



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Wasser
Tel.: +41 58 46 269 69
Fax: +41 58 46 303 71
wasser@bafu.admin.ch
<http://www.bafu.admin.ch>

Faktenblatt

Datum

1. Juli 2016

Der Bielersee

Zustand bezüglich Wasserqualität



Lage des Bielersees (blau) und seines Einzugsgebiets (rot)

1 Entstehung, Morphologie und Kenndaten

Nach dem Rückzug des Rhonegletschers staute sich in der vom Gletscher gebildeten Mulde hinter der Stirnmoräne bei Wangen a. A. das Wasser zum sogenannten Solothurner See, welcher sich über eine Länge von 100 km erstreckte. Dieser See reichte von Wangen a. A. bis nach Payerne und La Sarraz. Ca. 4000 Jahre später brach der Damm bei Wangen a. A. und der Solothurnersee lief aus. Zurück blieben der Bieler-, Neuenburger- und Murtensee und die wieder zusammenhängende Aare (Nast 2006). Wegen des geringen Gefälles der Aare zwischen Aarberg und Solothurn war dieser Teil des Aaretals ein breiter versumpfter und oft überschwemmter Landstreifen. Ab dem 17. Jahrhundert erhöhte sich das Flussbett durch erhöhte Geschiebe-Ablagerungen aufgrund klimatischer Veränderungen während der kleinen Eiszeit. Dadurch wurde die Entwässerung aus dem Seeland zunehmend behindert. Aufgrund wiederholter Überschwemmungen mit verheerenden Auswirkungen wurde vom Grossen Rat von Bern beschlossen, eine Gesamtkorrektur der Gewässer vorzunehmen. Es folgten die erste und zweite Juragewässerkorrektur im 19. und 20. Jahrhundert (Tabelle 1).

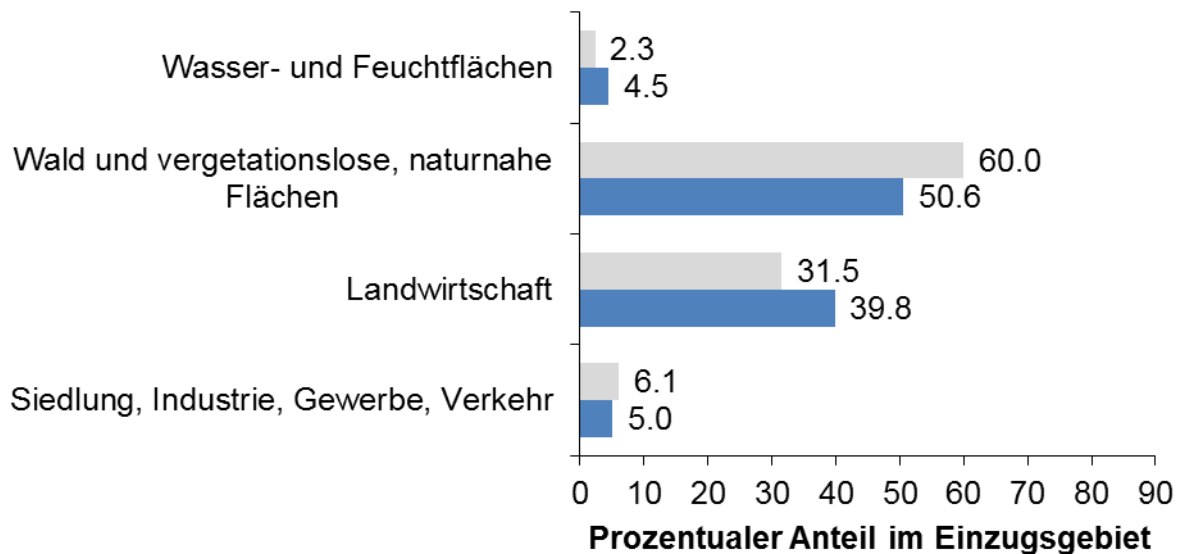


Abbildung 1: Bodennutzung im Einzugsgebiet des Bielersees (blaue Balken) und Bodennutzung als Mittelwert der grössten Schweizer See-Einzugsgebiete (graue Balken) (Stand 2006, Datengrundlagen: EEA (2010), BAFU (2013)).

