

Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

Grundwasserdynamik

- hydrogeologische Datensätze als Grundlage zur Berechnung der Aufenthaltszeit des Grundwassers
- Verweilzeit in der Gesättigten Zone als wichtige Variable zur Berechnung von Nitratabbauraten im Aquifer
- Denitrifikation im Aquifer in guter Näherung als Funktion der Verweilzeit zu verstehen

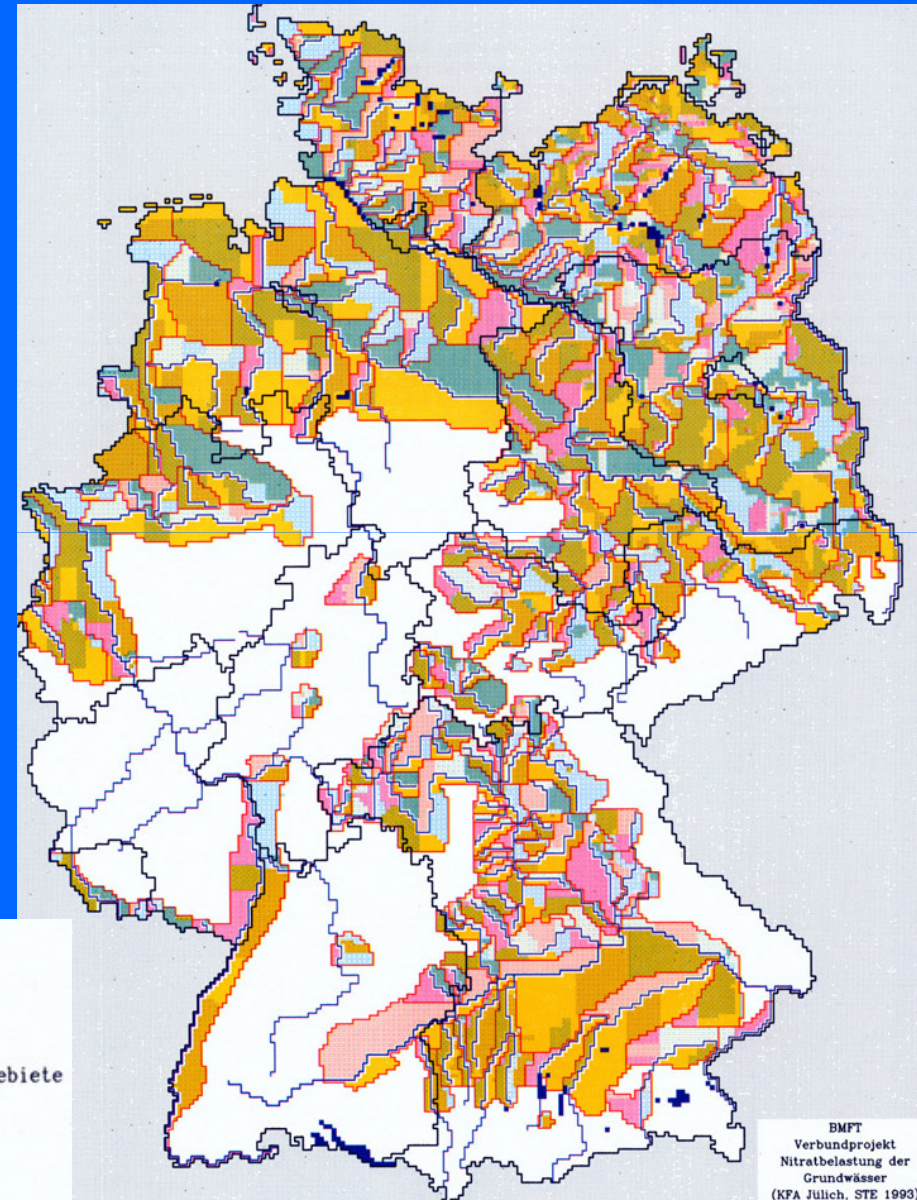
- wichtigster Parameter: kf-Wert des Aquifers
- Berechnung der Abstandsgeschwindigkeit nach Darcy
- Grundwassergleichenpläne zur Ausgliederung von Grundwassereinzugsgebieten und grundwasserwirksamen Vorflutern

Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

Überregionale Grundwasser-Einzugsgebiete

- zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Studie keine großräumigen Grundwassergleichenpläne für 50% der alten BL und 15% der neuen BL
- z.B. Schwarzwald, Erzgebirge (Kristallingebiete) oder z.B. Harz (paläozoisches Schiefergebirge) nur im Ausnahmefall großräumig zusammenhängende Aquifere
- GW-EG im Festgestein (z.B. Bayerisches Schichtstufenland, südliches Harzvorland) bedeutend stärker an lokale Vorfluter gebunden und bedeutend kleiner als EG im Lockergestein (z.B. im Norddeutschen Flachland)

