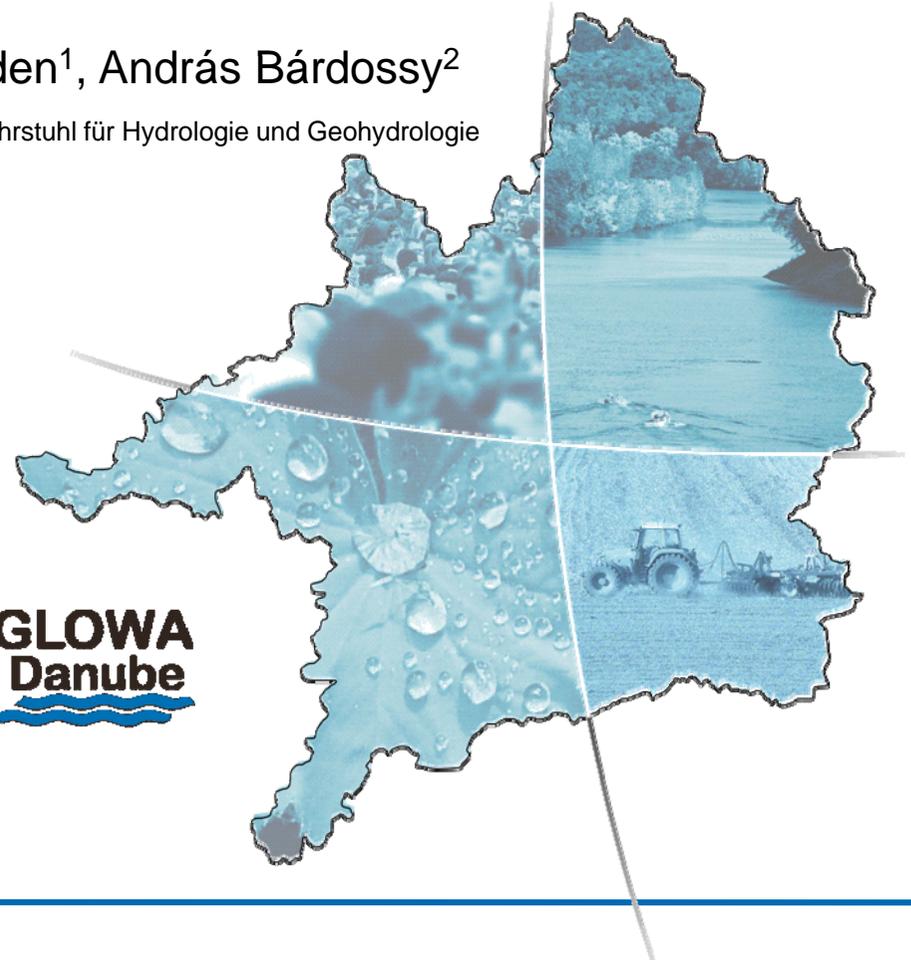


Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Grundwasserqualität im Einzugsgebiet der Oberen Donau

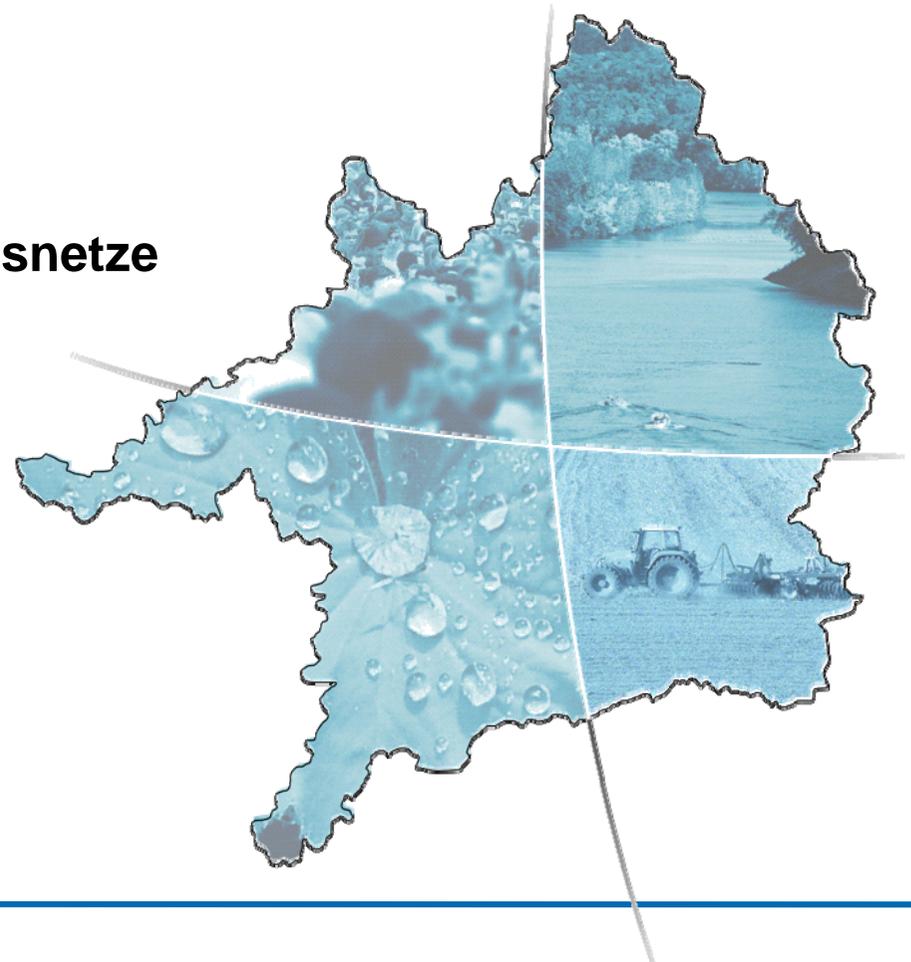
Thorben Römer¹, Roland Barthel¹, Jan van Heyden¹, András Bárdossy²

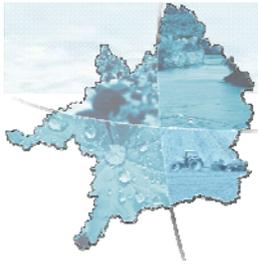
¹Jungwissenschaftlergruppe Grundwasserhydraulik und Grundwasserwirtschaft, ²Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie
Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart



Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Grundwasserqualität im Einzugsgebiet der Oberen Donau

1. Motivation der Untersuchung
2. Charakter der Messungen / Messnetze
3. Zeitliche Variabilität erklären?
4. Konsequenzen, Ausblick

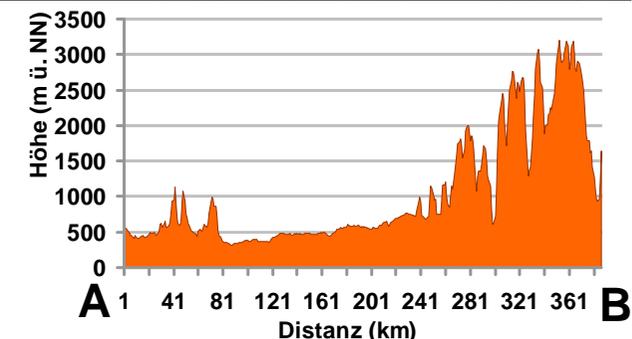




Glwa-Danube: Einzugsgebiet der oberen Donau

A_0 ca. 77.000 km²

- ‚Global Change‘ Folgen im Donaueinzugsgebiet
(Wasser, Landnutzung, Landwirtschaft, Ökonomie, Tourismus)
- Integrierter / Interdisziplinärer Ansatz: 12 Gruppen aus unterschiedlichen Disziplinen
(Meteorologie ... Tourismusforschung)
- Entscheidungs-Unterstützungs-System ‚**DANUBIA**‘, bestehend aus 16 voll gekoppelten Einzelmodellen





Warum Grundwasserqualität auf regionaler Skale betrachten?

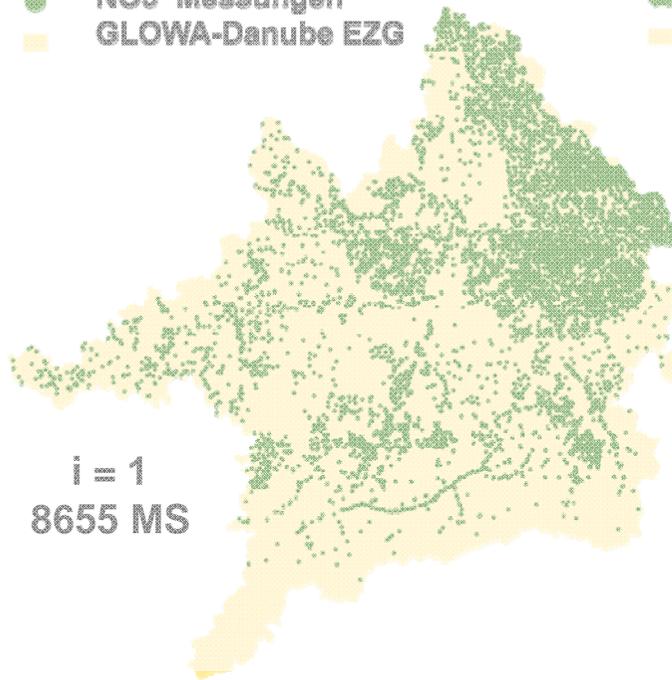
- **Auswirkungen des ‚globalen Wandels‘ regional differenziert betrachten**
- **Einfluss landwirtschaftliche Praxis / Landnutzung?**
- **Welche Faktoren haben bisher dominiert?**
- **WRRL, GW-Richtlinie → Monitoring**

- **Differenzierte Auswertungen bisher meist lokal beschränkt**
- **Historischen Datensatz verstehen, bevor Aussagen über die Zukunft möglich sind**

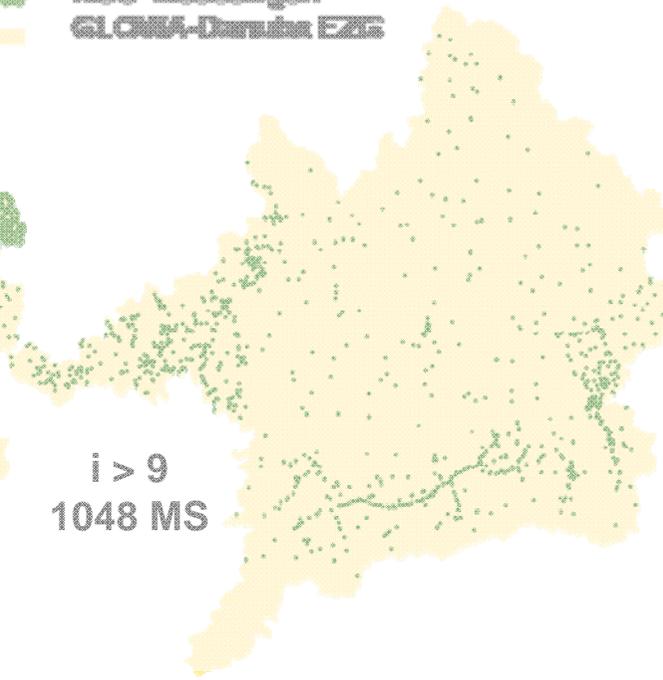
2. Räumliche und zeitliche Datenverfügbarkeit



