

4.2 Nitrat-Konzentration im Sickerwasser

Thomas Schmidt, Martin Volk und Marco Neubert

4.2.1 Anliegen und Problemstellung

Der Torgauer Raum ist eine ländlich geprägte Region mit ca. 50% landwirtschaftlicher Nutzfläche und etwa 35% Forst. Landnutzungsänderungen im Agrarbereich und die Entwicklung von Waldflächen wirken sich daher besonders stark auf die Grundwasserqualität aus. Auf der Grundlage von Statistikdaten zum Basisjahr 1993 und diversen Annahmen³⁵ für die Entwicklungsrahmen des Jahres 2030 wurden für die Szenarien R₁ bis R₄ und G₁ bis G₄ Daten zur Nitrat-Konzentration im Sickerwasser berechnet. Die Nitrat-Konzentration im Sickerwasser stellt einen wichtigen Indikator im Projekt dar.

Aus den Ergebnissen soll die relative Vorzüglichkeit einer bestimmten Landnutzungsänderung in Bezug auf die Grundwasserqualität abgebildet werden. Bei der Bewertung steht der relative Unterschied zwischen den Landnutzungsformen mehr im Vordergrund als die absolute Höhe der Stickstoffausträge. Die Landschaftseinheiten Gewässer und urbane Flächen wurden nicht berücksichtigt.

4.2.2 Methodisches Vorgehen

Zur Ermittlung der Nitrat-Konzentration im Sickerwasser muss die Grundwasserneubildung und der Nitrataustrag flächengewichtet berechnet werden. Die Grundwasserneubildungsrate wurde flächendeckend mit dem Abflussbildungsmodell ABIMO (Glugla/Fürtig 1997) simuliert (Volk et al. 2001). Die Nitratausträge unter Forst und Grünflächen entsprechen einem pauschalen Ansatz, der aus Literaturangaben abgeleitet wurde. Die C-/N-Dynamik auf ackerbaulich genutzten Standorten wurde mit dem Simulationssystem CANDY (Franko et al. 1994) berechnet.

a) Bewirtschaftung und N-Auswaschung

a.1) Forst

Waldökosysteme besitzen einen geringen N-Bedarf. Liegen die Einträge aus der Atmosphäre über diesen Belastungsgrenzen (Critical Loads), sind erhöhte Stickstoffausträge ins Grundwasser die Folge. Die Höhe der kritischen N-Einträge für Waldökosysteme liegt bei 10-20 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Dem steht eine aktuelle Belastung in Deutschland zwischen 20 und 70 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gegenüber (UBA 1995, S. 4 f. bzw. S. 28).

Nach Erhard (pers. Mitteilung) befinden sich die Waldböden der Dübener Heide (im Norden des Untersuchungsgebietes) nach wie vor in der Akkumulationsphase, d.h. dass auch bei hohem N-Sättigungsgrad nur relativ wenig Stickstoff in das Grundwasser ausgetragen wird.

³⁵ Die Landnutzungsszenarien sind in Messner et al. (2001) beschrieben.

Nach Messungen werden auf stark gesättigten Böden (Standorte Rösa und Taura) derzeit ca. 3 bis 4 kg N ha⁻¹ a⁻¹ ausgetragen (Erhard, pers. Mitteilung; Erhard 1999).

Trotz rückläufiger Tendenzen der N-Deposition ist zukünftig keine Reduzierung der N-Austräge aus Waldgebieten zu erwarten. Es muss dagegen davon ausgegangen werden, „[...] dass die N-Akkumulation des Waldbodens begrenzt ist, so dass nach dem Überschreiten des Sättigungswertes mit einem überproportionalen Anstieg der N-Auswaschung von Waldflächen zu rechnen ist“ (Werner/Wodsak 1994, S. 101).

Auch Gundersen (1995) beschreibt in Hinblick auf die sog. *N-Sättigungstheorie* (*N saturation hypothesis*) eine stark ansteigende Nitratauswaschung bei eintretender N-Sättigung von Waldböden. Diese These wird dabei von europaweit ausgewerteten Untersuchungen gestützt. Als Begründung der zunehmenden N-Sättigung werden die gestiegenen N-Eintragsraten der letzten Jahrzehnte genannt (Gundersen 1995, S. 1183 f.).

Die Entwicklung hin zur Stickstoffsättigung der Waldböden wird ebenso durch Untersuchungsergebnisse von Erhard (1999) bestätigt. Die Oberböden des Waldes in der Dübener Heide wiesen demnach 1992 zu etwa 59% einen maximalen und zu 30% einen optimalen Stickstoffgehalt auf. Dem gegenüber standen im Jahr 1967 zu ca. 75% geringe bzw. 16% optimale N-Gehalte. Das Gebiet der Dübener Heide unterliegt somit einer großflächigen Eutrophierung durch Deposition und Düngung (Erhard 1999). „Bei sehr hohen Stickstoffgehalten zeichnet sich jedoch eine Abnahme der Humusvorräte und damit der Stickstoffspeicherkapazität ab, so dass auf diesen Böden mit Stickstoffverlusten höchstwahrscheinlich in Form von erhöhten Nitratausträgen in das Grundwasser gerechnet werden muss“ (Erhard 1999).