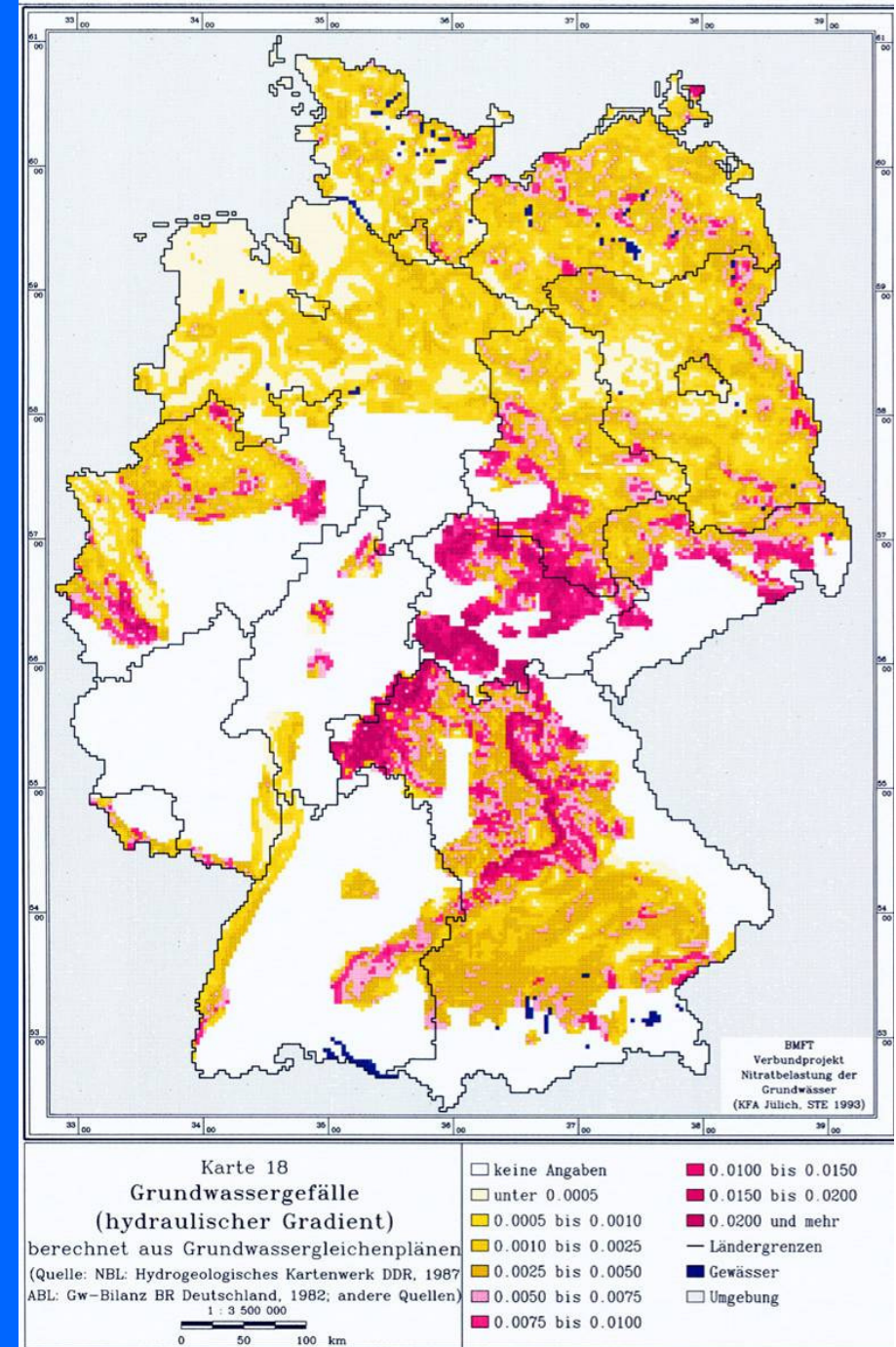


Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

Überregionale Grundwasser-Einzugsgebiete

- aus Grundwassergleichenplänen erfolgte Errechnung der hydraulischen Gradienten jeweils den obersten Grundwasserleiter:



Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

Überregionale Grundwasser-Einzugsgebiete

- schließlich Berechnung der mittleren Abstandsgeschwindigkeit aus den Grunddaten:
 - a) Durchlässigkeitsbeiwert
 - b) nutzbarer Hohlraumanteil
 - c) Hydraulischer Gradient

$$V_a = k_f * J / n_{eff} * 86400 \text{ (m/d)} \quad (2)$$

V_a : mittlere Abstandsgeschwindigkeit (m/d)

J : hydraulisches Gefälle: h/l (m/m)

