

Nachhaltige Wasserkraft

Historische Entwicklung, aktuelle Situation und Forschungsaktivitäten

Jan De Keyser, Beatrice Wagner, Christoph Hauer, Helmut Habersack

Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA), Christian Doppler Labor für Sedimentforschung und -management

Die Wasserkraft prägt die Energielandschaft seit Jahrhunderten. Heute nimmt sie eine bedeutende Rolle in der Energiewende ein, steht aber auch im Spannungsfeld mit anderen Nutzungen und Ansprüchen an den Lebens- und Wirtschaftsraum Fließgewässer. Basierend auf dem Wissen der vergangenen Jahrzehnte und den Forschungsaktivitäten am Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung (IWA) sowie dem Christian Doppler Labor für Sedimentforschung und -management, gibt das Factsheet „Nachhaltige Wasserkraft“ einen Überblick über die historische Entwicklung sowie den aktuellen Status der Wasserkraft und stellt nachhaltige und integrative Forschungsaktivitäten mit Bezug zur Wasserkraft an der BOKU vor.

Wasserkraftentwicklung im historischen Kontext

Die Wasserkraft ist eine historisch gewachsene Technologie. Der Ursprung der Nutzung von Wasser für technologische Zwecke wird auf 4000 bis 3000 Jahre v. Ch. datiert. Wasserräder wurden in der Antike zum Mahlen von Getreide verwendet (Wikander, 1985) und im Mittelalter vielerorts wassergetriebene Sägewerke sowie Papiermühlen (Hansen, 2007). Der technologische Fortschritt und der zunehmende Bedarf an Elektrizität während der Industriellen Revolution brachte schließlich im Jahr 1878 das erste hydroelektrische Wasserkraftwerk hervor. Ein systematischer Ausbau der Wasserkraft auf allen Kontinenten begann im 20. Jh. Ab den 1970er Jahren entwickelte sich ein zunehmendes ökologisches Bewusstsein und es traten neben technologischen und wirtschaftlichen Aspekten auch Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen in den Fokus (Kuchler, 2015). Im Zuge der Energiewende, die gegen Ende des 20. Jahrhunderts begann, nehmen die unterschiedlichen Typen der Wasserkraft mit ihrem hohen Wirkungsgrad eine bedeutende Rolle ein (siehe Abb. 1). In Regionen mit einem hohem Ausbaugrad verlagern sich im 21. Jahrhundert die Aktivitäten zunehmend auf technologische und betriebliche Optimierungen an bestehenden Standorten. Zudem kann ein Trend zu innovativen Ansätzen abseits der konventionellen Wasserkraft – von hydrokinetischen Anlagen bis zur synergetischen Nutzung der Wasserkrafttechnologie mit anderen Erneuerbaren Energien – festgestellt werden. Durch den zunehmenden Ausbau an fluktuierenden erneuerbaren Energien gewinnt die Speicherung der erzeugten Energie weiter an Bedeutung, wobei die Wasserkraft in Form von bspw. Pumpspeicherkraftwerken hier einen entscheidenden Beitrag leistet (Wagner, 2021).

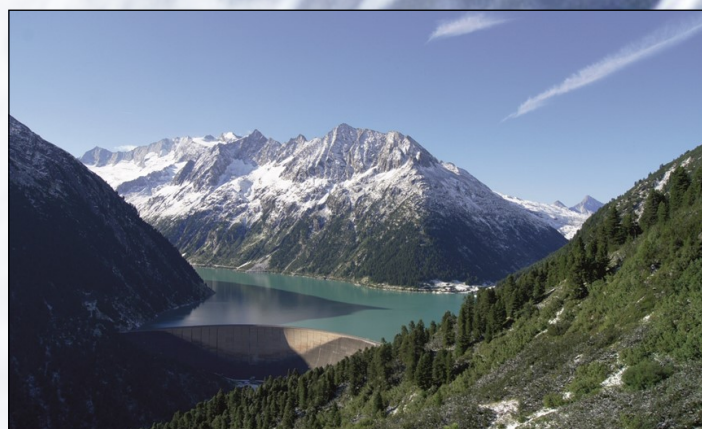
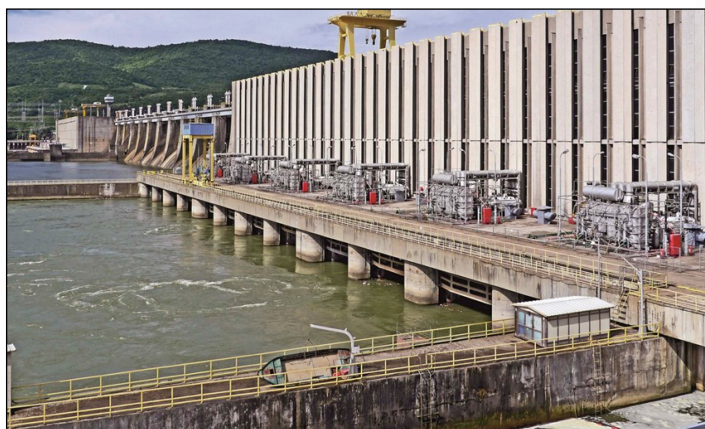


