



Stickstoff in Gewässern – Problematik und Herkunft (am Beispiel Österreichs)

Matthias Zessner

Technische Universität Wien,
Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement
und Abfallwirtschaft



Gliederung

- Probleme mit Stickstoffverbindungen
 - Grundwasser
 - lokale Fließgewässer
 - Küstengewässer und Meere
- Identifikation von Herkunftsbereichen als Grundlage von Managementstrategien
 - Pfade: Emissionsmodellierung auf Ebene von Einzugsgebieten
 - Quellen: regionaler Stoffhaushalt

Gewässerrelevanz (Rechtliche Voraussetzungen)

- **EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)**
- Ziele: Schutz der Gewässer (Oberflächengewässer – Fließgewässer & Seen, Grundwasser, Übergangsgewässer, Küstengewässer), Vermeidung der Verschlechterung
- „Guter ökologischer Zustand“ und guter chemischer Zustand für natürliche Oberflächengewässer bis 2015 (2027)
- Gutes ökologisches Potenzial und guter chemischer Zustand für künstliche und natürliche, aber erheblich veränderte Gewässer bis 2015 (2027)
- Guter chemischer und mengenmäßiger Zustand des Grundwassers bis 2015 (2027)

Relevanz: QZV Grundwasser (als Trinkwasser)

Schwellenwert Nitrat: 45 mg/l

Methämoglobinämie

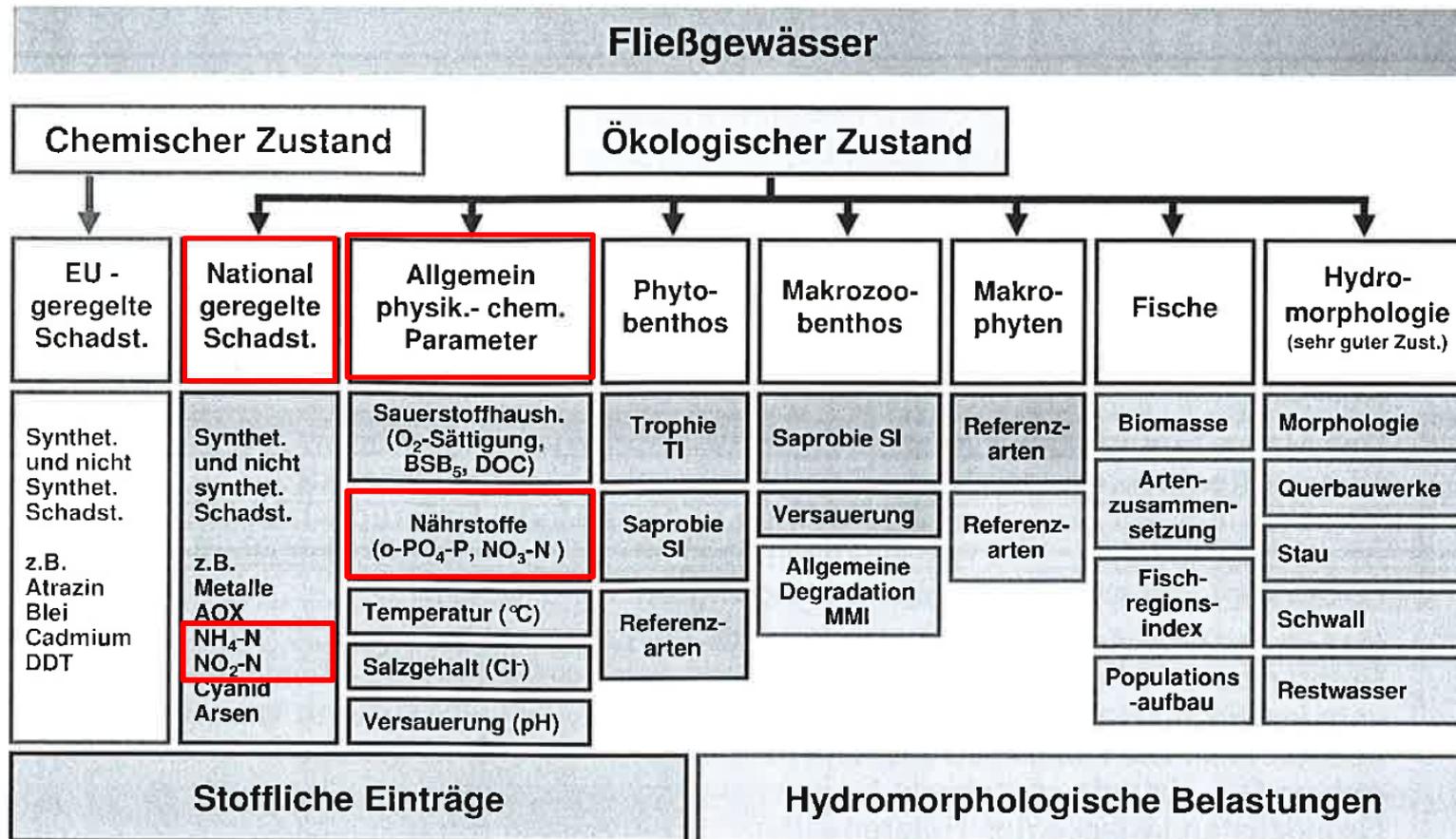
- Nitrit oxidiert das Zentralion Fe^{2+} im roten Blutfarbstoff Hämoglobin zum Fe^{3+} und macht es so unfähig, Sauerstoff zu binden.
- Gefahr vor allem für Säuglingen und Kleinkindern

Nitrosaminbildung

- Im Magen bei niedrigem pH gebildet:
 $\text{NO}_2^- + (\text{sek.}) \text{Amine} \Rightarrow \text{Nitrosamine}$
- Nitrosamine gehören zu den am stärksten wirksamen krebserzeugenden Stoffen

Relevanz: Oberflächengewässer (Gewässerzustand)

Übersicht über die Bewertungsmethoden

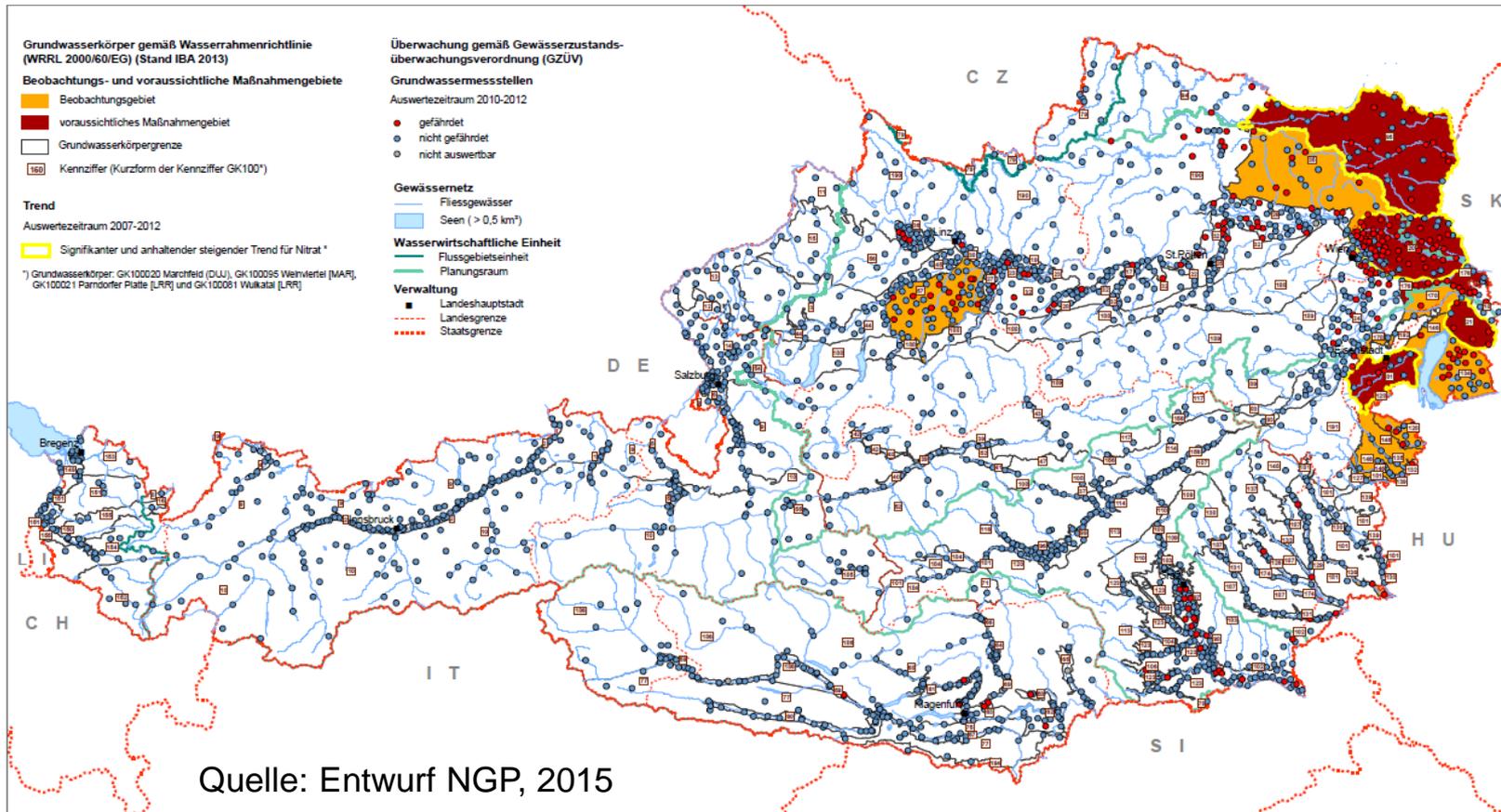


Relevanz (Eutrophierung)

- Eutrophierung: (übermäßiges) Algenwachstum durch Nährstoffeintrag (Phosphor und Stickstoff) in die Flüsse, Seen, Meere
- Algenwachstum wird durch Vorhandensein von Nährstoffen und Licht reguliert.
- Algen werden nach Absterben abgebaut (Bakterien)
- Sauerstoffverbrauch und Verschiebung der Biozönose (Beeinträchtigung der biologischen Qualitätskomponenten)



