

Alpine Mehrzweckspeicher zur Minderung von Wasserknappheit im Sommer

Elke KELLNER

Einführung

Die Schweiz wird oft als «Wasserschloss Europas» bezeichnet, weil sich hier die Quellen der grossen Flüsse Europas befinden¹. Die Rhone fliesst in das westliche Mittelmeer, der Rhein in die Nordsee, der Tessin (Po) in die Adria und der Inn (Donau) ins Schwarze Meer. Das Wasser dieser Flüsse wird für vielfältige Zwecke wie Bewässerung, Wasserkraftproduktion, Trink- und Industrierwasserversorgung, Tourismus, Ökologie und thermische Kühlung benötigt. Im Sommer ist der Wasserbedarf in Europa besonders hoch, da mehr Wasser für die Bewässerung und Kühlung verwendet wird². Aus hydrologischer Sicht sind die grossen Flüsse alpin geprägt. Dank der Schnee- und Gletscherschmelze führen sie genau dann viel Wasser, wenn der Wasserbedarf sehr hoch ist³. Diese Abflussspitzen sind stark beeinflusst durch die Speicherkapazität eines Einzugsgebietes, wie Schnee und Gletscher, aber auch durch den Boden, das Grundwasser sowie natürliche und künstliche Seen⁴. Infolge des Klimawandels und damit einhergehenden Temperaturerhöhungen werden die beiden natürlichen Speicher Schnee und Gletscher in Zukunft aufgrund des Gletscherrückgangs und einer Verringerung der Schneedecke an Bedeutung verlieren⁵. So beträgt beispielsweise der Anteil des Wassers, welcher der Schneedecke entstammt, beim Rhein in Basel heute rund 40% und wird gegen Ende des Jahrhunderts auf 20-25% zurückgehen⁶. Es wird daher erwartet, dass die Abflüsse im Winter und Frühjahr zunehmen, aber im Sommer und Herbst

- 1 MOUNTAIN AGENDA, *Mountains of the World. Water Towers for the 21st Century*, Bern, 1998; Daniel VIVIROLI *et al.*, «Mountains of the world, water towers for humanity. Typology, mapping, and global significance», in *Water Resources Research*, 43 (2007), W07447.
- 2 Manuela I. BRUNNER *et al.*, «Present and future water scarcity in Switzerland. Potential for alleviation through reservoirs and lakes», in *Science of the Total Environment*, 666 (2019), S. 1033-1047.
- 3 Matthias HUSS, «Present and future contribution of glacier storage change to runoff from macroscale drainage basins in Europe», in *Water Resources Research*, 47 (2011), S. 469; Michal JENICEK, Jan SEIBERT, Maria STAUDINGER, «Modeling of future changes in seasonal snowpack and impacts on summer low flows in alpine catchments», in *Water Resources Research*, 54 (2018), S. 538-556.
- 4 Anne F. VAN LOON, «Hydrological drought explained», in *WIREs Water* 2 (2015), S. 359-392.
- 5 Daniel FARINOTTI, Alberto PISTOCCHI, Matthias HUSS, «From dwindling ice to headwater lakes. Could dams replace glaciers in the European Alps?», in *Environmental Research Letters*, 11 (2016), S. 54022; Christoph MARTY, Anna-Maria TILG, Tobias JONAS, «Recent evidence of large-scale receding snow water equivalents in the European Alps», in *Journal of Hydrometeorology*, 18 (2017), S. 1021-1031; Martin BENISTON *et al.*, «The European mountain cryosphere. A review of its current state, trends, and future challenges», in *The Cryosphere*, 12 (2018), S. 759-794.
- 6 BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer*. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro), Bern, 2012 (Umwelt-Wissen Nr. 1217).

zurückgehen, während die Jahresabflussmenge relativ stabil bleiben wird⁷. Diese Veränderungen in der saisonalen Wasserverfügbarkeit kann zu saisonalen und lokalen Wasserknappheiten führen⁸, wie die Trockenjahre 2003, 2015 und 2018 in der Schweiz gezeigt haben.

Der Hitzesommer 2003 wurde von der Bevölkerung mehrheitlich noch als Ausreisser wahrgenommen. Der Sommer 2015 war dann nach 2003 der zweitwärmste Sommer seit Beginn der Messungen im Jahr 1864. Er war geprägt durch niedrige Pegelstände und geringe Abflussmengen in den Gewässern, starke Gletscherschmelze und eine rekordhohe Erwärmung von Permafrostböden. Das Sommerhalbjahr 2018 (April bis September) war dann nach denjenigen von 2003 und 2015 der wärmste Sommer in der Schweiz seit Messbeginn. Die hohen Temperaturen waren von einer aussergewöhnlichen Trockenheit begleitet, die an einigen Messstationen in der Ostschweiz zu einem Jahrhundertereignis führte. Viele Fischarten litten unter den hohen Wassertemperaturen, und im Rhein kam es trotz eingeleiteten Sofortmassnahmen im August zu einem Fischsterben. Die Rheinschifffahrt musste aufgrund der tiefen Wasserstände reduziert werden. Aufgrund der Trockenheit verfärbten sich die Laubbäume bereits im Juli und die Waldbrandgefahr war in der ganzen Schweiz gross. In der Landwirtschaft verursachte die Trockenheit Ernteaussfälle bei Gras und Futtermitteln. Auf vielen Alpen wurde das Wasser knapp, und Helikopter stellten die Wasserversorgung sicher⁹.

