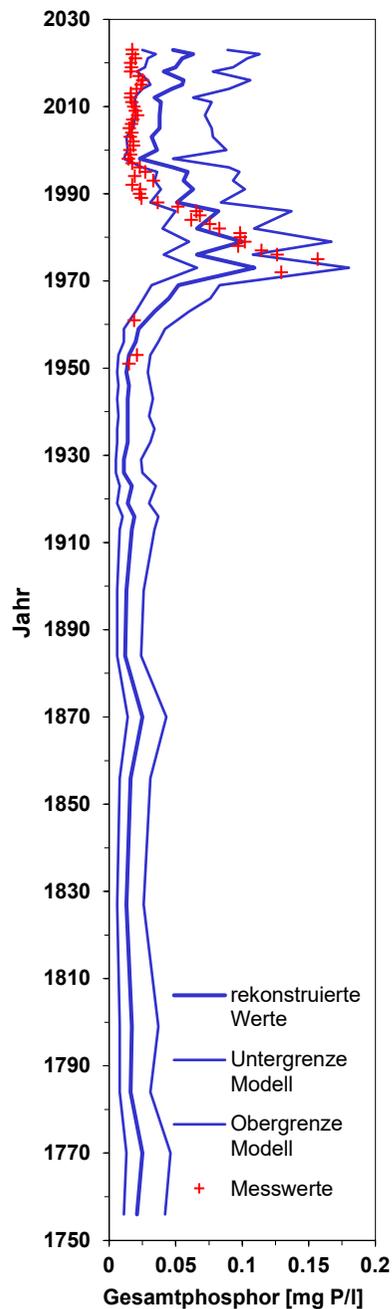


Entwicklung des Phosphorgehaltes im Türlerseer See seit 1750



Rekonstruktion der Nährstoffbelastung

Die Entwicklung der Nährstoffverhältnisse in Seen kann mittels Sedimentkernen rekonstruiert werden. Diese enthalten Schalen von toten Kieselalgen, deren Aussehen eine Artbestimmung ermöglicht. Aufgrund der Artenzusammensetzung und den artspezifischen Nährstoffansprüchen kann auf die zur Lebzeit der Algen herrschenden Nährstoffverhältnisse geschlossen werden. Dabei ist zu beachten, dass Kieselalgen auf einen Rückgang der Nährstoffverhältnisse verzögert reagieren.

2001 wurde anhand eines 0.85 m langen Sedimentkernes die Nährstoffentwicklung der letzten 250 Jahre rekonstruiert (1750 - 2000). 2023 wurde anhand eines neuen Kernes die Entwicklung der letzten 23 Jahre hergeleitet.

Entwicklung der Nährstoffbelastung (Abbildung links)

Dargestellt sind die rekonstruierten Gesamtposphorwerte mit dem unteren und oberen Fehlerbereich des Modells sowie die vorhandenen Messwerte (ab 1952).

- 1750-1950: stabiler mittlerer Gesamtposphorgehalt um 0.016 mg P/l. Zwischen 1915 und 1935 sind Anzeichen einer Eutrophierung erkennbar, möglicherweise als Folge von Einleitungen von Jauche und Käsereiabwässern.
- 1950-1975: starke Zunahme des Phosphorgehaltes auf über 0.1 mg P/l (sehr nährstoffreich) durch Einleitung ungenügend gereinigter Abwässer und zunehmenden Verbrauch von phosphathaltigen Waschmitteln.
- 1975-2000: Abnahme des Phosphorgehaltes bis im Jahr 2000 auf 0.023 mg P/l (schwach nährstoffreich) durch verbesserte Reinigungsleistung der ARA, Phosphatverbot in Waschmitteln und umweltfreundlichere Produktion in der Landwirtschaft.
- 2000-2023: schwankende und kaum mehr sinkende Phosphorkonzentration trotz Weiterführung der Massnahmen im Bereich ARA und Landwirtschaft. Der Klimawandel bremst den weiteren Nährstoffrückgang.

Biologisches Sanierungsziel

Der Türlerseer See wies im 18. und 19. Jahrhundert einen stabilen mittleren Nährstoffgehalt auf. Charakterisiert wurde dieser Zustand durch Kieselalgenarten, die wenig bis schwach nährstoffhaltige Gewässer bevorzugen. Diese Arten, u.a. mehrere *Cyclotella*-Arten (*Cyclotella comensis/pseudocomensis* sowie *C. cyclopunctata*) stellen hinsichtlich der zukünftigen Kieselalgenzusammensetzung ein anzustrebendes biologisches Ziel dar.

