

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 38 (1981)

Artikel: Primärproduktion und Phytoplankton im Bielersee : Berechnung der Tagesprimärproduktion aus Kurzzeitmessungen
Autor: Friedli, Peter / Tschumi, Pierre-André
Kapitel: 5: Zusammenfassung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-318469>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Tabelle 12: Zeitpunkt der Inbetriebnahme der chemischen Phosphatfällung in einigen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Einzugsgebiet des Bielersee

Table 12: Onset of phosphorus elimination in sewage treatment, either occasionally or definitely, at some plants (ARA) within the drainage area of Lake Biel

Kläranlage	Einwohnergleichwerte (mit dreistufiger Reinigung erfasst; Stand 1981)	3. Reinigungsstufe zur Phosphatfällung		
		teilweise in Betrieb seit	voll in Be- trieb seit	ausser Betrieb
ARA Bern-Neubrück	225 000	1974	1978	1976
ARA Region Thun	110 000	1975	1978	1976
ARA Worblental	90 000	1971	1978	—

gehalt auf $45 \text{ mg PO}_4\text{-P/m}^3$ zurück. Bis zur Erreichung der angestrebten $20 \text{ mg PO}_4\text{-P/m}^3$ wird es aber noch weiterer Anstrengungen bedürfen, denn die heutige Belastung (1978 [73]) von $20 \text{ g P}_{\text{ges}} / \text{m}^2 \cdot \text{a}$ (davon $9 \text{ g PO}_4\text{-P/m}^2 \cdot \text{a}$) liegt noch weit über der nach Ambühl [1a] berechenbaren kritischen Flächenbelastung von $2,6 \text{ g P}_{\text{ges}}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$.

Bei den dargestellten Auswirkungen der Inbetriebnahme der 3. Reinigungsstufe gilt es festzuhalten, dass es sich dabei um eine vereinfachte Darstellung handelt. So wurden beispielsweise nur drei Kläranlagen im Einzugsgebiet des Bielersees berücksichtigt. Auch wurden die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen hydrologischen und meteorologischen Bedingungen nicht mit in die Betrachtungen einbezogen. Es zeigt sich jedoch, dass der Bielersee dank seiner kurzen Wassererneuerungszeit rasch auf die Fernhaltung der Siedlungsabwässer zu reagieren vermag. Leider muss zusammen mit dem Erfolg dieser Gewässerschutzmassnahmen auch ein negativer Aspekt erwähnt werden. Der in den jüngsten Jahren (1979 bis 1981) registrierte Anstieg im Zirkulationsgehalt des Nitratstickstoffs deutet darauf hin, dass sich die vermehrte Verwendung von Hof- und Kunstdünger in der Landwirtschaft bereits deutlich auf die Nährstoffkonzentrationen im Bielersee auszuwirken beginnt. Mit fortschreitender Elimination der aus punktuellen Quellen stammenden Siedlungsabwässer werden diese diffusen Nährstoffquellen künftig für den Bielersee weit gewichtigere Folgen haben als bis anhin.

5. ZUSAMMENFASSUNG

1. Von März 1975 bis März 1976 wurden im Pelagial des Bielersees (Abb. 1) an 18 Probetagen neben verschiedenen Begleitparametern (Temperatur (Abb. 2), Sichttiefe (Abb. 3), Sauerstoff (Abb. 4), Phosphat (Abb. 5), Nitrat (Abb. 6), Chlorophyll a (Abb. 9)) in dreiwöchigem Abstand die Primärproduktion des Phytoplanktons und die Respiration der Biozönose gemessen (Abb. 10).