Der Kanton Wallis befand sich ab Juni 2018 in einer extremen lokalen Trockenheit. Historisch gesehen war es auch im Wallis der trockenste Sommer seit mehr als 100 Jahren. Deshalb mussten einige Walliser Gemeinden lokale Massnahmen zur Begrenzung des Trinkwasserverbrauchs veranlassen. Die Bodenfeuchte war aufgrund der geringen Niederschläge unzureichend¹⁰. Der Rhonegletscher schmolz stark, obwohl im vorausgegangenen Winter viel Schnee gefallen war und das Gletscherende mit Planen abgedeckt wurde.

Diese Situationen stellen neue Herausforderungen für die Wasserwirtschaft dar, da Landwirtschaft und Wasserkraftproduktion direkt von alpinen Einzugsgebieten abhängen und sich an die Veränderungen der Wasserverfügbarkeit anpassen müssen¹¹. Mit der abnehmenden Bedeutung der natürlichen Speicher Schnee und Gletscher nimmt der Stellenwert von Speichern zur Gewährleistung der Wasserverfügbarkeit und des Trockenheitsmanagements zu¹². Speicher können ein Wasserdefizit

⁷ Luzi BERNHARD, Massimiliano ZAPPA, *Schlussbericht CCHydrologie. Teilprojekt WHH-CH-Hydro. Natürlicher Wasserhaushalt der Schweiz und ihrer bedeutendsten Grosseinzugsgebiete*, Bern, 2012; Nans ADDOR *et al.*, «Robust changes and sources of uncertainty in the projected hydrological regimes of Swiss catchments», in *Water Resources Research*, 50 (2014), S. 7541-7562.

⁸ Rolf WEINGARTNER *et al.*, *MontanAqua. Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit und globalem Wandel. Wasserbewirtschaftungsoptionen für die Region Crans-Montana-Sierre im Wallis*, Bern, [s. d.].

⁹ BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Hitze und Trockenheit im Sommer 2015. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt*, Bern, 2016 (Umwelt-Zustand Nr. 1629); BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt*, Bern, 2019 (Umwelt-Zustand Nr. 1909).

¹⁰ <https://www.vs.ch/de/web/communication/detail?groupId=529400&articleId=4276135> [Zugänglich am 10. Oktober 2020].

¹¹ BENISTON *et al.*, «The European mountain cryosphere».

¹² Nima EHSANI *et al.*, «Reservoir operations under climate change. Storage capacity options to mitigate risk», in *Journal of Hydrology*, 555 (2017), S. 435-446.

in Trockenzeiten reduzieren, indem sie Wasser in regenreichen (Winter-)Perioden zwischenspeichern¹³. Hierzu können neue künstliche Speicher, die Umnutzung bestehender künstlicher Speicher, aber auch natürliche Seen einen Beitrag leisten. Sowohl in der nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel¹⁴ als auch in kantonalen Strategien ist festgehalten, dass Umnutzungen von bestehenden Speichern in Mehrzweckspeicher zu prüfen sind. Trotz dieser Massnahmen scheinen Mehrzweckspeicher in der Schweiz derzeit schwer umsetzbar zu sein.

Das vorliegende Buchkapitel stellt die verschiedenen Optionen von Wasserspeichern, auch in Kombination mit der Regulierung des Abflusses, zur Minderung von Wasserknappheit dar. Es wird hierbei auf die Herausforderungen bei der Nutzung von bestehenden Seen im Mittelland, von neuen Bewässerungsspeichern sowie auf die Mehrfachnutzung von existierenden und den Bau von neuen Speichern in alpinen Regionen vertieft eingegangen. Die dargestellten Ergebnisse basieren auf verschiedenen Forschungsprojekten der Autorin. Die Projekte beruhen auf einem qualitativen Forschungsdesign. Die Datenerhebung umfasste halbstrukturierte persönliche Interviews, bei denen alle wichtigen Akteure befragt wurden, insbesondere nationale und kantonale Behörden, Wasserkraftunternehmen, LandwirtInnen, Umweltschutz-Verbände und die jeweilige lokale Bevölkerung. Diese Experteninterviews lieferten detaillierte Informationen über spezifische Interessen der Ressourcen-Nutzung, politische Strategien und ein vertieftes Verständnis der Prozesse zur Erarbeitung und Beurteilung von Konzessionen. Weitere Informationsquellen waren Exkursionen, teilnehmende Beobachtung von Sitzungen, Dokumentenanalyse von rechtlichen Grundlagen (wie Gesetze, Verordnungen, Konzessionen, nationale, kantonale und regionale Strategien, Gerichts-Urteile) und die Analyse von Berichten (einschliesslich Berichten von Behörden und NGOs, Zeitungsartikel). Die Datenanalyse erfolgte nach den allgemeinen Prinzipien der qualitativen Inhaltsanalyse.

Speichermöglichkeiten

Nutzung bestehender Seen im Mittelland

Seen sind nicht nur bereichernde Landschaftselemente, sondern auch bedeutende Wasserspeicher (Abb. 1). Unter natürlichen Bedingungen unterliegen deren Pegelstände grossen Schwankungen. Von den Schweizer Seen mit einer Seefläche von mehr als 20 Quadratkilometern werden alle bis auf den Bodensee und den Walensee hinsichtlich Seestand und -ausfluss reguliert. Dazu werden verschiedene Wehrtypen eingesetzt. Grössere Regulierwehre sind oft auch kombiniert mit Wasserkraftwerken für die Stromproduktion oder mit Schleusen für die Schifffahrt.