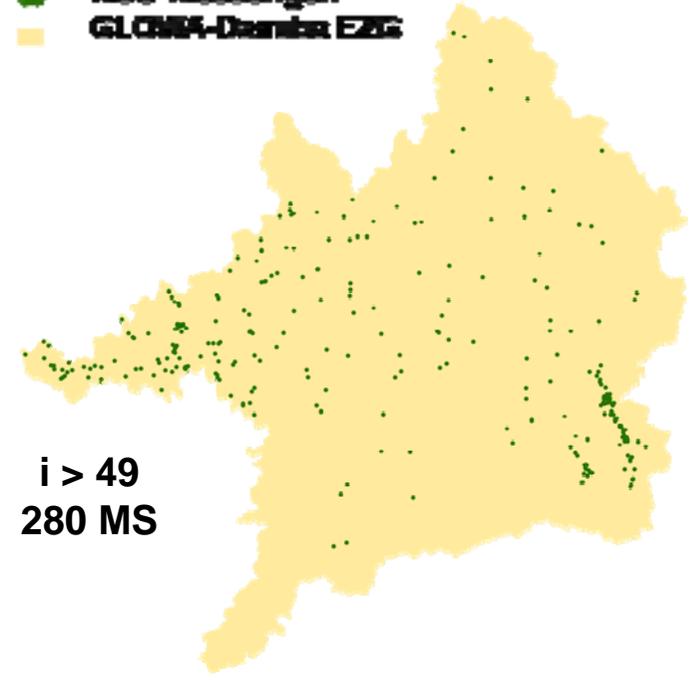
● NO₃ Messungen
■ GLOWA-Danube EZG



● NO₃ Messungen
■ GLOWA-Danube EZG



● NO₃ Messungen
■ GLOWA-Danube EZG



2. Räumliche und zeitliche Datenverfügbarkeit

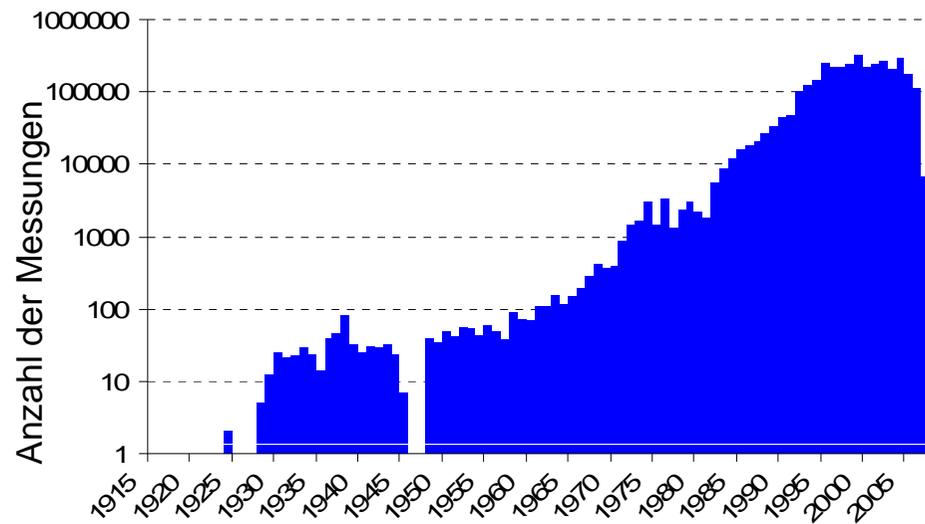


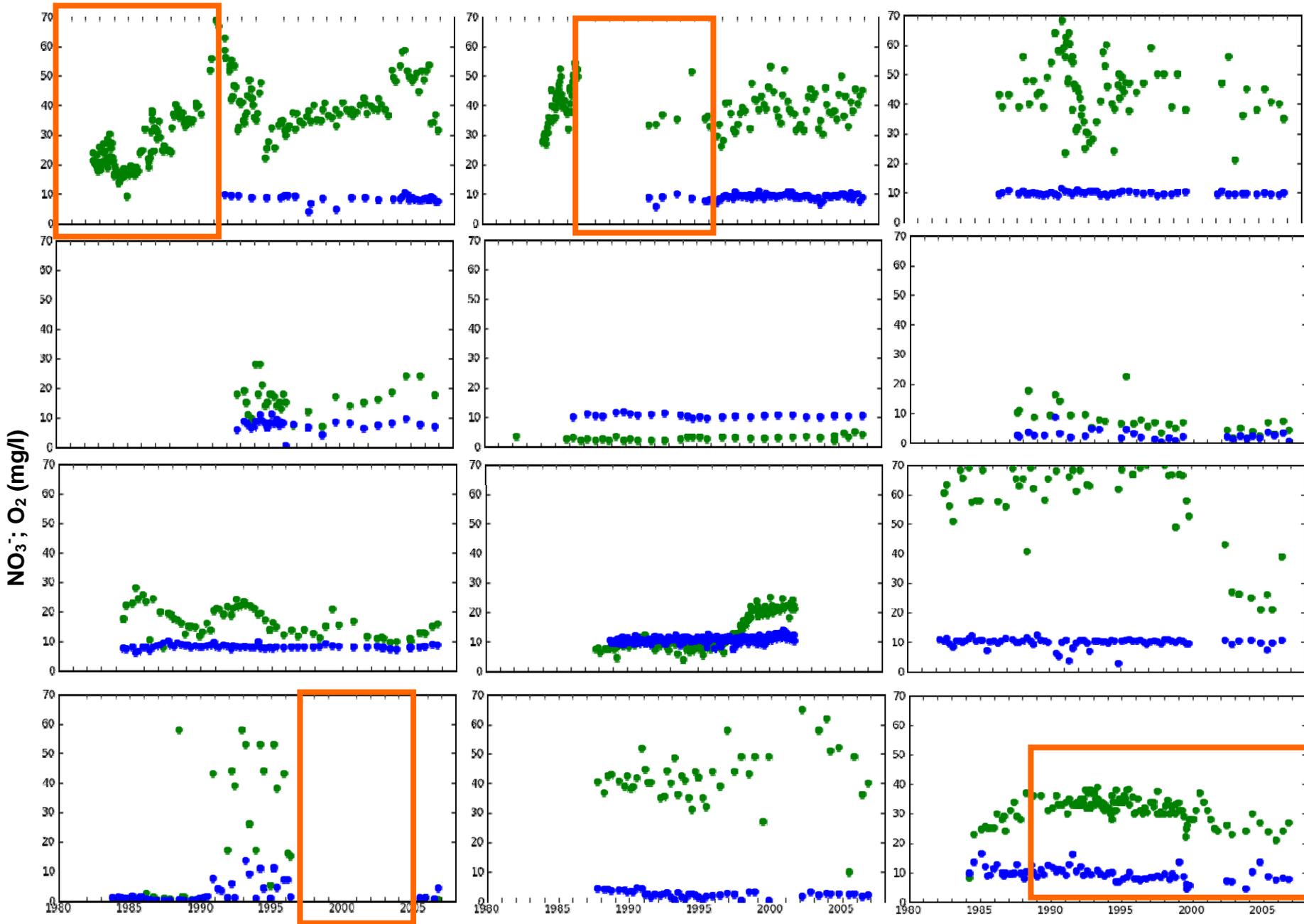
● NO3 Messungen
 ■ GLOWA-Danube EZG

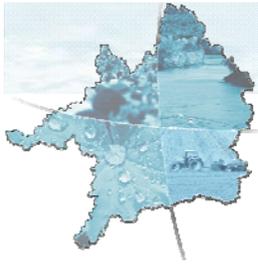
$i = 1$
 8655 MS

$i > 9$
 1048 MS

$i > 49$
 280 MS



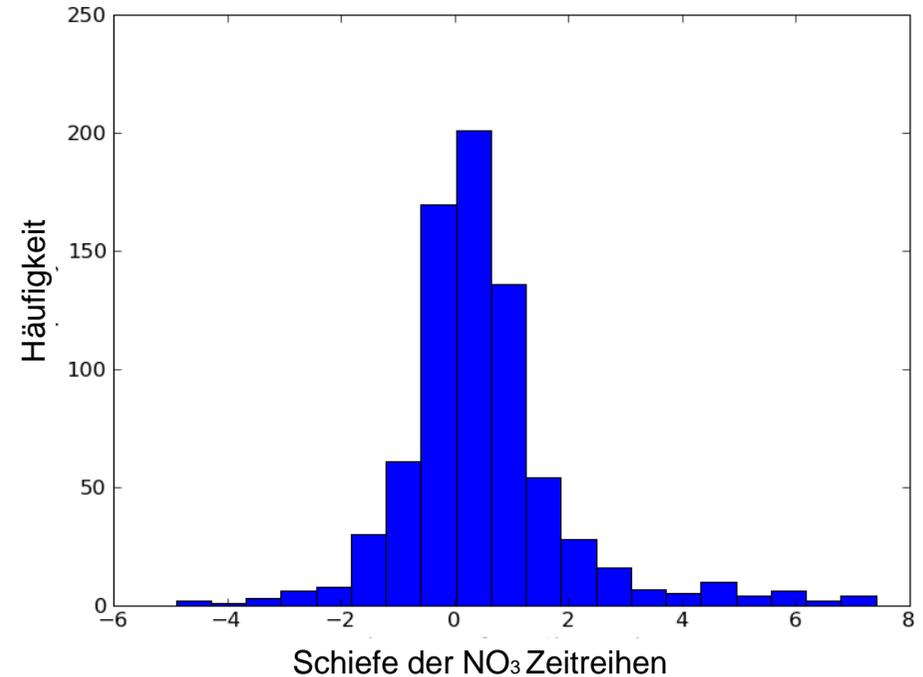




2. Eigenschaften des Datensatzes

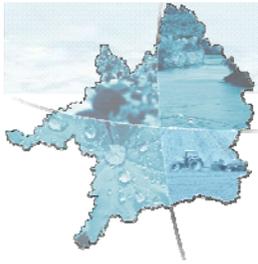
Randbedingungen der Analyse:

- zeitlich räumlich streng heterogen
- stark variierende Messintervalle
- große Datenlücken
- Normalverteilung nicht gegeben



Konsequenzen?

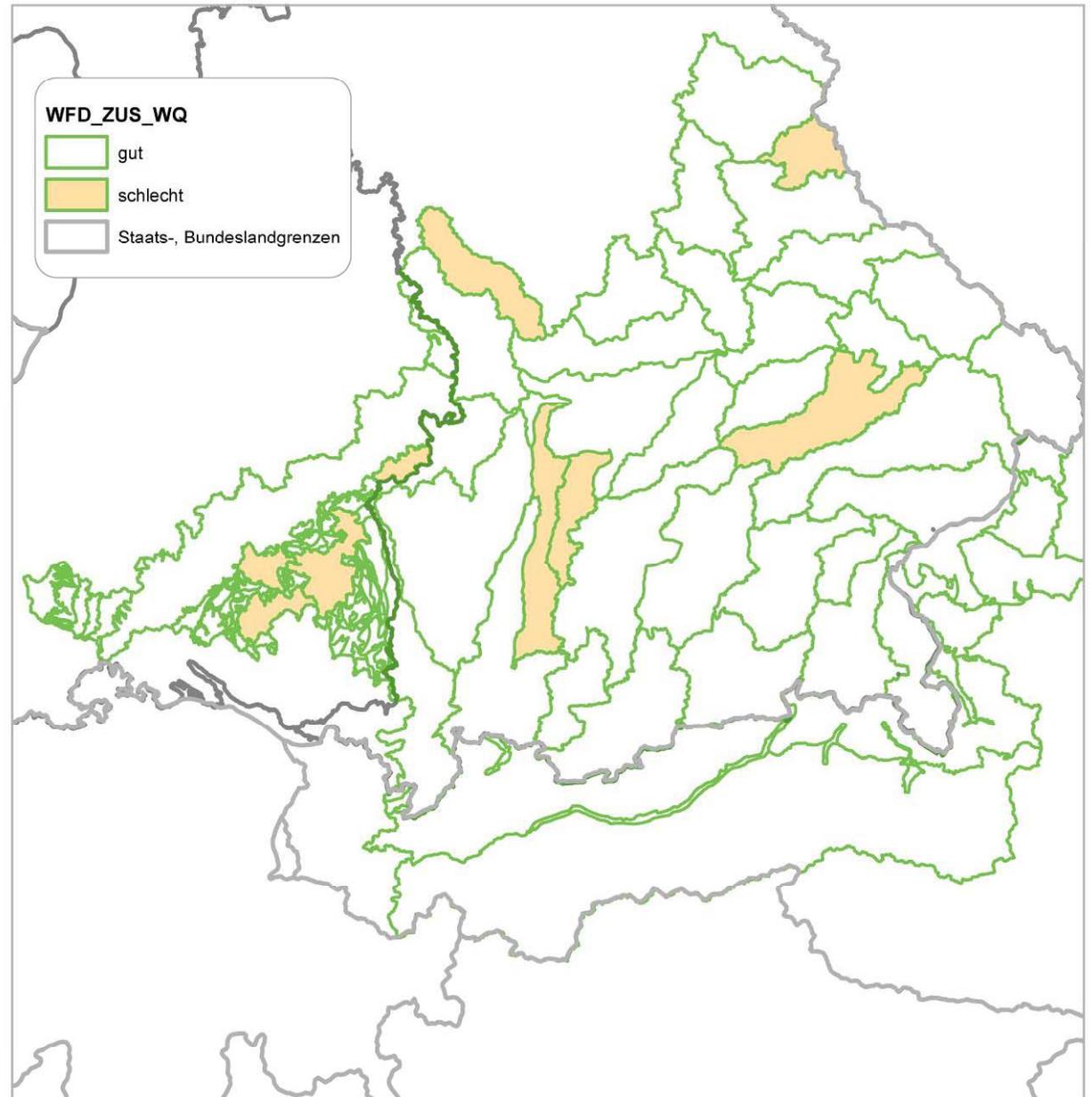
1. klassische Methoden der Zeitreihenanalyse nicht anwendbar
2. Rückgriff auf Sekundärinformationen und 'weiche' Informationen wird nötig
3. nicht-parametrische Statistik



