

253 S

Bundesanstalt für



Agrarwirtschaft

157  
**ÖKONOMISCHE AUSWIRKUNGEN  
DER GRUNDWASSERSANIERUNG  
AUF DIE LANDWIRTSCHAFT**

NT  
**RESTORING GROUNDWATER QUALITY:  
ECONOMIC EFFECTS ON AGRICULTURE**

KLAUS WAGNER

GT  
Schriftenreihe Nr. 80

Wien 1997



Zugangsdatum	26.2.97
Erwerbsart	G
Zugangsnummer	40792
Preis	
Signatur	253 S

ISBN 3 - 901 - 338 - 08 - x

Eigentümer, Herausgeber, Verlag und Druck: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft,  
1133 Wien, Schweizertalstraße 36

# Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1. Projektziel und Vorgehensweise	7
2. Untersuchungsgebiete	10
3. Einflußfaktoren auf die Nitratbelastung des Grundwassers	13
3.1 Einfluß der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf den Nitrataustrag	13
3.1.1 Kulturpflanzen	13
3.1.2 Standort	15
3.1.3 Bearbeitungstechnik	16
3.1.4 Reihung der Kulturarten und Anbaufrüchte nach dem Nitratauswaschungsrisiko	16
3.1.5 Eingeschränkte Datenlage	18
3.1.6 Kultur- und Fruchtartenverteilung in den Porengrundwassergebieten	19
3.2 Viehhaltung	22
3.3 Betriebsformen und Betriebsgrößen	24
3.4 Außerlandwirtschaftliche Faktoren	25
4. Diskriminanzanalysemodell zur Folgenbewertung einer Grundwassersanierung	26
4.1 Modellaufbau	26
4.1.1 Variablenauswahl und Diskriminanzanalyse	26
4.1.2 Auswahl von Varianten zur grundwasserschonenden Flächennutzung	28
4.1.3 Grundlagen zur monetären Bewertung	29
4.2 Ergebnisse	30
4.2.1 Plausibilitätsüberlegungen	30
4.2.2 Nutzungsänderungen zur Einhaltung des Schwellenwertes 45mgN/l - Flächen	33
4.2.3 Nutzungsänderungen zur Einhaltung des Schwellenwertes 45mgN/l - monetäre Bewertung	33
4.2.4 Abschätzung für einen Nitratschwellenwert von 30 mg/l	37
5. Zusammenfassung	41
Summary	43
6. Literatur	45
7. Anhang	48

## Diagramme

1. Verteilung der Kulturarten in Porengrundwassergebieten	21
2. Jahresanfall an tierischem Reinstickstoff	21
3. Anteile der Betriebsformen	24
4. Anteile der Betriebsgrößenklassen	25
5. Nutzungsänderungen zur Grundwassersanierung - 45 mgN/l	34
6. Deckungsbeitragsverlust insgesamt - 45 mgN/l	35
7. Nutzungsänderungen zur Grundwassersanierung - 30 mgN/l	39
8. Deckungsbeitragsverlust insgesamt - 30 mgN/l	40

## Karten

1. Nitratbelastung der Porengrundwassergebiete	11
2. Flächennutzung in den Porengrundwassergebieten	20
3. Stickstoffanfall durch Viehhaltung in den Porengrundwassergebieten	23
4. Deckungsbeitragsverlust je Hektar - 45 mgN/l	36

## Tabellen

1. Beprobte Porengrundwassergebiete	12
2. Fruchtartenbewertung	17
3. Rangfolge der Fruchtarten bezüglich der Nitratauswaschung	18
4. Max. Anbaukonzentration von Feldfrüchten	29
5. Rangreihung der Porengrundwassergebiete nach der Nitratbelastung	31/32
6. Zusammengefaßte Ergebnisse für die jeweils bewerteten Porengrundwassergebiete	42

## Übersichten

1. Methoden	7
2. Vorgehensweise	9
3. Variablen mit Signifikanz bezüglich der Grundwasser-Nitratmeßwerte	26



## Vorwort

Die ~~Ursprüngliche~~ <sup>Ursprüngliche</sup> Absicht des vorliegenden Forschungsprojektes war, jenes Gefährdungspotential in der Agrarlandschaft zu untersuchen, das sich durch eine mehr oder weniger intensive landwirtschaftliche Nutzung ergibt. Daraus entwickelte sich im Laufe der Projektbearbeitung eine ~~spezifische~~ <sup>spezifische</sup> Aufgabenstellung. Im Zentrum des Interesses stand ~~der~~ <sup>der</sup> Nutzenentgang für die Landwirtschaft, der bei einer Nutzung mit möglichst vermindertem Nitratreintrag ins Grundwasser entsteht; ~~Dazu~~ <sup>Dazu</sup> mußte der Einfluß der Landwirtschaft auf die Nitratbelastung des Grundwassers regional erfaßt werden. Ausführliche ~~Meßergebnisse~~ <sup>Meßergebnisse</sup> zur Grundwassernitratbelastung, speziell für die Porengrundwassergebiete, standen aus den Wassergütejahresberichten des ~~Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft~~ <sup>BMLF</sup> zur Verfügung.

Die Untersuchung bezog <sup>sich</sup> sich ausschließlich auf die regionale Ebene, da Vorarbeiten fehlten, die für eine betriebswirtschaftliche Ausrichtung der Forschungsarbeit nötig gewesen wären (wie z.B. die Angabe von eindeutigen, flächenbezogenen Bearbeitungs- bzw. Nutzungsänderungen). Aufbauend auf einer ~~aufwändigen~~ <sup>aufwändigen</sup> Analyse der landwirtschaftlichen Nutzung in den Porengrundwassergebieten, zeigt das Ergebnis der Studie die regionalen Größenordnungsunterschiede für bestimmte Nutzungseinschränkungen und deren monetäre Auswirkungen.

An dieser Stelle sei den Mitarbeitern der Sektion IV des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, des Bundesamtes für Landwirtschaft und des Bundesamtes für Wasserwirtschaft gedankt, die zahlreiche Unterlagen zur Verfügung gestellt bzw. wertvolle Diskussionsbeiträge geliefert haben.

Wien, im November 1996

HR Dipl.-Ing. Dr. Hubert Pflingstner, Direktor



# 1 Projektziel und Vorgehensweise

Ziel des Forschungsprojektes war eine Abschätzung der monetären Auswirkungen einer Grundwassersanierung (bezüglich der Nitratwerte) auf die Landwirtschaft in regionaler und gesamtwirtschaftlicher Hinsicht.

Nach der <sup>von</sup> Novelle des Wasserrechtsgesetzes 1990, (~~BGBL 1990/252~~), nach der Trinkwasser-  
nitratverordnung (~~BGBL 1989/557~~) und nach der Grundwasserschwellenwert-Verordnung  
(~~BGBL 1991/502~~) sind Maßnahmen zur Grundwassersanierung zu ergreifen, wenn die  
vorgegebenen Schwellenwerte nicht nur vorübergehend überschritten werden. Der ~~zeitliche~~ <sup>zeitliche</sup>  
Schwellenwert beträgt 45 mg NO<sub>3</sub>/l, der ab 1997 vorgesehene Schwellenwert <sup>30 mg</sup> ~~30 mg~~  
NO<sub>3</sub>/l <sup>wird voraussichtlich in der gegenwärtigen Legislaturperiode</sup> ~~wird voraussichtlich in der gegenwärtigen~~ auch auf 45 mg NO<sub>3</sub>/l er-  
höht. <sup>würde</sup> In diesem Zusammenhang werden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirt-  
schaft systematisch Wassergütererhebungen durchgeführt und veröffentlicht. Diese bilden  
die Grundlage für die folgenden Abschätzungen (Bundesministerium für Land- und Forst-  
wirtschaft, 1995).

Die vor allem lokal oft starken Einflüsse der nicht-landwirtschaftlichen standörtlichen Gegebenheiten auf die Nitratauswaschung ins Grundwasser sind hier nicht Thema der Betrachtung, sondern interessieren nur im Zusammenspiel mit der landwirtschaftlichen Nutzung.

## Übersicht 1

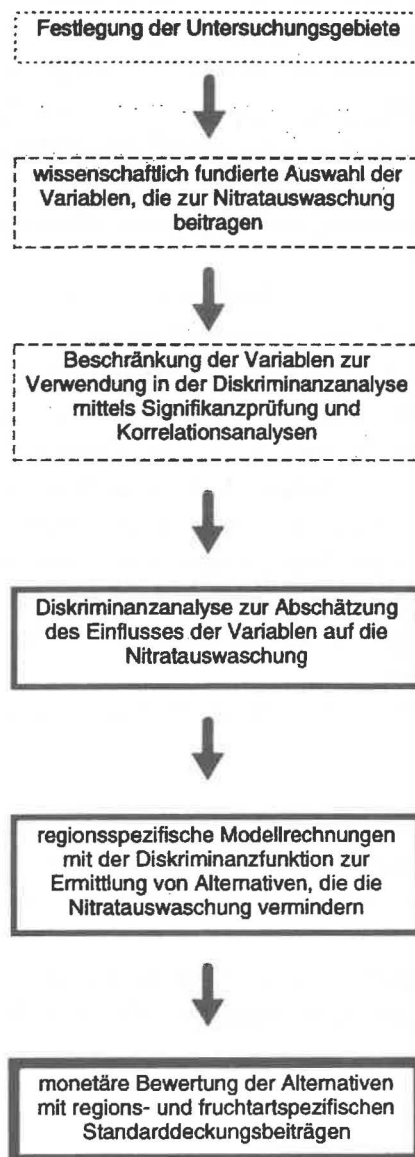
Methoden		
Ziel	Abschätzung der Auswirkungen landwirtschaftlicher Nutzungsstrukturen auf die Nitratauswaschung ins Grundwasser	
mögliche Vorgehensweise	<b>theoretisch, induktiv</b>  Ausgehend von sehr differenzierten Inputfaktoren wie Boden, Temperatur, Niederschläge, Nutzpflanzen, Tierhaltung etc., wird der Stickstofffluß möglichst genau bilanziert.	<b>empirisch</b>  Aufgrund gemessener Grundwasserbelastungen wird die gegebene Struktur in den Grundwassergebieten als Lernstichprobe betrachtet, von der aus Rückschlüsse auf nötige Adaptierungen der Nutzungsstruktur gezogen werden können.
Ergebnis	quantitativ kleinräumig genau Variationsmöglichkeiten im Modell	qualitativ großflächig generell
Probleme	eingeschränkte Generalisierungsmöglichkeiten; erforderliche Datenbestände nur lokal vorhanden; nicht eindeutig gesicherte wissenschaftliche Zusammenhänge; Gewichtung der Inputfaktoren.	eingeschränkter Genauigkeitsgrad; kleinräumige Aussagen nur bedingt möglich; Identifizierung der Zusammenhänge mit statistischen Wahrscheinlichkeiten; nur flächendeckend vorliegende Datenbestände können im Modell verwendet werden.

Um die oben angeführten Ziele des Forschungsprojektes zu erreichen, ist es notwendig, die Wirkungen landwirtschaftlicher Nutzungsstrukturen auf das Grundwasser abzuschätzen. Mittlerweile liegt eine Vielzahl von Forschungsergebnissen dazu vor, die sich aber weitgehend auf lokale Betrachtungen ganz bestimmter Gegebenheiten beschränken. Bei geringster Variation der landwirtschaftlichen Bearbeitung, der Witterungsverhältnisse oder der Bodenverhältnisse können wieder gänzlich andere Nitratausträge erzielt werden (vgl. Kapitel 3.1). Empfohlene Maßnahmen zur tatsächlichen Verminderung des Eintrages von Nitrat in das Grundwasser werden in den bisher vorliegenden Forschungsberichten meist allgemein gehalten bzw. räumlich nicht spezifiziert (vgl. Anhang). Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen beziehen sich auf bestimmte Bearbeitungsschritte und Bearbeitungszeitpunkte, die eine Bewertung der räumlich differenzierten wirtschaftlichen Auswirkungen nur in einzelbetrieblichen Untersuchungen zulassen, für die jedoch weiterhin konkrete Vorgaben fehlen.

Aus diesem Grund wird eine empirische Methode - basierend auf den umfangreich vorliegenden Meßreihen zur Nitratbelastung des Grundwassers - zur Ermittlung des Einflusses der landwirtschaftlichen Kulturen und der Tierhaltung auf die Nitratbelastung gewählt. Da einige Inputdaten bezüglich ihrer Skalierung und ihrer Verteilung (keine Verhältnisskala) den statistischen Anforderungen beispielsweise einer Regressionsanalyse nicht genügen, wird eine Diskriminanzanalyse verwendet, die Hinweise auf regionalspezifische Größenordnungen mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten und für bestimmte ausgewählte Szenarien liefern kann.

Die gegebene Nutzungsstruktur in den Grundwassergebieten und ihr statistisch nachgewiesener Zusammenhang zu den gemessenen Grundwasserbelastungen wird als Lernstichprobe betrachtet. Von dieser können Schlüsse darauf gezogen werden, welche Verhältnisse zu verändern sind, um niedrigere Grundwasserbelastungen zu erhalten. Diese Methode ermöglicht Aussagen über die gesamten Porengrundwassergebiete Österreichs und eine Identifizierung der Zusammenhänge mit relativ hohen Wahrscheinlichkeiten. Für eine genaue Stickstoffbilanzierung müßte man umfangreiche Datenbestände zur Verfügung haben, die jedoch nicht flächendeckend in homogener Form für alle Porengrundwassergebiete vorliegen.

Die regionsspezifischen Ergebnisse zur veränderten Flächennutzung werden in der Folge mit Hilfe regions- und fruchtartspezifischer Standarddeckungsbeiträge monetär bewertet (vgl. Übersicht 2).

**Übersicht 2:****Vorgehensweise**

## 2 Untersuchungsgebiete

Nach dem derzeit geltenden Wasserrechtsgesetz hat das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Schwellenwerte für bestimmte Stoffe im Grundwasser festzusetzen, wenn das Grundwasser für Zwecke der Wasserversorgung untauglich zu werden droht. Um diesen Auftrag zu erfüllen, wurden von Fachleuten auf Bundes- und Landesebene Porengrundwassergebiete abgegrenzt. Für diese Grundwassergebiete wurden nach genau festgelegten Kriterien Meßstellen definiert, für die nun, nach jeweils mehreren Beprobungen, aussagekräftige Werte vorliegen. Diese werden als Basis für die Feststellung der Grundwasserqualität und für die eventuell nötige Ausweisung von Grundwassersanierungsgebieten herangezogen.

Die angestrebte österreichweite Abschätzung monetärer Folgen einer Grundwassersanierung macht es notwendig, auf unterster Ebene der Betrachtung die Gemeindegrenzen heranzuziehen, da nur für die Gemeinden Daten in geeigneter, flächendeckender Form vorliegen. Aus diesem Grund werden alle Gemeinden in die Untersuchung miteinbezogen, die Anteil an den Porengrundwassergebieten haben. Falls eine Gemeinde an zwei oder mehreren Grundwassergebieten Anteil hat, wird sie jenem zugeordnet, an dem sie den größten Anteil hat. Eventuelle Einflüsse auf das Grundwasser von außerhalb der Porengrundwassergebiete können nicht berücksichtigt werden. Durch die Abgrenzung nach Gemeindegrenzen sind aber die Gebiete jedenfalls größer als die eigentlichen Porengrundwassergebiete.

Die Porengrundwassergebiete (BMLF, 1995) werden in zwei Gruppen eingeteilt:  
(vgl. Tab. 1, Karte 1)

1. Porengrundwassergebiete, die nach den Anforderungen des Wasserrechtsgesetzes den Schwellenwert für Nitrat überschreiten ( $> 25\%$  der Meßwerte  $> 45$  mg Nitrat/Liter);
2. Porengrundwassergebiete, die den Schwellenwert für Nitrat unterschreiten.

Die statistischen Grundvoraussetzungen dieser Klassifizierung (Ordinalskala) müssen bei den folgenden statistischen Betrachtungen über die Grundwassergebiete berücksichtigt werden.

# Karte 1: Nitratbelastung der Porengrundwassergebiete



Tabelle 1

Beprobte Porengrundwassergebiete					
Nr.	Bezeichnung	Nitrat*	Nr.	Bezeichnung	Nitrat*
12500	Südliches Wiener Becken (B)	1	32501	Südliches Wiener Becken (NÖ1)	2
12880	Heideboden	2	32502	Südliches Wiener Becken (NÖ2)	1
13090	Parndorfer Platte	2	32503	Südliches Wiener Becken (NÖ3)	2
13130	Wulkatal	2	40550	Mattigtal	1
13180	Seewinkel	2	40950	Nördliches Eferdinger Becken	1
13252	Ikvatal-2	2	40960	Südliches Eferdinger Becken	2
13260	Rabnitztal	1	41110	Vöckla-Ager Tal	1
13270	Günstal	1	41220	Welser Heide	2
13310	Raabtal	1	41260	Traun-Enns Platte	2
13321	Pinkatal-1	1	41430	Nördliches Linzer Feld	1
13322	Pinkatal-2	2	41540	Südliches Linzer Feld	1
13340	Stremtal	1	41730	Unteres Ennstal (OÖ)	2
13350	Lafnitztal	1	41770	Nördliches Machland	2
13980	Lendvatal-1	1	50290	Oberes Salzbachtal	1
24100	Oberes Drautal	1	50300	Unteres Salzbachtal	1
24110	Mölltal	1	63400	Feistritztal	2
24120	Lurnfeld	1	63410	Ilztal	2
242150	Unteres Drautal	1	63580	Oberes Murtal	1
24250	(Unteres) Gailtal	1	63590	Pölstal	1
24310	Gegendtal	1	63600	Aichfeld-Murboden	1
24320	Landskroner Feld	1	63750	Mürztal	1
24340	Metnitztal	1	63780	Murdurchbruchstal	1
24370	Krappfeld	1	63800	Grazer Feld	2
24390	Unteres Gurktal	2	63900	Leibnitzer Feld	2
24400	Glantal	1	64000	Unteres Murtal	2
24410	Zollfeld	2	70120	(Unteres) Lechtal	1
24420	Klagenfurter Becken	1	70190	Oberinntal	1
24430	Altes Gurktal	2	70200	Unterinntal	1
24450	Jauntal	1	70220	Zillertal	1
24490	Radenthein	1	70250	Großbachengebiet	1
31950	Traisental	1	80030	Walgau	1
32000	Nördliches Tullner Feld	2	80040	Rheintal-Bregenzerrach	1
32050	Südliches Tullner Feld	2	92240	Marchfeld (W)	2
32240	Marchfeld (NÖ)	2	92500	Südliches Wiener Becken (W)	2

\*Nitratbelastung lt. BMLF, 1995: 1: Unterschreitung, 2: Überschreitung des Schwellenwertes von 45 mg N/l



### 3 Einflußfaktoren auf die Nitratbelastung des Grundwassers

Der flächenhafte Eintrag von Nitrat ins Grundwasser ist über konkrete Messungen nur für einzelne Standorte zu erfassen. Für eine Abschätzung aller Porengrundwassergebiete Österreichs muß man sich verschiedener Indikatoren bedienen und deren Zusammenhang zur Nitratbelastung des Grundwassers prüfen. Neben landwirtschaftlichen Indikatoren wird auch der Zusammenhang der Nitratbelastung zur Siedlungs- und Arbeitsstätdichte überprüft. Die verwendeten Datengrundlagen stammen aus der Volkszählung 1991, der Land- und forstwirtschaftlichen Betriebszählung 1990 und der Viehzählung 1993 des ÖSTAT. Zu den Einträgen durch Wind und Niederschläge liegen nur sehr begrenzt Daten vor. Es wird angenommen, daß sich die Verhältnisse in den Kleinregionen nicht gravierend voneinander unterscheiden und außerdem kaum beeinflußt werden können.

#### 3.1 Einfluß der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf den Nitrataustrag

Lokale Einträge von Stoffen in das Grundwasser können relativ leicht zurückverfolgt und wenn nötig abgestellt werden. Beim flächenhaften Eintrag spielt zweifelsohne die großflächige landwirtschaftliche Nutzung eine wichtige Rolle und nur Änderungen der Nutzungsstruktur können sich auf die Grundwasserverhältnisse auswirken.

