind weiters die Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft als Folge internationaler Einflüsse. Die GATT-Runde ist nun abgeschlossen und hat bereits weitreichende Effekte bewirkt, indem sie die grundlegende Reform der EG-Agrarpolitik initiierte bzw. zumindest erleichterte.

Internationale Einflüsse

Bisher haben viele OECD-Länder nicht-tarifäre Restriktionen auf Importe als Gegenstück zu regulierenden Eingriffen auf die inländische Produktion offiziell mit Umweltzielsetzungen legitimiert. Die Sinnhaftigkeit und Effektivität dieser restriktiven handelspolitischen Maßnahmen wurde aber angesichts steigender Exportüberschüsse zunehmend in Zweifel gezogen. Auch wenn bezüglich der Umwelteffekte einer graduellen Handelsliberalisierung auf regionaler und sektoraler Ebene kaum verlässliche Aussagen möglich sind, können positive Veränderungen doch im Durchschnitt erwartet werden:

Handels-hemmnisse und Umwelt

Sinkende Preise in Verbindung mit direkt einkommenswirksamen Zahlungen für ökologische Leistungen sollten in der Lage sein, negative Umwelteffekte als Folge hoher Produktionsintensitäten zu entschärfen. Die enormen strukturellen Differenzen zwischen den einzelnen OECD-Ländern in bezug auf agrarische Kriterien legen jedoch eine gewisse Vorsicht gegen uniforme Lösungsansätze nahe.

Direktzahlungen ergänzen Preispolitik

5.2.3. OECD-Konzept zur Integration von Agrar- und Umweltpolitik

Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung ist auf zwei unterschiedlichen Ebenen relevant: zum einen auf der **Politikebene**, auf der die Konzeption und Implementation der umweltpolitischen Maßnahmen entschieden werden. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf eine stärkere Marktorientierung sowie auf eine Berücksichtigung der sozialen Kosten (Externalitäten und öffentliche Güter) der Ressourcennutzung zu legen. Auf der **betrieblichen Ebene** dagegen sind die ökologischen Vorteile einer nachhaltigen "low input"-Landwirtschaft, die Übernahme von ökologisch vorteilhaften Technologien und Praktiken, die Rolle von Ausbildung und Beratung jeweils in Verbindung

Politikebene und Betriebsebene

mit den Eigeninteressen des Betroffenen zu analysieren. Der Forschungsbedarf in diesem Bereich ist für Österreich sehr groß.

**Vorschläge der
OECD**

In einem ersten Schritt sollten umweltpolitische Maßnahmen direkt auf die agrarische Produktion selbst gerichtet und die Verbindungen mit nachgelagerten bzw. vorgelagerten Industrien berücksichtigt werden. Gleichzeitig sollten aber auch die exogenen Einflüsse der Umweltverschmutzung auf die Landwirtschaft mitberücksichtigt werden (Luftverschmutzung, Wasserbelastung, Bodenproblematik). Fünf Schlüsselstellen können nach Ansicht der OECD (1993) in diesem Bereich angeführt werden:

- 1) Die Verwendung *agrarischer Inputs* darf nicht durch Subventionen verzerrt werden.
- 2) Auf der *Outputseite* der agrarischen Produktion sollten ebenfalls marktorientierte Preise eingeführt werden.
- 3) Die Integration von Forschung, Ausbildung und Beratung in Zusammenhang mit der Adoption umweltfreundlicher Techniken ist zu verbessern.
- 4) Für *überbetriebliche Leistungen* sollten konkrete, nachvollziehbare Kriterien erstellt werden. Grundsätzlich sollten Umweltgüter, die im Rahmen der agrarischen Produktion erstellt werden, soweit als möglich objektiv bewertet werden, sodaß sie unabhängig von der agrarischen Produktion beurteilt werden können.
- 5) Im Zuge der Umstellung auf eine umweltfreundliche agrarische Produktionsweise können Anpassungskosten in Form von Produktionsveränderungen, Einkommenseffekten sowie u. U. auch negativen transitorischen Umwelteffekten auftreten, die - soweit sie zu einem Nachteil für die Landwirte führen - durch *zeitlich begrenzte nicht produktionsverzerrende Maßnahmen* zu kompensieren wären.

5.3. Endogener Gestaltungsbereich - problembezogene Regelungen

**Mehrere Ebenen
relevant**

Viele der in diesem Papier zu einzelnen Problemen gemachten Maßnahmenvorschläge werden nicht in einen Nationalen Umweltplan eingehen, weil sie dafür zu detailliert sind. Dennoch lassen sich aus unserer Sicht übergeordnete Maßnahmenempfehlungen nur dann ausgewogen konzipieren und später auch vertreten, wenn sie auf ein Fundament von in der Realität verankerten Einzelmaßnahmen zurückgeführt werden können. Die folgende Übersicht (Tab. 5.1-5.4) gibt in knapper Form die wesentlichen Aussagen dieser Arbeit noch einmal wieder:

**Vermeidung und
Gestaltung**

Grundsätzlich lassen sich diese Empfehlungen auf zwei Gruppen aufteilen: Maßnahmen zur Vermeidung unerwünschter ökologischer Effekte durch bestimmte Formen von Landwirtschaft ("Vermeidungsmaßnahmen") auf der einen und Maßnahmen in Richtung einer aktiven Beteiligung der Landwirtschaft an der

RANG	URSACHE	SCHADEN	MASSNAHMEN (LW)	RAUM	ZEIT
I	Kohlendioxid	Treibhauseffekt	Förderung biogener Rohstoffe, CO ₂ - Abgabe	n / I	I
	Methan	Treibhauseffekt	Intensitätsverringerung, technische Lösungen	n / i	I
	FCKW, CH ₄ , N ₂ O...	Zerstörung der Ozonschicht	(Arbeitskreis "Luft")	n / i	m
	Ozon, SO ₂ , NOx	Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums	(Arbeitskreis "Luft")	r	m
II	NH ₃ , NOx	Korrosion, Versauerung, Beeinflussung des globalen Stickstoffkreislaufs	Emissionsverringerung bei Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger	r / i	m, I
	Immission anderer Gase	Bodenversauerung, Pflanzen-schädigung	(Arbeitskreis "Luft")	n	I
III	Pflanzenschutzmittel	Schädigung durch Fehlapplikationen	Ausbringungstechnik, Formulierung der Stoffe	n	I

Legende:

Rang: (Reihung nach dem Kriterium Irreversibilität) I / II / III

Raum: r (regionale) / n (nationale), / i (internationale) Relevanz

Zeit: k (kurz-), m (mittel-), I (langfristig) (1 Jahr, bis 5 Jahre, darüber) sind Maßnahmen umzusetzen

Tabelle 5.1: Maßnahmenvorschläge, Problemreihung Luft

RANG	URSACHE	SCHADEN	MASSNAHMEN (LW)	RAUM	ZEIT
I	Entwässerung	Artenverlust, Beeinflussung des Grundwasserhaushalts	Neuorientierung der Förderungsprogramme, Rückbaumaßnahmen	r	k
	Stickstoffdünger	Nitrat im Grundwasser, Schädigung der Trinkwasserressourcen, Schadstoffanreicherung in Nahrungsmitteln	Beratung/Information, Stickstoffbilanzen, Bodenuntersuchungen, Güllebanken, Stickstoffabgabe, Erweiterung der Fruchtfolge	r / n	m
II	Pflanzenschutzmittel	Grundwasserbelastung, Belastung des Niederschlags	integrierter Pflanzenschutz, Ausbringungstechnik, Verbesserte Formulierungen	r / n	m / l
III	Phosphor	Oberflächengewässerbelastung	Beratung/Information, Schutzzonen festlegen, pflanzenbaul. Anpassung	r	m
	Grundwasserentnahme	Belastung des Grundwasserhaushalts, Bodendegradation	verbesserte Bewässerungstechnik, standortangepaßte Landwirtschaft	r	l

Legende:

Rang: (Reihung der Schäden nach dem Kriterium Irreversibilität) I / II / III

Raum: r (regionale) / n (nationale), / i (internationale) Relevanz

Zeit: k (kurz-), m (mittel-), l (langfristig) (1 Jahr, bis 5 Jahre, darüber) sind Maßnahmen umzusetzen

Tabelle 5.2: Maßnahmenvorschläge, Problemreihung Wasser

RANG	URSACHE	SCHADEN	MASSNAHMEN (LW)	RAUM	ZEIT
I	Flächennutzung	Lebensraumzerstörung und -Konkurrenz	Biotopverbund, Extensivierung	r / n	I
	Entwässerung	Lebensraumzerstörung, Eingriff in den Wasserhaushalt	Neuorientierung der Förderungsprogramme, gezielter Rückbau	r	k / I
II	Aufgabe der Bewirtschaftung und Nutzungsänderungen	Lebensraumenzug für angepasste Arten	gezielte Förderungsprogramme	r	I
	Pflanzenschutzmittel (insbesondere Herbizide)	Zerstörung der Beikräuter, Ausschalten der Nahrungsgrundlage von Tieren	quantitative Reduzierung und qualitative Verbesserung der Mittel	r	I
III	Mineral- und Wirtschaftsdünger	Veränderung des Artenspektrums, Förderung weniger N-toleranter Arten	standortangepasste Düngung	r	m
	anderer Stoffeintrag	Schadstoffbelastung, Veränderung des Artenspektrums	(Arbeitskreis "Luft")	r / n / I	I

Legende:

Rang: (Reihung nach dem Kriterium Irreversibilität) I / II / III

Raum: r (regionale) / n (nationale), / i (internationale) Relevanz

Zeit: k (kurz-), m (mittel-), l (langfristig) (1 Jahr, bis 5 Jahre, darüber) sind Maßnahmen umzusetzen

Tabelle 5.3: Maßnahmenvorschläge, Problemreihe Artenerhaltung

RANG	URSACHE	SCHADEN	MASSNAHMEN (LW)	RAUM	ZEIT
I	Siedlungsdruck	Bodenversiegelung	Vorrangflächen	r / n	I
	unangepaßte Bodenbewirtschaftung	Erosion	Erosionsschutz, standort- angepaßte Boden- bearbeitung und Kulturarten	r	k
	unangepaßter Maschineneinsatz	Bodenverdichtung	Information, pflanzenbaul. und technische Lösungen	r	m
II	Luftschadstoffe	Schwermetallanreicherung/ Bodenversauerung	(Arbeitskreis "Luft")	n / i	m / I
	Aufgabe von Grenzertragsböden	Verminderung der Katastrophenschutzfunktion, Verwaldung	Abgeltung positiver externer Effekte, ordnungsgemäße Aufforstung	r / n	I
III	großflächige Monokulturen	Artenschädigung, Bodendegradation, Mikroklimaveränderung	Zustandsinventur, Forschung, Fruchtfolge- maßnahmen	r	I

Legende: Rang: (Reihung der Schäden nach dem Kriterium Irreversibilität) I / II / III

Raum: r (regionale) / n (nationale), / i (internationale) Relevanz

Zeit: k (kurz-), m (mittel-), I (langfristig) (1 Jahr, bis 5 Jahre, darüber) sind Maßnahmen umzusetzen

Tabelle 5.4: Maßnahmenvorschläge, Problemreihung Boden und Flächenkonkurrenz

Verbesserung der Umwelt ("Gestaltungsmaßnahmen") auf der anderen Seite.

Ein Nationaler Umweltplan muß eine klare Prioritätenreihung bezüglich der Problemstellungen als auch der vorgeschlagenen Maßnahmen aufweisen. Eine derartige Reihung ist das Ergebnis von als relevant erachteten Kriterien und kann daher immer nur in bezug auf diese Kriterien Gültigkeit besitzen. Welche Kriterien herangezogen werden sollen, ist in letzter Konsequenz eine gesellschaftspolitische Entscheidung. Für die Reihung in den oben angeführten zusammenfassenden Tabellen wurde das Kriterium "Irreversibilität der Schädigung" herangezogen.

**Prioritäten-
reihung
immer relativ**

Eine dauerhafte Lösung des Problembereichs "Landwirtschaft und Umwelt" kann jedoch nicht isoliert, sondern nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung der damit verbundenen ökonomischen, sozialen und politischen Konsequenzen erzielt werden. Auch wenn es aus theoretischer Sicht unbefriedigend sein mag, so erzwingt dies in der Praxis häufig doch, daß die Anwendung des Verursacherprinzips umso weniger zum Tragen kommen kann, je dringlicher die Lösung bzw. relevanter das Problem ist. Auf diese Art lassen sich die konkreten Realisierungschancen einer Maßnahme im politischen Entscheidungsprozeß verbessern.

**Verursacherprin-
zip außer Kraft?**

Die politischen Realisierungschancen hängen nicht zuletzt auch mit der Einschätzung von Vorschlägen aus der Sicht der Landwirte zusammen. Hier sind Demonstrationsprojekte vorzusehen, die den potentiell Betroffenen eine Evaluierung der Wirksamkeit einzelner Vorschläge unter realistischen Voraussetzungen ermöglicht.

Demo-Projekte

5.4. Endogener Gestaltungsbereich - übergeordneter Gestaltungsbedarf

5.4.1. Gesellschaftspolitische Zielsetzung der Landwirtschaft

Die laufende Diskussion um die Neuorientierung des gesellschaftlichen Leistungsanspruchs an die Landwirtschaft ist immer noch dadurch geprägt, daß die Landwirtschaft versucht, die bisherige Strategie der Produktionsmaximierung als Mittel zur Einkommenserzielung durch "abgeltungspflichtige Zusatzleistungen" im Bereich öffentlicher Güter (Landschaftspflege, Katastrophenschutz ...) zu ergänzen.

**"Paradigmen-
wechsel"
erforderlich**

Aus umweltpolitischer Sicht ist in einer derartigen Umgebung immer die Gefahr gegeben, daß öffentliche Mittel wirkungslos bleiben, weil sie durch entgegengesetzt wirkende Maßnahmen konterkariert werden. Auch folgt daraus nicht selten ein Glaubwürdigkeitsproblem der landwirtschaftlichen Argumentation im politischen Prozeß mit negativen Folgen bei der Requirierung öffentlicher Mittel.

