



Markus Teichtmeister, BSc

# **Potenzial der Nutzung bestehender hydraulischer Speicher für unterirdische Pumpspeicherkraftwerke**

## **MASTERARBEIT**

Zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Geotechnical and Hydraulic Engineering

eingereicht an der

**Technische Universität Graz**

Betreuer

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Zenz  
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Dipl.-Ing. BSc Franz Georg Piki  
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Graz, im März 2020

**Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Graz, im März 2020

.....

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank Univ.-Prof. Gerald Zenz, der meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt Dipl.-Ing. Franz Georg Piki, ohne dessen Forschung auf diesem interessanten Gebiet, wäre diese Masterarbeit erst gar nicht möglich gewesen. Durch die tadellose Unterstützung und sein ständig offenes Ohr für Fragen, war es mir eine Freude bei ihm diese Arbeit zu erstellen.

Ebenso möchte ich mich bei meinen Eltern und meinem Neffen bedanken, welche mir stets den Rücken frei gehalten und mich in allen Belangen unterstützt haben. Meiner Schwester kann ich leider auf diesem Wege nicht mehr danken, für alles was sie mir gegeben hat, aber auch für die Sorgen welche sie von mir fern gehalten hat.

Mein außerordentlicher Dank gebührt meiner Freundin, die mich durch alle Höhen und Tiefen dieses Studiums begleitet hat. Sie war nahezu bei jeder Prüfungsvorbereitung, bei jedem Projekt bis hin zu dieser Masterarbeit mitten drin statt nur dabei. Mit ihrer Geduld und ihrem Verständnis, mir gegenüber, war es mir erst möglich den Weg bis hierhin zu gehen.

Zu guter Letzt danke ich meinen Arbeitskollegen, welche mit ihrem Engagement meine jahrelange Absenz kompensiert haben, sowie meinen Freunden und Studienkollegen für die unvergesslichen Jahre, ob beim Kebab oder Pubquiz, es war immer ein Vergnügen mit euch.

## Kurzfassung

Die Energiewende bringt noch nie dagewesene Herausforderungen mit sich. Angefangen von der massiv steigenden Nachfrage nach immer mehr elektrischer Energie durch Automatisierung, Digitalisierung, E – Mobilität, energieintensiver Industrie und Sektorkopplung um nur einige zu nennen, über die veränderte Kraftwerkslandschaft für die Primärenergieerzeugung bis hin zu Netzstabilitäts- und Speicherlösungen kommt in Zukunft unweigerlich ein Umbruch im Kraftwerkssektor auf die Gesellschaft zu.

Erneuerbare Energien wie Wasser- und Windkraft, Solar- und Biomasseenergie und geothermische Anlagen werden künftig die Last der Energiebereitstellung stemmen müssen. Die Herausforderungen, die diese Energiequellen mit sich bringen, liegen darin möglichst viel Energie aus dem jeweiligen System zu erzeugen sowie auch die ungleichmäßige Stromproduktion durch Abhängigkeiten von Wind, Sonnenstunden, Jahreszeiten und Niederschlägen mittels Speicher auszugleichen.

Da mit dem Ende der fossilen Energieträger auch Gaskraftwerke längerfristig für die Aufrechterhaltung der Netzstabilität vor dem Aus stehen, liegt es lediglich an Pumpspeicherkraftwerken und zusätzlicher derzeit noch nicht erprobter und großindustriell nutzbarer Methoden, das zu erfüllen. Zur Speicherung von elektrischer Energie wird schon seit über hundert Jahren auf diese bewährte Technologie zurückgegriffen, lediglich die Schwierigkeit neue Standorte zu finden, welche auch genehmigungsfähig sind, wurde in den letzten Jahrzehnten immer aussichtsloser.

Die Aufgabenstellung dieser Masterarbeit ist es herauszufinden, wie viel Potenzial in Österreichs bestehenden Reservoirs steckt, um sie als oberen Speicher für ein unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk zu nutzen. Unterirdische Pumpspeicherkraftwerke können mit minimalen ökologischen Auswirkungen in die Umwelt eingebettet werden und durch technische Vorteile topographieunabhängig enorm viel Energie speichern und bei Bedarf innerhalb kürzester Zeit wieder ins Leitungsnetz abgeben. Die Erweiterung dieser zuverlässigen Technologie mit dem Aspekt unter die Oberfläche zu gehen, hat großes Potenzial und eröffnet ungeahnte Chancen.

## Abstract

The energy transition brings unprecedented challenges. Starting with a higher demand of more and more electrical energy due to an increase because of e-mobility, digitalization, automation, energy intensive industry and integrated energy through the changing power plant industry of the primary energy generation as well as grid stability and storage solutions, a change in the power plant sector will inevitably come to humanity in the future.

Renewable energies such as hydro and wind power, solar and biomass energy and geothermal plants will have to bear the burden of providing energy in the future. This energy sources cause challenges that are generating as much energy as possible from the respective system, also a variable electricity production due to dependencies on wind, hours of sunshine, seasons and precipitation have to be taken into account.

With the end of fossil fuels, the gas power plants for maintaining grid stability are on the brink of failure, it is only up to the pumped storage power plants and additional methods that have not yet been tried and tested, such as can be used on an industrial scale, to fulfil this. This proven technology has been used to store electrical energy for over a hundred years, only the problematical nature of finding new project sites that can also be permitted has become increasingly hopeless in recent decades.

The task of this master thesis is to find out how much potential there is in Austria's existing storage facilities in order to use it as an upper storage facility for an underground pumped-storage hydropower plant. Underground pumped-storage hydropower plants can be installed with minimal ecological effects to the environment and independent of topography due to its technical advantages, enormous amounts of energy and quickly feed it back into the grid when it's required. The development of this reliable technology with the aspect of going underground has a great potential opens up undreamed opportunities.

.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	iii
Kurzfassung .....	iv
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vi
1. Einleitung .....	8
2. Elektrische Energie in Österreich .....	12
2.1 Stromerzeugung .....	12
2.2 Stromverbrauch .....	13
2.3 Stromspeicherung .....	15
2.4 Speicherung elektrischer Energie mit Pumpspeicherkraftwerken .....	15
2.5 Genehmigung von neuen Pumpspeicherkraftwerken .....	16
3. Schutzgebiete .....	18
3.1 Ramsar-Gebiete .....	18
3.2 Biosphärenparks .....	19
3.3 Nationalparks .....	20
3.4 Natura 2000 Gebiete .....	21
3.5 Naturschutzgebiete .....	23
3.6 Landschaftsschutzgebiete .....	24
3.7 Naturparks .....	25
3.8 Ruhegebiete .....	25
3.9 Biotopflächen .....	25
3.10 Beitrag unterirdischer Pumpspeicherkraftwerke zum Erhalt von Schutzgebieten .....	26
4. Standortfindung .....	27
4.1 Kriterien zur Standortfindung .....	27
4.1.1 Geologie .....	28
4.1.2 Technische Aspekte .....	31
4.1.3 Naturräume und Schutzgebiete .....	31
4.2 Auswahl der Speicher und Standorte .....	32

4.2.1	Beschreibung der Speicher und Standorte im Detail .....	35
5.	Speicherberechnungen und Erkenntnisse .....	116
5.1	Wassertemperatur in den Speichern .....	116
5.2	Lamellenberechnung .....	119
5.3	Ranking der Speicherstandorte.....	121
5.3.1	Beschreibungen des Rankings.....	121
5.4	Referenzprojekt Koralm .....	124
5.4.1	Projektbeschreibung Original .....	124
5.4.2	Projektbeschreibung Varianten 1 und 2.....	124
5.4.3	Gegenüberstellung des Original Projekts mit Variante 1 und 2.....	124
5.5	Speicher von Pumpspeicherkraftwerken .....	126
5.5.1	Vorteile bestehender Speicher von Pumpspeicherkraftwerken.....	126
5.5.2	Nachteile bestehender Speicher von Pumpspeicherkraftwerken .....	126
5.5.3	Seen als Speicher .....	127
5.5.4	Vorteile von Seen als Speicher .....	127
5.5.5	Nachteile von Seen als Speicher.....	127
5.5.6	Flüsse als Speicher.....	128
5.5.7	Vorteile von Flüssen als Speicher .....	128
5.5.8	Nachteile von Flüssen als Speicher.....	128
5.6	Potenzial in Österreich.....	129
5.6.1	Ausgeschiedene Projektstandorte .....	129
5.6.2	Leistung und Energieinhalte .....	130
6.	Zusammenfassung .....	131
	Abbildungsverzeichnis .....	133
	Tabellenverzeichnis .....	137
	Literaturverzeichnis .....	141

## 1. Einleitung

Die unabdingbare Energiewende ist heute aktueller denn je, erneuerbare Energie ausbauen und fossile Energieträger auslaufen lassen ist das Gebot der Stunde. Diese Umstellung ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. In Anbetracht der Klimakrise wird eifrig an neuen Technologien geforscht und getestet, den CO<sub>2</sub> Ausstoß zu minimieren ist ein wesentlicher Aspekt dem Klimawandel entgegenzuwirken, aber damit wird nicht genüge getan um den folgenden Generationen einen intakten Planeten zu hinterlassen.

Die Bereitstellung von elektrischer Energie ist essentiell für das Funktionieren der Welt wie man sie kennt. Der notwendige Ersatz der fossilen Energieträger, welche 24% an der österreichischen Stromerzeugerbilanz betragen, würde einen rigorosen Umbau der Kraftwerkslandschaft erfordern. Zeitgleich gehen die Prognosen für den Stromverbrauch aufgrund von Elektromobilität, Digitalisierung, Automatisierung, energieintensiver Industrie und Sektorkopplung steil nach oben. Der Abbau von Kraftwerken befeuert mit fossilen Energieträgern geht einher mit dem Ausbau von Windparks, Photovoltaik,- geothermische Anlagen, Biomasse und sonstigen erneuerbaren Primärenergiequellen. [1] Der Wirkungsgrad bei einer Umstellung auf Elektrizität als Primärenergie würde sich mit >80% gegenüber fossilen Energieträgern mit <40% Wirkungsgrad signifikant verbessern.

All diese Entwicklungen fördern zwei konkrete Probleme. Erstens, die Netzstabilität welche bisher meist mittels Pumpspeicherkraftwerken und Gaskraftwerken durch deren schnelle Reaktionszeiten gewährleistet wurde, muss künftig ohne Letztere auskommen. Erneuerbare Energieträger wie die oben genannten wirken sich negativ auf die Netzstabilität aus, da die Stromproduktion im Gegensatz zu kontinuierlich produzierenden Laufkraftwerken sehr volatil ist. Zweitens wird die kurz- und langzeitige Speicherung des Stroms immer wichtiger, wenn konstant produzierende fossil befeuerte Kraftwerke stillgelegt werden müssen und Verbrauchsspitzen sich nicht mit den Erzeugungsspitzen decken.

Am Beispiel der Photovoltaik ist es am einfachsten nachzuvollziehen, dass die Stromproduktion ausschließlich tagsüber stattfindet. Die zukünftig bevorzugten Ladezeiten der Elektrofahrzeuge werden auch neue Spitzen in den Verbrauchsdaten kreieren.

Ein logischer Schritt zur Lösung der beiden Probleme wäre der Bau zusätzlicher flexibler Pumpspeicherkraftwerke, welche in Österreich bereits seit über hundert Jahren erfolgreich eingesetzt werden. Rein technisch gesehen, wäre das Potenzial an neuen Standorten im heimischen Alpenland mehr als ausreichend. Die Akzeptanz der Bevölkerung, Schutzbestimmungen für die verschiedensten Naturräume sowie der Wandel in ein Tourismusland für Berg- und Naturbegeisterte, haben seit dem Boom des Speicherkraftwerksbau ab den 1920er Jahren einiges verändert. Lagen Anfang des 20. Jahrhunderts noch energiewirtschaftliche Interessen in Bezug auf Versorgungssicherheit im Vordergrund, so kamen in den letzten Jahren immer mehr Interessen wie die oben genannten dazu. Die Sichtweise, dass sich die errichteten Speicher ausgezeichnet in die Kulturlandschaft einfügen und sich dadurch zu Touristenattraktionen ersten Ranges entwickelten, darf nicht außer Acht gelassen werden. Jahrelange Genehmigungsverfahren mit hinderlichen Auflagen können Projekte zum Scheitern bringen, oder auch nur verzögern. Mit Sicherheit aber machen diese Entwicklungen, die Aussichten auf das Lösen der beschriebenen Probleme der Energiewende mittels klassischen Pumpspeicherkraftwerken, nicht besser.

Als Alternative zu neuen Pumpspeicherkraftwerken mit neu zu errichtenden Talsperren und künstlichen Speichern, werden in dieser Arbeit Standorte von vorhandenen Reservoirs beleuchtet, welche gekoppelt mit unterirdischen Speichern und Krafthäusern eine ohne sichtbare Eingriffe in die Naturlandschaft innovative Alternative darstellen. Die oberirdischen Speicher können sowohl bestehende Stauseen, natürliche Seen und auch Rückstau von Laufkraftwerken sein. Die Idee unterirdischer Anlagen ist einerseits die Natur- und Lebensräume von Mensch und Tier nicht zu verändern, andererseits bringt es auch energiewirtschaftlich einen gewaltigen Vorteil mit sich. Die Thematik rund um Schutzgebiete und das nichtig werden von langwierigen Auseinandersetzungen mit Problemen dieser Art wird eine spannende Herausforderung, welche aber mit einem

solchen System um eine Facette reicher wird. Anstatt zweier Absperrbauwerke und den dazugehörigen Speicherseen, sind ein Ausleitungsbauwerk und ein Schachtbauwerk alles, was von der Oberfläche sichtbar ist.

Die Netzanbindung für Speicherkraftwerke ist ein essenzielles Mosaikstück in der komplexen Betrachtung eines Speicherstandorts. Da der Ausbau von Hochspannungsleitungen aus ähnlichen Gründen wie jener der Pumpspeicherkraftwerke langwierig und schwierig ist, ist es ein bedeutender Vorteil bereits eine adäquate Anbindung in Reichweite zu haben, als eine neue Trasse bewilligen zu lassen. Ein weiterer Aspekt für ein unterirdisches hydraulisches Speicherkraftwerk ist, dass die Gebundenheit an die Topographie, bei geeigneten geologischen Gegebenheiten, nicht mehr gegeben ist. Dies bedeutet nichts anderes, dass damit der Weg von den entlegenen Hochgebirgen weg, ins Tal, oder besser in die Nähe der Verbraucher geht. Flussrückstau der Donau welche an Städte wie Linz oder Wien grenzen sowie Seen im Salzkammergut nahe Salzburg bergen neue Perspektiven für die Energiewirtschaft.

Die Flexibilität der dadurch möglichen Standorte erleichtert auch die Bauleistik, da keine aufwendigen Straßen im Hochgebirge gebaut werden müssen, um die Materialien zu transportieren, was wiederum die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Projekts positiv beeinflusst. Energiewirtschaftliche Vorteile ergeben sich aus dem Potenzial der Fallhöhe, welche nicht an das Gelände und natürliche Randbedingungen gebunden ist. Die Fallhöhe kann variabel gewählt werden und verändert dadurch das benötigte Speichervolumen des unterirdischen Speichers, bei gleichbleibender Leistung. Je größer die Fallhöhe, desto signifikant kleiner wird das notwendige Volumen des Speichersystems bei gleichbleibender Leistung, wie auf Abbildung 1 zu sehen ist. Die 26 heimischen Pumpspeicherkraftwerke besitzen ein Verhältnis der Länge des Triebwasserwegs zur Fallhöhe von 11,8:1, dagegen liegt die hier behandelte Variante mit unterirdischen unteren Speichern bei 1,2:1. Der Verzicht auf ein aufwändiges Wasserschlosssystem aufgrund der Kürze des Triebwasserwegs ist eine weitere Ersparnis gegenüber der konventionellen Bauweise. [2]

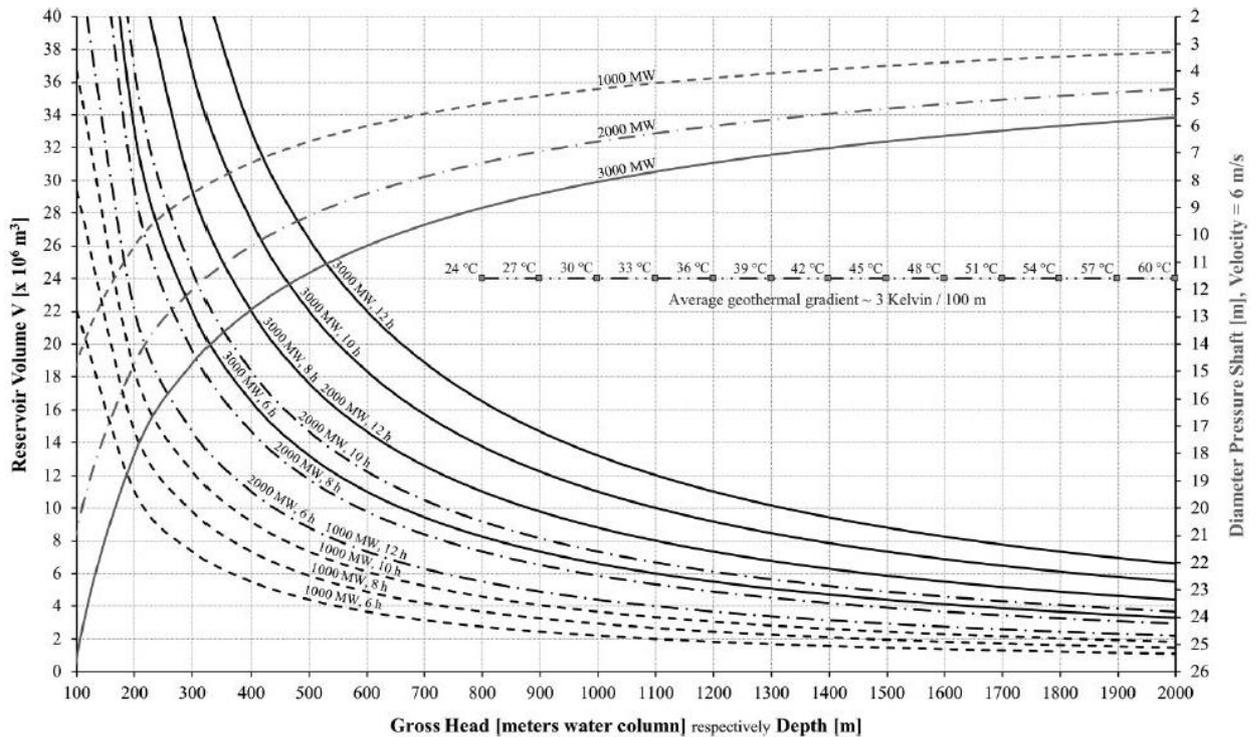


Abbildung 1: Linke Ordinatenachse: Gegenüberstellung unterschiedlicher Kraftwerksleistungen, Fallhöhen und Volllaststunden mit dazugehörigen Wasser-Speichervolumina. Mitte: Durchschnittlich zu erwartende Gebirgstemperaturen in Abhängigkeit von der Teufe und geothermischen Tiefenstufe. Rechte Ordinatenachse: Mit zunehmenden Fallhöhen können Ausbaudurchfluss und somit der erforderliche Durchmesser des Druckschachts deutlich reduziert werden. [2]

Bautechnisch ist die Realisierung eines solchen Projekts eine Herausforderung, aber keineswegs Utopie. Die Technologie wird bei Triebwasserwegen und Krafthäusern bereits angewendet. Unterirdische Tunnel- und Kavernenbauwerke sind auch keine Seltenheit, wobei erst wenige als künstliche Wasserspeicher dienen. Wie in Abbildung 1 ersichtlich spielt auch die Temperaturerhöhung über die Tiefe im Gestein mit einer Temperaturgradienten von 1 Kelvin pro 100 Meter eine Rolle, da sich das Wasser im Speicher der Gebirgstemperatur anpassen wird. Die Geologie ist im Hinblick auf die bergmännischen Vorhaben wesentlich, schließlich ist es anzunehmen, dass diese Untertagebauten bis zur nächsten Gebirgsfaltung Bestand haben werden. [2]

Ziel der Arbeit ist eine Auswahl von potentiellen Standorten in Österreich zu eruieren, welche technisch, ökonomisch und ökologisch die besten Gegebenheiten für ein unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk mit bestehendem oberem Speicher aufweisen. Neben den vorhandenen geologischen Gegebenheiten werden auch die Auswirkungen auf Schutzgebiete untersucht und bewertet.

## 2. Elektrische Energie in Österreich

Die elektrische Energie wird in Österreich aus verschiedenen Quellen erzeugt. Aus Wasserkraft stammen 61%, gefolgt von fossilen bzw. biogenen Brennstoffen mit 24% und mit 15% entfallen die restlichen Energieerzeuger auf Windkraft, Photovoltaik und Geothermie. [3] Über 20 Prozent der in Österreich erzeugten elektrischen Energie wurde aus Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken generiert. [4] Diese Energie wird zwischengespeichert in Phasen, in denen ein Überschuss vorhanden ist, wie beispielsweise tagsüber bei Sonnenschein durch Photovoltaik und konstantem Wind, um Windräder anzutreiben. Bei Pumpspeicherkraftwerken wird Wasser von einem unteren Speicher mittels elektrisch betriebener Wasserpumpen in einen höhergelegenen oberen Speicher gepumpt. Zu Zeiten wenn mehr Strom benötigt wird als erzeugt werden würde, treibt das Wasser aus dem oberen Speicher kommend die Turbinen im Kraftwerk an, um den zuvor gespeicherten Strom wieder, mit einem relativ hohen Wirkungsgrad von circa 80%, ins Stromnetz zurückzuführen. Diese Form der Energiespeicherung ist eine Technologie, welche sich bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts bewährt.

### 2.1 Stromerzeugung

In Österreich wird der Strom aus vielen Quellen bezogen. Die Abbildung 2 zeigt, aus welchen Produktionen sich das Gesamtstromerzeugnis zusammensetzt.

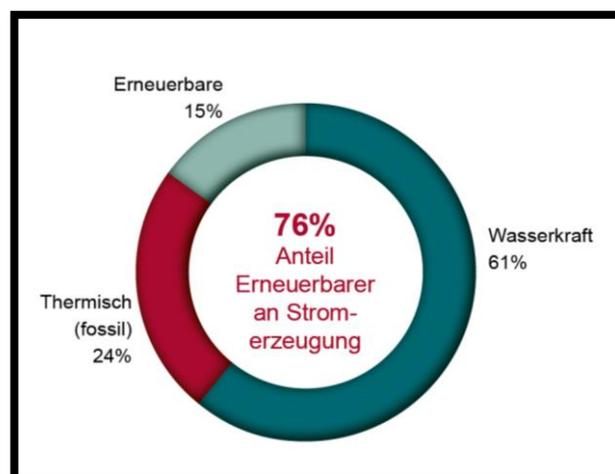


Abbildung 2: Stromerzeugungsmix Österreich 2019 [3]

Die Wasserkraft spaltet sich wiederum auf in Lauf- und Speicherkraftwerke. In die Kategorie erneuerbare Energie fallen Wind, Photovoltaik und Geothermie. Bei den fossilen Stromerzeugern sind dies hauptsächlich Kraftwerke, welche die Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle verwenden. Eine Prognose über die zusätzliche jährliche Ökostrom-Kapazität wie in Abbildung 3 dargestellt, gepaart mit einer Energiewende, ohne fossile Energieträger, verändert den gesamten Energiemix.

## 2.2 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch in Österreich hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. In den letzten 20 Jahren ist der heimische Stromverbrauch um fast 30 Prozent gestiegen. [1] In den nächsten Jahren und Jahrzehnten ist im Hinblick auf die Digitalisierung und Automatisierung in nahezu jedem Bereich des Lebens, ob in der Arbeit oder Freizeit, ein Anstieg des Verbrauchs an Strom vorprogrammiert. Für die energieintensive Industrie wird auch in Zukunft eine enorme Energiebereitstellung notwendig sein. Die Prognose für den Mehrverbrauch von Strom durch die Sektorkopplung wird mit circa 20% beziffert. [5] Allein wenn man den Sektor Mobilität betrachtet, werden in nicht allzu naher Zukunft die fossilen Brennstoffe durch andere Alternativen wie Elektromobilität ersetzt. Der Verbrauch an Strom aufgrund der Elektromobilität kann, wie in Abbildung 3 ersichtlich, erheblich steigen.

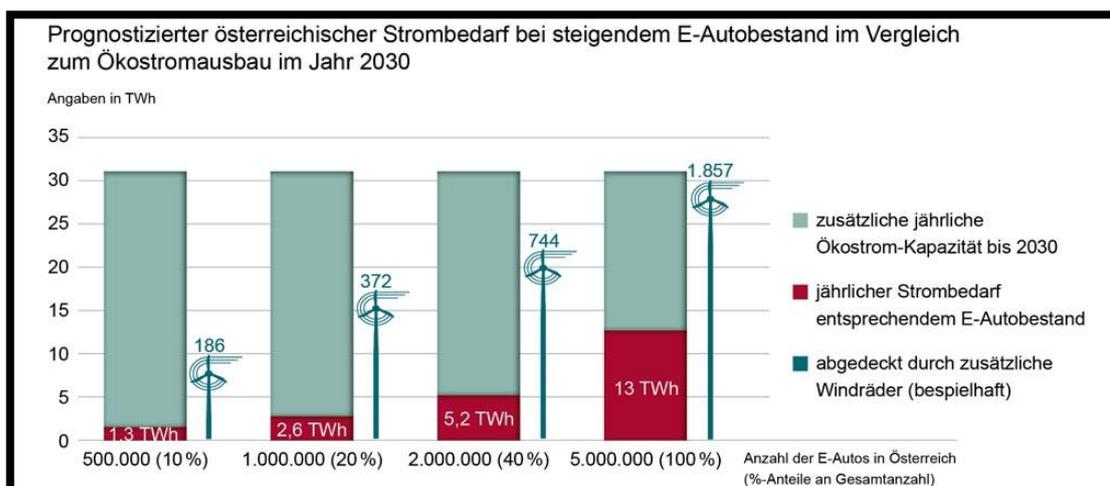


Abbildung 3: Prognose des österreichischen Strombedarfs bei steigendem E-Autobestand im Vergleich zum Ökostromausbau im Jahr 2030 [3]

Bei einem Inlandsstromverbrauch von knapp 77 Terrawattstunden in 2018 wären die prognostizierten 13 Terrawattstunden eine immense Erhöhung alleine im Automobilssektor. Es wird nicht nur Strom aus österreichischer Produktion verbraucht und auch nicht ausschließlich der gesamte heimisch produzierte Strom im Land genutzt, wie die Abbildung 4 zeigt.

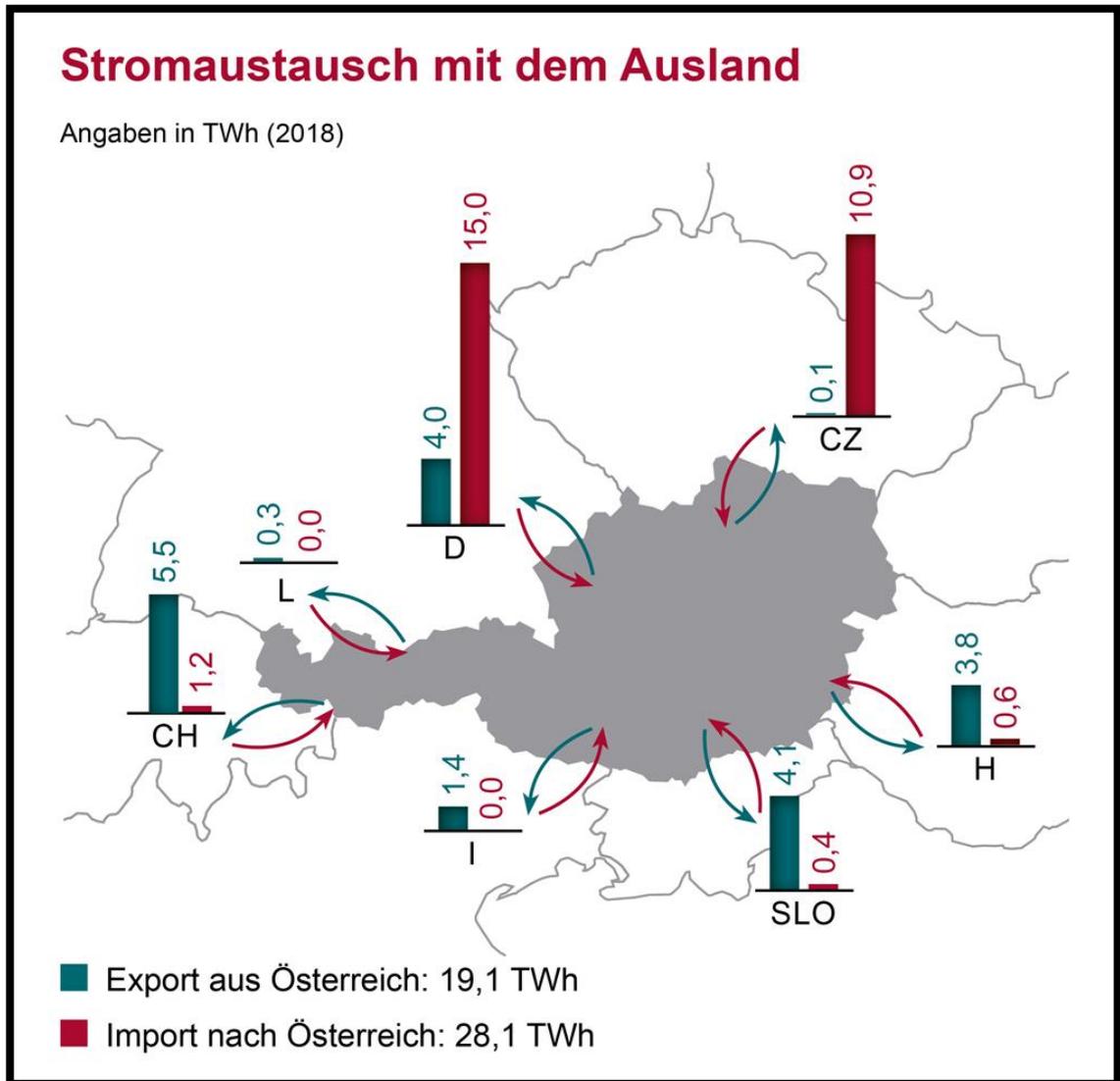


Abbildung 4: Importe sowie Exporte von Strom in Österreich im Jahr 2018 [3]

### 2.3 Stromspeicherung

In Österreich wird die Stromspeicherung hauptsächlich mittels Pumpspeicherkraftwerken bewerkstelligt. Diese Technologie dient auch zur Stabilisierung des Netzes bei hoher sowie auch bei niedriger Stromproduktion von Kraftwerken welche nicht konstant liefern können. Solarkraftwerke sind auf die Sonnenstunden, Temperaturen, Einstrahlwinkel und auf das Wetter angewiesen und können somit keine konstante Energie über 24 Stunden erzeugen. Bei Windkraftwerken drehen sich die Rotorflügel lediglich wenn sie durch den Wind angetrieben werden, was natürlich auch Unsicherheiten in der Konstanz birgt. Die Stabilisierung wird aber auch von schnell regelfähigen thermischen Gas- und Dampfkraftwerken übernommen, welche aufgrund der bereits erwähnten Energiewende ein mittel- bis langfristiges Auslaufmodell darstellen. Dazu noch eine Prognose wie in Abbildung 3 ersichtlich, lassen eine wichtige Zukunft für die Speicherung von Strom erwarten.

### 2.4 Speicherung elektrischer Energie mit Pumpspeicherkraftwerken

Die Pumpspeichertechnologie ist eine seit über einem Jahrhundert bewährte Form der Energiespeicherung, welche sich stets weiterentwickelte und nach wie vor für die Spitzenstromversorgung und die Netzstabilität ohne fossile Energieträger verantwortlich ist. In Österreich existieren aufgrund der prädestinierten Topographie für Pumpspeicherkraftwerke auch bereits eine große Anzahl solcher Kraftwerke in Ausführungen von unter 10 MW bis zu 700 MW installierter Leistung. Dabei ist meist ein oberer Speicher vorhanden, welcher die potentielle Energie in Form von Wasser speichert, in den von einem unterhalb liegenden Speicher Wasser mittels elektrischer Pumpen in Zeiten von Stromüberschuss hinaufbefördert wird. Diese Speicherung bzw. Energieerzeugung kann innerhalb von 60 Sekunden vom Ruhebetrieb in den Turbinier- bzw. Pumpvorgang umschalten, was für eine hervorragende Netzstabilität benötigt wird. Im Gegensatz zu anderen Kraftwerken ist keine Verschlechterung des Wirkungsgrads durch die Dauer der Speicherung gegeben.

## 2.5 Genehmigung von neuen Pumpspeicherkraftwerken

In der Natur eines klassischen Pumpspeicherkraftwerks liegt es, dass die zu errichtenden Speicher, für das erforderliche Volumen, ein Gebiet einstauen. Dies geschieht in der Regel mittels eines Absperrbauwerks in den verschiedensten Ausführungen. Dabei gehen land- und forstwirtschaftliche Flächen unwiederbringlich verloren. In Naturräumen sind irreversible Schäden bei Verwirklichung eines Stausees nicht zu verhindern. Naherholungs- und Landschaftsschutzgebiete sind weitere Herausforderungen bei Projektgenehmigungen. In den Anfängen der Pumpspeicherkraftwerke spielten diese Aspekte noch keine große Rolle, viel zu groß waren die wirtschaftlichen Möglichkeiten durch ein solches. Im Jahr 1984 änderte sich die Situation mit dem Umgang von Kraftwerksbauten am Beispiel der Hainburger Au drastisch. Nach den Demonstrationen im Dezember 1984 wurde 1986 erstmals erfolgreich der Bau eines Laufkraftwerks durch die Bevölkerung verhindert. [6]

Schon 1987 war das erste Pumpspeicherkraftwerk im Dorfertal bei Kals in den Medien und wurde zwei Jahre später aus Gründen, welche wiederum mit Wirtschaftlichkeit nichts zu tun hatten, verhindert. Dieser Speichersee hätte die bis heute größte Staumauer mit 220 m Höhe und einen Energieinhalt von 814 GWh aufzuweisen. [7]

Immer mehr Naturräume wurden in den folgenden Jahren geschützt und das Bewusstsein im Umgang mit der Natur wurde dadurch stärker. Wenn man die Medien in den letzten Jahren verfolgte, ist es kaum zu übersehen, dass die Standortfindung für Speicherkraftwerke immer schwieriger wird. Die Genehmigungsphasen werden immer länger und die Auflagen immer kostspieliger und aufwendiger, falls überhaupt ein positiver Bescheid der Umweltverträglichkeitsprüfung ausgestellt werden kann. Am Beispiel des Speicherkraftwerks Kühtal in Tirol kann man die Problematik gut ablesen. Über drei Jahre wurde die Umweltverträglichkeitserklärung (kurz UVE) von hunderten Fachleuten erarbeitet. 2009 wurde dann der Antrag zur Genehmigung nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz eingebracht. Nach Eingaben von überarbeiteten Einreichunterlagen fand 2014 die mündliche Verhandlung statt. Im Juni 2016 ging der positive UVP-Genehmigungsbescheid ein. Im September desselben Jahres startete das

Verfahren in zweiter Instanz. Das Bundesverwaltungsgericht entschied positiv im August 2017 unter Vorschreibung zusätzlicher Auflagen. Gleich einen Monat später begann das Rechtsmittelverfahren am Verfassungs- und Verwaltungsgerichtshofs. Im März 2018 lehnt der Verfassungsgerichtshof die Behandlung der Beschwerde ab. Im Dezember 2018 hebt der Verwaltungsgerichtshof die Erkenntnis des Bundesverwaltungsgerichts von 2017 auf, woraufhin das Verfahren an die 2. Instanz zurückverwiesen wird. Im Juni 2019 erteilt das Bundesverwaltungsgericht als 2. Instanz eine rechtskräftige UVP Genehmigung. [8]

Ob weitere Rechtsmittel gegen die Genehmigung eingelegt werden, war zum Zeitpunkt der Recherche nicht bekannt. Auch Kleinwasserkraftwerke können große Probleme mit der Genehmigung haben, wie das Beispiel Schwarze Sulm zeigt, wo 2003 der Antrag für den Kraftwerksbau einer 5 Megawatt Anlage eingereicht wurde. Nach Verfahren bis zum Europäischen Gerichtshof ist noch keine endgültige Entscheidung getroffen worden. Der Weg von der fertigen Projektierung bis zum tatsächlichen Baubeginn wird immer länger und unabwägbarer. [9]

### 3. Schutzgebiete

In folgendem Kapitel werden Schutzgebiete, welche sich auf die Errichtung oder den Betrieb von unterirdischen Pumpspeicherkraftwerken auswirken könnten, beschrieben.