##### 3.1.1 Kulturpflanzen

In den folgenden Kapiteln wird versucht, eine Gruppierung der Kulturarten und der Feldfrüchte bezüglich der Nitratauswaschung ins Grundwasser zu erstellen, die auf den Ergebnissen jüngster wissenschaftlicher Arbeiten und der Pilotprojekte des BMLF basiert. Demnach sind die Kulturarten Wald und Grünland hinsichtlich der Beeinflussung der Grundwasserqualität als günstig einzustufen, in intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten sind die Probleme hingegen relativ groß.

Innerhalb der Ackerflächen ist bezüglich der Grundwasserbeeinflussung durch Nitrat recht deutlich zwischen Risikofrüchten und solchen, die weniger Probleme aufwerfen, zu unterscheiden.

In den Pilotprojekten des BMLF werden eindeutig die negativen Einflüsse bestimmter Kulturpflanzen auf die Grundwasserqualität durch lange Schwarzbrachezeiten, hohe Düngintensität, große Ernterückstände bzw. geringen Entzug von Nitrat oder durch relativ hohe Neubildung von Nitrat hervorgekehrt.

In allen wissenschaftlichen Untersuchungen werden die größten N-Verluste für unbedeckte **Brachflächen** und Moorböden angegeben. In Feldversuchen gab es die deutlich höchsten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auf Ackerbrachflächen (*Murer 1995*). Eine Reduzierung der N-Auswaschung während der vegetationsarmen Jahreszeit kann durch Gras, Zwischenfrüchte, Gründüngung, Winterraps und Wintergetreide infolge der pflanzenbedingten N-Aufnahme und der erhöhten Evapotranspiration erreicht werden (*Bosshart, 1984*). Wie in einem Simulationsmodell festgestellt wurde, würde ein Zwischenfruchtanbau auf bestimmten Standorten (seichte, wenig speicherfähige Böden, z.B. Marchfeld) jedoch die Grundwasserneubildung und auch die Erträge der Nutzpflanzen mindern. Gerade auf diesen Standorten

kann es aber in den Sommermonaten trotz Zwischenfruchtanbau zu einer starken Grundwasserneubildung und damit zu erhöhter Nitrat- und Pflanzenschutzmittelverfrachtung kommen (*Steritzer 1995*).

Die lange Bodenbedeckung (8-10 Monate) von überwinternden Früchten ist eindeutig als positiv einzustufen. Besonders der **Winterraps** verhindert durch eine intensive Bodenbedeckung, durch ein ausgeprägtes Aufnahmevermögen und durch das tiefgreifende Wurzelsystem weitgehend eine Nitratauswaschung (*Priewasser 1991*). Durch den hohen Stickstoffbedarf und etwaige Ernterückstände ist beim Raps allerdings besonders auf die optimale Düngemenge und den optimalen Ausbringungszeitpunkt zu achten, sonst heben sich die Vorteile wieder auf (*Nieberg/Münchhausen 1995*).

Bei dichtem **Grasbewuchs** konnte auch bei hohen Güllegaben eine nur kaum erhöhte Nitratauswaschung festgestellt werden, sogar bei Düngergaben im Herbst und Winter. Die lange Bodenbedeckung, die starke Durchwurzelung und die stärkere Denitrifikation des Grünlandes halten die Auswaschung sehr gering (*Priewasser, 1991; Bosshart, 1984*). Auf Vergleichsflächen mit Grünland bzw. Grünbrache werden immer wieder die geringsten, bzw. fast gar keine Nitratausträge festgestellt (*Cepuder et al. 1994*). Zwischenfrüchte wie Winterrüben, Senf, Ölrettich, Weidelgras, Phacelia oder Winterraps entziehen dem Boden kontinuierlich Stickstoff und speichern ihn für die Folgekulturen.

Der **Zwischenfruchtanbau** zur Futtergewinnung ist beispielsweise auch nach Silomais möglich und trägt durch die Winterbegrünung zur Verminderung des Nitrataustrages bei (*Gerhold, 1995*). Zu beachten ist allerdings, daß in diesem Fall, meist im Herbst und zeitig im Frühjahr, eine Düngung notwendig ist, die die Gefahr einer Auswaschung bei Überdosierung oder ungünstigen Wetterverhältnissen in sich birgt. Ein weiteres Problem beim Nachanbau oder Zwischenfruchtanbau ist das häufig eingeschränkte Wasserangebot im pannonischen Klimaraum, wodurch oft Bewässerungen nötig sind. Ein negativer Einfluß von Untersaaten auf den Ertrag der Deckfrucht ist besonders in Trockengebieten zu erwarten, während bei ausreichender Feuchtigkeit durch eine Gründüngung Mehrerlöse zu erzielen sind (*Dachler M., Köchl, A. 1994*).

Generell ist beim Anbau von **Sommerfrüchten** mit höheren Nitratverlusten durch Auswaschung zu rechnen. Durch die späte Aussaat und die langsame Jugendentwicklung wird vom Mais erst sehr spät Nitrat dem Boden entzogen; ähnlich sind die Verhältnisse bei Sonnenblumen, Zuckerrüben und Kartoffeln. Durch den späten Erntetermin ist zudem oft ein zielführender Zwischenfruchtanbau nicht mehr möglich.

Durch den Anbau von **Zuckerrüben** können besonders bei hohen Mengen an Frühjahrsniederschlägen starke Nitratausspülungen ins Grundwasser erfolgen. Wichtig ist die richtige Aufteilung der Düngergaben (*Heyland, Kloepfer, 1993*). Allerdings sind nach dem Anbau von Zuckerrüben unter der Folgefrucht geringere Auswaschungsraten von Nitrat festzustellen (*Cepuder et al. 1994*).

**Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln** verursachen unter gleichen Bedingungen 2 bis 3 mal soviel Nitratauswaschung wie die übrigen Feldfrüchte (*Priewasser 1991*). Zu beachten ist allerdings, daß Hackfrüchte bodenbürtigen Stickstoff stärker für ihr Wachstum mobilisieren können als z.B. Winterweizen, der sehr sensibel auf verminderte N-Gaben reagiert (*Apel, Buchner, 1994*).

**Leguminosen** sind bezüglich des Nitrataustrages als risikoreich einzustufen, da Stickstoff produziert wird, der durch die Ernte und die anschließende Bodenbearbeitung einen Mineralisationsschub erhält. Dies deshalb, weil die Umfeldbedingungen für abbauende Mikroben nach der Ernte sehr gut sind und gleichzeitig die Tätigkeit der Wurzelknöllchen beendet wird (Quirbach, Poppinga, 1989). Nur 30 bis 40 % des nach Leguminosenanbau im Boden enthaltenen Nitrates können unter günstigen Umständen von einer Nachkultur genutzt werden. Falls erst im Frühjahr eine Nachkultur angebaut wird, steht kaum noch Nitrat zur Verfügung (Priewasser 1991). Besonders starke Nitratausträge wurden bei Fruchtfolgen Leguminosen-Winterweizen-Leguminosen festgestellt, da Winterweizen üblicherweise spät gesät wird (Cepuder et al. 1994,). Besonders der Umbruchzeitpunkt spielt für den Nitrataustrag eine wesentliche Rolle. Bei Herbstumbruch und Gründüngung wurden die höchsten Nitratausträge festgestellt. Abgeschwächt könnte der Nitrataustrag beispielsweise durch eine Untersaat von Winterraps oder Wintergerste in Ackerbohnenbestände werden, Winterraps und Wintergerste erreichen dann aber meist nicht die Kornerträge konventionell gesäter Bestände (Aufhammer et al., 1995). Den Untersuchungen zufolge ist beim Leguminosenzwischenfruchtanbau des ökologischen Landbaues - bis auf wenige standortsbedingte Ausnahmen - keine erhöhte Trinkwasserbelastung zu erwarten (Betriebswirtschaftliche Nachrichten für die Landwirtschaft 8/95, St. Augustin).

Eine vergleichende Untersuchung einer konventionellen **Fruchtfolge** (Gerste, Weizen, Mais, Hafer, Kartoffeln, Rotklee) unter Einsatz von Mineraldüngung und Gülle und einer alternativen Fruchtfolge (Klee gras, Weizen, Hackfrucht, Roggen) ohne Stickstoffmineraleüngung über 6 Jahre ergab im konventionellen Fall eine durchschnittliche Auswaschung von 21 kg N/ha, im alternativen Fall eine Auswaschung von 10 kg N/ha (Feige, Röthlingshofer, 1990).

Nach einem Stofftransportmodell (Feichtinger, 1995) kann im Marchfeld trotz Zwischenfruchtanbau bei getreidebetonten Fruchtfolgen der Schwellenwert von 45 mgN/l wahrscheinlich nicht eingehalten werden. Es ist daher die Intensität oder das Flächenausmaß des Ackerbaues zu verringern.

### 3.1.2 Standort

Bei tonreichen Böden verbleibt das Nitrat länger im Wurzelraum, bei sandreichen Böden oder Kiesböden wird es schneller in den Unterboden bzw. in das Grundwasser ausgewaschen (Köster, 1990). Die Feldkapazität (d.h. Wasserspeichervermögen) spielt eine entscheidende Rolle. Leichte, humusarme Böden gefährden das Grundwasser merklich stärker als schwere Böden mit hohem Tongehalt und geringer Wasserdurchlässigkeit; angezeigt wird dies durch das C:N Verhältnis im Boden (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 1992).

Die Tiefenverlagerung von Nitrat wird besonders begünstigt durch ungleich verteilte Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode (Starkregenereignisse) und hohe Niederschlagsmengen außerhalb der Vegetationsperiode (Priewasser, 1991). Der Einfluß auf das Grundwasser hängt natürlich auch vom Flurabstand des Grundwassers ab.

Durch Trockenheit können, wie es 1992 im Osten Österreichs der Fall war, Nährstoffe von den Kulturpflanzen nicht aufgenommen werden; sie verbleiben im Boden, und werden dann im Herbst ungenützt ins Grundwasser ausgespült. Je geringer in diesem Fall die Erträge

waren, umso mehr Nitrat ist im Boden zurückgeblieben. Eine Konservierung des Nitrates über den Winter kann durch Winterraps, Wintergetreide und winterharte Gründecken erfolgen (Robier, 1992).

### 3.1.3 Bearbeitungstechnik

Durch die Zuführung von Mineraldünger, Klärschlamm, Müllkompost, Dünger und von Ernterückständen sind landwirtschaftliche Einflüsse auf die Nitrat Auswaschung vorgegeben. Außerdem beeinflussen die Art und der Zeitpunkt der verschiedenen Bearbeitungsschritte die Nitrat-Bilanz (erhöhte Auswaschung bei Ausbringung von Dünger im Herbst und Winter). Die geringste Auswaschung erfolgt bei einer Bearbeitung mit dem Grubber. Pflug- und Direktsaatverfahren kann man bezüglich des Nitrat austrages ungünstiger einstufen; dies wirkt sich bei sonst gleichen Verhältnissen in einer um 10-15 mg/l höheren Nitratkonzentration im Grundwasser aus (Priewasser, 1991).

Geringste Infiltrationsraten von Nitrat ins Grundwasser werden auf Dauerfräseparzellen erzielt, wodurch allerdings auch der Wasserentzug für die Pflanzen erschwert wird (Liebhard et al. 1994). Mit der Zunahme der Bearbeitungstiefe nimmt im allgemeinen die einsickernde Wassermenge je Zeiteinheit zu. Bei einer hohen Versickerungsrate infolge tieferer Bearbeitungsweise vermindert sich zwar die Gefahr des oberflächlichen Abflusses und der Erosion, dafür nimmt die Auswaschungsgefahr von Nitrat und anderen Stoffen ins Grundwasser zu, wenn nicht gleichzeitig von den Kulturpflanzen genügend Wasser samt Nährstoffen dem Boden entzogen wird.

Daten zur Bearbeitungstechnik liegen in generalisierter Form nicht vor und können daher bei einer regionalen Untersuchung nicht in die Betrachtungen miteinbezogen werden, obwohl hier entscheidende Schritte zur Verbesserung der Grundwassersituation gesetzt werden könnten. Eine monetäre Abschätzung der Wirkungen ließe sich nur in einzelbetrieblichen Modellrechnungen durchführen, für die konkrete Vorgaben fehlen.

### 3.1.4 Reihung der Kulturarten und Anbaufrüchte nach dem Nitrat Auswaschungsrisiko

Auch wenn im Detail Unterschiede bestehen, stimmt in allen publizierten Untersuchungen eine gewisse Reihung der Kultur- bzw. Fruchtarten nach der Größe des Nitrat-Austrages überein:

Nitrat Auswaschung der Kulturarten:

Ackerland > Grünland > Wald

Nitrat Auswaschung des Bewuchses auf dem Ackerland:

Gemüse > Hackfrüchte > Getreide > Grasland

(Bosshart, 1984)

Um Fruchtarten konkret klassifizieren zu können, wurde für Baden-Württemberg ein sogenannter Wasserschutzgebietswert (aus statistisch ausgewerteten Bodenbeprobungen in großem Umfang) für einzelne Fruchtarten als Durchschnittswert über alle Bodenarten errechnet. Dieser Wert gibt den Bodennitratgehalt nach Aberntung der jeweiligen Fruchtart in kg/ha an (vgl. Tabelle 2).

Eine weitere Möglichkeit, Fruchtarten zu klassifizieren, ist die Errechnung eines Stickstoffbilanzfaktors (*Poths*, 1992), der sich in einen N-Eintrag der Fruchtarten in den Boden (Wurzelmasse, Erntereste) und einen N-Abgang (Erntemenge) aufgliedert. Bei allen nichtlegumigen Feldfrüchten liegt ein starkes Übergewicht beim N-Abgang. Bei den Leguminosen überwiegt der Stickstoffeintrag, während die Grünbracheflächen ausgeglichen bilanzieren (vgl. Tabelle 2). Nicht berücksichtigt ist jener Stickstoff, der durch einen ungünstigen Ausbringungszeitpunkt oder ungünstige Niederschlagsverhältnisse ungenutzt im Boden bzw. im Grundwasser verbleibt.

Tabelle 2

Fruchtartenbewertung								
Fruchtart	Wurzel-	N-Eintrag	N-Abgang	WSG-	Veget.-	Boden-	Bestands-	C/N Verh.
	masse			Wert	zeit	bedeck.-	schluß-	der Rück-
	(1-9)	relativ	relativ	kg/ha	%	(1-9)	(1-9)	(N=1)
W-weizen	6	0	2,2	56,3	69	5	1	100
Triticale	6	0	2,2	41,4	70	5	1	100
W-Gerste	6	0	2,2	45,6	73	7	6	100
W-Roggen	7	0	2,2	51,3	72	6	3	100
S-Gerste	5	0	2,2	50,0	53	4	6	100
Hafer	6	0	2,0	50,4	55	3	5	100
Körnermais	4	0	2,2	54,9	75	1	1	60
Silomais	4	0	0,4	63,8	55	2	1	50
Kartoffeln	4	0	0,3	75,0	55	2	2	30
W-Raps	7	0	2,5	57,6	80	7	7	60
Zuckerrüben	3	0,08	0,2	46,5	78	2	1	30
Ackerbohnen	7	8,6	3,7	61,4	70	3	3	60
Sojabohnen	4	8,4	3,7	29,0	65	3	4	60
Luzerne	7	2,9	1,3	43,4	100	9	8	15
Luzernegras	9	2,3	1,0	49,2	100	9	9	30
Rotklee	7	2,9	1,3	45,1	100	9	8	15
Kleegras	9	2,3	1,0	49,2	100	9	9	30
Grünbrache	9	1,0	1,0	33,2	100	9	9	30

Quelle: Poths, 1992

Nach den Angaben von *Poths* wurde eine Reihung der Fruchtarten nach standardisierten Werten von N-Eintrag, N-Abgang, Wasserschutzgebietswert, Vegetationszeit, Grad der Bodenbedeckung und C/N-Verhältnis der Ernterückstände durchgeführt. Auch bei größerer Variation der Inputdaten ist die Rangfolge der Fruchtarten bezüglich der Größenordnung der Nitratauswaschung relativ stabil (vgl. Tab. 3) und untermauert eine Gruppenbildung der Feldfruchtarten in Risikofrüchte, Winterungen und sonstige Feldfrüchte zur weiteren Bearbeitung.



Tabelle 3

Rangfolge der Fruchtarten bezüglich der Nitratauswaschung		
Rang	Fruchtart	Summe der standardisierten Werte
1.	W-Gerste	3,176
2.	Grünbrache	2,909
3.	Triticale	2,690
4.	W-Roggen	2,216
5.	W-Raps	1,491
6.	W-Weizen	1,204
7.	Luzerne	1,050
8.	Luzernegras	0,890
9.	Klee gras	0,890
10.	Rotklee	0,887
11.	S-Gerste	0,495
12.	Hafer	0,022
13.	Sojabohnen	-0,033
14.	Körnermais	-0,975
15.	Zuckerrüben	-2,618
16.	Ackerbohnen	-2,909
17.	Silomais	-4,791
18.	Kartoffeln	-6,592

Quelle: eigene Berechnung

### 3.1.5 Eingeschränkte Datenlage

Da alle Porengrundwassergebiete Österreichs untersucht werden sollen, kann auf Details wie zeitliche Verteilung des Sickerwassers, Sickerwassermenge, Art und Dauer des Bewuchses, Bodentyp (Wasserdurchlässigkeit, biologische Aktivität, N-Fixierung), aktuelle Düngung etc. nicht eingegangen werden, da hierzu nur punktuell Daten vorliegen.

Ebenso sind Fruchtfolgeuntersuchungen bzw.-angaben in dieser regionalen Bearbeitung nicht möglich, da entsprechende Daten nicht zur Verfügung stehen und außerdem auch in kleinräumigen Gebieten, wie in den Pilotprojekten untersucht, keine wirklich charakteristischen Fruchtfolgen angegeben werden können (vgl. Grundsatzkonzept zur Grundwasser-sanierung Korneuburger Bucht, BMLF, 1994).

Zum Nachanbau von Feldfrüchten gibt es Schätzungen auf Bundesländerebene (Göttl, 1995). Demnach ist ein 27 %iger Zuwachs bei den Flächen mit Nachanbau von 1994 auf 1995 vor allem im Osten Österreichs zu verzeichnen. Der Anteil von 130.000 Hektar (9 %) an der gesamten Ackerfläche Österreichs ist jedoch immer noch gering. Die meisten Anbauflächen entfielen beim Nachanbau auf den Raps. Daten auf kleinregionaler Ebene, die im hier vorgestellten Modell eingesetzt werden könnten, stehen leider nicht zur Verfügung.

### 3.1.6 Kultur- und Fruchtartenverteilung in den Porengrundwassergebieten

Aufgrund der obigen Ausführungen werden in der Datenanalyse folgende Gruppen von Ackerfrüchten und Kulturflächen, jeweils als Anteile an der Gesamtfläche, unterschieden:

#### **Wald**

**Grünland** (Dauerwiesen, Kulturweiden, Almen, Bergmähder, Streuwiesen, Hutweiden)

**Intensivflächen** (Obstbau, Weingärten, Baumschulen, Erwerbsgartenland)

**Ackerland**, unterteilt in:

Risikofrüchte (Mais, Sonnenblume, Ölkürbis, Körnererbse, Pferdebohne, Sojabohne, Zucker-, Futterrübe, Kartoffeln, Feldgemüse, Ananas-Erdbeeren)

Winterungen (Winterweizen, -roggen, -gerste, -menggetreide, -raps)  
sonstige Ackerfrüchte.

In Diagramm 1 wird (wie vermutet) deutlich, daß in Summe in den Gebieten ohne Schwellenwertüberschreitung der Wald- und Grünlandanteil stark überwiegt. In den Gebieten mit Überschreitung des vorgegebenen Nitrat-Schwellenwertes von 45 mg/l überwiegen eindeutig die Anteile an Ackerland und Intensivflächen.