**Kompensierende
Wirkung?**

"cross compliance"

Diese Probleme lassen sich im praktischen Umsetzungsprozeß durch die Implementierung von "cross compliance"-Mechanismen vermeiden. Dieses Prinzip wird in den USA im Bereich des Bodenschutzes seit Jahren eingesetzt (PETERSEN, 1993). Dort werden "farm program benefits" nur dann gewährt, wenn gleichzeitig bestimmte Ressourcenschutzpraktiken zum Einsatz kommen. Grundsätzlich lassen sich viele inhaltlich voneinander unabhängige Programme auf diese Art koppeln. Diesem Prinzip wird künftig auch in der europäischen Agrarpolitik eine zentrale Rolle zukommen.

Gesellschaftlich akzeptierter ökologischer Rahmen

Eine logisch konsistente Einordnung landwirtschaftlicher Aktivitäten in einen gesellschaftlich akzeptierten ökologischen Rahmen i.w.S. würde die langfristigen Chancen der Landwirtschaft, für die Erbringung "überbetrieblicher Leistungen" eine adäquate Honorierung zu erhalten, verbessern. Allerdings impliziert diese Reorientierung gleichzeitig eine noch weitergehende Abhängigkeit dieses Sektors von öffentlichen Budgets. Das bedeutet jedoch, daß landwirtschaftliche Einkommen in noch höherem Maße als bisher von (parti-)politischen Imponderabilien abhängen. Diese Gefahr kann vermutlich nur durch eine verfassungsgesetzliche Regelung des Leistungs- und Abgeltungsanspruchs der Landwirtschaft beseitigt werden (siehe Schweiz).

5.4.2. Inhaltliche Neuorientierung von Forschung und Ausbildung

5.4.2.1. Forschung

Mengenmaximierung

In der Vergangenheit waren Bemühungen in Richtung der Entwicklung nachhaltiger Produktionsmethoden in erster Linie "trial-and-error"-Bemühungen praktizierender Landwirte überlassen. Die Geschichte des biologischen Landbaus ist ein gutes Beispiel dafür. Universitäre Forschung und damit Ausbildung zeigten lange Zeit kaum Anzeichen einer Reorientierung vom Ziel der Mengenmaximierung "to solve the world food problems". In jenen Fällen, in denen Forschung - entgegen dem "Mainstream" - bereits in diese Richtung betrieben wurde, fand keine signifikante Penetration in den Anwendungsbereich statt.

Künftige Forschung

Die Herausforderung für die künftige Forschung besteht darin, "how to ensure that the hard won gains of the last 40 years can be maintained and even developed further within sustainable farming systems" (LONGWORTH, 1992, 83). Dazu müssen zwei fundamentale Elemente geändert bzw. eingefügt werden:

- 1) Die geänderten Forschungsprioritäten müssen sich in den die Entwicklung von Wissenschaftsdisziplinen steuernden personenbezogenen Anreiz- und Karrierestrukturen als gewinnbringend niederschlagen. Das bedeutet, daß in diesem Forschungsbereich "anerkannte" wissenschaftliche Leistungen erbringbar sein müssen. Dieser Prozeß bedarf langfristiger Anstrengungen, weil er eine entsprechend geänderte Prioritä-

tensetzung internationaler Fachzeitschriften genauso erfordert wie die Umwidmung bzw. Neueinrichtung entsprechender Planstellen im Wissenschaftsbetrieb.

- 2) Inhaltlich gesehen muß die Forschung und Lehre im Agrarbereich interdisziplinärer werden, um die komplexen Verflechtungen von "Nachhaltigkeit" in ökologischer, ökonomischer und sozialer Art adäquat zu erfassen⁷⁷. Nur über eine ausreichende Kenntnis bezüglich der langfristigen Kosten und Nutzen alternativer technologischer und sozialer Entwicklungsverläufe lassen sich Fortschritte auf dem Weg einer nachhaltigen Entwicklung erzielen.

5.4.2.2. Ausbildung

Die Struktur der Ausbildung von Landwirten ist bis heute vornehmlich dadurch geprägt, daß das primäre Ziel in einer Maximierung der Produktion besteht. Das überrascht angesichts der grundsätzlichen Forschungsorientierung nicht. Auch das Selbstverständnis des Landwirts als Produzent privater Güter spiegelt sich in diesen Ausbildungsinhalten.

Produktionsmaximierung dominiert

Allerdings ist bei landwirtschaftlichen Berufs- und höheren Schulen bereits eine Umkehr erkennbar. Eine konsequente Ausrichtung auf eine nachhaltige Landwirtschaft erfordert eine ebenso grundlegende, breite Neukonzeption dieser Ausbildungsinhalte, weil die Bildungsanforderungen an den praktischen Landwirt dadurch gravierend ansteigen.

Neuorientierung im Gange

5.4.2.3. Information, Beratung und Weiterbildung

Die zu Beginn des Berufslebens erfahrene Ausbildung allein ist in einer sich grundlegend ändernden Umgebung zuwenig. Neue Forschungsergebnisse müssen in dieser Phase kontinuierlich in die praktische Anwendung übertragen werden, soll die Reorientierung den gesamten Sektor erfassen. Das stellt große Anforderungen an das Beratungs- und Weiterbildungssystem. Mit den Landwirtschaftskammern auf Landes- und Bezirksebene verfügt Österreich bereits über eine flächendeckende Infrastruktur. Die effiziente Koordination dieser Anlaufstellen, besonders aber die inhaltliche Reorientierung auf "low input" statt "high output", wird vordringliches Ziel der nächsten Jahre sein müssen.

Diffusion von Information

⁷⁷ "Agricultural scientists have become the "bad guys" trained to exploit the natural environment in the name of increased productivity and growth. Environmental scientists are the "good guys" trained to protect the environment for future generations" (LONGWORTH, 1992, 85).

5.5. Berücksichtigung des Subsidiaritätsprinzips

Die Heterogenität der landwirtschaftlichen Strukturen in bezug auf regionale Merkmale legt nahe, die Umsetzung von (umwelt-) politischen Maßnahmen stärker der Verantwortung der unmittelbar Betroffenen zu unterwerfen. Das erfordert die Entwicklung von nationalen Rahmenplanungen, deren Spielräume durch regionale Entscheidungsträger individuell genutzt werden können. Dabei sollten sinnvollerweise auch Formen einer gemeinsamen Kostenträgerschaft implementiert werden, um die Effizienz der Mittelverwendung zu erhöhen. Eine derartige Vorgangsweise ist mit den Gegebenheiten bzw. Absichten in der EG grundsätzlich kompatibel, wo Regionalpläne die Basis für regionale Förderungen darstellen.

5.6. Politische Umsetzung

Partikular- interessen

Die Erstellung eines Nationalen Umweltplanes ist eine Sache, dessen Realisierung in der Praxis dagegen eine völlig andere. Hier spielen unterschiedlichste Partikularinteressen, eingebettet in ein kompliziertes Machtgefüge und mit divergierenden zeitlichen Zielhorizonten eine dominierende Rolle. Die Vermittlung des notwendigen Verständnisses der komplizierten Synergismen, trade-offs und kumulativen Effekte ist auf dieser Ebene nicht mehr möglich. Einen aus übergeordneten gesellschaftspolitischen Zielsetzungen heraus konzipierten Umweltplan (*programmatische Ebene*) in dieser Umgebung umzusetzen ist sicherlich schwierig.

Bereits weiter oben wurde darauf hingewiesen, daß diese Einbindung der vielen Einzelmaßnahmen in einen logisch konsistenten ökonomischen und sozialen Gesamtrahmen eine notwendige, keinesfalls jedoch bereits hinreichende Voraussetzung darstellt.

Wichtig im Hinblick auf die Umsetzung der in diesem Beitrag dargestellten Vorschläge im politischen Prozeß scheint die Betonung

- des Grundsatzes der Prävention,
- die Bereitschaft zur teilweisen Aufgabe des Verursacherprinzips,
- der Möglichkeit und Notwendigkeit von "policy coupling" zwischen Agrar-, Umwelt- und Regionalpolitik.

Politische Kompromisse in Teilbereichen sind realistischerweise als "Preis" für das Zustandekommen von konkreten Regelungen ("peacemeal engineering" auf der *pragmatischen Ebene*) zu interpretieren. Aus theoretischer Sicht stellen diese Kompromisse eine Form der Äußerung gesellschaftlicher Präferenzen dar. Dies gilt leider auch im Falle von den Grundintentionen eines Nationalen Umweltplans zuwiderlaufenden Entscheidungen.

5.7. Ausblick

Eine ökologisch vorbildliche Land- und Forstwirtschaft ist auch in einer modernen, technisierten Form durchaus vorstellbar. Ein umweltpolitisch motivierter Einsatz von administrativen Regulierungen und ökonomischen Anreizen in Verbindung mit einem zeitgemäßen Bildungs- und Informationsangebot stellt aber lediglich den Weg zur Erreichung des eigentlichen Zieles dar: Eine Landwirtschaft, in der umweltbewußte Bauern mit optimal an die jeweiligen Erfordernisse angepaßter Technologie ohne Einkommensnachteile ihrem Beruf im Einklang mit der Natur nachgehen können.

Anhang 1: Literaturübersicht Boden und Bodenbewirtschaftung

BODEN		ARGE Alpenländer (1993) Blum W. E. H. (1991, 1993) Bodenschutzkonzept (1985) BMLF (1989a,b) BM für Wissenschaft und Forschung (1990) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1993) Sonderarbeitsgruppe Boden, Umweltbundesamt (1989)
	UNTERSUCHUNG	Amt der Sbg. Landesregierung (1993) Amt der Stmk. Landesregierung (1991) Amt der Tiroler Landesregierung (1989) Amt der Vbg. Landesregierung (1987) Bundesanstalt für Bodenvirtschaft (1993)
	SITUATION INTERNATIONAL	Nationales Forschungsprogramm, Bodenschutzkonzept der Bundesregierung (1985)
LANDWIRTSCHAFT/ ALTERNATIVEN		Bartussek H. (1988) Bargatzky T. (1986) Beachtung ökologischer Grenzen (1981) Bodenschutzkonzept (1985) Campbell B. (1985) Diercks R. (1983) Ellenberg et al. (1986) EG-Verordnung (1991) Ludwig-Boltzmann-Inst. (1993) National Academy (1989) Odum E. P. (1983) Remmert H. (1980) Walter et al. (1983)

Anhang 2: Literaturübersicht: Biomasse und deren Nutzung

BIOMASSE/ UMWELTPOLITISCHE RELEVANZ		Agra-Europe (1993) Blümel H. (1993) Coombs J. (1987) Farnberger A. (1989) Körner et al (1992) Marihart J. (1993) Raggam A. (1990) Rakos Ch. (1993) Smith W. H. (1987) Shepphard W. J. (1987) Priewasser R. (1992, 1993) Winkler-Rieder W. (1993)
	FORMEN/ AUFKOMMEN	Alder R. (1993) Plank J. (1990) Bundesarbeiterkammer (1993) Hall D. O. (1987) Liebhard P. (1991)
	EINSATZBEREICHE/ KOSTEN	Alder R. (1993) Dissemond et al. (1993)
ENERGETISCHE NUTZUNGSFORMEN	ENERGIEPFLANZEN	Dissemond et al. (1993) Ortmaier E. (1992) Priewasser R. (1992) Rakos Ch. (1993) Thoma H. (1991)
	MASSNAHMEN	Dissemond et al. (1993)
	RAPS/ RAPSMETHYLESTER	Guth D. (1992) Umweltbundesamt (1993) Bundesarbeiterkammer (1993) Janetschek H. (1991) Jering A. et al. (1992)
	MASSNAHMEN	Umweltbundesamt (1993) Jering A. et al. (1992)
	ETHANOL	Hofreither et al. (1987) Marihart J. (1993) Gerold S. (1993)
MASSNAHMEN	ORDNUNGSGEM. LANDWIRTSCHAFT GEWÄSSERVERTRÄGL. LANDWIRTSCHAFT	Hefler F. (1993) Oberleitner F. (1993) Tomek H. (1993)
	BERATUNG	Hofreither M. (1990) Priewasser R. (1991)
	ÖKONOMISCHE ANREIZE/ AUSWIRKUNGEN	Hofreither M. (1990) Pfingstner H. (1985, 1986, 1987) Quendler T. (1991) Schneider M. (1990) O'Hara S. (1984) Schulte J. (1984)

SITUATION INTERNATIONAL		Jobst C. (1991) Zekri S. (1993)
	BRD	Weinschenck G. (1985, 1989) Becker T. (1993)
	FRANKREICH	Vermersch D. et al. (1993)
	NIEDERLANDE	Becker H. (1992)
	GROSSBRITANNIEN	Hanley N. (1991)
	INTERNATIONALER HANDEL	Hartmann M. (1993)

Anhang 3: Literaturübersicht: Emissionen der Landwirtschaft

EMISSIONEN AUS DER LANDWIRTSCHAFT	ABFALL	Amlinger F. (1993) Brunner H. et al. (1993) Blum W. et al (1993) Havenc P. (1990)
	TIERHALTUNG	Conway G. R., et al. (1991) Eder et al. (1986) Häusler F. (1986) Koller M. (1986) Quendler T. (1986) Reisner B. (1986)
	AMMONIAK (NH₃)	Kuratorium für Technik und Bauwesen. (1990) Knoflacher M. et al. (1993) Dissemond H. et al. (1990) Eder J. et al. (1986)
	STICKOXIDE (NO_x)	Dissemond H. et al. (1990) UBA (1991a) Umweltbundesamt (1990)
	METHAN	Orthofer R. (1988) Umweltbundesamt, (1990)
	GERUCH ANDERER GASE	Kalich J. et al. (1982) Müller W. (1986) Dickmann L. (1983) Bartussek H. (1985) Häusler F. (1986) Eichhorn H. (1983) KTBL (1982) Wyrzens H. (1990)
	STAUB/ MIKROORGANISMEN	Eder J. et al. (1986) Bartussek H. (1985)
MASSNAHMEN		Ott A. (1990) Scheele M. et al. (1993)
ATMOSPHERISCHE BEEINFLUSSUNG - LANDWIRTSCHAFT ALS BETROFFENER		Umweltbundesamt (1988) Werschnitzky U. (1993) OECD (1987)
REGIONALE UMWELTBEEINTRÄCH- TIGUNG	"KLASSISCHE" LUFTSCHADSTOFFE	Umweltbundesamt (1988) Amudsen R. G. et al. (1982) Reinert R. et al. (1982)
	SCHWERMETALLE	Crocker T. (1987) Werschnitzky U. (1993) Amt der Tiroler Landesregierung (1988)
	PHOTOCHEMISCHE OXIDANTIEN	Werschnitzky U. (1993) Crocker T. (1987) OECD (1987) Amudsen R. G. et al. (1982) Parry M. (1993)