2. An jedem Probetag wurden je 4 Primärproduktionsversuche gemacht. Dabei wurden die Respiration von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang (I), sowie die Bruttoproduktion, die Nettoproduktion und die Respiration von Sonnenaufgang bis 12.00 Uhr (II), von 09.00 bis 15.00 Uhr (III) und von 12.00 Uhr bis Sonnenuntergang (IV) gemessen. Die Periode III entspricht der bereits in früheren Jahren verwendeten Standardexpositionsperiode.
3. Durch Aufsummieren der Versuchsergebnisse II und IV (Gleichungen (7) bis (9)) wurde die *Tagesproduktion* und durch Aufsummieren der Versuchsergebnisse I, II und IV (Gleichungen (10) bis (12)) die *Produktion in 24 Stunden* ermittelt. Wir nennen diese Werte "*gemessene Werte*".
Die Werte der Periode III wurden mit den Gleichungen (1) bis (3) auf die *Tagesproduktion* und mit den Gleichungen (4) bis (6) auf die *Produktion in 24 Stunden* extrapoliert. Zur Extrapolation wurde die Globalstrahlung verwendet und angenommen, die Respiration im Tagesverlauf sei konstant. Wir nennen diese Werte "*berechnete Werte*".
4. Die "berechneten Werte" unterschätzen die "gemessenen Werte" teilweise stark (Tab. 5, 6, 7). Der Grad der Unterschätzung variiert von Probetag zu Probetag und beträgt im Jahresdurchschnitt ($N = 17$) für die Bruttoproduktion 26,4 % (a. M.; arithmetisches Mittel) bzw. 24,8 % (g. M.; mit der Produktion gewichtetes Mittel), für die Tagesnettoproduktion 40,5 % (a. M.) bzw. 37,7 % (g. M.) und für die Nettoproduktion in 24 Stunden 67,0 % (a. M.) bzw. 52,1 % (g. M.).
5. Es werden die wichtigsten Ursachen dieser Unterschätzung angegeben (Kapitel 4.8.4.) und Möglichkeiten einer genaueren Extrapolation der Standardexpositionsresultate auf die Tagesproduktion und auf die Produktion in 24 Stunden für die Verhältnisse am Bielersee vorgeschlagen (Kapitel 4.8.5.).
6. Die Biomasse und die Sukzession des Phytoplanktons wurden durch Auszählen ermittelt. Im Jahresverlauf findet man zwei Maxima (Frühjahr und Spätsommer); dazwischen liegt ein in allen bisherigen Untersuchungsjahren festgestelltes Minimum (Juni). Die für die Phytoplanktonbiomasse entscheidenden Algengruppen sind im Bielersee die Diatomeen, die Cryptophyceen und die Chrysophyceen; die Chlorophyceen sind nur im Sommer und die Cyanophyceen nur im Herbst von Bedeutung (Abb. 7, 8).
7. Die Entwicklung des Bielersees wurde für den Zeitraum von 1930 bis 1980 anhand von Literaturwerten und aufgrund eigener Messwerte verfolgt (Tab. 3). In diesen 50 Jahren hat sich der Trophiegrad des Sees als Folge der gestiegenen Nährstofffrachten vom oligo-mesotrophen zum eutrophen Zustand verändert. Die Sauerstoffzehrungsraten haben sich von 1930 bis 1971 verdoppelt. Die Phosphorkonzentrationen (Dezember-Oberflächenwerte) sind von 1951 bis 1971 um das Sechsfache angestiegen. Die Nitratkonzentrationen sind dagegen von 1930 bis 1975 kaum wesentlich angestiegen.
Nach Inbetriebnahme der Phosphorfällung in den Kläranlagen im Einzugsgebiet (Tab. 12) sind die Sauerstoffzehrungsraten und die Phosphorkonzentrationen im

Bielersee deutlich rückläufig. So ist die Sauerstoffzehrung von rund 2400 (1972) auf 1500 mg O₂/m²·d (1980) und der Zirkulationsgehalt des Phosphatphosphors im selben Zeitraum von 124 auf 45 mg/m³ zurückgegangen. Die Zirkulationsgehalte des Nitratstickstoffs haben dagegen in den jüngsten Jahren merklich zugenommen, was die direkte Folge einer intensiveren Düngung in der Landwirtschaft sein dürfte.

6. RESUME

1. De mars 1975 à mars 1976, 18 séries d'expériences ont été effectuées dans la zone pélagique du lac de Bienne (fig. 1) à des intervalles de 3 semaines. La production primaire du phytoplancton ainsi que la respiration de la biocénose ont été mesurées (fig. 10). D'autres paramètres tels que la température (fig. 2), la transparence au disque de Secchi (fig. 3), les concentrations d'oxygène (fig. 4), du phosphate (fig. 5), du nitrate (fig. 6) et de la chlorophylle a (fig. 9) ont également été relevées.
2. Lors de chaque série d'expériences 4 mesures de production primaire ont été effectuées, à savoir la respiration entre le coucher et le lever du soleil (I), la production brute, la production nette et la respiration du lever du soleil à 12 h (II), de 9 h à 15 h (III) et de 12 h au coucher du soleil (IV). La période III correspond à la période d'exposition standard utilisée au cours des années précédentes.
3. La *production journalière* fut obtenue en additionnant les résultats des expériences II et IV (équations (7)–(9)) et la *production par 24 heures* en additionnant les résultats des expériences I, II et IV (équations (10)–(12)). Ces valeurs constituent les "*valeurs mesurées*".
Les résultats de la période III ont été utilisés pour obtenir par extrapolation la *production journalière* (équations (1)–(3)) et celle de la *production par 24 heures* (équations (4)–(6)). Dans l'extrapolation on a tenu compte du rayonnement global et admis que l'intensité de la respiration demeurerait constante en cours de journée. Ces valeurs constituent les "*valeurs estimées*".
4. Les "*valeurs estimées*" sous-estiment, parfois fortement, les "*valeurs mesurées*" (tables 5, 6, 7). Le degré de sous-estimation varie d'une série d'expériences à l'autre et atteint une moyenne annuelle (N = 17) de 26,4 % (a. M.; moyenne arithmétique) et 24,8 % (g. M.; moyenne pondérée) pour la production brute, de 40,5 % (a. M.) et 37,7 % (g. M.) pour la production journalière nette et de 67,0 % (a. M.) et 52,1 % (g. M.) pour la production nette par 24 heures.
5. Les causes principales de cette sous-estimation sont discutées au chapitre 4.8.4. Des méthodes d'extrapolation plus précises à partir des résultats de la période III à la production journalière ou par 24 heures sont proposées au chapitre 4.8.5. pour les conditions régnant dans le lac de Bienne.
6. La biomasse et la succession du phytoplancton ont été déterminées par comptage. Deux maxima apparaissent au cour de l'année (le premier au printemps, le second vers la fin de l'été) et on observe un minimum en juin, tout comme les années