



6 Faktenblätter im Nachgang zu den Ereignissen im Juli 2021

Hochwasser an den Jurarandseen



Faktenblatt 1

Ausmass und Ursachen der Hochwasser im Juli 2021:
Zuviel Wasser für die Aare und die Jurarandseen



Faktenblatt 2

Das Juli-Hochwasser 2021 im langjährigen Vergleich:
Grosse Hochwasser treten immer wieder auf



Faktenblatt 3

Funktionsweise des Systems und Regulierung
der Juragewässer:
Ein überregionaler Ausgleich der Interessen



Faktenblatt 4

Die Grenzen der Seeregulierung
beim Juli-Hochwasser 2021:
Die Regulierung erfolgte nahe am Optimum



Faktenblatt 5

Vorschläge zur Optimierung auf dem Prüfstand:
Weitgehend ausgeschöpfter Spielraum



Faktenblatt 6

Die Lehren aus dem Juli-Hochwasser 2021:
**Es braucht auch an den Seeufern
eine bessere Vorsorge**



Faktenblatt 1: Ausmass und Ursachen der Hochwasser im Juli 2021

Zuviel Wasser für die Aare und die Jurarandseen

Im verregneten Juli 2021 erreichten Bieler-, Neuenburger- und Murtensee die höchsten Wasserstände seit über 50 Jahren. Durch die Überflutungen an ihren Ufern und entlang der Aare unterhalb der drei Jurarandseen entstanden Gesamtschäden von rund 60 Millionen Franken.

Der Sommer 2021 wird als einer der nässesten seit Messbeginn in Erinnerung bleiben. Bereits im Mai und Juni hatte es in weiten Teilen der Schweiz überdurchschnittlich viel geregnet. Durch den Temperaturanstieg setzte in den höheren Lagen ab Juni zudem eine intensive Schneeschmelze ein. Als in der zweiten Junihälfte heftige Gewitter übers Land zogen, fielen diese Starkniederschläge auf bereits komplett wassergesättigte Böden. Die intensiven Oberflächenabflüsse liessen die Pegel der Fließgewässer und Seen stark ansteigen. Besonders davon betroffen waren der Thunersee und die drei Jurarandseen mit den alpin geprägten Einzugsgebieten ihrer wichtigen Zuflüsse Aare und Saane.

Für die Steuerung von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee ist der Regulierdienst des Kantons Bern verantwortlich. In der ersten Phase des Hochwassers hat er die Abflüsse beim Regulierwehr in Port (BE) am Ausfluss des Bielersees im Rahmen der Vorschriften markant erhöht. Dadurch gelang es vorerst noch, die Seepiegel sowie die Abflussmenge der Aare unterhalb des Bielersees unter den kritischen Hochwassergrenzen zu halten.



© Philippe Gyarmati

Hochwasserführende Simme bei Wimmis am 15. Juli 2021. Via den Thunersee und die Aare gelangen die Wassermassen aus dem Berner Oberland in den Bielersee.



© Christine Wisler



© DGE-DRNA des Kantons Vaud

Als Folge der Seeabsenkung ist die Sankt Petersinsel im Bielersee seit der ersten Juragewässerkorrektur mit dem Festland bei Erlach (BE) verbunden. Im Juli 2021 stand diese flache Landzunge weiträumig unter Wasser. Auch an den Südufern des Neuenburgersees – wie hier in Cheseaux-Noréaz (VD) – wurden zahlreiche Wohngebäude und touristische Anlagen wie Campingplätze überschwemmt.

Die Starkniederschläge im Juli waren zu viel

In dieser bereits angespannten Situation brachten die in den ersten Juli-Wochen erneut gehäuft auftretenden Niederschläge das Fass schliesslich zum Überlaufen. Kühlfeuchte Luftmassen aus dem Atlantik trieben kräftige Schauerstaffeln mit eingelagerten Gewittern über die Schweiz, die nur langsam nach Südosten abzogen. Sie sorgten vor allem vom 12. bis zum 16. Juli für intensive Niederschläge mit verbreiteten Regensummen von 100 bis 200 Millimeter. Diese führten an mehreren Seen und Flüssen auf der Alpennordseite zu Hochwasser und Überflutungen (Grafik, Seite 3 oben).

In dieser Periode mit hohen Zuflüssen in die Jurarandseen führte auch die Emme immer wieder Hochwasser. Deshalb musste der Regulierdienst den Abfluss aus dem Bielersee – zum Schutz der Aare-Anstösser in den Kantonen Solothurn und Aargau – mehrmals deutlich drosseln.

Funktionsweise des Systems

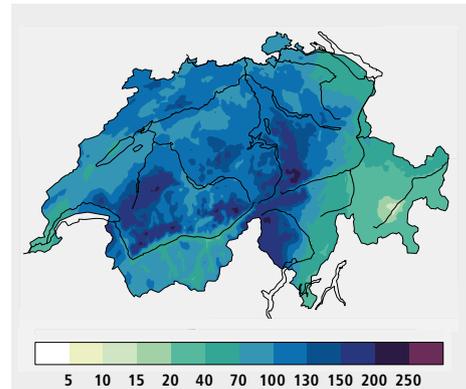
Via die Aare und weitere Zuflüsse – wie etwa Broye, Orbe, Areuse oder Schüss – fliesst den drei untereinander verbundenen Jurarandseen bei Hochwasser viel mehr Wasser zu, als das Gesamtsystem über den einzigen Abfluss beim Regulierwehr in Port ableiten kann. Wasser wird in den drei Seen zwischengespeichert, wodurch die Seepiegel steigen und das Hochwasser in der Aare unterhalb des Bielersees gedämpft wird.

Murten-, Neuenburger- und Bielersee verfügen gesamthaft über eine Wasserfläche von zirka 280 km². Ihr Einzugsgebiet entspricht mit 8200 km² rund einem Fünftel der Schweiz und ist fast 30-mal so gross wie die Seefläche. Fallen über den Alpen und Voralpen sowie im Jura und Mittelland gleichzeitig intensive Niederschläge, so können den drei Seen im Tagesmittel über 1600 m³/s zufließen. Unter Berücksichtigung der Kapazitäten der Aare flussabwärts des Bielersees begrenzt das geltende Reglement den Ausfluss aus dem Bielersee durch den Nidau-Büren-Kanal auf ein Maximum von 650 m³/s. Die Differenz von 950 m³/s wird in den Jurarandseen zurückgehalten, was pro Stunde einer Wassermenge von über 3 Millionen Kubikmeter entspricht. Geht man vereinfachend von einer gleichmässigen Verteilung dieser Staumenge auf alle drei Seen aus, so entspricht dies einem Pegelanstieg um gut 1 cm pro Stunde.

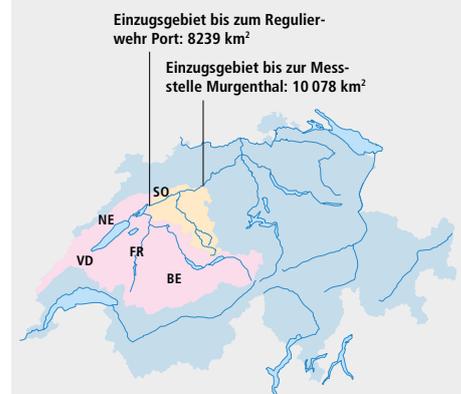
Führen die Emme und andere Aare-Zuflüsse unterhalb des Regulierwehrs Port ebenfalls Hochwasser, so muss der Abfluss beim Regulierwehr in Port zeitweise auf bis zu 200 m³/s reduziert werden. Damit steigen die Seepiegel noch rascher an. Im Idealfall trifft ein Hochwasserereignis im Bielersee auf einen tiefen Sommer-Wasserstand von 429,30 m ü. M. Bis zur Hochwassergrenze von 430,35 m ü. M. verbleibt somit eine Differenz von 105 cm. Doch auch bei einer solch günstigen Ausgangslage – wie sie im Juli 2021 annähernd bestand – ist der Stauraum von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee bei anhaltend starken Zuflüssen mit oder ohne Abflussreduktionen schon nach wenigen Tagen ausgeschöpft.

Land unter Wasser

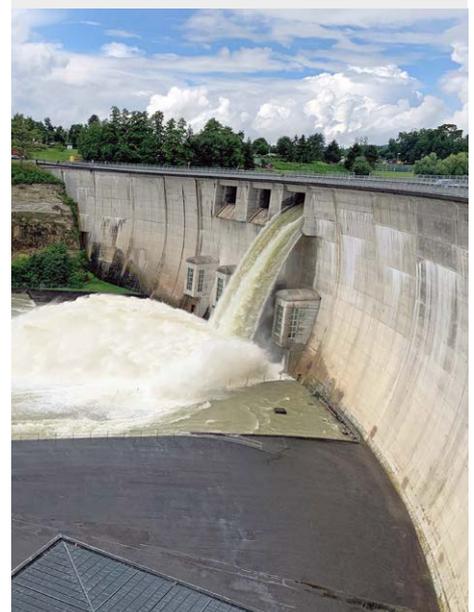
Im Juli 2021 regnete es – mit je nach Standort 10 bis 14 Niederschlags-tagen – jedoch viel länger. Dadurch erreichte der von anhaltenden Aare-Hochwassern jeweils am stärksten tangierte Bielersee am Abend des 16. Juli mit 430,94 m ü. M. seinen Höchststand seit der 1973 abgeschlossenen 2. Juragewässerkorrektur (JGK). Damit lag er 59 cm über der Hochwassergrenze und übertraf die bisherige Rekordmarke der August-Überschwemmungen im Jahr 2007 um 6 Zentimeter.



Gesamttotal der Niederschläge in Millimeter (oder Liter pro Quadratmeter) zwischen dem 12. und 16. Juli 2021. Die Einzugsgebiete der Saane und Aare waren besonders stark betroffen.



Das Einzugsgebiet von Murten-, Neuenburger- und Bielersee umfasst etwa 20 Prozent der schweizerischen Landesfläche.



Hochwasserentlastung an der Staumauer des Schiffenensees. Bei hohen Zuflüssen der Saane ist das Speichervolumen der Stauseen viel zu gering, um die Wassermassen im Gebiet zurückzuhalten.

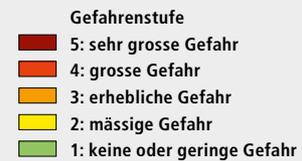
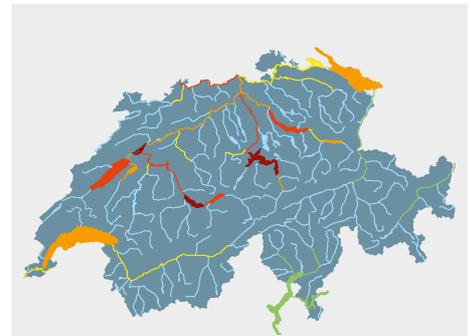
Wenn der Pegelstand des Bielersees über demjenigen des benachbarten Neuenburgersees liegt, ändert das Wasser im Zihlkanal zwischen La Tène (NE) und Le Landeron (NE) jeweils seine übliche Fliessrichtung. Dieser gewollte Rückfluss vom Bieler- in den Neuenburgersee erhöht die Rückhaltungswirkung des Systems, verhindert einen stärkeren Anstieg des Bielersees und dämpft die Abflüsse der Aare. Als Folge dieses tagelangen Rückflusses stieg Mitte Juli auch der Neuenburgersee auf 430,72 m ü. M. an – und somit 22 cm über die Hochwassergrenze von 430,50 m ü. M.

Auch der Murtensee ist über den Broyekanal mit dem Neuenburgersee verbunden, was bei tagelangen Hochwasserperioden – durch die Ausgleichsfunktion des Kanals – für ausgeglichene Wasserstände sorgt.