Die Flächenanteile der Risikofrüchte und jene der Winterungen sind insgesamt in den Gebieten mit Schwellenwertüberschreitungen und jenen ohne Überschreitungen ausgeglichen. Der Anteil der Risikofrüchte an der Gesamtfläche beträgt in den Gebieten mit Schwellenwertüberschreitungen 21,1 %, der Anteil der Winterungen beträgt 22,6 %. In Gebieten ohne Schwellenwertüberschreitung liegt der Anteil der Risikofrüchte bei 6,4 %, jener der Winterungen bei 5,3 %.

In Karte 2 sind die jeweiligen Flächenanteile und die Größenordnungen für die einzelnen Porengrundwassergebiete ausgewiesen.

In Gebieten mit hohem Wald- und Grünlandanteil wird der Nitratschwellenwert fast nie überschritten.

Beispielsweise ist genau in jenen drei Kärntner Gebieten, die über dem Nitratschwellenwert liegen, der Anteil der Risikofrüchte und Intensivflächen an der gesamten Nutzfläche innerhalb Kärntens am größten (17, 21 bzw. 30 %).

Natürlich gibt es einige Gebiete, in denen diese Zusammenhänge nicht klar abzulesen sind. In einigen Gebieten sind die Anteile an Intensiv- und Risikoflächen relativ groß, trotzdem wird der Nitratschwellenwert nicht überschritten (z.B.: Südliches Wiener Becken NÖ1 und NÖ2). Der umgekehrte Fall - eine Schwellenwertüberschreitung trotz geringen Anteils an Risiko- und Intensivflächen - ist allerdings nicht zu beobachten.

**Karte 2: Flächennutzung in den Porengrundwassergebieten**

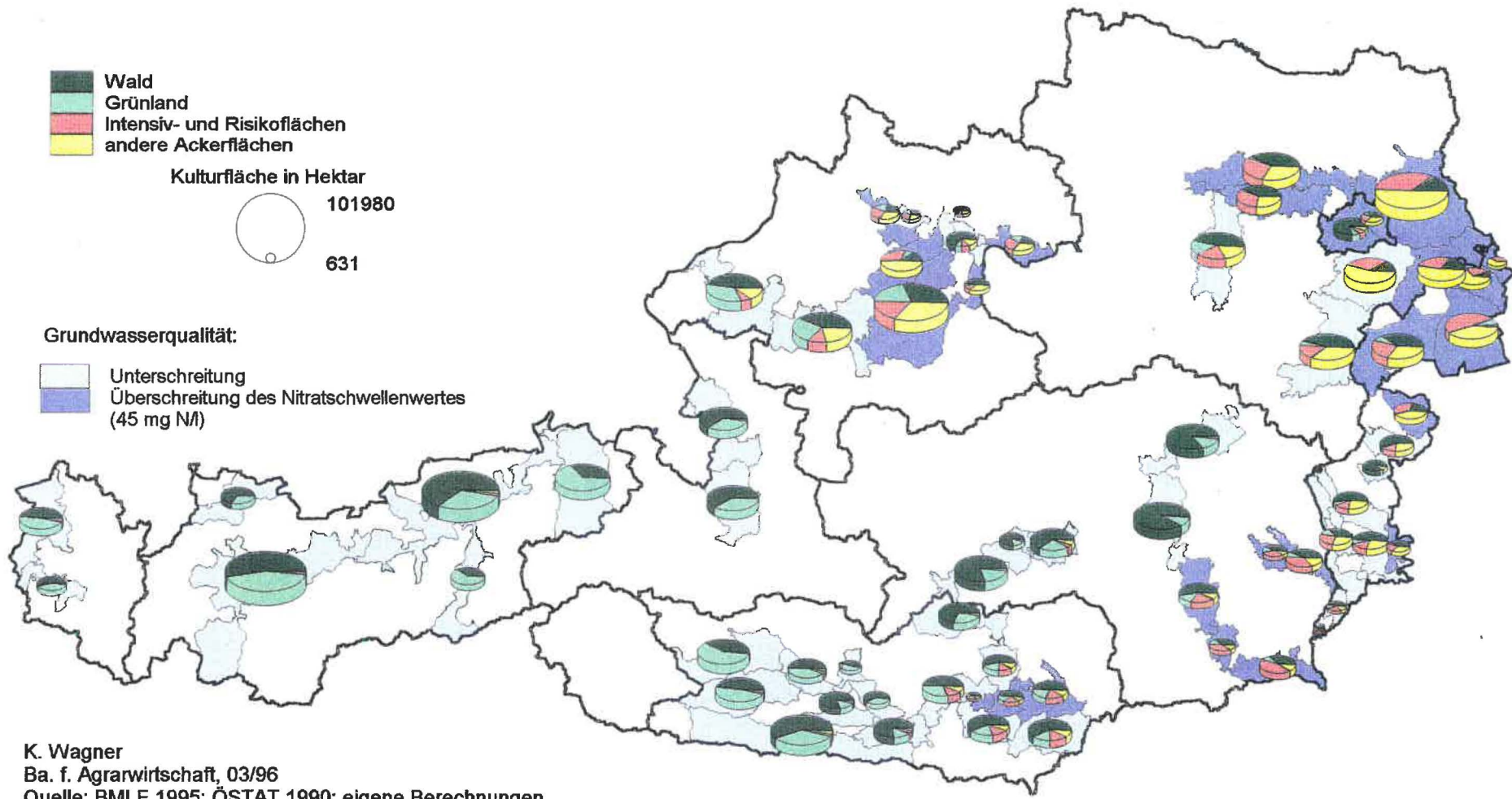




Diagramm 1

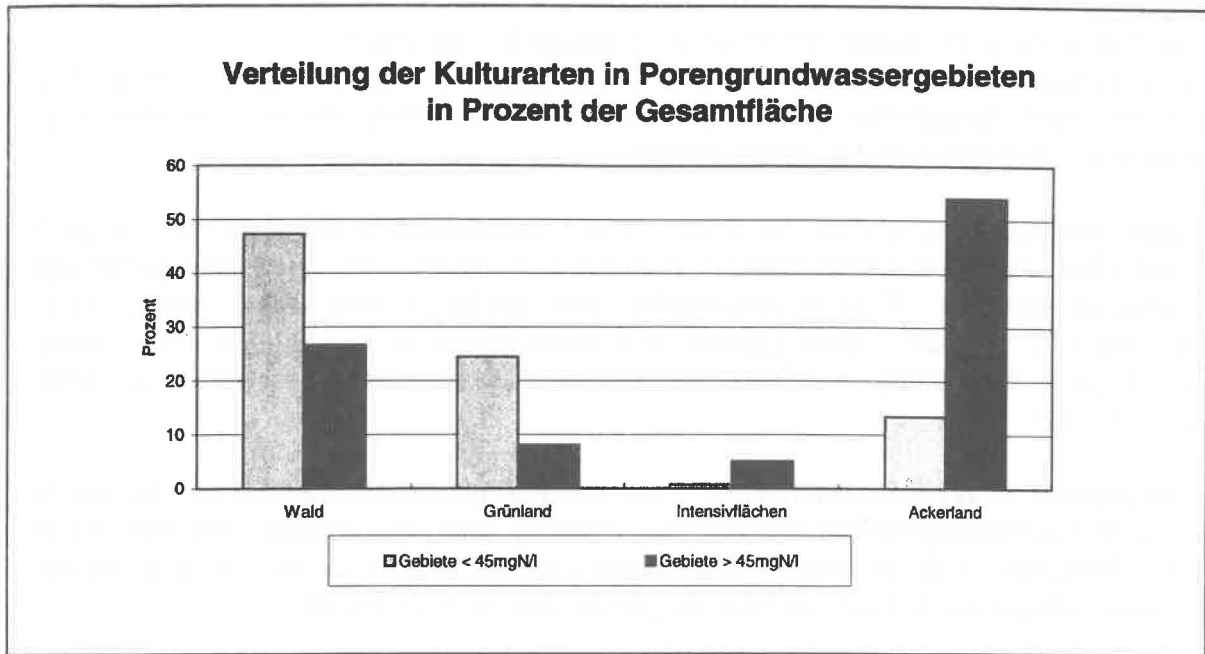
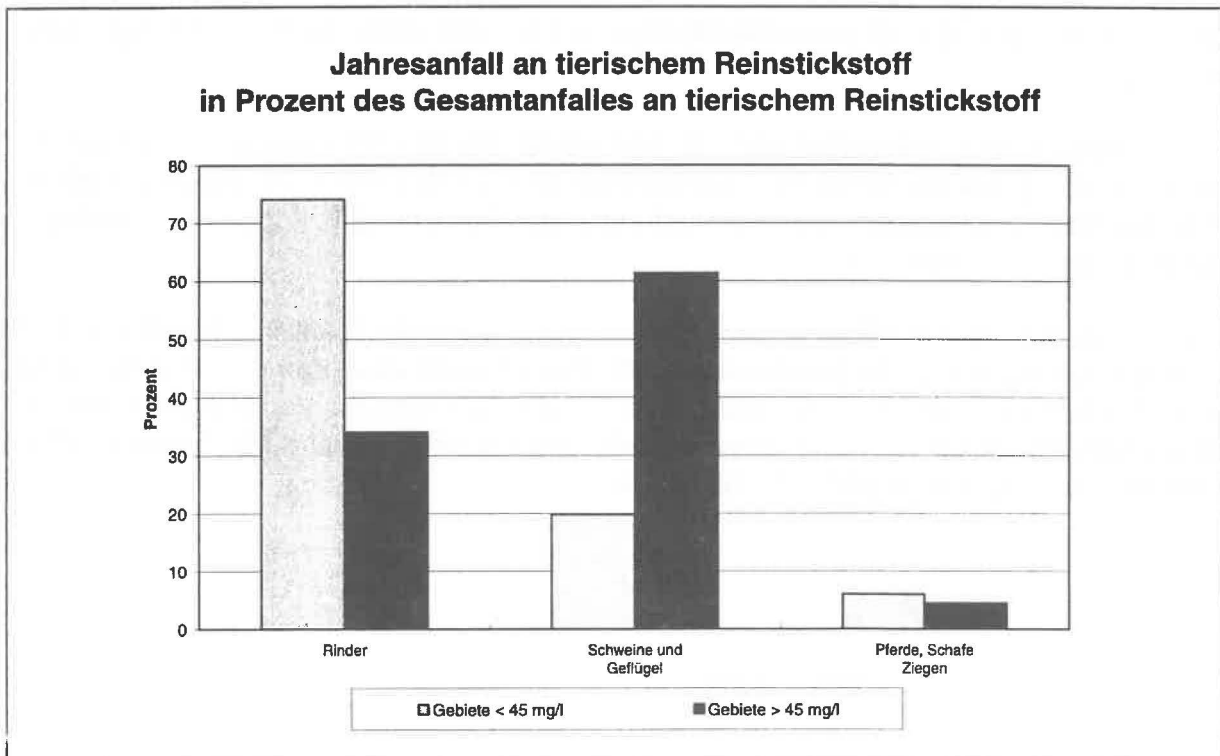


Diagramm 2



### 3.2 Viehhaltung

Bei der Viehhaltung interessiert vor allem die Intensität je Flächeneinheit.

Ein Flächenbezug kann durch den Anfall an Wirtschaftsdünger auf der düngewürdigen Fläche (= Ackerland, Hausgärten, Obstanlagen, Weingärten, Erwerbsgartenland, Baumschulen, Dauerwiesen, Kulturweiden) hergestellt werden.

Für diese Untersuchung wird der nach der wasserrechtlichen Bewilligungspflicht maßgebliche Indikator der Landwirtschaftlichen Nutzfläche herangezogen (bewilligungspflichtige Düngerausbringung ab 175 kg Reinstickstoff je Jahr und ha LN ohne Gründeckung, 210 kg Reinstickstoff je Jahr und Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche mit Gründeckung; bewilligungspflichtige Tierhaltung ab 3,5 DGVE/Jahr/haLN, Wasserrechtsgesetz-Novelle BGBL 1990/252, § 32).

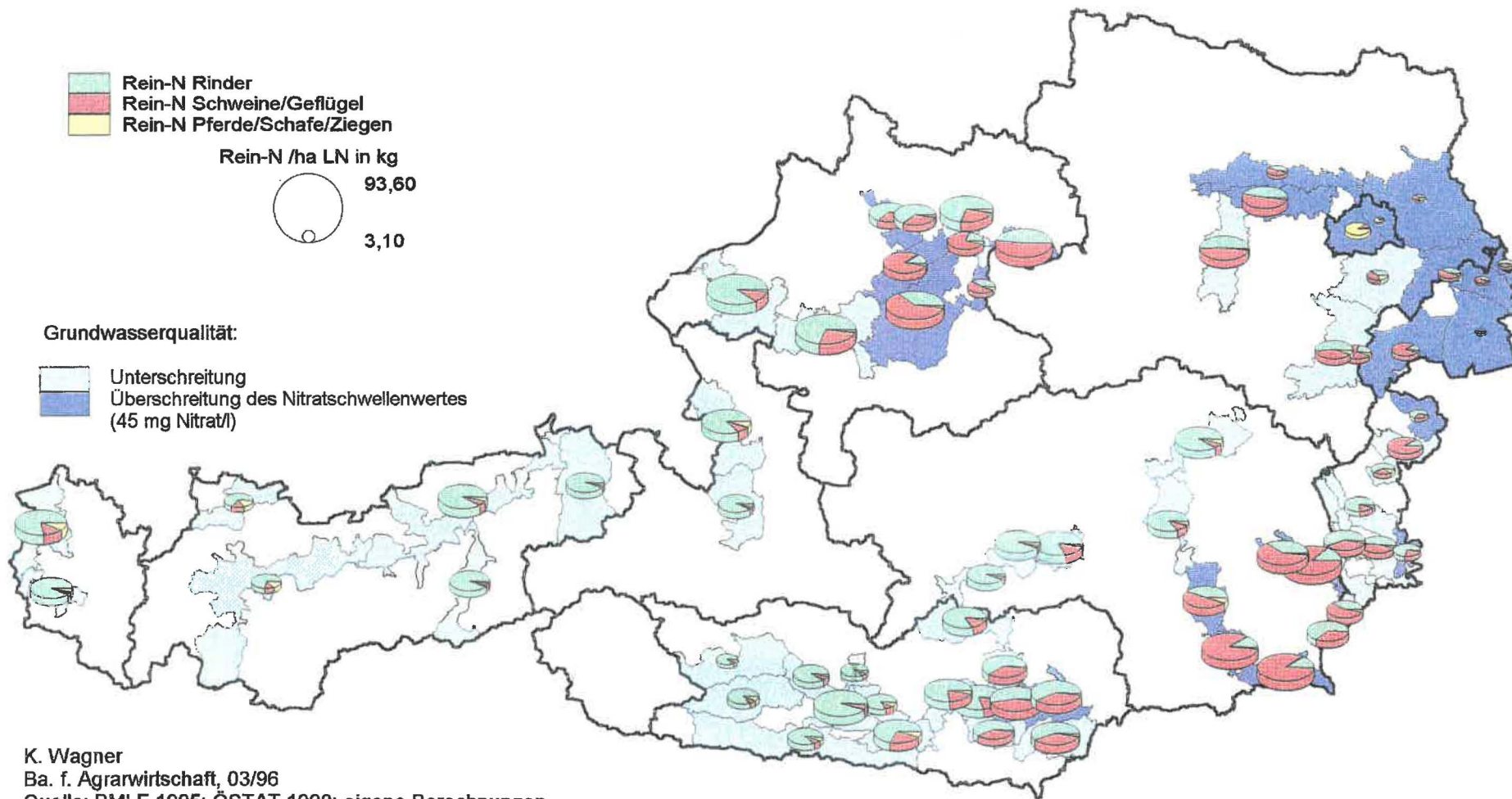
Der Nitratgehalt im Wirtschaftsdünger wird aus den Dunggroßvieheinheiten nach der Definition des Wasserrechtsgesetzes und aus den Angaben über den durchschnittlichen Gehalt an Rein-Stickstoff für die einzelnen Tiergattungen (*Hofer*, 1990) für die drei Gruppen Rinder, Schweine/Geflügel sowie Pferde/Schafe/Ziegen im Jahr 1993 errechnet.

Die Karte 3 zeigt, daß die Tierhaltung insgesamt nicht das grundlegende Problem der flächenhaften Grundwasserverschmutzung sein kann. Die Flächenintensität der Tierhaltung ist zumeist dort am größten, wo **keine** Überschreitung des Nitratschwellenwertes gegeben ist (Mattigtal, Vöckla-Ager Tal). Dies deshalb, weil die Rinderhaltung mit der Grünlandnutzung gekoppelt ist, was die Grundwassersituation relativ unproblematisch macht (vgl. Diagramm 2).

In den meisten Grundwassergebieten mit Überschreitung des Schwellenwertes ist jedoch der Nitratedeintrag aus der Schweine- und Geflügelhaltung relativ hoch. Der Flächenanteil an Risikofrüchten korrespondiert mit einer Häufung dieser Tiergattungen, sodaß keine eindeutigen Aussagen zu treffen sind.

In allen Gebieten liegt der Reinstickstoffanfall je Hektar Landwirtschaftlicher Nutzfläche weit unter dem Grenzwert für die Bewilligungspflicht. Das bedeutet zwar, daß punktuell durchaus Probleme auftreten können, diese müßten aber durch eine bessere Verteilung auf vorhandene Ausbringungsflächen für Wirtschaftsdünger oder organisatorische Maßnahmen relativ leicht innerhalb der Kleinregionen zu lösen sein.

**Karte 3: Stickstoffanfall durch Viehhaltung in den Porengrundwassergebieten**

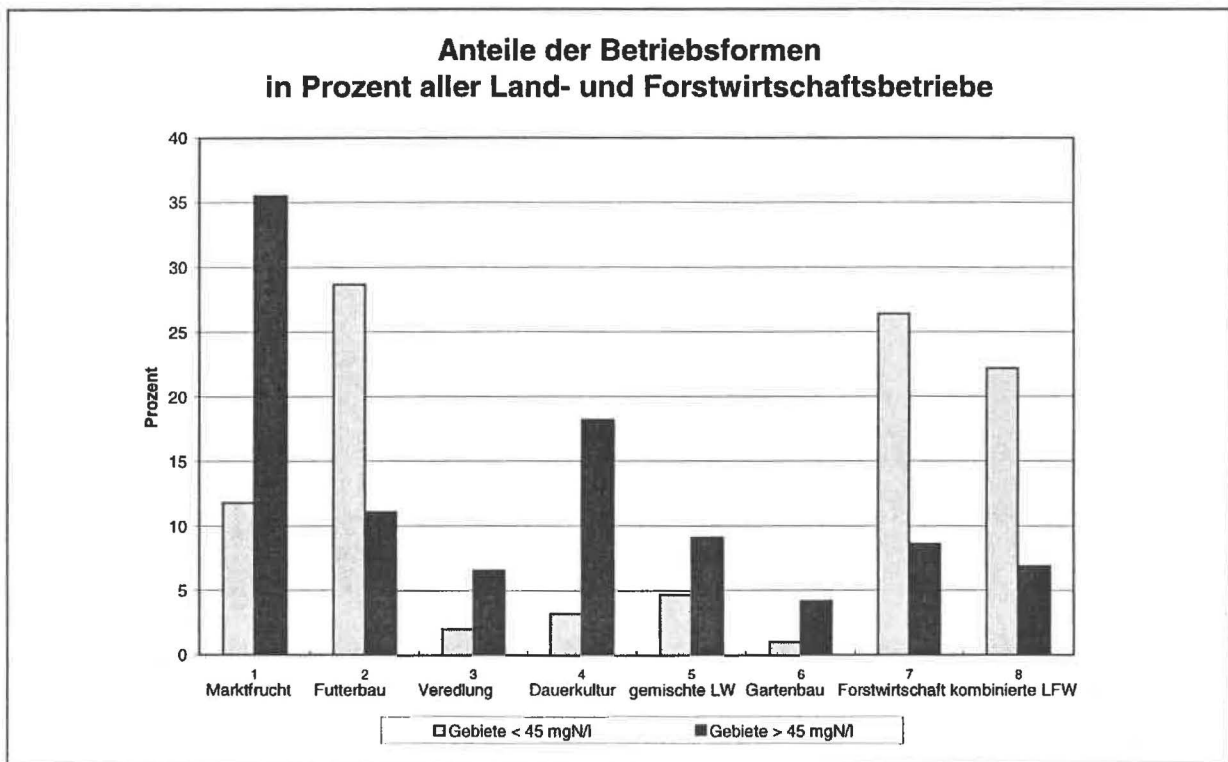


### 3.3 Betriebsformen und Betriebsgrößen

Die Anteile der Betriebe an den verschiedenen Betriebsformen weisen großräumig auf naturräumliche Gegebenheiten, deren wirtschaftliche Nutzung und damit verbundene mögliche Problembereiche hin.

