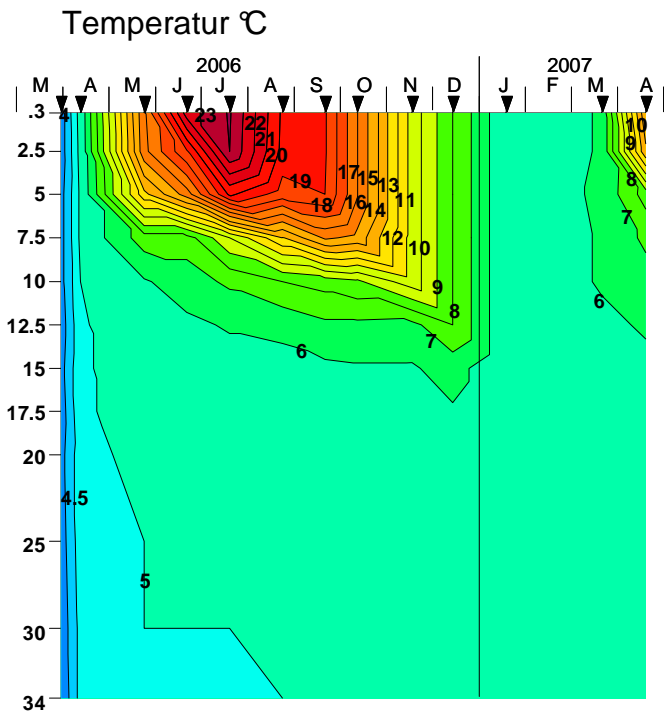


# Das „Freiwasser“ des Pfäffikersees 2006/07

H. Bühler, NGZH, Arbeitsgruppe Gewässerschutz der Vereinigung. (Mai 2007)

## Vorbemerkung:

Alle Daten wurden vom AWEL erhoben. Besten Dank! Deren Datenbank wird jeweils nach Ablauf des Jahrs ergänzt und dabei werden alle Daten nochmals geprüft. Die Daten vom Jahr 2007 sind erst provisorisch. Hier wurden auch diese halb-offiziellen Daten verwendet, welche noch ändern können. Die Darstellungen mit Isopleten wurden schon eingehend erklärt; daher wird hier darauf verzichtet.

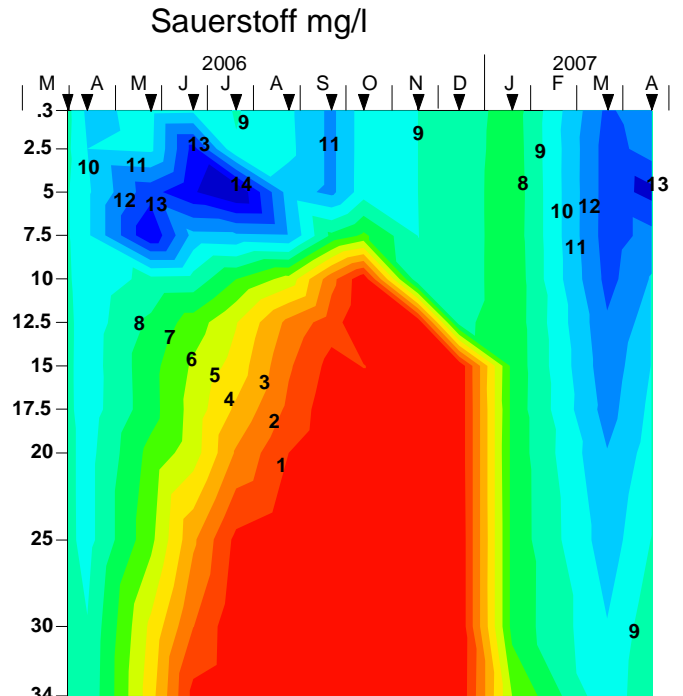


## Temperatur

Am 28. März 2006 war die Eiskecke am aufbrechen - und die Equipe des AWELs auf dem See. Die Sommerstagnation begann mit etwa 4.9 Grad Celsius am Grund, die sich im Laufe des Jahres auf 5.0 Grad erhöhten. Die Zirkulationshilfe schaffte dann weitere 0.1 Grad. Die gemessene Maximaltemperatur war 24.1 Grad Mitte Juli. Verblüffend gross war die Schichtdicke von 2.5 m mit 24 Grad<sup>1</sup>. Dann kühlte der See wieder aus und erreichte Mitte Januar 2007 5.1°C mit Vollzirkulation. Der Winter war warm – was eine inverse Schichtung verhinderte. (was heisst, dass die Temperatur der Seeoberfläche nie tiefer als 4 Grad<sup>2</sup> war). Die vertikalen Temperaturlinien zeigen ab Oktober die zirkulierende Schicht. Ab Dezember sieht man nur noch, ob das Wasser zirkulieren kann – ob die Voraussetzungen durch die Temperatur gegeben sind.

<sup>1</sup> Normalerweise hat man kalte Füsse beim Baden, wenn die See-Oberfläche lauwarm ist..

