



Leibniz-Institut für
Gewässerökologie
und Binnenfischerei



25. Gewässersymposium

Langzeituntersuchungen in Seen der Mecklenburgischen Seenplatte

∞

Trends der pH-Werte und der organischen und
anorganischen Kohlenstoffspezies

Dr. Thomas Gonsiorczyk

Wiss. Mitarbeiter/Abt. Plankton und Mikrobielle Ökologie

Bad Doberan, 22.06.2022

Gliederung

- Vorstellung der Untersuchungsgewässer
- Trophieentwicklung (Phosphor-Konzentrationen)
- Saurer Regen war gestern, Seenversauerung ist jetzt?
 - pH-Abnahme und
 - TIC- und Ca^{2+} -Zunahme,
 - TOC-Zunahme
- Mögliche Ursachen für den Anstieg der TIC- und TOC-Konzentrationen
- Zusammenfassung

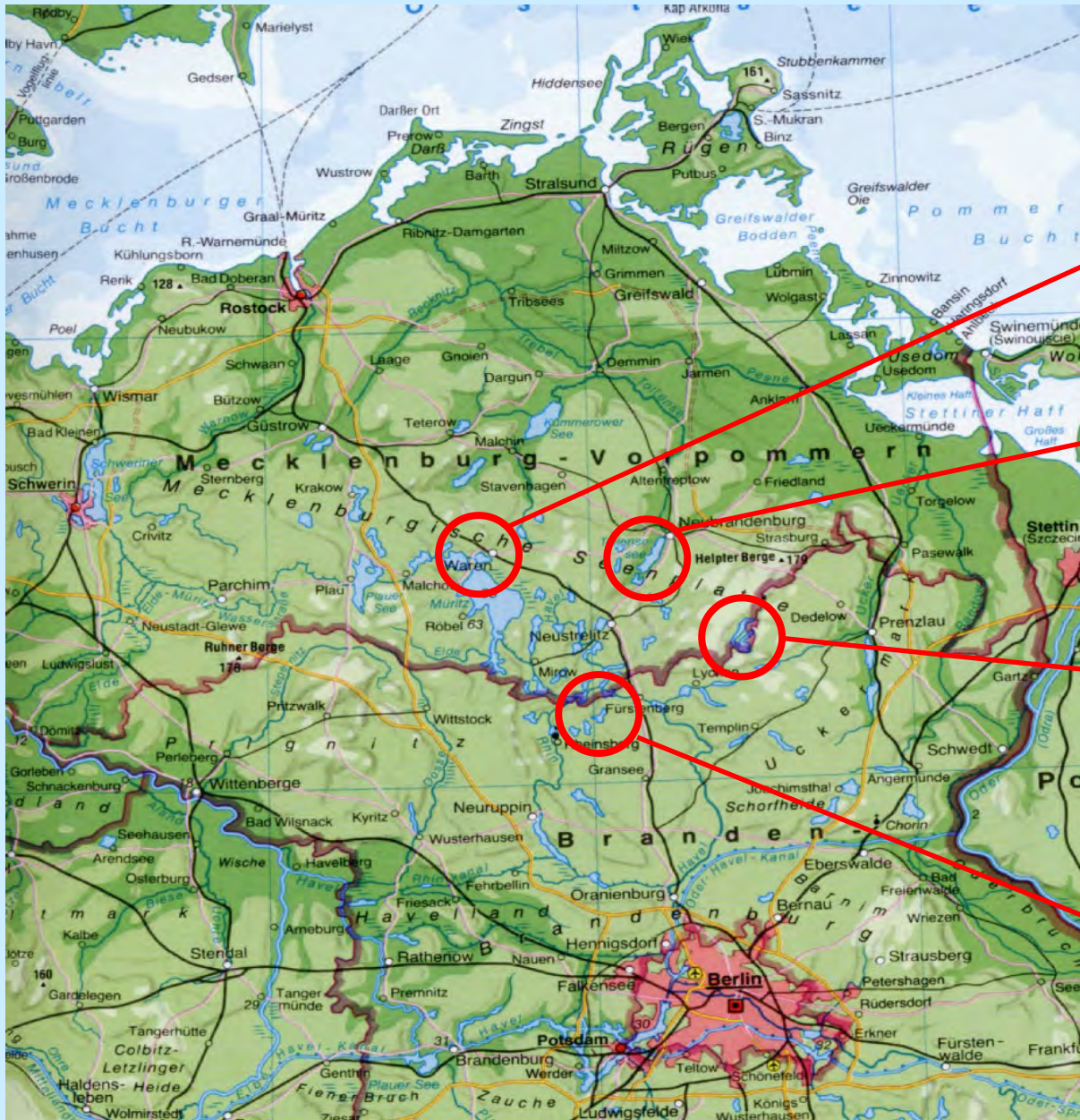
Untersuchungsgewässer

Tiefwaren, Melzer See

Tollensee, Lieps

Haussee
Breiter Luzin,
Schmaler Luzin

Stechlinsee



Müritzgebiet



Tollenseseegebiet



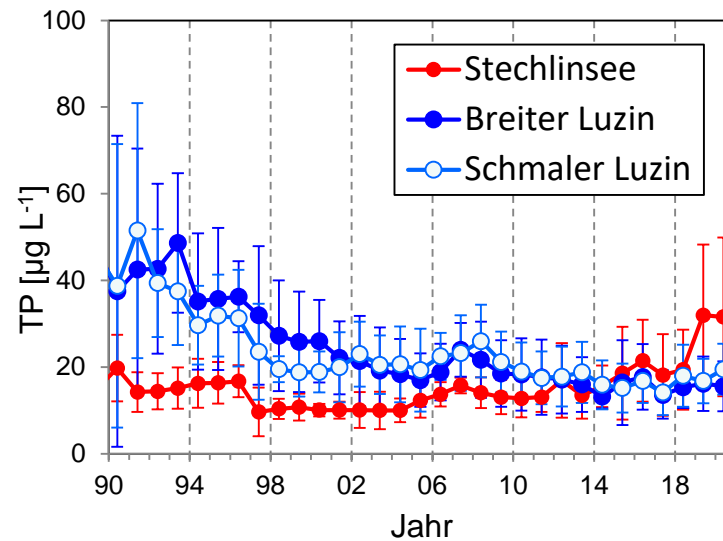
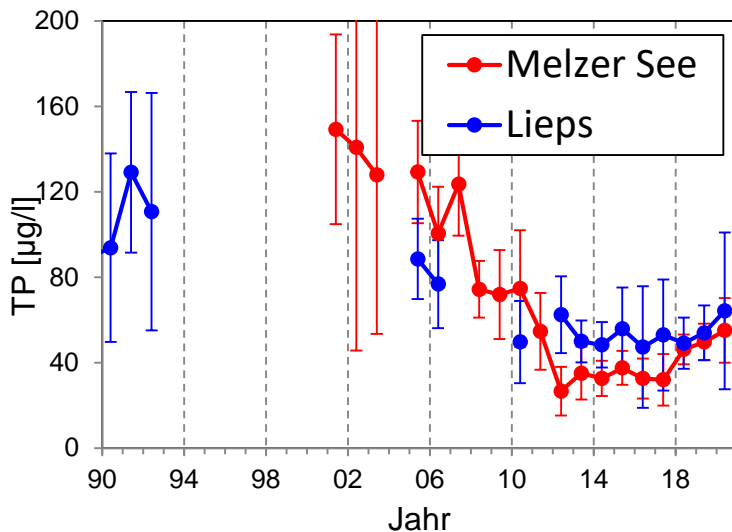
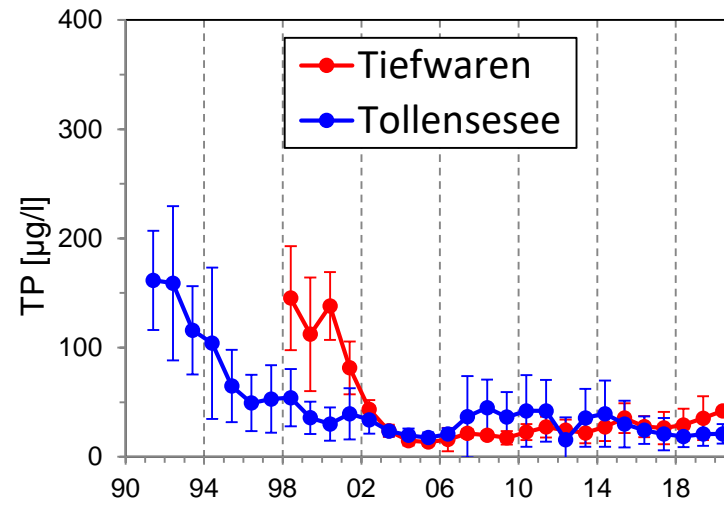
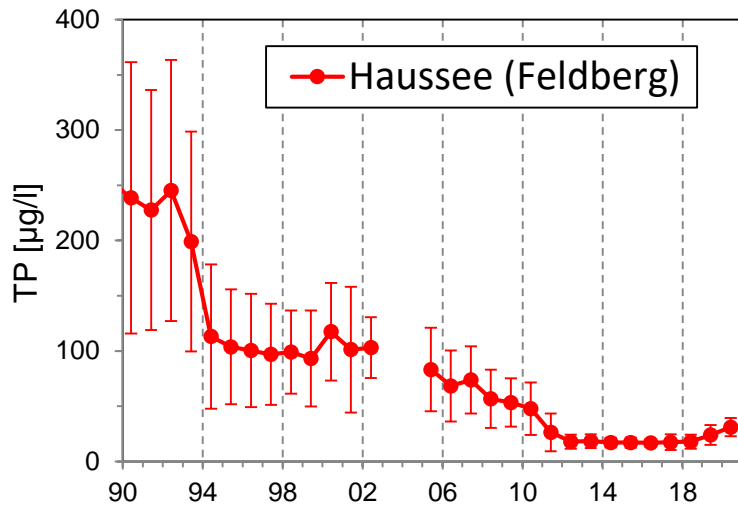
Feldberger Seengebiet



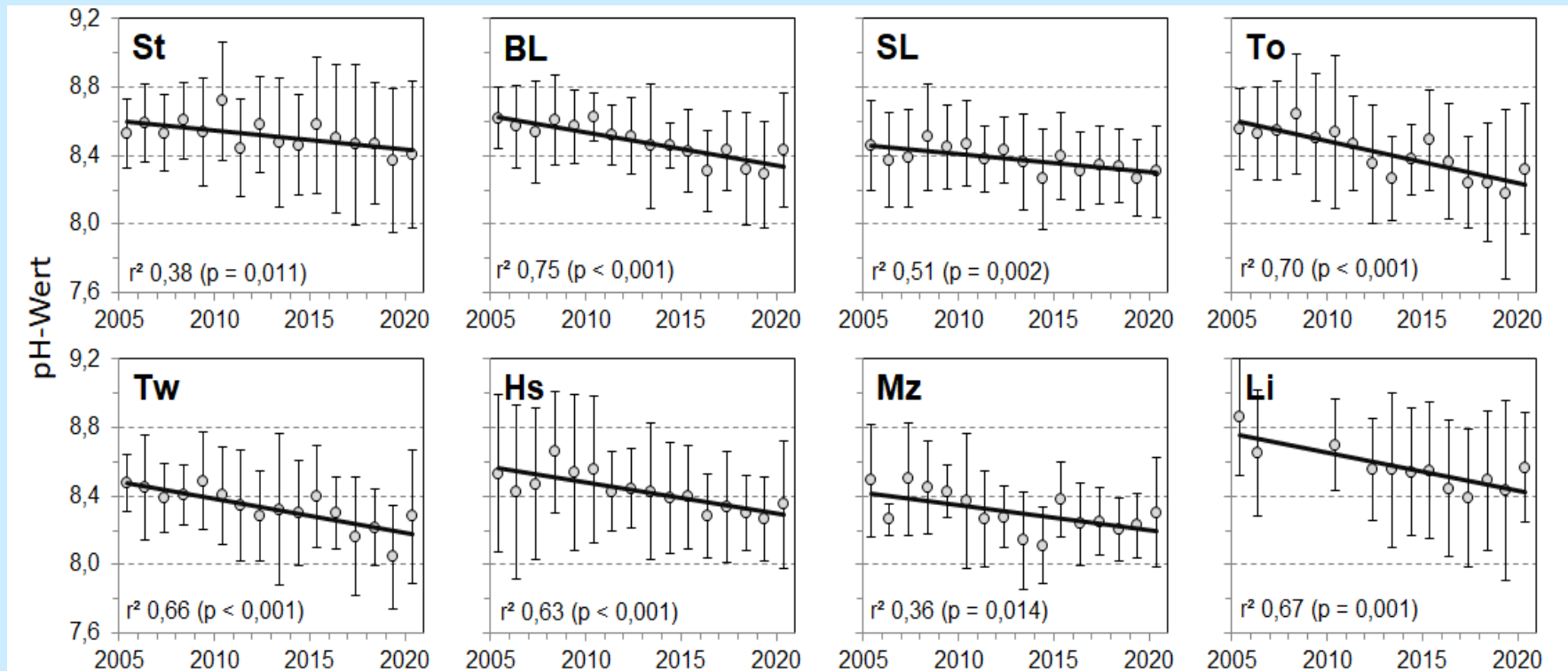
Stechlinseegebiet



TP-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



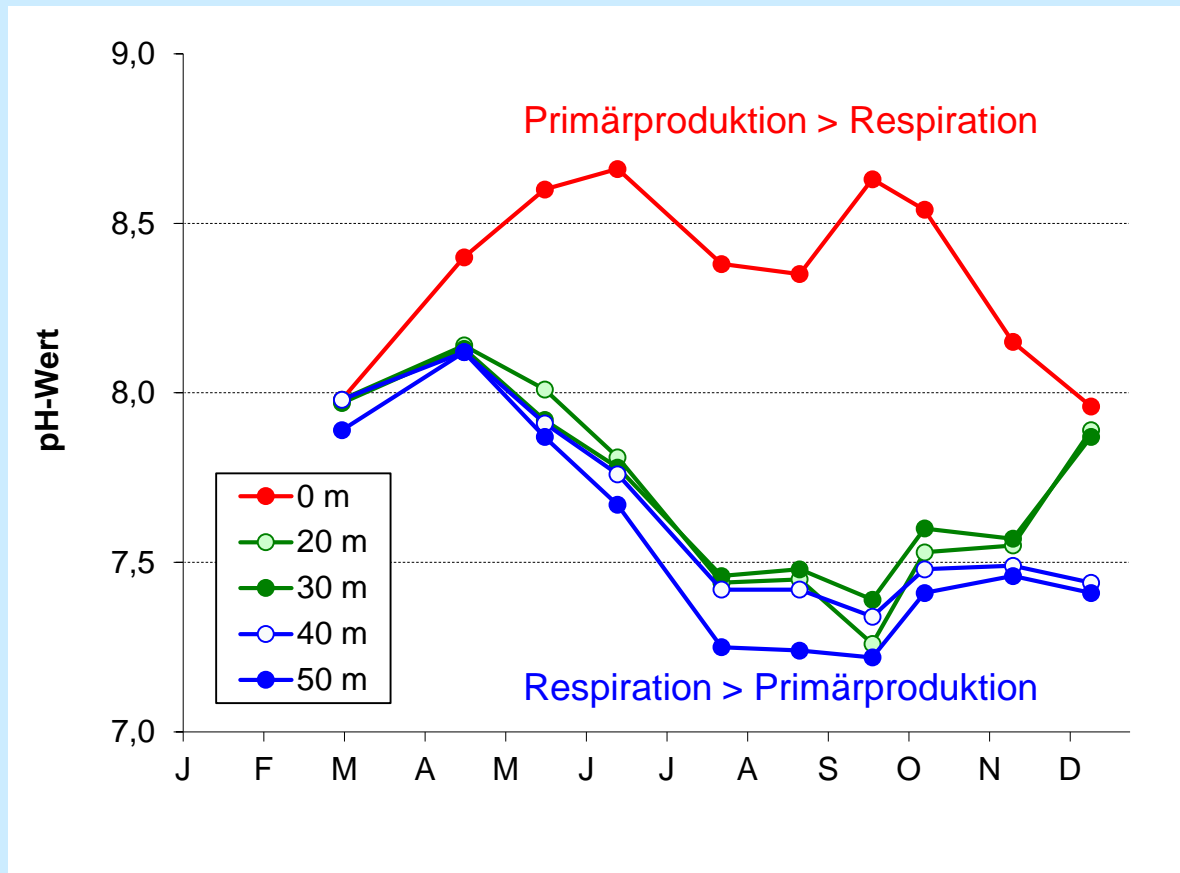
pH-Wert im Oberflächenwasser (2005-2020)



pH-Abnahme um $0,18 \pm 0,05$ Einheiten pro Dekade

Saisonalität der pH-Werte

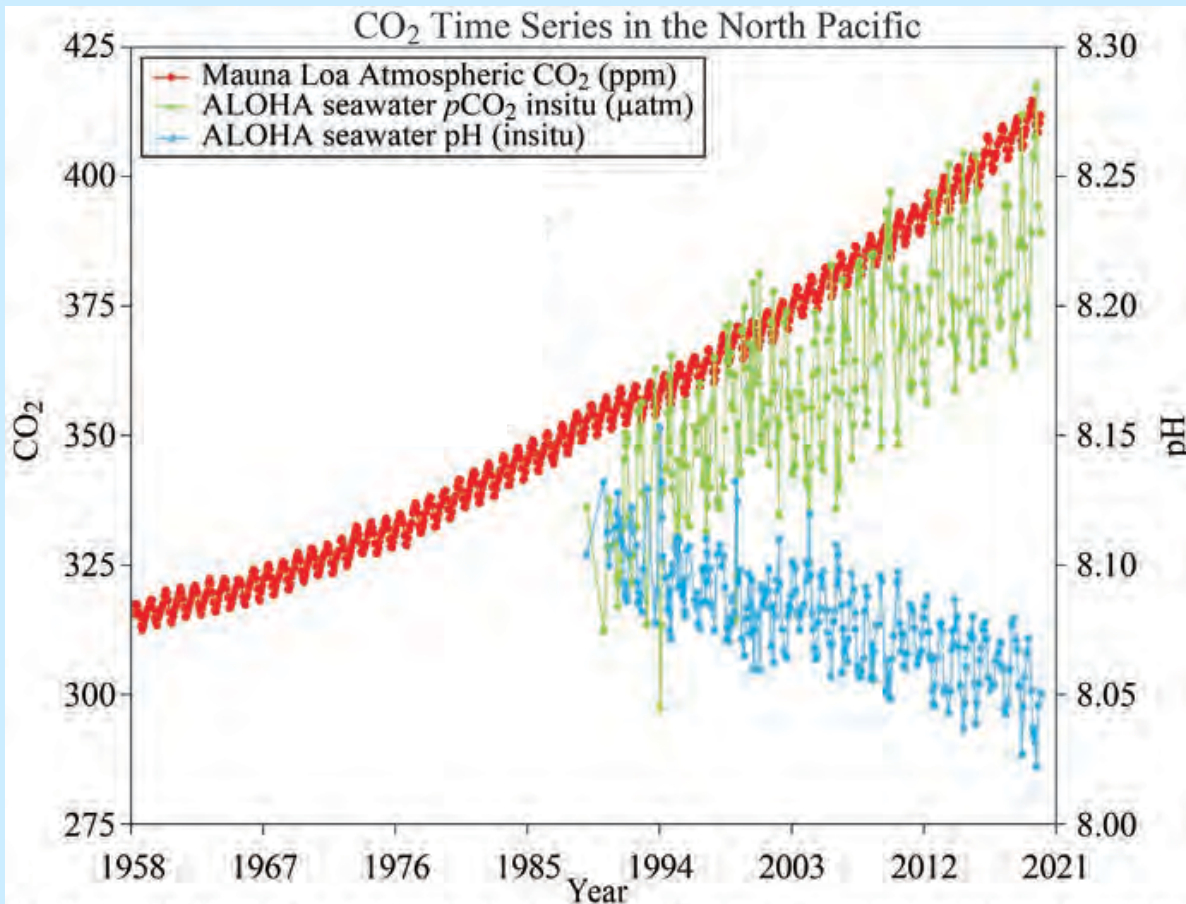
Breiter Luzin 2021



Jahresmittelwerte der Sichttiefen 2005-2020

Zeitraum	St	BL	SL	To	Tw	Hs	Mz	Li
2005-2010	7,7 ± 0,7	3,1 ± 0,2	8,0 ± 0,6	4,8 ± 0,6	5,1 ± 0,3	1,6 ± 0,2	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,1
2015-2020	5,9 ± 0,8	3,4 ± 0,3	8,1 ± 0,7	6,1 ± 1,0	5,8 ± 1,7	2,8 ± 0,2	1,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1

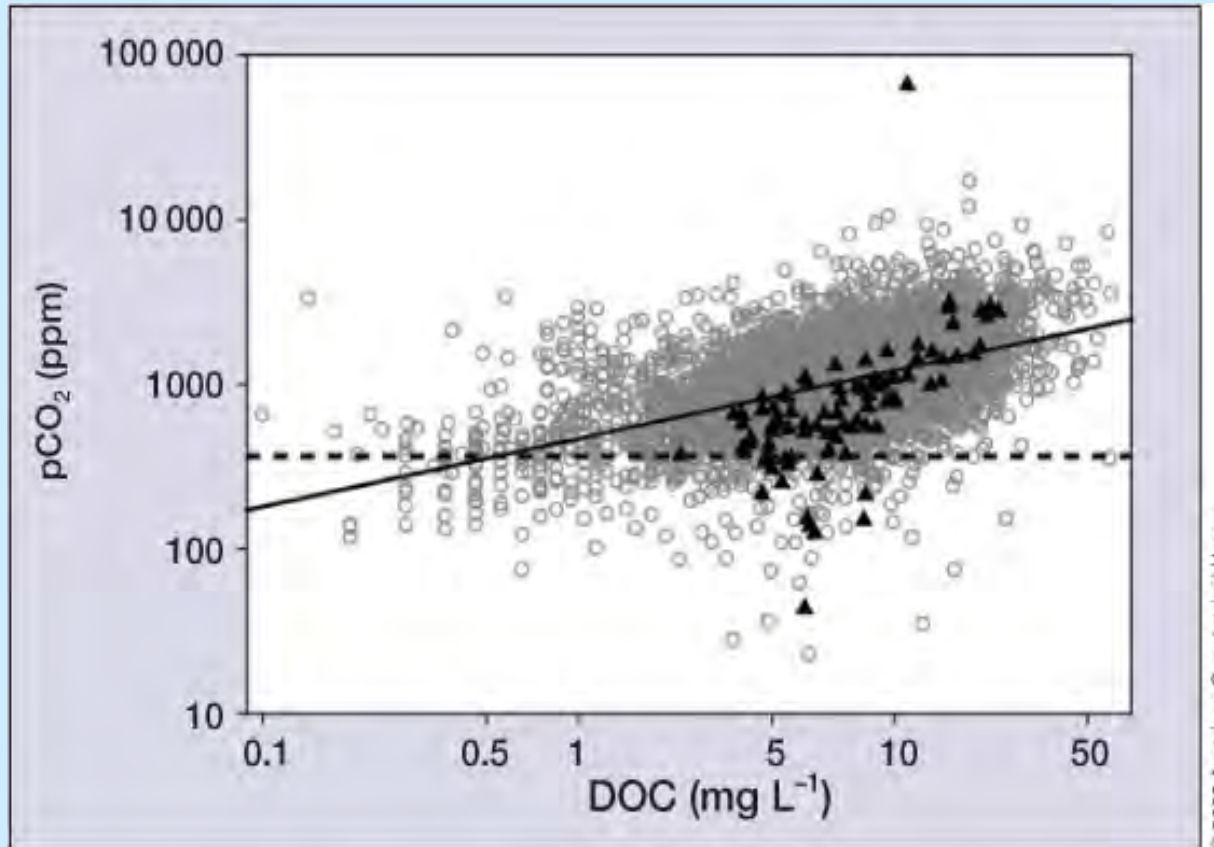
CO₂ induzierte Versauerung auch in Seen?



Aus: Feely, R. A., Wanninkhof, R., Carter, B. R., Landschützer, P., Sutton, A.J. & Triñanes, J. A. (2018). Global ocean carbon cycle. In J. Blunden, D. S. Arndt & G. Hartfield (Hrsg.), State of the Climate in 2017. Bulletin of the American Meteorological Society, 99(8), S96-S100, doi:10.1175/2018BAMSSStateoftheClimate.1)

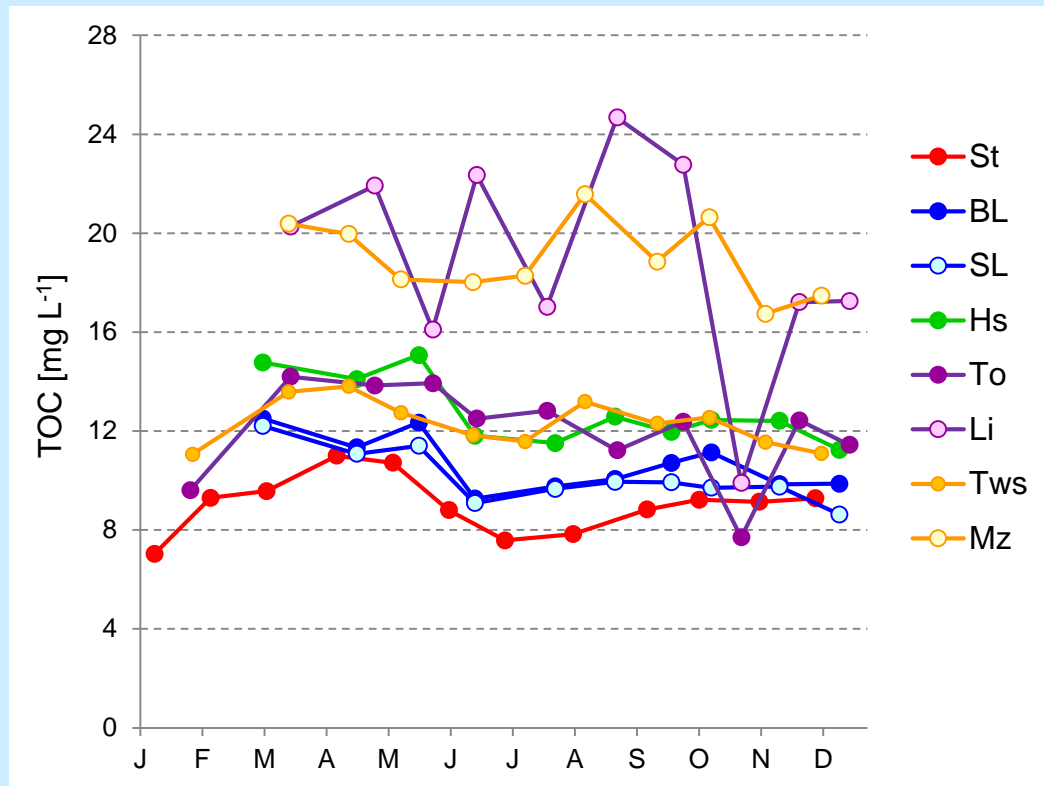
CO₂-Konzentration und DOC

4555 weltweit verteilte Seen



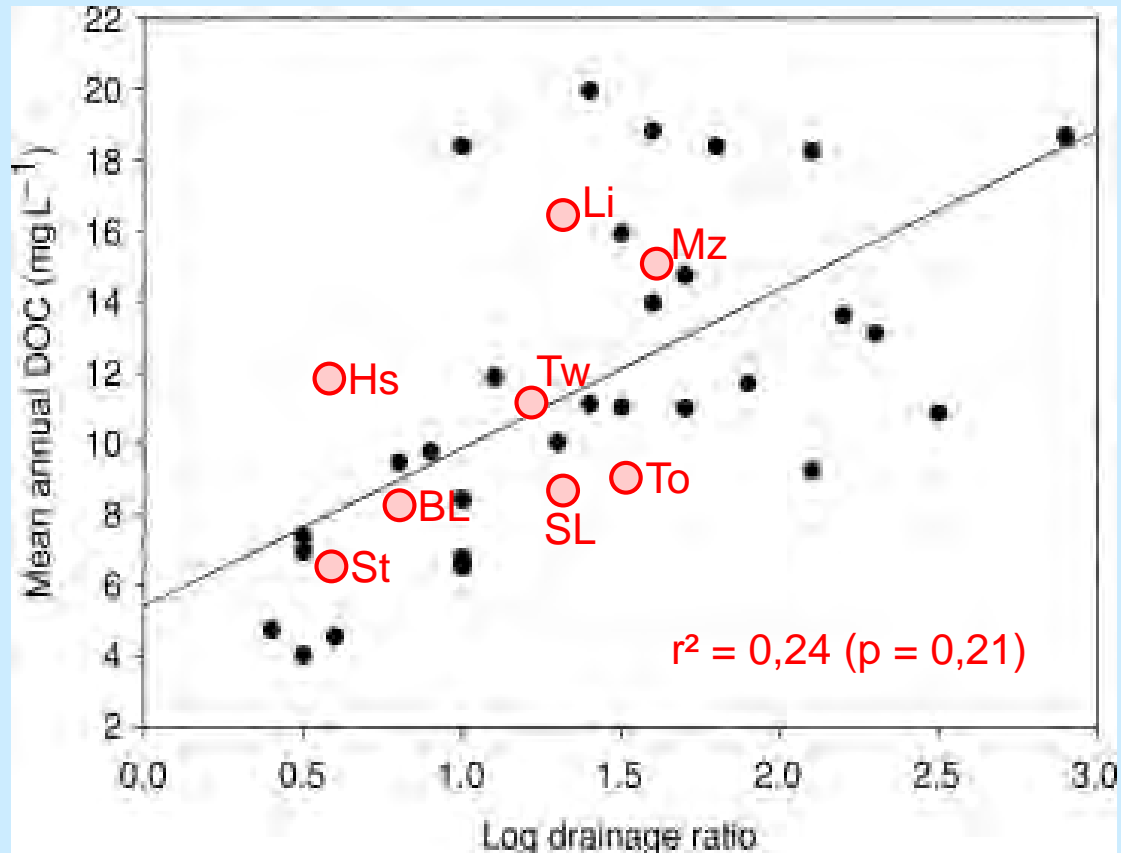
Aus: Van de Waal et al. 2010 (nach Sobek et al. 2005)

Saisonalität der TOC-Konzentrationen 2021



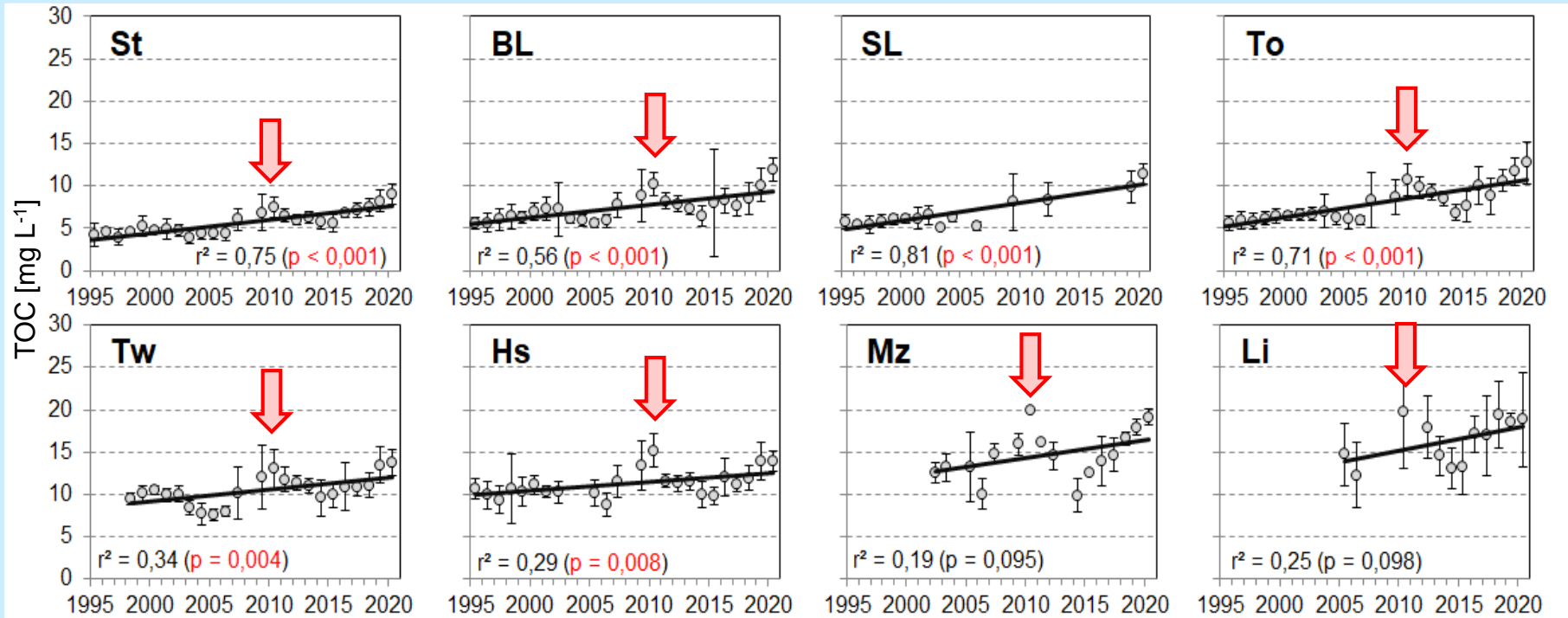
DOC-Konzentrationen und Einzugsgebiet

29 boreal Swedish lakes



Sobek et al. 2003, *Global Change Biology* 9 (4): 630-641.

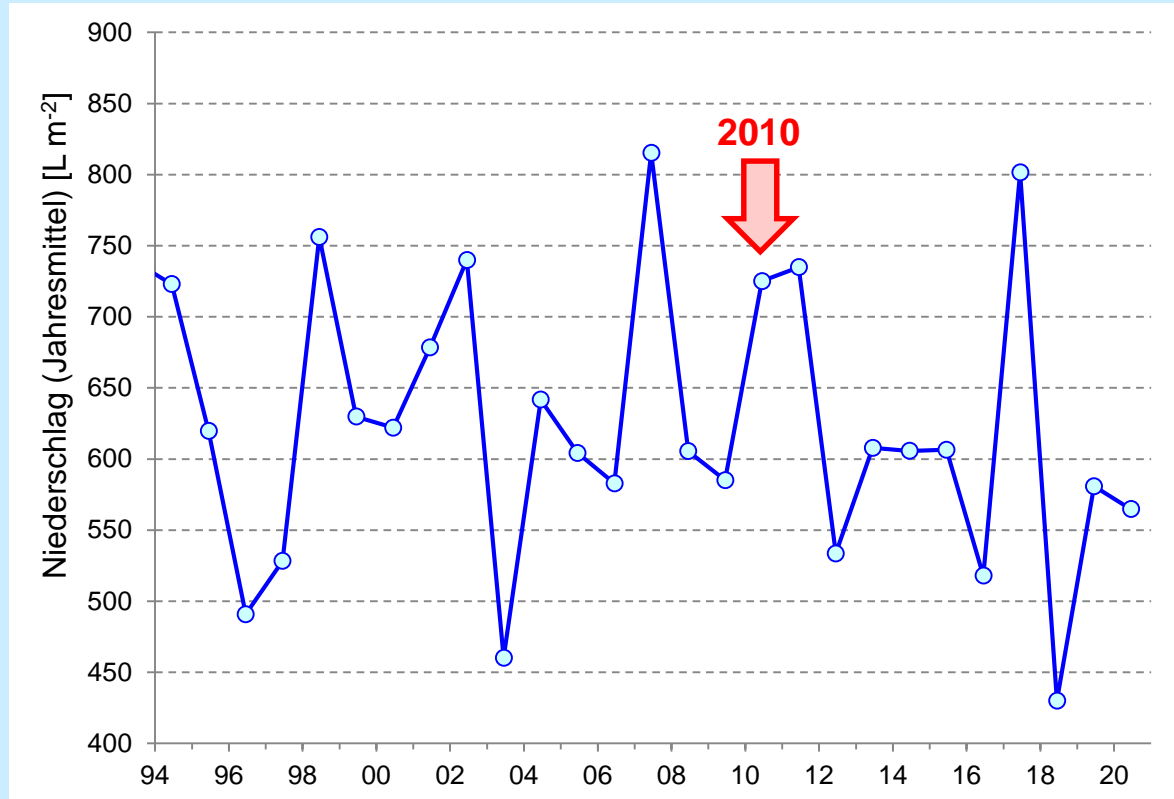
TOC-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



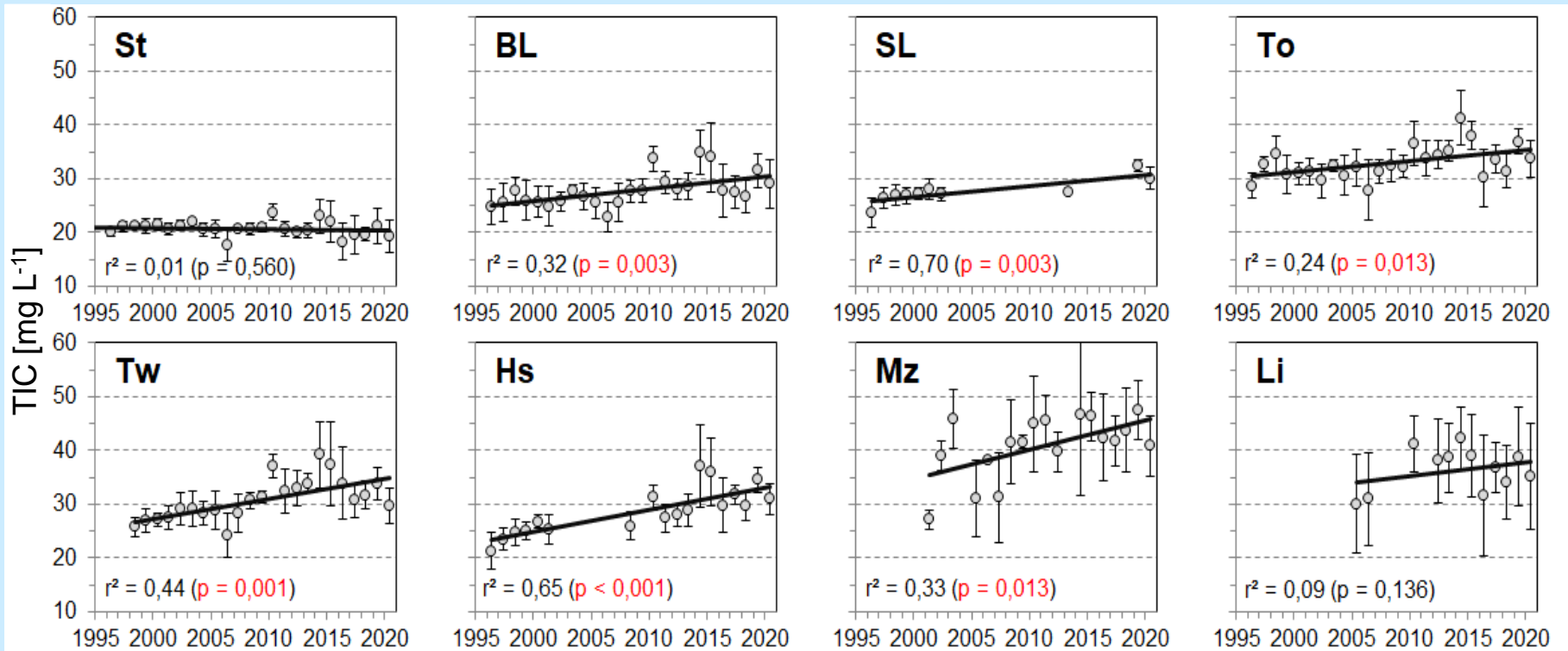
TOC-Anstieg um $0,18 \pm 0,05 \text{ mg C L}^{-1} \text{ a}^{-1}$

Niederschlagsentwicklung

Mecklenburg-Vorpommern (Jahresmittelwerte 1994-2020)

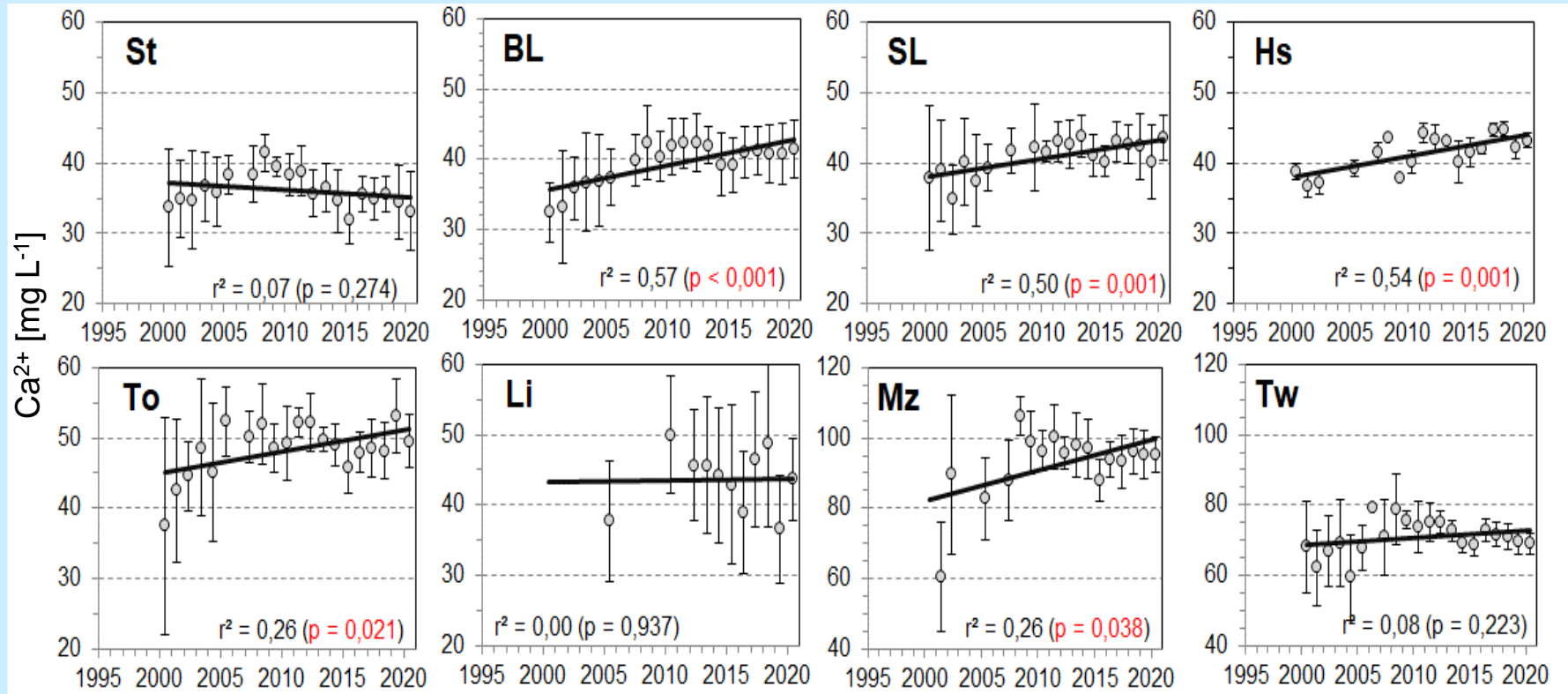


TIC-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



**TIC-Anstieg (ohne Stechlinsee) um
0,32 ± 0,13 mg C L⁻¹ a⁻¹**

Ca²⁺-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



TIC- und Ca²⁺-Zunahme

	St	BL	SL	To	Tw	Hs	Mz	Li
TIC-Zunahme [mg C L ⁻¹ a ⁻¹]	-0,03	0,23	0,21	0,20	0,37	0,42	0,55	0,26
Ca ²⁺ -Zunahme [mg Ca ²⁺ L ⁻¹ a ⁻¹]	-0,10	0,36	0,26	0,31	0,22	0,31	0,87	0,03
TIC-Zunahme durch CaCO ₃ - Rücklösung [%]	89	46	38	46	17	22	47	3

Mögliche Ursachen für die TIC-Zunahme

- CO₂-Zunahme in der Atmosphäre und höhere CO₂-Konzentrationen im Wasser (pH↓)
- Zunahme der DOC-Einträge
→ mikrobieller Abbau und Photooxidation zu DIC und organischen Säuren (pH↓)
- Erhöhte Rücklösung von Karbonaten durch Abnahme der pH-Werte

Mögliche Ursachen für die TOC-Zunahme

- höhere terrestrische Primärproduktion und mikrobieller Abbau infolge der Klimaerwärmung
- Verändertes Niederschlagsverhalten (Extremereignisse)
 - stärkere Niederschläge → erhöhter DOC-Austrag
 - Trockenperioden → höhere DOC-Produktion
- pH-Zunahme in ehemals versauerten Gebieten (SO_4^{2-} -Abnahme)
 - erhöhte Löslichkeit von DOC

Zusammenfassung

- Zunahme der TOC-Konzentrationen durch
 - großräumig erhöhten DOC-Eintrag aus den Einzugsgebieten (Klimaerwärmung, Extremereignisse)
- Zunahme der TIC- (und Ca^{2+})-Konzentrationen durch
 - TOC-Zunahme (Abbau zu DIC)
 - Höhere Rücklösung von CaCO_3 bzw. geringere Intensität von Calcitfällungen
- Abnahme der pH-Werte seit 2005
 - TOC-Zunahme (organische Säuren)
 - höhere CO_2 -Konzentrationen in der Atmosphäre



Leibniz-Institut für
Gewässerökologie
und Binnenfischerei

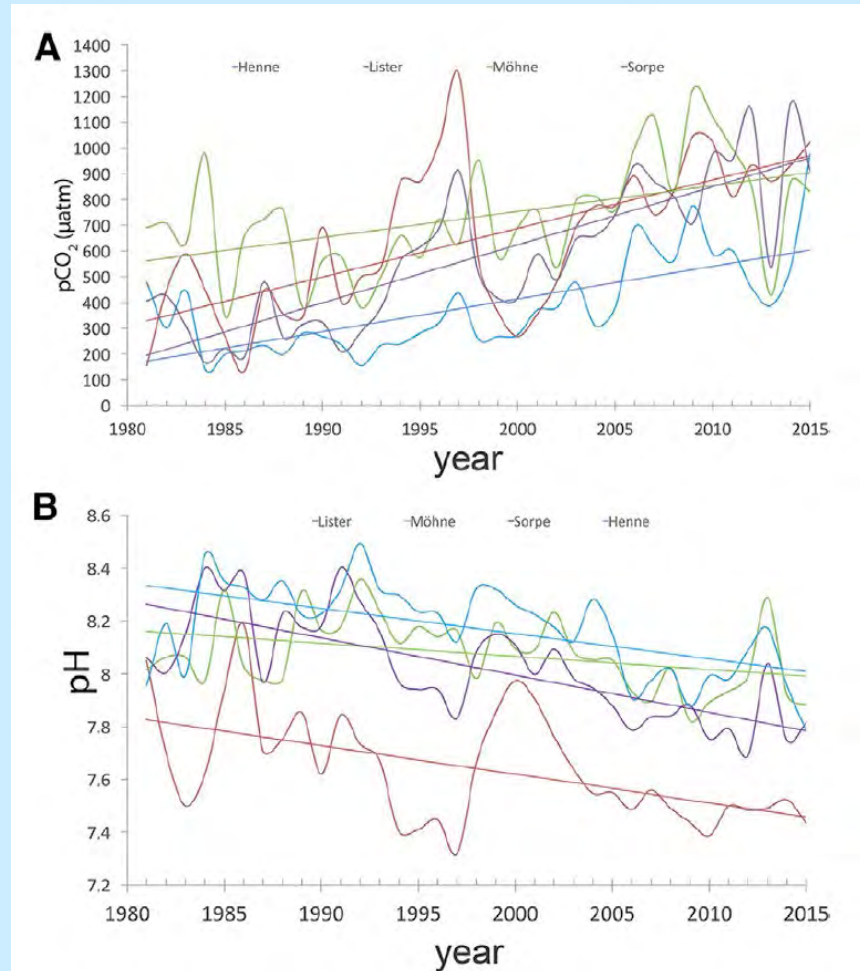
A circular inset image showing a serene landscape of a blue lake surrounded by lush green trees. The text is overlaid on this image.

**Vielen Dank
für die
Aufmerksamkeit!**

Untersuchungsgewässer

See	Tiefe [m]	Fläche [km ²]	Trophieindex 2020
Lieps	3,8	4,3	3,9 (p1)
Melzer See	3,9	0,1	3,5 (e2)
Haussee (Feldberg)	12,5	1,3	2,5 (m2)
Tiefwaren	23,6	1,4	2,1 (m2)
Tollensesee	31,2	17,8	1,8 (m1)
Schmaler Luzin	33,5	1,5	1,6 (m1)
Breiter Luzin	58,3	3,4	2,0 (m1)
Stechlinsee	69,5	4,3	2,0 (m1)

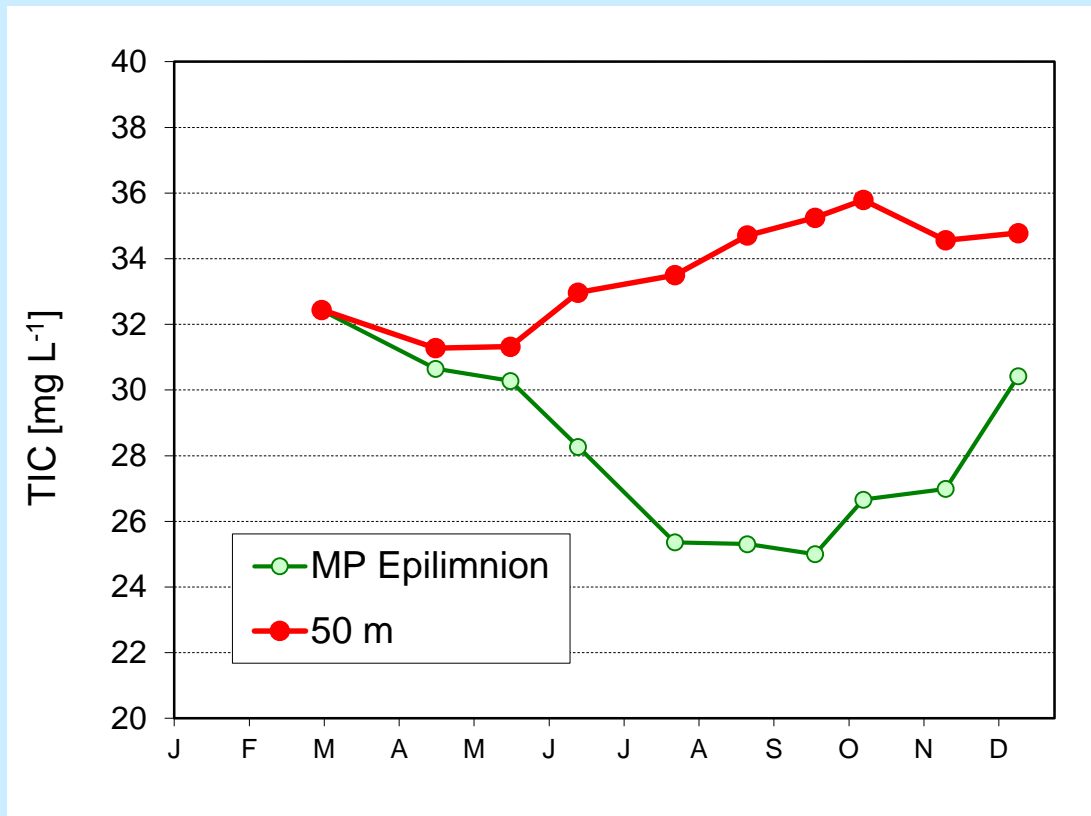
CO₂-induzierte Versauerung von Seen: Vier Trinkwassertalsperren in Deutschland (Henne, Lister, Sorpe and Möhne)



Weiss et al. 2018: Rising pCO₂ in Freshwater Ecosystems has the potential to negatively affect predator-induced defenses in *Daphnia*. *Current Biology* 28: 327-332.

Saisonalität der TIC-Konzentrationen

Breiter Luzin 2021

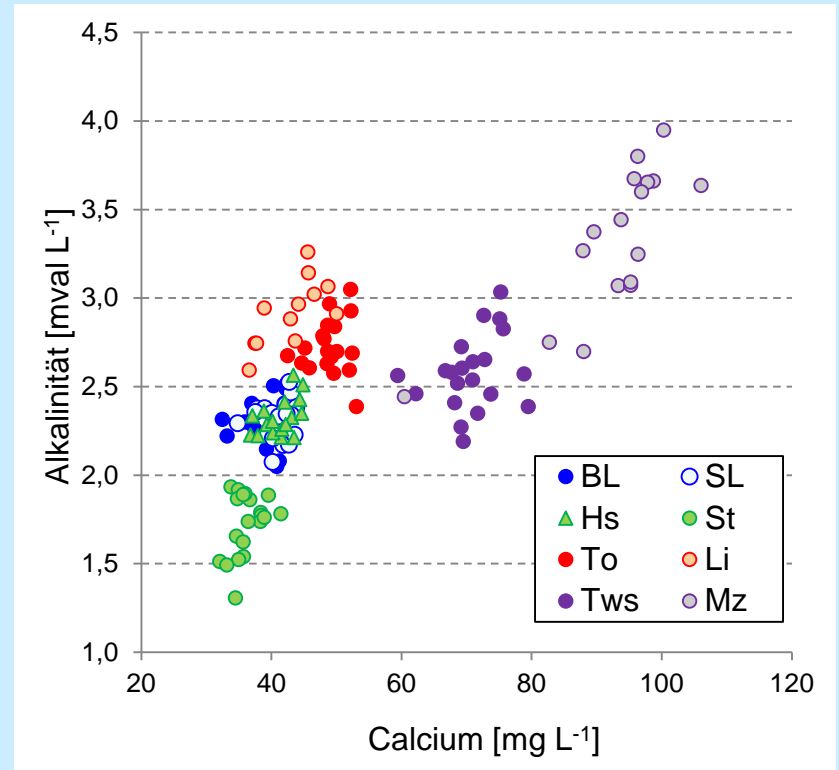
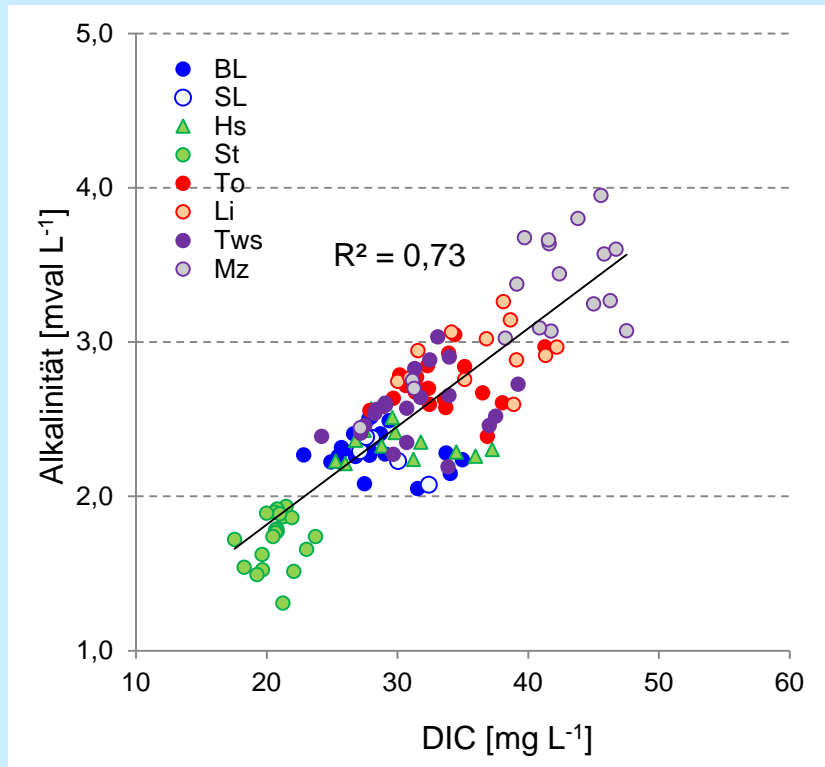


Jahresmittelwerte der Sichttiefen

Zeitraum	St	BL	SL	To	Tw	Hs	Mz	Li
1990-1995	8,3 ± 0,2	3,7 ± 1,0	5,1 ± 1,7	5,0 ± 0,7	5,0 ± 0,6 ¹⁾	1,2 ± 0,4	0,4 ± 0,1 ¹⁾	0,6 ± 0,1
2015-2020	5,9 ± 0,8	3,4 ± 0,3	8,1 ± 0,7	6,1 ± 1,0	5,8 ± 1,7	2,8 ± 0,2	1,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1

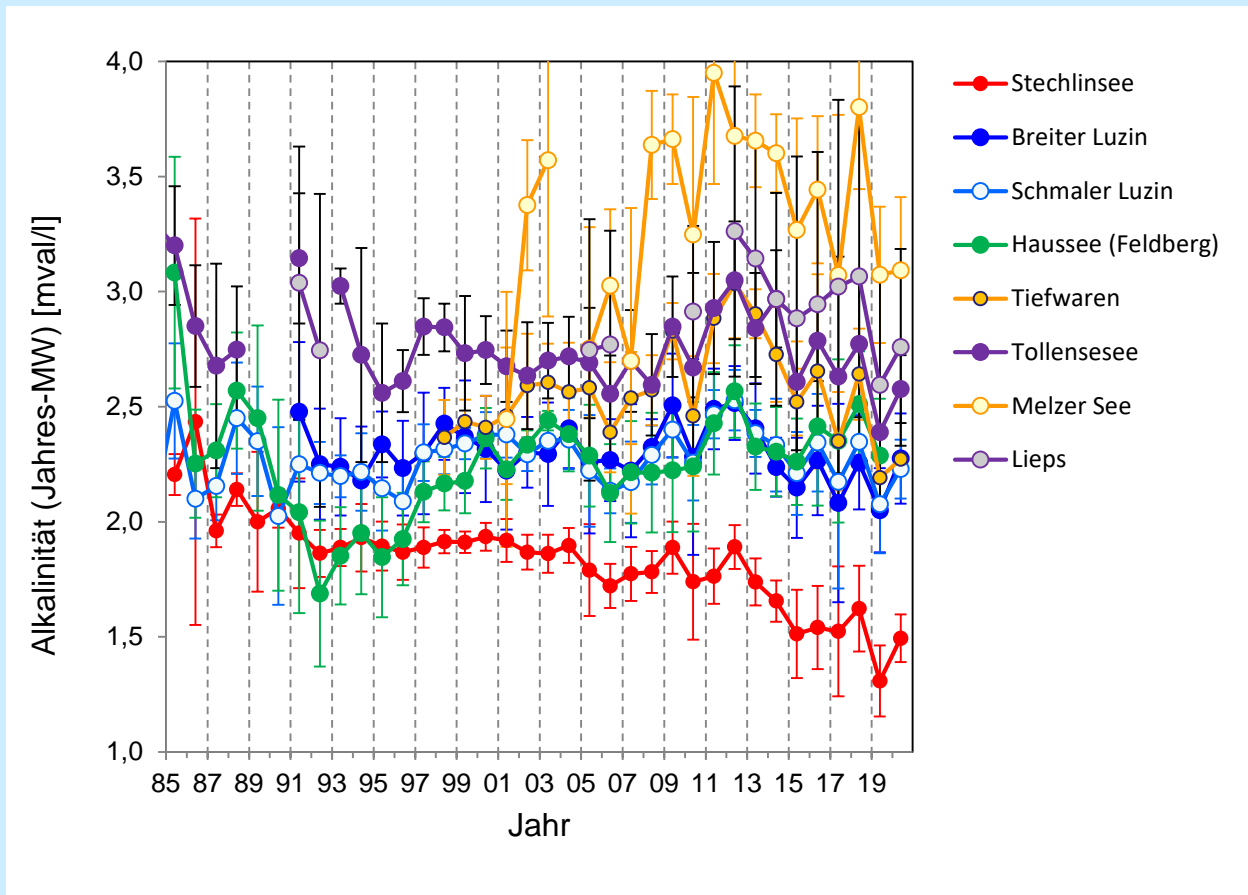
¹⁾ Mittelwert 2001-2005

DIC-Konzentration & Alkalinität



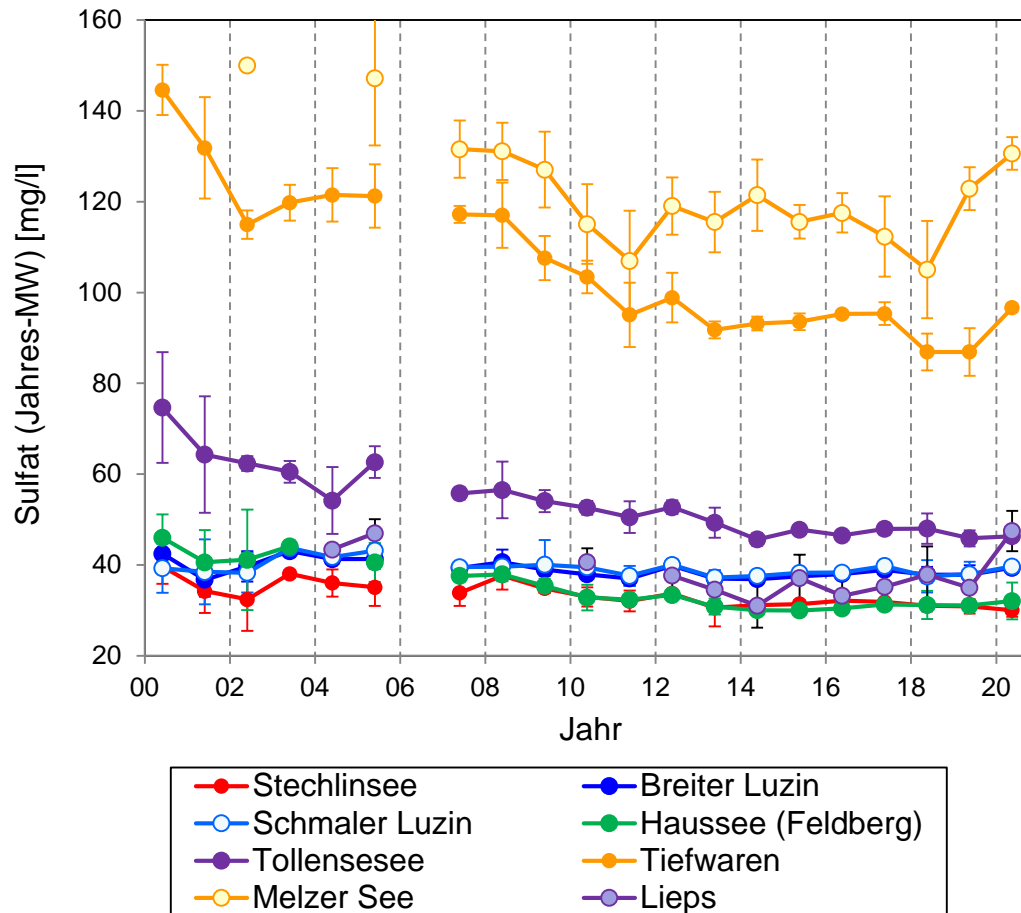
Langzeittrends chemischer Parameter

Alkalinität; Jahresmittel Epilimnion



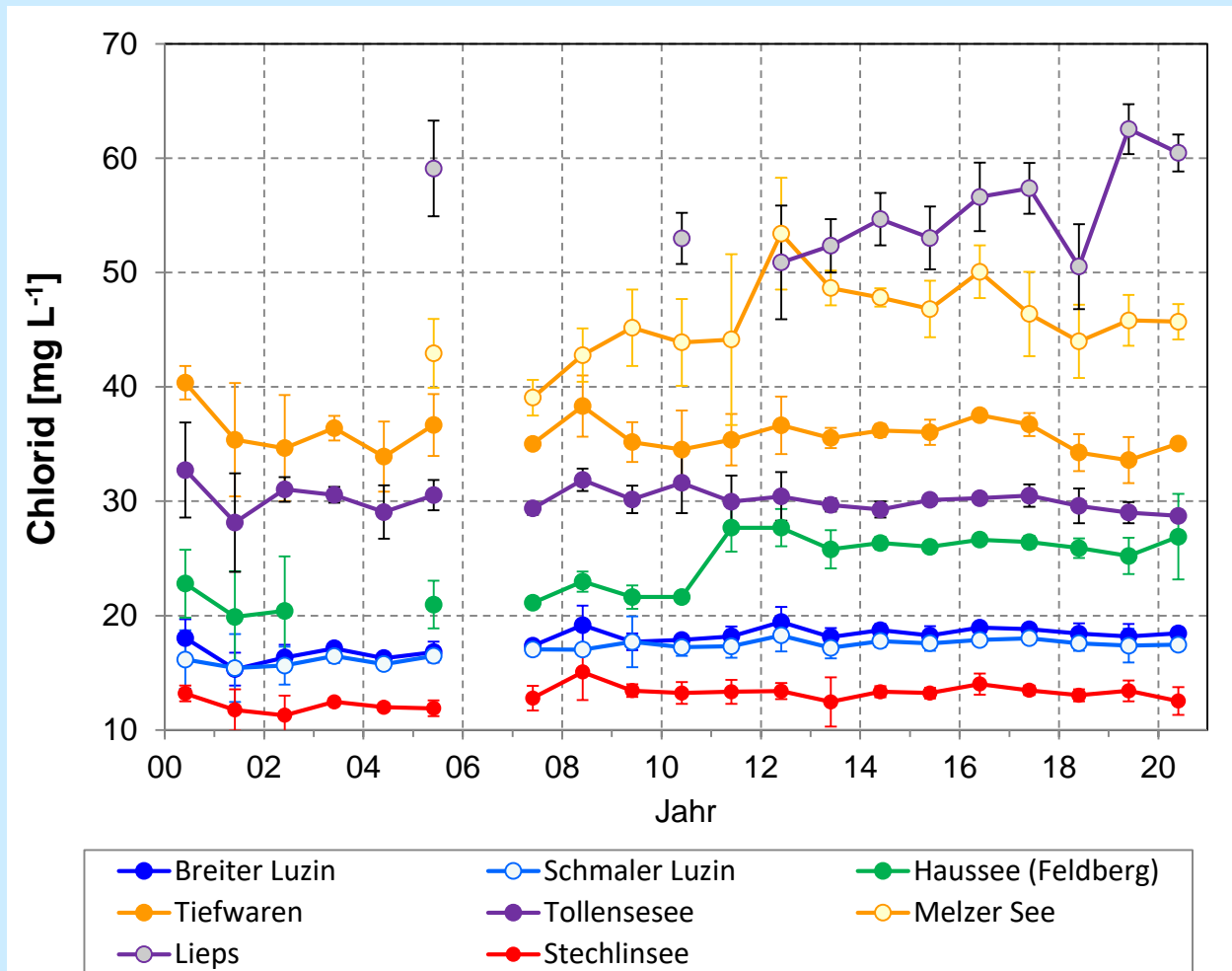
Langzeittrends chemischer Parameter

SO₄²⁻-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



Langzeittrends chemischer Parameter

Cl⁻-Konzentration; Jahresmittel Epilimnion



Langzeittrends biologischer Parameter

Phytoplankton-Biomasse (2005-2020)

