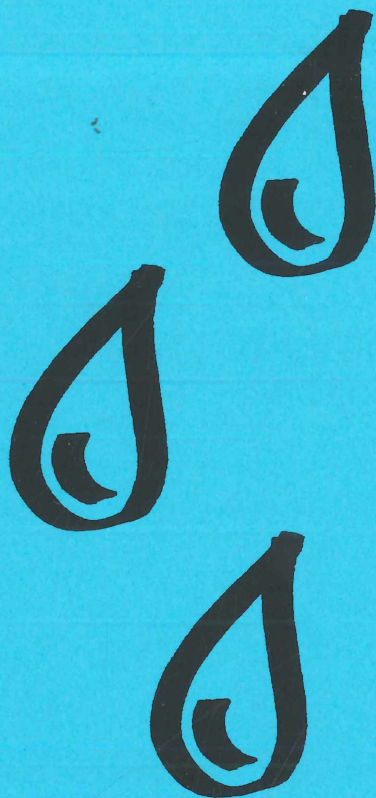




GRUNDWASSERSANIERUNG ALS CHANCE

Grundwassersanierung in der Welser Heide und
Traun-Enns Platte mit Maßnahmen des Biologischen
Landbaus und Biogas

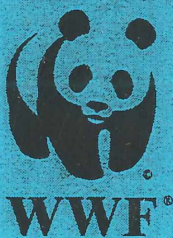
Autoren:

Univ.-Ass. DI Michael Eder (Inst. f. Agrarökonomik)

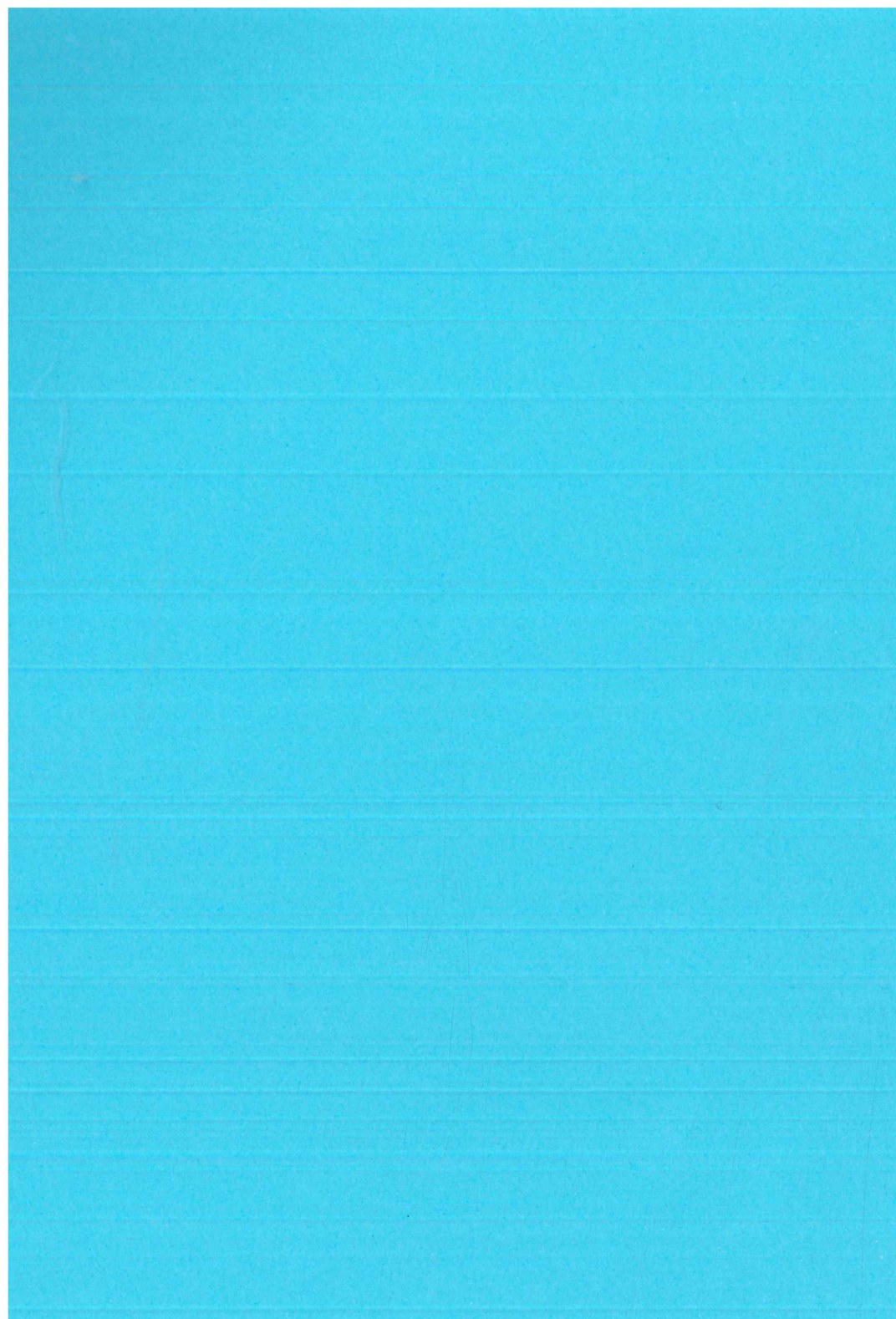
Vertr.-Ass. DI Thomas Lindenthal (Inst. f. Ökologischen Landbau)

Dr. Thomas Amon (Inst. f. Land-, Umwelt- und Energietechnik)

Projektleitung: Mag. Simone Lughofer



Wien, September 1997
Studie 31



Grundwassersanierung als Chance

Unser Grundwasser ist mittlerweile schwer belastet. Das seit 1992 vom Umweltbundesamt und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft durchgeführte Grundwasser-Monitoring belegt, daß mittlerweile rund 70 % der zusammenhängenden Grundwasserkörper sanierungsbedürftig sind.

Rund 50 % der Porengrundwassergebiete weisen Nitratwerte oberhalb 45 mg/ Liter auf. Wäre die Absenkung des Schwellenwertes auf 30 mg Nitrat/ Liter nicht vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft wieder rückgängig gemacht worden, wären sogar 60 % der Grundwasserkörper zu sanieren.

Eine Sanierung des belasteten Grundwassers kann nur mehr durch Grundwasser-Erneuerung erfolgen. Umso wichtiger ist daher die Vermeidung des punktuellen Eintrags von Schadstoffen durch Industrieanlagen, Deponien, lecke Abwassersysteme sowie undichte Senk- und Sickergruben.

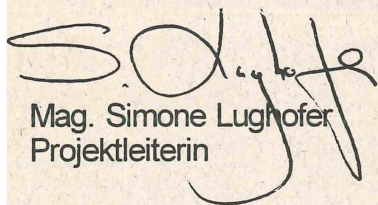
Flächenhafter Schadstoffeintrag ins Grundwasser stellt ein Problem dar, das in seiner Bedeutung ständig zunimmt. Insbesondere der Einsatz von mineralischem und Wirtschaftsdünger sowie der Einsatz von Pestiziden gefährdet großflächig die Grundwasserqualität.

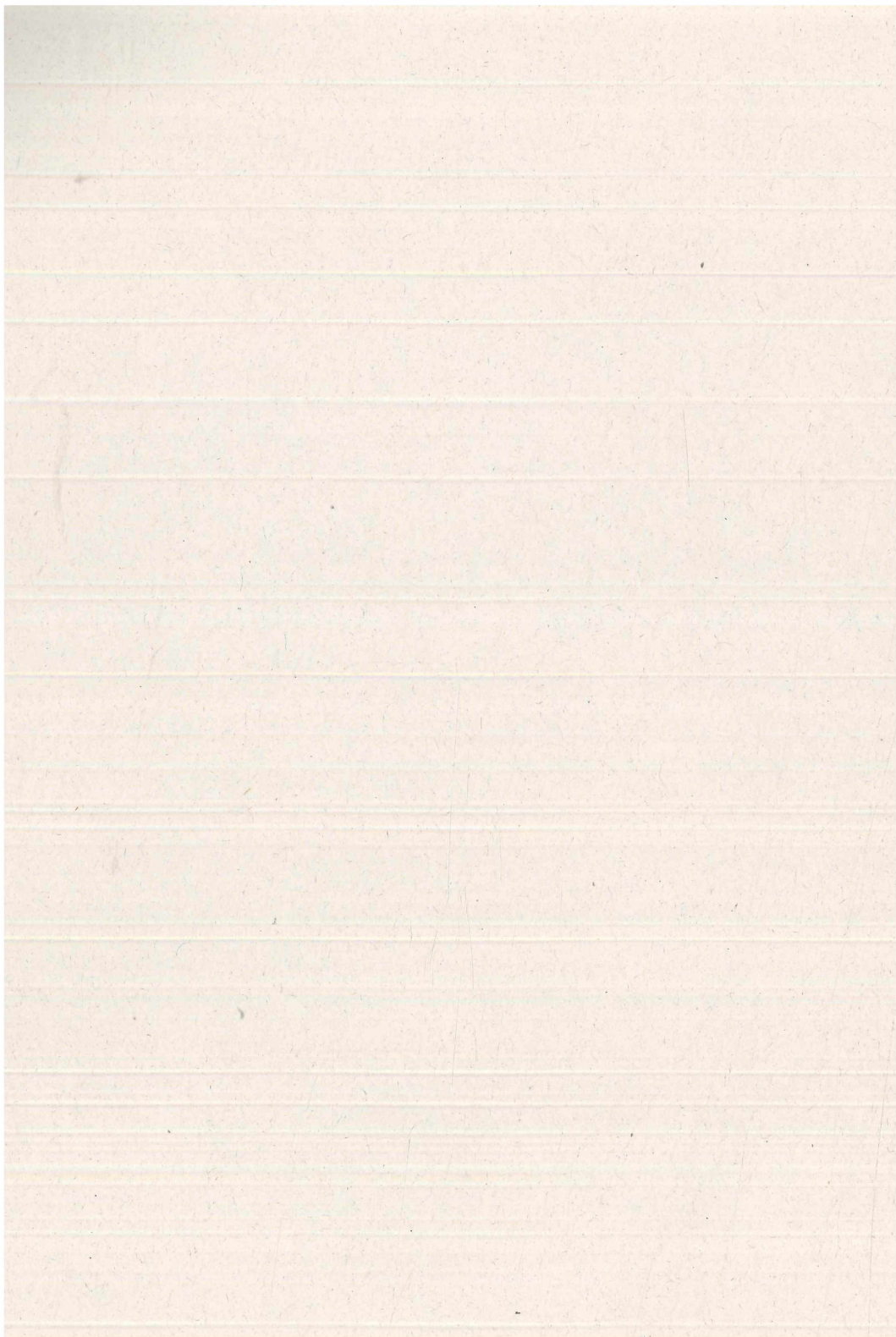
Biolandbau in Verbindung mit Biogas-Nutzung (in Viehzuchtgebieten) stellen sich sowohl in Bezug auf Nitrat- und Pestizidaustrag ins Grundwasser, als auch in Bezug auf langfristige wirtschaftliche Überlebensfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe als geeignete Maßnahmen für eine Grundwassersanierung dar.

Ziel dieser Modellrechnung ist es, anhand eines beispielhaften Grundwasser-Sanierungsgebietes nachzuweisen, daß ein großflächiger Umstieg auf Biolandbau in Verbindung mit Biogasnutzung bei sachgemäßer und pflanzenbewußter Ausbringung im Vergleich zu den "konventionellen" Grundwasserschutz-Maßnahmen

- * betriebswirtschaftlich günstig sein kann.
- * öffentliche Förderungen zur Unterstützung des Umstiegs mittelfristig die öffentlichen Budgets entlasten.

Grundwassersanierung sollte nicht nur als ein notwendiges Übel, sondern als eine Chance gesehen werden. Eine Chance, in den Problemgebieten verstärkt eine Ökologisierung der Landwirtschaft zu fördern.


Mag. Simone Lughofer
Projektleiterin



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die ökologischen Vorzüge des Biologischen Landbaus	1
1.2	Gundwasserschonende Wirkung des Biologischen Landbaus	2
1.2.1	Geringere N-Einträge ins Grundwasser	3
1.2.2	Geringere N-Bilanzsalden	5
1.2.3	Bewirtschaftungsbedingte Ursachen der geringeren Grundwasserbelastung durch Ökologischen Landbau.....	5
1.3	Klimawirkung und Beschäftigungseffekte durch Biogas-erzeugung in Österreich...9	
1.3.1	Der Anteil der Landwirtschaft am Treibhauseffekt.....	9
1.3.2	Reduktionspotentiale klimarelevanter Spurengase durch die Biogasgewinnung ..	10
1.3.3	Anzahl der nötigen Biogasanlagen und Investitionsvolumen	12
1.4	Düngewirkung des Gärsubstrates und Ausbringtechnik.....	13
1.4.1	Verbesserte Stickstoffwirkung	13
1.4.2	Günstigeres Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältniss	14
1.4.3	Verringerter Trockensubstanzgehalt	15
1.4.4	Ammoniak-Emissionen und Anforderung an die Ausbringtechnik.....	15
2	Ökonomische Modellrechnung – Biologischer Landbau	17
2.1	Untersuchungsgebiet	17
2.1.1	Betriebsformen und Betriebsgrößen	18
2.1.2	Flächennutzung.....	19
2.1.3	Viehhaltung	20
2.1.4	Biobetriebe	22
2.2	Modellannahmen.....	22
2.2.1	Vorbemerkungen zur Fruchtfolgegestaltung, zu den Preisen und zum Arbeitsaufwand	23
2.2.2	Marktf Fruchtbetrieb	25
2.2.3	Schweinemastbetrieb	27
2.3	Ergebnisse	28
2.3.1	Marktf Fruchtbetrieb	28
2.3.2	Schweinemastbetrieb	32
3	Ökonomische Modellrechnung – Biogas.....	35
3.1	Haltungssystem für die Mastschweine	35
3.2	Aufbau, Dimensionierung und Funktion der Biogasanlage	35
3.2.1	Vorgrube	36
3.2.2	Zentrale Pumpstation	37
3.2.3	Fermenter.....	37
3.2.4	Nachgärbehälter/Substratlager	38
3.2.5	Gasführende Leitungen.....	38

3.2.6	Gaslager.....	39
3.2.7	Heizkesselraum und Blockheizkraftwerkraum.....	39
3.3	Gas-, Energieertrag und Kapazitäten.....	40
3.4	Investitionen und Wirtschaftlichkeit	41
3.5	Arbeitsaufwand für den Betrieb der Biogasanlage	42
3.6	Emissionsbilanz und Beitrag zur Klimaentlastung des Betriebes.....	42
3.7	Wirtschaftlichkeit	44
4	Diskussion.....	47
4.1	Schlußfolgerung.....	47
4.2	Handlungsbedarf.....	48
4.2.1	Förderung des Biologischen Landbaus	48
4.2.2	Förderung des Baues von Biogasanlagen	51
4.3	Finanzierung	52
4.4	Förderung des Ökologischen Landbaus durch Wasserversorgungsunternehmen.....	54
4.4.1	Wasserwerke München.....	54
4.4.2	Kommunale Wasserwerke Leipzig	56
4.4.3	Stadtwerke Osnabrück.....	58
5	Literatur.....	60

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 : Boden- und grundwasserschutzrelevante Beschränkungen im Biologischen Landbau.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 2: Boden- und grundwasserschutzrelevante und aus den Richtlinien resultierende Maßnahmen im Biologischen Landbau (HEß und LINDENTHAL 1997)</i>	<i>7</i>
<i>Tabelle 3: Gesamtentlastungspotential durch Biomethanisierung der organischen Dünger und Abfälle (in CO₂-Äquivalent) (BOXBERGER 1996)</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 4: Erforderliche Anzahl von Biogasanlagen für die Verwertung organischer Dünger und geschätztes Investitionsvolumen (bundesländerspezifisch) (BOXBERGER 1996)</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 5: Veränderung der Inhaltsstoffe anaerob fermentierter Gülle aus der Stiermast nach MESSNER (1988).....</i>	<i>14</i>
<i>Tabelle 6: Betriebsorganisation des konventionellen Betriebes.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 7: Betriebsorgansiation des Betriebes mit Teilnahmen am GW 2000</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 8: Betriebsorgansiation des Biobetriebes in Umstellung</i>	<i>30</i>
<i>Tabelle 9: Betriebsorgansiation des Biobetriebes nach Anerkennung.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabelle 10: Anbauverhältnis der optimierten Varianten des Schweinemastbetriebes</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 11: Ausgewählte betriebliche Kennzahlen der optimierten Varianten</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 12: Dimensionierung der Biogasanlage und Berechnung der Kapazitäten.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 13: Struktur der Investitionen (Netto).....</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 14: CO₂-Bilanz der Biogaserzeugung</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 15: Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung</i>	<i>47</i>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nitratgehalte in der Sickerwasserzone (1,5-10 m) in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung (nach BRANDHUBER und HEGE 1992).....	3
Abbildung 2: Mittlere Nitratbelastung von Dränwasser in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem (OBS-Versuch/Nagele/NL (1986-1988) nach VEREIJKEN und WIJNANDS (1990).....	4
Abbildung 3: Stickstoffeinfuhr und Stickstoffausfuhr im ökologisch wirtschaftenden Betrieb (HEß et al. 1992).....	6
Abbildung 4: Nettoenergiepotential durch die Biomethanisierung organischer Dünger und organischer Abfälle aus der Landwirtschaft. (BOXBERGER 1996)...	10
Abbildung 5: Anteil des NH ₄ -Stickstoffes am Gesamtstickstoff der Wirtschaftsdünger (GUTSER 1990)	13
Abbildung 6: Bodennahe Gärsustratausbringung mit Verschlauchung (BOXBERGER et al. 1996)	16
Abbildung 7: In der Analyse einbezogene Gemeinden des Gebietes Welser Heide und Traun-Enns-Platte	17
Abbildung 8: Anteil der Betriebsformen in den ausgewählten Gemeinden.....	18
Abbildung 9: Anbauverhältnis je Gemeinde	19
Abbildung 10: Anteil der Betriebe mit Schweine bzw. Schweine je Betrieb	20
Abbildung 11: Dunggroßvieheinheiten je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche	21
Abbildung 12: Anteil der Biobetriebe je Gemeinde	22
Abbildung 13: Gesamtdeckungsbeitrag der optimierten Varianten des Marktfruchtbetriebes.....	31
Abbildung 14: Gesamtdeckungsbeitrag der optimierten Varianten.....	33
Abbildung 15: Aufbau und Funktionsablauf der Biogasanlage	35
Abbildung 16: Einflußfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen	48
Abbildung 17: Finanzierungsvolumen und betroffene Fläche des angenommenen Szenarios	55

Grundwassersanierung in der Welser Heide und Traun-Enns-Platte mit Maßnahmen des Biologischen Landbaus und Biogas

1 Einleitung

1.1 Die ökologischen Vorzüge des Biologischen Landbaus

Der Biologische Landbau - synonym auch als "Ökologischer" oder "Organischer" Landbau bezeichnet - wirtschaftet nach definierten Richtlinien, die im CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS und der EU-Verordnung 2092/91 über den Ökologischen Landbau (AMTSBLATT der EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1991) festgelegt sind.

Folgende Prinzipien kennzeichnen den Biologischen Landbau (EICHENBERGER und VOGTMANN 1981):

- Streben nach weitgehend geschlossenen Stoffkreisläufen im landwirtschaftlichen Betrieb
- Stärkung und Nutzung natürlicher Selbstregulationsmechanismen
- Schonender Umgang mit nicht erneuerbaren Rohstoff- und Energieressourcen

Im Zusammenhang mit der Beachtung der Selbstregulationsmechanismen in Agrarökosystemen stellt sich als vierte Zielsetzung die Erhaltung und Verbesserung der Vielfalt der Arten und des Landschaftsbildes (LINDENTHAL et al. 1996).

Diese vier Prinzipien entsprechen weitgehend jenen Kriterien der Nachhaltigkeit wie sie von der österreichischen Wissenschaftlergruppe SUSTAIN formuliert wurden (vgl. SUSTAIN, 1994).

- So erbringt der Ökologische Landbau denn auch im Vergleich zum konventionellen eine wesentlich bessere Leistung für den **Artenschutz** (CALLAUCH 1981, KROMP et al. 1984, LETSCHERT 1986, FRIEBEN 1988, INGRISCH et al. 1989, KÖNIG und SUNKEL 1989, PFIFFNER 1990 und 1993, POMMER 1990).

- Weiters werden günstige Auswirkungen der ökologischen Bewirtschaftungsweisen auf die **Bodenfruchtbarkeit** bzw. auf die Belebung des Bodens von seiten der Forschung bestätigt (DIEZ et al. 1986, FOISSNER et al. 1986, FOISSNER 1987, GEHLEN 1987, MAIDL et al. 1988, NECKER 1989, DIEZ et al. 1991, MÄDER 1993, NIGGLI 1993, SCHULTE 1996).

- Der Biologische Landbau hat zudem eine **Verringerung der Bodenerosion** sowie eine starke **Reduktion der Phosphor - Einträge** in die Oberflächengewässer zur Folge (vgl. KÖPKE 1994, HEß und LINDENTHAL 1997).

- Die Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" (DEUTSCHER BUNDESTAG 1992) empfiehlt einen beschleunigten Übergang zu Ökologischem Landbau, um u. a. weitere Umweltschäden zu verhindern, und die Emissionen klimarelevanter Gase aus der Landwirtschaft zu vermeiden. Auch in ihrem jüngsten Bericht der Enquete-Kommission (DEUTSCHER BUNDESTAG 1994) wird die **höhere Energieeffizienz** und der **geringere Energieinput aus fossilen Rohstoffen** im Ökologischen Landbau hervorgehoben. Dies resultiert u.a. aus dem Verzicht auf leicht lösliche Mineraldünger (insbesondere mineralischer Stickstoff), dem Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und aus einem standortangepaßten Viehbesatz.

So weisen HAAS und KÖPKE (1994) für 1994 nach, daß der Ökologische Landbau im Vergleich zum konventionellen Landbau einen um durchschnittlich **66 %** niedrigeren Energieeinsatz aufweist. Die **Energieeinsparung** pro Ertragseinheit durch Ökologischen Landbau beträgt je nach Kulturart zwischen **18** und **68 %**. LAMPKIN (1990) führt mehrere Vergleichsuntersuchungen an, deren Ergebnisse ziemlich streuen. Auch in diesen Untersuchungen ergab sich im Ökologischen Landbau ein Verbrauch von durchschnittlich nur **60 %** der im konventionellen Pflanzenbau eingesetzten Energie.

Aus der höheren Energieeffizienz des Ökologischen Landbaus resultiert eine **um 61 % geringere CO₂-Emission** (HAAS und KÖPKE 1994).

Wegen diesen ökologischen Vorzügen und der nachfolgend angeführten grundwasserschonenden Wirkung wird der Biologische Landbau unter den derzeit in Mitteleuropa praktizierten landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweisen als jene mit dem höchsten Ökologisierungsgrad eingestuft, die am meisten den Prinzipien der Nachhaltigkeit entspricht (siehe SRU 1985, HÄNI et al. 1990, DEUTSCHER BUNDESTAG 1992 und 1994, HEIßENHUBER und RING 1992, SUSTAIN 1994).

1.2 Grundwasserschonende Wirkung des Biologischen Landbaus

Der systemimmanente **Verzicht auf den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln** im Ökologischen Landbau, der auf der Betonung präventiver Maßnahmen im Pflanzenschutz beruht (vgl. DELUCCHI 1990, HERRMANN und PLAKOLM 1991, HEß et al. 1992), trägt wesentlich zur Vermeidung von Xenobiotika-

Einträgen bei. Mögliche produktionsbedingte Boden- und Grundwasserbelastungen mit Pflanzenschutzmitteln sind bei biologischer Bewirtschaftung somit ausgeschlossen. Als präventive Pflanzenschutz-Strategien haben zum einen standortangepaßte und widerstandsfähige Kulturarten und Sorten in vielfältigen Fruchtfolgen große Bedeutung. Zum anderen spielt die Vermeidung von Nährstoff-Übersorgung bzw. von Luxuskonsum der Pflanzen (v.a. bei Stickstoff)¹ eine wichtige Rolle für die Pflanzengesundheit. Natürliche Gegenspieler werden u.a. über Landschaftsgestaltungsmaßnahmen (Anlage von Hecken, Rainen, Ackerrandstreifen, Feuchtbiotopen etc.) gefördert. Alle diese Maßnahmen haben engen Bezug zu erosionshemmenden Maßnahmen (vgl. Heß und LINDENTHAL 1997). Einige dieser Strategien stehen - direkt und indirekt - in engem Zusammenhang mit der Vermeidung von Nitratausträgen ins Grundwasser, wie im folgenden näher erläutert wird.

1.2.1 Geringere N-Einträge ins Grundwasser

Untersuchungen verschiedener Feldschläge z.B. in Bayern zeigen, daß der Ökologische Landbau in seiner heute praktizierten Form hinsichtlich der Gefährdung des Grundwassers durch Nitrat gegenüber konventionellen Formen der Landbewirtschaftung deutlich besser abschneidet (Abbildung 1).

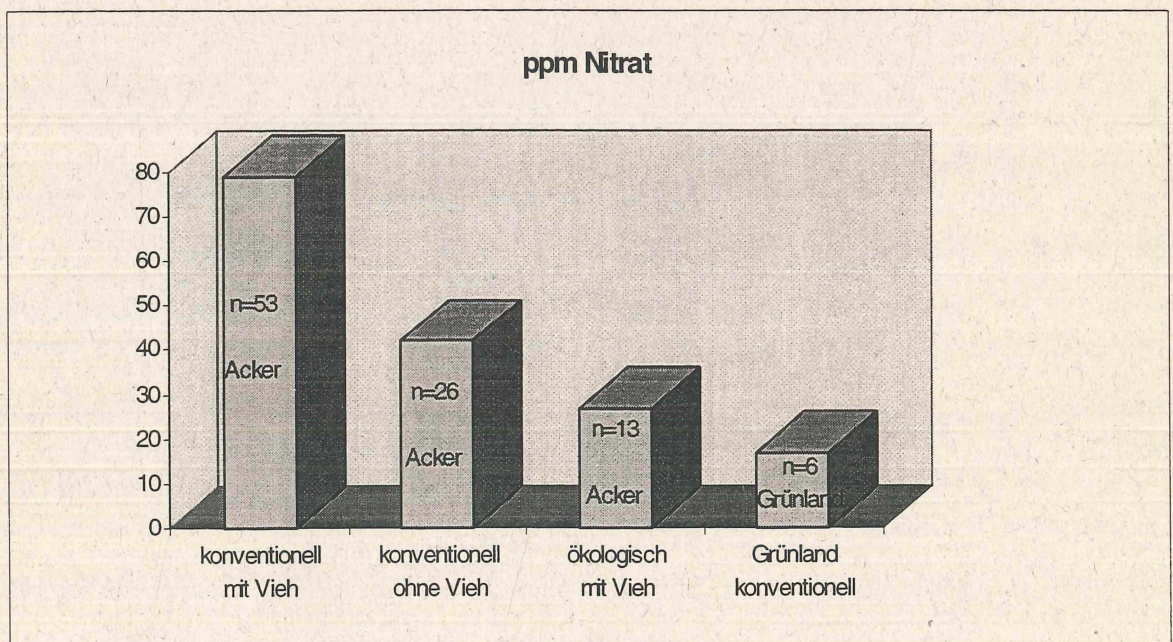


Abbildung 1: Nitratgehalte in der Sickerwasserzone (1,5-10 m) in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung (nach BRANDHUBER und HEGE 1992)

¹ Dies wird über die Begrenzung des Nährstoff-Niveaus und mittels langsam fließender organischer Dünger - bei gleichzeitigem Humusaufbau - erreicht.