GLOBALE UMWELTBE- EINTRÄCHTIGUNG	TREIBHAUSEFFEKT	Hackl A. E. et al. (199x) Parry M. (1993) Umweltbundesamt (1990) Kopetz H. G. (1993) Österr. Akademie der Wissenschaften (1992)
	ZERSTÖRUNG DER OXONSCHICHT	Krapfenbauer A. (1993)

Anhang 4: Literaturübersicht: Problembereich Stickstoff

STICKSTOFF/ STICKSTOFF- KREISLAUF	NITRAT	Galler J. (1993) Rat v. Sachverständigen für Umweltfragen (1985) Kienzelbach W. (1992) Kobus H. (1988) Finck H.-F. (1987) Nieder H. (1985)
	DÜNGEREINSATZ/ AUSWIRKUNG	UBA (1991a) Merckx R. (1990) Chaboussou F. (1987) Dressel J. (1989)
	GRUNDWASSER ÖKOL. LANDBAU	Heß (1992)
	NH₃	Ott A. (1990) Knoflacher M. H. (1993) Kuratorium f. Technik u. Bauwesen (1990)
	N₂O	Betriebswirtschaftliche Nachrichten f. d. LW (1992)
SITUATION IN ÖSTERREICH	DÜNGUNG	Bittermann W. (1991) Breuer G. (1991, 1993) Gerold S., Steurer A. (1993) Schlederer J. (1989) Schneeberger W. (1990)
	STICKSTOFFBILANZ	Dissemond H. (1990)
	RECHTL. BESTIMMUNGEN	Holzer G. (1991) Tomek H. (1993)
	WASSERGÜTE- ERHEBUNG	Amt der Kärntner Landes- regierung (1990) Amt der Steiermärkischen Landesregierung (1991) Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (1992) Magistrat der Stadt Wien Peschek R. (1990)
	GRUNDWASSER- KATASTER	Schimon W. (1993) Schwaiger K. (1993) Umweltbundesamt (1992)
	NITRATBELASTUNG - KOSTEN	Gerold S. (1993)
MASSNAHMEN	ORDNUNGSGEM. LANDWIRTSCHAFT GEWÄSSERVERTRÄGL. LANDWIRTSCHAFT	Heferle F. (1993) Oberleitner F. (1993) Tomek H. (1993)
	BERATUNG	Hofreither M. (1990) Priewasser R. (1991)

	ÖKONOMISCHE ANREIZE AUSWIRKUNGEN	Hofreither M. (1990) Pfingstner H. (1985, 1986, 1987) Quendler (1991) Schneider M. (1990) O'Hara (1984) Schulte (1984)
SITUATION INTERNATIONAL		Jobst C. (1991) Zekri S. (1993)
	BRD	Weinschenck G. (1985, 1989) Becker T. (1993)
	FRANKREICH	Vermersch (1993)
	NIEDERLANDE	Becker H. (1992)
	GROSSBRITANNIEN	Hanley N. (1991)
	INTERNATIONALER HANDEL	Hartmann M (1993)

Anhang 5: Literaturübersicht: Problembereich Pflanzenschutz

PFLANZENSCHUTZ IN DER LANDWIRTSCHAFT	BEDEUTUNG	Brönninmann A. (1992) Freier B. (1993) Roberts T. R. (1990) Sachs C. E. (1993) Rat v. Sachverständigen für Umweltfragen, Der (1985) N. N. (1991)
	UMWELTWIRKUNG	Carson R. (1990) Briggs D. J. (1989) Conway G. R. (1991) Chaboussou F. (1987) Basedow T. (1985) Diercks R. (1984) Führ F. (1985) Haider K. (1985) Kjølholt J. (1990) Krueger J. K. (1988) Maas J. (1987) Scheunert I. (o.J.) Sine Ch. (Hrsg.) (1992) Sommerville L. (1990) Womastek R. (1992)
	SCHADSCHWELLE	BMLF (Hrsg.) Integrierter Pflanzenschutz Bundesanstalt für Pflanzenschutz (1993) Burghause F. (1985) Goldhammer T. (o.J.)
	RICHTLINIEN	Bundesanstalt für Pflanzenschutz (1993) Landeskammer für Land- u. Forstwirtschaft (Hrsg.) (div. Jhrg.)
	INTEGRIERTER PFLANZENSCHUTZ	Lauenstein G. (1991) WCED (1987) Schüler C. (1990) Pommer G. (1990)
	GESETZLICHE REGELUNG	Fila F. (1992) Nolting H.-G. (1992) Neururer H. (1993)
SITUATION IN ÖSTERREICH	INFORMATION/ PRAXIS	Bundesanstalt für Pflanzenschutz (1993) Gerols S. (1993) Appel J. (1992) Fila F. (o.J.) Köppl H. (1992) Maurer L. (1991) Pfingstner H. (1985, 1986)

	UMWELTEFFEKTE	Schwaiger K. (1992) Peschek R. (1990) UBA (1989a)
SITUATION INTERNATIONAL		Pimentel D. (1993) Scharf J. (1993) Runow K. (1992) Plimmer J. R. (1992)
	USA	Buttel F. H. (1993) Edwards C. A. (1993) Pimentel D. (1993)
	DÄNEMARK	Fila F. (1993b) Dubgaard A. (1991) Schulte J. (1984)
	SCHWEDEN	Pettersen L. (1993) Fila F. (1993)
	NIEDERLANDE	Nijpels (1989) Buttel F. H. (1993)
	ONTARIO	Surgeoner G. A. (1993)

Anhang 6: Literaturübersicht: Raum- und Flächenbezug der Landwirtschaft

LANDWIRTSCHAFT IN RAUM- UND FLÄCHEN-BEZUG	ALLGEMEINE SITUATION	Umweltbundesamt (1988) Umweltbundesamt (1987) Rösner B. (1988) Röser B. (1990) Tischler W. (1980) Amt d. Vorarlberger Landesregierung (1992) Schneider M. (1992) Blum W. E. H. (1991) STOA (1993) Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Der (1985) Losch S., et.al. (1990)
SITUATION IN ÖSTERREICH	DIREKTE FLÄCHEN-INANSPRUCHNAHME	Schindegger F., (1991) Umweltbundesamt (1989) Österreichische Raumordnungskonferenz (1990, 1992, 1993a, 1993b) Silberbauer G. (1989)
	INDIREKTE FLÄCHEN-INANSPRUCHNAHME	Lichtenegger E. (1992) Malinsky A. H. et al. (1990) Schindegger F. (1991) Umweltbundesamt (1988) Bittermann W. (1993) Österreichisches Statistisches Zentralamt (1991) Blechner I. (1991)
	WECHSEL-BEZIEHUNGEN	Figl Th. (1993) Greif F. (1986) Österreichische Raumordnungskonferenz (1993) Krott M. et al. (1993) Krammer J. (1978)
	UMWELTKONTROLL-BERICHT	Umweltbundesamt (1991)
	NATURSCHUTZ/LAND-SCHAFTSPFLEGE	Blechner I. (1991) Broggi M. F. (1989) Grabherr et al (1986, 1988) Umweltbundesamt (1986) Konold W. (1984) Fink M. et.al. (1989)
	FORSCHUNG	Smoliner Ch. (1991)
	PROJEKTE/MODELLE	Niederösterreichische Agrarbehörde (1992) Distelverein (Hrsg.) (1992) Stöckl O. (1992) Nagelstätter D. (1993)

	BEWERTUNG ÜBERBETRIEBLICHER LEISTUNGEN	Dollinger F. (1989) Puwein W. et al. (1992)
SITUATION INTERNATIONAL		Bätzing W. (1991)
	KULTURLANDSCHAFT/ FÖRDERUNG	Paar M. et. al. (1990)

Literatur

- ABLER D. G., SHORTLE J. S. (1992): Environmental and farm commodity policy linkages in the US and the EC, in: *European Review of Agricultural Economics*, 19, S 197-217;
- ADAMOWICZ W. L., (1991): Valuation of Environmental Amenities, in: *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 39, S 609 - 618;
- AGRA-EUROPE (1993): Startschuß für Modellprojekte zur energetischen Biomassenutzung, *Agra-Europe* 36, Länderberichte S 39-42;
- AGRA-EUROPE (1993a): Die EG-Agrarreform und ihre Durchführung, *Agra-Europe*, 39, Dokumentation
- AGRA-EUROPE (1993b): Pflanzenölkraftstoffe und ihre Umweltauswirkungen, *Agra-Europe*, 21, Dokumentation;
- AGRA-EUROPE (1993c): Verkehrsbedingte Kohlendioxid-Emissionen steigen kräftig, *Agra-Europe* 36, Länderberichte S 16-18;
- ALDER R. (1993): Die Bedeutung der Biomasse in der österreichischen Energiewirtschaft, in: GLATZ H., WENTY D. (Hrsg.) *Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse*, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- AMLINGER F. (1993): Biotonne Wien, Magistratsabteilung 48 - Stadtreinigung und Fuhrpark (Hrsg.), Wien;
- AMMER U., SCHEIRING H. (1993): Die landeskulturellen Leistungen der alpinen Land- und Forstwirtschaft - Projektstudie Lanersbach, in: *Österreichische Forstzeitung* 9, S 69-71;
- AMON T. (1993): Persönliche Auskunft, Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Wien;
- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, Abt. 15 Umweltschutz (1990): *Kärntner Grundwasserkataster - Pilotstudie Grundwassertypen Kärntens*, Bundesministerium für Land- u. Forstwirtschaft; Klagenfurt;
- AMT DER OBERÖSTERR. LANDESREGIERUNG (1992): *Grundwasser-Nitratkarte für Oberösterreich*, Wasserwirtschaftliche Planung, Linz;
- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG (Hrsg.) (1993): *Salzburger Bodenzustandsinventur*, Salzburg;
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, LANDWIRTSCHAFTLICH-CHEMISCHE LANDES-VERSUCHS- UND UNTERSUCHUNGSANSTALT (Hrsg.) (1991): *Steiermärkischer Bodenschutzbericht*, Graz;
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, LBD - Fachabteilung Ia (1991): *Grundwasserbericht Teil 1 u. 2*, Graz;
- AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (Hrsg.) (1989): *Bericht über den Zustand der Tiroler Böden*, Innsbruck;
- AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG (Hrsg.) (1987): *Lebensraum Vorarlberg; Grundlagenarbeiten zu Natur und Umwelt*, Band 2, HUSZ G., Bodenzustandserhebung Vorarlberg 1986, Bregenz;
- AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG (1992): *Vorstudie Tallandwirtschaft in Vorarlberg*, Interdisziplinäre Arbeitsgruppe BOKU, Wien;
- AMUNDSON R. G., MACLEAN D. C. (1982): Influence of Oxides of Nitrogen on Crop Growth and Yield: An Overview, in: SCHNEIDER T., GRANT L. (Editors): *Air Pollution by Nitrogen Oxides*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, S 511;

- ANGERER G. (1993): Auf den (ÖKO)Punkt gebracht, in: Die Bergbauern, Nr. 170, S 11-12;
- APPEL J. (1992): Erfahrungen mit dem 'Weizenmodell Bayern' in Niederösterreich, in: Kurzberichte der Vorträge anlässlich der Österreichischen Pflanzenschutztage, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz, Wien;
- ARGE ALPENLÄNDER, ARGE ALPEN-ADRIA, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1993): Bodenerosion und Strukturveränderungen, Wien;
- ASSFALG W., WERNER R. (1992): Die optimale Nutzung von Agrarlandschaften, Berichte über Landwirtschaft, Band 70, S 358-386;
- AUBAUER H. P. (1990): Ökonomische Grundlagen einer geschlossenen Kreisproduktion, in: Bundesministerium für Umwelt, Jugend u. Familie, (Hrsg): Strategien für Kreislaufwirtschaft, Erstes Europäisches Workshop, Österreichische Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung, S 161-179;
- BACH W., LESCH K.-H. (1989): Gefahr für unser Klima - Was können wir tun? Landschaftsverband Westfalen - Lippe (Hr.) Münster;
- BACKUS G. (1993): Decision Support Based on a Simulation Model of Strategic Planning on Swine Farms, Poster session, Poster Nr. 2, VIIth EAAE Congress, 6.-10. Sept. 93, Stresa;
- BADER U. (1993): Beratung und Erfahrungsaustausch in permanenten Gruppen im ökologischen Landbau, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Halle, Oktober 1993;
- BALDOCK D. (1992): The Polluter Pays Principle and its Relevance to Agricultural Policy in European Countries, in: Sociologia Ruralis, Vol. 32(1), S 49-65;
- BARBIER E. B. (1991): Environmental Degradation in the Third World, in: PEARCE D. (ed.): Blueprint 2, Greening the World Economy, Earthscan Publications Limited, London;
- BARGATZKY T. (1986): Einführung in die Kulturökologie, Reimer, Berlin;
- BARTEL A. (1993): Die Bewertung der landeskulturellen Leistungen, in: Österreichische Forstzeitung 9, S 72-76;
- BARTUSSEK H. (1985): Trends in der Entmistungstechnik und offene Probleme der Güllewirtschaft aus bautechnischer Sicht, in: Bericht über das "Bayerisch-österreichische Güllekolloquium", gehalten vom 1. bis 3. Oktober 1985 in Gumpenstein, S 297-308, BAL Gumpenstein, Irdning;
- BARTUSSEK H. (1987): Kostensenkung in der Rinder- und Schweineproduktion durch kostengünstige Bauten, Wintertagung 1987, Österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien, S 218-240;
- BARTUSSEK H. (1988): Die Entwicklung tiergerechter Nutztierhaltung als Verwirklichung ganzheitlicher Grundsätze im Agrarbereich, in: Wien. tierärztl. Mschr. (10), S 370-381;
- BARTUSSEK H. (1990a): Naturnähe in der Veredelungswirtschaft - ein Definitionskonzept, in: Ökosoziale Modelle für eine bäuerliche Tierhaltung, 8. IGN-Tagung, Schlierbach 1990, BAL Gumpenstein, Irdning;
- BARTUSSEK H. (1990b): Tiergerechte Haltung, in: Wintertagung 1990, Österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien;
- BARTUSSEK H., STEINWENDER R., HAUSLEITNER A., SCHAUER A., SÖLKNER J. (1993): Zum Einfluß der Gruppenhaltung mit und ohne Stroheinstreu bei unterschiedlichen Stalltemperaturen auf tägliche Zunahmen, Futterverwertung und Schlachtkörperqualität von restriktiv gefütterten Mastschweinen, in: Die Bodenkultur, 2, S 163-182;