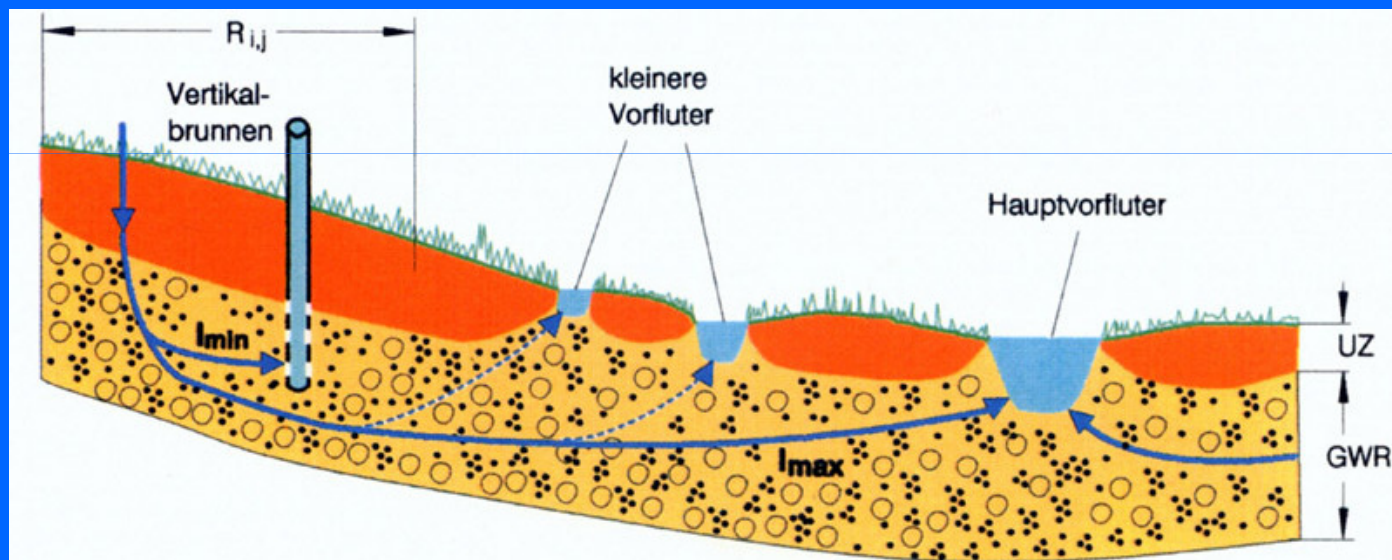
n_{eff} : effektives Hohlraumvolumen (-)

86400 : Faktor zur Umrechnung der Zeitdimension (m/d)

Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

- Maximale und Minimale Verweilzeit sind gegeneinander abzugrenzen:



R_{ij} = Rasterelement