2. WRRL-Messnetz Grundwasserqualität

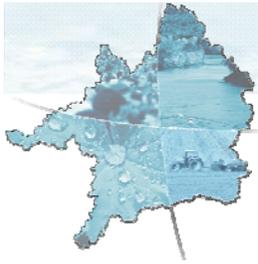
Messnetz / Monitoring

- WRRL-Grundwasserkörper

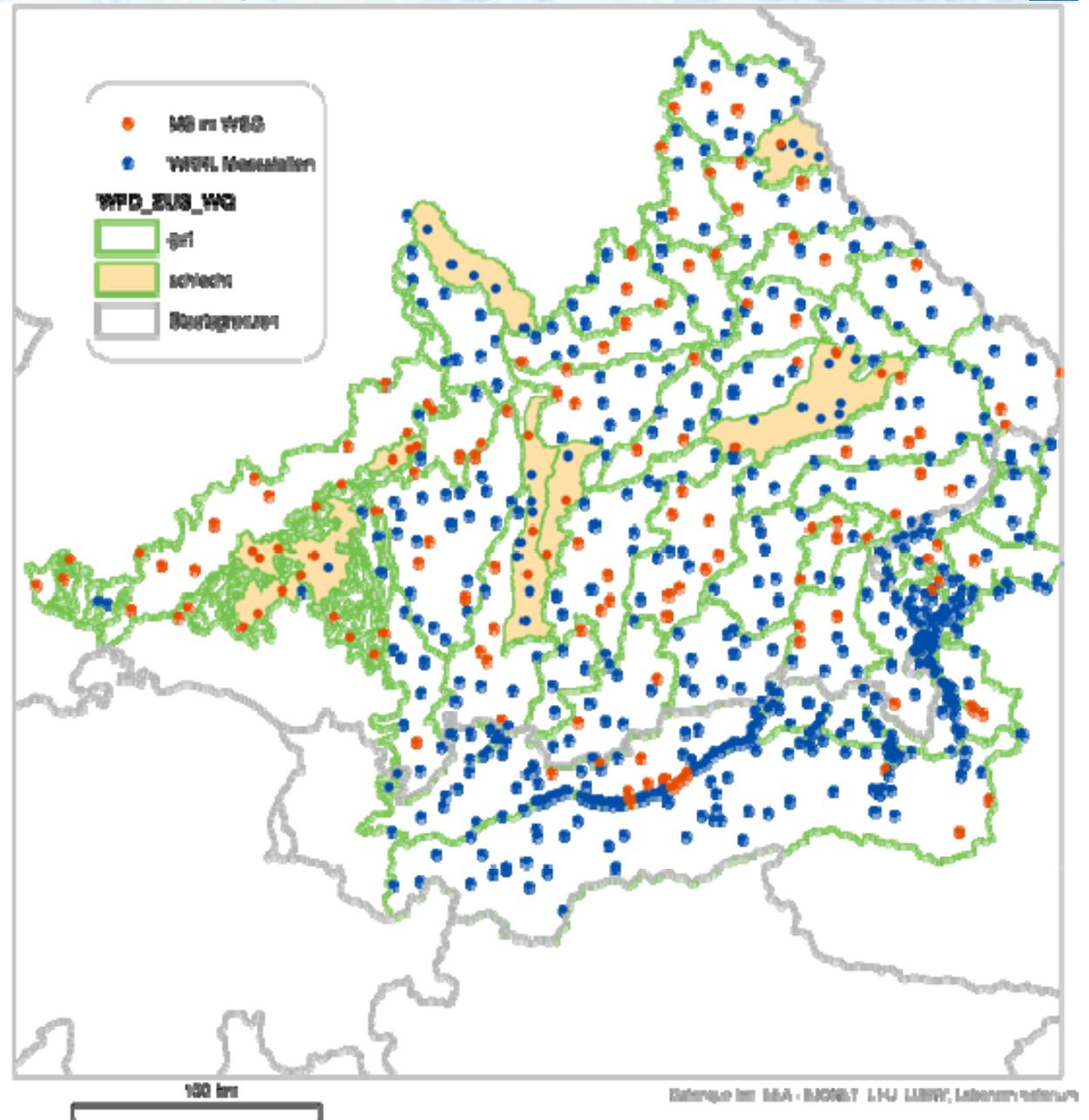


Datenquellen: EEA - EIONET

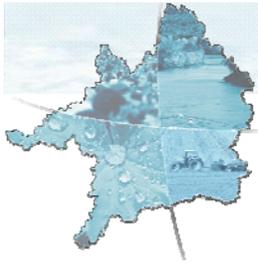
2. WRRL-Messnetz Grundwasserqualität



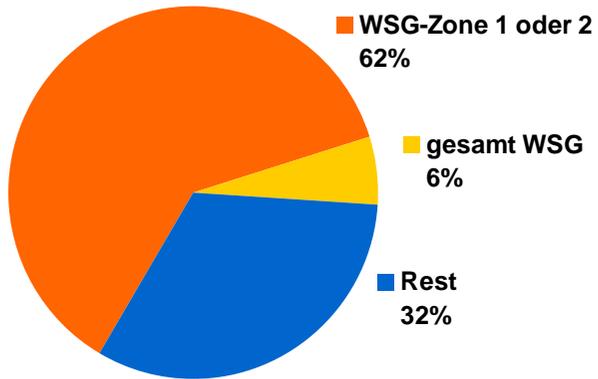
- **repräsentative Messstellen**
des WRRL-Monitorings
Grundwasserqualität



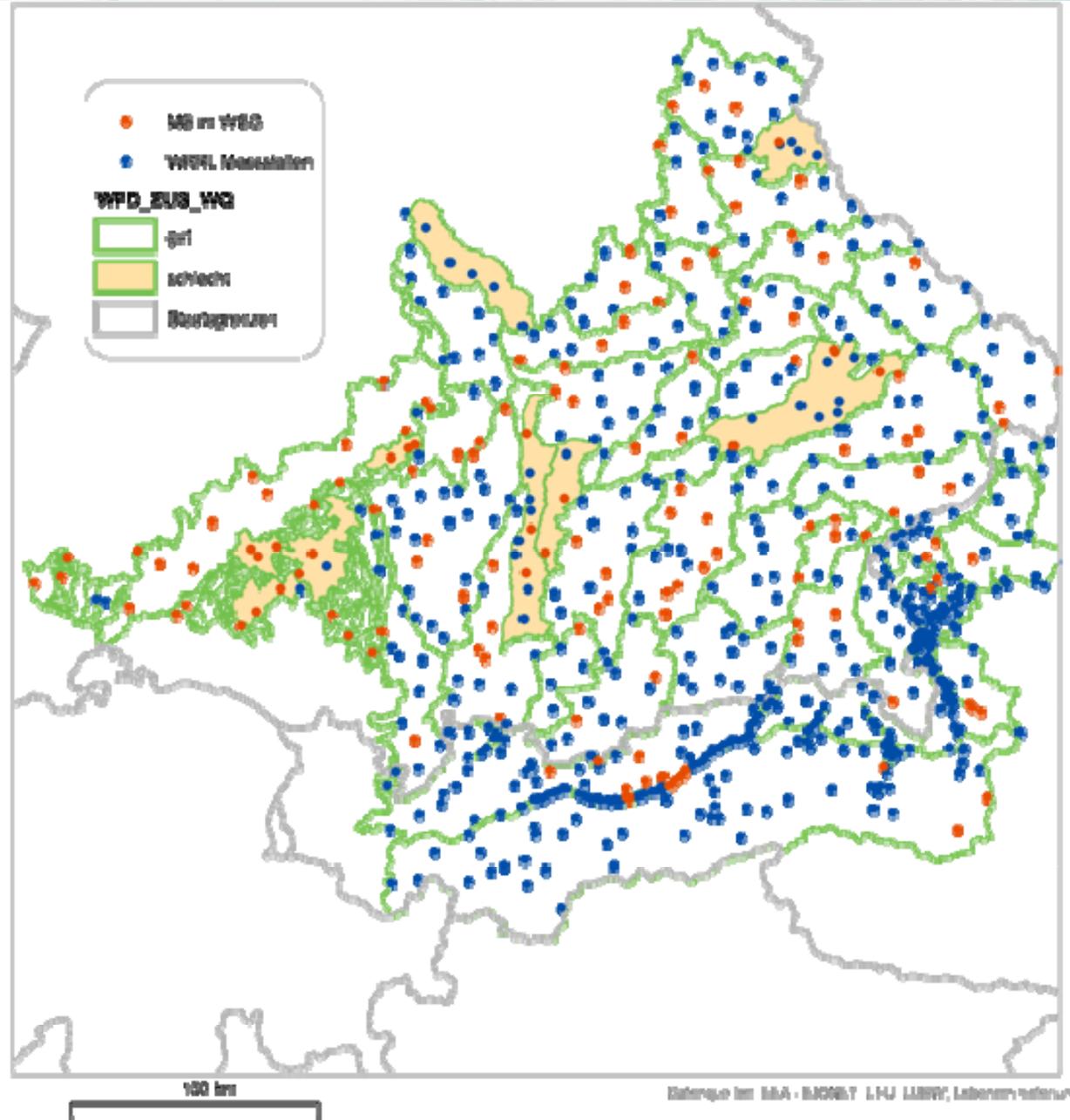
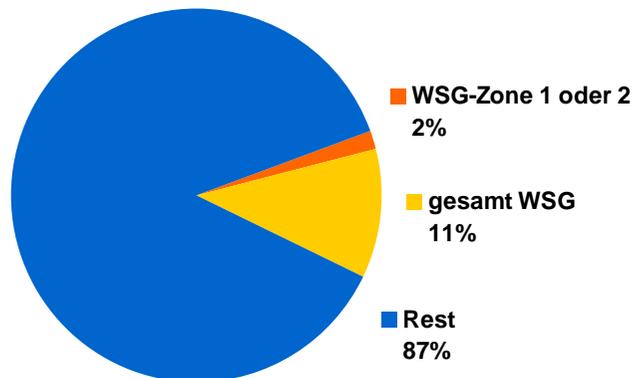
2. WRRL-Messnetz Grundwasserqualität



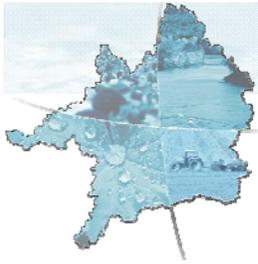
Monitoring Messstellen in BW und BY:



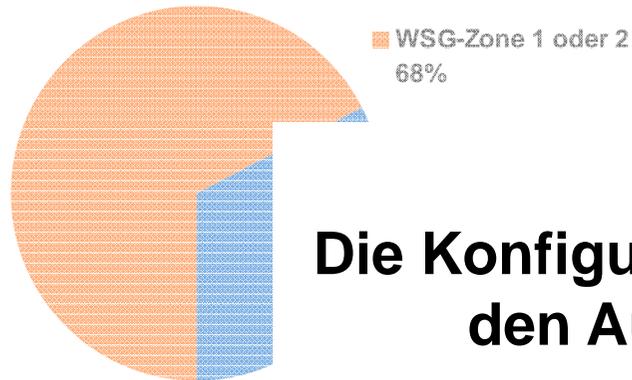
WSG Flächenanteile in BW und BY:



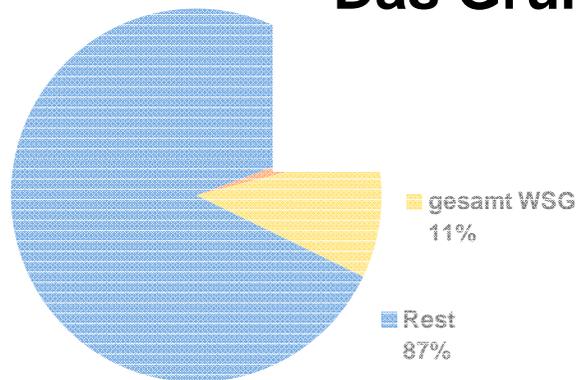
2. WRRL-Messnetz Grundwasserqualität



Monitoring Messstellen in BW und BY:

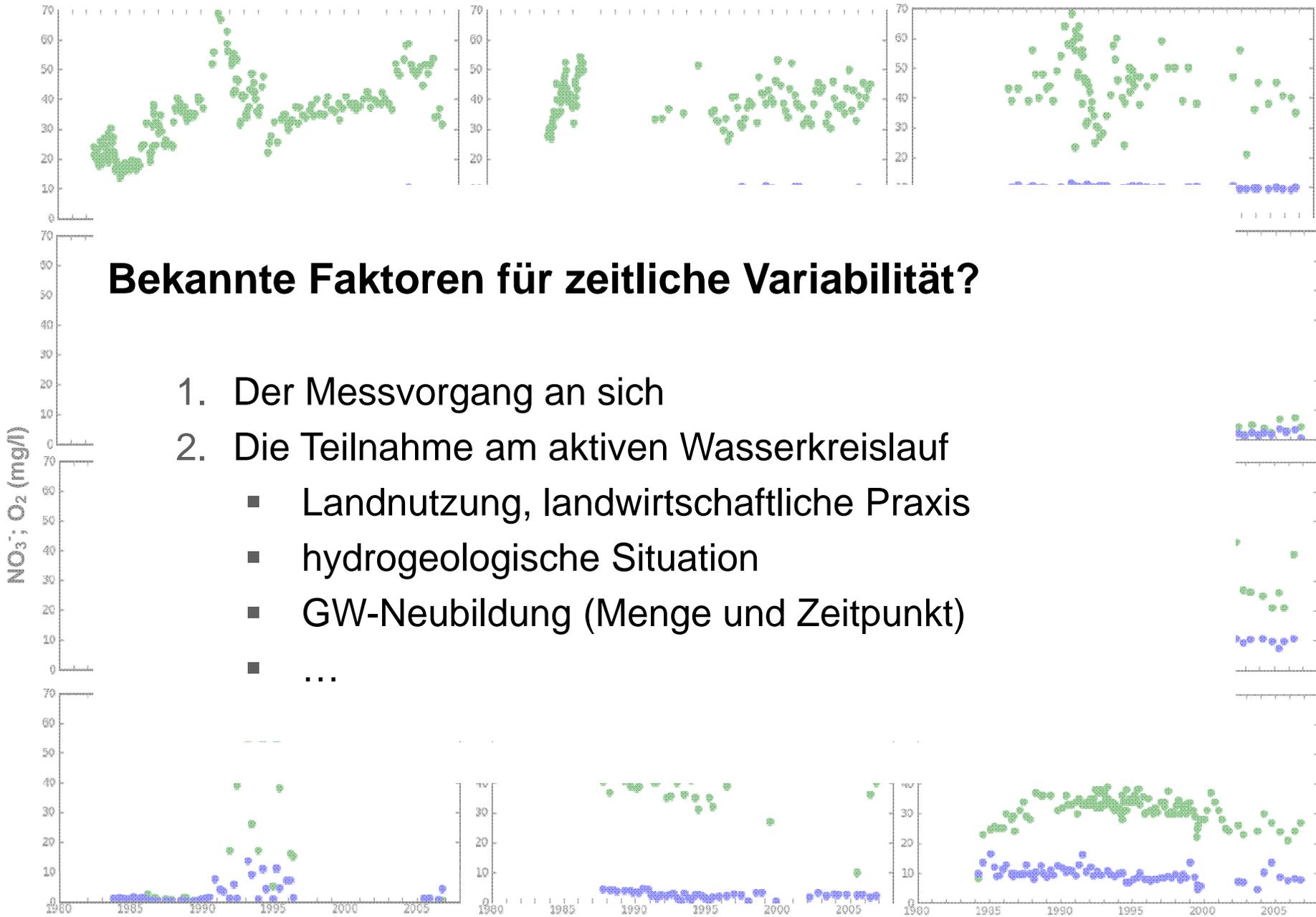


Flächenanteile



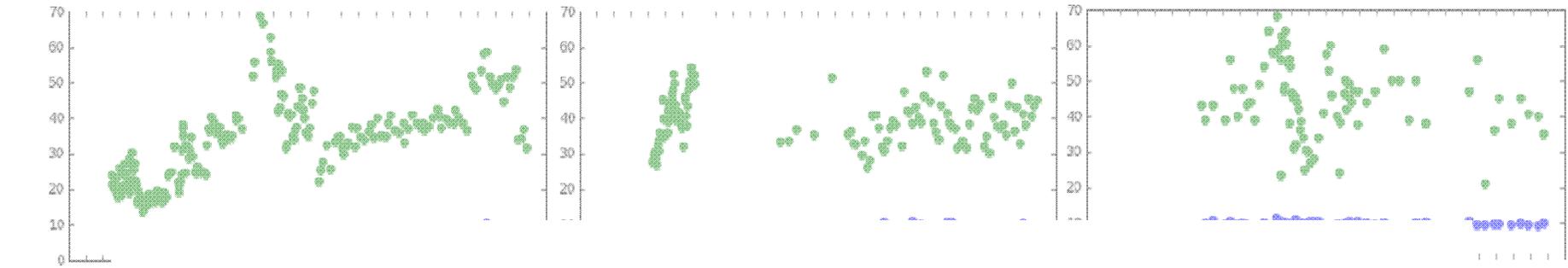
Die Konfiguration des Messnetzes bedingt den Aufbau der Grundgesamtheit.

Das Grundwasser orientiert sich nicht an administrativen Grenzen!



Bekannte Faktoren für zeitliche Variabilität?

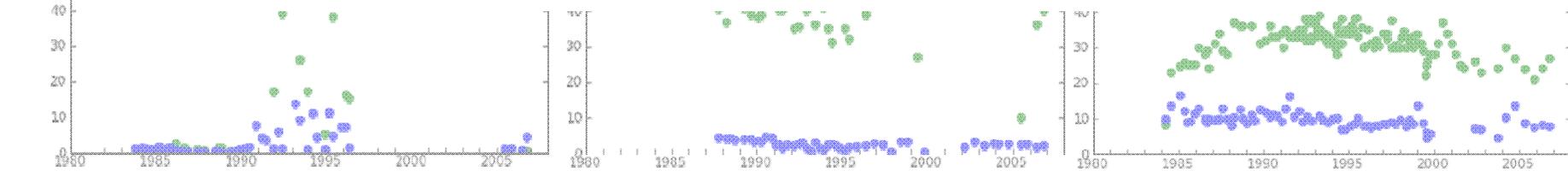
1. Der Messvorgang an sich
2. Die Teilnahme am aktiven Wasserkreislauf
 - Landnutzung, landwirtschaftliche Praxis
 - hydrogeologische Situation
 - GW-Neubildung (Menge und Zeitpunkt)
 - ...



Bekannte Faktoren für zeitliche Variabilität?

1. Der Messvorgang an sich
2. Die Teilnahme am aktiven Wasserkreislauf
 - Landnutzung, landwirtschaftliche Praxis
 - hydrogeologische Situation
 - GW-Neubildung (Menge und Zeitpunkt)
 - ...

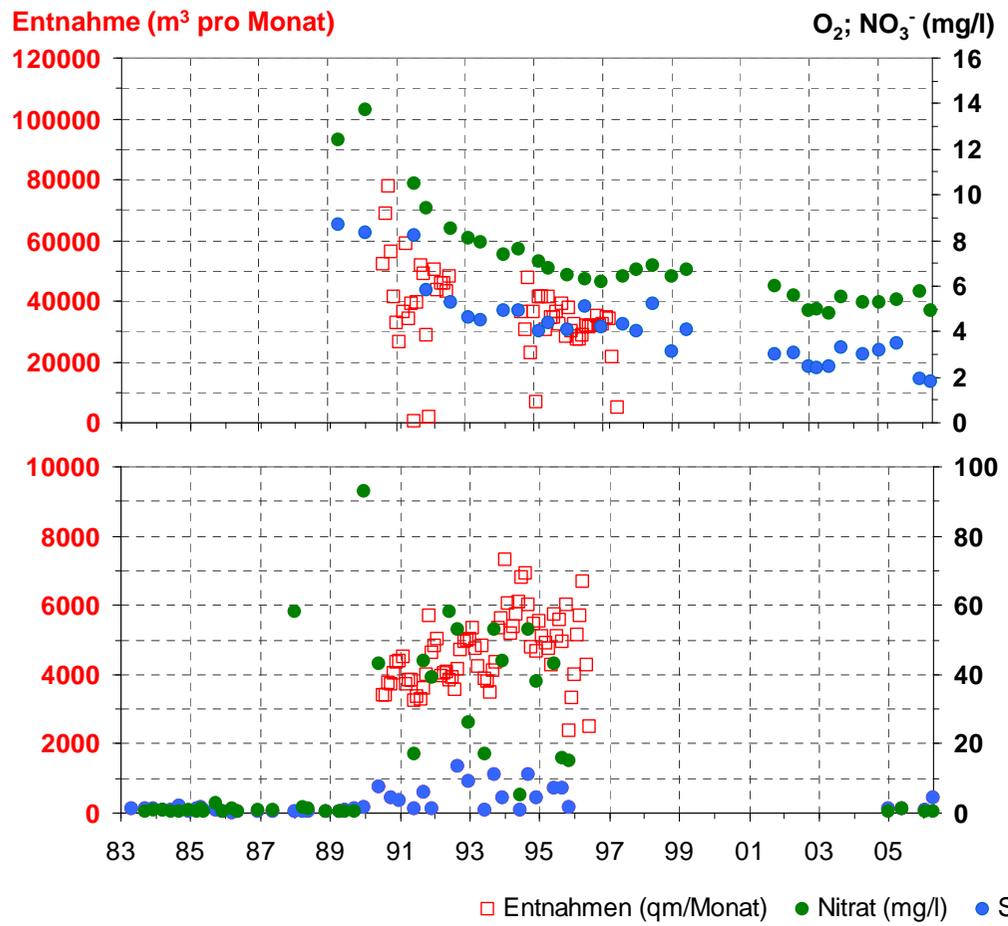
Welche Faktoren lassen sich abgrenzen?