- BASEDOW T. (1985): Der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf Käfer und Spinnen, die räuberisch auf der Bodenoberfläche der Äcker leben, in: Berichte über die Landwirtschaft: Pflanzenschutzmittel und Boden, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Sonderheft 198;
- BÄTZING W. (1991): Die Alpen - Entstehung und Gefährdung einer europäischen Kulturlandschaft, Verlag C. H. Beck, München;
- BAYER K. PUWEIN W., AIGINGER K., SCHLEICHER S., SCHNEIDER M. (1990): Umweltabgaben und Steuerreform, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien;
- Beachtung ökologischer Grenzen bei der Landbewirtschaftung (1981) in: Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 197, Paul Parey, Hamburg, Berlin;
- BECKER H. (1992): Markteingriffe oder Vorschriften - Das Beispiel der niederländischen Düngemittelpolitik in: Berichte über Landwirtschaft, Band 70 (4), S 566-591;
- BECKER T. (1993): Maßnahmen zur Lösung der Nitratproblematik im Grundwasser, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Halle;
- BENBROOK Ch. (1991): Grappling with the Challenges of Sustainability, The Den Bosch Declaration, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 581-586;
- BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE NACHRICHTEN F. D. LANDWIRTSCHAFT (1992): Lachgasemissionen bei Mineraldüngung, HLBS 4/92, S 83-83;
- BICHLBAUER D. und VOGEL St. (1992): Motive zur Umstellung auf biologische Landwirtschaft - erste Projektergebnisse zur Diskussion, Insitut für Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur, WP Diskussionspapier 9, Wien;
- BITTERMANN W. (1990a): Naturvorratsrechnung: Fauna - Die Vogelarten Österreichs, Statistische Nachrichten, 1, S 69-72;
- BITTERMANN W. (1990b): Naturvorratsrechnung: Rinderrassenreduktion von 1880 bis 1985 unter dem Aspekt der genetischen Verarmung, Statistische Nachrichten 3, S 164-170;
- BITTERMANN W. (1990c): Naturvorratsrechnung: Boden, Statistische Nachrichten 8, S 543-549;
- BITTERMANN W. (1990d): Naturvorratsrechnung: Fauna - Amphibien- und Reptilienarten, Statistische Nachrichten 10, S 752-754;
- BITTERMANN W. (1990e): Naturvorratsrechnung: Fauna - die Säugetierarten Österreichs, Statistische Nachrichten 11, S 820-822;
- BITTERMANN W. (1993): Umweltrelevante Aspekte des Wintertourismus am Beispiel des alpinen Skilaufes, Statistische Nachrichten 5/93, S 374-284;
- BITTERMANN W., KASPEROWSKI E. (1991): "Landwirtschaft", in: Österr. Statistisches Zentralamt und Umweltbundesamt (Hrsg.): "Umwelt in Österreich", Wien;
- BLECHNER I. (1991): Situation des Naturschutzes und der Landschaftspflege im österreichischen Alpenraum, Report UBA-91-055, Umweltbundesamt Wien;
- BLUM W., BRANDSTETTER A., FASCHING K., POLLAK M. A., REDL H., RIEDLER Ch., STEINMÜLLER H. (1993): Abfallwirtschaftliche Aspekte in der Landwirtschaft in Zusammenhang mit dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan, Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Jugend, Umwelt und Familie am Institut für Bodenforschung und Baugeologie, Abt. Bodenkunde, Universität für Bodenkultur, Wien, unveröffentlicht;
- BLUM W. E. H. (1991): Der Boden - Lebensgrundlage für Mensch und Landschaft, in: HELL N. (Hrsg.): Biologie und Umweltkunde, Deuticke, Wien, S 7-16;

- BLUM W. E. H.: Rohbericht über den Statusbericht Boden: Istzustand und Entwicklungstendenzen in Österreich, Institut für Bodenforschung und Baugeologie, Abteilung Bodenforschung in Zusammenarbeit mit Wenzel-Pollak-Alge, Technisches Büro Landwirtschaft GmbH. im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, (unveröffentlicht);
- BLUM, W. E. H. (1993): Statusbericht Boden, Zustands- und Entwicklungstendenzen für Österreich; Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien;
- BLÜMEL H. (1993): Ökologische Bewertung von Treibstoffen aus Biomasse, in: GLATZ H., WENTY D. (Hrsg.): Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (1989): Bodenzustandsinventur Konzeption, Durchführung und Bewertung, in: BLUM, W. E. H., SPIEGEL, H. UND WENZEL, W. W., Arbeitsgruppe Bodenzustandsinventur der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT) (1993a): Bericht zur Lage der Landwirtschaft 1992, Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT) (1993b): Beraterbrief "Giftbezugsbewilligung", Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (1991): Grundwassersanierung und Nitrat: Bericht der wasserwirtschaftlichen Fachtage 1991, in: Der Förderungsdienst, Sonderausgabe, Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (1992): Flächenhafte Nitratbelastung des Grundwassers, in: Der Förderungsdienst, Sonderbeilage, 4, Wien;
- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT) (Hrsg.) o.J.: Integrierter Pflanzenschutz, Umweltgerechte Produktion, Beratungsschrift 43, Wien;
- BMWF (BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG) (Hrsg.) (1990); BLUM, W. E. H., KROMP, B., MAURER, L., RAMPAZZO, N., SMOLINER, Ch., WRIGHT, J., Forschungskonzept 1990; Bodenforschung, Bodenbiologie, Schwerpunkt Landwirtschaft, Wien;
- BODO I. (o.J.): The Role of Ancient Non-Commercial Breeds in Alternative Farming, in: BOEHNCKE E. und MOLKENTHIN V., Hrsg.: Proceedings of the International Conference on Alternatives in Animal Husbandry, S 77-80, AgrarKultur Verlag, Witzenhausen.
- BRANDSTETTER A. (1993): Persönliche Mitteilung, Institut für Bodenforschung und Baugeologie, Abteilung Bodenkunde, Universität für Bodenkultur, Wien;
- BREUER G. (1991): Düngemittelmarkt, in: BREUER et al. "Agrarvermarktung in Österreich - von der Marktordnung zum Marketing", Service Fachverlag, S 127-132, Wien;
- BREUER G. (1993): Analyse ausgewählter agrarpolitischer Maßnahmen zur Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und zur Flächenstillegung anhand von zwei Modellbetrieben im nordöstlichen Flach- und Hügelland, Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- BRIGGS D. J., COURTNEY F. M. (1989): Agriculture and Environment, The Physical Geography of Temperate Agricultural Systems, Longman Scientific & Technical, Essex;
- BROGGI M.F., SCHLEGEL H. (1989): Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft; Band 31 der Forschungsberichte des Nationalen Forschungsprogrammes "Nutzung des Bodens in der Schweiz"; Liebefeld, Bern;

- BRÖNNIMANN A. (1992): Qualitätsproduktion - Aufgabe des integrierten Pflanzenschutzes, in: ÖSTERREICHISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR INTEGRIERTEN PFLANZEN-SCHUTZ, Kurzberichte der Vorträge anlässlich der Österreichischen Pflanzenschutztag, Wien;
- BROUWER F., GODESCHALK F.E. (1993): Mineral Surpluses in EC Agriculture: Environmental Policy and Competitiveness of Pig Farming, Poster session, Poster Nr. 94, VI-th EAAE Congress, 6. - 10. Sept. 93, Stresa, Italien;
- BRUGNER A., et al (1993): Das Verschwinden der Wiesen in Strem, Seminararbeit am Institut für Landschaftsgestaltung an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- BRUNNER H., BAUER G. (1993): Ziele der Abfallwirtschaft aus ökologischer und rohstofforientierter Sicht, Forschungsbericht, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien;
- BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT (1993): Tabellarische Übersicht über erosionsgefährdete Flächen, Wien;
- BUNDESANSTALT FÜR PFLANZEN-SCHUTZ (1993): Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1993, Der Förderungsdienst, Sonderausgabe Ic;
- BUNDESARBEITSKAMMER (1993): Biomasse als Energieträger - Einschätzungen der Bundesarbeitskammer, in: GLATZ H., WENTY D., (HRSRG.): Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- BUNDESMINISTER FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (1993): Arbeitspapier zum Protokollentwurf der Arbeitsgruppe Bodenschutz; Bonn;
- BURGHause F. (1985): Die unterschiedliche Bedeutung von Schwellenwerten im Pflanzenschutz, in: Gesunde Pflanzen, 2, S 60-63;
- BUTTEL F. H. (1993): Socioeconomic Impacts and Social Implications of Reducing Pesticide and Agricultural Chemical Use in the United States, in: PIMENTEL D. und LEHMAN H., (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hill, New York, S 153-181;
- CAMPBELL B. (1985): Ökologie des Menschen, Harnack, München;
- CARLSEN C. (1993): Rechtsfragen und Anwendungsmöglichkeiten des Landschaftsschutzes, in: Natur und Recht, Heft 7, S 311-320;
- CARSON R. (1990): Der stumme Frühling, Beck, München;
- CHABOUSSEAU F. (1987): Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung; Die Schädigung durch synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe;
- CHORNET E., OVEREND R. P. (1987): Liquid Fuels From Lignocellulosics, in: HALL D. O., OVEREND R. P. (ed.): Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;
- CHRISTIAN R. (1991): Umweltschäden und Verursachungszusammenhänge aus naturwissenschaftlicher Sicht, in: Schriftenreihe der Bundeswirtschaftskammer, 70, Österreichischer Wirtschaftsverlag, Wien;
- CLARK J., LOWE Ph. (1992): Cleaning up Agriculture: Environment, Technology and Social Science, in: Sociologia Ruralis, Vol. 32 (1), S 11-29;
- CONRAD J. (1991): Options and Restrictions of Environmental Policy in Agriculture, Nomos Verlags Gesellschaft Baden-Baden 91;
- CONWAY G. R., PRETTY J. N. (1991): Unwelcome Harvest: Agriculture and Pollution, Earthscan Publications Ltd, London;
- COOMBS J. (1987): Biotechnology and Biomass Energy, in: HALL D. O., OVEREND R. P. (ed.), Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;

- CROCKER T. (1987): The Impact of Pollution from other Sources on Agriculture, in: Draft Report on Selected Policy Issues relating to Agriculture and Environment, Environment Committee, OECD, Paris, S 46-67;
- CROSSON P. (1991): Sustainable Agriculture in North America: Issues and Challenges, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 553-565;
- DAXBÖCK W., FÜRST A., HAUNOLD E., KAGER H., (o.J.): Die Umgebungsüberwachung des Kraftwerkes Dürnrohr: Umfang und Ergebnisse, EVN Energie-Versorgung Niederösterreich AG und Verbundkraft Elektrizitätswerke GesmbH, Wien;
- DEBLITZ C. (1993): Die Chancen extensiver tiergebundener Grünlandnutzung als Bewirtschaftungsalternative für Grenzlagen in Ostdeutschland, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober, Halle;
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V. (Hrsg.) (1985): Bodennutzung und Nitrataustrag, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin;
- DIEKMANN L., MANNEBECK H. (1983): Tödliche Gase aus der Gülle - und wie Sie sie vermeiden können, in: top agrar, 7, S 64-67
- DIERCKS R. (1983): Alternativen im Landbau, Ulmer, Stuttgart;
- DIERCKS R. (1984): Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln und die dabei auftretenden Umweltprobleme. Materialien zur Umweltforschung, Kohlhammer, S 69;
- DIETRICH R. (1986): Die Situation des biologischen Landbaus in Österreich unter besonderer Berücksichtigung der Förderung und Beratung, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- DISSEMOND H. et al. (1990): Stickstoffbilanz für Österreich, Wien;
- DISSEMOND H., RUCKENBAUER P., ZAUSSINGER A. (1993): Energiepflanzen, Kompilierung der Ergebnisse bereits durchgeführter Forschungsarbeiten, erstellt für die Österr. Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft u. Forschung;
- DISTELVEREIN (Hrsg.) (1992): Ökowertflächen, Informationsbroschüre, Orth an der Donau
- DOLLINGER F. (1989): Landschaftsanalyse und Landschaftsbewertung, Mitteilungen des Arbeitskreises für Regionalforschung, Sonderband 2, Wien, AMR-Info;
- DRESSEL J., ISERMANN K., KNITTEL H. (1989): Stickstoffdüngung - Pflanzenproduktion - Eintrag ins Grundwasser, BASF-Mitteilungen für den Landbau, Bd 1;
- DUBGAARD A. (1991): Pesticide Regulation in Denmark, in: HANLEY N. (Hrsg.): Farming and the Countryside: An Economic Analysis of External Costs and Benefits, C.A.B. International, Wallingford;
- EDER J., STRAUSS G., THEIMANN G. (1986): Emissionen aus Tierhaltungen und ihre Ursachen, in: Kriterium Massentierhaltung, Beiträge Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten, Veterinärverwaltung, Forschungsbericht 4/86 des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, S 13-42;
- EDWARDS C. A. (1993): The Impact of Pesticides on the Environment, in: PIMENTEL, D. und LEHMAN H. (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hill, New York, S 13-46;
- EICHHORN H. (1983): Geruchsverminderung durch chemische Flüssigmistzusätze, in: KT-BL (Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.) Stallklima und Geruchsbelästigung, Teil III, KTBL-Schrift 272, S 26-45;
- ELLENBERG H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht, Ulmer, Stuttgart;
- ELLENBERG H., MAYER R., SCHAUERMANN J. (1986): Ökosystemforschung, Ergebnisse des Solling-Projekts, Ulmer, Stuttgart;