Umsetzung der WRRL-Risikoanalyse, GW

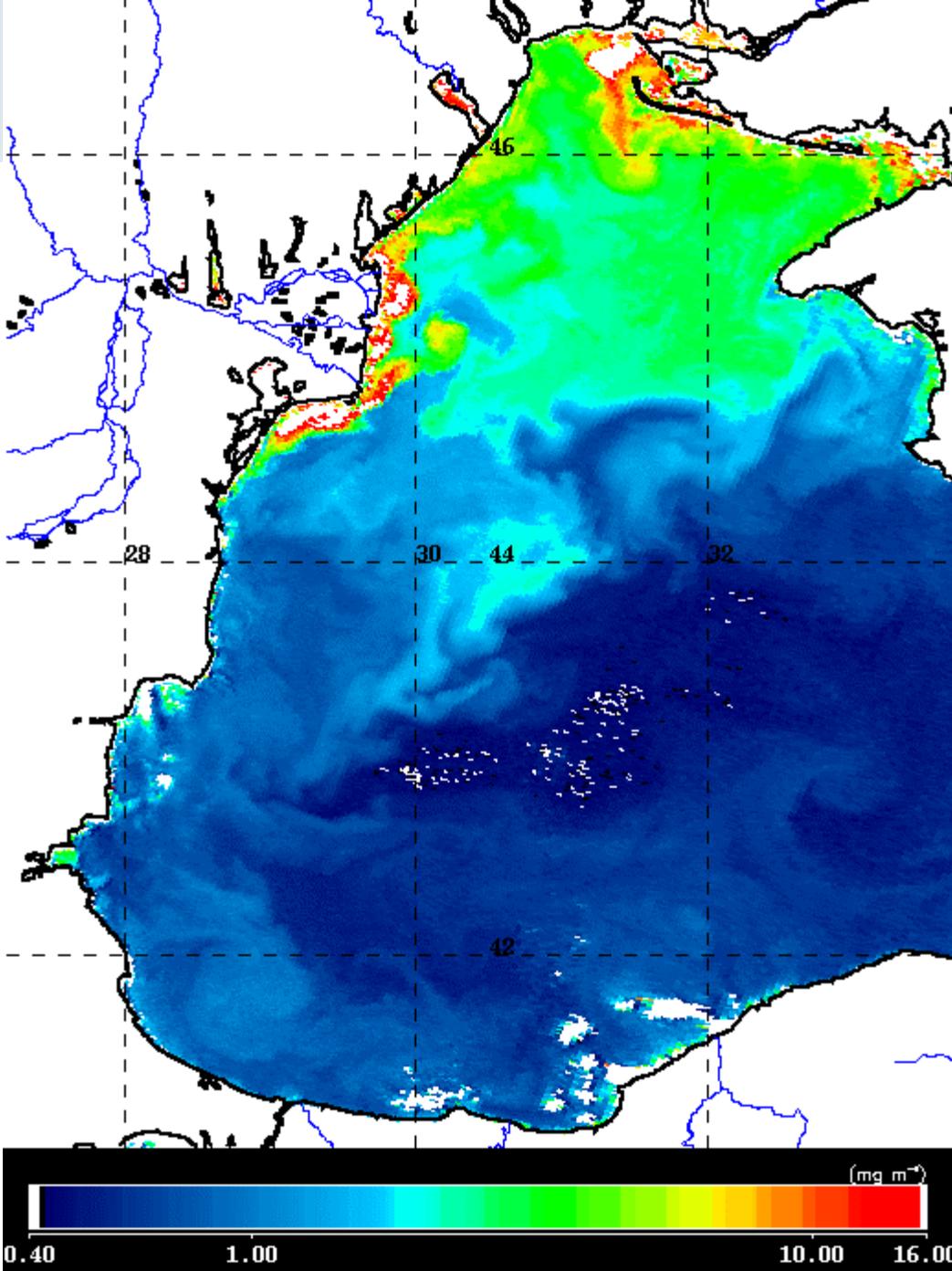


Nitratprobleme im Grundwasser in Österreich

- Beobachtungs- und Maßnahmengebiete: 7388 km³ (ca. 10 % der Grundwasserkörper)

Meeres- eutrophierung

z.B. Schwarzes Meer

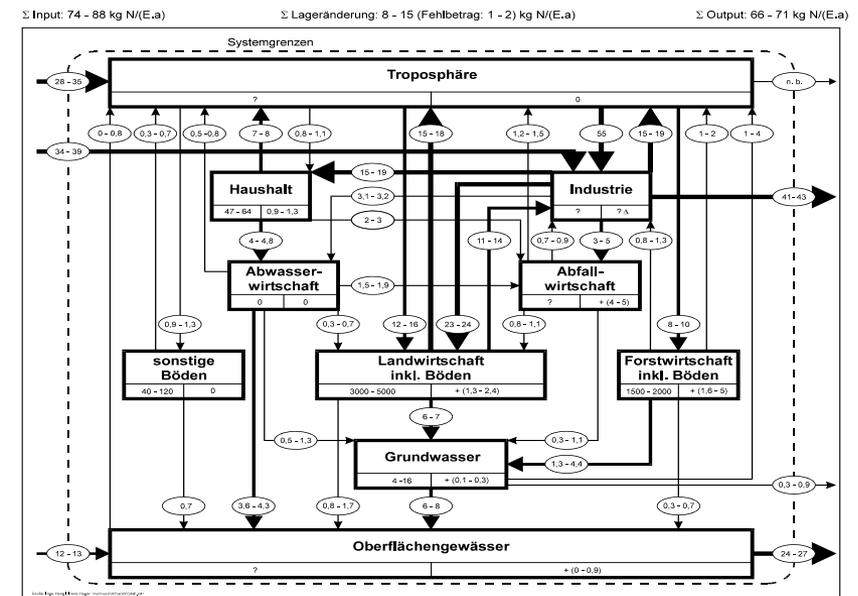
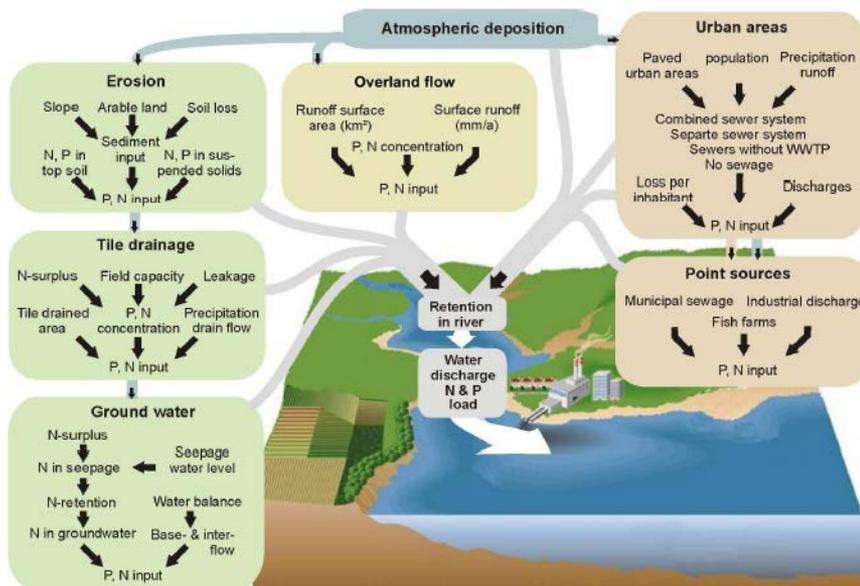


Die Eutrophierungszone wird abhängig von der Strömungsrichtung in diesem Falle nach norden verdriftet. (3.–22. August 2000).

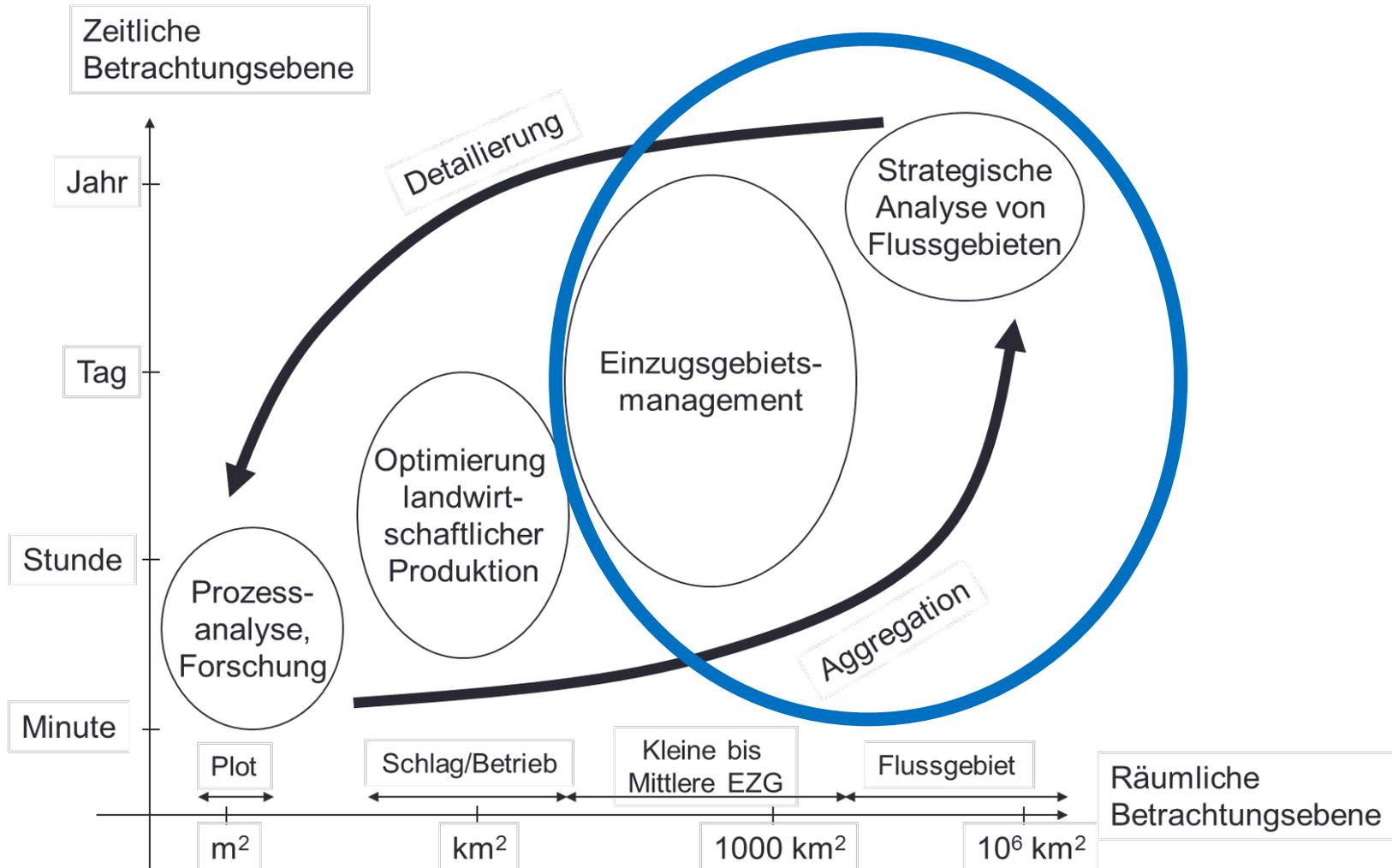
Quelle: Horstmann 2003

Identifikation von Herkunftsbereichen

- Analyse der Belastungsquellen und Eintragspfade zur Ausweisung effektiver Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen
 - Schwerpunkt Eintragspfade: Emissionsmodellierung auf Ebene von Einzugsgebieten
 - Erweiterung auf Quellen: regionaler Stickstoffhaushalt



