

# Düngerberatung in Grundwasser sensiblen Gebieten der Steiermark Ist-Situation und Ausblick

Albert Bernsteiner<sup>1\*</sup> und Heinrich Holzner<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Aufbauend auf den Ergebnissen von Exaktversuchen und unter Berücksichtigung des Pflanzenentzuges hat der Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des Lebensministeriums mit den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6. Auflage“, einen Leitfaden zur Optimierung einer pflanzengerechten, umweltschonenden und wirtschaftlichen Düngung zusammengestellt. Die Richtlinien für die sachgerechte Düngung sind aufgrund ihrer Berücksichtigung der Bodendauereigenschaften geeignet, einen flächendeckenden Grundwasserschutz zu gewährleisten.

Die Berücksichtigung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) könnte in der Frage der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen sowohl aus ökonomischer wie auch aus ökologischer Sicht eine zielwirksame, nachvollziehbare und Bewusstsein bildende Maßnahme darstellen. Der entsprechende Parameter für die Berücksichtigung der standörtlichen Gegebenheiten ist mit der „nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes“ (nFK WR) vorhanden. Der in der Fachliteratur wiederholt erwähnte, enge Zusammenhang zwischen Bodenzahl der Bodenschätzung und nFK im Wurzelraum führt zur Überlegung, die Bodenzahl zur Bewertung der Bodendauereigenschaften heranzuziehen.

## Summary

Based on the results of exact tests and taking into account the plant deprivation, the Advisory Board for Soil Fertility and Soil Conservation at the Ministry of Life with the „Guidelines for the proper fertilization, 6<sup>th</sup> Edition“, compiled a guide to a plant-friendly, environmentally friendly and economic fertilization. The guidelines for the proper fertilization are suitable because of their consideration of the long-term soil properties to ensure a comprehensive groundwater protection.

The consideration of the field capacity (field capacity) could be a target for effective, transparent and awareness building measure in the matter of the fertilization of agricultural crops, both from an economic and from an environmental perspective. The corresponding parameter for the consideration of the site conditions is present with the „usable field capacity of the effective root zone“ (nFK WR). The repeatedly mentioned in the literature, close relationship between the soil assessment number and field capacity in the root zone leads to the consideration to derive the assessment of long-term soil properties of the soil assessment number.

## Einleitung

Für die Grundwasserqualität wurden mit der Grundwasserschwellenwertverordnung bereits 1991 Qualitätsziele festgelegt. Die flächendeckende Versorgung der österreichischen Bevölkerung mit sauberem Trinkwasser hat oberste politische Priorität. In Österreich ist das flächendeckend geltende Aktionsprogramm das zentrale Element, um Belastungen in Grund- und Oberflächengewässern vorzubeugen.

Die Festlegung der Kriterien für die Überwachung des Gewässerzustandes erfolgt durch die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV BGBl. II Nr. 479/2006 idGF). Die administrative Umsetzung der Untersuchungsprogramme erfolgt durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt und den Ämtern der Landesregierungen.

In der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl II 2010/98 idF BGBl II 2010/461) wird der zu erreichende Zielzustand bzw. das Verschlechterungs-

verbot durch Schwellenwerte festgelegt. Für Nitrat liegt der Vorsorgegrenzwert bei 45mg/l. Bis 2015 sollen lokale bzw. regionale Verschmutzungen vor allem im Einzugsbereich von Trinkwasserversorgungen reduziert bzw. beseitigt werden. Für die Gefährdung der guten Grundwasserqualität sind insbesondere zu hohe Stickstoff-Düngegaben verantwortlich, die von den Pflanzen nicht aufgenommen und damit in das Grundwasser ausgewaschen werden können. Das zentrale Element des landwirtschaftlichen Grundwasserschutzes ist damit eine standort- und bedarfsgerechte Düngebemessung.

In Österreich bilden die „Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage)“ die Basis für eine Grundwasser schonende Bodenbewirtschaftung. Diese Richtlinien enthalten Empfehlungen zur Düngung landwirtschaftlicher Kulturen mit allen Hauptnährstoffen.

Im Gegensatz zu Phosphor und Kalium (vgl. BAUMGARTEN et al. 2006), bei denen die Düngungsempfehlung auf Bodenanalysenwerten beruht, basieren die Stickstoff-Empfehlungen dieser Richtlinie in erster Linie auf Richtwerten.

