

Energiewende im Hochgebirge – das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai (Österreich) als Beispiel zur Energiegewinnung und -speicherung

Die Energiewende stellt Gesellschaften vor die Herausforderung, erneuerbare Energien zuverlässig verfügbar zu machen. Das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai in den Tiroler Alpen zeigt, wie natürliche Höhenunterschiede genutzt werden können, um Energie zu speichern und bedarfsgerecht bereitzustellen. Gleichzeitig verdeutlicht das Großprojekt den Zielkonflikt zwischen dem Ausbau erneuerbarer Energien und dem Schutz sensibler Hochgebirgsräume. Das Beispiel Kühtai eröffnet damit einen anschaulichen Blick auf die Chancen und Grenzen moderner Energiegewinnung im Spannungsfeld von Klimaschutz und Nachhaltigkeit.

Theoretische Grundlage

Gegenstand und Verortung des Unterrichtsartikels

Dieser Unterrichtbeitrag thematisiert als Fallbeispiel das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai in Tirol (Österreich), eine der größten Baustellen in Europa als Wasserkraft-Ausbauprojekt in den Alpen, das im August 2026 in den Probebetrieb ging. Das Staudammprojekt liegt im hochalpinen Raum der Sellrain-Silz-Gruppe zwischen dem Ötztal und dem Stubaital und ist eine Erweiterung eines bestehenden Wasserkraftsystems, das seit Jahrzehnten zur Stromversorgung der Region beiträgt.

Kern des Ausbauvorhabens ist die Errichtung eines neuen hochgelegenen Speicherbeckens in der Region Kühtai sowie der Bau eines überwiegend unterirdischen Pumpspeicherkraftwerks („Kühtai 2“). Mit 216 Gigawattstunden soll das Kraftwerk zukünftig dauerhaft die Stromversorgung von ca. 80 000 Haushalten sicherstellen. Die Anlagen befinden sich auf Höhenlagen von über 2000 m und greifen damit in einen besonders sensiblen alpinen Natur- und Wirtschaftsraum ein.

Zentrale Projektdimensionen

Das Projekt zeichnet sich durch seine außergewöhnlichen räumlichen und technischen Dimensionen aus (Erneuerbare + 2026):

- neu angelegter Speichersee mit einem Nutzvolumen von rund 31 Mio. m³, aufgestaut durch einen etwa 113 m hohen Steinschüttdamm (M12)
- sichergestellte Stromversorgung für ca. 80 000 Haushalte (ca. 200 000 Personen)
- unterirdisches Kraftwerk in einer Felskaverne (künstlich in den Berg geschlagener Hohlraum) rund 170 m unter der Erdoberfläche
- weit verzweigtes Stollen- und Beileitungssystem von rund 25 km Länge, das Wasser aus mehreren hochalpinen Einzugsgebieten zuführt (M11)

- installierte durchschnittliche Leistung von rund 130 MW im Turbinenbetrieb sowie zusätzliche Kapazitäten im Pumpbetrieb.

Diese baulichen Dimensionen machen das Projekt zu einer der größten alpinen Baustellen Europas und bieten einen anschaulichen Zugang zur technischen Seite erneuerbarer Energiegewinnung.

Funktion im Energiesystem

Das Pumpspeicherkraftwerk Kühtai dient nicht nur der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss, sondern vor allem als Energiespeicher. Überschüssiger Strom aus Wind- oder Solarenergie wird genutzt, um Wasser in den höher gelegenen Speicher zu pumpen. Bei hohem Strombedarf kann dieses Wasser wieder abgelassen und zur Stromproduktion genutzt werden.

Damit fungiert das Projekt als eine Art „grüne Batterie“, die zur Stabilisierung des Stromnetzes beiträgt und eine zentrale Rolle im Rahmen der Energiewende spielt. Diese Systemfunktion ist für Lernende besonders geeignet, um abstrakte Begriffe wie Netzstabilität, Spitzenlast oder Speicherbedarf konkret zu verstehen.

Konflikt- und Problemorientierung

Gerade aufgrund seiner Größe und Lage ist das Projekt hoch umstritten. Der Bau greift massiv in alpine Ökosysteme ein, verändert Landschaftsbilder, Wasserhaushalte und Lebensräume und betrifft zugleich Tourismus, Almwirtschaft und Naturschutzinteressen. Umweltverbände kritisieren irreversible Eingriffe, während Energieversorger und Politik auf die Notwendigkeit für Klimaschutz und Versorgungssicherheit verweisen. Diese gegensätzlichen Positionen im Spannungsfeld von insbesondere Ökologie und Politik eröffnen problemorientierte Zugänge für den Geographieunterricht.

