

Mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser [mg/l] 2049-2058

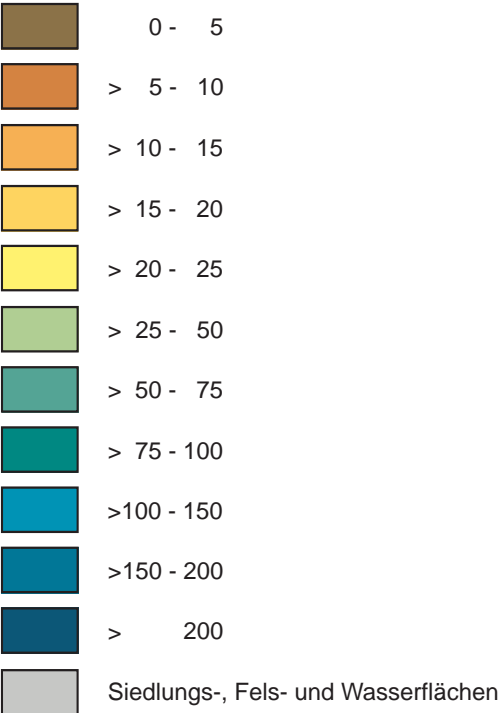


Diagramme a-d:
Änderungen der Nitratkonzentration
und der Nitratfracht im Sickerwasser
relativ zur Referenz 1996-2005

Die Berechnungen fanden unter
dem Klimatrend *REMO regional*
und der Klimavariante *Baseline* statt.

GLOBAL CHANGE ATLAS EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:
GLOWA-Danube-Projekt, Ludwig-Maximilians-Universität München

3.3.3 Teilprojekt Ökosysteme/Pflanzenökologie Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Nitratauswaschung

Rastergröße: 1 x 1 km²
Maßstab: 1: 1.700.000

Datengrundlage:
DANUBIA-Bodenarten
DANUBIA-Organische Bodeneigenschaften
DANUBIA-Landbedeckung und Landnutzung
Ergebnisse des statistischen Klimaantriebs-Generators
(siehe Kapitel S3): Klimatrend *REMO regional*, Klimavariante *Baseline*

Autoren:
C.W. Klar, T.G. Reichenau, K. Schneider
Geographisches Institut der Universität zu Köln

Grafik:
Abt. Kartographie
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,
Ludwig-Maximilians-Universität München

3.3.3 Teilprojekt Ökosysteme/Pflanzenökologie - Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Nitratauswaschung

1. Einleitung

Die Nitratauswaschung ist einer der bedeutendsten Einflussfaktoren auf die Grundwasserqualität. Sie wird sowohl durch natürliche (klimatische, pedologische) als auch durch anthropogene (Bewirtschaftung) Faktoren beeinflusst.

Als Folge des Klimawandels kommt es durch den Temperaturanstieg zu einer Intensivierung der biogeochemischen Umsatzprozesse im Boden. Dies führt zu einer Beschleunigung der mikrobiellen Stickstoffumsetzungen und damit auch zu einer potenziell höheren Nitratverfügbarkeit. Raum-zeitliche Änderungen des Niederschlags modifizieren die Grundwasserneubildung, die ihrerseits eng mit der Nitratauswaschung gekoppelt ist. Der Mensch steuert über die Wahl der Landnutzung sowie deren Bewirtschaftung (z.B. Düngung) den Stickstoffhaushalt maßgeblich. Allgemein lässt sich folgende Reihenfolge der Nitratauswaschungsgefährdung für unterschiedliche Kulturen beobachten: Hackfrüchte > Getreide > Grünland (Frede & Dabbert, 1999). Bewirtschaftungsfaktoren wie die Düngungsmenge sowie die Saat-, Ernte- und Düngungstermine beeinflussen den Bodenstickstoffhaushalt zusätzlich.

Sowohl die Folgen des Klimawandels als auch die infolge neuer agrarpolitischer Schwerpunktsetzungen geänderte Landnutzung werden die zukünftige räumliche Verteilung und die Höhe der Nitratauswaschung im Einzugsgebiet der Oberen Donau beeinflussen.