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ

\* Ansprechpartner: DI Albert Bernsteiner, albert.bernteiner@lk-stmk.at



Der Berücksichtigung der Bodendauereigenschaften kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

## Düngeberatung in Grundwasser sensiblen Gebieten der Steiermark – Ist-Situation

Die Bewertung der Auswirkung von landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Grundwasserqualitätssituation ist komplexer Natur. Die Versuchsergebnisse (FANK et al. 2006) in Wagna zeigen, dass die Zusammenführung der Ergebnisse von Modellrechnungen in der ungesättigten Zone mit den Ergebnissen der Grundwasserströmungsmodellierung über ein einfaches Bilanzmodell auf Basis der Mischungsgleichung zu plausiblen Grundlagen für Simulationsrechnungen führen.

Die Forschungsgesellschaft mbH. JOANNEUM RESEARCH beziehungsweise die Wasserwirtschaftsabteilung des Landes Steiermark beauftragte 1998 das Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen (IKT), die mittlere Grundwasserneubildung und den damit verbundenen durchschnittlichen Stickstoffaustrag in Richtung Grundwasser modellmäßig zu bewerten (vgl. BERNHART 1999). Die Quantifizierung der Stoffausträge erfolgte mit den Simulationsmodellen SIMWASER (zum Bodenwasserhaushalt) und STOTRASIM (zur Stickstoffdynamik).

Der Landesgesetzgeber übernahm diese wissenschaftlichen Ergebnisse, an denen konkrete Schutzmaßnahmen, insbesondere im Rahmen des generellen und speziellen Gewässerschutzes, angeknüpft wurden (vgl. SCHONGEBIETSNOVELLE 1996 bzw. SCHONGEBIETSNOVELLE EHRENHAUSEN 2006).

Für folgende sechs Bodenformen des Leibnitzer Feldes wurden Berechnungen durchgeführt, um die durchschnittlichen Stickstoffausträge und die mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter Mais-Monokultur in Verbindung mit winterharten Gründecken sowie bei unterschiedlichen Güllemengen und Düngeterminen zu bewerten. Die Mo-

dellrechnung erbrachte hierbei folgende Ergebnisse (vgl. *Tabelle 1*, BERNHART 1999).

So sind z.B. in der Schongebietsverordnung für das Leibnitzer Feld Obergrenzen festgesetzt, die die Stickstoffdüngung zu Mais auf der Grundlage der überwiegenden Bodenart begrenzen (SCHONGEBIETSVERORDNUNG EHRENHAUSEN, LGBl. Nr. 47/2006, vgl. *Tabelle 2*).

## Ableitung spezifischer nFK-Werte für die Bodenarten

Das derzeit gültige System der rechtlichen Regelungen in den grundwassersensiblen Bereichen des unteren Murtals ist aus mehreren Gründen nicht befriedigend:

- Innerhalb einer Strecke von rund 80 Kilometern gibt es acht Schongebietsverordnungen mit zum Teil erheblichen inhaltlichen Unterschieden.
- Die Schongebietsverordnungen decken flächenmäßig nur einen Teil der Grundwasserkörper ab, wodurch Belastungen „von außen“ auftreten können.
- Die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie erfordert Lösungen gesamter Grundwasserkörper und nicht nur für Teilbereiche.

Aus diesem Grund ist der Gesetzgeber bemüht, eine einheitliche Regelung für das untere Murtal zu finden. In den oben erwähnten Forschungsarbeiten ist klar festgestellt worden, dass eine konsequente Umsetzung der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ ausreicht, um die Grundwasserqualität nachhaltig zu sichern.

Die Herausforderung für den Gesetzgeber besteht in diesem Zusammenhang darin, das System der Berücksichtigung von Standorteigenschaften unabhängig von persönlichen Einschätzungen möglichst objektiven Kriterien zu unterwerfen.

Ein Ansatz dazu bildet die Tatsache, dass die Ertragsbildung eng mit der nutzbaren Feldkapazität und diese wiederum mit der Bodenzahl zusammenhängt.

*Tabelle 1: Ergebnisse der Modellrechnung (auszugsweise).*

Bodenform	mittlere Grundwasser-Neubildung [mm/a]	mittlerer Stickstoffaustrag [kg N/ha]		mittlere Nitratkonzentration [mg NO <sub>3</sub> /l]	
		120 N m. Ab.D	120 N o. Ab.D	120 N m. Ab.D	120 N o. Ab.D
		IS/Scho 3 D	330 – 335	76	68
IS 2-4 D	270 – 278	36	34	57	55
IS/Scho 4D	414 – 415	81	60	87	64
SL 1-3 D	239 – 252	27	27	49	48
sL 1-3 D	221 – 239	11	11	21	21
sL/LT 5-6 D	237 – 251	25	25	44	44

m. Ab.D ... mit Anbaudüngung; o. Ab.D ... ohne Anbaudüngung

*Tabelle 2: Die Stickstoffdüngung zu Mais ist bis zu folgenden Obergrenzen zulässig.*