Beprobungen der Sickerwasserzone unterhalb landwirtschaftlich genutzten Flächen ergaben, im Mittel der untersuchten Flächen, bei konventioneller Ackernutzung mit Viehhaltung einen mittleren Nitratgehalt des Sickerwassers von 79 ppm und ohne Viehhaltung von 42 ppm. Unter ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen wurden im Mittel nur 27 mg Nitrat/l nachgewiesen. Nur bei Grünlandnutzung (konventionell genutztes Grünland) konnte eine noch geringere Nitratkonzentration im Sickerwasser gemessen werden.

Vergleichbare Ergebnisse wurden auch auf anderen Standorten ermittelt (Abbildung 2). In einem Vergleich unterschiedlicher Landbausysteme, der in den Niederlanden bei Nagele durchgeführt wird, wurde in Dränagewässern aus biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen im Mittel der Fruchtfolge etwa 14 ppm Nitrat, aus konventionell bewirtschafteten Flächen ca. 45 ppm und aus integriert bewirtschafteten Flächen immerhin noch ca. 36 ppm Nitrat nachgewiesen (VEREIJKEN und WIJNANDS 1990).

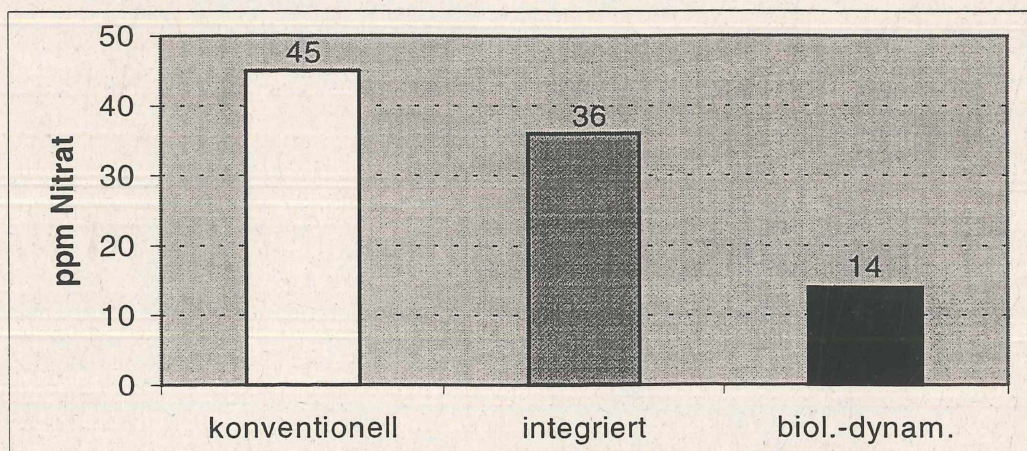


Abbildung 2: Mittlere Nitratbelastung von Dränwasser in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem (OBS-Versuch/Nagele/NL (1986-1988) nach VEREIJKEN und WIJNANDS (1990)

Auch FEIGE und RÖTHLINGSHÖFER (1990) sowie MATTHEY (1992) fanden ebenfalls bei Dränwasseruntersuchungen in Norddeutschland deutlich geringere Nitratkonzentrationen unter ökologisch bewirtschafteten Flächen als unter den konventionell bewirtschafteten Vergleichsflächen. SCHULTE (1996) konnte ebenfalls

eine weit aus geringere Nitrat - Auswaschung auf ökologisch bewirtschafteten Flächen (Ackerschläge von 12 Biobetrieben in Rheinland-Pfalz) feststellen.

Auch aktuelle Arbeiten bestätigen die oben genannten Versuchsergebnisse: BERG et al. (1997) wiesen in einem Feldversuch bei Bonn deutlich niedrigere Nitrat-Gehalte im Sickerwasser unter Flächen des Ökologischen Landbaus nach. SCHLÜTER et al. (1997) konnten für eine intensiv landwirtschaftlich genutzte Region am Niederrhein zeigen, daß im Ökologischen Landbau nur ein Viertel der N-Menge des konventionellen Landbaus (52 gegenüber 199 kg N/ha) über das Sickerwasser ausgetragen wurde.

1.2.2 Geringere N-Bilanzsalden

Alle sieben oben genannten Untersuchungen belegen, daß unter Praxisbedingungen im Mittel der Betriebe der Ökologische Landbau zu einer signifikant geringeren Belastung des Grundwassers mit Nitrat beiträgt als der Integrierte bzw. konventionelle Landbau. Offenbar war u.a. die unzureichende Bewertung des anfallenden Wirtschaftsdüngers in den vergangenen Jahrzehnten in der konventionellen Landwirtschaft (bei kontinuierlich steigendem Einsatz mineralischen N-Düngers) der Grund für die hohen N-Überhänge in der Stickstoffbilanz von bis zu 150 kg N/ha und Jahr (HAAS und KÖPKE 1994).

HEIßENHUBER und RING 1992, HAAS und KÖPKE (1994) sowie PERICIN und FREYER (1996) bestätigen die wesentlich geringeren N-Bilanzüberschüsse im Ökologischen Landbau im Vergleich zum konventionellen Landbau. So weisen z.B. alle der 26 im Rahmen eines Pilotbetriebsnetzes beobachteten Biobetriebe in der Schweiz ausgeglichene bis sogar leicht negative N-Bilanzen auf (PERICIN und FREYER 1996). N-Bilanzüberhänge betragen in Biobetrieben Deutschlands maximal 60 kg N/ha (HAAS und KÖPKE 1994).

1.2.3 Bewirtschaftungsbedingte Ursachen der geringeren Grundwasserbelastung durch Ökologischen Landbau

Die geringere Grundwasserbelastung des Biologischen Landbaus ist auf eine Reihe von Bewirtschaftungsprinzipien des Biologischen Landbaus zurückzuführen. Tabelle 1 zeigt jene davon die verpflichtend in die **Richtlinien** Eingang gefunden haben:

Tabelle 1 : Boden- und grundwasserschutzrelevante Beschränkungen im Biologischen Landbau

Beschränkungsart	festgelegt in
Verbot leichtlöslicher Mineraldünger	EU-VO 2092/91
Verbot chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel	EU-VO 2092/91
Begrenzung des Viehbesatzes auf 2 DGVE	Lebensmittelcodex Bio

In diesen Bestimmungen widerspiegelt sich das im Biologischen Landbau so wichtige Ziel der **innerbetrieblichen Kreislaufschließung** (Abbildung 3):

- Die **flächengebundene Tierhaltung**, die u.a. eine einfache und effektive Form der Rückführung von Ernterückständen bzw. Nährstoffen darstellt (vgl. KAHNT 1986), dabei durch den standortangepaßten Viehbestand einen innerbetrieblichen Nährstoffüberhang verhindert, somit eine standortgerechte organische Düngung ermöglicht (vgl. KÖPKE 1990) und eine endogene Regulation im landwirtschaftlichen Betrieb bewirkt (aufgrund der funktionalen Verknüpfung zwischen Futtermittel- und Düngemittelkreislauf; RAUPP 1993)

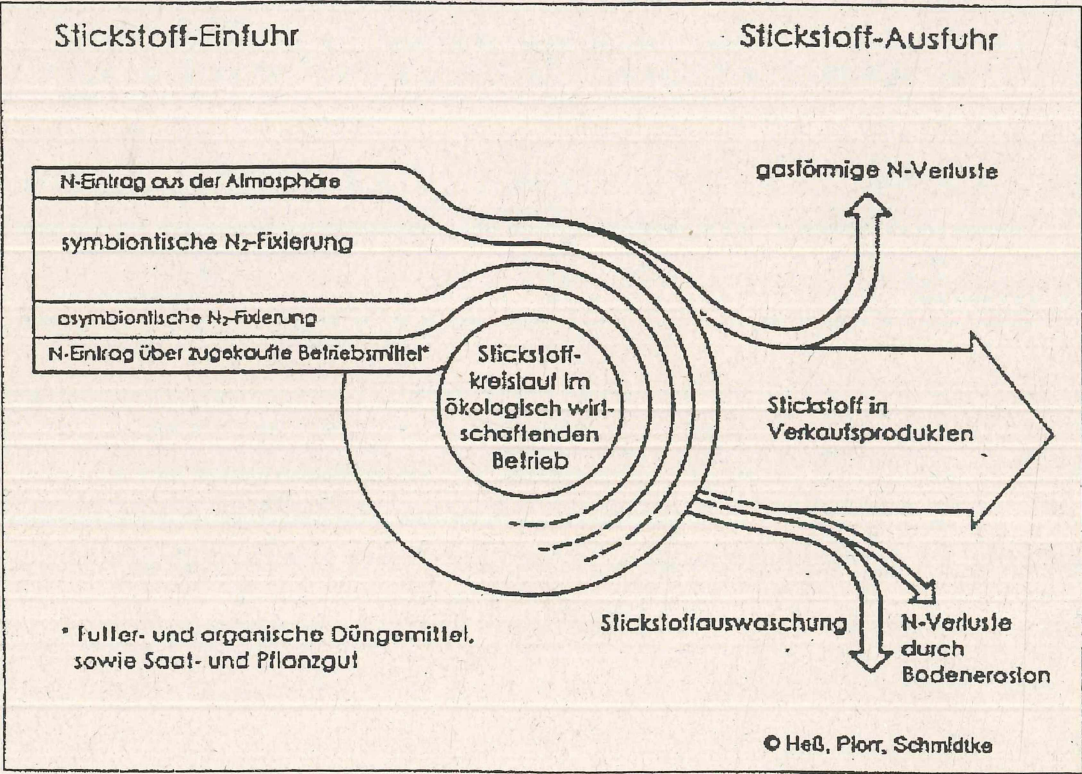


Abbildung 3: Stickstoffeinfuhr und Stickstoffausfuhr im ökologisch wirtschaftenden Betrieb (HEß et al. 1992)

- **Begrenzung der Nährstoffimportmengen** in den Betrieb (begrenzter Futter- und Düngemittelzukauf u.a. über die DGVE-Beschränkung und das Verbot des Einsatzes leicht löslicher Mineraldünger) und daraus folgend geringere Gehalte an leicht verfügbaren Nährstoffen in der Bodenlösung (s. oben)
- **Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln.** (s. oben)

Über diesen Katalog boden- und grundwasserrelevanter Maßnahmen hinaus gibt es im Biologischen Landbau **weitere Systemelemente** (s. Tab. 2), die zwar nicht reglementierend vorgeschrieben, wohl aber als systembedingt notwendig anzusehen sind, d.h. mittel- und langfristig kann der Biologische Landbau, ohne sie zu beachten, nicht funktionieren. Auch diese Maßnahmen zeigen positive Wirkungen auf den Schutz von Boden und Gewässer.

Tabelle 2: Boden- und grundwasserschutzrelevante und aus den Richtlinien resultierende Maßnahmen im Biologischen Landbau (HEß und LINDENTHAL 1997)

Maßnahme	Grund
effizienter (verlustfreier) Umgang mit Nährstoffen	Nährstoffe können nicht bzw. nur sehr eingeschränkt in den Betrieb importiert werden
Erhaltung bzw. Aufbau eines intakten Bodengefüges und eines aktiven Bodenlebens durch geordnete Humuswirtschaft und Agrarlandschaftsgestaltung	Die Regelfunktionen des Bodens bzw. des Bodenlebens können nur unter dieser Voraussetzung wahrgenommen werden, ebenso hängt die Ertragssicherung davon ab

- Die **Vermeidung von Nährstoffverlusten durch Fruchtfolgegestaltung, Umbruchterminwahl und Zwischenfruchtanbau** (vgl. z.B. HEß und KLEIN 1987, HEß 1989, HEß et al. 1992, HEß 1995) bildet ein wesentliches Element der effizienten Nährstoffnutzung, wobei insbesondere dem Stickstoff als ein Manglelement im Biologischen Landbau große Aufmerksamkeit zukommt:
Während in der konventionellen Landwirtschaft in relativ weiten Grenzen Nährstoffe von außen in das System eingeführt werden können, verfügt der

Ökologische Landbau im wesentlichen nur über die Leguminosen als N-Quelle. Zur Verbesserung der N-Versorgung der Feldfrüchte ist er gezwungen, die Stickstoffeffizienz im Rahmen der Bewirtschaftung zu steigern. Infolge der Restriktionen in der Viehhaltung und beim Düngerzukauf (Orientierung an max. 2 DGVE/ha) und der auch aus ökonomischen Gründen begrenzten Anbaufläche für Leguminosen erfolgen die Optimierungsstrategien des Ökologischen Landbaus auf mittlerem bis niedrigem Nährstoffniveau. Stickstoff stellt im Ökologischen Landbau ein knappes Gut dar.

Die **Gefahr von NO_3 -Austrägen nach Leguminosenumbruch** im Biologischen Landbau kann neben den N-Speicherungseffekten im Biologischen Landbau (siehe unten) über Fruchtfolgemaßnahmen, Zwischenfruchtanbau und Umbruchzeitpunkte **weitgehend verhindert** werden. Dies ist in der jüngeren Vergangenheit vielfach wissenschaftlich nachgewiesen worden (HEß 1989, HEß et al. 1992, FASSBENDER et al. 1993, HEß 1995, SCHULTE 1996). Die in 1.2 angeführten Untersuchungen, die für den Biologischen Landbau geringere N-Einträge ins Grundwasser nachweisen, sowie die Ergebnisse u.a. aus den Vorreiterprojekten der Stadtwerke München, Leipzig und Osnabrück (siehe Kapitel 4.3) belegen die grundwasserschonende Wirkung des Biologischen Landbaus, und dies, obwohl die genannten pflanzenbaulichen Strategien erst zum Teil in die Praxis eingeführt sind und hier somit noch weitere - bereits praxisrelevante - Potentiale zur Verringerung der NO_3 -Austräge bestehen.

Bedeutung der „Humuswirtschaft“ als übergeordnetes Prinzip des Ökologischen Landbaus für eine **hohe N-Effizienz**:

Ein hoher Humusgehalt² hat direkte positive Auswirkungen auf die aerobe Verrottung abbaubarer organischer Substanzen aufgrund verbesserter bodenphysikalischer Eigenschaften und höherer mikrobieller Aktivität (SAUERBECK 1980, BURNS and DAVIES 1986, MÄDER et al. 1995, FRIEDEL et al. 1997). Damit wird eine Akkumulation von niedermolekularen, chemisch instabileren Abbauprodukten, die bei Bodenbearbeitung wesentlich stärker mineralisiert werden als vollständig biologisch humifizierte Stoffe (BECK 1985), weitgehend vermieden. Zudem hat die im Biologischen Landbau durchgeführte ausschließlich organische Düngung eine wesentliche Verringerung des - mobilen - Fulvosäureanteils im Humus

² Höhere Humusgehalte im Ökologischen Landbau sind vielfach nachgewiesen (z.B. bei GEHLEN 1987, DIEZ et al. 1991, OBERSON et al. 1991)

zur Konsequenz (SIEWERT 1982, EL SHAFIE 1990, GISI 1990), woraus wiederum eine **geringere N-Freisetzung** bei günstigen Mineralisationsbedingungen folgt.

Die im Biologischen Landbau festgestellten höheren bodenbiologischen Aktivitäten (DIEZ et al. 1986, GEHLEN 1987, DIEZ et al. 1991, MÄDER 1993), die meist eng mit dem erhöhten Humusgehalt korreliert sind (LINDENTHAL et al. 1993) tragen wesentlich zu einer effizienteren Nutzung von C und N durch Mikroorganismen bei (FRIEDEL 1993, MÄDER 1993, BEK 1994, FRIEDEL et al. 1997, SCHELLER et al. 1997). Hierbei spielt auch die N - Speicherfunktion der mikrobiellen Biomasse eine wesentliche Rolle. FRIEDEL et al. (1997) stellten daher auch fest, daß leicht verfügbarer Stickstoff im allgemeinen im Ökologischen Landbau **effizienter gespeichert** wird.

Zusammenfassend aus 1.1 und 1.2 ist festzustellen, daß dem Ökologischen Landbau eine ökologische Vorreiterrolle zukommt, die sich auch auf den Gewässerschutz bezieht (HEIBENHUBER und RING 1992, HEB et al. 1992): Einerseits wegen wesentlich geringerer Stickstoff-Auswaschungen (s. oben) andererseits weil der Ökologische Landbau durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel per se nicht an der Pestizid-Belastung des Grundwassers (und der Luft) Anteil hat.

1.3 Klimawirkung und Beschäftigungseffekte durch Biogaserzeugung in Österreich

1.3.1 Der Anteil der Landwirtschaft am Treibhauseffekt

Insgesamt ist die Landwirtschaft heute etwa zu 15% am anthropogenen Treibhauseffekt beteiligt (DEUTSCHER BUNDESTAG 1995)

Durch den hohen Einsatz fossiler Energieträger kommt es zu einem entsprechenden CO₂-Ausstoß. Der Einsatz von synthetischen Stickstoffdüngern spielt eine wichtige Rolle, da bei deren Herstellung viel Energie verbraucht wird.

Die Landwirtschaft ist mit einem Anteil von 60% der Hauptverursacher der menschlichen Methanemissionen, wobei Methan etwa dreißig mal so klimawirksam wie CO₂ ist. Die Hauptquellen des Methans sind dabei der Reisanbau, die Rinderhaltung sowie die Lagerung von Tierexkrementen.

1.3.2 Reduktionspotentiale klimarelevanter Spurengase durch die Biogasgewinnung

Die Erzeugung von Biogas leistet in mehrfacher Hinsicht einen Beitrag zum Klimaschutz, indem sowohl CO_2 -als auch CH_4 -Emissionen reduziert werden.

Da beim Verbrennen von Biogas nur soviel CO_2 freigesetzt wird, wie der Atmosphäre zuvor durch die Pflanzen entzogen wurde, ist Biogas eine CO_2 -neutrale Energiequelle und vermeidet als Ersatz fossiler Energieträger deren CO_2 -Ausstoß.

Aus den organischen Düngern der Tierhaltung entsteht nach Abzug nicht nutzbarer Anteile für Festmist, Weide- und Almwirtschaft sowie zu kleiner Betriebe eine potentielle Biogasmenge in Österreich von 696 Mio m^3 pro Jahr. Das entspricht einer Bruttoenergiemenge von 14,9 PJ pro Jahr. Nach Abzug der Wirkungsgradverluste des Blockheizkraftwerkes (ca. 15 %) und des Prozeßenergiebedarfes verbleibt ein Nettoenergiepotential von 9,7 PJ/a durch die Nutzung organischer Dünger aus der Tierhaltung (Abbildung 4).

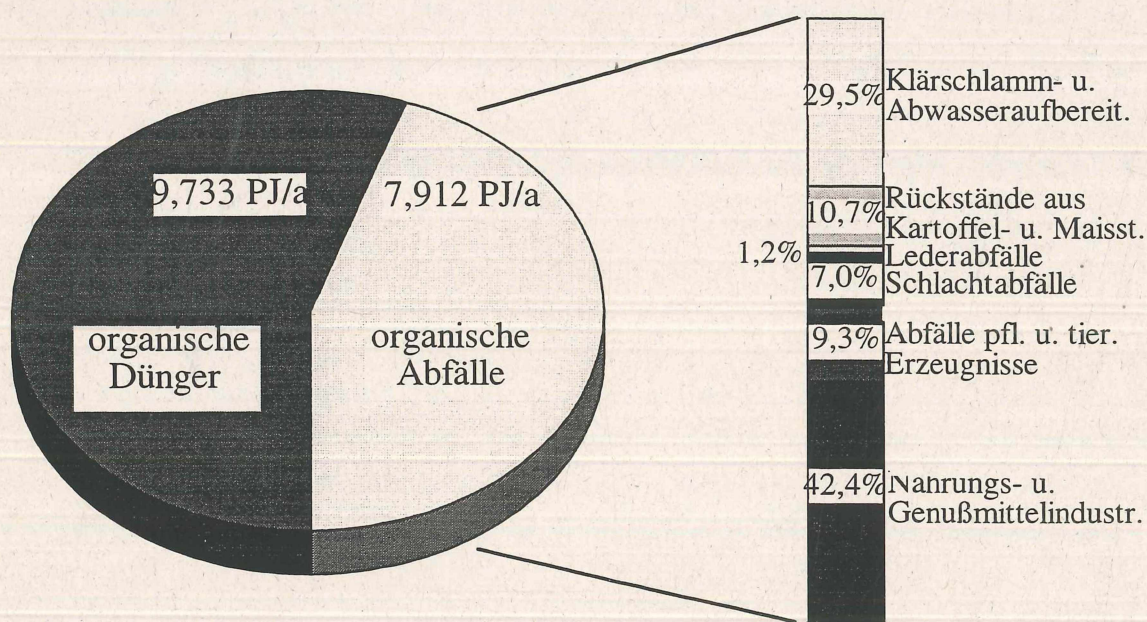


Abbildung 4: Nettoenergiepotential durch die Biomethanisierung organischer Dünger und organischer Abfälle aus der Landwirtschaft. (BOXBERGER 1996)

Hinzu kommt das Energiepotential (7,9 PJ/a) das durch die Verwertung geeigneter außerlandwirtschaftlicher Abfälle möglich wird. Wesentlich sind dabei die Bereiche:

- organische Abfälle aus der Nahrungs- und Genußmittelindustrie (z.B. Gemüseabfälle)
- Abfälle pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse (z.B. Altfett)

- Schlachtabfälle (z.B. Blut, Innereien, Panseninhalt)
- Speisereste
- Rückstände aus der Kartoffel- und Maisstärkeindustrie

Insgesamt ließe sich durch eine flächendeckende Biogasnutzung in Österreich eine Energiemenge von jährlich ca. 17, PJ (ca. 4700 GWh) gewinnen, wodurch ca. 400.000 t Heizöl pro Jahr ersetzt und 1,2 Mio t CO₂-Ausstoß pro Jahr vermieden werden könnten.

Da das bei sachgerechter Biogasnutzung entstehende Methan vollständig aufgefangen und in Blockheizkraftwerken verbrannt wird, können die während der Lagerung tierischer Exkremeente normalerweise frei werdenden Methanemissionen vermieden werden. Dazu ist es unbedingt notwendig, auch das Gülle-Endlager abzudichten und das dort entstehende Biogas ebenfalls zu nutzen.

Sobald darüber hinaus zur Cofermentation organische Abfälle genutzt werden, die ansonsten auf Deponien gebracht würden und dort Methanemissionen verursachten, verhindert das Biogasverfahren zusätzlich auch diesen Emissionsanteil.

Zusätzlich kommt es beim sachgerechten Einsatz von vergorener Gülle zu geringeren Stickstoffverlusten bei der Düngung, so daß energieintensiv hergestellter synthetischer Dünger eingespart werden kann. Das daraus resultierende CO₂-Reduktionspotential beträgt weitere 432 kt pro Jahr (Tabelle 3).

Tabelle 3: Gesamtentlastungspotential durch Biomethanisierung der organischen Dünger und Abfälle (in CO₂-Äquivalent) (BOXBERGER 1996)

Teilbereich	Menge	CO ₂ -Entlastung [CO ₂ -Äquivalent in kt/a]	Anteil [%]
Energie aus landwirtschaftlichen Düngern und Abfällen	9,7 PJ/a	787,4	24,6
	7,9 PJ/a	444,4	13,9
Methaneinsparung während der Lagerung organischer Dünger	30,5 kt CH ₄ /a	1068,8	33,4
substituierbarer mineralischer Stickstoffdünger	125 kt N/a	432	13,5
Vermeidung der Methan- emissionen aus Deponien	12,2 kt CH ₄ /a	468	14,6
Summe		3200,6	100

Die gesamte klimaentlastende Wirkung aller Teilbereiche beträgt 3,2 Mio t/CO₂-Äquivalente pro Jahr. Das entspricht einem Anteil an den Gesamt-CO₂-Emissionen in Österreich (103,3 Mio t CO₂-Äquivalente) von 3,2 %.

1.3.3 Anzahl der nötigen Biogasanlagen und Investitionsvolumen

Damit die dargestellten Energiepotentiale tatsächlich nutzbar werden, ist in Österreich die Errichtung einer Vielzahl von Biogasanlagen erforderlich, deren Bau und Betrieb mit erheblichen Investitionen in ländlichen Räumen verbunden ist.

Zur Verwertung der organischen Dünger aus der Tierhaltung und der organischen Abfälle wären insgesamt je nach Größe der Anlagen (30 - 100 GV) 12.662 bis 42.206 Biogasanlagen notwendig. Im Vergleich dazu sind bundesweit bislang 50 - 55 Anlagen in Betrieb.

Tabelle 4: Erforderliche Anzahl von Biogasanlagen für die Verwertung organischer Dünger und geschätztes Investitionsvolumen (bundesländerspezifisch) (BOXBERGER 1996)

Land	Zahl der Biogasanlagen bei einem Viehbestand pro Anlage von:		Investitionssumme [Mio ATS]
	30 GVE	100 GVE	
Burgenland	971	291	305,9 - 407,4
Kärnten	3.301	990	1039,8 - 1386,4
Niederösterreich	10.744	3.223	3384,4 - 4512,4
Oberösterreich	12.621	3.787	3975,6 - 5300,8
Salzburg	2.512	754	791,3 - 1055,0
Steiermark	8.446	2.534	2660,5 - 3547,3
Tirol	2718	815	84,4 - 114,2
Vorarlberg	887	266	279,4 - 372,5
Wien	5	2	1,6 - 2,1
Summe	42.206	12.662	12.523,0 - 16.331,5

Das erforderliche Investitionsvolumen für den Bau der Biogasanlagen ergibt sich aus der spezifischen Investition für den Neubau einer Biogasanlage von 10.500 ATS/GV bis 14.000 ATS/ GV und kann mit 12,5 Mrd. bis 16,3 Mrd ATS beziffert werden.