Unterschiedliche Betrachtungsebenen



Emissionsmodellierung: Modelle

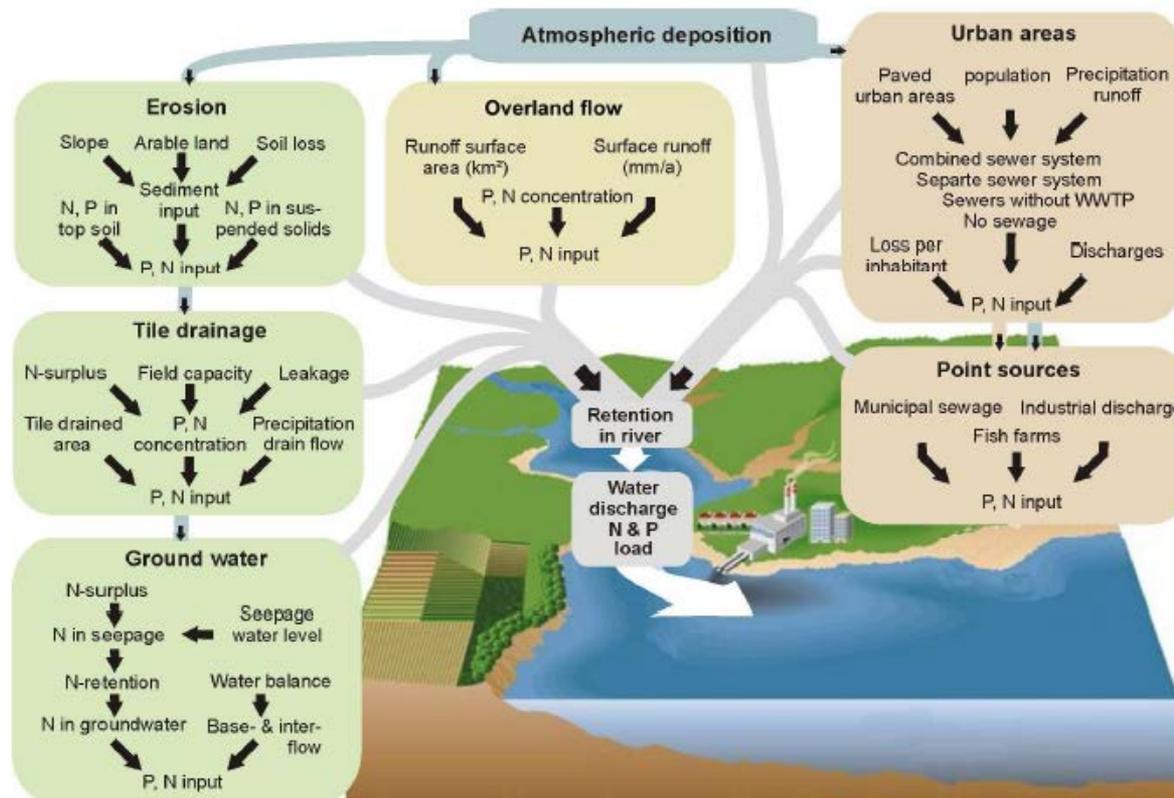
	Climatic conditions						Landscape					Flow paths				Agricultural activity		
	N	W	M	S	SE	NE	M	H	P	D	R	R	SS	AD	DG	I	M	E
NLCAT – N	o	++	++	o	+	o	o	+	++	++	+	o	++	++	++	++	++	+
NLCAT – P	o	++	++	o	+	o	o	+	++	++	+	o	++	++	++	++	++	+
SWAT – N	o	++	++	+	+	o	o	++	+	o	+	++	++	++	++	++	++	++
SWAT – P	o	++	++	+	+	o	o	++	+	o	+	++	++	++	++	++	++	++
TRK – N	++	++	++	o	o	++	o	++	++	o	o	o	++	++	+	++	++	++
TRK – P	+	o	-/+	o	o	o	o	+	+	o	o	+	++	++	+	-	o	-
MONERIS – N	+	++	++	+	++	++	+	++	++	++	+	++	++	++	o	++	+	++
MONERIS – P	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	+	++	++	++	o	++	++	++
EVENTFLOW – N	o	+	+	o	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	o	++	++	o
NLES-CAT – N	o	++	+	o	o	+	o	+	+	o	o	-	-	-	-	++	++	+
NOPOLU – N	o	+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
NOPOLU – P	o	+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
REALTA – P	-	++	o	o	o	-	o	++	-	o	-	++	-	-	-	++	++	++
SA – N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SA – P	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+

* ++ = highly capable, + = capable, o = partially capable, - = not capable.

Quelle: Schoumans et al., 2009

- Abhängigkeit von Fragestellung und Ressourcen
- Kombination von Modellen bei komplexen Fragestellungen
- Modelle ersetzen Messdaten nicht!

Groß- bis mittelskalige Modellierung (MONERIS)



Quelle: Venohr et al., 2009

- Basierend auf der Ebene von Teileinzugsgebieten (> 100 km² Fläche)

MONERIS (Struktur)

Emissionen

- Erstellung eines Abflussbaumes mit Teileinzugsgebieten
- Berechnung der Emissionen über 9 Eintragspfade
 - Empirische Berechnungsansätze
 - 2 Arten von Input-Daten:
 - “Konstante” Daten ohne (große) zeitliche Veränderung → basic info
 - Daten mit zeitlicher Variabilität → periodical data
- Berechnung jedes Eintragspfades für jedes Teil-EZG (Abflussbaum)

Immission

- = Emission (TEZG + TEZG -1) – Retention/Denitrifikation (TEZG + TEZG-1)
- → Vergleich der gerechneten Fracht mit gemessenen (Modellabgleich)

MONERIS (Struktur)