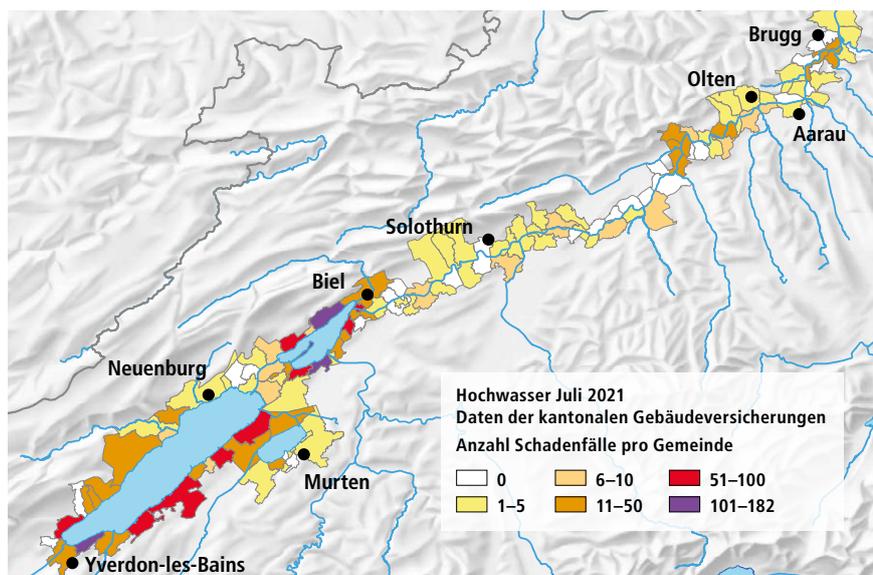
Mit 430,85 m ü. M. liegt die Hochwassergrenze des Murtensees aber 35 cm höher, so dass sein registrierter Höchststand von 430,72 m ü. M. nur geringe Schäden verursachte. Von kleineren Überschwemmungen waren hier insbesondere die Waadtländer Gemeinden Vully-les-Lacs, Faoug und Avenches betroffen.

Weiträumige Schäden am Neuenburgersee

Im Kanton Neuenburg wurden am Nordufer des Sees vor allem die Uferbereiche in Bevaix und Cortaillod, der Campingplatz von Colombier und die seenahen Quartiere von Neuenburg überschwemmt. Wegen der Gefahr durch Auftrieb musste hier zudem das Parking Maladière geflutet werden. Insgesamt bezifferte die kantonale Gebäudeversicherung ECAP die Gebäudeschäden in den Ufergemeinden auf 0,9 Millionen Franken.



Hochwasserwarnung des BAFU für die grossen Seen und Fließgewässer am 16. Juli 2021. Betroffen waren vor allem die Gewässer mit alpinen und voralpinen Einzugsgebieten auf der Alpennordseite. Kritische Situationen sind insbesondere auch am Vierwaldstädtersee und am Thunersee aufgetreten.



See- und Aaregemeinden mit Hochwasserschäden an Gebäuden im Juli 2021

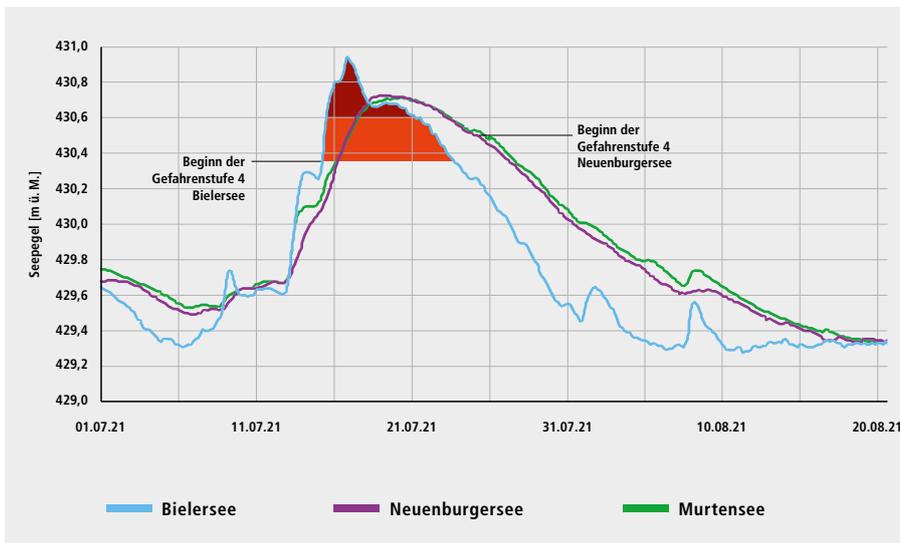
Kanton	Anzahl Schadenfälle	Schadensumme
Aargau	120	CHF 1,0 Mio.
Bern	766	CHF 19,5 Mio.
Freiburg	285	CHF 3,3 Mio.
Neuenburg	97	CHF 0,9 Mio.
Solothurn	162	CHF 1,3 Mio.
Waadt	533	CHF 6,0 Mio.
Total	1963	CHF 32,0 Mio.

In den Waadtländer und Freiburger Gemeinden an den Süd- und Ostufnern des Sees standen Ufersiedlungen, Strandhäuser und Campingplätze zum Teil tagelang im Wasser. Dies gilt etwa für Cudrefin (VD), Delley-Portalban (FR), Chevroux (VD), Estavayer-le-lac (FR), Cheyres (FR), Yvonand (VD) und Cheseaux-Noréaz (VD). In Yverdon-les-Bains (VD) und Delley-Portalban (FR) beeinträchtigte das Hochwasser den Betrieb der Kläranlagen, und auch Teile von Grandson (VD) standen unter Wasser. Am Neuenburgersee entstanden dadurch Gebäudeschäden im Gesamtumfang von rund 10 Millionen Franken.

An allen drei Seen fiel die touristische Sommersaison als Folge des schlechten Wetters und der Überflutungen sowie der behördlich verhängten Verbote für die Schifffahrt und das Baden weitgehend ins Wasser. Zusätzlich zu den Gebäude- und Mobiliarschäden fallen also auch die Einnahmeausfälle durch zahlreiche temporäre Geschäftsschliessungen – wie etwa von Restaurants, Freibädern und Campingplätzen – sowie die Ernteeinbussen etlicher Landwirtschaftsbetriebe in der Dreiseenregion ins Gewicht.



Überschwemmte Wohnhäuser am Südufer des Neuenburgersees in Cudrefin (VD).



Durch den Zufluss erheblicher Wassermassen aus der Aare steigt der Bielersee bei Hochwasser in der Regel schneller und stärker an als Neuenburger- und Murtensee. Dies zeigt auch das Ereignis im Juli 2021. Liegt sein Pegel höher als die Wasserstände in den zwei anderen Jurarandseen, wird der Bielersee durch den rückwärts fliessenden Zihlkanal entlastet. Umgekehrt sinkt der Bielersee beim Rückgang des Hochwassers zuerst ab. Bei vollen Speichern dauert es jeweils Wochen, bis die Jurarandseen wieder ihre üblichen Pegelstände erreichen.

Höheres Schadenausmass am Bielersee

Am stärksten traf es die Ufergebiete am Bielersee. Die tagelang anhaltende Überschreitung der Hochwassergrenze und extrem hohe Grundwasserstände setzten vor allem in Biel und Nidau sowie am Südufer zahlreiche Liegenschaften unter Wasser – so auch das Gymnasium am Bieler Strandboden. Bei der kantonalen Gebäudeversicherung Bern gingen aus den Seegemeinden der stark betroffenen Amtsbezirke Biel und Seeland mehrere hundert Schadenmeldungen ein.

Einzelne Überflutungen entlang der Aare

Anders als bei früheren Ereignissen verursachte die Aare unterhalb der Jurarandseen im Juli 2021 keine grösseren Schäden, obwohl es vereinzelt zu lokalen Ausuferungen kam. Im Kanton Solothurn gilt vor allem die Stadt Olten als Nadelöhr. Hier wurden das direkt am Flussufer gelegene Strandbad und Unterführungen überschwemmt, was die Sperrung einer wichtigen Verkehrsachse erforderte. Zwischen Olten und der Kantongrenze vor Aarau hielten die nach dem Hochwasser vom August 2007 erstellten Schutzvorrichtungen der Belastung stand. Insgesamt entstanden die Schäden auf solothurnischem Gebiet eher durch die hohen Grundwasserspiegel als durch direkte Überschwemmungen.

Auch im Kanton Aargau gab es entlang der Aare nur vereinzelte Überflutungen – so etwa in verschiedenen Schachen-Gebieten im Wasserschloss bei Brugg, wo Reuss und Limmat in die Aare münden. Hier waren Teile des Waffenplatzes überschwemmt. In Aarau traf es Sportanlagen sowie ein Reitstadion und in Döttingen das Freibad, während in Klingnau ein Rückstau des Binnenkanals für Ausuferungen sorgte. In Brugg liess sich das Schadenausmass durch den rechtzeitigen Aufbau von Beaver-Schläuchen auf einer Länge von rund 1000 Meter in Grenzen halten.

Gesamtschäden von rund 60 Millionen Franken

Insgesamt haben die Gebäudeversicherungen in den sechs betroffenen Kantonen fast 2000 Schadenfälle mit einer Summe von 32 Millionen Franken erfasst. Erfahrungsgemäss machen die Mobiliarschäden zusätzlich etwa 50 Prozent der Gebäudeschäden aus. Dazu kommen finanzielle Belastungen durch Überschwemmungen von nicht versicherten Liegenschaften und Infrastrukturanlagen der öffentlichen Hand. Somit belaufen sich die Gesamtschäden durch die Überflutungen im Juli 2021 auf rund 60 Millionen Franken.



Bei Hochwasser transportieren die Flüsse jeweils viel Schwemmholz in die Jurarandseen.



Im Wasserschloss bei Brugg (AG) münden die Nebenflüsse Reuss und Limmat in die Aare. Im Juli 2021 kam es auch hier zu Ausuferungen, doch blieb das Siedlungsgebiet dank den getroffenen Schutzmassnahmen weitgehend verschont.



Faktenblatt 2: Das Juli-Hochwasser 2021 im langjährigen Vergleich

Grosse Hochwasser treten immer wieder auf

Die 2. Juragewässerkorrektion hat den Hochwasserschutz entlang der Aare und an den drei Jurarandseen deutlich verbessert. Trotzdem muss man sich an den Ufern von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee auch künftig auf Überschwemmungen einstellen. Als Folge der Klimaerwärmung könnten deren Ausmass und Häufigkeit sogar zunehmen.



© Markus Zeh

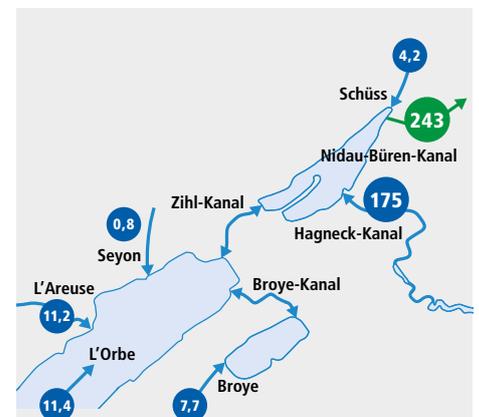
Den drei Jurarandseen fliessen im jährlichen Mittel 243 m³/s zu. Am meisten Wasser gelangt dabei durch den Aare-Hagneck-Kanal ins Dreiseen-System. Mit einem Einzugsgebiet von gut 5100 km² steuert die Aare etwa 72 Prozent zum Gesamtzufluss von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee bei. Neben ihr verfügen nur gerade die Fliessgewässer Orbe, Areuse und Broye über Einzugsgebiete von mehr als 300 km².

Die Mündung der Aare in den Bielersee: Via den Hagneckkanal gelangen mehr als 70 Prozent des Gesamtzuflusses in die drei Jurarandseen.

Der Neuenburgersee als Zwischenspeicher

Der Nidau-Büren-Kanal als Abfluss dieses zusammenhängenden Systems kann bei maximaler Auslastung etwa den dreifachen Zufluss in die Jurarandseen ableiten. Trotzdem kommt es immer wieder zu Situationen, in denen seine Abflusskapazität nicht genügt, um bei Hochwasser die gesamten von der Aare und aus dem Jura zugeführten Wassermassen in gleichem Umfang in Richtung Solothurn weiterzuleiten.

Bei grossräumigen Starkniederschlägen ist der rasch auf hohe Wassermengen aus der Aare reagierende Bielersee zu klein, um über Tage Millionen von Kubikmetern Wasser schadlos zurückhalten zu können. Weil er schnell ansteigt und sein Pegel in solchen Fällen höher liegt als derjenige des Neuenburgersees, können bis zu 400 m³/s Wasser aus dem Bielersee rückwärts in den Neuenburgersee fliessen.



Langjährige Mittel (in m³/s) der Zuflüsse in die drei Jurarandseen und des Aare-Abflusses im Nidau-Büren-Kanal.