Die zur Errichtung der Biogasanlagen erforderlichen Investitionen bleiben in den Regionen und bewirken dort Innovationsimpulse und Beschäftigungseffekte. Über die positiven Beiträge zur Klimawirkung hinaus, geht damit von der Biogaserzeugung auch

ein Beitrag zur Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Erhöhung der Wertschöpfung in der Region aus.

1.4 Düngewirkung des Gärsubstrates und Ausbringtechnik

1.4.1 Verbesserte Stickstoffwirkung

Wirtschaftsdünger unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung vor allem in den Anteilen an organisch gebundenem und mineralischem Stickstoff (Abbildung 5). Im Festmist liegt der Anteil des organisch gebundenen Stickstoffes bei 90 - 95 %, während in der Jauche 95 % des Gesamtstickstoffes in Form von Ammonium vorliegen.

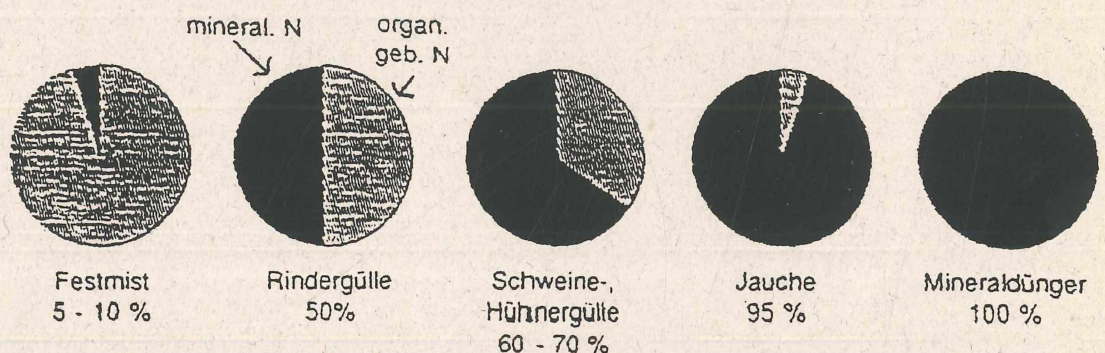


Abb. 2a: Anteil des NH_4 -Stickstoffs am Gesamtstickstoff der Wirtschaftsdünger

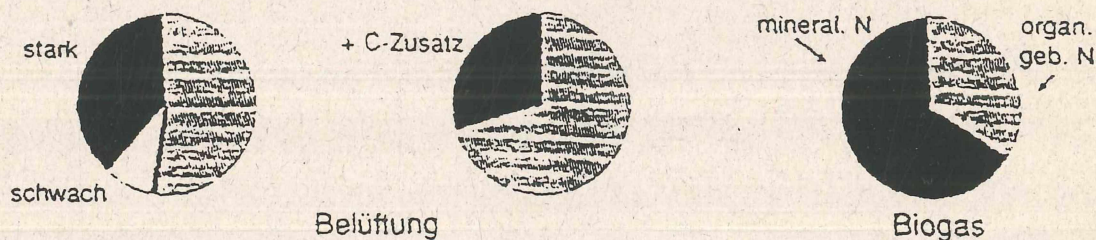


Abbildung 5: Anteil des NH_4 -Stickstoffes am Gesamtstickstoff der Wirtschaftsdünger (GUTSER 1990)

Der mineralische Anteil bestimmt die unmittelbare Düngewirkung, während der in der organischen Substanz gebundene Stickstoff die Dauerwirkung der Wirtschaftsdünger im Boden bestimmt. Der gesamte Nährstoffgehalt der Gülle ist von der Tierart, der Futtergrundlage, dem Haltungssystem und den Lagerungsbedingungen abhängig.

Ergebnisse von MESSNER (1988) zeigen, daß durch den mikrobiellen Abbau der organischen Substanz während der Methangärung der Ammoniumstickstoffanteil um ca. 30 % ansteigt (Tabelle 5). Dadurch verbessert sich die pflanzenbauliche Wirksamkeit des Gärsubstrates. Die vergorene Gülle kann deshalb ähnlich wie Jauche

oder Mineraldünger bedarfsgerechter und gezielter eingesetzt werden. Der Anteil des mineralisierten Stickstoffes wird umso höher sein, je leichter die organische Substanz der landwirtschaftlichen Dünger und organischen Abfälle von den Mikroorganismen abgebaut werden kann, je länger die Verweilzeit und je höher die Gärtemperatur ist. Die meisten Co-Fermentationsstoffe (z.B. Speisereste, Fette, Grasschnitt, Schlempe und Molke) sind sehr gut abbaubar.

Tabelle 5: Veränderung der Inhaltsstoffe anaerob fermentierter Gülle aus der Stiermast nach MESSNER (1988)

Gärdauer [Tage]	NH ₄ ⁺ /NH ₃ -N [kg/m ³]	TS [%]	C/N- Verhältnis	pH-Wert
0	2,9	7,6	8	7,3
35	3,3	5,1	5	7,9
70	3,4	4,4	4	8,0
105	3,7	4,3	4	8,0

Für die Reduzierung der Stickstoffverluste nach der Ausbringung ist der Trockensubstanzgehalt und das Kohlenstoff-Stickstoffverhältniss wichtig.

1.4.2 Günstigeres Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältniss

Bei unbehandelter Gülle wird stets ein Teil des enthaltenen Stickstoffs von Mikroorganismen im Boden festgelegt und ist dann bis zu seiner Remineralisierung für die Pflanzen unerreichbar. Durch die Vergärung in einer Biogasanlage verändert sich der Gesamtstickstoffgehalt des Flüssigmistes nicht, wohingegen Kohlenstoff abgebaut und in Methan umgewandelt wird. Das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis wird dadurch enger und deshalb kann weniger des in der Gülle enthaltenen Stickstoffs durch Mikroorganismen im Boden festgelegt werden. Der Stickstoff bleibt stattdessen in pflanzenverfügbarer Form (als NH₄-N und NO₃-N) erhalten, die Stickstoffwirkung der Gülle ist somit verbessert und die Düngewirkung kalkulierbarer.

Die Gefahr der Nitratauswaschung ist dadurch ebenfalls gemindert, weil die Stickstoffnachlieferung aus dem Bodenvorat auch dann stattfindet, wenn kein Pflanzenwachstum (z.B. nach der Ernte) vorhanden ist (GUTSER und DOSCH 1992). Der mineralisierte Stickstoff ist dann potentiell auswaschungsgefährdet. Der Ausbringzeitpunkt, die ausgebrachte Substratmenge sowie die Ausbringtechnik sind für

die Reduzierung der Nitratverluste bei vergorener und unvergorener Gülle jedoch gleichermaßen entscheidend, und müssen bei Biogas-Gülle sogar noch sorgfältiger gehandhabt werden.

1.4.3 Verringerter Trockensubstanzgehalt

Der Trockensubstanzgehalt wird durch den mikrobiellen Abbau im Fermenter um 30 % bis 50 % reduziert, die Gülle wird deshalb dünnflüssiger und homogener. Dadurch läuft der vergorene Flüssigmist schneller von den Pflanzen ab und infiltriert besser in den Boden. Ammoniak- und Geruchsemissionen nach der Ausbringung werden so tendentiell vermindert. Der kürzere Kontakt der Gülle mit den Pflanzen sowie der nach der Gärung geringere Gehalt an organischen Säuren haben außerdem zur Folge, daß Ätزشäden mit vergorener Gülle weitgehend vermieden werden.

In der Summe ergibt sich aus diesen Veränderungen, daß Biogasgülle als schnell wirkender Kopfdünger besonders gut geeignet ist und dem Bedarf der Pflanzen entsprechend in wachsende Bestände ausgebracht werden sollte. Bei optimaler Handhabung können unkontrollierte Stickstoffverluste in Gewässer ($\text{NO}_3\text{-N}$) und in die Atmosphäre ($\text{NH}_3\text{-N}$) minimiert werden wodurch ein wesentlicher Beitrag zum Umwelt- und Gewässerschutz geleistet wird. Darüberhinaus kann synthetischer Stickstoffdünger eingespart werden.

1.4.4 Ammoniak-Emissionen und Anforderung an die Ausbringtechnik

Die Ammoniakemissionsmindernde Wirkung des schnelleren Versickerns der Biogasgülle wird leider durch emissionsfördernde Faktoren überlagert. Aufgrund des höheren pH-Wertes sowie des gestiegenen Ammonium-Gehaltes der Gülle nach der Gärung ist die Ammoniak-Flüchtigkeit wesentlich höher. Dadurch ist, falls auf geeignete Lagerungs- und Ausbringungstechnik verzichtet wird, mit einer erheblichen Steigerung der NH_3 -Emissionsraten aus Güllelagerbehältern sowie während und nach der Ausbringung des Gärsubstrates bzw. der Sekundärrohstoffdünger zu rechnen.

Aufgrund der Gefahr erhöhter Ammoniakemissionen muß Biogasgülle in geschlossenen Behältern gelagert und bodennah z.B. mit Schleppschuh- oder Schleppschlauchverteilern in kleinen Gaben und möglichst in die Vegetation ausgebracht werden (Abbildung 6). Die homogenere und dünnflüssigere Biogasgülle eignet sich zur bodennahen Ausbringung mit Exaktverteilern besonders gut. Die sonst üblichen Pralltellerverteiler sind keinesfalls zur Ausbringung geeignet. Für die

Ausbringung eignen sich Verfahren der Tankwagenausbringung und die Verschlauchung. Gegebenenfalls kann auch die Trennung von Straßen- und Feldtransport sinnvoll sein.

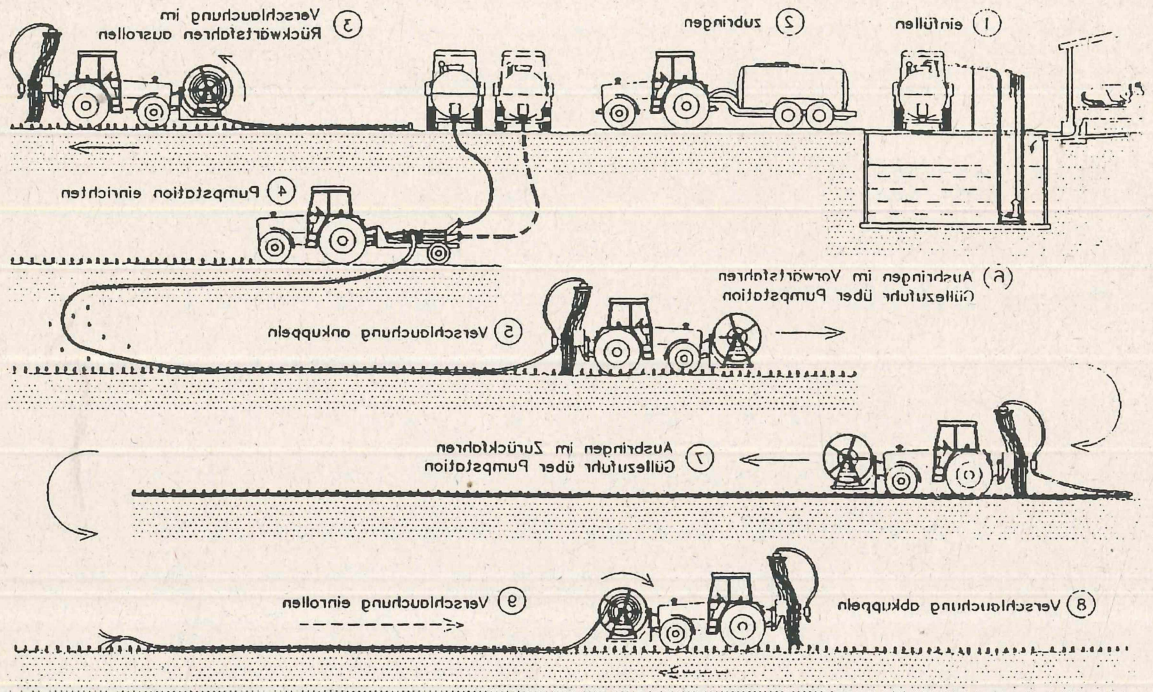


Abbildung 6: Bodennahe Gärsubstratausbringung mit Verschlauchung
(BOXBERGER et al. 1996)

Verfahren der Verschlauchung sind besonders gut geeignet, weil das Gärsubstrat mit geringem Bodendruck bei niedrigem Zugleistungsbedarf ausgebracht werden kann. Bei Anwendung dieser Techniken können auf Grünlandflächen Narbenschäden weitgehend verhindert werden. Ansprüche an die Arbeitsorganisation und die Investition sind allerdings entsprechend hoch.

2 Ökonomische Modellrechnung – Biologischer Landbau

2.1 Untersuchungsgebiet

Die in der nachfolgende Analyse erfaßte Region deckt sich weitestgehend mit dem in der Erhebung der Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 1994 (UBA 1995, S.134) ausgewiesene Gebiet Welser Heide und Traun-Enns Platte und umfaßt 52 Gemeinden (Abbildung 7). In der Agrarstrukturerhebung 1995 sind für diese Gemeinden 5.809 Betriebe – darunter 114 Betriebe ohne Kulturfläche - ausgewiesen. Davon bewirtschafteten insgesamt 5.341 Betriebe 86.601 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Die 25.882 ha forstwirtschaftliche Nutzfläche verteilten sich auf 4.937 Betriebe.

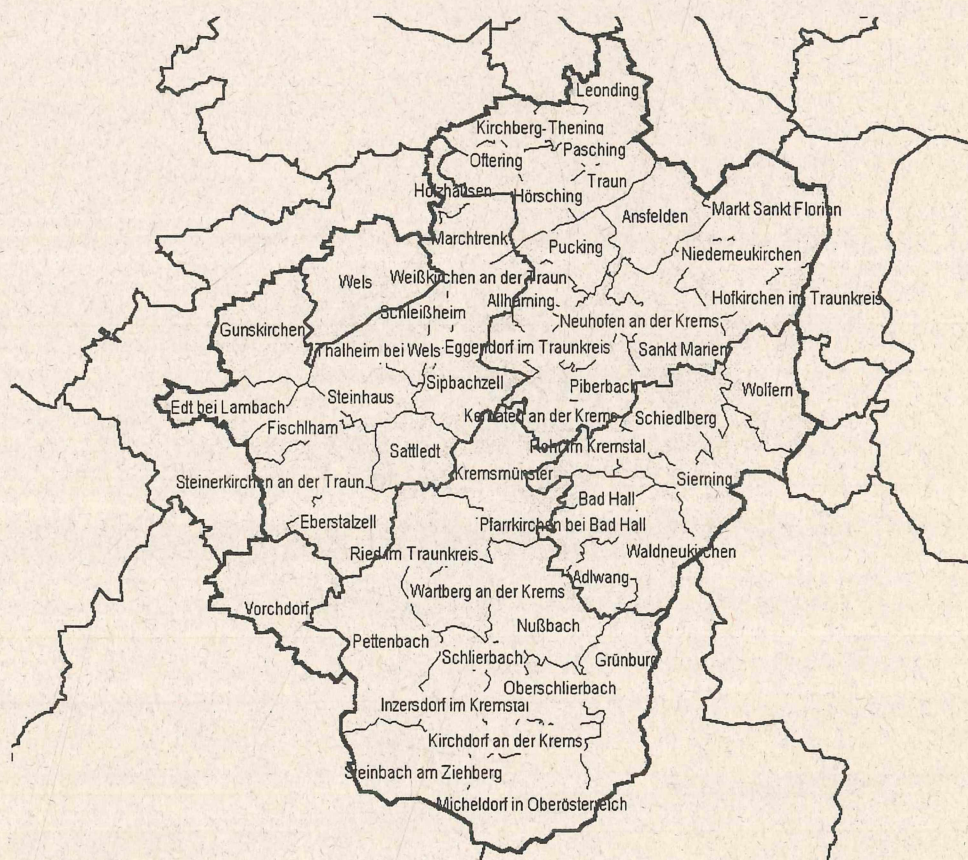
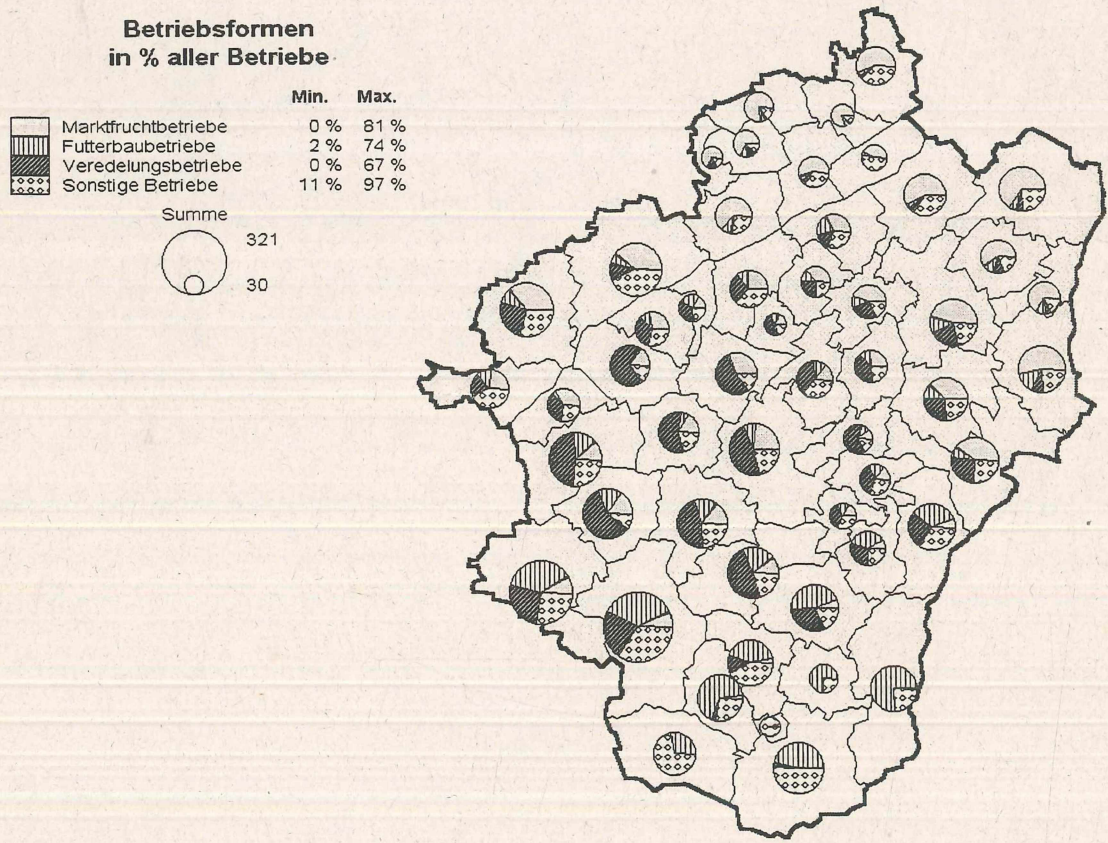


Abbildung 7: In der Analyse einbezogene Gemeinden des Gebietes Welser Heide und Traun-Enns Platte

Mehr als ein Viertel (28%) der Betriebe halten kein Vieh, 34% sind Rinderhalter (79% davon mit Milchkühen). Auf 55% der Betriebe werden Schweine gemästet bzw. gezüchtet. Hühner gibt es auf 36% der Betriebe, Schafe bzw. Ziegen werden auf 8 bzw. 7% der Betriebe gehalten.

2.1.1 Betriebsformen und Betriebsgrößen

Nach der Betriebsform weisen die Marktfruchtbetriebe mit 26% den höchsten Anteil gefolgt von den Veredelungsbetrieben mit 25% und den Futterbaubetrieben (20%) auf. Vom Rest erreichen nur die Forstbetriebe (12%) und die Landwirtschaftlichen Gemischtbetriebe (9%) nennenswerte Anteile. Wie die Abbildung 8 zeigt, bestehen auf Gemeindeebene jedoch große Unterschiede bei den Anteilen der einzelnen Betriebsformen. So weist Kirchdorf an der Krems mit 97% einen sehr hohen Anteil der sonstigen Betriebsformen (87% Forstbetriebe) auf. Pasching hat den höchsten Anteil an Marktfruchtbetrieben (81%), Grünburg und Oberschlierbach mit 74% die meisten Futterbaubetriebe und in der Gemeinde Steinhaus sind zwei Drittel der Betriebe als Veredelungsbetrieben einzustufen. In zehn Gemeinden liegt der Anteil an Veredelungsbetriebe über 40%, bei den Marktfruchtbetrieben sind dies 17 Gemeinden.



Quelle: ÖSTAT 1995; eigene Berechnungen

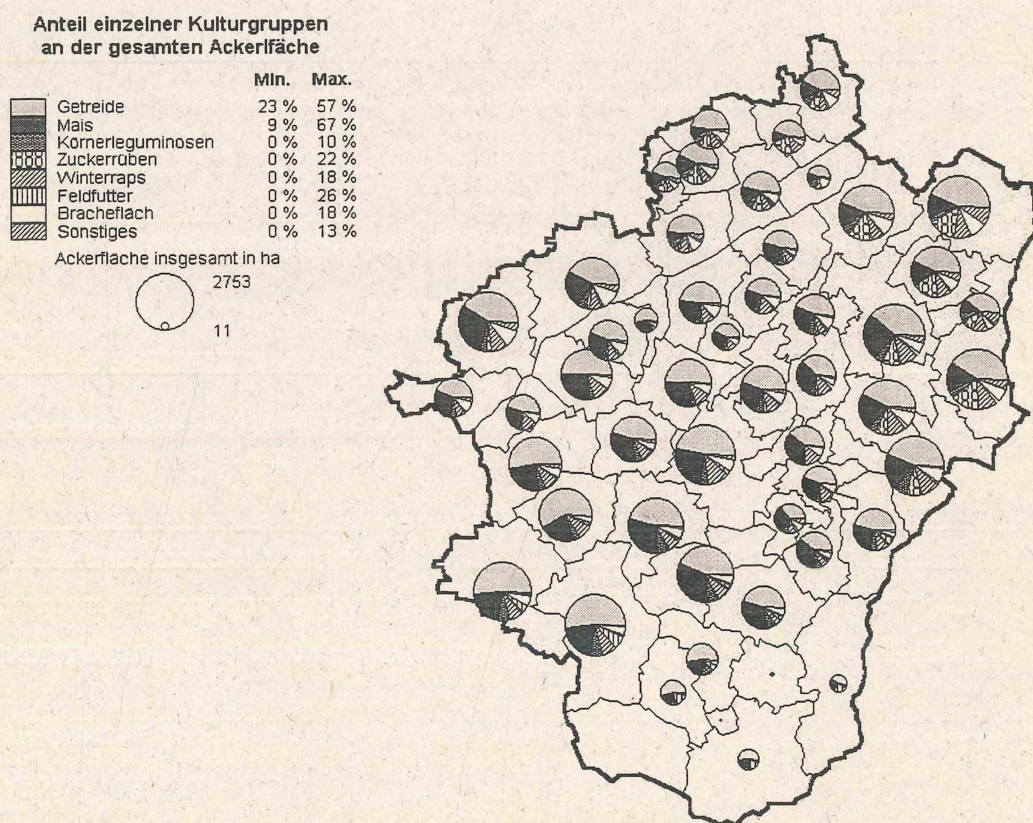
Abbildung 8: Anteil der Betriebsformen in den ausgewählten Gemeinden

Rund 40% der Betriebe bewirtschaften weniger als 10 ha Kulturlfläche, 41% zwischen 10 und 30 ha und 19% mehr als 30 ha Kulturlfläche. Der durchschnittliche Betrieb

verfügt über eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 16,2 ha. Der Anteil der Haupterwerbsbetriebe ist mit 42% im Vergleich zum österreichweiten Anteil von 31% relativ hoch. Nur 13% der Betriebe fallen in ein benachteiligtes Gebiet.

2.1.2 Flächennutzung

Von den 86.601 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entfallen 81% auf Ackerland, 17% auf Grünland und der Rest auf Hausgärten und Obstanlagen. Auf mehr als einem Fünftel (22%) der Ackerfläche wird Weizen angebaut, Gerste auf 17% während die restlichen Getreidearten nur eine untergeordnete Rolle spielen. Mais wächst auf etwas über 22% der Ackerfläche, die Zuckerrübenfläche erreicht knapp fünf Prozentpunkte. In diesem Gebiet spielt auch der Winterraps mit einem Anteil von knapp unter 10% eine wichtige Rolle. Körnererbse und Ackerbohne hingegen erreichen zusammen nur einen Flächenanteil von 2,3%, die Sojabohne 2,6%. Der Feldfutterbau macht insgesamt nur 2% aus. Der Anteil der Bracheflächen beträgt 8%.



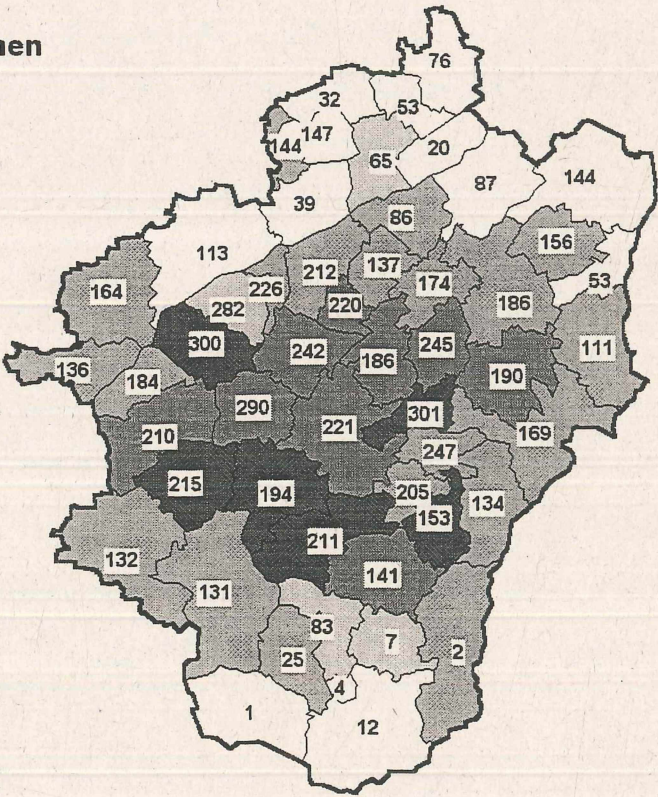
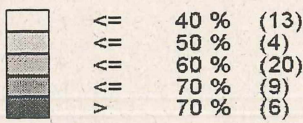
Quelle: ÖSTAT 1995; eigene Berechnungen

Abbildung 9: Anbauverhältnis je Gemeinde

2.1.3 Viehhaltung

In vier Gemeinden liegt der Anteil der Betriebe ohne Vieh über 60%. Zwei Gemeinden sind ohne Betriebe mit Rinderhaltung, Schweinehalter gibt es in jeder Gemeinde. Nur in acht Gemeinden halten mehr als die Hälfte der Betriebe Rinder, im Gegensatz liegt der Anteil der Betriebe mit Schweinen in 35 Gemeinden über 50%. Der durchschnittliche Bestand der Rinderhalter beträgt rund 17 Stück Vieh, in den Ställen der Milchviehalter stehen im Schnitt 7 Milchkühe. Bei den Schweinehaltern beläuft sich der durchschnittliche Bestand auf 161 Stück Schweine, bei den Betrieben mit Hühnern werden im Mittel 440 Hühner gehalten.