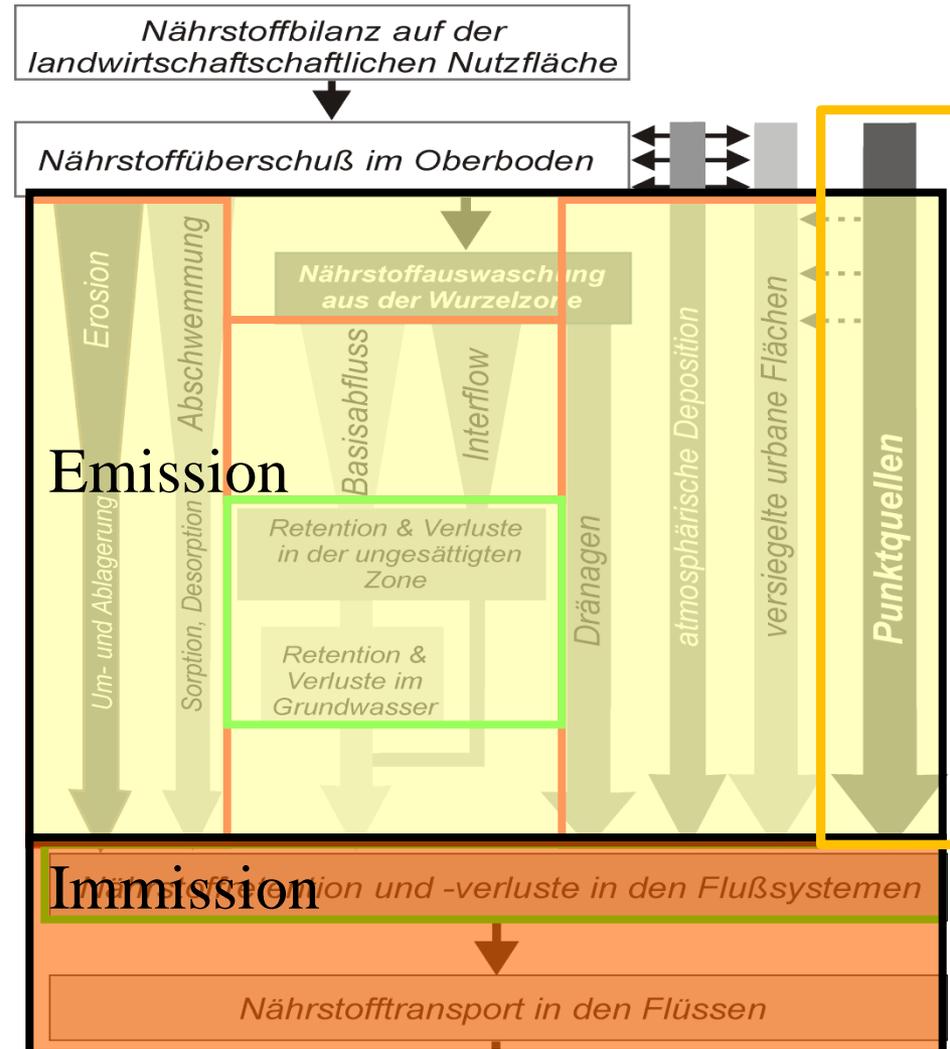
Emissionen über diffuse Pfade



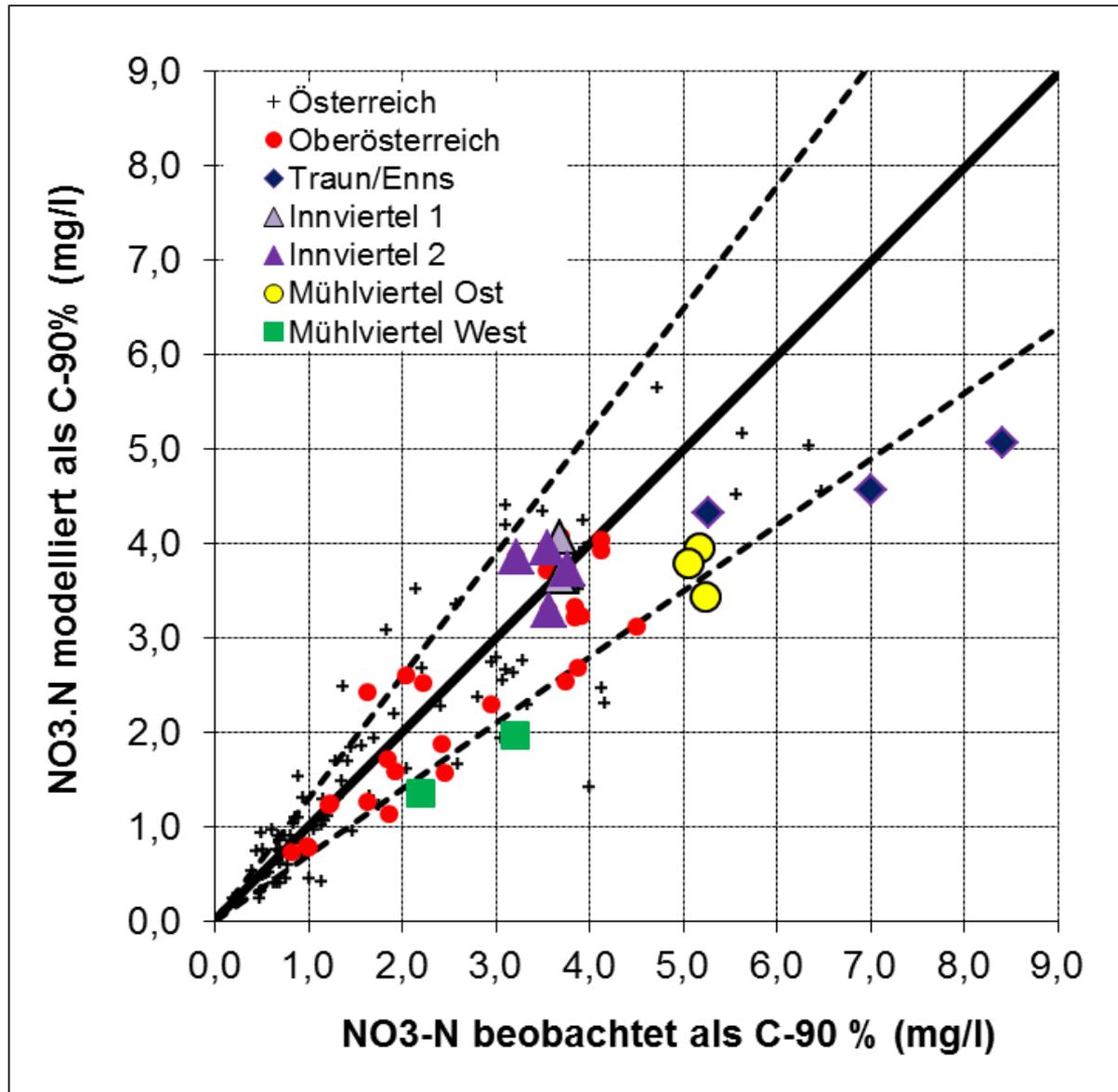
Emissionen über Punkt-Einleitungen



Retention/Denitrifikation

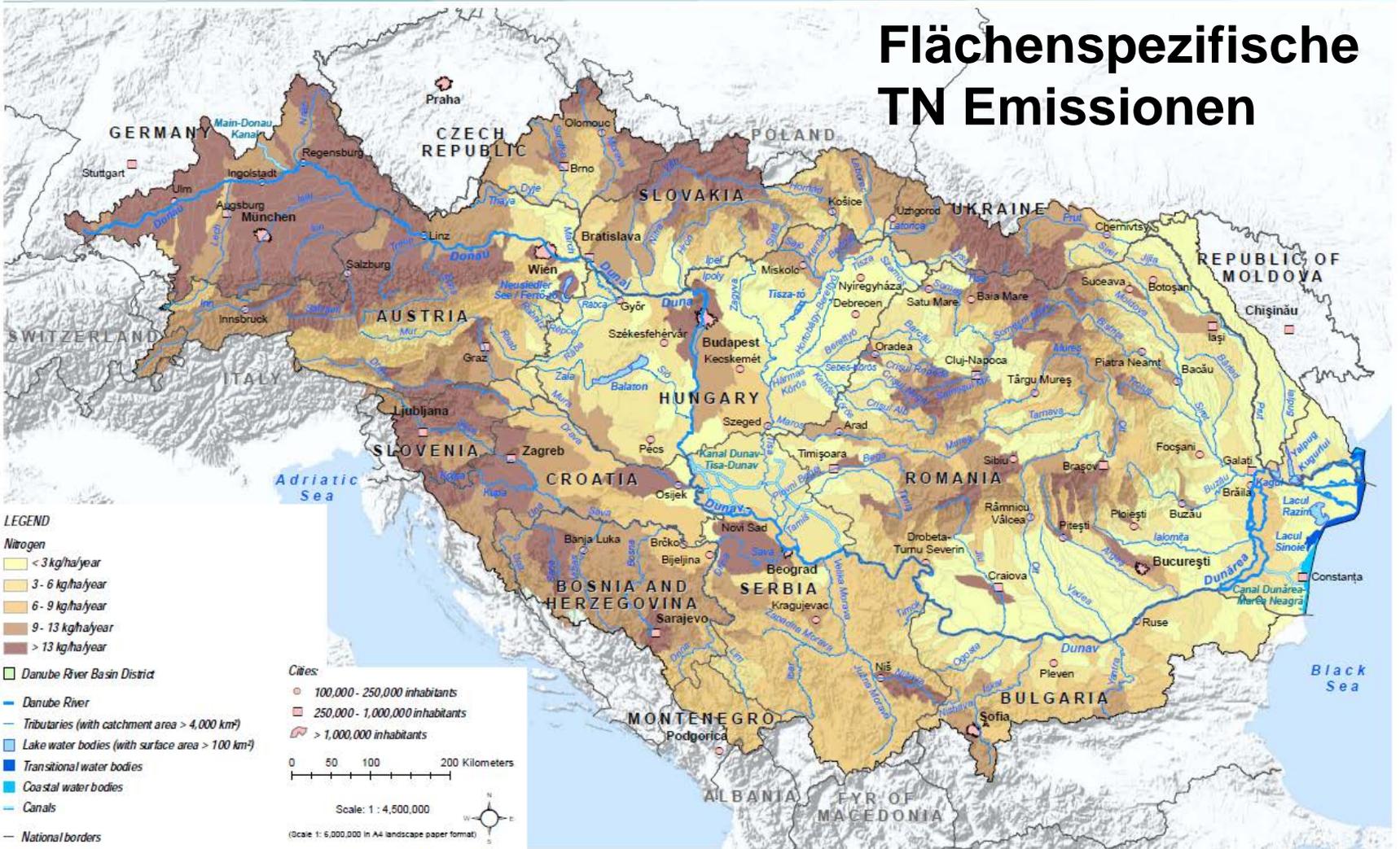


Plausibilität?



Emissionsfrachten regionale Verteilung

Flächenspezifische TN Emissionen



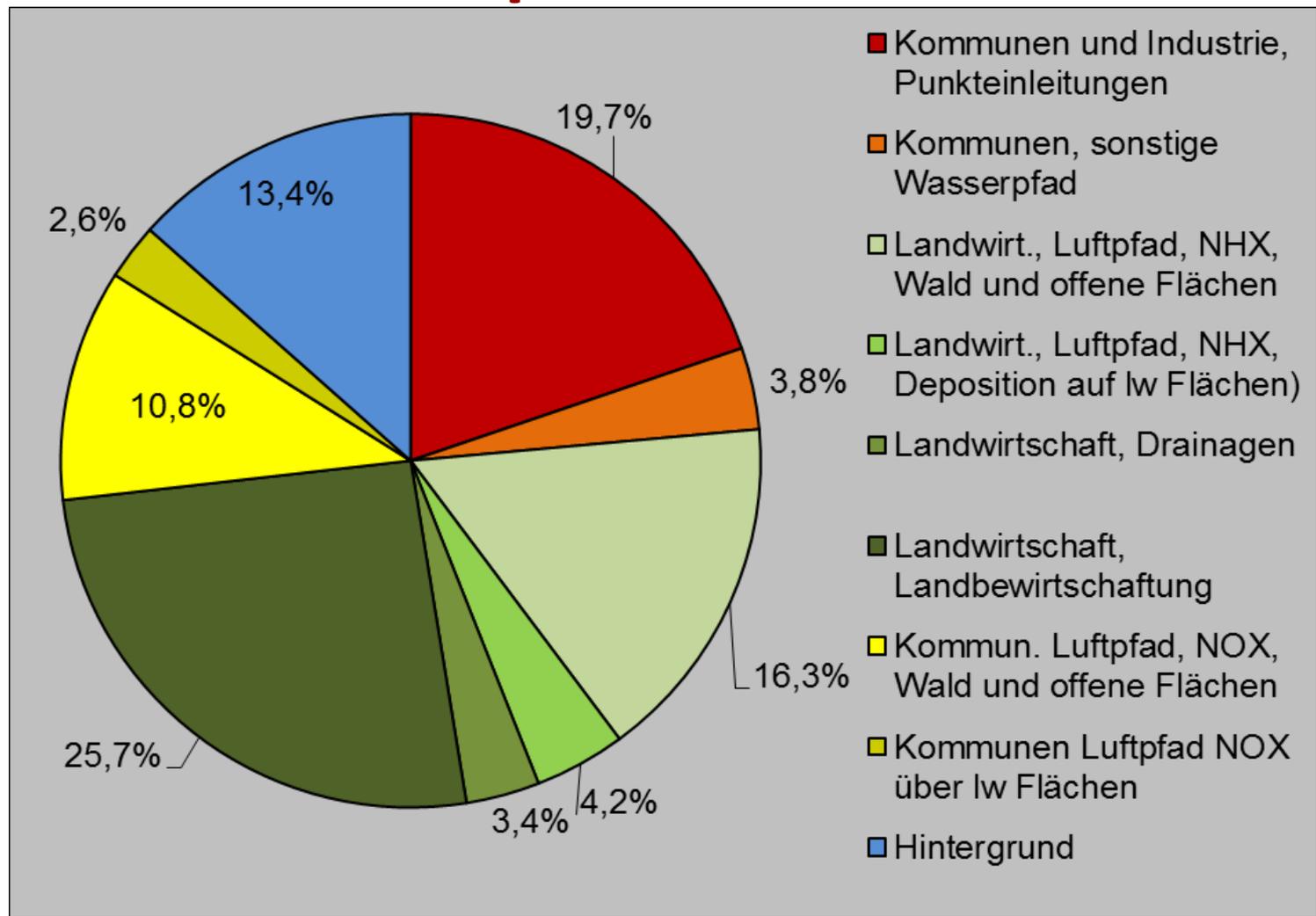
Significant efforts have been undertaken so far in the DRBD regarding diffuse source pollution and its illustration using the MONERIS Model System (Behrend et al., 2007). However, further research and monitoring is needed, as well as a continuous improvement and calibration of the MONERIS scenarios.

The MONERIS Model integrates the findings of point source analysis with those related to diffuse sources and reflects the overall nutrient input in the DRB in total and per Danube country. SI is using a method based on the OECD method: Environmental Indicators for agriculture. Methods and Results (2006).

This ICPRD product is based on national information provided by the ICPRD (AT, BA, BG, CZ, DE, HR, HU, MD, RO, RS, SI, SK, UA) and CH, except for the following: EuroGlobalMap v2.1 from EuroGeographics was used for national borders of AT, CZ, DE, HR, HU, MD, RO, SI, SK and UA; ESRJ data was used for national borders of AL, ME, MK; Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) from USGS Seamless Data Distribution System was used as topographic layer; data from the European Commission (Joint Research Center) was used for the outer border of the DRBD of AL, IT, ME and PL.