Spiegelbildlich zur Flächennutzung und Viehhaltung findet man in den Gebieten mit Überschreitung des Nitratschwellenwertes relativ große Anteile an Marktfrucht-, Veredlungs- und Dauerkulturbetrieben, in den übrigen Gebieten herrschen die Futterbau-, Forst- und kombinierte Land- und Forstwirtschaftsbetriebe vor (vgl. Diagramm 3).

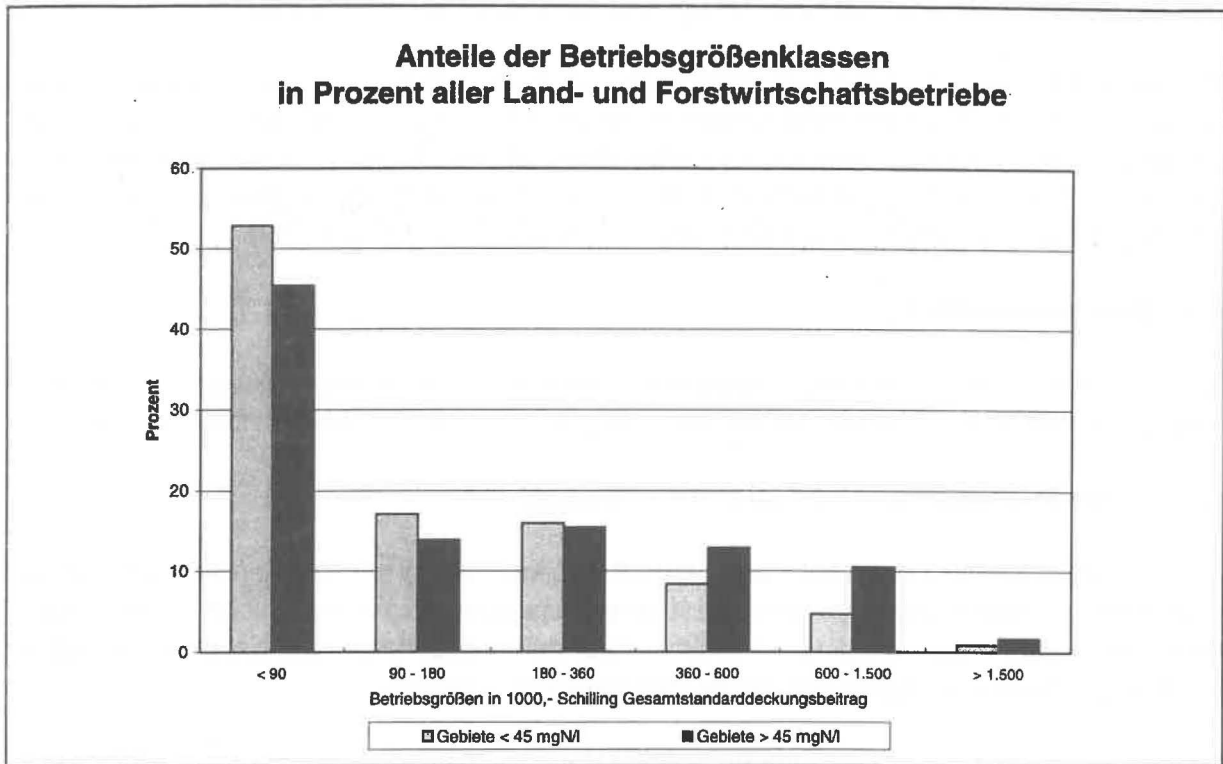
**Diagramm 3**



Bei Betrachtung der Verteilung der Betriebsgrößen ist ein leicht erhöhter Anteil an Großbetrieben über 360.000,- Schilling Gesamtstandarddeckungsbeitrag in Grundwassergebieten mit Überschreitung des Nitratschwellenwertes ersichtlich (vgl. Diagramm 4), daher werden auch die Variablen zur Betriebsgröße in die weiteren Auswahlverfahren miteinbezogen.

Eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Stickstoffsaldo und Betriebsgröße nach der Fläche für Beispielsregionen in der BRD (Nieberg/Münchhausen 1995) ließ für Ackerflächen keine eindeutigen Tendenzen wie in Österreich erkennen, vielmehr war der Stickstoffsaldo von den jeweiligen Ackerfrüchten bestimmt.

Diagramm 4



### 3.4 Außerlandwirtschaftliche Faktoren

Um einen möglichen Einfluß der Besiedlung auf die Grundwasserverhältnisse bezüglich des Nitrates ersichtlich zu machen, wurden die Siedlungs- und Arbeitsstätdendichte sowie der Kanalanschlußgrad der Bevölkerung in den Porengrundwassergebieten untersucht und in die weiteren Betrachtungen einbezogen. Es liegen keine flächendeckenden Werte über den Zustand des Kanalnetzes vor.

Naturräumliche Datengrundlagen sind für die hier angestellte Art der generalisierten Betrachtungsweise und in flächendeckender Form nur teilweise zu bekommen. Daher fehlen wichtige Datenbestände für eine vollständige Stickstoffbilanzierung. In manchen Fällen kann sie auf dieser Betrachtungsebene gar nicht gemacht werden, weil eine Generalisierung z.B. der Bodendaten wissenschaftlich kaum verantwortbar wäre. Die naturräumlichen Daten kommen allerdings langfristig in der möglichen Flächennutzung in generalisierter Weise sehr gut zum Ausdruck.

Einige eruierbare Datenbestände mit vermutetem Zusammenhang zur Nitratauswaschung wurden auf ihre Signifikanz bezüglich der Grundwasserverschmutzung durch Nitrat getestet.

- Hygrische Kontinentalität nach *Gams* (K.Kriz)
- Grundwasserführung (ÖROK Atlas)
- Niederschlagssummen (Österreich-Atlas)
- Minim. GW-Spende (Österreich-Atlas)
- Niederschlag-Jahressumme (Österreich-Atlas)
- Niederschlagstage (Österreich-Atlas)
- Gewittertage (Österreich-Atlas)
- Niederschlag/Niederschlagstag (Österreich-Atlas)
- Grad der Nitratüberschreitung (BMLF, 1995)

## 4 Diskriminanzanalysemodell zur Folgebewertung einer Grundwassersanierung für die Landwirtschaft

Mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse kann man aus einem Satz unabhängiger Variablen Voraussagen über die Gruppenzugehörigkeit einer abhängigen, nominalskalierten Variable (im vorliegenden Fall Überschreitung oder Unterschreitung des Nitratschwellenwertes in einem Gebiet) machen. Die Fragestellung ist ähnlich jener einer multiplen Regression, hier jedoch mit dem Vorteil, daß die abhängige Variable nicht intervallskaliert sein muß.

### 4.1 Modellaufbau

Nach verschiedenen statistischen Tests der im Kapitel 3 erläuterten Variablen auf ihre Eignung zur Verwendung in einer Diskriminanzanalyse wird eine Diskriminanzfunktion ermittelt.

#### 4.1.1 Variablenauswahl und Diskriminanzanalyse

Da nach dem Kolmogorov-Test nach Normalverteilung einige der im Kapitel 3 als wichtig erachteten Variablen sich nicht als normalverteilt erwiesen und zudem einige wichtige Größen nicht verhältnisskaliert sind, wird ein U-Test durchgeführt, um die einzelnen Variablen auf ihre Signifikanz bezüglich der Größe „Messungen“ zu prüfen.

Beim U-Test wird die in zwei Gruppen geteilte Variable (Normalverteilung wird nicht vorausgesetzt. Ordinalskalierung genügt) sortiert. Der U-Wert ergibt sich als die Zahl der nötigen Umordnungen der einzelnen Gruppenelemente, die von einer Extremverteilung zu der beobachteten führt. Signifikant ist eine Variable dann, wenn die Wahrscheinlichkeit des Zufalls des Zustandekommens gering ist. Zur weiteren Bearbeitung werden jene Variablen ausgewählt, die eine Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner als 1 % aufweisen:

#### Übersicht 3:

<b>Variablen mit Signifikanz bezüglich der Grundwasser-Nitratmeßwerte</b>			
<b>Flächennutzung</b>	<b>Viehhaltung</b>	<b>Betriebsformen, -größen</b>	<b>Außerlandwirtschaftliche Faktoren</b>
Anteil Wald	Rein-N-Anfall durch Rinder	Anteil Marktfruchtbetriebe	Siedlungsdichte
Anteil Grünland		Anteil Futterbaubetriebe	Siedlungs- und Arbeitsstättendichte
Anteil Intensivflächen		Anteil Dauerkulturbetriebe	Hygrische Kontinentalität nach Gams
Anteil Ackerflächen		Anteil Gemischte Landwirtschaftsbetriebe	Niederschlagsjahressumme
Anteil Winterungen		Anteil Betriebe 360.000-600.000 ATS Gstdb	Niederschlagstage
Anteil Risikofrüchte		Anteil Betriebe 600.000-1,500.000 ATS Gstdb	



Die nach dem U-Test im Beobachtungsbereich verbliebenen Variablen werden einer Korrelationsanalyse unterzogen, um mögliche Doppelbewertungen durch Ausscheiden von hoch korrelierenden Variablen zu vermeiden. Die Variablen „Niederschlagsjahressumme“ und „Niederschlagstage“ korrelieren beispielsweise in hohem Maße mit dem „Grünlandanteil“ und werden daher ausgeschieden. Das heißt, sie gehen nicht explizit in die folgende Diskriminanzanalyse ein, wirken sich aber wegen ihrer hohen Korrelation mit Variablen, die weiterverwendet werden, auf das Ergebnis aus. Entscheidend ist auch, nur solche Variablen zu verwenden, für die eine möglichst homogene Datenbasis zur Verfügung steht und die auch für weitere Auswertungen des Diskriminanzanalysemodells hilfreich sind, weil sie in einem gewissen Rahmen steuerbar sind, wie etwa die Variable „Grünlandanteil“, nicht jedoch die Variable „Niederschläge“. Zudem soll die Zahl der Variablen möglichst beschränkt bleiben, um Interpretationen der Ergebnisse zu ermöglichen.

Folgende Variablen weisen untereinander einen Korrelationskoeffizienten von  $<0,8$  auf und gehen in die Diskriminanzanalyse ein:

- Waldanteil
- Grünlandanteil
- Anteil an Winterungen
- Anteil an Risikofrüchten
- Siedlungsdichte
- Anteil an Betrieben in der Größenklasse 600.000 - 1.500.000,- Schilling Gesamtstandarddeckungsbeitrag (Großbetriebe).

In der Diskriminanzanalyse wird eine Diskriminanzfunktion erstellt, die die beiden Gruppen (Überschreitung-Unterschreitung des Schwellenwerts) möglichst gut trennt, indem die Differenz der Mittelwerte möglichst groß und die Summe der Varianzen möglichst klein gehalten wird. Die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Zustandekommens des Ergebnisses ist mit  $4,4046 \cdot 10^{-10}$  äußerst gering, daher kann die ermittelte Diskriminanzfunktion weiter verwendet werden.

Standardisierte Koeffizienten der Diskriminanzfunktion:

• Waldanteil	-0,470
• Grünlandanteil	-0,219
• Anteil an Winterungen	-0,252
• Anteil an Risikofrüchten	0,876
• Siedlungsdichte	0,406
• Großbetriebsanteil	0,379

Die unterschiedlichen Vorzeichen der Koeffizienten weisen auf die gegenteilige Richtung der Wirkung der zugehörigen Variablen innerhalb der Diskriminanzfunktion hin. Der hohe Wert des Koeffizienten für den „Risikofruchtanteil“ zeigt, wie stark diese Variable zu einer Einstufung 2 (Überschreitung des Schwellenwertes) beiträgt, während die Variablen „Waldanteil“, „Grünlandanteil“ und „Winterungenanteil“ ähnlich ausgeprägt zu einer Einstufung 1 (Unterschreitung des Schwellenwertes) beitragen. Mit dieser Diskriminanzfunktion können 87 Prozent der Gebiete (= 58 von 68) der richtigen Einstufung bezüglich Unter- oder Überschreitung des Nitratschwellenwertes zugeordnet werden.

#### 4.1.2 Auswahl von Varianten zur grundwasserschonenden Flächennutzung

Auf Basis dieser recht plausiblen Diskriminanzanalyse werden nun Modellrechnungen angestellt. Einzelne Variable der Diskriminanzfunktion können verändert werden, damit festgestellt werden kann, wann das Ergebnis auf einen anderen Wert umspringt. Im vorliegenden Fall wird versucht abzuschätzen, welche Nutzungsänderungen in einem als potentiell Sanierungsgebiet eingestuften Porengrundwassergebiet vorgenommen werden müßten, um eine Verbesserung der Situation (unter den Schwellenwert von 45 mg N/l) zu erreichen.

Bei den Annahmen zur Nutzungsänderung müssen bestimmte Einschränkungen bedacht werden. Natürlich können in der Diskriminanzfunktion nur jene Variablen verändert werden, die auch in ihr enthalten sind. Es gibt eine große Anzahl von fiktiven Veränderungs- und Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Variablen der Diskriminanzanalyse, mit denen beobachtet werden kann, wie sich das Einstufungsergebnis ändert.

Zur Einschränkung dieser Möglichkeiten werden für die Modellrechnung nur solche Varianten der Flächennutzungsänderungen herangezogen, die auch kurzfristig von den Landwirten realisierbar erscheinen und die relativ wenig Aufwand bzw. nur geringe Verluste für die Landwirtschaft erwarten lassen. Zudem sind durch den beschränkten Datenzugang spezielle Maßnahmen, die immer wieder zur Grundwassersanierung angeführt werden, auf dieser Generalisierungsebene nicht zu erfassen, wie z.B. bestimmte Anbauzeitpunkte, Düngungsausbringung, Zwischenfruchtanbau ...

In jüngsten Forschungsberichten (siehe Anhang) werden folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserqualität ziemlich gleichlautend angeführt:

1. Reduktion von Brachezeiten durch Winterungen, Einsaat, <sup>„caterpillar“</sup> Zwischenfruchtanbau, weniger Risikopflanzen;
2. weniger oder gar kein Anbau von bestimmten Risikopflanzen bzw. bestimmte vorgeschriebene Verfahrensweisen, Fruchtfolgen (z.B. Mais, Leguminosen, Ölkürbis);
3. Flächenbindung der Viehhaltung (Wirtschaftsdüngerproblematik);
4. Bearbeitung bezüglich der Zeitpunkte von Düngerausbringung, Bodenbearbeitung und Ansaat, der Umbrüche und sonstiger Pflegemaßnahmen optimieren sowie Schaffung der Voraussetzungen dafür (Lagerkapazitäten...);
5. Spezifische Beratungs- und Untersuchungsprogramme, Auswerteprogramme.

Als erste Möglichkeit zur Verbesserung der Grundwassersituation wird der Anteil der Risikofrüchte an der Ackerfläche gesenkt, nachfolgend der Anteil der Winterungen erhöht, allerdings nur bis zu maximal zwei Dritteln der Ackerfläche in der jeweiligen Region (nach *Dierks/Heitefuß* könnten bis zu 75% der Ackerfläche eines Betriebes mit Winterungen besetzt sein, vgl. Tabelle 4). Somit bleibt insgesamt der Anteil an Ackerland in den einzelnen Gebieten gleich. Es erscheint - zumindest kurzfristig - unwahrscheinlich, den Grünland- und Waldanteil zu erhöhen oder den Anteil an Dauerkulturen zu senken, was ebenfalls zu einer verbesserten Situation des Grundwassers beitragen würde. Der Anfall an Reinstickstoff aus der Tierhaltung und der Anteil an den verschiedenen Betriebsformen wird konstant gehalten.

Innerhalb der einzelnen Gruppen der Ackerfrüchte bleibt somit genügend Spielraum zur Fruchtfolgegestaltung für die Landwirte, um übliche maximale Anbaukonzentrationen - Erfahrungen aus der Praxis und langjährige Fruchtfolgeversuche - nicht zu überschreiten (vgl. Tabelle 4).



Die Richtwerte sind so ausgelegt, daß bei ihrer Einhaltung der zu erwartende Schädlingsbefall gering einzuschätzen ist, das heißt, eine chemische Entseuchung des Bodens nicht notwendig ist.

**Tabelle 4**

<b>Max. Anbaukonzentration von Feldfrüchten (Prozent-Anteile an der Ackerfläche)</b>	
Kartoffeln	33 %
Raps	33 %
Körnererbsen	20 %
Ackerbohnen	25 %
Luzerne, Rotklee	17 %
Kleegras	33 %
mehrfähriges Feldgras	100 %
Sonnenblumen	17 %
Weizen	33 %
Wintergerste	40 %
Roggen, Triticale	50 %
Wintergetreide insg.	75 %
Sommergerste	50 %
Hafer	25 %
Sommergetreide insg.	50 %
Körnermais	50 %
Silomais	40 %

Quelle: (Diercks/Heitefuß, 1993)

Modellrechnungen werden für all jene Gebiete durchgeführt, die nach den Messungen des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft den Nitratschwellenwert überschritten haben und die auch in der Diskriminanzanalyse richtig klassifiziert wurden.

#### **4.1.3 Grundlagen zur monetären Bewertung**

Für eine monetäre Bewertung wird die Deckungsbeitragsrechnung herangezogen.

Für die Gruppen der Risikofrüchte, der Winterungen und der sonstigen Ackerfrüchte wird ein regionsspezifischer durchschnittlicher Deckungsbeitrag berechnet (gewichtet nach den jeweiligen Flächenanteilen der einzelnen Ackerfrüchte in den Regionen) und für die Regionen aufsummiert zum Gesamtdeckungsbeitrag in der Region für Ackerfrüchte. Die aktuellen Standarddeckungsbeiträge beziehen sich auf die Preisbasis 1995 und auf die Durchschnittserträge 1991, 1992 und 1993 (Pirringer, 1996).

Den niedrigsten Deckungsbeitrag verzeichnet jeweils die Gruppe der sonstigen Ackerfrüchte (7.000 - 8.000 ATS/ha), den höchsten die Gruppe der Risikofrüchte, wobei in dieser Gruppe sehr starke regionale Unterschiede auftreten. So reicht die Spanne bei den Risikofrüchten von 9.000,- bis 24.000,- ATS. Die Gruppe der Winterungen liegt mit Werten zwischen 8.100,- und 9.200,- ATS SDB - regional relativ gleichmäßig verteilt zwischen den Extremen.

Die durchschnittlichen regionalen Deckungsbeiträge für die drei Ackerfruchtgruppen werden mit den Flächenergebnissen der obigen Modellrechnung zur Einstufung 1 (ohne Nitrat-

schwollenwertüberschreitung) zusammengeführt; dies ergibt den regionalen Gesamtdeckungsbeitrag nach einer Einstufung 1 (veränderte Flächenanteile bei Winterungen, Risikofrüchten und sonstigen Ackerfrüchten).

Aus dem Saldo von bisherigem Gesamtdeckungsbeitrag und Gesamtdeckungsbeitrag nach der Modellrechnung ergibt sich der Verlust an Deckungsbeiträgen für die Landwirtschaft einer Region bei vermindertem Anbau von Risikofrüchten und vermehrtem Anbau von Winterungen und sonstigen Ackerfrüchten. Für regionale Vergleiche wird der absolute Verlust auf die tatsächlich nutzungsgeänderte Fläche und auch auf die gesamte Ackerfläche der Region bezogen.

