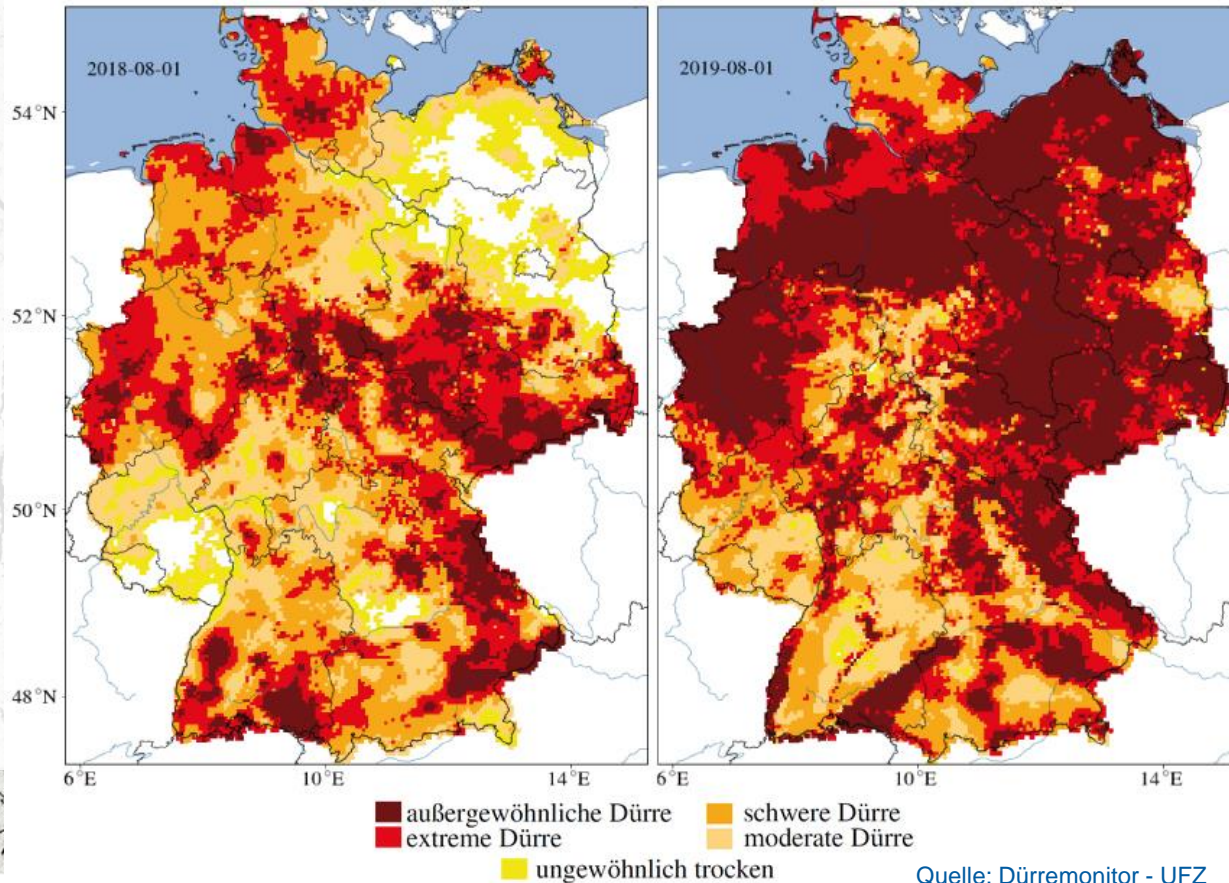


Der Einfluss von Dürre auf den Nitratrückhalt in Einzugsgebieten

Carolin Winter¹, Andreas Musolff¹ & Jan H. Fleckenstein^{1,2}

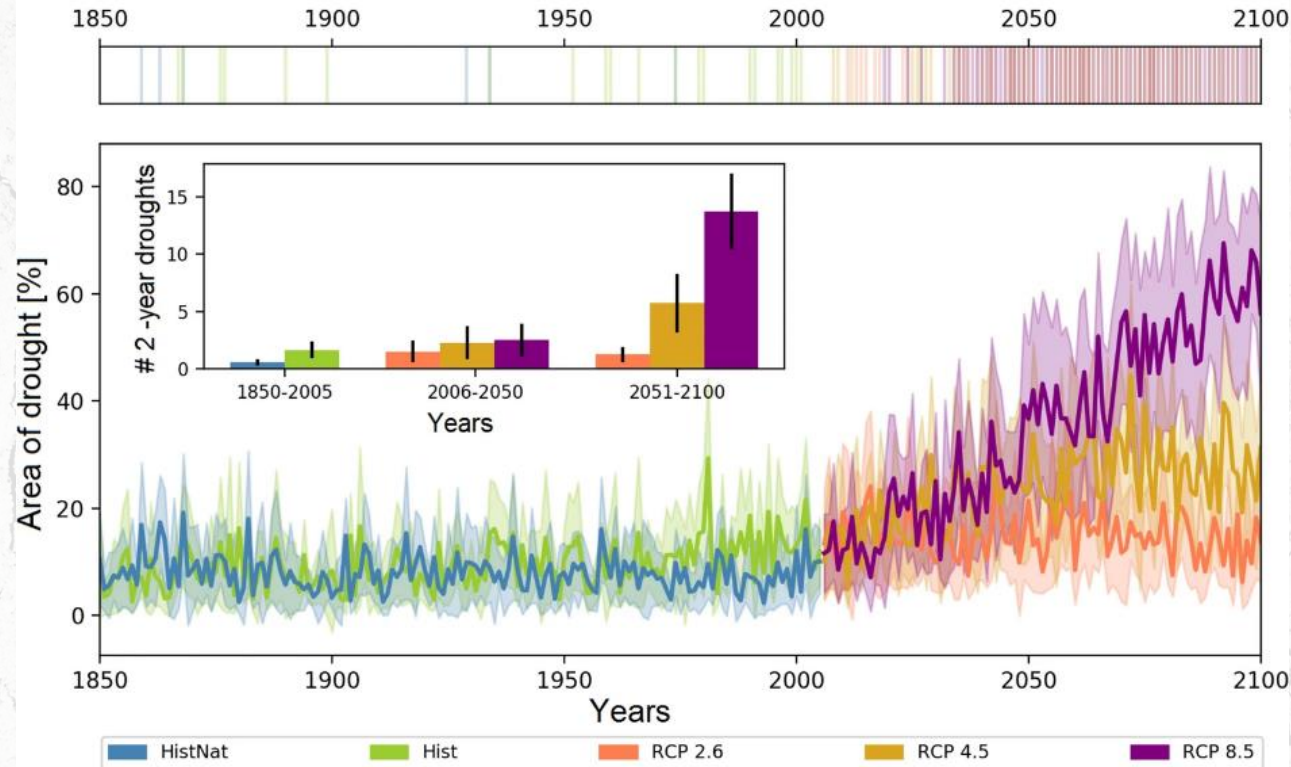
¹Department für Hydrogeologie – UFZ Leipzig