Anteil der Betriebe mit Schweinen
in % aller Betriebe



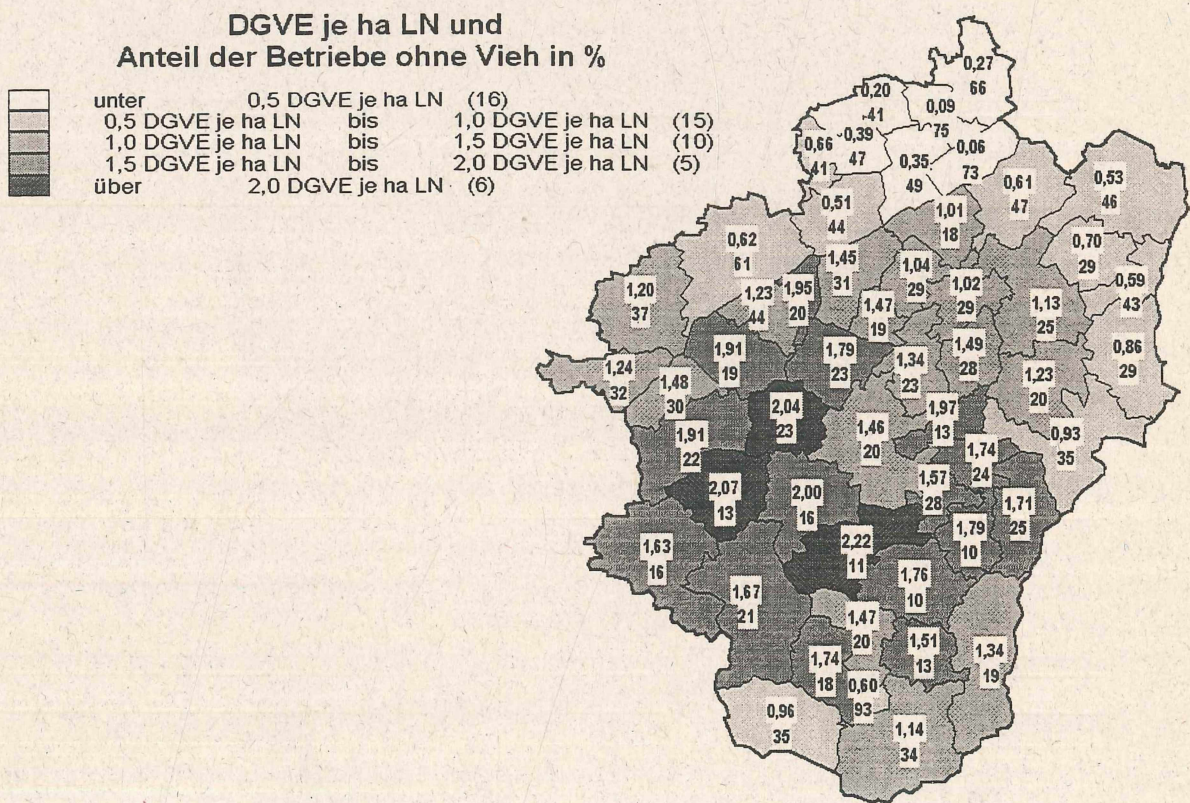
Quelle: ÖSTAT 1995; eigene Berechnungen

Abbildung 10: Anteil der Betriebe mit Schweine bzw. Schweine je Betrieb

Die Abbildung 10 zeigt den Anteil der Betriebe mit Schweine bzw. die Anzahl der Schweine je Betrieb auf Gemeindeebene. Die Schweinehaltung spielt in einigen Gemeinden eine zentrale Rolle. In sechs Gemeinden halten mehr als 70% der Betriebe

Schweine, in diese Gemeinden fallen auch die höchsten durchschnittlichen Schweinebestände mit 301 Stück Schweine je Betrieb.

Auf Grundlage der Daten über den Viehbestand wurden für das Gebiet die Dunggroßvieheinheiten (DGVE) errechnet und in Bezug zur landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) gesetzt. In der Abbildung 11 sind die Durchschnittswerte je Gemeinde ausgewiesen. Hohe Werte gehen hier in der Regel mit hohem Anteil der Betriebe mit Schweine (siehe Abbildung 10) konform. Spitzenreiter mit 2,22 DGVE/ha LN ist der Bezirk Wartberg an der Krems. Zu beachten ist, daß in die Berechnungen des DGVE-Besatzes auch die Flächen der viehlosen Betriebe - in der Abbildung 11 ist der Anteil der viehlosen Betriebe für jede Gemeinde dargestellt – eingehen. Der tatsächlichen Tierbesatz kann weit über den ausgewiesenen Werten liegen.



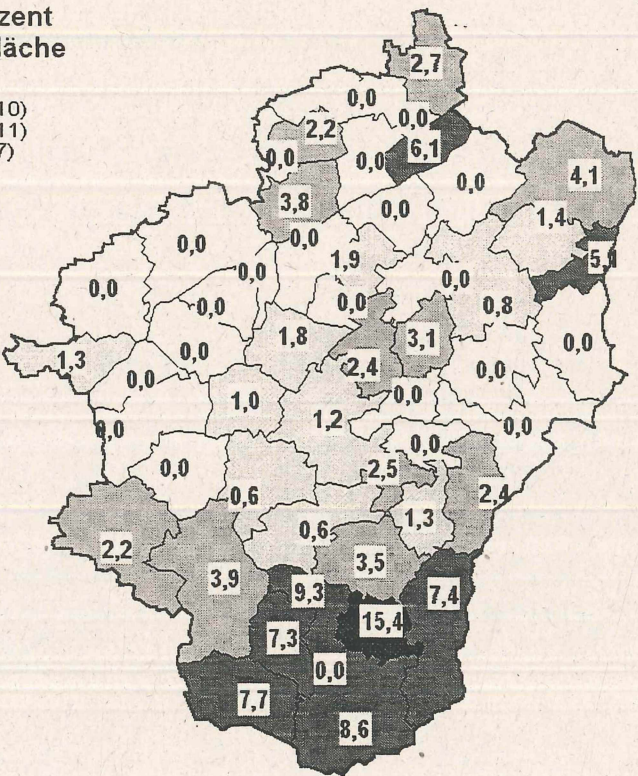
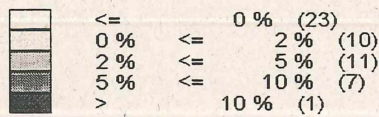
Quelle: ÖSTAT 1995; eigene Berechnungen

Abbildung 11: Dunggroßvieheinheiten je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche

2.1.4 Biobetriebe

Unter den 5.071 Betrieben mit mehr als 2 ha Kulturfäche waren im Jahr 1996 nur 115 Biobetriebe. Dies entspricht einem Anteil von 2,3 % im Gegensatz zum Durchschnitt von 8,2 % für das ganze Bundesgebiet. In 23 Gemeinden gab es keinen einzigen Biobetrieb, die höchsten Anteile werden in Gebieten mit hohem Anteil an Futterbaubetrieben erreicht (Abbildung 12).

Geförderte Biobetriebe in Prozent
aller Betriebe mit >2ha Kulturfäche



Quelle: ÖSTAT 1995; AMA 1996; eigene Berechnungen

Abbildung 12: Anteil der Biobetriebe je Gemeinde

2.2 Modellannahmen

Um die wirtschaftlichen Auswirkungen der Umstellung auf Biologischen Landbau für dieses Gebiet monetär zu erfassen, wurden zwei Modellbetriebe formuliert. Zum einen wurde ein Marktfruchtbetrieb und zum anderen ein Veredelungsbetrieb (Schweinemastbetrieb) ausgewählt. Diese beiden Betriebsformen repräsentieren rund die Hälfte der Betriebe des Gebietes (siehe 2.1.1) und nehmen auf Grund ihres Gefährdungspotentiales hinsichtlich der Wassergüte für dieses Gebiet zweifelsohne eine führende Rolle ein.

Der Gesamtdeckungsbeitrag (GDB) der Varianten dieser zwei Modellbetriebe wurde mittels linearer Planungsrechnung optimiert. Aufgrund des langfristigen Betrachtungszeitraumes blieben die degressiven Ausgleichszahlungen im Modell unberücksichtigt. Weiters fließen allfällige Änderungen der Fixkosten bzw. Kosten für notwendige Investitionen nicht in das Ergebnis ein. Im Falle des Marktfruchtbetriebes wird es im Zuge der Umstellung in den meisten Fällen zu keinen gravierenden Änderungen bei den Fixkosten kommen, womit diese vernachlässigbar sind. Beim Schweinemastbetrieb können unter Umständen sehr wohl erheblichen Veränderungen, vor allem was notwendige Investitionen zur Erfüllung der Auflagen in der Tierhaltung betrifft, notwendig werden. Diese sind in hohem Maße von der einzelbetrieblichen Situation abhängig und daher schwer zu Generalisieren. Bei betriebsindividuellen Kalkulationen sind diese Kosten abzuschätzen und im Ergebnis zu berücksichtigen.

2.2.1 Vorbemerkungen zur Fruchtfolgegestaltung, zu den Preisen und zum Arbeitsaufwand

Die Fruchtfolgen des Marktfrucht- und des Schweinemastbetriebes sind an praxisüblichen Beschreibungen konventioneller und biologisch wirtschaftender Betriebe angelehnt. Die Angaben für die Biobetriebe stammen aus dem Datensatz der AMA für das Jahr 1996, der im Zuge der ÖPUL-Förderungen erstellt wurde. Dieser Datensatz umfaßt etwa 18.000 Biobetriebe. Daraus wurden jene Betriebe ausgewählt, die einerseits in der betrachteten Region Welser Heide / Traun-Enns-Platte wirtschaften und andererseits in ihrer Betriebsstruktur einer häufig vorzufindenden Ausprägung von typischen Betriebszweigen (siehe Datensatz der ÖSTAT zum Viehbesatz in den betrachtenden Gemeinden) möglichst nahe kommen.

Daraus ergaben sich für den reinen Marktfruchtbetrieb 12 Beispiele für typische Biobetriebe, die einen GVE-Besatz kleiner als 0,2 je ha LN aufweisen. Für den Schweinemastbetrieb konnten 9 Biobetriebe aus der zu betrachtenden Region selektiert werden, die mehr als 9 Mastschweine (in der Gewichtskategorie 80 - 110 kg) aufweisen und insgesamt mehr als 24 Mastschweine halten. Da die betrachteten Betriebe zum Teil größere Varianzen in der Fruchtfolgegestaltung erkennen lassen, wurden kleinere Modifikationen auch aufgrund weitere Betriebsbeispiele aus der Region und den Erfahrungen aus der Beratung vorgenommen.

Beim Schweinemastbetrieb waren zudem Vorgaben aus einer praxisüblichen Rationsgestaltung (s. unten) zu beachten. Auch hier ergaben sich kleinere

Modifikationen in der Fruchtfolgegestaltung (im Vergleich zu den 9 selektierten Biobetrieben) nach Rücksprache mit der Praxis.

Nicht zuletzt spielten bei beiden Betriebstypen auch Überlegungen nach systemorientierten, aber auch möglichst einfach in die Praxis umsetzbaren Fruchtfolgen eine Rolle, was sich u.a. in dem Nicht-Vorhandensein von Sonder- und Spezialkulturen widerspiegelt.

Daten zum **Arbeitsaufwand** im Biologischen Landbau sind bisher nur in geringer Zahl vorhanden. SCHLÜTER (1985), BÖCKENHOFF et al. (1986), DABBERT (1990) sowie BECHMANN et al. (1992) und NÄF (1995) ermittelten im Biologischen Landbau eine Erhöhung des Arbeitsaufwandes um 10-50 %, wobei diese Angaben hauptsächlich aus gemischten viehaltenden (meist Rinder haltenden) Biobetrieben stammen. Dieser große Schwankungsbereich ergibt sich aufgrund der großen Varianz in der Betriebsstruktur der Biobetriebe. (Der Bereich der Direktvermarktung ist wegen seiner schwierigen Erfassung in der Regel ausgeklammert).

NÄF (1995) ermittelte ausgehend von den 26 Biobetrieben des Pilotbetriebsnetzes in der Schweiz für einzelne Kulturen die Arbeitsmehraufwendungen für Biobetriebe im Vergleich zu konventionellen Betrieben.

Getreide: zusätzlicher Arbeitsaufwand im Biolandbau zwischen 28 und 36 %

Kartoffeln: zusätzlicher Arbeitsaufwand im Biolandbau von 34 %

Silomais: zusätzlicher Arbeitsaufwand im Biolandbau von 67 %

Aus Gründen der Vereinfachung und Plausibilität (auch aufgrund der Agrar- und Marktstruktur in der betrachteten Region) wurden im Modell **nur Annahmen für die Feldarbeitszeit** getroffen und somit mit einer konventionellen Verarbeitung und Vermarktung (über Großabnehmer ohne hofeigene Initiativen) gerechnet, die als weitgehend unabhängig vom Bewirtschaftungssystem angenommen wird. Dementsprechend wurden stets **Erzeugerpreise** (ERNTE-VERBAND 1997) auf Großhandelsebene für Umstellungs- und Bioware für die Deckungsbeitragsberechnungen herangezogen. Für den konventionellen Landbau wurden die Erzeugerpreise aus den Jahren 1995 und 1996 herangezogen (BMLF 1995-1996).

Im Modell wurde im *viehlosen Ackerbau* für den Umstellungs- wie auch für den anerkannten Biobetrieb ein Arbeitsmehraufwand für die Feldarbeitszeit von 38 % im Getreide und von bis zu 67 % bei Hackfrüchten und Körnermais angenommen. Auf

diese Weise soll auch hier eine zu optimistische Einschätzung des Biologischen Landbaus vermieden werden.

Die Arbeitszeit für die Bio-Schweinemast wurde im Vergleich zum konventionellen Landbau um 25 % höher angesetzt. Dazu kommt noch der erhöhte Arbeitszeitaufwand in der Futtergewinnung (Bodennutzungsaktivitäten). Nach Angaben von NÄF (1995) liegt in der biologischen Schweinemast der Arbeitszeitmehraufwand bei 50 %.

2.2.2 Marktfruchtbetrieb

Als Referenzvariante wird ein konventioneller Modellbetrieb mit 40-ha Ackerfläche und einem Zuckerkontingent, das bei einem angenommenen Rübenenertrag von 575 dt/ha rund 13% der Ackerfläche beansprucht, angenommen. Der Betrieb nimmt mit den Maßnahmen Elementarförderung und Fruchtfolgestabilisierung und auf Teilfläche auf Verzicht auf Wachstumsregulatoren am ÖPUL teil. Eine zweite Variante greift Maßnahmen, die in der Richtlinien des Landes Oberösterreich für das Förderungsprogramm Grundwasser 2000 (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1996a) beschrieben sind, auf. Im speziellen sind dies eine zusätzliche Zwischenbegrünungsfläche und der vermehrte Anbau von Untersaaten.

Bei der Umstellung auf Biologischen Landbau muß man in der Regel zwischen der zweijährigen Umstellungsphase und der Zeit danach als anerkannter Biobetrieb unterschieden. Aus diesem Grund wurden hier zwei Varianten gerechnet. Der wesentliche Unterschied liegt in den Preisen für die erzeugten Produkte. In der Umstellungsphase kann der Landwirt sein Produkte nur als Umstellungsware (Futtermittel für andere viehhaltende Betriebe) zu niedrigeren Preisen verkaufen.

Hinsichtlich der **pflanzenbaulichen Erträge** im Biologischen Landbau wurden in den Modellberechnungen bewußt eher **pessimistische Annahmen** gemacht, um von den jedenfalls existenten Potentialen auszugehen und diese in ihrer ökonomischen Konsequenz aufzuzeigen. Die für den Marktfruchtbetrieb im Falle der Umstellung auf Biologischen Landbau angenommenen Erträge ackerbaulicher Kulturen liegen daher meist klar unter den in der Literatur für Biobetriebe im mitteleuropäischen Raum beobachteten bzw. gemessenen Erträge³:

³ Die in der Literatur vorhandenen Daten zu Erträgen im Biologischen Landbau beziehen sich in der Regel auf gemischte, viehhaltende Betriebe, häufig mit relativ ungünstigen Standortbedingungen. Für den reinen Ackerbaubetrieb, der meist auf Böden mit hohen Bodenzahlen wirtschaftet existieren keine Ertragsangaben. BECHMANN et al. (1992) nehmen geringere Ertragsrückgänge im Ökologischen

- So wurden im Modell die *Getreideerträge* in der Umstellung und nach der Anerkennung auf 50-55 % der konventionellen Erträge angenommen.
Aus publizierten Quellen ist ersichtlich, daß im Vergleich zum konventionellen Landbau die Erträge beim Getreide im Biologischen Landbau sich hingegen nur um durchschnittlich 20-40 % reduzieren (STEINMANN 1983, BÖCKENHOFF 1986, VEREIJKEN 1986, BMELF 1991, BECHMANN et al. 1992, FREYER und HARTNAGEL 1992, BMLF 1994-1996, FAT 1992-1996).
- Bei *Kartoffeln* als wichtigste Hackfrucht im Biologischen Landbau wurde im Modell ein Ertrag von 120 dt angenommen, das sind etwa 60-65 % des Ertrages der konventionellen Betriebe in der Traun-Ennsregion. Ergebnisse von buchführenden Biobetrieben in Österreich (BMLF 1994-1996)⁴ und der Schweiz (FAT 1992-1996) zeigen, daß der Ertragsrückgang im Biologischen Landbau im Durchschnitt über das gesamte jeweilige Bundesgebiet bei Kartoffeln nur 20-45 % beträgt.
- Bei *Körnererbse* liegen die Erträge von den buchführenden Biobetrieben in Österreich um ca. 15% niedriger als in den konventionellen Vergleichsbetrieben (BMLF 1994-1996). Im Modell wurde der Ertragsrückgang bei Körnererbse in den Umstellungs- und Biobetrieben mit mind. 20 % angenommen.
- Bei *Körnermais* wurden aufgrund der herbologischen Probleme bei dieser Kultur im Biologischen Landbau lediglich 40 dt Ertrag angenommen (das sind etwa 40-50% des in der Traun-Ennsregion üblichen Ertrages der konventionellen Betriebe). Beim Mais sind gegenwärtig für den mitteleuropäischen Raum noch keine Erträge von Biobetrieben publiziert.
- Bei der *Sojabohne* gilt hinsichtlich der Erträge ähnliches wie beim Mais. Aufgrund der *N₂-Fixierung* als Leguminose sind allerdings die Ertragsrückgänge nicht in diesem hohen Ausmaß anzunehmen. Im Modell wurde mit 18 dt Ertrag gerechnet (das entspricht etwa einer Ertragsreduktion von 30 % des in der Betrachtungsregion üblichen Durchschnitts der konventionellen Betriebe). Auch bei der Sojabohne sind gegenwärtig keine Erträge von Biobetrieben publiziert.

Landbau auf begünstigten Standorten an. Diese Annahme wurde aufgrund fehlender Bestätigung in der Praxis nicht für die Modellberechnung berücksichtigt.

⁴ Der Vergleich zu den konventionellen Betrieben erfolgte über „Partnerbetriebe“, das sind Betriebe mit möglichst ähnlicher Struktur sowie ähnlichen Boden-, Standort- und Klimaverhältnissen wie die der Biobetriebe

2.2.3 Schweinemastbetrieb

Der Modellbetrieb für die Schweinemast umfaßt in der konventionell Referenzvariante 25 ha landwirtschaftliche Nutzfläche und 330 Mastplätze. Dies entspricht einem DGVE-Besatz von 2,2 DGVE/ha LN. Der Betrieb nimmt mit der Elementarförderung und der Fruchtfolge stabilisierung am ÖPUL teil. Die zweite Variante stützt sich wieder an die oben erwähnten Maßnahmen im Förderungsprogramm Grundwasser 2000 (GW 2000). Hinzu kommen noch die zwei Varianten für biologische Wirtschaftsweise, einmal in der Umstellungsphase und einmal als anerkannter Biobetrieb. Mit angenommenen 200 Mastplätzen errechnet sich für diese Betriebe ein DGVE-Besatz von 1,4 DGVE/ha LN.

Das Ertragsniveau für die Varianten mit biologischer Wirtschaftsweise fällt im Gegensatz zum Marktfruchtbetrieb je nach Kultur nur zwischen 10 und 20 % gegenüber der Referenzvariante ab. Dies ist auf den Einsatz des am Betrieb anfallenden Wirtschaftsdüngers aus der Schweinemast zurückzuführen.

Die Rationsgestaltung für den Umstellungs- und Biobetrieb orientiert sich zum einen an den Fruchtfolgen der selektierten 9 Biobetriebe, zum anderen an Vorgaben an eine artgerechte aber dennoch relativ intensive Schweinemast. Diesbezügliche Informationen stammen von STORHAS (1988), ANONYM (1995) und ZOLLITSCH (1997). Die Grundlagen der Rationsberechnungen für den konventionellen Betrieb entstammen Berechnungen zu Anpassungsstrategien für Schweinemastbetriebe von SCHNEEBERGER und HUNGER (1994). Zu beachten bleibt für beide Produktionssysteme, daß es sich um „durchschnittliche“ Rationen gemittelt über Vor- und Endmast handelt.

Die Leistungen in der **Schweinemast** sind bei den buchführenden Biobetrieben in der Schweiz um 2-16% im Hinblick auf die täglichen Zuwachsraten geringer als in den konventionellen Vergleichsbetrieben (FAT 1992-1996). Die täglichen Zunahmen im Modell sind im Biologischen Landbau um 6 % geringer (630 g gegenüber 670 g) angenommen bei einem um 5 kg höheren Mastendgewicht (115 kg gegenüber 110 kg). Bei einer angenommenen Leerzeit von 10 Tagen ergeben sich somit 2,5 Umtriebe pro Jahr im Vergleich zu 2,8 im konventionellen Betrieb.

Der Futterverbrauch wurde mit ca. 280 kg je Mastschwein um 12 % höher angesetzt, damit errechnet sich eine um 5 % schlechtere Futterverwertung bei Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise. Dokumentiert sind wiederum nur Ergebnisse aus den Buchführungsbetrieben der Schweiz. Hier liegt die Futterverwertung der Biobetriebe im Schnitt ebenfalls um 5-6% niedriger als der konventionelle Durchschnitt (FAT 1992-1996).

In der Umstellungsphase stellen die relativ hohen Futtermittelkosten bei gleichzeitig konventioneller Vermarktung des Schweinefleisches das Hauptproblem dar. Nach der Anerkennung kann das Fleisch als Bioware verkauft werden. Beim anerkannten Biobetrieb wurde mit einem Preiszuschlag von 35% (nach Angaben von ERNTE Verband 1997) gerechnet.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Marktfruchtbetrieb

Der Tabelle 6 ist die Betriebsorganisation des konventionellen Betriebes zu entnehmen. Neben den Ertrags- und Preisangaben sind noch der Deckungsbeitrag je ha (inkl. Kulturpflanzenausgleich) und die Anbaufläche der nach der Optimierung realisierten Produktionsverfahren ausgewiesen. Die summierten Deckungsbeiträge der einzelnen Kulturen ergeben zusammen mit den Prämien für die ÖPUL-Maßnahmen den Gesamtdeckungsbeitrag des Betriebes. Zusätzlich ist in dieser Tabelle noch für jedes Produktionsverfahren der Feldarbeitszeitbedarf ersichtlich.

Tabelle 6: Betriebsorganisation des konventionellen Betriebes

Verfahren	Ertrag dt/ha	Preis S/dt	DB S/ha	Fläche ha	DB Gesamt	Akh/ha	Akh Gesamt
Winterweizen	57	180	7.200	14,00	100.800	13	182
Wintergerste	58	170	6.700	7,22	48.374	13	94
Sommergerste	52	170	6.300	1,04	6.552	12	12
Winterraps	32	260	7.700	4,78	36.806	14	67
Körnermais	80	190	7.600	6,00	45.600	15	90
A-Zuckerrübe	575	78	29.400	4,17	122.598	50	209
B-Zuckerrübe	575	46	11.000	1,05	11.550	50	53
Stillegung			4.000	1,74	6.960	5	9
Gründecke			-800	12,26	-9.808	4	49
Summe				40,00	369.432		764
Elementarförderung			500	38,26	19.130		
Fruchtfolgestabilisierung Prämie 1			1.900	14,00	26.600		
Fruchtfolgestabilisierung Prämie 2			950	24,26	23.047		
Verzicht auf Wachstumsregulatoren			800	22,26	17.808		
ÖPUL					86.585		
Gesamt					456.017		

In den Tabellen 7, 8 und 9 sind die Betriebsorganisationen der Variante mit Teilnahme am GW 2000 und den beiden Varianten mit biologischer Wirtschaftsweise nach dem

gleichen Schema dargestellt. Bei der Varianten mit Teilnahmen am GW 2000 muß auf Grund der zusätzlichen Zwischenbegrünung der Anteil der Sommerungen erhöht werden. Der Maisanbau erfolgt in diesem Fall mit Untersaat.