¹³ Niko WANDERS; Yoshihide WADA, «Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought», in *Journal of Hydrology*, 526 (2015), S. 208-220.

¹⁴ BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder*, Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012, Bern, 2012; BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2020-2025*, Bern, 2020.

Seeregulierungen erfolgen nicht willkürlich; verbindliche Reglemente definieren für jeden Tag im Jahr und für jeden möglichen Seestand einen bestimmten Sollabfluss. Dadurch wird ein Gleichgewicht zwischen den Seezuflüssen und dem Seeausfluss erzielt und ein gleichmässiger Abfluss im Unterlauf sichergestellt, der den Interessen von Seeanstössern und Unterliegern bzw. den Bedürfnissen von Natur, Schifffahrt oder Energiegewinnung am besten Rechnung trägt. Wenn bei heftigen Niederschlägen oder während einer intensiven Schneeschmelze aussergewöhnlich grosse Seezuflüsse zu erwarten sind, kann durch eine vorausschauende Regulierung der See abgesenkt werden. Dies schafft zusätzliches Rückhaltevolumen und mindert die Hochwasserbedrohung. Die Erfahrungen aus den Hochwassern von 1999, 2005 und 2007 zeigten, dass nicht erst bei steigenden Pegelständen, sondern bereits im Vorfeld solcher Ereignisse reagiert werden sollte, indem der Seepegel gesenkt wird. Durch die trockenen Sommer von 2003, 2015 und 2018 wurden auch für den gegenteiligen Fall Erfahrungen gesammelt. Hierbei ging es einerseits um das Aufrechterhalten des Seepegels trotz reduziertem Zufluss, aber gleichzeitig auch um genügende Abflussmengen für die unterliegenden Gewässer. Durch eine entsprechende Regulierung können Seen somit einen Beitrag zur Minderung von Wasserknappheit leisten, wobei die Regulierung Nutzungsinteressen am See und am Abfluss berücksichtigen muss. Ein solches Trockenheitsmanagement ist bisher weniger detailliert geregelt als das Hochwassermanagement, wird aber zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt aufgebaut. Gezielte Abfluss-Regulierungen für Wasserentnahmen im Unterlauf sind in der Schweiz bisher noch nicht üblich.



Abb. 1. Bielersee, Kanton Bern.

(Foto: Urs Wehrli).

Da die Regulierung der Seestände und der Seeausflüsse nicht allen Ansprüchen jederzeit und gleichermassen gerecht werden kann, müssen Kompromisse eingegangen werden. Die Entwicklung der jeweiligen Regulierreglemente erfolgte partizipativ und es wurde versucht, den unterschiedlichen Nutzungs-Interessen bezüglich optimaler Seestände bestmöglich gerecht zu werden. Trotzdem entstehen immer wieder Interessenskonflikte: beispielsweise wäre für Flora und Fauna insbesondere im Frühjahr ein natürliches, unreguliertes Pegelregime günstig. In dieser Jahreszeit müssen aber die Pegelstände mancher Seen tief gehalten werden, um das Schmelzwasser aufnehmen zu können. Im Winter benötigt die See-Schifffahrt genügend hohe Seestände, während die Pflege seenaher Riedflächen im Herbst und Winter tiefe Wasserstände erfordert. Hingegen wären sowohl für die Landwirtschaft als auch für die unterliegenden Wasserkraftwerke eher ausgeglichene, konstante Verhältnisse vorteilhaft. So ergeben sich widersprechende Schutz- und Nutzungsinteressen sowie Zielkonflikte zwischen Anwohnenden am See und am Unterlauf.

Zuständig für die Regulierung der Seen, die Überwachung der Reguliersysteme und die Festlegung der saisonalen Eckwerte sind die Kantone. Dort, wo mehrere Kantone von einer Seeregulierung betroffen sind, bestehen interkantonale Vereinbarungen. Zudem hat der Bund beim Zürichsee und bei den Jura-Randseen ein Mitspracherecht in Notsituationen.

Das Wasser in Seen wird schon heute für die Gewinnung von Trinkwasser und zur Bewässerung eingesetzt. Zusätzliche oder vermehrte Nutzungen zur Minderung von Wasserknappheit würden eine Anpassung des Seereglements erfordern. Dies sind langwierige und kostspielige Prozesse, bei denen das Reglement mit allen Akteuren neu ausgehandelt und eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden müsste. Wenn Trockenjahre in Zukunft häufiger vorkommen, sollte aber der Einbezug von natürlichen Seen zur Bewältigung von Wasserknappheiten berücksichtigt werden.

Neubau von Bewässerungsteichen

Trotz des Abschmelzens der Gletscher und somit eines teilweise erhöhten Abflusses wurden in Hitzesommern wie 2003, 2015 und 2018 Einschränkungen oder Verbote bezüglich Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern oder Grundwasser verfügt. Diese führten teilweise zu Konflikten zwischen den kantonalen Behörden und der Landwirtschaft¹⁵. Genau in diesen Trockenzeiten wird Bewässerungswasser für die Landwirtschaft und Freizeitaktivitäten (z.B. Golfplätze) besonders benötigt. Der Bewässerungsdruck wird jedoch auch durch eine intensivere Anbauweise erhöht. Im Vertragsanbau für Konservengemüse wird die Möglichkeit zur Bewässerung vom Abnehmer vertraglich verlangt.

