

Erforderliche Maßnahmen und Umsetzungsoptionen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal-Grundwasserleiter

Johann Fank^{1*}, Georg Dersch², Franz Feichtinger³ und Johann Robier⁴

Zusammenfassung

Auf Basis von Versuchsergebnissen und den Ergebnissen von Modellberechnungen wird versucht, durch den Landwirt nachvollziehbare Maßnahmen zu definieren, die es erlauben, das Grundwasser des Murtales nachhaltig für die Trinkwasserversorgung zu nutzen. Ackerbauliche Maßnahmen sind grundwasserverträglich, wenn die Nitratkonzentration des Sickerwassers oberhalb der Grundwasseroberfläche im langfristigen Mittel unter 50 mg l^{-1} liegt. Zur Zielerreichung scheinen folgende Maßnahmen unverzichtbar:

- Düngebemessung nach den Richtlinien für sachgerechte Düngung auf Basis einer mittleren Ertragslage für die Region.
- Verzicht auf die Ausbringung von stickstoffhaltigem Dünger im Herbst.
- Anlage winterharter Gründecken.

Um die Umsetzung zu gewährleisten sind folgende Aktivitäten notwendig:

- Aus- und Weiterbildung der Landwirte
- Anlage und Führung von Musterflächen
- Erstellung eines Nitratinformationsdienstes (Internetbasiert)
- Unterstützung der Landwirte in der Beratung durch Bilanzberechnungen

Schlagwörter: Murtal-Grundwasserleiter, Nitratbelastung, sachgerechte Düngung, Musterflächen, Nitratinformationsdienst

Summary

Simple and comprehensible measures in view of the farmers to reduce nitrate concentration in the groundwater of the Mur-valley floor aquifer are determined and proposed on the basis of local experiments and on model calculations. Agricultural measures are defined to be groundwater protective, if nitrate concentration in seepage water below the root zone will be kept below 50 mg l^{-1} on a long term scale. Following measures seem to be necessary:

- Farming based on the guidelines for appropriate fertilization (on mean yield level)
- Abdication of fertilization with nitrogen in autumn
- Using of cover crops during winter months

Following activities will ensure the implementation

- Advanced training of the farmers
- Implementation of monitoring and demonstration areas
- Implementation of a nitrate information service (Internet-based)
- Input / Output balancing of nitrogen on field scale

Keywords: Mur-valley floor aquifer, nitrate contamination, appropriate fertilization, monitoring areas, nitrate information service

Einleitung

Das Grundwasser der quartären Lockersedimente des Murtales von Graz bis Bad Radkersburg (Fläche etwa 300 km^2) wird intensiv für die überregionale Versorgung der Bevölkerung mit Wasser in einem Radius von etwa 100 km genutzt. Die flächenhaften Stickstoffeinträge unter landwirtschaftlichen Nutzflächen stellen immer noch die wichtigste Quelle der Nitratbelastung des Grundwassers, und damit unserer Trinkwasserreserven dar. Es muss eine fachliche Neukonzeption der Bewertungsgrundlagen für die nächsten Jahre erarbeitet werden, die es erlaubt, auch

unter sich ändernden Rahmenbedingungen hinsichtlich der landwirtschaftlichen Betriebsführung einen Einklang zwischen Landwirtschaft – Wasserwirtschaft – Ökologie und Ökonomie zu finden.

Auf Basis vorliegender Versuchsergebnisse und den Ergebnissen von Modellberechnungen wird in einem interdisziplinären Kooperationsprojekt versucht, einfache und durch den Landwirt nachvollziehbare Maßnahmen zu definieren, die es erlauben das Grundwasser des Murtal-Grundwasserleiters nachhaltig für die Trinkwasserversorgung nutzen zu können. Aus den bisherigen Erfahrungen zeigte sich, dass alleine

¹ Joanneum Research, Institut für WasserRessourcenManagement - Hydrogeologie und Geophysik, Elisabethstraße 16/II, A-8010 GRAZ

² Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit - Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

³ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

⁴ Versuchsreferat der Steirischen Landwirtschaftsschulen, A-8361 HATZENDORF 181

* Ansprechpartner: johann.fank@joanneum.at

die Definition und Verordnung von Maßnahmen für eine Verminderung des Nitrataustrags aus der ungesättigten Zone ohne Kontrollmaßnahmen eine zu geringe Wirkung in ihrer Umsetzung auf regionaler Skala zeigen. Zudem ist davon auszugehen, dass eine flächenhafte Kontrolle aufgrund des erforderlichen Personal- und Untersuchungsaufwandes de facto nicht möglich ist. Es ist daher zu untersuchen, welche Möglichkeiten der effizienten Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen es unter Berücksichtigung der vorhandenen Werkzeuge gibt und wie diese auf regionaler Skala einsetzbar wären.

Es ist auch davon auszugehen, dass die Erreichung des Qualitätszieles nur dann möglich ist, wenn alle an einem Strang ziehen. Dazu ist es jedenfalls erforderlich, dass die Notwendigkeit der Verbesserung der Grundwasserqualität auch in den Köpfen der Akteure verankert werden kann. Dies ist nur denkbar, wenn es gelingt, in der Umsetzungsphase die ökologischen Erfordernisse mit den ökonomischen Notwendigkeiten der Landwirtschaft in Einklang zu bringen. Allerdings muss dabei aber auch die Bedeutung der Trinkwasserversorgung für den nicht-landwirtschaftlichen Anteil der Bevölkerung entsprechende Beachtung finden.

Grundwasserschonende Ackerbewirtschaftung

Die Nitratkonzentration im Grundwasser ist ein Ergebnis der komplexen Wechselwirkung zwischen Atmosphäre, Boden, Pflanze, Wasser- und Stofftransport in der ungesättigten Zone und im Grundwasser selbst. Aufgrund der in Boden und Pflanze ablaufenden Prozesse in Abhängigkeit von der Wasser- und Stickstoffdüngerezufuhr ist gerade bei rasch reagierenden, gut durchlässigen und seichtgründigen Böden die dauernde Einhaltung des Trinkwassergrenzwertes für Nitrat im Sickerwasser (50 mg l^{-1}) unterhalb der Wurzelzone nicht möglich. Perioden höherer Austragskonzentrationen folgen Zeiträume mit niedrigeren Nitratwerten im Sickerwasser. Aber auch in gut speichernden, tiefgründigen Böden kommt es zu Nitratverlagerung in Richtung Grundwasser. Die Nitratbelastung des Grundwassers aus dem Sickerwasser ist stark von der Höhe der Grundwasserneubildung abhängig, sodass für deren Bewertung jedenfalls Stickstofffrachten, also die Menge des ausgewaschenen Stickstoffs heranzuziehen ist.