Tabelle 7: Betriebsorgansiation des Betriebes mit Teilnahmen am GW 2000

Verfahren	Ertrag dt/ha	Preis S/dt	DB S/ha	Fläche ha	DB Gesamt	Akh/ha	Akh Gesamt
Winterweizen	57	180	7.200	14,00	100.800	13	182
Wintergerste	58	170	6.700	3,22	21.574	13	42
Sommergerste	52	170	6.300	5,04	31.752	12	60
Winterraps	32	260	7.700	4,78	36.806	14	67
Körnermais	80	190	7.600	6,00	45.600	15	90
A-Zuckerrübe	575	78	29.400	4,17	122.598	50	209
B-Zuckerrübe	575	46	11.000	1,05	11.550	50	53
Stillegung			4.000	1,74	6.960	5	9
Gründecke			-800	12,26	-9.808	4	49
zusätzl. ZW-Begr.			-1.100	4,00	-4.400	6	24
Untersaat			-600	6,00	-3.600	4	24
Summe				40,00	359.832		808
Elementarförderung			500	38,26	19.130		
Fruchtfolgestabilisierung Prämie 1			1.900	14,00	26.600		
Fruchtfolgestabilisierung Prämie 2			950	22,00	20.900		
Verzicht auf Wachstumsregulatoren			800	22,26	17.808		
ÖPUL					84.438		
zusätzliche Zwischenbegrünung			2.500	4,00	10.000		
Untersaat			1.000	6,00	6.000		
Sockelbetrag					2.000		
GW 2000					18.000		
Gesamt					462.270		

Bei biologischer Wirtschaftsweise wird ein Mindestanteil an Stilllegungsfläche von 15 % unterstellt. Dies soll neben dem vermehrten Anbau von Körnerleguminosen die ausreichende Versorgung mit Stickstoff gewährleisten. Die betriebswirtschaftlich optimale Fruchtfolge in der Umstellungsphase unterscheidet sich von der nach der Anerkennung als Biobetrieb. Die Ursachen dafür liegen vor allem in der unterschiedlichen Vermarktungsmöglichkeit und den erzielbaren Preisen bei Umstellungsware und bei anerkannter Bio-Ware.

Tabelle 8: Betriebsorgansiation des Biobetriebes in Umstellung

Verfahren	Ertrag dt/ha	Preis S/dt	DB S/ha	Fläche ha	DB Gesamt	Akh/ha	Akh Gesamt
Winterweizen	30	270	6.000	10,00	60.000	18	180
Wintergerste	30	275	6.200	8,00	49.600	18	144
Hafer	27	260	5.600	4,00	22.400	16	64
Körnererbse	25	305	5.800	8,00	46.400	22	176
Sojabohne	18	425	7.200	2,00	14.400	25	50
Körnermais	40	325	7.900	2,00	15.800	25	50
Stillegung			3.800	6,00	22.800	7	42
Gründecke			-1.000	8,00	-8.000	5	40
Summe				40,00	223.400		746
Elementarförderung			500	34,00	17.000		
Fruchtfolgestabilisierung			1.200	34,00	40.800		
Biologische Wirtschaftsweise			4.500	34,00	153.000		
ÖPUL					210.800		
Gesamt					434.200		

Tabelle 9: Betriebsorgansiation des Biobetriebes nach Anerkennung

Verfahren	Ertrag dt/ha	Preis S/dt	DB S/ha	Fläche ha	DB Gesamt	Akh/ha	Akh Gesamt
Winterweizen	30	440	11.100	8,00	88.800	18	144
Dinkel	28	400	9.300	6,00	55.800	16	96
Wintergerste	30	400	10.800	4,00	43.200	18	72
Hafer	27	320	7.000	2,00	14.000	16	32
Körnererbse	25	305	5.800	9,00	52.200	22	198
Sojabohne	18	600	10.300	2,00	20.600	25	50
Körnermais	40	390	10.500	2,00	21.000	25	50
Speisekartoffel	120	450	29.000	1,00	29.000	150	150
Stillegung			3.800	6,00	22.800	7	42
Gründecke			-1.000	8,00	-8.000	5	40
Summe				40,00	339.400		874
Elementarförderung			500	34,00	17.000		
Fruchtfolgestabilisierung			1.200	34,00	40.800		
Biologische Wirtschaftsweise			4.500	34,00	153.000		
ÖPUL					210.800		
Gesamt					550.200		

In der Abbildung 13 sind die Gesamtdeckungsbeiträge (GDB) der einzelnen Varianten gegenübergestellt. Bei Teilnahme am Programm Grundwasser 2000 erhöht sich unter den getroffenen Annahmen der GDB um ca. 6.000 Schilling bei jedoch einem um 44 AKh erhöhtem Arbeitskraftbedarf. Bei der Variante für den Biobetrieb in der

Umstellungsphase fällt der GDB unter das Niveau der Referenzvariante. Die Einbuße macht rund 22.000 S bzw. 5 % des GDB's aus. Durch die Auflassung des Zuckerrübenanbaues geht in Summe der Feldarbeitszeitbedarf leicht zurück.

Der GDB nach der Anerkennung liegt - unter den getroffenen Annahmen – erheblich über dem GDB der Referenzvariante. Hier wirkt sich der oben erwähnte höhere Preis für anerkannte Bio-Ware recht deutlich aus. Im GDB ist allerdings der Anstieg der Feldarbeitszeitbedarf gegenüber der Referenzvariante um 110 AKh, der durch das geänderte Produktionsprogramm (vor allem durch den Kartoffelanbau) bedingt ist, noch nicht abgegolten. Ebenfalls beinhalten beide Varianten mit biologischer Wirtschaftsweise noch keinen zusätzlichen Arbeitszeitbedarf im Managementbereich für das Führen von notwendigen Aufzeichnungen und die Weiterbildung (Arbeitsgruppen, Kurse) im Bereich der biologischen Landwirtschaft.

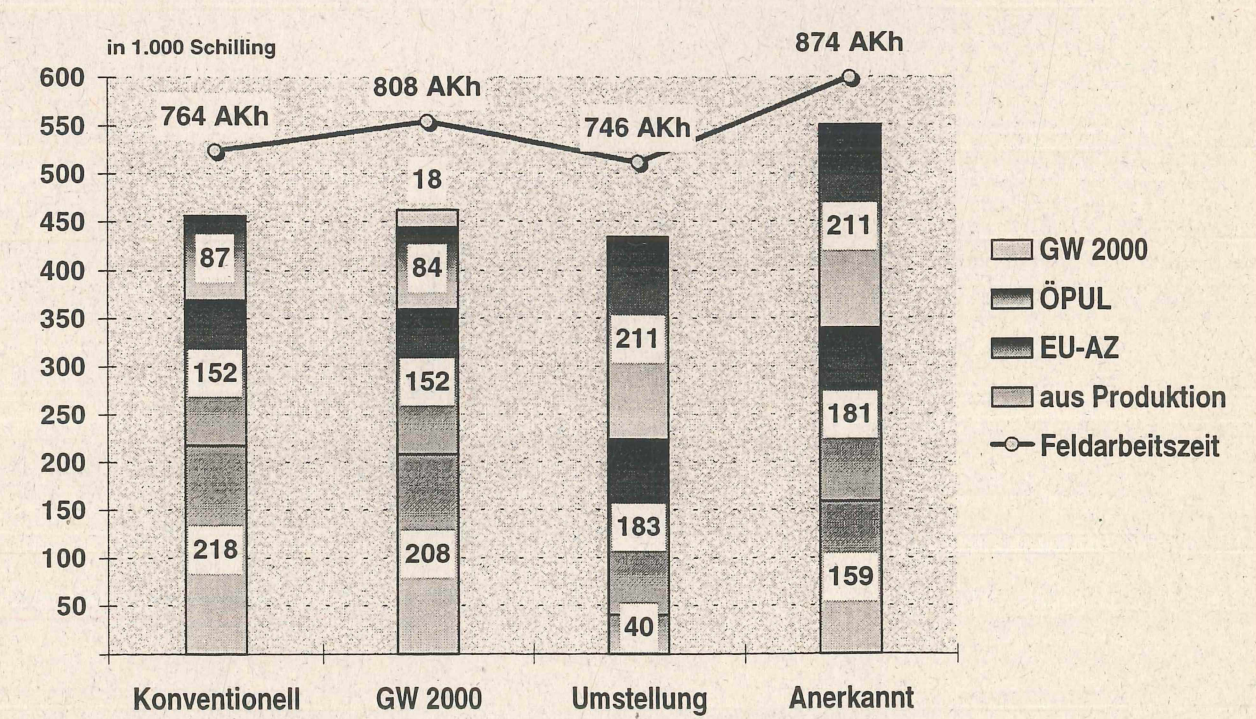


Abbildung 13: Gesamtdeckungsbeitrag der optimierten Varianten des Marktfruchtbetriebes

2.3.2 Schweinemastbetrieb

Die Umstellung eines Schweinemastbetriebes auf biologische Wirtschaftsweise hat einschneidende Änderungen in der Betriebsausgestaltung und –organisation zur Folge. Während die Auflagen bei der Teilnahme am Programm GW 2000 alleinig auf die Maßnahmen im Ackerbau abzielen und auf die Tierhaltung keine primären Auswirkungen haben, kommt es bei der biologischen Wirtschaftsweise zu systembedingten Änderungen sowohl im Ackerbau als auch in der Tierhaltung.

Tabelle 10: Anbauverhältnis der optimierten Varianten des Schweinemastbetriebes

	Konventionell 2,2 DGVE/ha LN	GW 2000 2,2 DGVE/ha LN	Umstellung 1,4 DGVE/ha LN	Anerkannt 1,4 DGVE/ha LN
Winterweizen	5,00	5,00	6,25	6,25
Wintergerste			10,00	10,00
Naßmais	12,50	12,50		
Raps	6,25	6,25		
Körnererbse			5,37	6,25
Sojabohne			1,25	1,25
Ackerbohne			0,88	
Grünbrache	1,25	1,25	1,25	1,25
Zwischenfrucht	7,50	7,50	7,50	7,50
Zusätzl. Zwischenfrucht		5,00		
Untersaat		5,00		

Der Tabelle 10 können die optimierten Anbauverhältnisse der vier optimierten Varianten entnommen werden. Bei der Variante GW 2000 bewirken die 5 ha zusätzliche Zwischenbegrünung keine Änderung im Anbauverhältnis der nach der Optimierung realisierten Kulturen. Auf 5 der 12,5 ha Maisfläche wird eine Untersaat angelegt.

Im Gegensatz dazu kommt es bei den Varianten mit biologischer Wirtschaftsweise zu einer gänzlich neuen Fruchtfolge. Der Maisanbau wird aufgrund herbologischer Probleme aufgelassen, Körnerleguminosen werden in größerem Umfang angebaut. Die Schweinemast erfolgt mit einer Ration aus Getreide und Körnerleguminosen. Die Stillungsfläche bleibt im Vergleich zur Referenzvariante gleich hoch, weil durch die Zufuhr von Wirtschaftsdünger aus der Schweinemast, den geringeren Erträgen und dem Anbau von Körnerleguminosen eine ausreichende Stickstoffversorgung gewährleistet ist.

Tabelle 11: Ausgewählte betriebliche Kennzahlen der optimierten Varianten

	Konventionell 2,2 DGVE/ha LN	GW 2000 2,2 DGVE/ha LN	Umstellung 1,4 DGVE/ha LN	Anerkannt 1,4 DGVE/ha LN
Mastplätze	330	330	200	200
Verkaufte Mastschweine	924	924	500	500
Umtriebe	2,80	2,80	2,50	2,50
DGVE/ha	2,2	2,2	1,4	1,4
Schweinepreis S/kg SG	21,5	21,5	21,5	29,0
AKh	1.947 AKh	2.007 AKh	1.884 AKh	1.884 AKh

In der Tabelle 11 ist klar ersichtlich, daß es durch die Umstellung auf Biolandbau zu einer deutlichen Extensivierung in der Schweinemast kommt. Durch den Rückgang der Mastplätze von 330 auf 200 Stück und der geringeren Anzahl an Umtrieben fällt der Viehbesatz von 2,2 auf 1,4 DGVE je ha LN. Trotz höherem Arbeitszeitbedarf je Mastschwein im Biologischen Landbau bleibt der Gesamtarbeitszeitbedarf durch die niedrigere Anzahl an gemästeten Schweinen in etwa gleich.

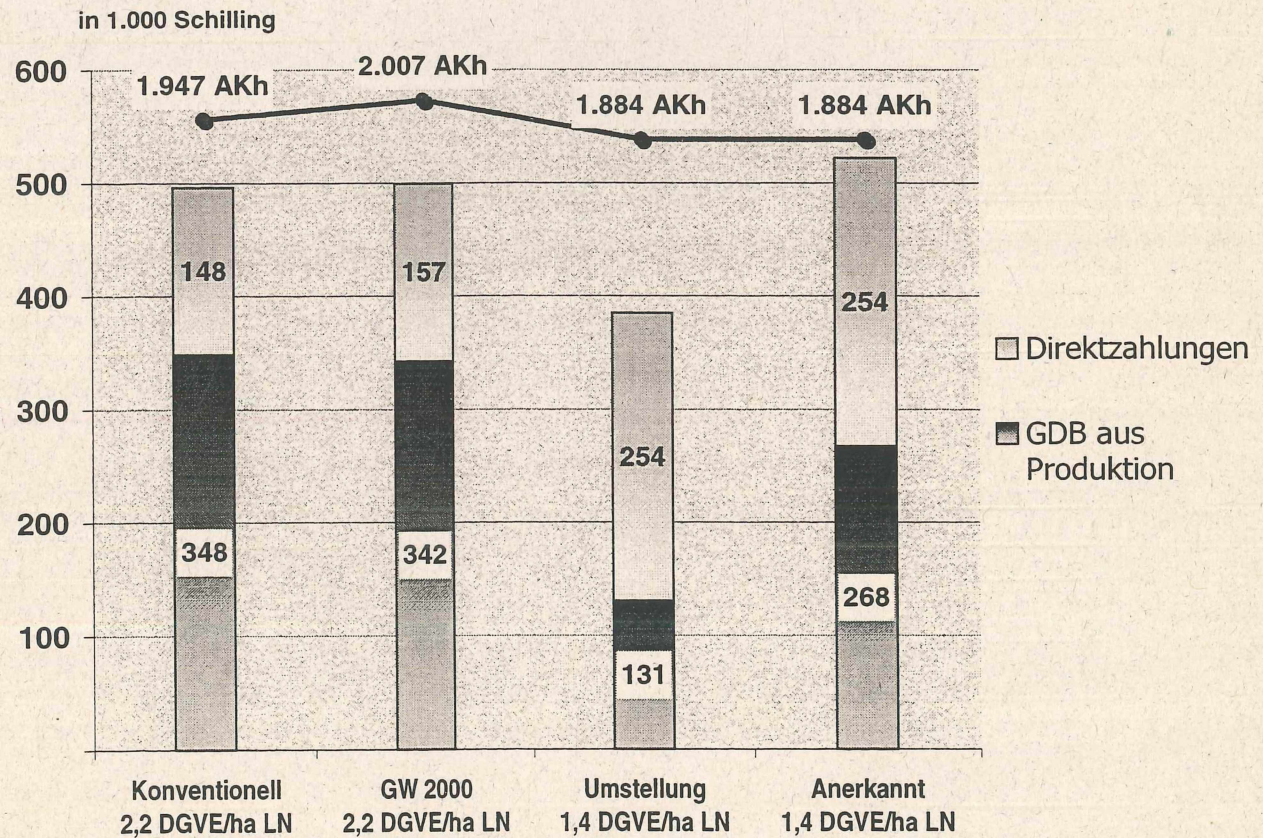


Abbildung 14: Gesamtdeckungsbeitrag der optimierten Varianten

Der GDB der Referenzvariante liegt bei rund 496.000 Schilling. Die Variante mit Teilnahme am GW 2000 übertrifft dieses Ergebnis leicht, allerdings bei gestiegenem Arbeitskraftbedarf (Abbildung 14). Während der Phase der Umstellung auf Biologischen Landbau muß mit erheblichen Einbußen im Gesamtdeckungsbeitrages des Betriebes gerechnet werden.

Unter den angenommenen Bedingungen verringert sich der GDB um 111.000 Schilling. Hier wirken sich die relativ hohen Futterkosten und die verminderte Produktion bei konventionellen Preisen für das erzeugte Schweinefleisch negativ auf das Ergebnis aus. Erst nach Anerkennung als Bio-Betrieb bewegt sich durch die im Modell unterstellten 35%-ige Preiserhöhung für Bio-Ware der GDB wieder auf bzw. leicht über dem Niveau der Referenzvariante. Speziell beim Mastschweinebetrieb können in vielen Fällen durch die Auflagen in der Tierhaltung im Biologischen Landbau Investitionen in den Um- bzw. Neubau notwendig werden. Die Kosten hierfür sind pauschal schwer abzuschätzen. Sie müssen betriebsindividuell kalkuliert und im Ergebnisse berücksichtigt werden.

3 Ökonomische Modellrechnung – Biogas

3.1 Haltungssystem für die Mastschweine

Für die Mastschweinehaltung wird ein Schrägbodenbuchtstall als „Lauwarmstall“ mit Auslauf empfohlen.

Dieses Haltungssystem stellt eine baulich einfache und tiergerechte Lösung dar. Anforderungen des ökologische Landbaues an die Tierhaltung werden erfüllt. Eine tierschonende bis tiergerechte Haltung ist möglich. Beschäftigungsmöglichkeit ist als eines der wichtigsten Kriterien einer artgerechten Schweinehaltung gewährleistet.

Es entsteht ein noch pumpfähiger Dünger (ca. 10 - 15 % TS) je nach Fütterung bei (0,1 bis 0,2 kg Stroh/Tier, Tag). Die Einstreu wird als Rundballen- oder Quaderballenstroh vorgelegt.

Das Ausmisten erfolgt mit dem Traktor jeden Tag oder zwei mal täglich, dazu werden die Tiere mit Schwenkgittern in den Liegebereich gesperrt.

Bei 440 Mastplätzen werden zum Ausmisten und Einstreuen 75 Minuten benötigt (BARTUSSEK 1997). Daraus kann ein Arbeitszeitbedarf von 7 AK-Min. pro erzeugtem Mastschwein zum Einstreuen und Ausmisten abgeleitet werden.

Der Platzbedarf liegt bei ca. 0,55 m² /Tier im Gewichtsabschnitt von 25 - 50 kg LG und ca. 1,0 m²/Tier im Gewichtsabschnitt 50 - 105 kg. Die Buchtengröße bzw. Form beträgt 3,60 m x 2,80 m. Die Mastschweine werden in Gruppen von 10 - 12 Schweine gehalten

3.2 Aufbau, Dimensionierung und Funktion der Biogasanlage

Zur Vergärung des anfallenden TS-reichen Düngers aus dem Schrägbodenbuchtstall der Mastschweine wird ein liegender Stahltank mit beheizter Rührwelle und anschließendem Nachgärbehälter, der gleichzeitig als Speicher dient, vorgeschlagen.

Abbildung 15 zeigt die wichtigen Bestandteile der Biogasanlage und die sicherheitstechnischen Einrichtungen im Schema.

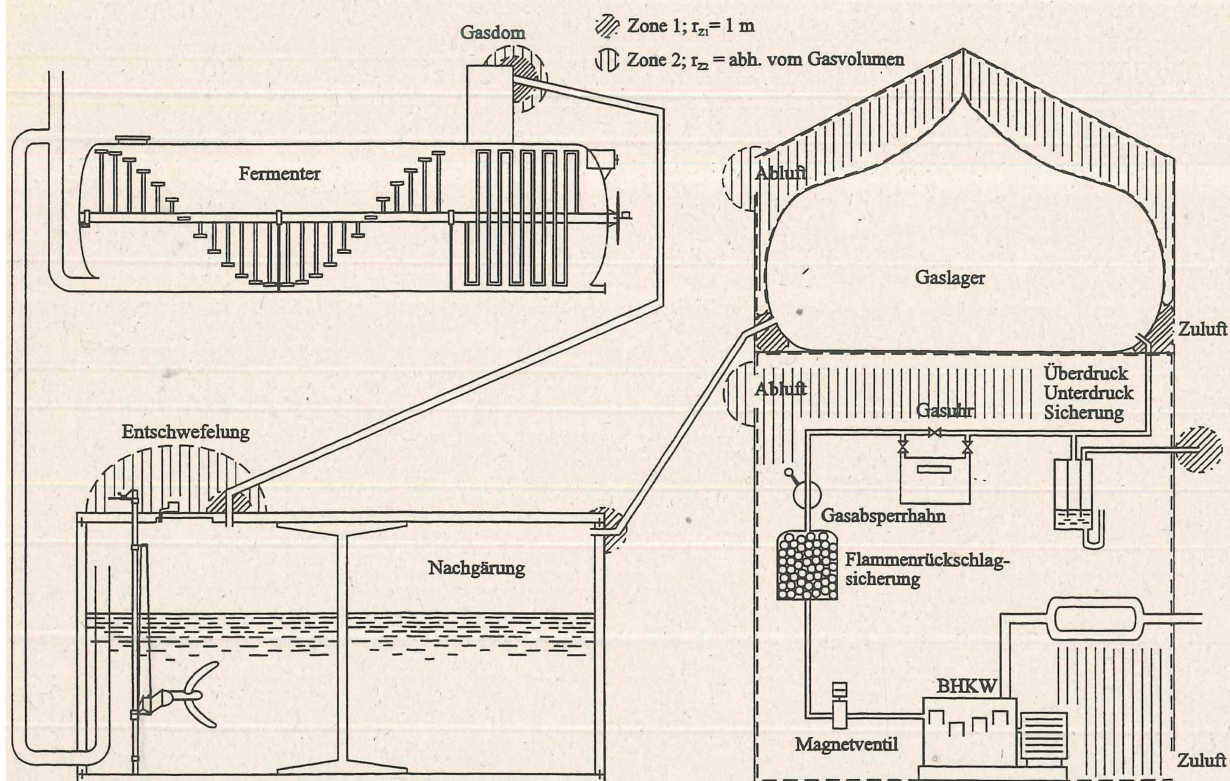


Abbildung 15: Aufbau und Funktionsablauf der Biogasanlage

Die wichtigsten Bestandteile der Biogasanlage sind die zentrale Pumpstation, die Vorgrube, der Fermenter, der Nachgärbehälter, das Gaslager und das Blockheizkraftwerk. In der Vorgrube werden Kot, Harn und Strohbestandteile gesammelt und zu einem homogenen Brei vermischt. Im Fermenter, der das Kernstück der Biogasanlage darstellt, findet die Hauptgärung statt. Bakterien bauen das Substrat unter Luftabschluß ab und produzieren dadurch brennbares Biogas. Im Nachgärbehälter erfolgt schließlich der weitgehende Abbau der restlichen organischen Substanz.

Vorgrube, Nachgärbehälter und zentrale Pumpstation sind betoniert, der Fermenter ist als liegender Stahltank ausgeführt. Er befindet sich oberirdisch in einer Einhausung. Der Substrattransport erfolgt mittels Pumpe (Vorbehälter → Fermenter) bzw. nach dem Prinzip kommunizierender Gefäße (Fermenter → Nachgärbehälter). Die Entnahme des Substrates erfolgt über die zentrale Pumpstation.

3.2.1 Vorgrube

Das zur Vergärung vorgesehene Substrat (Stroh-/Kot-Harngemisch) wird in der Vorgrube (Inhalt 6 m³; Durchmesser 2 m, Sedimentationshöhe 0,5 m) zu einem homogenen Gemisch aufbereitet. Die Vorgrube ist als betonierter Zylinder ausgeführt.

Der untere Bodenbereich der Vorgrube ist als Sedimentationsraum ausgeführt in dem sich Steine, Sand und andere Störstoffe absetzen können. Abgesetzte Stoffe werden bei Bedarf aus der Vorgrube entnommen. Vom Stall aus wird der Festmist mit einem mobilen Entmistungstraktor in die Vorgrube eingebracht. In der Vorgrube ist ein Turbomixer-Rührwerk (15 kW) mit Schneidmesser zum intensiven Vermischen des Stroh-Kot-Harngemisches installiert.

3.2.2 Zentrale Pumpstation

Über die zentrale Pumpstation können alle Behälter beschickt und entleert werden. Diese Anordnung ermöglicht eine hohe Flexibilität des Betriebes.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Fermenter zu umgehen und das Substrat aus dem Vorbehälter direkt in den Nachbehälter zu pumpen. Weiters kann Substrat vom Fermenter wieder in die Vorgrube zum Animpfen des Gärsubstrates zurückgepumpt werden.

3.2.3 Fermenter

Der Fermenter ist als liegender, zylindrischer Stahltank ausgeführt (Durchmesser 3 m, Länge 8-10 m). Diese Fermenterbauart eignet sich sehr gut für die Vergärung von TS-reichen Düngern. Das Substrat durchfließt „scheibchenweise“ den Fermenter, sodaß sich zu jedem Zeitpunkt der Vergärung optimale Abbaubedingungen für die Mikroorganismen einstellen können. Die Größe des Fermenters wird so ausgelegt, daß eine Verweilzeit von mind. 25 bis 30 Tagen erreicht wird. Um die für die Vergärung der Biomasse nötige Temperatur von 35-38 °C (mesophile Gärung) konstant zu halten und Wärmeverluste zu minimieren, ist der Fermenter mit einer vollständigen Wärmedämmung sowie einer beheizten Rührwelle (Leistung 20 kW) ausgestattet. Die 20-40 cm dicke Dämmschicht kann aus Mineralwolle oder natürlichen Dämmaterialien bestehen (Schafwollfließ, Flachsmatten, Flachsschäben, Baumwollmatten). Die horizontal im Fermenter angebrachte Rührwelle hat neben der Erwärmung des Substrates noch die Aufgabe, die Bildung von Sink- und Schwimmschichten zu verhindern. Sie wird über ein Kettenrad durch einen Getriebemotor (1,5 kW, 3800 Nm, 1U/min) angetrieben. Die Beschickung des Fermenters mit Substrat aus der Vorgrube erfolgt über ein Zulaufrohr. Im Boden des Fermenters befindet sich vorne und hinten je eine Öffnung, aus der Sedimentschlamm abgezogen werden kann bzw. der Störstoffaustrag möglich ist.

Der Substrataustrag aus dem Fermenter in den Nachgärbehälter erfolgt über ein als Siphon ausgeführtes Polokal-Rohr (300 mm) am Ende des Fermenters. Die Unterkante der oberen Krümmung des Siphons bestimmt die Füllhöhe des Fermenters. Dieser soll bis knapp in den Gasdom gefüllt sein. Aus dem Gasdom, der sich an der Oberseite des Fermenters befindet, wird das Biogas zur Entschwefelung in den Nachgärbehälter geleitet.

3.2.4 Nachgärbehälter/Substratlager

Das bereits vorvergorene Substrat aus dem Fermenter wird über eine Überlaufleitung (Abbildung X1) in den Nachgärbehälter eingeleitet. Zusätzlich ist aber auch eine direkte Beschickung des Nachgärbehälters aus der Vorgrube möglich. Die Einleitung des Gärsubstrates in den Nachgärbehälter erfolgt, um Gasdichtigkeit zu erreichen, unten durch ein Fallrohr bis knapp über den Boden im Inneren des Nachgärbehälters.

Der Nachgärbehälter ist zusätzlich mit einem Tauchpropellerrührwerk ausgestattet, welches über eine Öffnung in der Decke installiert ist. In diese Öffnung sind ein Mannloch, ein Sichtfenster sowie die gasdichte Durchführung des Rührwerksmastes integriert. Das Sichtfenster kann von innen mit Wasser gereinigt werden.