Aufgrund dieser Informationen wurden für das Basisjahr 1993 Stickstoffausträge aus Wald- bzw. Forstflächen von 5 kg N ha⁻¹ a⁻¹ angenommen. Dabei ist keine Unterscheidung in Nadel- oder Laubwald möglich. Unterschiede treten aber möglicherweise bei der Berechnung infolge höherer Sickerwasserraten unter Laubwald auf, womit sich unterschiedliche N-Konzentrationen im Sickerwasser ergeben können.

Für die Zukunftsszenarien wurde davon ausgegangen, dass bis 2030 eine überwiegende Sättigung der Waldböden eintritt und damit die Nitratauswaschung erheblich ansteigt. Teilweise wird in der Literatur beschrieben, dass bei Überschreitung eines Eintrags von 10 bis 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹ die Böden nur ca. 50% der eingetragenen N-Menge aufnehmen bzw. speichern können (Werner/Wodsak 1994, S. 98). Auch Block (1995) beobachtete bei der Auswertung verschiedener Untersuchungen bei gesättigten Waldökosystemen eine Austragsrate von mindestens 50% des atmosphärischen Inputs (Block 1995, S. 91). Somit wurden für alle definierten Szenarien des Projektes 50% der atmosphärischen N-Einträge als Leachingrate angenommen (30 kg N ha⁻¹ a⁻¹). Dabei wird vorausgesetzt, dass die Depositionsmenge unverändert bleibt (Abb.1).

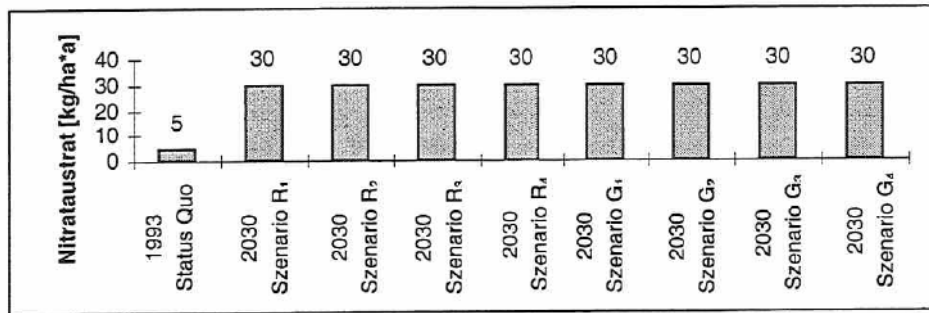


Abb. 1: Nitrataustrag unter Forst.

a.2) Grünland

Analog zum Forst wurde bei Grünlandflächen von einem Pauschalansatz ausgegangen, der jedoch intensive und extensive Bewirtschaftungsformen gesondert ausweist. Grünland unterliegt bei entsprechender Mähwiesennutzung einer sehr geringen Auswaschungsrate; bei einem hohen Anteil organischer Substanz im Oberboden. Walther et al. (1985) beschreiben eine sehr hohe Variabilität der Stickstoffausträge in Abhängigkeit von Standort und Düngung. Da sich die Grünlandstandorte hauptsächlich auf grundwassernahen Aueböden (Gleye und Pseudogleye) befinden, ist davon auszugehen, dass aufgrund der temporär anaeroben Verhältnisse im Wurzelraum ein Großteil des überschüssigen Stickstoff denitrifiziert wird. Für die extensive Bewirtschaftungsweise wurde eine Auswaschungsrate von $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angenommen, die intensive Variante mit $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Herzog et al. (2001) beschreiben die Annahmen zur Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung. Daraus abgeleitet ergibt sich eine Austragsrate für das Basisjahr 1993 von $8,9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, die den Status quo mit großräumig ausgewiesenen Wasserschutzgebieten beschreibt. Im Jahr 2030 ist bei gleichbleibender Schutzgebietsausweisung und extensiverer Landnutzung mit $7,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ -Austrag zu rechnen. Die Szenarien R₂, R₄, G₂, G₄ beschreiben die Rücknahme der Schutzzone 3b in Mockritz mit einer flächengewichteten Austragsrate von $7,9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Abb. 2).