Bewirtschaftungsformen, in denen die Nitratbelastung des Sickerwassers unterhalb der Wurzelzone im mehrjährigen Mittel kleiner als 50 mg l^{-1} liegt können jedenfalls als grundwasserverträglich eingestuft werden, da hierbei die gesetzlichen Grenzwerte der Nitratkonzentration im Grundwasser auch dann eingehalten werden können, wenn im gesamten Wassereinzugsgebiet ackerbauliche Bewirtschaftung gegeben ist. Eine eventuelle Verdünnung durch Zustrom von infiltrierendem Oberflächenwasser oder durch Grundwasserneubildung unter Wald- bzw. Siedlungsgebieten führt jedenfalls zu einer noch weiter führenden Reduktion der Nitratkonzentration im Sickerwasser. Umgekehrt kann die Landwirtschaft eines untersuchten Bereiches bei Einhaltung dieser Rahmenbedingungen keinesfalls für erhöhte Nitratwerte im Grundwasser verantwortlich gemacht werden, die aus dem Zustrom aus sonstigen Quellen stammen.

Eine Beurteilung des Stickstoffaustrags aus ackerbaulich genutzten Flächen des Murtales von Graz bis Bad Radkersburg auf Basis der Nitratkonzentrationsmessungen im Grundwasser selbst ist nicht zulässig, da in nahezu allen Teilbereichen die Nitratkonzentration des Grundwassers einerseits durch die Wechselwirkung mit den Oberflächen-gewässern (Fließgewässer und Nassbaggerungen), andererseits durch die Sickerwasserbildung unter nicht ackerbaulich genutzten Flächen (Wald, Siedlungen, Verkehrswege etc.) beeinflusst wird. Wird eine derartige Imissionsbewertung des Grundwassers als Richtschnur für die Landwirtschaft gelegt, so sind unter sonst vollkommen gleichen Rahmenbedingungen aufgrund des Verdünnungseffektes unterschiedliche ackerbauliche Maßnahmen zulässig, ohne dass vorgegebene Grenzwerte überschritten werden. Wesentlich besser zur Bewertung der Auswirkung ackerbaulicher Maßnahmen auf die Grundwasserqualitätssituation geeignet ist eine emissionsseitige, wie sie im Rahmen der Richtlinien für Sachgerechte Düngung oder auch in den neueren Schon-gebietsverordnungen des Murtales festgeschrieben ist.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden solche ackerbauliche Maßnahmen als grundwasserverträglich definiert, die es unter Berücksichtigung der gegebenen Standortverhältnisse (Boden, Klima, Kulturfolge) erlauben, die Nitratkonzentration des Sickerwassers oberhalb der Grundwasser-oberfläche (und jedenfalls unterhalb des Wurzelraumes) im langfristigen Mittel unter 50 mg l^{-1} zu halten.

Der Murtal-Grundwasserleiter und seine physiogeographischen Merkmale

Der untersuchte Murtal-Grundwasserleiter liegt im Süden bzw. Südosten der Steiermark und umfasst im Wesentlichen die ebenen Tallandschaften des österreichischen Murtales südlich des Stadtgebietes von Graz bis Bad Radkersburg. Nach der politischen Gliederung der Steiermark werden Teile der Bezirke Graz-Umgebung, Leibnitz und Bad Radkersburg einbezogen.

Der Untersuchungsraum setzt sich aus den Teillandschaften Grazer Feld, das durch den Wildoner Buchkogel und dem Sukduller Karst vom Leibnitzer Feld getrennt wird und Unteres Murtal zusammen. Diese bilden einen Talraum, der aus fluvialen und fluvioglazialen Sedimenten aufgebaut ist. Aus geologischer Sicht umfasst das Projektgebiet in erster Linie den alluvialen Talboden der Mur sowie die Niederterrassenlandschaft. In Randbereichen des Leibnitzer Feldes und im Norden des Unteren Murtales werden zu einem geringen Teil auch höhere pleistozäne Terrassen einbezogen. Aufgrund der ebenen Landschaft bildet das Gebiet einen bedeutenden Siedlungsraum, der schon seit der Frühzeit auch als bedeutender Träger von Verkehrswegen fungiert. Die Böden bieten beste Bedingungen für den Ackerbau, die Sedimente bilden eine hervorragende Basis für die Rohstoffgewinnung und die Mur wird in zunehmendem Umfang für die Energiegewinnung aus Wasserkraft genutzt. Das Grundwasser des ergiebigen Aquifers wird intensiv zur Trink- und Nutzwasserversorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft genutzt.

Flächendeckende Informationen zu den Bodenverhältnissen der landwirtschaftlich genutzten Böden in der Projektregion

liegen durch die Unterlagen der Österreichischen Bodenkartierung (ÖBK) und durch jene der Amtlichen Bodenschätzung vor. Die ÖBK - Angaben sind in den Unterlagen zu den Kartierungsbereich Graz - Nord, Graz - Süd, Wildon, Leibnitz, Mureck und Radkersburg enthalten. Demnach sind die Böden und deren Genese an die Landschaftsräume der Region gebunden. So finden sich im Aubereich der Mur neben der Dominanz von Auböden auch Gleye. Auf der Niederterrasse überwiegen Lockersediment - Braunerden, sind aber auch Pseudogleye, Gleye, Braunlehme und Kulturrohböden mehrfach ausgewiesen. In den Talböden der Nebengerinne kommen Lockersediment - Braunerden, Pseudogleye, Gleye und Auböden vor. Für das Tertiär - Hüggelland und die Quartär - Terrassen sind Lockersediment -Braunerden, Pseudogleye, Braunlehme, Kulturrohböden, Auböden, Gleye und Anmoore genannt. Für weitere Differenzierungen und Details wird auf die oben erwähnten ÖBK - Unterlagen verwiesen.

Hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse können dem Projektgebiet die Merkmale mäßig kontinental, sommerwarm und wintermild zugesprochen werden. Der Winter ist hochnebelreich und sonnenscheinarm, der Sommer hingegen sonnenscheinreich und warm mit deutlicher Neigung zu Schwüle, Gewitter und Hagel. Nebelreichtum und Schwüle sind Wirkungen der Windarmut, die ihrerseits wieder aus der starken Abschirmung von Fremdwetter aus Westen bis Norden resultiert. Die Niederschläge nehmen von Südwesten nach Nordosten ab und sind zu einem Großteil an Wetterlagen mit Feuchtigkeitszufuhr aus Süden bis Südosten gebunden (PODESSER und WAKONIGG). Das

Klimadiagramm in *Abbildung 1* zeigt eine leicht ansteigende Mitteltemperatur mit zunehmender Seehöhe und einen Niederschlagsüberschuss von etwa 70 mm a⁻¹ in Leibnitz gegenüber Bad Radkersburg und Graz-Thalerhof.

Der jahreszeitliche Verlauf der Lufttemperatur ist an allen drei Stationen praktisch ident. Der jahreszeitliche Verlauf des Niederschlags zeigt an allen drei Stationen ein deutliches Sommermaximum und ein Winterminimum, welche allerdings in Graz-Thalerhof im Vergleich zu den beiden anderen Stationen deutlicher ausgeprägt ist. In den weiter südlich gelegenen Stationen Leibnitz und Bad Radkersburg sind im Vergleich zu Graz-Thalerhof deutlich höhere Herbstniederschläge erkennbar. Die mittlere klimatische Wasserbilanz weist einen deutlichen Niederschlagsüberschuss gegenüber der Verdunstung aus. Ein leichtes Wasserbilanzdefizit existiert nur in den Monaten April bis Juni.

Die Erneuerung dieses Grundwasserkörpers erfolgt in erster Linie aus den infiltrierenden Niederschlägen im Bereich der Terrasse selbst als wesentlichste Komponente, aus der Wechselwirkung des Grundwassers mit relevanten Oberflächengewässern, in erster Linie der Mur und im Unteren Murtal deren nördliche Seitenzubringer (Grabenlandbäche) sowie Randzuflüssen aus den umgrenzenden hydrogeologischen Einheiten. Die jahreszeitlich unterschiedliche Grundwasserneubildung und die variierenden Wasserstände der Oberflächengewässer bewirken ein natürliches Schwankungsverhalten des Grundwasserspiegels von bis zu 2.5 m. Trotz dieser hohen Schwankungsbreite kann durch ein nahezu singuläres Neubildungsereignis nahezu die gesamte Spannweite der Grundwasserspiegelschwankung durch-

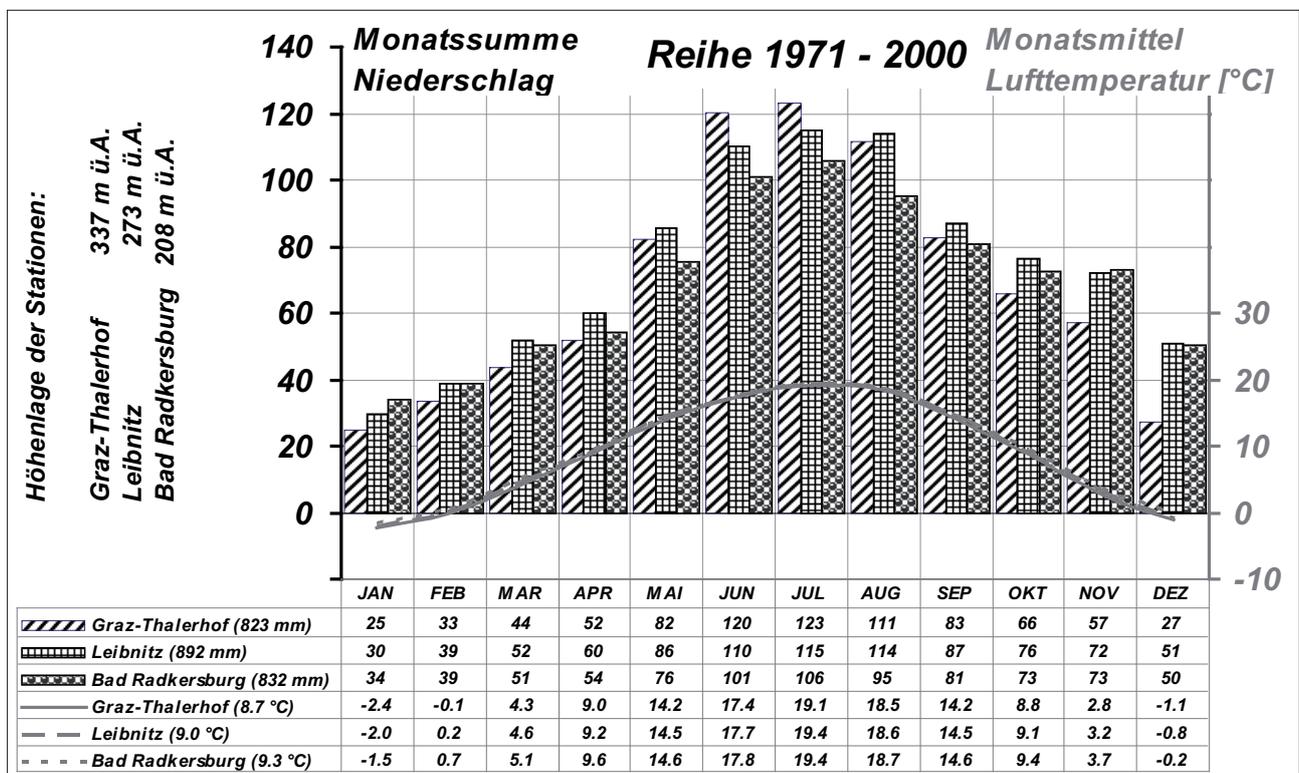


Abbildung 1: Klimadiagramme der Stationen Bad Radkersburg, Leibnitz und Graz-Thalerhof für die Periode 1971 bis 2000 (Daten aus Pilger).