Als Reaktion darauf kann man in den letzten Jahren eine Zunahme an Bewässerungsteichen beobachten. In letzteren wird Wasser aus Oberflächen- oder

¹⁵ BUWAL, BWG, METEOSCHWEIZ, *Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf die Gewässer*, Bern, 2004; BUNDESAMT FÜR UMWELT, *Hitze und Trockenheit im Sommer 2015*.

Niederschlagswasser gespeichert. Bei deren Bau wird meist die Aushuberde als Damm rund um den Teich aufgeschüttet, wodurch das Volumen des Teichs erhöht wird. Dies bedeutet aber gleichzeitig einen landschaftlichen Eingriff (Abb. 2). Der Boden ist meist mit Folie ausgelegt und der Teich aus Sicherheitsgründen eingezäunt. Golfplätze haben oftmals eigene Bewässerungsteiche, die Teil der Anlage sind.



Abb. 2. Bewässerungsteich Seeland, Kanton Bern.

(Foto: Elke Kellner).

Im Wallis baut man Bewässerungsteiche im Gegensatz zu anderen Gebieten der Schweiz schon seit längerer Zeit. Sie werden auch in höheren Lagen gebaut, um Rebflächen mit genügend Wasser zu versorgen (Abb. 3).

Herausforderungen im Zusammenhang mit solchen Bewässerungsteichen zeigen sich erstens in Landnutzungskonflikten und zweitens in zu kleinen Volumina. Bewässerungsteiche werden insbesondere in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen benötigt, in denen die LandwirtInnen ihr Land nicht für einen Teich umnutzen und landwirtschaftliche Ertragseinbussen in Kauf nehmen möchten. Gleichzeitig würde ein Teich den Ertrag auf den anderen Flächen aber erhöhen. Ausserdem führt dies zu Zielkonflikten mit dem gesetzlich geregelten Erhalt von Fruchtfolgeflächen (Sachplan Fruchtfolgeflächen). So sind häufig kleine Bewässerungsteiche zu beobachten, die zwar wenig Land in Anspruch nehmen, aber auch nur kleine Volumina aufweisen und somit für lang andauernde Trockenperioden nicht ausreichend Wasser enthalten. Dieser Zielkonflikt wird zunehmend so gelöst,

dass Oberflächenwasser aus grossen Flüssen direkt zu den landwirtschaftlichen Flächen über Wasserleitungen gepumpt wird, was im nächsten Kapitel genauer beschrieben wird.



Abb. 3. Bewässerungsteich in Miège, Kanton Wallis.

(Foto : Michael Beyrer).

Speicher-Fluss-Kaskade

Wie im vorausgehenden Kapitel beschrieben, werden aufgrund zunehmender Einschränkungen oder Verboten von Wasserentnahmen aus kleinen Oberflächengewässern oder Grundwasser in Trockenperioden Bewässerungsteiche gebaut. Diese führen jedoch zu Landnutzungskonflikten und weisen zu kleine Volumina für längere Trockenperioden auf. Als Folge dieses Zielkonflikts kann man zunehmend eine neue Lösung in der Schweiz beobachten. Statt Wasser aus kleineren, von Trockenperioden stark belasteten Oberflächengewässern zu entnehmen, werden lange Leitungen von grösseren Oberflächengewässern bis zu den landwirtschaftlichen Flächen gebaut.

Ein Beispiel dafür ist das Furttal im Kanton Zürich. Es ist eine landwirtschaftlich intensiv genutzte Region, die gemäss dem regionalen Richtplan zur Versorgung des Agglomerationsgebiets der Stadt Zürich mit Frischprodukten dient. Landwirtschaftsbetriebe sowie der Golfplatz Otelfingen benötigen Bewässerungswasser. Das Bewässerungswasser wurde bisher hauptsächlich aus dem Furtbach und seinen Seitenbächen, von oberflächennahem Grundwasser, Trinkwasser sowie von Quellwasser aus den Talflanken entnommen¹⁶. Manche landwirtschaftlichen Betriebe

¹⁶ BAUDIREKTION KANTON ZÜRICH, *Wasserentnahmen im Furttal. Sicherung ausreichender Restwassermengen und Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität*, Zürich, 2008.

besitzen auch kleine Bewässerungsteiche. Da insbesondere in trockenen Sommern der Abfluss des Furtbachs unter kritische Werte absank, wollte das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) die vorhandenen Konzessionen zum Schutz der Wasserqualität des Furtbachs und zur Sicherstellung eines ausreichenden Abflusses neu regeln. Im Jahr 2014 wurde daher die Bewässerungsgenossenschaft Furttal (BGF) gegründet und ein neues Projekt gestartet.

Bei diesem Projekt wird das Wasser aus der Limmat bei Oetwil mit einem Pumpwerk in einen Hochspeicher auf den Hüttikerberg gefördert und von dort im freien Gefälle ins Bewässerungsnetz eingespeist. Der Speicher weist jedoch nur ein Volumen von 500 m³ auf, da er rein als Ausgleichsspeicher zur Stabilisierung des Netzes dient.

Diese Lösung setzt jedoch voraus, dass der Fluss, aus dem das Wasser entnommen wird, vor allem in Trockenzeiten genügend Abfluss aufweist, was aufgrund der heutigen Klimaszenarien für die Schweiz nicht erwartet werden kann¹⁷. Flüsse haben in der Schweiz jedoch unter Umständen oberliegend einen Mittellandsee, wie den Zürichsee im Fall der Limmat, oder alpine Speicher. Diese müssten entsprechend so reguliert werden, dass sie auch unterliegende Nutzungen berücksichtigen. Auf die Nutzung von alpinen Speichern zur Minderung von Wasserknappheit wird in den nächsten beiden Kapiteln eingegangen.

