

Werkzeuge für Modelle einer nachhaltigen Raumnutzung

Workshop 22.9.2011, Wien

Nitrate Belastung des Grundwassers: Einflussfaktoren und Indikatoren

Christine Heumesser
Erwin Schmid
Katharina Wick

Universität für Bodenkultur



Motivation (1)

- Die OECD Stickstoffbilanz wird häufig dazu verwendet die Nitratbelastung im Boden zu schätzen.
- Die OECD Stickstoffbilanz ist ein **theoretisches Konzept** :
“.. calculation can be used as a **proxy** to reveal the status of environmental pressures (...)” (OECD, 2008)
- "Caution is required in linking trends in nutrient balances and environmental impacts, as the balances only **reveal the potential for environmental pollution** and are not necessarily indicative of actual resource depletion or environmental damage" (OECD, 2008)

Motivation (2)

- Die OECD Stickstoffbilanz wird häufig kritisiert, die Nitratbelastung nicht adäquat messen zu können.
- Diese Studien konzentrieren sich vor allem auf
 - Kleinflächige Gebiete, experimentelle Felder, Farmen,...
 - Begrenzten Zeitraum
 - Korrelationsanalysen, ohne wichtige exogene Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

(Schroeder et al. (2004), Buczko et al. (2010), Sieling and Kage (2006), Rankinen et al. (2007), Korsæth and Eltun (2000), Salo and Turtola (2006), Oenema et al. (2003)).

Forschungsfragen

- Welche Faktoren beeinflussen die Nitratbelastung des Grundwassers?
- Ist die OECD Stickstoffbilanz ein geeigneter Agrarumweltindikator um die Nitratbelastung des Grundwassers zu bestimmen?
- Wie kann die OECD Stickstoffbilanz verbessert werden?

Methode: Regressionsanalyse

Daten (1)

- **Cross section:** ca. 1238 Gemeinden, **Zeitdimension:** Jahre
- **Nitrate Konzentration** im Österreichischen Grundwasser in mg/l (1992-2008) (Quelle: Umweltbundesamt; Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß Hydrographiegesetz i.d.F. des BGBl. Nr. 252/90 (gültig bis Dezember 2006) bzw. Gewässerzustandsüberwachung in Österreich gemäß Wasserrechtsgesetz, BGBl. N 123/06, BMLFUW, Sektion VII/Abteilung Nationale Wasserwirtschaft; Ämter der Landesregierungen)
- **OECD Stickstoffbilanz** (Berechnung nach dem "OECD Gross Nitrogen Balance Handbook", 2007), pro Gemeinde, 2003 – 2007:

OECD Stickstoffbilanz =	
Total Nitrogen Inputs	– Total Nitrogen outputs
i. biological nitrogen fixation	withdrawals of harvested crop
ii. atmospheric deposition of nitrogen compounds	and forage.
iii. livestock manure	
iv. mineral fertilizer	

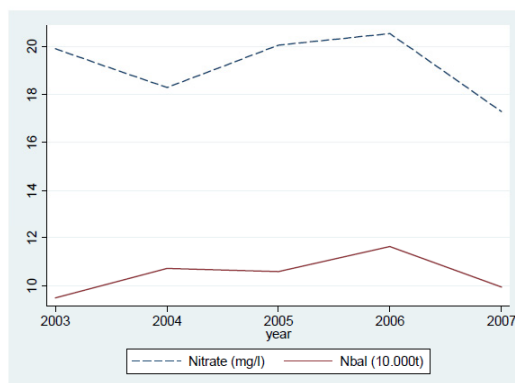
- **Mineralischer Dünger:** Verkaufsdaten für die Bundesländer (1998-2007) (Grüner Bericht, 2010)

Daten (2)

- **Niederschlag und Temperatur** (1975-2007); ZAMG- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- **INVEKOS** (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) (1999-2008):
 - ha Fläche pro Kultur (~70 Kulturen); jährlicher und Gemeindeebene
 - Tierbestand; jährlicher und Gemeindeebene
 - Anbauweise (biologisch, konventionell)
- **Bodenqualität:** Feldkapazität, Anteil der Steine im Boden (European digital soil map; Balkovic et al. 2007)

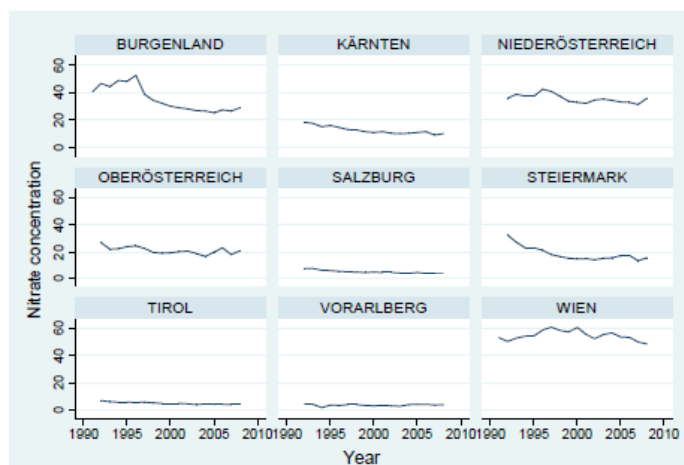
Daten (3)

Korrelation zwischen dem theoretischen Konzept der Stickstoffbilanz und der Nitratkonzentration im Grundwasser



Daten (4)

Nitratkonzentration im Grundwassers.



