

Wasserstress in einer wasserreichen Region Auswirkungen des Klimawandels auf den Abfluss im Pinzgau, Österreich

WaterStressAT Policy Brief, Oktober 2023

Dieser Policy Brief beschreibt die wichtigsten Erkenntnisse aus dem WaterStressAT-Projekt, das qualitative und quantitative Methoden angewandt hat, um zu verstehen, was Wasserstress für eine wasserreiche Alpenregion wie den Pinzgau in Österreich bedeutet. Wir stellen ein Tool vor, das den Wasserabfluss unter verschiedenen Szenarien des Klimawandels modelliert. Zudem präsentieren wir eine qualitative Systemkarte, die den Kontext dafür liefert, wie dieses quantitative Wissen in Entscheidungsprozesse einfließen kann, insbesondere in den Sektoren Energie- und Wasserversorgung.



Abbildung 1. Lage des relevanten Einzugsgebietes: Salzach und Saalach im Bundesland Salzburg

Das Bundesland Salzburg in Österreich hat eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 1.500 mm, das sind 50 % mehr als im weltweiten Durchschnitt. Gebirgsregionen spielen eine wichtige Rolle für den Wasserkreislauf, erwärmen sich aber schneller als der Rest des Landes. Dies führt zu weniger Schneefall, zum Abschmelzen der Gletscher und zu einer Veränderung des

Wasserhaushalts der Flüsse. Mit einem Anteil von 58 % an der österreichischen Stromerzeugung im Jahr 2021 ist die Wasserkraft die größte Energiequelle Österreichs. Der Klimawandel wirkt sich jedoch sowohl auf den Strommarkt als auch speziell auf die Stromerzeugung aus Wasserkraft aus. Vor allem die zunehmende Variabilität der Abflüsse erschwert die Planung und den Betrieb von Wasserkraftwerken.

Highlights

- // Ein Abfluss-Tool für die Einzugsgebiete von Salzach und Saalach schätzt den Abfluss unter drei Klimaszenarien bis zum Jahr 2050 (1x1km Auflösung).
- // Eine qualitative Systemkarte integriert sektorübergreifende Informationen über das sozio-ökologische System rund um die zentrale Variable Abfluss.
- // Veränderungen im Abflussregime, mit zunehmenden Extremereignissen wie Hoch- und Niedrigwasser, erfordern eine zukunftsorientierte Planung auch für die Kleinwasserkraft.
- // Die Verwaltung von Wasserrechten und die Genehmigung von (Klein-)Wasserkraft muss den neuen Realitäten der Strommärkte in einem dekarbonisierten Energiesystem Rechnung tragen.

Eine quantitative Betrachtung des Wasserstress im Pinzgau

In einem alpinen Gebiet wie dem Pinzgau ist der Abfluss der wichtigste Indikator für Wasserstress. Wir haben daher ein hydrologisches Modell ([CWatM](#)) mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung entwickelt, das es ermöglicht, das hydrologische Regime im Einzugsgebiet von Salzach und Saalach - den beiden wichtigsten Flüssen des Pinzgaus - unter dem Einfluss des Klimawandels zu untersuchen. Das Modell bildet die Entwicklung des Abflusses (1x1km Auflösung) in der Zukunft unter drei verschiedenen Klimaszenarien von GeoSphere Austria ab. Das Modell liefert wichtige Informationen für die Planung unter Berücksichtigung des Klimawandels in den Bereichen Wasserkraft und Wasserversorgung, z.B. für Wasserkraftwerksbetreibende zur Bestimmung des optimalen Wirkungsgrads der Turbinen.

- Der Klimawandel wird in allen Szenarien von GeoSphere Austria zu höheren Temperaturen im Pinzgau führen (höhere Mitteltemperatur, aber auch mehr Sommertage (Tagesmaximum ≥ 25 °C)).
- Beim Niederschlag sind die Szenarien weniger homogen, daher ist nicht klar, ob der Niederschlag unter dem Klimawandel zu- oder abnehmen wird.
- Der Klimawandel führt aber mit hoher Wahrscheinlichkeit vermehrt zu Starkniederschlagsereignissen (inkl. erhöhter Gefahr von Überflutungen) und Trockenperioden.
- In der Region wird der Klimawandel zu Veränderungen im Abflussregime der Flüsse mit früheren Abflussspitzen und trockeneren Herbstmonaten führen (siehe auch Abbildung 2).