Dank dem in beide Richtungen nutzbaren Zihlkanal erschliesst sich das zusätzliche Speichervolumen von über 200 Millionen Kubikmeter. Der Neuenburgersee wirkt so als riesiges Ausgleichsbecken, das hohe Zuflüsse ins Gesamtsystem über Tage und Wochen zwischenlagern und dosiert wieder via Bielersee abgeben kann.

Die im Zuge der 2. Juragewässerkorrektur erweiterte Kapazität des Zihlkanals kommt aber auch den Anrainern des Neuenburgersees zugute. Denn kritische Wasserstände treten seltener auf als früher. Wie sich etwa beim Hochwasser im Mai 2015 gezeigt hat, lassen sich insbesondere hohe Zuflüsse aus der Westschweiz und dem Jura dank dem ausgebauten Zihlkanal rascher in den Bielersee ableiten. Dies ersparte dem Neuenburgersee zum Beispiel im Frühjahr 2015 einen weiteren Anstieg um 20 cm.

Das Speichervolumen reicht nicht immer

Je nach Verbreitungsgebiet, Intensität und Dauer der Niederschläge kann es vorkommen, dass die Speicherreserve der drei Seen nicht genügt. Dabei spielen auch weitere Faktoren eine wichtige Rolle – so etwa Vorbelastungen durch nasse Böden, überdurchschnittlich hohe Ausgangswasserstände in den Jurarandseen, das in der Schneedecke gespeicherte Wasservolumen sowie rasche Temperaturanstiege in den eingeschnittenen Höhenlagen. Wie die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zeigen, laufen grosse Hochwasser – je nach Wettersituation und Jahreszeit – nach ganz unterschiedlichen Mustern ab.

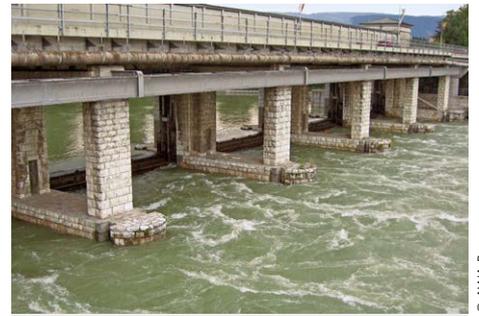
Unterschiedliche Hochwassertypen

Wie stark einzelne Ereignisse in den Jurarandseen variieren können, zeigt eine Analyse der Zuflussmengen grosser Hochwasser der vergangenen Jahrzehnte. Beim Winterhochwasser im Januar 1955 fallen neben der hohen Spitze von mehr als 1600 m³/s die über acht Tage anhaltenden starken Zuflüsse in den Neuenburgersee auf. Dabei wird die heutige Kapazität des Nidau-Büren-Kanals von 650 m³/s tagelang bereits allein durch die Zuflüsse in den Neuenburgersee weitgehend ausgeschöpft. Auch ohne Berücksichtigung des Aare-Einzugsgebiets sind bei intensiven Niederschlägen in der Westschweiz Zuflussvolumina von 600 m³/s und mehr in den Murten- und Neuenburgersee möglich.

Im Gegensatz dazu war das Geschehen im Mai 1999 in erster Linie durch die Zuflüsse der Aare geprägt. Damals fiel die intensive Schneeschmelze im Alpenraum mit intensiven Niederschlägen im gesamten Einzugsgebiet der Jurarandseen zusammen. Der Zufluss lag während 14 Tagen über der Abflusskapazität des Nidau-Büren-Kanals. Seit der 2. Juragewässerkorrektur

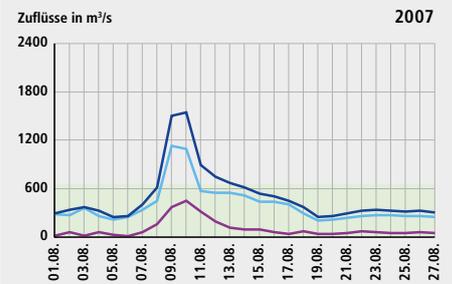
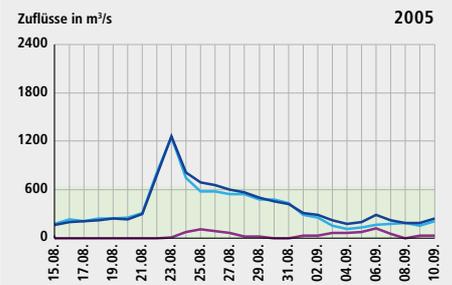
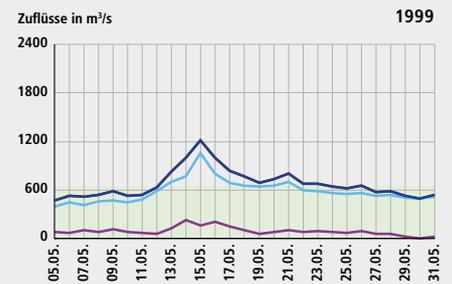
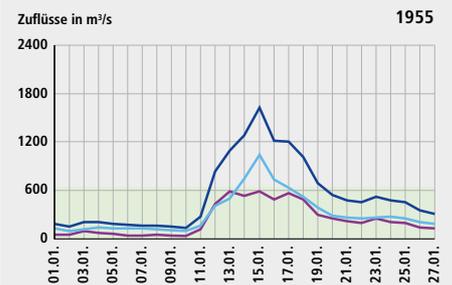


Überschwemmter Campingplatz bei Gampelen (BE) am 18. Juli 2021. Bei lange anhaltenden Starkregen im gesamten Einzugsgebiet der Jurarandseen stehen auch die Flachufer am Neuenburgersee unter Wasser.



Der Abfluss der Aare im Nidau-Büren-Kanal und die Wasserpegel der drei Jurarandseen werden durch das Regulierwehr in Port (BE) gesteuert.

Unterschiedliche Hochwassertypen



- Tagesmittelwerte der Gesamtzuflüsse in die Jurarandseen
- Zufluss Bielersee
- Zufluss Neuenburgersee
- Bereich bis zum maximal zulässigen Abfluss beim Wehr Port

tion (JGK) sind insbesondere Hochwasserereignisse im Sommerhalbjahr aufgetreten, doch Winterhochwasser – wie in den Jahren 1910, 1916, 1918, 1944 oder 1955 – können auch in Zukunft vorkommen.

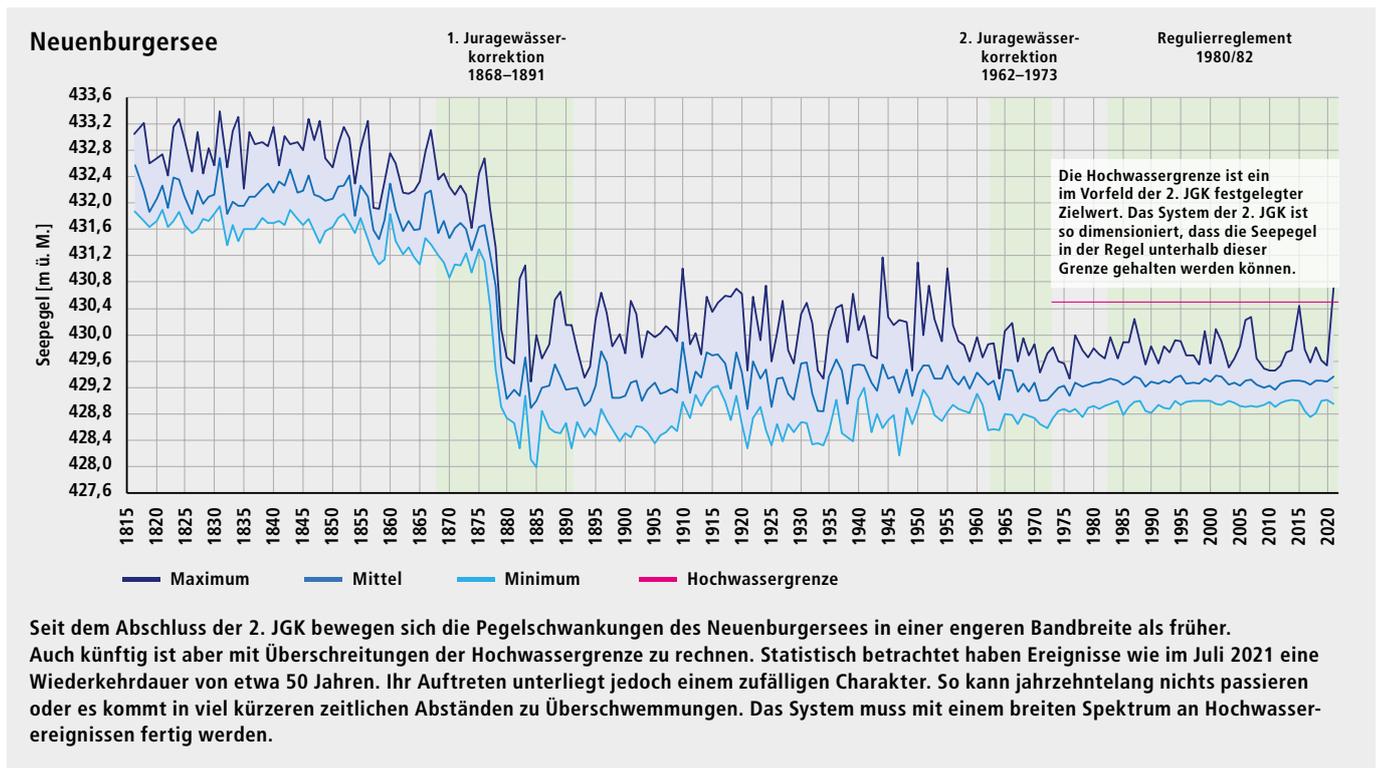
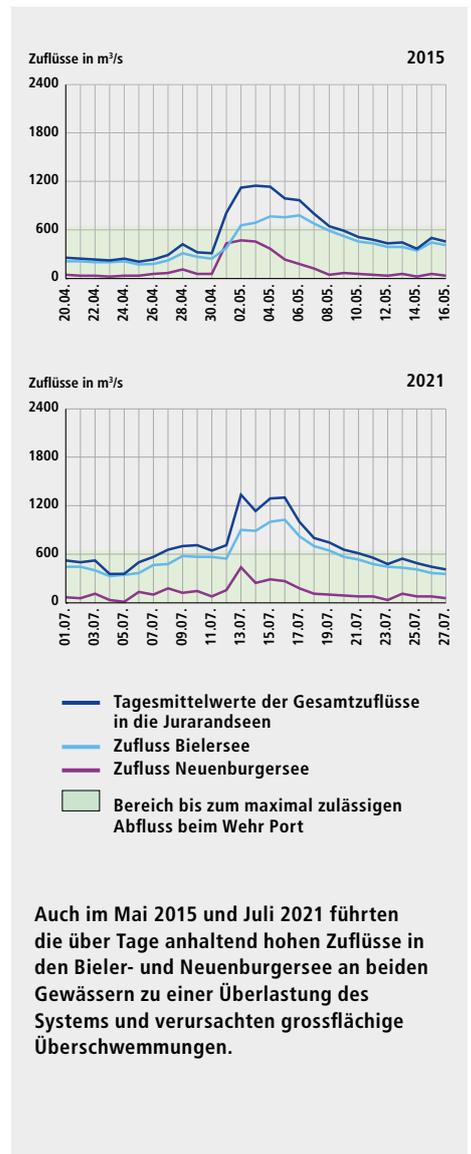
Entscheidend ist die Dauer der Ereignisse

Neben den saisonalen und regionalen Differenzen fällt auch die unterschiedliche Dauer der Ereignisse auf. So lässt sich etwa im August 2005 ein rasches Anschwellen der Wasserzufuhr aus dem Hagneckkanal auf 1500 m³/s durch heftige Starkregen beobachten. Trotz einer vergleichsweise kurzen Dauer der Überlastungsphase stieg der Bielersee-Pegel als Folge der hohen Zuflussspitzen schnell um 130 cm an und überschritt die Hochwassergrenze dadurch um 34 cm. Obwohl der Neuenburgersee damals innert Wochenfrist 115 Millionen Kubikmeter aus dem Bielersee aufnahm, blieb sein Wasserstand deutlich unter der kritischen Marke. Denn seine eigenen Zuflüsse waren praktisch unbedeutend.

