

Zur Nitratproblematik in Ostösterreich, dem Tullner Feld, dem Marchfeld und dem nördlichen Burgenland

P. CEPUDER

Abstract

In the last few decades the nitrate concentration in groundwater in the plains of Austria has increased very dramatically due to the various land uses. Agriculture is reported to be the main source for the high concentration of nitrate in the groundwater. Area, agricultural land use, crop rotation, soil and climatic condition are described for the three big watersheds in eastern Austria. Results of long term field measurements are presented. Some proposals for future agricultural land use are made to reduce the nitrate concentration to the prescribed limits.

1. Einleitung

Obwohl Österreich in quantitativer als auch in qualitativer Sicht zu den wasserreichsten Ländern der Erde zählt, wurde die Grundwasserqualität in den letzten Jahrzehnten in einzelnen Gebieten durch den diffusen und punktförmigen Eintrag von Schadstoffen beeinträchtigt. Dem vorbeugenden und nachhaltigen Schutz unserer Grundwasservorkommen muß ein besonders hoher Stellenwert eingeräumt werden, um auch in der Zukunft qualitativ einwandfreies Grundwasser zur Verfügung zu haben.

Mit der Novelle zum Wasserrechtsgesetz 1959 wurden die gesetzlichen Grundlagen für den Schutz des Grundwassers wesentlich erweitert (WRG, 1990). Die WRG-Novelle sieht in § 33f vor, daß Schwellenwerte für kritische Stoffe vorgegeben werden können. Basierend auf einer flächendeckenden Gewässergüteüberwachung ist der jeweilige Landeshauptmann bei nicht nur vorübergehender Überschreitung von Schwellenwerten verpflichtet, das betroffene Grundwassergebiet zum Grundwassersanierungsgebiet zu erklären. Durch die WRG-Novelle wird auch der Erkenntnis Rechnung getragen, daß die herkömmliche land- und forstwirtschaftliche Bo-

dennutzung verschiedentlich zu Problemen im Gewässerschutz geführt hat. Während bisher die "übliche" land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung grundsätzlich bewilligungsfrei war, wird dies nun auf die "ordnungsgemäße" land- und forstwirtschaftliche Nutzung beschränkt. Insgesamt ist zu bemerken, daß diese Novelle die Land- und Forstwirtschaft mit neuen, verschärften Rahmenbedingungen konfrontiert hat, um eine umweltverträgliche land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung zu fördern.

Während der letzten Jahrzehnte hat sich die Wasserqualität in vielen Grundwasservorkommen der Tal- und Beckenlagen hinsichtlich Nitrat verschlechtert. Als mögliche Hauptquellen für diese Belastung des Grundwassers sind organische und anorganische Düngemittel in der Landwirtschaft, der natürliche Stickstoffpool des Bodens, undichte oder fehlende Abwasserentsorgungsanlagen, ungedichtete Abfalldeponien, sowie die atmosphärische Deposition zu nennen. Eine Belastung durch nitrathaltige Minerale, wie Natronsalpeter oder Kalisalpeter ist unter unseren Klimaverhältnissen auszuschließen. Eine größere Menge an anorganischem Stickstoff liegt in der Erdrinde in Form von nativem Ammonium, welches in nicht austauschbarer Form im Gitter von Silikaten eingebaut ist, vor. Dieses Ammonium kann erst durch Verwitterung des Grundgesteines freigesetzt werden, wobei die Menge aber so gering ist, daß eine geogene Grundbelastung außer Acht gelassen werden kann.

Hohe Nitratgehalte können bei übermäßigem Wasserkonsum gesundheitliche Schäden beim Menschen verursachen. Dabei ist zwischen der Primär-, Sekundär- und Tertiärtoxizität zu unterscheiden. Die Primärtoxizität von Nitrat ist bis zu einer Aufnahme von 1000 mg NO₃⁻ relativ gering. Deutliche Vergiftungssymptome treten ab 1000 bis

2000 mg NO₃⁻ auf (PETRI, 1991; SELENKA, 1983).