UZ = ungesättigte Zone
GWR = Grundwasserraum (Aquifer)
 l_{min} = Fließstrecke für die minimale Verweilzeit
 l_{max} = Fließstrecke für die maximale Verweilzeit

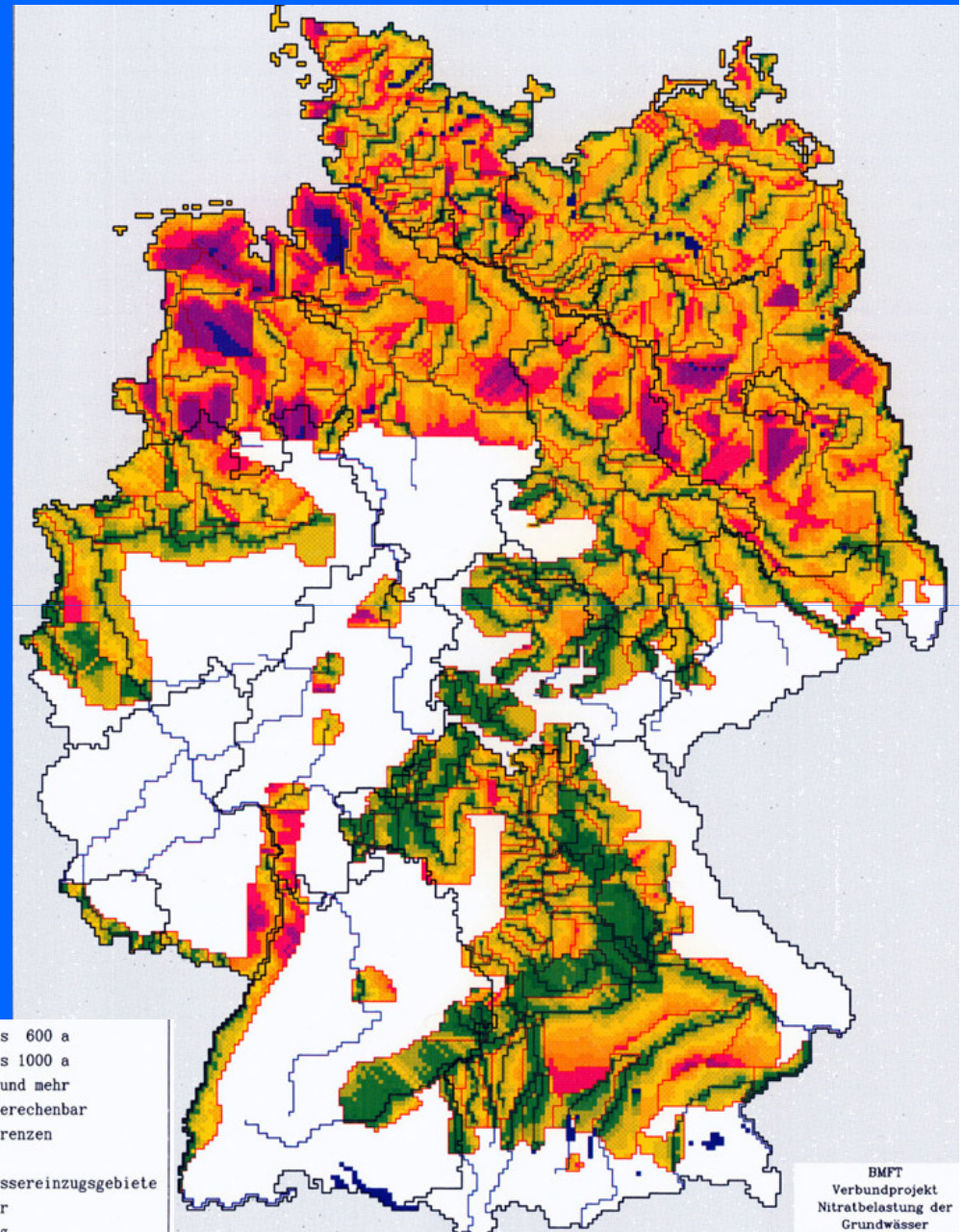
Abbildung 5.2
Schematische Darstellung der Fließstrecken
des Grundwassers im Grundwasserleiter

Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

MAXimale Verweilzeit:

- aufgrund geringer Abstandsgeschwindigkeiten & großer Fließstrecken Aufenthaltszeiten von 1000a und mehr (z.B. Nordwest-deutschland, Brandenburg)
- in Festgesteinsbereichen: Nordbayern, Thüringen, Münsterländer Becken & Niederrheinische Bucht: 5-30a dominierend (Besonderheit der Niederrheinischen Bucht: durch Tagebauentwässerung im Braunkohlerevier künstlich erhöhter hydraulischer Gradient)
- geringste Verweilzeiten (<1-5a) in Karstgrundwasserleitern (z.B. Schwäbische Alb, Fränkische Alb, Paderborner Hochfläche)



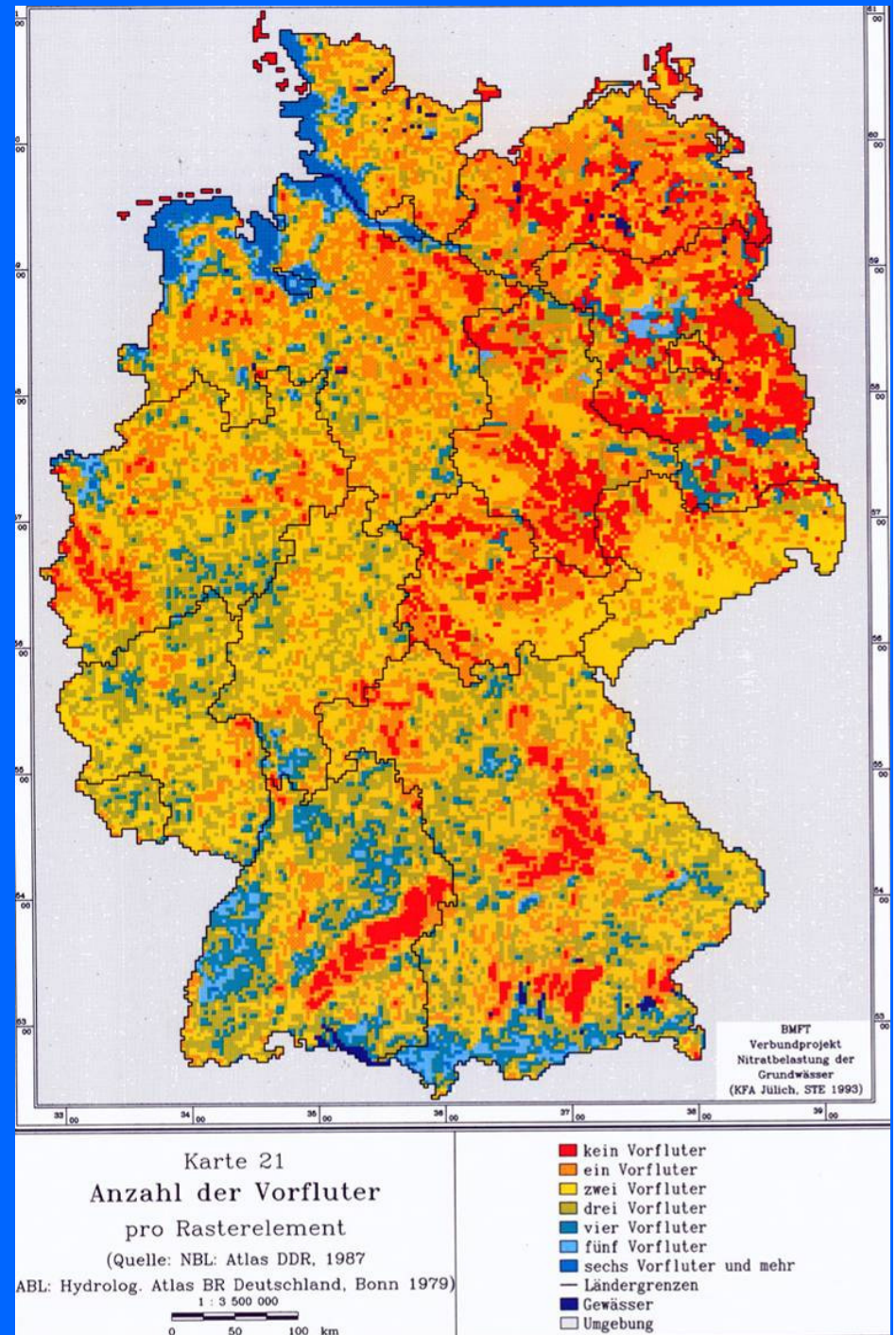
Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