Vor der ersten Juragewässerkorrektur 1868 - 1891 waren die wichtigsten natürlichen Zuflüsse des Bielersees die aus dem Neuenburgersee kommende Zihl sowie der Twannbach und die Schüss, welche bei Klein-Twann bzw. bei Biel in den See mündeten. 1878 wurde die Aare im Rahmen der ersten Juragewässerkorrektur über den Hagneckkanal in den Bielersee geleitet, womit sich dessen Einzugsgebiet vervierfachte (Tabelle 1). Infolge dieser Massnahmen senkte sich der Seespiegel um 2.5 m, verkleinerte sich die Seefläche um 3.3 km² und die St. Peters Insel wurde zur Halbinsel. Der Bielerseeabfluss wird seither durch ein Wehr geregelt. Im Rahmen der zweiten Juragewässerkorrektur wurde der Seespiegel nochmals um 1 m abgesenkt. Mit diesen beiden Korrekturen wurde wertvolles Kulturland gewonnen und die durch Hochwasser verursachten Schäden konnten begrenzt werden. Das grosse Moos wird heute landwirtschaftlich genutzt und ist eines der wichtigsten Gemüse-Anbaugebiete der Schweiz (BVE 2014, Nast 2006).

Der Bielersee zirkuliert aufgrund seiner relativ geringen Tiefe und der günstigen Windexposition regelmässig zweimal jedes Jahr (Guthruf et al. 2009).

Das hydrologische Einzugsgebiet des Bielersees umfasst heute 8'196 km² - d.h. rund einen Fünftel der Schweiz. Er fungiert als Unterliegersee für den Neuenburger- und Murtensee und seit der 1. Juragewässerkorrektur auch für den Thuner- und Brienersee. Das unmittelbare Einzugsgebiet des Bielersees wird stark landwirtschaftlich genutzt, aber auch durch Besiedlung und industrielle Nutzung beeinflusst (Abbildung 1). Der Bielersee nimmt von knapp 1 Million Einwohnern das gereinigte Abwasser auf (GBL 2013). Zudem dient er 55'000 Einwohnern als Trinkwasserreservoir (die3seen.ch 2014).

Eine Tabelle mit detaillierten Angaben zur Seenmorphologie und zu den Einzugsgebietsparametern befindet sich im Anhang.

2 Die Entwicklung des Seezustandes

2.1.1 Phosphorgehalt und -frachten

Erste Untersuchungen des Bielersees von Schneider (1904) und Louis (1922) deuten darauf hin, dass der Bielersee ein natürlicherweise schwach belastetes Gewässer war.

Die ersten gemessenen P-Konzentrationen im Jahre 1951 betragen bereits 23 µg/l Phosphat und 33 µg/l Gesamtphosphor (Thomas 1953). Mit der zunehmenden Besiedelung und Einleitung von Abwässern stiegen die P-Konzentrationen bis 1972 auf ca. 130 µg/l an (

Abbildung 2). Die algenverfügbaren P-Frachten im Jahre 1975 beliefen sich auf 590 t/a (Santschi 1975, Santschi und Schindler 1977). Die Primärproduktion betrug damals 300 – 400 gC/m²a (Friedli 1973) und stieg bis in die Jahre 1975 – 1977 auf über 460 gC/m²a. Der Bielersee erreichte einen eutroph-hypertrophen Zustand.