Vergleichsweise kurze, aber intensive Zuflüsse aus der Aare bereiten in erster Linie am Bielersee Hochwasserprobleme, während die Lage am Neuenburger- und Murtensee bei solchen Wetterereignissen eher entspannt bleibt. Fallen die Niederschläge grossräumig und lange, verschärft sich die Überflutungsgefahr jedoch auch hier.

Dabei ist zu bedenken, dass auch im Sommer viel Wasser aus den Zuflüssen von Neuenburger- und Murtensee kommen kann, wie etwa die Analyse der Auguthochwasser von 2007 zeigt. In der kritischsten Phase trugen sie ungefähr einen Drittel zur Gesamtbelastung der drei Jurarandseen bei. Erneut kam es dabei zu einer Überschreitung der Hochwassergrenze am Bielersee um 53 cm. Wie schon 2005 verursachten auch damals die bereits hohen Sommerseestände erhebliche Probleme.

Besonders kritisch wird es, wenn hohe Zuflussmengen weit über der Abflusskapazität des Nidau-Büren-Kanals über Tage oder sogar Wochen anhalten und neben dem Bielersee auch Murten- und Neuenburgersee betreffen. Die lang andauernden Hochwasser im Mai 2015 und Juli 2021 haben gezeigt, wie über Tage anhaltende Ereignisse dann selbst das Speichervermögen des Neuenburgersees übertreffen können.





Faktenblatt 3: Funktionsweise des Systems und Regulierung der Juragewässer

Ein überregionaler Ausgleich der Interessen

Die beiden Juragewässerkorrekturen haben das Seeland entsumpft, Volumen für die Zwischenspeicherung von grossen Wassermengen geschaffen und erlauben so, Hochwasser der Aare wirkungsvoll zu dämpfen. Der Pegel der Seen wird vom Regulierdienst des Kantons Bern am Ausfluss der Aare aus dem Bielersee gesteuert. Er nimmt diese Aufgabe im Auftrag der betroffenen Kantone und nach gemeinsam definierten Regeln wahr. Sie berücksichtigen sowohl die Ansprüche der Seeanlieger als auch die Interessen der Unterlieger an der Aare.



© Wikimedia Commons / Milko Vuille

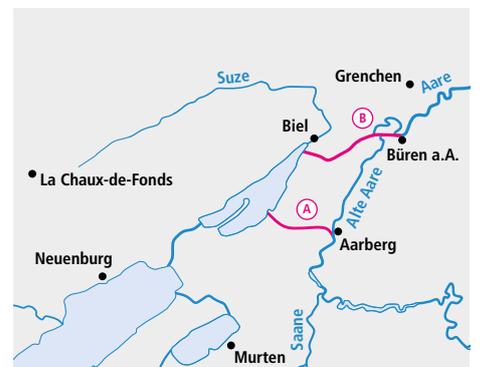
Während Jahrhunderten staute das von der Aare und Emme herangeführte Schwemmmaterial die Abflüsse der drei Jurarandseen zurück. Nicht nur im Dreiseenland, sondern auch entlang der Aare brachten die wiederkehrenden Überschwemmungen immer wieder Tod und Zerstörung.

Unter der Aufsicht des neu gegründeten Bundesstaates einigten sich die von den Hochwassern am stärksten betroffenen Kantone im 19. Jahrhundert auf das Mammutwerk der 1. Juragewässerkorrektur (JGK). Ihre Hauptziele bestanden darin, das Seeland zu entsumpfen und die Jurarandseen für den Hochwasserrückhalt zu nutzen, was eine Absenkung der Seestände um 2,5 Meter erforderte. Damit wollte man künftige Hochwasser dämpfen und die fruchtbaren Moorböden urbar machen.

Zwei neue Kanäle für die Aare

Kernidee der von 1868 bis 1891 ausgeführten 1. JGK war die Umleitung der Aare in den Bielersee. Ab 1878 wurde sie bei Aarberg von ihrem bisherigen Lauf abgezweigt und durch den neu erstellten, 8 Kilometer langen Hagneckkanal am Südufer in den See eingeleitet. Dadurch hat sich der mittlere Seezufluss mehr als vervierfacht, was am Ausfluss in Nidau ebenfalls ein leistungsfähigeres Fließgewässer als die damalige Zihl erforderte. So wurde als künstlicher Abfluss aus dem Bielersee der 12 Kilometer lange Nidau-Büren-Kanal geschaffen.

Der Zihlkanal leitet das Wasser aus dem Neuenburgersee (rechts) in den Bielersee (links). Bei Hochwasser kann er seine übliche Fliessrichtung ändern.



Die neu angelegten Aare-Strecken des Hagneckkanals (A) und des Nidau-Büren-Kanals (B) sind die Kernelemente der 1. Juragewässerkorrektur.

Bessere Verbindung der drei Seen

Ein weiteres wichtiges Ziel der 1. JGK bestand auch darin, die drei Jurarandseen besser miteinander zu verbinden, weil der verhältnismässig kleine Bielersee die Wassermassen aus dem grossen Einzugsgebiet der Aare bei Hochwasser nicht allein zurückhalten kann. Dazu erweiterte man die Kapazität der Broye zwischen Murten- und Neuenburgersee und insbesondere der Zihl zwischen Neuenburger- und Bielersee, indem man diese Flüsse zu Kanälen ausbaute. Aufgrund der geringen Pegelunterschiede zwischen den drei Seen kann das Wasser im Zihl- und Broyekanal bei einem raschen Anstieg des Bielersees auch rückwärts fliessen. Dank der JGK steht damit für Hochwasser aus der Aare ein erhebliches Speichervolumen zur Verfügung.

Als Folge der ersten Juragewässerkorrektur wurden die Uferregionen und das Grosse Moos viel seltener überschwemmt. Trotz unbestreitbarer Erfolge konnte die generelle Absenkung der Wasserstände in den Jurarandseen um rund 2,5 Meter die Hochwasserprobleme im Seeland und entlang der Aare nicht für immer lösen. Denn durch die Drainagen wurden die Moorböden im Grossen Moos trockengelegt, und der Torf zersetzte sich. Als Folge davon sackte das fruchtbare Kulturland in den entsumpften Ebenen teilweise um bis zu 2 Meter ab, was erneut zu Vernässungen und einer Zunahme der Überflutungsanfälligkeit führte.

Weitere Verbesserungen durch die 2. JGK

Zusätzliche Optimierungen brachten das 1939 fertiggestellte Regulierwehr in Port sowie der weitere Ausbau und die Vertiefung von Broye-, Zihl- und Nidau-Büren-Kanal im Zuge der zwischen 1962 und 1973 ausgeführten 2. JGK. Daran beteiligt waren die vom Bund unterstützten Kantone Waadt, Freiburg, Neuenburg, Bern und Solothurn. Dank den Massnahmen der 2. JGK liessen sich die Hochwasserstände an den Seen weiter reduzieren. Um weitere Setzungen durch Austrocknung der landwirtschaftlich genutzten Böden in den fruchtbaren Ebenen um die Jurarandseen zu begrenzen, hat man aber auch die Tiefststände der Seepiegel angehoben.



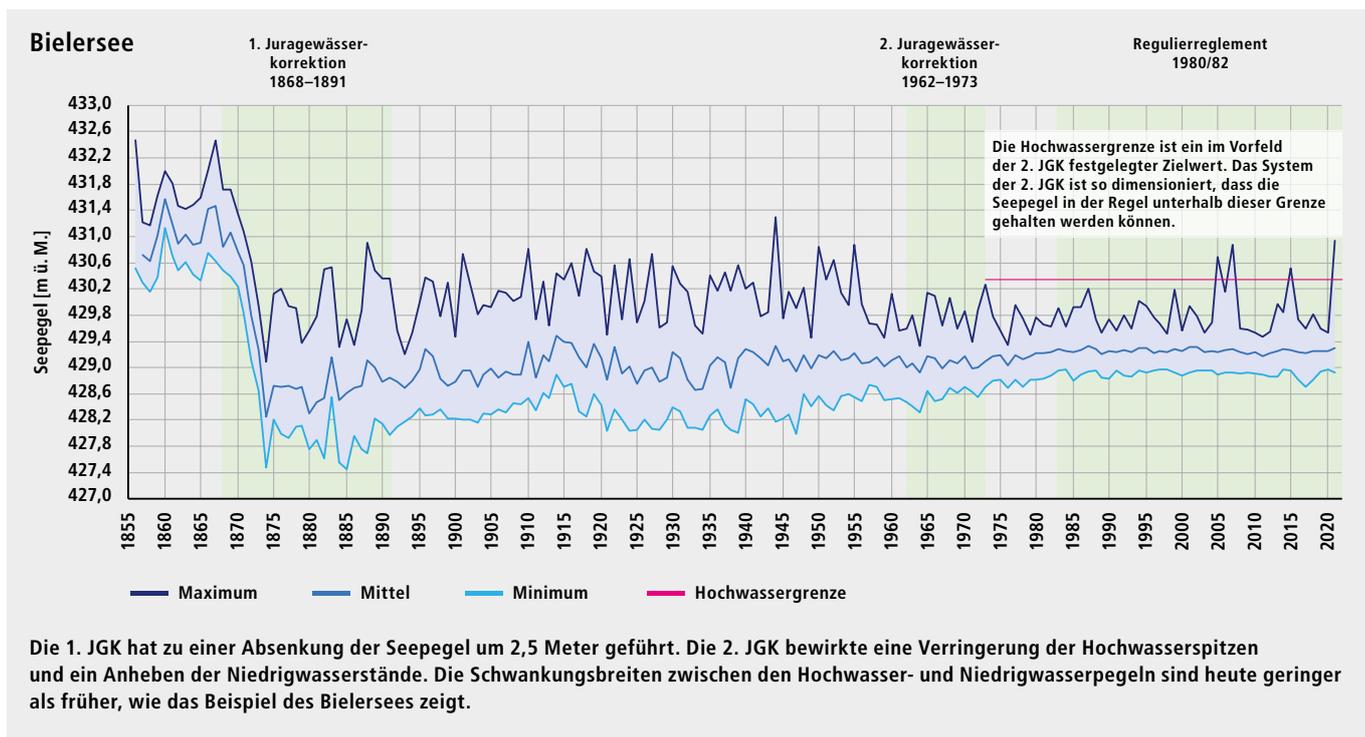
© AWIA Bern

Das 1939 fertiggestellte Regulierwehr in Port ist ein Kernelement der Juragewässerkorrektur. Bei Hochwasser im Einzugsgebiet der Jurarandseen und der Emme lässt sich der Abfluss der Aare hier drosseln. Zum Schutz der Unterlieger werden die Seen in solchen Fällen als natürliche Zwischenspeicher genutzt.



© AWIA Bern

Im Rahmen der 2. JGK wurde die Abflusskapazität des Nidau-Büren-Kanals – hier im Juli 2021 – deutlich erhöht.



Fast ein Einheitssee

Seit 1973 funktionieren Bieler- Neuenburger- Murtensee annähernd wie ein Einheitsgewässer. Bei normalen Zuflussbedingungen sind die Schwankungsbereiche ihrer Pegelstände gering. Gesteuert werden sie durch den Regulierdienst in Bern, der die Wehrschützen am Ausfluss des Bielersees in Port bedient.

Das dafür verantwortliche Amt für Wasser und Abfall (AWA) nimmt diese Aufgabe im Interesse der beteiligten Kantone VD, FR, NE, BE, SO und AG wahr. Die Vorgaben dazu hält ein gemeinsam durch die Kantone der 2. JGK erarbeitetes Regulierreglement fest, das der Bundesrat genehmigt hat. Es handelt sich dabei um einen freundeidgenössischen, gut ausgewogenen Kompromiss, denn Seeanstösser und die Unterlieger an der Aare verfolgen bezüglich der Regulierung bei Hochwasser von Natur aus eher gegenläufige Interessen.

Eine Vielzahl von Ansprüchen

Vorrangiges Ziel der Gewässerregulierung ist der Hochwasserschutz rund um die Jurarandseen und an der Aare flussabwärts des Regulierwehrs von Port. Dabei sollen die Wasserstände bei Hochwasser nicht zu hoch ansteigen, aber bei anhaltender Trockenheit auch nicht zu tief abfallen. Neben der Gefahrenprävention spielen auch weitere Schutzinteressen wie etwa die Erhaltung intakter Lebensräume für Pflanzen, Fische und Vögel, der Uferschutz sowie die Erhaltung archäologischer Fundstellen eine wichtige Rolle. Ansprüche stellen zudem Landwirtschaft, Fischerei, Schifffahrt und Betreiber von Wasserkraftwerken oder der Tourismus mit ihren jeweiligen Nutzungsinteressen.