Abb. 1. Wasserkraftwerkstypen. Links: Laufkraftwerk Iron Gate I (Donau). Rechts: Speicher Zillergründl des Pumpspeicherkraftwerks Häusling.

Wasserkraft in einem multidisziplinären Spannungsfeld

Heute wird die Wasserkraft in 159 Ländern der Welt genutzt. Mit einem Anteil von ca. 17% der globalen Stromproduktion IEA (2021) und einer installierten Leistung von 1.308 GW ist sie nicht nur ein wirtschaftlich wichtiger Sektor, sondern stellt mit ca. 50 % der globalen Stromproduktion den bedeutendsten Energieträger in der Gruppe der Erneuerbaren Energien dar (IHA, 2020). In Österreich liegt der Beitrag der Wasserkraft an der nationalen Stromerzeugung mit einem Anteil von 60 % deutlich über dem globalen Wert (E-Control, 2020) und die derzeitige Bundesregierung strebt eine Erweiterung der Wasserkraft um 5 TWh an. Basierend auf einer Erhebung des Kraftwerksbestands im Jahr 2012 konnten über 5.000 existierende

Wasserkraftwerke in Österreich erfasst und kategorisiert werden (siehe Abb. 2; Habersack et al., 2012; Wagner et al., 2015). Der hohe Ausbaugrad hat in der Vergangenheit jedoch auch zum vermehrten Auftreten von wirtschaftlichen, räumlichen und politischen Zielkonflikten betreffend die Nutzung und Funktion der Flussgebiete geführt. Dieses Spannungsfeld manifestiert sich durch die Existenz eines multidisziplinären Umfelds, das durch komplexe Wechselwirkungen mit dem Wasserkraftsektor gekennzeichnet ist (Wagner et al., 2021). Neben dem Zuwachs an erneuerbarer Energie aus Wasserkraft stellt auch die flexible und steuerbare Erzeugung aus Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken eine tragende Rolle bei der Integration der volatilen Erneuerbaren (Wind/PV) durch die Sicherstellung der Versorgungssicherheit dar.

Forschungsaktivitäten an der BOKU

Die BOKU forscht im Bereich der nachhaltigen Wasserkraft, bei der die Nutzung und der Schutz der Fließgewässer im Fokus stehen. Dazu ist aus technischer und konstruktiver Sicht ein Innovationsschub erforderlich. Der geplante Wasserkraftversuchsstand im neuen Wasserbaulabor eröffnet die Möglichkeit, innovative Ansätze in der Wasserkraft im Umfeld weiter zunehmender ökologischer Anforderungen, wie bspw. der Fisch- und Sedimentdurchgängigkeit, zu entwickeln.

Ein Schwerpunkt der Forschung am IWA beschäftigt sich mit der Wechselwirkung der Wasserkraft mit dem Sedimenthaushalt. Aktuelle Analysen zeigen, dass Verluste durch Stauraumverlandung mittlerweile größer als neu geschaffene Stauraumkapazitäten durch Kraftwerksprojekte sind und folglich die verbleibende globale Stauraumkapazität etwa seit 1990 kontinuierlich sinkt (Annandale, 2013). Die Forschung am IWA und am CD-Labor für Sedimentforschung und -management greift diese Problematik auf und entwickelt u.a. Methoden und Lösungsansätze zur optimierten ökonomischen, technischen und ökologischen Nutzung der Wasserkraft sowie zur Verlängerung der Lebensdauer unterschiedlicher technischer Anlagenteile von Wasserkraftanlagen (Hauer et al., 2019). Auch das aktuell laufende Projekt Hydro4U (<https://hydro4u.eu>) beschäftigt sich mit der Entwicklung von nachhaltigen Kleinwasserkraftanlagen. Im Zuge dessen soll Wasserkraft in Zentralasien gefördert und dabei durch innovative Konzepte der Einfluss auf die Umwelt möglichst gering gehalten werden.