Überwiegende Bodenart gem. Schätzungskarten der Finanzbodenschätzung:	kg N/ha/a
lehmiger Sand auf Schotter, Zustandsstufe 3, 4 und 5 D, Sand, anlehmiger Sand, stark sandiger Lehm auf Schotter (stark austragsgefährdete Böden)	115
lehmiger Sand, stark sandiger Lehm	160
sandiger Lehm, Lehm, Lehm auf Ton	170

**Tabelle 3: Gegenüberstellung der nutzbaren Feldkapazität (nFK, VORDERBRÜGGE et al. 2004) und der Bodenzahl (BZ) aus der österreichischen Bodenschätzung für unterschiedliche Bodenarten.**

Bodenart	nFK WR <sub>min</sub>	nFK WR <sub>max</sub>	BZ <sub>min</sub> Ø-Wert	BZ <sub>max</sub> Ø-Wert
S	22,5	72	7,5	46,0
Sl	32,5	156	10,0	64,0
IS	37,5	180	15,5	71,5
SL	47,5	228	19,5	79,5
sL	50,0	240	22,5	89,0
L	57,5	276	23,0	95,0
LT	42,5	204	19,5	85,0
T	34,0	150	13,5	69,0

WR ... der minimale Wurzelraum beträgt über alle Bodenarten 25 cm, der maximale Wurzelraum beträgt bei Sandböden 80 cm, bei Tonböden 100 cm, bei allen übrigen Bodenarten 120 cm

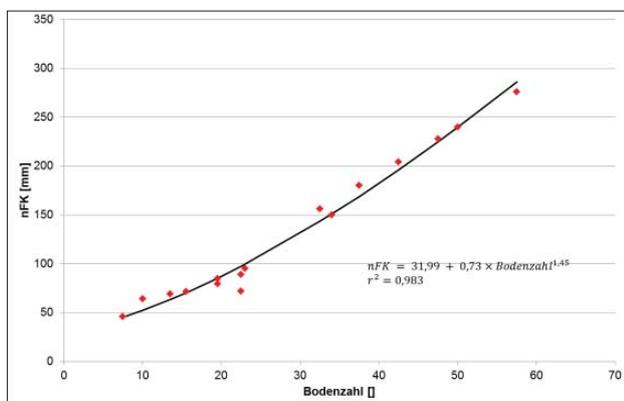
Die Bodenzahl wird anhand der Bodenschätzreinkarte aufgrund der überwiegenden Bodenart definiert, die ihrerseits die Nitrataustragsgefährdung des Standortes maßgeblich beeinflusst.

Die nutzbare Feldkapazität eines Bodens bzw. Horizontes ist der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation verfügbar ist. Sie beinhaltet damit die Wassermenge, die ein grundwasserferner Horizont in natürlicher Lagerung bei Saugspannungen von pF 1,8 bis 4,2 nach ausreichender Sättigung gegen die Schwerkraft zurückhalten kann (vgl. FRIEDRICH und VORDERBRÜGGE 2003).

„Unterstellt man nun in Abhängigkeit von der Bodenart für die Zustandsstufen Z1 und Z7 maximale und minimale Wurzelräume (WR) - [SAUER et al. 2003], so lassen sich für die Bodenarten der Bodenschätzung in Abhängigkeit von der Zustandsstufe minimale und maximale nFK-Werte im Wurzelraum errechnen“ (VORDERBRÜGGE et al. 2004).

Eine Korrelationsrechnung über die Daten in *Tabelle 3* zeigt einen sehr engen Zusammenhang zwischen der nutzbaren Feldkapazität und der Bodenzahl eines Bodens, wie auch aus der *Abbildung 1* ersichtlich ist.

Dieser enge Zusammenhang führt zur Überlegung, dass die Bodendauereigenschaften inklusive des Begriffs „Ertragslage“ durch eine einzelne Kenngröße definierbar sind.