Die Regulierung strebt einen Ausgleich dieser unterschiedlichen und sich zum Teil widersprechenden Vorstellungen an. Dabei folgen die angepeilten Wasserstände der Jurarandseen im Idealfall dem natürlichen jahreszeitlichen Muster eines unregulierten Gewässers. Sie liegen zwischen April und September etwa 40 cm höher als im hydrologischen Winterhalbjahr.

Drosselung der Aare für die Unterlieger

Die 2. JGK wurde als Gesamtsystem geplant und umgesetzt. Die Durchflusskapazitäten der Kanäle, das Regulierwehr und die Reguliervorschriften sind aufeinander abgestimmt. So ist der Nidau-Büren-Kanal unterhalb der Wehranlage von Port auf einen Abfluss von 650 m³/s ausgebaut worden. Sind die Seen randvoll, vermag er im Notfall kurzfristig auch bis zu 750 m³/s abzuleiten. Allerdings ist zu beachten, dass Abflüsse über der Dimensionierungswassermenge von 650 m³/s die Stabilität des Kanals gefährden. Zudem treten in solchen Fällen Sekundärschäden wie lokale Überflutungen auf – so etwa am Lauf der dadurch zurückgestauten Alten Aare.

Verschärft wird die Lage, wenn Emme, Langete und weitere Seitengewässer im 1839 km² grossen Zwischeneinzugsgebiet der Aare von Port bis zur Aargauer Kantonsgrenze ebenfalls Hochwasser führen. Die im Rahmen der 2. JGK ausgehandelte «Murgenthaler Bedingung» legt nämlich fest, dass die Abflussmenge der Aare bei Murgenthal zum Schutz der Unterlieger nach Möglichkeit maximal 850 m³/s betragen sollte. Dies bedeutet, dass der Abfluss aus den Seen bei hochgehender Emme temporär reduziert werden muss, damit sich die Abflussspitzen von Emme, Langete und Aare nicht überlagern. Allein aus dem 974 km² grossen Teileinzugsgebiet der Emme können aber mehr als 600 m³/s in die Aare gelangen. Aufgrund der unterschiedlichen Laufzeiten der Hochwasser in diesen beiden Flüssen muss das sogenannte «Einbremsen» der Emme durch Reduktion des Bielerseeausflusses am Wehr Port mit einem zeitlichen Vorlauf von wenigen Stunden erfolgen.



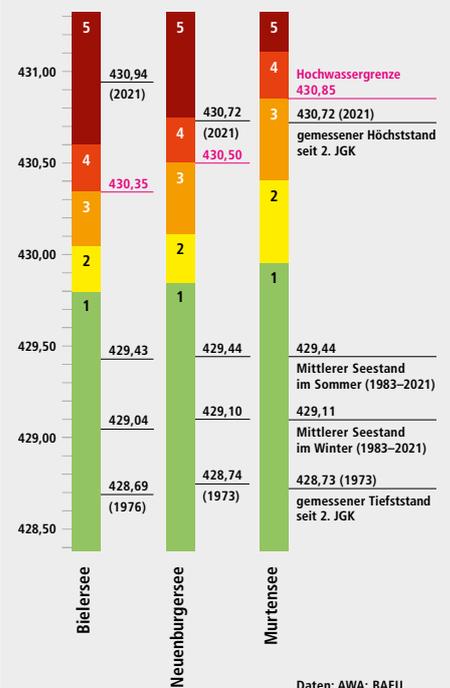
© Wikimedia Commons / NAC

Die Gewässerregulierung muss auf zahlreiche Nutzungs- und Schutzansprüche Rücksicht nehmen. Dazu gehört etwa die Schifffahrt auf den drei Jurarandseen und ihren Kanälen (oben) oder die Berufs- und Hobbyfischerei (unten).

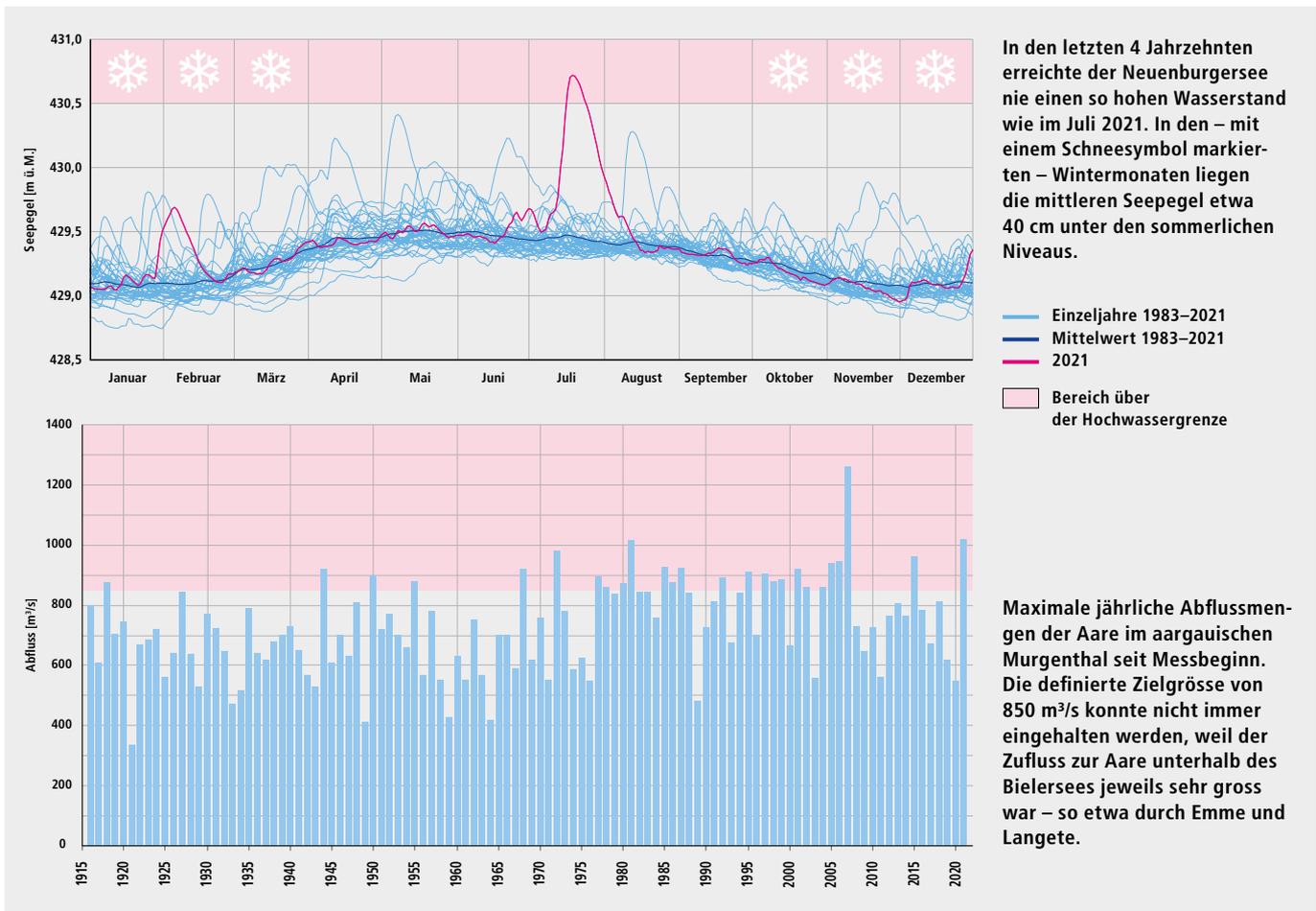


© Daniel Bernet

Seestand (m ü. M.)



- Gefahrenstufe**
- 5: sehr grosse Gefahr
 - 4: grosse Gefahr
 - 3: erhebliche Gefahr
 - 2: mässige Gefahr
 - 1: keine oder geringe Gefahr



Die Grenzen des Systems

Obwohl die Reguliervorschriften den bestehenden Unsicherheiten Rechnung tragen, lässt sich die Zielgrösse der Murgenthaler Bedingung nicht immer einhalten. Dies ist etwa der Fall, wenn allein die Zuflüsse aus den Seitengewässern der Aare zwischen Port und der Aargauer Kantongrenze bereits 850 m³/s erreichen oder überschreiten, wie letztmals im nassen August 2007. Mit einem Spitzenabfluss von 1262 m³/s bei Murgenthal erreichte die Aare damals fast das Anderthalbfache des Zielwerts. Dadurch verursachte sie in den Kantonen Solothurn und Aargau beträchtliche Überschwemmungsschäden.

Ohne die beiden JGK wären die Verhältnisse bei Hochwasser auch in den Unterlieger-Kantonen katastrophal. Denn vor der Umleitung der Aare in den Bielersee mussten die Kantone Solothurn und Aargau mit ungedämpften Abflüssen von 1400 m³/s und mehr fertig werden.

In der jüngeren Vergangenheit haben mehrere Hochwasser die Systemgrenzen der 2. JGK aufgezeigt. Nach solchen Ereignissen wird das Reglement zur Regulierung der Seepiegel und der Aare-Abflüsse jeweils kritisch hinterfragt. Doch alle bisherigen Studien belegen seine Ausgewogenheit, die auf einem sorgfältig erarbeiteten Konsens unter den Anrainerkantonen der Jurarandseen und der Aare in ihrem Unterlauf basiert. Deshalb kann in Notlagen nicht einfach nach Gutdünken und Einzelinteressen von den festgelegten Regeln abgewichen werden.



Nicht jede Überflutung von Uferzonen ist gleich eine Katastrophe.

© Philippe Gyarmati



Faktenblatt 4: Die Grenzen der Seeregulierung beim Juli-Hochwasser 2021

Die Regulierung erfolgte nahe am Optimum

Ziel der Gewässerregulierung an den drei Jurarandseen und entlang der Aare ist auch bei Hochwasser ein optimaler Ausgleich der Interessen. Das heute gültige Regulierreglement trägt diesen Ansprüchen Rechnung. Obwohl die Regulierung im Sommer 2021 stets vorsorglich und nahe am Optimum erfolgte, kam es aufgrund der hohen Zuflüsse zu Überlastungen des Systems. Darauf muss man sich im Dreiseengebiet und entlang der Aare auch künftig einstellen.



© AWA Bern

Im verregneten Sommer 2021 stand der Regulierdienst von Mitte Juni bis Mitte August während insgesamt acht Wochen in erhöhter Einsatzbereitschaft. In der kritischsten Phase zwischen dem 12. und 19. Juli führte die Aare dem Bielersee phasenweise über 300 m³/s mehr Wasser zu als der Nidau-Büren-Kanal abführen kann. Zum Schutz der Unterlieger war am Regulierwehr in Port zudem mehrmals eine Drosselung des Seeausflusses erforderlich, weil die Emme ebenfalls Hochwasser führte. Die Rücksichtnahme auf die Aare-Anrainer in den Kantonen Solothurn und Aargau war allerdings nicht massgebend, als es in der Entlastungsphase darum ging, die stark angestiegenen Pegel von Neuenburger- und Bielersee wieder unter ihre Hochwassergrenzen abzusenken. Vielmehr war in dieser Periode die Abflusskapazität des Nidau-Büren-Kanals entscheidend.

Das für die Aare- und Seeanrainer wichtige Regulierwehr in Port (BE) wird von der Einsatzzentrale des Regulierdienstes in Bern aus gesteuert.