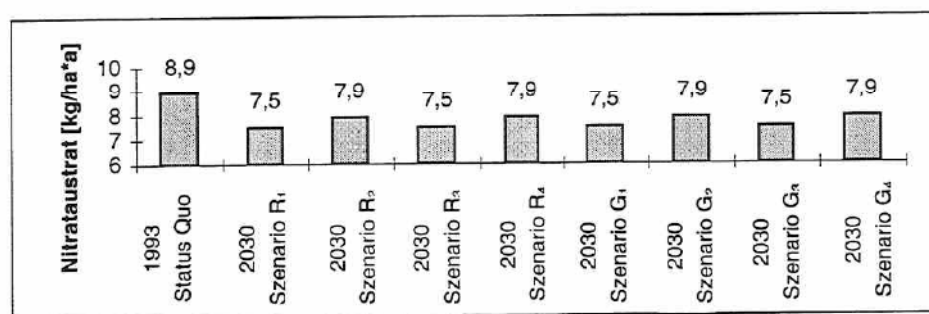


Abb. 2: Nitrataustrag unter Grünland (siehe Abb.1)

a.3) Ackerland

Um die ackerbaulichen Aktivitäten zu charakterisieren, wurde die Region in 4 Bereiche unterteilt, die sich in der Nutzung grundlegend unterscheiden: Die erste Untergliederung beschreibt den Bereich der Landschaftsformen Elbaue und Heide. Die Elbaue weist grundsätzlich ertragreiche Böden mit der Leitbodenform Vega auf. In den Heiden dominieren leichte Böden wie z.B. die Sand-Braunerde mit 60% Anteil am gesamten Ackerland. Eine weitere Differenzierung wurde in bezug auf Trinkwasserschutzgebiete (TWSG) getroffen, so dass insgesamt 4 Teilregionen zu definieren sind (s. Abb. 3):

- Elbaue (a) innerhalb und (b) außerhalb TWSG,
- Heide (c) innerhalb und (d) außerhalb TWSG.

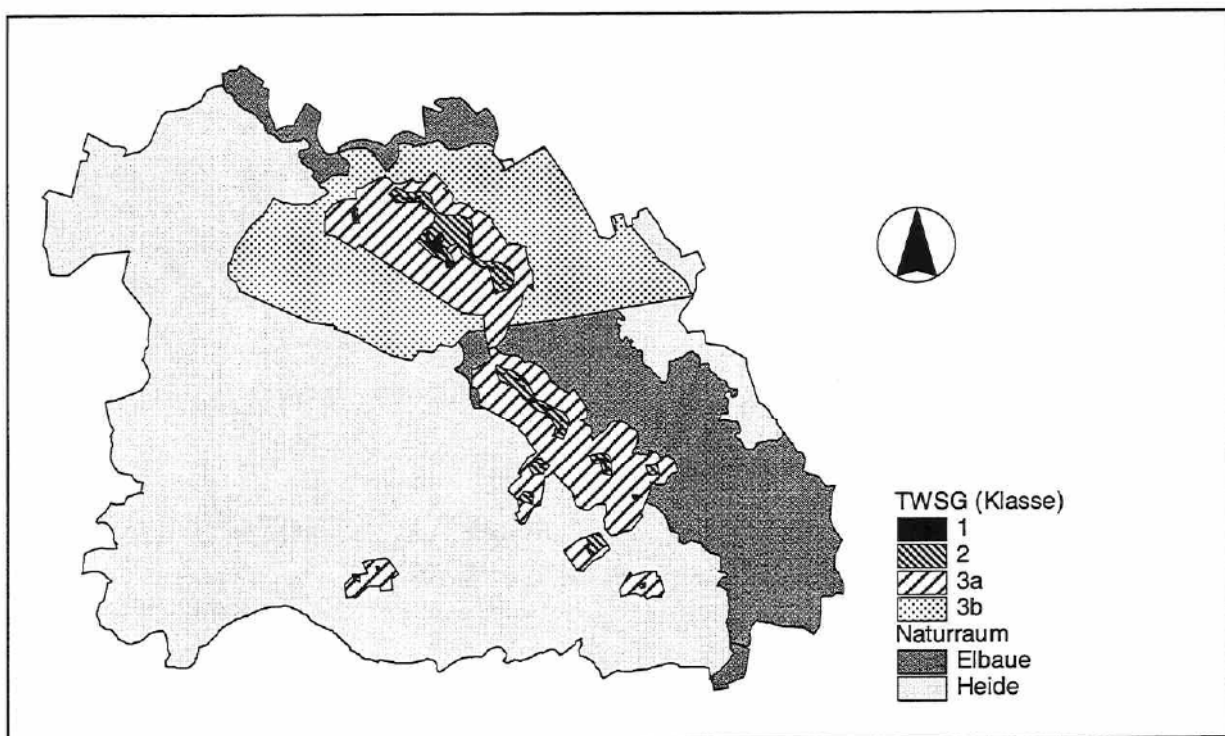


Abb. 3: Naturräume und Trinkwasserschutzgebiete (TWSG).

Innerhalb dieser Einheiten wurden für das Simulationssystem CANDY (Carbon and Nitrogen Dynamics, vgl. Franko 1996) jeweils 10 typische Betriebsformen definiert, die für ökologischen, integrierten (3 Stufen) und konventionellen Landbau je einen Marktfruchtbetrieb und einen Viehbetrieb ausweisen.

Als Datengrundlage wurden die Kreisstatistiken des Landkreises Torgau-Oschatz für das Jahr 1997 ausgewertet.