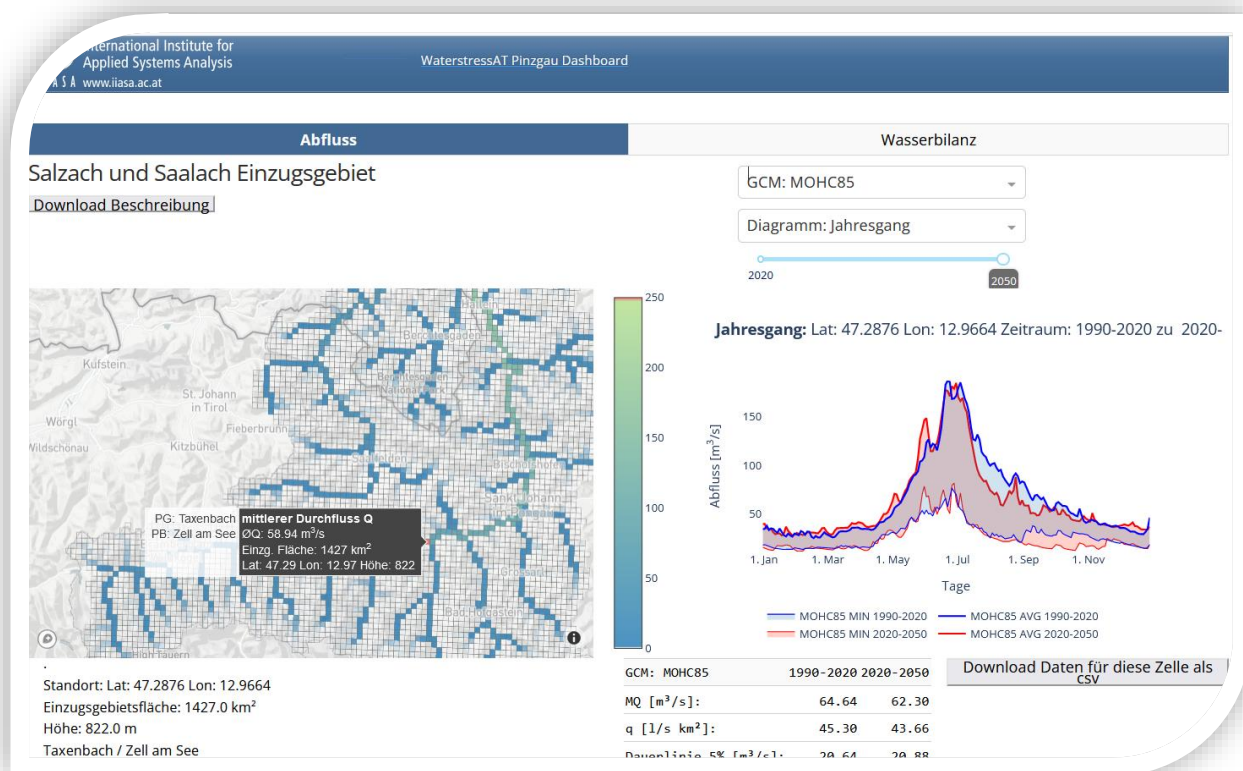


Abbildung 2. Dashboard der Flüsse Salzach und Saalach in Österreich. [Link zum WaterstressAT Pinzgau Dashboard](#)

Das Dashboard Tool für die Salzach und die Saalach visualisiert den Abfluss in den Flüssen im aktuellen Klima und in drei zukünftigen Klimaszenarien bis zum Jahr 2050. Jede 1x1km-Zelle zeigt den Abfluss als Zeitreihe, als Jahresabflussregime oder als Abflussdauerlinie. Die/der Benutzer:in kann das aktuelle Klima von 1990-2020 mit den Klimaprojektionen für 2020-2050 vergleichen. Die Darstellung

zeigt auch die verschiedenen Komponenten des Wasserkreislaufs. Das Dashboard kann für Bildungszwecke, aber auch als erster Indikator für die Bewertung des zukünftigen Wasserkraftpotenzials verwendet werden.

Eine qualitative Betrachtung des Wasserstress im Pinzgau

Um die Auswirkungen der modellierten Ergebnisse besser zu verstehen, zog WaterStressAT eine Vielzahl von qualitativen Daten aus Interviews, Meetings, akademischer und grauer Literatur sowie politischen Maßnahmen heran, um eine Qualitative Systemkarte (QSM) zu erstellen (Abbildung 3). Die QSM kann als Leitfaden für das sozio-ökologische System rund um die Schlüsselvariable Abfluss verstanden werden. Von dort aus haben wir direkte und indirekte Einflüsse kartiert, die sich im Modell widerspiegeln und von einer Vielzahl von Interessengruppen hervorgehoben wurden.