© AWA Bern

Vorausschauende Regulierung

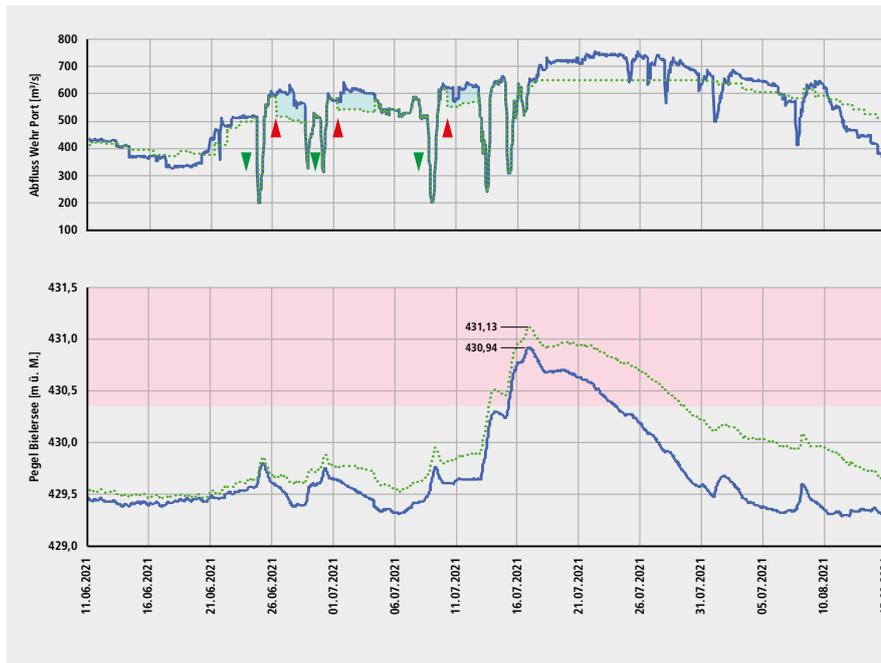
Dank einer vorausschauenden Regulierung im Vorfeld der Ereignisse liess sich ein Anstieg des Bielersees über die Hochwassergrenze im Juni 2021 noch verhindern. Die verantwortlichen Behörden stützten ihr Handeln dabei auf die erst im Jahr 2008 eingeführte Prognoseregulierung. Die heute verfügbaren Niederschlags- und Abflussvorhersagen für die Einzugsgebiete der grösseren Flüsse erlauben es im Idealfall, sich abzeichnende Hochwasser mit einer Vorlaufzeit von einigen Tagen zu erkennen.

Der Regulierdienst kann dieses Zeitfenster nutzen, um den Ausfluss der Aare aus dem Bielersee vor einem kritischen Ereignis zu steigern. Dadurch sind im Bielersee – je nach Situation – Pegelreduktionen von wenigen Dezimetern möglich. Im Neuenburger- und Murtensee, die deutlich träger reagieren, fallen die Vorabsenkungen entsprechend geringer aus.



© Christine Wisler

Wenn die Aare in Hagneck (BE) nicht tagelang Hochwasser führt, hilft die Prognoseregulierung in der Regel, um auch erhebliche Wassermengen ohne Schaden ableiten zu können.



Auswirkungen der vorausschauenden Regulierung auf den Bielersee-Pegel

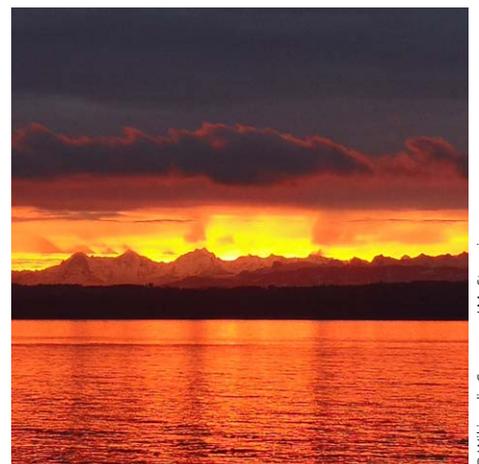
Dank mehrerer Entlastungsphasen – nach den wiederholten Abflussdrosselungen beim Regulierwehr Port – ist es dem Regulierdienst im Sommer 2021 gelungen, den Bielersee bis etwa Mitte Juli unter der Hochwassergrenze zu halten. Ohne diese vorsorglichen Interventionen des Regulierdienstes wären die maximalen Wasserstände des Bieler- und Neuenburgersees um 19 bis 25 cm höher ausgefallen.

- Effektiver Abfluss beim Wehr Port
- Szenario für den Abfluss beim Wehr Port ohne vorausschauende Regulierung
- ▼ Abflussdrosselung
- ▲ Beginn der Entlastungsphase
- Differenzmengen
- Bereich über der Hochwassergrenze

Mittels der Prognoseregulierung lässt sich das Speichervermögen der Jurarandseen durch eine vorsorgliche Absenkung ihrer Wasserstände kurzfristig zusätzlich um 20 bis 30 Millionen Kubikmeter erhöhen. Damit steht im besten Fall ein gesamtes Fassungsvermögen von etwas mehr als 300 Millionen Kubikmeter zur Verfügung. Obwohl die Prognoseregulierung langanhaltende Niederschlagsereignisse – wie im Juli 2021 – nicht auffangen kann, leistet sie auch in solchen Situationen einen Beitrag, um die Pegelstände der Seen nicht noch weiter über die kritischen Hochwassergrenzen ansteigen zu lassen.

Drosselungen zum Schutz der Unterlieger

Je länger ein Hochwasser dauert, desto geringer ist die Wirkung der Vorabsenkung. Grund dafür ist das grosse zufließende Wasservolumen. Erschwerend hinzu kommen die häufig nötigen Abflussdrosselungen. Muss der Regulierdienst den Seeausfluss in Port reduzieren, um die Hochwasserzuflüsse der Emme und des übrigen Zwischeneinzugsgebiets zu kompensieren, ist dazu in den Jurarandseen typischerweise ein Speichervolumen von 25 bis 50 Millionen Kubikmeter erforderlich. Dies entspricht in allen drei Seen einem durchschnittlichen Pegelanstieg von etwa 10 bis 20 cm. Geschieht dies bei hohen Zuflüssen in die Seen innert Tagen mehrmals, so können deren Wasserstände trotz der Vorabsenkung rasch ansteigen.



© Wikimedia Commons / Ms Stronizio

Das Einzugsgebiet der Jurarandseen reicht bis zur Nordflanke der Berner, Freiburger und Waadtländer Hochalpen. Regnet es hier tagelang intensiv, so kann dies das Speichervermögen der Seen von rund 300 Millionen Kubikmeter übersteigen.



© André Schreyer

Überschwemmte Felder im Juli 2021 am rechten Ufer des Zihlkanals auf dem Gemeindegebiet von Gals (BE). Via die Aare floss bei Hagneck damals so viel Wasser in den Bielersee, dass sich solche Überflutungen im Dreiseenland nicht verhindern liessen.

Auch ohne die Pflicht zum Schutz der Unterlieger entlang der Aare wären die Ufergebiete am Bielersee im Juli 2021 überschwemmt worden, weil zu viel Wasser in den See gelangte. Am Neuenburgersee hätte man das Überschreiten der Hochwassergrenze knapp verhindern können – allerdings auf Kosten der Unterlieger in den Kantonen Solothurn und Aargau. Ohne Drosselungen des Abflusses beim Regulierwehr Port wäre der Bielersee 34 cm weniger stark angestiegen und der Neuenburgersee 25 cm. Dies hätte aber den Aare-Abfluss in Murgenthal auf bis zu 1200 m³/s erhöht. Diese Marke liegt nur wenig unter dem Spitzenwert im August 2007, der in den Kantonen SO und AG damals Schäden von rund 100 Millionen Franken verursachte.

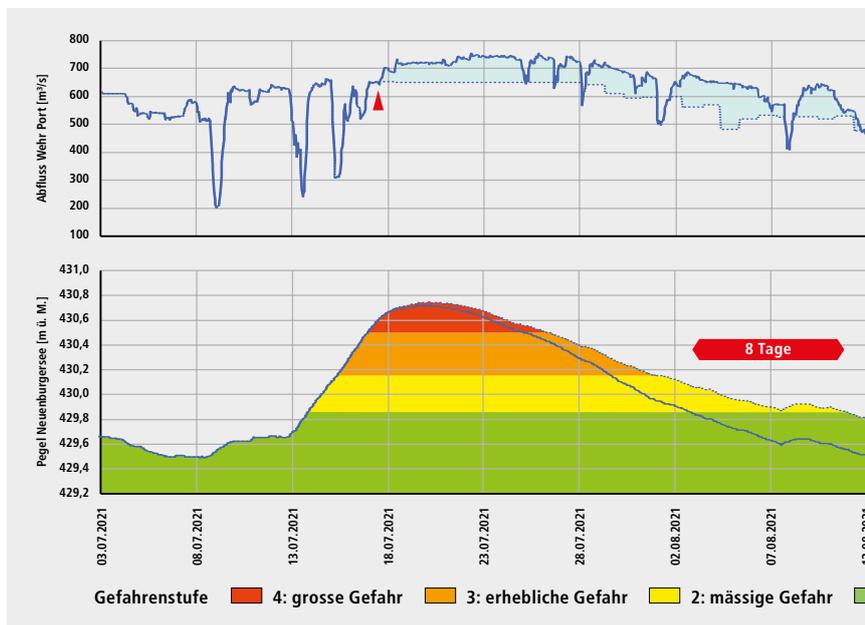
Ein Beitrag zur Entlastung

Im Sommer 2021 haben die Anrainerkantone gemeinsam mit dem BAFU beschlossen, die Abflüsse im Nidau-Büren-Kanal auf bis zu 750 m³/s zu erhöhen, um die Jurarandseen dadurch rascher zu entlasten. Dank dieser forcierten Entlastungsphase liess sich etwa der Pegel des Neuenburgersees acht Tage schneller unter die Gefahrenstufe 2 absenken. Am Bielersee hingegen blieben die Wasserstände noch während Tagen erhöht, weil der Rückfluss der Wassermassen aus dem Neuenburgersee auf einem sehr hohen Niveau einsetzte. So dauerte es im Gesamtsystem der drei Seen denn auch Wochen, um die Pegel wieder auf die saisonal üblichen Wasserstände abzusenken.



© Wikimedia Commons

Läuft der Neuenburgersee voll, dauert es im Gesamtsystem der drei Jurarandseen oft Wochen, um deren Pegel wieder auf die saisonal üblichen Wasserstände abzusenken.



Auswirkungen der Entlastungsphase auf den Neuenburgersee-Pegel

Wegen der kritischen Hochwasserstände am Bieler- und Neuenburgersee beschlossen die beteiligten Kantone und der Bund am 17. Juli 2021, die maximale Abflussmenge der Aare bei Port ausnahmsweise von 650 auf 750 m³/s zu erhöhen. Dadurch wurde der Neuenburgersee um acht Tage schneller entlastet. Dennoch dauert es bei einer solchen Überlastung des Systems jeweils zwei bis drei Wochen, um in den Jurarandseen wieder Speicherkapazität für ein mögliches nächstes Hochwasser zu schaffen.

- Abfluss Wehr Port mit Entlastung
- - - Abfluss Wehr Port ohne Entlastung
- ▲ Beginn der Entlastungsphase
- Differenzmengen



Faktenblatt 5: Vorschläge zur Optimierung auf dem Prüfstand

Weitgehend ausgeschöpfter Spielraum

Die 2. Juragewässerkorrektur ist als austariertes Gesamtsystem geplant und realisiert worden. Sie beeinflusst die Pegel und Abflüsse von den westlichen Ufern des Neuenburger- und Murtensees bis zur Mündung der Aare in den Rhein. Bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit von Massnahmen muss deshalb immer das Gesamtsystem im Blickfeld stehen. Dies gilt für bauliche ebenso wie für reguliertechnische Eingriffe. Die Möglichkeiten zur weiteren Optimierung des Systems sind heute aber weitgehend ausgeschöpft.

Die Überschwemmungen im August 2007 gaben damals den Anstoss für umfangreiche Untersuchungen zu möglichen Verbesserungen der Hochwassersicherheit im System der Jurarandgewässer. Dabei sind mehrere Optimierungsvarianten überprüft worden.

Absenkung der Jurarandseen

Der nach Hochwasserereignissen immer wieder eingebrachte Vorschlag einer generellen und dauerhaften Absenkung der Seewasserstände erweist sich bei näherer Betrachtung als Scheinlösung mit unerwünschten Nebenwirkungen. So würden weiter abgesenkte Seepiegel zu tieferen Grundwasserständen führen und damit die Zersetzung des Torfs beschleunigen. Dies wiederum hätte zusätzliche Bodenabsenkungen in weiten Gebieten des Grossen Mooses zur Folge.



© Wikimedia Commons / Joefrei

Der Eisvogel – hier im Schwebflug – gehört zu den typischen Arten, denen Feuchtgebiete wie die Grande Caricaie am Neuenburgersee einen optimalen Lebensraum bieten.