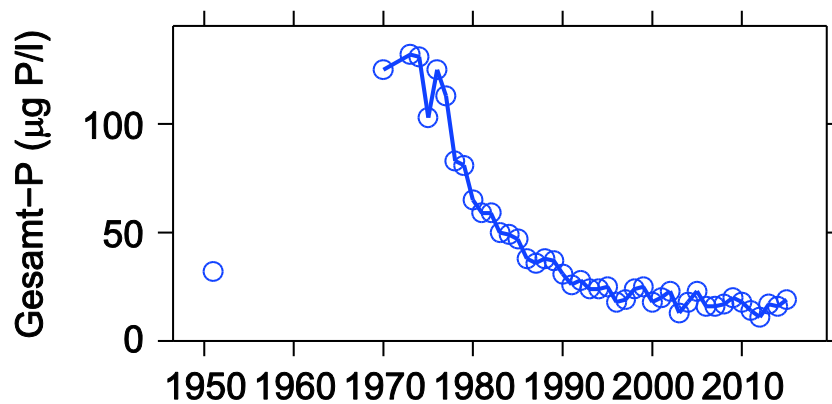


Abbildung 2: Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Bielersee.

Dank dem Ausbau der Siedlungsentwässerung, der Phosphorelimination in grösseren Kläranlagen und dem seit 1986 geltenden Phosphatverbot für Waschmittel sowie der Massnahmen zur Reduktion der Nährstoffverluste in der Landwirtschaft haben die algenverfügbaren P-Konzentrationen um über 90 Prozent abgenommen (GBL 2012). Die algenverfügbaren P-Frachten betragen im Jahr 1987/1988 noch 90 t/a (Maurer 1992). Die P-Konzentrationen im Bielersee schwanken seit 2002 im Bereich von 20 µg/l. Der Bielersee befindet sich bezüglich P-Konzentrationen wieder in einem mesotrophen Zustand.

Im Rahmen von Untersuchungen des Makrozoobenthos konnten sowohl sensible Arten als auch Arten, welche unter eutrophen Bedingungen vorkommen, nachgewiesen werden (Zweifel 2014). Zudem deuten die Artenvielfalt und Produktion des Phytoplanktons im Bielersee auf einen eher meso-eutrophen Zustand hin (Guthruf et al. 2009). Diese trotz der tiefen P-Konzentrationen von rund 20 µg/l relativ hohe Bioproduktion ist auf die sehr kurze Wasseraufenthaltszeit von nur ca. 5 Wochen und den dadurch hohen Nachschub von Nährstoffen zurückzuführen.

Heute sind 98% der Einwohner auf Berner Gebiet und 94% der Einwohner auf Freiburgischem Gebiet an eine ARA angeschlossen. Nicht an eine öffentliche ARA angeschlossene Haushaltungen verfügen über eine eigene kleine ARA oder leiten ihre Abwässer in abflusslose Gruben oder Güllegruben ein (AWA 2014 schriftl. Mitt., AfU FR 2014).

2.1.2 Sauerstoffgehalt

Die ersten Sauerstoffmessungen aus dem Jahr 1936 wiesen auf gute Sauerstoffverhältnisse im Bielersee hin. Am Ende der Stagnationsphase betrug die Sauerstoffkonzentration über Grund noch 7 mg/l und Sedimentproben zeigten keine Anzeichen von Sauerstoffmangel an (Minder 1936). Bereits 1957 verschlechterte sich die Sauerstoffsituation im Bielersee und es wurden gerade noch 3 mg/l an der tiefsten Stelle nachgewiesen (Nydegger 1957). Im Jahre 1972 war am Ende der Stagnationsperiode kein Sauerstoff mehr in den untersten Wasserschichten vorhanden (Friedli 1973).

Erst 1988 war eine Abnahme der Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser zu verzeichnen, jedoch blieb der Sauerstoffmangel weitgehend bestehen (Bangerter 1988,

Abbildung 3). Die Sauerstoffkonzentrationen in 70 m Tiefe lagen während 3 Monaten unter 4 mg/l.