Model 1 – Einflussfaktoren der Nitratbelastung

VARIABLEN	Nitrat
Precip	-0.649**
Temp	-1.022***
Cult	2.949*
Landuse_oilseed and proteins	65.60*
Landuse_arable grassland	24.21
Landuse_cereal and maize	24.61**
Landuse_rowcrops and veg.	56.63**
Prop_grassland	-15.94***
vs	0.119
fwc	-104.5***
Constant	60.39***
Year dummies	YES
Observations	7036

- Pooled Ordinary Least Squares (OLS); White standard errors; standard errors sind nach Gemeinde gebündelt.

- Hoher Anteil landwirtschaftlicher Fläche in einer Gemeinde → hohe Nitratkonzentration.

- Anbauweise, Boden und Niederschlag und Temperatur spielen eine wichtige Rolle um die Nitratbelastung des Grundwassers zu erklären.

Model 2.1 und Model 2.2 – Stickstoffbilanz als Indikator für Umweltbelastung

VARIABLEN	Nitrat	Nitrat
Precip	-0.274**	-0.286**
Maxtemp	-0.257***	-0.246***
Nbal	0.0347***	
Fert_OECD		0.0350***
Withd		-0.0261**
Constant	20.17***	20.59***
Observations	4811	4811

- Fixed Effect Schätzer: implementiert Dummies für jede Gemeinde um zeitkonstanten Eigenschaften zu kontrollieren.

- Nitratbilanz scheint ein adäquater Indikator für Nitratgehalt im Grundwasser zu sein.

Model 3.1 und Model 3.2 – Verbesserung der OECD Stickstoffbilanz

- Pooled Ordinary Least Squares (OLS); white standard errors; clustered standard errors.
- **Interaktionsterme** → kann die Stickstoffbilanz verbessert werden wenn standortspezifische Faktoren berücksichtigt werden?

$$\text{Nitrate}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Precp}_{it} + \beta_2 \text{Temp}_{it} + \beta_3 \text{PropAL}_{it} + \beta_4 \text{Cult}_{it} + \beta_5 \text{fwc}_i + \beta_6 \text{vs}_i + \beta_7 \text{NBal}_{it} + \beta_8 \text{Precp}_{it} \cdot \text{NBal}_{it} + \sum_k \beta_{9k} \text{Year}_{kt} + \varepsilon_{it}$$

$$k \in \{2003, \dots, 2007\}$$

Model 3.1 und Model 3.2 – Verbesserung der OECD Stickstoffbilanz

VARIABLEN	Nitrat	Nitrat
Precip	-2.287***	-3.546***
Maxtemp	-1.310***	-1.294***
Cult	6.149***	5.708***
vs	0.164	0.175
fwc	-203.3***	-202.7***
Nbal	0.0654***	-0.0275
Prop_AL	18.36***	18.28***
Nbal_Precip		0.0366**
Constant	95.52***	98.94***
Year Dummies	YES	YES
Observations	4423	4423
Adjusted R-squared	0.240	0.242

→ Höherer Niederschlag scheint die Leistung der Stickstoffbilanz zu verbessern.

→ mit dem theoretischen Konzept der Stickstoffbilanz lässt sich die Nitratbelastung besser bestimmen, wenn der Niederschlag hoch ist.

Vorschlag zur Verbesserung der Stickstoffbilanz (1)

- Die Schätzung der Düngung als Input für die Stickstoffbilanz kann verbessert werden.
- **Bisher:** Data für Verkäufe des Düngemittels für die Bundesländer (1998-2007) (Grüner Bericht, 2010).
Annahme dass alle landwirtschaftlichen Flächen im selben Ausmaß gedüngt werden.
- **Alternative Methode:** Berechnung des Anteils der Düngung gemäß Richtlinien für Sachgerechte Düngung (BMLFUW, 2006)
Vorteil: spezifische Empfehlungen für die Kulturen und Bodentypen.

Vorschlag zur Verbesserung der Stickstoffbilanz (2)

VARIABLEN	AbsDiffFert
Prop_grassland	-3.334
Prop_cropland	5.799**
clay	1.087***
Depth to rocks	4.311***
stones	0.852
Constant	-20.37***
Year Dummies	YES
Observations	4870
Adjusted R-squared	0.103

• Auf der nationalen Ebene sind die beiden Stickstoffbilanzen ähnlich.

• Auf der Gemeindeebene sind die Unterschiede größer, vor allem in Gemeinden mit hohem Anteil landwirtschaftlicher Flächen.

Schlussfolgerung

1. Faktoren wie Landnutzung, Niederschlag, Temperatur und Boden beeinflussen die Nitratbelastung des Grundwasser signifikant.
2. Die OECD Stickstoffbilanz scheint ein adäquater Schätzer für die Nitratbelastung des Grundwassers zu sein.
3. Mögliche Verbesserung der Bilanz: Indem Faktoren wie Niederschlagssummen in der Berechnung berücksichtigt werden.
4. Alternative Methoden um die Stickstoffbilanz zu berechnen: Verwendung von spezifischen Düngerempfehlungen statt aggregierte Verkaufsdaten.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

christine.heumesser@boku.ac.at