¹⁷ NATIONAL CENTRE FOR CLIMATE SERVICES NCCS, *CH2018 - Climate scenarios for Switzerland*, Zürich, 2018.

Nutzung bestehender alpiner Speicher zur Minderung von Wasserknappheit in unterliegenden Gebieten

Alpine Wasserspeicher können in unterliegenden Gebieten Wasserknappheit mindern, falls die Gebiete über einen natürlichen Wasserlauf miteinander verbunden sind. Der Abfluss aus einzelnen Speichern kann sich wesentlich auf den Abfluss des unterliegenden Flusses auswirken, in den das Speicherwasser fliesst. Brunner *et al.* (2019)¹⁸ haben in ihren Studien den Beitrag aus den Speichern Mauvoisin, Grande Dixence (Abb. 4) und Mattmark zum Abfluss in der Rhone bei normalen und extremen Bedingungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl unter heutigen wie unter zukünftigen Bedingungen regional entstehende Wasserknappheit an der Rhone über gespeichertes Wasser in oberliegenden Gebieten gedeckt werden könnte.

Bei einer solchen Mehrzwecknutzung alpiner Speicher stellen sich jedoch einige Herausforderungen. Die Nutzung eines alpinen Speichers unterliegt einer Konzession. Dies ist ein Eigentumsrecht, das an festgelegte Nutzungen und eine Nutzungsdauer gebunden ist, während welcher die Nutzungen nicht verändert werden



Abb. 4. Grande Dixence, Kanton Wallis.

(Foto: Elke Kellner).

¹⁸ Manuela I. BRUNNER *et al.*, *Hydro-CH2018 Wasserspeicher. Welchen Beitrag leisten Mehrzweckspeicher zur Verminderung zukünftiger Wasserknappheit?*, Bern, 2019.

können. Konzessionen von Wasserkraftspeichern haben meist eine Dauer von 80 Jahren. Die Konzessionen zu den drei oben genannten Speichern im Wallis laufen jedoch mittelfristig aus: Mauvoisin im Jahr 2041, Grande Dixence 2044 und Mattmark 2045.

Im Fall einer Neukonzessionierung könnte man neue Wassernutzungen der Speicher verhandeln. Für die in den nächsten Jahrzehnten anstehenden Heimfälle der grossen Wasserkraftanlagen im Wallis hat das Departement für Volkswirtschaft, Energie und Raumentwicklung (DVER) ein Modell für zukünftige Wasserrechtskonzessionen entwickelt¹⁹. Die im Kanton Wallis vorhandenen Produktionskapazitäten aus Wasserkraft befinden sich derzeit hauptsächlich im Besitz von ausserkantonalen Akteuren, nur rund 20% sind in Walliser Hand. Mit den Heimfällen besteht die Möglichkeit, die Versorgungssicherheit sowie die Wertschöpfung aus der Wasserkraft gegenüber heute zu steigern, was im Interesse der Walliser Volkswirtschaft sein dürfte. Hierfür müssen die gesetzlichen Grundlagen angepasst werden. Mit dem Modell wird die Möglichkeit geschaffen, dass sich einerseits immer mindestens 60% der Produktionskapazitäten in Walliser Händen befinden und andererseits die Konzessionsgemeinden zu 70% über die Anlagen verfügen können. Dieses Modell würde somit die Aushandlung von neuen Nutzungsansprüchen an die Wasserspeicher ermöglichen.

Hierbei können aber auch Nutzungskonflikte entstehen, da sich einige Wassernutzungen zeitlich konkurrenzieren. Wasserkraft ist zwar keine konsumtive Nutzung, das Wasser wird aber überwiegend im Winter turbinert, wenn profitable Strompreise erzielt werden können. Dies fällt zeitlich nicht zusammen mit dem Wasserbedarf in unterliegenden Gebieten. Diese zeitlichen Konflikte erschweren die Koordination der verschiedenen Wassernutzungen. Eine weitere Herausforderung stellt der Wassertransfer über teilweise grosse Distanzen dar.

¹⁹ KANTON WALLIS, *Strategie Wasserkraft Kanton Wallis*, Medienmitteilung, Sitten, 2015.

Neubau von alpinen Speichern

Die meisten potenziellen Standorte für grosse Speicher im Alpenraum sind bereits genutzt und für den Bau eines neuen Speichers müsste man in schutzbedürftige Gebiete vordringen, wie beispielsweise in glaziale Hochgebirgslandschaften. Die Nutzung von neu entstehenden Seen in Gletschervorfeldern ist hierbei eine Option, wie das Trift-Projekt im Kanton Bern zeigt (Abb. 5). Eine Besonderheit an diesem Standort ist jedoch, dass das Projektgebiet (noch) keinen Schutzstatus hat und nicht gut einsehbar ist. Andere potenzielle Standorte in glazialen Gebieten wie beispielsweise beim Aletsch-, Gorner-, Grindelwald-, Hüfi-, Rhone- oder Rosegletscher haben einen Schutzstatus²⁰. Der Bau von Speichern in solchen Gebieten würde eventuell auf wenig Akzeptanz stossen aufgrund der Auswirkungen auf Natur, Biodiversität und Landschaft²¹. Beim Neubau eines Speichers können sich vielfältige Herausforderungen ergeben, die im Folgenden aufgezeigt werden.