- FAHRNBERGER A. (1989): Zukunftschance Biomasse, in: Agrarische Rundschau, 2, S 16f;
- FIEGL Th., (1993): Wechselbeziehungen zwischen Agrarförderungen und landeskulturellen Leistungen der alpinen Landwirtschaft, in: Österreichische Forstzeitung 9/, S 77-80;
- FILA F. (1992): Die Zulassungsprüfung für Pflanzenschutzmittel, in: VBGW und ÖVGW (Hrsg.) Symposium Pestizide und Grundwasser November '91, Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Wien, S 86-93;
- FILA F., KOHLMANN H. (O.J.): Abschlußbericht Untersuchungen über die Belastung von Grundwasser und Oberflächengewässern mit Pestiziden, o.O.;
- FILA, F. (1993a) Persönliche Auskunft: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien;
- FILA, F. (1993b): Landwirtschaft und Pflanzenschutz in Dänemark und Schweden, Pflanzenschutz, in: Der Förderungsdienst, FD-Spezial, 3c, S 2-7;
- FINCK H. F., HAASE K. (1987): Nitratbelastung des Grundwassers, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Heft Nr. 347, Münster Hiltrup;
- FINK M., GRÜNWEIS, F., WRBKA, T. (1989): Kartierung ausgewählter Kulturlandschaften Österreichs, UBA-Monographie Nr. 10;
- FINK, M. H., GRÜNWEIS, F. M., WRBKA, T. (1989): Kartierung ausgewählter Kulturlandschaften Österreichs, UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.), Wien;
- FISCHLER F. (1978): Die Flächenbilanz: Grundlagen, Methoden und Anwendungsmöglichkeiten, dargestellt am Beispiel der Raumnutzung in den Bergbauerngemeinden Ranggen (Tirol) und Harmannschlag (Waldviertel), Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- FISCHLER F. (1993): Agrarpolitik für die neunziger Jahre, Österreichische Forstzeitung 9/93, S 62-65;
- FOX G. (1990): The Economics of the Sustainable Agriculture Movement, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 38, S 727-739;
- FOX G. (1991): Agriculture and the Environment: Economic Dimensions of Sustainable Agriculture, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 647-653;
- FRANCIS Ch. A., YOUNGBERG G. (1990): Sustainable Agriculture - An Overview, in: FRANCIS CH. A. ET AL.: Sustainable Agriculture in Temperate Zones, John Wiley & Sons, Inc, S 1-23;
- FRASER I. (1993): Agri-Environmental Policy and Discretionary Incentive Mechanisms: The Countryside Stewardship Scheme as a Case Study, Poster session, Poster Nr. 95, VIIth EAAE Congress, 6. - 10. Sept. 93, Stresa, Italien;
- FREIER B. (1993): Nutzensschwellen für Schädlingsfeinde in Agrar-Ökosystemen - eine neue Kategorie von Schwellenwerten und Entscheidungshilfen, in: Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 45, S 123 - 126;
- FREUDENTHALER P. (1991): Einfluß von Flächennutzung, Dünger und Viehbesatz auf die NO_3 -Befruchtung des Grundwassers, Grundwassersanierung und Nitrat, Wasserwirtschaftliche Fachtage 1991, in: Der Förderungsdienst, Sonderausgabe, S 50-62;
- FREUDENTHALER P. (1993): Persönliche Auskunft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien;
- FUCHS C., SCANZENBÄCHER B. (1993): Optimization of Fertilizer and Pesticide Input for Crop Rotations by Using Ecological and Economic Models, Poster session, Poster Nr. 96, VIIth EAAE Congress, 6. - 10. Sept. 93, Stresa, Italien;
- FÜHR F., KLOSKOWSKI R., BUREAU P. W. (1985): Bedeutung der gebundenen Rückstände, in: Berichte über die Landwirtschaft: Pflanzenschutzmittel und Boden, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Sonderheft;

- FUHRER, J. (1993): Die Wirkung von Ozon auf Weizen - Vom Experiment zur Risikobewertung mit Hilfe von Modellen, in: Schweiz.Landw.Fo., 32(1/2), S 79-91
- FUHRMANN, E. (1993): Hohe Zuwachsrate bei den Bio-Bauern, in: Der Förderungsdienst 8/1993 (236);
- FURTAN H. (1991): Environmental Impacts of Agriculture Policy: Abstract, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, 591;
- GALLER J. (1993): Nitrat - Gesamtheitliche Betrachtung und Schlußfolgerungen, in: Der Förderungsdienst/Beratungsservice, Heft 3, 41. Jhrg., 17 - 24;
- GATTERBAUER H. et al. (1991): Agrarpolitik und Agrarrecht in Österreich, WPR Diskussionspapier
- GATTERBAUER H. HOLZER G. und WELAN M. (1993): Agrarpolitik und Agrarrecht in Österreich, WPR-Diskussionspapier 21-R-93, Institut für Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur, Wien;
- GATTERER S. (1987): Ein Modell zur Analyse von Auswirkungen der Ethanolproduktion auf die Landwirtschaft in der Region Tulln, Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- GATTERMAYER F. (1991): Markt für Produkte aus biologischem Anbau, in: BREUER G. et al. (Hrsg.): Agrarvermarktung in Österreich, Service Fachverlag, Wien;
- GERHOLD S. (1990): Stoffstromrechnung: Pestizide, in: Statistische Nachrichten (Neue Folge), 7, S 453-461;
- GERHOLD S. (1993a): Naturvorratsrechnung Boden: Flächenverbrauch durch Straßenbau in größeren Gemeinden, in: Statistische Nachrichten 5, S 385-390;
- GERHOLD S. (1993b): Ökologische Gesamtrechnungen: Erhöhte Kosten der Trinkwasseraufbereitung aufgrund von Umweltbelastungen, in: Statistische Nachrichten 8, S 635-638;
- GERHOLD S., STEURER A. (1993): Ökologische Gesamtrechnung: Stoffstromrechnung Düngemittel, Düngemittelabgabe, in: Statistische Nachrichten 4, S 285-289;
- GLASBERGEN P. (1992): Agro-Environmental Policy: Trapped in an Iron Law? in: Sociologia Ruralis, Vol. 32 (1), S 30-48;
- GOERING C. E. (1993): Äthanol als erneuerbare Energiequelle, Original: Illinois Research 34 (1992) 1/2, S 10-14, zitiert in: Der Förderungsdienst, 1; S 1;
- GOLDHAMMER T., KLOEPFER F. (o.J.): Düngung und Pflanzenschutz im Integrierten Pflanzenbau, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V
- GRABHERR G., POLATSCHKE A. (1986); Lebensräume und Lebensgemeinschaften in Vorarlberg; Landschaftspflegefonds, Landhaus, Bregenz;
- GRABHERR G., WRBKA, T. (1988): Landschaftsgestaltende Maßnahmen, in: Agrarverfahren; Akademie für Umwelt und Energie, Heft 8, Laxenburg;
- GRADWOHL, S. A. (1993): Der Anreiz zur Schadenverhütung durch Selbstbehalt und Erfahrungstarifizierung mit besonderer Berücksichtigung von Umweltschäden, Diplomarbeit an der Wirtschaftsuniversität Wien, Wien;
- GRAY R. (1991): Economic Measures of Sustainability, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 627-635;
- GREIF F. (1986): Landwirtschaftliche Raumplanung in Österreich, in: Der Förderungsdienst, Sonderheft, S 58-64, Wien;
- GSCHWANDTL I. (1993): Bewertung und Abgeltung der Leistungsvielfalt der Land- und Forstwirtschaft, in: Österreichische Forstzeitung 9, S 66-68;
- GUTH D. (1992): Nachwachsende Rohstoffe - Aufgaben und Möglichkeiten der öffentlichen Hand, in: Der Förderungsdienst, 40 Jhrg., 10, S 265-273;

- GUTH D. (1993): Hoffnungsträger Chinaschilf, in: Der Förderungsdienst 2, 45;
- HACKL A. E., VITOVEC W., ORTHOFER R., BAUER I. (1992): Emissionen von Treibhausgasen: Abschätzung für Österreich, in: Bestandsaufnahme anthropogener Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich, Kommission für die Reinhaltung der Luft, Österreichische Akademie der Wissenschaften, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, Kapitel 8;
- HAIDER K. (1985): Der Einfluß von Bodenparametern auf den Abbau von Pflanzenschutzmitteln. in: Berichte über die Landwirtschaft: Pflanzenschutzmittel und Boden, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Sonderheft;
- HAIMBÖCK H. (1993): Betriebswirtschaftliche Überlegungen zur Bewertung von Naturschutzauflagen, Referat anlässlich der ÖGA-Tagung, 13. Sept. 1993, BOKU, Wien;
- HALL D. O., DE GROOT P. J. (1987): Introduction: The Biomass Framework, in: HALL D. O., OVEREND R. P. (ed.), Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;
- HALL D. O., OVEREND R. P. (1987): Biomass Forever, in: HALL D. O., OVEREND R. P. (ed.), Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;
- HANCVENCL P. (1990): Neues Abfallwirtschaftsgesetz und Landwirtschaft, in: Der Förderungsdienst 7, S 185;
- HANLEY N. (Hrsg.) (1991): Farming on the Countryside, An Economic Analysis of External Costs and Benefits, C.A.B. International, Wallingford;
- HANLEY N. (1991): The Economics of Nitrate Pollution Control in the UK, Farming and the Countryside - An Economic Analysis of External Costs and Benefits, ed. N. Hanley, C. A. B. International;
- HARTMANN M. (1993): Die Bedeutung von Umweltsteuern für den internationalen Agrarhandel - Simulationsrechnungen mit dem Handelsmodell TEPsim, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6 - 8. Oktober, Halle;
- HATZIUS Th., MARGGRAF R. (1993): Das Problem des effizienten Einsatzes von natürlichen Ressourcen als kollektiv nutzbare Zwischenprodukte, untersucht am Beispiel von Wassernutzungsprojekten, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober; Halle;
- HÄUSLER F. (1986): Möglichkeiten der Verminderung von Emissionen, in: Kriterium Massentierhaltung, Beiträge Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten, Veterinärverwaltung, Forschungsbericht 4/86 des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, S 43-60;
- HAVEMAN R. (1989): Thoughts on the sustainable development concept and the environmental effects of economic policy, paper presented to an OECD seminar on sustainable development;
- HEFERLE F. (1993): Die Begriffe Geringfügigkeit und ordnungsgemäße Landwirtschaft aus der Sicht des Sachverständigen, Workshop des BMLF: "Zielbestimmung Landwirtschaft - Wasserwirtschaft - Grundwasserschutz";
- HEGENBART B. (1989): Umweltauswirkungen der Landwirtschaft im Bereich der Pflanzenproduktion und ihre betriebswirtschaftliche Beurteilung, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- HEISSENHUBER A. (1993): Kriterien einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober; halle;

- HESS J., PIORR A., SCHMIDTKE K. (1992): Grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch Ökologischen Landbau? Veröffentlichungen des Instituts für Wasserforschung GmbH Dortmund und der Dortmunder Stadtwerke AG Nr.45, Dortmund;
- HOFREITHER M. F. (1990): Landwirtschaft und Umwelt - Situationsanalyse und Lösungsansätze, Club Niederösterreich, Interessensgemeinschaft ländlicher Raum, Nr. 5;
- HOFREITHER M. F. (1992): Wohlfahrtsökonomische Implikationen der Agrarpolitik - das Konzept der Transfereffizienz, Diskussionspapier Nr. 11-W-92 des Institutes für Wirtschaft, Politik und Recht, BOKU, Wien;
- HOFREITHER M. F. (1993a): Landwirtschaft, Landschaftspflege und Tourismus, Diskussionspapier Nr. 22-W-93 des Institutes für Wirtschaft, Politik und Recht, BOKU, Wien;
- HOFREITHER M. F. (1993b): Interdisziplinäre Vernetzung und Umweltpolitik, Diskussionspapier Nr. 17-W-93 des Institutes für Wirtschaft, Politik und Recht, BOKU, Wien;
- HÖHENECKER J. (1981): Entwicklungstendenzen bei der Futtermittelversorgung Österreichs, dargestellt an Futtermittelbilanzen ausgewählter Jahre, in: Die Bodenkultur, 32. Band, Heft 2, Sonderdruck, S 163-172, Österr. Agrarverlag, Wien;
- HOLZER G., REISCHAUER E. (1991): Agrarumweltrecht - Kritische Analyse des "Grünen Rechts" für Österreich, in: RASCHAUER B. (Hrsg.), Wirtschafts- und verwaltungsrechtliche Studien, Bd. 4, Springer Verlag, Wien, New York;
- HULSE J. H. (1991): Global Perspectives on Sustainable Development: Implications for Agriculture, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 541-551;
- JANETSCHEK H. (1991): Rapsmethylester (RME) als Substitut für Dieselmotorkraftstoff in Österreich, in: Statistischer Bericht, 64, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft;
- JENKINSON D.S. und RAYNER J.H. (1977): The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments, Soil Science, 132 (5) 298-305;
- JERING A., ORTMAIER E. (1992): Biodiesel - Marktentlastung im Ölsaatenbereich? in: Schule und Bildung, Heft 09-10, S II-4 - II-8, Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München;
- JOHNSON G. V. (1991): Improving Policy Instruments for Sustainability - Rapporteur's Report, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 665 - 666;
- JOLÁNKAI M. (1993): Ecology and Economy in Cereal Production, Poster session, Poster Nr. 97, VIIth EAAE Congress, 6. - 10. September 93, Stresa, Italien;
- KALICH J. (1982): Einfluß von Gerüchen und Schadgaskonzentrationen im Stall auf die tierische Leistung, in: KTBL (Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.), Stallklima und Geruchsbelästigung, Teil II, KTBL-Schrift 272, S 71-87;
- KAULE G. (1991): Arten und Biotopschutz, Ulmer, Stuttgart;
- KINZELBACH W., VAN DER PLOEG R. R., ROHMANN U., ROEDELSPERGER M. (1992): Modellierung des regionalen Transports von Nitrat: Fallbeispiel Bruchsal-Karlsdorf, in: KOBUS H.: Schadstoffe im Grundwasser, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim;
- KJOLHOLT J. (1990): Distribution of Pesticides and Potential Exposure of Non-Target Organisms Following Application, in: SOMMERVILLE, L. und WALKER C. H., (Hrsg.), Pesticide Effect on Terrestrial Wildlife, Taylor & Francis, S 33-64, London;
- KLING A. und STEINHAUSER H. (1986): Möglichkeiten und Grenzen eines verringerten Einsatzes ertragssteigernder Betriebsmittel am Beispiel Stickstoff, in: Agrarwirtschaft, 7;
- KNOFLACHER M. H. et al. (1993): Ammoniak-Emissionen in Österreich 1990 - Berechnung und Abschätzung sowie Regionalisierung auf Basis politischer Bezirke, Report UBA-92-068 des Umweltbundesamtes, Wien;