Anzahl der Vorfluter pro Rasterelement:

Tabelle 5.2. Gewässerbesatz und hypothetische Fließstrecken des Grundwassers unter kleinräumigen Abstrombedingungen

Gewässerbesatz n	Fließstrecke [m] (l_{ij})
1	1500
2	750
3	500
4	375
5	250

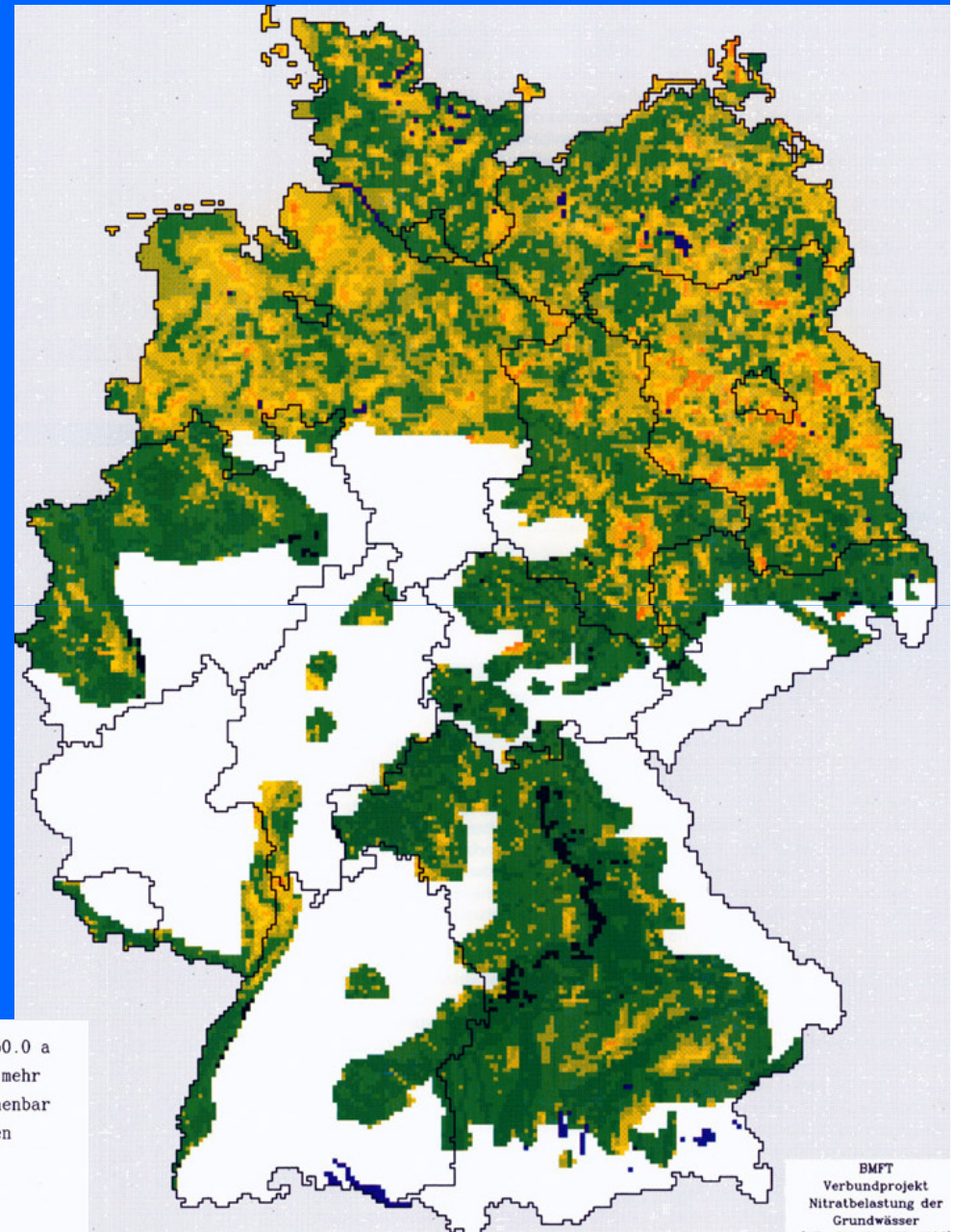


Nitratstromatlas

Hydrogeologie:

MINimale Verweilzeit:

- gilt für Teilstrom des GW, der nicht seinem natürlichen Hauptvorfluter zuströmt, sondern nach kurzer Untergrundpassage in den nächsten Vorfluter (z.B. Drainagegraben oder kleinerer Bach) oder eine Grundwasserentnahmestelle einspeist
- Ermittlung mit Hilfe der Gewässernetzkarte
- Parameter hier: Anzahl der Vorfluter pro Rasterelement ?
- aus Anzahl der Oberflächengewässer pro Rasterelement wird ein hypothetische Fließstrecke (l_{min}) des Grundwassers ermittelt



Karte 22
MINIMALE Verweilzeit
des Grundwassers im Aquifer
Aufenthaltszeit unter kleinräumigen Abstrombedingungen, d.h. für den Teil des Grundwasserabflusses, der in den nächsten Vorfluter einspeist
1 : 3 500 000

■	unter 0.1 a	■	100.0 bis 150.0 a
■	0.1 bis 1.0 a	■	150.0 a und mehr
■	1.0 bis 5.0 a	□	nicht berechenbar
■	5.0 bis 10.0 a	—	Ländergrenzen
■	10.0 bis 30.0 a	■	Gewässer
■	30.0 bis 60.0 a	□	Umgebung
■	60.0 bis 100.0 a		

0 50 100 km

BMFT
Verbundprojekt
Nitratbelastung der
Grundwässer
(1991-1994) (1995-1999)

Nitratstromatlas

Stickstoffbilanz:

N-Zufuhren:	mineralische N-Handelsdünger + wirtschaftseigene Dünger aus der Viehhaltung (vermindert um deren Lagerungsverluste) + legume N-Fixierung + Niederschläge
-N-Entzüge:	Erntesubstanz, die von der landwirtschaftlich genutzten Fläche abgefahren wird
= N-Saldo:	N-Verluste durch gasförmige N-Entbindung und Nitrat- auswaschung