Abb. 5. Triftgebiet des neuen Speichers, Kanton Bern.

(Foto : Elke Kellner).

²⁰ Daniel EHRBAR *et al.*, «Hydropower potential in the periglacial environment of Switzerland under climate change», in *Sustainability*, 10 (2018), S. 2794.

²¹ Elke KELLNER, «Social acceptance of a multi-purpose reservoir in a recently deglaciated landscape in the Swiss Alps», in *Sustainability* 11 (2019), S. 3819.

Herausforderungen bei der Umsetzung von Speichermöglichkeiten

Koordinationschwierigkeiten

Unterschiedliche Akteure erheben verschiedene Ansprüche an die Nutzung des Wassers aus Speichern, die zu Konflikten führen können. Beim Neubau von Speichern beziehen sich Ansprüche jedoch nicht nur auf die Ressource Wasser, sondern auch auf weitere Ressourcen wie Landnutzung, landschaftlich reizvolle oder historische Gebiete oder auf Ökosystemdienstleistungen (wie Gewässer, Fische, Natur und Biodiversität)²². Einige Nutzungen benötigen Ausgleichmassnahmen im gleichen Einzugsgebiet wie die Renaturierung von Flussabschnitten, die wiederum zu Nutzungskonflikten mit der lokalen Bevölkerung führen können.

Die genannten Ressourcen-Ansprüche konkurrenzieren sich grösstenteils, und die Koordination der verschiedenen Nutzungen ist aufgrund verschiedener Faktoren, die im Folgenden beschrieben werden, erschwert.

Inkohärente Regulierungen der Ressourcen-Nutzungen

Nationale, kantonale und kommunale Gesetzgebungen sowie Eigentumsrechte (Konzessionen, Wasser-Rechte, Verträge, Konventionen, etc.), welche die Nutzung von Wasser und den Bau von Wasserspeichern regeln, nahmen im Laufe des 20. Jahrhunderts stark zu. Somit ist die Anzahl der Regulierungen zwar hoch, aber die Kohärenz gering, da Nutzungs- und Schutzstrategien weitgehend unkoordiniert und sektoriell entwickelt wurden. Dadurch sind Nutzungs- und Schutzregulierungen entstanden, die sich teilweise widersprechen²³. Typischerweise bieten solche inkohärenten Ressourcen-Regulierungen widersprüchliche Anreize. Dadurch können Akteure mit unterschiedlichen Nutzungsinteressen unterschiedliche formale Regeln auf verschiedenen Governance-Ebenen oder in verschiedenen Politikbereichen aktivieren, um ihre speziellen Nutzungsinteressen zu verteidigen. Diese Situation verstärkt den Konflikt um die Ressourcen-Nutzung bei der Implementierung von Mehrzweckspeichern und erschwert die Koordination der verschiedenen Ansprüche.

Machtverhältnisse / sektorale wirtschaftliche Interessen

Ein Ungleichgewicht in den Machtverhältnissen zwischen verschiedenen Sektoren wie Wasserkraft, Landwirtschaft und Umwelt kann die Koordination der Mehrfachnutzung eines Speichers erschweren. Dass die wirtschaftlichen Interessen

²² Elke KELLNER, Christoph OBERLACK, Jean-David GERBER, «Polycentric governance compensates for incoherence of resource regimes. The case of water uses under climate change in Oberhasli, Switzerland», in *Environmental Science and Policy*, 100 (2019), S. 126-135.

²³ KELLNER *et al.*, «Polycentric governance compensates for incoherence of resource regimes».

bezüglich der Wasserkraftproduktion mehrheitlich überwiegen, zeigt sich im Vollzug der gesetzlichen Restwassermengen, die teilweise nicht durchgesetzt werden. Erfahrungen mit Naturschutzkonflikten führten jedoch dazu, dass heute meist Naturschutz-Verbände von Anfang an in die Festlegung von Restwassermengen und Ausgleichsmassnahmen einbezogen werden. Im Gegensatz dazu wird das Management von Speichern für Trockenheit im Unterlauf, welches sozioökonomische Auswirkungen auf den Agrarsektor haben kann, bisher noch nicht berücksichtigt. Vertreter von flussabwärts betroffenen Akteuren, wie z.B. Bauernverbände, werden nicht in Partizipationsprozesse eingebunden und haben auch kein Einspracherecht. Diese sektoralen Machtverhältnisse und wirtschaftlichen Interessen erschweren eine Koordination verschiedener Ressourcen-Ansprüche und somit eine Einigung für die Mehrfachnutzung eines Speichers.

Datengrundlage

Eine breit abgestützte Datengrundlage ist für die Planung und Bewirtschaftung eines Mehrzweckspeichers unerlässlich. Für die Betreibung eines reinen Wasserkraftspeichers ist die Erstellung einer guten Datengrundlage ein Standard-Prozess geworden. Eine umfangreiche Management-Studie für den Betrieb eines Mehrzweckspeichers, wie es in anderen Ländern üblich ist²⁴, wurde für Schweizer Speicher wie beispielsweise das Trift-Projekt noch nie erstellt. Bei einer solchen Studie müssten sowohl zukünftige Klimaszenarien als auch die betroffenen unterliegenden Einzugsgebiete mit allen Nutzungs-Ansprüchen miteinbezogen werden. Die Datenerarbeitung müsste frei von sektoralen oder wirtschaftlichen Interessen erfolgen. Erst mit einer solchen Datengrundlage, welche die hydrologischen, finanziellen und ökologischen Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen eines Mehrzweckspeichers aufzeigt, können neue Speicherprojekte geplant und partizipative Prozesse durchgeführt werden.