Der Nachgärbehälter dient gleichzeitig als Speicher, in dem das Gärsubstrat bis zur Ausbringung zwischengelagert wird.

Da bei der Gärung auch Schwefelwasserstoff entsteht, muß das gebildete Biogas entschwefelt werden. Mit einer handelsüblichen Aquariumpumpe wird Sauerstoff in den Nachgärbehälter eingetragen. Dadurch werden Bakterien aktiviert, die Schwefelwasserstoff in elementaren Schwefel umwandeln. Dieser fällt als gelbe Kruste an der Oberfläche aus, und kann zusammen mit dem Substrat als Pflanzendünger ausgebracht werden.

Die Gesamtverweilzeit des Substrates im geschlossenen System sollte 60 Tage nicht unterschreiten, damit das Gärsubstrat weitgehend abgebaut werden kann.

3.2.5 Gasführende Leitungen

Der Gastransport erfolgt vom Fermenter in den Nachgärbehälter, wo die Entschwefelung stattfindet (siehe Punkt 3.2.3), und schließlich weiter zum Gaslager. Die gesamten gastechnischen Einrichtungen sind nach den ÖKL-Sicherheitsrichtlinien auszuführen.

Gasführende Leitungen können aus schwarzem Stahl, Edelstahl oder Kunststoff bestehen. Freiliegende Gasleitungen aus Kunststoff müssen vor mechanischer Beschädigung geschützt werden.

Damit das Biogas beim Entleeren der Speichergrube in ausreichender Menge nachfließen kann, sollte der Innendurchmesser der Gasleitung mind. 10 cm betragen.

Wenn Biogas aus dem Fermenter kommt, ist es wassergesättigt und warm. In der Gasleitung kühlt es ab und es bildet sich Kondenswasser. Damit dieses abfließen kann, sind alle Gasleitungen mit 1 % Gefälle in Richtung des Fermenters oder des Kondensatabscheiders zu verlegen.

Der Betriebsdruck im Gasleitungssystem liegt zwischen 2 und 5 mbar. Über- und Unterdrucksicherungen in der Gasleitung stellen sicher, daß dieser Betriebsdruck nicht über- oder unterschritten wird.

3.2.6 Gaslager

Im Gaslager wird das Biogas drucklos zwischengelagert, bis es im Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme umgewandelt wird. Das Gaslager soll so dimensioniert sein, daß die Biogasproduktion von ein bis zwei Tagen (70 bis 140 m³) darin gespeichert werden kann. Dadurch soll einerseits ein genügend großer Puffer zur Erzeugung von Spitzenstrom geschaffen werden, andererseits aber auch die Zwischenlagerung von Biogas bei eventuell erforderlichen Revisionsarbeiten am BHKW ermöglicht werden.

Als Gaslager dienen geschweißte, flexible Foliengasspeicher (Polyethylen, Polyethylen-Propylen oder Polyvinylchlorid). Die Anforderungen an das Material bezüglich Gasdurchlässigkeit, Reißfestigkeit, Temperaturbeständigkeit und Alterungsbeständigkeit sind den technischen Merkblättern des ÖKL zu entnehmen.

Zum Schutz des Gaslagers vor Witterungseinflüssen sollte dieses in einer Behausung untergebracht sein.

3.2.7 Heizkesselraum und Blockheizkraftwerkraum

Im Blockheizkraftwerk (BHKW) wird das Biogas in elektrischen Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) umgewandelt. Das Biogas wird dazu in einem Verbrennungsmotor verbrannt, der über eine flexible Kupplung einen Stromgenerator antreibt. Durch die Abwärme aus dem Kühlwasser und den Abgasen kann in Wärmeaustauschern zusätzlich Warmwasser erzeugt werden. Als Verbrennungsmotor kommen Benzin- bzw. Dieselmotoren im Gas-Otto-Betrieb oder Dieselmotoren im

Zündstrahlbetrieb in Frage. Die elektrische Leistung des Blockheizkraftwerkes sollte zur Abdeckung des innerbetrieblichen Lastganges bzw. zur Erzeugung von Spitzenstrom zwischen 7 und 15 kW liegen. Im BHKW-Raum befindet sich zudem eine Über- und Unterdrucksicherung, von der aus für den Fall des Ansprechens das Biogas über ein Rohr ins Freie abgeleitet wird.

3.3 Gas-, Energieertrag und Kapazitäten

Es ist zu erwarten, daß pro Tag 51 - 68 m³ Biogas erzeugt werden können. Nach der Umwandlung der Energie im Biogas durch das Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme sind 85 - 113 kWh/d in Form von Strom und 91 - 122 kWh/d in Form von Wärme zu erwarten (Tabelle 12).

Tabelle 12: Dimensionierung der Biogasanlage und Berechnung der Kapazitäten

Faktoren	Berechnungsgrundlage	Kapazität
Mastplätze: 200	0,17 DGVE/Stück	34 DGVE
spez. Gasbildung:	1,5 - 2,0 m³/GVE/d	51 - 68 m³ Biogas/Tag
Bruttoenergieertrag	6,2 kWh/m³ bei 70 % CH₄	316 - 421 kWh/Tag
Stromertrag	η _{el.} = 27 %	85 - 113 kWh/d
Wärmeertrag (Brutto)	η _{w.} = 58 %	183 - 244 kWh/d
nutzbare Wärme (Netto)	½ von Brutto nutzbar	91 - 122 kWh/d
monetärer Stromertrag	1,40 ATS/kWh	46.501 - 62.342 ATS/a
pro Jahr		
monetärer Wärmeerlös	10,5 kWh/l; 3,50 ATS/l Heizöl	11.072 - 14.843 ATS/a
Größe der Vorgrube	max. 2 tägl. Entmistung	ca. 3,2 - 4,8 m³ Ø 2,0 m
Fermentergröße	Verweilzeit: 30 Tage	52 m³ ca. Ø 2,9 m, l = 7,9 m
Düngerlagerraum	Anfall: 40 l/GVE/d; 6 Mo.	245 m³/a
Nachgärung/Substratlager	Lagerzeit u. Nachgärung	
Leistung BHKW	enspr. dem Lastgang des Betriebes	7 - 15 kW

3.4 Investitionen und Wirtschaftlichkeit

Tabelle 13: Struktur der Investitionen (Netto)

Faktoren	Investition (ATS)	Bemerkung
Planung und Genehmigung	70.000	
Substrataufbereitung		
Vorgrube	10.000	
Mixer	65.452	
Zentrale Pumpstation	94.000	Kreiselpumpe (11 kW) incl. Leitungen, Schieber, Dreiwegehähne
Fermenter		
Tank	50.000	gebrauchter Tank
Ausbau	152.600	Arbeit + Material
Wärmedämmung	21.000	Styrodur: 175 ATS/m ² ; 120 m ²
Nachgärung		
Grube 245 m ³	245.000	abgedeckter, befahrbarer Behälter: 1000 ATS/m ³ BV
Tachpropellerrührwerk (7,5 kW)	71.740	incl. Abdeckung, gasdichte Durchführung, Mast etc.
Substratleitungen		
Polokalrohre	18.000	15 m; a` 1.200 ATS/lfd.m
Druckrohre	40.000	20 m; 2.000 ATS/lfd.m
Spindelschieber	19.500	5 Stück; a` 3.900 ATS
Gasleitungen	3.150	30 m; a` 105 ATS/lfd.m
Wasserleitungen 3/4"	1.260	30 m; a` 42 ATS/lfd.m
BHKW	12.600	kompl. Aggregat, incl. Schaltschrank
Sonstiges	50.000	Kleinteile etc. (pauschal)
Gasspeicher	17.500	vor Ort verschweißte HDPE-Kunststoffdichtungsbahnen: 0,5 mm
Σ	941.802	
Arbeitszeit:		
-- Gas-/Wasserinstallation	ca. 10.000	10 % vom Materialwert
-- Substratleitungen	ca. 8.000	10 % vom Materialwert
-- Eigenleistung	200.000	2000 h; a` 100 ATS/h
-- Erdarbeiten u. Maschinen	56.000	200 h; a` 280 ATS/h
Σ	274.000	
Σ Σ	1.215.802	

3.5 Arbeitsaufwand für den Betrieb der Biogasanlage

Anlagenbetreuung: 1h pro Tag ---> 365 h/a

Arbeitsschritte:

- > Dünger in die Vorgrube bringen und einmischen
- > Fermenterbeschickung
- > Bedienungs- und Kontrollarbeiten

3.6 Emissionsbilanz und Beitrag zur Klimaentlastung des Betriebes

Für die Berechnung der Emissionsbilanz werden folgenden Annahmen getroffen.

Energiebedarf des Betriebes:

Haushalt:	Heizung: 192 kWh/; 180 m² Wohnfläche --> 34.560 kWh/a Warmwasser: 2700 kWh/a je Haushalt (BMU o.J.) Strom: 3.300 kWh/a je Haushalt
Mastschweinehaltung:	Strom: 40 kWh/a/Mastplatz --> 8.000 kWh/a [Beleuchtung, Entmistung, Reinigung, Futteraufbereitung/Fütterung Stallklima (65%)] (HEA 1995)
Wärmebedarfsdeckung:	100 %; bei 100 kWh/d Wärmeerzeugung
Strombedarfsdeckung:	Überschuß 25.200 kWh/a; bei 100 kWh/d Stomerzeugung
CH ₄ -Vermeidung:	10 % der in der Biogasanlage gebildeten Methanmenge: Biogasmenge pro Tag: Ø 60 m³/d--> 42 m³/d CH₄-- >V_{spez.}CH₄: 1,4 m³/kg-->30 kg CH₄/d--> 10.950 kg/CH₄/a, davon 35 % CH₄-Bildung (REISCH und ZEDDIES 1983) in der Güllegrube---> 3832 kg/CH₄/a CH₄-Emission
N-Einsparung:	Reduzierung der unvermeidl. N-Verluste von 30 % --> 10 %; N_t-Gehalt Schweineflüssigmist: 6 kg/m³ (Amberger); 496 m³ Flüssigmist pro Jahr --> N_t: 2976 kg N/a; N_t-Einsparung: 596 kg Energieverbrauch für die Herstellung: 596 kg Heizöl; H_u: 11,4 kWh/kg--> 6794 kWh/a Energieeinsparung aus Mineraldüngereinsparung

Tabelle 14: CO₂-Bilanz der Biogaserzeugung

Beiträge	Menge	CO ₂ -Emissionen		Bilanz t/a CO ₂ -Aq.
		vorher	nachher	
Strom (Bedarf)	11.300 kWh/a	¹⁾ 9.073 kg CO ₂ /a	----	
(Erzeugung)	36.500 kWh/a		- 8030 kg CO ₂ /a	8,0
Wärme (Bedarf)	37.260 kWh/a	²⁾ 13.413 kg CO ₂ /a	----	13,4
(Koks)				
CH ₄ -Vermeidung ⁴⁾	3,9 t/CH ₄ /a	134 t CO ₂ /a	----	134,0
N-Düngereinsparung	596 kg N/a		³⁾ -1902.4 kg CO ₂ /a	1,9
Summe				157,3

Umweltentlastung monetär: bei 350 ATS/t CO₂ (GRAF 1997)---> **55.000 ATS/a**

Annahmen:

- 1) CO₂ -Emissionsfaktor Strom: 0,22 kg CO₂/kWh (BMU o.J.)
- 2) CO₂ -Emissionsfaktor Kohle: 0,36 kg CO₂/kWh (BMU o.J.)
- 3) CO₂ -Emissionsfaktor Heizöl: 0,28 kg CO₂/kWh (BMU o.J.)
- 4) GWP CH₄=35 mal CO₂ (DEUTSCHER BUNDESTAG 1995)

Durch die Biogaserzeugung kann der Betrieb pro Jahr 157 t CO₂-Äquivalente einsparen. Einen erheblichen Beitrag stellt dabei die Vermeidung der sonst bestehenden Methanemissionen dar. Würde eine Tonne CO₂ mit einer Steuer von 350 ATS/t bewertet, so ergäbe sich für den Betrieb eine zusätzliche Einnahme von 55.000 ATS/Jahr. Der größte Teil fällt dabei auf die Vermeidung von Methan.

3.7 Wirtschaftlichkeit

Die Grundannahmen entsprechen dem Stand in der Praxis (Tabelle 15).

Tabelle 15: Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

40 - 80 GVE Betrieb; landwirtschaftliche Tierhaltung + 20 Gew. % außerlandwirtschaftliche organische Abfälle		Annahmen
Hu des Biogases: 6,1 kWh pro m³ Biogas		
Wirkungsgrad des BHKW:		elektrisch 27 %, thermisch 58 %
Gaserträge:		1,0 und 3,0 m³ Biogas/GVE/d
Stromerlös: Ø HT/NT; Sommer/Winter		70 g/kWh
Prämie für „grünen Strom“: : Ø HT/NT; Sommer/Winter		60 g/kWh
Wärmeerlös in Heizöläquivalent (M), Hu: 10,55 kWh/l		3,50 öS/l
Wärmebedarf der Fermenterheizung: Ø eines Jahres		½ der Nettowärme
Restwert der Maschinen und Gebäude:		1 % von Anschaffungspreis
Zinsansatz		5 %
Versicherung und Reparatur:		1 % vom Anschaffungspreis
Investitionsstruktur		
Anlagenbestandteile	Abschreibungszeitraum [a]	Investition [öS]
BHKW	5	210.000
Pumpen, Rührwerk	10	200.000
Leitungen, Rohre	10	150.000
Stahltank, Fermenter	10	200.000
Gasspeicher	10	50.000
Installation		
Wasser	20	60.000
Strom	20	50.000
Wärmedämmung	20	100.000
Nachgärbehälter, Güllelager	20	714.000
Arbeitszeit (zusätzliche Eigenleistung)		150.000

Anhand der dargestellten Grunddaten wurde eine Wirtschaftlichkeitsberechnung (nach REISCH und ZEDDIES 1988) durchgeführt und die Wirkung der wichtigen Parameter:

- Investitionsförderung
- Wärmenutzung
- Gasertrag
- Höhe des Stromeinspeisetarifes

auf die innerbetriebliche Wirtschaftlichkeit berechnet (Abbildung 16).

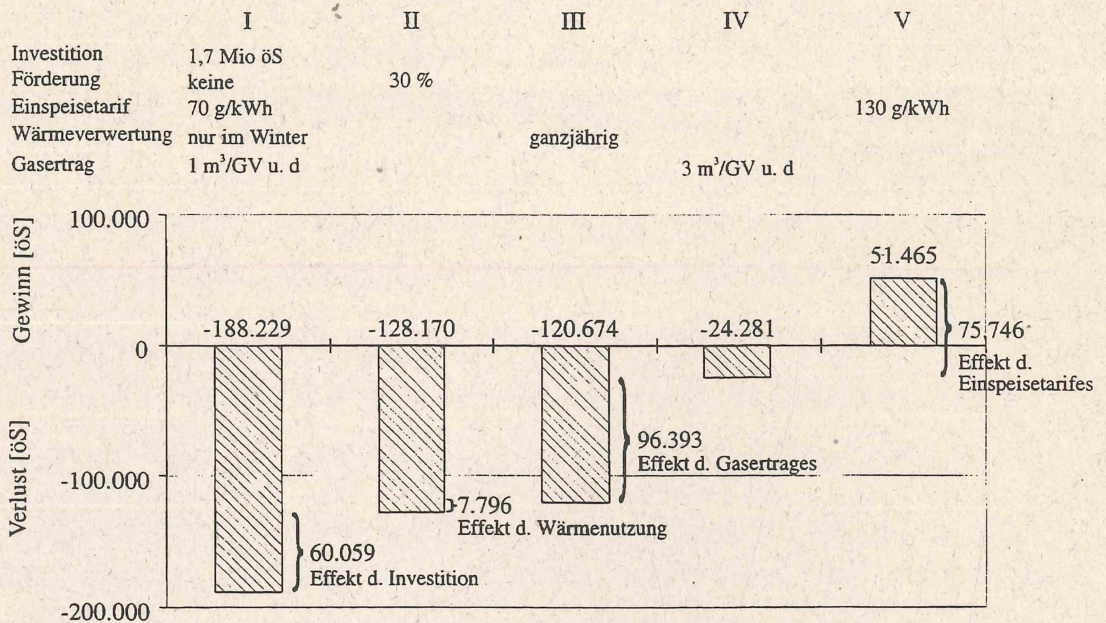


Abbildung 16: Einflußfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen

Bei einer Investition von 1,7 Mio ATS, die für eine Biogasanlage in der Größenordnung von 40 - 80 GVE erforderlich ist, muß bei einem durchschnittlichen derzeitigen Strompreis von 70 g/kWh mit empfindlichen Verlusten gerechnet werden, falls die Wärme nur im Winter verwertet wird und der Gasertrag mit 1m³/GVE/d niedrig liegt.

Eine Investitionsförderung vermindert unter sonst gleichen Bedingungen den Verlust um 60.059 ATS/a wesentlich (Abbildung X2). Falls die anfallende Wärme zusätzlich über das ganze Jahr genutzt werden kann mindert sich der Verlust um weitere 7.496 ATS/a.

Damit ist unter den derzeit gegebenen Rahmenbedingungen ein wirtschaftlicher Betrieb der Biogasanlagen nur bedingt möglich. Nur wenn über den derzeit niedrigen Einspeisetarifen von im Durchschnitt 70 g/kWh der Strom aus regenerativer Energie mit zusätzlich 60g/kWh für „grünen Strom“ gefördert würde, wäre eine zusätzliche Einnahme von 75.746 ATS/a möglich. Damit würde der Gewinn 51.465 ATS/a betragen.

Neben den erwähnten veränderten Rahmenbedingungen sind folgende Faktoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen unumgänglich:

- Vorhandensein einer ausreichenden Menge Gärsubstrat z.B. ein genügend großer Viehbestand (> 50 GVE) und ein möglichst hoher Gasertrag.
- Möglichst niedrige Baukosten durch die Verwendung standardisierter Bauarten mit bewährter und einfacher Technik und optimaler Anpassung an den Betrieb unter Einbeziehung der vorhandenen Bausubstanz, Maschinen und Geräte. Eigenleistungen können beim Bau gut eingebracht werden. Sie reduzieren die Baukosten zusätzlich.
- Optimale Energieverwertung durch höchstmögliche Substitution zugekaufter Energie und die lückenlose Verwertung der anfallenden Wärmeenergie.
- Gute Einspeisebedingungen und Tarife. Insbesondere besteht die Möglichkeit, wertvollen Hochtarif-Strom zu erzeugen.
- Gülle aus Biogasanlagen hat im Vergleich zu unbehandeltem Flüssigmist eine höhere pflanzenbauliche Wirksamkeit. Ammoniakemissionen und Stickstoffverluste durch Nitratauswaschung können bei richtiger Anwendung (Ausbringtechnik, -zeitpunkt und -menge) wesentlich reduziert werden. Dadurch steht den Kulturpflanzen bei gezieltem Einsatz mehr Stickstoff zur Verfügung und kann mineralische Dünger ersetzen.

Die Entsorgungsgebühren für die Verwertung organischer Abfälle müssen in diesem Zusammenhang sehr sorgfältig und kritisch gesehen werden. Es darf keinesfalls zu einer wirtschaftlichen Abhängigkeit von Verwertungsgebühren kommen, weil sonst kein Einfluß auf die Qualität der Sekundärrohstoffe mehr genommen werden kann.

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Biogasanlagen ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen nur möglich, wenn alle die Wirtschaftlichkeit bestimmenden Parameter optimal ausgenutzt, die Investition mit einer Intensität von mindestens 30 % gefördert wird und die derzeitigen Einspeisetarife für elektrische Strom mit mindestens 60 g/kWh gefördert werden. Andernfalls muß mit beträchtlichen Verlusten gerechnet werden.

4 Diskussion

4.1 *Schlußfolgerung*

Die Modellrechnungen zeigen, daß der Biologische Landbau unter den angenommenen Bedingungen ökonomisch von Vorteil sein kann. Jedoch muß - bei der gegenwärtigen Förderungssituation - vor allem in der Umstellungsphase mit Einkommenseinbußen gerechnet werden muß. Speziell im Bereich der spezialisierten Schweinemast ergeben sich in den zwei Jahren der Umstellung durch folgende Umstände beträchtliche wirtschaftliche Nachteile:

- teure Futtermittelproduktion bzw. -zukauf
- konventionelle Preise für Schweinefleisch
- etwas geringere Produktivität in der Schweinemast durch geringere Gewichtszunahmen und schlechtere Futterverwertung
- geringere Produktivität in der Futtererzeugung durch niedrigere Erträge und Verzicht auf Maisanbau

Nach Anerkennung als Bio-Betrieb können diese wirtschaftlichen Nachteile – unter der Voraussetzung der entsprechenden Vermarktungsmöglichkeiten - durch höhere Preise für Schweinefleisch weitestgehend ausgeglichen werden.

Beim Marktfruchtbetrieb errechnet sich während der Umstellung gleichfalls ein Rückgang des Gesamtdeckungsbeitrages, der jedoch wesentlich geringer ausfällt. Der Grund dafür ist die Tatsache, daß durch den EU-Beitritt der Anteil der Direktzahlungen gegenüber der Marktleistung vor allem bei den Marktfruchtbetrieben stark zugenommen hat. Infolgedessen haben Ertragsrückgänge bei den Verkaufsfrüchten einen nicht mehr so großen Einfluß auf das Betriebsergebnis. Im Schweinemastbetrieb wird hingegen ein Großteil der Einnahmen aus dem Verkauf von Schweinefleisch - hier gibt es keine tierbezogenen Prämien - erzielt.

Als anerkannter Bio-Betrieb ist - unter den angenommenen Bedingungen - die Konkurrenzfähigkeit des Marktfruchtbetriebes gegenüber den konventionell wirtschaftenden Betrieben in hohem Maße gegeben. Je nach Spezialisierungsgrad kann der Arbeitszeitbedarf jedoch beträchtlich steigen.

4.2 Handlungsbedarf

4.2.1 Förderung des Biologischen Landbaus

auf freiwilliger Basis:

Alle im folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen zur Förderung des Biologischen Landbaus sollen als Ergänzung zu den bestehenden Maßnahmenkatalogen der Grundwassersanierung als zusätzliche mögliche Option den landwirtschaftlichen Betrieben angeboten werden.

mit dem Biologischen Landbau wird erreicht:

- Reduzierung des Viehbesatzes
- Reduzierung des Maisanteiles, Etablierung weiter Fruchtfolgen,
- Verzicht auf Pestizide
- höchster Grundwassersanierungseffekt mit den entsprechend positiven volkswirtschaftlichen Auswirkungen

spezifischer Handlungsbedarf:

A) Spezielle Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus in den Förderprogrammen des Sanierungsgebietes

mit der Förderungsvoraussetzung: Maximaler Viehbesatz 1,5 DGVE

Mit den Maßnahmen unter Punkt A bis D soll eine **Teilumstellung** auf Biologischen Landbau in Sanierungsgebieten erreicht werden (Beispielsfunktion, höherer Sanierungseffekt im Verhältnis zum Prozentualanteil der Fläche)

a) Direktzahlungen in der Umstellungsphase der Schweinemastbetriebe auf Biologischen Landbau:

Sockelbetrag	5000.- pro Jahr
Flächenförderung	800.- / ha u. Jahr
Fleischprämie	3.- pro kg Schweinefleisch
Dauer	2 Jahre

Auf diese Weise werden die für die Bauern entstehenden Mehrkosten im **Vergleich zu „Grundwasser 2000“** in den ersten zwei Jahren der Umstellung auf Biologischen Landbau von **3.670 S/ha und Jahr** ausgeglichen.

Im Vergleich zu den Maßnahmen des Programmes „Grundwasser 2000“ ergeben sich jedoch wesentlich größere Effekte auf die Grundwassersanierung (siehe oben).

b) Direktzahlungen in der Umstellungsphase des Marktfruchtbetriebes auf Biologischen Landbau:

Sockelbetrag	5000.- pro Jahr
Flächenförderung	800.- / ha u. Jahr
Dauer	2 Jahre

Auch für den Marktfruchtbetrieb sollen die für die Bauern entstehenden (allerdings in Relation zum Schweinemastbetrieb geringeren) Mehrkosten im **Vergleich zu „Grundwasser 2000“** in den ersten zwei Jahren der Umstellung auf Biologischen Landbau ausgeglichen werden.

c) Förderung der anerkannt biologisch wirtschaftenden Betriebe in Abhängigkeit der Marktpreissituation:

Sockelbetrag für Schweinemast- u. Marktfruchtbetrieb	5000.- pro Jahr
Flächenförderung Schweinemastbetrieb (Richtwert)	550.- / ha und Jahr
Flächenförderung Marktfruchtbetrieb (Richtwert)	250.- / ha und Jahr

Dies entspricht jener Förderhöhe, die ein derartiger Modellbetrieb im Rahmen von „Grundwasser 2000“ erhalten würde. Es entstehen somit *nach der Umstellung* der Betriebe auf Biologischen Landbau **keine Mehrkosten** im Vergleich zum jetzigen Förderprogramm.

d) Investitionsförderung für den Umbau in Richtung artgerechte Haltungssysteme:

Aufstockung der bisherigen Investitionsförderung für tierfreundliche Haltungssysteme von 15 % auf 25 %⁵.

B) Regionale Vermarktungsinitiativen

Regionale Vermarktungsinitiativen sollen gestartet werden, in Zusammenarbeit mit Wasserwerken (siehe Modellprojekte in München, Leipzig, Osnabrück in Kap. 4.3) mit dem Ziel verbesserter Produktpreise insbesondere für Schweinefleisch z.B.:

- Verhandlungen mit dem regionalen Handel
- Verhandlungen mit Kurheimen und weiteren Großabnehmern
- Erweiterte Möglichkeiten der Direktvermarktung (inkl. Bauernmärkte)
- Konsumenteninformationen (durch Land, Gemeinden, Wasserwerke)
- Informationsveranstaltungen für Bauern

C) Unterstützung bzw. Initiierung von Beratungsprojekten für Umstellung und fachliche Begleitung der Biobetriebe (Eine ebenso verstärkt durchzuführende Beratung für Biogasanlagenbau und -betrieb, siehe 4.2.2, sei an dieser Stelle bereits erwähnt).

Für die notwendigen Beratungsinitiativen ist die Kooperation mit Bioverbänden und LW-Kammer wesentlich, nicht zuletzt um Ressourcen zu sparen und auf bestehendem Wissen von Beratern und Bauern aufzubauen.

D) Erleichterungen für die Beschäftigung von Fremdarbeitskräften am Hof

Damit soll dem häufig erhöhten Arbeitskraft-Bedarf der Biobetriebe Rechnung getragen werden.