<sup>2</sup> Nach den Messungen sank die Temperatur nie unter 5.1 Grad. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass zwischen den Probenahmen die Temperatur tiefer war (minimal 4°C). Eine noch tiefere Temperatur hätte im Märzprofil 2007 seine Signatur hinterlassen (siehe April 2006) – was aber nicht der Fall ist.



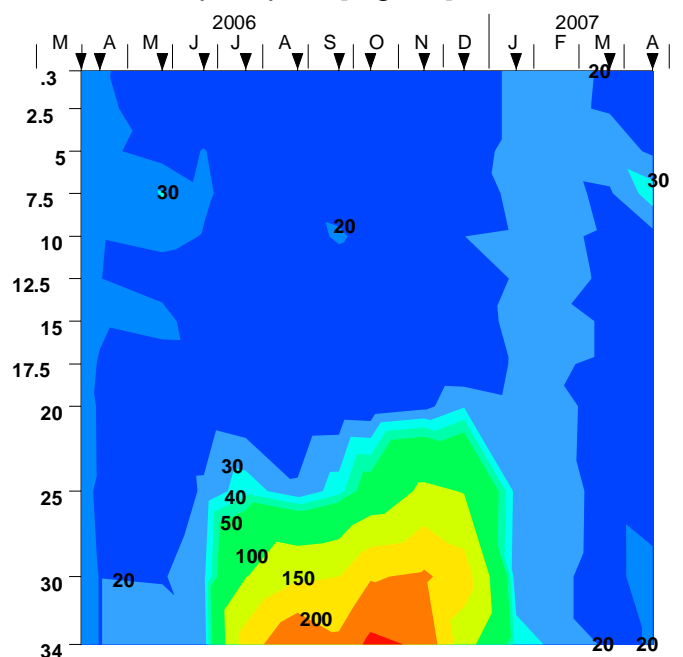
## Sauerstoff

Der Sauerstoff zeigte das übliche Bild mit einer Sättigung im Winter (mit Hilfe der Zirkulationsunterstützung) und einigen Übersättigungen im Frühsommer.

Der 4 mg/Liter Wert wurde Ende Mai 2006 am Grund unterschritten und stieg dann bis im Oktober auf etwa 9 m Tiefe, was sich bis im Dezember auf 14m verbesserte. Mitte März 2007 war der See wieder gesättigt (oben 105%, unten 85%).

Für den Einbruch an der Oberfläche im Juli ist die Temperatur verantwortlich. Die Gas-Sättigung betrug 113%.

## Gesamtphosphor [mg/m3]

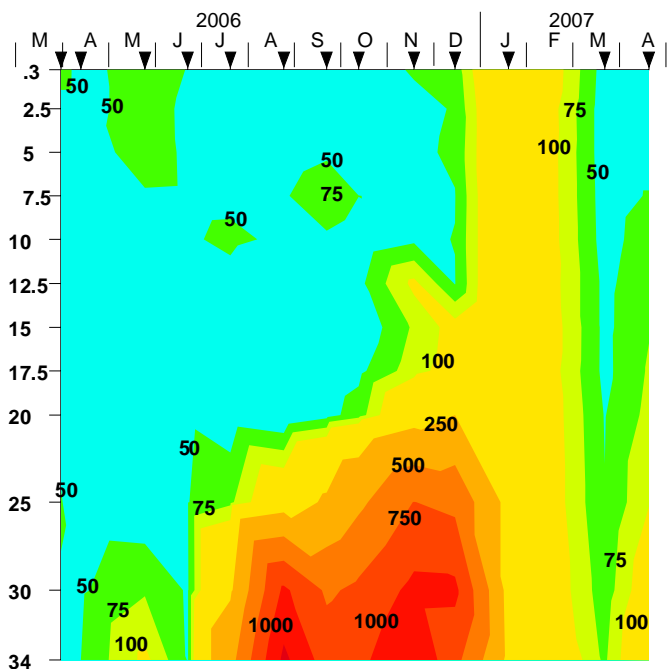


**Verbesserung oder Verschlechterung**

Von der Leitfähigkeit kann auf eine Verbesserung von 0.5%; vom Chlorid um 1% und beim Sulfat 0% geschätzt werden, alles Zahlen, die im „Rauschen“ untergehen.<sup>3</sup> Der Gesamtphosphor ist auf etwa 20 mg/m<sup>3</sup> gesunken – was eine weitere Verbesserung bedeutet – aber leider immer noch viel zu viel ist. Der Inhalt beträgt momentan etwa 1.2 Tonnen, der tolerierbare Wert wird von mir auf etwa 300 kg geschätzt. Auch der Stickstoff ist etwas zurückgegangen (nur von 1150 auf 1100 mgN/m<sup>3</sup>, d.h. um etwa 3 Tonnen)

Der Pfäffikersee kann nur in einen besseren Zustand kommen, wenn ihm weniger Phosphor zugeführt wird und viel Phosphor den See verlässt. Dies ist nur scheinbar eine Zumutung für den Greifensee und seinen Schutz – denn ein gesunder Pfäffikersee ist auch von Nutzen für den Greifensee. Die kritische Zeit für den P-Ausstoss ist im Winter, dann ist der Greifensee nicht empfindlich.