Sekundärtoxikologisch ist das durch Reduktion entstehende Nitrit zu berücksichtigen, welches besonders bei Säuglingen zur Methämoglobinämie führen kann, wobei SELENKA (1983) eine Nitratkonzentration des Trinkwassers von mehr als 90 mg/l als gefährlich einstuft. Die Tertiärwirkung des Nitrats liegt darin, daß Nitrit als Teilfaktor für die Bildung der als kanzerogen geltenden N-Nitroso-Verbindungen gesehen wird, obwohl bis heute nicht geklärt ist, ob die dem menschlichen Organismus mit dem Trinkwasser zugeführten Nitratmengen zu erhöhter Krebsinzidenz beitragen können (PETRI, 1991).

Im Jahre 1992 wurden laut Wassergüte-Erhebungsverordnung (WGEV) in ganz Österreich Grundwassermeßstellennetze errichtet. Einen Überblick über die Belastung des Grundwassers in Österreich mit Nitrat gibt *Tabelle 1*.

Die *Tabelle 1* zeigt, daß in Niederösterreich rd. 30% aller Grundwasservorkommen von Österreich zu finden sind. Von diesen etwas über 3000 km² großen Vorkommen sind mehr als 60% mit Nitrat gefährdet.

2. Untersuchungsgebiete

Im folgenden werden drei der größten Grundwassergebiete im Osten Öster-

Tabelle 1: Grundwasserbelastung mit Nitrat in Österreich (BMU, 1996)

Land	Gesamtes Untersuchungsgebiet		Gefährdung mit Nitrat	
	km ²	%	km ²	%
Burgenland	1.685	17	1.442	85
Kärnten	898	9	100	11
Niederösterreich	3.039	31	1.909	62
Oberösterreich	2.379	24	1.352	56
Salzburg	171	2		0
Steiermark	753	7	518	68
Tirol	414	4		0
Vorarlberg	261	3		0
Wien	318	3	318	100
Österreich	9.918	100	5.639	56

Autor: Dipl.-Ing. Dr. Peter CEPUDER, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Muthgasse 18, A-1190 WIEN

reichs hinsichtlich Klima, Größe, landwirtschaftlicher Bewirtschaftung, Grundwasservorkommen und Nitratbelastung beschrieben. Es handelt sich dabei um das Grundwasser des Tullner Feldes, des Marchfeldes und des nordöstlichen Bereiches des Burgenlandes, der Parndorfer Platte und des Seewinkels (Abbildung 1). Die dunklen Bereiche zeigen jene Grundwasservorkommen, welche hinsichtlich Nitrat belastet sind.

Tullner Feld

Das im Westen von Wien liegende Tullner Feld hat eine Gesamtfläche von rd. 850 km² mit hauptsächlich landwirtschaftlicher Nutzung. Durch die von West nach Ost fließende Donau wird die Ebene in einen nördlichen und südlichen Teil getrennt. HPC (1995) schätzt das Grundwasservorkommen auf ca. 800 Mio.m³. Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche wird mit 51.628 ha angegeben. Die restlichen Flächen sind Wald und Siedlungen.

Klimatisch ist das Tullner Feld mit 666 mm im langjährigen Mittel und einer Durchschnittstemperatur zu den produktivsten Gebieten Österreichs zu zählen (Tabelle 2). Mit diesen durchschnitt-

lichen Niederschlagsmengen und einer für die Pflanzenproduktion guten Niederschlagsverteilung ist eine Beregnung entbehrlich.

Einer Erhebung bei den landwirtschaftlichen Beratungsbezirken zufolge, wurde eine neunschlägige Standardfruchtfolge, und zwar Zuckerrübe - Körnermais - Winterweizen - Körnererbse - Wintergerste - Zuckerrübe - Körnermais - Winterweizen - Wintergerste, als gebietsspezifisch herausgearbeitet. Diese Kulturen werden im Regelfall entzugsabhängig gedüngt. Die Viehwirtschaft produziert rund 2.000 t Stickstoff, welcher als Wirtschaftsdünger in Form von Gülle auf die landwirtschaftlichen Flä-

chen (38 kg N/ha) aufgebracht wird. Wegen der geringen Speicherkapazitäten vieler Güllegruben wird Gülle auch nach der Ernte von Getreide zur besseren Umsetzung des Stroh appliziert. Gesamt wurden aus diesen Düngezahlen im Schnitt pro Jahr rund 150 kg/ha Reinstickstoff errechnet.