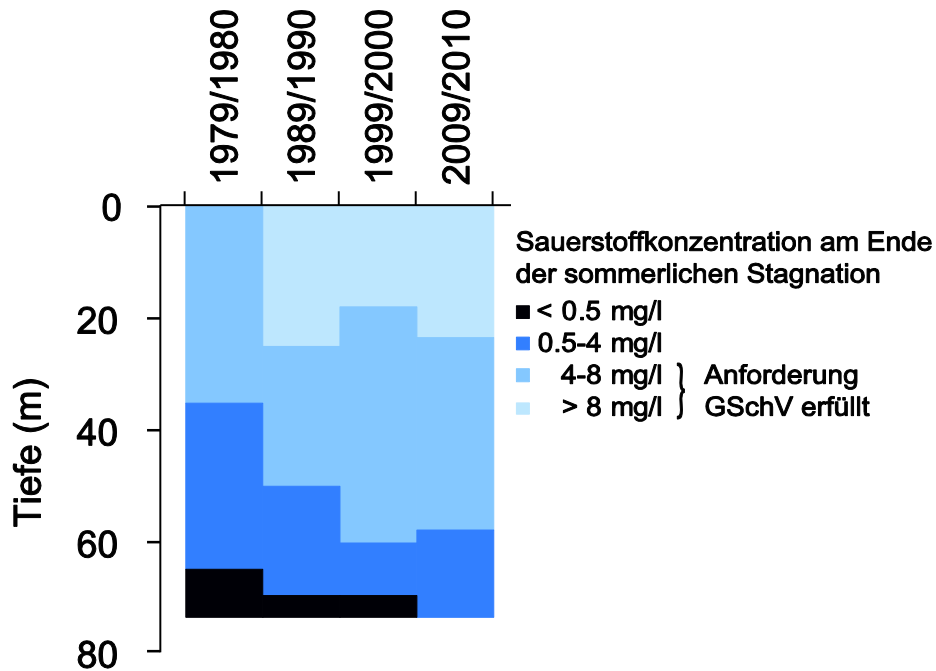


Abbildung 3 Sauerstoffkonzentrationen im Bielersee

Seit anfangs der 2000er Jahre verbesserten sich Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser des Bielersees. Der von der GSchV (Anhang 2) geforderte Zielwert von 4 mg/l wird nach wie vor regelmässig gegen Ende der Stagnationsphase unterschritten, doch nehmen sowohl die Ausdehnung als auch die Dauer des Sauerstoffdefizites ab. Während sich die Schichten mit weniger als 4 mg/l Sauerstoff noch 1997 bis in eine Tiefe von 35 – 40 m ausdehnten und mehrere Monate andauerten, treten seit 2002 ungenügende Sauerstoffkonzentrationen erst ab einer Tiefe von 55 – 65 m auf und das Sauerstoffdefizit dauert weniger lang an (AWA 2014).

Tabelle 1: Die Geschichte des Bielersees im Überblick (Nast 2006, BVE 2014).

Chronik	
1868 – 1891	1. Juragewässerkorrektur
Ab 1868	Bau des Nidau-Büren-Kanals zwecks Ableitung der Aare aus dem Bielersee und Absenkung des Seespiegels um 2.5 m
Ab 1874	Korrektion der Broye zwischen Murten- und Neuenburgersee und der Zihl zwischen Neuenburger- und Bielersee
Ab 1875	Bau des Hagneckkanals zwecks Umleitung der Aare von Aarberg in den Bielersee
1878	Aare fliesst erstmals in den Bielersee
Ab 1886	Bau von Binnenkanalnetzen zur Entsumpfung grosser Landstriche
1920	Stauung der Aare und Bildung des Wohlensees
1939	Inbetriebnahme des Regulierwehrs Port im Nidau-Büren-Kanal zwecks Regulierbarkeit aller drei Seeniveaus
Bis 1955	Kulturland setzt sich 1 – 1.5 m, mehrere Überschwemmungen
1958 – 1998	Ausbau der Siedlungsentwässerung sowie Bau und Inbetriebnahme von diversen ARAs
1962 – 1973	2. Juragewässerkorrektur zwecks Regulierung der noch ungünstigen Verhältnisse zwischen Zu- und Abfluss der drei Juraseen und Ausgleich der abgesetzten Torfböden im Umland Erstellung des Kraftwerkes Flumenthal als Regulierwehr Erweiterung des Flussbettes der Aare zwischen Büren a. A. und Flumenthal Verbreiterung und Vertiefung des Broye-, Zihl- und Nidau-Büren-Kanales Absenkung des Seespiegels um 1 m
Seit 1998	Sanierungen und Erweiterungen diverser ARAs im Einzugsgebiet des Bielersees