**Abbildung 1: Zusammenhang zwischen nutzbarer Feldkapazität und Bodenzahl.**

**Tabelle 4: Zuordnung der mittleren nutzbaren Feldkapazität<sup>1)</sup> beziehungsweise der äquivalenten Bodenzahlen lt. Ackerschätzungsrahmen<sup>2)</sup> zu fünf Ab-/Zuschlagsklassen (ZK1 bis ZK5).**

	ZK1	ZK2	ZK3	ZK4	ZK5
nFK (in mm)	< 51	51 - 90	91 - 140	141 - 200	> 200
Bodenzahl (BZ)	< 22	22 - 40	41 - 55	56 - 70	> 70

Quelle: VORDERBRÜGGE et al.<sup>1)</sup>, eigene Berechnungen<sup>2)</sup>

**Tabelle 5: Korrekturfaktoren der Stickstoffdüngung in Abhängigkeit der Bodenzahl unter Berücksichtigung der Standorteigenschaften lt. Richtlinien für die sachgerechte Düngung.**

Bodenzahl von bis	Ab-/Zuschlagsklasse	Korrektur der Stickstoffdüngung um ... Teile von Hundert
0 21	ZK1	- 25
22 40	ZK2	+/- 0
41 55	ZK3	+ 15
56 70	ZK4	+ 30
71 100	ZK5	+ 40

Nicht erfassbar ist damit aber die messbare Stickstoffnachlieferung.

Aus dieser Überlegung kann folgende Einteilung der nutzbaren Feldkapazität – und damit der Bodenzahl – in fünf Ab- beziehungsweise Zuschlagsklassen (in Anlehnung der fünf bestehenden Ertragslagen in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung) abgeleitet werden (*Tabelle 4*).

### Düngeberatung in Grundwasser sensiblen Gebieten der Steiermark – Ausblick

Die Einstufung der Ertragslage und der anderen Bodendauereigenschaften erfolgt nicht – wie bis jetzt – nach Einschätzung des Landwirtes, sondern anhand der Bodenzahl, welche gemäß der Bodenschätzreinkarte aufgrund der überwiegenden Bodenart definiert wird. Die Bodenart bestimmt in diesem Zusammenhang maßgeblich die Nitrataustragsgefährdung des Standortes.

Damit wird das bisherige System zur Bemessung der zulässigen Stickstoffdüngung in den Schongebieten beibehalten und auf das erweiterte Zielgebiet umgelegt.

Mit der errechneten mittleren nutzbaren Feldkapazität und der vorgenommenen Klassifizierung der Bodenzahlen werden nun diese in weiterer Folge dem Ackerschätzungsrahmen zugeordnet. Auf der Grundlage der Richtlinien für die sachgerechte Düngung ergeben sich somit folgende Korrekturfaktoren für die Bemessung der Stickstoff-Düngemengen (s. *Tabelle 5*).

Darüber hinaus soll die Berücksichtigung der Bodendauereigenschaft „Stickstoffnachlieferungspotenzial des Standorts“ für eine Korrektur der DüngeEinstufung anhand der Vorgabe der Richtlinien für die sachgerechte Düngung erfolgen.

### Literatur

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 1997: Die Schongebietsnovelle 1996. Information der Rechtsabteilung 3, Graz, Februar 1997, 31-32.

- BAUMGARTEN, A. et al., 2006: Die Neufassung der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“. In: 12. Alpenländisches Expertenforum, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein [Hrsg.], Irnding, am 30. März 2006, 1-2.
- BERNHART, A., 1999: Wasserrechtliche Konsequenzen aus Lysimeteruntersuchungen auf Maisstandorten des Leibnitzer Feldes in Verbindung mit Modellrechnungen. In: 8. Lysimetertagung, Stoffflüsse und ihre regionale Bedeutung für die Landwirtschaft, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding, am 13. und 14. April 1999, 117.
- FANK, J. et al., 2006: Die Bewirtschaftung des Versuchsfeldes Wagna – Auswirkung auf die Grundwassersituation. In: Seminar Umweltprogramme für die Landwirtschaft und deren Auswirkungen auf die Grundwasserqualität, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein [Hrsg.], Irnding, am 7. und 8. März 2006, 43-48.
- FRIEDRICH, K. und TH. VORDERBRÜGGE, 2003: Nutzbare Feldkapazität des Bodens bis 100 cm, 1.7.2003. In: [www.hlug.de](http://www.hlug.de).
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW), BGBl. II Nr. 98/2010 idF BGBl. II Nr. 461/2010.
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV), BGBl. II Nr. 479/2006 idF BGBl. II Nr. 465/2010.
- Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 21. März 2006, mit der die Verordnung betreffend das Grundwasserschongebiet zum Schutz der Wasserversorgungsanlagen des Wasserverbandes Ehrenhausen geändert wird, LGBl. Nr. 47/2006.
- VORDERBRÜGGE, TH. et al., 2004: Ableitung der nutzbaren Feldkapazität aus den Klassenzeichen der Bodenschätzung. In: DBG-Mitteilungen 2004, Bd. 104, 33-34.