Abbildung 6.1
Schema der Stickstoffbilanzierung

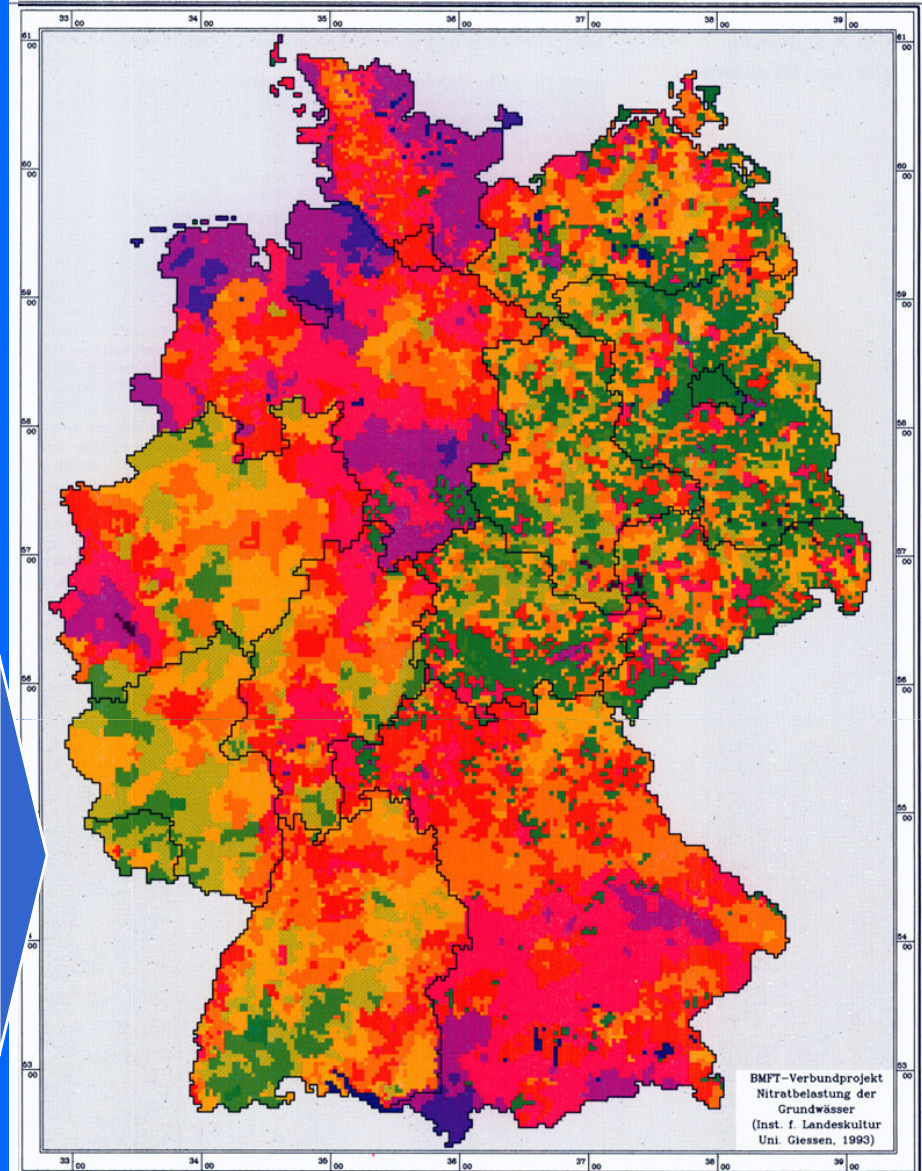
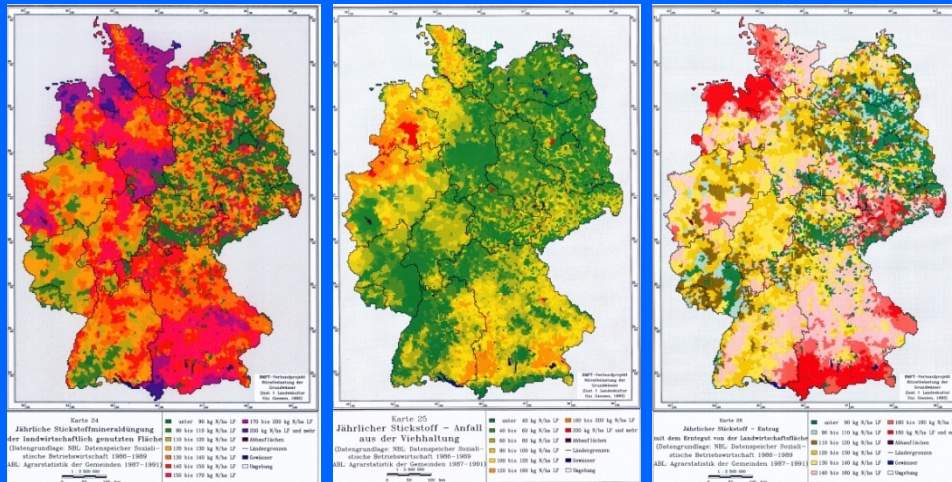
Bilanzierung des Stickstoffeinsatzes in
landwirtschaftlichen Produktionssystemen
nach drei Bilanzansätzen bzw.
Bilanzierungsebenen:

- a) Hoftorbilanz
- b) Flächenbilanz und/oder Kulturartenbilanz
- c) Stallbilanz

Nitratstromatlas

Stickstoffüberschuss:

- einfacher Saldo der landwirtschaftlich genutzten Flächen
- hier: keine Berücksichtigung Wald etc.
- hier: keine Berücksichtigung der atmosphärischen Stickstoffdeposition



Karte 24
Jährliche Stickstoffmineralisierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche
(Datengrundlage: NBL; Datenspeicher Sozialistische Betriebswirtschaft 1986-1989; ABL; Agrarstatistik der Gemeinden 1987-1991)
1 : 3 500 000

unter 90 kg N/ha LF	170 bis 200 kg N/ha LF
90 bis 110 kg N/ha LF	200 kg N/ha LF und mehr
110 bis 120 kg N/ha LF	Abbauflächen
120 bis 130 kg N/ha LF	Ländergrenzen
130 bis 140 kg N/ha LF	Gewässer
140 bis 150 kg N/ha LF	Umgebung
150 bis 170 kg N/ha LF	