²Professur für Hydrologische Modellierung – Universität Bayreuth



Die Dürre in 2018 und 2019 war aufgrund ihrer Stärke und Dauer, eine der schwersten Dürren in in Zentral-Europa seit Aufzeichnungen

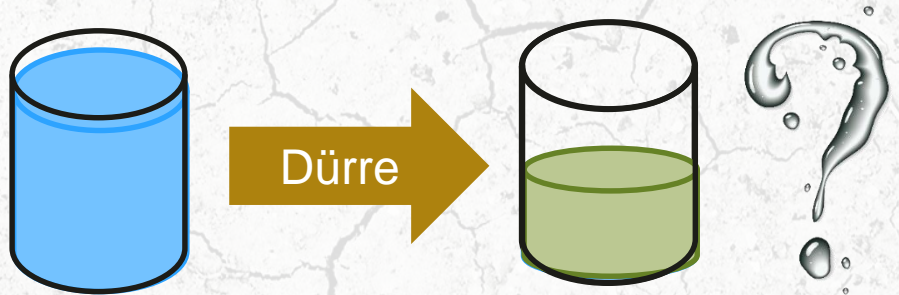
(Hari et al., 2020)



Durch den Klimawandel nimmt die Wahrscheinlichkeit solch schwerer Dürren zu

Quelle: Hari et al. (2020)

Bei Dürre denke wir zuallerst an Wassermangel – also die Auswirkungen der Dürre auf die Wasserquantität...

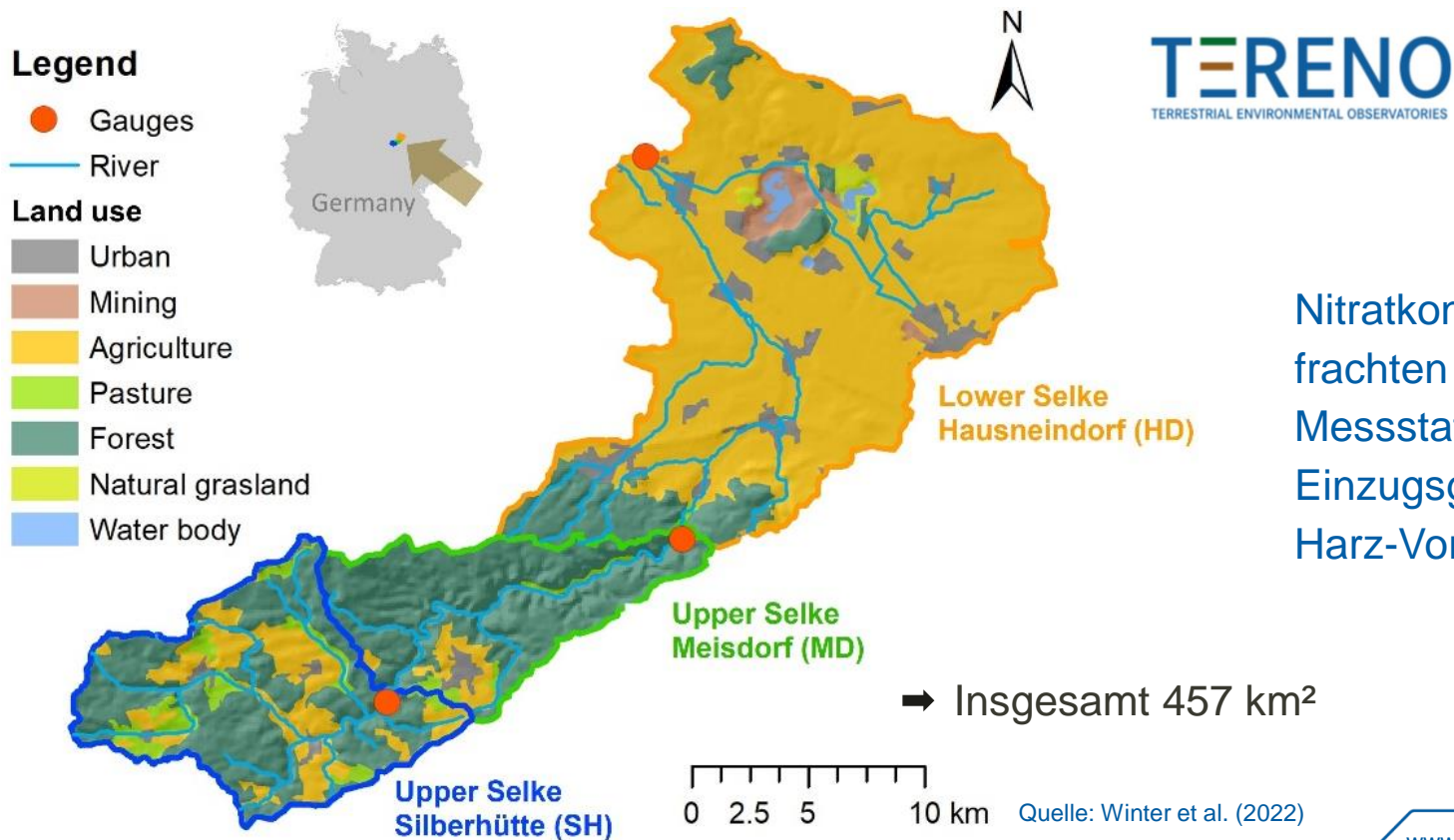


...aber hat eine Dürre auch Auswirkungen auf die Wasserqualität?

- Wie beeinflusste die Dürre in 2018 und 2019 Nitratkonzentrationen und Nitratfrachten im Fluss (bzw. am Einzugsgebietsauslass)?
- Welchen Einfluss hatte die Dürre auf das Nitratrückhaltevermögen des Einzugsgebietes?
- Welche Prozesse sind verantwortlich für Veränderungen in den Nitratkonzentrationen, -frachten und im -rückhalt?



Methoden: Das Selke Einzugsgebiet



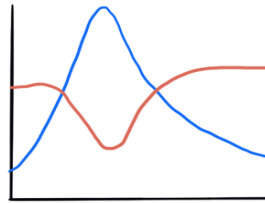
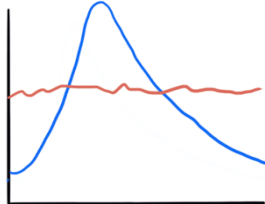
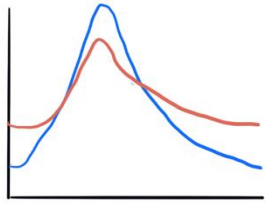
Nitratkonzentrationen und -frachten an drei Messstationen im Selke Einzugsgebiet (im Harz und Harz-Vorland)

→ Insgesamt 457 km²

Quelle: Winter et al. (2022)

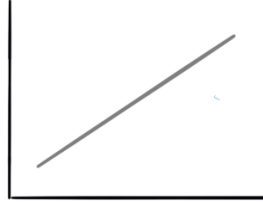
Methoden: Datengetriebene Analyse der Konzentrations-Abflussbeziehung

C, Q

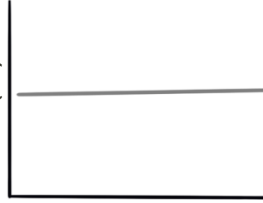


Time

C-Q Steigung

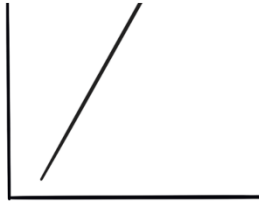


Ln(C)

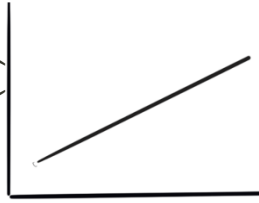


Ln(Q)

L-Q Steigung



Ln(L)



Ln(Q)

Positive C-Q Steigung, L-Q Steigung > 1

Nitratkonzentrationen steigen mit steigenden Abfluss

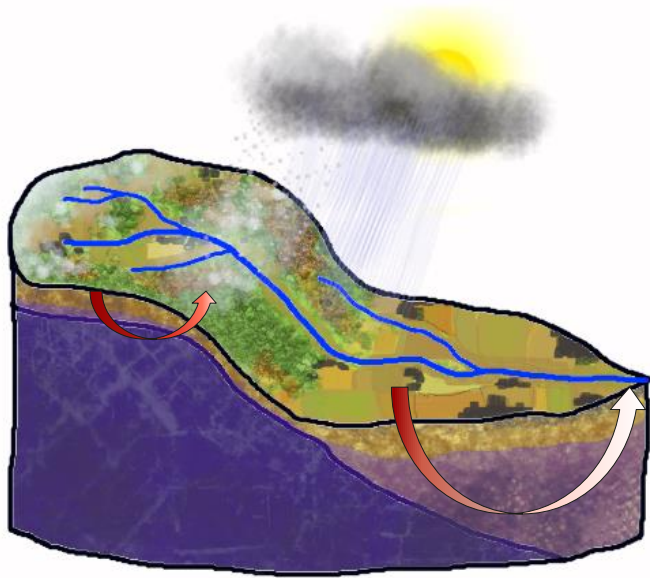
C-Q Steigung ≈ 0 , L-Q Steigung ≈ 1

Nitratkonzentrationen sind unabhängig der
Abflussschwankungen

Negative C-Q Steigung, L-Q Steigung < 1

Nitratkonzentrationen sinken mit steigendem Abfluss

Methoden: Verweilzeiten von Wasser im Einzugsgebiet

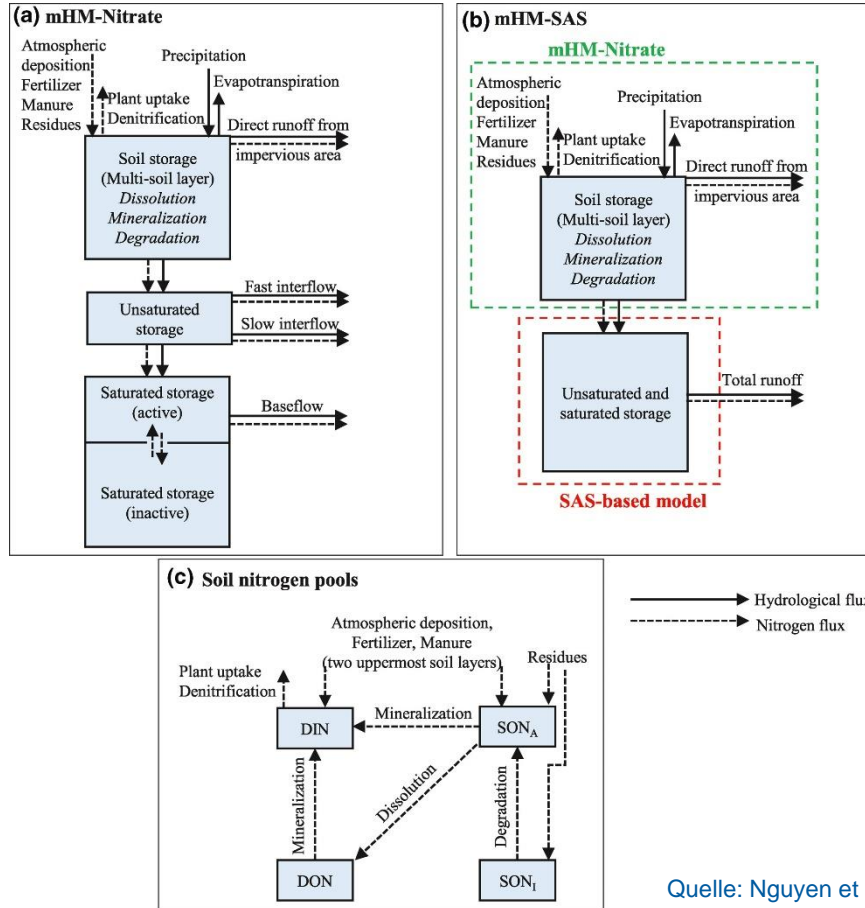


Wie lange braucht es vom Eintrag (z.B. Niederschlag) bis zum Export am Einzugsgebietsauslass?

→ Einfluss auf Nitrattransportdauer

→ Variabel in Raum und Zeit

Methoden: Modellierung von Stickstoffumwandlung und -transport



Prozess-basiertes Model mHM-SAS

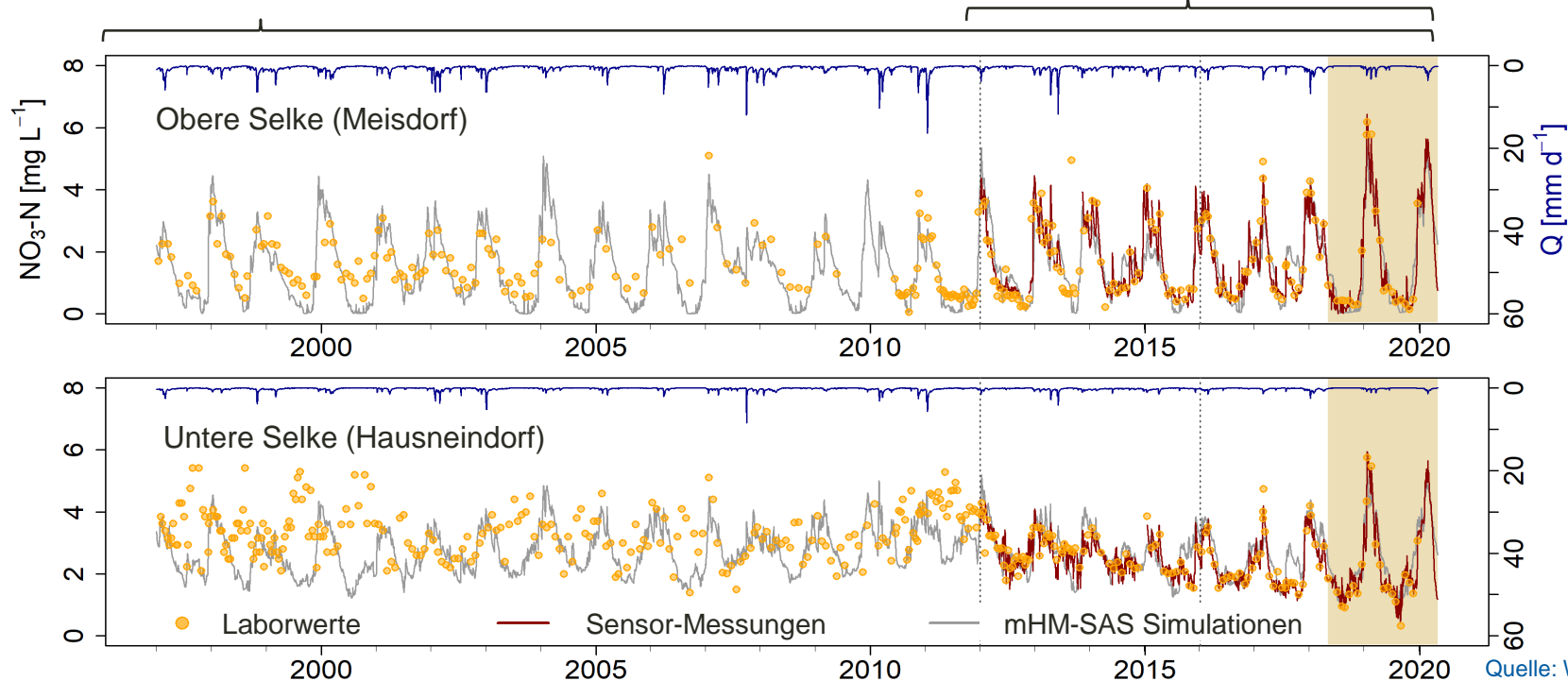
Simulation biogeochemischer Prozesse der Stickstoffumwandlung

Simulation des hydrologischen Nitrat-Transportes

Methoden: Nitratekonzentrationen und Abfluss

Langzeit-Daten 1997 – 2020

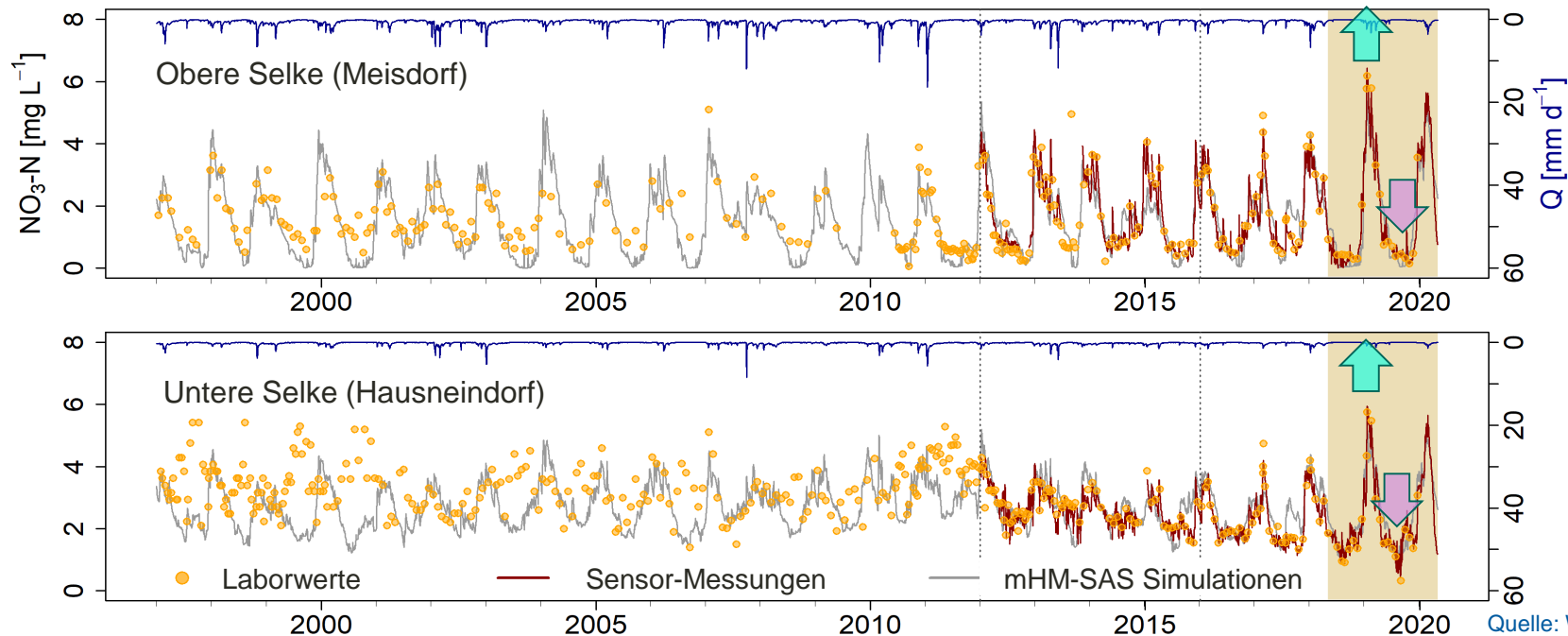
Tägliche Nitratkonzentrationen seit 2012



Quelle: Winter et al. (2022)

Resultate: Nitratkonzentrationen und Abfluss

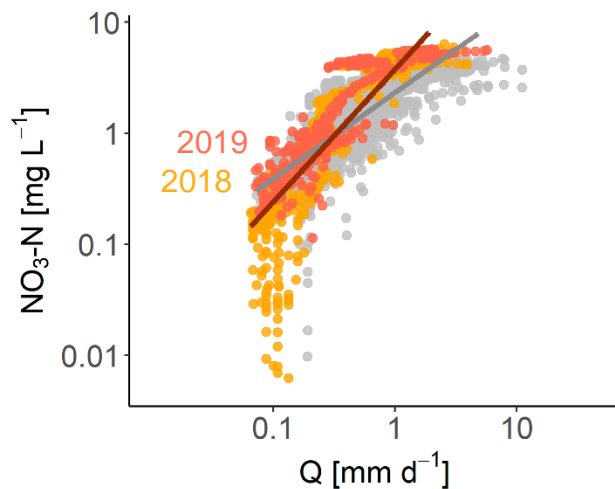
- ↑ Höchste Nitratkonzentrationen seit in Winter und Frühling seit Start der Aufzeichnungen
- ↓ Sehr niedrigen Nitratkonzentrationen in den trockensten Phasen im Sommer und Herbst



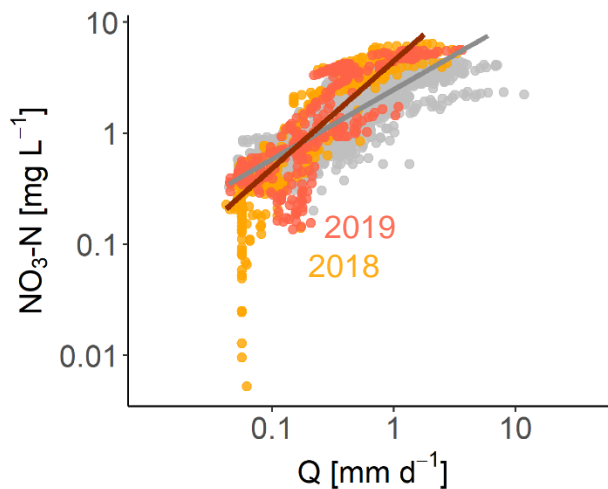
Quelle: Winter et al. (2022)

Resultate: Einfluss der Dürre auf Nitratkonzentrationen

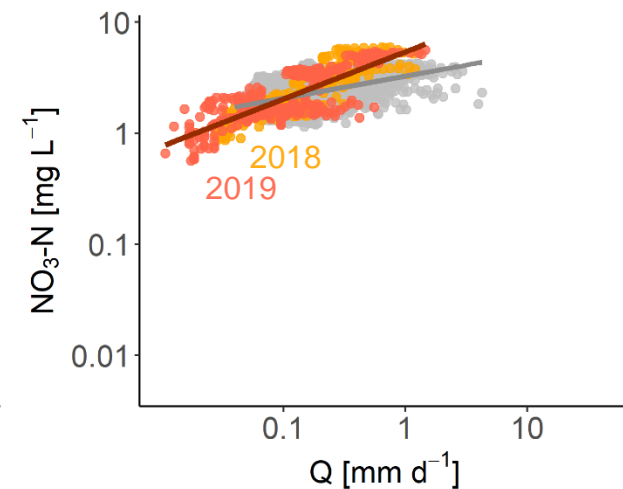
a) Silberhütte (Obere Selke)



b) Meisdorf (Obere Selke)



c) Hausneindorf (Untere Selke)



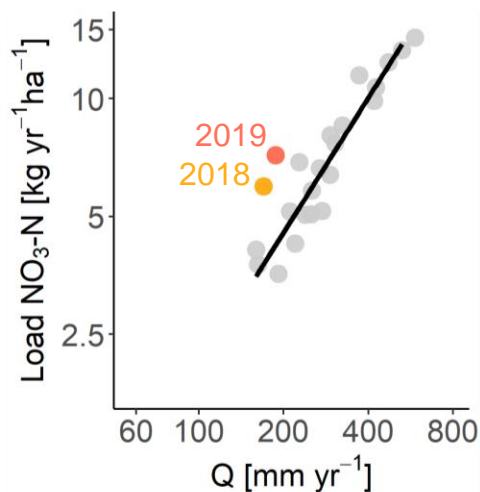
Steile Konzentrations-Abfluss Beziehung während der Dürre (im Vergleich zur Langzeitreihe):

- Höhere Nitratkonzentrationen bei hohem Abfluss (Winter und Frühling)
- Niedrigere Nitratkonzentrationen bei niedrigem Abfluss (Sommer und Herbst)
- Besonders ausgeprägt in der Oberen Selke

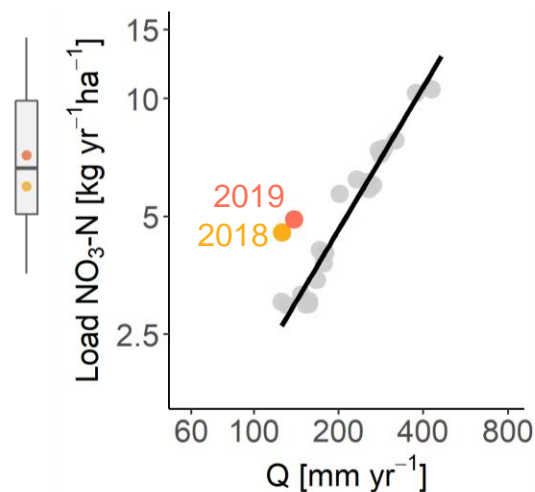
Quelle: Winter et al. (2022)

Resultate: Einfluss der Dürre auf Nitratfrachten

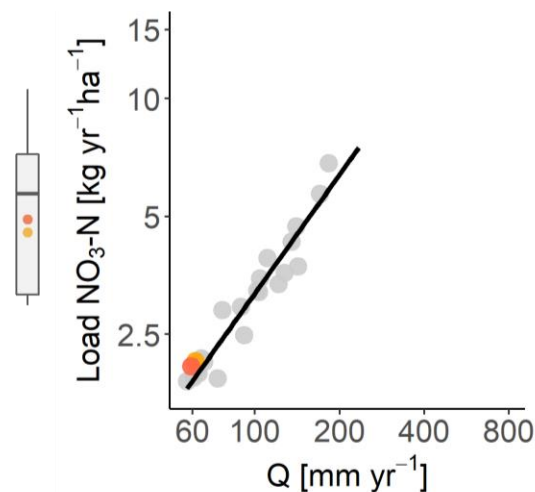
a) Silberhütte (Obere Selke)



b) Meisdorf (Obere Selke)



c) Hausneindorf (Untere Selke)



Quelle: Winter et al. (2022)

Obere Selke:

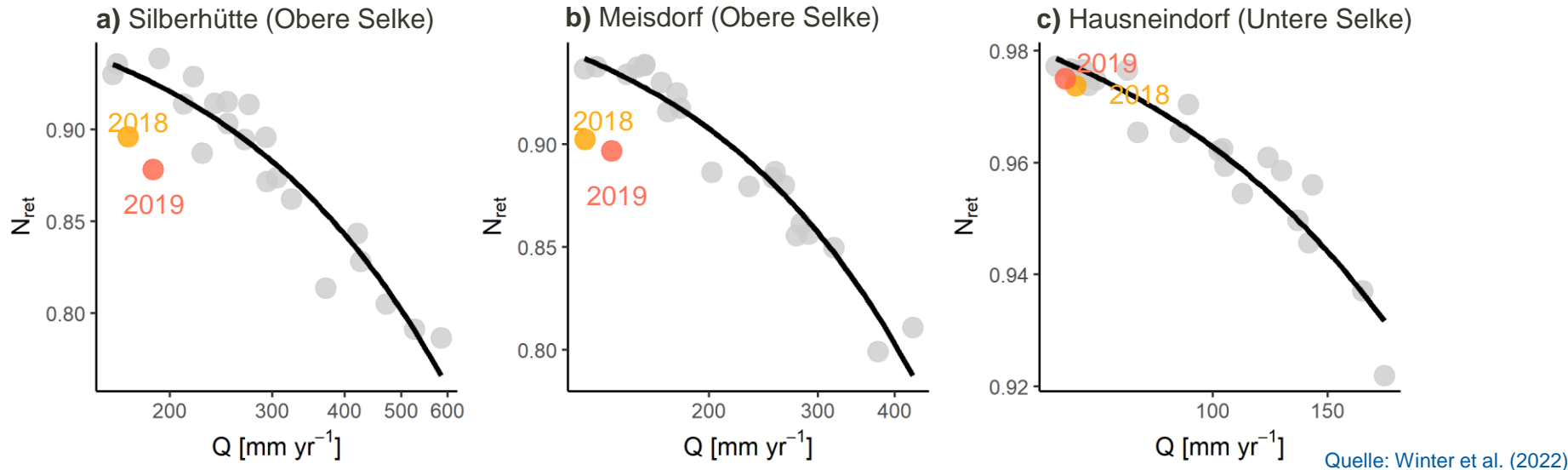
Im Verhältnis zum jährlichen Abfluss, sind die Nitratfrachten außergewöhnlich hoch.

Untere Selke:

Im Verhältnis zum jährlichen Abfluss, liegen die Nitratfrachten im Normalbereich.

Resultate: Dürreeinfluss auf die Nitratrückhaltefunktion des Einzugsgebietes

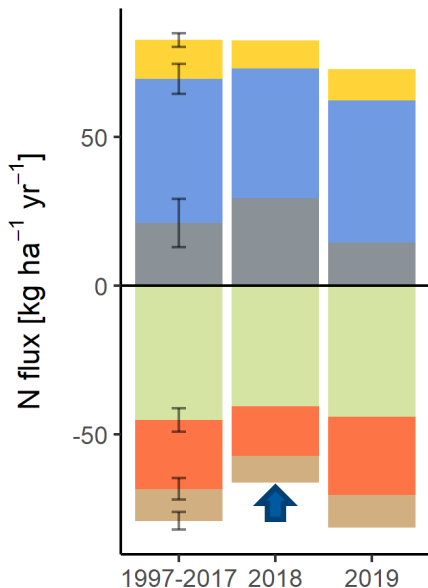
Rückhaltekapazität $\left(1 - \frac{N_{\text{Eintrag}}}{N_{\text{Export}}}\right)$ im Verhältnis zum Abfluss (Q)



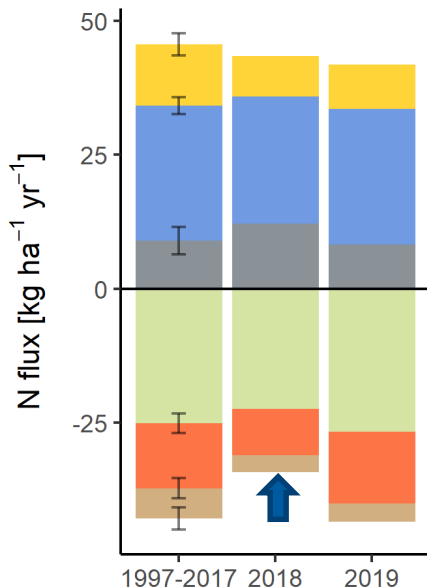
- Verhältnismäßig geringer Stickstoffrückhalt in der oberen Selke
- Untere Selke im Normalbereich... **woher kommt der Unterschied?**

Resultate: Einfluss der Dürre auf Stickstoffumwandlung und -flüsse

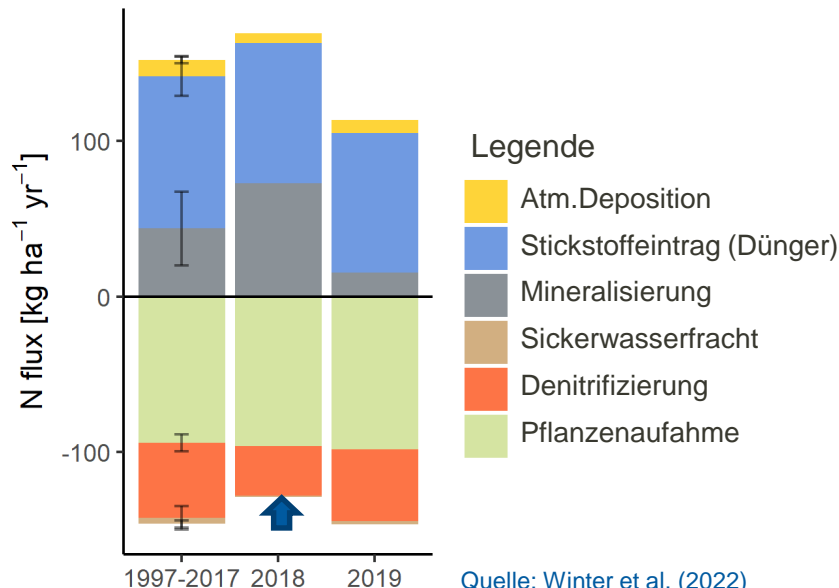
a) Silberhütte (Obere Selke)



b) Meisdorf (Obere Selke)



c) Hausneindorf (Untere Selke)

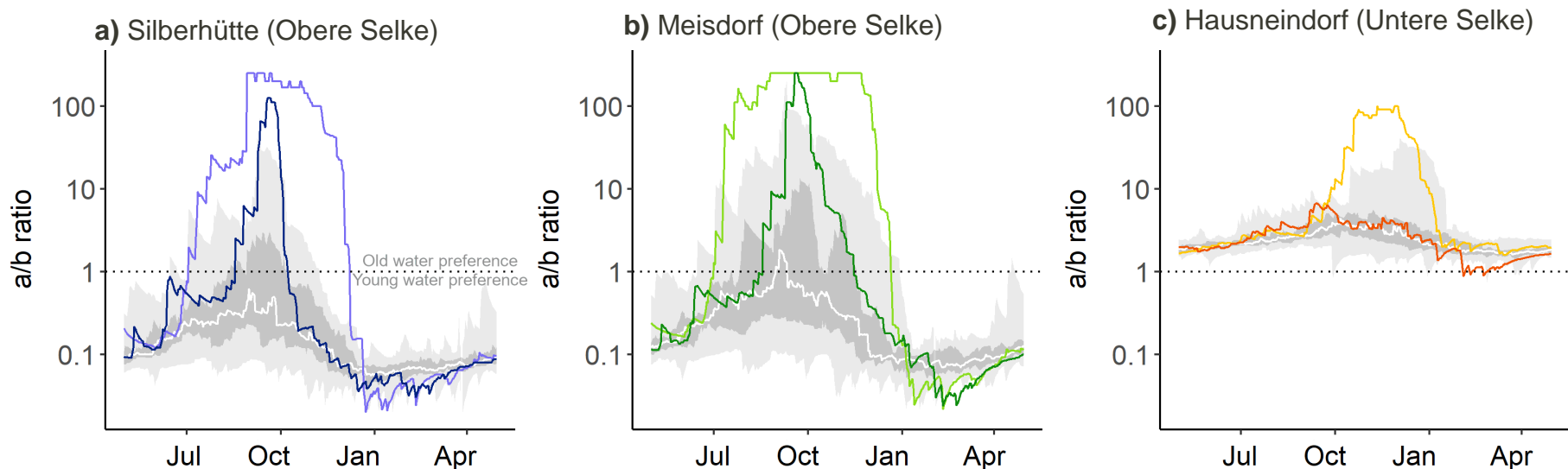


Quelle: Winter et al. (2022)



Abnahme der Denitrifizierung und der Stickstoffaufnahme durch Pflanzen im Jahr 2018, bei vergleichbar hohem Stickstoffeintrag

Resultate: Einfluss der Dürre auf die Verweilzeiten von Stickstoff im Einzugsgebiet



Quelle: Winter et al. (2022)

Sommer & Herbst: Stark erhöhte Tendenz zu altem Wasser in allen Teileinzugsgebieten

Winter & Frühling: Tendenz zu jungem Wasser (< 2 Monate seit Niederschlag) in der Oberen Selke.
Weiterhin überwiegend altes Wasser in der Unteren Selke.

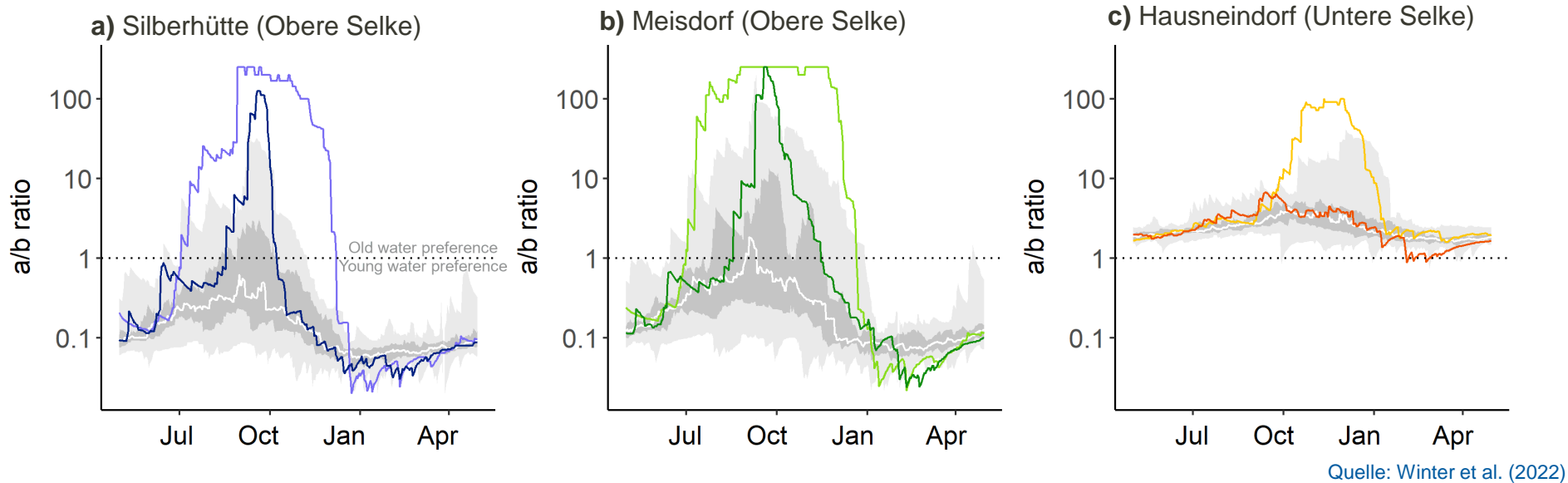


Schneller Transport von akkumuliertem Stickstoff in der Oberen, nicht aber in der Unteren Selke

Quelle: Winter et al. (2022)

www.ufz.de

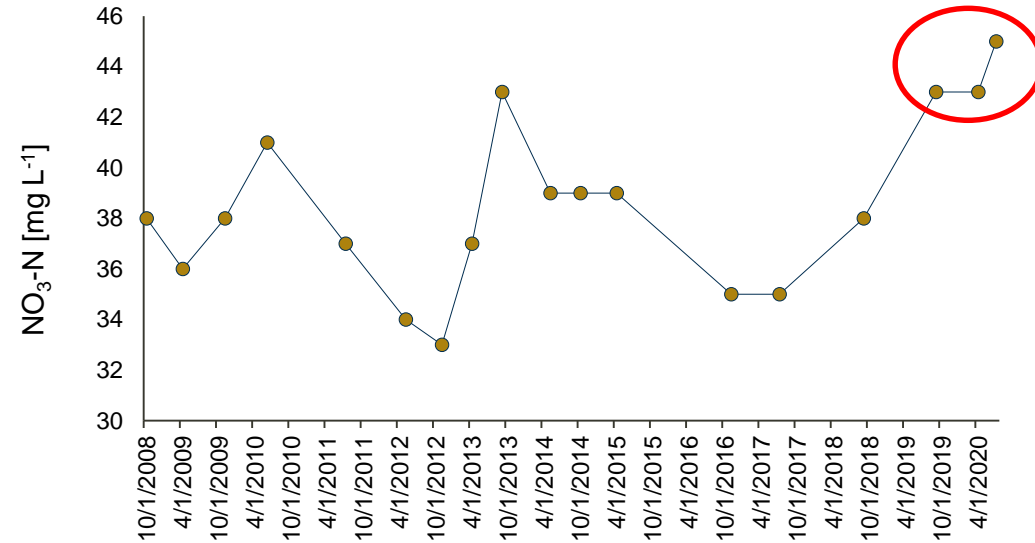
Resultate: Einfluss der Dürre auf die Verweilzeiten von Stickstoff im Einzugsgebiet



- ➡ Änderungen in Nitratkonzentrationen in Frachten stammen aus der Obere Selke
- ➡ Überschüssiges Nitrat in der unteren Selke wird langsamer transportiert und ist daher wahrscheinlich noch “unterwegs”, d.h. im Boden oder Grundwasser.

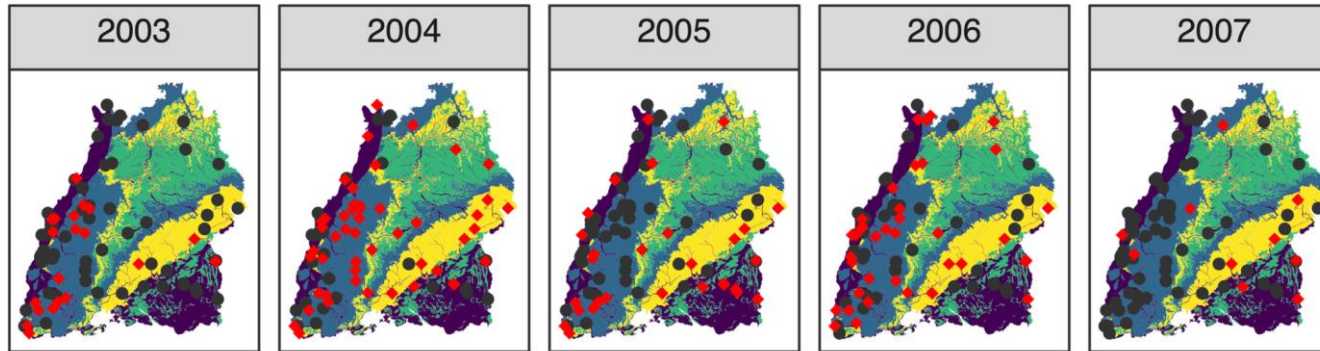
Resultate: Einfluss der Dürre auf Nitratkonzentrationen im Grundwasser

Grundwassermessstelle in Wilsleben (Untere Selke)



- Hinweise auf erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser (bisher nicht weitergehend analysiert)
- Jutglar et al. (2021) fanden Hinweise auf erhöhte Nitratkonzentrationen nach der Dürre in 2003 in 44 Brunnen und 41 Quelle in Baden Württemberg
- Ähnlich zu unserer Studie berichten die Autoren von direkten und zeitverzögerten Reaktionen, je nach Art des Grundwasserleiters

Resultate: Einfluss der Dürre auf Nitratkonzentrationen im Grundwasser



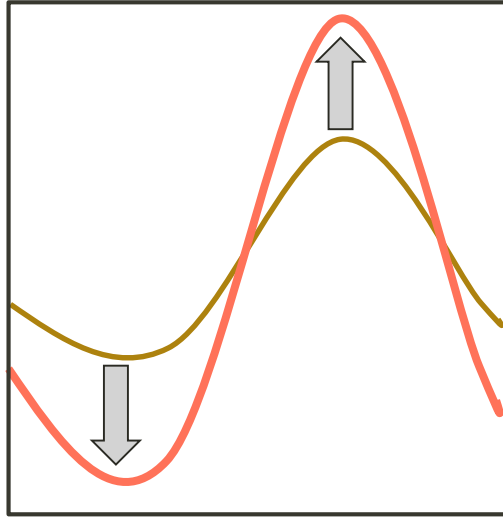
Quelle: Jutglar et al (2021)

Aquifer Type Porous Fractured Porous & fractured Karst

Grundwassermessstellen mit außergewöhnlich hohen Nitratkonzentrationen im Anschluss an eine Dürre sind als rote Vierecke markiert

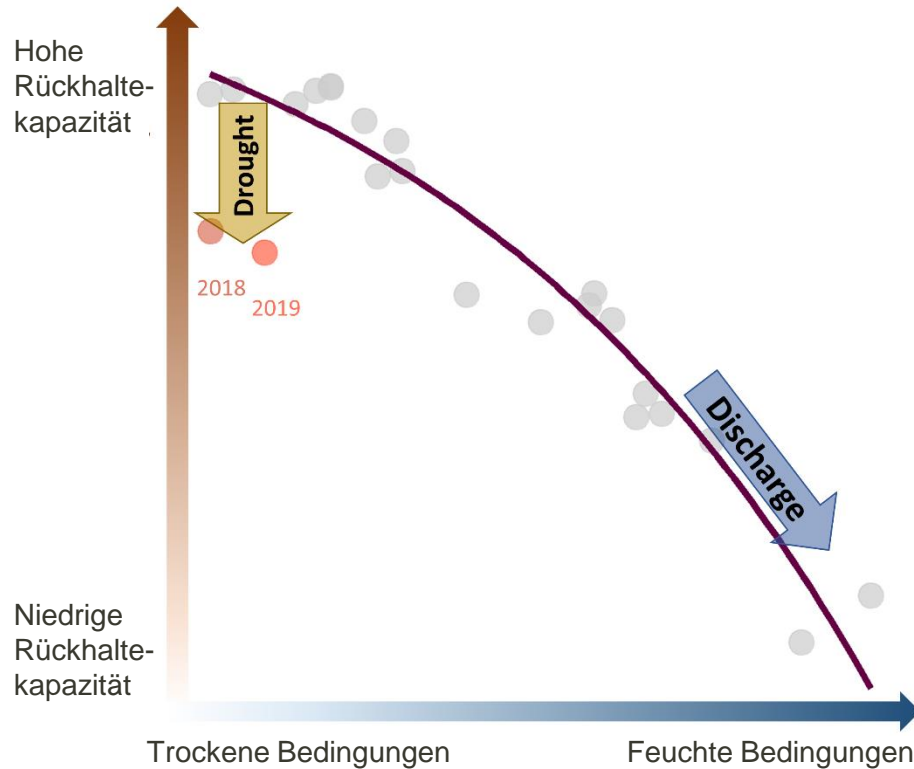
- Jutglar et al. (2021) fanden Hinweise auf erhöhte Nitratkonzentrationen nach der Dürre in 2003 in 44 Brunnen und 41 Quelle in Baden Württemberg
- Ähnlich zu unserer Studie berichten die Autoren von direkten und zeitverzögerten Reaktionen, je nach Art des Grundwasserleiters

Zusammenfassung



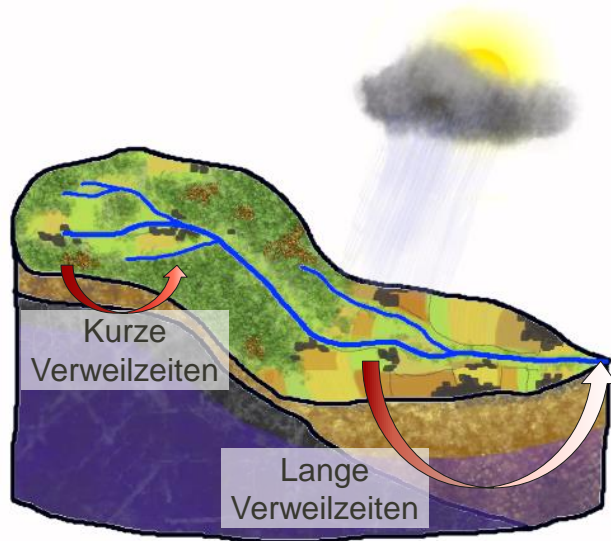
Dürre kann die **Saisonalität der Nitratkonzentrationen** im Fluss verstärken und zu **erhöhten Spitzenkonzentrationen** führen

Zusammenfassung



Dürre kann zu einem **Rückgang des Nitratrückhaltes** im Einzugsgebiet (durch Pflanzenaufnahme oder Denitrifizierung) führen

Zusammenfassung



Die Gebiets-spezifischen Verweilzeiten sind entscheidend um die **Zeitverzögerung zwischen Dürre und Anstieg der Konzentrationen im Fluss** zu verstehen.

Die erhöhte Wahrscheinlichkeit von schweren Dürren ist nicht nur eine Bedrohung für die Wasserquantität, sondern auch für die Wasserqualität im Bezug auf Nitrat



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Literatur

Hari, V., Rakovec, O., Markonis, Y., Hanel, M., and Kumar, R. (2020). Increased future occurrences of the exceptional 2018–2019 Central European drought under global warming, *Sci. Rep.*, 10, 1–10.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-68872-9>

Jutglar, K., Hellwig, J., Stoelzle, M., & Lange, J. (2021). Post-drought increase in regional-scale groundwater nitrate in southwest Germany. *Hydrological Processes*, 35(8), e14307. <https://doi.org/10.1002/hyp.14307>

Nguyen, T. V., Kumar, R., Musolff, A., Lutz, S. R., Sarrazin, F., Attinger, S., & Fleckenstein, J. H. (2022). Disparate Seasonal Nitrate Export From Nested Heterogeneous Subcatchments Revealed With StorAge Selection Functions. *Water Resources Research*, 58(3), e2021WR030797.

<https://doi.org/10.1029/2021WR030797>

Winter, C., Nguyen, T. V., Musolff, A., Lutz, S. R., Rode, R., Kumar, R., & Fleckenstein, J. H. (2022). Droughts can reduce the nitrogen retention capacity of catchments. Preprint in Earth and Space Science Open Archive.

<http://www.essoar.org/doi/10.1002/essoar.10511446.2>