Laut Artikel 15a der österreichischen Bundesverfassung ist der Naturschutz Ländersache und daher in Gesetzen der verschiedenen Bundesländer verankert, was zu nicht unwesentlichen Unterschieden geführt hat, worauf hier aber nicht dezidiert eingegangen wird.

#### 3.1 Ramsar-Gebiete

Ramsar-Gebiete beruhen auf der „Ramsar-Konvention zum Schutz von Feuchtgebieten“ von 1971 welche in der Stadt Ramsar im Iran beschlossen wurde. Die Konvention setzt sich gegen den Verlust an biologischer Vielfalt, insbesondere bei Binnengewässer-Ökosystemen und Wald-Feuchtgebieten ein. Es ist eines der ältesten internationalen Vertragswerke für Naturschutz. Weltweit sind bis dato 170 Staaten beigetreten und mit 2328 „Ramsar-Gebieten“ eine Fläche von circa 2,5 Millionen Quadratkilometer ausgewiesen. Der Staat Österreich trat 1983 bei und heute existieren, wie auf Abbildung 5 abgebildet, bereits 23 „Ramsar-Gebiete“ mit einer Gesamtfläche von 1250 km<sup>2</sup>.

Die Hauptanliegen dieses Programms sind [10]:

- Urbanisierung, Klimaveränderungen und Feuchtgebietsschutz
- Bewirtschaftung und Schutz von Klein- und Kleinstfeuchtgebieten
- Moore, Klimawandel und Biodiversität
- Die Ökosystem-Leistungen von Feuchtgebieten und deren rasche Ermittlung
- Landwirtschaft in Feuchtgebieten
- Kulturelle Werte von Feuchtgebieten

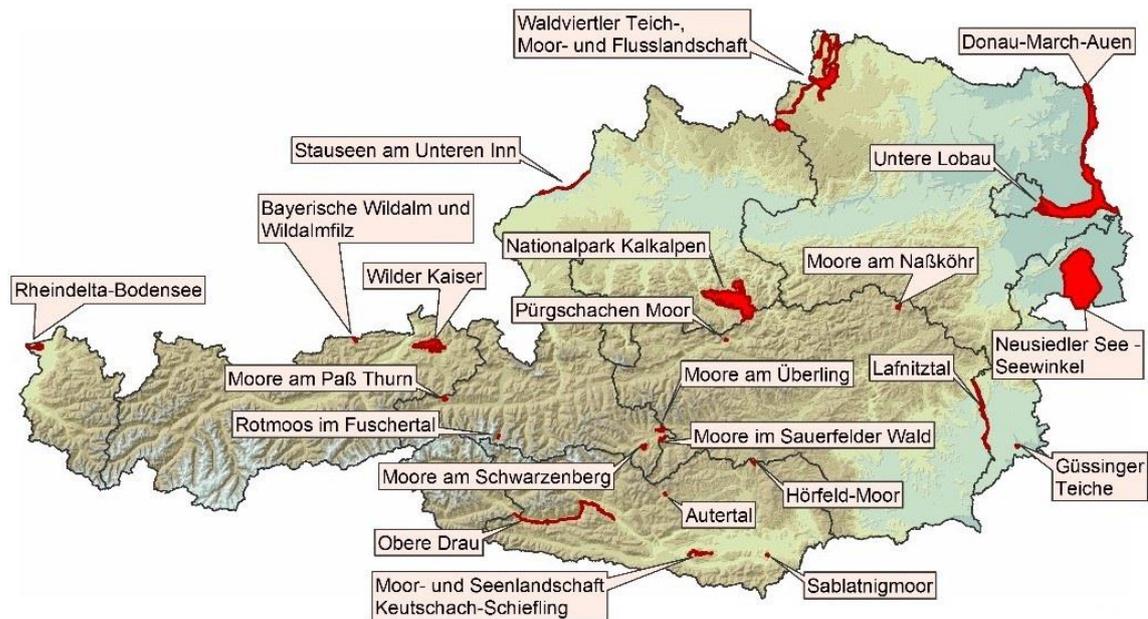


Abbildung 5: Ramsar-Gebiete in Österreich 2014 [10]

### 3.2 Biosphärenparks

Die UNESCO führte 1976 Biosphärenparks ein, um dazu beizutragen, in allen Teilen der Welt großflächige und repräsentative Ausschnitte von Natur- und Kulturlandschaften zu erhalten. Es gibt weltweit 669 Biosphärenparks in 120 Ländern, die in Österreich ausgewiesenen sind auf Abbildung 6 ersichtlich. In diesen international anerkannten Gebieten sollen gemeinsam mit der lokalen Bevölkerung Konzepte zum Schutz und zur nachhaltigen Entwicklung der Region erarbeitet und umgesetzt werden. In Biosphärenparks sollen Modelle für eine integrierte nachhaltige Entwicklung der Region erprobt und umgesetzt werden, welche auch die Umwelt schützen.

Die UNESCO nennt drei gleichrangige Funktionen von Biosphärenparks [11]:

- Schutz von großflächigen Landschaften und Ökosystemen, Erhaltung der kulturellen und biologischen Vielfalt und der genetischen Ressourcen
- Förderung und Entwicklung von ökologisch, sozio-kulturell und wirtschaftlich nachhaltigen Formen der Landnutzung

- Unterstützung von Umweltbeobachtung, Bildungsaktivitäten und Forschung für ein besseres Verstehen der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur

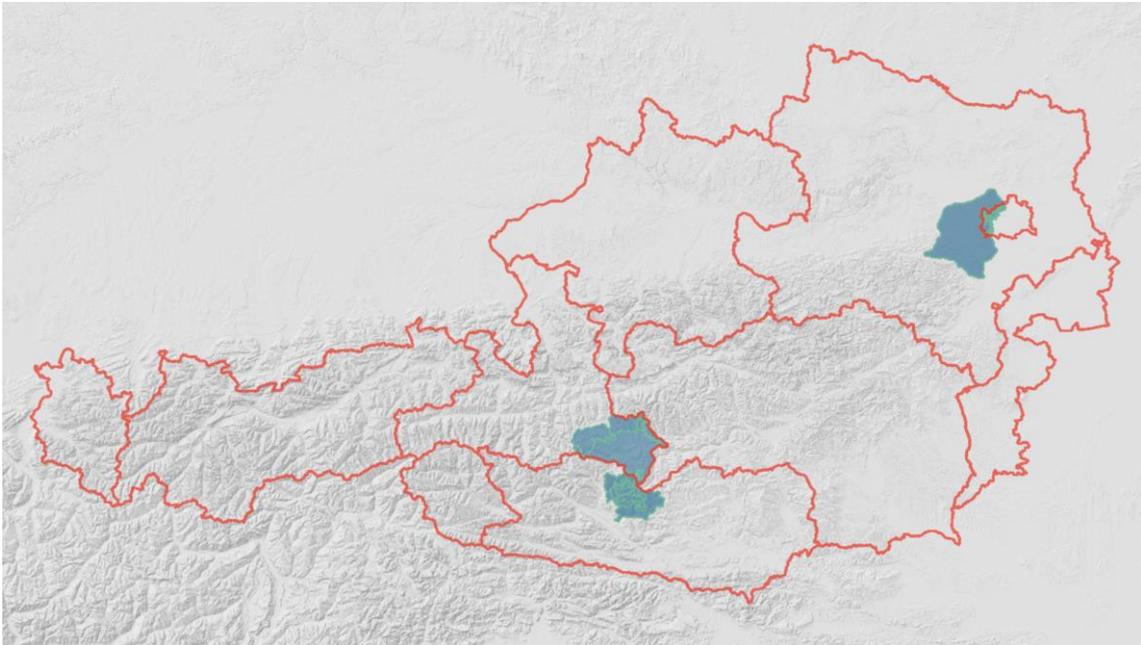


Abbildung 6: Biosphärenparks in Österreich [12]

### 3.3 Nationalparks

Nationalparks sind nach IUCN Kategorie II ausgewiesene Regionen in welchen der Naturschutz absolute Priorität hat. Die IUCN ist eine Weltnaturschutzunion, gegründet 1948, mit dem Ziel die Sensibilisierung der menschlichen Gesellschaften für den Natur und Artenschutz und diese so zu beeinflussen, dass eine nachhaltige und schonende Nutzung der Ressourcen sichergestellt ist. [13]

Nationalparks sind natürliches Land-, oder marines Gebiet, das ausgewiesen wurde um die ökologische Unversehrtheit von Ökosystemen im Interesse der heutigen und künftigen Generationen zu schützen, um Nutzungen oder Inanspruchnahmen, die den Zielen der Ausweisung abträglich sind, auszuschließen. In diesen Schutzgebieten ist gemäß IUCN auf mindestens 75% der Fläche auf jede wirtschaftliche Nutzung zu verzichten. Weitere Ziele und Aufgaben sind wissenschaftliche Forschung, Bildung, das Erlebbar-Machen für BesucherInnen, Naturraum-Management und der Schutz der Biodiversität. [14]

Die in Österreich ausgewiesenen Nationalparks sind auf Abbildung 7 dargestellt.

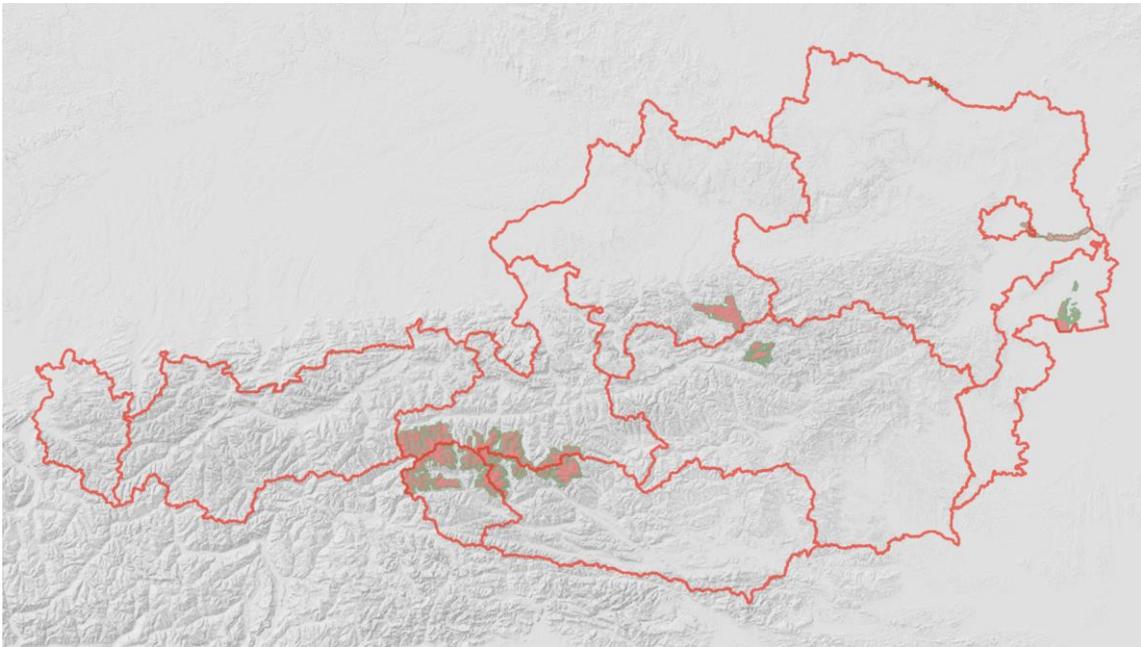


Abbildung 7: Nationalparks in Österreich [15]

### 3.4 Natura 2000 Gebiete

Natura 2000 ist eine Richtlinie der Europäischen Union zur Sicherung der biologischen Vielfalt, welche durch Erhaltung natürlicher Lebensräume und Populationen wild lebender Tier- und Pflanzenarten beiträgt. Die Richtlinie trat 1992 in Kraft und ist mittlerweile das weltweit größte ökologische Netz und stützt sich hauptsächlich auf die Vogelschutzrichtlinie und die Habitat-Richtlinie (FFH). Als Erhaltungsziele und Maßnahmen, welche die EU-Länder selbst festlegen müssen, gelten neben der Erhaltung natürlicher Lebensräume, ihre Verschlechterung und erhebliche Störungen der Arten zu verhindern, den Erhaltungszustand der Arten und Lebensräume zu überwachen, sowie auch die ordnungsgemäße Pflege von Landschaftselementen zu fördern welche für die Wanderung, die geografische Verbreitung und den genetischen Austausch wild lebender Arten wesentlich sind.

Bei Plänen und Projekten die ein Natura 2000 Gebiet erheblich beeinträchtigen könnten, ist eine Verträglichkeitsprüfung erforderlich. Zustimmung darf ein EU Mitgliedsland einem solchen Projekt bzw. Plan lediglich, wenn sie festgestellt haben, dass das Schutzgebiet als solches nicht erheblich beeinträchtigt wird. Ist bei Projekten, welche signifikant negative Auswirkungen auf ein Gebiet haben, keine Alternativlösung vorhanden, so ist es aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses (z.B. soziale oder wirtschaftliche Gründe) trotzdem möglich, eine Genehmigung auszustellen, wenn das EU-Land dafür zufriedenstellende Ausgleichsmaßnahmen ergreift. [16]

Die in Österreich ausgewiesenen Natura 2000 Gebiete sind auf Abbildung 8 dargestellt.

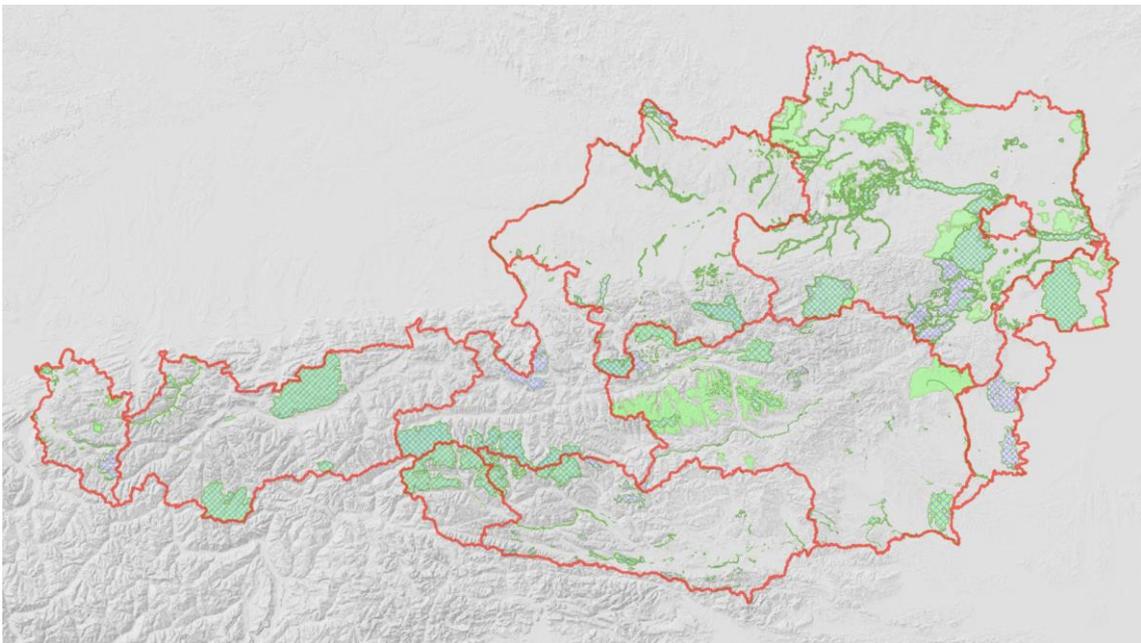


Abbildung 8: Natura 2000 Gebiete in Österreich [17]

### 3.5 Naturschutzgebiete

Naturschutzgebiete sind naturnahe Gebiete, welche von jedem Bundesland selbst ausgewiesen und geschützt werden. Dabei handelt es sich um weitgehend natürliches oder naturnahes Gebiet, das sich durch das Vorhandensein schützenswerter Lebensräume und/oder das Vorkommen seltener bzw. gefährdeter Tier- und Pflanzenarten auszeichnet. Dieser Schutzgebietstyp zählt zu den wichtigsten Kategorien des Flächenschutzes in Österreich, welche in Abbildung 9 dargestellt sind. Die Nutzungen im Sinne der Schutzziele sind in jedem Bundesland unterschiedlich definiert. [18]

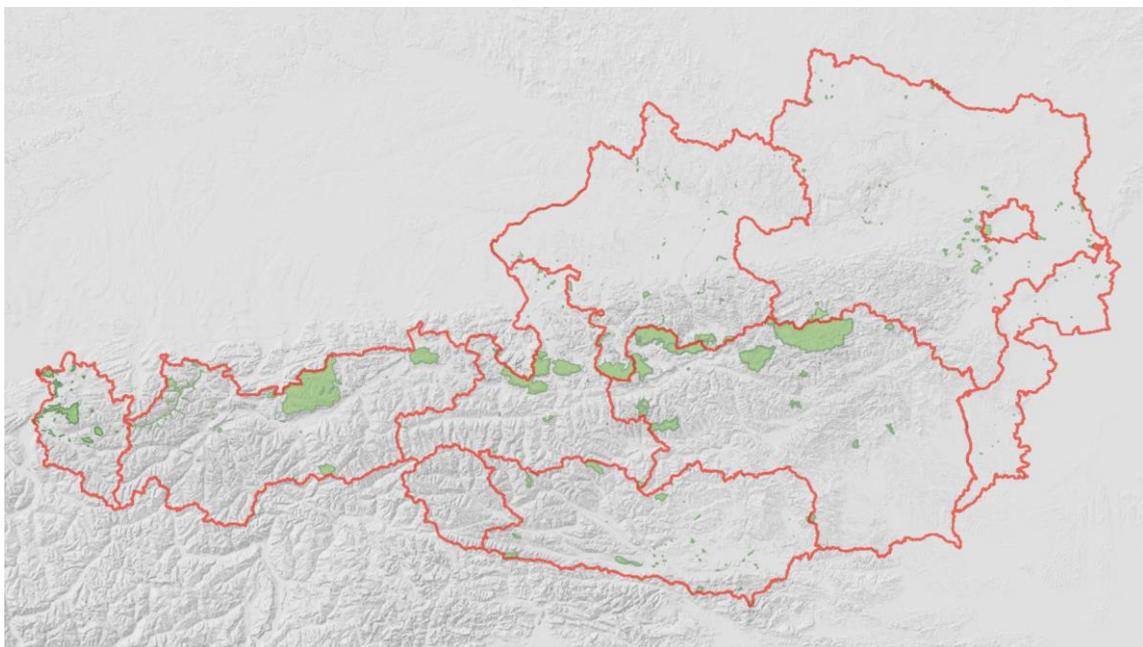


Abbildung 9: Naturschutzgebiete in Österreich [19]

### 3.6 Landschaftsschutzgebiete

Landschaftsschutzgebiete sind Gebiete mit besonderem Charakter, hohem ästhetischen Wert oder Erholungswert der Landschaft wie z.B. Almen und Lärchenwiese. Projekte, welche eine erhebliche Beeinträchtigung der Landschaft bewirken können in einem behördlichen Verfahren verhindert werden. Hauptsächlich liegt der Schutzzweck dieser Kategorie in der Erhaltung des Landschaftsbildes, wobei sie auch als Pufferzonen um Naturschutzgebiete liegen können. [20]

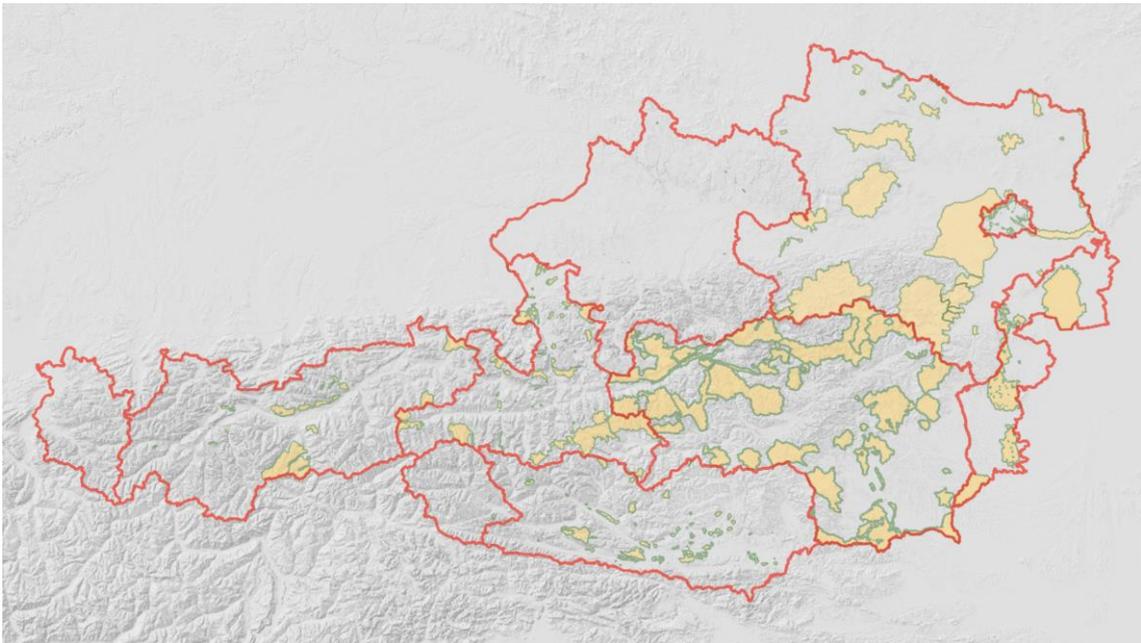


Abbildung 10: Landschaftsschutzgebiete in Österreich [21]

### 3.7 Naturparke

Naturparke sind geschützte Landschaftsteile, welche durch die traditionelle Bewirtschaftung von Menschen über Jahrhunderte hinweg gestaltet wurden. Österreichweit existieren derzeit 46 Naturparke mit einer Fläche von circa 500.000 ha. Der Schutz einer Landschaft in Verbindung mit deren Nutzung ist das gesetzliche Ziel der Naturparke, wobei auch die Förderung der biologischen Vielfalt nicht zu kurz kommen soll. Die jeweilige Landesregierung zeichnet die ausgewählten Regionen mit dem Prädikat „Naturpark“ aus und fordert damit neben Schutz und Weiterentwicklung der Landschaft, Schaffung von Erholungsmöglichkeiten, ökologische und kulturelle Bildungsangebote, sowie Förderung einer nachhaltigen Regionalentwicklung durch Schaffung von Arbeitsplätzen und Nebenerwerbsmöglichkeiten in Tourismus und Landwirtschaft. [22]

### 3.8 Ruhegebiete

Ruhegebiete sind von der Landesregierung Tirol ausgewiesene Gebiete, welche sich für die Erholung in der freien Natur eignen und sich daher durch Fehlen von lärmregenden Betrieben, Seilbahnen für die Personenbeförderung und Straßen mit öffentlichem Verkehr auszeichnen. In diesen Ruhegebieten ist jede erhebliche Lärmentwicklung verboten, wobei eine naturschutzrechtlich bewilligte oder bewilligungsfreie Ausführung von Vorhaben der Energiewende jedenfalls nicht als erhebliche Lärmentwicklung im Sinne der Bestimmung gilt. In diesem Falle ist der verbundene Baulärm im notwendigen Ausmaß zu halten. [23]

### 3.9 Biotopflächen

Biotopflächen mit dem Typ Rote Liste sind Biotope mit besonderer Bedeutung welche in den Mittelpunkt von Schutzmaßnahmen gestellt werden. Als Ziele werden Information, Dokumentation, Argumentationshilfe zum wirksamen Lebensraumschutz als Grundlage für die Bewertung von Biotopflächen genannt. Außerdem sind Entscheidungshilfen bei der Planung und Durchführung von Managementmaßnahmen sowie von Forschungsschwerpunkten verankert. [24]

### 3.10 Beitrag unterirdischer Pumpspeicherkraftwerke zum Erhalt von Schutzgebieten

Die Eingriffe in die Natur sind auf einen sehr kleinen Raum begrenzt, sind individuell anpassbar von der Lage und sind nach der Errichtung kaum sichtbar und gliedern sich unauffällig in die Landschaft und den Naturraum ein.

Folgende schutzgebietsspezifischen Vorteile bringt ein unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk mit sich:

- Die Lage des Errichtungs- und Entnahmeschachts ist variabel
- Schutzgebiete können nach der Bauphase wieder uneingeschränkt betrieben werden
- Emissionen sind ausschließlich in der Bauphase zu erwarten
- Starkstromleitungen werden durch die flexible Standortauswahl immens eingespart
- Einstau von artenreichen Alpentälern wird überflüssig
- Aufwändige Hochgebirgsbaustellen werden verringert
- Die Nähe der Kraftwerke zu den Endverbrauchern spart Ressourcen
- Speicherung des Stromüberschusses aus Solar- und Windkraft mit sauberer Technik ganz ohne Lithium aus den Salzpflanzen Südamerikas, aber mit hohem Wirkungsgrad von circa 80-85%
- Reduzierung des erneuerbaren Primärenergiebedarfs durch hohen Wirkungsgrad
- Skalierbarkeit von Kraftwerksleistung und Speichervolumen

## 4. Standortfindung

Die Standorte für ein unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk mit einem bestehenden oberen Speicher sind begrenzt, weil einige Kriterien eingehalten werden müssen, um das Projekt sinnvoll umzusetzen.

### 4.1 Kriterien zur Standortfindung

Es wurde bei der Standortfindung nicht nur darauf Wert gelegt, die besten geologischen Bedingungen zu finden, sondern auch mit der Nähe zum oberirdischen Speicher kurze Stollenlängen zu erzielen. Der Schutz von Naturräumen und Schutzgebieten ist ein weiteres Kriterium, welches höchste Priorität hatte.

Folgende Kriterien wurden bei der Auswahl der Standorte berücksichtigt:

- Passende geologische Bedingungen in ausreichender Mächtigkeit
- Geringe Entfernungen zu Speicher, Verbraucher und Versorgungsleitungen
- Bereits vorhandene Infrastruktur
- Außerhalb von zu dicht besiedelten Gebieten
- Speichereinhalt von >5 Millionen Kubikmeter
- Oberfläche von >10 Quadratkilometer für Seen ohne bereits vorhandener Nutzung als Pumpspeicher
- Ausreichender Durchfluss bei Flussrückstaue
- Theoretische Spiegelschwankungen von <50 cm Entnahme von 5 Millionen Kubikmeter
- Möglichst große Entfernungen zu Schutzgebieten

### 4.1.1 Geologie

Die Geologie im Projektgebiet ist insofern ein wichtiges Kriterium, da ein Speicher und der Triebwasserweg untertage errichtet werden müssen. In Österreich ist die Geologie aufgrund seiner geologischen Entstehungsgeschichte sehr unterschiedlich wie in Abbildung 11 und Abbildung 12 ersichtlich. Die Böhmisches Masse nördlich der Donau bildet das Granit- und Gneishochland. Südlich davon befindet sich das Alpenvorland, auch Molassebecken genannt, welches aus Sedimentgesteinen wie Sand, Ton und Mergel besteht. Anschließend befindet sich eine schmale Flyschzone mit Bestandteilen aus Mergel, Tonschiefer und Sandstein. Die nördlichen Kalkalpen reichen von der Rax bis in die Lechtaler Alpen und bestehen hauptsächlich aus Dolomit und Kalk. Die Zentralalpen erstrecken sich von den Niederen Tauern bis zu den Öztaler Alpen und bestehen hauptsächlich aus Gneisen und Schiefern. Zwischen den nördlichen Kalkalpen und den Zentralalpen befindet sich die schmale Grauwackenzone, welche aus Ton- und Sandschiefern besteht. Die südlichste geologische Besonderheit Österreichs bilden die südlichen Kalkalpen welche sich von Osttirol entlang von Südkärnten bis in die Untersteiermark ziehen und hauptsächlich aus Dolomit und Kalk bestehen. [25]

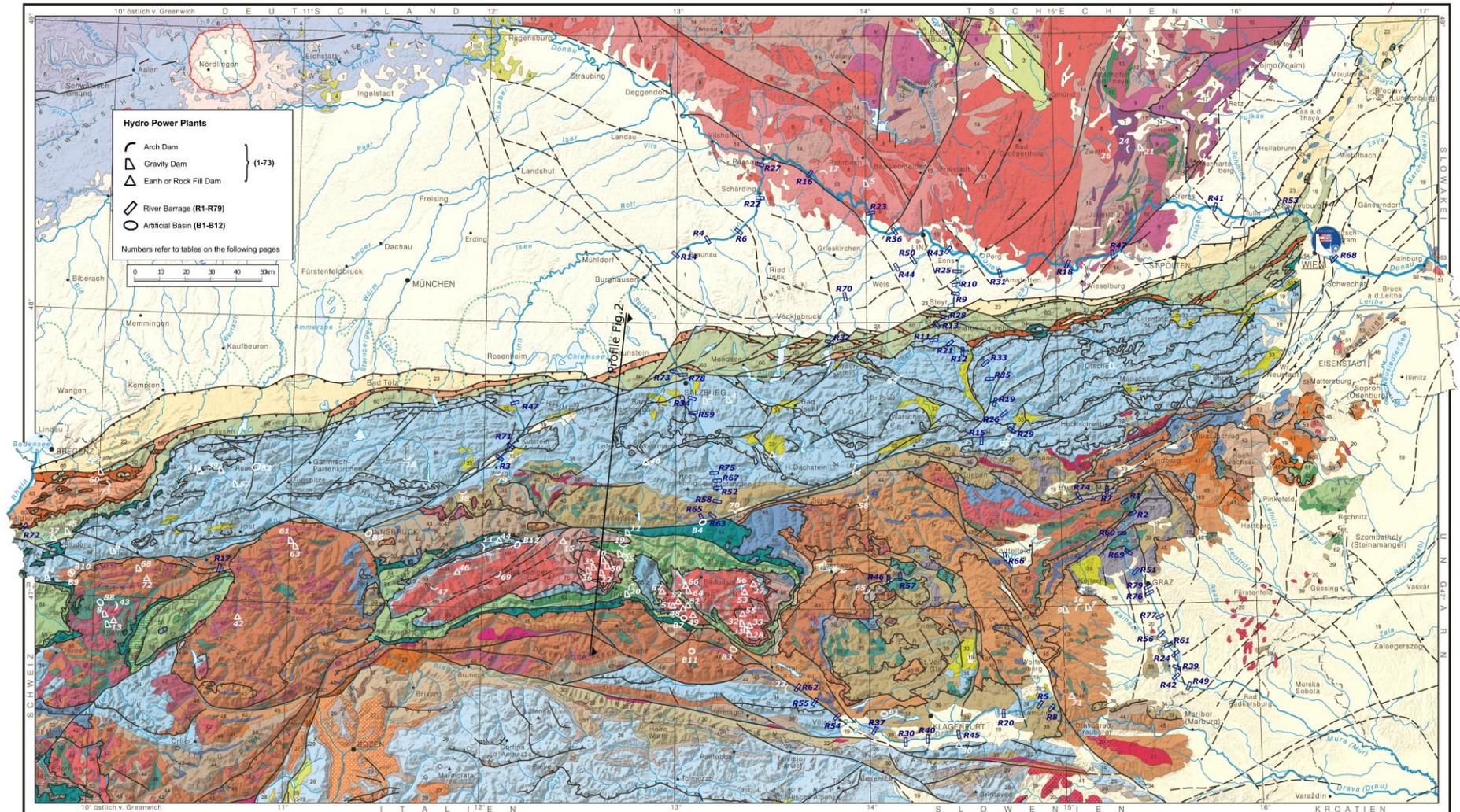


Abbildung 11: Geologische Karte Österreich [26]

**EURASISCHE PLATTE**

**Autochthone Molasse**

1 Ton, Mergel, Mergelstein, Sand, Kies, Kalkstein; spätes Paläogen–Neogen (inkl. Sedimente auf Schwäbischer Alb, Fränkischer Alb und Böhmischer Masse)

**Impaktgesteine der Meteoritenkrater Nördlinger Ries, Steinheimer Becken**

2 Impaktbrekzie; frühes Neogen

**Autochthone spätpaläozoische bis mesozoische Bedeckung**

3 Sandstein, Tonstein, Konglomerat (limnisch, fluviatil); Kreide (Südböhmen)  
 4 Tonstein, Sandstein, Mergelstein, Brauneisenerz; späte Kreide  
 5 Tonstein, Sandstein, Mergelstein, Kalkstein, Dolomit; Jura  
 6 Tonstein, Sandstein, Dolomit, Gips, Kalkstein; Trias  
 7 Tonschiefer, Sandstein, Konglomerat; spätes Karbon–Perm

**Moldanubikum**

8 Granit, Granodiorit, Diorit (Südböhmischer Batholith); Karbon, 340–300 Mill.J.  
 9 Granulit (hervorgegangen aus saurem Magmatit); Ordovizium, ca. 480 Mill.J.  
 10 Orthogneis (Gföhl-Gneis, hervorgegangen aus saurem Magmatit); Ordovizium, ca. 480 Mill.J.  
 11 Marmor; Neoproterozoikum  
 12 Amphibolit; Neoproterozoikum–frühes Paläozoikum  
 13 Migmatit (Bavarium, hervorgegangen aus Paragneisen); Neoproterozoikum–frühes Paläozoikum  
 14 Paragneis; Neoproterozoikum–frühes Paläozoikum  
 15 Orthogneis; Neoproterozoikum–frühes Karbon, 1000–340 Mill.J.  
 16 Orthogneis (Dobra-Gneis, Svetik-Gneis); Proterozoikum, > 1000 Mill.J.