3 Fazit

Die Massnahmen zur Reduktion der P-Belastung im Einzugsgebiet des Bielersees waren erfolgreich. Die algenverfügbaren P-Konzentrationen konnten seit den 1970er-Jahren stark reduziert werden. Jedoch wird die gesetzliche Anforderung bezüglich Sauerstoffkonzentration nicht eingehalten (Tabelle 2). Aufgrund der grossen Nachlieferung von Phosphor infolge des hohen Wasserdurchflusses müssten die P-Frachten aus dem Einzugsgebiet weiter gesenkt werden, um den Bielersee auch bezüglich Makrozoobenthos als mesotroph beurteilen zu können.

Tabelle 2: Für den Bielersee gültige Qualitätsziele.

Kriterium	Ziel	Grundlage
O ₂ -Konzentration	> 4 mg/l zu jeder Zeit an jedem Ort	Anhang 2 GSchV
P-Konzentration	< 16 – 20 µg/l	AWA 2014 (schriftl. Mitt.)

Das Ziel des zukünftigen Gewässerschutzes im Einzugsgebiet des Bielersees liegt einerseits in der weiteren Reduktion der P-Belastung im Einzugsgebiet.

Andererseits ist der Bielersee aufgrund des hohen Anteils landwirtschaftlich genutzter Flächen und der grossen Bevölkerung ein Sammelbecken für Mikroverunreinigungen. Gleichzeitig wird der Bielersee als Trinkwasserreservoir genutzt. Die Früherkennung von problematischen Stoffen ist deshalb von grosser Bedeutung und der Betrieb und Ausbau eines entsprechenden Monitorings wird künftig vorangetrieben. Insbesondere interessiert in diesem Zusammenhang die Reaktion des Sees bzw. die Erfolgskontrolle des geplanten Ausbaus der grossen Kläranlagen im Einzugsgebiet zur Elimination von Mikroverunreinigungen.

4 Literatur

AfU FR 2014: Abwasserreinigung. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.

<http://www.fr.ch/eau/de/pub/entwaesserung/abwasserreinigung.htm> (abgerufen am 2.7.2014).

AWA 2014: Aktuelle Sauerstoffdaten. Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern.

<http://www.die3seen.ch/category/chemie/sauerstoff/> (abgerufen am 25.6.2014).

BAFU 2013: Einzugsgebietsgliederung Schweiz EZGG-CH. Bundesamt für Umwelt, Bern.

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13462/13496/15009/index.html>.

Bangerter B., 1988: Primärproduktion im Bielersee: Ansatz zur Extrapolation von Kurzzeitmessungen. Dissertation Universität Bern.

BFS 2010: Betriebszählung 2008. Branchenporträt Landwirtschaft. BFS Aktuell. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 18 S.

www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html

BFS 2011: Statistik der Bevölkerung und der Haushalte 2011 (STATPOP2011), Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

BVE 2014: Juragewässerkorrektion. Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern.

<http://www.bve.be.ch/de/index/wasser/wasser/gewaesserunterhalt.html> (abgerufen am 20.6.2014).

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991. SR 814.20.

Die3Seen 2014: Trinkwasser. Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, République et Canton de Neuchâtel, Amt für Umwelt des Kantons Freiburg, Canton de Vaud.

<http://www.die3seen.ch/nutzung/trinkwasser/> (abgerufen am 26.6.2014).

EEA 2010: CORINE Land Cover Project, Europäische Kommission, Kopenhagen.

Friedli P. 1973: Limnologische Untersuchungen des Bielersees. Lizentiatsarbeit Universität Bern.