© Wikimedia Commons / Odile Gardiol

Eine dauerhafte Absenkung der Wasserstände in den drei Jurarandseen würde sich unter anderem negativ auf ökologisch wertvolle Feuchtgebiete in den Flachuferzonen auswirken. Davon betroffen wäre auch die Grande Caricaie – hier östlich von Yverdon-les-Bains (VD).

Zudem würden sich dauerhaft abgesenkte Wasserstände negativ auf wertvolle Naturschutzgebiete wie das schweizweit bedeutende Feuchtgebiet Grande Cariçaie und das Fanel am Neuenburgersee auswirken – ebenso wie auf den Heidenweg und die Sankt Petersinsel im Bielersee. Die Idee steht jedoch nicht nur quer zu den ökologischen Anliegen, sondern widerspricht auch weiteren Schutz- und Nutzinteressen. Dazu gehören etwa die Erhaltung archäologischer Schutzgebiete sowie Nutzungen durch Schifffahrt, Wasserkraftproduktion oder Fischerei.

Mehr Rückhalt im Einzugsgebiet

Während der Juli-Überschwemmungen am Jurasüdfuss kursierten in der betroffenen Region zudem Vorschläge, die Behörden sollten die Wasserstände der ebenfalls regulierten Oberländer Gewässer Briener- und Thunersee gezielter steuern, um das Dreiseenland effizienter zu entlasten. Vorgebracht wurde auch, künstliche Speicher im Einzugsgebiet – wie etwa die Grimsel-, Greyerzer- und Schiffenen-Stauseen – liessen sich in solchen Notlagen besser als Rückhaltebecken nutzen. Doch gemäss Berechnungen des BAFU für die August-Hochwasser in den Jahren 2005 und 2007 hat eine gezielte Bewirtschaftung der Stauseen bei langanhaltenden Hochwasserzuzflüssen keine markanten Auswirkungen auf die Pegelstände der Jurarandseen.

Wie weitere Berechnungen für das Hochwasser 2021 zeigen, gilt dies auch für den Entlastungsstollen in Thun, über den sich in kritischen Situationen 80 m³/s mehr Wasser aus dem Thunersee ableiten lassen. Je nach Szenario bewirkt eine solche Entlastung des Thunersees am Bielersee eine Pegeldifferenz von maximal 5 cm.

Temporäre Vorabsenkung der Seepiegel

Der Bund und die beteiligten Kantone haben das Regulierreglement der JGK nach dem Hochwasser 2007 umfassend im Hinblick auf allfällige Optimierungen überprüft. Als rasch umsetzbare und kostengünstige Lösung erwies sich dabei die Prognoseregulierung. Sie erlaubt bereits im Vorfeld sich abzeichnender Hochwasser eine vorsorgliche und temporäre Absenkung der Pegel in den Jurarandseen – und zwar ohne negative Auswirkungen auf die übrigen Nutzungen. Damit schafft diese Massnahme einen zusätzlichen Speicherraum, um Hochwasserspitzen dämpfen zu können. Mit zunehmender Dauer eines Hochwassers nimmt die Wirkung dieser Massnahme allerdings ab, wie sich auch im Juli 2021 zeigte.

Ausbau des Abflussvermögens

Mehr ist mit der bestehenden Infrastruktur kaum möglich, denn die Reguliervorschriften sind auf die Dimensionierung der Kanäle und des Aarelaufs bis zur Mündung in den Rhein abgestimmt. Deshalb könnten auch lokale Erweiterungen der Abflusskapazitäten nicht viel bringen.

Wie Untersuchungen des BAFU nach dem Hochwasser 2007 zeigen, würde etwa eine Vertiefung des Zihlkanals den Pegel des Bielersees bei Hochwasser je nach Szenario höchstens um 20 cm senken und am Neuenburgersee wären es bloss wenige Zentimeter. Ähnliche Grössenordnungen gelten für einen Ausbau des Nidau-Büren-Kanals und des weiteren Aarelaufs bis Murgenthal. Allein für den Ausbau des gut 8 km langen Zihlkanals beziffert eine Studie der JGK-Kantone die Kosten auf 200 bis 250 Millionen Franken. Und eine Erweiterung der Abflusskapazitäten im Aare-Teilstück zwischen dem Bielersee und der aargauischen Kantonsgrenze bei Murgenthal käme – laut Schätzungen von Fachleuten – auf mehrere Milliarden Franken zu stehen. Angesichts der bisherigen Schäden im Dreiseenland und entlang der Aare, erscheinen solche Investitionen aus heutiger Sicht als unverhältnismässig.



© AWA Bern

Die Stauseen in der Grimselregion liegen im Quellgebiet der Aare. Das hier zurückgehaltene Wasser macht nur einen kleinen Bruchteil der Gesamtzuflüsse aus dem gesamten Einzugsgebiet der Jurarandseen aus. Deshalb wäre ein möglicher Entlastungseffekt der Gewässer am Jurasüdfuss durch eine gezielte Nutzung dieser alpinen Speicherbecken gering.



© Luftwaffe

Wenn es im Oberland viel regnet, ist auch das Rückhaltevermögen von Briener- und Thunersee (vorne) rasch ausgeschöpft.



© Markus Zeh

Im Einzugsgebiet der Saane lassen sich erhebliche Wassermengen in den beiden Staubecken von Greyerzersee (Bild) und Schiffenensee zurückhalten. Bei lange anhaltenden Zuflüssen hat deren Speicherungsvermögen jedoch – selbst bei einer gezielten Bewirtschaftung – keine markanten Auswirkungen auf die Pegelstände der Jurarandseen.



© AWA Bern

Die beiden Juragewässerkorrekturen sind Jahrhundert-Werke. Ein weiterer Ausbau der Fließgewässer und des Regulierwehrs würde Milliarden von Franken kosten und wäre unverhältnismässig.



© Archiv Susanne Müller

Anpassungen des Regulierreglements

Nicht umsetzen lassen sich auch Wünsche und Forderungen der Seeanlieger, das Regulierreglement sei zu ihren Gunsten zu ändern. Sie widersprechen dem Solidaritätsgedanken der beiden Juragewässerkorrekturen und sind deshalb nicht mehrheitsfähig. Nach dem Hochwasser im August 2007 meldeten Vertreter der damals stark von Schäden entlang der Aare betroffenen Kantone SO und AG übrigens gegenteilige Ansprüche an. Sie verlangten, zum Schutz der Unterlieger sei mehr Wasser in den Juraandseen zurückzuhalten.

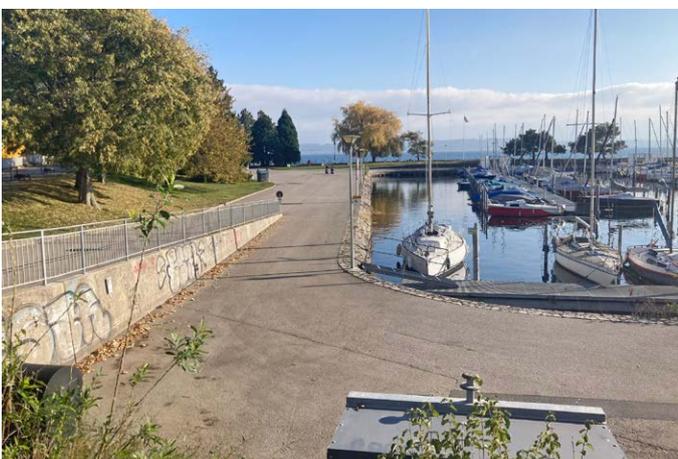
Bessere Vorsorge zur Schadensbegrenzung

Ob Hochwasser eher den Aare-Anrainern oder den Seeanstössern Probleme bereiten, ist in erster Linie eine Frage der Wetterlage und Niederschlagsverteilung. Das heutige System berücksichtigt eine breite Palette potenzieller Ereignisse und basiert auf einem Interessenausgleich. Deshalb ist es nicht möglich, nach jedem Hochwasser Anpassungen vorzunehmen. Vielmehr müssen sich die Anstrengungen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Dreiseenland künftig verstärkt auf eine bessere Vorsorge in den Gefahrengebieten konzentrieren.



© Archiv Susanne Müller

Seit 1878 fliesst die Aare von Aarberg durch den Hagneckkanal in den Bielersee. Anders als während der 2. Juragewässerkorrektur (oben links und rechts) erfolgten die Grab- und Aushubarbeiten im 19. Jahrhundert praktisch ohne Maschinen. Vor allem der Durchstich des 34 Meter mächtigen Seerrückens bei Hagneck (unten) war deshalb eine arbeitstechnische Herausforderung.



© OEDN des Kantons Neuenburg

Der Neuenburger Kleinboothafen bei normalem Wasserstand und bei Hochwasser im Juli 2021. Mit solchen Überschwemmungen ist auch künftig zu rechnen, was in vielen Uferzonen eine bessere Hochwasservorsorge erfordert.



Faktenblatt 6: Die Lehren aus dem Juli-Hochwasser 2021

Es braucht auch an den Seeufern eine bessere Vorsorge

Kantone, Gemeinden und Private müssen sich besser auf künftige Hochwasser an den Jura- randseen und entlang der Aare vorbereiten. Im Sinne eines integralen Risikomanagements sind alle Handlungsmöglichkeiten auszuschöpfen, welche die Verletzlichkeit reduzieren und so Hochwasserschäden vorbeugen.

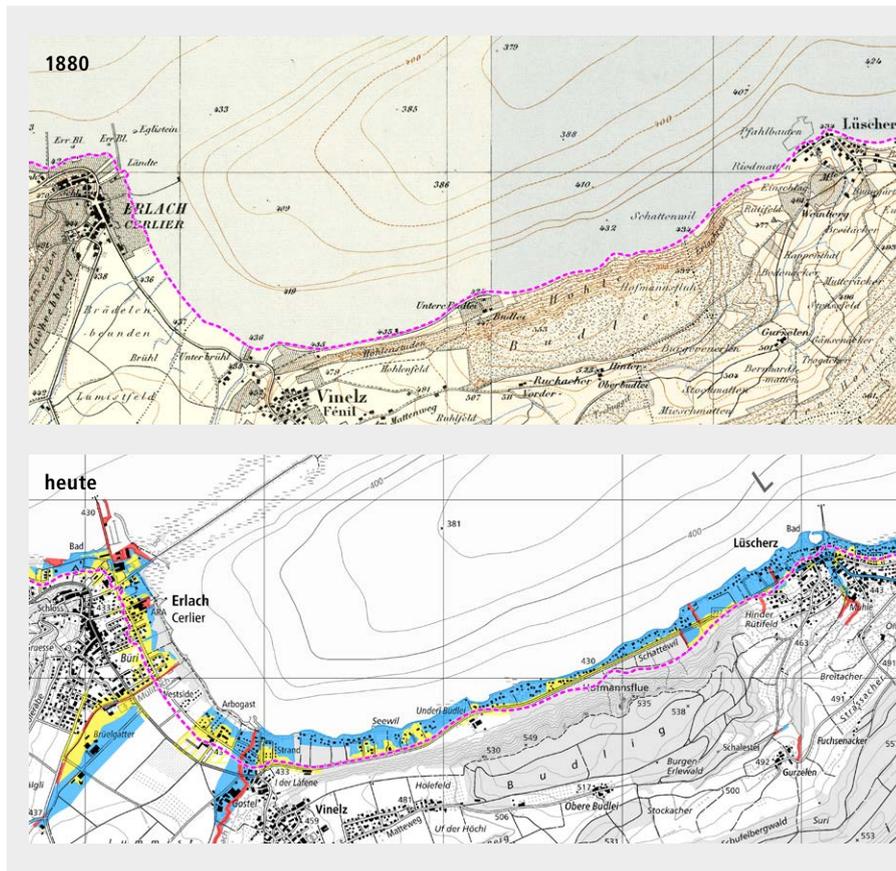
Die markante Absenkung der Wasserstände durch die 1. Juragewässer- korrektur (1868–1891) hat insbesondere an den Flachufeln des Neuenbur- ger- und Bielersees grosse Flächen des ehemaligen Seegrunds freigelegt.

Weil damals noch keine Gefahrenkarten existierten und man sich der Hoch- wasserrisiken zu wenig bewusst war, gab man das früher fast wertlose Uferland vor allem ab den 1930er-Jahren vielerorts zur Bebauung frei. Zuerst entstanden einfache Ferienhäuser, doch in den letzten Jahrzehnten zunehmend auch teurere Villen. Statt die trockengelegten, aber bei Hoch- wasser nach wie vor durch Überschwemmung gefährdeten Gebiete zu meiden, wurden diese zunehmend besiedelt.