Zu beachten ist, daß die zur Verfügung stehenden Standarddeckungsbeiträge den speziellen EU-Berechnungsvorgaben entsprechen; so sind z.B. Maschinenkosten nicht enthalten, die eine Rolle bei Umstellungsmaßnahmen spielen könnten.

Nicht einberechnet werden die verschiedensten produktungebundenen Fördermöglichkeiten, die vor allem im Bereich des Umweltprogrammes oder der Flächenstilllegung eine Verbesserung des Ergebnisses für die Landwirtschaft mit sich brächten.

## 4.2 Ergebnisse

Mit Hilfe der ermittelten Diskriminanzfunktion läßt sich mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit (87%) abschätzen, wie ein Porengrundwassergebiet bezüglich der Meßwerte einzustufen ist. Für 59 der 68 Gebiete kann eine korrekte Einschätzung der Gruppenzugehörigkeit durchgeführt werden, wobei nur für drei Gebiete, die derzeit den Schwellenwert überschreiten, eine falsche Einschätzung 1, (Unterschreitung) ermittelt wurde. Bei 6 Gebieten wurde eine Einstufung 2 (Überschreitung) errechnet, obwohl derzeit der Nitratschwellenwert nicht überschritten wird.

### 4.2.1 Plausibilitätsüberlegungen

Aus Tabelle 5 wird ersichtlich, daß die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse recht plausibel sind. Eine alternative Möglichkeit, den Nitrat-Gehalt des Grundwassers zu bewerten, ist, die Meßwerte der Meßstellen innerhalb eines Gebietes nach den drei Nitratbelastungsklassen mit Punkten zu gewichten und die Werte für die Meßstellen eines Gebietes zu summieren (Spalte 5). In Tabelle 5 sind die Gebiete nach dieser Bewertung gereiht und der Bewertung nach dem Wasserrechtsgesetz (25-prozentiges Auftreten von Meßwerten über 45 mg/l (Spalte 3) und dem Ergebnis der Diskriminanzanalyse (Spalte 4) gegenübergestellt. Es ist zu erkennen, daß die in der Analyse falsch eingeschätzten Gebiete (in der Tabelle fettgedruckt) zum Großteil in einem Übergangsbereich zur Einstufung als Sanierungsgebiet liegen. In den eindeutigen Bereichen am oberen und unteren Rand der Tabelle stimmen die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse bis auf die beiden burgenländischen Gebiete Raabtal und Südliches Wr. Becken mit der Realität überein.

Die Gebiete Traisental, Südliches Wr. Becken-NÖ2, Nördliches Eferdinger Becken und Lafnitztal werden nach der Diskriminanzanalyse als potentielles Sanierungsgebiet eingestuft, obwohl sie nach den Meßwerten derzeit eigentlich keines sind. Diese Gebiete liegen aber in einem Übergangsbereich, sodaß nach weiteren zukünftigen Meßreihen eine Einstufung als Sanierungsgebiet möglich scheint. Schon in einer früheren Version der Diskriminanzanalyse

wurden deren ursprünglich als falsch anmutende Ergebnisse durch die nachfolgend zur Verfügung stehenden neuen Meßreihen für einige Gebiete bestätigt.

Nur in drei Gebieten, ebenfalls im Übergangsbereich zum potentiellen Sanierungsgebiet liegend, liefert das Ergebnis der Diskriminanzanalyse die Einstufung 1, obwohl tatsächlich ein potentielles Sanierungsgebiet gegeben ist. Die Gebiete Wulkatal, Pinkatal 2 und Altes Gurktal werden daher in die nachfolgenden Flächenabschätzungen nicht miteinbezogen.

**Tabelle 5**

<b>Rangreihung der Porengrundwassergebiete nach der Nitratbelastung</b>					
<b>(1) Code</b>	<b>(2) Porengrundwassergebiet</b>	<b>(3) Einstufung der Nitrat- belastung (BMLF 1995)</b>	<b>(4) Ergebnis der Diskri- minanz- analyse</b>	<b>(5) N-Belastung- Gewicht (eigene Berechnungen nach BMLF 1995)</b>	<b>(6) Rang</b>
63900	Leibnitzer Feld	2	2	323	1
13090	Parndorfer Platte	2	2	317	2
32240	Marchfeld (NÖ)	2	2	298	3
32503	Südliches WienerBecken (NÖ3)	2	2	294	4
92500	Südliches Wiener Becken (W)	2	2	294	4
92240	Marchfeld (W)	2	2	288	6
63800	Grazer Feld	2	2	278	7
41730	Unteres Ennstal (OÖ)	2	2	271	8
<b>13130</b>	<b>Wulkatal</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>270</b>	<b>9</b>
24410	Zollfeld	2	2	267	10
13180	Seewinkel	2	2	255	11
13252	Ikvatal 2	2	2	250	12
<b>13322</b>	<b>Pinkatal 2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>250</b>	<b>12</b>
64000	Unteres Murtal	2	2	246	14
12880	Heideboden	2	2	225	15
24420	Klagenfurter Becken	1	1	225	15
24370	Krappfeld	1	1	222	17
13260	Rabnitztal	1	1	222	17
40960	Südliches Eferdinger Becken	2	2	221	19
<b>24430</b>	<b>Altes Gurktal</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>220</b>	<b>20</b>
63400	Feistritztal	2	2	217	21
32000	Nördliches Tullner Feld	2	2	213	22
41260	Traun-Enns Platte	2	2	213	23
41220	Welser Heide	2	2	211	24
24390	Unteres Gurktal	2	2	211	25
32050	Südliches Tullner Feld	2	2	200	26
13321	Pinkatal1	1	1	186	27
41540	Südliches Linzer Feld	1	1	182	28
41770	Nördliches Machland	2	2	181	29
24400	Glantal	1	1	180	30
13340	Stremtal	1	1	180	30
63410	Ilztal	2	2	175	32
<b>31950</b>	<b>Traisental</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>164</b>	<b>33</b>

Fortsetzung Tabelle 5

<b>Rangreihung der Porengrundwassergebiete nach der Nitratbelastung</b>					
<b>(1)</b> Code	<b>(2)</b> Porengrundwassergebiet	<b>(3)</b> Einstufung der Nitrat- belastung (BMLF 1995)	<b>(4)</b> Ergebnis der Diskri- minanz- analyse	<b>(5)</b> N-Belastung- Gewicht (eigene Berechnungen nach BMLF 1995)	<b>(6)</b> Rang
<b>32502</b>	<b>Südliches Wr. Becken (NÖ2)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>163</b>	<b>34</b>
<b>40950</b>	<b>Nördliches Eferdinger Becken</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>157</b>	<b>35</b>
32501	Südliches Wiener Becken (NÖ1)	1	1	150	36
41430	Nördliches Linzer Feld	1	1	150	36
13270	Günstal	1	1	150	36
<b>13350</b>	<b>Lafnitztal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>145</b>	<b>39</b>
24450	Jauntal	1	1	138	40
63780	Murdurchbruchstal	1	1	130	41
50300	Unteres Salzachtal	1	1	129	42
70220	Zillertal	1	1	129	43
24100	Oberes Drautal	1	1	127	44
41110	Vöckla-Ager Tal	1	1	127	45
63600	Aichfeld-Murboden	1	1	125	46
24340	Metnitztal	1	1	120	47
<b>13310</b>	<b>Raabtal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>120</b>	<b>47</b>
70200	Unterinntal	1	1	105	49
80040	Rheintal-Bregenzerrach	1	1	103	50
<b>12500</b>	<b>Südliches Wiener Becken (B)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>51</b>
24110	Mölltal	1	1	100	51
24120	Lurnfeld	1	1	100	51
24150	Unteres Drautal	1	1	100	51
24250	(Unteres) Gailtal	1	1	100	51
24310	Gegendtal	1	1	100	51
24320	Landskroner Feld	1	1	100	51
24490	Radenthein	1	1	100	51
50290	Oberes Salzachtal	1	1	100	51
63590	Pölstal	1	1	100	51
63750	Mürztal	1	1	100	51
70120	(Unteres) Lechtal	1	1	100	51
80030	Walgau	1	1	100	51
13980	Lendvatal 1	1	1	100	51
70190	Oberinntal	1	1	100	51
40550	Mattigtal	1	1	100	66
63580	Oberes Murtal	1	1	100	66
70250	Großbachengebiet	1	1	100	66

Quelle: BMLF 1995; eigene Berechnungen

#### 4.2.2 Nutzungsänderungen zur Einhaltung des Schwellenwertes 45mgN/l - Flächen

Das Ergebnis der Modellrechnung fällt von Gebiet zu Gebiet recht unterschiedlich aus. Im Diagramm 6 sind die notwendigen Rücknahmen bei den Risikofrüchten mit dunklen Pfeilen gekennzeichnet und/oder die notwendigen Zunahmen der Winterungen mit hellen Pfeilen, um eine Klassifizierung 1 (keine Überschreitung des Nitratschwellenwertes von 45 mgN/l) zu erreichen.

In mehreren Gebieten (Parndorfer Platte (13090), Unteres Gurktal (24390), Unteres Ennstal (41730), Ilztal (63410), Grazer Feld (63800)) genügt bereits eine relativ geringfügige Abnahme (< -10%) des Anteils der Risikofrüchte, um die Gebiete der Gruppe 1 zuordnen zu können (keine Überschreitung des Schwellenwertes).

In einigen anderen Gebieten werden Flächenreduzierungen bei den Risikofrüchten über das Ausmaß von 10 Prozentpunkten hinaus nötig, um eine Klassifizierung 1 zu erreichen (Heideboden (12880), Südliches Tullner Feld (32050), Nördliches Machland (41770), Leibnitzer Feld (63900), Unteres Murtal (64000)).

In 9 Gebieten müßte der Flächenanteil der Risikofrüchte bei gleichzeitiger leichter Zunahme der Winterungen abgesenkt werden, um eine Klassifizierung 1 zu erreichen (Seewinkel (13180), Ikvatal-2 (13252), Zollfeld (24410), Marchfeld (32240), Südliches Wr. Becken -NÖ3 (32503), Südliches Eferdinger Becken (40960), Welser Heide (41220), Traun-Enns Platte (41260), Feistritztal (63400)).

Für die beiden Wiener Gebiete besteht nach den Modellannahmen keine Möglichkeit, durch Senkung des Anteils der Risikofrüchte und Steigerung des Anteiles der Winterungen, eine Einstufung 1 zu erreichen.

Absolut betrachtet ergibt dies für eine Einstufung 1 aller im Modell erfaßten Gebiete in Summe eine Reduktion der Risikofrüchte um 78.100 ha (-58 %) gegenüber dem Bestand von 1990, bei gleichzeitiger Zunahme der Winterungen um 25.300 ha (+19 %). Zu beachten ist die statistische Wahrscheinlichkeit der richtigen Klassifizierung von 87 Prozent.

Für die gesamte Anbaufläche mit Risikofrüchten Österreichs (485.000 ha) würde dies eine Reduktion um 16 Prozent bedeuten, die Winterungen würden österreichweit um 5 Prozent ausgeweitet werden.

#### 4.2.3 Nutzungsänderungen zur Einhaltung des Schwellenwertes 45mgN/l - monetäre Bewertung

Das Ergebnis ist von Region zu Region stark unterschiedlich ausgeprägt (vgl. Diagramm 6, Karte 4). In Summe der im Modell erfaßten Regionen ergibt sich ein negativer Saldo von 472 Millionen ATS für Österreich unter den oben getroffenen Annahmen, das sind -14 Prozent des Gesamtdeckungsbeitrages aus Ackerfrüchten.

Die absolut höchsten Einbußen infolge der Größe des Gebietes, der derzeitigen Flächenausdehnung der Risikofrüchte und der hohen Standarddeckungsbeiträge bei den Risikofrüchten hat das Marchfeld hinzunehmen (-205 Millionen ATS). Jeweils ca. 30 Millionen ATS Deckungsbeitragsverlust ergeben sich für den Seewinkel (13180), das Nördliche und Südliche.

**Diagramm 5**

**Nutzungsänderungen zur Grundwassersanierung - 45 mgN/l**

Notwendige Abnahme der Risikofrüchte bzw. Zunahme der Winterungen, in Prozent der Kulturlfläche

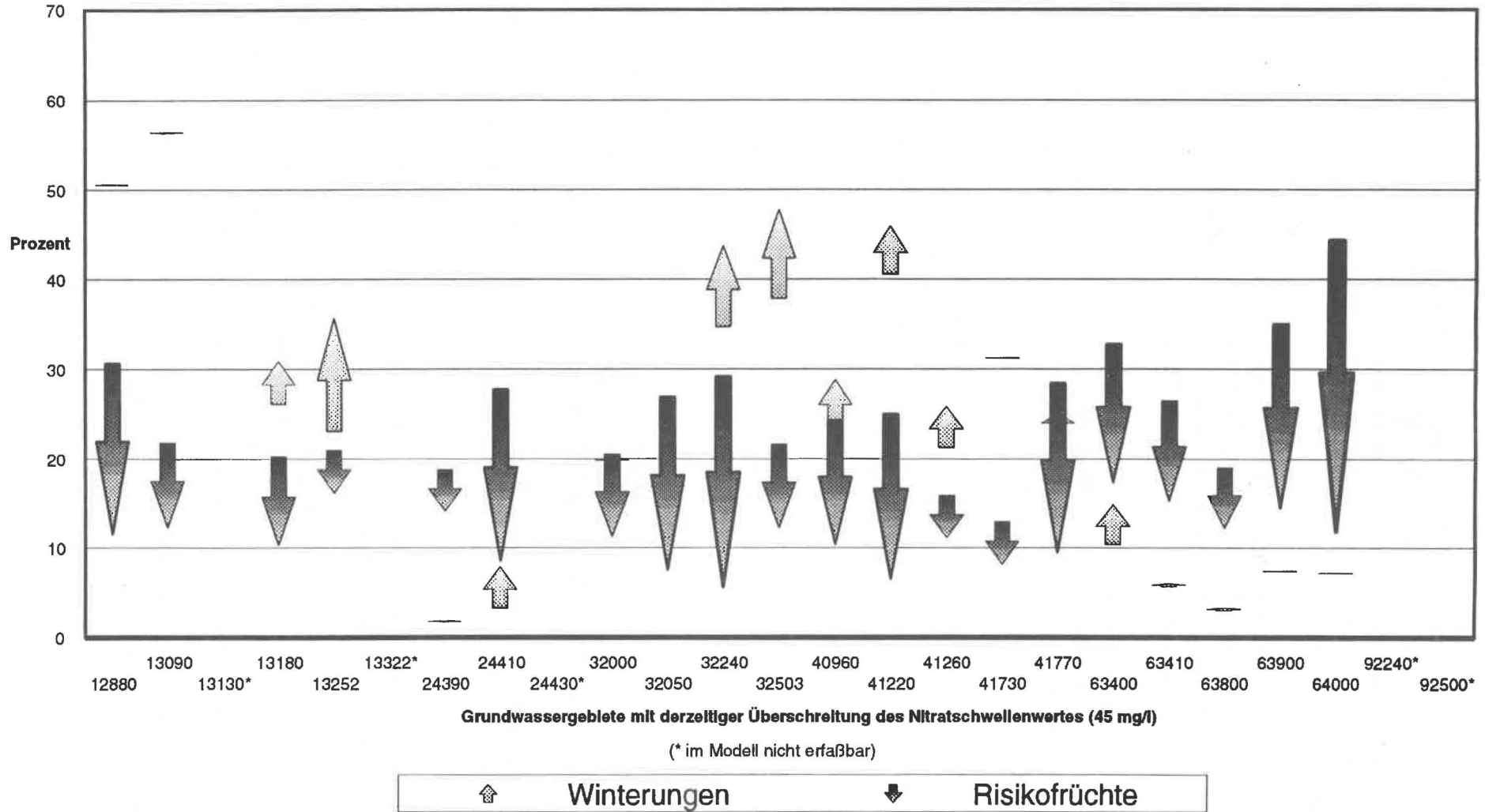
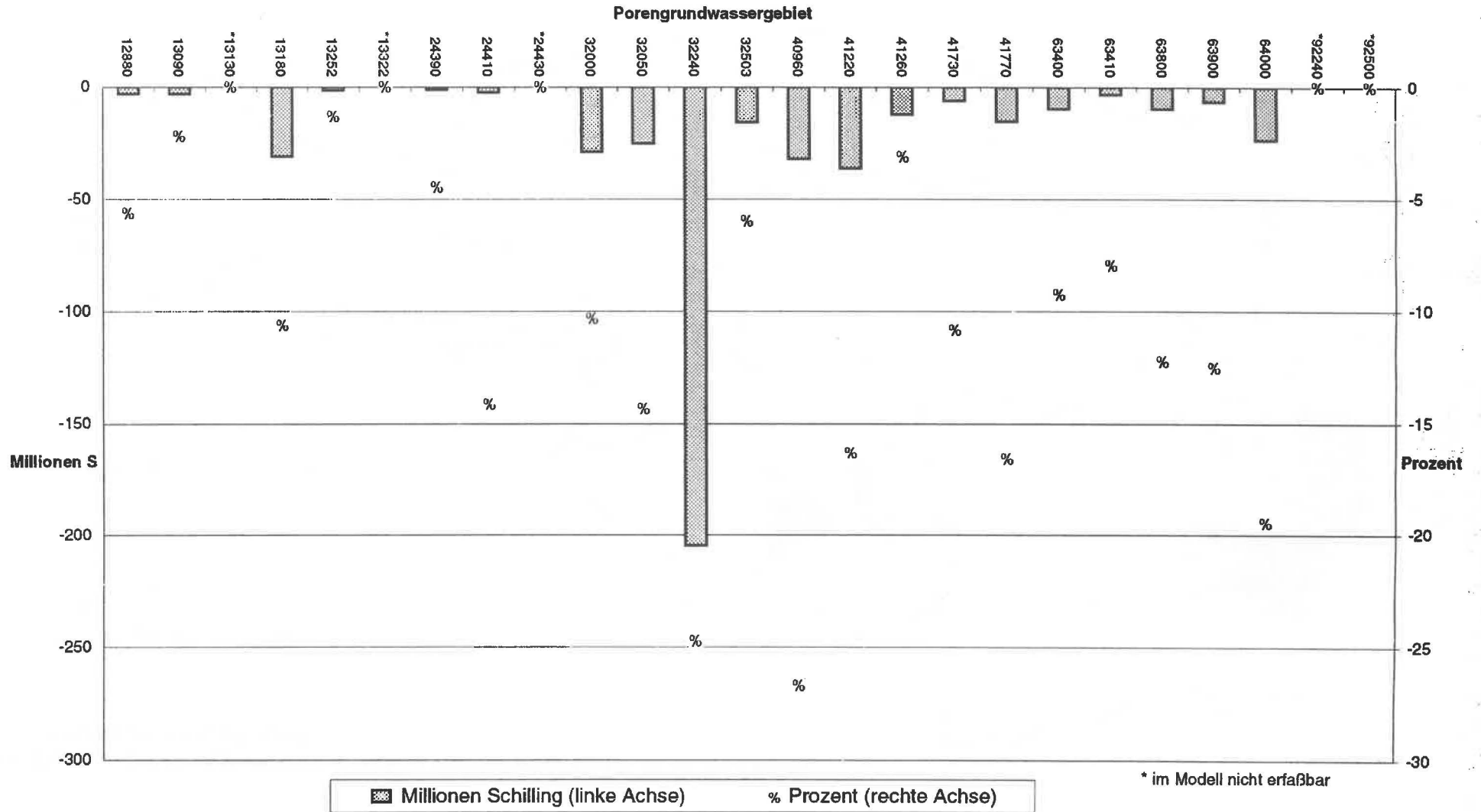


Diagramm 6

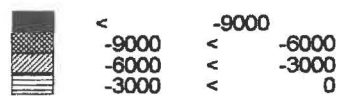
### Deckungsbeitragsverlust insgesamt - 45 mgN/l