GBL 2009: Seen im Kanton Bern. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 6 S.

GBL 2013: Zustand der Fliessgewässer und Seen – 2011 und 2012, Schwerpunkt Emmental-Oberaargau. Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 28 S.

Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. SR 814.201.

Guthruf K., Maurer V., Pokorni B., Zeh M. 2009: Entwicklung des Phyto- und Crustaceenplanktons, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, Bern, 123 S.

Liechti P. 1994: Der Zustand der Seen in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 237. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 163 S.

Louis P. 1922: Der Einfluss der Aare in den Bielersee. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern Nr. 3, 27 S.

Maurer V. 1992: Die Produktionsbiologie von Bieler- und Neuenburgersee 1987-1988. Dissertation Universität Bern.

Minder L. 1936: Untersuchungen am Bielersee. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 81, 107-176.

Müller K. 1982: Die Bielerseesedimente 1878-1978. Dissertation Universität Bern.

Nast M. 2006: überflutet – überlebt – überlistet: Die Geschichte der Juragewässerkorrekturen. Verein Schlossmuseum Nidau, Biel.

Nydegger P. 1957: Vergleichende limnologische Untersuchungen an sieben Schweizerseen. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie Nr. 9, Kümmerly und Frey, Bern.

Santschi P. 1975: Chemische Prozesse im Bielersee. Dissertation Universität Bern.

Santschi P., Schindler P. W. 1977: Chemical and geochemical studies of Lake Biel: A mass balance for Lake Biel and its implications for the rates of erosion of the drainage area. Schweizer Zeitschrift für Hydrologie 39, 182-200.

Schneider J. 1904: Untersuchungen über die Tiefsee-Fauna des Bielersees. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 165-195.

Zweifel N. 2014: Makrozoobenthos in Berner Seen. Praktikumsbericht zuhanden des Amtes für Wasser und Abfall, Bern, 34 S.

5 Auskünfte

wasser@bafu.admin.ch

6 Internet

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14095/index.html>

7 Anhang: Charakterisierung des Bielersees und seines Einzugsgebietes.

Morphologie See

Seefläche	37.8	km ²
Volumen	1.12	km ³
Meereshöhe Seespiegel	429.0	m
Uferlänge.....	56.4	km
maximale Länge	15.5	km
maximale Breite.....	3.4	km
maximale Tiefe	74	m
mittlere Tiefe.....	30	m
mittlerer Abfluss.....	250	m ³ /s
theoretische Aufenthaltszeit	0.1	Jahre
Anteil Wasserfläche des Sees im Ausland	0	%

Physiogeographie des Einzugsgebiets

Mittlere Meereshöhe	1143	m
Maximale Meereshöhe	4262	m

Bodenbedeckung und -nutzung im Einzugsgebiet(Stand: 2006, EEA 2010, BAFU 2013)

Gesamtfläche ohne Seefläche	8196	km ²
Flächenanteil des EZG in der Schweiz.....	98.9	%
Siedlungsfläche, Städte, Parks	4.7	%
Industrie, Verkehr, Gewerbe	0.3	%
Ackerfähiges Land	26.6	%
Dauergrünland.....	11.9	%
Dauerkulturen, Reben, Obst	1.3	%
Wälder, Strauchvegetation	40.5	%
Vegetationslose naturnahe Flächen	10.1	%
Wasser- und Feuchtflächen ¹	4.5	%

Einwohner (Stand: 2011, BFS 2011)

Einwohner im EZG in Tausend	1095.5
-----------------------------------	--------

Landwirtschaft (Landw. Betriebsstrukturerhebung, BFS 2010)

Talzone	25.3	%
Hügelzone	7.4	%
Bergzone I	8.4	%
Bergzone II	9.7	%
Bergzone III	5.1	%
Bergzone IV	2.4	%
Sommerungsgebiet	37.0	%
GVE im Einzugsgebiet (ohne See)	0.072	ha ⁻¹

¹ Fläche Bielersee ausgenommen