Referenzen:

- Annandale, G. (2013). Quenching The Thirst. Sustainable Water Supply and Climate Change. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- E-Control (2020). Statistikbroschüre 2020. 71 p.
- Habersack, H. et al. (2021). Danube Status Report. Final Project Report RiBaM - WLRI, The Role of Sediments and Hydropower in River Basin Management – a Contribution to the UNESCO IHP World's Large Rivers Initiative. UNESCO Beijing Office, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Funded by The World Bank, D.C., United States, 224 p.
- Habersack, H., Wagner, B., Hauer, C., Jäger, E. (2012). Wasserkraft in Österreich – aktueller Bestand und Decision Support System (DSS WASSERKRAFT). Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 64 (5-6): 336-343.
- Hansen, R.D. (2007). Water wheels. Water History. URL: <http://www.waterhistory.org/histories/waterwheels/> (20.05.2021)
- Hauer, C. et al. (2019). Das "Christian Doppler Labor für Sedimentforschung und -management": Anwendungsorientierte Grundlagenforschung und Herausforderungen für eine nachhaltige Wasserkraft und

- Schifffahrt. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 71 (3-4): 137-147.
- Kuchler, A. (2015). Die Entwicklung der österreichischen Wasserkraft nach Zwentendorf und Hainburg. Dissertation an der Universität Wien, 325 p.
- IHA (2020). Hydropower Status Report. Sector trends and insights. International Hydropower Association (IHA). 52p.
- IEA (2021). Hydropower Special Market Report, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/hydropower-special-market-report>, License: CC BY 4.0
- Wagner (2021). The role of hydropower in a multidisciplinary environment: from a national to a global view. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wasserbau, Hydraulik und Fließgewässerforschung, 276 p.
- Wagner, B., Hauer, C., Schoder, A., Habersack, H. (2015). A review of hydropower in Austria: Past, present and future development. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50: 304-314.
- Wikander, Ö. (1985). Archaeological evidence for early water-mills – an interim report. In: Smith, N. (Eds.), History of Technology, Volume 10, Bloomsbury Academic, 151-180.

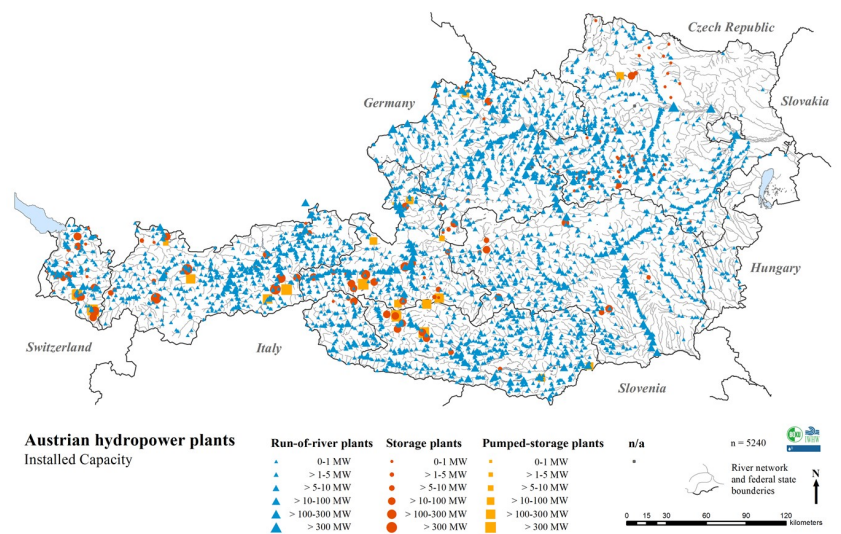


Abb. 2. Wasserkraftwerke in Österreich klassifiziert nach den Kraftwerkstypen Laufkraftwerk, Speicherkraftwerk und Pumpspeicherkraftwerk, Status: 2012 (Habersack et al., 2012; Wagner et al., 2015).

Impressum:
BOKU-Energiecluster,
Universität für Bodenkultur Wien

Koordination:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Stöglehner
Peter-Jordan Straße 82,
A-1190 Wien

energiecluster@boku.ac.at
<https://boku.ac.at/boku-energiecluster>
Stand: März 2023
ISSN 2791-4143 (Online)
DOI 10.5281/zenodo.10257127