Die Abschätzung erfordert daher den Einsatz eines Instruments, das in der Lage ist, die wechselseitigen Beziehungen der Prozesse, die den Bodenstickstoffhaushalt bestimmen, transdisziplinär und dynamisch zu beschreiben. Für diese Aufgabe eignet sich DANUBIA in besonderer Weise, weil damit Modellschnittstellen zwischen dem natürlichen Stickstoffhaushalt (siehe Kapitel 2.8.3) und der akteurgesteuerten Bewirtschaftung bereitgestellt werden (siehe Kapitel 2.9.2).

In diesem Beitrag werden die Folgen des Klimawandels auf die Nitratauswaschung isoliert betrachtet, um klimatisch bedingte Veränderungen von agrarökonomischen Effekten trennen zu können. In Kapitel 3.3.4 wird dann zusätzlich auch der Einfluss der Agrarpolitik auf die Stickstoffflüsse berücksichtigt.

2. Modellverbund „Landwirtschaft“

In DANUBIA lassen sich je nach Aufgabenstellung verschiedene sektorale Modelle zu einem aufgabenspezifischen Modellverbund zusammenfassen.

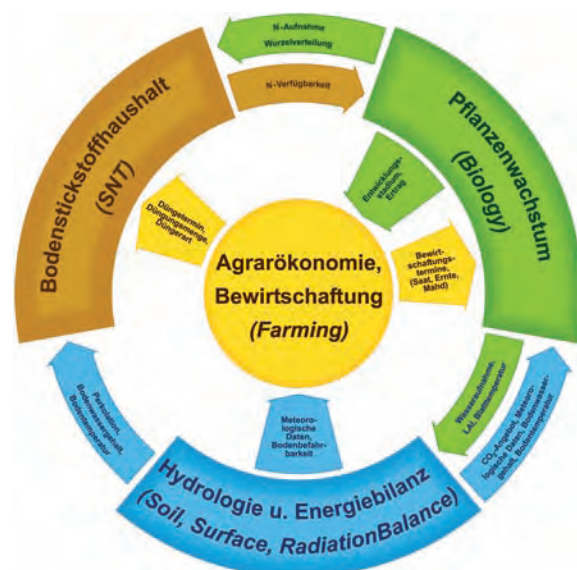


Abbildung 3.3.3.1: Wesentliche Wechselwirkungen im Modellverbund „Landwirtschaft“.

Die am Modellverbund „Landwirtschaft“ beteiligten Modelle und die wesentlichen Interaktionen sind in Abbildung 3.3.3.1 illustriert und in Kapitel 3.3.1 überblicksartig beschrieben. Ausführlichere Informationen über Funktionsweise und Validierung des Pflanzenwachstums- sowie des Bodenstickstoffmodells sind in Lenz-Wiedemann et al. (2010) und in Klar et al. (2008) dargestellt.

3. Szenarioannahmen

Die hier gezeigten Szenarioergebnisse beruhen auf einer Reihe von Annahmen über die zukünftige klimatische Entwicklung als auch über die Ausrichtung der Agrarpolitik. Entsprechend den Vorgaben der Szenariogenerierung in GLOWA-Danube wurde für die im Rahmen dieser Studie

vorgestellten Ergebnisse folgendes Klimaszenario verwendet:

- Klimatrend *REMO regional* (siehe Kapitel S1 und S2)
- Klimavariante *Baseline* (siehe Kapitel S3 und S4)

Um den Einfluss der Agrarpolitik zu eliminieren, wurde das im Modellverbund „Landwirtschaft“ enthaltene agrarökonomische Modell ACRE deaktiviert (siehe Kapitel 2.9.2). Damit resultieren Änderungen der Nitratauswaschung im Szenario ausschließlich auf klimabedingten Effekten. Dieses Szenario wird im Folgenden als *Climate Only*-Szenario bezeichnet.

Die klimatischen Änderungen zwischen Referenzzeitraum und Szenariozeitraum sind in Tabelle 3.3.3.1 auf Landkreisebene dargestellt.

	Dingolfing	Ostallgäu	Landsberg	Günzburg
Lufttemperatur [°C]	+2,9	+3,0	+2,8	+2,8
NS ^a Gebiet [mm/a]	-81	-113	-222	+43
NS Sommer ^b [mm]	-64	-99	-175	-3
NS Winter ^c [mm]	-17	-14	-47	+46
CO ₂ [ppm]	+171	+171	+171	+171

Tabelle 3.3.3.1: Änderung der Klimakenngrößen im Klimaszenario *REMO regional* – *Baseline* in ausgewählten Landkreisen (2049-2058) im Vergleich zum Referenzzeitraum (1996-2005).