Basierend auf Bodendaten (Kornverteilung, Humusgehalt, Flächenausmaß etc.) der Österreichischen Bodenkartierung wurden die pflanzennutzbaren Wassermengen für eine maximale Bodentiefe von 120 cm geschätzt (BAUMER, 1989). Es wurde eine Klassifizierung in drei Bodenklassen mit pflanzennutzbaren Wassermengen (nK) für Böden mit

Tabelle 2: Langjährige (1961 bis 1990) Niederschläge und Temperaturmittel der Untersuchungsgebiete

	Niederschlag in mm												Summe
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tullnerfeld	32	34	39	57	68	83	89	76	56	42	53	37	666
Marchfeld	28	33	35	41	57	66	56	54	43	37	46	36	532
Seewinkel	32	30	33	40	60	66	59	61	46	40	49	37	553

	Temperatur in °C												Mittel
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tullnerfeld	-1	0,9	4,8	9,6	14,4	17,4	19,2	18,6	15	9,8	4,4	0,7	9,5
Marchfeld	-1,8	0,5	4,7	9,9	14,5	17,6	19,7	19,1	15,3	9,8	4,2	0,2	9,5
Seewinkel	-1,3	1,2	5,4	10,4	15,4	18,7	20,6	19,9	16	10,5	4,6	0,6	10,2