Veränderung des regionalen Gesamtdeckungsbeitrages aus Ackerfrüchten, in Schilling und Prozent

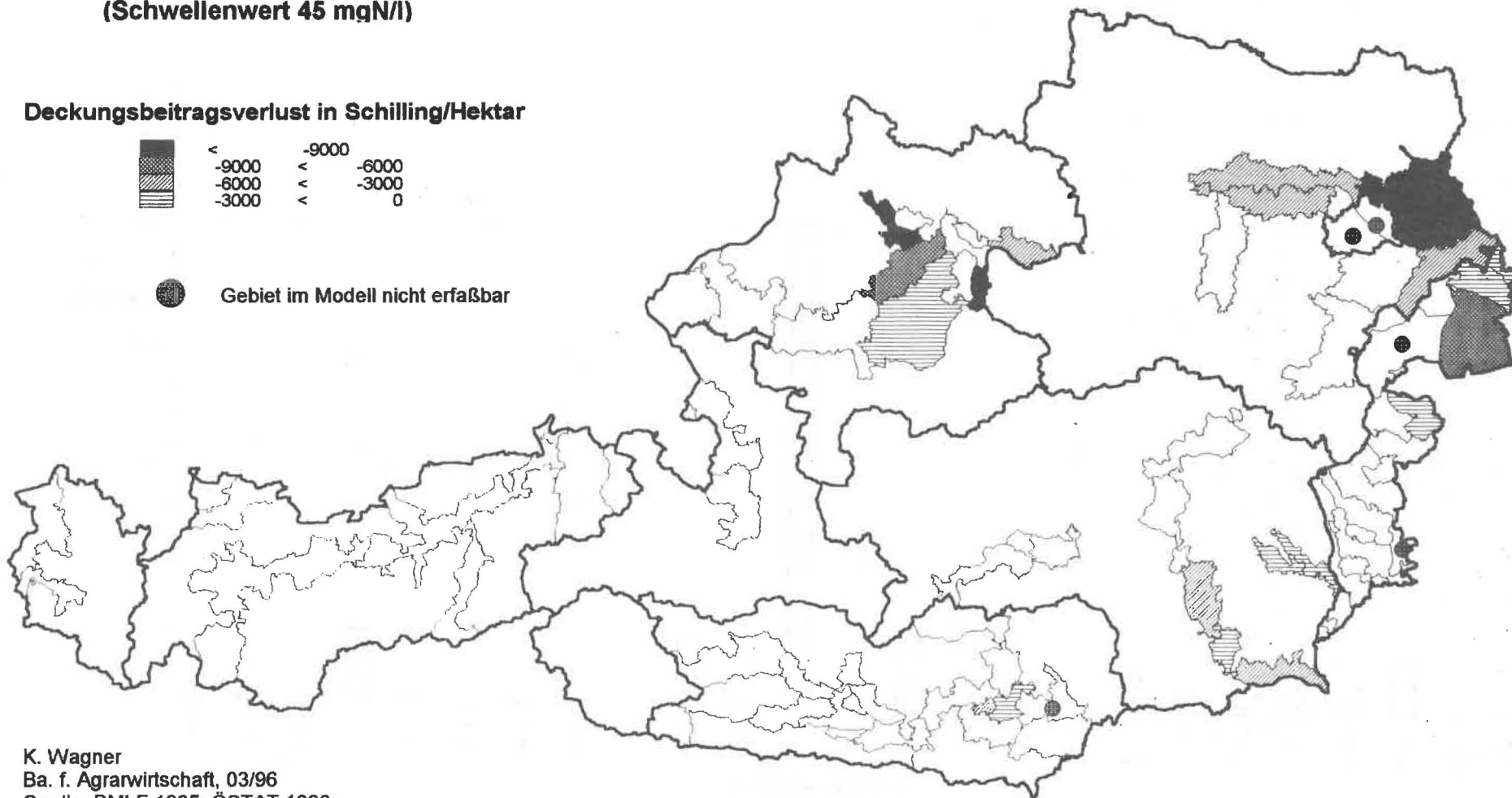


**Karte 4: Deckungsbeitragsverlust je Hektar nutzungsgeänderter Ackerfläche  
(Schwellenwert 45 mgN/l)**

Deckungsbeitragsverlust in Schilling/Hektar



 Gebiet im Modell nicht erfaßbar



K. Wagner  
Ba. f. Agrarwirtschaft, 03/96  
Quelle: BMLF 1995; ÖSTAT 1990;  
eigene Berechnungen



liche Tullner Feld (32000, 32050), das Südliche Eferdinger Becken (40960), die Welser Heide (41220) und das Untere Murtal (64000). Die übrigen Regionen sind absolut betrachtet nicht so stark betroffen, in relativer Sichtweise sind aber die meisten Regionen durch Einbußen von über 5 Prozent des Deckungsbeitrages aus Ackerfrüchten doch auch nennenswert.

Die Einbußen je Hektar <sup>ha</sup> gesamt <sup>AE</sup> Ackerfläche belaufen sich in den betroffenen Regionen im Durchschnitt auf rund -1.300 ~~ATS~~ (vgl. Karte 4). Wenn man die errechneten Beträge auf die tatsächlich nutzungsgeänderte Fläche bezieht, ergibt sich österreichweit ein Verlust von 5.000 ~~ATS~~. Diese Unterschiede wären zu berücksichtigen, wenn Überlegungen dazu angestellt werden, ob man eher flächenhaft oder ganz gezielt einzelflächenbezogen bei einer Unterstützung von Landwirten zur Absenkung des Nitratgehaltes im Grundwasser vorgeht.

Auch die durchschnittlichen Hektarsätze streuen regional sehr stark. Die höchsten Verluste je Hektar ergeben sich im Südlichen Eferdinger Becken (40960), im Unteren Ennstal (41770) und im Marchfeld (32240) mit über bzw. knapp unter 10.000,-ATS DB-Verlust je Hektar nutzungsgeänderter Fläche. Infolge relativ starker Nutzung durch Feldgemüse bzw. Zuckerrüben sind in diesen Regionen die durchschnittlichen Standarddeckungsbeiträge bei den Risikofrüchten besonders hoch. Nur in den Gebieten Parndorfer Platte (13090) und Ikvatal-2 (13252) ist der DB-Verlust geringer als 2.000 ATS. Wenn man diese Extremwerte außer acht läßt, ergibt sich in den übrigen Gebieten ein durchschnittlicher DB-Verlust von rund 4.000,- ATS je Hektar nutzungsgeänderter Fläche bzw. ein DB-Verlust von rund 1.100,- ATS je Hektar für die Summe der Ackerflächen in den Porengrundwassergebieten.

Diese Ergebnisse sind der Größenordnung nach durchaus vergleichbar jenen einer Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland (Weingarten et al. 1995). Mittels eines aufwendigen Simulationsmodells (RAUMIS und SIMONA) wurden zwei unterschiedliche Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz in ihren monetären Auswirkungen abgeschätzt. Demnach ergibt sich beim räumlich differenzierten Grundwasserschutz (d.h. intensive Ausweisung von Wasserschutzgebieten mit Bewirtschaftungsauflagen, keine Bewirtschaftungsauflagen außerhalb der Wasserschutzgebiete) innerhalb der Wasserschutzgebiete eine Ausgleichszahlung von Bewirtschaftungseinschränkungen von 441 DM/ha. Beim flächendeckenden Grundwasserschutz für die gesamte Landwirtschaftsfläche der BRD mit standortundifferenzierten Maßnahmen wie Stickstoffabgaben, Verbot von Grünlandumbruch, Verbot von Pflanzenschutzmitteln etc. errechnen sich Ausgleichszahlungen von 68 DM/ha.

#### 4.2.4 Abschätzung für einen Nitratschwellenwert von 30 mg/l

In gleicher Weise wie für den Nitratschwellenwert 45 mg/l wurde eine Abschätzung für die Einhaltung eines Schwellenwertes von 30 mg/l durchgeführt. Es liegt zwar noch keine konkrete Auswertung vor, welche Gebiete nach diesem Schwellenwert als potentielle Sanierungsgebiete einzustufen wären; nach eigenen Bewertungen auf Basis des Wassergüterberichtes 1994 und Einschätzungen von Experten wären jedoch zusätzlich 16 Gebiete als potentielle Sanierungsgebiete bezüglich der Nitratwerte einzustufen (beinahe alle Gebiete in den östlichen Bundesländern, vgl. Karte 1).

Nach der Diskriminanzanalyse mit den gleichen Variablen wie zur Abschätzung beim Schwellenwert 45mgN/l kann mit 90 prozentiger Sicherheit die Zuordnung Überschreitung

oder Unterschreitung getroffen werden. Für vier der 41 Gebiete, die den Schwellenwert 30 mgN/l möglicherweise überschreiten, liefert die Diskriminanzanalyse eine falsche Zuordnung.

Um ein Einhalten des 30mg Schwellenwertes zu erreichen, müßte in vielen Gebieten der Anteil der Risikofrüchte auf Null gesenkt und der Anteil der Winterungen vielfach auf das Maximum des Möglichen gesteigert werden. Für die beiden Wiener Gebiete besteht nach den getroffenen Annahmen keine Möglichkeit zum Erreichen des Schwellenwertes.

Wie aus Diagramm 7 ersichtlich, tritt bei den zu treffenden Maßnahmen auch deutlich der Unterschied zwischen den Gebieten, die schon den Schwellenwert 45 mg/l überschreiten, und jenen, die nur den 30 mg Schwellenwert überschreiten, hervor. Bei den letzteren (im rechten Drittel des Diagramms) fallen die notwendigen Reduktionen bei den Risikofrüchten deutlich geringer aus als in der ersten Gruppe.

In Summe müßten in den vom Modell erfaßten Regionen die Flächen mit Risikofrüchten um 158.000 Hektar (84 %) gesenkt und die Winterungen um 35.000 Hektar (19 %) ausgedehnt werden, um den Schwellenwert 30 mgN/l zu erreichen. Bezogen auf die gesamte, mit Risikofrüchten bebaute Fläche Österreichs wäre dies eine Reduktion um 33 Prozent (Winterungen +7 %).

Insgesamt scheint jedoch die notwendige Flächenreduktion der Risikofrüchte - in allen Regionen auf unter 10 % der Kulturfläche, in den Hauptanbaugebieten zumeist auf Null - nicht realisierbar, da auch die markt- und volkswirtschaftlichen, die versorgungs- und sozialpolitischen Folgewirkungen eines fast vollständigen Verzichts auf diese einkommensträchtigste Gruppe der Ackerfrüchte zu bedenken sind. Eine Förderung der Landwirte in den dafür notwendigen Dimensionen ist auf Dauer wahrscheinlich nur schwer finanzierbar (vgl. Diagramm 8).

Der gesamte Deckungsbeitragsverlust verdoppelt sich beinahe gegenüber der 45 mgN/l Variante auf 860 Millionen ATS, wobei der Hauptanteil (244 Millionen ATS) wieder auf das Marchfeld entfällt. Verluste unter -50 Millionen ATS müssen auch der Seewinkel (13180), das Nördliche Tullner Feld (32000) und das Südliche Wiener Becken (32502) hinnehmen. Im Durchschnitt verlieren die Regionen 15 Prozent des Deckungsbeitrages aus Ackerfrüchten.

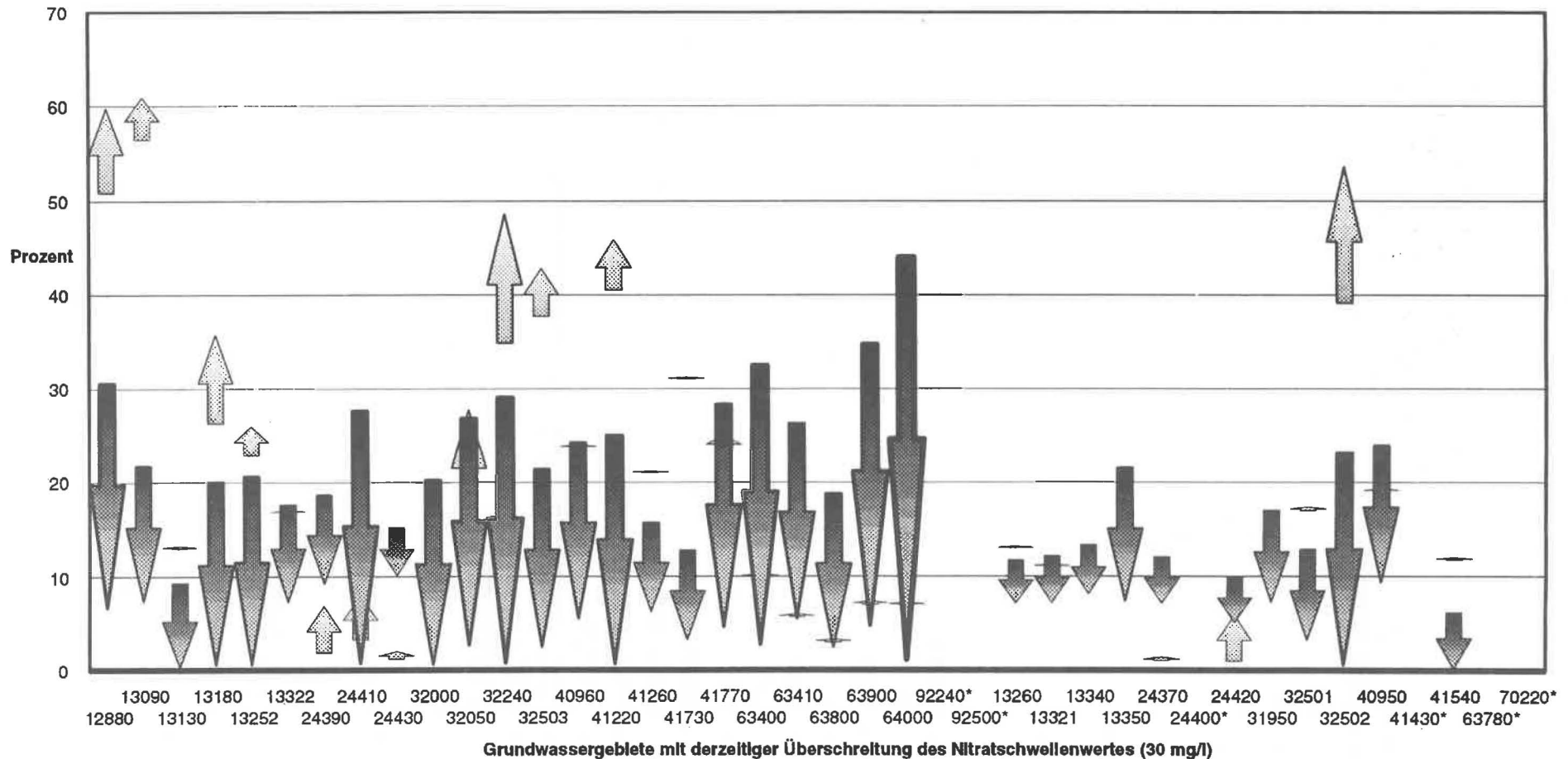
Wie weit die Einhaltung des 30 mgN/l Schwellenwertes durch eine andere gesellschaftlich und finanziell vertretbarere Maßnahmenkombination erzielt werden könnte, kann aus dieser Untersuchung nicht hervorgehen. In mehreren anderen Forschungsergebnissen wurde bereits deutlich (z.B. *Feichtinger* 1995), daß dies in einigen Regionen auch durch rigoroseste Einschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzung nicht möglich sein wird.

Zusätzlich wirken auch schon bestehende Förderungsmaßnahmen positiv (z.B. ÖPUL, Flächenstilllegung im Zuge der Marktordnung) oder negativ (z.B. Förderungen, bzw. Ausgleichszahlungen für Kartoffelbau, Hülsenfrüchte, Gemüse) auf die Grundwasserqualität. Eine Bewertung der Dimensionen der Förderungen und der Gebietsdeckung mit den tatsächlichen kritischen Porengrundwassergebieten müßte in einer eigens angelegten Studie erfolgen.

**Diagramm 7**

**Nutzungsänderungen zur Grundwassersanierung - 30 mgN/l**

Notwendige Abnahme der Risikofrüchte bzw. Zunahme der Winterungen, in Prozent der Kulturfäche



Grundwassergebiete mit derzeitiger Überschreitung des Nitratschwellenwertes (30 mg/l)

(\* im Modell nicht erfaßbar)

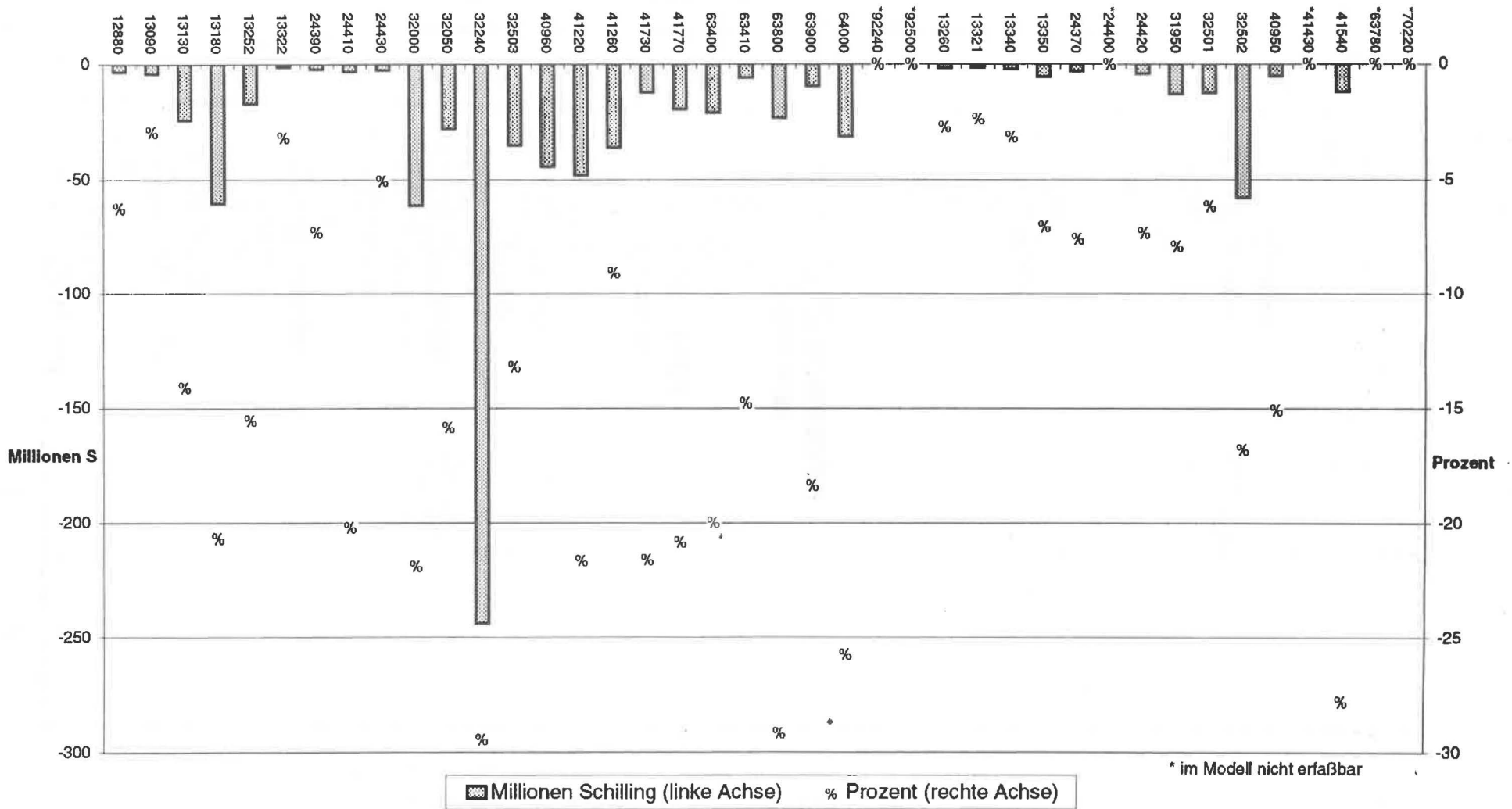
↑	Winterungen	↓	Risikofrüchte
---	-------------	---	---------------

Diagramm 8

Deckungsbeitragsverlust insgesamt - 30 mgN/l

Veränderung des regionalen Gesamtdeckungsbeitrages aus Ackerfrüchten, in Schilling und Prozent

Porengrundwassergebiet



## 5 Zusammenfassung

### Ziel

Ziel des Forschungsprojektes ist eine Abschätzung der monetären Auswirkungen einer Grundwassersanierung auf die Landwirtschaft. Aus den Wassergüteehebungen des BMLF geht hervor, daß nach der Novelle des Wasserrechtsgesetzes 1990 in vielen Beckenlagen eine Grundwassersanierung erforderlich wird, da die Qualität des Grundwassers unter anderem bei Nitrat nicht dem vorgegebenen Schwellenwert von 45 mg N/l entspricht. In der vorliegenden Untersuchung ging es speziell um den Nitratreintrag aus der Landwirtschaft in die Porengrundwassergebiete, und zwar in regionaler und gesamtwirtschaftlicher Hinsicht.