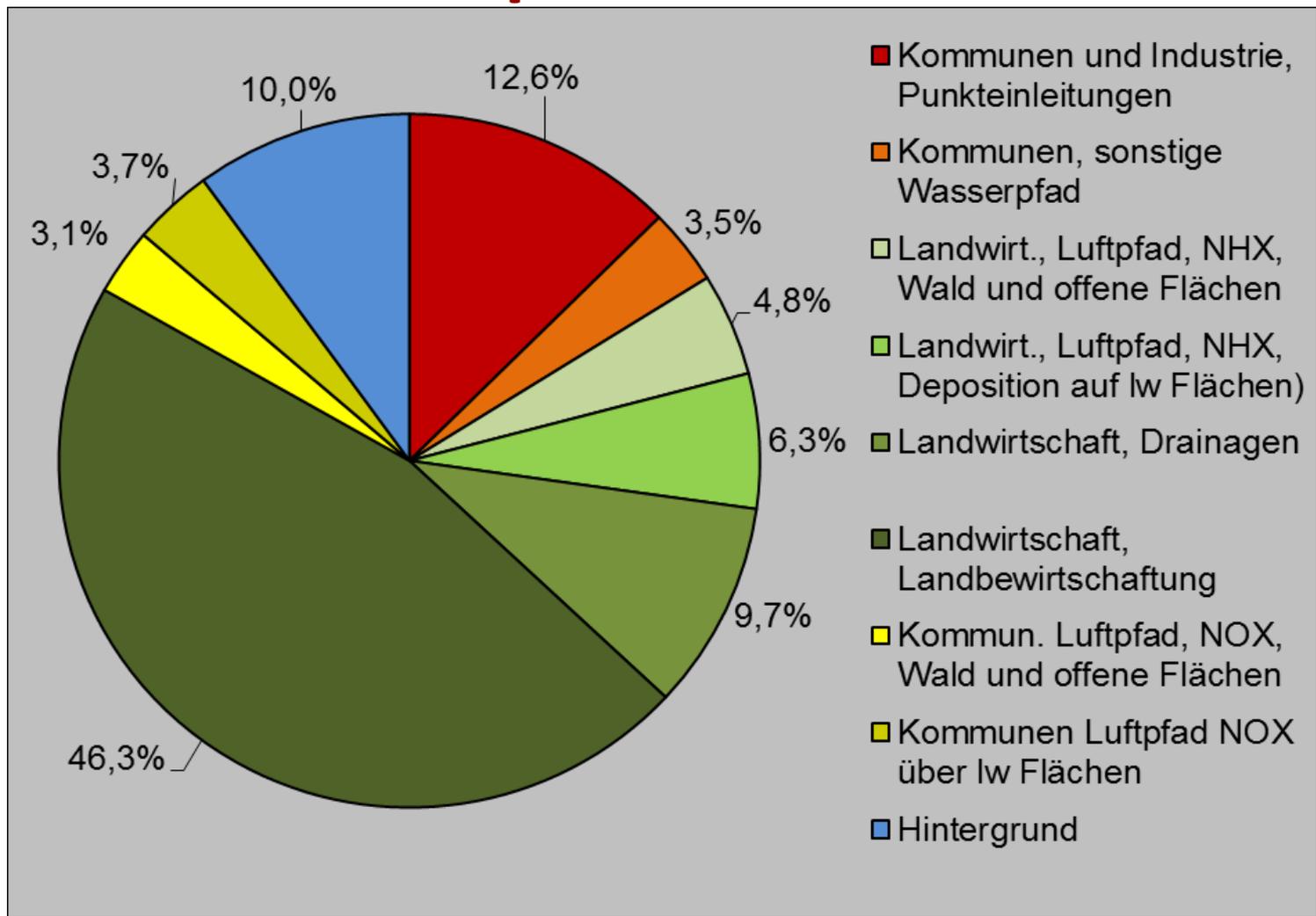
N-Emissionsquellen in Österreich



Alle EZG Österreichs



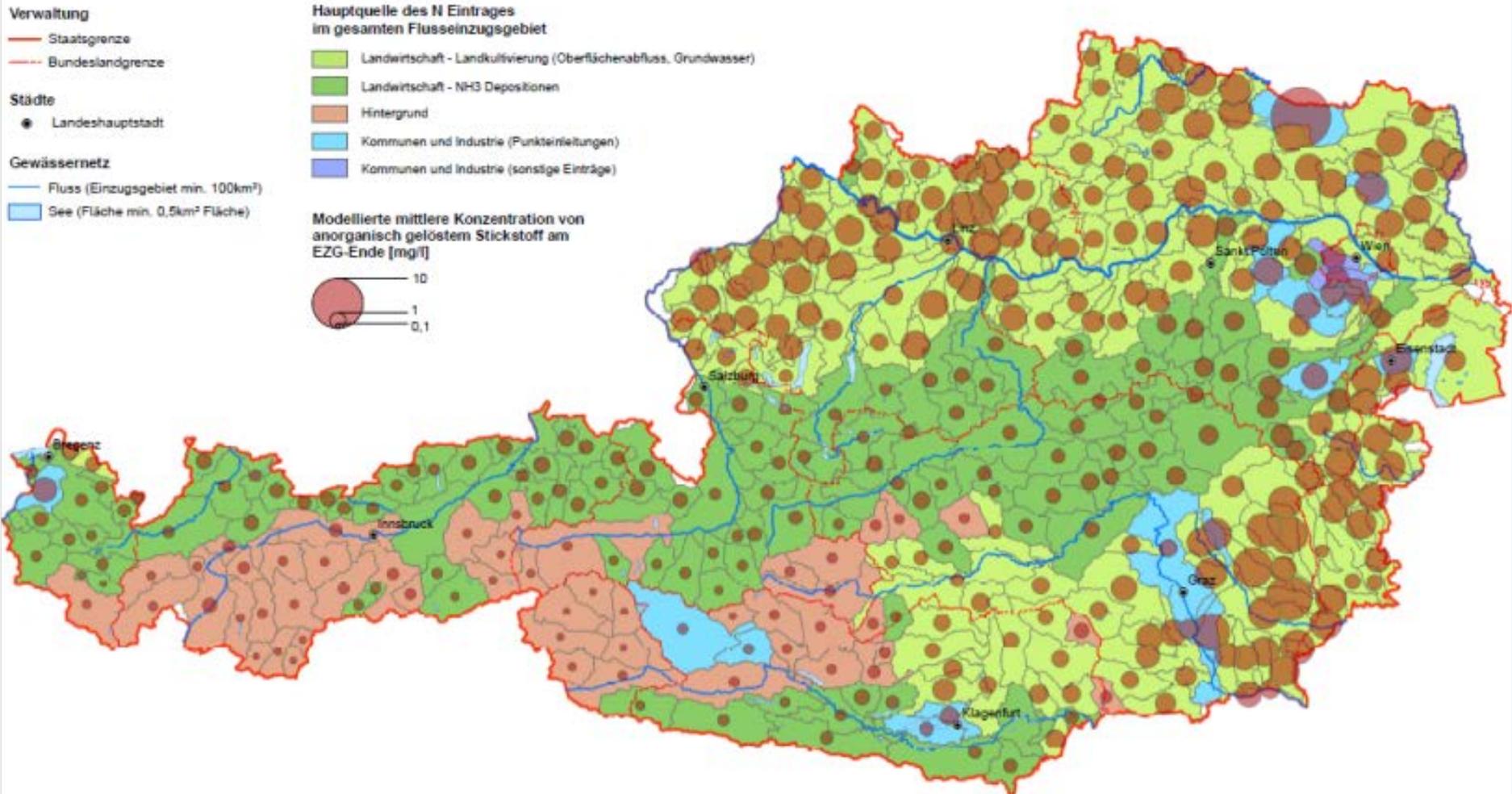
N-Emissionsquellen in Österreich



EZG aller Gewässer Ö mit Überschreitung des UQZ

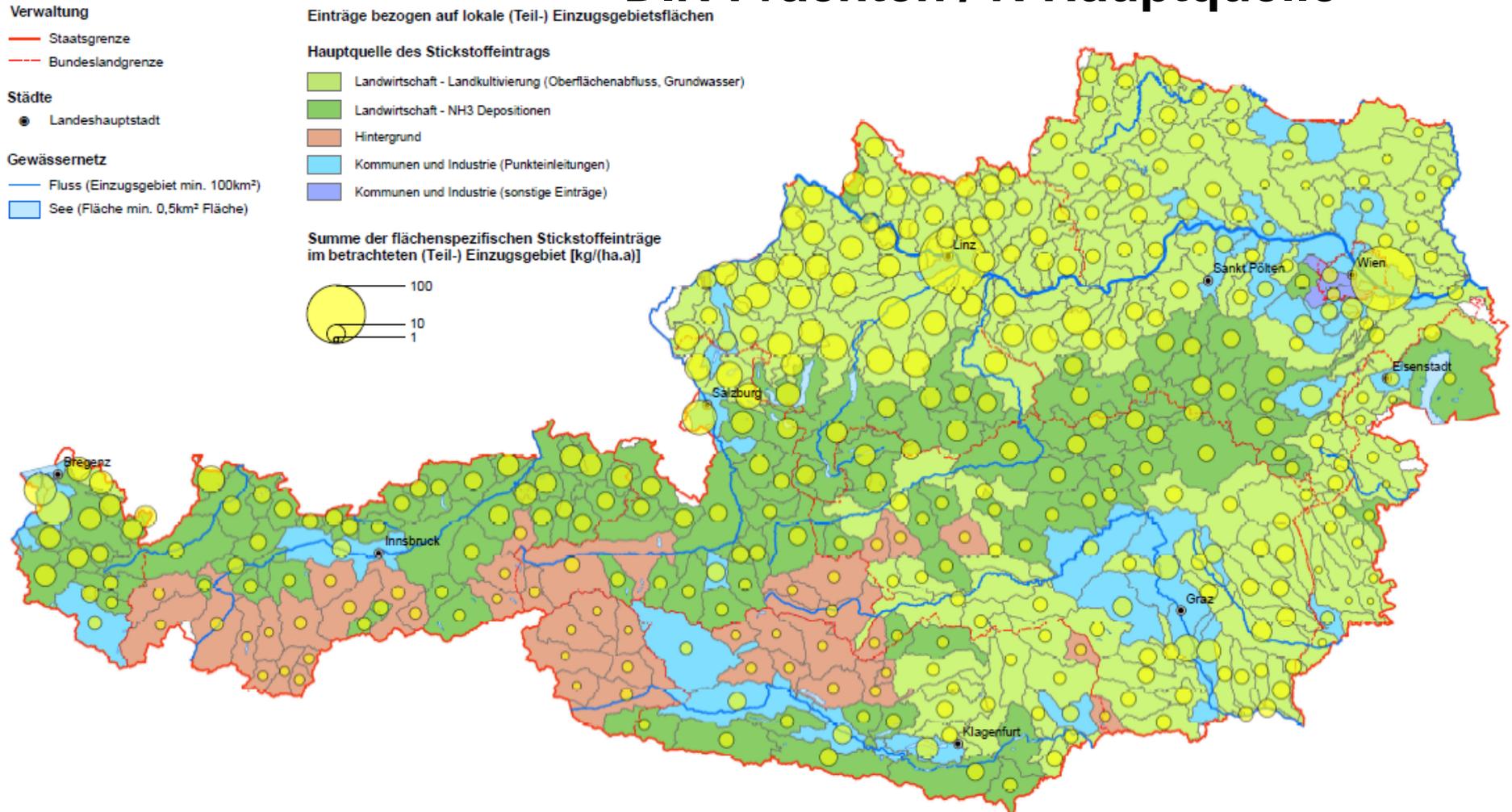
Belastungsschwerpunkte + Hauptquellen