Aktueller Zustand

Der Gesamtposphorgehalt liegt seit 1997 unter 0.020 mg P/l (Ausnahme 2014-2017: 0.021-0.025 mg P/l), was mittleren Nährstoffverhältnissen entspricht. Im Jahr 2000 dominierte *Cyclotella cyclopunctata*, die mittlere Nährstoffverhältnisse bevorzugt. In den letzten 20 Jahren blieb sie mit einem mittleren relativen Anteil von 28 % zwar die häufigste Kieselalgenart, ihre Häufigkeit ging jedoch seit 2003 deutlich zurück. Zugenommen haben die nährstoffliebenden Arten *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Stephanodiscus minutulus/parvus*. Das Aufkommen dieser nährstoffliebenden Arten indiziert eine leichte Eutrophierung, respektive die Abkehr von eindeutig mesotrophen Verhältnissen. Einerseits dürften dafür die erhöhten Nährstoffkonzentrationen in den Jahren 2014-2017 verantwortlich sein. Der mittlere jährliche Phosphorgehalt allein vermag die Entwicklung der Kieselalgen-Gemeinschaft jedoch nicht zu erklären. Die Phosphorrücklösung aus dem Sediment infolge der Sauerstoffarmut im Tiefenwasser im Sommer und der Klimawandel dürften ebenfalls mitverantwortlich sein. Beides führt zu einer erhöhten Phosphorkonzentration im Frühling, die das Wachstum von nährstoffliebenden Frühlingsarten fördern.

Vergleich der rekonstruierten und gemessenen Gesamtphosphorwerte (Abbildung Seite 1)

Die rekonstruierten Werte zeigten einen ähnlichen Verlauf wie die Messwerte. Der Bereich zwischen der Unter- und Obergrenze des Modells überlappt zudem zwischen 1950 und 1988 und zwischen 1998 und 2009 mit wenigen Ausnahmen mit den Messwerten. Zwischen 1988 und 1995 und ab 2010 sind die rekonstruierten Werte jedoch deutlich zu hoch.

Verschiedene Gründe dürften dafür verantwortlich sein:

- Die verschiedenen Arten fließen mit unterschiedlicher Gewichtung in die Rekonstruktion ein. Eine zu hohe Gewichtung von nährstoffliebenden Arten im Eichdatensatz könnte zur Überschätzung des Phosphorgehaltes beitragen. Die gemessenen Werte liegen seit 1988 unterhalb oder im Bereich der Untergrenze des Modells.
- Nährstoffliebende und mässig nährstoffliebende Arten kommen zusammen im See vor. Dieses Phänomen kann auch im Greifen- und Pfäffikersee, beobachtet werden. All diese Seen haben im Sommer sauerstoffreiches Tiefenwasser, was zu einer erhöhten Phosphorkonzentration im Frühling führt. Davon profitiert die nährstoffliebende Frühlingsart *Stephanodiscus minutulus/parvus*, die sich stark vermehrt und dadurch die Phosphorkonzentration im Epilimnion reduziert. In der Folge können mässig nährstoffliebende Arten mit geringerer Dichte aufkommen. Die hohe Dichte der nährstoffliebenden Frühlingsart im Vergleich zu den restlichen zu irgendeinem Zeitpunkt vorhandenen Kieselalgenarten führt insgesamt zu einer Überschätzung der Phosphorkonzentration.

Literatur

Entwicklung des Gesamtphosphors im Türlersee anhand der im Sediment eingelagerten Kieselalgen: Bericht Aqua Plus 2001.

Rekonstruktion des Gesamtphosphors im Türlersee anhand der im Sediment eingelagerten Kieselalgen: Entwicklung seit dem Jahr 2000: Bericht Aqua Plus 2023.

Wichtige Ereignisse

1944: Erlass Schutzverordnung Türlersee

1980-1987: Abwassertechnische Sanierung des Einzugsgebietes: 95% der häuslichen Abwässer werden in den ARA Birmensdorf und Hausen a. Albis gereinigt.

1986: Phosphatverbot in Waschmitteln

1987: Inbetriebnahme der seeinternen Zirkulationsunterstützungsanlage

seit 1993: keine Massenentwicklungen von Algen mehr

2020: provisorische Ausserbetriebnahme der seeinternen Zirkulationsunterstützungsanlage

2024: Abbau der seeinternen Zirkulationsunterstützungsanlage

Bedeutende Taxa und Anteil der Trophieklassen im Sedimentkern