0 50 100 km

Nitratstromatlas

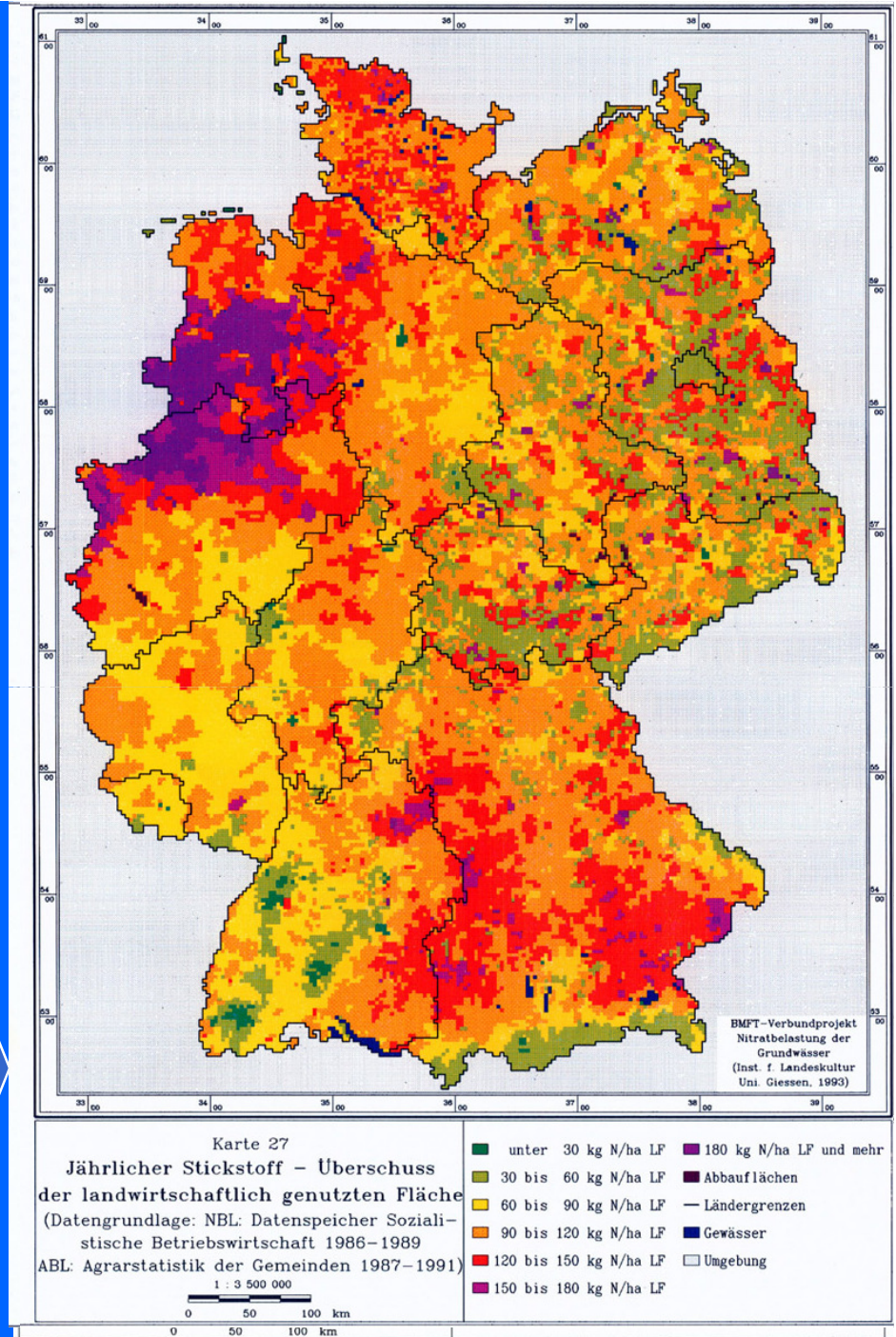
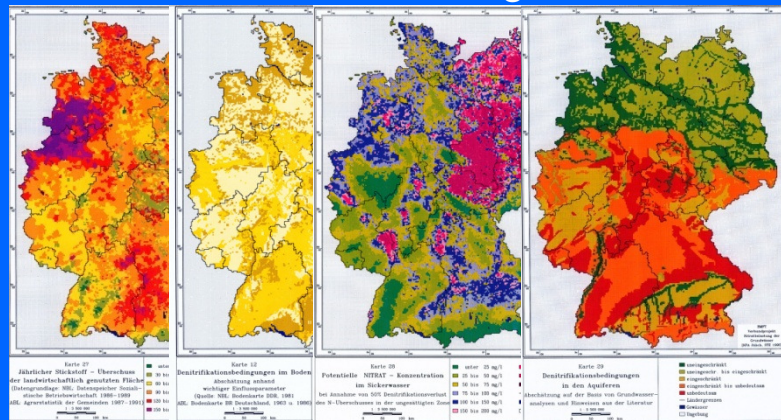
Potentielle Nitratbelastung des GW beim Eintritt in Oberflächengewässer:

Kombination von:

- Überschuss
- Abbau in Bodenpassage & Sickerwasserkonzentration
- Denitrifikationsbedingungen im Aquifer
- Grundwasser-EGs & Verweilzeiten

Ergebnis:

- MIN & MAX Abschätzung



Nitratstromatlas

Fazit:

- Konsequente Betrachtung von der Inputgröße bis zur Outputgröße
- Zeigt die Notwendigkeit einer interdisziplinären Betrachtungsweise
- Sollte auf dieser Basis mit neuen Methoden wiederholt, verbessert und auf weitere Stoffe ausgeweitet werden.