DIN Konz. / N Hauptquelle

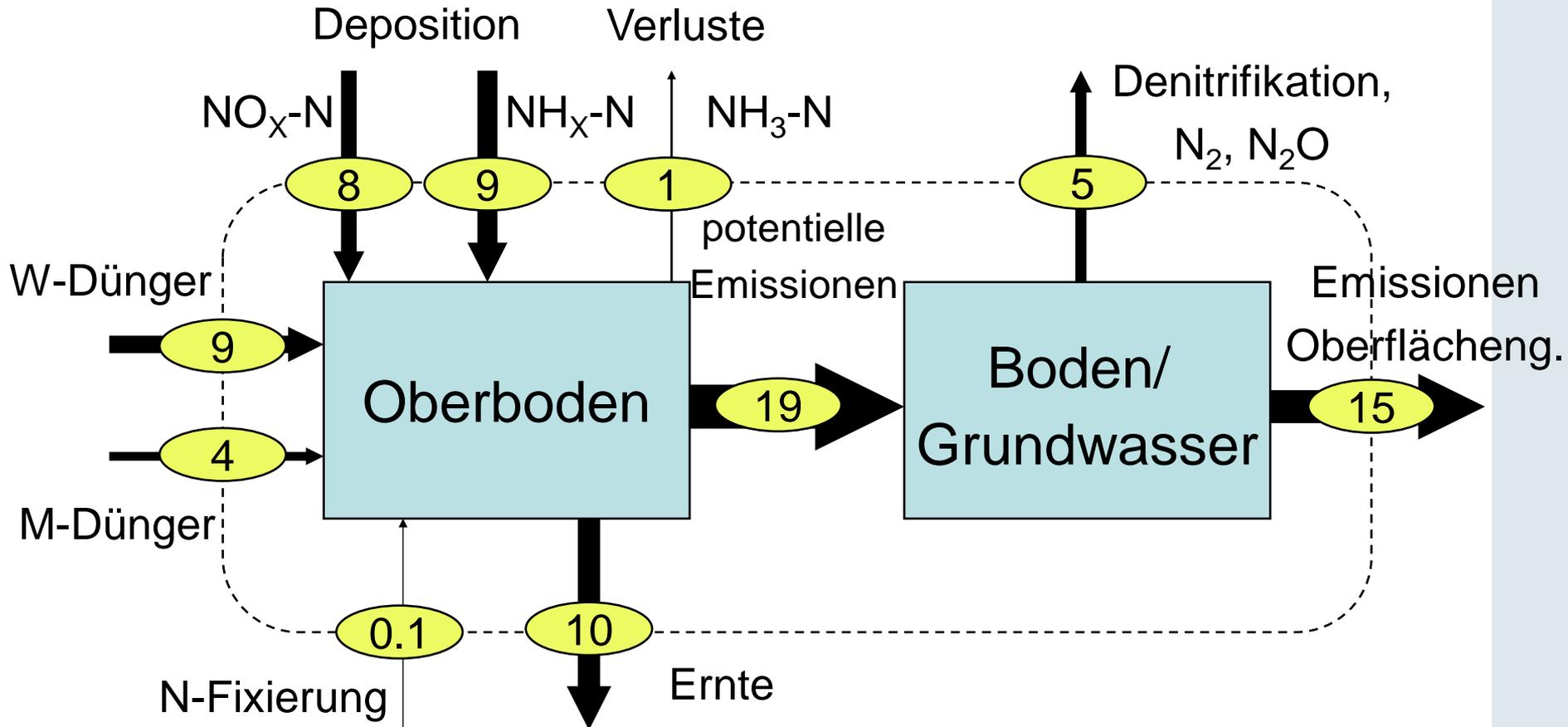


Belastungsschwerpunkte + Hauptquellen

DIN Frachten / N Hauptquelle



Ybbs Oberlauf

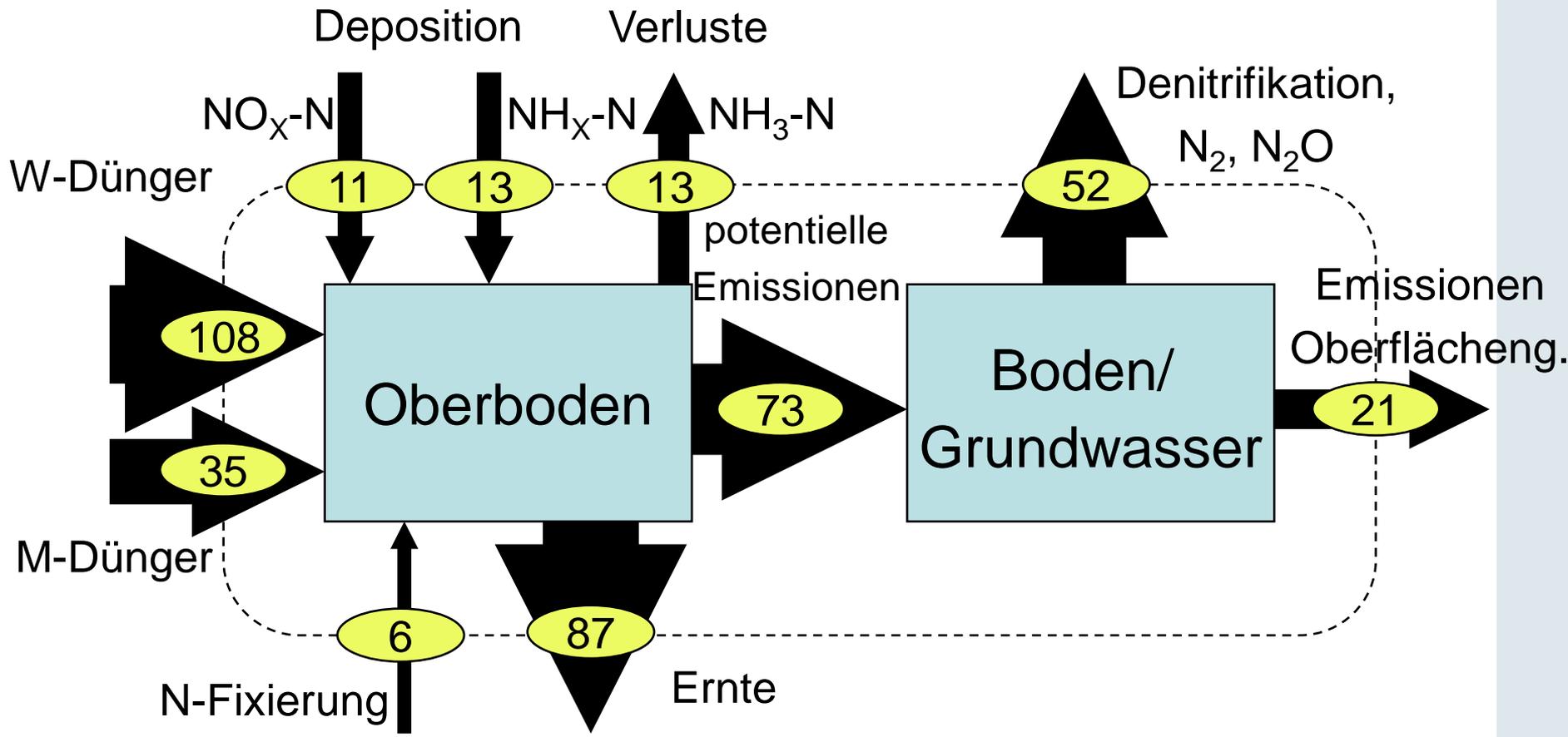


Werte in kg N/ha.a

landwirtschaftliche Fläche: 12 %



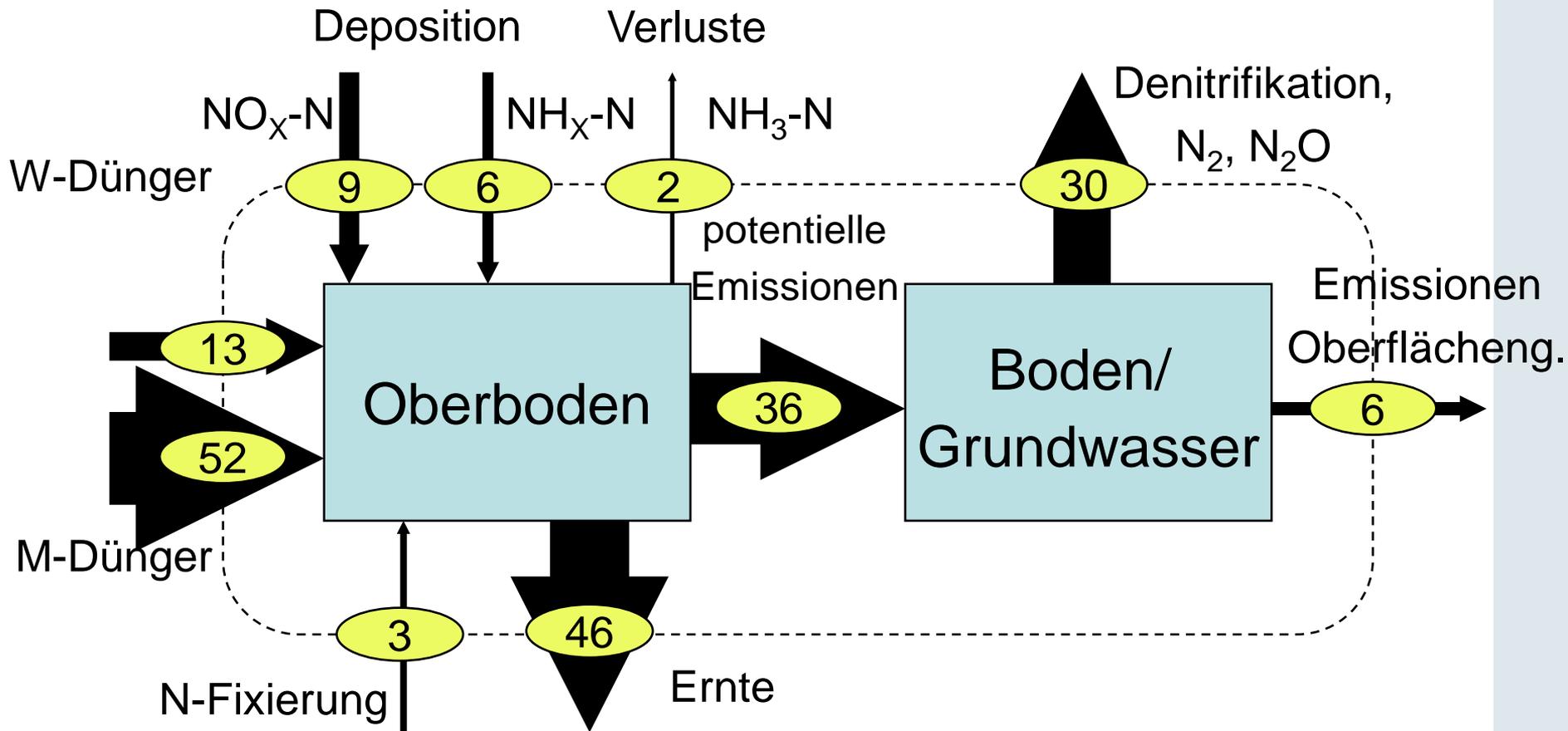
Url (Ybbs Unterlauf)