### Methode

Zur Ermittlung und Beschränkung des Nitratreintrages aus der Landwirtschaft in das Grundwasser liegt zwar eine Vielzahl von Forschungsergebnissen vor, doch sind diese entweder lokal begrenzt oder zu allgemein gehalten, um für die Betrachtung der konkreten, räumlich differenzierten wirtschaftlichen Auswirkungen herangezogen werden zu können.

Für die vorliegende Arbeit wurde <sup>daher</sup> eine empirische Methode gewählt, die auf bereits vorhandenen Meßreihen zur Nitratbelastung des Grundwassers basiert. Aus dem statistisch nachgewiesenen Zusammenhang zwischen der gegebenen Nutzungsstruktur in den Grundwassergebieten und den Grundwasserbelastungen konnten in ~~der~~ durch die Datenlage und die Methode ~~eingeschränktem~~ Rahmen mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse Rückschlüsse auf zu verändernde Nutzungsverhältnisse gezogen werden. In der Folge wurden die regionspezifischen Ergebnisse zur veränderten Flächennutzung mit Hilfe regions- und fruchtart-spezifischer Standarddeckungsbeiträge monetär bewertet. Auf diese Weise können Aussagen für bestimmte Szenarien mit relativ hohen Wahrscheinlichkeiten über alle Porengrundwassergebiete Österreichs gemacht werden.

### Ergebnis

Die gewählten Datensätze zur Diskriminanzanalyse (Waldanteil, Grünlandanteil, Anteil der Risikofrüchte, Anteil der Winterungen, Siedlungsdichte, Anteil der Betriebe zwischen 600.000 und 1,5 Millionen ATS Gesamtstandarddeckungsbeitrag) weisen durchaus statistische Signifikanz bezüglich der Grundwasserbelastung mit Nitrat auf.

Aus der Vielzahl denkbarer Varianten zur veränderten Flächennutzung wurden zwei Varianten berechnet, um abzuschätzen, wann der Nitratschwellenwert von 45 mg/l bzw. der von 30 mg/l im Grundwasser unterschritten wird: durch Reduktion des Anbaues von Früchten mit erhöhtem Nitratauswaschungsrisiko und/oder durch Ausweitung des Anbaues von Früchten mit Bodenbedeckung über den Winter. Weitere Varianten, etwa auch eine Veränderung der Kulturartenanteile, sind denkbar, aber eher langfristig und mit größeren Einschnitten für die Landwirtschaft anzusetzen. Eine Möglichkeit der Bewertung veränderter Bearbeitungstechniken besteht auf dieser Ebene der Untersuchung nicht und müßte in einzelbetrieblichen Modellrechnungen ausgeführt werden, wenngleich diese Maßnahmen auch entscheidend für die Nitratbelastung des Grundwassers sind.

Die nötigen Änderungen der Ackerflächennutzung zur Verbesserung der Grundwasserwerte bei Nitrat im Szenario mit vermindertem Anbau von Risikofrüchten und vermehrtem Anbau



von Winterungen unterscheiden sich regional sehr stark. Noch größer ist die Spannweite bei den zu erwartenden finanziellen Verlusten; ausschlaggebend dafür sind neben der Schärfe der zu setzenden Maßnahmen die von Region zu Region sehr unterschiedlich hohen Standarddeckungsbeiträge.

Der Anteil der Risikofrüchte müßte in allen betroffenen Gebieten zumindest unter 20 % der Kulturlfläche gesenkt werden, in einigen Gebieten unter 10 %. Deutlich drastischere Maßnahmen müßten ergriffen werden, sollte nicht nur der zur Zeit gültige Grenzwert von 45 mg N/l, sondern der zukünftige Grenzwert von 30 mg N/l erreicht werden. In allen Gebieten müßte der Anteil der Risikofrüchte unter 10 % der Kulturlfläche liegen, in einigen Gebieten müßte der Anbau von Risikofrüchten überhaupt eingestellt werden.

Tabelle 6

Zusammengefaßte Ergebnisse für die jeweils bewerteten Porengrundwassergebiete							
Variante	erforderliche Reduktion der Risikofrüchte		erforderliche Ausdehnung der Winterungen		Deckungsbeitragsverlust		
	Hektar	% der Kulturlfläche	Hektar	% der Kulturlfläche	insgesamt Millionen ATS	% des DB aus Ackerfrüchten	je Hektar nutzungsgeänderter Ackerfläche
45 mg/l *	-78.000	-58	25.000	19	-472	-14	-5.000,- ATS
30 mg/l **	-158.000	-84	35.000	19	-857	-15	-4.500,- ATS
*) richtige Einstufung hinsichtlich der Nitratbelastung der Gebiete mit 87 %iger Wahrscheinlichkeit; 5 von 25 Gebieten nicht bewertbar **) richtige Einstufung hinsichtlich der Nitratbelastung der Gebiete mit 90 %iger Wahrscheinlichkeit; 6 von 40 Gebieten nicht bewertbar							

Die absolut und relativ am stärksten betroffenen Gebiete sind der Seewinkel, das Tullner Feld, das Marchfeld, das Südliche Eferdinger Becken, die Welser Heide, das Nördliche Machland und das Untere Murtal, bei der 30 mg Variante zusätzlich das Südliche Wiener Becken (NÖ2). Die Variante für den 30 mg-Schwellenwert scheint nicht realisierbar - vom Finanzierungsaspekt her gesehen - aber noch vielmehr aus versorgungs- und sozialpolitischen Gründen, da in den Porengrundwassergebieten fast gänzlich auf den Anbau der sogenannten Risikofrüchte (u. A. Feldgemüse, Mais, Sonnenblumen, Kartoffeln) verzichtet werden müßte.

## 5 Summary

### Purpose:

The purpose of this research project is to estimate the costs of restoring groundwater quality for Austrian agriculture. Surveys of the water quality by the Federal Ministry of Agriculture and Forestry show that in order to meet the standards of the amendment to the Water Act of 1990, it will be necessary to restore the groundwater's quality in many basin areas. This is because the quality of the groundwater referring to nitrate does not match with the recent nitrate threshold of 45 mg/l. The present study focusses on nitrate emissions by agriculture in pore-groundwater regions, regionally and in terms of the overall economy.

### Procedure:

Many research results exist regarding the measurement and limitation of agriculture's nitrate emissions into the groundwater. However, they are either only locally applicable or they are too vague to be used for the determination of spatially differentiated economic consequences.

The empirical method chosen here relies on available series of measurements concerning nitrate stress on the groundwater. On the basis of a statistically significant relationship between recent land uses and the stress on groundwater in pore-groundwater regions it was possible through discriminant analysis to draw conclusions in respect of how land use patterns ought to be changed. Of course, these conjectures are subject to the availability of data and the correctness of maintained assumptions. The costs of these specially differentiated land uses were evaluated using crop specific standard gross margins. Thus it was possible to produce cost estimates about certain scenarios for all of Austria's pore-groundwater areas with high reliability.

### Results:

The discriminant analysis of the data records used (shares of forest, grassland, risk crops, crops to cover soil in winter, density of settlement and the share of farms between 600 000 and 1.5 million ATS of total standard gross margin) showed that a statistically significant relation exists between them and nitrate stress on the groundwater.

From the wide range of conceivable scenarios for altered land use, two variants to reduce the nitrate level in the groundwater below thresholds of 45 or 30 mg N/l, respectively, were chosen: reducing the cultivation of crops with high risk of nitrate leaching and/or extending the cultivation of crops providing cover in wintertime. Other scenarios, f.i. a change in the shares of crops are conceivable, but effective only in the long run and with more serious consequences for agriculture. At the current level of this study it is impossible to evaluate changing techniques of soil management although these measures are also crucial for the nitrate stress on the groundwater. Such estimates would have to rely on optimisation models for individual farms.

The changes in land use necessary to lower the groundwater's nitrate content differ greatly in the two scenarios: reduced cultivation of risk crops and increased cultivation of plants covering the soil during winter. The difference in terms of expected losses for agriculture is

even wider, due to the acuteness of the measures that have to be taken, and widely different standard gross margins by regions.

The share of risk crops would have to be reduced in all affected regions to at least 20% of the cultivated area, in certain regions even below 10%. If not only the presently valid threshold of 45 mg N/l shall be reached but also the future threshold of 30 mg N/l, much more drastic measures would have to be taken: the share of risk crops in all regions would have to come down below 10 % of the cultivated area, and in several regions the cultivation of risk crops would have to be eliminated altogether.

**table 6**

<b>summarized results for the evaluated pore-groundwater regions</b>							
scenario	necessary reduction of risk-crops		necessary expansion of winter crops		loss of gross margin from crops		
	hectares	% of cultivated area	hectares	% of cultivated area	million ATS	%	per hectare arable land with changed land use, ATS
45 mg/l *	-78.000	-58	25.000	19	-472	-14	-5.000,-
30 mg/l **	-158.000	-84	35.000	19	-857	-15	-4.500,-
*) correct classification in respect of nitrate stress of regions with 87 % probability, 5 of 25 regions not evaluable **) correct classification in respect of nitrate stress of regions with 90 % probability, 6 of 40 regions not evaluable							

The areas most affected - both absolutely and relatively - are Seewinkel, Tullner Feld, Marchfeld, the Southern Eferdinger Becken, Welser Heide, Northern Machland and Unteres Mürztal, and in the 30 mg N/l-variant also the Southern Wiener Becken (NÖ2). The scenario with a 30 mg N/l threshold doesn't seem to be feasible, considering economic aspects but even more so food security and social concerns, because cultivation of so-called risk crops (which are f.i. field vegetables, maize, sunflowers, potatoes) in areas of pore-groundwater would have to stop entirely.



## 6 Literatur

*Apel, B., Buchner, W.:* Die Fruchtfolge neu überdenken in: DLG-Mitteilungen 2/94, Frankfurt 1994

*Aufhammer W. et al.:* Nutzung und Sicherung von Nitratstickstoff im Boden nach Ackerbohnen durch Untersaaten, in: Bodenkultur 46 Heft 1, Wien 1995

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Gewässerschutzbericht '93, Wien

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wassergüte in Österreich, Jahresbericht 1993, Wien 1994

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wassergüte in Österreich, Jahresbericht 1994, Wien 1995

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Grundwassersanierung und Nitrat, Sonderausgabe der Zeitschrift Förderungsdienst, Wien 1991

*Cepuder, P. et al.:* Erfassung des Nitrataustrages einer konventionellen und einer alternativen Fruchtfolge, Zwischenbericht eines Forschungsauftrages des BMLF, Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Wien 1994

*Dachler, M., Köchl, A.:* Die Wirkung verschiedener Gründüngungspflanzen auf Ertrag und Erlös der Folgekultur in: Die Bodenkultur 1994, Wien 1994

Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, Gießen 1992

*Diercks, R., Heitefuss, R. (Hrsg):* Integrierter Landbau, Verlagsunion Agrar München 1990

Drau Consulting, Pilotprojekt zur Grundwassersanierung, im Auftrag des Amtes der Kärntner Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Wirtschaftsdünger, Sonderausgabe der Zeitschrift Förderungsdienst, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1991

*Feichtinger, F.:* Landwirtschaftliche Nutzungsszenarien im Marchfeld aus wasserwirtschaftlicher Sicht, in: Gewässerverträgliche Landbewirtschaftung, Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr. 1, Wien 1995

*Feige, W., Röthlingshofer, R.:* Nitratauswaschung aus zwei unterschiedlich bewirtschafteten Ackerböden, in: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31, Berlin 1990

*Gerhold, K.-H.:* Zwischenfrüchte nach Silomais, in top agrar journal 10/95, Münster

Gruppe Wasser, Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung Korneuburger Bucht, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994

*Göttl, F.:* Nachanbau von Feldfrüchten 1995, in: Statistische Nachrichten 50. Jg. 1995, Heft 12, ÖSTAT, Wien

*Haimböck, H.:* Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung Retz-Oberalpb, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994

*Haimböck, H.:* Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung St. Valentin-Ernsthofen, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994

*Heyland, K.-U., Kloepfer, F.:* Zur Frage der Anpassung der Stickstoffdüngung an den Bedarf der Zuckerrübe in: Die Bodenkultur, Wien 1993

*Hofer, O.:* Landwirtschaftliche Kennzahlen für ökologische Belastungsquoten, unveröffentlichtes Manuskript der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Wien 1990

*Hofreither, M., Rauchenberger, F.:* Administrative versus ökonomische Einflüsse auf die Nitratbelastung von Grundwasser, Forschungsprojekt Nr. 775/93 des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1994

*Köster, W.:* Düngung in: Geographische Rundschau 42, 1990

Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, Richtlinien für den Verein „Gesundes Grundwasser“, 1991

Ländliches Fortbildungsinstitut, Landwirtschaft für sauberes Wasser, Graz 1993

*Liebhard, P. et al.:* Einfluß der Primärbodenbearbeitung auf Infiltration und Bodenwasservorrat im oberösterreichischen Zentralraum in: Die Bodenkultur 4/94, Wien

*Niberg, H., Münchhausen, H.:* Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Umweltverträglichkeit der Agrarproduktion, Tagungsbericht der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues 4.-6.10.96, Braunschweig

*Murer, E.:* Wassergüterefassungssysteme in der ungesättigten Bodenzone, in: Gewässer-verträgliche Landbewirtschaftung, Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr. 1, Wien 1995

Österreichische Vereinigung für agrarwissenschaftliche Forschung, Wasserschongebiet Zirkling, im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft sowie des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, 1993

Österreichisches Statistisches Zentralamt, Volkszählung 1991

Österreichisches Statistisches Zentralamt, Land- und Forstwirtschaftliche Betriebszählung 1990

*Pirringer, H.:* EU-Standarddeckungsbeiträge 92 - Österreich, unveröffentlichte Datensätze der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Wien 1996

*Poths, St.:* Modellansatz zur Entwicklung und Simulation von Fruchtfolgen im integrierten Pflanzenbau Kyrill und Method, München 1992

*Priewasser, R.:* Möglichkeiten der Vermeidung von Nitrateinträgen in das Grundwasser durch die Landwirtschaft. in: Landwirtschaftliches Jahrbuch 68. Jhrg. Heft3/1991 Bern

*Quirbach, K., Poppinga, O.:* Gute Absicht mit schlimmen Folgen ? in: Arbeitsergebnisse der ARGE für ländliche Entwicklung 10/89, Kassel 1989

*Robier, J.:* Trockenheit - Gründecken konservieren Stickstoff in: Der fortschrittliche Landwirt Heft 19, Graz 1992

*Steinmüller, H.:* Wasserschongebiet Zirking, Projekt der Österreichischen Vereinigung für agrarwissenschaftliche Forschung, im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft sowie des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Wien 1993

*Stenitzer, E.:* Auswirkungen landwirtschaftlicher Nutzungen auf die Grundwasserneubildung im Marchfeld, in: Gewässerverträgliche Landbewirtschaftung, Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr. 1, Wien 1995

*Szinovatz, H.:* Grundwassererhebungen im Burgenland, Amt der Burgenländischen Landesregierung, unveröffentlichtes Arbeitspapier, Eisenstadt 1993

*Wagner, K.:* Mögliche Folgewirkungen der Grundwassersanierung für die Landwirtschaft, in: Gewässerverträgliche Landbewirtschaftung, Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr. 1, Wien 1995

*Weingarten, P. et al.:* Abschätzung der Auswirkungen von Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz im Bereich Landwirtschaft, Agrarwirtschaft 44 Heft 4/5, Frankfurt am Main 1995

## 7 Anhang

### Zusammenfassung von Maßnahmen zur Reduktion des Nitratgehaltes im Grundwasser aus einschlägigen Richtlinien und Forschungsprojekten

#### Richtlinienentwurf zur Grundwassersanierung, Amt der NÖ Landesregierung B/9, 1995:

- Termingebundene Ausbringung von stickstoffhaltigen Mineraldüngern, Wirtschaftsdüngern, Kompost, Klärschlamm (Verbot vom 1.11.-28.2. oder auch nach der Ernte bis zum Herbst- oder Frühjahrsanbau)
- Verbot von Düngung einer Begrünung nach Anbau von Leguminosen
- Verbot der Ausbringung von Wirtschaftsdünger, Kompost, Klärschlamm auf wassergesättigten, schneebedeckten oder gefrorenen Böden
- Verbot von Ausbringen von Wirtschaftsdünger von mehr als 1,5 DGVE/ha
- Verbot von Umbruch von Grünland oder mehrjährigen Leguminosenrein- oder Mischbeständen auf Ackerflächen
- Verbot des Anbaues von Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Feldgemüse und Gartengemüse in gewerblichem Anbau auf auswaschungsgefährdeten Standorten (nach Bodenkartierung)
- Verbot mehrjähriger Leguminosenfruchtfolgen
- Beschränkungen in der Feldberegnung (pro Vegetationsperiode und der max. Teilgaben)
- Verbot Fruchtfolge Mais-Mais
- Beschränkung des Leguminosenanteiles in Zwischenfrüchten
- Beschränkung der max. Teilgaben je ha
- Aufzeichnungspflicht über Kulturen, Erträge, Düngeniveau und -zeitpunkte, Ernterückstände
- Untersuchung der Wirtschaftsdünger
- neutrale N-Bilanz
- Anbau winterharter Zwischenfrüchte
- Fruchtfolgevorschriften (Raps, Gründücke, Winterroggen, Wintergerste nach einjährigen Leguminosen)
- falls nach späträumender Hauptfrucht keine Gründücke mehr möglich ist, ist Folgefrucht mit möglichstzeitigem Anbautermin nachzubauen
- Untersaat bei Silomais
- Beregnung nur mittels Tröpfchenbewässerung und bei vorhandenen Grünmulchdecken

#### Ländliches Fortbildungsinstitut, Landwirtschaft für sauberes Wasser, Graz 1993:

- Mindestens auf 75 % der LN hat Gründücke zu überwintern
- Fläche von Mais, Hackfrüchten, Leguminosen insgesamt < 66 %
- max. N-Düngungsmengen nach Bodenart differenziert
- Gemüseanbau nur nach N-Bestimmung im Boden möglich
- Aufzeichnungspflicht zu Dünger-Ausbringungsflächen
- besondere Regeln für Trocken- und Naßbaggerungsflächen, Hausgärten
- Lagerung von Stallmist, Kompost, Klärschlamm nur auf geeigneten, dichten und befestigten Lagerstätten
- Verbot des Haltens von mehr als 2,7 DGVE/ha sbwLN
- Nach Leguminosenernte ist winterharte Gründücke anzulegen

**Gruppe Wasser Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung Korneuburger Bucht, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994**

- Reduzierung des Anteils an Winterschwarzbrache durch verstärkten Anbau von Winterfrüchten bzw. Zwischenfrüchten
- Einschränkung bzw. Verzicht auf den Anbau von Leguminosen, da diese Kulturen ein schwer kalkulierbares Risiko bezüglich Stickstoffeintrag darstellen
- Reduktion der Bodenbearbeitung, vor allem nach der Ernte bzw. Umstellung auf Minimalbodenbearbeitung
- keine Stickstoffdüngung zur Stroheinarbeitung im Herbst, um die N-Freisetzung aus den Ernterückständen hinauszuzögern; Zuckerrübenblattbergung
- Erreichen einer ausgeglichenen Stickstoffbilanz durch Optimierung von Anbauzeitpunkt, Düngemengen und -zeitpunkten sowie sämtlicher Pflegemaßnahmen
- Aufbau einer spezifischen Betriebsberatung
- Ausbau des Nmin-Untersuchungsprogrammes, gekoppelt mit einer schlagspezifischen Düngeberatung.