Zielkonflikte bei der nachhaltigen Entwicklung

Abhängig von den Nutzungen, die ein Mehrzweckspeicher erfüllt, entstehen Zielkonflikte bezüglich der global vereinbarten 17 Sustainable Development Goals (SDGs), die auch die Schweiz mit ihrer Strategie Nachhaltige Entwicklung²⁵

²⁴ Ming-Yen TU, Nien-Sheng HSU, William W.-G. YEH, «Optimization of reservoir management and operation with hedging rules», in *Journal of Water Resources Planning and Management*, 129 (2003), S. 86-97; Xinyu WU *et al.*, «Centralized versus distributed cooperative operating rules for multiple cascaded hydropower reservoirs», in *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142 (2016), S. 5016008; Bradley UDALL, Jonathan OVERPECK, «The twenty-first century Colorado River hot drought and implications for the future», in *Water Resources Research*, 53 (2017), S. 2404-2418; Kevin G. WHEELER *et al.*, «Exploring cooperative transboundary river management strategies for the Eastern Nile Basin», in *Water Resources Research*, 54 (2018), S. 9224-9254.

²⁵ SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT, *Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016-2019*, Bern, 2016.

erfüllen möchte. So erzeugt beispielsweise ein Mehrzweckspeicher mit Nutzungen zum Trockenheits-Management, zur Wasserkraftproduktion und zur Bewässerung nur wenige Zielkonflikte. Der Speicher überflutet zwar ein Ökosystem am Projektstandort (SDG 15), unterstützt aber auch die Produktion von erneuerbarer Energie (SDG 7) und fördert Wirtschaftswachstum (SDG 8). Diese Zielkonflikte verschärfen sich, wenn der Neubau eines Speichers ein geschütztes Moor überschwemmen würde, ein kürzlich entgletschertes Gebiet mit Potential für Sukzessions-Prozesse oder mit historisch wertvollen Geotopen. Im Gegensatz dazu trägt ein Speicher ohne Trockenheits-Management zwar auch zu erneuerbarer Energie (SDG 7) und Wirtschaftswachstum (SDG 8) bei, reduziert aber verschiedene Dimensionen des Lebens an Land (SDG 15), nicht nur im Projektgebiet, sondern auch in stromabwärts gelegenen Ökosystemen. Insbesondere für die Naturschutzverbände, die eine umfassende nachhaltige Entwicklung unterstützen, stellen diese Zielkonflikte eine Herausforderung bei der Aushandlung eines Konzessions-Vorschlages für ein neues Speicher-Projekt dar. Staatliche Stellen sind auch angehalten diese zu berücksichtigen. Diese Zielkonflikte erschweren die Koordination verschiedener Ressourcen-Nutzungen.

Aktuelle politische Konstellationen

Eine aktuelle politische Situation wie ein bevorstehender Urnengang kann die Entscheidungsfindung bei der Planung eines Mehrzweckspeichers stark beeinflussen. Das Trift-Projekt hat gezeigt, dass die damals bevorstehende Volksabstimmung über die Schweizer Energiestrategie 2050 ein übergreifendes Ziel für alle Akteure des Partizipationsprozesses war, welches einen wichtigsten Einfluss auf die Entscheidung hatte. Die Naturschutzverbände setzen sich seit vielen Jahren für den Ausstieg aus der Kernenergie ein und unterstützen deshalb die Energiestrategie. Dies erfordert auch die Unterstützung des Ausbaus erneuerbarer Energien wie der Wasserkraft. Die Verbände wollten nicht kurz vor der Abstimmung als Verhinderer der Energiestrategie wahrgenommen werden, obwohl der Bau einer Infrastruktur in einer unverbauten Geländekammer teilweise gegen ihre Statuten verstösst. Zudem würde das Projekt Trift dem Kanton ermöglichen, seinen Beitrag zum Ziel der nationalen Energie- sowie der kantonalen Wasserstrategie zu leisten, weshalb der Bau von Kleinwasserkraftwerken mit negativeren Umweltauswirkungen gestoppt werden könnte. Dieses übergreifende Ziel zur Unterstützung der Schweizer Energiestrategie 2050 führte jedoch dazu, dass bei den Entscheidungen im Partizipationsprozess der Fokus auf der Wasserkraftproduktion und nicht der Mehrfachnutzung lag.

Zeitliche Unstimmigkeit der Nutzungen

Wie oben bereits erwähnt, konkurrenzieren sich einige Wassernutzungen zeitlich. Wasserkraft ist zwar beispielsweise keine konsumtive Nutzung, das Wasser wird aber überwiegend im Winter turbinert, wenn sich profitable Strompreise

erzielen lassen. Dies fällt zeitlich nicht zusammen mit dem Wasserbedarf in unterliegenden Gebieten. Diese zeitlichen Konflikte erschweren die Koordination der verschiedenen Wassernutzungen.