Werte in kg N/ha.a

landwirtschaftliche Fläche: 78 %

Wulka



Werte in kg N/ha.a

landwirtschaftliche Fläche: 66 %

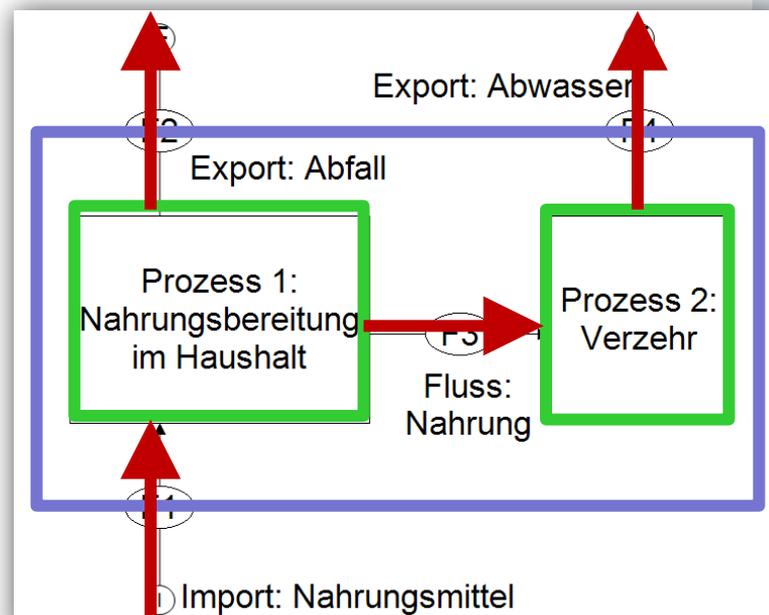
Ansatzpunkte für Managementstrategien

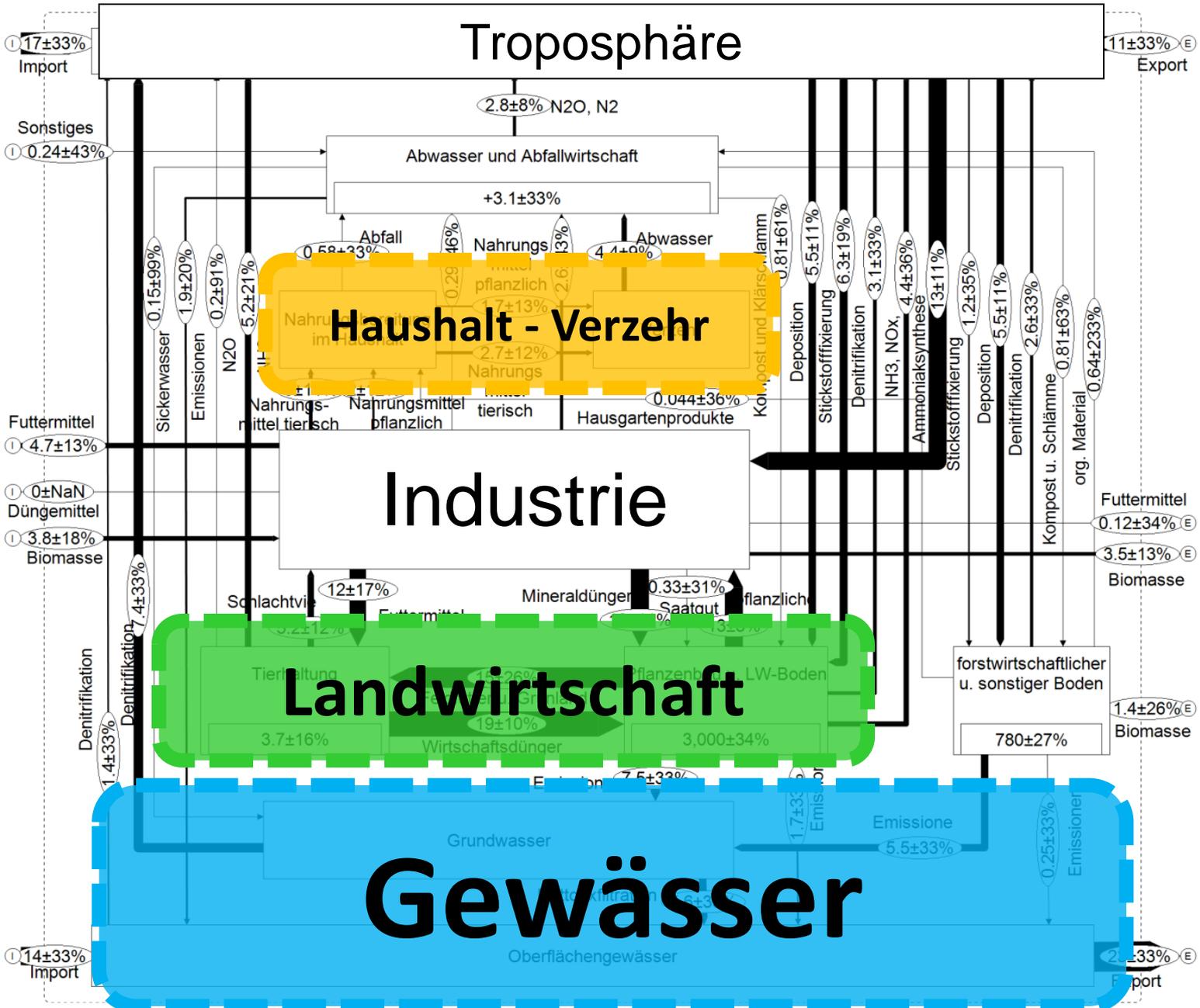
- Nitratbelastung Grundwasser und lokale Fließgewässer
 - Reduktion der Belastung des Sickerwassers bzw. der N-Überschüsse auf landwirtschaftlichen Flächen (Fokus: niederschlagsarme Gebiete)
- Stickstoffbelastung von Küstengewässern und Meeren
 - Reduktion der Belastung des Sickerwassers bzw. der N-Überschüsse auf landwirtschaftlichen Flächen (Fokus: niederschlagereiche Gebiete)
 - Luftemissionen (Ammoniak/Tierhaltung, NOX/Verkehr, Verbrennung), Eintrag über nicht lw-Flächen
 - Weitergehende Abwasserreinigung (N-Entfernung)
- Eine Abschätzung von Maßnahmenwirksamkeiten zeigt geringe Minderungspotentiale

Regionaler Stickstoffhaushalt

- Erfassung und Darstellung von regionalen/ nationalen Stickstoffflüssen
- Umfassende Darstellung: Kette Produktion bis Verzehr von Nahrungsmittel, Verluste, Importe und Exporte
- Grundlage: Satz von der Erhaltung der Masse
- Bestandteile
 - Prozess, Fluss, Lager
 - Systemgrenzen
 - räumlich und zeitlich

Österreich   2001-2006



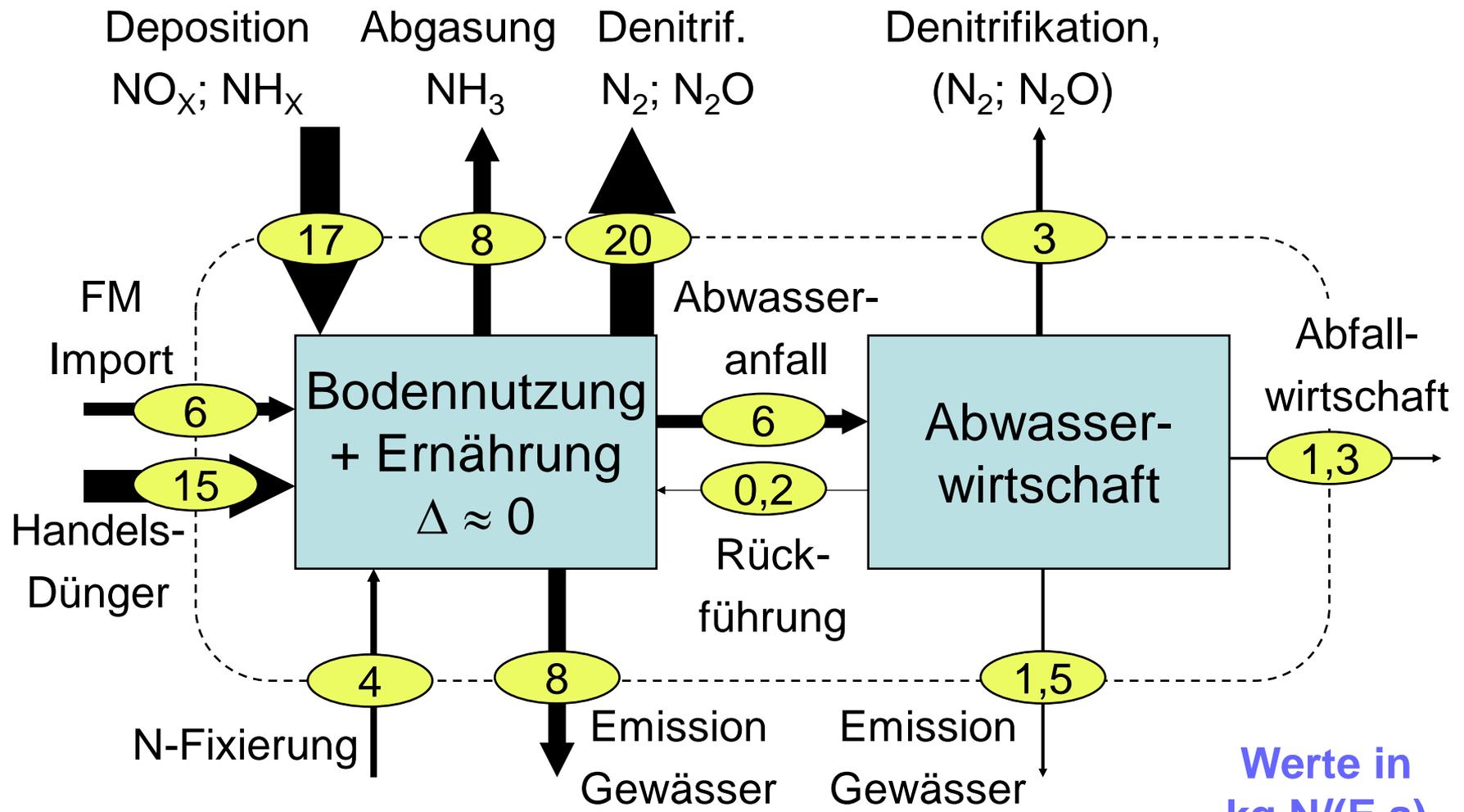


Stickstoffflüsse innerhalb des Systems Nahrungsmittelverzehr und -produktion in Österreich (2001-2006)
Flüsse und Lageränderungen in kg/(E.a); Lager in kg/E

Quelle: Thaler et al., 2012



Stickstoffhaushalt Österreichs (vereinfacht)



Werte in
kg N/(E.a)

Quelle: Thaler et al., 2012

Stickstoffeffizienz der Lw-Produktion



Die Effizienz (Transfer ins Produkt) der Stickstoffanwendung in der Landwirtschaft beträgt etwas 60-70% für den Pflanzenbau und 15-25% für tierische Produkte

Protein (N) Aufnahme über Nahrungsmittel

Quelle: Thaler et al., 2012



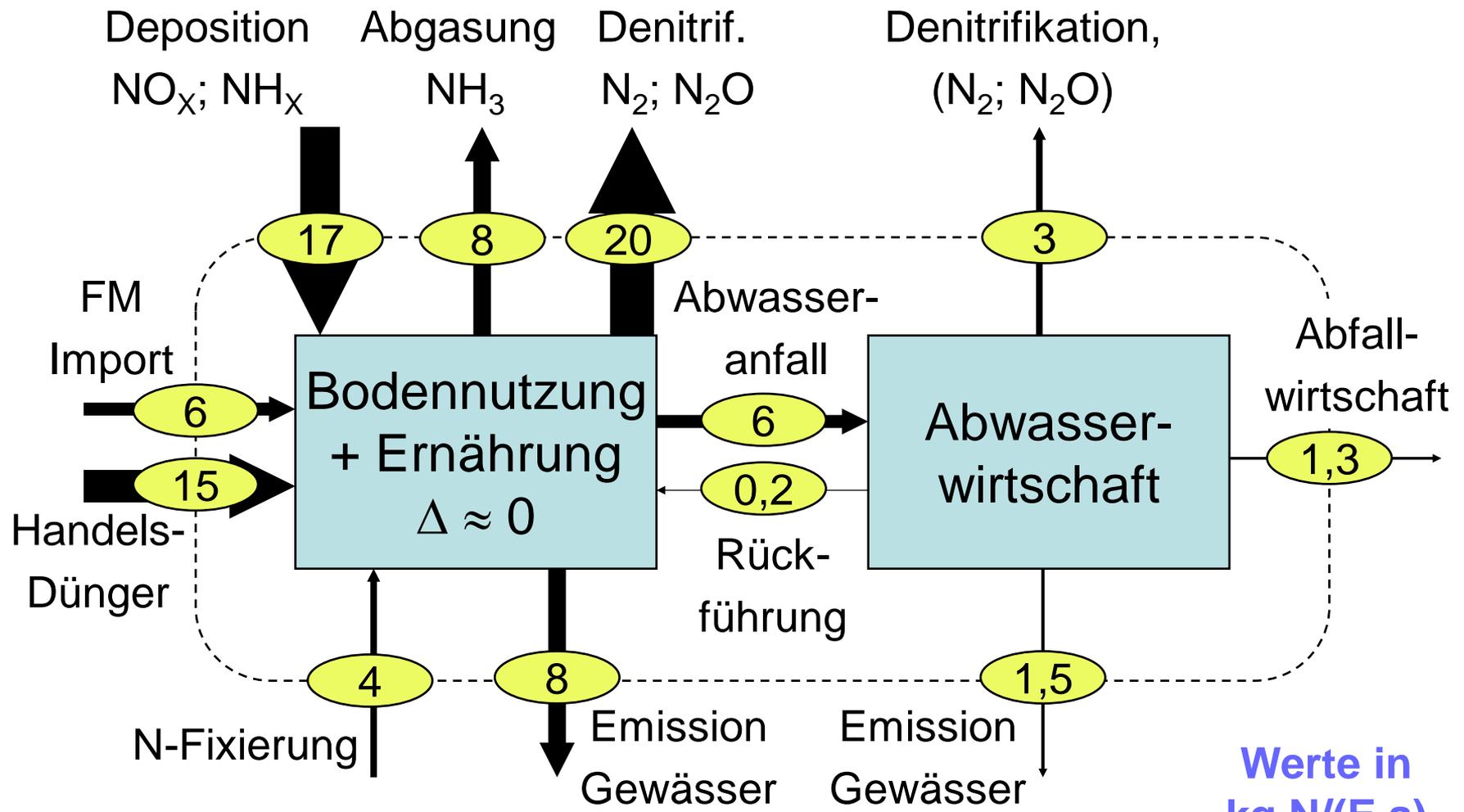
Österreichischer
Durchschnitt



Ernährungs-
empfehlungen
(stark vereinfacht)



Stickstoffhaushalt Österreichs (vereinfacht)

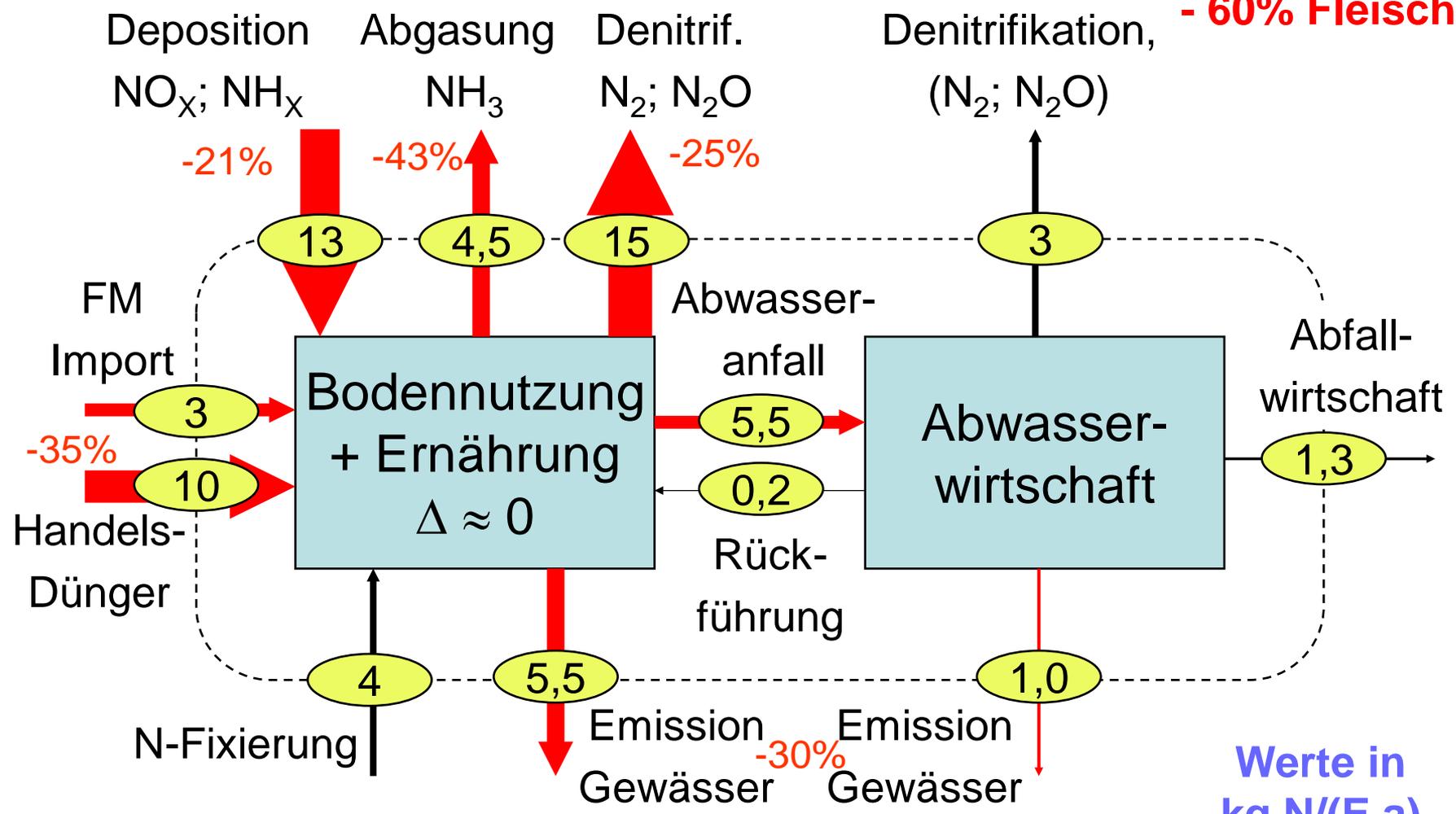


Werte in
kg N/(E.a)



Änderungspotential "gesunde Ernährung"

- 60% Fleisch

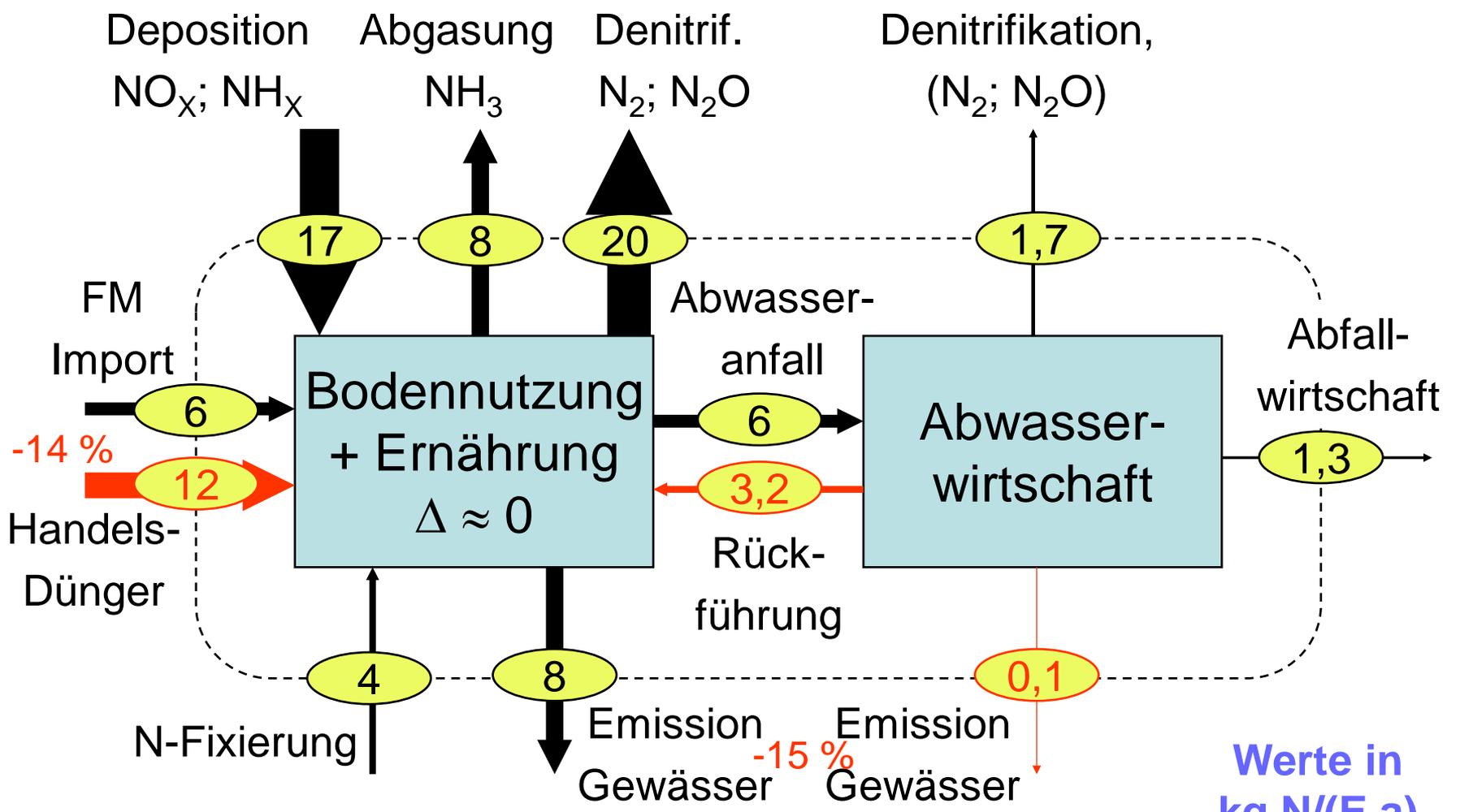


Werte in kg N/(E.a)

Quelle: Thaler et al., 2012



Änderungspotential Urinseparation



Werte in kg N/(E.a)

Basierend auf Thaler et al., 2012

Abschlussbemerkungen

- Der Stickstoffumsatz und Eintrag in Gewässer wird stark von regionalen Gegebenheiten geprägt
- In niederschlagsarmen Gebieten dominiert die Konzentrationsproblematik in Grundwasser und lokalen Gewässern
- In niederschlagsreichen Gebieten der Frachtproblematik (Ferntransport Richtung Meer), der Lufttransport ist in alpinen Gebieten auch für Gewässer sehr relevant
- Es besteht eine gewisse Hilflosigkeit die N-Problematik über das derzeitige Maß (Österreich) in den Griff zu bekommen
 - Realistische Strategien zeigen eine geringe Wirksamkeit
 - Wirksame Strategien sind unrealistisch