Unterrichtsvorschlag

Die Unterrichtssequenz ist problemorientiert aufgebaut und führt die Lernenden schrittweise von allgemeinen Grundlagen zur konkreten Fallstudie des Pumpspeicherkraftwerks Kühltai.

Arbeitsblatt 1

Zu Beginn wird der Alpenraum als zentraler Standort für Wasserkraftnutzung thematisiert. Anhand von Reliefkarten und Höhenprofilen erkennen die Schülerinnen und Schüler, warum große Höhenunterschiede, hohe Niederschläge und enge Täler besonders günstige Voraussetzungen für die Stromerzeugung aus Wasserkraft bieten.

Daran anschließend erfolgt ein Vergleich des Strommixes von Österreich und der EU, um die Bedeutung der Wasserkraft im nationalen Energiesystem sichtbar zu machen (M5). Während Österreich einen hohen Anteil erneuerbarer Energien – insbesondere Wasserkraft (2024: 29,1%) – aufweist, ist die EU stärker auf konventionelle Stromerzeuger wie Kernenergie (2023: 28,5%) und fossile Energieträger (22,9%) angewiesen. Dieser Vergleich schafft einen ersten Zugang zur Frage, warum gerade in Österreich der Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken politisch und wirtschaftlich vorangetrieben wird.

Arbeitsblatt 2

Im nächsten Schritt wird die Funktionsweise eines Pumpspeicherkraftwerks erarbeitet. Mithilfe eines vereinfachten

Schemas lernen die Schülerinnen und Schüler, wie überschüssiger Strom zum Hochpumpen von Wasser genutzt wird und wie gespeichertes Wasser bei Bedarf wieder zur Stromerzeugung dient. Der Fokus liegt dabei auf der Rolle von Pumpspeichern als Energiespeicher und Stabilisatoren im Stromnetz bei Über- oder Unterversorgung.

Auf dieser Grundlage wird das Projekt Kühltai als konkrete Fallstudie eingeführt. Die Dimensionen des neuen Speicherses und der unterirdischen Kraftwerksanlagen werden anhand von Vergleichsgrößen – etwa dem bekannten Stausee Kaprun – eingeordnet, um die Größenordnung für die Lernenden greifbar zu machen (M9, M10).

Arbeitsblatt 3

Die Bewertung des Projekts erfolgt anschließend mithilfe eines Wertequadrats, das die Spannungsfelder zwischen Naturschutz und Energiesicherheit auf den Maßstabsebenen lokal bis national sichtbar macht. Auf der einen Seite stehen Argumente wie der Beitrag zu erneuerbaren Energien, zur Versorgungssicherheit und zum Klimaschutz. Auf der anderen Seite werden ökologische Problemlagen wie Eingriffe in sensible Lebensräume, Auswirkungen auf Tierarten oder die negative Wasserbilanz in benachbarten Tälern thematisiert. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler zu einer differenzierten Urteilsbildung anzuleiten (siehe Lösungen zu Aufgabe 8 und 9).



Dr. Steffen Ciprina

Head of Education der re:edu GmbH, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Geographie an der Universität Münster, ehemalige Lehrkraft für Geographie und Mathematik



Tim Niederberghaus

Lehrer für Geographie und Mathematik am Wim-Wenders-Gymnasium Düsseldorf

Literatur/Internet

- Alpenvereine und Naturschutzorganisationen fordern besseren Schutz der Alpen. Gemeinsame Pressekonzferenz am 16. Juni 2026 in Kühltai (Tirol). (https://www.alpenverein.at/portal/service/presse/2026/2026_06_16_schutz-der-alpen.php)
- Deutscher Alpenverein (2020): Kein Zurück mehr: Pumpspeicherkraftwerk bei Kühltai wird gebaut. (<https://www.alpenverein.de/verband/presse/pressemeldungen/kein-zuruck-mehr-pumpspeicher-kraftwerk-bei-kuhtai-wird-gebaut>)
- Erneuerbare + (2026): Erweiterungsprojekt Kühltai. (<https://www.erneuerbareplus.at/kuehtai/ueberblick/>)
- Stary, V. (2026): Auf 2140 Metern Höhe entsteht Europas größte Wasser-Batterie. (https://www.focus.de/earth/auf-2140-metern-hoehe-in-tirol-entsteht-europas-groesste-wasser-batterie_8a924b12-80b8-44ec-b824-cb4d027c5cc3.html)
- <https://www.instagram.com/p/DZpRCX0I25A/>