**Ammonium [mgN/m3]**



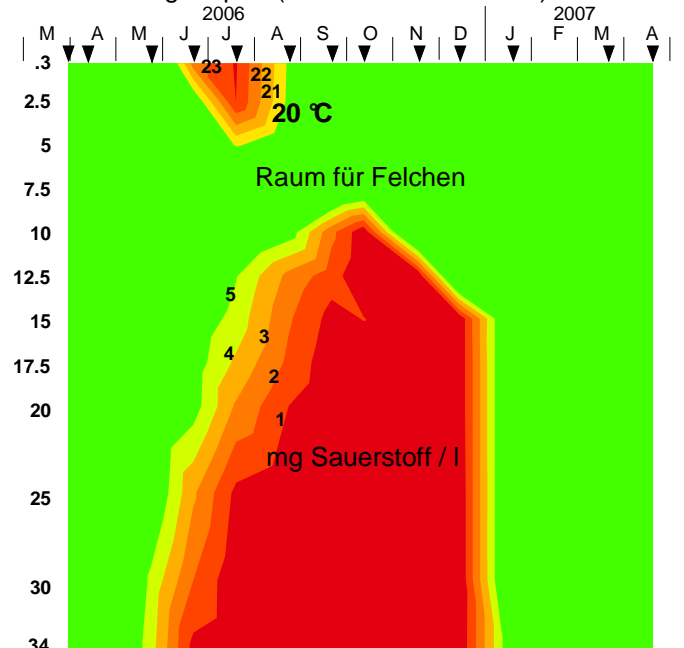
**Ammonium/Nitrit**

Die reduzierten Stickstoffverbindungen entwickeln sich hauptsächlich in der Tiefe. Nitrit ist ein potentes Fischgift – aber Fische dürften sich dort wo Nitrit in grösseren Konzentrationen vorhanden ist, wegen Sauerstoffmangels ohnehin nicht lange aufhalten<sup>4</sup>. Ammonium ist für Fische harmlos – giftig wirkt die Verbindung nur als Ammoniak – was eine Frage des Säuregehalts (pH-Wert) ist. Für Fische kritische Werte wurde nicht erreicht. Die

<sup>3</sup> Die jahreszeitlichen Veränderungen sind teilweise recht gross. Für konsolidierte Werte bei diesen Parametern werden Zeitreihen über mehrere Jahre gebraucht. Hier handelt es sich um sehr langsame, kleine Veränderungen, die sich aber im Laufe der Zeit summieren – auch sie zeigen die Anstrengungen des Gewässerschutzes. Für eine klare Aussage müssen auch die Veränderungen im Wasserdurchsatz (Hydrologie) berücksichtigt werden.

<sup>4</sup> Es wäre masslos übertrieben, das Tiefenwasser als „Gülle“ zu bezeichnen – Gülle enthält etwa 1 kg Stickstoff pro Kubikmeter, also das Tausendfache des Maximalwertes des Tiefenwassers.

letzte Fischvergiftung in der Glatt durch eine beginnende Zirkulation des Greifensees ist schon Jahrzehnte her. Übrigens hat der Pfäffikersee auch im letzten Winter wieder stark gerülpt<sup>5</sup> (wie 1000 Rindviecher).



**Lebensraum der Felchen**

Überleben der Felchen ist nur möglich, wenn genügend Sauerstoff zum atmen vorhanden ist und das Wasser „kühl“ bleibt. Daher müssen die Abbildungen der Temperatur und des Sauerstoffs zusammengesetzt werden. Eine Schichtdicke von 5 Metern war im Sommer 2006 das Minimum, was etwa das Doppelte des Sommers 2003 bedeutet. Aber die Naturverlaichung ist noch in weiter Ferne. Dazu werden mindestens 4 mg/l Sauerstoff am Grund gebraucht und das Sediment darf keinen Schwefelwasserstoff abgeben (Maximalwert über Grund im November 0.4mg/L H<sub>2</sub>S<sup>6</sup>).

**Zusammenfassung**

Die Phosphorkonzentration ist auf etwa 20 mg pro Kubikmeter gesunken. Eine weitere Verbesserung zeigte sich 2006 für die Felchen.

Der warme Winter hat bis jetzt noch keine Schäden gezeigt – allerdings dürfte es für die Fische im Sommer 2007 wieder knapp werden.

**Definitionen**

Als „Freiwasser“ wird der Wasserkörper des Sees bezeichnet, der keinen direkten Kontakt zum Boden hat (Distanz mindestens ein Meter).

Leitfähigkeit= elektrische Leitfähigkeit in Ohm<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>

Reduzierte Stickstoffverbindungen: der Normalfall ist Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); verglichen damit sind sowohl Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) als auch Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) reduzierter. Das gelöste Gas N<sub>2</sub> (etwa 20 mg/l) wird üblicherweise vernachlässigt, da sehr stabil.

<sup>5</sup> Produkte der Methangärung und der Denitrifikation, welche durch die Zirkulationshilfe in die Luft gespült werden.

<sup>6</sup> Der Erwartungswert aus den Sulfatwerten wäre 1mg/L H<sub>2</sub>S.