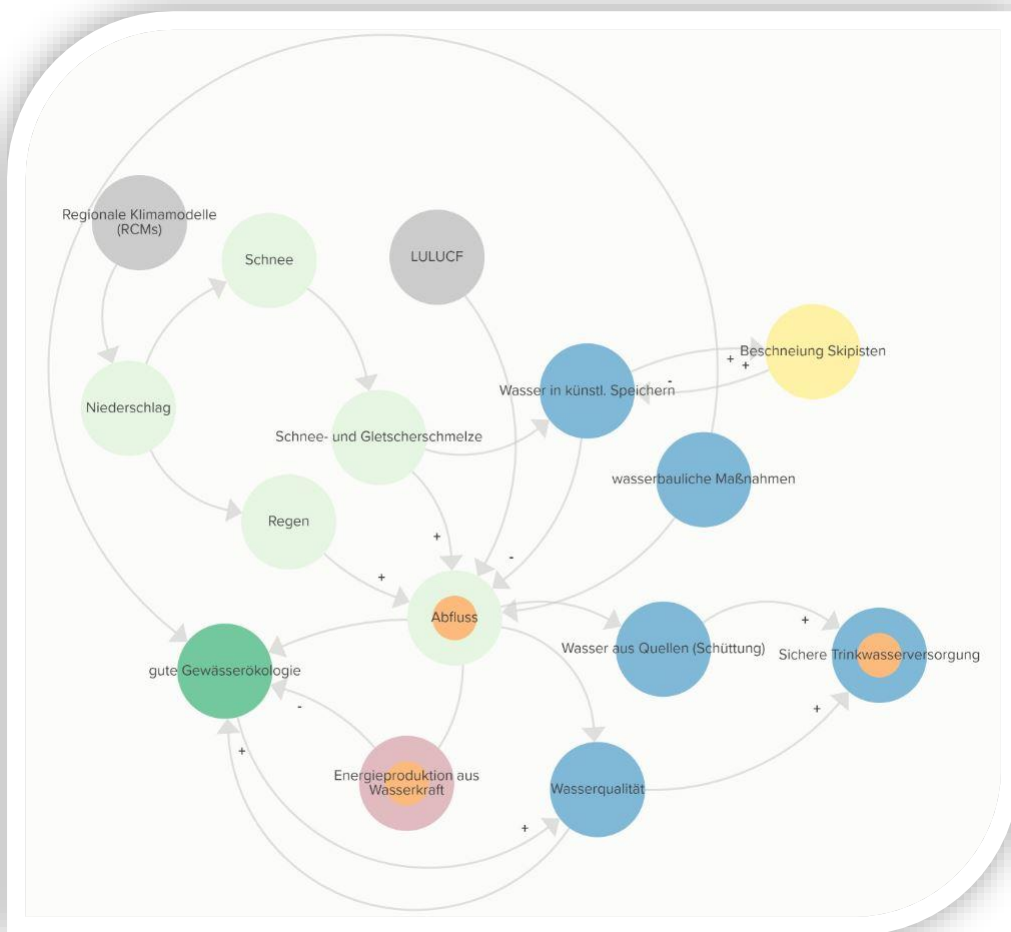


Abbildung 3: Die Variable Abfluss hängt mit unterschiedlichen anderen Systemelementen zusammen, eine Teilmenge dessen wird hier dargestellt. Die hellgrünen und grauen Elemente sind auch Teil des quantitativen Modells. Die Energieproduktion aus Wasserkraft und die sichere Trinkwasserversorgung waren zwei Elemente, für die wir die qualitative Systemkarte detaillierter erstellt haben. [Link zur Systemkarte.](#)

Daher spiegelt die QSM verschiedene sektorale Perspektiven und Expertisen wider. Im Austausch mit wichtigen Entscheidungsträger*innen in der Region haben wir beschlossen, uns besonders auf die Kleinwasserkraft zu konzentrieren, die im Zuge der Dekarbonisierung des Elektrizitätssystems weiter an Bedeutung gewonnen hat.