- KNOFLACHER, M., TUSCHL H. und SCHNEEBERGER W. (1991): Ökologische und ökonomische Bewertung von alternativen Rohstoffen, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf;
- KOBUS H., ZILLIOX L. (Hrsg.) (1988): Nitratbelastung des Grundwassers, Eigenverlag des Institutes für Wasserbau an der Universität Stuttgart;
- KOLLER M. (1986): Wirkungen von Immissionen auf den Menschen, in: Kriterium Massentierhaltung, Beiträge Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten, Veterinärverwaltung, Forschungsbericht 4/86 des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, S 133-153;
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Vorschlag für eine Entschließung des Rates der Europäischen Gemeinschaften über ein Programm der Europäischen Gemeinschaft für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung; Teil 2; S 40-42 (Landwirtschaft), S 52-53 (Natur- und Artenschutz), S 59-61 (Abfallwirtschaft), Brüssel;
- KONOLD W. (1984): Zur Ökologie kleiner Fließgewässer, in: MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN (Hrsg.): Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg, Band 6, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- KONRAD S. (1993): Abschlußbericht Forschungsprojekt: Erhebung zur Tierhaltung in Österreich, durchgeführt am Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien;
- KOPETZ H. G. (1993): Mit dem Ökobonus gegen den Treibhauseffekt, in: Agrarische Rundschau 2, 1ff;
- KÖPPL H. (1992): Erfahrungsbericht über die Erprobung eines Sklerotiniawarndienstes im Raps und über geeignete Fungizidmaßnahmen im Jahr 1992, in: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz: Kurzberichte der Vorträge anlässlich der Österreichischen Pflanzenschutztag, Wien;
- KÖRNER Ch., PELAEZ-RIEDL S., SCHILCHER B., HALBWACHS G. (1992): Kohlenstoffbilanz Österreichs, in: ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, Kommission für die Reinhaltung der Luft: Bestandsaufnahme anthropogener Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, Kapitel 6.1;
- KRAMMER J., SCHEER G. (1978): Das Österreichische Agrarsystem. 2. Teilbericht: Probleme, Perspektiven und Alternativen (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, HRSG.), Band 2, Wien;
- KRAPFENBAUER A. (1993): Quo vadit Silva Austriae? Was wird aus dem Wald Österreichs?, in: Österr. Forstzeitung 5, S 8-12;
- KREMENIUK T. (1991): Driving the Forces of Change: Designing Agriculture for the Next Century, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 385-395;
- KRONDORFER M. (1990): Auswirkungen von Energieholzplantagen auf chemische und physikalische Bodeneigenschaften, Diplomarbeit am Institut für Forstökologie, Universität für Bodenkultur, Wien;
- KROTT M., OBLASSER A. (1993): Eigendynamik und Leistungen der forstlichen Produktion, in: Österreichische Forstzeitung 9, S 81-84;
- KRUEGER J. K., BRINK N. (1988): Losses of pesticides from agriculture. Pesticides: Food and Environmental Implications, Proceedings of a Symposium, Neuherberg, 24. - 27. November 1987, jointly organized by IAEA and FAO, IAEA, Vienna;
- KTBL (Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.), (1982): Stallklima und Geruchsbelästigung, Teil II, KTBL-Schrift 272;

- LANDESKAMMER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (Hrsg.): Richtlinien für den Pflanzenschutz, Informationsblätter, Graz, diverse Jahrgänge;
- LAUENSTEIN G. (1991): Schwellenwerte für tierische Schädlinge - wichtige Bausteine des Integrierten Pflanzenschutzes oder unzuverlässiger Notbehelf, in: Gesunde Pflanzen, 10, S 346 - 350;
- LENTSCH M. (1993): Persönliche Auskunft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien;
- LEROHL M. L. (1991): The Sustainability of Selected Prairie Crop Rotations, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 667-676;
- LETTNER, F. (1993): Persönliche Auskunft, Institut für Nutztierwissenschaften, Abteilung Fütterungslehre, Universität für Bodenkultur, Wien;
- LICHTENEGGER E. (1992): Alpenländische Kulturlandschaft oder Naturlandschaft, in: Der Förderungsdienst, 8, 40. Jhrg., S 210-214;
- LIEBEL, G., FARASIN, K., MAYRHOFER, P., SCHAWERDA, P. (1986): Flurbereinigung und Landschaftspflege, UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.), Wien;
- LIEBEL, G., FARASIN, K., SCHRAMAYR, G., SCHANDA, F., STÖHR, B. (1987): Biotopkartierung - Stand und Empfehlungen, UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.), Wien;
- LIEBHARD P., (1991): Alternative Ackerpflanzen für nachwachsende Rohstoffe, in: Agrarische Rundschau, 6, 6ff;
- LOETS, P. (1992): Die CO₂-Absorption als Umweltleistung der europäischen Land- und Forstwirtschaft, in: Berichte über Landwirtschaft, 70, S 280-287;
- LONGWORTH J. W. (1992): The 1991 Farrer Memorial Oration - Sustainability an Agricultural Education, in: Review of Marketing and Agricultural Economics, Vol 60, No 1, S 79-88;
- LOSCH S. NAKE R. (1990): Landschaftsverbrauch durch linienhafte technische Infrastruktur, Informationen zur Raumentwicklung, 12;
- LUDWIG BOLTZMANN-INSTITUT für Biologischen Landbau und angewandte Ökologie (Hrsg.) (1993): Handbuch der Kompostierung. Ein Leitfaden für Praxis - Verwaltung - Forschung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien;
- MAAS J. (1987): Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenmikroorganismen sowie Bewertung der Ergebnisse. Untersuchung und Bewertung von Belastungen in Ökosystemen, Mitteilungen aus der Biolog. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin Dahlem (234);
- MAGISTRAT DER STADT WIEN (o.J.): MA 45 - Wasserbau: Die Grundwassersituation in Wien, Geschäftsgruppe Umwelt, Freizeit und Sport, Amtsführender Stadtrat Dr. M. Häupl;
- MALINSKY A. H., PICHLER A., PRIEWASSER R. (1990): Umweltverträgliche Landwirtschaft, in: Schriftenreihe für Umwelt und Gesellschaft, Reihe A, Band 2, Universitätsverlag Rudolf Trauner, Linz;
- MANNERT J. (1991): Agrarpolitik in Österreich: Grundlagen, Leistungen, Zusammenhänge, Wirtschaftsbetriebe der Hochschülerschaft an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- MARIHART J. (1993): Nutzung der Biomasse, technisches Potential, in: GLATZ H., WENTY D. (Hrsg.), Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- MATZENBERGER H. (1993): Volieren- und Käfighaltung von Legehennen im ökonomischen Vergleich, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien;

- MAURER L. (1985): Situationsbericht über Bodenschäden und -gefährdungen in Österreich, Forschungsbericht, Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien;
- MAURER L. (1991): Krume am Tropf, in: KATZMANN W., SCHROM H.: Umweltreport Österreich, Kremayr & Scheriau, Wien;
- MAURER L. (1993): Persönliche Auskunft, Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau und angewandte Ökologie;
- MONATSBERICHTE ÜBER DIE ÖSTERR. LANDWIRTSCHAFT (1993): Natur- und Umweltschutz, 8, S 568-569;
- MONATSBERICHTE ÜBER DIE ÖSTERR. LANDWIRTSCHAFT (1993): Umweltschutz und Landwirtschaft, 7, S 539-544;
- MOOSMANN G. (1992): Betriebswirtschaftliche Auswirkungen von Straßenverkehrsimmissionen und Versuch einer modellhaften Bewertung von Nutzungsbeschränkungen landwirtschaftlich genutzter Flächen, Diplomarbeit am Inst. f. Agrarökonomik, BOKU, Wien;
- MÜLLER W. (1986): Effects of odour on man and animals, in: STRAUCH D.: Animal Production and Environmental Health, World Animal Science, Subseries B (6), Elsevier, Amsterdam;
- N. N. (1991): Handbuch für den Sachkundenachweis im Pflanzenschutz, Schriftenreihe der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Integrierten Pflanzenschutz, Wien;
- NAGELSTÄTTER D. (1993): Modellentwicklung Ökoleistungen: Projektkonzeption und erste Befragungsergebnisse, Referat anlässlich der ÖGA-Tagung, 13. Sept. 1993, BOKU, Wien;
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Hrsg.) (1989): Alternative Agriculture; National Research Council, National Academy Press, Washington;
- NELLINGER L. (1993): Das Physische Verursacherprinzip als Voraussetzung einer rationalen Agrarumweltpolitik, Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober 1993, Halle;
- NEURURER H., HAIN E., HERWISCH W. (1993): Richtlinien der Bundesanstalt für Pflanzenschutz für die Unkrautbekämpfung, in: Der Förderungsdienst IIc, Sonderausgabe;
- NICKLIS M. (1991): Stickstoffeinsatz in der Landwirtschaft, Peter Lang, Frankfurt;
- NICOLAISEN J., DEAN A., HOELLER P. (1991): Economics and the Environment: A Survey of Issues and Policy Options, OECD Economic Studies, No. 16, S 7-43;
- NIEDER H. (Hrsg.) (1985): Nitrat im Grundwasser: Herkunft, Wirkung und Vermeidung, VCH Verlagsgesellschaft Weinheim;
- NIEDERÖSTERREICHISCHE AGRARBEHÖRDE (1992): Die Bauern, die Natur und das Geld, Modell Ökopunkte Landwirtschaft, Kurzinfo, für den Inhalt verantwortlich: Mayerhofer P., Schawerder P., mit Unterstützung des Vereins zur Förderung der Landentwicklung und intakter Lebensräume (LiL), Norbertus Druckerei, Wien;
- NIJPELS, E. H. T. M. (1989): The Minister of Housing, Physical Planning and Environment (Hrsg.), National Environmental Policy Plan: To Choose or to Lose, o.O.;
- NOLTING H. G. (1992): Die Zulassungsprüfung für Pflanzenschutzmittel, in: VBGW und ÖVGW, (Hrsg.), Symposium Pestizide und Grundwasser November '91, Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, S 94-101, Wien;
- NORGAARD R. B. (1991): Sustainability: Three Methodological Suggestions for Agricultural Economics, in: Canadian Journal Agric. Econ., 39, S 637-645;

- ÖAW (ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN) (1992): Bestandsaufnahme anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich, Kommission für die Reinhaltung der Luft, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien;
- OBERLEITNER F. (1993): Grundsätzliche Vorgaben des Wasserrechtsgesetzes, Workshop des BMLF, "Zielbestimmung Landwirtschaft - Wasserwirtschaft - Grundwasserschutz", Feb. 1993; Arbeitskreis Wasser - Landwirtschaft;
- ODUM E. P. (1983): Grundlagen der Ökologie, Band 1: Grundlagen, Band 2: Standorte und Anwendung, Thieme G., Stuttgart, New York;
- OECD (1987): Draft Report on Selected Policy Issues relating to Agriculture and Environment; Environment Committee Ad Hoc Group on Agriculture and Environment, Environment Directorate, Paris;
- OECD (1989): Agricultural and Environmental Policies: Opportunities for Integration, Paris;
- OECD (1991): Environmental Indicators, Paris;
- OECD (1993): Agricultural and Environmental Policy Integration: Recent Progress and New Directions, Paris;
- ÖKL-BAUMERKBLATT (1993): Hackschnitzel, ÖKL-Baumerkblatt Nr. 56;
- ONDERSCHEKA K. (1978): Herbizide und Wildtiere, in: Allgemeine Forstzeitung, 4, S 117-119;
- ONZ Ch. (1987): Umweltrecht, Akademie für Umwelt und Energie, Serie Studien N° 124, Laxenburg;
- OPSCHOOR J. B. und VOS H. B. (1989): Economic Instruments for Environmental Protection, OECD, Paris;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1988): Regionale Haushaltsprognose 1981-2011, Wien;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1990a): Auswirkungen einer EG-Integration Österreichs auf Bodennutzung und Siedlungsentwicklung, ÖROK-Schriftenreihe Nr. 82, Wien;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1990b): Sechster Raumordnungsbericht, Schriftenreihe Nr. 85, Wien;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1992): Siedlungsdruck und Bodenverfügbarkeit, Studie zur künftigen Siedlungsentwicklung in den Großstadt-Ballungsräumen (Teil A), Referate anlässlich des ÖROK-Seminars v. 20.3.92 (Teil B), Schriftenreihe Nr. 99;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1993a): Siebenter Raumordnungsbericht, Wien;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ) (1993b): Trends der Siedlungsentwicklung in vier Testgebieten Österreichs, Schriftenreihe Nr. 106; Wien;
- ÖROK (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGSKONFERENZ), (Hrsg.) (1991): Integrierter Alpenschutz. Gutachten des Österreichischen Instituts für Raumplanung. Bearbeitung: J. Baum, D. Bernt, a. Cerny, C. Krajasits, th. Quendler, F. Schindegger. ÖROK-Schriftenreihe Nr. 87, Wien;
- ORTHOFFER R. (1988): Abschätzung der Methan-Emissionen in Österreich, Österr. Forschungszentrum Seibersdorf;
- ORTHOFFER R., URBAN G. (1989): Abschätzung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in Österreich, Österr. Forschungszentrum Seibersdorf;