**Haimböck, H., Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung Retz-Oberalb, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994**

- Ausbringung stickstoffhaltiger Dünger: Die Tatsache der Überdüngung wurde festgestellt, beträchtliche Auswaschungen von Stickstoff über den Winter wurden ermittelt. Die zu geringe Lagerkapazität bzw. die zu hohe Viehhaltung sind weitere Problempunkte. Die ausgebrachte Menge an Stickstoff sollte nur ca. 2/3 bis 3/4 des Gesamtstickstoffbedarfes ausmachen, der Rest kann exakter über Handelsdünger zugeteilt werden. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Ausbringungszeitpunkt zu widmen. Eine schlagbezogene Stickstoffbilanzierung wäre nötig.
- Ackerbaumaßnahmen: Möglichst lange Bedeckung des Bodens, geringstes Nitratverlagerungsrisiko bei Winterraps, hohe Austragsgefährdung infolge der späten Bodenbedeckung und geringer Durchwurzelungstiefe bei Mais. Hohe Ernterückstände bei einjährigen Leguminosen (Ackerbohne, Sojabohne, Körnererbse) und hoher Stickstoffanteil im Boden nach deren Anbau sowie die großen Ernterückstände bei Ölkübis lassen diese Nutzungen ungünstig erscheinen. Der Anbau von Ein- und Untersaaten in Sommerungen und Hackfrüchten wäre zur Verringerung der Schwarzbrachezeiten sinnvoll. Positiv wirkt die Einarbeitung von Stroh ohne Gabe einer Ausgleichsdüngung.
- Maßnahmen im Weinbau: Seichtgründige Böden und Umbruch eventueller Gründecken im Herbst führen zu erhöhter Stickstoff-Auswaschungsgefahr. Eine mehrjährige Dauerbegrünung oder zumindest ein Umbruch im Frühjahr wären günstiger, ebenso wie die Aufbringung von mehrjährigen Strohecken, die Verringerung der Anzahl der Bodenbearbeitungen und die Ausbringung von Dünger zu späteren Zeitpunkten (erst ab der 15. bis 16. Woche und nicht wie häufig durchgeführt in der 40 bis 48. Woche) und in mehreren Gaben.
- Allgemein wäre für eine effiziente Durchführung der Maßnahmen der Aufbau eines Erfassungs- und Auswertesystems vonnöten, welches betriebs- und schlagbezogene Parameter enthält, die Stickstofflieferung und -verteilung betreffen. Aufzeichnungen, Düngerbilanzierungen und Probenentnahmen sind weitere Notwendigkeiten.





**Haimböck, H., Grundsatzkonzept zur Grundwassersanierung St. Valentin-Ernsthofen, im Auftrag des Amtes der NÖ Landesregierung und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1994**

- Ausbringung stickstoffhaltiger Dünger: siehe Retz; zusätzlich werden Düngeempfehlungen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau angegeben.
- Ackerbaumaßnahmen: siehe Retz
- Allgemein: siehe Retz
- Wirtschaftsdüngeranfall und dessen Verwendung: Eine Vergrößerung der Güllelagerkapazitäten (für 8 Monate) ist anzustreben.

**Steinmüller, H., Wasserschongebiet Zirking, Projekt der Österreichischen Vereinigung für agrarwissenschaftliche Forschung, im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft sowie des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Wien 1993**

- Bautechnische Einrichtungen (Lagerung von Wirtschaftsdünger, Stallhaltung)
- kein Umbruch von Dauergrünland
- Fruchtfolgemaßnahmen (Verbot von Winter- und Schwarzbrache, eingeschränkte Nutzung von Leguminosen, nur mit winterharten Pflanzen mit hoher Stickstoffaufnahme als Folgekultur und nur auf Standorten mit mittlerem oder geringem Verlagerungsrisiko)
- Stickstoffdüngung (Berechnung der Düngerbemessung nach Bedarf der Kulturpflanzen, Gehalt von Wirtschaftsdüngern, Berücksichtigung vorausgegangener Düngungen, Ernterückständen und N-Nachlieferungen des Bodens sowie zeitliche und mengenmäßige Beschränkungen, generelles Verbot vom 15.10 bis 15.2., in einer Düngergabe max. 50 kg Stickstoff auf Standorten großen Verlagerungsrisikos bzw. 80 kg auf sonstigen Standorten, zwischen Ernte und 15.10. max. 40 kg Stickstoff)
- Beregnung (zu untersagen auf stark austragsgefährdeten Standorten, ansonsten max. 80% der nutzbaren Feldkapazität des Bodens)
- Kulturtechnische Maßnahmen (keine Dränungen)
- keine Aufforstungen
- Umsetzung der Strategien (lw. betriebsspezifische Beratung, Schlagkartei, Betriebsbilanzen, Stichprobenuntersuchungen).

**Regauer Feld-Bodenschutzprogramm, Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Oberösterreich 1992**

- Verpflichtung für drei Jahre
- Keine Entwässerung und Flurbereinigung
- keine Rodung
- kein Umbruch von Grünland
- generelles Ausbringungsverbot von chemischen Pflanzenschutzmitteln
- max. 120 kg Reinstickstoff bzw. max. 2 DGVE je ha RLN im Durchschnitt der betreffenden Flächen (mit Berücksichtigung der Vorfrucht und Ernterückstände)
- Anteil einer Kultur an der Fruchtfolge max. 1/3 (ausgenommen Feldfutter)
- keine Verwendung von Klärschlamm und Müllkompost
- Kennzeichnungspflicht der Betriebe
- Aufzeichnungspflicht (Ackerschlagkartei)
- Ausbringungsverbot für flüssige Wirtschaftsdünger 1.11-15.2.
- min. 65 % winterharte Gründecke auf der Ackerfläche bis 1.3.

- gesamte Fläche des Betriebes miteinzubeziehen (Ausnahme geförderte Grünbracheflächen)
- stichprobenartige Feldbesichtigungen und Nmin-Messungen
- Bodenproben und Nmin-Messungen je Kulturart zu Vegetationsende zur Ermittlung von Zu- und Abschlägen zur Grundprämie

Auflagen zum Erhalt der Zusatzprämien:

- Steigerung des Flächenanteils überwintender Kulturen bzw. Zwischenfrüchte auf der Ackerfläche (je % Punkt zusätzliche Kultur 0,5% erhöhte Grundprämie)
- kostenloses Pflanzmaterial zur Anlage von Ackerrandstreifen und Hecken nach Plan, zur Pflege von Ackerrandstreifen, Hecken und Sträuchern 80,-S je 100m<sup>2</sup>/Jahr
- Ankaufsförderung je lfm Wildschutzzaun 8,-S
- Anlegen einer abfrostenden Zwischenfrucht (bis 1.3.): 400,-S/ha
- Anlegen einer sichtbaren Untersaat (bis 1.3.): 400,-S/ha

### **Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark, Richtlinien für den Verein „Gesundes Grundwasser“, 1991**

- Max. 2,3 DGVE/ha für den gesamten Betrieb
- 6000,-S je ha LN im Schongebiet
- Umwandlungsprämie Ackerland in Grünland einmalig 3000,-S/ha
- Betriebe < 200.000,-S fiktiver EW jährliche Betriebsprämie 5000,-S
- vertragliche Absicherung auf 3 Jahre (Landeskammer-Landwirt)
- max. 66% der Ackerfläche im Schongebiet Maisanbau
- max. 75 % Fläche Maisanbau im gesamten Betrieb
- Ackerflächen mit Fruchtfolgen
- min. 75% der Ackerfläche im Schongebiet mit winterharter Gründedecke
  - Varianten: 1. ganzer Betrieb 75 % winterharte Gründedecken: 6000,-S/ha LN
  - 2. ganzer Betrieb min. 50 % winterharte Gründedecken: 5500,-S/ha LN
- winterharte Gründedecken sind in Richtlinien definiert
- bestehende Dauergrünlandflächen dürfen nicht in Ackerflächen umgewandelt werden
- Mindestgrubenbedarf je DGVE min 9 m<sup>3</sup>
- Gülleplanung nach Nährstoffbilanzierung für den gesamten Betrieb
- Stickstoffdüngung höchstens 80% der Max-Werte lt. Richtlinien des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLF
- Pflanzenschutzmittel bei Mais- und Hackfrüchten nur mit Bandspritzung
- Verpflichtend: Schlagkartei oder Pflanzenbauaufzeichnungsheft, Güllbuch, Nährstoffbilanzierung, stichprobenartige Kontrolle durch Nmin-Untersuchungen
- Ausbringungsverbot für Gülle und Jauche:
  - ohne winterharte Gründedecken vom 15.10 bis Frühjahrsanbau (Mais bis 25.3)
  - mit winterharten Gründedecken vom 15.11 bis Frühjahrsanbau (Mais bis 25.3)
  - mit winterharten Gründedecken in Form von Wintergetreide oder Ölwinterraps 15.11 bis 15.2.



Daten zu den Porengrundwassergebieten Nitratschwellenwert 45 mg/l

Porengrund- wassergebiet	Flächen - Bestand in Hektar, 1990					durchschn. SDB Schilling/Hektar (Preisbasis 95)			SDB Mill.ATS	Flächen nach Modell - 45 mg/l			SDB Mill.ATS			Saldo SDB		Anderung SDB je Hektar	
	Gesamtfläche	Ackerfläche	Winterungen	Risikofrüchte	Sonstige Ackerfl	Winterungen	Risikofrüchte	Sonstige Ackerfl.		Summe	Winterungen	Risikofrüchte	Sonstige Ackerfl.	Summe neu	Mill. ATS	%	Ackerfl. ATS	nutzungsgeländerter Ackerfl. ATS	
12880	6.300	5.790	3.188	1.963	639	8.502	10.172	7.872	52	3.182	693	1.916	49	-3	-6	-505	-2.303		
13090	17.900	15.800	10.083	3.957	1.760	8.415	9.508	7.838	136	10.096	2.148	3.556	133	-3	-2	-191	-1.666		
13130*	51.800	18.000																	
13180	48.300	27.900	12.568	9.904	5.428	8.601	14.341	7.870	293	14.973	4.830	8.097	262	-31	-11	-1.114	-6.125		
13252	17.300	11.100	3.937	3.656	3.507	9.129	12.753	7.872	110	6.228	2.768	2.104	109	-1	-1	-131	-1.639		
13322*	8.830	4.610																	
24390	10.400	3.370	182	1.968	1.220	8.228	9.923	7.305	30	187	1.456	1.727	29	-1	-4	-396	-2.609		
24410	3.700	1.730	116	1.047	567	8.445	10.720	7.376	16	296	296	1.138	14	-2	-14	-1.341	-3.088		
24430*	20.200	5.640																	
32000	51.900	25.800	10.323	10.785	4.692	9.112	13.791	8.093	281	10.276	5.709	9.815	252	-29	-10	-1.123	-5.708		
32050	31.400	16.800	5.046	8.626	3.128	9.237	12.113	8.068	176	5.652	2.198	8.950	151	-25	-14	-1.505	-3.934		
32240	85.300	67.400	29.436	25.413	12.551	8.976	18.162	8.171	828	37.532	4.265	25.603	624	-205	-25	-3.038	-9.683		
32503	36.900	26.800	13.870	8.076	4.854	8.743	13.142	8.180	267	17.712	4.428	4.660	251	-16	-6	-595	-4.368		
40960	14.000	7.810	3.312	3.457	1.041	9.061	23.765	7.651	120	4.060	1.400	2.350	88	-32	-27	-4.109	-15.601		
41220	28.000	20.700	11.292	7.160	2.248	8.953	14.584	7.552	222	12.880	1.680	6.140	186	-36	-16	-1.754	-6.626		
41260	89.200	41.600	18.871	14.283	8.446	8.843	11.580	7.556	396	23.192	9.812	8.596	384	-12	-3	-299	-2.779		
41730	10.000	4.790	3.117	1.306	367	8.969	19.639	7.559	56	3.120	800	870	50	-6	-11	-1.275	-12.072		
41770	14.100	8.570	3.270	4.083	1.217	8.969	13.333	7.730	93	3.525	1.269	3.776	78	-15	-17	-1.803	-5.491		
63400	21.500	10.700	2.212	7.144	1.344	8.605	10.590	7.485	105	3.225	3.655	3.820	95	-10	-9	-906	-2.780		
63410	9.460	4.080	537	2.533	1.020	8.742	10.632	7.779	40	568	1.419	2.103	36	-3	-8	-770	-2.826		
63800	25.700	6.790	852	4.933	1.005	8.398	13.044	7.817	79	771	3.084	2.935	70	-10	-12	-1.430	-5.252		
63900	11.200	5.320	824	3.981	515	8.107	10.489	7.765	52	829	1.568	2.923	46	-7	-13	-1.235	-2.724		
64000	21.400	11.600	1.535	9.664	401	8.332	10.959	7.714	122	1.541	2.354	7.705	98	-24	-19	-2.044	-3.244		
92240*	7.830	3.780																	
92500*	19.500	1.870																	
	662.120	358.360	134.571	133.939	89.850	8.718	13.162	7.763	3.476	159.844	55.832	108.784	3.004	-472	-14	-1.278	-5.026		

Daten zu den Poregrundwassergebieten Nitratschwellenwert 30 mg/l

Poregrundwassergebiet	Flächen - Bestand in Hektar, 1990						durchschn. SDB Schilling/Hektar (Preisbasis 95)			SDB MillATS	Flächen nach Modell - 30 mg/l			SDB MillATS	Saldo SDB			Anderung SDB je Hektar	
	Gesamtfläche	Ackerfläche	Winterungen	Risikofrüchte	Sonstige Ackerfl.	Sonstige Ackerfl.	Winterungen	Risikofrüchte	Sonstige Ackerfl.		Summe	Winterungen	Risikofrüchte		Sonstige Ackerfl.	Summe neu	Mill. ATS	%	ATS
										ATS				ATS					
12880	6.300	5.790	3.188	1.863	839	8.502	10.172	7.872	52	3.780	378	1.632	49	-3	-6	-565		-2.065	
13090	17.900	15.800	10.083	3.957	1.760	8.415	9.508	7.838	136	10.919	1.253	3.628	132	-4	-3	-255		-1.492	
13130	51.800	18.000	6.839	4.949		6.212	8.707	7.903	172	6.734	0	11.266	148	-24	-14	-1.348		-4.904	
13180	48.300	27.900	12.568	9.904	5.428	8.601	14.341	7.870	293	17.388	0	10.512	232	-61	-21	-2.171		-6.115	
13252	17.300	11.100	3.937	3.656	3.507	9.129	12.753	7.872	110	4.498	0	6.602	93	-17	-16	-1.544		-4.688	
13322	8.830	4.610	1.480	1.582	1.548	9.183	9.021	7.674	40	1.501	618	2.491	38	-1	-3	-275		-1.314	
24390	10.400	3.370	182	1.968	1.220	8.228	9.923	7.305	30	728	936	1.706	28	-2	-7	-652		-2.130	
24410	3.700	1.730	116	1.047	567	8.445	10.720	7.376	16	296	0	1.434	13	-3	-20	-1.913		-3.161	
24430	20.200	5.640	232	3.108	2.300	8.329	9.711	7.268	49	404	2.020	3.216	46	-2	-5	-439		-2.275	
32000	51.900	25.800	10.323	10.785	4.692	9.112	13.791	8.093	281	10.380	0	15.420	219	-61	-22	-2.380		-5.693	
32050	31.400	16.800	5.046	8.626	3.128	9.237	12.113	8.068	176	8.792	628	7.380	148	-28	-16	-1.665		-3.497	
32240	85.300	67.400	29.436	25.413	12.551	8.976	18.162	8.171	828	41.797	0	25.603	584	-244	-29	-3.620		-9.600	
32503	36.900	26.800	13.870	8.076	4.854	8.743	13.142	8.180	267	15.867	738	10.195	232	-35	-13	-1.317		-4.809	
40960	14.000	7.810	3.312	3.457	1.041	9.061	23.765	7.651	120	3.360	700	3.750	76	-44	-37	-5.680		-16.089	
41220	28.000	20.700	11.292	7.160	2.248	8.953	14.584	7.552	222	12.880	0	7.820	174	-48	-22	-2.325		-6.721	
41260	89.200	41.600	18.871	14.283	8.446	8.843	11.580	7.556	396	18.732	5.352	17.516	360	-36	-9	-868		-4.043	
41730	10.000	4.790	3.117	1.306	367	8.969	19.639	7.559	56	3.100	300	1.390	44	-12	-22	-2.542		-12.104	
41770	14.100	8.570	3.270	4.083	1.217	8.969	13.333	7.730	93	3.525	564	4.481	74	-19	-21	-2.264		-5.513	
63400	21.500	10.700	2.212	7.144	1.344	8.605	10.590	7.485	105	2.150	430	8.120	84	-21	-20	-1.955		-3.115	
63410	9.460	4.090	537	2.533	1.020	8.742	10.632	7.779	40	568	473	3.049	34	-6	-15	-1.429		-2.838	
63900	25.700	6.790	852	4.933	1.005	8.398	13.044	7.817	79	771	514	5.505	56	-23	-29	-3.408		-5.237	
63900	11.200	5.320	824	3.981	515	8.107	10.489	7.765	52	784	448	4.088	43	-10	-18	-1.812		-2.728	
64000	21.400	11.800	1.535	9.664	401	8.332	10.959	7.714	122	1.498	0	10.102	90	-31	-26	-2.705		-3.247	
92240*	7.830	3.780																	
92500*	19.500	1.870																	
13260	19.100	7.130	2.520	2.260	2.350	8.819	9.499	7.722	62	2.483	1.337	3.310	60	-2	-3	-236		-1.821	
13321	19.700	7.680	2.220	2.420	3.040	9.015	9.000	7.598	65	2.167	1.379	4.134	63	-2	-2	-200		-1.474	
13340	20.600	8.350	2.270	2.780	3.300	8.922	9.456	7.486	71	2.266	1.648	4.436	69	-2	-3	-268		-1.975	
13350	17.600	8.690	2.580	3.860	2.250	8.721	9.658	7.568	77	2.640	1.232	4.818	71	-5	-7	-624		-2.064	
24370	18.200	4.390	258	2.220	1.912	8.358	10.333	7.277	39	182	1.274	2.934	36	-3	-8	-677		-3.143	
24400*	27.700	5.460																	
24420	35.700	5.890	293	3.580	2.017	8.350	10.647	7.320	55	2.142	1.785	1.963	51	-4	-7	-691		-2.268	
31950	45.500	16.900	5.670	7.850	3.380	9.098	10.682	7.967	162	5.460	3.185	8.255	149	-13	-8	-763		-2.766	
32501	48.300	22.900	8.410	6.330	8.160	8.340	10.555	8.011	202	8.211	1.449	13.240	190	-12	-6	-545		-2.557	
32502	42.100	33.500	16.300	9.970	7.230	8.771	14.358	8.119	345	22.734	0	10.766	287	-58	-17	-1.732		-5.818	
40950	6.170	3.160	1.190	1.500	470	8.990	13.138	7.723	34	1.172	555	1.432	29	-5	-15	-1.626		-5.439	
41430*	5.060	1.660																	
41540	18.200	3.640	2.140	1.150	350	8.962	18.342	7.889	43	2.184	0	1.456	31	-12	-28	-3.289		-10.411	
63780*	52.000	906																	
70220*	20.200	193																	
	1.058.250	488.809	186.973	187.498	114.338	8.733	12.366	7.729	4.893	222.093	29.196	237.520	4.036	-857	-15	-1.582		-4.503	