⁵ In den in Kapitel 2 angeführten Ergebnissen zu den Gesamtdeckungsbeiträgen sind allfällige stallbauliche Investitionen zur Erfüllung der Auflagen in der Tierhaltung (im Falle der Umstellung auf Biologischen Landbau) nicht enthalten. Diese stellen jedoch häufige ein weiteres Hindernis zur Umstellung dar.

Die Kosten für Direktzahlung, Marketing- und Beratungsprojekte sind dem volkswirtschaftlichen Nutzen des Biologischen Landbaus gegenüberzustellen (**Höchste Einsparungseffekte für Wasserwerke und Länder**, geringste Aufschläge auf die Wasserpreise)

4.2.2 Förderung des Baues von Biogasanlagen

- als zusätzliche Sanierungsmaßnahme
- auf freiwilliger Basis
- **kann nur in Verbindung mit dem Biologischen Landbau gefördert werden:**

Diese Einschränkung erfolgt deswegen, weil der Biologische Landbau eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit der Biogastechnologie als Grundwassersanierungsmaßnahme aufgrund folgender Charakteristiken dieser Bewirtschaftungsform bildet:

- standortgerechter Viehbesatz
- geringer Maisanteil
- weite Fruchtfolgen
- Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel

Umgekehrt wirken Effekte der Biogastechnologie synergistisch auf den Biologischen Landbau, z.B. in bezug auf das Ziel der Energieautarkie des Biobetriebes sowie hinsichtlich des Prinzips einer größtmöglichen Schonung der natürlichen Ressourcen (Verringerung der Emission klimarelevanter Gase, hohe Energieeffizienz, geringer Verbrauch fossiler Rohstoffe)

spezifischer Handlungsbedarf:

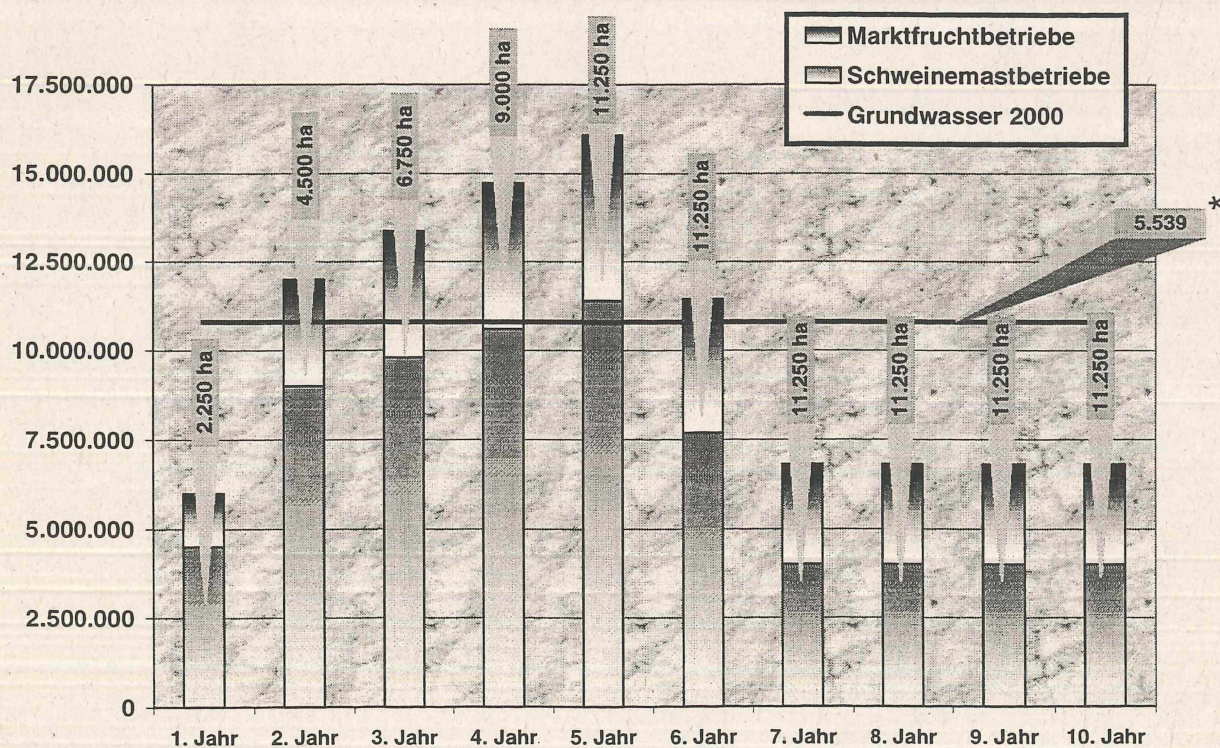
A) Sockelförderung für Biogasanlagen von 5.000.- / Betrieb u. Jahr - auf 10 Jahre ⁶

Diese Sockelförderung erfolgt aufbauend auf den Investitionszuschuß von mindestens 30 % der Investition für Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung

⁶ An den Nachweis des Betriebes einer Biogasanlage gebunden

4.3 Finanzierung

Im folgenden wird auf Grundlage der Ergebnisse der Modellrechnungen ein Szenario für die Förderung der Umstellung auf Biologischen Landbau im unter Punkt 2 erläuterten Untersuchungsgebiet entworfen. Über einen Zeitraum von fünf Jahren sollen die LandwirtInnen die Möglichkeit haben, in ein Programm zur Umstellung auf Biologischen Landbau einzusteigen. Im vorliegende Szenario wird angenommen, daß von den rund 2.500 Marktfrucht- bzw. Schweinemastbetrieben jährlich jeweils 50 Marktfruchtbetriebe mit durchschnittlich 25 ha Ackerfläche und 50 Schweinemastbetriebe mit durchschnittlich 20 ha Ackerfläche teilnehmen. Die Förderung erfolgt nach den unter Punkt 4.2 festgelegten Förderungssätzen. Die jährliche Förderungshöhe während der Umstellungsphase beträgt somit im Schnitt 90.000 S je Schweinemastbetrieb und 30.000 S je Marktfruchtbetrieb. Nach der Anerkennung als Bio-Betrieb gehen jährliche Förderung auf 16.000 S je Schweinemastbetrieb und 11.250 S je Marktfruchtbetrieb zurück.



* Die Fläche entspricht der tatsächlich mit einer Maßnahme aus dem Programm GW 2000 betroffenen Fläche. Wird mit einer 20%-igen Teilnahme am Programm gerechnet, wären damit insgesamt 27.695 ha (gesamtbetriebliche Fläche) eingebunden. Über das Gefährdungspotential dieser restlichen 80% kann jedoch keine Aussage getroffen werden.

Abbildung 17: Finanzierungsvolumen und betroffene Fläche des angenommenen Szenarios

Die Abbildung 17 zeigt für das oben erläuterte Szenario das notwendige Finanzierungsvolumen über einen Zeitraum von 10 Jahren. Zunächst steigt der Finanzierungsbedarf durch die jährlich zunehmende Anzahl von Betrieben kontinuierlich von 6 auf 16 Mio. Schilling im fünften Jahr an. Danach fällt der Betrag wieder ab und macht ab dem siebten Jahr 6,8 Mio. Schilling aus. Damit könnten 11.250 ha dauerhaft mit einer nachweislich äußerst grundwasserschonenden Wirtschaftsweise bearbeitet werden.

Als Vergleich dazu sind die im Programm GW 2000 (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1996b) veranschlagten Mittel gegenübergestellt. Diese sind zunächst für 2 Jahre eingeplant. In welcher Form und Höhe Mittel für die Folgejahre zur Verfügung stehen kann derzeit noch nicht abgeschätzt werden. In der Abbildung 17 wurden sie über den Zeitraum von zehn Jahren gleich belassen. Damit werden rund 5.500 ha Ackerfläche mit grundwasserschonender Produktionstechnik bewirtschaftet. Wird von einer 20%-igen Teilnahme am Programm GW 2000 ausgegangen, so sind damit Betriebe mit einer Gesamtfläche von 27.695 ha eingebunden. Die hierfür angesetzten Mittel belaufen sich auf 10,8 Mio. Schilling.

Resümierend ist zu erwähnen, daß zwischen dem Programm GW 2000 und einem Programm zur Förderung der Umstellung auf Biologischen Landbau hinsichtlich der Wertigkeit bezüglich des Grundwasserschutzes drei erhebliche systembedingte Unterschiede bestehen:

1. Bei der biologischen Wirtschaftsweise ist die gesamte von den Betrieben bewirtschaftete Fläche (11.250 ha) von Bewirtschaftungsauflagen betroffen und greift auch massiv in die Fruchtfolgegestaltung (verringerte Maisanbau); beim GW 2000 sind dies nur Teilflächen (5.500 ha), über das Grundwassergefährdungspotentials der restlichen Flächen am Betrieb gibt es keine Informationen bzw. Kontrolle.
2. Der Biologische Landbau hat einen massiven und nachhaltigen Einfluß auf die Tierhaltung und reduziert den Viehbesatz erheblich; das GW 2000 klammert im Maßnahmenpaket die Tierhaltung weitestgehend aus.
3. Durch das Verbot des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel im Biolandbau bestehen für den Grundwasserschutz weitere Vorteile, weil ein Gefährdungspotential dieser Stoffe ausgeschlossen werden kann; das Programm GW 2000 beeinflusst nicht direkt den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Abschließend muß noch darauf hingewiesen werden, daß bei einem Programm zur Förderung der Umstellung auf Biologischen Landbau keine zusätzlichen Kosten für die

Kontrolle entstehen, weil die Kontrolle der biologisch wirtschaftenden Betriebe bereits über die Kontrollstellen bzw. das ÖPUL läuft.

4.4 Förderung des Ökologischen Landbaus durch Wasserversorgungsunternehmen

Im folgenden soll beispielhaft auf Grundwassersanierungsprogramme eingegangen werden, die den Biologischen Landbau als wesentliches Element aufweisen. Hierbei spielen insbesondere in Deutschland die Initiativen der Wasserwerke eine große Rolle. Bei einer Erhebung von 150 Wasserwerken in Deutschland stellte sich heraus, daß darunter fast 30 Wasserversorgungsunternehmen den Ökologischen Landbau über Flächenförderung, Vermarktungshilfen und Öffentlichkeitsarbeit fördern (HERMANOWSKI 1997). Die nachfolgend kurz beschriebenen drei Beispielsprojekte stehen stellvertretend für eine diesbezüglich dynamische Entwicklung der letzten Jahre in unserem Nachbarland.

4.4.1 Wasserwerke München

(Beschreibung des Projektes aus HÖLLEIN 1995)

Die Stadtwerke München, ein Wasserversorgungsunternehmen für 1,3 Millionen Menschen, überlegte Anfang der 90er Jahre neben der Festlegung von Wasserschutzgebieten und den Ankauf von Liegenschaften einen neuen Weg in der Landnutzung der Wassereinzugsgebiete einzuschlagen. Dabei war das Ziel einen aktiven Gewässerschutz bei vertretbarem Aufwand zu realisieren.

Nach eingehender Prüfung der Optionen war die Leitung der Stadtwerke München davon überzeugt, daß für gewässerschonende Bewirtschaftung der Ökologische Landbau das effektivste Mittel darstellt. Die daraufhin angesprochenen Verbände des Ökologischen Landbaus erklärten sich bereit, ein Programm zur Förderung der Ökologischen Landwirtschaft im Wassereinzugsgebiet zu unterstützen. Darüber hinaus konnten im wichtigsten Wassergewinnungsgebiet der Münchner Wasserversorgung im Mangfalltal durch den Besitz von einigen Grundstücken im Umfeld der Gewinnungsanlagen Einfluß auf die Bewirtschaftung genommen werden.

Im Oktober 1992 wurde von den Stadtwerken München folgendes Angebot den Bauern unterbreitet:

Angesichts der Situation, daß Umstellungsbetriebe gleichzeitig eine Förderung von seiten des Bayer. Landwirtschaftsministeriums erhalten, wurde in Übereinstimmung mit den Ökoverbänden und den Vertretern des Bauernverbandes ein (zusätzlicher)

Förderbetrag von 550 DM pro Hektar und Jahr für einen Zeitraum von 6 Jahren festgesetzt. Darüber hinaus übernehmen die Stadtwerke München alle Kosten der zum Einstieg erforderlichen Beratungsgespräche mit Vertretern der Ökoverbände.

Durch intensive Mitarbeit der Vertreter der Ökoverbände vor Ort gelang es, daß bis zum Frühjahr 1993 bereits über 20 Betriebe mit zusammen 800 Hektar Umstellungsverträge abgeschlossen haben. Für die Umstellung förderlich wirkte sich auch der Umstand aus, daß in diesem Gebiet die konventionellen Betriebe keine Massentierhaltung aufweisen (bzw. aufwiesen).

Ende 1993 wollte das Bayer. Landwirtschaftsministerium die staatliche Förderung für diese Betriebe einstellen, weil darin eine Doppelförderung gesehen wurde. In Verhandlungen wurden schließlich einige Zusatzforderungen an die Bauern festgelegt, die über die Anforderungen des staatlichen Förderprogrammes hinausgehen. Dazu zählen, daß bestimmte Mahd-, Dünge- und Umbruchzeiträume einzuhalten sind, im Grünland ein gewisser Festmistanteil produziert und sich die Landwirte um Selbstvermarktung bemühen. Auf diese Weise wurde die Zusatzförderung nach dem Bayer. Extensivierungs-, oder Kulturlandschaftsprogramm gesichert.

Mit Stand November 1994 wurde die Hälfte des landwirtschaftlich genutzten Umstellungsgebietes ökologisch bewirtschaftet, das bedeutet 1100 ha Biologische Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Wasserwerke München (ca. 70% der landwirtschaftlich genutzten Fläche ist Grünland, 30% Ackerland). Da eine Reihe von Landwirten auch Flächen bewirtschaften, die außerhalb des Umstellungsgebietes liegen, immer aber eine Umstellung des Gesamtbetriebes vorgesehen ist, unterstützen die Stadtwerke München auch die Umstellung für weitere 400 ha im Randbereich.

1996 sind von den 2250 ha landwirtschaftliche Nutzfläche im Wassereinzugsgebiet bereits schon 1600 ha (entspricht ca. 70%) umgestellt. ***Seit Mitte der 90er Jahre bewegen sich die Belastungen mit Atrazin und Desethyltrazin wieder unterhalb der Nachweisgrenze und die Nitratwerte sanken seit 1992 von 15 ppm auf 8 ppm (HEB 1997).***

Der Erfolg des Projektes liegt auch in dem Nutzen der bestehenden Strukturen im Beratungs- und Kontrollbereich. Insbesondere das etablierte Kontrollsystem entsprechend der EU-VO 2092/91 zum Ökologischen Landbau aber auch die Beratung der regionalen Bio-Verbände hilft wesentliche Kosten sparen, die sonst üblicherweise bei Grundwassersanierungsprogrammen in der Landwirtschaft anfallen. Das gesparte Geld kann auf diese Weise über Direktzahlungen zu den Biobetrieben gelangen.

Vermarktung:

Die Stadtwerke München sind in die Gespräche mit Molkereien, großen Brotfabrikanten und regionaler Fleischvermarktung eingebunden. In einem ersten Schritt wurde durch begleitende Werbung durch die Stadtwerke München über deren Kundenzeitschrift und über Informationsblätter die Biobetriebe in ihrer Vermarktung unterstützt. Weitere Maßnahmen wie der Druck von Plakaten und die Einrichtung von Biotheken in den städtischen Kantinen sind ebenso in Planung wie der Aufbau eines eigenen Bioladens in einem der Dörfer im Gewinnungsgebiet.

„ Mit diesem neuen, bisher sehr erfolgreichen Strategie zum Gewässerschutz ist ein längst fälliger Dialog zwischen Wasserversorgungsunternehmen und der Landwirtschaft in Gang gebracht worden, der auf Ausgleich ökologischer und ökonomischer Interessen abzielt. Kooperation statt Konfrontation mit der Landwirtschaft, die schließlich zu Zeiten unserer Großväter Garant für saubere Gewässer war, trägt unserer Meinung nach entscheidend zur Erhaltung der hervorragenden Qualität des Münchner Trinkwassers bei“ (HÖLLEIN 1995, S. 29)

4.4.2 Kommunale Wasserwerke Leipzig

(nach einem Beitrag von SCHIRMER und FLEISCHER 1995)

Die Tätigkeit der Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH erstreckt sich auf das Gebiet der Stadt Leipzig und große Teile des Kreises Leipzig-Land und umfaßt den Querverbund Wasser und Abfall. Das Unternehmen versorgt ca. 638.000 Einwohner mit Trinkwasser und ist auch verantwortlich für die Abwasserentsorgung. Zur Trinkwasseraufbereitung werden ausschließlich Grundwasser und Uferfiltrat genutzt.

Als wichtigstes Ziel des Unternehmens wird der Schutz des Trinkwassers im Einzugsgebiet der Wasserwerke Leipzig mit dem Vorsatz "Vorsorge statt Nachsorge" gesehen. 1991 erteilte die Stadt Leipzig den Städtischen Wasserwerken den Auftrag, die Geschäftsbesorgung für das Gut Canitz, das damals 583 ha bewirtschaftete, zu übernehmen. Im Interesse der Sicherung der Trink- und Grundwasservorräte wurde als Bewirtschaftungsform der Ökologische Landbau festgelegt.

1995 bewirtschaftete das Wasserversorgungsunternehmen eine Betriebsfläche von 1007 ha mit insgesamt 20 Arbeitskräften und einem Viehbestand von 350 Rindern, davon 150 Milchkühe mit einer Leistung von je 6100 kg im Jahre 1994. Mit den erreichten Ergebnissen wurde nachgewiesen, daß es möglich ist, einen

landwirtschaftlichen Großbetrieb erfolgreich nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus zu bewirtschaften.

Als wichtigster Grundsatz der Kommunalen Wasserwerke Leipzig gilt der Erwerb von Acker- und Grünland in den Trinkwasserschutzzonen, das an die ansässigen Landwirte verpachtet wird, wenn diese bereit sind, die Flächen auf den Ökologischen Landbau umzustellen. Diese Betriebe erhalten bei Erfüllung der eingegangenen Verpflichtungen vertraglich festgesetzte Festbeträge, die sie nutzen sollen, um sich z.B. Saatgut und solche Investitionsgüter anzuschaffen, die für den Ökologischen Landbau dringend erforderlich sind. Darüber hinaus erhalten sie Unterstützung beim Absatz ihrer Erzeugnisse.

Auf diese Weise, in Verbindung mit einem umfangreichen Flächentausch gelang es, die Trinkwasserschutzzone II und ausgewählte Flächen der Zone III der vier größten Wasserwerke des Unternehmens mit insgesamt 1300 ha auf Biologische Landwirtschaft umzustellen, weitere Flächen sollen über fortlaufende Gespräche mit landwirtschaftlichen Betrieben hinzukommen.

Vermarktung:

Bei der Vermarktung der biologisch erzeugten Produkte sind erst Anfänge vom Wasserversorgungsunternehmen gemacht. Mit dem Grundsatz "Gesundes Trinkwasser - Gesunde Nahrungsmittel für den Raum Leipzig" wird nach Lösungen für den Absatz der tierischen Erzeugnisse gesucht. Für alle pflanzlichen Produkte existieren auch aufgrund einer selbst aufgebauten Getreideaufbereitung und Lagerung keine Probleme. Das gesamte Projekt hat sehr positive Auswirkungen auf den Preis für das aufzubereitende Trinkwasser. Aus unternehmenseigenen Erfahrungen mit Anlagen zur Nitrateliminierung liegen die **Kosten um ein 7faches niedriger**. Mit dem Biologischen Landbau in den Wasserschutzgebieten wurde erreicht, daß kostenaufwendige Nitrateliminierungsverfahren in zwei großen Wasserwerken des Unternehmens nicht mehr erforderlich sind und gleichzeitig der Wasserschatz geschützt wird.

Als Grundsatz der Kommunalen Wasserwerke Leipzig gilt der dauerhafte Schutz des Grund- und Trinkwassers. Der Umstellung der landwirtschaftlichen Flächen der gesamten Wasserschutzzone II auf den Ökologischen Landbau wird dabei größte Bedeutung beigemessen. Die **Förderung** der landwirtschaftlichen Betriebe wird dabei **länger als 5 Jahre** erfolgen. Darüber hinaus wird dem Aufbau einer eigenen

Vermarktung große Beachtung geschenkt, um landwirtschaftliche Betriebe in der Schutzzone III zur Umstellung auf den Ökologischen Landbau zu motivieren.

4.4.3 Stadtwerke Osnabrück

(Beschreibung des Projektes nach JORDAN 1995)

Die Stadtwerke Osnabrück AG beschäftigt sich mit der Etablierung des Biologischen Landbaus schon seit einigen Jahren, seit dem Zeitpunkt, da begonnen wurde, landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umfeld der Förderbrunnen anzukaufen und gezielt an ökologisch wirtschaftende Betriebe zu verpachten. Diese Aktivitäten sind jedoch im Vergleich zu den Beispielen aus München und Leipzig eher bescheiden (1995: 22 ha ökolog. bewirtschaftet).

Die Stadtwerke Osnabrück AG versorgen u.a. etwa 160.000 Bürger täglich mit Strom, Erdgas und Trinkwasser. Die Stadtwerke beziehen ihr Trinkwasser überwiegend aus ländlich strukturierten Wassergewinnungsgebieten. Die Gesamtfläche aller Einzugsgebiete beträgt 115 km². Davon werden knapp 60 % landwirtschaftlich genutzt.

1986 wurden erste Handlungsnotwendigkeiten erkannt, da der Nitratgehalt im Trinkwasser eines großen Wasserwerkes im Zeitraum von 1978 - 1987 von 20 mg/l auf fast 40 mg Nitrat/l anstieg. 1986 wurde zudem der Grenzwert der EU auf 50 mg Nitrat/l abgesenkt. Der Gefährungsgrad anderer Wasserwerke der Stadtwerke Osnabrück wird als ebenfalls hoch eingestuft, da vermutet wird, daß das volle Ausmaß der Nitratfrachten, die in diesen Gebieten mit hoher tierischer Veredelung gegeben sind, erst in Jahren und Jahrzehnten festzustellen ist. Neben dem Nitrat wurden häufige Grenzwertüberschreitungen bei Pflanzenschutzmitteln (inbes. Triazine) in Hausbrunnen festgestellt.

Eine neue Situation hat sich mit der Novellierung des Niedersächsischen Wassergesetzes ergeben. Seit dem 1.7.1992 hebt das Land den sog. „Wassergroschen“ ein: Die Wasserversorgungsunternehmen haben pro m³ geförderten Wasser einen Groschen an das Land abzuführen - in Osnabrück mehr als 1 Mio. DM jährlich. Das Aufkommen aus dieser Gebühr soll für Gewässerschutzmaßnahmen verwendet werden, **wobei auch der Ökologische Landbau als eine derartige Maßnahme anerkannt ist.** Die Förderung gilt auch für die ökologisch bewirtschafteten Flächen des Wasserwerkes.

Vom Wasserwerk Osnabrück wurden Reststickstoffgehalte der konventionellen Betriebe (ohne und mit Wasserschutz-Auflagen) sowie von Biobetrieben erhoben. **Auf den**

Ackerflächen, die an Biobauern verpachtet werden, sind die weitaus niedrigsten Rest-N-Gehalte festgestellt worden.

Die Stadtwerke Osnabrück wollen weitere Flächen an biologisch wirtschaftende Landwirte verpachten, wofür Informationskampagnen gestartet werden. Seit 1992 wird zudem versucht, den Kunden der Stadtwerke die Bedeutung des Ökologischen Landbaus für den Gewässer- und Trinkwasserschutz zu verdeutlichen.

Die Stadtwerke unterstützen das im Sommer 1993 angelaufene Projekt "Ökologischer Kurort Bad Laer", das vom Land Niedersachsen getragen wird und eine Förderung der Vermarktung ökologischer Produkte in der Region Osnabrück zum Ziel hat.

5 Literatur

- AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG (1996a): Richtlinien des Landes Oberösterreich für das Förderungsprogramm Grundwasser 2000.
- AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG (1996b): Förderungsprogramm Grundwasser 2000 - Motivenbericht.
- AMTSBLATT der EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1991): Verordnung Nr. 2092/91 des Rates der Europäischen Gemeinschaft über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 198/1 vom 22.7.1991.
- ANONYM (1995): Schweinemast: So füttern Bio-Betriebe. dlz 12/95, 98-102.
- BARTUSSEK, H. (1997): Kosteneinsparung in der Schweinemast durch Außenklimaställe. In: der fortschrittliche Landwirt, H47/1997
- BECHMANN, A., MEIER-SCHAI DNAGEL, R. und I. RÜHLING (1992): Landwirtschaft 2000 - Ist flächendeckende ökologische Landwirtschaft finanzierbar ? Szenario für die Umstellungskosten der Landwirtschaft in Deutschland. Greenpeace (Hrsg.) Hamburg.
- BECK, T. (1985): Einfluß der Landbewirtschaftung auf das Bodenleben. VDLUFA- Kongressband 16, 31-46.
- BEK, S. (1994): Mineralization of ¹⁴C-labelled unripe straw in soil with and without rape (*Brassica napus* L.). Biology and Fertility of Soils, 17, 21-26.
- BERG, M., HAAS, G. und U. KÖPKE (1997): Wasserschutzgebiete: Vergleich des Nitrataustrages bei Organischem, Integriertem und Konventionellem Ackerbau. In: KÖPKE, U. und J.-A. EISELE (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin, 28-34.
- BMELF (1991): Agrarbericht der Deutschen Bundesregierung 1983-1991. Deutsches Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn.
- BMLF (1994-1996): Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1993-1995, 35.-37. Grüner Bericht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BMLF (1995-1996): Standardeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien.
- BMU (O.J.): BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: Klimaschutz auf kommunaler Ebene, Leitfaden.
- BÖCKENHOFF, E., HAMM, U. und M. UMHAU (1986): Analyse der Betriebs- und Produktionsstrukturen sowie der Naturalerträge im alternativen Landbau. Ber. Landw. 64, 1986.
- BOXBERGER, J. (1996): Biogas als Beitrag zum Klimaschutz. In: GRAF, W. (Hrsg.): Biogas für Österreich, Österreichische Hochschülerschaft, Wien, 91-100.
- BOXBERGER, J., AMON, Th. und J. LINDWORSKY (1996): Umwelt- und Düngewirkung von Biogasgülle. In: GRAF, W. (Hrsg.): Biogas für Österreich, Österreichische Hochschülerschaft, Wien.
- BOXBERGER, J.; AMON TH., GRONAUER, A.; RIEDER, J.: Verfahren zur Flüssigmistausbringung auf Grünland. In: Umweltverträgliches Flüssigmistmanagement, Kompendium des LTV-Arbeitskreises Flüssigmist, Gelbes Heft Nr. 54. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- BRANDHUBER, R. und U. HEGE (1992): Tiefenuntersuchungen auf Nitrat unter Ackerschlägen des ökologischen Landbaus. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 69, 111-119.
- BURNS, R. and J. DAVIES (1986): The Microbiology of Soil Structure. Biological Agriculture and Horticulture, 3, 95-109.