4. Darstellung der Ergebnisse

Analog zu Kapitel 3.3.1 werden Ergebnisse für vier ausgewählte Landkreise gezeigt. Durch die unterschiedlichen Standortverhältnisse in Bezug auf die naturräumliche Ausstattung (siehe Tabelle 3.3.1.2) sowie die agrarökonomischen Bedingungen (Landnutzung, Betriebsstruktur) ist mit großen Unterschieden bei der Nitratauswaschung zu rechnen.

Die Quantifizierung der Szenarioeffekte auf die Nitratauswaschung erfolgt durch den Vergleich der Szenarioergebnisse mit Referenzwerten. Dabei beziehen sich die Referenzwerte auf den modellierten Mittelwert der Jahre 1996 bis 2005, während die Szenariodaten den Mittelwert für den Zeitraum 2049 bis 2058 repräsentieren.

Auf der nebenstehenden Karte ist die räumliche Verteilung der Nitratauswaschung – definiert als Nitratkonzentration (mg/l) im Sickerwasser der ungesättigten Bodenzone – für die ausgewählten Landkreise unter den Bedingungen des Klimaszenarios *REMO regional* – *Baseline* dargestellt. Die nebenstehenden Diagramme a bis d zeigen die kulturgruppenspezifischen Änderungen der Nitratkonzentration im Sickerwasser für jeden Landkreis im Vergleich zu den Referenzwerten.

Dargestellt sind hier neben den Nitratkonzentrationen auch die Änderungen der Nitratfrachten (%) aus der ungesättigten Bodenzone.

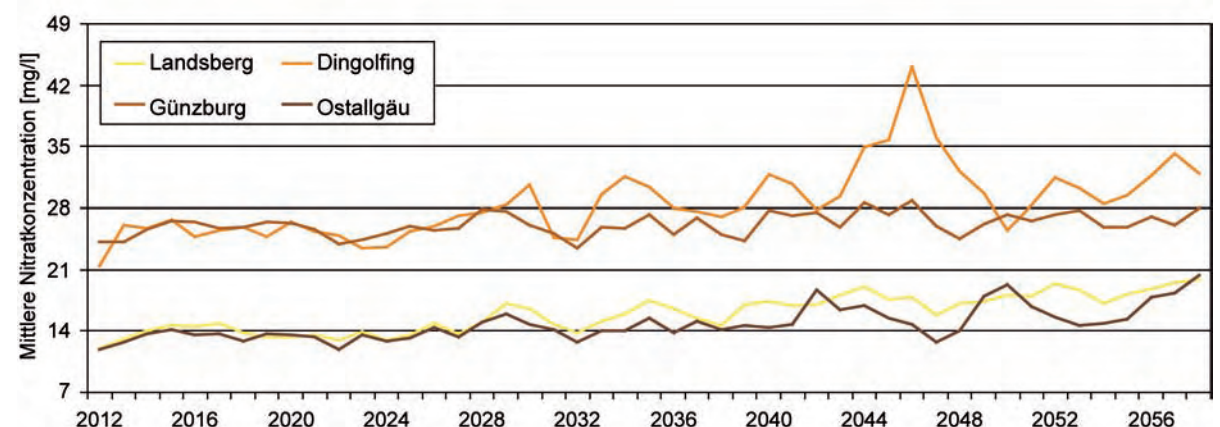


Abbildung 3.3.3.2: Entwicklung der mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser über die Jahre 2012 bis 2058 für die ausgewählten Landkreise unter dem Klimaszenario *REMO regional* – *Baseline*.

Die Landkreismittel der Nitratkonzentration (siehe Abbildung 3.3.3.2) variieren im Klimaszenario *REMO regional* – *Baseline* zwischen 10 und 44 mg/l. Höhere Werte kommen nur punktuell vor, insbesondere dort, wo auf organischen Böden intensiv Ackerbau betrieben wird (z.B. Günzburg, siehe Karte). Für den Gesamtzeitraum wurde eine leichte Zunahme der Nitratbelastung des Sickerwassers berechnet. In Jahren mit reduzierter Perkolationsrate können Maximalwerte wie z.B. in Dingolfing auftreten (siehe Abbildung 3.3.3.2 und 3.3.3.3). Diese Reduktion führte trotz einer eben-

falls abnehmenden Nitratfracht bei der Mehrheit der untersuchten Landkreise und Kulturgruppen zu einer Konzentrationserhöhung.