© DGE-DIRNA des Kantons Waadt

Kurzfristig organisierter Objektschutz mit Sandsäcken und Plastikfolien für das tief liegende Getränkelager eines ufernahen Restaurants in der Gemeinde Avenches (VD) am Murtensee.



Bielersee: Entwicklung des Siedlungs- gebiets im Uferbereich zwischen Erlach und Lüscherz

Eines von vielen Beispielen an den Jura- randseen für die Überbauung von Gebieten, welche potenziell durch Hochwasser gefährdet sind: Am westlichen Südufer des Bielersees zwischen Erlach (BE) und Lüscherz (BE) befinden sich die vorwiegend im 20. Jahrhundert erbauten Strandhäuser und Villen grösstenteils auf dem ehemaligen Seeboden, den die 1. JGK freigegeben hat. Die Gefahrenkarte unten zeigt ver- breitet eine mittlere Überflutungsgefährdung (blau), was einer zu erwartenden Wasser- tiefe von 0,5 bis 2 Meter entspricht.

Naturgefahrenkarte

- ehbliche Gefährdung
- mittlere Gefährdung
- geringe Gefährdung
- Restgefährdung
- Uferlinie vor erster JGK

Besiedlung der Gefahrengebiete

An den Südufern der Jurarandseen, die auch im Juli 2021 am stärksten von Überflutungen tangiert waren, stehen hunderte von Gebäuden, Campingwagen und Zelten in trockengelegten Ufergebieten. Diese sind erst durch die 1. JGK entstanden, doch handelt es sich dabei nach wie vor um potenzielle Überschwemmungsgebiete.

Nach der 2. JGK vertraute man darauf, dass die Seen dank der erhöhten Durchflusskapazität in den Kanälen kaum mehr ihre früheren Pegelstände erreichen werden. Den Verantwortlichen war allerdings bereits damals bewusst, dass auch die 2. JGK keine absolute Sicherheit vor Überschwemmungen bieten kann.

Aufgrund der hohen Zuflüsse aus der Aare ist der Bielersee am stärksten exponiert. Hier sind die Hochwassergrenzen in den Sommerhalbjahren 2005, 2007, 2015 und 2021 überschritten worden. Und auch am Neuenburgersee war die Lage 2007, 2015 und 2021 kritisch.

Wie die von den Kantonen erstellten Gefahrenkarten aufzeigen, ist in zahlreichen Ufergebieten mit Überschwemmungen zu rechnen (www.bafu.admin.ch/gefahrenkarten). Zudem gehen Fachleute davon aus, dass die Häufigkeit und Intensität von Starkregen als Folge der Klimaerwärmung tendenziell zunehmen werden. Dadurch dürften Hochwasser häufiger auftreten als in früheren Jahrzehnten.

Umsetzung der Gefahrenkarten in der Ortsplanung

Es geht also in erster Linie darum, in Gefahrengebieten keine Neubauten mehr zuzulassen, deren Ausgestaltung mit dem Hochwasserrisiko nicht vereinbar ist. Wo solche Zonen bereits früher überbaut worden sind, braucht es eine Anpassung der Nutzung, Schutzmassnahmen und eine Notfallplanung. In Frage kommen dabei etwa lokale Massnahmen – wie Beaver-Schläuche oder andere mobile oder fixe Barrieren –, die an kritischen Stellen ein Ausufern der Gewässer verhindern können. Doch auch einzelne Gebäude lassen sich durch bauliche Massnahmen und die Verlagerung von gefährdeten Anlagen aus den besonders exponierten Untergeschossen wirksamer schützen.

Dabei gilt es, die Verletzlichkeit gegenüber Hochwasser mit einem integralen Risikomanagement zu reduzieren, indem sämtliche Handlungsmöglichkeiten der Prävention ausgeschöpft werden. Dazu müssen die privaten Grundstückbesitzer, ihre Versicherungen sowie die Standortgemeinden, Kantone und der Bund ihren Teil beitragen.

Die Vorsorge geht alle an

Privateigentümer: Sie sind – unterstützt durch ihre Gebäudeversicherungen – bei gefährdeten Grundstücken für die Umsetzung von Objektschutzmassnahmen verantwortlich.

Gemeinden: In ihre Zuständigkeit – und zum Teil in diejenige der Kantone – fällt die konsequente Berücksichtigung der Gefahrengrundlagen bei der Raumplanung und bei Baubewilligungen. Ihnen obliegt zudem der Schutz der Bevölkerung auf dem Gemeindegebiet und im Ernstfall die Intervention zur Bewältigung von Hochwasserereignissen.

Kantone: Ihnen kommt im Rahmen des integralen Risikomanagements die Aufgabe zu, Gefahrenkarten bereitzustellen oder dafür zu sorgen, dass diese erarbeitet werden. Sie bilden die Führungsorgane und Interventionskräfte im Umgang mit Naturgefahren aus, beraten diese und unterstützen sie. Zudem leiten sie die Warnungen des Bundes an die zuständigen Stellen weiter.



© Beat Jordi

Am Südufer des Bielersees in Ipsach (BE) stehen diese Einfamilienhäuser in einem Überschwemmungsgebiet auf Pfählen. Dadurch kann sich der See bei Hochwasser hier ausbreiten, ohne Gebäudeschäden zu verursachen.



© DGE-DirNA des Kantons Waadt

Die mit Wasser gefüllten Beaver-Schläuche sind bei drohender Hochwassergefahr relativ rasch aufgestellt. Unter der Voraussetzung einer rechtzeitigen Warnung der Wehrdienste bilden sie ein wirksames Mittel, um gewässernahe Liegenschaften vor Ausuferungen und Überflutung zu schützen.



© BAFU

Beispiel einer vorbereiteten und temporären Hochwasserschutzmassnahme im Berner Matte-Quartier: Die in dichte Aluminiumprofile montierten Metallträger halten das Wasser der hochgehenden Aare vom Eingang dieses Wohngebäudes ab.

Bund: Er erstellt und verbreitet die Wetter-, Abfluss- und Hochwasserprognosen. Bei sich anbahnenden überregionalen Naturgefahrenereignissen warnt er die Kantone und stellt der breiten Bevölkerung Informationen über die aktuelle Naturgefahrensituation bereit. Bei drohender grosser Gefahr warnt er auch die Allgemeinheit direkt über Radio, Fernsehen und das Internet.

Erfolge der Prävention

Im August 2005 und 2007 wurden die Kantone SO und AG unvorbereitet von der hochwasserführenden Aare überrascht, was damals erhebliche Überschwemmungsschäden verursachte. Seither hat der Kanton Solothurn die Abflusskapazität des Flusses an kritischen Stellen auf 1000 m³/s bis 1400 m³/s erweitert. Dadurch lässt sich inzwischen mehr Wasser aus Aare und Emme ableiten.

In Erwartung erhöhter Durchflussmengen der Aare haben die Wehrdienste im Kanton Aargau im Juli 2021 an einem besonders kritischen Uferabschnitt in Brugg (AG) auf einer Länge von rund 1000 Metern Beaver-Schläuche aufgestellt. Auch wenn man die beiden Ereignisse in den Jahren 2007 und 2021 nicht direkt vergleichen kann, konnten die Interventionskräfte durch den rechtzeitigen Aufbau grössere Überflutungsschäden verhindern.

Trotz Schutzmassnahmen entlang von Fliessgewässern und Seen gibt es keine absolute Sicherheit vor extremen Wetterereignissen. Doch wenn die verbleibenden Risiken berücksichtigt und organisatorische Massnahmen getroffen werden, kann man die Schäden begrenzen und Personen sowie Sachwerte wirksamer schützen.



Um gefährdete Wohnquartiere im aargauischen Brugg vor der ausufernden Aare zu schützen, haben die Wehrdienste im Juli 2021 erfolgreich Beaver-Schläuche aufgestellt. Das orangefarbene Band verläuft vom linken unteren Rand diagonal zur Bildmitte.

Weiterführende Informationen

Gefahrenkarten



Die Gefahrenkarten für Hochwasser zeigen, wo Siedlungen und Verkehrswege durch Überschwemmungen bedroht sind. Sie geben zudem Auskunft über die zu erwartenden Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten sowie über die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Ereignis eintreten kann.

> www.bafu.admin.ch/gefahrenkarten

Schutz vor Naturgefahren



Gebäude lassen sich mit baulichen, technischen und organisatorischen Massnahmen vor Hochwasser schützen. Die Webseite «Schutz vor Naturgefahren» zeigt wie. Angesprochen sind damit nicht nur Hauseigentümerinnen und Bauherren, sondern auch Fachleute aus den Bereichen Ingenieurwesen, Planung und Architektur. Hinter dem Projekt stehen die wichtigen Akteure im Bereich Gebäudeschutz.

> www.schutz-vor-naturgefahren.ch

Hochwasserwarnungen und Verhaltensempfehlungen



Das Naturgefahrenportal wird von den entsprechenden Fachstellen des Bundes betrieben. Es informiert Bevölkerung, Medien sowie Behörden über die aktuelle Situation und warnt bei drohenden Gefahren. Zudem zeigt die Webseite auf, wie man sich vor, während und nach einem Hochwasser am besten verhalten soll.

> www.naturgefahren.ch

Schutz vor Unwettern



Die Gebäudeversicherung Bern und der Hauseigentümerverband zeigen auf, wie Liegenschaftsbesitzer Hochwasserschäden durch gezielte Vorbereitungen und ein der Gefahr angepasstes Verhalten vermeiden oder vermindern können. Die Webseite erläutert unter anderem auch die typischen Risikofaktoren.

> <https://hausinfo.ch/de/sichern-versichern/schutz-naturgefahren/unwettergewitter/hochwasserschutz.html>

Abflüsse und Wasserstände



Das BAFU informiert mit seinen Hydrodaten über die aktuellen Abflüsse der grösseren Bäche und Flüsse sowie über die Pegelstände der wichtigen Seen. Dazu erhebt es schweizweit Daten von über 340 Gewässer-Messstationen und wertet die Zeitreihen aus. Für rund 40 ausgewählte Standorte stehen zusätzlich Vorhersagen zur Verfügung.

> www.hydrodaten.admin.ch



Ergänzende Angaben liefert die entsprechende Webseite des AWA im Kanton Bern.

> www.bvd.be.ch/de/start/themen/wasser/hydrologische-daten



Weiterführende Publikationen



Regulierung der Jurarandseen – Grundlagen und Vorgehen (AWA Bern, 2012)

> <https://www.bvd.be.ch/de/start/themen/wasser/gewaesserregulierung/jurarandseen.html>



Regulierwehr Port – das Kernstück der Juragewässerkorrektion (AWA Bern, 2013)

> <https://www.bvd.be.ch/de/start/themen/wasser/gewaesserregulierung/juragewaesserkorrektion.html>



Ereignisanalyse Hochwasser August 2007 (BAFU, 2007)

> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/ereignisanalyse-hochwasser-august-2007.html>



Seeregulierung Jurarandseen (BAFU, 2020)

> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/dossiers/seeregulierung/wichtige-seeregulierungen.html>

Impressum

Herausgeber:

Kanton Waadt: Direction générale de l'environnement, Direction des ressources et du patrimoine naturels (DGE-DIRNA)

Kanton Freiburg: Amt für Umwelt (AfU), Sektion Gewässer

Kanton Neuenburg: Service des ponts et chaussées, Office des cours d'eau et dangers naturels (OEDN)

Kanton Bern: Amt für Wasser und Abfall (AWA), Abteilung Gewässerregulierung

Kanton Solothurn: Amt für Umwelt (AfU), Abteilung Wasserbau

Kanton Aargau: Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer (ALG)

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Gefahrenprävention

Beratung und fachliche Begleitung: Philippe Hohl (DGE-DIRNA, VD), Alexandre Fahrni (AfU, FR), Myriam Robert (OEDN, NE), Bernhard Schudel (AWA, BE), Bernhard Wehren (AWA, BE), Katja Schober (AfU, SO), Markus Zumsteg (ALG, AG), Andreas Inderwildi (BAFU), Gian Reto Bezzola (BAFU); **Konzept und Redaktion:** Beat Jordi, Journalist BR, Biel; **Grafik und Layout:** Oliver Salchli, Grafikatelier, Biel