3. Variabilität erklären: aktive Pumpvorgänge

1. Auswirkungen von Entnahmen auf die Messung



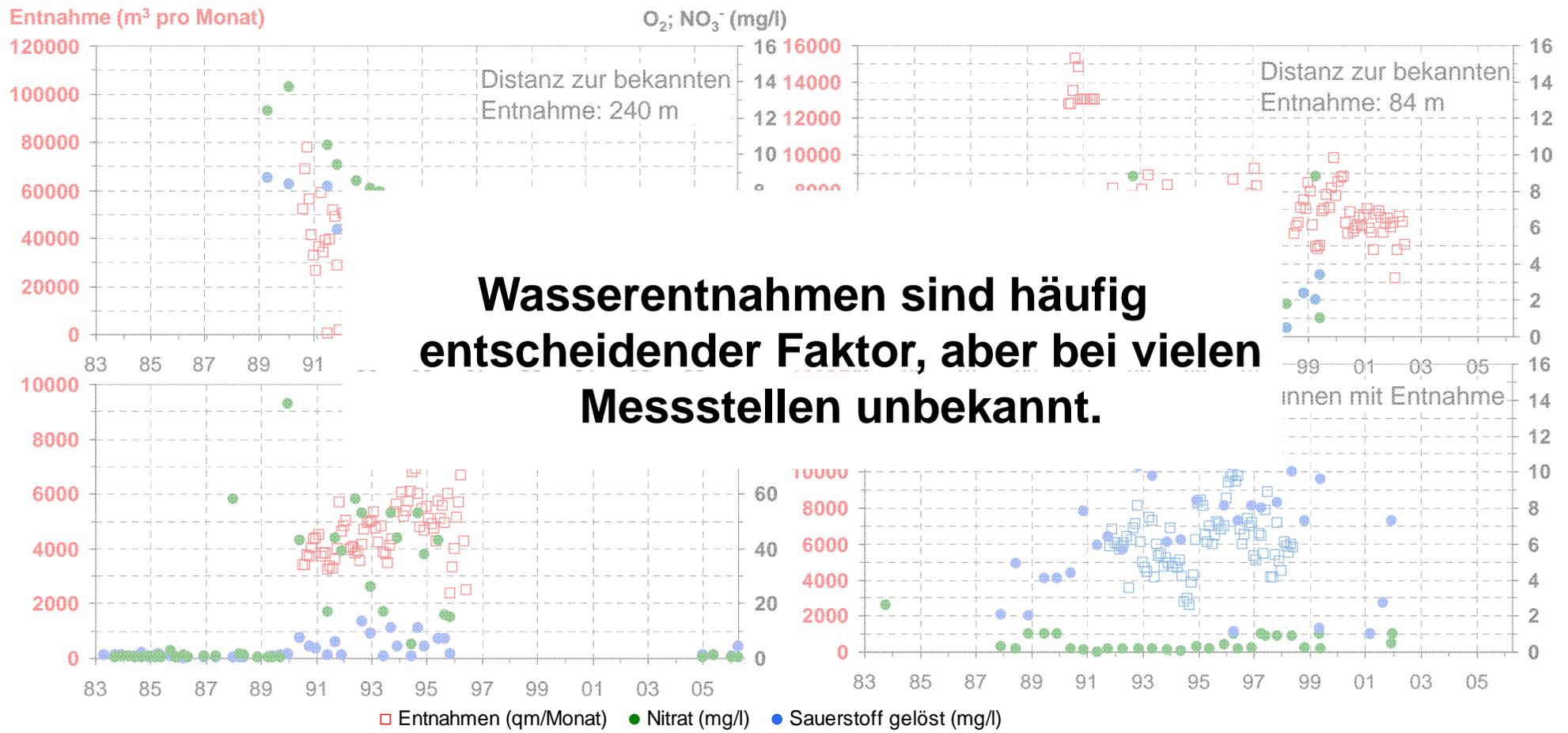
Zusammenhang O₂ und NO₃⁻

→ Spearman Rangkorrel.: 0,89

→ Spearman Rangkorrel.: 0,50



3. Variabilität erklären: aktive Pumpvorgänge



Wasserentnahmen sind häufig entscheidender Faktor, aber bei vielen Messstellen unbekannt.

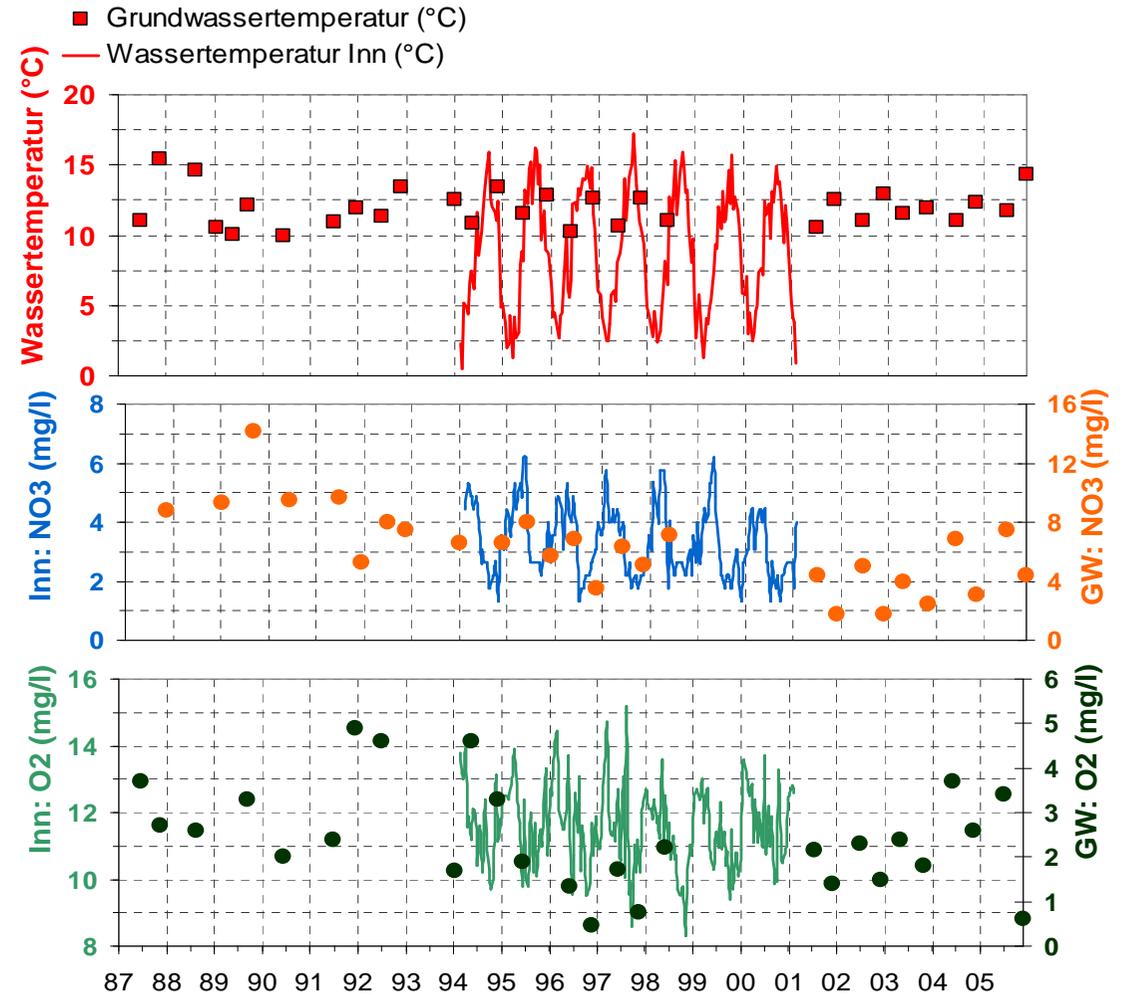


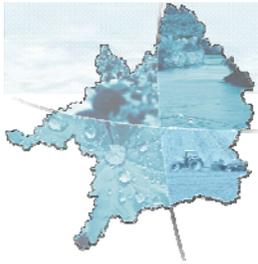
2. Oberflächen-Grundwasser-Interaktion





3. Variabilität erklären: Oberflächen-Grundwasser-Interaktion





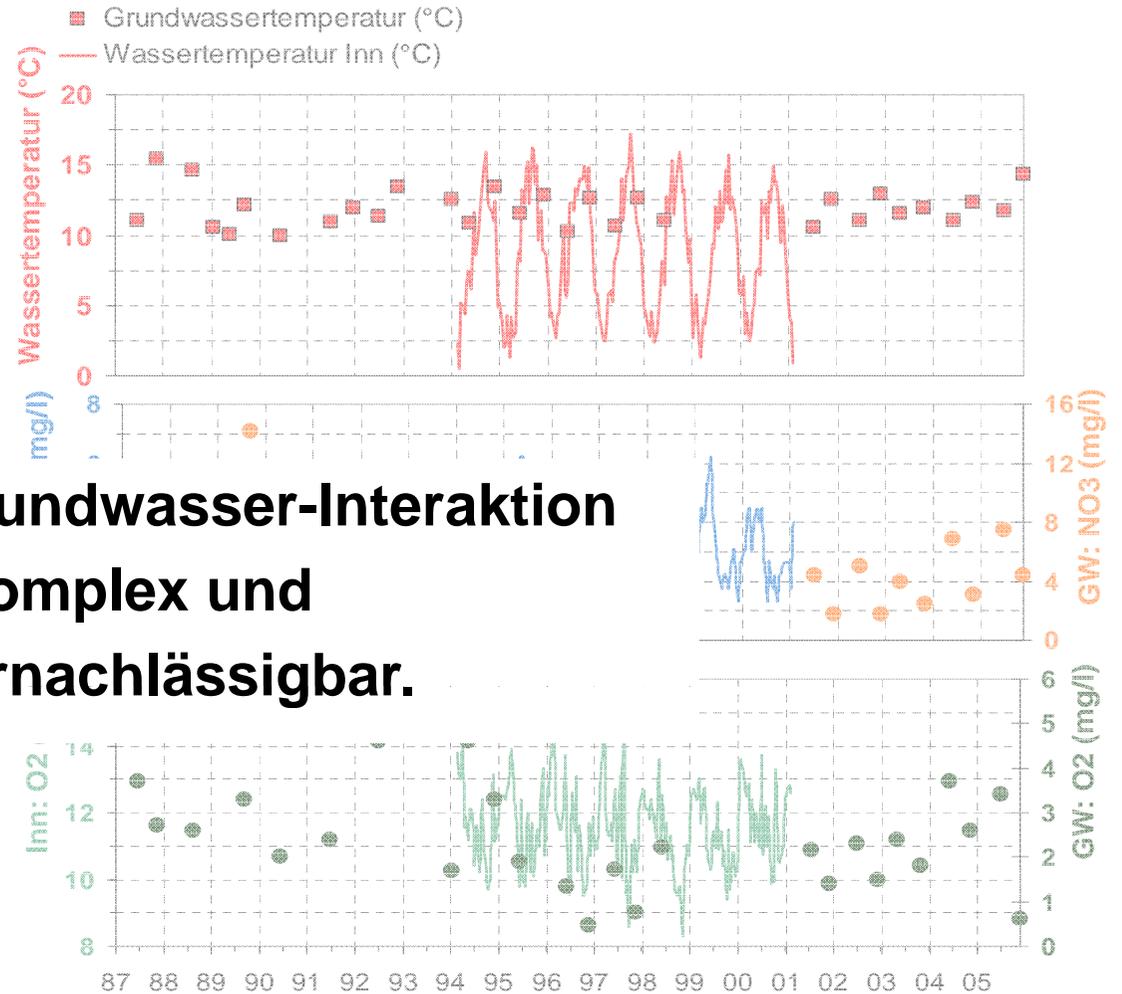
3. Beispiel-Faktoren: Oberflächen-Grundwasser-Interaktion