schritten werden, wie die Neubildung im Dezember 2002 belegt. Die Grundwasserstandsganglinie des Jahres 2009 belegt, dass bei entsprechenden Niederschlägen die Grundwasserneubildung auch in den Sommermonaten sehr hohe Beträge erreichen kann. Die mittlere Grundwasserstands-Jahresganglinie (1992 – 2009) der Messstelle in Wagna, die nahezu ausschließlich durch infiltrierende Niederschläge gesteuert wird zeigt einen nahezu geradlinigen jahreszeitlichen Verlauf, was belegt, dass es unter den gegebenen meteorologischen Verhältnissen bei den hier vorliegenden Bodenverhältnissen (mittelgründige sandig-schluffige Lockersediment-Braunerden auf Schotter) im langjährigen Mittel keine bevorzugten Zeiten der Grundwasserneubildung aus infiltrierenden Niederschlägen gibt. Praktisch zu jeder Jahreszeit kann es zur Verlagerung von Sickerwasser

in Richtung des Grundwasserspiegels kommen. Die ausgeglichene jahreszeitliche Verteilung bestätigt auch eine Auswertung der Grundwasserneubildung an diesem Standort, die monatliche Anteile an der Jahresgrundwasserneubildung von 5.2 % (Februar) bis 13.2 % (Dezember) ausweist. Generell ist die Grundwasserströmungsrichtung (Abbildung 2) murparallel ausgerichtet, wobei aufgrund der Vorflutsituation üblicherweise eine leichte Orientierung zur Mur hin existiert. Einfluss auf die Grundwasserströmungsrichtung nehmen die Nassbaggerungen und die Staustufen an der Mur. Beide bewirken lokale Veränderungen der Grundwasserströmungssituation. Die Randbereiche des östlichen und westlichen Grazer Feldes sind durch ein sehr steiles Grundwassergefälle gekennzeichnet, üblicherweise ist dieses aber im zentralen Bereich der Tallandschaften eher homogen und

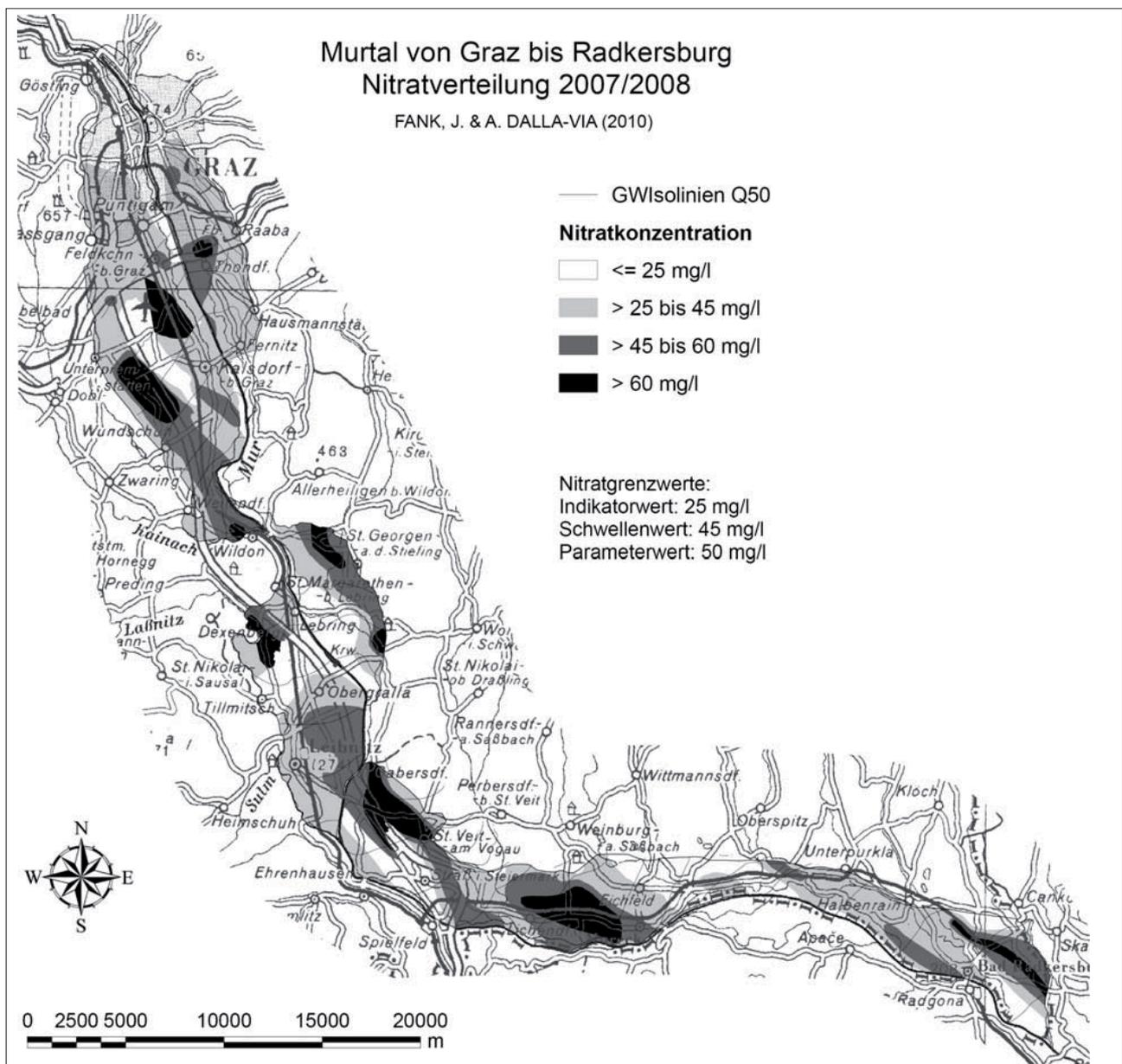


Abbildung 2: Mittlere langjährige Grundwasserströmungssituation und mittlere Verteilung der Nitratkonzentration im Grundwasser des Murtales von Graz bis Bad Radkersburg.

gleichförmig ausgeprägt. Dort wo Grundwasser aus höheren Terrassen in die Niederterrasse abströmt bilden sich steile Gefällsstufen aus, der Grundwasserspiegel in den älteren randlichen Terrassenresten liegt mehrere Meter über dem Grundwasserspiegel der Niederterrasse. In der Austufe der Mur ist im Grazer Feld eine intensive Wechselwirkung des Grundwasserkörpers mit dem Oberflächengewässersystem bekannt. Im Unteren Murtal hat sich die Mur in den letzten Jahrzehnten aufgrund der fehlenden Nachlieferung von Sediment aus dem Einzugsgebiet so weit eingetieft, dass eine Anreicherung des Grundwassers nur mehr in geringem Maße bei hohen Flusswasserständen auftritt.

Landwirtschaft und Grundwasserqualität (Nitrat) im Murtal

In der Projektregion überwiegen die Ackerflächen mit einem Anteil von etwa 90 %, nur im Westlichen Leibnitzer Feld ist der Grünlandanteil mit 15 % etwas höher. Andere Nutzungen wie Obst- oder Weinbau haben keine relevante Bedeutung. Auf Ackerland nimmt der Mais die überragende Stellung ein, wobei sich im letzten Jahrzehnt dieser Trend in allen Gebieten mit Zunahmen zwischen 7 – 10 % verstärkt hat. Der Maisanteil liegt nunmehr im Nordöstlichen Leibnitzer Feld, im Südöstlichen Leibnitzer Feld und Unteren Murtal über 70 %. Der Mais hat dabei vor allem die Sojabohne und Sommer- und Wintergerste verdrängt, Winterweizen und Winterraps blieben auf einem niedrigen Niveau stabil. Deutlich geringer bei knapp 50 % ist der Maisanteil im Südlichen Grazer Feld; dort hat vor allem der Anbau von Ölkürbis eine hohe Bedeutung (über 22 %) sowie noch die Kartoffel und der Feldgemüsebau mit über 2 %. Ausgehend von den Ackerkulturen gilt die Fruchtfolge als N-zehrend, weil bei mehr als 2 Drittel der Fläche die N-Düngeempfehlung der angebauten Kulturen bei mittlerer Ertragslage über 80 kg ha⁻¹ liegt. Nur im Südlichen Grazer Feld wird wegen des hohen Ölkürbisanteils dieser Wert von über 2 Dritteln im Mittel nicht ganz erreicht. Der Anteil von Kulturen, für die auch im Herbst eine moderate N-Düngung empfohlen wird (zu Winterraps und Wintergerste) ist gering.

Die Tierhaltung hat eine hohe Bedeutung, wobei die Schweinehaltung mehr als 80 % der GVE ausmacht, am höchsten ist dieser Anteil im Nordöstlichen und im Südöstlichen Leibnitzer Feld und im Unteren Murtal mit etwa 90 %. Insgesamt ist ein leicht rückläufiger Trend bei der Anzahl der GVE erkennbar, vor allem bei der Rinderhaltung. Im Südlichen Grazer Feld hat die Rinderhaltung einen relativ höheren Anteil, in dieser Region ist der Viehbestand bezogen auf die Fläche jedoch deutlich geringer als in den anderen Gebieten. Einen höheren Rinderanteil mit etwa 16 % gibt es auch im Westlichen Leibnitzer Feld, was sich auch in dem höheren Grünland- und Silomaisanteil widerspiegelt.

Der Stickstoff (N) -Anfall aus der Tierhaltung wurde auf Basis der Tierzahlen entsprechend den Tabellen in den Richtlinien der sachgerechten Düngung (BMLFUW 2006) errechnet. Die jährlich ausgebrachte N-Menge aus Wirtschaftsdünger darf entsprechend dem Aktionsprogramm „Nitrat“ (BMLFUW 2008) nicht mehr als 170 kg N pro ha landwirtschaftlich genutzter Fläche betragen. Im Mittel

der Gebiete wird dieser Begrenzungswert bei weitem nicht erreicht. Die höheren N-Anfallswerte pro ha sind im Nordöstlichen und Südöstlichen Leibnitzer Feld und im Unteren Murtal mit knapp 60 kg ha⁻¹ erkundet, im Südlichen Grazer Feld ist dieser Wert deutlich niedriger.

Rein rechnerisch trägt der jahreswirksame N im Leibnitzer Feld und im Unteren Murtal unter Annahme einer mittleren Ertragslage etwa ein Drittel zum N-Bedarf der angebauten Kulturen bei. Allerdings ist der Tierbestand jedoch keineswegs gleichmäßig auf die Betriebe und Flächen verteilt. Im Nordöstlichen Leibnitzer Feld werden aktuell fast 30 % der Fläche ohne Viehhaltung bewirtschaftet, während der Anteil der Flächen über 2 GVE ha⁻¹ nun bei 17 % liegt. Im Südlichen Grazer Feld ist der GVE-Bestand mit nunmehr 0.64 pro ha am niedrigsten; fast 38 % der Fläche werden ohne Tierhaltung geführt, der Anteil der Flächen mit über 2 GVE/ha liegt bei knapp 6 %. Im Südöstlichen Leibnitzer Feld und im Unteren Murtal geht der Konzentrationsprozess in der Tierhaltung sehr deutlich voran. Während 1999 nur 17 % der Fläche als reiner Marktfruchtbetrieb geführt wurde, ist dieser Anteil nunmehr auf über 26 % gestiegen, der gesamte Viehbestand ist zugleich deutlich zurückgegangen. Der Flächenanteil mit über 2 GVE blieb nahezu unverändert bei 16 bzw. 17 %. Im Westlichen Leibnitzer Feld mit höherem Grünland- und Rinderanteil hat sich der Tierbestand kaum verändert, die Flächen, die von viehlosen Betrieben bewirtschaftet werden, sind mit 20 % gleich geblieben, deutlich zugenommen haben die Flächenanteile mit 1 – 2 GVE ha⁻¹. Etwa 17 – 18 % der Fläche weisen einen GVE-Besatz über 2 GVE ha⁻¹ auf, dieser Anteil lag 1999 noch unter 13 %. Betriebswirtschaftliche Gegebenheiten in der Tierhaltung führen zu einem deutlichen Konzentrationsprozess, wobei weniger Betriebe mehr Tiere halten. Der N-Anfall aus der Tierhaltung ist in dem Projektgebiet jedoch kein Mengenproblem (bei tendenziell sinkenden Tierzahlen), sondern ein Verteilungsproblem.

Trotz dieses im Gesamten eher geringen Tierbesatzes und der daraus verfügbaren N-Düngermenge aus Wirtschaftsdünger ist die Nitratbelastung des Grundwassers in den untersuchten Teilbereichen deutlich erhöht. Diese Belastung ist auf eine langjährig zu intensive Stickstoffdüngung seitens der Landwirtschaft zurückzuführen. Die Auswertung in *Abbildung 2* basiert dabei auf den Messdaten im Rahmen der Grundwasserzustandsverordnung (GZÜV) und der Monitoringnetze des Landes Steiermark und der Wasserversorgungsunternehmen. Die Darstellung zeigt die Medianwerte der gemessenen Nitratkonzentration an den Messstellen für die Jahre 2007 und 2008 sowie eine Interpretation der flächenhaften Verteilung unter Berücksichtigung der Grundwasserströmungssituation.

Die Wechselwirkung des Grundwassers mit den Oberflächengewässersystemen – der Mur und den Nassbaggerungen – zeichnet sich auch in der Verteilung der Nitratkonzentration im Grundwasser des Murtales ab. Betrachtet man die Nitratverteilung in den Porengrundwassergebieten des Murtales zwischen Graz und Bad Radkersburg so ist klar erkennbar, dass die Einhaltung von Trinkwassergrenzwerten im nativen Grundwasser nur in jenen Bereichen möglich ist,

- in denen die Erneuerung des Grundwassers zusätzlich zur flächenhaften Neubildung über infiltrierende Niederschläge auch durch eine Wechselwirkung des Grundwassers mit Oberflächengewässern gesteuert wird (z. B. Haslacher Au im Leibnitzer Feld),
- in denen die Messstellen im Aubereich situiert sind, wo große Teile des Einzugsgebietes durch geringe Boden- und Überdeckungsmächtigkeiten sowie durch Waldbestand gekennzeichnet sind (z.B. Fluttendorf – Donnersdorf im Unteren Murtal),
- in denen eine Reduktion der Nährstoffkonzentrationen im Grundwasser im Zuge der Durchströmung von offenen Wasserflächen erfolgt (z.B. Tillmitscher Teiche im Leibnitzer Feld, Schwarzl Teiche im Grazer Feld).

Besonders hohe Nitratkonzentrationen finden sich im Grundwasser unter besonders intensiver ackerbaulicher Bewirtschaftung (Feldgemüsebaugelände im westlichen Grazer Feld) und unter älteren Terrassen (Rißterrasse bei Jöss, Wagendorfer Terrasse, Unteres Gnasbachtal), auf denen unter besonders günstigen ackerbaulichen Standortverhältnissen eine hohe Produktionsleistung mit hohen Düngemengen zu erzielen versucht wird. Zudem ist gerade unter diesen älteren Ablagerungen die Sickerwassergeschwindigkeit bei hohen Grundwasserüberdeckungen abgemindert, sodass die heute im Grundwasser gemessenen Werte teilweise auf Bewirtschaftungsmaßnahmen in den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts zurückzuführen sind.

Grundsätzlich zeigt die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasser der Niederterrasse im Murtal seit Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts einen deutlichen Rückgang. Beispielhaft dafür ist die Nitratkonzentrationsganglinie der Messstelle Wagna von 1992 bis 2009 in *Abbildung 3* dargestellt. Dieser Rückgang,

der an dieser Messstelle von Werten über 60 mg l^{-1} im Jahr 1992 bis auf etwa 35 mg l^{-1} im Jahr 2000 kontinuierlich gemessen werden konnte, wurde in den Folgejahren von einem deutlichen Anstieg abgelöst, der in den Jahren 2004 bis 2006 in ein Plateau bei knapp unter 50 mg l^{-1} überging. Seit 2007 ist wieder ein deutlicher und anhaltend fallender Trend zu beobachten, der die Nitratkonzentrationswerte auf das Niveau des Jahres 2000 zurückführte. Ursache dafür war die Wettersituation der Jahre 2001 bis 2003, die zu einer Depotbildung von Stickstoff in der ungesättigten Zone führte; dieses wurde in den darauf folgenden Jahren mit hoher Grundwasserneubildung ins Grundwasser ausgetragen.

Diese Beziehung zwischen Nitrat-Konzentrationsentwicklung und der Wettersituation lässt sich in dieser Eindeutigkeit nur an Messstellen mit seicht- bis mittelgründigen lehmig-sandigen Böden auf Schotter erkennen, die durch eine Wechselwirkung des Grundwasserkörpers mit Oberflächengewässersystemen nicht entscheidend geprägt sind und in denen der Flurabstand in etwa im Bereich von 3 bis 6 m liegt. Im Bereich tiefgründigerer Böden mit entsprechend längerer Verweilzeit des Sickerwassers in der ungesättigten Zone sind durchaus auch noch steigende Trends zu beobachten, an Messstellen, die im Aubereich liegen oder die durch sonstige Interaktion mit Oberflächengewässern geprägt sind, ist dieser Anstieg oft auch gar nicht zu erkennen.

Jedenfalls belegen diese zeitlichen Entwicklungen, dass alleine aufgrund der Witterungssituation mit einer beträchtlichen Variabilität der Nitratkonzentration im Grundwasser gerechnet werden muss. Die Verdünnung über andere Eintragungssysteme wird benötigt, um die langfristige flächenhafte Einhaltung des Trinkwassergrenzwertes im Grundwasser gewährleisten zu können.