Die Stickstoffgaben wurden entsprechend der Düngungsempfehlung nach BEFU (Sächsisches Düngungsberatungsprogramm) angesetzt. Zur Berechnung des Düngereinsatzes wurden standardisierte Eingangsdaten zu Bodenform, Fruchtfolge, mineralischer Stickstoff im Boden und Bestandesentwicklung verwendet.

In der statistischen Auswertung wurden die Marktfruchtbetriebe gegenüber den Viehbetrieben mit dem Faktor 2 gewichtet, um das relative Verhältnis der Region annäherungsweise abzubilden.

Aus der Kombination aller Einflussfaktoren können 360 Einzelobjekte differenziert werden, die in Franko et al. (2001) schematisch dargestellt sind. Die einzelnen Kategorien zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Kategorien zur Identifikation der Einzelobjekte.

Kategorie	Objekte
Naturraum	Elbaue – Heide
Schutzstatus	Trinkwasserschutzgebiet - kein Trinkwasserschutzgebiet
Bewirtschaftungsintensität	ökologischer Landbau Integrierter Landbau mit Grundförderung Integrierter Landbau mit Zusatzförderung 1 Integrierter Landbau mit Zusatzförderung 2 Konventioneller Landbau
Betriebstyp	Marktfruchtbetrieb – Viehbetrieb
Bodenform	verschiedene Bodenformen

4.2.3 Datengrundlagen

a) Wetter

Das Klima im Torgauer Raum ist durch einen mittleren Jahresniederschlag von etwa 530 mm und einer Lufttemperatur im Jahresmittel bei ca. 9°C geprägt.

Die Klimadaten wurden von Messwerten der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Oschatz abgeleitet. Es liegen Werte für eine langjährige Messreihe (1984-1997) vor, die mit einem Korrekturfaktor von 1,04 für die Elbaue und 1,08 für Heidegebiete auf die Verhältnisse im Torgauer Raum angepasst wurden. Der Wettergenerator des CANDY-Systems errechnet daraus ein Zufallswetter für den Simulationszeitraum von 100 Jahren.

b) Boden

Aus der geologischen Karte gehen überwiegend Bildungen der Saaleeiszeit hervor. Hierbei handelt es sich meist um Sande und kiesige Sande unterschiedlicher Mächtigkeit, die auf tertiären (miozänen) Tonen lagern. Abhängig von der Mächtigkeit der über den Tonen lagernden Schichten haben sich vor allem Braunerden und Pseudogleye herausgebildet. Neben den quartären Bildungen treten holozäne Ablagerungen auf, die sich in nennenswertem Umfang in der Elbaue befinden. Hier sind in der Folge hauptsächlich aus vorwiegend lehmigen und tonigen Substraten Vegen bzw. aus sandigen Substraten Paternen entstanden.

Die für die Simulation verwendeten Bodenparameter wurden auf der Grundlage der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) und Beschreibungen nach Kundler (1989) sowie eigenen Bodenansprachen und Laboruntersuchungen festgelegt.

Die Untersuchungsergebnisse und Profilabbildungen befinden sich in Anlage 1 am Ende dieses Kapitels.

Im Torgauer Raum treten nach der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung 32 verschiedene Bodenformen auf. Für die CANDY-Simulationsrechnungen wurden daraus die 9 häufigsten Bodenformen für Elbaue und Heide ausgewählt, die über 99% der Landfläche repräsentieren. Die Auswertung berücksichtigt die prozentualen Anteile innerhalb einer Teilregion (Tab. 2).

Tab. 2: Anteil der Bodenformen am gesamten Ackerland.

Bodenform	Anteil am gesamten Ackerland [%]	
	Elbaue	Heide
Vega	76	1
Braunerde	4	60
Pseudogley	0	5
Braunerde-Podsol	0	1
Lös-Staugley	2	5
Vega-Gley	1	3
Gley-Pseudogley	10	0
Pseudogley-Parabraunerde	3	22
Braunerde-Parabraunerde	4	4

Die CANDY-Simulations-Dateien in Anlage 1 enthalten die verwendeten Parameter zur Profil- und Horizontbeschreibung.

4.2.4 Auswertung

Die Simulationen der Ackerbausysteme erfolgten über einen fiktiven Zeitraum von 100 Jahren.

Zur Auswertung wurden die Jahre 50 – 100 herangezogen, die ein konstantes umsetzbares Kohlenstoffniveau im Boden aufweisen ($C_{\text{ums}} \pm 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$), d.h. die Umsatzprozesse im Boden befinden sich in einer stationären Phase (steady-state, entspr. Gleichgewichtszustand) und die Immobilisierung des Stickstoffs ist gleich der Mobilisierung.

Nach Berechnung der N-Auswaschungsraten mit dem CANDY-System erfolgte die Auswertung in einer Excel-Datei. Die Übertragung und Summenbildung aus Text-Dateien in das Excel-Arbeitsblatt leistete ein Visual-Basic-Programm (s. Anlage 1 am Kapitelende).

a) Simulationsergebnisse

Abbildung 4 zeigt die N-Auswaschung nach o.a. Raumeinheiten und Intensitätsstufen getrennt.