**Oberflächen-Grundwasser-Interaktion
ist komplex und
nicht vernachlässigbar.**

- Messstelle Fließgewässerqualität
- WRRL-Messstelle Grundwasserqualität

250m

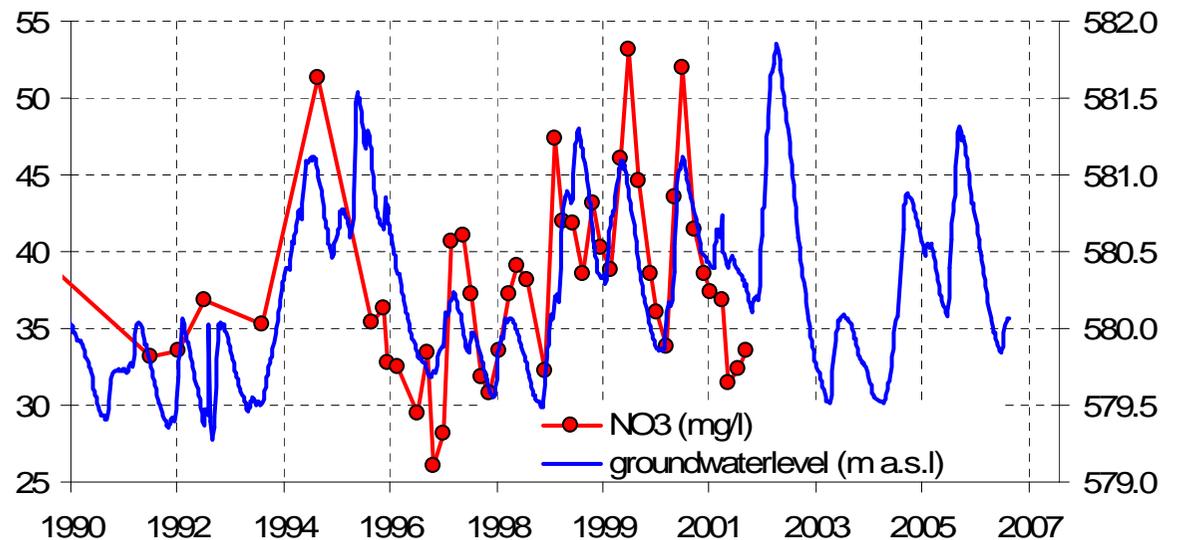
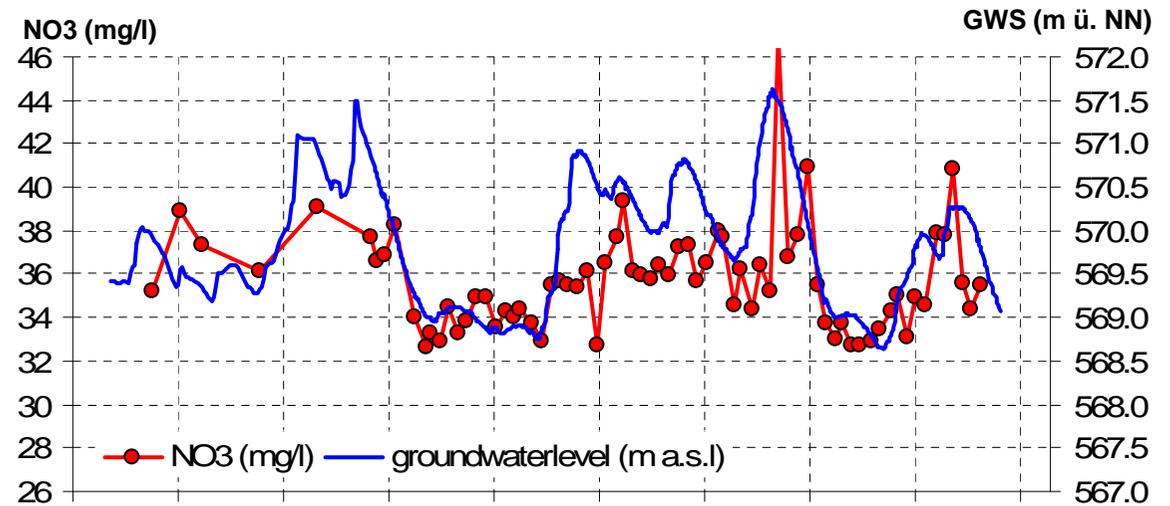




3. Variabilität erklären: Grundwasserstand

3. Grundwasserstand

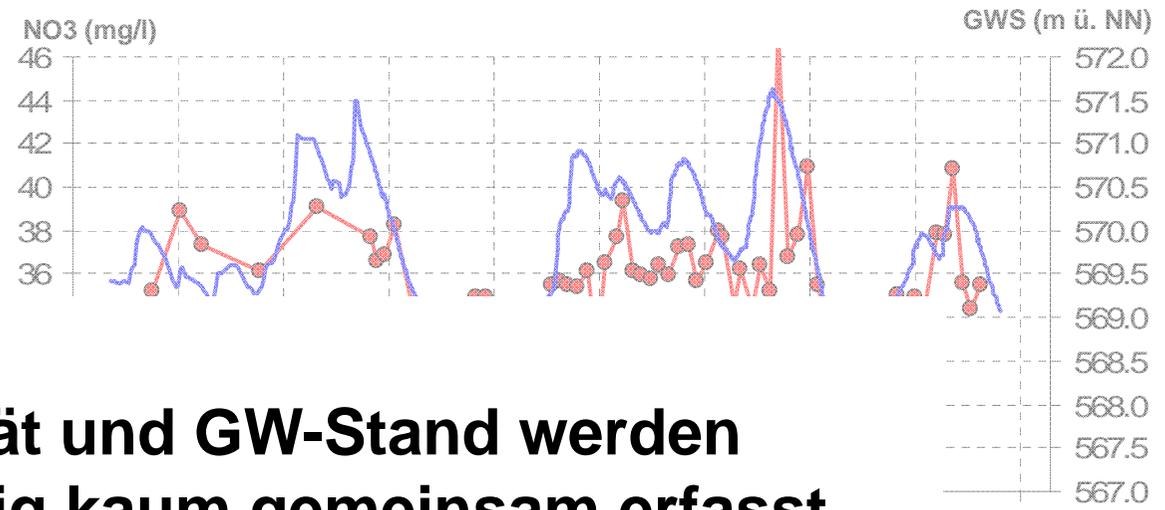
- Einzelne Parameter (Nitrat, LF, ..) korrelieren z.T. stark



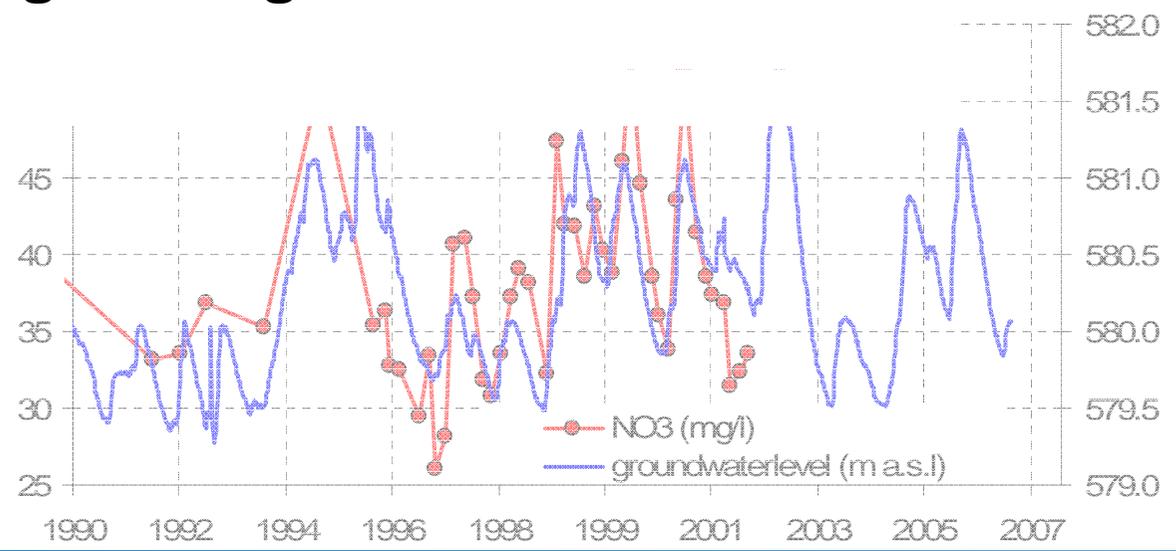


3. Beispiel-Faktoren: Grundwasserstand

3. Grundwasserstand



**GW-Qualität und GW-Stand werden
routinemäßig kaum gemeinsam erfasst.**





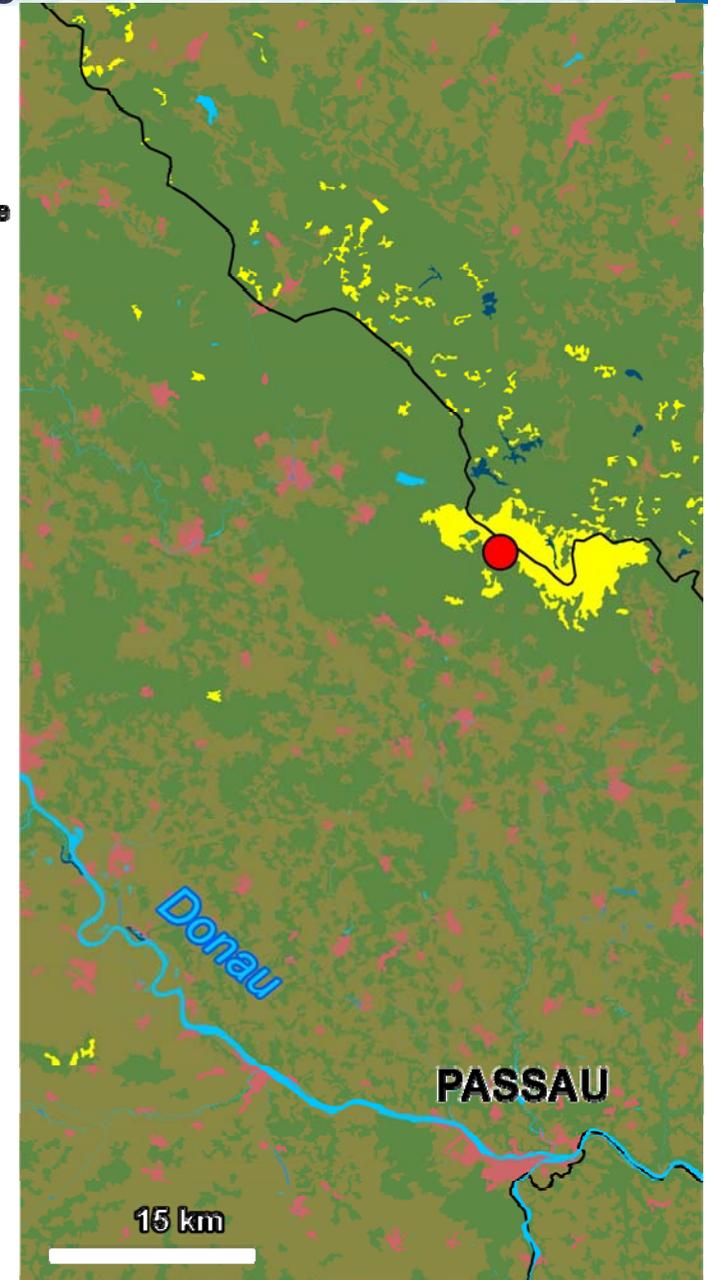
3. Beispiel-Faktoren: Landnutzungsänderungen

4. Landnutzungsänderung

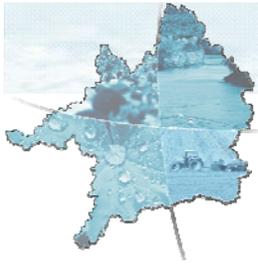


Bayerischer Wald:

- Borkenkäferbefall
- Totholzfläche von > 50 km²



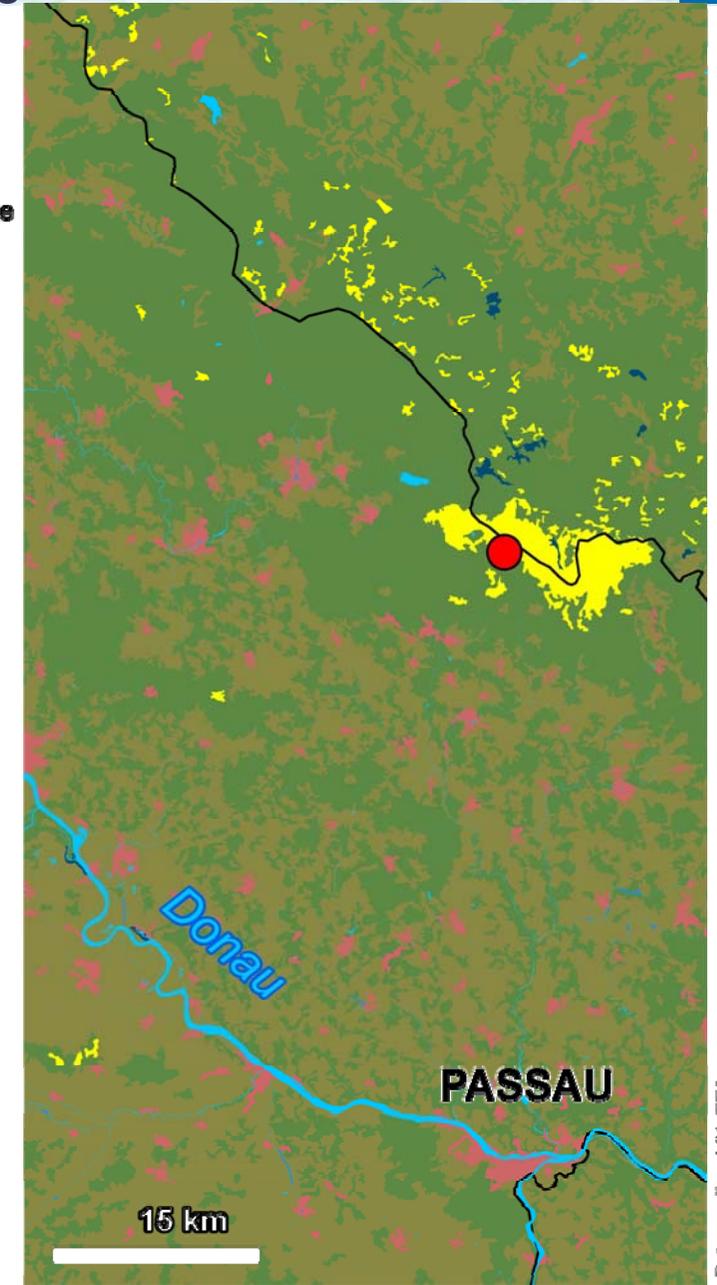
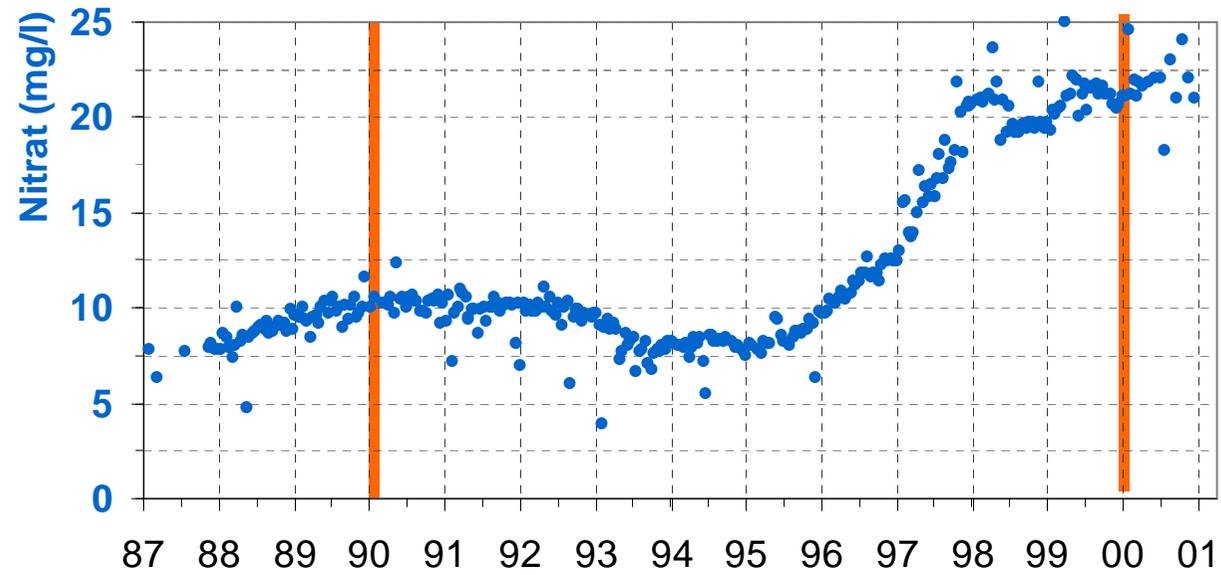
Datenquellen: LfU, EEA

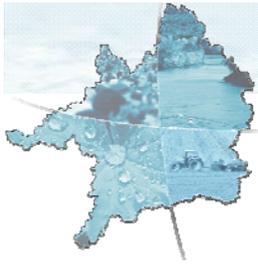


3. Beispiel-Faktoren: Landnutzungsänderungen

4. Landnutzungsänderung

- Quelle
- Waldreduktion 1990-2000
- künstliche Oberflächen
- Landwirtschaftliche Gebiete
- Waldflächen
- Feuchtgebiete
- Wasserflächen





3. Beispiel-Faktoren: Landnutzungsänderungen

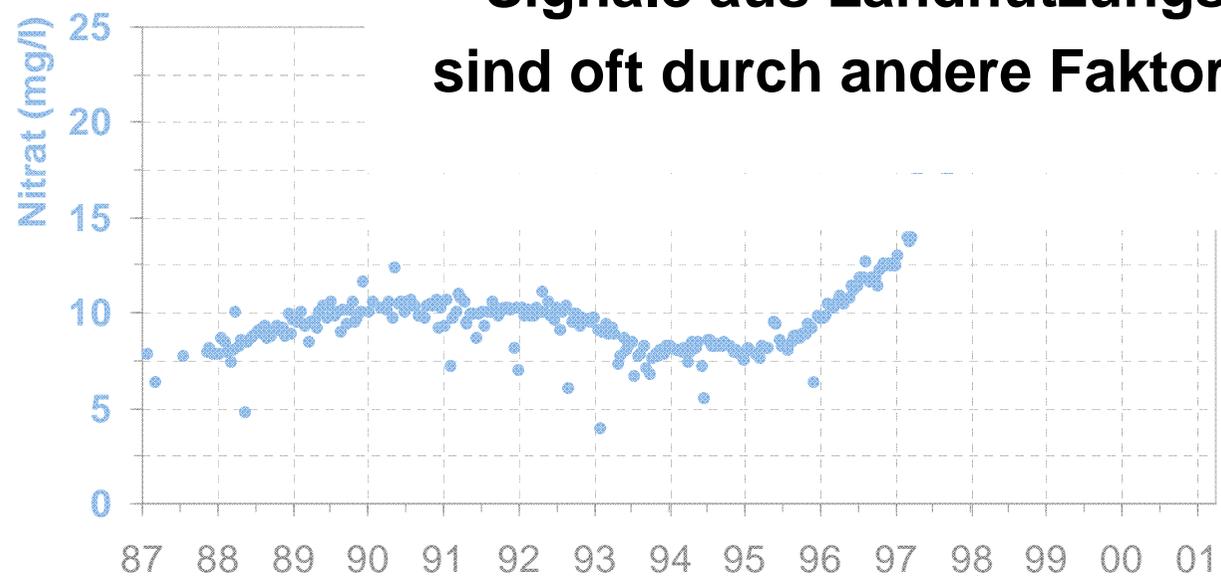
- Quelle
- Waldreduktion 1990-2000
- künstliche Oberflächen
- Landwirtschaftliche Gebiete
- Waldflächen
- Feuchtgebiete
- Wasserflächen

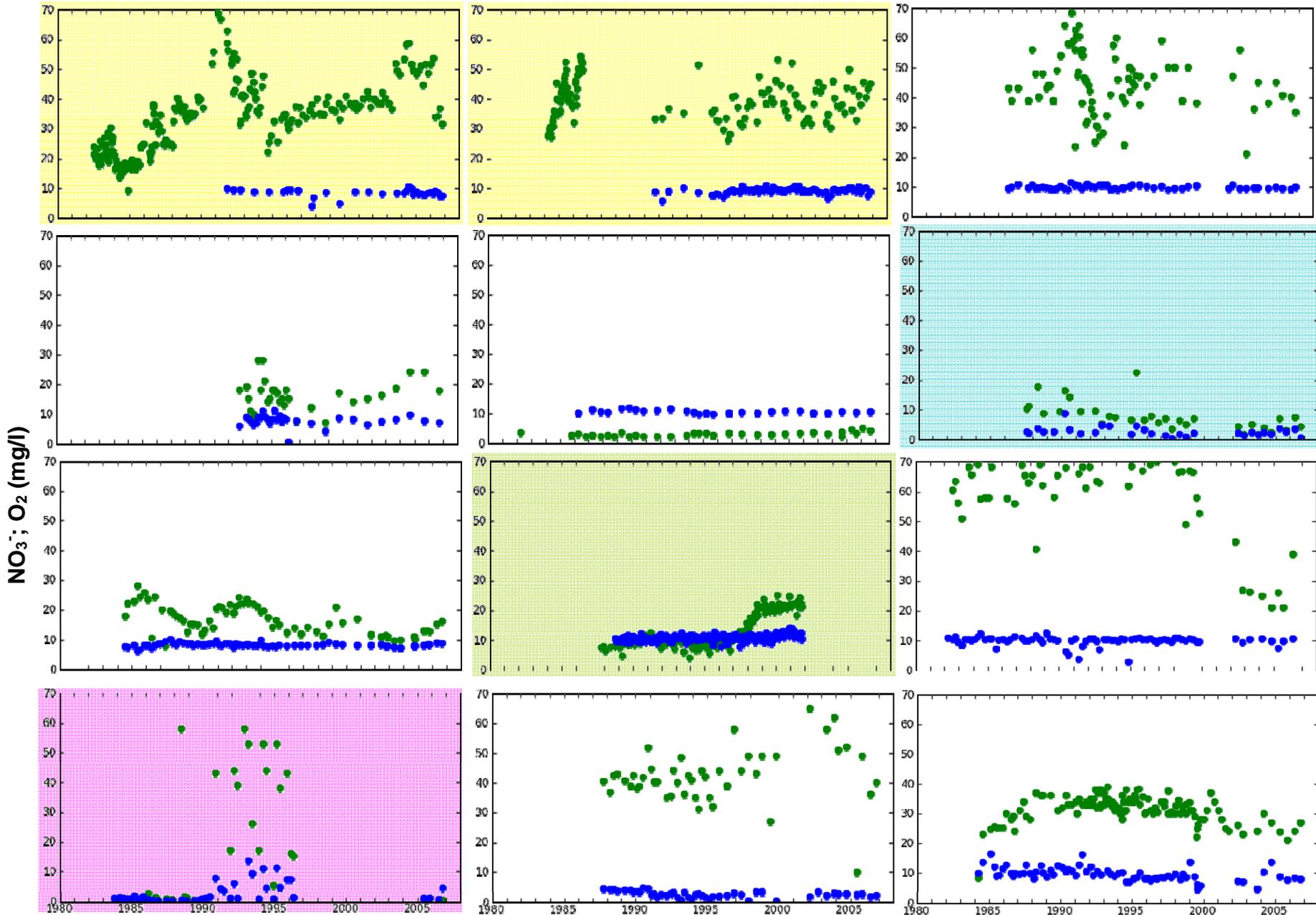
Bayerischer Wald:

- Borkenkäferbefall
- Totholzfläche von > 50 km²



Signale aus Landnutzungsänderungen sind oft durch andere Faktoren überlagert.