Elektrizitätserzeugung aus Kleinwasserkraft

Wir haben zwei relevante direkte Verbindungen zur Variable Abfluss identifiziert: Turbineneffizienz und Restwassermenge. Sie bieten Ansatzpunkte für die Entwicklung von Maßnahmen zur Risikosteuerung, direkt auf Kraftwerksebene, bzw. auf Seite der öffentlichen Hand. Darüberhinaus ermöglicht es die Systemkarte, mögliche Hürden und Möglichkeiten an anderen Stellen im System zu berücksichtigen.

Verwaltungsverfahren müssen der neuen Bedeutung der Wasserkraft gerecht werden und können sich positiv auf das Bewusstsein und das Engagement der Betreiber*innen für eine zukunftsorientierte Planung unter Berücksichtigung des Klimawandels auswirken.

Derzeit werden Wasserrechte für die Nutzung in Wasserkraftwerken für bis zu 50 Jahre vergeben. Die Erneuerung der Wasserrechte muss rechtzeitig beantragt werden, idealerweise 4-5 Jahre vor Ablauf des Vertrags, da sonst ein neuer Antrag auf Wasserrechte gestellt werden muss, was komplizierter ist. Darüber hinaus unterliegen die Betreiber*innen kleiner Wasserkraftwerke denselben Genehmigungsverfahren wie die großen Betreiber*innen, was einen erheblichen Aufwand bedeutet.

Ausblick

In einer Region, in der Wasserstress tendenziell ein Übermaß an Wasser bedeutet, ist das Bewusstsein für Szenarien mit zu wenig Wasser gering. Dennoch betonen Expert*innen in Zeiten des Klimawandels und seiner Folgen die Bedeutung von vorausschauender Planung für die Wasserkraftzeugung. Das quantitative Dashboard bildet die erste Grundlage dafür. Für detailliertere Erkenntnisse bedarf es jedoch einer noch feineren Auflösung in der Modellierung.

Zunehmende Abflussschwankungen erhöhen die Unsicherheiten im Betrieb der Wasserkraft. In einem Dekarbonisierten Energiesystem, mit einem stark erhöhten Bedarf an erneuerbaren Energien, birgt dies Risiken sowohl bei der kleinräumigen als auch der großräumigen Versorgung, bei der Wasserkraft eine zunehmend wichtige Rolle spielt.

Eine Weiterentwicklung des Dashboards, um das zukünftige Wasserkraftpotenzial existierender und geplanter Anlagen noch besser abschätzen zu können, ist im EU Horizon EUROPE Project SOS-Water <https://sos-water.eu/> geplant. Die Obere Donau, zu deren Einzugsgebiet auch Salzach und Saalach gehören, ist eine von fünf Fallstudien, bei der ein Konzept für „sichere“ Wasserressourcen in einem sich verändernden Klima und einer sich wandelnden Gesellschaft erarbeitet wird.

Die qualitative Systemkarte integriert den spezifischen Kontext der Kleinwasserkraft in einen breiteren, sektorübergreifenden Rahmen im Pinzgau. Dies schärft das Verständnis für spezifischere, nicht modellierbare Zusammenhänge. Diese Systemkarte ist nie endgültig, sondern soll als Zwischenprodukt und Anstoß für Diskussionen zur nachhaltigen Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen in der Region dienen. Teile der Karte können als Ausgangspunkt für weitere Diskussionen in anderen Kontexten dienen.

Über das Projekt

Im WaterStressAT Projekt modellieren wir Wasserdargebot und Wasserverbrauch in österreichischen Regionen zur Spezifizierung der regionalen Entwicklungsprozesse und Interessenstrukturen. Diese Prozesse und Strukturen werden in quantitativen Modellen reflektiert, mit welchen wir Wasserdargebot und -verbrauch abschätzen, sowie Managementmaßnahmen evaluieren. Im gesamten Verlauf des Projekts steht dieses partizipative Modellieren im Zentrum der Forschungsarbeit. Somit generiert das Projekt nicht nur innovative wissenschaftliche, sondern auch praktisch relevante und anwendbare Ergebnisse. Dieses Projekt wird durch den Klima- und Energiefonds (KR19AC0K17504) finanziert.

Autor*innen:

Peter Burek, Luca Guillaumot, Mikhail Smilovic, Reetik-Kumar Sahu, Taher Kahil, Susanne Hanger-Kopp, Julia Beier

Literatur

Greve, P., Burek, P., Guillaumot, L., van Meijgaard, E., Aalbers, E., Smilovic, M. M., Sperna-Weiland, F., Kahil, T., Wada, Y. (2023). "Low flow sensitivity to water withdrawals in Central and Southwestern Europe under 2 K global warming." *Environmental Research Letters* 18(9): 094020.