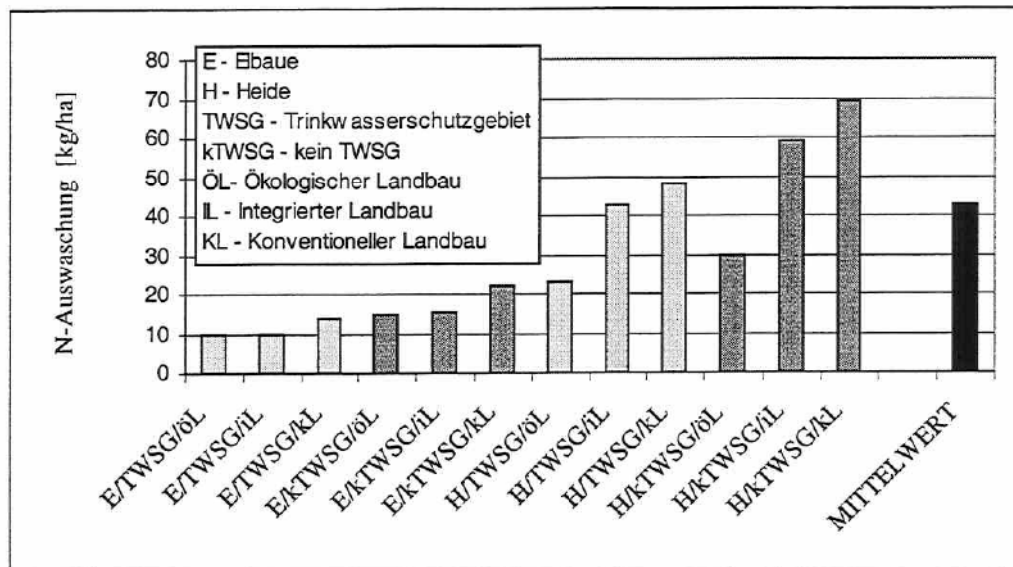


Abb. 4: N-Auswaschung unter Ackerland (Intensitätsstufen).

Die Auswaschungsverluste sind in der Elbaue mit Werten zwischen 8 und 23 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ relativ gering im Verhältnis zur Heideregion (24 bis 68 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$). Die Restriktionen im TWSG wirken sich im integrierten und im konventionellen Landbau mit ca. 30% Niveauunterschied deutlich aus.

Der ökologische Landbau ist von dieser Unterscheidung nur in Bezug auf Zwischenfruchtanbau betroffen. Daher ergeben sich nur geringe Unterschiede innerhalb der Raumeinheiten. Höhere N-Verluste können temporär auf leichten Standorten auftreten, wenn nach Leguminosenanbau besonders viel Stickstoff im Boden verbleibt, der dann im Folgejahr mineralisiert und unter besonderen Umständen nicht ausreichend vom Pflanzenbestand aufgenommen wird.

Aus den Flächenanteilen des Basisjahres und den verschiedenen Landnutzungsvarianten für das Jahr 2030 lassen sich gewichtete Austragsraten ableiten (Abb. 5).

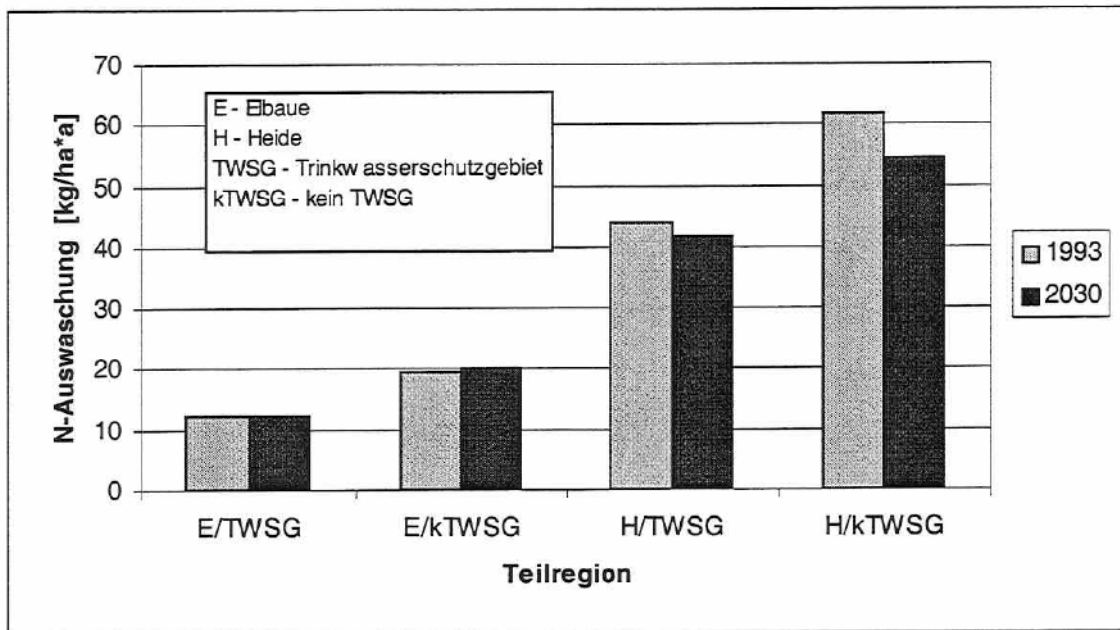


Abb. 5: Nitrat-Austrag unter Ackerland (Teilregionen).