Die kulturgruppenspezifische Analyse der Klimaeffekte auf die Nitratauswaschung zeigt zum Teil gegensätzliche Reaktionen.

Wintergetreide nimmt als Folge der Temperaturerhöhung und der damit einhergehenden Zunahme der Biomasseproduktion deutlich mehr Stickstoff auf. Der Stickstoffbedarf wird größtenteils durch eine höhere Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz (ca. +40 %) gedeckt, wobei die zusätzliche Stickstoffaufnahme die Menge des zusätzlich freigesetzten Stickstoffs übertrifft. In der Bilanz führt dieser Effekt zu einer Verringerung der Nitratfracht. Durch den Rückgang der Perkolationsrate um bis zu -30 % (siehe Abbildung 3.3.3.3) steigt die Nitratkonzentration unter Wintergetreide dennoch an.

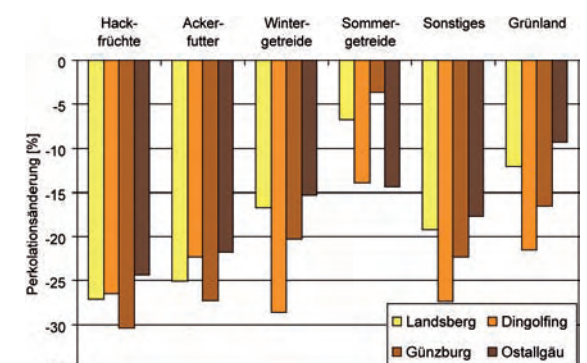


Abbildung 3.3.3.3: Änderungen der mittleren Perkolationsrate im Szenariozeitraum (2049-2058) relativ zur Referenz (1996-2005).

Im Gegensatz zu Wintergetreide wird für Grünland mit Ausnahme von Günzburg eine Zunahme der Nitratfracht modelliert. Besonders in den von Grünland dominierten Landkreisen Landsberg und Ostallgäu wird dieser Effekt sichtbar (siehe Karte sowie Abbildungen c und d). Im Modell wurde ein leichter Rückgang der Stickstoffaufnahme für Wiesen berechnet. Eine wahrscheinliche Ursache hierfür sind die an die aktuellen klimatischen Verhältnisse angepassten Düngungstermine. Im Szenario wachsen die Wiesen schneller, wodurch sich die Phase der Stickstoffaufnahme verkürzt. Zum Düngungszeitpunkt befinden sich die Wiesen dann bereits im Entwicklungsstand der Reife, in dem der Stickstoffbedarf und damit die Stickstoffaufnahme gering sind. In Kombination mit den etwas höheren Mineralisierungsraten steht daher mehr Nitrat für die Auswaschung zur Verfügung. Die Modellergebnisse spiegeln des Weiteren eine Reduktion des mineralischen Stickstoffgehalts am Ende der Anbauperiode wider, die eine Anpassung des Düngungsmanagements erfordert.

Allgemein zeigen die Modellergebnisse, dass die Klimaänderungen allein zu keinen gravierenden Änderungen bei der Nitratauswaschung führen. Aus Sicht des Gewässerschutzes sind durch geeignete Adaptionen beim Düngungsmanagement

(z.B. angepasste Düngetermine) die Klimafolgen kompensierbar.

Literatur

- Frede, H.-G. & Dabbert, S. (1999): *Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft*. Ecomed, Landsberg.
- Klar, C.W., Fiener, P., Neuhaus, P., Lenz-Wiedemann, V.I.S. & Schneider, K. (2008): *Modelling of soil nitrogen dynamics within the decision support system DANUBIA*. Ecol. Mod., 217, 181-196.
- Lenz-Wiedemann, V.I.S., Klar, C.W. & Schneider, K. (2010): *Development and test of a crop growth model for application within a Global Change decision support system*. Ecol. Mod., 221, 314-329.