- ORTMAIER E. (1992): Biobrennstoffe, in: BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Hrsg.): Schule und Bildung, Heft 11, S II-15 - II-20, München;
- OSKAM A. (1993): External Effects of Agricultural Production in the Netherlands, Poster session, Poster Nr. 98, VIIth EAAE Congress, 6. - 10. Sept. 93, Stresa, Italien;
- ÖSTAT (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT) (1991): Umwelt in Österreich, Daten und Trends 1991, S 199-201, Wien;
- ÖSTERREICHISCHER BAUERNBUND (1992): Unsere Bodenfibel, in: Aus erster Hand 1/92, Wien;
- ÖSTERREICHISCHER HAFTPFLICHTTAG (1993): Seminarunterlagen Teil II, Beilagenmappe, Seminar am 22. Sept. 1993, veranstaltet vom LANDESGREMIUM DER VERSICHERUNGSMAKLER UND VERSICHERUNGSAGENTEN und der WIENER ALLIANZ VERSICHERUNGS-AKTIENGESELLSCHAFT, Wien;
- ÖSTERREICHISCHES NATIONALKOMITEE FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (o.J.): Land- und Forstwirtschaft und Umweltschutz, unveröffentlichtes Manuskript, o.O.;
- OTT A. (1990): Vergleich der Ammoniakabgabe bei Fest- und Flüssigmistsystemen, in: KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.) und VDI (Verein Deutscher Ingenieure) (Hrsg.), Ammoniak in der Umwelt, 27, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup;
- ÖWAV (ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND), (Hrsg.) (1992): Die Wasser- und Abfallwirtschaft Österreichs 1991, Jahrbuch des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbands, Wien;
- PAAR M., TIEFENBACH M. (1990): Förderungsprogramme zur Pflege und Erhaltung der Kulturlandschaft in Europa, Report UBA-90-037, Umweltbundesamt, Wien;
- PARRY M. (1993): Climate Change and the Future of Agriculture, in: International Journal of Environment and Pollution, Vol. 3, Nos. 1 - 3 pp., S 13-30;
- PEARCE D. (1990): New Environmental Policies: Recent OECD Country Experience and Its Relevance to the Developing World, paper for OECD Development Centre Conference, Paris;
- PEARCE D., MARKANDYA A., BARBIER E. B. (1989): Blueprint for a Green Economy, Earthscan Publications Limited, London;
- PESCHECK R., HERLICKSKA H. (1990): Schadstoffbelastung von Wasser und Abwasser in Österreich, Umweltbundesamt, Monographien Bd. 24, Wien;
- PETERSEN L. (1993): Bodenschutz und Property Rights im Agrarsektor der USA: Die Mechanik von "Compliance-Policies". Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober, Halle,
- PETTERSSON O. (1993): Swedish Pesticide Policy in a Changing Environment, in: PIMENTEL, D. und H. LEHMAN, (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hall, S 183-205, New York;
- PFINGSTNER H. (1985): Ökonomische Aspekte eines begrenzten Einsatzes von Handelsdünger und Pflanzenschutzmitteln, in: Der Förderungsdienst, 33. Jhrg., Sonderheft 6s, Wien;
- PFINGSTNER H. (1986): Auswirkungen eines begrenzten Einsatzes von Stickstoff und Fungiziden, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Wien;
- PFINGSTNER H. (1987): Auswirkungen eines verringerten Einsatzes von Stickstoff auf den Ertrag, das Düngungsniveau und das Einkommen, in: Die Bodenkultur, Band 38, Heft 1, Wien;

- PIMENTEL D. (1993): Environmental and Economic Benefits of Sustainable Agriculture, in: BMLF und ÖVAF (Hrsg.), Neue Partnerschaften in der Marktwirtschaft oder ökologische Selbstzerstörung, Europäisches Forum Alpbach 1992, in: Der Förderungsdienst, Sonderausgabe, Wien;
- PIMENTEL D., ACQUAY H., BILTONEN M., RICE P., SILVA M., NELSON J., LIPNER V., GIORDANO S., HOROWITZ A., D'AMORE M. (1993c): Assessment of Environmental and Economic Impacts of Pesticide Use, in: PIMENTEL D., LEHMAN H., (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hill, S 47-84, New York;
- PIMENTEL D., KIRBY C., SHROFF A., (1993a): The Relationship between "Cosmetic Standards" for Foods and Pesticide Use, in: PIMENTEL D., LEHMAN H., (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hill, S 85-105, New York;;
- PIMENTEL D., MCLAUGHLIN L., ZEPP A., LAKITAN B., KRAUS T., KLEINMAN P., VANCINI F., ROACH W. J., GRAAP E. (1993b): Environmental and Economic Impacts of Reducing U.S. Agricultural Pesticide Use, in: PIMENTEL D., LEHMAN H., (Hrsg.): The Pesticide Question, Chapman & Hill, S 223-278, New York;
- PLIMMER J. R. (1992): Dissipation of Pesticides in the Environment, in: SCHNOOR, L. L., (Hrsg.): The Fate of Pesticides and Chemicals in the Environment, New York;
- POMMER G. (1990): Vergleich der agrarökologischen Auswirkungen der Anbausysteme "Integrierter Pflanzenbau" und "Alternativer Landbau", Kali-Briefe 20, S 311-321;
- POSCH N., POSCHACHER A. (1993): Agrarpolitik und biologischer Landbau in Österreich, in: Der Förderungsdienst 7, S 181-185;
- POSCH, N. (1993): Abbrennen von Stroh und Stauden im Freien, in: Blick ins Land, 9, 36;
- PRÄKO (PRÄKO (PRÄSIDENTENKONFERENZ DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN ÖSTERREICHS) (1993b): Stellungnahme der Präsidentenkonferenz anlässlich der "CO₂-Unterausschußsitzung " am 15.4.1993 im Parlament, Wien;
- PRÄKO (PRÄSIDENTENKONFERENZ DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN ÖSTERREICHS), (diverse Jahrgänge): Zahlen aus Österreichs Land- und Forstwirtschaft, Wien;
- PRÄSIDENTENKONFERENZ DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN ÖSTERREICHS), (1993a): Zahlen aus Österreichs Land- und Forstwirtschaft 1992, Eigenverlag der Präsidentenkonferenz, Wien;
- PRIEWASSER R. (1992): Biogene Energieträger - energie- und umweltpolitische Aspekte, in: Agrarische Rundschau, 2;
- PRIEWASSER R. (1993): Energieholz und biogene Energieträger, Energie- und umweltpolitische Perspektiven, Pro Holz, Holzinformation Oberösterreich, Arbeitsgemeinschaft der OÖ. Forst- u. Holzwirtschaft, Linz;
- QUENDLER T. (1986): Massentierhaltung und Raumordnung, in: Kriterium Massentierhaltung, Beiträge Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten, Veterinärverwaltung, Forschungsbericht 4/86 des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, S 93-132;
- RAINELLI P. (1987): Intensive Animal Husbandry and Management of Animal Manure, in: Draft Report on Selected Policy Issues Relating to Agriculture and Environment, S 19-29, Environment Committee, OECD, Paris;
- RAKOS Ch. (1993): Ökologische Bewertung von Biomasse zur Wärmegewinnung, in: GLATZ H., WENTY D. (Hrsg.): Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- REDCLIFT M. (1987): Sustainable Development - Exploring the Contradictions, Methuen & Co Ltd., Reprinted 1989 u. 1991 by Routledge, London;

- REINERT R., HECK W. (1982): Effects of Nitrogen Dioxide in Combination with Sulfure Dioxide and Ozone on Selected Crops, in: SCHNEIDER T., GRANT L.: Air Pollution by Nitrogen Oxides, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam; S 533-547;
- REISNER B. (1989): Umweltwirkungen der Landwirtschaft im Bereich Tierproduktion und ihre betriebswirtschaftliche Beurteilung, Diplomarbeit am Institut für Agrarökonomik, Universität für Bodenkultur, Wien;
- REITH W. J. (1986): Arbeitsunterlagen zur Vorlesung "Allgemeine Raumplanung und Raumordnung", Universität für Bodenkultur, Wien;
- REMMERT H. (1980): Ökologie, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York;
- REPETTO R., DOWER R. C., GRAMLICH R. (1993): Pollution and Energy Taxes: Their Environmental and Economic Benefits, Challenge, Nr. 7/8, S 9-14;
- ROBERTS T. R. (1990): Environmental Fate of Pesticides: A Perspective, in: HUTSON, D. H. UND ROBERTS T. R. (Hrsg.), Environmental Fate of Pesticides, John Wiley & Sons, Chichester;
- RÖSER B. (1990): Grundlagen des Biotop- und Artenschutzes, ecomed, Landsberg/Lech;
- RÖSNER B. (1988): Saum- und Kleinbiotope, ecomed, Landsberg/Lech;
- RUNOW K. (1992): Die EWG-Grenzwertrichtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (80/778/EWG) und ihre Auswirkungen auf ausgewählte Mitgliedstaaten am Beispiel der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, Peter Lang, Frankfurt am Main;
- RUPPERT W., KÜHNERT M., NIKFELD H., HALBWACHS G. (1992): Mögliche direkte Auswirkungen erhöhter CO₂-Konzentrationen auf die Vegetation Österreichs, in: Bestandsaufnahme anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich, Kommission für die Reinhaltung der Luft, Österreichische Akademie der Wissenschaften, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Kapitel 6.2, Wien;
- RUTTAN V. W. (1991): Constraints on Sustainable Growth in Agricultural Production: Into the 21st Century, Canadian Journal of Agricultural Economics, 39 (1991), S 567-580;
- SACHS C. E. (1993): Growing Public Concern Over Pesticides in Food and Water, in: PIMENTEL, D. und LEHMAN H., (Hrsg.), The Pesticide Question, Chapman & Hill, S 380-389, New York;
- SCHARF J., BÄCKMANN K. (1993): Verteilung von Pflanzenschutzmitteln in der Atmosphäre. Nah- und Ferntransport, Nachrichtenbl.Deut.Pflanzenschutz, 45(4), S 82-87;
- SCHARMER K., GOLBS G. UND MUSCHALEK I. (1993): Pflanzenölkraftstoffe und ihre Umweltauswirkungen, Agrareurope, 21/93, Dokumentation 1-35;
- SCHEELE M., ISERMEYER F., SCHMITT G. (1993): Umweltpolitische Strategien zur Lösung der Stickstoffproblematik in der Landwirtschaft, in: Agrarwirtschaft 42, Heft 8/9/93, S 294-312;
- SCHEFFER K., KARPENSTEIN-MACHAN M. (1991): Energy Production from Biomass. A New Environmentally Beneficial Cropping System and a New Method of Energy Production. Workshop on Economically Efficient and Environmentally Sound Energy Strategies for Sustainable Food Production, IIASA Humboldt Universität, Berlin;
- SCHEFFER P., SCHACHTSCHABEL W. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart;
- SCHEUNERT I., KORTE F. (o.J.): Anreicherung und Mobilität organischer Schadstoffe im Boden, in: JOSITZ J. (Hrsg.): Landwirtschaft - Boden- und Gewässerschutz, Akademie für Politik und Zeitgeschehen, Hans-Seidel-Stiftung e.V.;

- SCHIMA J. (1993): Resümeeprotokoll der konstituierenden Sitzung der Arbeitsgruppe "Gute fachliche Praxis" am 15. Juni, Wien;
- SCHIMON W., GRATH J., SCHWAIGER K. (1993): Österreichischer Grundwasserkataster - Von der Pilotstudie zum Routinevollzug, in: Österreichische Wasserwirtschaft 1/2;
- SCHINDEGGER F. (1991): Ungebremste Siedlungsentwicklung - längst nicht mehr nur ein lokales Problem, in: Österreichisches Institut für Raumplanung, (Hrsg.): Politik am Boden - Bodenpolitik, Siedlungsentwicklung II, Seminar am 2 u. 3. 12. 1991 in Murau;
- SCHNEEBERGER W. (1990): Ausgewählte Fragestellungen zum Stickstoffeinsatz in der österreichischen Landwirtschaft, in: Die Bodenkultur 2, Band 41, Wien;
- SCHNEEBERGER W. (1993): Ökonomische Bewertung der energetischen Biomassenutzung - Kostenschätzung, Konkurrenz mit anderen Energieträgern, Verteilungswirkung, in: GLATZ H., WENTY D., (HRSG.): Energie aus Biomasse - Ausweg oder Sackgasse, Informationen zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter u. Angestellte, Wien;
- SCHNEIDER M. (1990): Umweltabgaben in der Landwirtschaft, in: Umweltabgaben und Steuerreform, Studie des Österr. Institutes für Wirtschaftsforschung, Wien;
- SCHNEIDER T. (1982): Air Pollution by Nitrogen Oxides - Ecological and Biological Effects, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, S 493-547;
- SCHRIENER J. (1989): Naturschutzfachlicher Flächenanspruch und Landwirtschaft, in: AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Hrsg.), Naturschutzpolitik und Landwirtschaft, Laufener Seminarbeiträge 3, Laufen;
- SCHROEDER D. (1983): Bodenkunde in Stichworten, Hirt, Unterögeri;
- SCHÜLER C. (1990): Integrierter Pflanzenschutz - Wunsch oder Wirklichkeit, in: ARGE Bäuerliche Landwirtschaft unabhängige Bauernstimme e. V., (Hrsg.), Wachstumslandwirtschaft und Umweltzerstörung, Band 2, Rjeda Woedembruck;
- SCHULTE J. (1984): Begrenzter Einsatz von Handelsdüngern und Pflanzenschutzmitteln. Einfluß eines begrenzten Handelsdünger- und Pflanzenbehandlungsmiteileinsatzes auf Betriebsorganisation und Einkommen verschiedener Betriebssysteme. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft (294);
- SCHWAIGER K., BRANDSTÄTTER S. (1993): Pflanzenschutzmittel und Gewässerschutz, in: Der Förderungsdienst 4, S 105-107;
- SCHWAIGER K., SCHIMON W. (1993): Erhebung der Grundwassergüte in Österreich gemäß Hydrographiegesetz - Beobachtungsjahr 1991/92, Stand des Vollzuges, Vorwertung Nitrat, Halogenkohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel, Umweltbundesamt, WWK, Wien;
- SEYMOURE S., COX G., LOWE PH. (1992): Nitrates in Water: The Politics of the 'Polluter Pays Principle', in: Sociologia Ruralis, Vol. 32(1), S 82-103;
- SHEPPARD W. J., LIPINSKY E. S., OVEREND R. P. (1987): Chemicals from Biomass, in: HALL D. O., OVEREND R. P. (ED.): Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;
- SILBERBAUER G. (1989): Entwicklung und Stand der Raumordnung in Niederösterreich, in: Raumordnung aktuell 1;
- SINABELL F. (1993): Feldfutter als Rohstoff für Fermentzucker: Berechnung der Kosten und Bedarfsmengen für die Ethanolherzeugung in einem Marktfruchtgebiet Oberösterreichs, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- SINE Ch. (Hrsg.) (1992): Farm Chemicals Handbook '92, Meister Publishing Company, o.O.;