Entsprechend der festgelegten Gewichtungsfaktoren einzelner Ackerbauintensitäten verändern sich die Austragsraten positiv. Die prognostizierte Tendenz zur Extensivierung wirkt besonders in den Heidegebieten mit einer reduzierten Austragsrate von $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ im TWSG bzw. $6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ außerhalb. Das Elbtal wird voraussichtlich außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten aufgrund ertragreicher Böden intensiver bewirtschaftet. Dadurch ist eine Verschlechterung von ca. $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zu erwarten, wohingegen im TWSG die berechnete Austragsrate gleich bleibt.

Aufgrund der unterschiedlichen Landnutzungsintensitäten für den Status Quo und die Szenarienansätze ergeben sich die in Abbildung 6 ausgewiesenen Auswaschungsverluste.

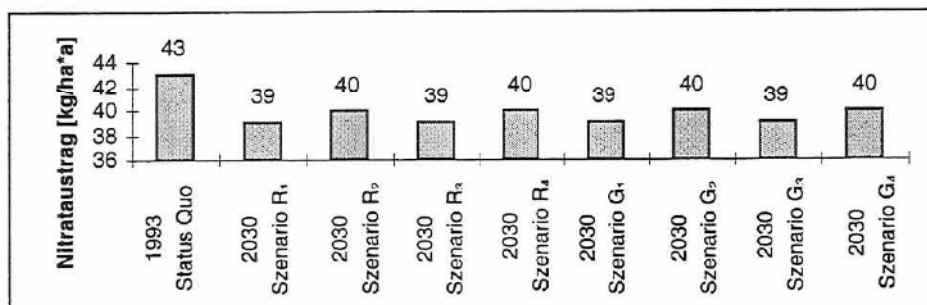


Abb. 6: Nitratustrag unter Ackerland (szenarienbezogen).

Im Jahr 1993 (Status Quo) ist mit $43 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zu rechnen. Die prognostizierte Extensivierung macht sich bei allen Szenarien bemerkbar. Die Szenarien R_1 , R_3 , G_1 und G_2 repräsentieren eine Landnutzung, welche die Ausweisung von TWSG wie 1993 beinhaltet (Nitrataustrag: $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$), die Szenarien R_2 , R_4 , G_2 , und G_4 liegen aufgrund der Rücknahme der Schutzzone 3b in Mockritz ca. $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ höher.

b) Regionalisierte Aussagen zum Stickstoffhaushalt

Die Szenariorechnungen beruhen auf den Nutzungsannahmen für optimistische und realistische Entwicklungsannahmen (Horsch et al. 2001). Daraus ergeben sich unterschiedliche Flächenverhältnisse für Landnutzungstypen und unterschiedliche Intensitätsniveaus im Agrarbereich, die sich auf den Gesamtstickstoffaustrag und die Grundwasserbildung auswirken.

4.2.5 Ergebnisse

a) Nitrat-Konzentration

Der Stickstoffaustrag ins Grundwasser ist im 'steady-state' von der Sickerwassermenge und den N-Salden abhängig. Die N-Salden sind Stickstoffverluste, die teilweise gasförmig in die Atmosphäre entweichen und teilweise mit dem Sickerwasserstrom ins Grundwasser eingetragen werden.

Die Sickerwasser-Konzentration errechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{NO}_3\text{-Konzentration [mg/l]} = \text{N-Austrag [kg/ha]} / \text{Sickerwasser [mm]} * 4,43 * 100 \quad (1)$$

Abbildung 7 zeigt die mittlere Nitrat-Konzentration im gesamten Bilanzgebiet.

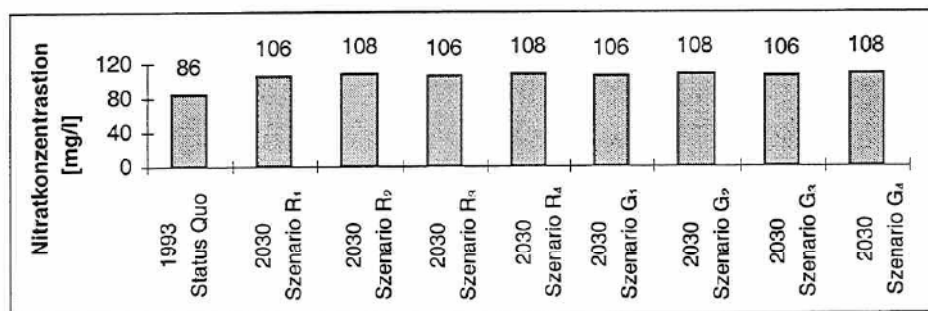


Abb. 7: Nitrat-Konzentration im Sickerwasser.

Auffallend ist der deutliche Anstieg der Nitrat-Konzentration von 1993 (86 mg/l) bis zum Niveau von 2030 (106-108 mg/l), der auf höhere Austragsraten unter Forst zurückzuführen ist. Die Differenzen zwischen den Szenarien des Jahres 2030 ergeben sich aus den unterschiedlich ausgewiesenen TWSG. Die Szenarien R_1 , R_3 , G_1 , und G_3 (106 mg/l) repräsentieren

den Stand mit den aktuell vorhandenen Schutzzonen, wohingegen die Szenarien R₂, R₄, G₂ und G₄ (108 mg/l) die Rücknahme der Wasserschutzzone 3 des Wassereinzugsgebietes Mockritz unterstellt. Versiegelungsaktivitäten, Kiesabbau und Aufforstungsmaßnahmen spielen bei der Betrachtung des Gesamttraumes eine untergeordnete Rolle.

b) Unsicherheiten

b.1) Stickstoffaustrag

Ackerland

Die Unsicherheiten werden durch strukturelle Variationsparameter wie Modellgenauigkeit und Kartengrundlage sowie durch die Eingangsparameter Klima, Boden, N-Düngung und Bedeckungsgrad bestimmt. Alle Variablen sind voneinander unabhängig.

Die Modellgenauigkeit und die Ergebnisse zur Flächenberechnung liegen bei $\pm 5\%$.

Der Parameter Klima kann durch Messungenauigkeit und Fehler beim Interpolieren im Bereich von $\pm 7\%$ angegeben werden. Innerhalb der Projektregion wurden zwei Niederschlagsgebiete definiert, die eine Schwankungsbreite von 6% aufweisen. Die Unsicherheit bei den Bodenparametern ist im Wesentlichen von der nutzbaren Feldkapazität abhängig, die um ca. $\pm 10\%$ variiert. Der Bedeckungsgrad ist von der Fruchtart und vom Erntezeitpunkt abhängig. Innerhalb des vorliegenden Fruchtartenspektrums sind keine relevanten Unterschiede auszuweisen. Der Erntezeitpunkt kann je nach Witterung und Arbeitsorganisation um 14 Tage variieren; dies entspricht einer Unsicherheit von $\pm 12\%$. Die N-Düngung variiert um $\pm 45\%$. Ein Anteil von 30% ist die Ungenauigkeit bei der Ausbringtechnik. Bis auf ca. 15% genau kann die Düngungsempfehlung nach BEFU errechnet werden. Insgesamt wurde die Unsicherheit beim N-Austrag unter Ackerflächen auf +50 % und -25% geschätzt.

Grünland und Forst

Die pauschal prognostizierten Austragsraten für Forst und Grünland erlauben nur eine grobe Abschätzung der Unsicherheiten. In dieser Betrachtung wurden $\pm 50\%$ in Ansatz gebracht.

b.2) Grundwasserneubildung

Die Unsicherheiten im Bereich der Grundwasserbildung beschreiben Volk et al. (2001).

c) Gesamtbetrachtung

Abbildung 8 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Unsicherheiten.

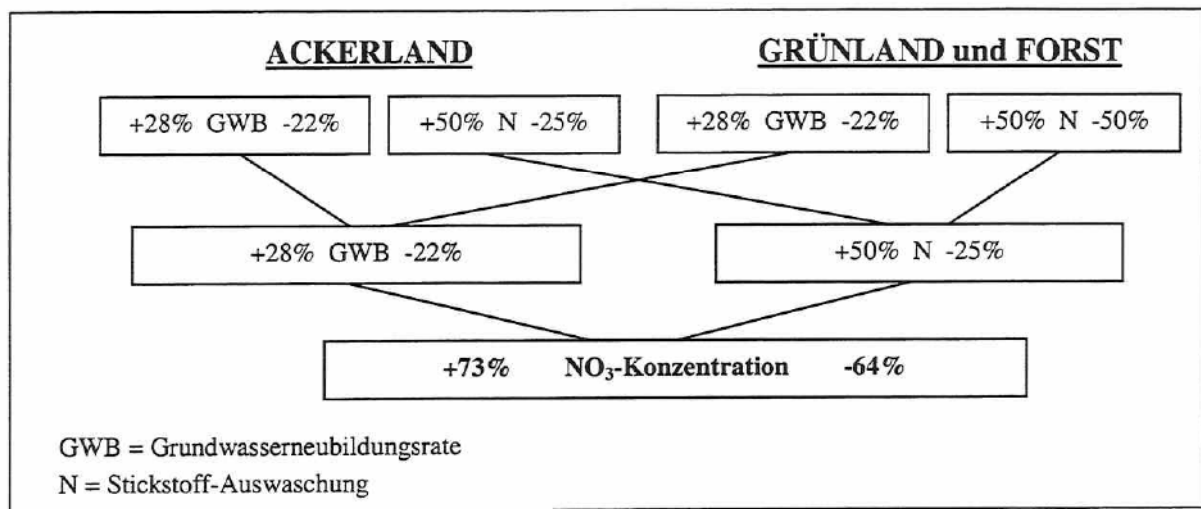


Abb. 8: Unsicherheiten bei der Berechnung der Nitrat-Konzentration im Sickerwasser.