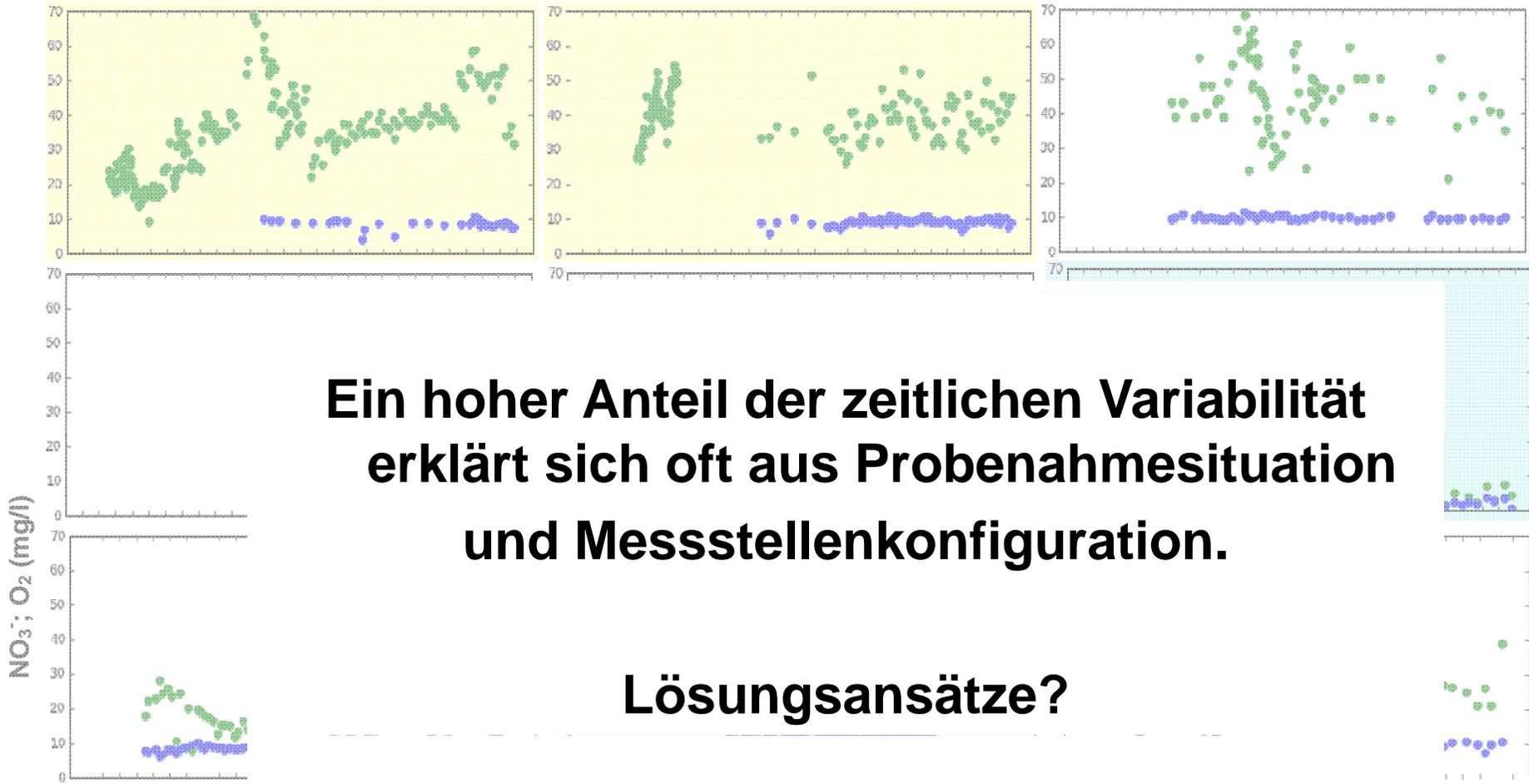


Grundwasserstand

Oberflächengewässer

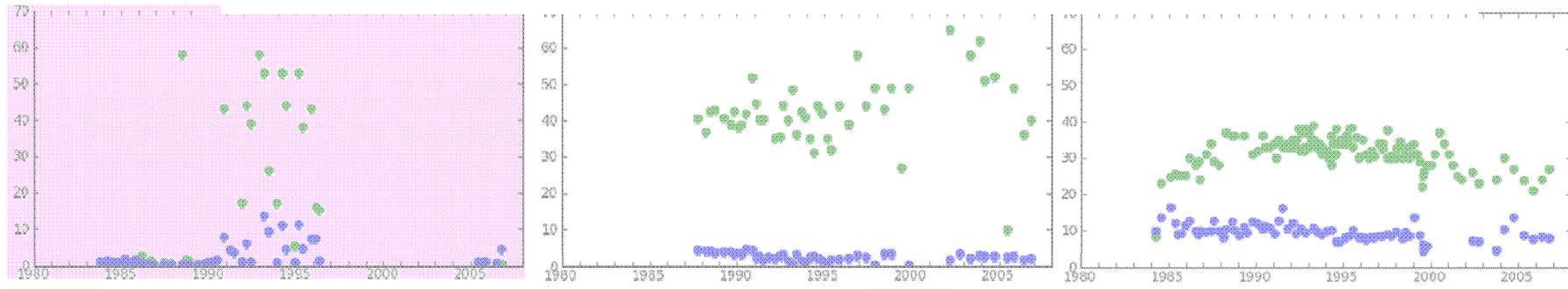
Landnutzung

Entnahmen



Ein hoher Anteil der zeitlichen Variabilität erklärt sich oft aus Probenahmesituation und Messstellenkonfiguration.

Lösungsansätze?



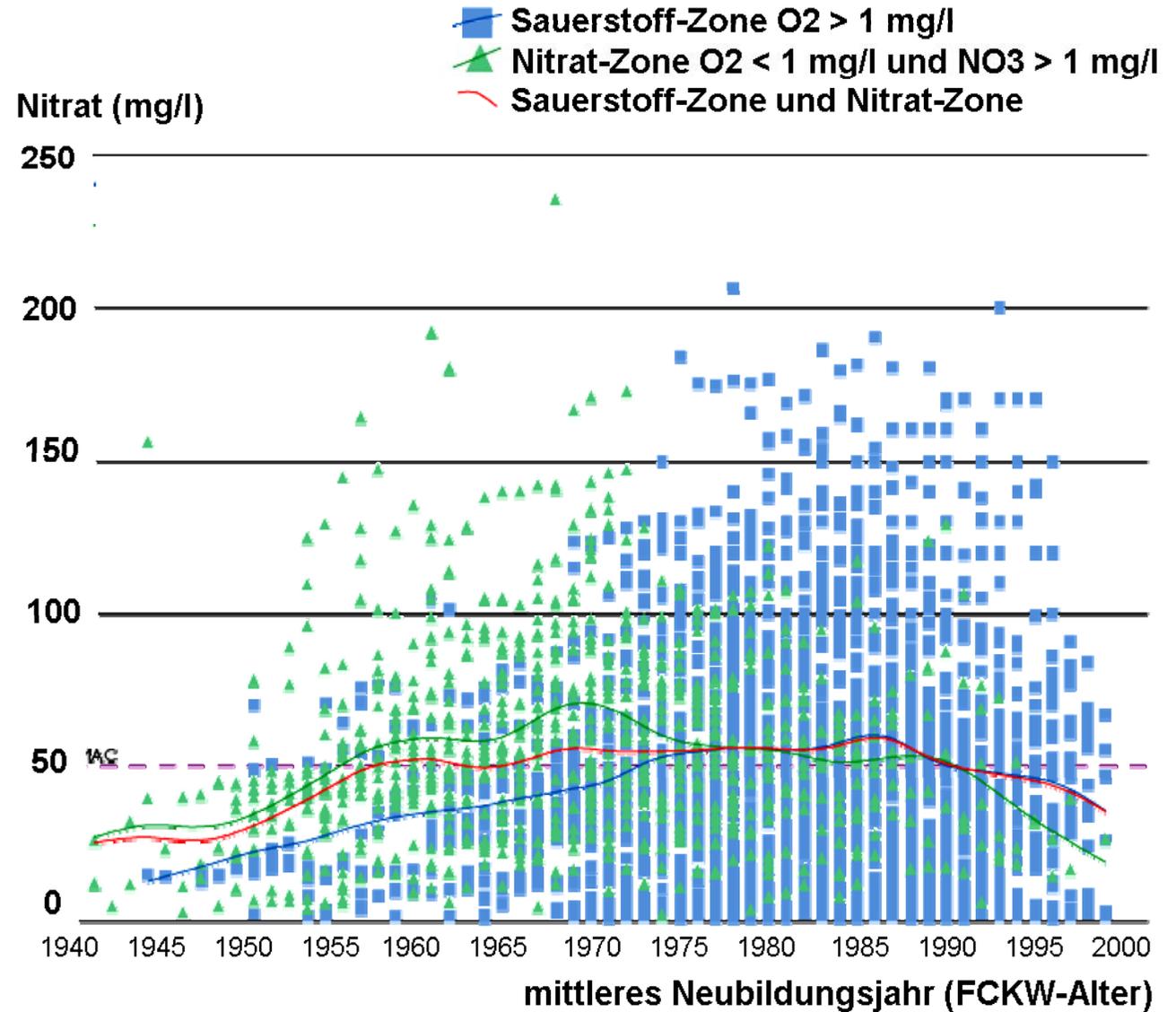
Grundwasserstand Oberflächengewässer Landnutzung Entnahmen

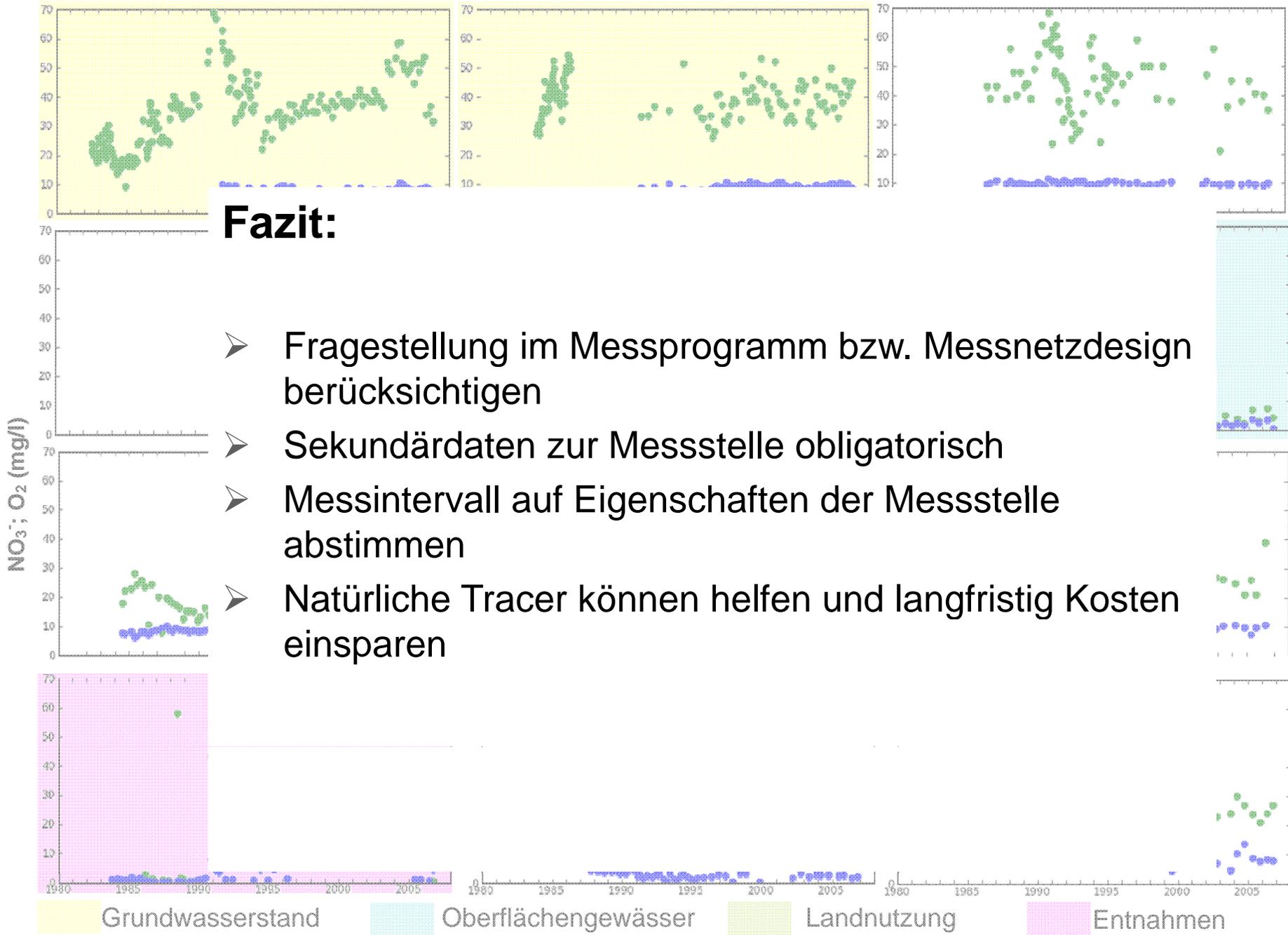


4. Einsatz natürlicher Tracer im Monitoring

z.B. Altersdatierung

- **Natürliche Tracer** können unterstützend und routinemäßig das Monitoring begleiten (z.B.: DK, NL)





Fazit:

- Fragestellung im Messprogramm bzw. Messnetzdesign berücksichtigen
- Sekundärdaten zur Messstelle obligatorisch
- Messintervall auf Eigenschaften der Messstelle abstimmen
- Natürliche Tracer können helfen und langfristig Kosten einsparen



Offene Fragen:

- Alterszeitverteilung der Messstelle konzeptionell herleiten?
- Einfluss der Gerinne systematisch abgrenzen?
- WRRL-Maßnahmen durch Monitoring kontrollierbar?
- Grundwasser-Güte-Index im Zeitverlauf?



Freitag, 12:00-12:15, Session: IIIa, Hörsaal 2:
Untersuchung der längerfristigen Wechselwirkung
zwischen Klima und Grundwasserständen
J. van Heyden, R. Barthel, T. Römer, A. Bárdossy

Offene Fragen:

- Alterszeitverteilung der Messstelle konzeptionell herleiten?
- Einfluss der Gerinne systematisch abgrenzen?
- WRRL-Maßnahmen durch Monitoring kontrollierbar?
- Grundwasser-Güte-Index im Zeitverlauf?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Anregungen?! Fragen?!



Finanziert durch:

