

Zeitliche Entwicklung des Schadstoffeintrags und der Wasserchemie in alpinen kalkarmen Bergseen

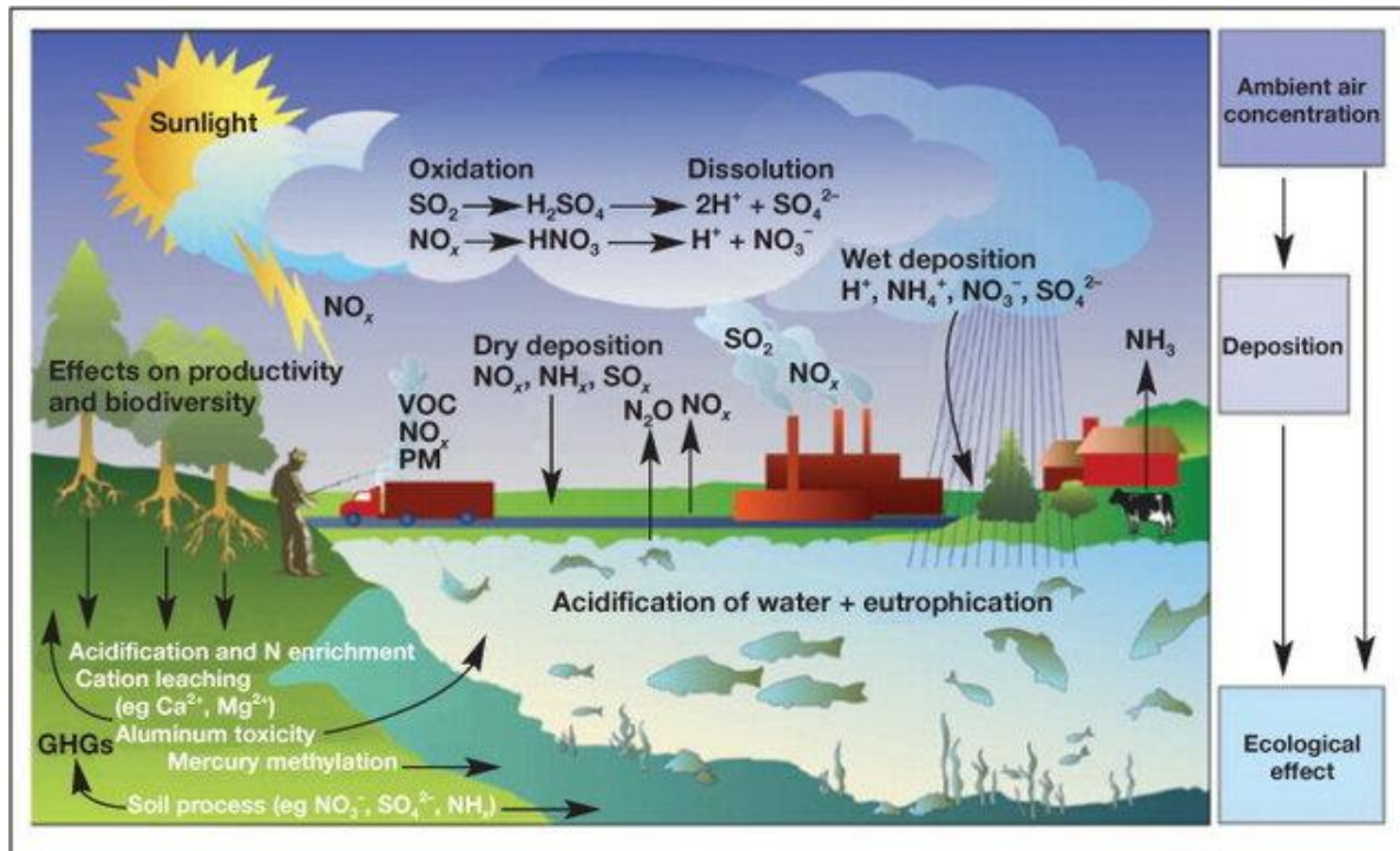
Sandra Steingruber

Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo

Virtuelle Vortragsreihe SGHL, 24.10.2024

Einführung

- Im Kanton Tessin werden seit den 1980er Jahren an verschiedenen Standorten Schadstoffe im Niederschlag und in kalkarmen Bergseen gemessen.
- Seit 2000 im Auftrag des BAFU's im Rahmen des ICP Waters (= International Cooperative Programme on assessment and monitoring of the effects of air pollution on rivers and lakes)
- Wieso im Kanton Tessin?
 - grosser Einfluss von grenzüberschreitender Luftverschmutzung (Industrie und Landwirtschaft in Norditalien)
 - grosse Niederschlagsmengen
 - geringe Pufferkapazität von kristallinem Gestein va. im Nordosten des Kantons
 - Versauerung von kalkarmen Bergseen in den 1980'er



Greaver et al. 2012

Erwartete chemische Entwicklung in den Bergseen

VERSAUERUNGSPHASE

- $\text{SO}_4 \uparrow$, $\text{NO}_3 \uparrow$, $\text{BC} \uparrow$, $\text{TALK/ANC} \downarrow$, $\text{pH} \downarrow$, $\text{Al} \uparrow$

ERHOLUNGSPHASE

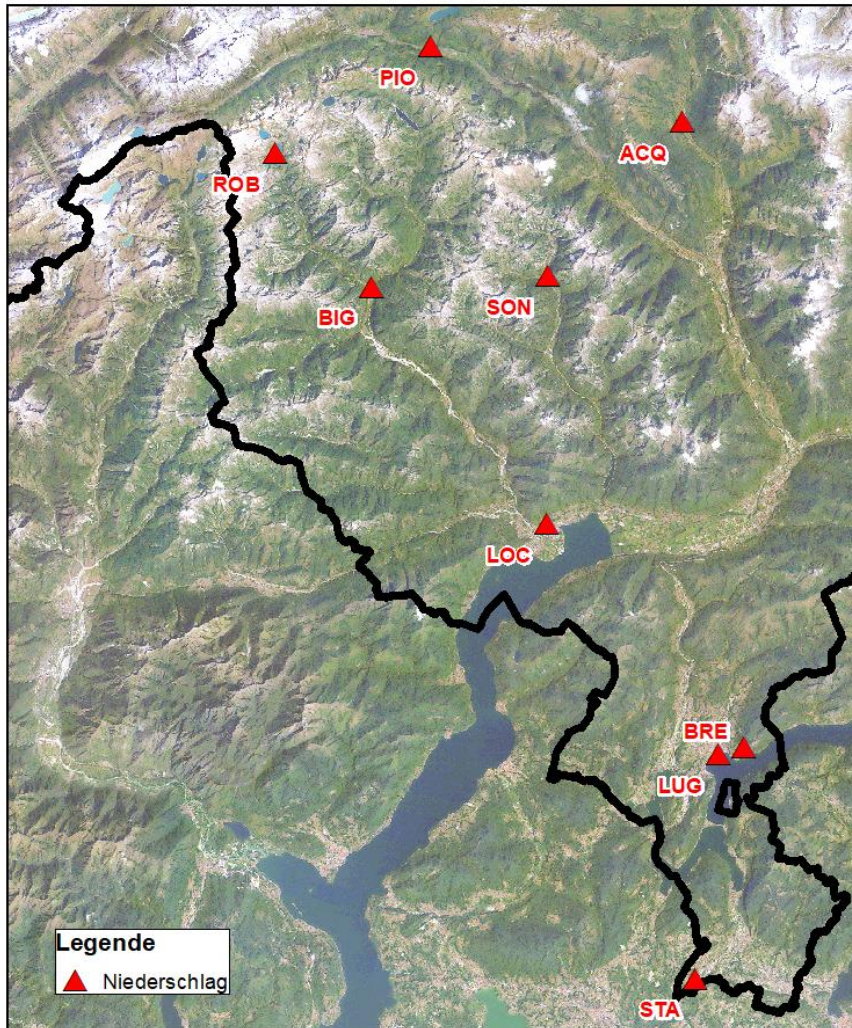
- $\text{SO}_4 \downarrow$, $\text{NO}_3 \downarrow$, $\text{BC} \downarrow$, $\text{TALK/ANC} \uparrow$, $\text{pH} \uparrow$, $\text{Al} \downarrow$

$\text{BC} = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}$

TALK = Totale Alkalinität, hier die gemessene Säureneutralisierungskapazität

ANC = «Acid neutralizing capacity», hier die berechnete Säureneutralisierungskapazität ($= \text{BC} - \text{SO}_4 - \text{NO}_3 - \text{Cl}$)

Niederschlag



Standorte

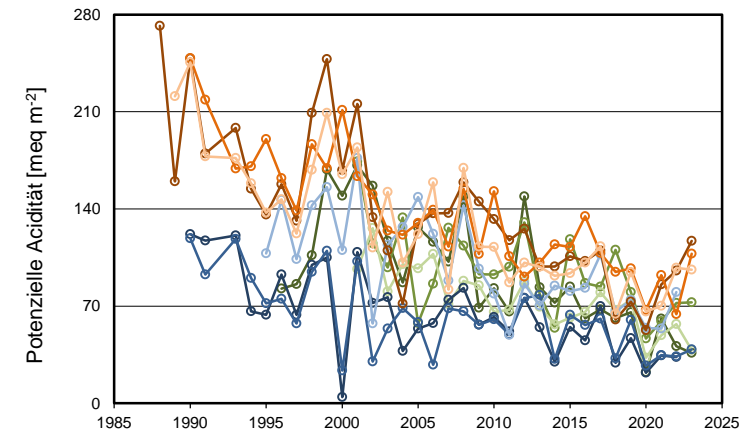
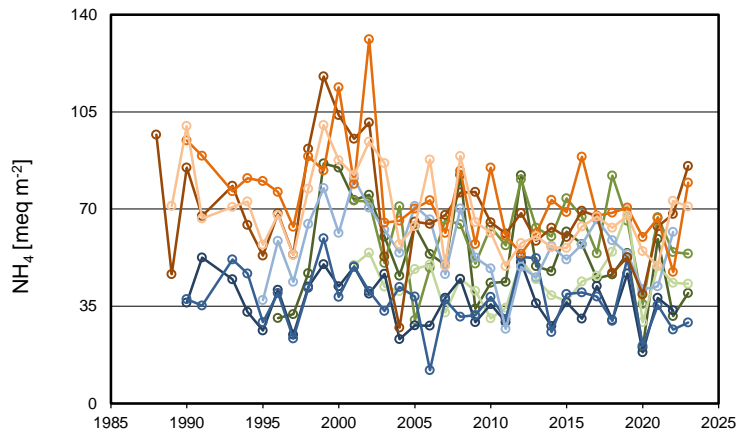
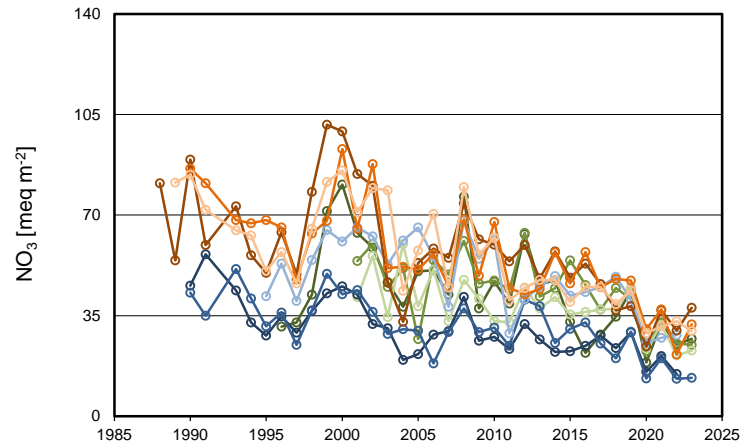
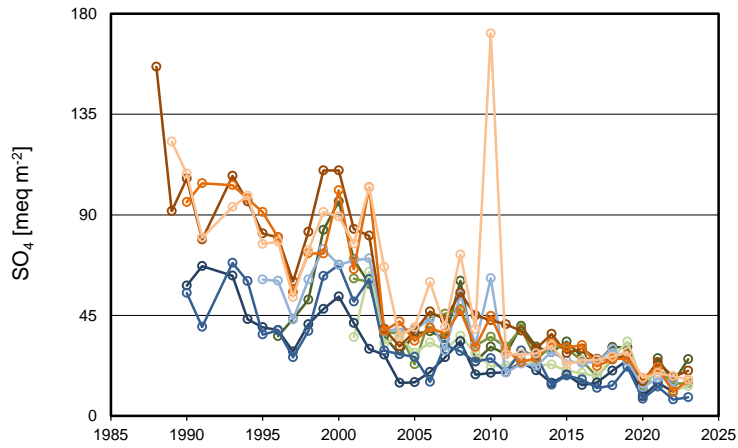
Acquarossa, Bignasco, Locarno Monti, Lugano, Monte Brè, Piotta, Sonogno, Stabio

Parameter

pH, TALK, Leitfähigkeit, Ca, Mg, K, Na, NH₄, NO₃, SO₄, Cl



Nassdepositionen

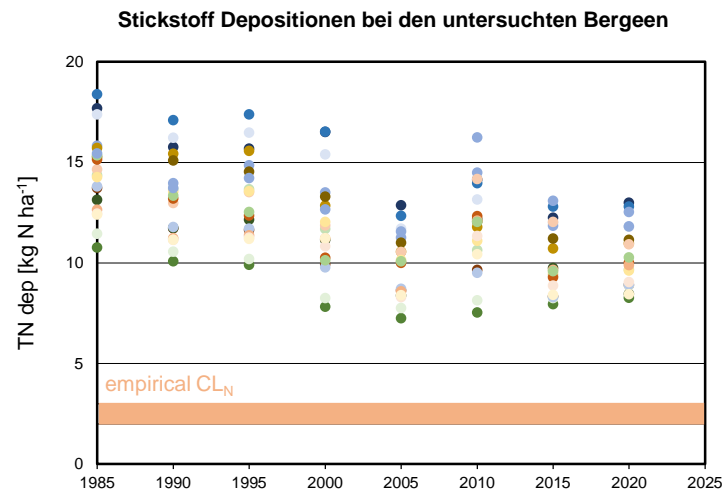


ROB SON BIG PIO ACQ
 BRE LOC STA LUG

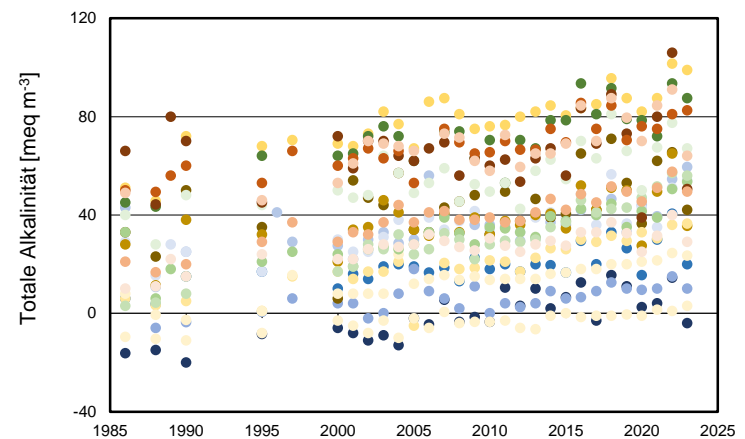
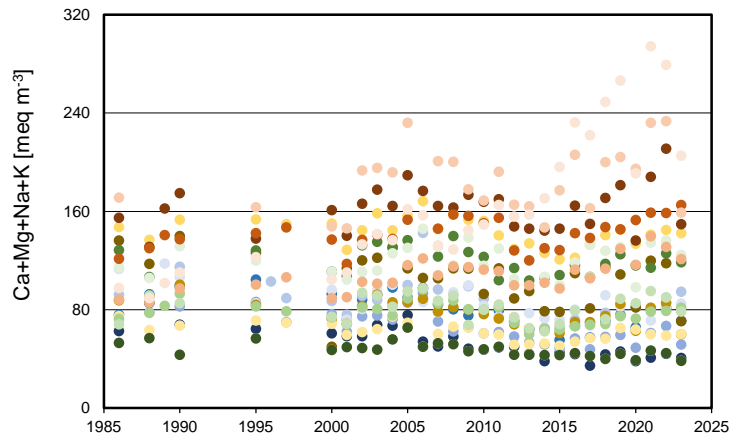
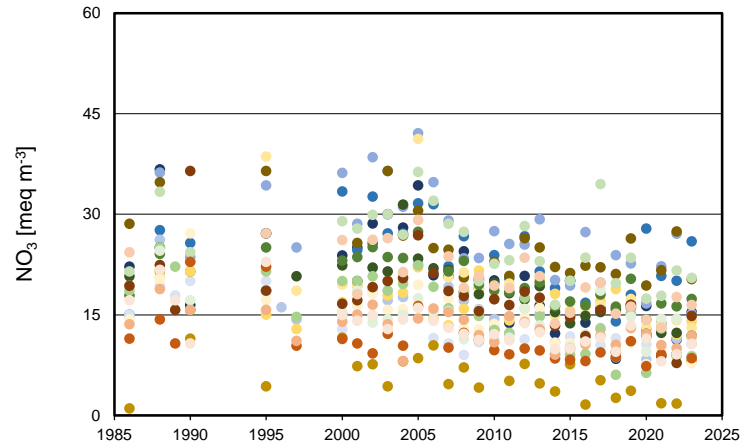
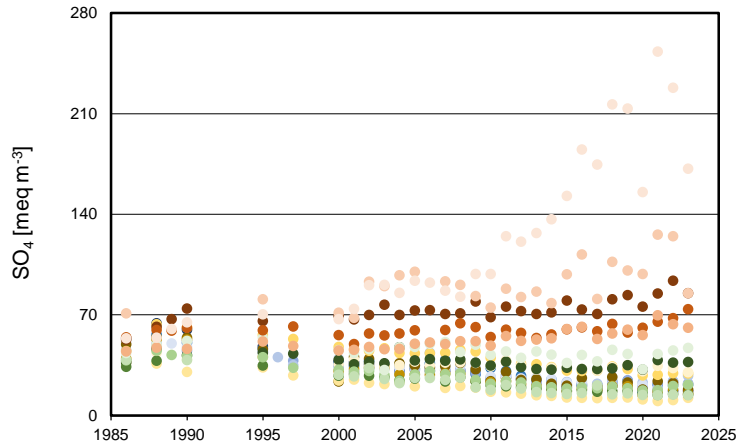
ROB SON BIG PIO ACQ
 BRE LOC STA LUG

Eintrag von N und critical loads

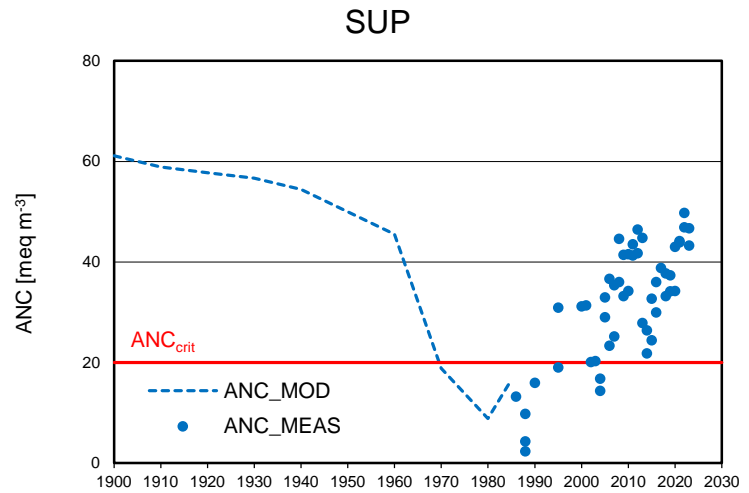
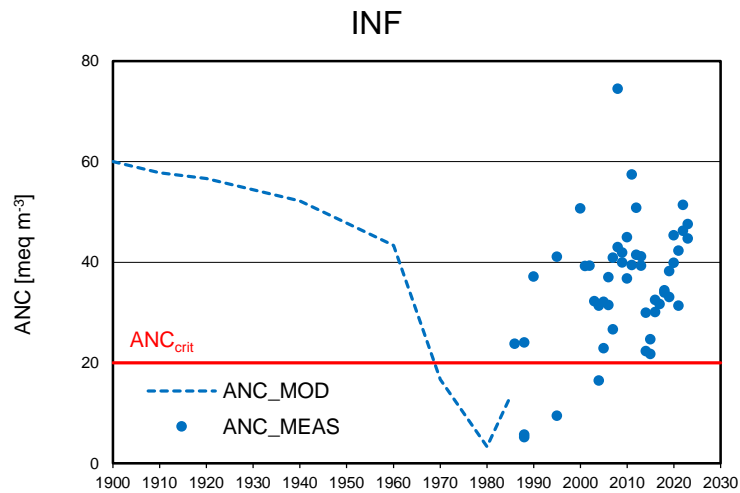
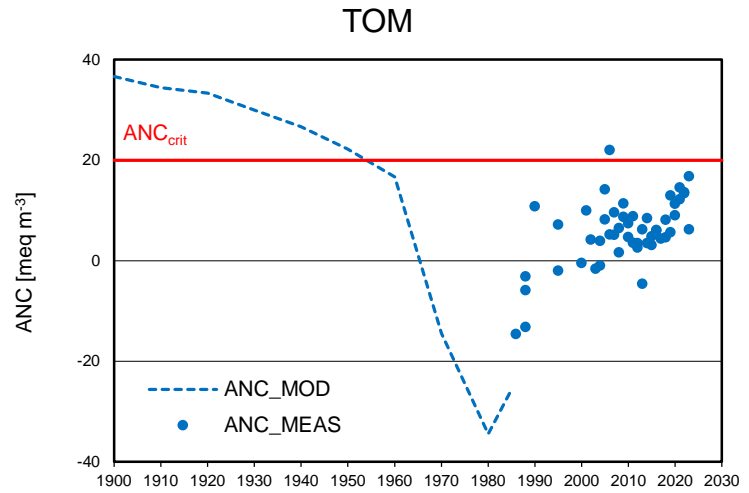
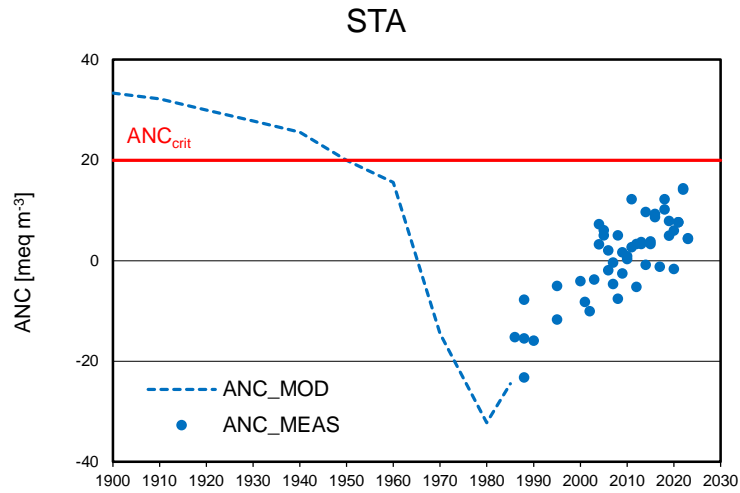
- Critical loads (CL's) wurden im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung entwickelt.
- Sind ein Mass für die Empfindlichkeit der Ökosysteme und der menschlichen Gesundheit gegenüber Einträgen und Konzentrationen von Luftschadstoffen.
- Belastungen oberhalb dieser Grenzen sind auch gemäß Luftreinhalte-Verordnung als übermäßige Immissionen zu beurteilen.



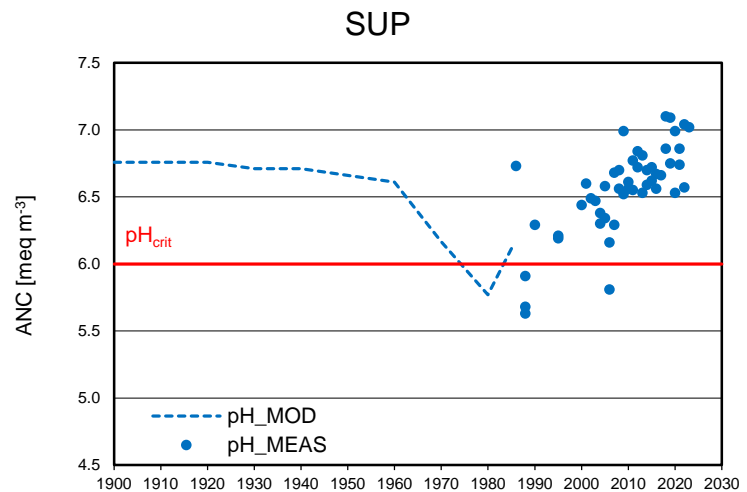
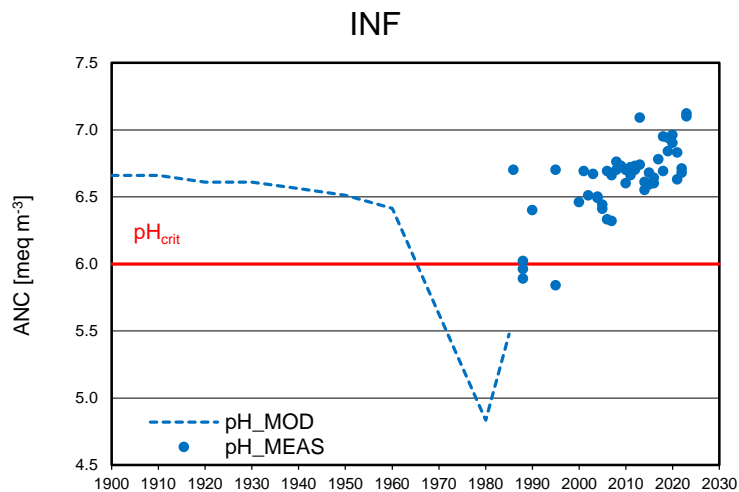
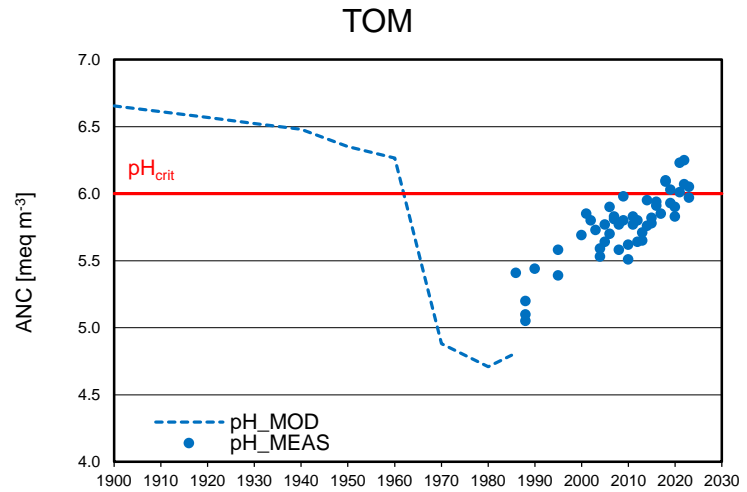
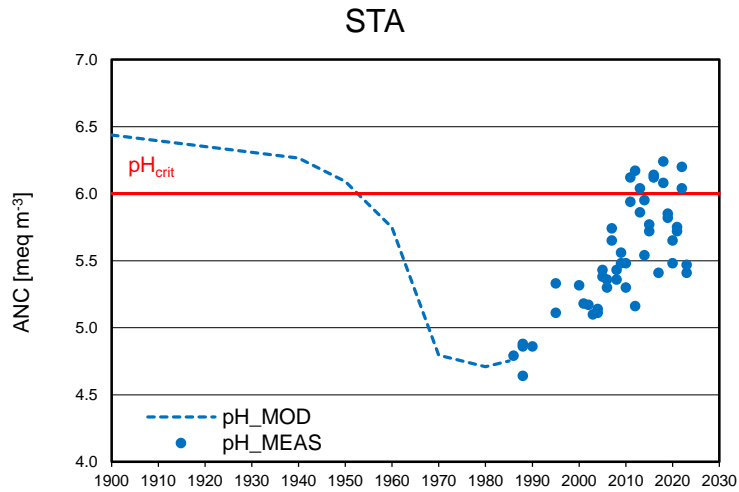
Wasserchemie der Bergseen



Modellierte ANC (Rogora 2013 mit MAGIC)



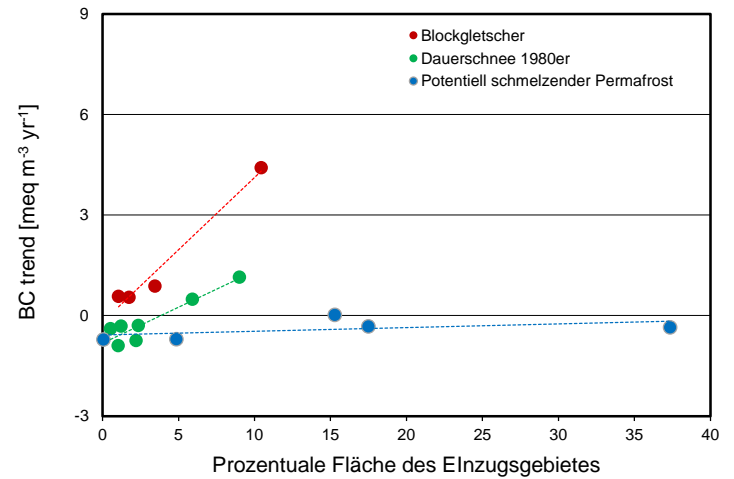
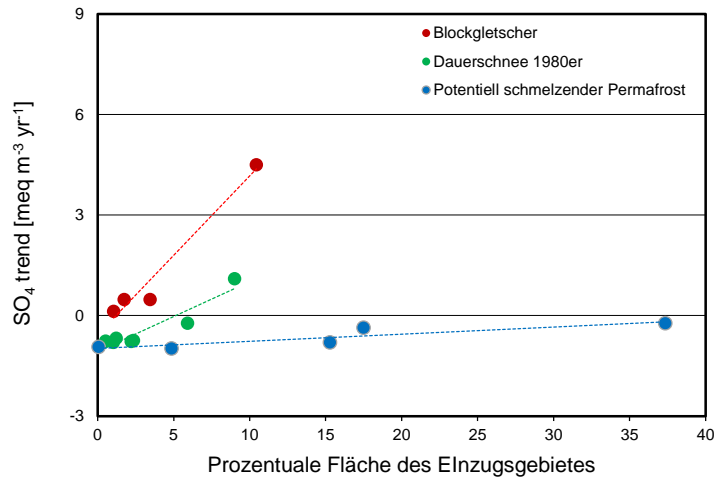
Modellierter pH (Rogora 2013 mit MAGIC)



Wie sieht es mit den anderen untersuchten Seen aus?

- TALK 1980'er Jahren: 7 von 20 Seen teilweise oder regelmässig $< 20 \text{ meq m}^{-3}$
2020'er Jahren: 1 See regelmässig und 2 Seen teilweise unter 20 meq m^{-3}
- pH 1980'er Jahren: 8 von 20 Seen teilweise oder regelmässig < 6
2020'er Jahren: 3 Seen regelmässig und 1 See teilweise unter 20 meq m^{-3}
- Daher sind 3 von 20 Seen im Herbst noch in einem kritischen Zustand. Der Anfangszustand wurde aber wahrscheinlich in keinem der Seen wiederhergestellt.

Einfluss des Klimawandels



Schlussfolgerungen und Ausblick

- Dank der Abnahme der S- (und N-) Depositionen hat die Versauerung der kalkarmen Bergseen stark abgenommen.
- Die N-Depositionen sind aber immer noch weit über der kritischen Fracht und die Alkalinität und der pH sind in einigen Seen immer noch kritisch. Der Anfangszustand wurde nicht erreicht.
- Die Auswirkungen der Abnahme der S- (und N-) Depositionen überlagern sich mit den Effekten der schmelzenden Kryosphäre, was in einigen Seen zu einer Zunahme der Sulfat und BC geführt hat, ohne aber die Alkalinität negativ zu beeinflussen.
- Zukünftige Entwicklung der Wasserchemie hängt ab von:
 - Entwicklung der N-Depositionen
 - Reaktion der N Prozesse im Einzugsgebiet auf den Klimawandel (positive und negative Effekte wären theoretisch möglich)
 - Einfluss des Klimawandels auf die Verwitterung (Zunahme?)
- Für weitere Infos siehe:
<https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/uacer/temi/aria/aria/monitoraggiodellinquinamentotransfrontaliero/icp-waters/icp-waters>