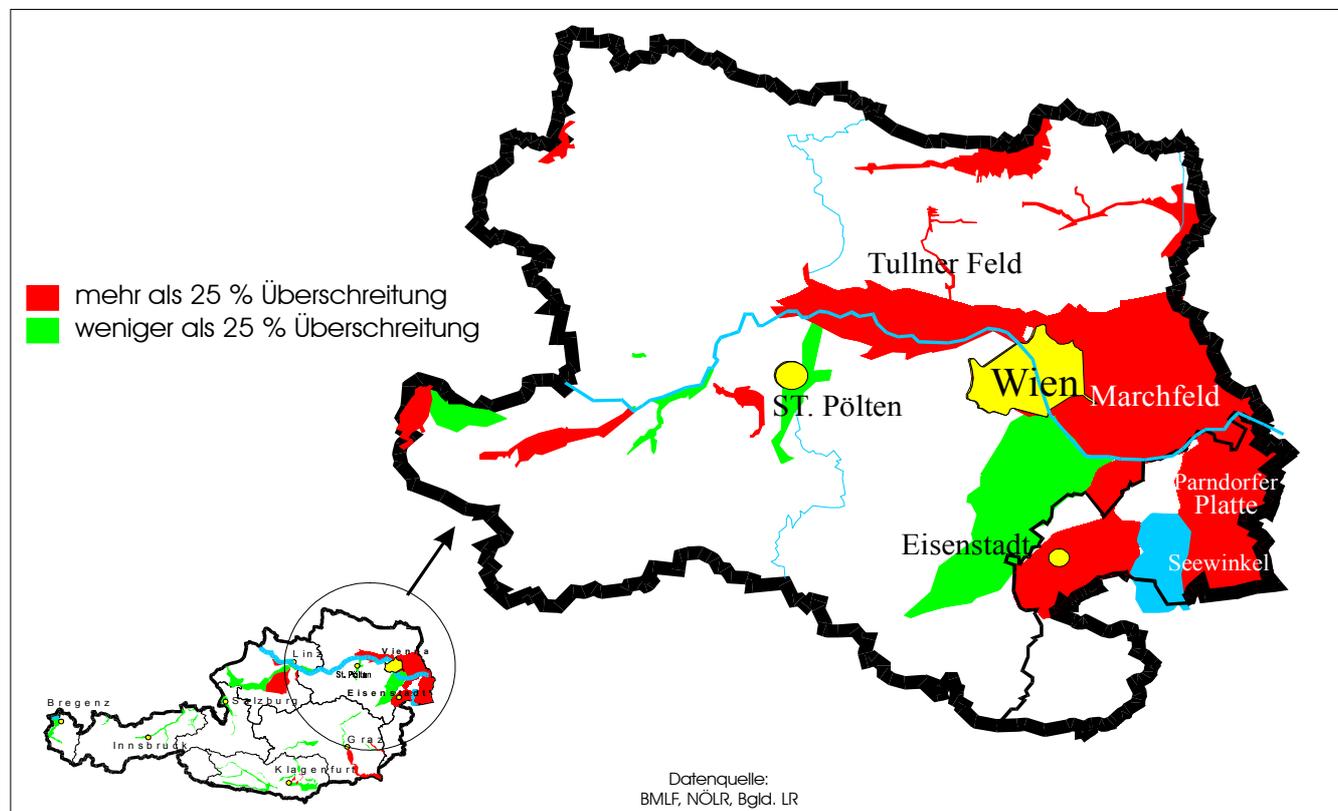


Abbildung 1: Grundwasserbelastung in Ostösterreich mit Nitrat

- hoher pflanzennutzbarer Wasserkapazität: nK > 200 mm
- mittlerer pflanzennutzbarer Wasserkapazität: nK = 90 - 200 mm
- geringer pflanzennutzbarer Wasserkapazität: nK < 90 mm

durchgeführt. Die Böden der mittleren Klasse haben mit 198 mm eine relativ hohe pflanzennutzbare Wasserkapazität (Tabelle 3), daher können fast 96% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Tullner Feldes von Seiten der Wasserversorgung als sehr gut betrachtet werden.

Marchfeld

Das Marchfeld liegt im Osten von Wien nördlich der Donau und hat eine Ausdehnung von 1.000 km². Auch dieses Gebiet ist von der Landwirtschaft geprägt. Der kleine Wagram teilt das Marchfeld in Nieder- und Hochterrasse. Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird mit 75.930 ha angegeben. Das Grundwasservorkommen wird im Marchfeld auf rund eine Milliarde m³ geschätzt. Der Wasserdurchsatz wird mit ca. 600 l/s angenommen (HARREITER, 1988).

In der Anbaustruktur dominiert Getreide, weil die jährlichen Niederschläge mit 530 mm um mehr als 130 mm geringer als z.B. im Tullner Feld ausfallen. Kulturen, die mehr Wasser benötigen, müssen bewässert werden. Als gemüsebetonte Standardfruchtfolge im Bereich der Niederterrasse (bewässerbar) kann *Zuckerrübe - Sommergerste - Grünerbse/Spinat - Winterweizen - Zuckerrübe - Durum - Kartoffel - Winterweizen* angesehen werden.

Da im Marchfeld kaum Viehwirtschaft anzutreffen ist, erfolgt die notwendige Stickstoffzufuhr im wesentlichen durch Mineraldünger. Die durchschnittliche Jahresgabe beträgt 110 kg/ha Reinstickstoff, welche heutzutage im Regelfall in

zwei bis drei Gaben aufgebracht wird. Das Hauptbewässerungsverfahren im Marchfeld ist Beregnung mit Kleinflächenregnern. Die jährlichen einzelnen Bewässerungsgaben bewegen sich zwischen 20 und 40 mm. Im Durchschnitt aller Flächen werden pro Jahr und ha 60 mm beregnet. Kulturabhängig betragen die Jahressummen bis 150 mm.

Tschernosem ist der meist anzutreffende Bodentyp mit mehr oder weniger starker Mächtigkeit. Eine w.o. angeführte Unterteilung in Bodenklassen ergibt zu 71% eine hohe, zu 26% eine mittlere und nur zu 3% eine geringe nutzbare Wasserkapazität (Tabelle 3).

Seewinkel und Parndorfer Platte

Für die an die Slowakei und Ungarn angrenzenden Gebiete des Seewinkels und der Parndorfer Platte liegen derzeit noch nicht viele offizielle Daten vor. Vom Flächenausmaß sind diese Gebiete etwa dem Tullner Feld gleichzusetzen. Die Bodennutzung des Jahres 1990 ergab eine Acker- und Weinfläche von rd. 65.000 ha. Die Bodenkartierung spricht von einer etwas größeren Fläche. Das Grundwasservorkommen im Bereich des Seewinkels wird von der Burgenländischen Landesregierung auf etwa 600 Mio.m³ geschätzt.

Die Anbaustruktur ist hier ebenfalls durch Getreide geprägt. Die jährlichen Niederschläge liegen mit 550 mm etwas über jenen des Marchfeldes, jedoch um 110 mm unter den Werten des Tullner Feldes. In diesen Gebieten ist auch eine Bewässerung notwendig. Die Notwendigkeit der Beregnung mit Kleinflächenregnern bzw. Beregnungsmaschinen wird besonders durch die hohe jährliche Durchschnittstemperatur von 10,2°C bekräftigt (Tabelle 2). Aus fördertechnischen Gründen ist eine großflächige Bewässerung jedoch nur im Seewinkel

tatsächlich einsetzbar. Aufgrund von Aufzeichnungen bei der burgenländischen Landwirtschaftskammer wurde als Modellfruchtfolge *Sommergerste - Winterweizen - Wintergerste - Winterweizen - Zuckerrübe - Körnermais* erhoben.

Die Stickstoffdüngung erfolgt im wesentlichen durch mineralische Produkte. Als Jahresgabe werden durchschnittlich ca. 100 kg/ha Reinstickstoff in zwei Gaben aufgebracht. Oftmals erfolgt die erste Gabe bereits im Herbst. Die jährlichen einzelnen Bewässerungsgaben bewegen sich zwischen 30 und 45 mm und betragen im Schnitt 60 mm. Da die Beregnung hauptsächlich nur zu Zuckerrübe und Mais erfolgt, können jährliche Gesamtwassergaben bis zu 225 mm pro Hektar ausmachen.

Auch in diesen Gebieten ist Tschernosem ein häufig anzutreffender Bodentyp. Die pflanzennutzbaren Wasserspeicherkapazitäten liegen jedoch deutlich unter jenen von Tullner Feld und Marchfeld. Nur 27% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche haben eine hohe nutzbare Wasserkapazität, wobei der Durchschnitt mit 204 mm auch schon an der

Tabelle 4: Typische Fruchtfolgen mit Dünge- und Beregnungsgaben in den Untersuchungsgebieten

Fruchtfolge	Tullner Feld	
	Düngung in kg N/ha bzw. m ³ Gülle	Gülle nach Ernte
Zuckerrübe	54 kg + 27 kg	
Körnermais	30 m ³ + 54 kg	15 m ³
Winterweizen	27 kg + 40 kg	30 m ³
Körnererbse		
Wintergerste	67 kg	30 m ³
Zuckerrübe	54 kg + 27 kg	
Körnermais	40 kg + 54 kg + 54 kg	
Winterweizen	54 kg + 40 kg + 40 kg	30 m ³
Wintergerste	67 kg	30 m ³

Fruchtfolge	Marchfeld	
	Düngung in kg N/ha	Beregnung
Zuckerrübe	80 kg	3 x 30 mm
Sommergerste	80 kg	
Grünerbse/Spinat	0 kg/70 kg + 70 kg	2 x 30 / 3 x 30 mm
Winterweizen	40 kg + 40 kg + 40 kg	
Zuckerrübe	80 kg	3 x 40 mm
Durum	50 kg + 40 kg + 40 kg	
Kartoffel	65 kg + 65 kg	5 x 30 mm
Winterweizen	40 kg + 40 kg + 40 kg	

Fruchtfolge	Seewinkel und Parndorfer Platte	
	Düngung in kg N/hae	Beregnung
Sommergerste	50 kg	
Winterweizen	65 kg + 60 kg	
Wintergerste	52 kg + 48 kg	
Winterweizen	65 kg + 55 kg	
Zuckerrübe	60 kg	5 x 45 mm
Körnermais	60 kg + 75 kg	5 x 30 mm

Tabelle 3: Flächenausmaß und pflanzennutzbare Wasserkapazität bis 120 cm Bodentiefe der landwirtschaftlich genutzten Böden in den Untersuchungsgebieten

	Hohe pflanzennutzbare Wasserkapazität > 200 mm	Mittlere pflanzennutzbare Wasserkapazität 90 bis 200 mm	Geringe pflanzennutzbare Wasserkapazität < 90 mm
Tullner Feld	26.695 ha	22.631 ha	2.302 ha
51.628 ha	232 mm	198 mm	50 mm
Marchfeld	54.075 ha	19.484 ha	2.371 ha
75.930 ha	227 mm	148 mm	78 mm
Seewinkel	20.337 ha	40.833 ha	14.580 ha
75.750 ha	204 mm	124 mm	47 mm

Grenze zur mittleren Bodenklasse liegt (Tabelle 3).

In der Tabelle 4 sind die erhobenen Modellfruchtfolgen der drei Untersuchungsgebiete mit Dünge- und Berechnungsgaben aufgelistet.

3. Meßergebnisse aus den Untersuchungsgebieten

Die Grundwassergüteerhebungsverordnung hat die o.a. Grundwassergebiete hinsichtlich Nitrat als sanierungsbedürftig ausgewiesen. Feldmeßstellen des Institutes für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft im Tullner Feld und im Marchfeld sollen die flächenhafte Belastung seitens der Landwirtschaft widerspiegeln und Möglichkeiten zur Verbesserung der Grundwassersituation aufzeigen.

Lysimetermessungen auf einem relativ guten Standort im Tullner Feld über die Jahre 1992 bis 1996 (CEPUDER et al., 1999) lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

- bei vollkommener Unterlassung einer Stickstoffdüngung ist im ersten Jahr mit keinem Ertragsrückgang bei Getreide zu rechnen. Ab dem zweiten Jahr treten bereits erhebliche Verluste bei der Ernte auf. Als positiver Effekt einer Nulldüngung ist jedoch die starke Verbesserung in Hinblick auf die Sickerwasserqualität zu sehen;
- eine Reduzierung der Düngung auf 50% des Stickstoffbedarfes der Kulturen verringert Ertrag und Nitratgehalt im Sickerwasser erst nach vier Jahren;
- die Beibehaltung der Standarddüngung führt zu keiner Änderung bei Ertrag und Wasserqualität;
- eine Erhöhung der Stickstoffdüngung erhöht nur die Grundwasserbelastung, aber nicht die Erträge;
- Bodenverhältnisse ohne Pflanzenbewuchs zeigen unter ungedüngten Verhältnissen wegen der hohen Bodenfruchtbarkeit eine deutliche Steigerung der Nitratbelastung des Wassers.

Eine durchgeführte Berechnung für das gesamte Tullner Feld hinsichtlich des Anbaues von Zwischenbegrünungen

zeigte eine Verbesserung der Wasserqualität um rund 10%, obwohl durch die Zwischenbegrünungen mit geringeren Sickerwasserraten gerechnet werden muß. Dem positiven Effekt der Stickstoffspeicherung ist jedoch in diesem Fall der Vorrang einzuräumen.

Zu ebenfalls deutlichen Verringerungen der Stickstoffbelastung kam ein Feldversuch im zentralen Marchfeld (BMLF, 1998) bei Anbau von ungedüngten Grünflächen. Die Untersuchungen hinsichtlich der Nitratbelastung des Grundwassers unter einer konventionellen (getreidebetont) und einer alternativen (leguminosenbetont) Fruchtfolge zeigte keine wesentlichen Unterschiede.