Aus der Addition der Unsicherheitsparameter „Nitrataustrag“ und „Grundwasserbildung“ errechnet sich eine Spannweite von -64 bis +73%.

4.2.6 Schlussfolgerung

Trotz der relativ großen Unsicherheit der abgebildeten Sickerwasserqualität kann ein Vorteil für die Szenarien R₁, R₃, G₁ und G₃ – also für den Erhalt der Trinkwasserschutzzone 3 – in Bezug zur Grundwasserqualität ausgewiesen werden, da sich die Schwankungsbreite ausschließlich auf die real zu erwartenden Konzentrationen bezieht und nicht auf die Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien. Real (unter Berücksichtigung der Schwankungsbreite) liegt die Nitrat-Konzentration in Jahr 2030 zwischen 38 und 183 mg/l (Szenarien R₁, R₃, G₁ und G₃) bzw. 39 und 189 mg/l (Szenarien R₂, R₄, G₂ und G₄).

Ein großer negativer Einfluss wirkt über die Auswaschungsrate unter Forst. Hier existiert allgemein noch wenig Systemkenntnis bezüglich der Critical Loads und der N-Sättigungstheorie.

Eine nachhaltige Landbewirtschaftung hinsichtlich der Nitratbelastung des Grundwassers ist nur dann gegeben, wenn der kritische Grenzwert von zurzeit 50 mg/l sicher unterschritten wird. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist dies aber nur gegeben, wenn die landwirtschaftliche Nutzfläche komplett in extensive Mähwiesennutzung umgewandelt wird und die prognostizierten Unsicherheiten nicht im negativen Bereich liegen (Tab. 3).

Tab. 3: Grenzwertbetrachtung.

Flächennutzung	NO ₃ -Austrag [kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	GWB [mm]	Flächenanteil [%]
Ackerland	40	161	0
Grünland	5	129	64
Forst	30	94	36
Flächengewichteter Mittelwert der Nitrat-Konzentration:		47 mg/l	
Unsicherheitsbereich:		17–81 mg/l	

Ein pessimistischer Ansatz für den langfristig zu erwartenden Nitrataustrag unter Forst von 30 kg ha⁻¹ a⁻¹ und 5 kg ha⁻¹ a⁻¹ unter Grünland führt zu einem flächengewichteten wahrscheinlichsten Wert von 47 mg l⁻¹. Die Ergebnisse sowie die Werte zur Nitrat-Konzentration im Sickerwasser des Trinkwasserschutzgebietes Mockritz (vgl. Franko et al. 2001) gingen in die multikriterielle Bewertung ein.

Anlagen zum Kapitel 4.2

Die Anlagen sind unter http://www.bdf.ufz.de/HTML_Download_ext.html

>>> Torgauer_Raum zu finden.

Anlage 1: Dateien zum Download

Profilansprache 7	Feldbodenkundliche Untersuchungen von Böden ackerbaulich genutzter Flächen bei Torgau
Profil 1	Abbildungen des untersuchten Bodenprofils 1 bei Torgau
Profil 2	Abbildungen des untersuchten Bodenprofils 2 bei Torgau
Profil 3	Abbildungen des untersuchten Bodenprofils 3 bei Torgau
Profil 4	Abbildungen des untersuchten Bodenprofils 4 bei Torgau
Profil 5	Abbildungen des untersuchten Bodenprofils 5 bei Torgau
Bodenuntersuchung	enthält die physikalischen Parameter der untersuchten Böden
Simulationsobjekte	zeigt alle 40 verschiedenen Betriebssysteme in tabellarischer Form
Struktur	Struktur der ackerbaulichen Aktivitäten im Torgauer Raum (mit Gewichtungsfaktoren)

Interner Teil:

CANDY	Programm-, Profile-, Horizonte-, Festdaten- und Maßnahmen-Dateien, sowie das komplette Sysdat-Verzeichnis und die bat-files
Auswertung	Excel-Sheet incl. Makros
ArcView	alle projektrelevanten ArcView GIS Coverages

Integriertes Bewertungsverfahren und seine beispielhafte Anwendung im Torgauer Raum

Helga Horsch,¹⁾ Frank Messner¹⁾ und Martin Volk²⁾ (Hrsg.)

- 1) Sektion Ökonomie, Soziologie und Recht
- 2) Sektion Angewandte Landschaftsökologie