Einbezug aller relevanten Akteure

Bei der Planung von Speichern werden meist nicht alle relevanten Akteure mit- einbezogen und nur solche berücksichtigt, die eine Einsprache gegen das Projekt einlegen könnten. Einspracherecht haben derzeit in der Schweiz vorwiegend Verbände mit Umweltanliegen und lokal betroffene Gemeinden. Landwirte oder deren Interessensvertreter aus unterliegenden Gebieten wurden bisher nicht in die Planung grosser Speicherprojekte einbezogen. Diesen ist auch häufig nicht bewusst, dass in Zukunft vermehrt mit Wasserknappheit in Flüssen gerechnet werden muss, und dass alpine Speicher diese Knappheit potenziell mildern könnten. Der fehlende Einbezug aller betroffenen Akteure verhindert die Koordination verschiedener Nutzungs-Ansprüche.

Erfolgsfaktoren für Aushandlungsprozesse

Neben den oben genannten Herausforderungen haben Studien von unterschiedlichen partizipativen Prozessen fünf Erfolgsfaktoren für Aushandlungsprozesse aufgezeigt: (1) Der Partizipations-Prozess sollte von Projektbeginn an starten, damit die Koordination der Ressourcen-Ansprüche von Anfang an zwischen den verschiedenen Akteuren ausgehandelt werden kann. Auf jeden Fall sollte der Prozess vor dem formalen Verfahren zur Konzessionserteilung stattfinden, damit nicht schon formale Tatsachen geschaffen werden und dadurch das Konfliktpotential erhöht wird. (2) Die Zusammensetzung der Teilnehmenden sollte sich nicht auf Akteure mit Einspracherecht gegen das Projekt beschränken. Auch Vertreter von Akteuren, die stromabwärts von (zukünftiger) Wasserknappheit betroffen sind und kein Einspracherecht besitzen, sollten in den Prozess einbezogen werden. Darüber hinaus sollte die Zusammensetzung gewährleisten, dass lokales Wissen berücksichtigt wird sowie die Rechtskonformität des neu ausgehandelten Konzessionsentwurfs gegeben ist. (3) Der Prozess sollte mit Hilfe von verschiedenen Gruppen mit unterschiedlichen Nutzungs-Interessen gestaltet werden. Dies ermöglicht den Teilnehmenden, sich mit unterschiedlichen Interessen, Wissen und Werten auseinanderzusetzen, und die Probleme der anderen Akteure besser zu verstehen. (4) Der Prozess sollte hierbei auch Zeit und Handlungsspielraum bieten, um das gegenseitige Vertrauen zwischen den Teilnehmenden aufzubauen, insbesondere zwischen Akteuren und Gruppen mit unterschiedlichen Nutzungsinteressen und Werten. Vertrauen ist eine wichtige Grundlage für erfolgreiche Verhandlungen über die Koordination von Ressourcen-Ansprüchen, insbesondere, wenn Regulierungen noch nicht formalisiert sind. (5) Zu Beginn des Prozesses sollte ein gemeinsames Ziel oder eine gemeinsame Vision für das Projekt entwickelt werden. Teilnehmende koordinieren ihre Ressourcen-Ansprüche am besten, wenn ein gemeinsames übergeordnetes Ziel vorhanden ist, da dadurch auch ein gemeinsames Problemverständnis entsteht.

Fazit

Diese Studie zeigt, dass Speicher das Potenzial zur Minderung von saisonaler und regionaler Wasserknappheit haben. Dies können natürliche Seen im Mittelland, Bewässerungsteiche in landwirtschaftlichen Gebieten, aber auch die Mehrfachnutzung alpiner Speicher oder der Neubau eines alpinen Speichers mit einem gezielten Management des Abflusses sein. Vielversprechend sind hierbei Mehrzweckspeicher-Kaskaden, bei denen ein grosser natürlicher See oder ein alpiner Speicher seinen Abfluss entsprechend unterliegender Nutzungsbedürfnisse ausrichtet. So könnten landwirtschaftliche Betriebe auf den Bau von Bewässerungsteichen auf wertvollem landwirtschaftlichem Land verzichten und ihr Bewässerungswasser direkt grösseren Flüssen entnehmen. Hierfür sollte rechtzeitig mit der Planung und Schaffung von Datengrundlagen begonnen werden, da die Konzession vieler alpiner Speicher in den nächsten Jahrzehnten auslaufen und neue Nutzungen in die Konzessionsverhandlungen rechtzeitig einbezogen werden sollten. Die Aushandlung von neuen Konzessionen beginnt mindestens 15 Jahre vor Konzessionsende. Auch die Anpassung von bestehenden Seereglementen sind langjährige Prozesse.

Der Neubau von Speichern und die Neuverhandlung von Speichernutzungen stossen jedoch auf verschiedene Herausforderungen wie Landnutzungskonflikte, Zielkonflikte in Bezug auf die Produktion erneuerbarer Energie und den Schutz der Umwelt, Koordinationsschwierigkeiten der verschiedenen Wassernutzungen eines Speichers aufgrund von sektoralen Interessen, inkohärenten rechtlichen Regulierungen, ausreichenden Datengrundlagen und der aktuellen politischen Situationen.

Die Studie zeigt fünf mögliche Ansätze im Umgang mit den genannten Herausforderungen auf: (1) Früher Start eines Partizipations-Prozesses, (2) Einbezug aller betroffenen Akteure (3) Entwicklung eines gemeinsamen Problemverständnisses, (4) Vertrauen aufbauen und (5) Entwicklung einer gemeinsamen Vision.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Mehrzweckspeicher-Kaskaden eine vielversprechende Lösung zur Minderung von Sommerwasserknappheit darstellen.