Der Einsatz von markiertem Stickstoff (¹⁵N) in einem Feldversuch (CEPUDER, 1998) unter Winterweizen mit Zwischenfrucht - Sojabohne - Wintergerste in Groß-Enzerdorf hat gezeigt, daß von der Düngergabe zu Winterweizen

- rund 40% mit Korn und Stroh abgeführt wurden und die Zwischenfrucht hauptsächlich Bodenstickstoff konsumiert (99%) hat;
- in den Folgefrüchten Sojabohne und Wintergerste nur 3% bzw. 2% zu finden waren;
- im Boden rund 30% immobilisiert wurden;
- nur eine unwesentliche Belastung des Sickerwassers innerhalb von neun Monaten feststellbar war;
- nach der Ernte der Wintergerste zwischen 5 bis 11% des aufgebrauchten Mineräldüngers im Sickerwasser wiedergefunden wurden.

5. Schlußfolgerungen

Die angeführten Zahlen und Ergebnisse bestätigen eine diffuse Belastung der Porengrundwässer in hauptsächlich landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Aus all diesen Zusammenstellungen werden neben den bereits bestehenden Empfehlungen folgende Empfehlungen für eine Verbesserung der Sicker- und somit Grundwasserqualität gemacht, um die geforderten Werte hinsichtlich Nitratkonzentration im Grundwasser bei möglicher Erhaltung der Ertragssituation zu erreichen.

- Durchführung einer standortgerechten Bewirtschaftung und Verzicht auf Düngegaben im Herbst.
- Eine von der Bodenfruchtbarkeit abhängige 10 bis 30%ige Stickstoffdüngerreduktion bis Ertragsrückgänge bemerkbar sind.
- Obligate Anlage von Zwischenbegrünungen ohne Leguminosen oder Berücksichtigung des Leguminosenstickstoffes in der Düngebilanz.
- Verzicht auf Wirtschaftsdüngeranwendung (Gülle) nach der Ernte durch Erhöhung der Speicherkapazitäten für Gülle oder Anwendung nur in Verbindung mit Zwischenbegrünungen.
- Abstimmung der Düngung auf pflanzenverfügbaren Stickstoffvorrat im Boden.

Literatur

- BAUMER, O.W., 1989: Predicting Unsaturated Hydraulic Parameters. In: van Genuchten M. Th. and F.J. Leij (Ed.). Proceedings of the Int. Workshop on Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils. Riverside, California. October 11 - 13, p 341 - 354.
- BMU, 1996: Umweltsituation in Österreich, Vierter Umwelt-Kontrollbericht des Bundesministers für Umwelt, Teil A. Wien.
- BMLF, 1998: Grundwasserschonender Ackerbau im Marchfeld. Wasserwirtschaftskataster, Wien.
- CEPUDER, P., 1998: Field Measurements of Groundwater Pollution by Agricultural Land Use. Final Report in IAEA Teccoc: The use of nuclear techniques for optimizing fertilizer applications under irrigated wheat to increase the efficient use of fertilizers and consequently reduce environmental pollution. Wien, in Druck.
- CEPUDER, P., M.K. SHUKLA, 1999: Groundwater Pollution in Austria - A Case Study in Tullnerfeld. Eingereicht zur Veröffentlichung beim WRD, in Druck.
- HARREITER, H., 1989: Marchfeldkanal Grundausstattung. Errichtungsgesellschaft Marchfeldkanal. Deutsch-Wagram.
- HPC, 1995: Grundwassermodell Tullnerfeld - Endbericht, Harres Pickel Consult. Studie im Auftrag des Amtes der niederösterreichischen Landesregierung, Abt. B/9.
- PETRI, H., 1991: Nitrat und Nitrit (Beitrag in Die Trinkwasserverordnung), 3. Neu bearbeitete Auflage. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- SELENKA, F., 1983: Gesundheitliche Bedeutung des Nitrats in der Nahrung. Beitrag in Nitrat, ein Problem für die Trinkwasserverordnung. DLG, Band 177. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- WRG, 1990: Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990 vom 25. April 1990.