- CALLAUCH, R. (1981): Vergleich der Segetalvegetation auf "konventionell" und "biologisch" bewirtschafteten Äckern in SO-Niedersachsen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft IX, 85 - 95.
- CODEX ALIMENTARIUS AUSTRIACUS: Codexkapitel A 8: Landwirtschaftliche Produkte aus biologischem Landbau und daraus hergestellte Folgeprodukte.
- DABBERT, S. (1990): Zur optimalen Organisation alternativ landwirtschaftlicher Betriebe. Dissertation, Univ. Hohenheim.
- DELUCCHI, V. (1990): Phytomedizinische Visionen. Landw. Schweiz, 3 (9), 469-474.
- DEUTSCHER BUNDESTAG /Hrsg. (1992): Erster Bericht der Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des deutschen Bundestages. Drucksache 12/2400.
- DEUTSCHER BUNDESTAG /Hrsg. (1994):: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des deutschen Bundestages (Hrsg.): Schutz der Grünen Erde: Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Economica Verlag, Bonn.
- DEUTSCHER BUNDESTAG /Hrsg. (1995): Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des deutschen Bundestages (Hrsg.): Mehr Zukunft für die Erde: Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz. Economica Verlag, Bonn.
- DIEZ, T., BECK, T., BORCHERT, H., CAPRIEL, P., KRAUSS, M., BAUCHHENß, J. (1991): Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen - 2. Mitteilung. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 68, 409-443.
- DIEZ, T., WEIGELT, H., BORCHERT, H., BECK, T., BAUCHHENß, J. HERR, S., AMMAN, J. und G. POMMER (1986): Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 63, 979-1019.
- EICHENBERGER und H. VOGTMANN (1981): Grundprinzipien des ökologischen Landbaus. Broschüre Sonderschau zum biologischen Land- und Gartenbau; Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Oberwil.
- EI SHAFIE, F. S. (1990): Untersuchungen über die Humusfraktionen sowie Makro- und Mikroelemente in Böden von Dauerversuchen. Dissertation Univ. Gießen, Fachbereich Agrarwissenschaften.
- ERNTE-Verband (1997): Persönliche Mitteilung zu Erzeugerpreise von 1996 und 1997
- FASSBENDER, K., HEBß, J. und H. FRANKEN (1993): Sommerweizen - grundwasserschonende Alternative zu Winterweizen auf leichten Böden - N-Dynamik, Ertrag und Qualität. In: ZERGER, U. (Hrsg.): Forschung im ökologischen Landbau. SÖL Sonderausg. 42, 139-144.
- FAT (1992-1996): Berichte über biologisch bewirtschaftete Betriebe 1991-1994. Ergebnisse der zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten. Eidg. Forschungsanst. f. Betriebswirtschaft u. Landtechnik FAT, Tänikon.
- FEIGE, W. und R. RÖTHLINGSHÖFER (1990): Nitratauswaschung aus zwei unterschiedlich bewirtschafteten Ackerböden. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31, 89-95.
- FOISSNER, W. (1987): The micro-edaphon in ecofarmed and conventionally farmed dryland cornfields near Vienna (Austria). Biology and Fertility of Soils 3, 45-49.
- FOISSNER, W., FRANZ, H. und H. ADAM (1986): Untersuchungen über das Bodenleben in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden im Raum Salzburg. Verh. Gesellsch. Ökol. 13., 333-339.
- FREYER, B. und S. HARTNAGEL 1992: Erträge und Sortenauswahl von Winterweizen in biologisch bewirtschafteten Betrieben (1991) der Schweiz. Landwirtschaft Schweiz 5 (9), 469-472.

- FRIEBEN, B. (1988): Vergleichende Untersuchungen der Ackerbegleitflora auf längerfristig alternativ und konventionell bewirtschafteten Getreideäckern im östlichen Westfalen und im norddeutschen Raum. Veränderungen im Vergleich zu den Jahren 1959-1961. Diplomarbeit, Inst. f. Landw. Botanik, Univ. Bonn.
- FRIEDEL, J. (1993): Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf mikrobielle Eigenschaften im C- und N-Kreislauf von Ackerböden - Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, 11, Universität Hohenheim.
- FRIEDEL, J., DIERENBACH, E. und D. GABEL (1997): Die Rolle der mikrobiellen Biomasse im C- und N-Kreislauf ökologisch bewirtschafteter Ackerböden. In: KÖPKE, U. und J.-A. EISELE (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin, 77-83.
- GEHLEN, P. (1987): Bodenchemische, bodenbiologische und bodenphysikalische Untersuchungen konventionell und biologisch bewirtschafteter Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbauflächen. Dissertation, Univ. Bonn.
- GISI, U. (1990): Bodenökologie - Thieme Verlag Stuttgart.
- GRAF, W. (1997) : Mündliche Mitteilung
- GUTSER, R. (1990): Grundlagen zur Nährstoffwirkung von Gülle und Festmist. Tagung "Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen", 27./28.02.1990, Freising, Landtechnik Weihenstephan Schrift 1 S.88 - 100.
- GUTSER, R. und P. DOSCH (1992): Strategien zur Optimierung der Stickstoffwirkung von Flüssigmist. In: Neue Techniken zum umweltgerechten und wirtschaftlichen Einsatz von mineralischen und organischen Düngern, Landtechnik Schrift Nr. 2 Landtechnik Weihenstephan, 38-48.
- HAAS, G. und U. KÖPKE (1994): Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung, Studienprogramm Landwirtschaft der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Deutscher Bundestag (Hrsg.), Economica, Bonn.
- HÄNI, F., BOLLER, E. und F. BIGLER (1990): Integrierte Produktion - ein ökologisch ausgerichtetes Bewirtschaftungssystem. Schw. Landw. Fo. 29, (2/3), 101-115.
- HEA (1995): Strom Tips für die Landwirte, Frankfurt am Main, 2. Auflage, April 1995
- HEIBENHUBER A. und H. RING (1992): Ökonomische und umweltbezogene Aspekte des ökologischen Landbaues. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 69, 275-305.
- HEIBENHUBER, A. und T. REITMAYR (1995): Ökonomische und ökologische Aspekte unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme - dargestellt am Beispiel der Rindfleischerzeugung. In: FREYER, B. et al. (1995): Betriebswirtschaft im biologischen Landbau, SÖL Sonderausgabe, 57, 79-84, Bad Dürkheim.
- HERMANOWSKI, R. (1997): Wasserschutz durch Umstellung auf ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau, 103, 16-17.
- HERRMANN, G. und G. PLAKOLM (1991): Ökologischer Landbau - Grundwissen für die Praxis. Österr. Agrarverlag Wien.
- HEß (1995): Residualer Stickstoff aus mehrjährigem Feldfutterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Habil.-Schr., Univ. Bonn, Wiss. Fachverl. Gießen.
- HEß J. und A. KLEIN (1987): Möglichkeiten zur Verringerung der N-Frühjahrsücke im Organischen Landbau durch verbesserte Nutzung von Leguminosen-N und systemkonforme Düngungsmaßnahmen. Forschung u. Beratung Reihe B, H. 36, 42-63.
- HEß, J. (1989): Klee grasumbruch im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Klee gras - Klee gras - Weizen - Roggen. Dissertation, Univ. Bonn.

- HEß, J. (1997): Systemimmanenter Zwang zu möglichst geschlossenen Nährstoffkreisläufen. *Ökologie und Landbau*, 103, 10-13.
- HEß, J. und T. LINDENTHAL (1997): Biologische Wirtschaftsweise. In: BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.): Bodenschutz in Österreich, BMLF Wien, 305 - 320,
- HEß, J., PIORR, A. und K. SCHMIDTKE (1992): Grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch Ökologischen Landbau? Eine Bewertung des Leguminosenanbaus und des Wirtschaftsdüngereinsatzes im Anbausystem Ökologischer Landbau. Veröffentlichungen des Instituts für Wasserforschung GmbH Dortmund und der Dortmunder Stadtwerke AG, Nr. 45.
- HÖLLEIN, K. (1995): Förderung des Ökologischen Landbaus im Einzugsbereich des Wassergewinnungsgebietes Mangfall der Wasserwerke München. In: BIOLAND/ Nordrhein-Westfalen/Niedersachsen und ÖKORING Niedersachsen (Hrsg.): Ökologischer Landbau und Wasserschutz. Fachtagung, Hannover, 21.2.1995, 27-29.
- INGRISCH, S., WASNER, U., und E. GLÜCK (1989): Vergleichende Untersuchung der Ackerfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. In: Alternativer und konventioneller Landbau. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen, Band 11. Münster-Hiltrup, 113-272.
- JORDAN, K. (1995): Förderung des Ökolandbaus durch die Stadtwerke Osnabrück AG. Fachtagung „Ökologischer Landbau und Wasserschutz“ am 21.2.1995, Hannover, Bioland Nordrhein-Westfalen und Ökoring Niedersachsen, 34-39.
- KÖNIG, W. und R. SUNKEL, R. (1989): Untersuchungen zu Bodenphysik, Humusversorgung und Nährstoffhaushalt auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. In: Alternativer und konventioneller Landbau. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen, Band 11, Münster-Hiltrup, 21-38 .
- KÖPKE, U. (1990): Pflanzenbauliche Strategien für einen umweltverträglichen und standortgerechten Landbau. 42. Hochschultagung Landw. Fakultät Univ. Bonn, 17-39.
- KÖPKE, U. (1994): Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. In: MAYER, J., FAUL, O., RIES, M., GERBER, A. und A. KÄRCHER (Hrsg.): Ökologischer Landbau - Perspektive für die Zukunft, SÖL Sonderausgabe 58, Bad Dürkheim, 54-113.
- KROMP, B., MAURER, L., EDELMÜLLER, I., HARTL, W. und K. PLOCHBERGER (1984): Vergleichsuntersuchungen zwischen ökologischem und konventionellem Landbau. Studie des Ludwig Boltzmann-Instituts für biologischen Landbau, Wien.
- LAMPKIN, N. (1986): Studien über biologische Landbausysteme in Westeuropa und Nordamerika - eine Literaturübersicht zu Fragen der Ökonomie, Qualität, Quantität, Ökologie, Vermarktung und Energiebilanz. In: VOGTMANN, H., BOEHNCKE, E. und I. FRICKE (Hrsg.) (1986): Öko-Landbau - eine weltweite Notwendigkeit. Alternative Konzepte 50, C. F. Müller Karlsruhe, 237-269.
- LAMPKIN, N. (1990): Organic Farming. Farming Press Books, Ipswich.
- LETSCHERT, D. (1986): Untersuchungen zur Arthropoden- und Annelidenfauna von Weizen- und Zuckerrübenfeldern in einem konventionellen und einem bio-dynamischen Anbau. Z. angew. Zool. 73, 93-113.
- LINDENTHAL, T., MÜLLER, W., HEß, J., PLAKOLM G. und W. HARTL (1993): Forschung im biologischen Landbau - Eine Bestandsaufnahme im deutschsprachigen Raum unter besonderer Berücksichtigung von Österreich. UBA und BMLF (Hrsg.) Monographien des Umweltbundesamtes 36, Wien.

- LINDENTHAL, T., VOGL, C. und J. HEB (1996): Integrale Schwerpunktthemen und Methodikkriterien der Forschung im Ökologischen Landbau - Erstellung eines Strategiepapiers für die Forschungsförderung, Eine Zusammenarbeit der Forschungsinitiative Biologischer Landbau, Endbericht an das BMWFK und BMLF, Förderungsdienst, 2c, Wien.
- MÄDER, P. (1993): Effekt langjähriger biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf das Bodenleben. In: ZERGER, U. (Hrsg.): Forschung im ökologischen Landbau. SÖL Sonderausg. 42, 271-278.
- MÄDER, P., HÜSCH, S. und U. NIGGLI (1995): Der Einfluß der Bewirtschaftung auf die mikrobielle Biomasse und Aktivität sowie auf den metabolischen Quotienten (qCO_2) von Bodenmikroorganismen-Populationen. In: DEWES, T. und L. SCHMITT (Hrsg.): Wege zu dauerfähiger, naturgerechter und sozialverträglicher Landbewirtschaftung, Beiträge zur 3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau vom 21.-23. Februar 1995 an der Universität Kiel, Wiss. Fachverlag Gießen, 89-92.
- MAIDL, F. X., DEMMEL, M. und G. FISCHBECK (1988): Vergleichende Untersuchungen ausgewählter Parameter der Bodenfruchtbarkeit auf konventionell und alternativ bewirtschafteten Standorten. Landwirtschaftliche Forschung 41, 3-4, 231-245.
- MATTHEY, J. (1992): Nährstoffe im Dränwasser. Versuchsbericht Alternativer Landbau. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. 36-39.
- MESSNER, H. (1988): Düngewirkung anaerob fermentierter und unbehandelter Gülle. Dissertation, Technische Universität München-Weihenstephan, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising.
- NÄF, E. (1995): Zeitbedarf zur Bewirtschaftung von konventionellen, IP- und Bio-Betrieben. In: FREYER, B. et al. (1995): Betriebswirtschaft im biologischen Landbau, SÖL Sonderausgabe, 57, 63-66, Bad Dürkheim.
- NECKER, U. (1989): Untersuchungen zu Mikroflora und Bodenfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. In: Alternativer und konventioneller Landbau. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen, Band 11. Münster-Hiltrup, 39-67.
- NIGGLI, U. (1993): Wie müssen Wissenschaftsstrukturen beschaffen sein, daß die Forschung und das Versuchswesen dem biologischen Landbau gerecht werden. In: BMLF (Hrsg, 1993): Forschungskolloquium "Biologischer Landbau", Linz, 5. und 6. November 1991; Sonderausgabe Förderungsdienst, 20-31
- OBERSON, A., BESSON, J.-M., GUPTA, S. K. und H. STICHER (1991): Auswirkungen dreier Anbausysteme (DOK-Versuch) auf die Verteilung organischer und anorganischer Phosphorfractionen und auf ausgewählte bodenbiologische Parameter in einer Parabraunerde auf Löss. Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwiss. 4, 51-54.
- PERICIN, C. und B. FREYER (1996): Biologischer Landbau im Jahr 1994. In: NATIONALE PROJEKTGRUPPE ÖKOPILOTBETRIEBE (Hrsg.): Stand und ökologische Entwicklung der Pilotbetriebe. Jahresbericht der Nationalen Projektgruppe Ökopilotbetriebe 1994, FAT, Tänikon, Schweiz.
- PIFFNER, L. (1990): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung auf das Vorkommen epigäischer Arthropoden, insbesondere auf Laufkäfer (Col., Carabidae), in Winterweizenparzellen. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 63, 63-76.
- PIFFNER, L. (1993): Einfluß langjährig ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf Regenwurmpopulationen (Lumbricidae). In: ZERGER, U. (Hrsg.): Forschung im ökologischen Landbau. SÖL Sonderausg. 42, 280-287.
- POMMER, G. (1990): Vergleich der agrarökologischen Auswirkungen der Anbausysteme "Integrierter Pflanzenbau" und "Alternativer Landbau". Kali-Briefe 20 (4) 311-321.

- RAUPP, J. (1993): Grundsätzliches zum biologischen Landbau und Schlußfolgerungen für die Forschung. In: BMLF (Hrsg.): Forschungskolloquium "Biologischer Landbau", Linz, 5. und 6. November 1991; Sonderausgabe Förderungsdienst, 8-20.
- REISCH, E. und J. ZEDDIES, (1983): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre; Spezieller Teil, zweite Auflage. UTB, Stuttgart.
- SAUERBECK, D. (1980): Einfluß der Humusversorgung und Düngung auf Bodenleben und Bodenstruktur - Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 37, Kongreßband Braunschweig.
- SHELLER, E., BACHINGER, J. und J. RAUPP (1997): Einfluß von Mineraldüngung und Stallmist auf die Aminosäuregehalte im Oberboden und auf den Humusaufbau im Darmstädter Düngungsvergleichsversuch. In: KÖPKE, U. und J.-A. EISELE (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Bonn, Verlag Dr. Köster, Berlin, 63-69.
- SCHIRMER, G. und H. FLEISCHER (1995): Förderung des Ökologischen Landbaus in Wasserschutzgebieten durch die Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH. Fachtagung „Ökologischer Landbau und Wasserschutz“ am 21.2.1995, Hannover, Bioland Nordrhein-Westfalen und Ökoring Niedersachsen, 30-33.
- SCHLÜTER, C. (1985): Arbeits- und betriebswirtschaftliche Verhältnisse in Betrieben des alternativen Landbaus. Untersucht am Beispiel biologisch-dynamischer Betriebe, Stuttgart.
- SCHLÜTER, W., HENNIG, A. und G.W. BRÜMMER (1997): Nitrat-Verlagerung in Auenböden unter organischer und konventioneller Bewirtschaftung – Meßergebnisse, Modellierungen und Bilanzen. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 160, 57-65.
- SCHNEEBERGER, W. und HUNGER, F. (1994): Anpassungsstrategien für Schweinemastbetriebe an die neuen Rahmenbedingungen. Der Förderungsdienst, 42/11, 61-68.
- SCHULTE, G. (1996): Bodenchemische und bodenbiologische Untersuchungen ökologisch bewirtschafteter Böden in Rheinland-Pfalz unter besonderer Berücksichtigung der Nitratproblematik. Diss. Univ. Trier.
- SIEWERT, C. (1982): Einfluß von Grundbodenbearbeitung auf die Struktur und den Gehalt der Huminsäuren des Podsolbodens - in: Tagungsbericht der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 205, 265 -274.
- SRU (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Kohlhammer-Verlag Stuttgart.
- STEINLECHNER, E. (1994): Möglichkeiten der Verminderung und Nutzung anthropogener Methanemissionen. Arbeitsbericht, Johanneumresearch, Forschungsgesellschaft mbH, Graz 1994. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie (Endbericht).
- STEINMANN, R. (1983): Der biologische Landbau - ein betriebswirtschaftlicher Vergleich. Schriftenreihe der Eidg. Forschungsanst. f. Betriebswirtschaft u. Landtechnik FAT, Tänikon.
- STORHAS, R. (1988): Fütterung. In: HAIGER, A., STORHAS, R. und H. BARTUSSEK (1988): Naturgemäße Viehwirtschaft. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SUSTAIN (1994): Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft in Österreich. Endbericht der Wissenschaftlergruppe "Sustain", TU Graz.
- VEREIJKEN, P. (1986): From conventional to integrated agriculture. Netherlands Journal of Agricultural Science 34.
- VEREIJKEN, P. und F. WIJNANDS (1990): Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, strategie voor bedrijf en milieu - proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (Hrsg.).
- ZOLLITSCH (1997): Persönliche Mitteilung

WWF STUDIEN ZU AKTUELLEN UMWELTTHEMEN

<u>Studie 1:</u>	ES GEHT UMS GANZE WWF-Naturschutzkonzept für Österreich	Johanna Mang Wien, Mai 1992
<u>Studie 2:</u>	GÜTERVERKEHR AUF DER DONAU Eine ökologisch-verkehrswirtschaftliche Untersuchung	Helmut Hiess und Robert Korab Wien, Mai 1992
<u>Studie 3:</u>	ENERGIE FÜR DIE SLOWAKEI Handelsoptionen für eine umweltorientierte Politik (auch in slowakisch)	Helmut Haberl und A. Hötl Wien, März 1992
<u>Studie 4:</u>	BAUKOSTENVERGLEICH ZWISCHEN DONAU-ODER-KANAL UND BAHN	Helmut Hiess und Robert Korab Wien, Oktober 1992
<u>Studie 5:</u>	CONSTRUCTION AND OPERATING OF VARIANT C OF THE GABCIKOVO-NAGYMAROS PROJECT UNDER INTERNATIONAL LAW	Georg M. Berrisch Brüssel, Oktober 1992
<u>Studie 6:</u>	BIOMASSE UND KLIMA	Waltraud Winkler-Rieder Wien, 1993
<u>Studie 7:</u>	ÖKOLOGISCHE ANFORDERUNGEN AN DAS ENERGIE- KONZEPT 1992 DER ÖSTERR. BUNDESREGIERUNG	Helmut Haberl Wien, Oktober 1992
<u>Studie 8:</u>	FLUCHTDISTANZ UND BESTAND VON STOCKENTE UND GRAUREIHER IM BEREICH DES GEPLANTEN NATIONALPARKS DONAU-AUEN	Ulrich Eichelmann Wien, Mai 1993
<u>Studie 9:</u>	KONZEPT-ENTWURF FÜR EINEN NÖ ARTENSCHUTZFONDS	Erhard Kraus Wien, März 1993
<u>Studie 10:</u>	ÖKONOMISCHE ERFORDERNISSE DES NATURSCHUTZES IN ÖSTERREICH	Harald Payer Wien, Juni 1993
<u>Studie 11:</u>	NATURSCHUTZ IN DER EG - HANDLUNGSBEDARF FÜR ÖSTERREICH	Bernhard Drumel Wien, Juni 1993
<u>Studie 12:</u>	ERSTER ÜBERBLICK ZUR BIODIVERSITÄT ÖSTERREICHS	Thomas Ellmayer Wien, Oktober 1993
<u>Studie 13:</u>	DOSSIER ELEKTROHEIZUNG	Elmar Bertsch und Helmut Haberl Wien, Oktober 1993
<u>Studie 14:</u>	NATIONALPARKGERECHTES WILDTIERMANAGEMENT	Wolfgang Schröder Wien, Februar 1994
<u>Studie 15:</u>	NEUE PARTNER?! AGRARPOLITIK, NATUR- UND UMWELTSCHUTZ	Simone Lughofer Wien, Februar 1994
<u>Studie 16:</u>	DER KORMORAN	Thomas Zuna-Kratky und Helene Mann Wien, Oktober 1994
<u>Studie 17:</u>	ENTWURF FÜR EIN NATURSCHUTZKONZEPT FÜR WIEN	Dan Kolmer Wien, Dezember 1994
<u>Studie 18:</u>	GRÜNE ÄCKER, ANFORDERUNGEN DES NATUR- UND UMWELTSCHUTZES AN DIE FLÄCHENSTILLEGUNG	Simone Lughofer Wien, Dezember 1994
<u>Studie 19:</u>	FORUM ENERGIESTEUER	Wien, Februar 1995
<u>Studie 20:</u>	STROMSPAREN STATT DONAUAUSBAU	Österreichisches Ökologie-Institut Wien, Mai 1995
<u>Studie 21:</u>	NATIONALPARKGERECHTES WILDTIERMANAGEMENT Projektbericht 94 und Managementvorschläge 95	Wolfgang Schröder Wien, Mai 1995
<u>Studie 22:</u>	THE SIGNIFICANCE OF THE CENTRAL EUROPEAN MOOSE POPULATION (Alces Alces)	Dr. Vojtěch Mrlík Wien, Juli 1995
<u>Studie 23:</u>	CITES: GEFÄHRDETE TIER- UND PFLANZENARTEN IM ÖSTERREICHISCHEN GRENZHANDEL	Karin Enzinger Wien, August 1995
<u>Studie 24:</u>	GEMEINSAM HANDELN. DAS WWF PROGRAMM FÜR DEN NATURSCHUTZ IN ÖSTERREICH 1995-2000	Dr. Bernhard Drumel Wien, Oktober 1995
<u>Studie 25:</u>	DER WOLF (CANIS LUPUS) IN ÖSTERREICH HISTORISCHE ENTWICKLUNG UND ZUKUNFTSAUSSICHTEN	Andreas Zedrosser Wien, September 1996
<u>Studie 26:</u>	WASSERAUSBAU NACH HAINBURG	Dipl. Ing. Elmar Bertsch Wien, Oktober 1996
<u>Studie 27:</u>	ÖSTERR. LISTE GEFÄHRDETER PFLANZENARTEN IN LEBENS- RÄUMEN VON EUROPÄISCHER BEDEUTUNG	T. Bauder, G. Dick Wien, April 1997
<u>Studie 28:</u>	KOMMASSIERUNG gestern - heute - morgen	Dipl. Ing. Reinhard Kraus Wien, Mai 1997
<u>Studie 29:</u>	TRINKWASSER-SCHONGEBIETE ÖSTERREICHS	Mag. S. Lughofer und DI S. Portschy Wien, August 1997
<u>Studie 30:</u>	KOSTEN DER GRUNDWASSER-VERSCHMUTZUNG	Mag. Simone Lughofer (Projektlitg.) Wien, August 1997



WWF®

WORLD WIDE FUND FOR NATURE

Die internationale Natur- und Umweltschutzorganisation WWF wurde 1961 in der Schweiz gegründet. 28 nationale Büros und 5,3 Millionen Mitglieder und Spender ermöglichen jährlich weltweit rund 10.000 Projekte. Ursprünglich hauptsächlich eine Artenschutzorganisation, verfolgt der WWF heute einen umfassenden Natur- und Umweltschutz und zielt auf die Bildung eines starken Natur- und Umweltbewußtseins in der Bevölkerung ab.

Der WWF Österreich mit Sitz in Wien besteht seit 1963. 50 Mitarbeiter vertreten seine Anliegen im ganzen Land und in Osteuropa. Für die nötige finanzielle und moralische Unterstützung sorgen zur Zeit 24.500 erwachsene und 8.000 jugendliche Mitglieder sowie 210.000 Unterstützer und Gönner.

Neben seiner Arbeit im Arten- und Biotopschutz übernimmt der WWF Österreich in steigendem Maße die Rolle eines Anwaltes der Natur - insbesondere bei naturverbrauchenden Großprojekten wie Straßen- und Kraftwerksbauten.

Die wichtigsten Grundsätze der Arbeit des WWF sind einerseits die Erhaltung der biologischen Vielfalt, andererseits die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen und der Kampf gegen Verschwendung und Verschmutzung. Artenschutzprojekte gehören dabei ebenso zu seinen Aufgaben wie die Einrichtung von Naturreservaten oder die Unterstützung von Regenwaldprojekten. Land- und Forstwirtschaft sind für den WWF als Themen genauso wichtig wie die Mitsprache bei der österreichischen Energie- und Entwicklungspolitik. WWF-Forschungsprojekte und umweltpolitische Arbeit schaffen die Grundlage für praktischen Natur- und Umweltschutz sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene.

Falls Sie gerne genauere Informationen über den WWF hätten oder Mitglied werden möchten, schreiben Sie uns oder rufen Sie uns an:

WWF Österreich
Ottakringer Straße 114-116
1160 Wien
Telefon: 488 17 - 0
Telefax: 488 17 - 29