- SMIDT D. (1982): Deodorants zur Geruchsüberdeckung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung und ihre Einflüsse auf den tierischen Organismus, in: KTBL (Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.): Stallklima und Geruchsbelästigung, Teil II, KTBL-Schrift 272, S 88-112;
- SMITH W. H. (1987): Environmental Factors and Biomass Energy Development, in: HALL D. O., OVEREND R. P., (ed.): Biomass - Regenerable Energy, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore;
- SMOLINER Ch. (1991): BMWF-Arbeitsschwerpunkt: Nachhaltige Entwicklung Österreichischer Kulturlandschaften, unveröffentlichtes Manuskript, Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien;
- SÖDERBAUM P. (1993): Environmental, Rural and Agricultural Policies for Less Favoured Areas. What are the Lessons from Institutional and Ecological Economics? Referat anlässlich der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 6. - 8. Oktober, Halle;
- SOJA G. (1993): Auswirkungen von Ozonimmissionen auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen, OEFZS-A-2835 Exemplar 8, Forschungszentrum Seibersdorf, beschränkte Verteilung;
- SÖLKNER J. (1988): Analyse möglicher Ursachen für den Rückgang der Nutzungsdauer der österreichischen Milchkühe, Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien;
- SOMMERVILLE L., WALKER C. H. (1990): Pesticide Effects on Terrestrial Wildlife. Taylor & Francis, London;
- SONDERARBEITSGRUPPE BODENSCHUTZ DER UMWELTMINISTERKONFERENZ (1991): Arbeitshefte Bodenschutz 1, Bodendauerbeobachtungsflächen, München;
- SRU (DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (1985): Umweltprobleme in der Landwirtschaft, W. Kohlhammer GmbH., Stuttgart und Mainz;
- STEHLIK K. (1991): Aspekte zur ökonomischen Quantifizierung der Auswirkungen des Straßenverkehrs auf angrenzende landwirtschaftlich genutzte Flächen, Diplomarbeit am Inst. f. Agrarökonomik, BOKU, Wien;
- STEINMÜLLER H., FELBER J., STEINER TH., SCHIEFERSTEINER M. (1987): Gewinnung von Energie und Rohstoffen aus Biomasse für die Chemische Industrie, in: HOFREITHER M., SCHNEIDER F., WEISS CH., (Hrsg.): Biosprit in Österreich, i. A. der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien, Linz;
- STEINMÜLLER H., SCHNEIDER F. (1991): Stellt Lignozellulose eine Alternative für die österreichische Landwirtschaft dar? Linz;
- STOA, (SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL OPTIONS ASSESSMENT) (1993): Möglichkeiten einer umweltverträglichen Umstrukturierung der Landwirtschaft in den neuen Bundesländern, Landwirtsch. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Thüringen;
- STÖCKL O. (1992): Landschaftsplanung Hirschbach - Eine Mühlviertler Kulturlandschaft und Strategien zu ihrer Erhaltung, Diplomarbeit am Institut für Landschaftsgestaltung und Gartenbau, BOKU, Wien ;
- STREISSLER, E. (1991): Das Problem der Internalisierung, in: H. KÖNIG (Hrsg.): Umweltverträgliches Wirtschaften als Problem von Wissenschaft und Politik, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Beiheft, 2, Duncker & Humboldt, Berlin;
- SURGEONER G. A., ROBERTS W. (1993): Reducing Pesticide Use by 50 % in the Province of Ontario: Challenges and Progress, in: PIMENTEL D., LEHMAN H., (Hrsg.), The Pesticide Question, Chapman & Hill, S 206-222, New York;
- SZITH R. (1993): Persönliche Mitteilung, Landes-Landwirtschaftskammer Steiermark, Graz;

- TATARUCH F., ONDERSCHEKA K. (1981): Belastung freilebender Tiere in Österreich mit Umweltschadstoffen (III): Gehalt an Quecksilber in Organen von Feldhasen, in: Z. Jagdwiss. 27, S 266-270;
- TATARUCH F. (1993): Persönliche Mitteilung, Forschungsinstitut für Wildtierkunde der Veterinärmedizinischen Universität, Wien;
- THIEMANN (1993): Persönliche Auskunft, Institut für Bakteriologie und Tierhygiene, Veterinärmedizinische Universität, Wien;
- THOMA H. (1991): Pflanzenbauliche, erntetechnische, verbrennungstechnische, ökologische und ökonomische Aspekte der energetischen Nutzung von Einjahrespflanzen durch direkte Verbrennung, in: Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München; (Hrsg), Landwirtschaftliches Jahrbuch, 68. Jhrg., Heft 8, S 915-981;
- THOMASSIN P. J., HENNING J. C., BAKER L. (1991): Old Paradigms Revisited and New Directions, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 689-698;
- THOMET P., THOMET-THOUTBERGER E. (1991): Vorschläge zur ökologischen Gestaltung und Nutzung der Agrarlandschaft, Themenbericht im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes: Nutzung des Bodens in der Schweiz, Liebefeld, Bern;
- TIEZZI S. (1993): Green Taxes on Nitrogen Fertiliser in the PO Valley, Poster session, Poster Nr. 102 VIIth EAAE Congress, 6. - 10. September 93, Stresa, Italien;
- TOMEK H. (1993): Landbewirtschaftung im Spannungsfeld von Wasser- und Nahrungsqualität: Themenkreis Wasser, Vortragsmanuskript, ALVA Tagung, Burg Schlaining;
- TSCHANZ B. (1982): Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren, in: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Verlag, Darmstadt, KTBL-Schrift 281, S 211-223,
- TSCHANZ B. (1984): "Artgemäß" und "verhaltensgerecht" - ein Vergleich, in: Der praktische Tierarzt, 3, S 211-223;
- TURVEY C. G., WEERSINK A. J. (1991): Economic Costs of Environmental Quality Constraints, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 677-685;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1986): Flurbereinigung und Landschaftspflege, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1987): Biotopkartierung, Stand und Empfehlungen, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1988): Bodenschutz - Probleme und Ziele, Naturwissenschaftlicher Problem- und Zielkatalog zur Erstellung eines österreichischen Bodenschutzkonzeptes, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1988a): Biotopflächenentwicklung, (Hrsg.), Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1989): Biotoptypen in Österreich, Vorarbeiten zu einem Katalog (Projektleiter W. Holzner), Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1989a): Pestizidrückstände in Boden- und Grundwasserproben des Bezirks Gänserndorf, Report UBA-89-034, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1990): Treibhauseffekt - Ursachen, Konsequenzen, Strategien, Monographien Bd. 23, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1991a): Auswirkungen des Mineraldüngereinsatzes auf die Umwelt - Literaturstudie, Report UBA-91-047, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1991b): Zweiter Umweltkontrollbericht, (Hrsg.), Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1992): Grundwassergüte Tullnerfeld - Pilotstudie - Beitrag zum Österr. Grundwasserkataster, WWK, Monographien Bd. 30, Wien;
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1992a): Pestizide im Niederschlag - Eine Zwischenbilanz, UBA - Info, November 1992, 11-13, Wien;

- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (1993): Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselkraftstoff (Ökobilanz Rapsöl), S 27, Berlin;
- VAN DER EMDE J. (1993): Intensivtierhaltung und Fleischqualität, Vortrag am 4. Mai 1993 an der Universität Graz im Rahmen der Reihe "Mahlzeit! - Gesunde Nahrungsmittel und gesunde Wirtschaft - Herausforderung oder Widerspruch" des Wissenschaftsladens Graz im Rahmen der Aktion "Österreich - Europa, alte Vorurteile - neue Strukturen" des Bundesministeriums für Unterricht und Kunst;
- VAN HUYLENBROECK G. (1993): A Recursive LP-model to Analyse Adjustments in Land Use due to Policy Reforms or Environmental Regulations, Poster session, Poster Nr. 103, VIIth EAAE Congress, 6. - 10. September, Stresa, Italien;
- VEEMAN T. S. (1989): Sustainable Development: Its Economic Meaning and Policy Implications, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 37, S 875-886;
- VEREIN ZUR ERHALTUNG GEFÄHRDETER HAUSTIERRASSEN (o.J): Informationsblatt, Klagenfurt
- WAGENKNECHT B. (1992): Ansätze zur Abgrenzung landwirtschaftlicher Vorrangflächen in Österreich, Diplomarbeit am Institut für Agrarökonomik, BOKU, Wien;
- WALTER H., BRECKLE S. W. (1983): Ökologie der Erde, Band 1: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht, G. Fischer, Stuttgart;
- WCED (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT) (1987): Food 2000: Global Politics for Sustainable Agriculture, Zed Books Ltd, London and New Jersey;
- WEBER (1993b): Persönliche Auskunft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- WEERSINK A., DEEN W., WEAVER S. (1991): Defining and Measuring Economic Threshold Levels, in: Canadian Journal of Agricultural Economics, 39, S 619-625;
- WEGSCHEIDER H. (1992): Reform im Umweltstrafrecht: Außer Spesen nichts gewesen?, in: Salzburger Nachrichten, 5. Sept., 30;
- WEINSCHENCK G. (1989): Nitratsteuern zur Umwelt- und Marktentlastung, in: NUTZINGER H. G., ZAHRT A., (Hrsg.): Öko-Steuern, Müller, Karlsruhe, S 147-160;
- WEINSCHENCK G., GEBHARD J. (1985): Möglichkeiten und Grenzen einer ökologisch begründeten Begrenzung der Intensität der Agrarproduktion, Materialien zur Umweltforschung, Band 11, Kohlhammer, Stuttgart und Mainz;
- WELAN M. (1987): Umweltpolitik und Umweltrecht, Akademie für Umwelt und Energie, Laxenburg;
- WERSCHNITZKY U., FABRY H. (1993): Einfluß von Luftverunreinigungen auf Böden, Gewässer, Flora und Fauna, in: Berichte über die Landwirtschaft, Band 71 (2), S 237-255;
- WINKLER-RIEDER W. (1993): Biomasse und Klima, Studie im Auftrag des WWF Österreich mit Unterstützung der ABB Österreich, Studie 6;
- WITTE I. (1988): Gefährdung der Gesundheit durch Pestizide, Ein Handbuch über Kurz- und Langzeitwirkungen, Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main;
- WOHLMEYER H. (1990): Engpässe und Grenzen einer Kreislaufwirtschaft, in: BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND U. FAMILIE (Hrsg.): Strategien für Kreislaufwirtschaft, Erster Europäischer Workshop, Österreichische Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung, S 57-66;
- WOHLMEYER H. (1991): Special Considerations for Agriculture, in: SCHMIDT-BLEEK F., WOHLMEYER H., (Hrsg.), Trade and Environment, Report on a Study performed by the International Institute of Applied Systems Analysis and the Austrian Association for Agricultural Research, Laxenburg;

- WOMASTEK R. (1992): Mögliche Umweltbelastungen durch Abtritt oder Verdunstung von Pflanzenschutzmitteln, in: Kurzberichte der Vorträge anlässlich der Österreichischen Pflanzenschutztage, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Integrierten Pflanzenschutz, Wien;
- WÖRGETTER, M. (1991): Schmieröle auf Pflanzenölbasis, in: Der Förderungsdienst, 1, S 22-26;
- WÜRZNER R. (1993): Persönliche Auskunft, Landw.-Chem.-Bundesanstalt, Wien;
- WYTRZENS H. K. (1993): Sicherung der Flächenbasis für die Landwirtschaft, in: Der Förderungsdienst, 5;
- WYTRZENS H. K., REICHSTHALER D. R. (1990): Agrarumweltpolitik, Agrarrelevante Konzeptionen der Umweltpolitik, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft an der Abteilung für landwirtschaftliche Regionalplanung des Instituts für Agrarökonomik der Universität für Bodenkultur, Wien;
- ZADOCS J. C. (1992): The Cost of Change in Plant Protection, in: HIEMSTRA W., REIJNTJES C., VAN DER WERF E., (Hrsg.): Let Farmers Judge, Intermediate Technology Publications, London;
- ZEKRI S., HERRUZO A. C. (1993): Agriculture and the Environment; Contributed Paper Vol. G, VIIth EAAE Congress/Stresa, Italien;
- ZENTRALSTELLE ÖSTERR. LANDESJAGDVERBÄNDE (Hrsg.) (1993): Leitfaden für die Niederwildhege, Wien;
- ZETHNER G. (1993): Persönliche Auskunft, Umweltbundesamt, Wien;