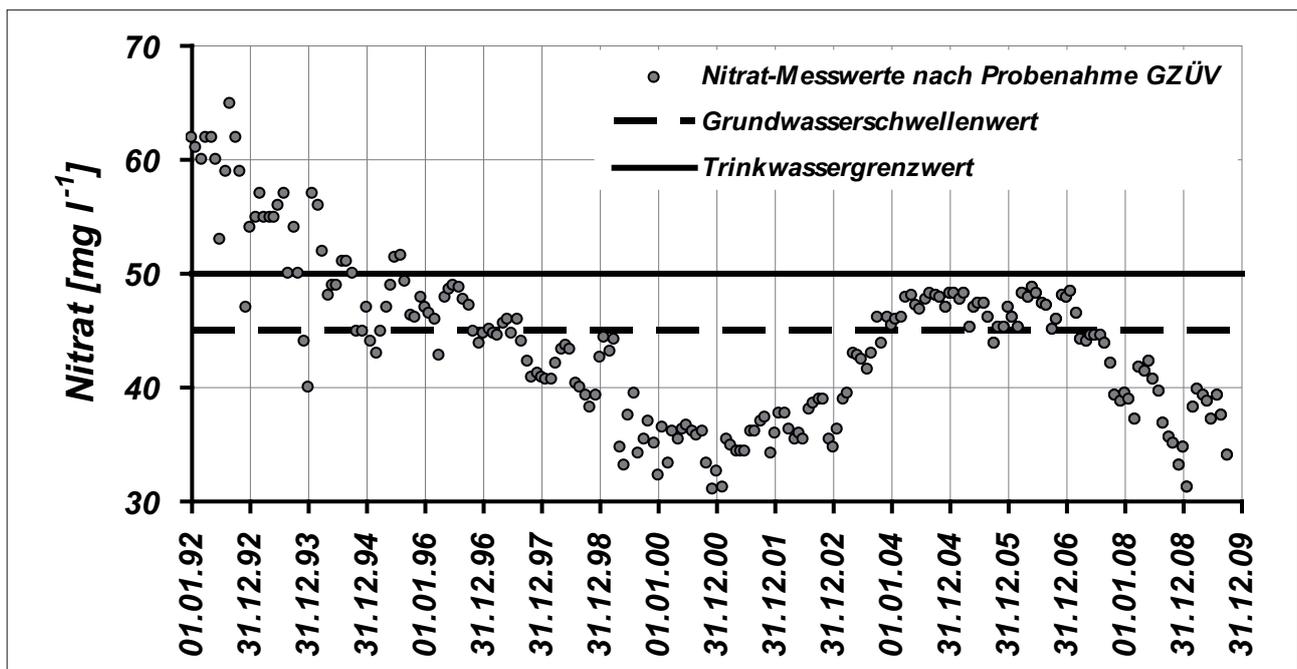


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasser an der Messstelle Wagna von 1992 bis 2009. Analysedaten aus monatlichen Probenahmen nach den Richtlinien der Grundwasser-Zustandsverordnung (GZÜV).

Maßnahmen und Umsetzungsoptionen

Aufgrund der konflikträchtigen Situation zwischen der Wassergewinnung zur Trinkwasserversorgung aus dem Grundwasser des Murtales und den erhöhten Stickstoffausträgen aus der ackerbaulichen Nutzung werden schon seit längerem Untersuchungen und Auswertungen durchgeführt, um Bewirtschaftungsverfahren zu finden, die einen Konsens zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft ermöglichen. Diese lassen sich aktuell zusammenfassen in:

- Feldversuche des Landwirtschaftlichen Versuchsreferates der Steirischen Landwirtschaftsschulen. Die relevanten Ergebnisse sind in ROBIER et al. (2010) zusammengefasst.
- Großparzellenversuche am ackerbaulichen Versuchsfeld Wagna, in welchen seit 1992 in Kombination mit den Untersuchungen des Stoffflusses in der ungesättigten Zone durch die Lysimeteranlage verschiedene grundwasserverträgliche Kulturfolgen auf Basis der Richtlinien für sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006) experimentell getestet werden.
- Modellberechnungen zu Stickstoffflüssen im Ackerland für eine grundwasserverträgliche Bewirtschaftung im Murtal (FEICHTINGER et al. 2010).
- Modellberechnungen zur Auswirkung von winterharten Gründecken auf den Stickstoffaustrag unterschiedlicher Kulturführungen (FEICHTINGER et al. 2005). Eine Auswertung der Versuche am Versuchsfeld Wagna und darauf aufbauende detailliertere Berechnungen unter Berücksichtigung von Schongebietsauflagen im westlichen und südwestlichen Leibnitzer Feld ergaben, dass die Anlage winterharter Gründecken nach Mais die Nitratkonzentration im Sickerwasser langfristig um etwa 20 % reduziert werden kann.

Alle Auswertungen ergaben, dass die aufgebrachte Düngermenge das entscheidende Glied in der Ursachenerkundung für erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser darstellt. Dabei sind alle Formen des Stickstoffinputs (mineralische Düngung, Wirtschaftsdünger, Eintrag aus der Atmosphäre, Leguminosen etc.) zu berücksichtigen. Wesentlich ist für die Erfassung der aufgetragenen Stickstoffmenge die Kenntnis der Wirtschaftsdüngerqualität. Zur Bilanzierung ist die Kenntnis der Erntemenge und des daran gekoppelten Stickstoffentzuges von essentieller Bedeutung, da unter den hier vorliegenden pedologischen und hydrometeorologischen Verhältnissen ein Bilanzüberschuss von etwa 35 kg N ha⁻¹ bereits zu einer mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser von etwa 50 mg l⁻¹ führt.

Zur Erreichung einer Grundwasserqualität (hinsichtlich Nitrat), die die flächenhafte Nutzung des Grundwassers erlaubt und gleichzeitig eine nachhaltige standortgemäße Bewirtschaftung des Bodens mit optimalen Erträgen (unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Kriterien) erlaubt erscheinen uns folgende Maßnahmen unverzichtbar:

- Düngebemessung grundsätzlich nach den Richtlinien für sachgerechte Düngung auf Basis einer mittleren Ertragslage für die Region. Bei Nachweis der realen Ertragserwartung über mehrere Jahre kann die Düngung daran nach oben angepasst werden, muss aber gegebenen-

falls auch nach unten korrigiert werden. Ausgehend von Ergebnissen steirischer Versuche erscheint beim Ölkürbis die in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Garten- und Feldgemüsebau (BMLFUW 2008b) empfohlene N-Düngermenge von 80 kg bei mittlerer Ertragslage (400 – 700 k/ha) als deutlich überhöht. Eine Halbierung dieser Empfehlung in den Richtlinien wird vorgeschlagen.

- Die Ausbringung von stickstoffhaltigem Dünger (z.B. Gülle) im Herbst soll – mit Ausnahme zu Rapsanbau – tunlichst generell unterbleiben. Die Stickstoff-Frühjahrsdüngung soll bedarfsgerecht knapp vor dem Anbau oder in die wachsende Kultur erfolgen. Zur Ausschöpfung des zugeführten Düngers ist eine optimale Pflanzenentwicklung und daher eine gesunde Kulturführung während der gesamten Vegetationsperiode eine grundlegende Voraussetzung.
- Anlage winterharter Gründecken. Schwarzbrachen sind jedenfalls zu vermeiden. Daher sind Sommer- und Winterzwischenfrüchte kurz nach der Ernte und mit entsprechender Saattiefe anzulegen, die erst kurz vor Anbau der nächsten Hauptfrucht eingearbeitet werden. Die Anlage von Begrünungen ist nach den Prinzipien der Minimalbodenbearbeitung durchzuführen, tieferes Lockern oder Wenden ist dabei unbedingt zu vermeiden.
- Das N-Management nach Leguminosen in der Fruchtfolge stellt einen wesentlichen Faktor für den qualitativen Grundwasserschutz dar, worauf besonders Bedacht zu nehmen ist. Der Umbruchstermin ist daher auf den zeitlichen Verlauf der Folgefrucht mit hohem N-Bedarf abzustimmen.

Bei Einhaltung dieser Grundsätze ist die Abfolge der Kulturarten (auch Mais in Monokultur) in der Fruchtfolgegestaltung **für den qualitativen Grundwasserschutz** ohne wesentliche Bedeutung. Für die Berücksichtigung sonstiger ökologischer Erfordernisse ist jedoch eine ausgewogene Fruchtfolgegestaltung von essentieller Bedeutung.

Wie bereits eingangs erwähnt ist davon auszugehen, dass eine flächenhafte Kontrolle der Maßnahmen aufgrund des erforderlichen Personal- und Untersuchungsaufwandes de facto nicht möglich ist. Um die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zur Reduktion der Nitratkonzentration im Grundwasser zu gewährleisten sind aus unserer Sicht folgende Aktivitäten notwendig:

- Aus- und Weiterbildung. Die Landwirte müssen sich mit grundwasserschonender ackerbaulicher Bewirtschaftung identifizieren. Dabei sind auch in der Landwirtschaft die Prinzipien der Nachhaltigkeit (Ökonomie – Ökologie – Soziales) zu berücksichtigen.
- Anlage und Führung von Musterflächen (mit N-Düngergaben entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung und Erfassung der Erträge) auf unterschiedlichen Standorten um die Heterogenität der Böden und die Unterschiedlichkeit der Witterung abdecken zu können. Anhand der Ergebnisse dieser Musterflächen können dann durchzuführende Messungen des mineralischen Reststickstoffgehaltes nach der Ernte hinsichtlich einer sachgerechten Düngung bewertet werden.

- Erstellung eines Nitratinformationsdienstes (am besten über Internet).
- Unterstützung der Landwirte in der Beratung durch Bilanzberechnungen sowie bei der Stickstoffbestimmung in Gülle, Boden und in der Pflanze.
- Aufzeichnungen zu den schlagbezogenen N – Input-/Outputbilanzen, die Entscheidungshilfe aber auch Erfolgsnachweis sind.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Ackerbauliche Maßnahmen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal“ im Auftrag der FA 19A, 17C, 10A und 3 der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführt.

Literatur

- BMLFUW, 2006: Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft.– 6. Aufl., 80 S., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLFUW, 2008: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2008 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen – Aktionsprogramm 2008. <http://recht.lebensministerium.at/article/archive/5630> (Jänner 2010).
- BMLFUW, 2008b: Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Garten- und Feldgemüsebau mit Kulturdatenblätter. 3. Aufl., 169 S., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- FEICHTINGER, F., G. DERSCH, J. FANK und J. ROBIER, 2010: Stickstoffflüsse auf Ackerland des Murtales in Hinblick auf grundwasserverträgliche Bewirtschaftung. 2. Umweltökologisches Symposium „Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft“. 02.-03.03.2010 Gumpenstein, A. a. O.
- FEICHTINGER, F., A. SCHEIDL und J. DORNER, 2005: ÖPUL 2000 – Begrünungsvarianten (Pkt. 2.22)“, "Evaluierung der wasserwirtschaftlichen Relevanz (Effizienz) einer Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter. Unveröff. Ber. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Inst. f. Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, 155 S.
- PODESSER, A. und H. WAKONIGG, o. J. a: Synthetische Karten. In: Pilger, H. (Proj. Leiter): Klimaatlas der Steiermark, Version 2, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. <http://www.umwelt.steiermark.at> (Dezember 2009).
- PILGER, H., o.J.: Klimaatlas der Steiermark, Version 2, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. <http://www.umwelt.steiermark.at> (Dezember 2009).
- ROBIER, J., G. DERSCH, J. FANK und F. FEICHTINGER: Effiziente und ineffiziente ackerbauliche Bewirtschaftungsformen zum Grundwasserschutz anhand von Versuchsergebnissen. 2. Umweltökologisches Symposium „Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft“. 02.-03.03.2010 Gumpenstein, A. a. O.