**Moravikum**

17 Granit, Orthogneis (Thaya-Granit, Weitersfeld-Gneis, Bittesch-Gneis); Neoproterozoikum, ca. 580 Mill.J.  
 18 Glimmerschiefer, Quarzit; Neoproterozoikum

**Ostalpin**

33 Konglomerat, Mergel, Mergelstein, Tonschiefer, Sandstein (Gosau-Gruppe); späte Kreide–Paläogen

**Oberostalpin**

34 Kalkstein, Dolomit, Mergel, Mergelstein, Tonschiefer, Sandstein; Perm–frühe Kreide  
 35 Kalkmarmor, Dolomit, Quarzit, Konglomerat, Porphyroid (schwach metamorph); Perm–Jura  
 36 Tonschiefer, Phyllit, Sandstein, Konglomerat, Kalkstein, Dolomit, Kalkmarmor; Karbon  
 37 Marmor; spätes Ordovizium–Devon  
 38 Grünschiefer, Diabas; spätes Ordovizium–Devon  
 39 Tonschiefer, Phyllit, Grauwacke; Kambrium–Devon  
 40 Porphyroid („Blasseneck-Porphyrroid“), schwach metamorph; Ordovizium, ca. 470 Mill.J.  
 41 Orthogneis, Granit (Martell-Granit); Perm, 285–250 Mill.J.  
 42 Orthogneis; vorwiegend Karbon, 360–300 Mill.J.  
 43 Marmor; vorwiegend Ordovizium–Devon  
 44 Quarzphyllit, Glimmerschiefer, Phyllonit; Neoproterozoikum–Devon  
 45 Glimmerschiefer, Paragneis; Neoproterozoikum–Devon  
 46 Amphibolit; Neoproterozoikum–Devon  
 47 Orthogneis; vorwiegend Ordovizium, ca. 480 Mill.J.  
 48 Paragneis, Glimmerschiefer; Neoproterozoikum–Ordovizium  
 49 Ultrabasisit; Serpentin, Pyroxenit; Neoproterozoikum–Ordovizium

**Unterstalpin (inkl. Tatrikum)**

50 Marmor, Dolomit, Quarzit, Metakonglomerat, Porphyroid (schwach metamorph); Perm–Jura  
 51 Orthogneis; Ordovizium und Karbon, ca. 480 und 350–300 Mill.J.  
 52 Amphibolit; Neoproterozoikum–Devon  
 53 Glimmerschiefer, Paragneis, Phyllit, Phyllonit; Neoproterozoikum–Karbon

**ALPIDISCHES OROGEN**

**Inneralpine Becken**

19 Ton, Mergel, Mergelstein, Sand, Kies, Kalkstein; Neogen

**Pannonische Magmatite**

20 Trachyt, Andesit, Basalt; Neogen–Quartär, 17–1 Mill.J.  
 21 Tonalit, Granodiorit (Pohorje-Pluton); frühes Neogen, 19 Mill.J.

**Periadriatische Magmatite**

22 Tonalit, Granodiorit (Rieserferner-, Rensen-Pluton); spätes Paläogen, 40–30 Mill.J.

**Allochthone Molasse (inkl. Waschbergzone)**

23 Ton, Mergel, Mergelstein, Sand, Kies, Kalkstein; spätes Paläogen–frühes Neogen  
 24 Kalkstein, Mergelstein, Sandstein (Klippen in der Waschbergzone); Jura–Kreide

**Südalpin**

25 Kalkstein, Mergelstein; späte Kreide–Paläogen  
 26 Dolomit, Kalkstein, Schiefer, Vulkanit; Trias–Jura  
 27 Andesit, Rhyolith (Bozener Quarzporphyr); Perm  
 28 Granit, Granodiorit (Brixner, Jfinger-Granit); Perm  
 29 Tonschiefer, Sandstein, Kalkstein; spätes Karbon–Perm  
 30 Kalkstein, Tonschiefer, Vulkanit; Kambrium–Devon  
 31 Quarzphyllit, Phyllonit; Neoproterozoikum–Kambrium  
 32 Paragneis; Neoproterozoikum–Kambrium

— Rand der Einschlagkrater von Nördlinger Ries und Steinheimer Becken  
 — Störung – gesichert  
 - - - Störung – vermutet oder im Untergrund  
 — Deckengrenze 1. Ordnung (zwischen tektonischen Haupteinheiten)  
 — Deckengrenze 2. Ordnung (innerhalb tektonischer Haupteinheiten)  
 ... Grenze der Vereisung während der Würm-Eiszeit  
 ① Lage der Profilschnitte

**Penninikum**

**Obere Penninische Decken**

54 Tektonische Mélange aus Kalkglimmerschiefer, Glimmer führendem Marmor, Phyllit (Bündnerschiefer-Gruppe) und Ophiolith: Serpentin, Prasinit; Jura–Kreide

**Mittlere Penninische Decken**

55 Kalkglimmerschiefer, Tonschiefer, Phyllit, Sandstein (mit Schuppen von Gesteinen aus Paläozoikum–Trias); Jura–Eozän  
 56 Kalkmarmor, Dolomit, Quarzit, Arkosegneis, Gips; Perm–Trias  
 57 Ophiolith (inkl. Ultrabasisit von Nauders); Serpentin, Prasinit; Jura–Kreide  
 58 Granit (Tasna-Granit); Karbon, ca. 320 Mill.J.  
 59 Glimmerschiefer; Neoproterozoikum–Ordovizium

**Untere Penninische Decken**

60 Wechsellagerung aus Sandstein, Mergelstein und Tonstein („Rhenodanubischer Flysch“); Kreide–Paläogen  
 61 Kalkschiefer, Kalkglimmerschiefer, Phyllit, Glimmerschiefer, Quarzit (Bündnerschiefer-Gruppe); Jura–Eozän  
 62 Ophiolith: Serpentin, Prasinit; Jura–Kreide

**Helvetikum**

**Helvetikum (im engeren Sinn)**

63 Kalkstein, Mergelstein, Mergel; Trias–Paläogen

**Ultrahelvetikum, Südhelvetikum**

64 Kalkstein, Mergelstein, Mergel, Kohle; Jura–Paläogen

**Subpenninikum**

65 Phyllit, Glimmerschiefer, Quarzit (Brennkogel-, Kaserer-Formation); Kreide  
 66 Marmor (Hochstegen-, Silbereck-Marmor); später Jura  
 67 Kalkmarmor, Dolomitmarmor, Quarzit, Arkosegneis, Gips, Glimmerschiefer (inkl. Schuppen aus Orthogneis); Karbon–Trias  
 68 Orthogneis, Granit („Zentralgneis“); spätes Karbon–frühes Perm  
 69 Phyllit, Glimmerschiefer, basischer und saurer Metavulkanit; Kambrium–frühes Karbon  
 70 Glimmerschiefer, Paragneis, Migmatit, Amphibolit; Neoproterozoikum–Ordovizium

Abbildung 12: Legende zur geologischen Karte Österreich [26]

#### 4.1.2 Technische Aspekte

Zu den technischen Aspekten gehören alle Kriterien um das grundlegende Funktionieren der Projekte am Standort sicherzustellen. Der Mindestinhalt des bestehenden Speichers wurde auf circa fünf Millionen Kubikmeter festgelegt. Die vorhandene Infrastruktur sowie auch die Anbindung an das Stromnetz wurden berücksichtigt. Um einen oberirdischen Speicher effizient nutzen zu können, sind Absenktziele sowie auch der Zufluss und die Oberfläche des Reservoirs entscheidend.

#### 4.1.3 Naturräume und Schutzgebiete

Auf Naturräume und Schutzgebiete wurde besonders Rücksicht genommen. Ein großer Vorteil des unterirdischen Speichers ist, dass die Erdoberfläche nur in einem kleinen Gebiet und das meist temporär beeinträchtigt wird.

In Abbildung 13 sind die Schutzgebiete Österreichs dargestellt.

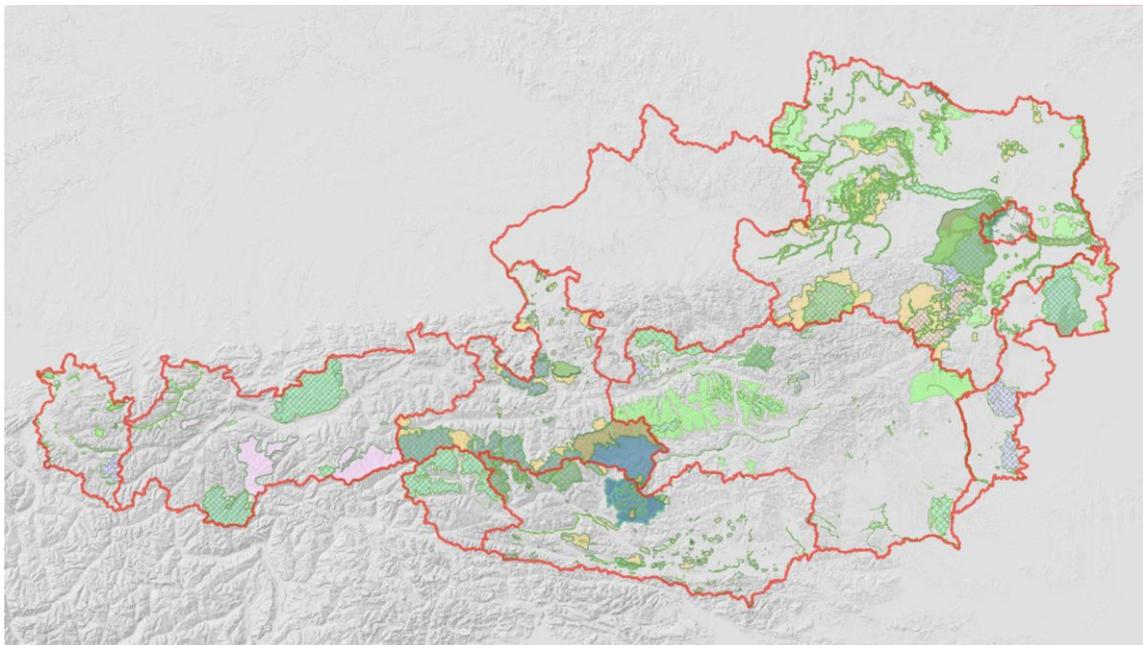


Abbildung 13: Schutzgebiete in Österreich [27]

## 4.2 Auswahl der Speicher und Standorte

Im folgenden Kapitel befinden sich die ausgewählten Standorte jeweils auf zwei Seiten in Karten und Tabellen mit Beschreibungen dargestellt. Den Anfang macht eine Österreichkarte mit dem Speicherstandort, den bedeutendsten Flüssen, sowie den Verlauf des Hochspannungsnetzes im Land. In der nachfolgenden Tabelle sind allgemeine Daten über die genaue Lage, die Besitzverhältnisse und über die Art des Reservoirs aufgelistet. Weiters sind die Fläche und das Volumen angeführt, womit auch die Spiegelschwankung mittels Formel 1 berechnet wurde. Dabei wurde das genutzte Volumen von 0,1 bis 5 Millionen m<sup>3</sup> variiert und die Speicherform wurde dahingehend vereinfacht angenommen, sodass die Wasseroberfläche über die Tiefe konstant bleibt.

*Formel 1: Spiegelschwankung*

$$\text{Lamellentiefe [cm]} = \frac{\text{genutztes Volumen [m}^3\text{]}}{\text{Speicherfläche [m}^2\text{]}} * 100$$

In den vier Zeilen darunter sind getrennt dargestellt in grün ein einstufiges und in rot ein zweistufiges unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk. Der unterirdische Speicherinhalt wurde in Bezug auf die Notwendigkeit mit verschiedenen Varianten berechnet. Die Formel für die Leistung wurde umgestellt, damit der Durchfluss  $Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$  berechnet werden konnte. Für die Leistung  $N$  [MW] wurde je nach Variante 500 oder 1000 eingesetzt. Als dimensionsloser Wirkungsgrad  $\eta$  [–] für die Turbine ist 0,9 verwendet worden. Als Dichte  $\rho$  wurde  $1000 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$  angenommen. Die Erdbeschleunigung  $g \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$  ist bei allen Beispielen mit 9,81 eingeflossen. Bei den Fallhöhen  $H$  [m] wurde zwischen 800 und 2400 variiert.

*Formel 2: Leistung*

$$N = \eta * \rho * g * H * Q$$

Im Anschluss wurde der errechnete Durchfluss  $Q$  in die Kontinuitätsgleichung eingesetzt, um mit der angenommenen Geschwindigkeit  $v \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$  von 6,0 die Fläche  $A$  [m] zu berechnen.

*Formel 3: Kontinuitätsgleichung*

$$Q = v * A$$

Mit einer Umformung der Formel für die Kreisfläche wurde anschließend der Durchmesser D [m] bestimmt.

*Formel 4: Kreisfläche*

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

Die benötigten Speichervolumen V [m<sup>3</sup>] für die verschiedenen Varianten konnten mittels dem errechneten Durchfluss und den drei Turbinierzeiten t [s] von 8, 10 und 12 herausgefunden werden.

*Formel 5: Speichervolumen*

$$V = Q * t$$

Anschließend ist die Energiebereitstellung E [GWh] mit dem Wirkungsgrad  $\eta$  [-] von 0,81 für einen Turbinier- und Pumpzyklus berechnet worden.

*Formel 6: Energiebereitstellung*

$$E = \eta * \rho * g * H * V$$

Zur Ermittlung der Netzentfernung wurden Abstände zu 380 und 220 kV Leitungen verwendet. In Salzburg wurde der geplante Ausbau der 380 kV Leitung bereits berücksichtigt. Die Leitungen sind in den erstellten Österreichkarten eingezeichnet, in Rot 380 kV und in Grün 220 kV. Die Abstände wurden aus den diversen Geoinformationssystemen der Bundesländer abgegriffen und entsprechen der Luftlinie zwischen den Leitungstrassen und dem geplanten Pumpspeicherkraftwerken. [28]

Auf die Beurteilungen der Geologie und des Naturschutzes wird auf der jeweiligen zweiten Seite der Speicherstandorte noch dezidierter eingegangen.

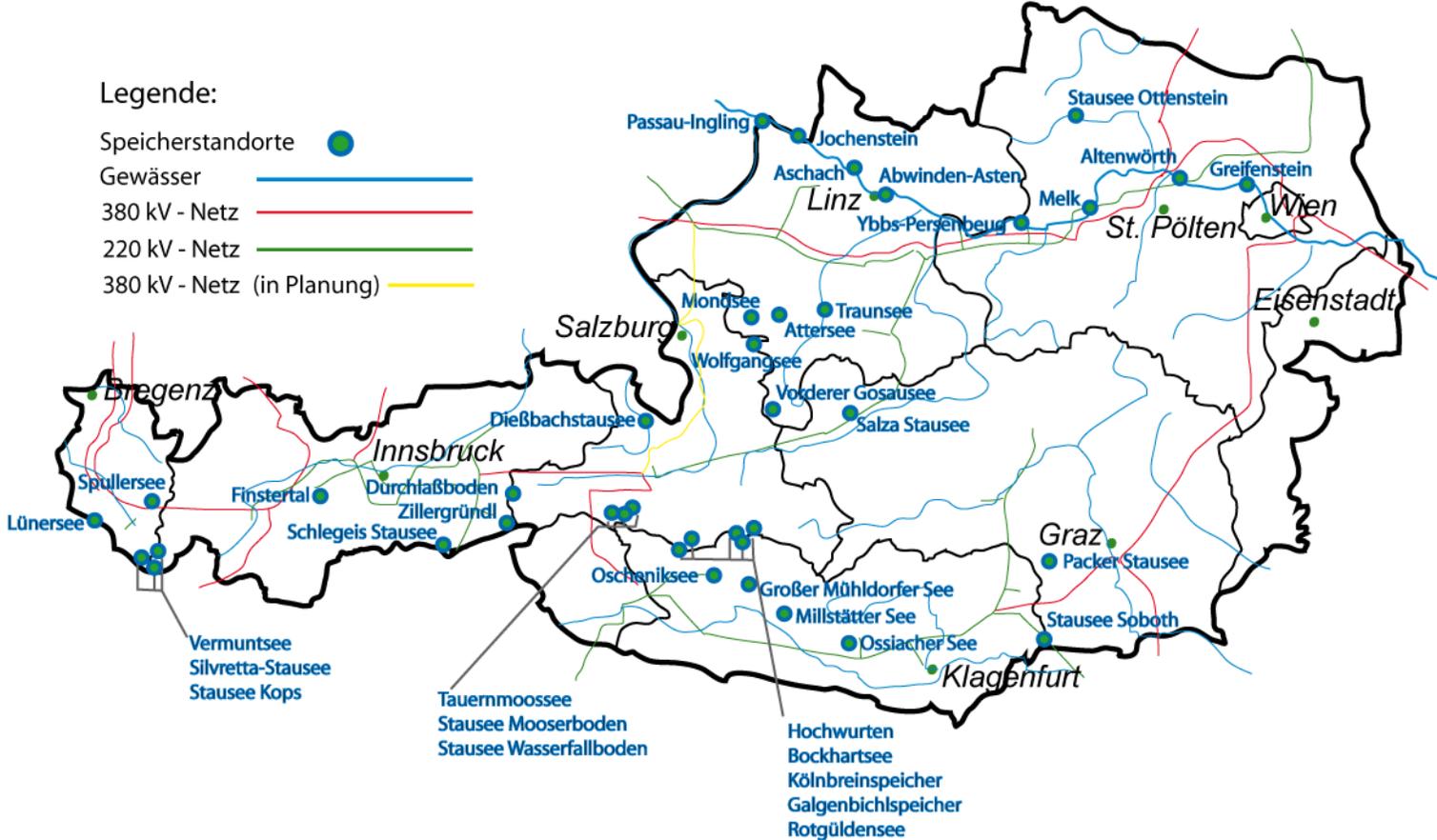


Abbildung 14: Übersichtskarte mit ausgewählten Speicherstandorten

#### 4.2.1 *Beschreibung der Speicher und Standorte im Detail*

Beschreibungen von Speicher und Standorten sind folglich detailliert jeweils auf zwei Seiten zusammengefasst. Nach Bundesländern sortiert scheinen die in dieser Arbeit ausgewählten potenziellen Speicherstandorte auf.

Auf der ersten Seite ist jeweils der Speicherstandort, mit den Umrissen der Bundesländer, den bedeutendsten Flüssen, sowie auch dem Stromnetz auf einer gesondert angefertigten Österreichkarte (eigene Darstellung) abgebildet. In Form einer Tabelle sind anschließend Daten über die Lage, Fläche, Volumen, Eigentumsverhältnisse und die Art des Speichers aufgelistet. Weiters sind Berechnungen zur theoretischen Spiegelschwankung, zum benötigten unterirdischen Speicherinhalt und dem Energieinhalt angegeben. Der Energieinhalt verändert sich mit den unterschiedlich gewählten Parametern wie die der Fallhöhen, der Referenzleistungen und der Pumpzyklen. Die in grün dargestellten Werte beziehen sich auf ein einstufiges und die in rot dargestellten Werte auf ein zweistufiges unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk. Anschließend ist die Entfernung des Speichers zum nächstgelegenen 220 bzw. 380 kV Netz angegeben sowie eine kurze Übersicht über die vorhandene geologischen Gegebenheiten und die in unmittelbarer Umgebung des Standorts befindlichen Schutzgebiete.

Die zweite Seite beginnt mit einer Beschreibung der geologischen Gegebenheiten am Projektstandort. Die Projektgeometrie des Speichers mit einer Maximalgröße von 1600 mal 800 m, bei 5 Millionen Kubikmeter Speicherinhalt, ist auf einer geologischen Karte am gewählten Standort eingezeichnet. Anschließend werden anhand einer Schutzgebetsmatrix die möglichen Auswirkungen auf Schutzgebiete beschrieben. Die Entfernungen zu den Schutzgebieten sind auf den gewählten Projektstandort bezogen.

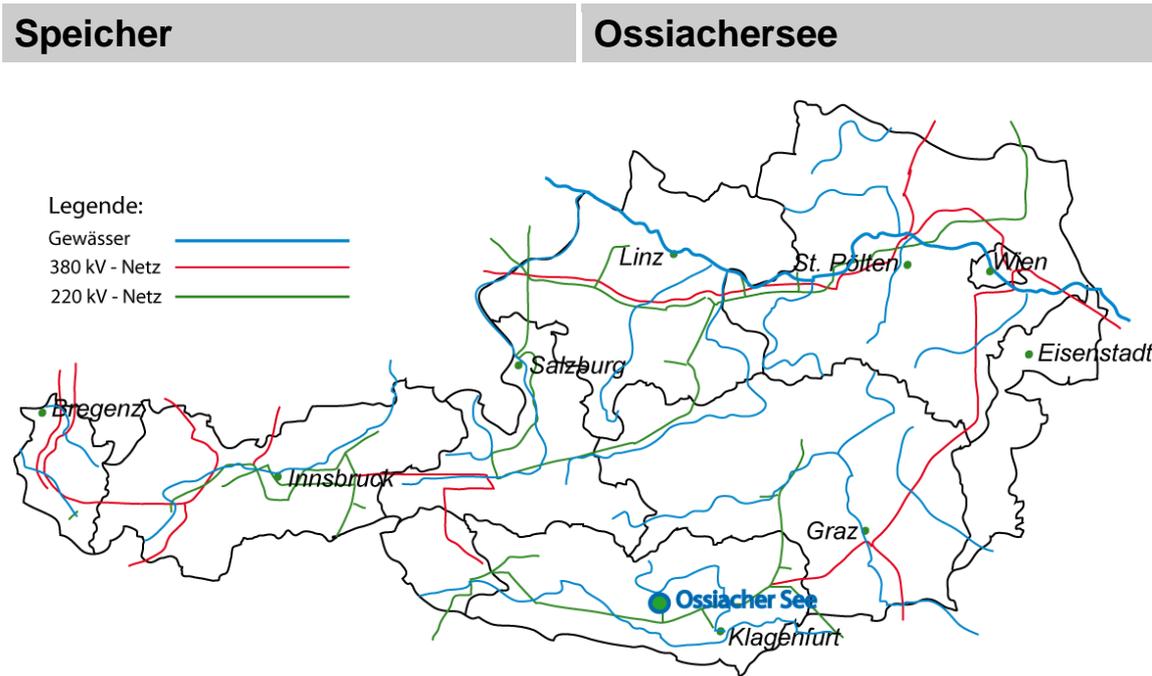


Abbildung 15: Österreichkarte mit Ossiacher See

<b>Bundesland</b>	<b>Kärnten</b>
Ort	Treffen am Ossiachersee
Standort	Nordufer Ossiachersee
Koordinaten	46°40'16,9"N 13°55'37,3"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	See
Speicherfläche	10,79 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	206 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,9 bis 46,3 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 220 kV Netz
Geologie	Glimmerschiefer - Paragneis, Quarzit [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 1: Kerndaten für den Standort Ossiacher See

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 18 ersichtlich, aus Glimmerschiefer bis Paragneis und Quarzit, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist. Die vorhandenen Lockergesteine sind in Tiefen von mehr als 500 Meter nicht mehr zu erwarten.

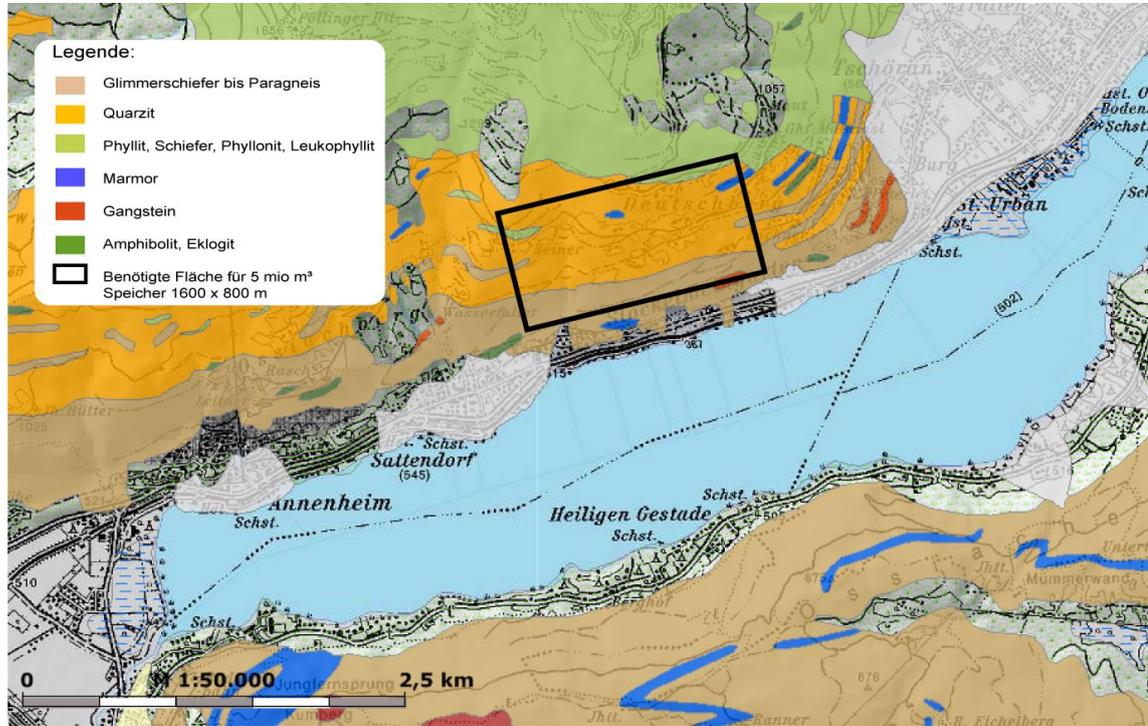


Abbildung 16: Geologische Karte Ossiacher See [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 2 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Am Standort des Ossiacher See befinden sich bis auf ein Naturschutzgebiet keine erwähnenswerten Schutzgebiete in der Nähe. Beim Naturschutzgebiet sind aufgrund der Nähe zum Projektstandort am ehesten Beeinträchtigungen zu erwarten.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	1000	Auswirkungen möglich
Nationalpark	>50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	1000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1500	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	8500	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	15000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	13000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 2: Schutzgebetsmatrix Ossiacher See

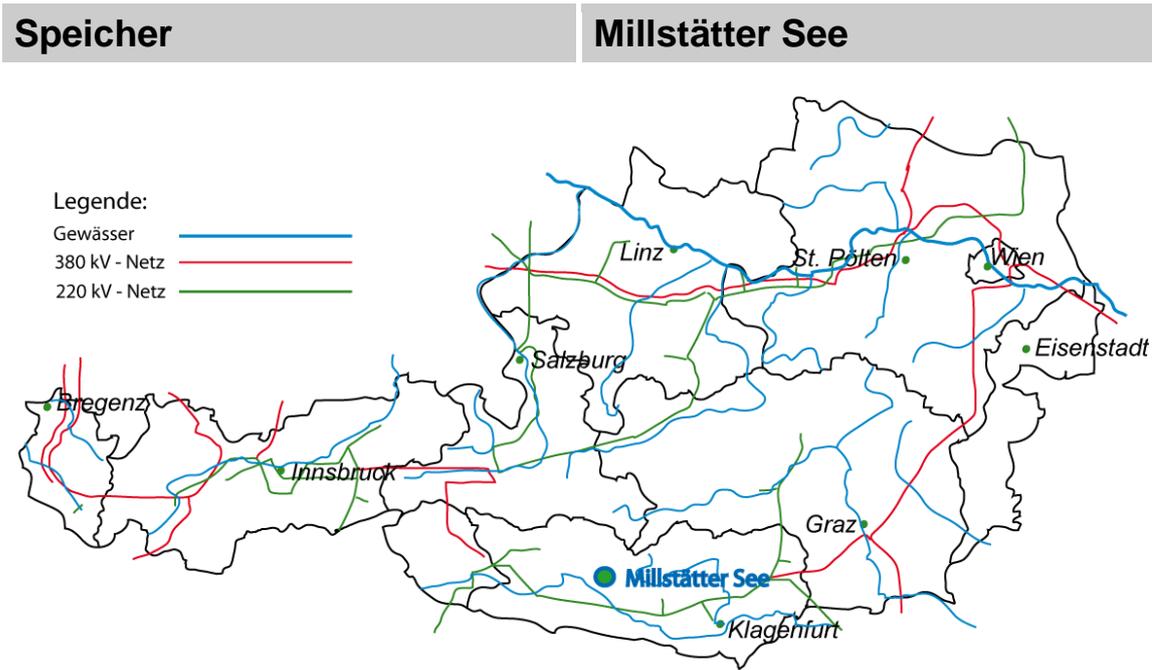


Abbildung 17: Österreichkarte mit Millstätter See

<b>Bundesland</b>	<b>Kärnten</b>
Ort	Millstatt am See
Standort	Nordostufer Millstätter See
Koordinaten	46°48'01,6"N 13°37'47,0"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste[29]
Speicherart	See
Speicherfläche	13,28 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	1205 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,8 bis 37,7 cm (0,1 – 5 Mio. m <sup>3</sup> )
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	15 - 20 km bis 220 kV Netz
Geologie	Glimmerschiefer bis Paragneis, Amphibolit, Eklogit [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet. [32]

Tabelle 3: Kerndaten für den Standort Millstätter See.

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 18 ersichtlich, aus Glimmerschiefer bis Paragneis mit Bereichen von Schwemmkegel, Schwemmfächer, Vorschotter, Sander, Amphibolit und Eklogit, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist. Die vorhandenen Lockergesteine sind in Tiefen von mehr als 500 Meter nicht mehr zu erwarten.

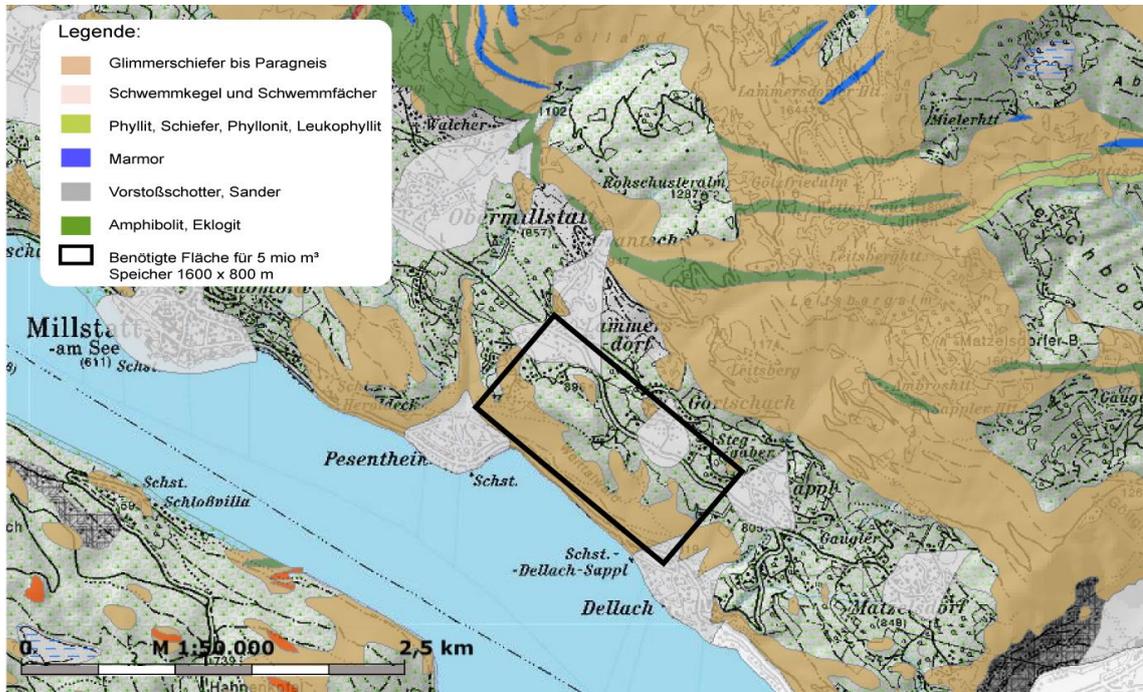


Abbildung 18: Geologische Karte Millstätter See [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 4 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Am Standort des Millstättersees befinden sich bis auf einen Biosphärenpark keine erwähnenswerten Schutzgebiete in der Nähe. Beim Biosphärenpark sind aufgrund der Nähe zum Projektstandort am ehesten Beeinträchtigungen zu erwarten.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	6500	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	>30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	2500	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	18000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	500	Auswirkungen möglich

Tabelle 4: Schutzgebetsmatrix Millstätter See

**Speicher** **Kölnbreinspeicher**

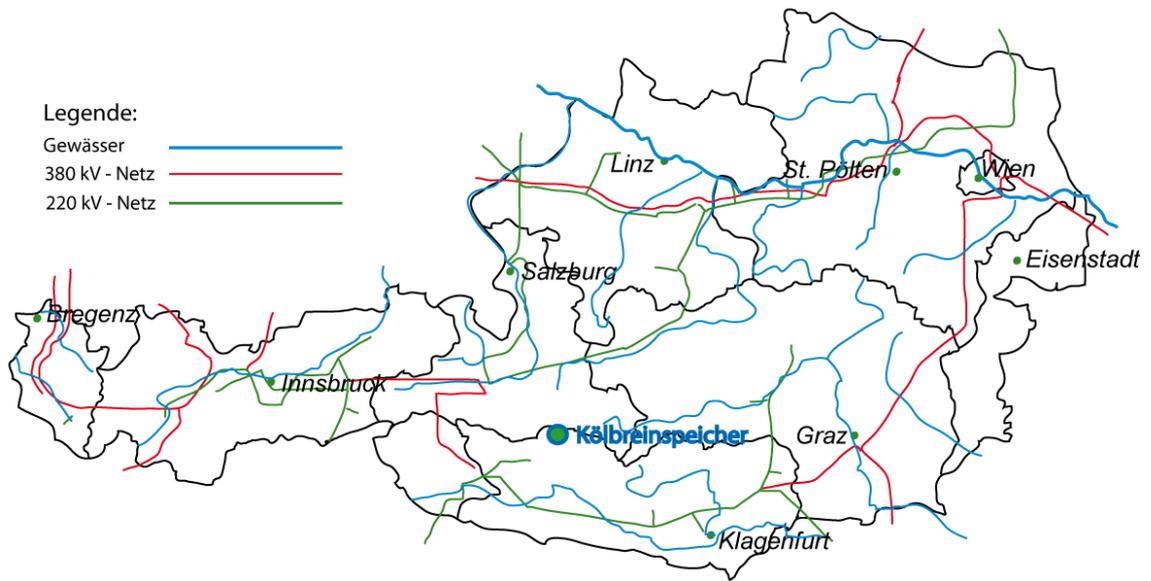


Abbildung 19: Österreichkarte mit Kölnbreinspeicher

<b>Bundesland</b>	<b>Kärnten</b>
Ort	Malta
Standort	Südostufer des Kölnbreinspeichers
Koordinaten	47°04'43,7"N 13°21'48,3"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	2,55 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	205 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	3,9 bis 196,1cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granit, Migmatit [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 5: Kerndaten für den Standort Kölnbreinspeicher

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht wie auf Abbildung 20 ersichtlich, aus Migmatit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

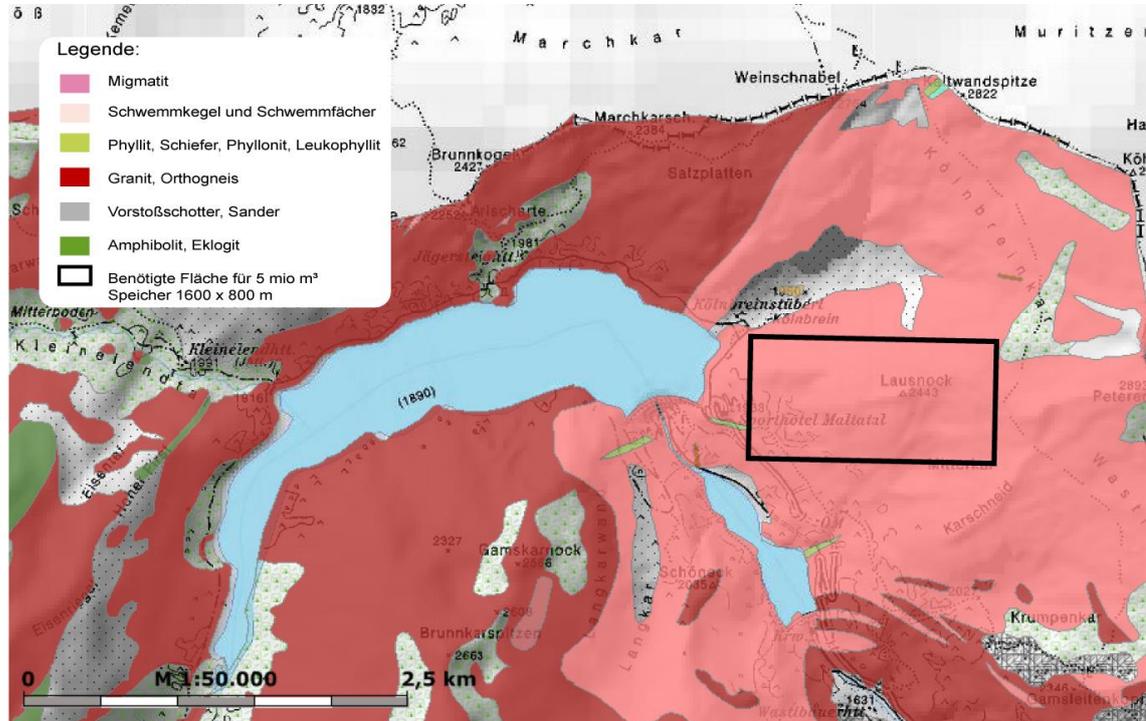


Abbildung 20: Geologische Karte Kölnbreinspeicher [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 6 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Am Standort des Kölnbreinspeichers befinden sich bis auf einen Nationalpark und einem Natura 2000 Gebiet keine erwähnenswerten Schutzgebiete in der Nähe. Beim Nationalpark und Natura 2000 Gebiet sind aufgrund der Nähe zum Projektstandort am ehesten Beeinträchtigungen zu erwarten.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	4500	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	1000	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	12000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	18000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 6: Schutzgebietmatrix Kölnbreinspeicher

**Speicher** **Galgenbichlspeicher**

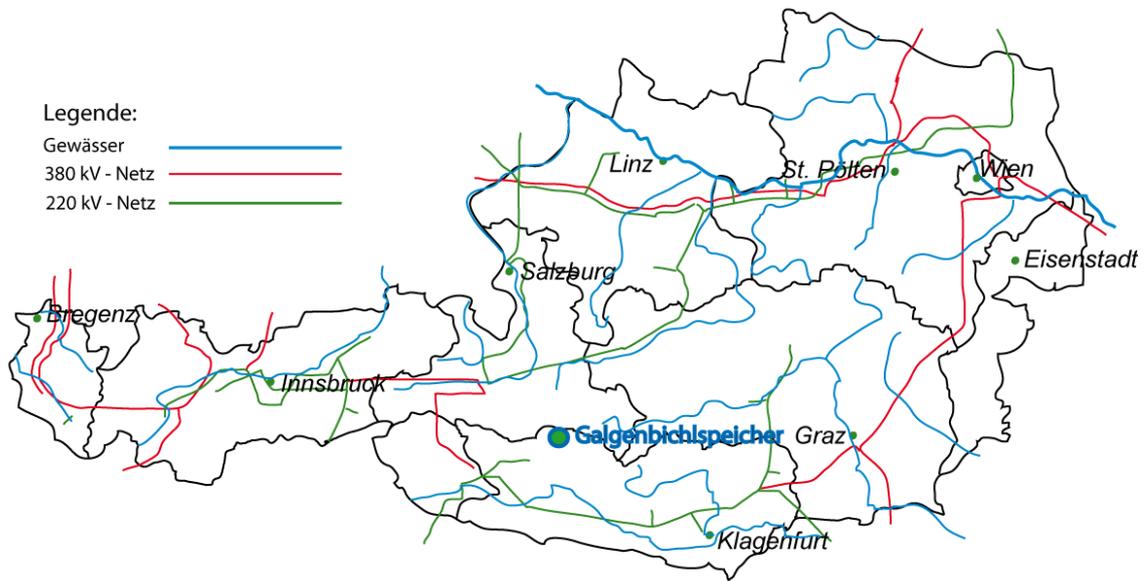


Abbildung 21: Österreichkarte mit Galgenbichlspeicher

<b>Bundesland</b>	<b>Kärnten</b>
Ort	Malta
Standort	Ostufer des Galgenbichlspeichers
Koordinaten	47°04'21,8"N 13°22'00,2"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,27 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	4,80 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	37,0 bis 1629,6 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Migmatit, Granit und Orthogneis [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 7: Kerndaten für den Standort Galgenbichlspeicher

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 22 ersichtlich, aus Migmatit mit einzelnen kleinen Granit und Orthogneis Bereichen, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

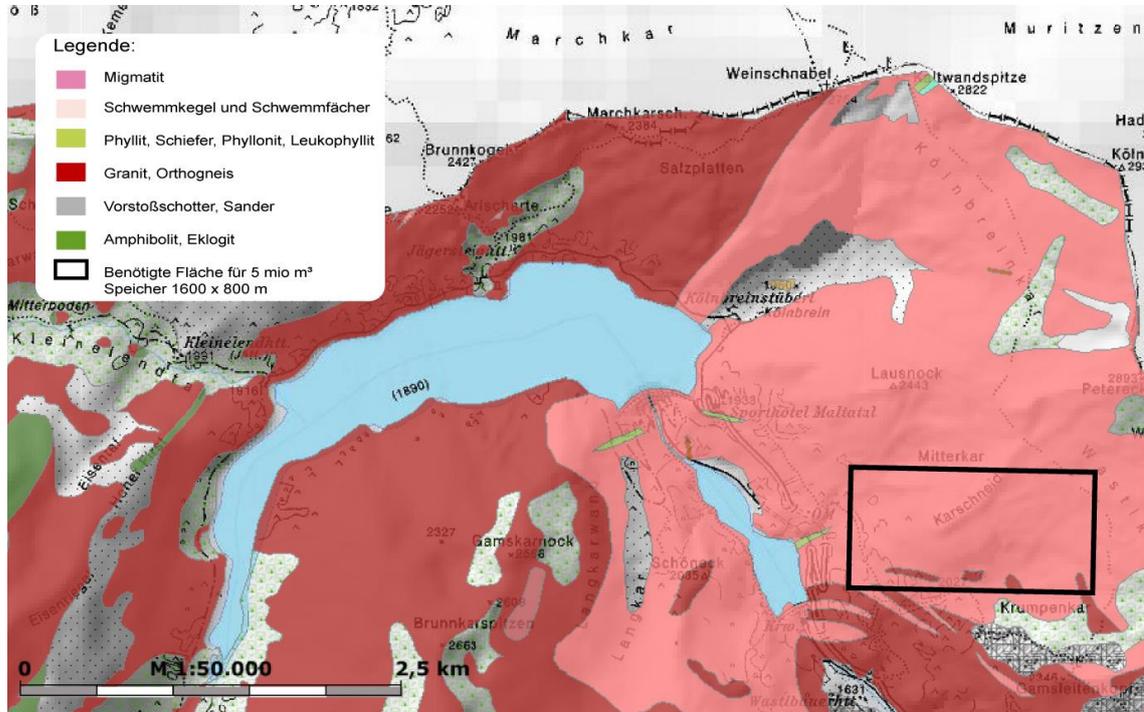


Abbildung 22: Geologische Karte Galgenbichlspeicher [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 8 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Galgenbichlspeicher befindet sich in der Nähe eines Naturschutzgebiets, eines Nationalparks und eines Natura 2000 Gebiet. Bei den übrigen Schutzgebieten sind keine Auswirkungen erwartbar, lediglich bei den drei genannten Gebieten sind Beeinträchtigungen möglich.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	2000	Auswirkungen möglich
Nationalpark	1000	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	12000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	18000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 8: Schutzgebietmatrix Galgenbichlspeicher

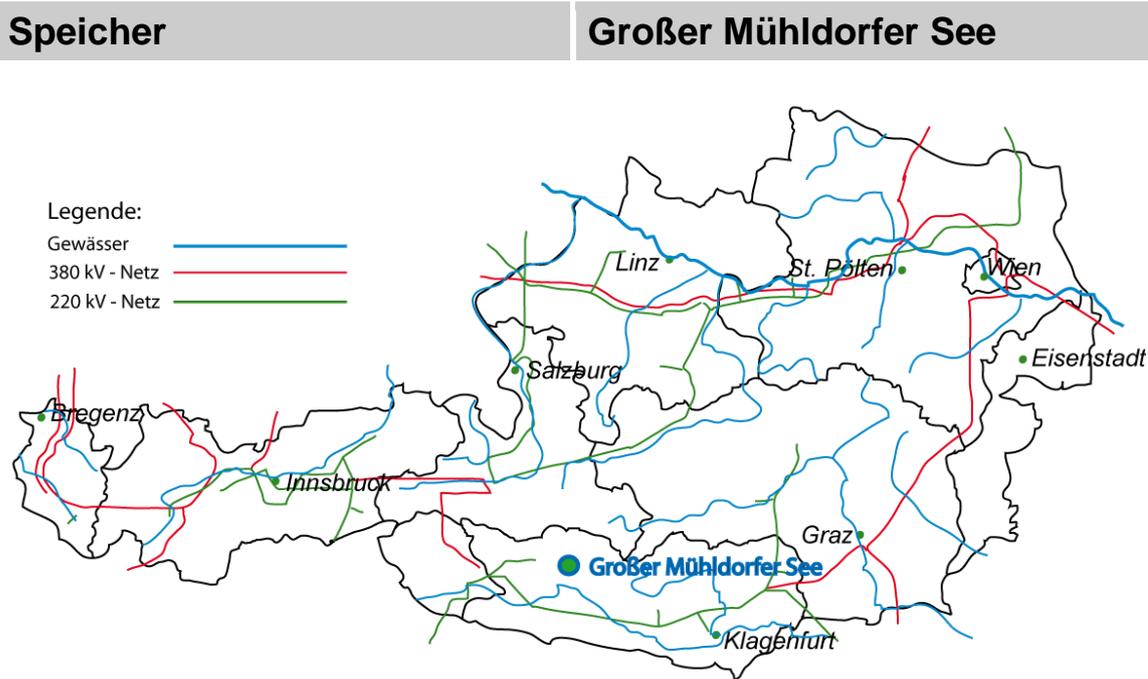


Abbildung 23: Österreichkarte mit Großen Mühldorfer See

Bundesland	Kärnten
Ort	Mühldorf und Trebesing
Standort	Ostufer Großer Mühldorfer See
Koordinaten	46°55'18,7"N 13°22'57,8"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,21 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	7,85 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	47,6 bis 2381 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granit und Orthogneis [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 9: Kerndaten für den Standort Großer Mühldorfer See

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 24 ersichtlich, aus Granit und Orthogneis mit einzelnen Bereichen mit Glimmerschiefer bis Paragneis sowie Amphibolit und Eklogit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

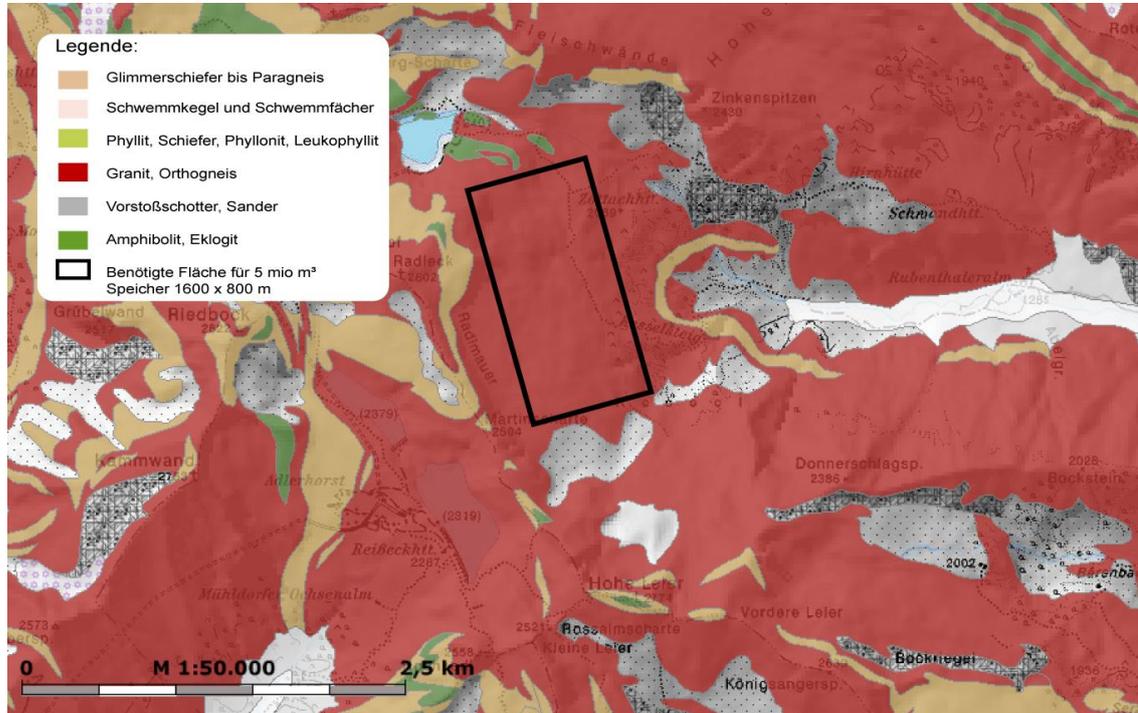


Abbildung 24: Geologische Karte Großer Mühdorfer See [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 10 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Großen Mühdorfer Sees befindet sich nicht in der Nähe von Schutzgebieten, folglich ist nicht von Beeinträchtigungen auf Schutzgebiete auszugehen.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	14000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	8000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	21000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	13000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 10: Schutzgebietmatrix Großer Mühdorfer See

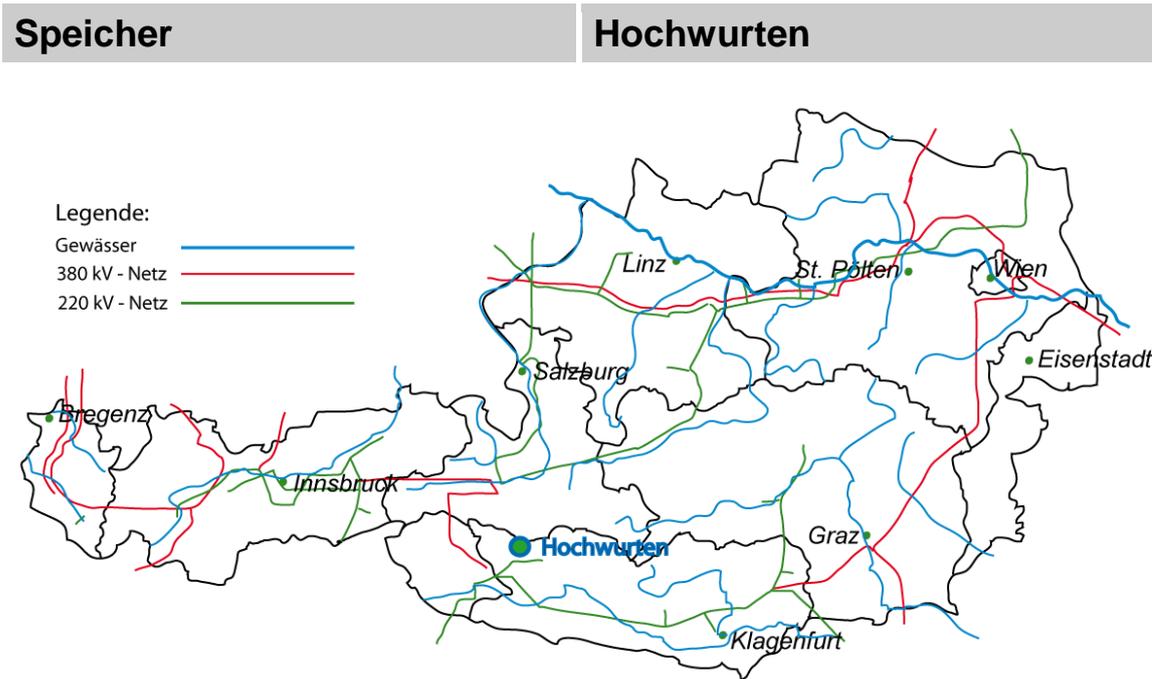


Abbildung 25: Österreichkarte mit Hochwurtenspeicher

Bundesland	Kärnten
Ort	Flattach
Standort	Ostufer des Hochwurtenstausees
Koordinaten	47°01'14,4"N 13°00'48,8"O
Eigentum	Kelag [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,37 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	12,70 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	27,0 bis 1351,4 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granit und Orthogneis, Amphibolit, Eklogit [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 11: Kerndaten für den Standort Hochwurten

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 26 ersichtlich, aus Granit und Orthogneis mit einzelnen Bereichen mit Amphibolit und Eklogit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

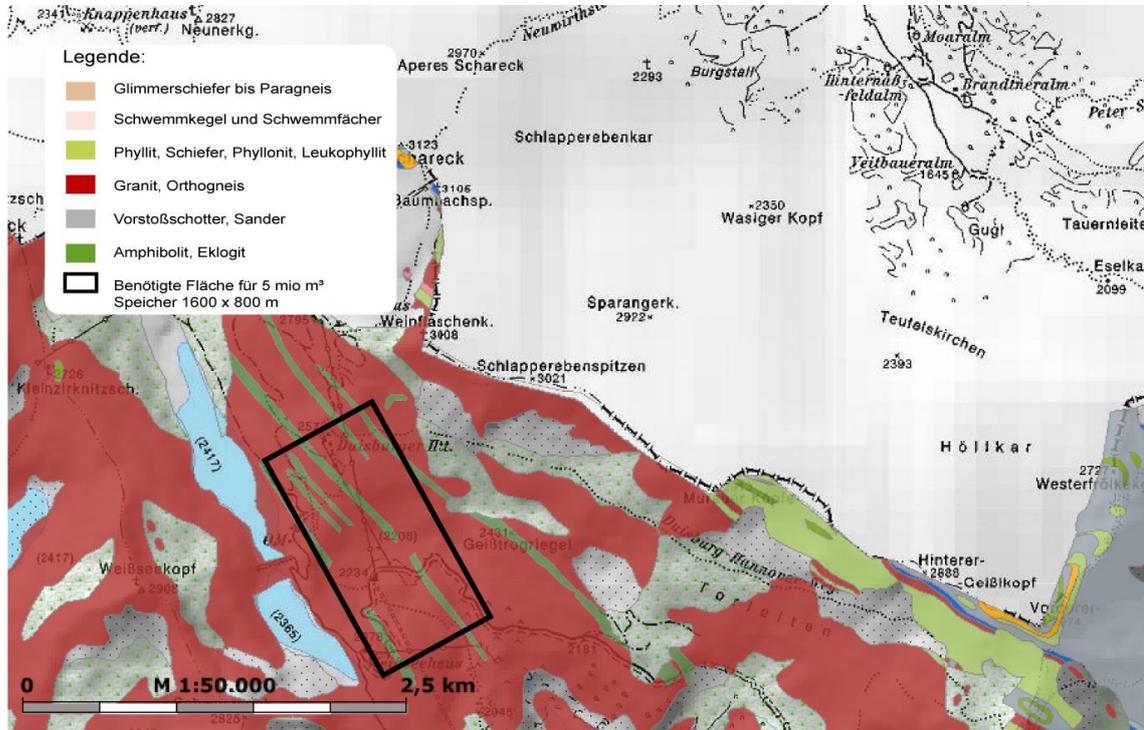


Abbildung 26: Geologische Karte Hochwurtenspeicher [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 12 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Hochwurtenspeichers befindet sich in der Nähe von einem Naturschutzgebiet, einem Nationalpark sowie eines Natura 2000 Gebiets am westlichen Ufer des Stausees, wodurch Beeinträchtigungen auf Schutzgebiete möglich sind.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	500	Auswirkungen möglich
Nationalpark	1000	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	4000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Naturpark	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	34000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	27000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 12: Schutzgebietmatrix Hochwurtenspeicher

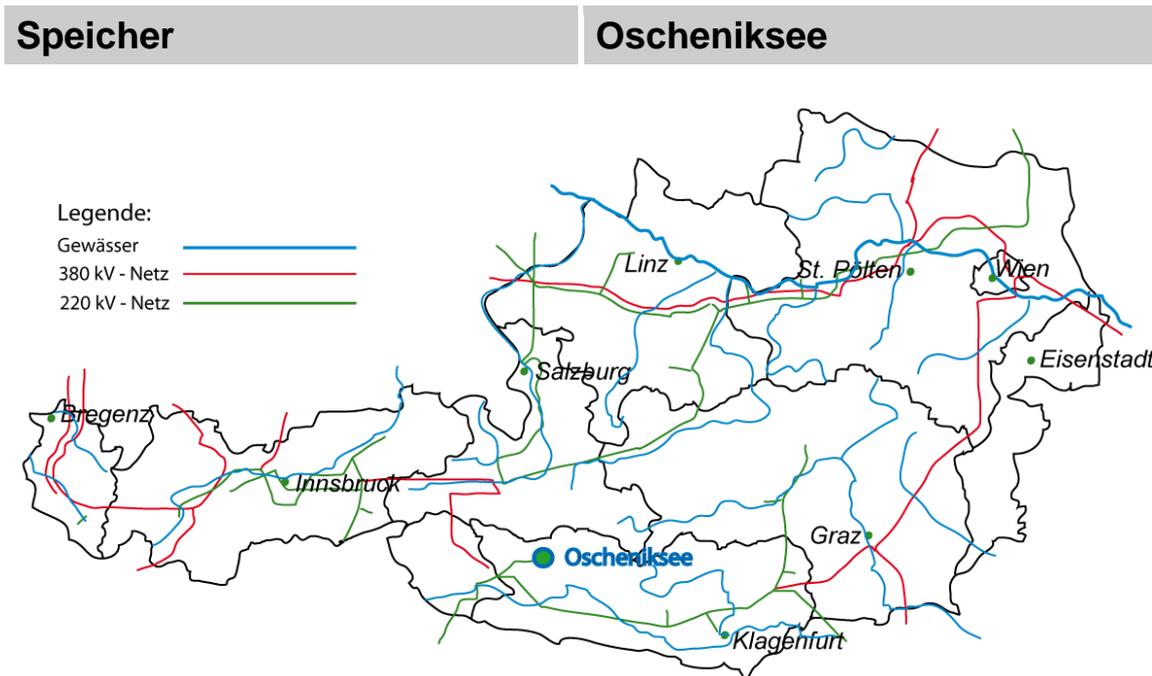


Abbildung 27: Österreichkarte mit Oscheniksee

<b>Bundesland</b>	<b>Kärnten</b>
Ort	Flattach
Standort	Südwestufer des Oscheniksees
Koordinaten	46°58'43,2"N 13°04'52,3"O
Eigentum	Kelag [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,43 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	33 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	23,3 bis 1162,8 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	5 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granit und Orthogneis, Hangschutt [31]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [32]

Tabelle 13: Kerndaten für den Standort Oscheniksee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 28 ersichtlich, aus Granit und Orthogneis mit einzelnen Bereichen mit Hangschutt, Hangbrekzien und Muren, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, da sich das genannte Schuttmaterial erfahrungsgemäß nicht in Schichten von > 1000 m unter der Erdoberfläche befindet.

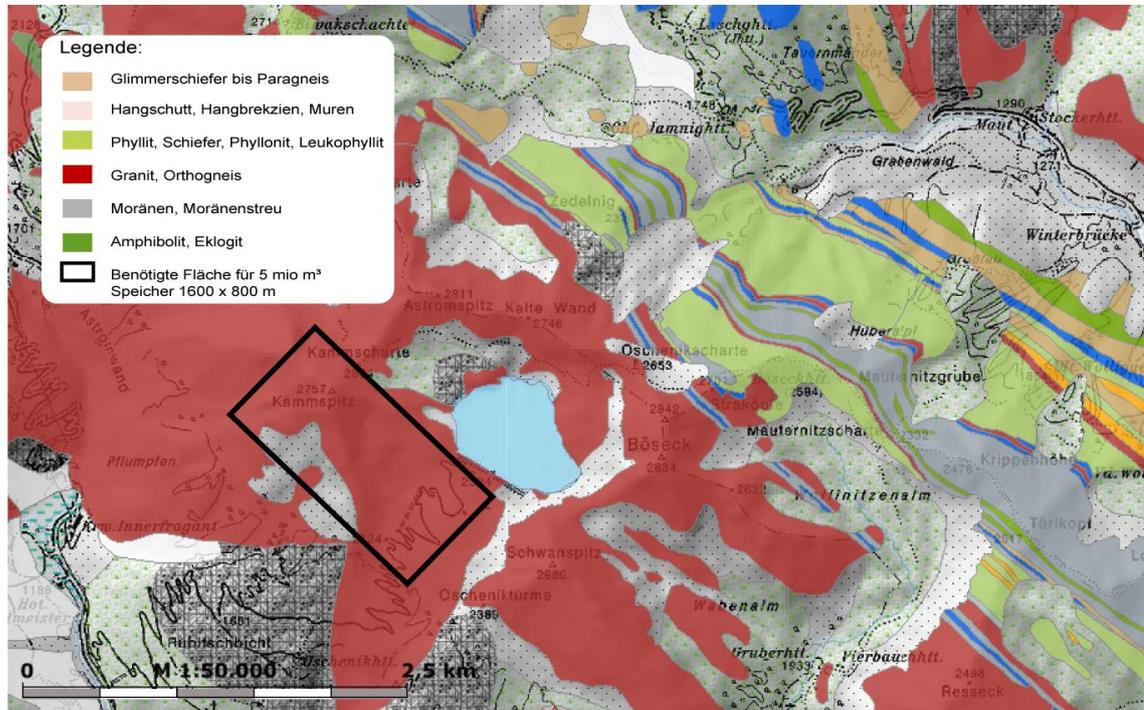


Abbildung 28: Geologische Karte Oscheniksee [31]

Schutzgebiete:

In Tabelle 14 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Oscheniksees befindet sich in der Nähe von einem Nationalpark sowie eines Natura 2000 Gebiets am westlichen Ufer des Stausees, wodurch Beeinträchtigungen auf Schutzgebiete möglich sind.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	1000	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Naturpark	26000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	25000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 14: Schutzgebietmatrix Oscheniksee

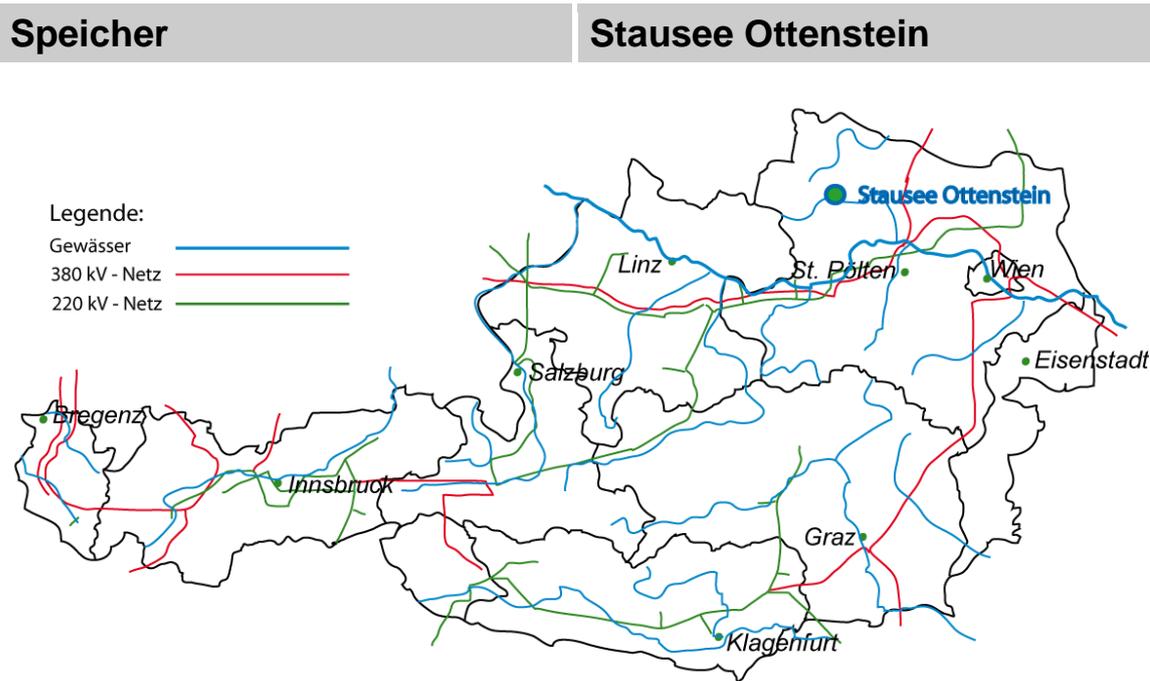


Abbildung 29: Österreichkarte mit Stausee Ottenstein

<b>Bundesland</b>	<b>Niederösterreich</b>
Ort	Zwettl
Standort	Nordufer der Kamp
Koordinaten	48°36'41,7"N 15°16'09,5"O
Eigentum	EVN Naturkraft [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	4,30 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	73 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	2,3 bis 116,3 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	35 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granodiorit [33]
Schutzgebiete	Landschaftsschutzgebiet [34]

Tabelle 15: Kerndaten für den Standort Ottenstein

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 30 ersichtlich, aus Granodiorit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

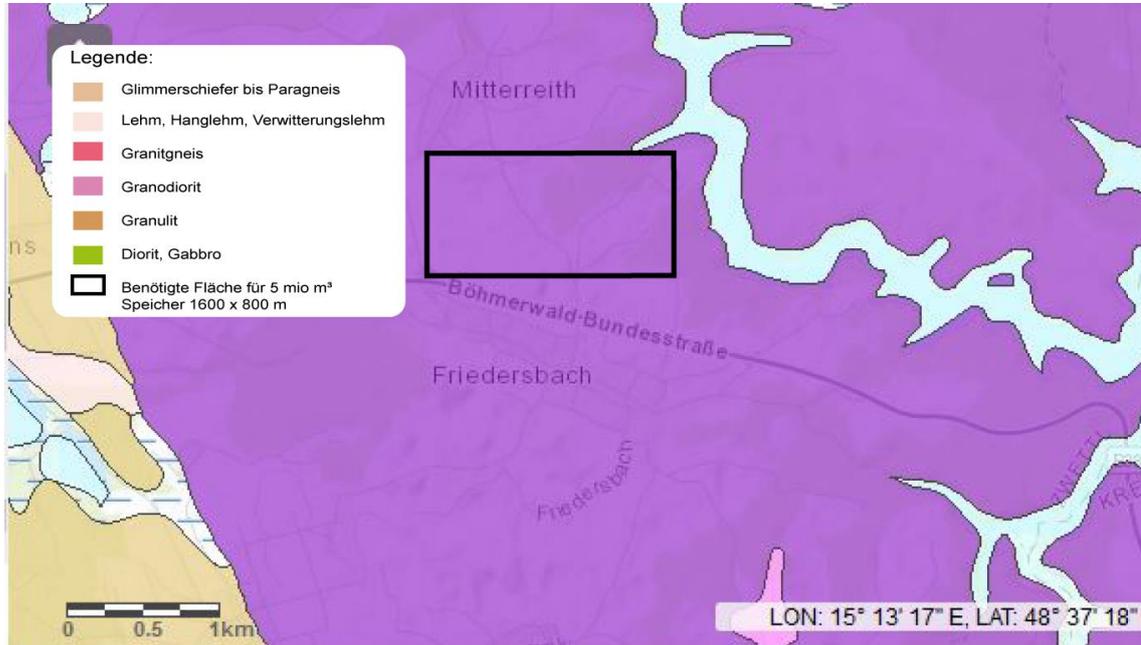


Abbildung 30: Geologische Karte Stausee Ottenstein [33]

Schutzgebiete:

In Tabelle 16 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Ottensteiner Stausees befindet sich in der Nähe eines Natura 2000 Gebiets und direkt in einem Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Landschaftsschutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	22000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	800	Auswirkungen möglich
Naturpark	27000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	18000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	64000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 16: Schutzgebietmatrix Ottensteiner Stausee

**Speicher** **Stauraum Altenwörth**

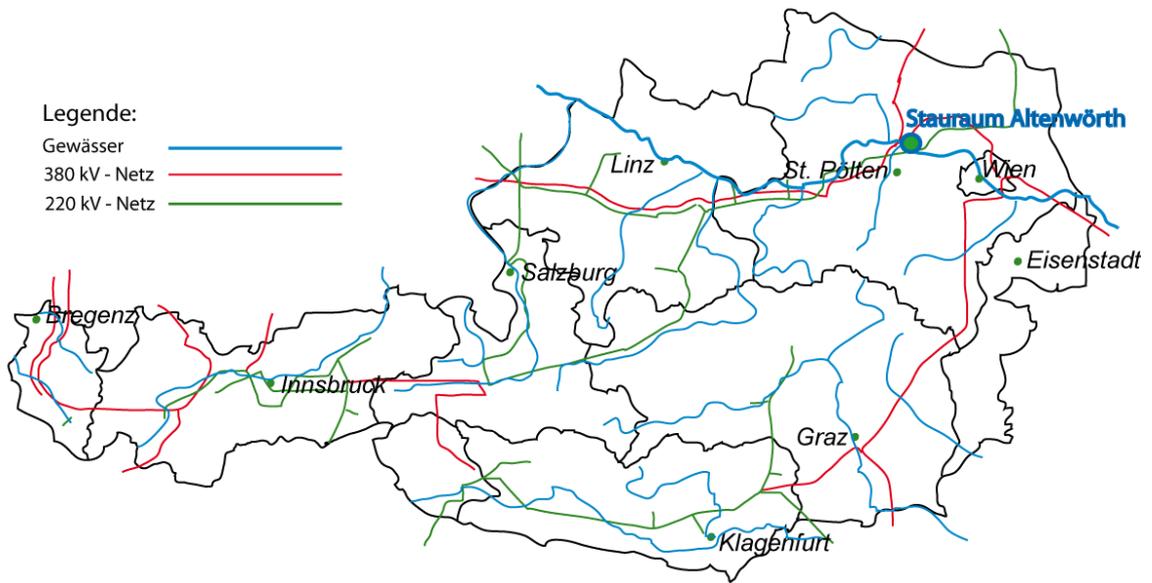


Abbildung 31: Österreichkarte mit Stauraum Altenwörth

Bundesland	Niederösterreich
Ort	Rossatz-Arnsdorf
Standort	Südufer Donaustauraum Altenwörth
Koordinaten	48°21'48,8"N 15°27'53,0"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	11,0 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	101 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	0,9 bis 45,5 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitgneis [33]
Schutzgebiete	Natura 2000 Gebiet und Landschaftsschutzgebiet [34]

Tabelle 17: Kerndaten für den Standort Altenwörth

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 32 ersichtlich, aus Granitgneis, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

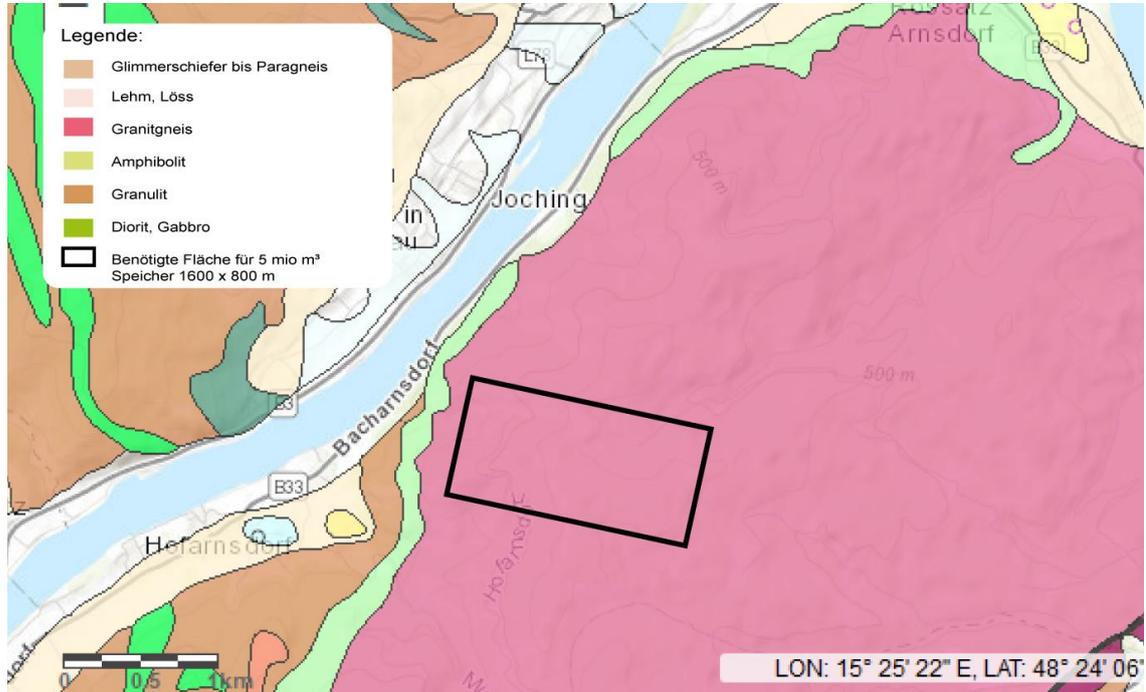


Abbildung 32: Geologische Karte Stauraum Altenwörth [33]

Schutzgebiete:

In Tabelle 18 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Altenwörth befindet sich in der Nähe eines Naturschutzgebietes und direkt in einem Landschaftsschutzgebiet und einem Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt die genannten Schutzgebiete beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	1500	Auswirkungen möglich
Nationalpark	80000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Naturpark	3500	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	52000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	38000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 18: Schutzgebietmatrix Stauraum Altenwörth

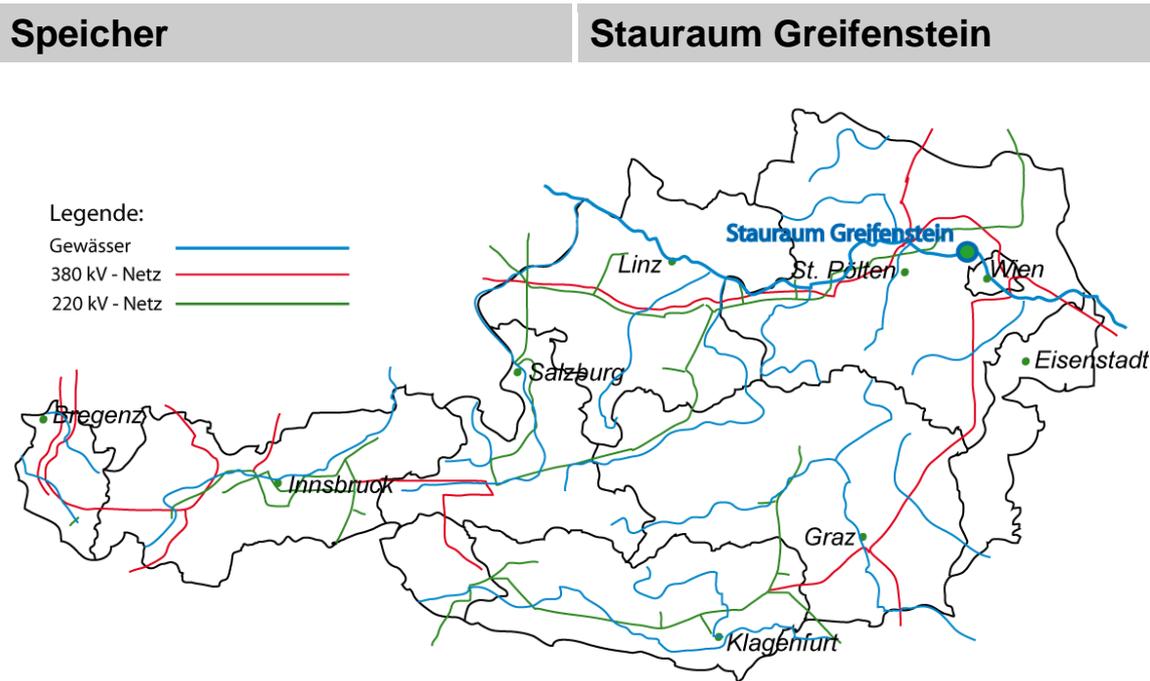


Abbildung 33: Österreichkarte mit Stauraum Greifenstein

Bundesland	Niederösterreich
Ort	St. Andrä-Wördern / Klosterneuburg
Standort	Südufer Donaustauraum Greifenstein
Koordinaten	48°20'46,4"N 16°15'23,7"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	10,0 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	94,0 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,0 bis 50 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 380 kV Netz
Geologie	Quarzsandstein [33]
Schutzgebiete	Landschaftsschutzgebiet, Natura 2000 Gebiet, Biosphärenpark und Naturschutzgebiet [34]

Tabelle 19: Kerndaten für den Standort Greifenstein

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 34 ersichtlich, aus einer Mischung aus verschiedenen Quarzsandsteinen und befindet sich in der Flysch Hauptdecke, was auf eher gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

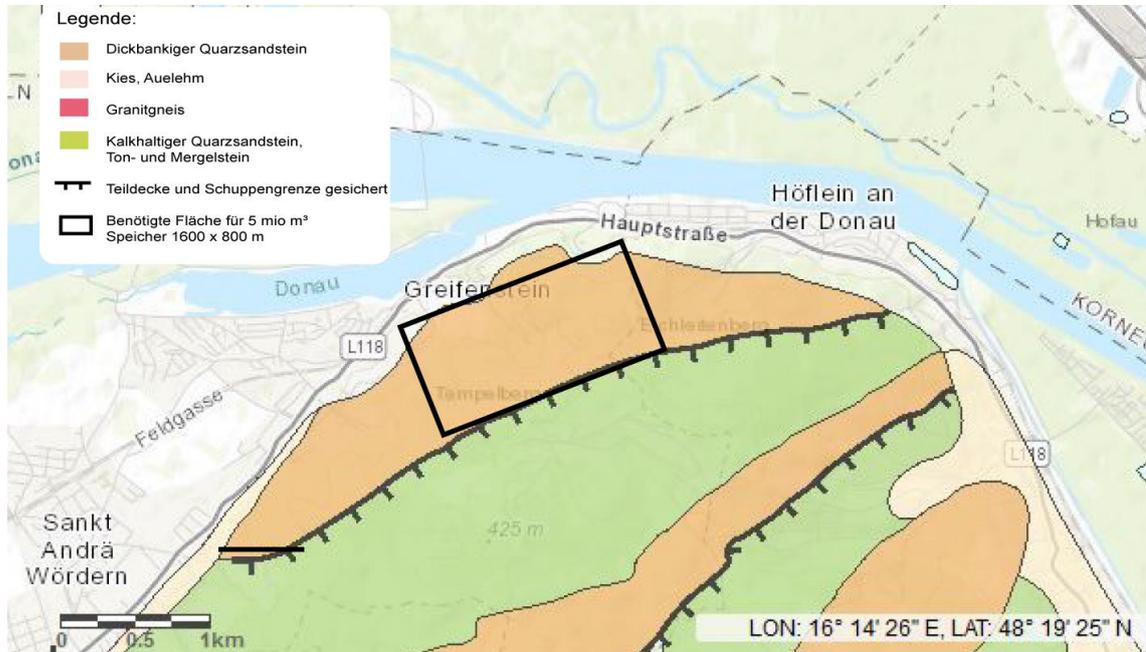


Abbildung 34: Geologische Karte Stauraum Greifenstein [33]

Schutzgebiete:

In Tabelle 20 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Greifenstein befindet sich direkt in einem Landschaftsschutzgebiet, einem Naturschutzgebiet, einem Biosphärenpark und einem Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt die genannten Schutzgebiete beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Naturpark	3500	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	0	Auswirkungen erwartbar

Tabelle 20: Schutzgebietmatrix Stauraum Greifenstein

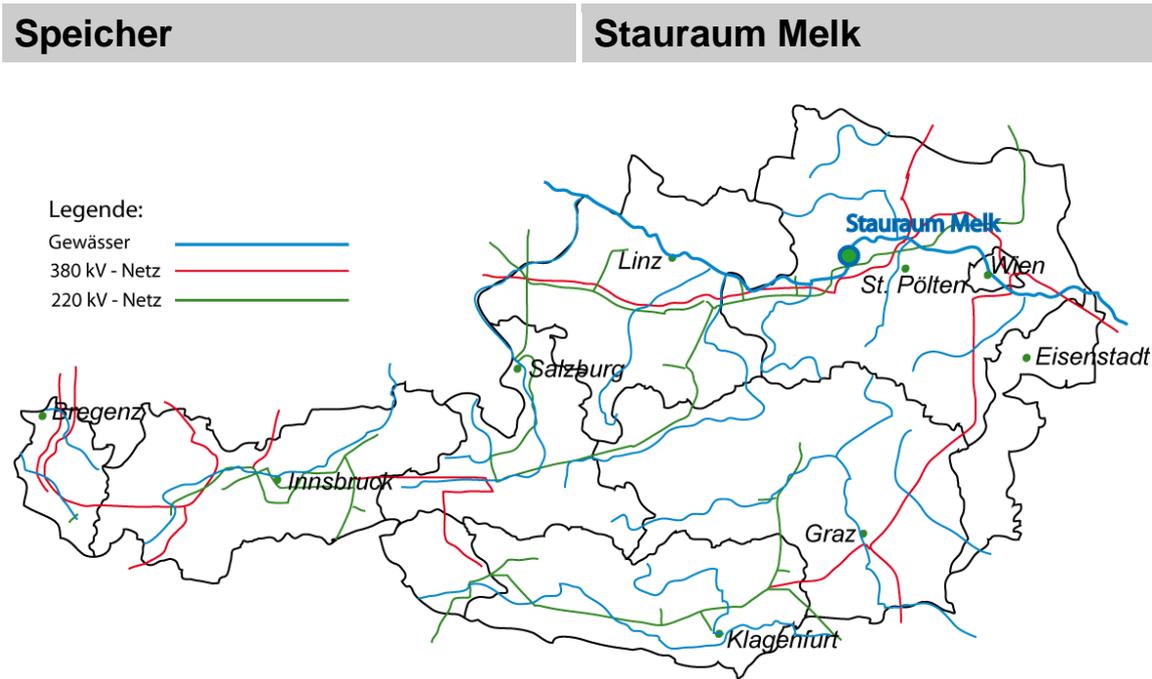


Abbildung 35: Österreichkarte mit Stauraum Melk

Bundesland	Niederösterreich
Ort	Klein-Pöchlarn
Standort	Nordufer Donaustauraum Melk
Koordinaten	48°13'37,5"N 15°13'53,7"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	7,50 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	58,0 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,3 bis 66,7 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitgneis, Löss und Lösslehm [33]
Schutzgebiete	Natura 2000 Schutzgebiet beinahe angrenzend [34]

Tabelle 21: Kerndaten für den Standort Melk

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 36 ersichtlich, aus Granitgneis und einem Mix aus Sedimentgesteinen wie Löss, Lösslehm und deren Ablagerungen, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

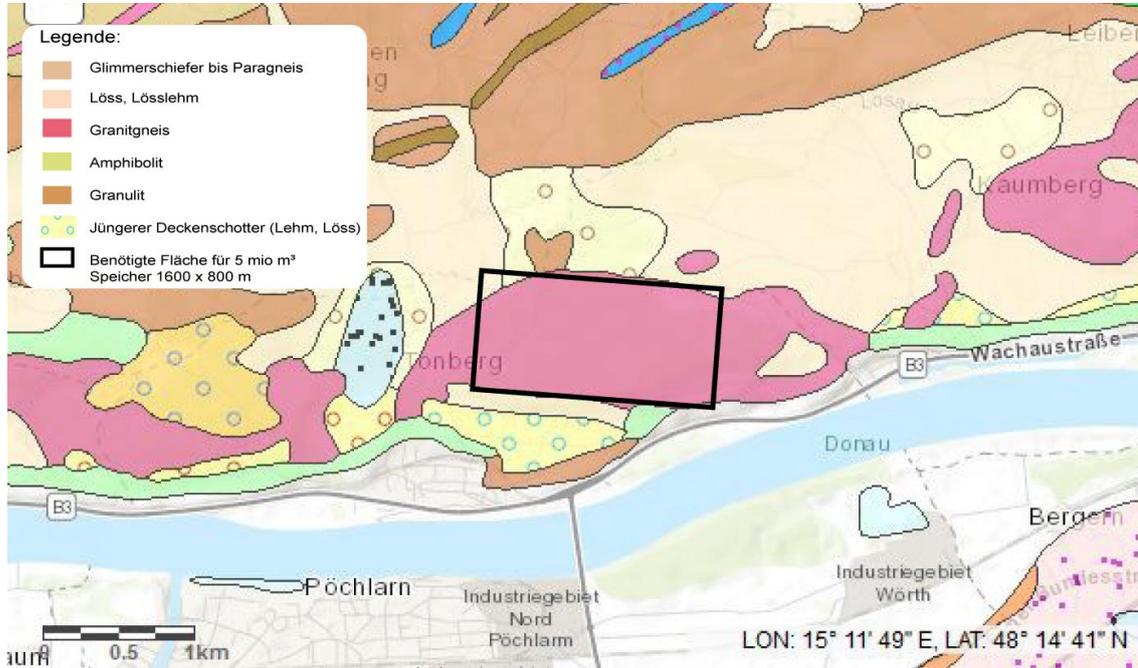


Abbildung 36: Geologische Karte Stauraum Melk [33]

Schutzgebiete:

In Tabelle 22 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Melk befindet sich beinahe angrenzend an ein Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	9000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	> 20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	4000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	< 100	Auswirkungen möglich
Naturpark	4000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	> 20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 22: Schutzgebietmatrix Stauraum Melk

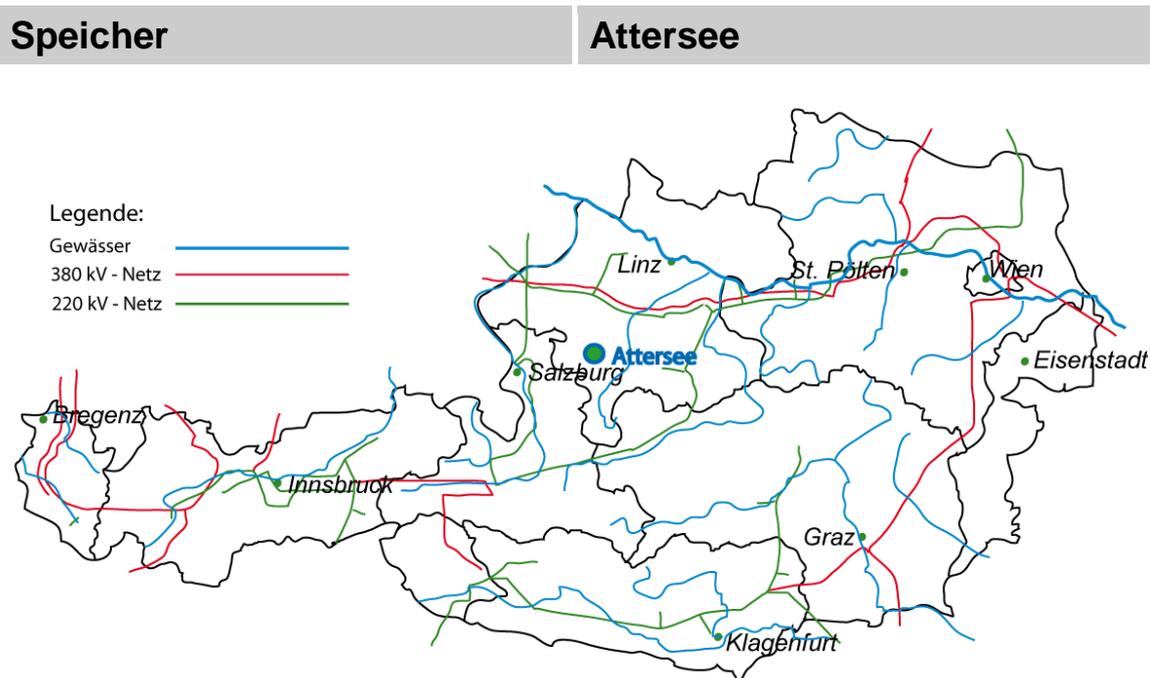


Abbildung 37: Österreichkarte mit Attersee

Bundesland	Oberösterreich und Salzburg
Ort	Unterach am Attersee und St. Gilgen
Standort	Südufer Attersee
Koordinaten	47°47'23,2"N 13°31'11,8"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	See
Speicherfläche	46,20 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	3890 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,2 bis 10,8 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	35 km bis 380 kV Netz
Geologie	Dolomit [35]
Schutzgebiete	Landschaftsschutzgebiet, Natura 2000 Gebiet [36]

Tabelle 23: Kerndaten für den Standort Attersee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 38 ersichtlich, aus Dolomit und einem Mix aus Wettersteindolomit und Kalkstein, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

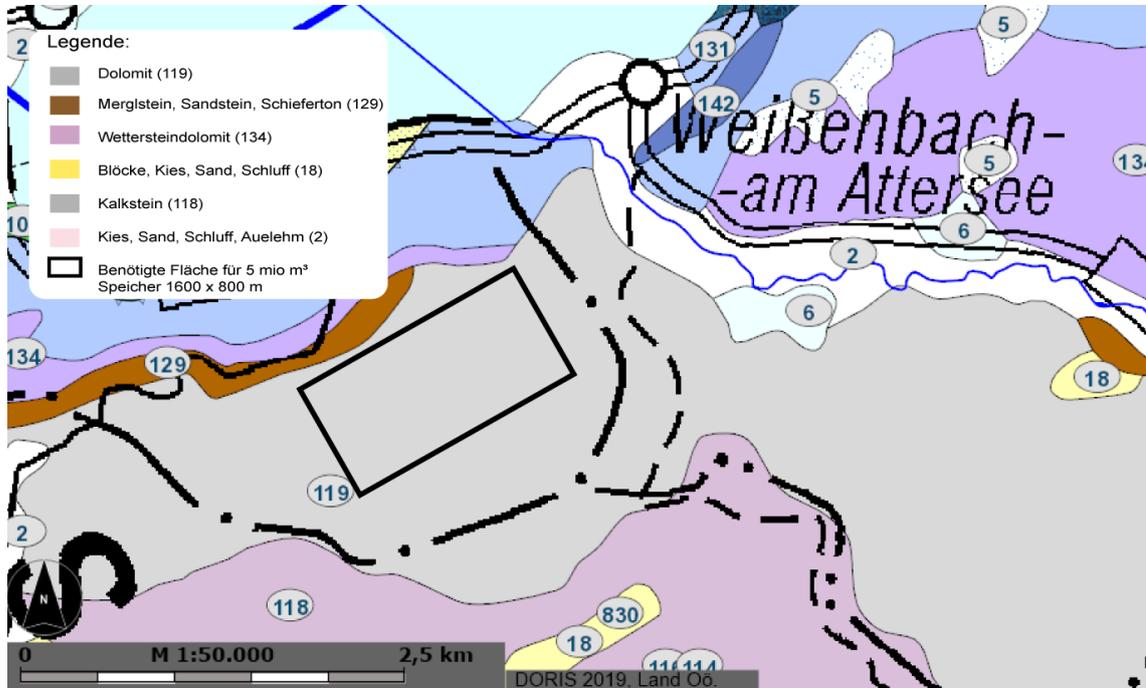


Abbildung 38: Geologische Karte Attersee [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 24 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort Attersee befindet sich in einem Landschaftsschutzgebiet und angrenzend an ein Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	2700	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 24: Schutzgebietmatrix Attersee

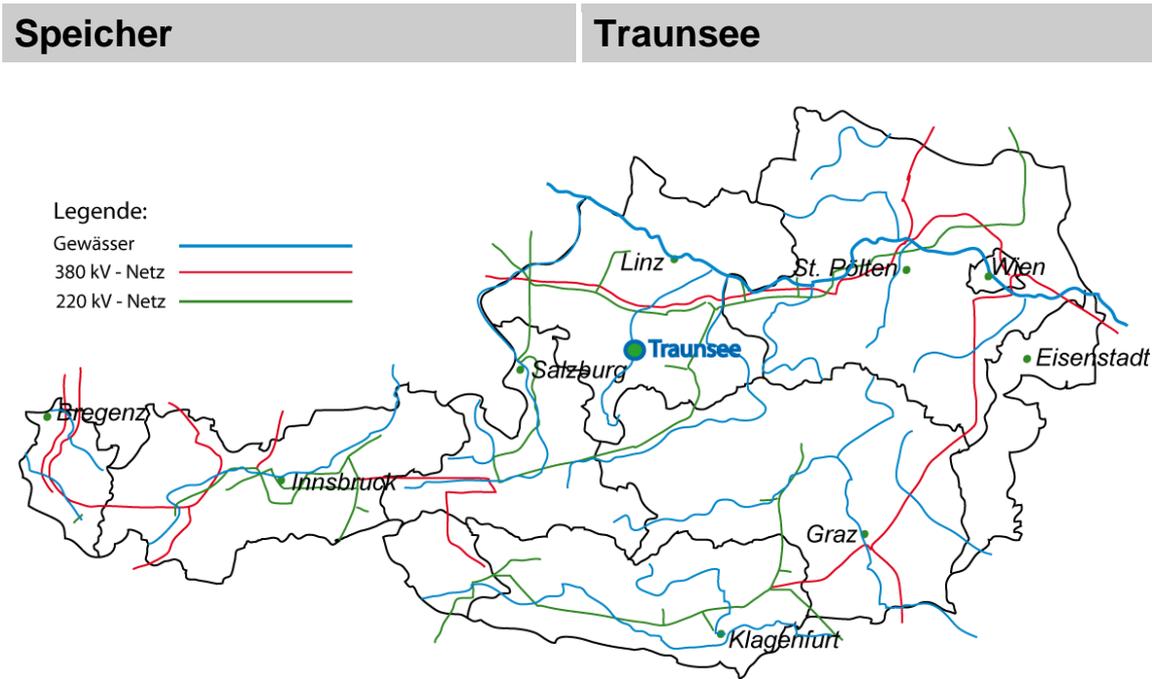


Abbildung 39: Österreichkarte mit Traunsee

<b>Bundesland</b>	<b>Oberösterreich</b>
Ort	Gmunden
Standort	Ostufer Traunsee
Koordinaten	47°49'46,8"N 13°49'24,2"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	See
Speicherfläche	24,40 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	2189 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,4 bis 20,5 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	25 km bis 220 kV Netz
Geologie	Dolomit [35]
Schutzgebiete	Nähe zu Natura 2000 Gebiet [36]

Tabelle 25: Kerndaten für den Standort Traunsee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 40 ersichtlich, aus Dolomit mit Kalkstein in den angrenzenden Bereichen, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

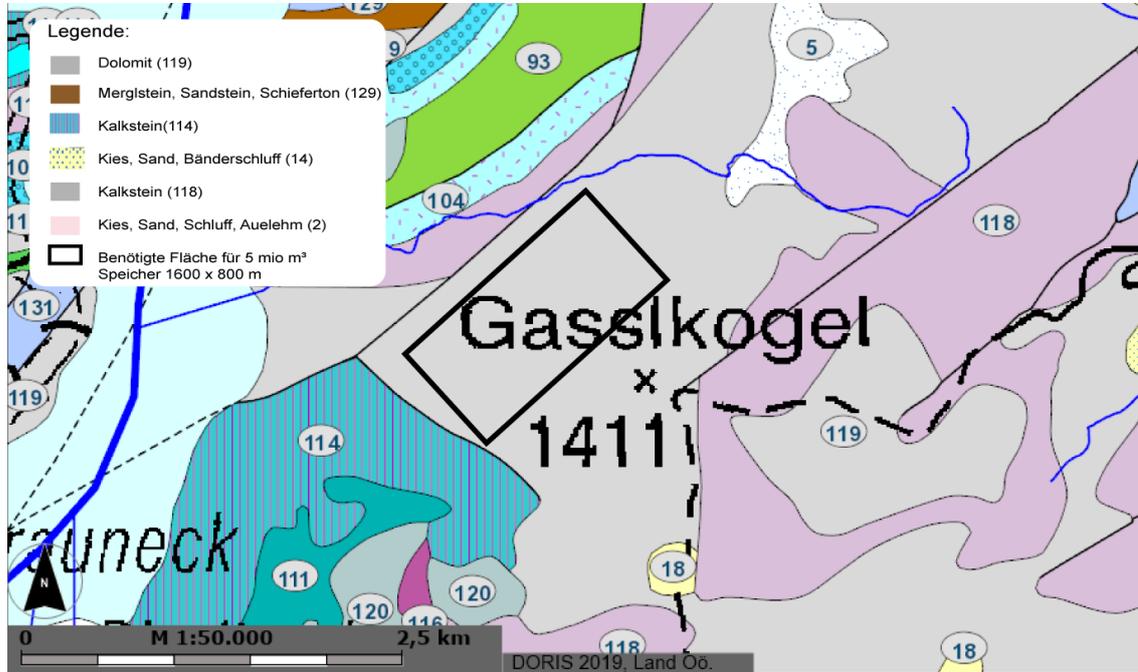


Abbildung 40: Geologische Karte Traunsee [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 26 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort Traunsee befindet sich nahe einem Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	> 25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	22000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	500	Auswirkungen möglich
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 26: Schutzgebietmatrix Traunsee

**Speicher** **Mondsee**

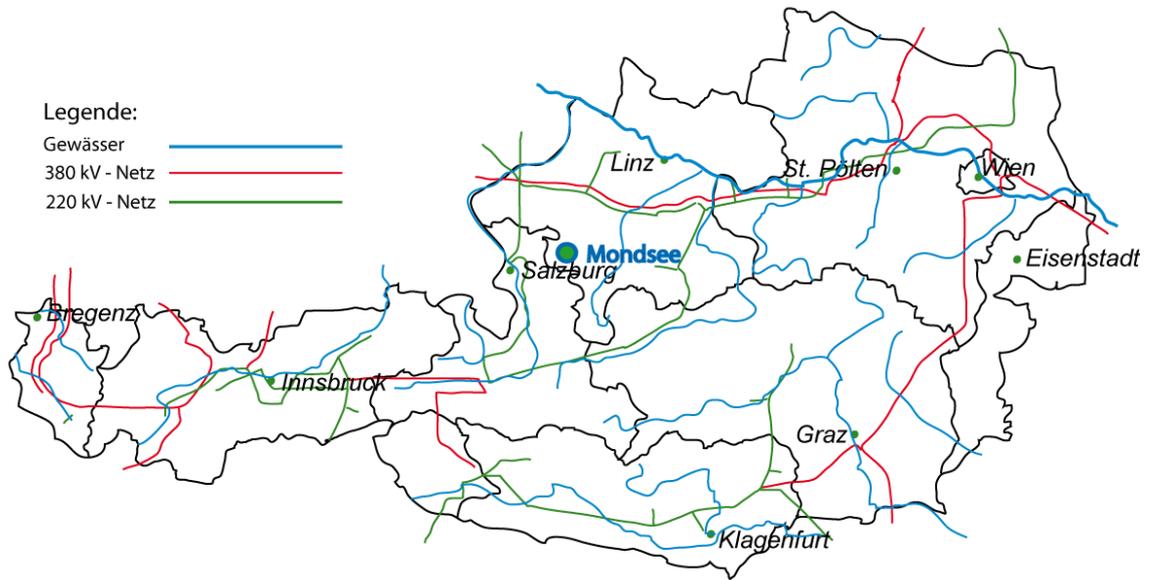


Abbildung 41: Österreichkarte mit Mondsee

Bundesland	Oberösterreich und Salzburg
Ort	St. Gilgen und St. Lorenz
Standort	Südufer Mondsee
Koordinaten	47°47'21,0"N 13°24'48,2"O
Eigentum	Nicolette Waechter [37]
Speicherart	See
Speicherfläche	13,80 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	497 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,7 bis 36,2 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Dolomit, Kies, Sand, Bänderschluft [35]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [36]

Tabelle 27: Kerndaten für den Standort Mondsee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 42 ersichtlich, aus Dolomit und einen Bereich mit Kies, Sand und Bänderschluft, was auf relativ gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

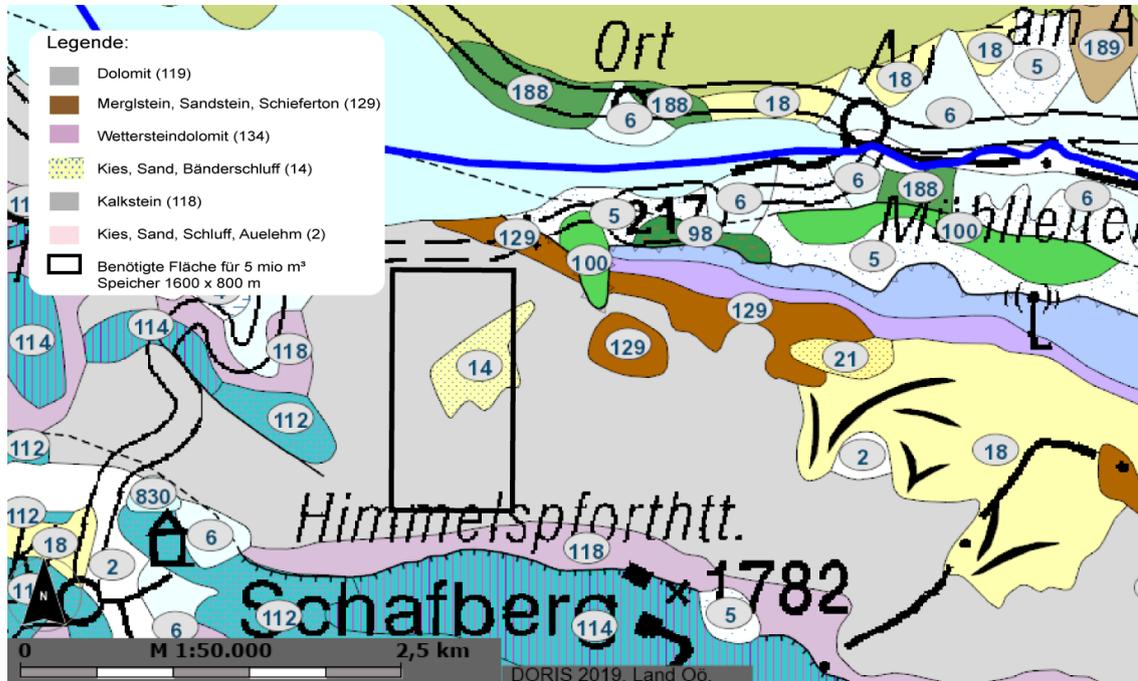


Abbildung 42: Geologische Karte Mondsee [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 28 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort Mondsee befindet sich in einem Landschaftsschutzgebiet und angrenzend an ein Natura 2000 Gebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	4000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Auswirkungen erwartbar
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 28: Schutzgebietmatrix Mondsee

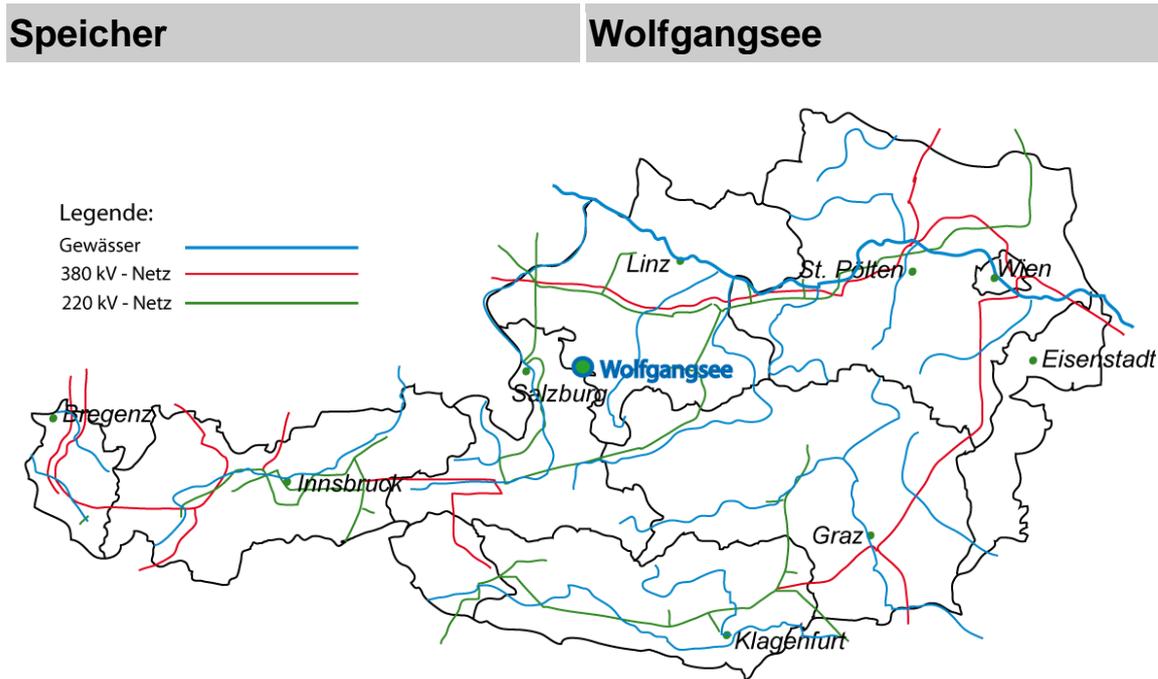


Abbildung 43: Österreichkarte mit Wolfgangsee

Bundesland	Oberösterreich und Salzburg
Ort	St. Wolfgang im Salzkammergut
Standort	Nordufer Wolfgangsee
Koordinaten	47°44'03,6"N 13°28'31,6"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	See
Speicherfläche	12,84 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	667 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	0,8 bis 38,9 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Kalkstein, Mergelgestein [35]
Schutzgebiete	Nahe eines Landschaftsschutzgebiets [36]

Tabelle 29: Kerndaten für den Standort Wolfgangsee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 44 ersichtlich, aus Kalkstein und in den angrenzenden Bereichen ein Mix aus verschiedenen Sedimentgesteinen, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

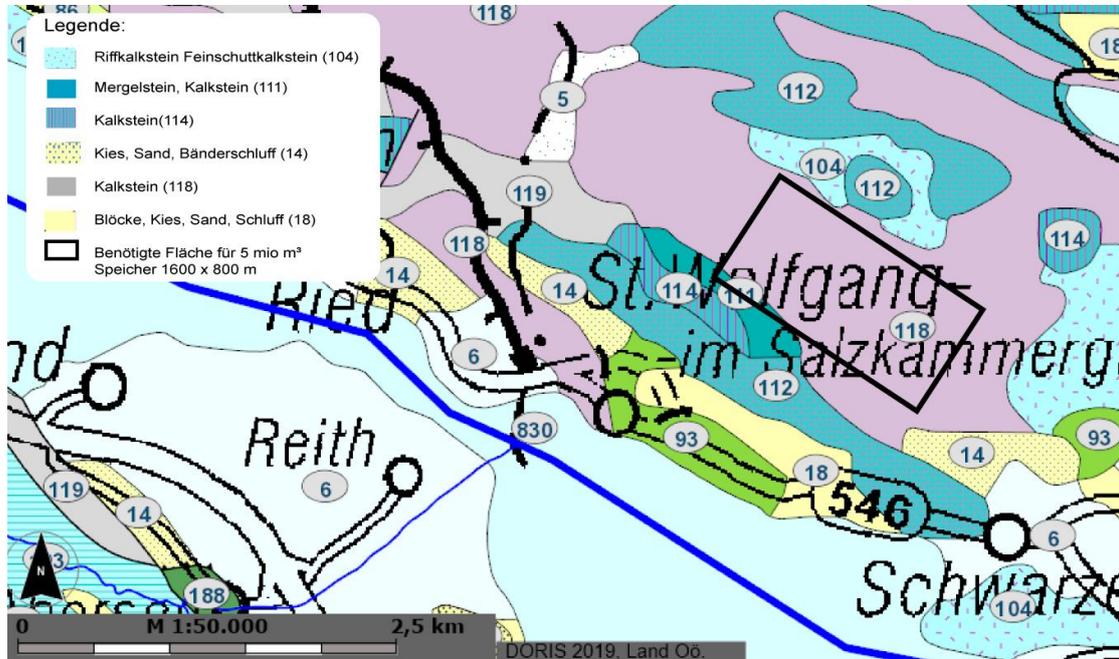


Abbildung 44: Geologische Karte Wolfgangsee [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 30 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort Wolfgangsee befindet sich nahe einem Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	2000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	2000	Auswirkungen möglich
Natura 2000 Gebiet	6000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 30: Schutzgebietmatrix Wolfgangsee

**Speicher** **Vorderer Gosausee**

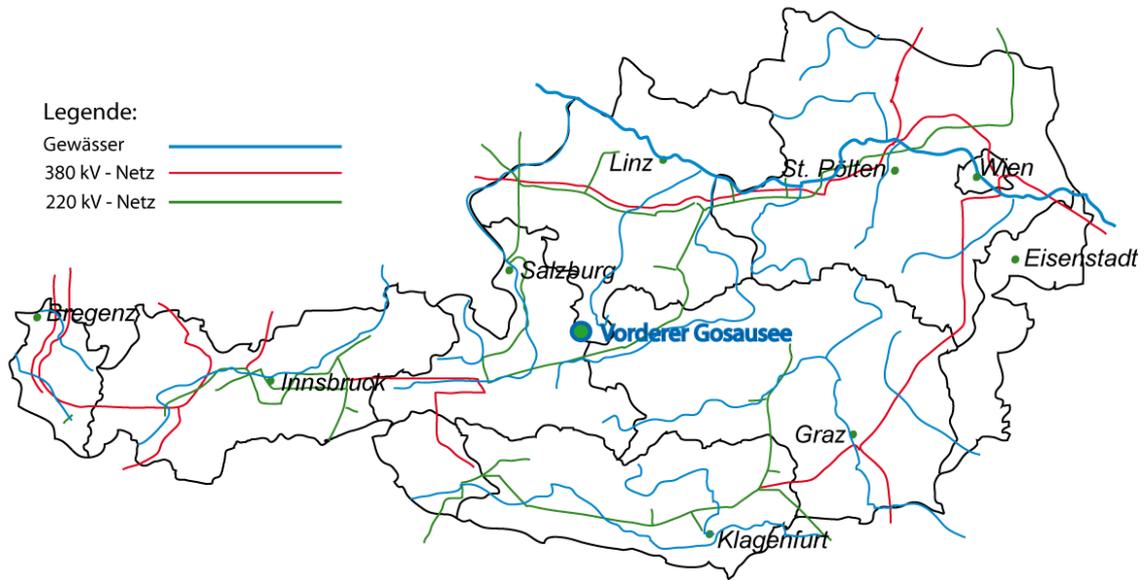


Abbildung 45: Österreichkarte mit Vorderen Gosausee

Bundesland	Oberösterreich
Ort	Gosau
Standort	Nordostufer Vorderer Gosausee
Koordinaten	47°31'59,1"N 13°30'37,1"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,58 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	25 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	17,2 bis 862,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Glimmerschiefer bis Paragneis, Quarzit [35]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [36]

Tabelle 31: Kerndaten für den Standort Gosausee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 46 ersichtlich, aus Kalkstein und verschiedenen Sedimentgesteinen, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung nötig macht.

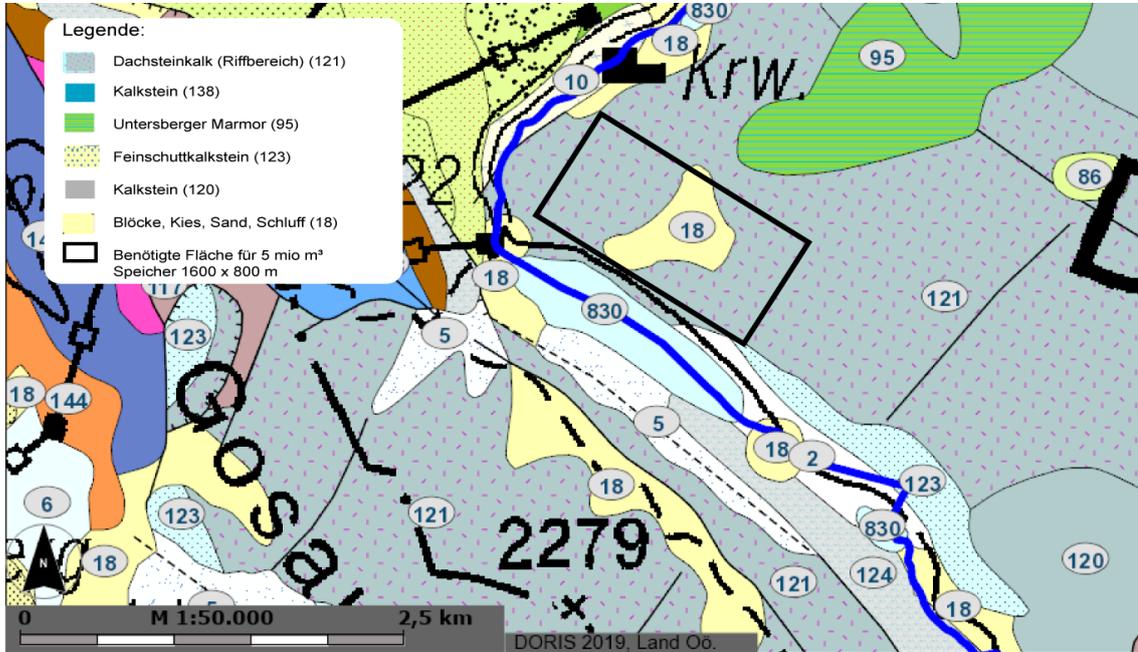


Abbildung 46: Geologische Karte Vorderer Gosausee [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 32 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort Vorderer Gosausee befindet sich nahe einem Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Nationalpark	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Naturpark	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	> 50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	> 30000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 32: Schutzgebietmatrix Vorderer Gosausee

**Speicher** **Stauraum Ybbs-Persenbeug**

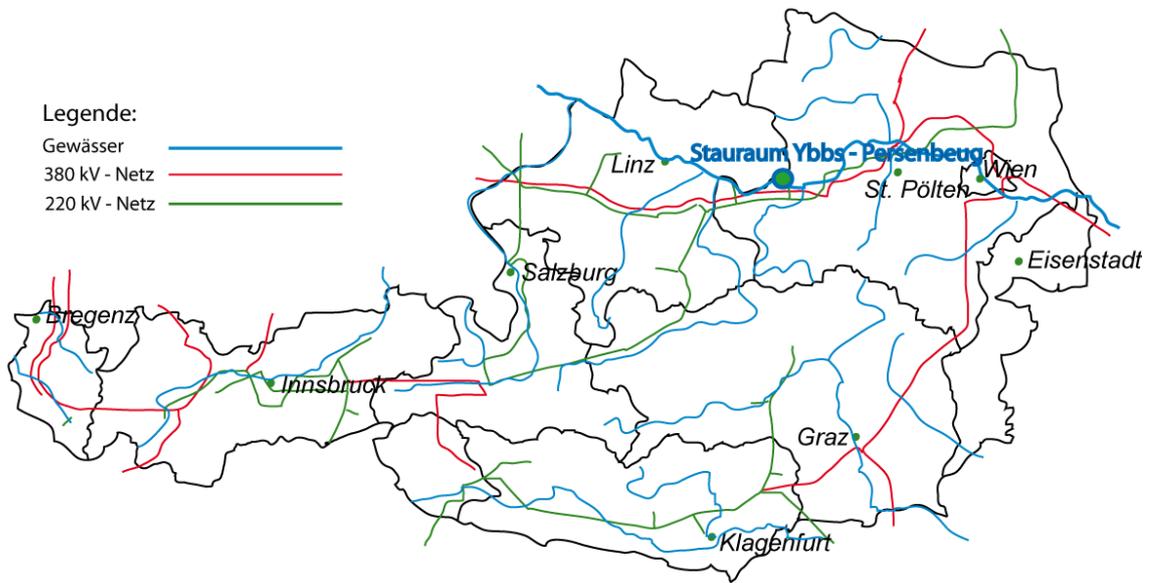


Abbildung 47: Österreichkarte mit Stauraum Ybbs-Persenbeug

Bundesland	Oberösterreich und Niederösterreich
Ort	St. Nikola an der Donau
Standort	Nordufer Donaustauraum
Koordinaten	48°14'25,4"N 14°55'28,4"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	8,60 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	75 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,2 bis 58,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Weinsberger Granit [35]
Schutzgebiete	Natura 2000 Gebiet in der Nähe [36]

Tabelle 33: Kerndaten für den Standort Ybbs-Persenbeug

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 48 ersichtlich, aus Weinsberger Granit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

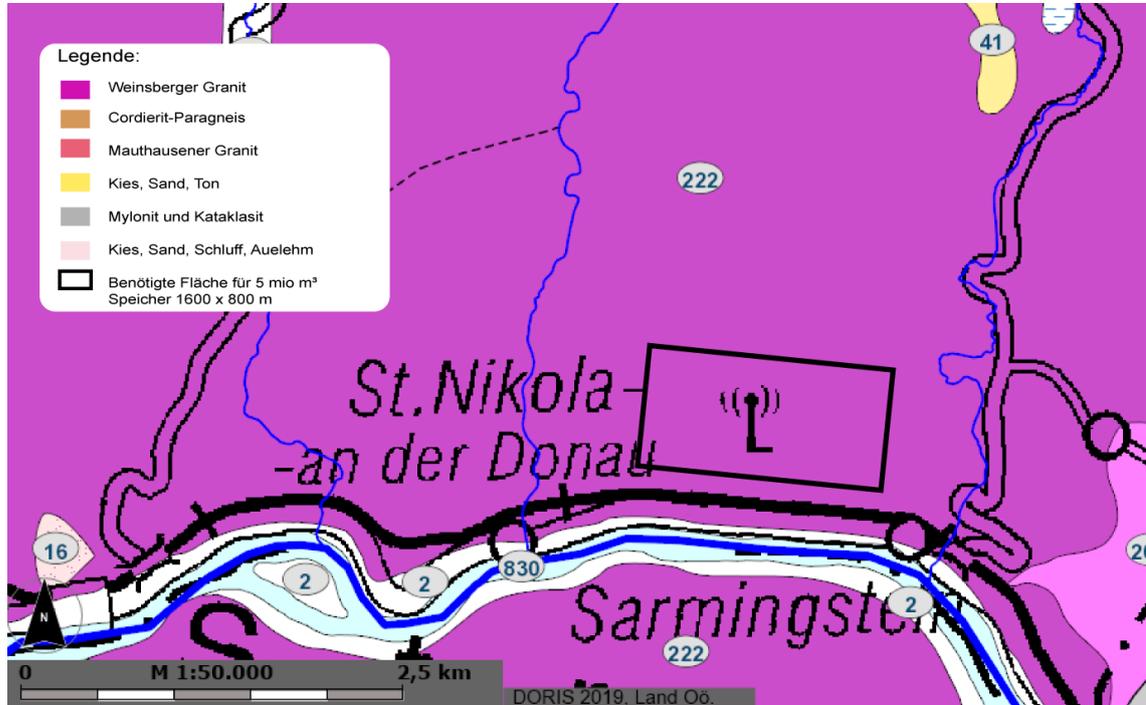


Abbildung 48: Geologische Karte Stauraum Ybbs-Persenbeug [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 34 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Ybbs-Persenbeug befindet sich in der Nähe eines Natura 2000 Gebiets. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	17000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	55000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	500	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	300	Auswirkungen möglich
Naturpark	27000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	55000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	>20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 34: Schutzgebietmatrix Stauraum Ybbs-Persenbeug

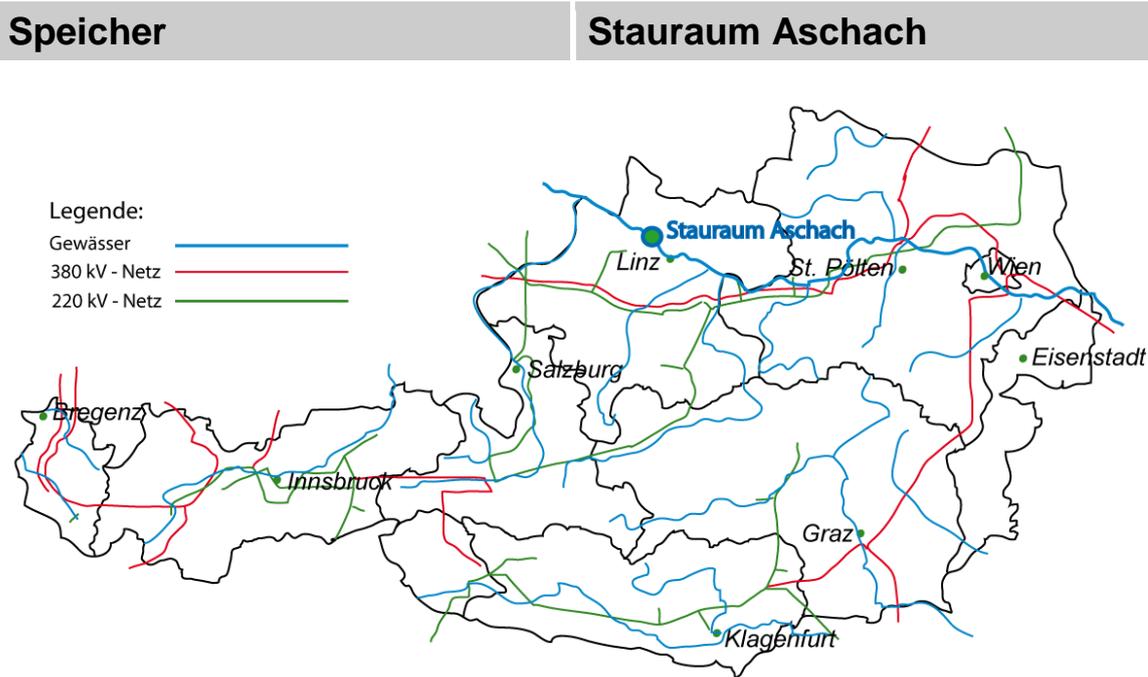


Abbildung 49: Österreichkarte mit Stauraum Aschach

Bundesland	Oberösterreich
Ort	Hartkirchen und Aschach an der Donau
Standort	Westufer Donaustauraum
Koordinaten	48°23'25,0"N 14°00'23,9"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	9,50 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	115 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,1 bis 52,6 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granit und Ablagerungsgesteine [35]
Schutzgebiete	Natura 2000 Gebiet in der Nähe [36]

Tabelle 35: Kerndaten für den Standort Aschach

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 50 ersichtlich, aus Mauthausener Granit mit oberflächigen Ablagerungen von Kies bis Sand und Aulehm, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

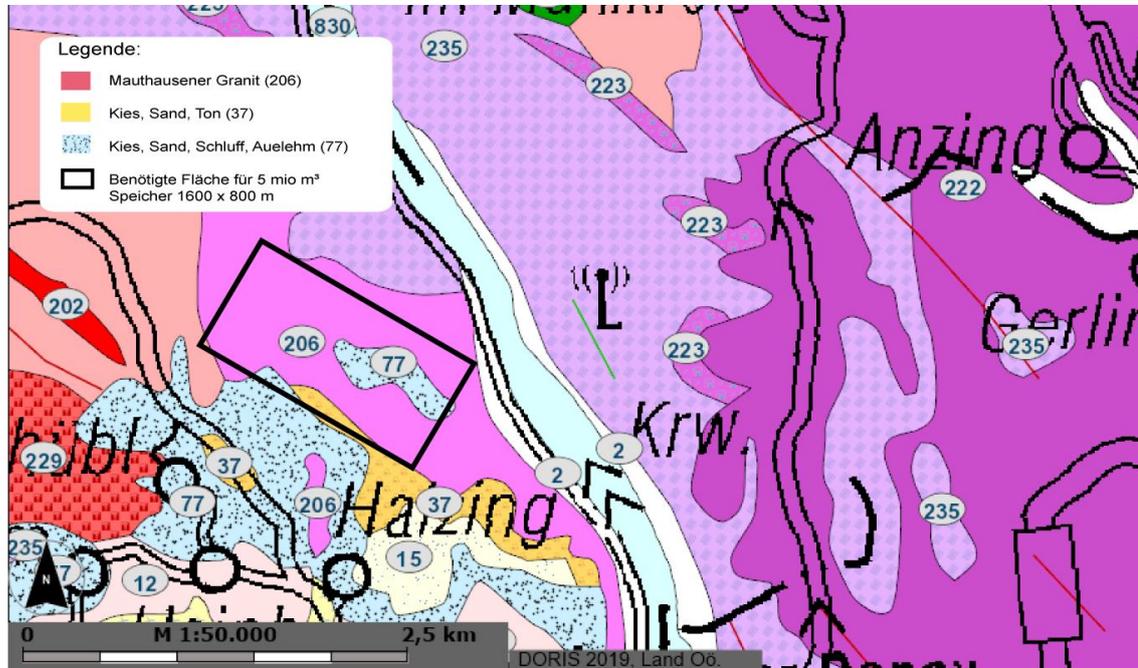


Abbildung 50: Geologische Karte Stauraum Aschach [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 36 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Aschach befindet sich in der Nähe eines Natura 2000 Gebiets und einer Biotopfläche. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	2500	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	>60000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	200	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	100	Nähere Prüfung erforderlich
Ramsar-Gebiet	>40000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 36: Schutzgebietmatrix Stauraum Aschach

**Speicher** **Stauraum Abwinden-Asten**

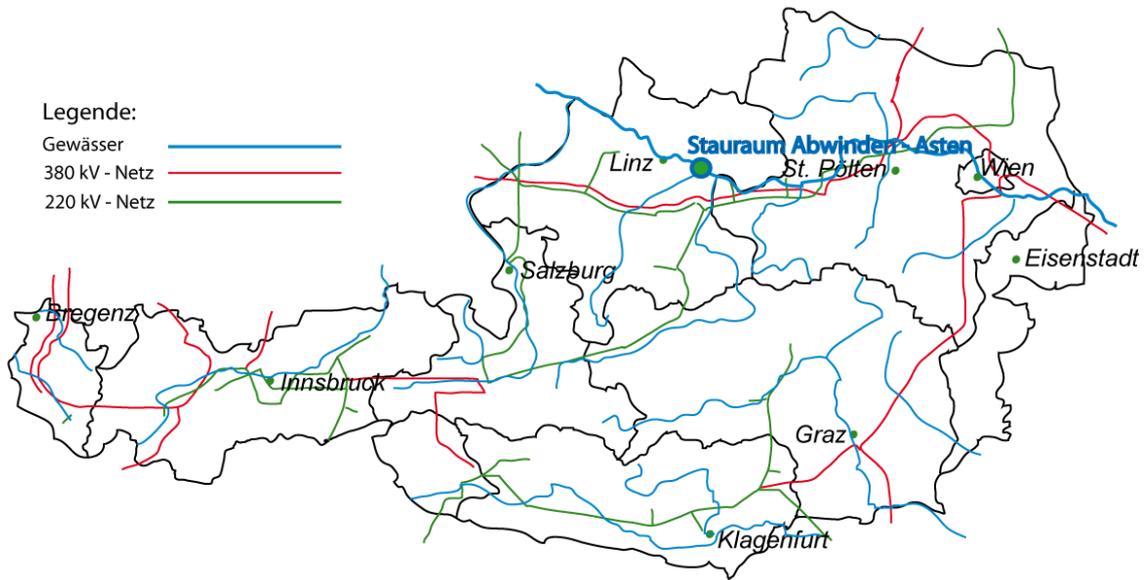


Abbildung 51: Österreichkarte mit Stauraum Abwinden-Asten

<b>Bundesland</b>	<b>Oberösterreich</b>
Ort	Steyregg
Standort	Ostufer Donaustauraum
Koordinaten	48°17'59,2"N 14°20'50,8"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	5,80 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	53 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,7 bis 86,2 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	12 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granit und Ablagerungsgesteine [35]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [36]

Tabelle 37: Kerndaten für den Standort Abwinden-Asten

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 52 ersichtlich, aus Weinsberger Granit mit kleineren Bereichen von oberflächigen Ablagerungsgesteinen, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

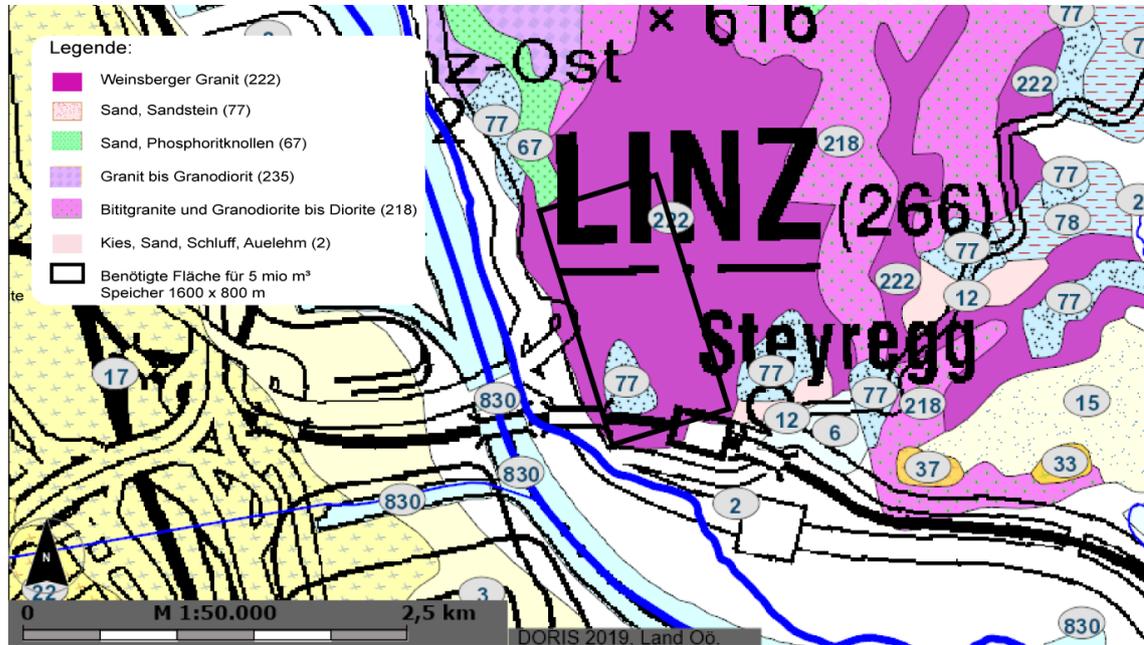


Abbildung 52: Geologische Karte Stauraum Abwinden-Asten [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 38 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Abwinden-Asten befindet sich nicht in der Nähe eines Schutzgebietes.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	2500	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	55000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	15000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	3500	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	3500	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 38: Schutzgebietmatrix Stauraum Abwinden-Asten

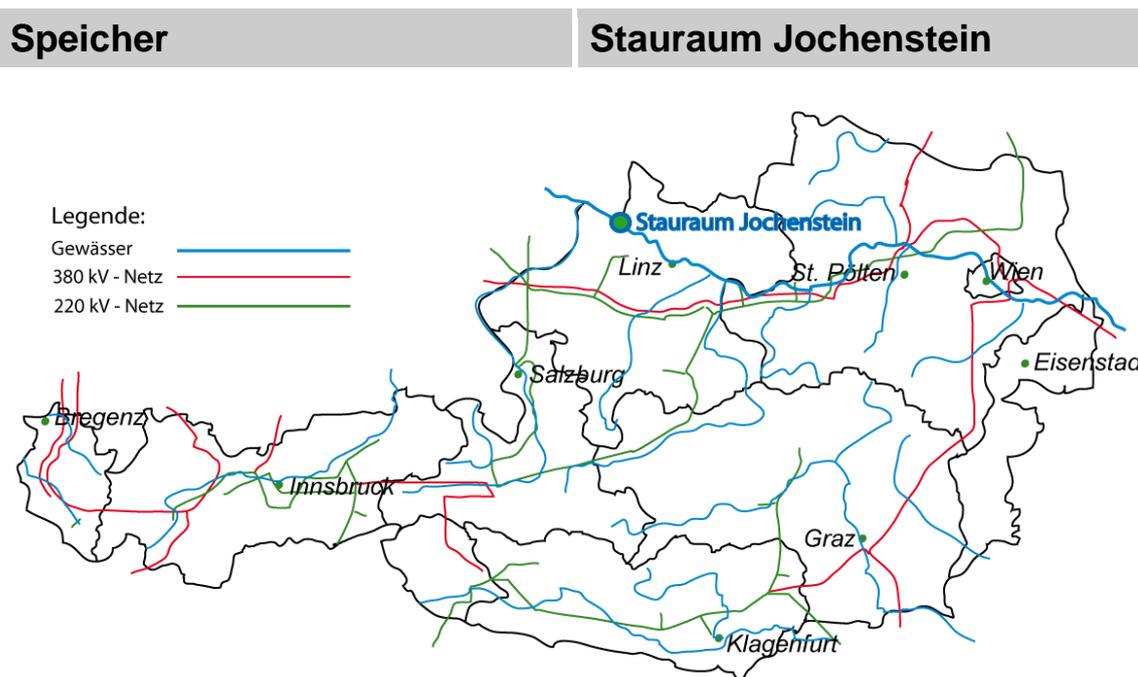


Abbildung 53: Österreichkarte mit Stauraum Jochenstein

Bundesland	Oberösterreich und Niederbayern
Ort	Vichtenstein und Engelhartzell
Standort	Südufer Donaustauraum
Koordinaten	48°30'59,5"N 13°41'24,0"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	7,50 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	50 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	1,3 bis 66,7 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Paragneis bis Migmatit und Granit [33, 35]
Schutzgebiete	Natura 2000 Gebiet und Biotopfläche [34, 36]

Tabelle 39: Kerndaten für den Standort Jochenstein

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 54 ersichtlich, aus Paragneis mit Bereichen von bis zu stark deformierten Paragneis bis Migmatit und Granit, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.

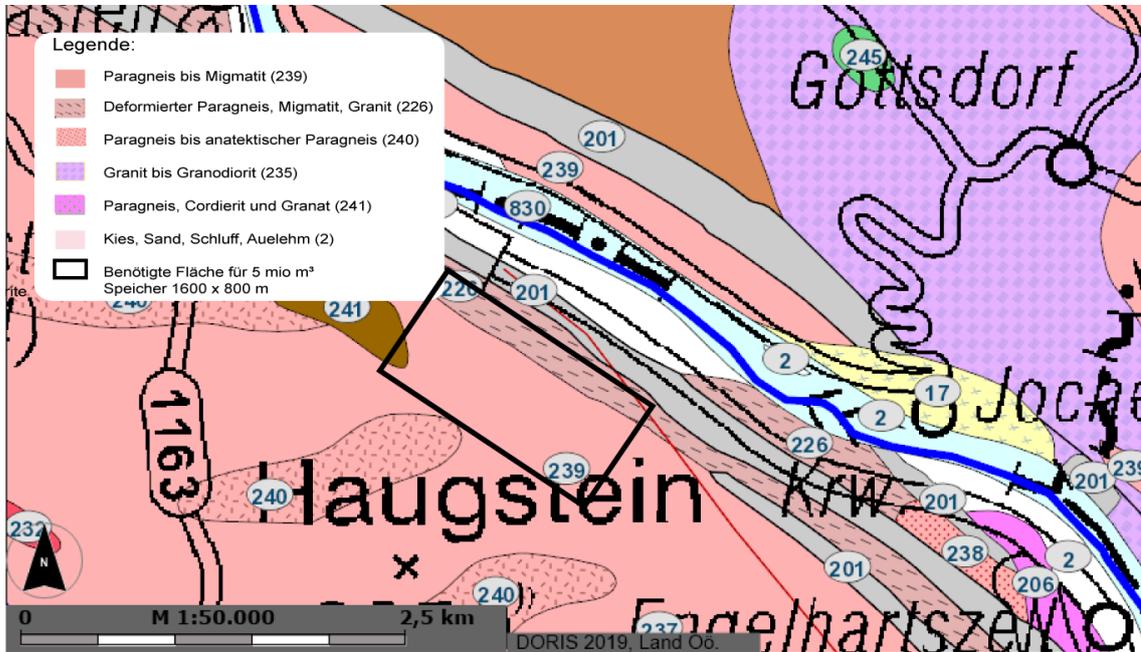


Abbildung 54: Geologische Karte Stauraum Jochenstein [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 40 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Jochenstein befindet sich unmittelbar bei einem Natura 2000 Gebiet und einer Biotopfläche.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	6000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	>90000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	>20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ramsar-Gebiet	25000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 40: Schutzgebietmatrix Stauraum Jochenstein

**Speicher** **Stauraum Passau-Ingling**

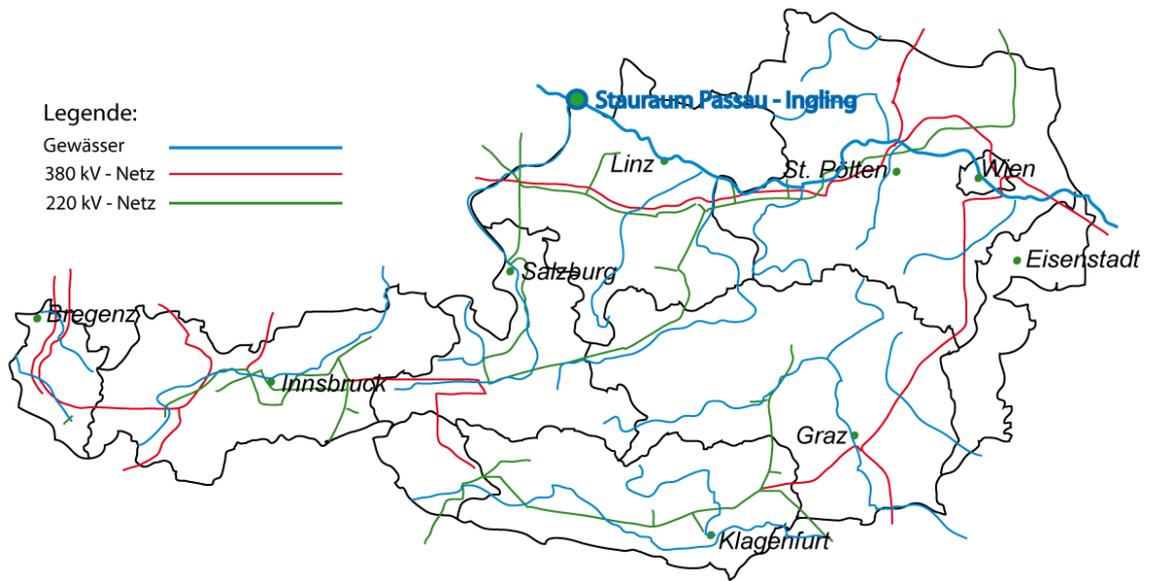


Abbildung 55: Österreichkarte mit Stauraum Passau-Ingling

<b>Bundesland</b>	<b>Oberösterreich</b>
Ort	Schardenberg
Standort	Ostufer Innstauraum
Koordinaten	48°32'29,3"N 13°27'28,4"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Flussrückstau
Speicherfläche	3,90 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	22 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	2,6 bis 128,2 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 220 kV Netz
Geologie	Paragneis bis Migmatit [35]
Schutzgebiete	Kein unmittelbar angrenzendes Naturschutzgebiet [36]

Tabelle 41: Kerndaten für den Standort Passau-Ingling

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 56 ersichtlich, aus Paragneis mit Bereichen von stark deformierten Paragneis bis Migmatit, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.

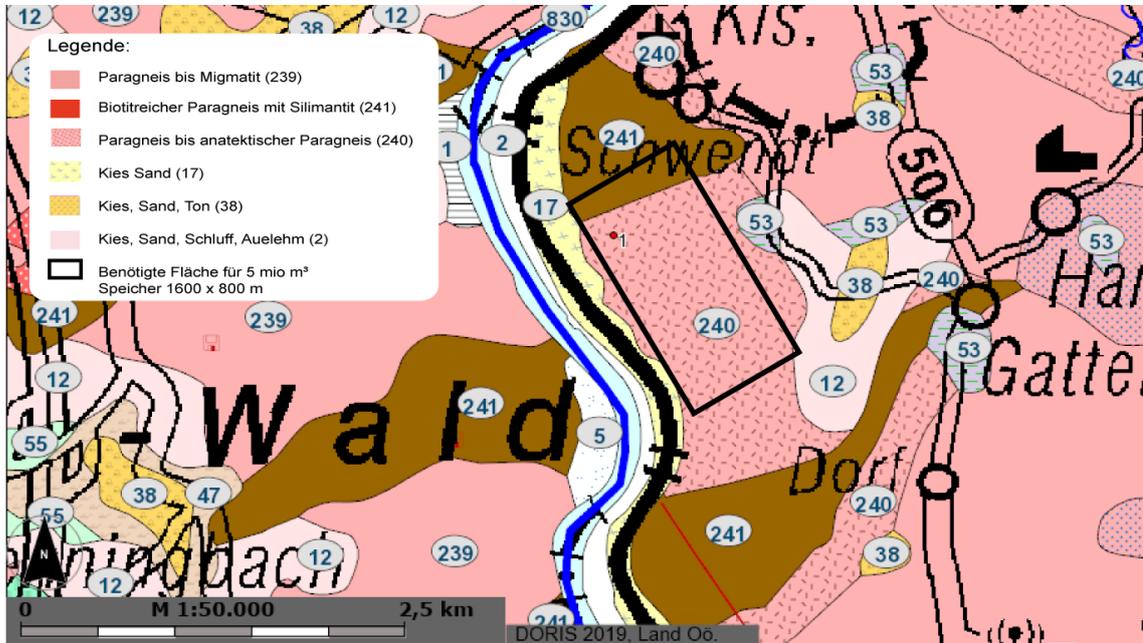


Abbildung 56: Geologische Karte Stauraum Passau-Ingling [35]

Schutzgebiete:

In Tabelle 42 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stauraums Passau-Ingling befindet sich nicht in der Nähe von Schutzgebieten.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	>90000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	45000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 42: Schutzgebietmatrix Stauraum Passau-Ingling

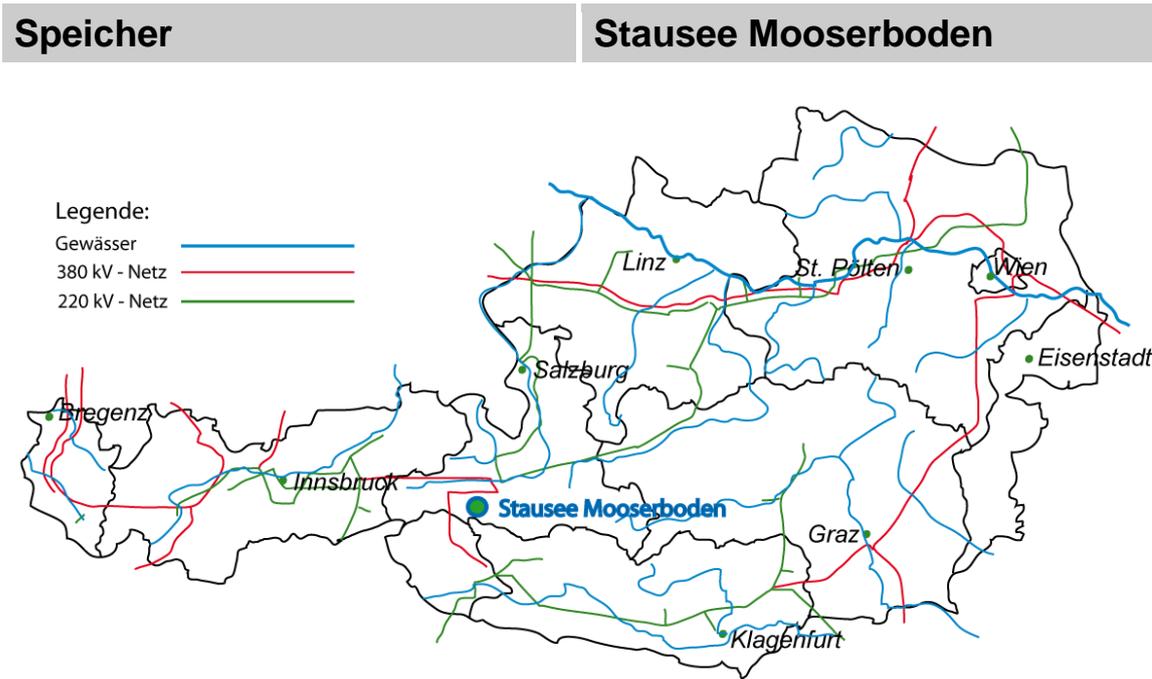


Abbildung 57: Österreichkarte mit Stausee Mooserboden

<b>Bundesland</b>	<b>Salzburg</b>
Ort	Kaprun
Standort	Westufer Stausee Mooserboden
Koordinaten	47°09'29,5"N 12°41'55,3"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,60 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	87 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	6,3 bis 312,5 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Paragneis und Migmatitgneis [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche, Natura 2000 Gebiet und Nationalpark Hohe Tauern [39]

Tabelle 43: Kerndaten für den Standort Stausee Mosserboden

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 58 ersichtlich, aus Paragneis und Migmatitgneis sowie Gletscherfelder, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.

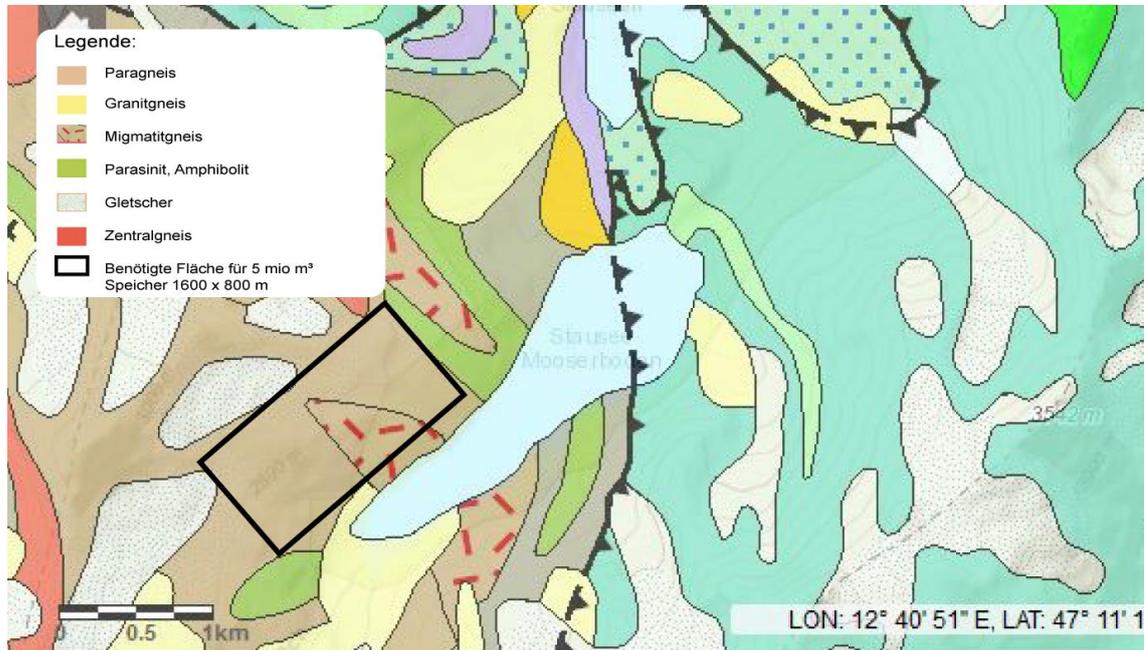


Abbildung 58: Geologische Karte Stausee Mooserboden [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 44 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Mooserboden befindet sich in unmittelbarer Nähe von Biotopflächen, Natura 2000 Gebieten sowie dem Nationalpark Hohe Tauern. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	0	Nähere Prüfung erforderlich
Landschaftsschutzgebiet	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	>45000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	>35000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 44: Schutzgebietmatrix Stausee Mooserboden

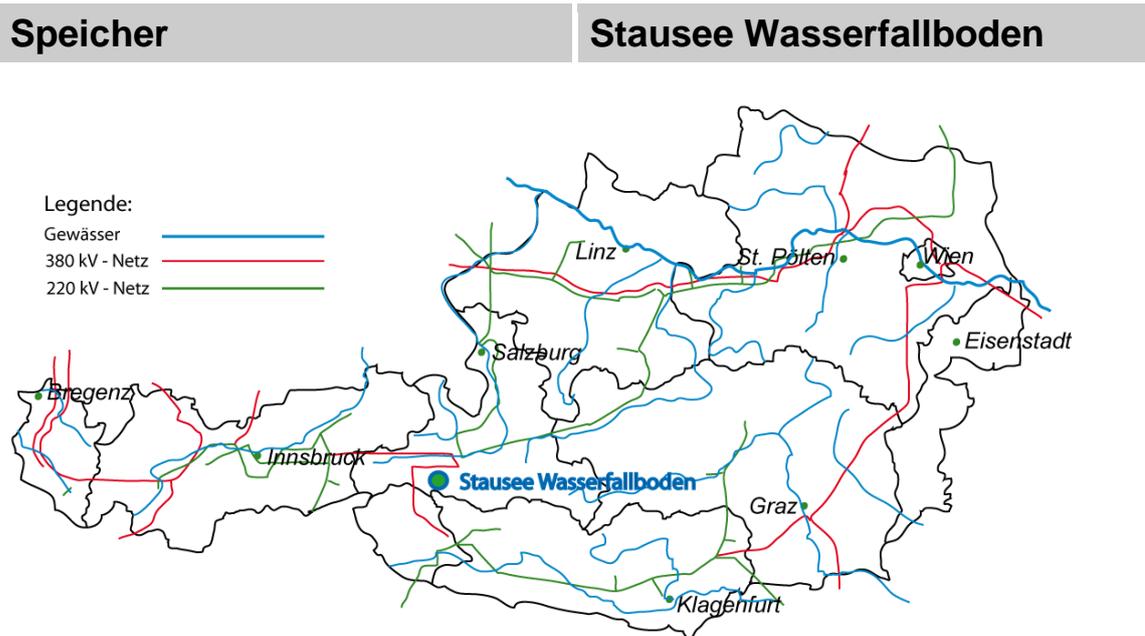


Abbildung 59: Österreichkarte mit Stausee Wasserfallboden

<b>Bundesland</b>	<b>Salzburg</b>
Ort	Kaprun
Standort	Ostufer Stausee Wasserfallboden
Koordinaten	47°11'20,5"N 12°43'38,1"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,53 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	81 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	7,1 bis 357,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Dunkler Phyllit und Glimmermarmor [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche, Natura 2000 Gebiet und Nationalpark Hohe Tauern [39]

Tabelle 45: Kerndaten für den Standort Stausee Wasserfallboden

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 60 ersichtlich, aus dunklem Phyllit und Glimmermarmor sowie im Bereich der Ostalpinen Deckengrenze, was auf relativ gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.



Abbildung 60: Geologische Karte Stausee Wasserfallboden [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 46 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Wasserfallboden befindet sich in unmittelbarer Nähe von Biotopflächen, sowie nahe von Natura 2000 Gebieten sowie dem Nationalpark Hohe Tauern. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	8000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	200	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	200	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	>45000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	>35000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 46: Schutzgebietmatrix Stausee Wasserfallboden

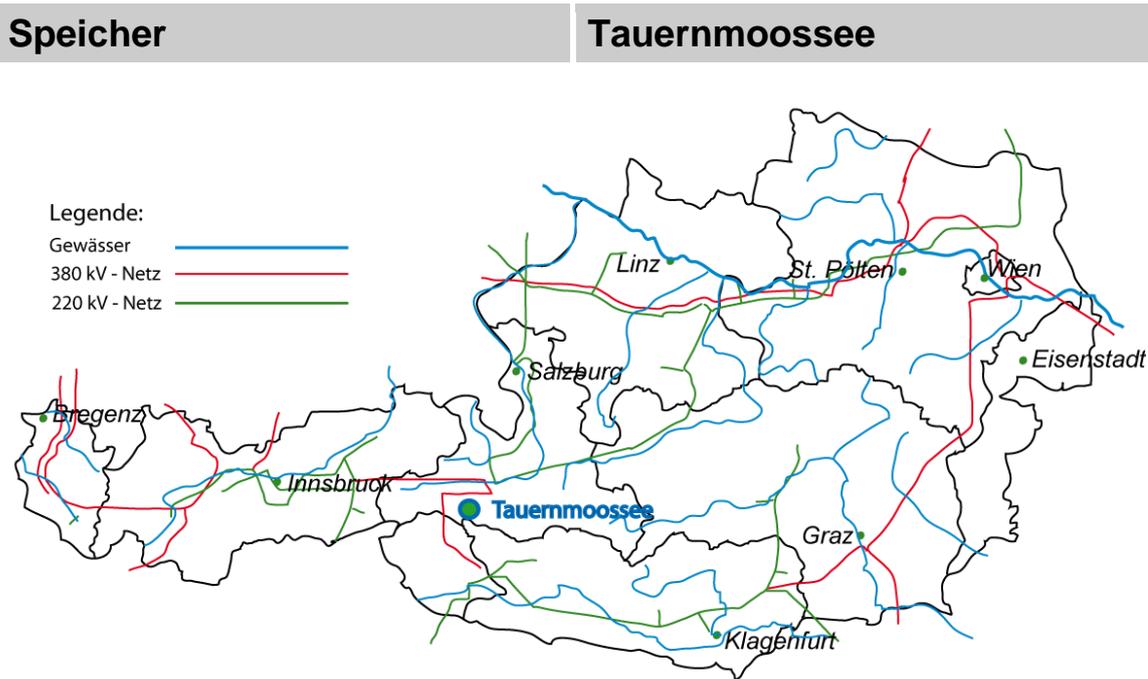


Abbildung 61: Österreichkarte mit Tauernmoossee

Bundesland	Salzburg
Ort	Uttendorf
Standort	Westufer Tauernmoossee
Koordinaten	47°09'20,2"N 12°37'57,9"O
Eigentum	ÖBB Infrastruktur AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,89 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	57 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	5,3 bis 264,6 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitgneis [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche und Landschaftsschutzgebiet [39]

Tabelle 47: Kerndaten für den Standort Tauernmoossee

*Geologische Gegebenheiten:*

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 62 ersichtlich, aus Granitgneis, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

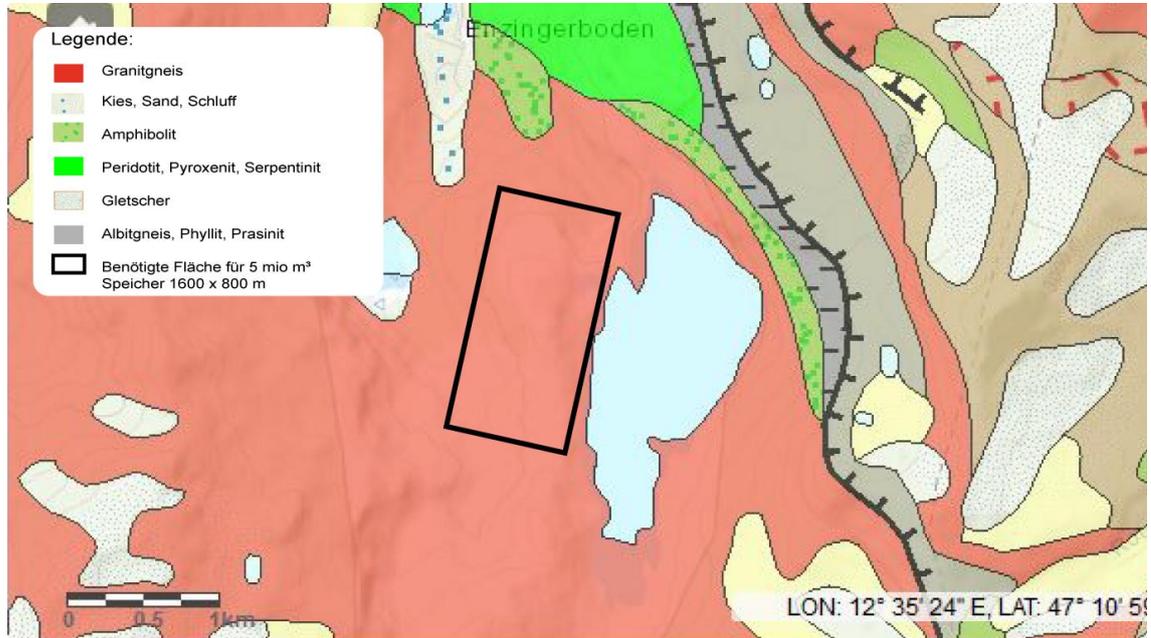


Abbildung 62: Geologische Karte Tauernmoossee [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 48 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Tauernmoossee befindet sich in unmittelbarer Nähe von Biotopflächen und Landschaftsschutzgebieten. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	1000	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	>50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	>50000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 48: Schutzgebietmatrix Tauernmoossee

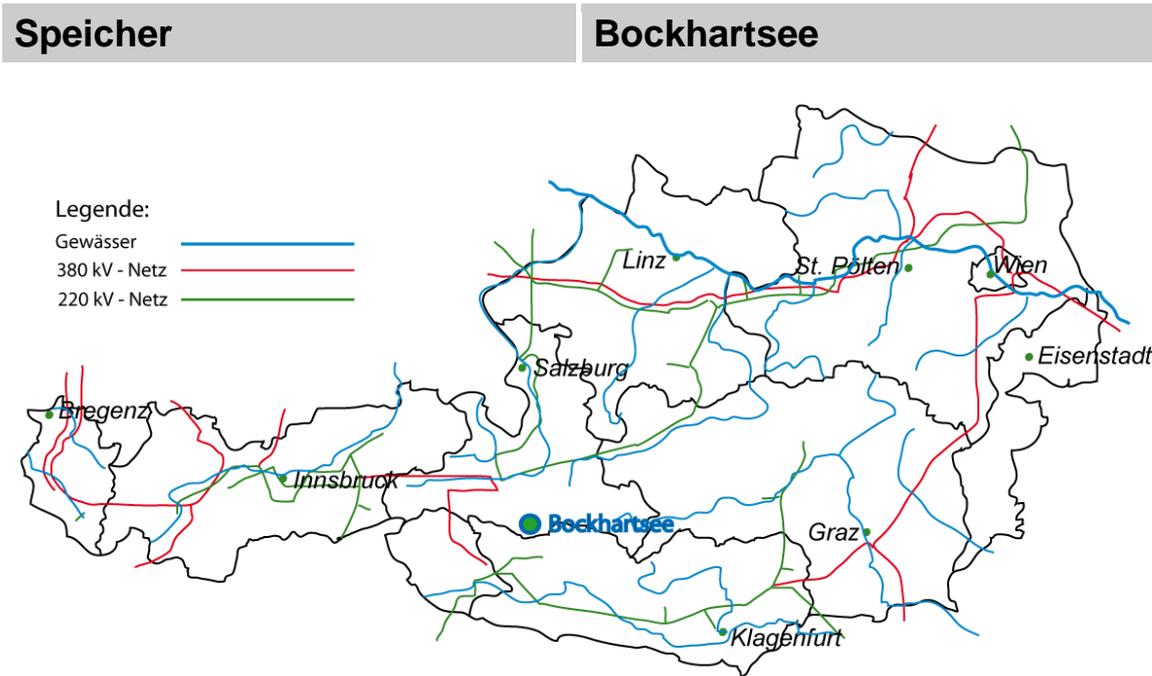


Abbildung 63: Österreichkarte mit Bockhartsee

Bundesland	Salzburg
Ort	Bad Gastein
Standort	Ostufer Bockhartsee
Koordinaten	47°04'42,9"N 13°03'43,1"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,45 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	19,10 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	22,2 bis 1111,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	5 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granitgneis [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche und Landschaftsschutzgebiet [39]

Tabelle 49: Kerndaten für den Standort Bockhartsee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 64 ersichtlich, aus Granitgneis mit kleinen Bereichen von Ablagerungsgestein, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

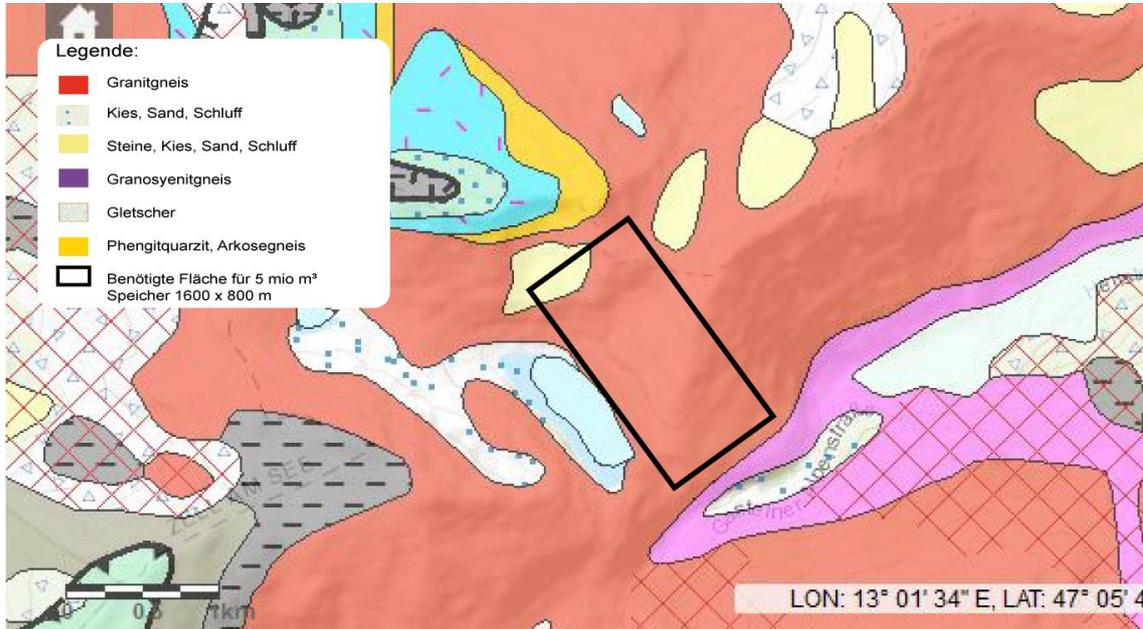


Abbildung 64: Geologische Karte Bockhartsee [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 50 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Bockhartsees befindet sich in unmittelbarer Nähe von Biotopflächen und Landschaftsschutzgebieten. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	2500	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	2500	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 50: Schutzgebietmatrix Bockhartsee

**Speicher** **Dießbachstausee**

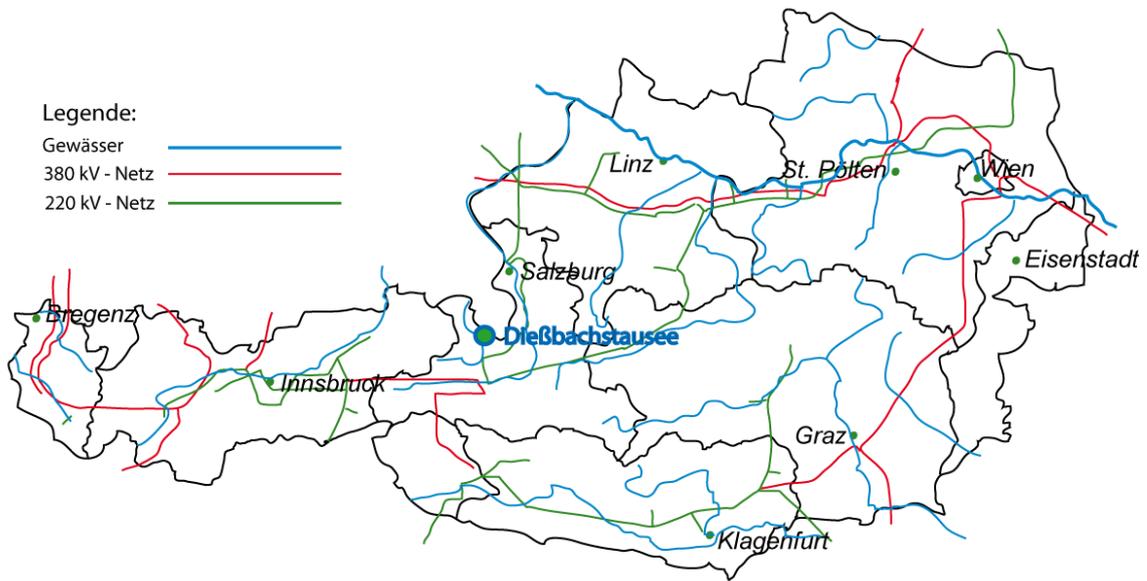


Abbildung 65: Österreichkarte mit Dießbachstausee

Bundesland	Salzburg
Ort	Weißbach bei Lofer
Standort	Südufer Dießbachstausee
Koordinaten	47°30'30,3"N 12°49'50,8"O
Eigentum	Salzburg AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,25 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	5,06 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	40 bis 2000 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	25 km bis 380 kV Netz
Geologie	Kalkstein [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche, Natura 2000, Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Naturpark [39]

Tabelle 51: Kerndaten für den Standort Dießbachstausee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 66 ersichtlich, aus Kalkstein mit teilweise spaltigem Kalkstein, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.

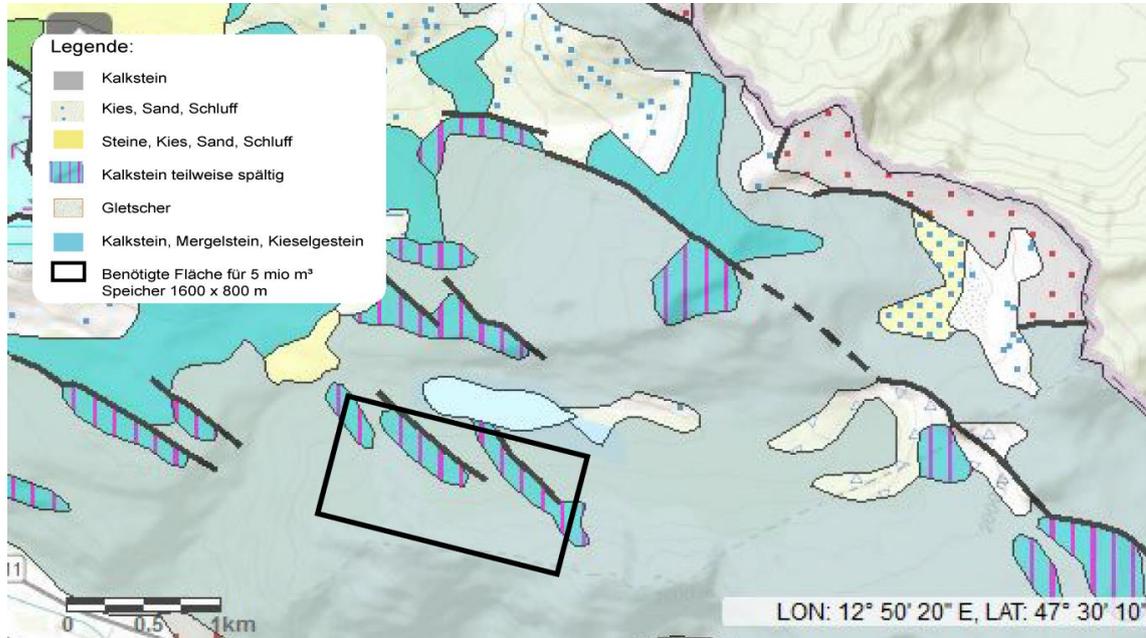


Abbildung 66: Geologische Karte Dießbachstausee [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 52 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Dießbachstausees befindet sich in unmittelbarer Nähe von folgenden Schutzgebieten: Biotopfläche, Naturpark, Naturschutzgebiet, Natura 2000 und Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Nationalpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	0	Nähere Prüfung erforderlich

Tabelle 52: Schutzgebietmatrix Dießbachstausee

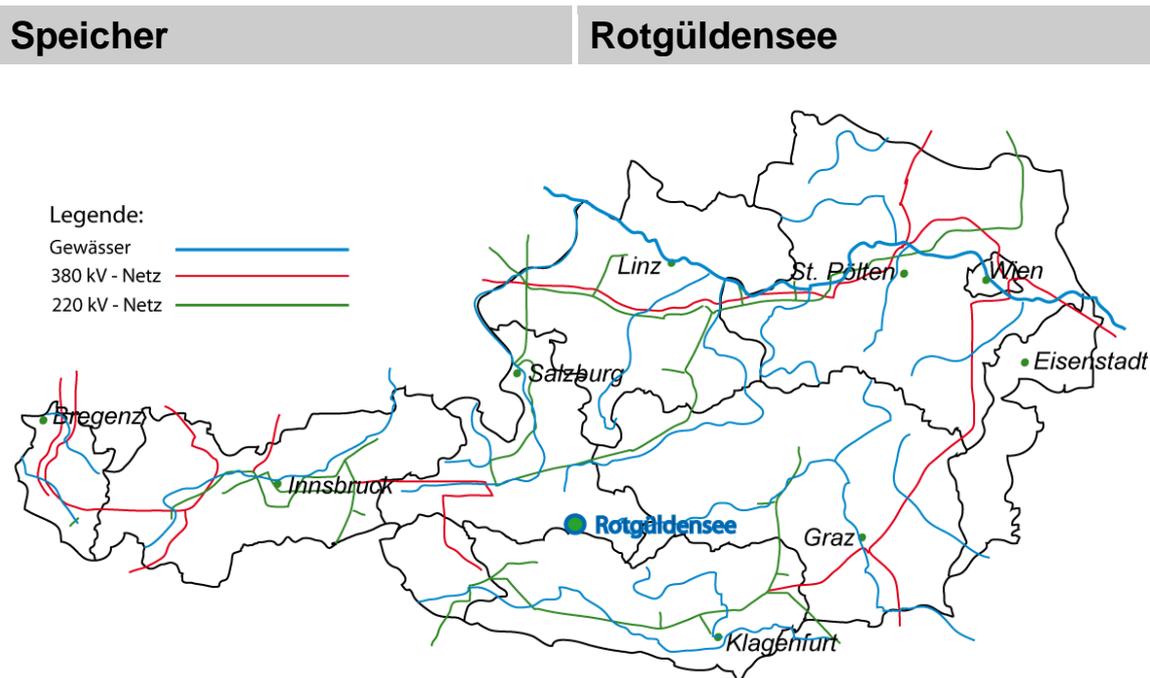


Abbildung 67: Österreichkarte mit Rotgüldensee

Bundesland	Salzburg
Ort	Muhr
Standort	Nordwestufer Rotgüldensee
Koordinaten	47°05'57,7"N 13°24'14,1"O
Eigentum	Salzburg AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,43 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	15,60 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	23,4 bis 1171 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Verschiedene Gneise [38]
Schutzgebiete	Biotopfläche, Landschaftsschutzgebiet, Biosphärenpark [39]

Tabelle 53: Kerndaten für den Standort Rotgüldensee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 68 ersichtlich, aus Granitgneis und verschiedenen Gneisen, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

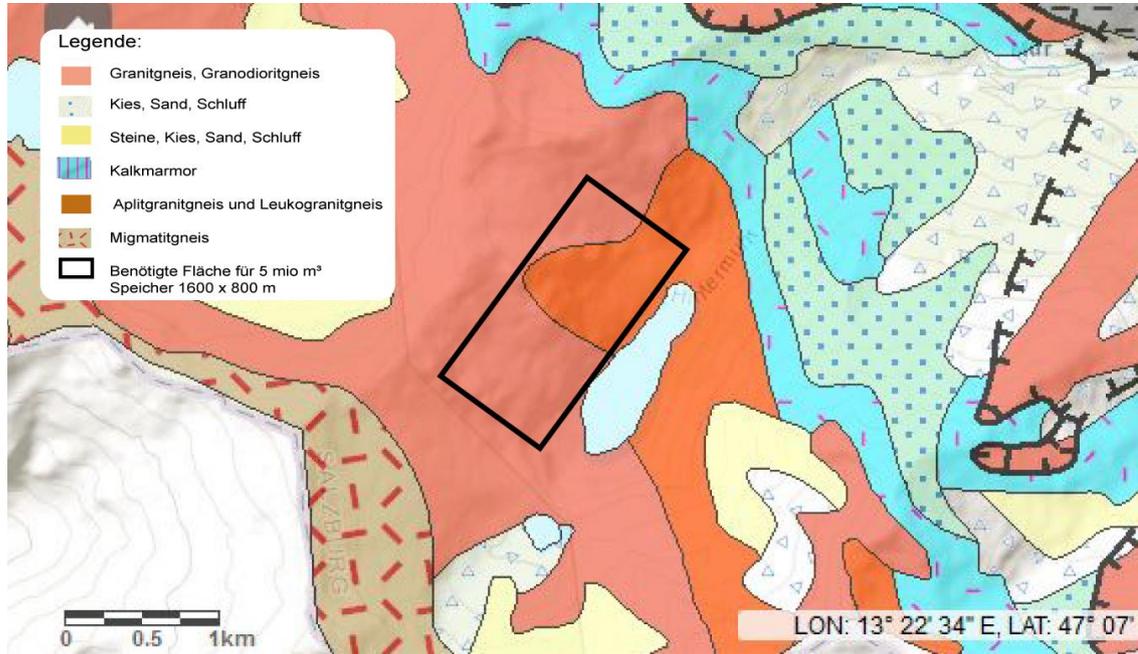


Abbildung 68: Geologische Karte Rotgüldenensee [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 54 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Rotgüldenensees befindet sich in unmittelbarer Nähe von folgenden Schutzgebieten: Biotopfläche, Biosphärenpark und Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	100	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	100	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biosphärenpark	0	Nähere Prüfung erforderlich
Naturpark	7000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 54: Schutzgebietmatrix Rotgüldenensee

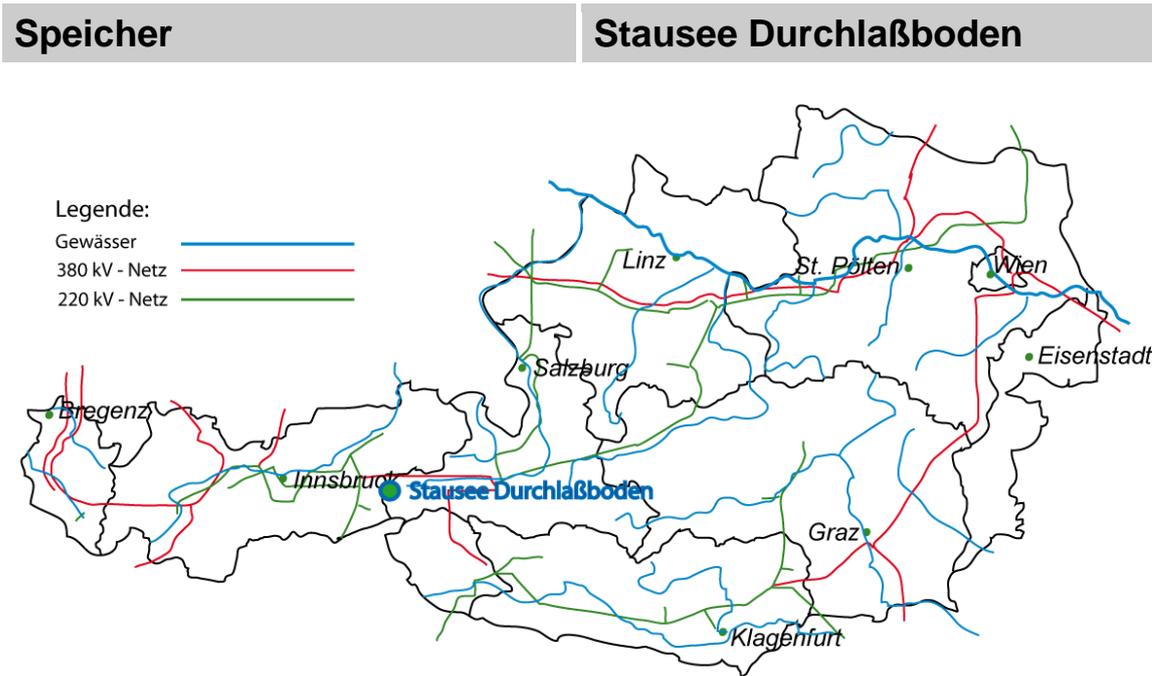


Abbildung 69: Österreichkarte mit Stausee Durchlaßboden

<b>Bundesland</b>	<b>Salzburg</b>
Ort	Krimml
Standort	Südostufer Stausee Durchlaßboden
Koordinaten	47°12'49,1"N 12°06'59,3"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	2,20 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	129 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	4,50 bis 227,3 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitgneis, Kalkmarmor und Ablagerungsgesteine [38]
Schutzgebiete	Natura 2000, Landschaftsschutzgebiet, Biotopfläche und Nationalpark [39]

Tabelle 55: Kerndaten für den Standort Stausee Durchlaßboden

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 70 ersichtlich, aus Granitgneis, Kalkmarmor und Ablagerungsgesteinen, was auf relativ gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist, aber eine genauere Untersuchung notwendig macht.

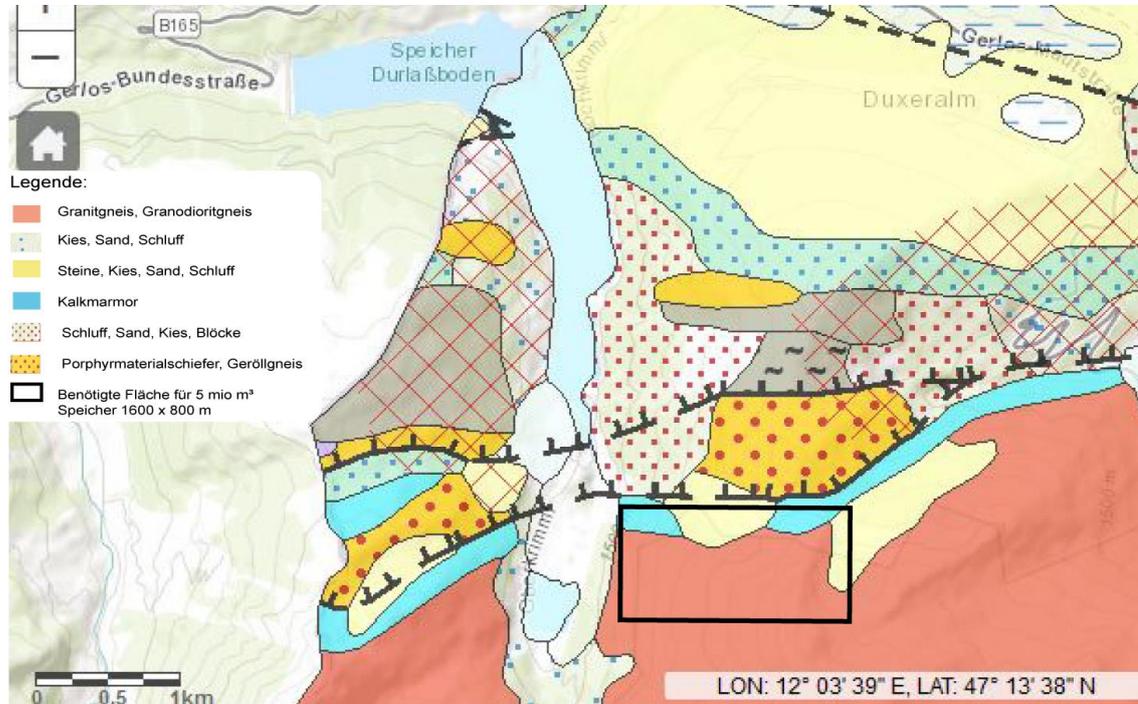


Abbildung 70: Geologische Karte Stausee Durchlaßboden [38]

Schutzgebiete:

In Tabelle 56 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Durchlaßboden befindet sich in unmittelbarer Nähe von folgenden Schutzgebieten: Biotopfläche, Natura 2000, Nationalpark und Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	100	Auswirkungen möglich
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	100	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	100	Auswirkungen möglich
Naturpark	60000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 56: Schutzgebietmatrix Stausee Durchlaßboden

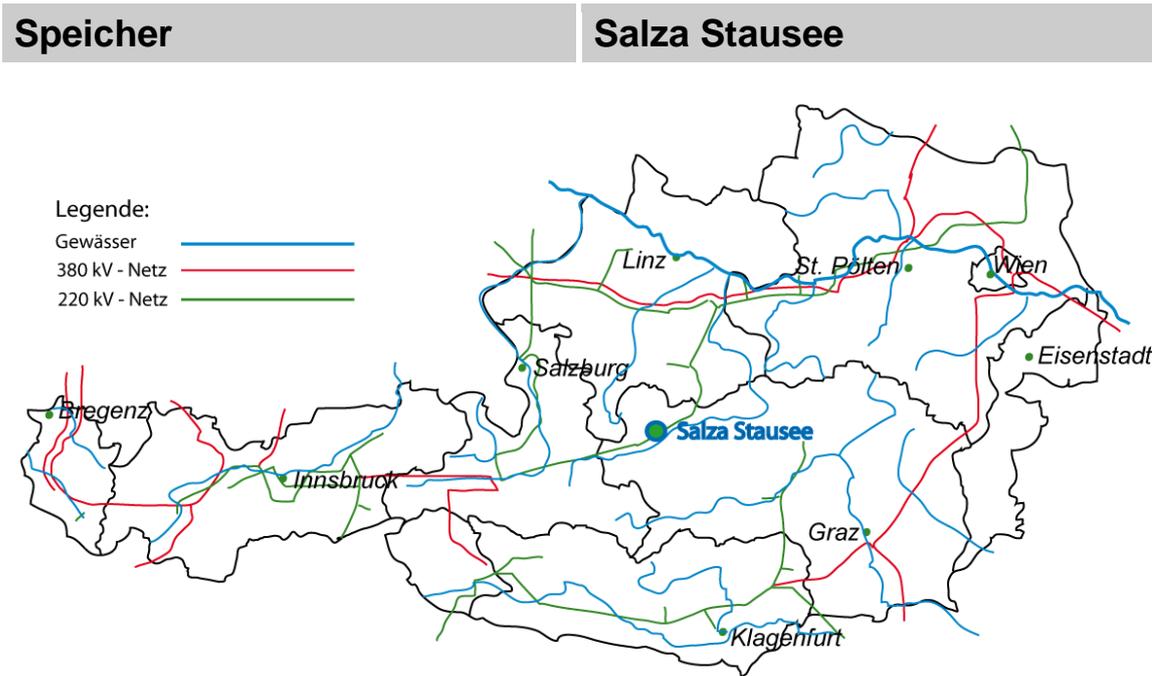


Abbildung 71: Österreichkarte mit Salza Stausee

<b>Bundesland</b>	<b>Steiermark</b>
Ort	Bad Mitterndorf
Standort	Ostufer Salza Stausee
Koordinaten	47°30'41,6"N 13°56'55,0"O
Eigentum	Österreichische Bundesforste [29]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,80 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	11,0 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	12,5 bis 625 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 220 kV Netz
Geologie	Dachsteinkalk [40]
Schutzgebiete	Natura 2000 Gebiet und Landschaftsschutzgebiet [41]

Tabelle 57: Kerndaten für den Standort Salza Stausee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 72 ersichtlich, aus Dachsteinkalk, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

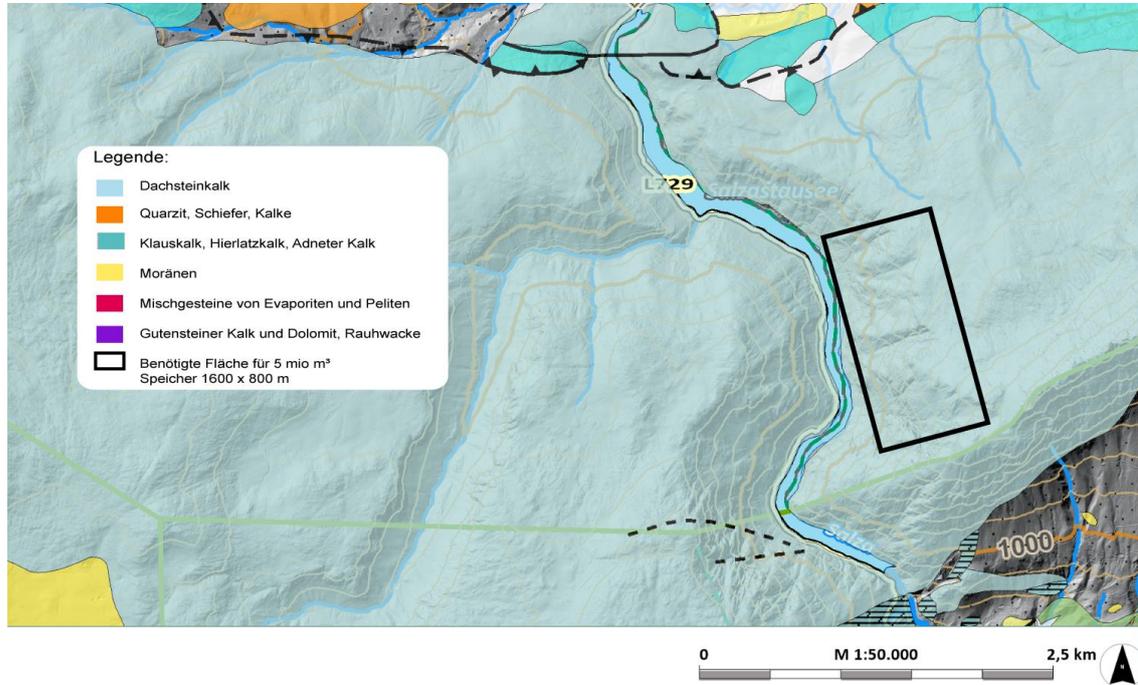


Abbildung 72: Geologische Karte Salza Stausee [40]

Schutzgebiete:

In Tabelle 58 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Salza Stausees befindet sich in unmittelbarer Nähe von folgenden Schutzgebieten: Natura 2000 und Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	45000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	3000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	10000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 58: Schutzgebietmatrix Salza Stausee

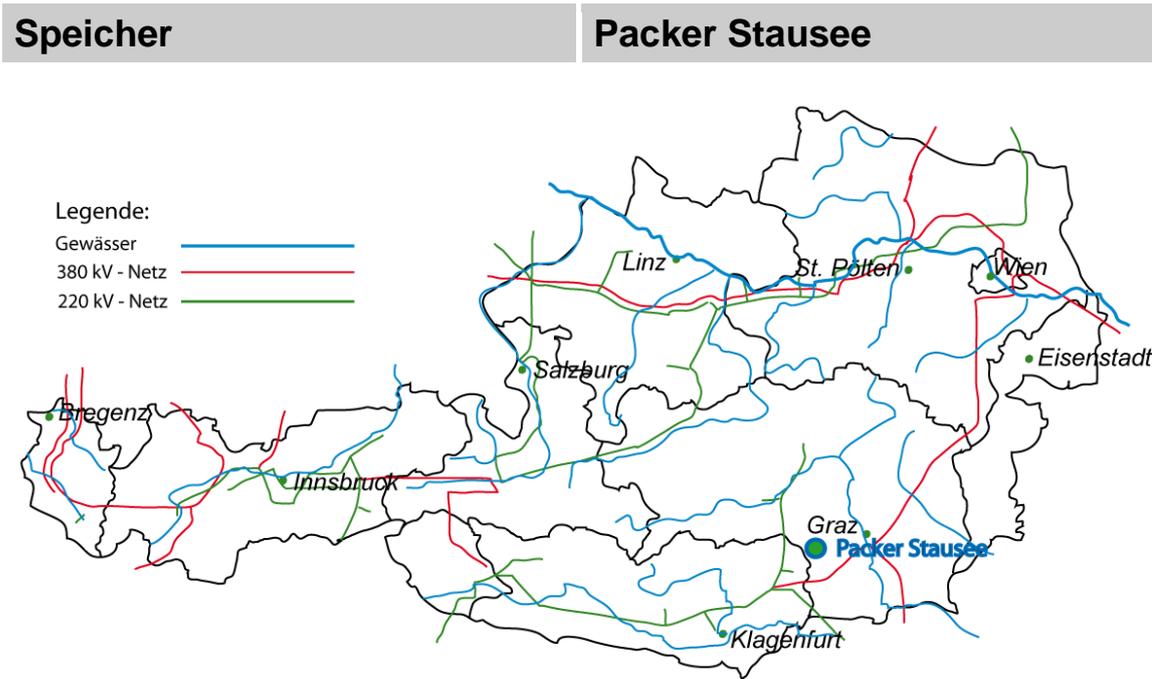


Abbildung 73: Österreichkarte mit Packer Stauee

Bundesland	Steiermark
Ort	Hirschegg-Pack
Standort	Südufer Packer Stauee
Koordinaten	46°58'24,3"N 15°01'19,3"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stauee
Speicherfläche	0,58 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	5,40 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	17,2 bis 862,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Gneis [40]
Schutzgebiete	Landschaftsschutzgebiet und Naturschutzgebiet [41]

Tabelle 59: Kerndaten für den Standort Packer Stauee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht hauptsächlich, wie auf Abbildung 74 ersichtlich, aus Gneis mit kleinen Bereichen mit Ablagerungsgesteinen, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

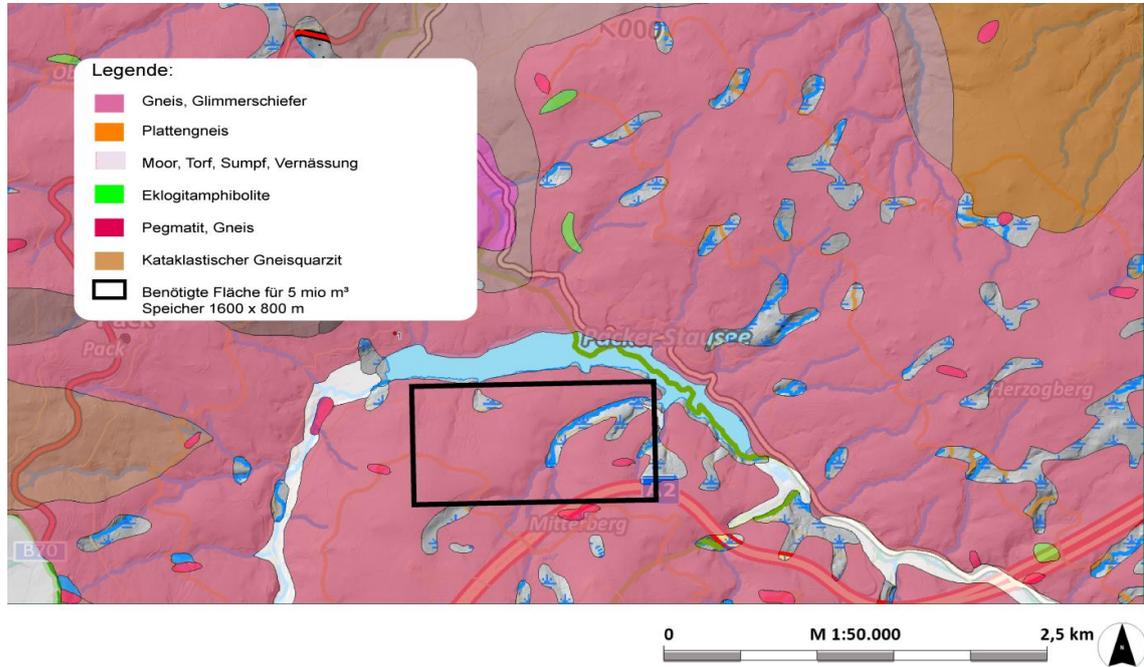


Abbildung 74: Geologische Karte Packer Stausee [40]

Schutzgebiete:

In Tabelle 60 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Packer Stausees befindet sich in unmittelbarer Nähe von folgenden Schutzgebieten: Naturschutzgebiet und Landschaftsschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	100	Nähere Prüfung erforderlich
Nationalpark	60000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	15000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	35000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	40000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 60: Schutzgebietmatrix Packer Stausee

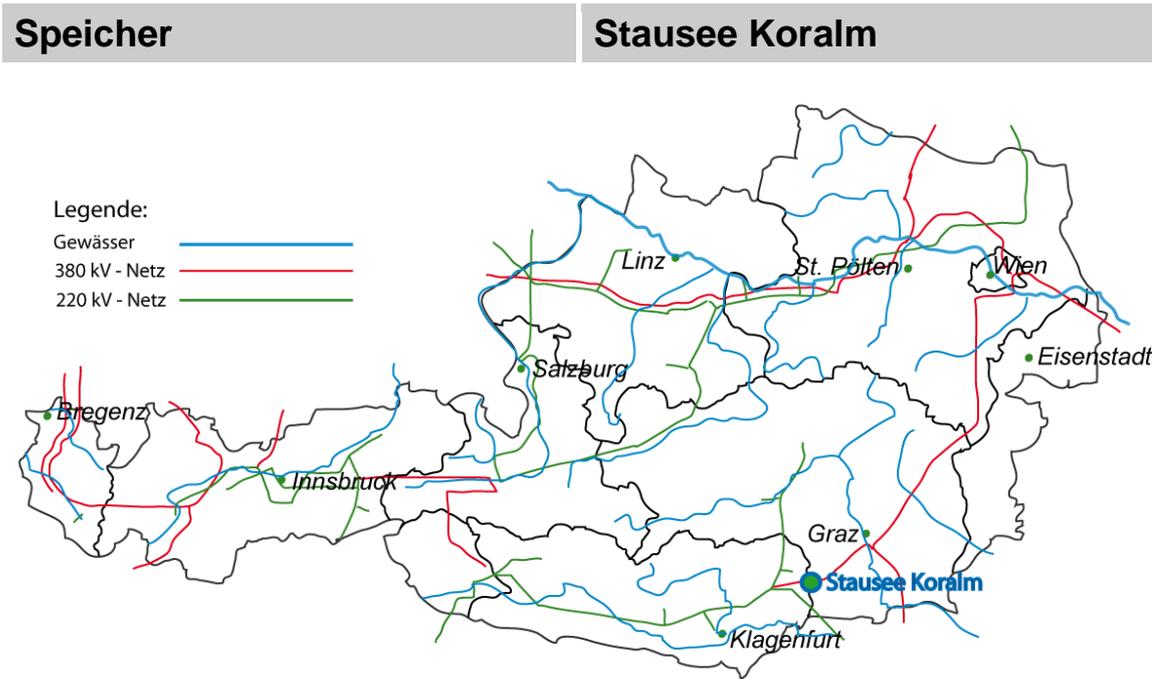


Abbildung 75: Österreichkarte mit Stausee Koralm

Bundesland	Steiermark
Ort	Wies und Schwanberg
Standort	Glitzalm
Koordinaten	46°46'39,0"N 15°00'40,0"O
Eigentum	DI Alfred Lichtenstein [41]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,17 km <sup>2</sup> [28]
Speicherinhalt	4,9 Mio. m <sup>3</sup> [28]
Spiegelschwankung	60 bis 2970 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Glimmerschiefer bis Paragneis, Hangeschutt und Moränen
Schutzgebiete	Naturschutzgebiet, Natura 2000 Gebiet und Landschaftsschutzgebiet

Tabelle 61: Kerndaten für den Standort Stausee Koralm

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 76 ersichtlich, aus Gneis, Glimmerschiefer und Plattengneis mit oberflächlichem Lockergestein, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

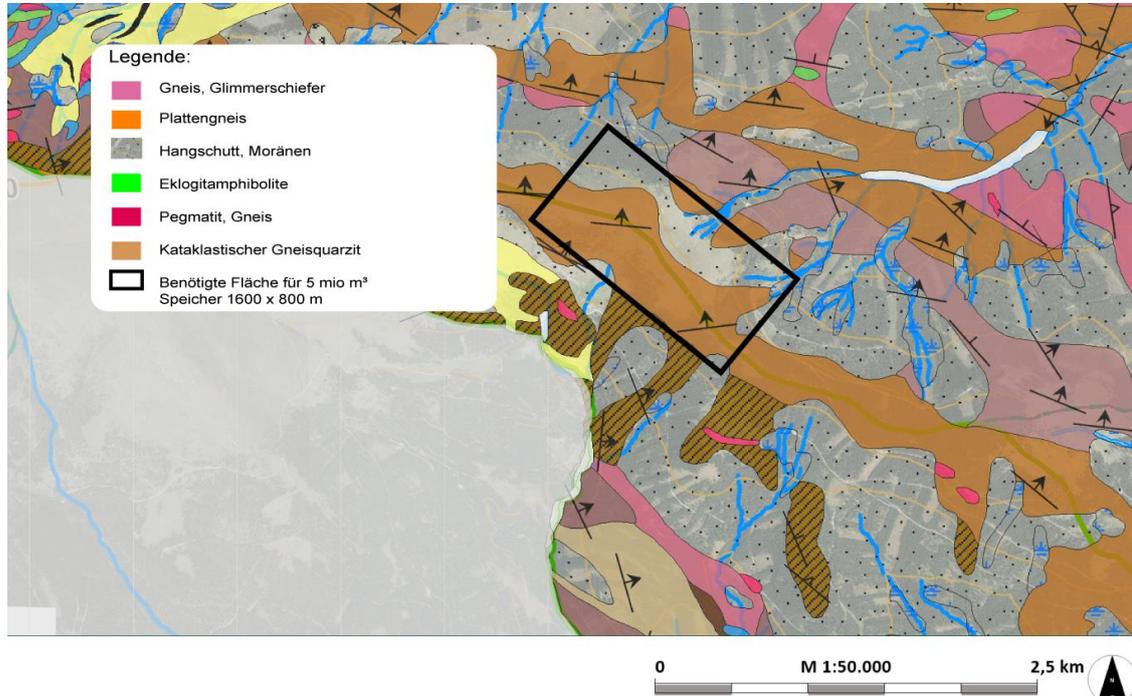


Abbildung 76: Geologische Karte Stausee Koralm [40]

Schutzgebiete:

In Tabelle 62 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Koralm befindet sich in einem Landschaftsschutzgebiet, Natura 2000 Gebiet und Naturschutzgebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	100	Nähere Prüfung erforderlich
Nationalpark	80000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	100	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Biotopfläche	16000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	45000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 62: Schutzgebietmatrix Stausee Koralm

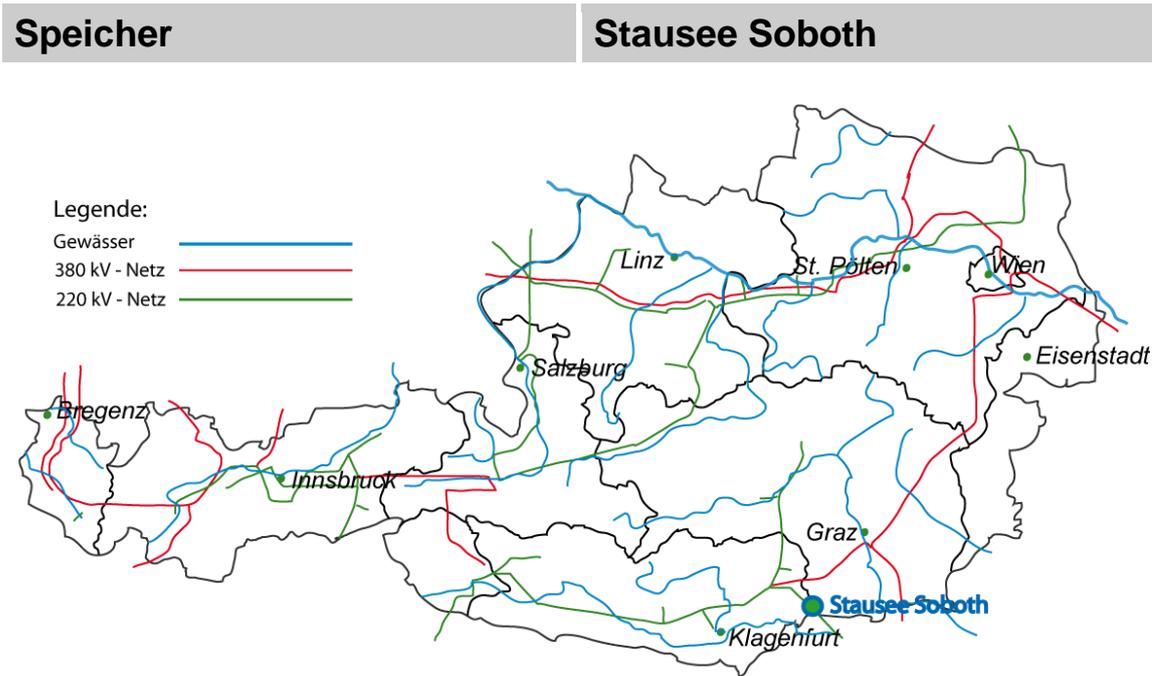


Abbildung 77: Österreichkarte mit Stausee Soboth

Bundesland	Steiermark und Kärnten
Ort	Eibiswald
Standort	Ostufer Stausee Soboth
Koordinaten	46°40'49,6"N 15°02'24,2"O
Eigentum	Kelag [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,80 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	16,0 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	12,5 bis 625 cm (bis 100 cm im Sommer)
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 380 kV Netz
Geologie	Gneis, Glimmerschiefer, Plattengneis [40]
Schutzgebiete	Landschaftsschutzgebiet [41, 32]

Tabelle 63: Kerndaten für den Standort Stausee Soboth

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 78 ersichtlich, aus Gneis, Glimmerschiefer und Plattengneis, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

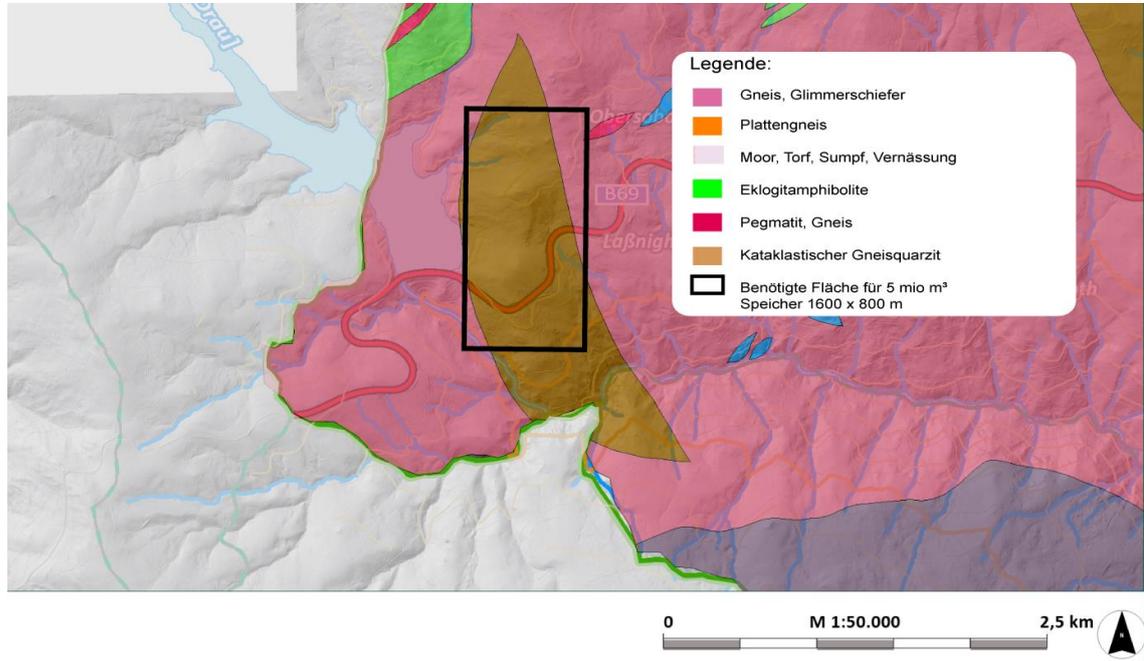


Abbildung 78: Geologische Karte Stausee Soboth [40]

Schutzgebiete:

In Tabelle 64 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Sobother Stausees befindet sich in unmittelbarer Nähe eines Landschaftsschutzgebiets. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	90000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	3500	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	20000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 64: Schutzgebietmatrix Stausee Soboth

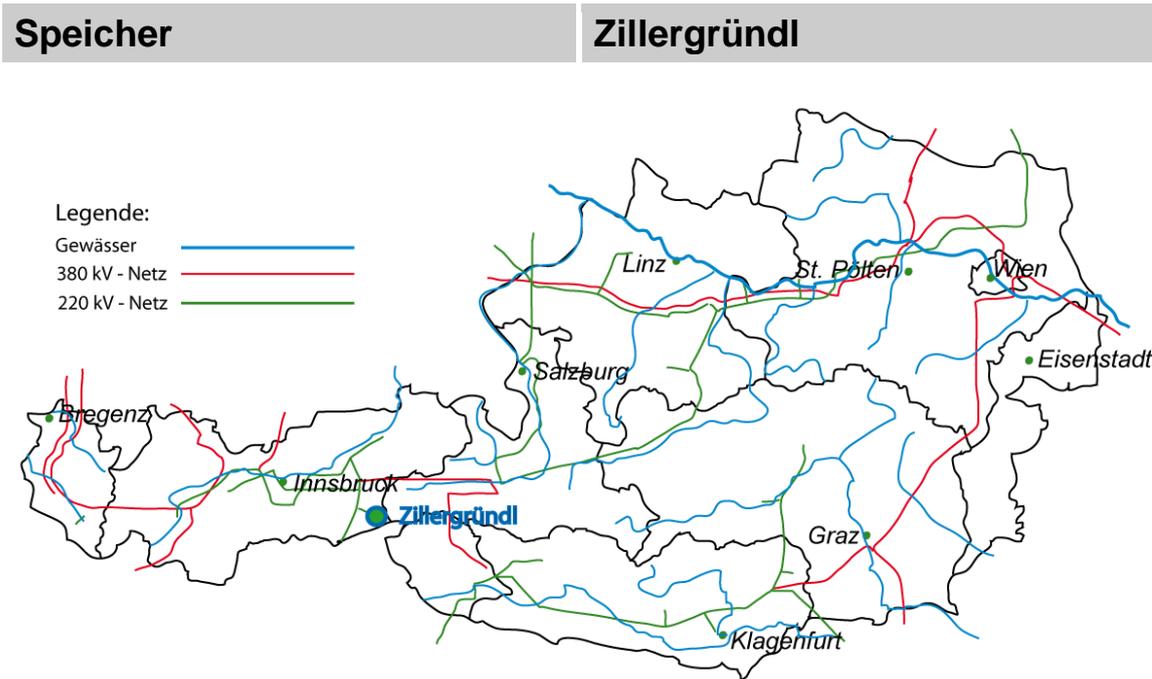


Abbildung 79: Österreichkarte mit Stausee Zillergründl

<b>Bundesland</b>	<b>Tirol</b>
Ort	Brandberg
Standort	Nordostufer Zillergründl Speicher
Koordinaten	47°07'12,8"N 12°05'10.4"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,40 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	90 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	7,1 bis 357,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	15 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granitoid, Anatexit Migmatit, verschiedenen Gneisen [25]
Schutzgebiete	Naturpark und Ruhegebiet [42]

Tabelle 65: Kerndaten für den Standort Zillergründl

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 80 ersichtlich, aus Granitoid, Anatexit, Migmatit und verschiedenen Gneisen, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.



Abbildung 80: Geologische Karte Stausee Zillergründl [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 66 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Speichers Zillergründl befindet sich in einem Naturpark und einem Ruhegebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	17000	Keine Auswirkungen erwartbar
Nationalpark	12000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	12000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	1000	Auswirkungen möglich
Ramsar-Gebiet	50000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich

Tabelle 66: Schutzgebietmatrix Stausee Zillergründl

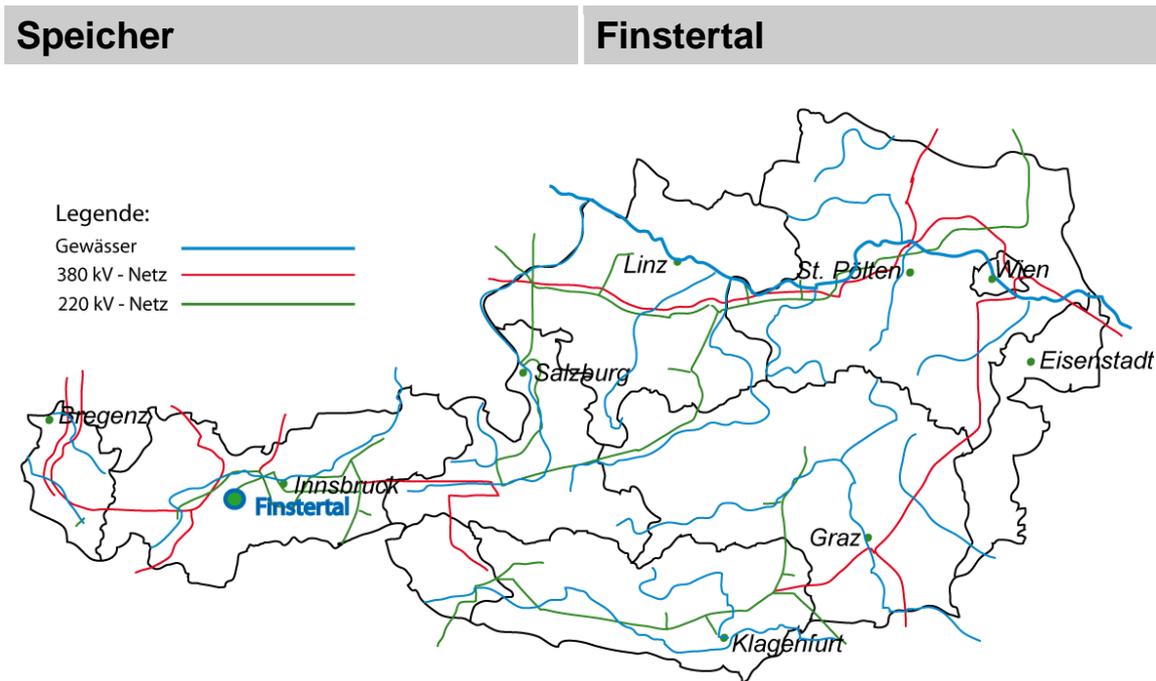


Abbildung 81: Österreichkarte mit Speicher Finstertal

<b>Bundesland</b>	<b>Tirol</b>
Ort	Silz
Standort	Ostufer Speicher Finstertal
Koordinaten	47°11'47,5"N 11°02'04,2"O
Eigentum	Tiroler Wasserkraft AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,03 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	61 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	9,7 bis 485,4 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	10 km bis 380 kV Netz
Geologie	Gneise, Glimmerschiefer, Amphibolit [25]
Schutzgebiete	Ruhegebiet und Naturpark [42]

Tabelle 67: Kerndaten für den Standort Finstertal

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 82 ersichtlich, aus Gneisen, Glimmerschiefer und Amphibolit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

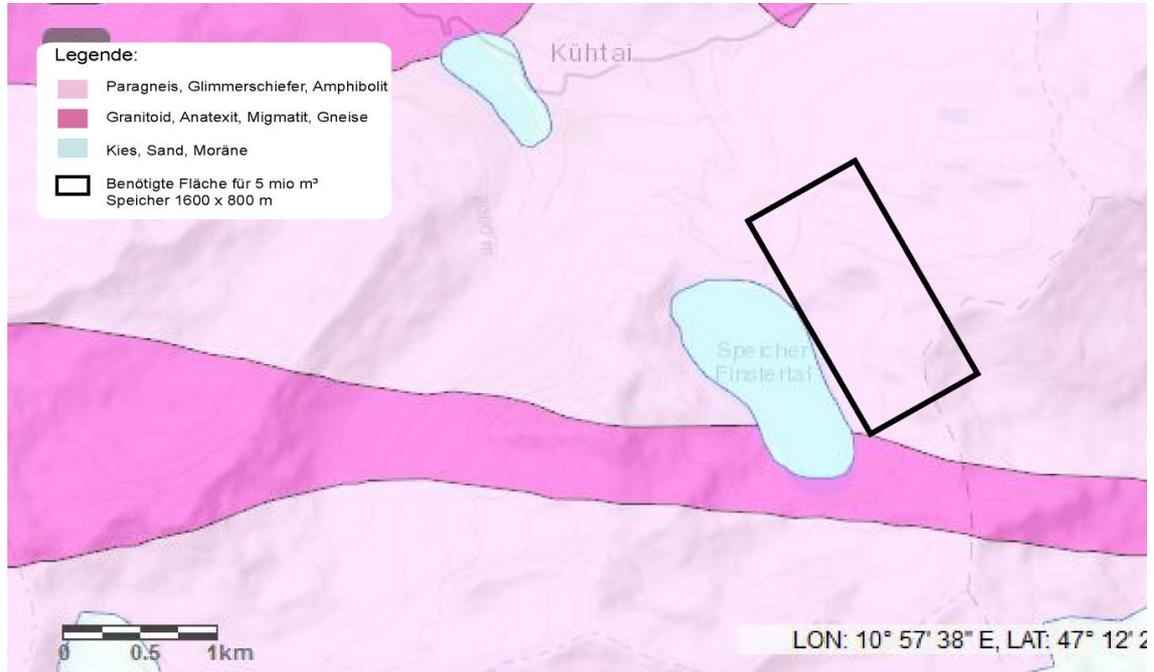


Abbildung 82: Geologische Karte Speicher Finstertal [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 68 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Speichers Finstertal befindet sich in einem Ruhegebiet. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	9000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	10000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	9000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	13000	Keine Auswirkungen erwartbar
Ramsar-Gebiet	70000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	1000	Auswirkungen möglich
Ruhegebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich

Tabelle 68: Schutzgebietmatrix Speicher Finstertal

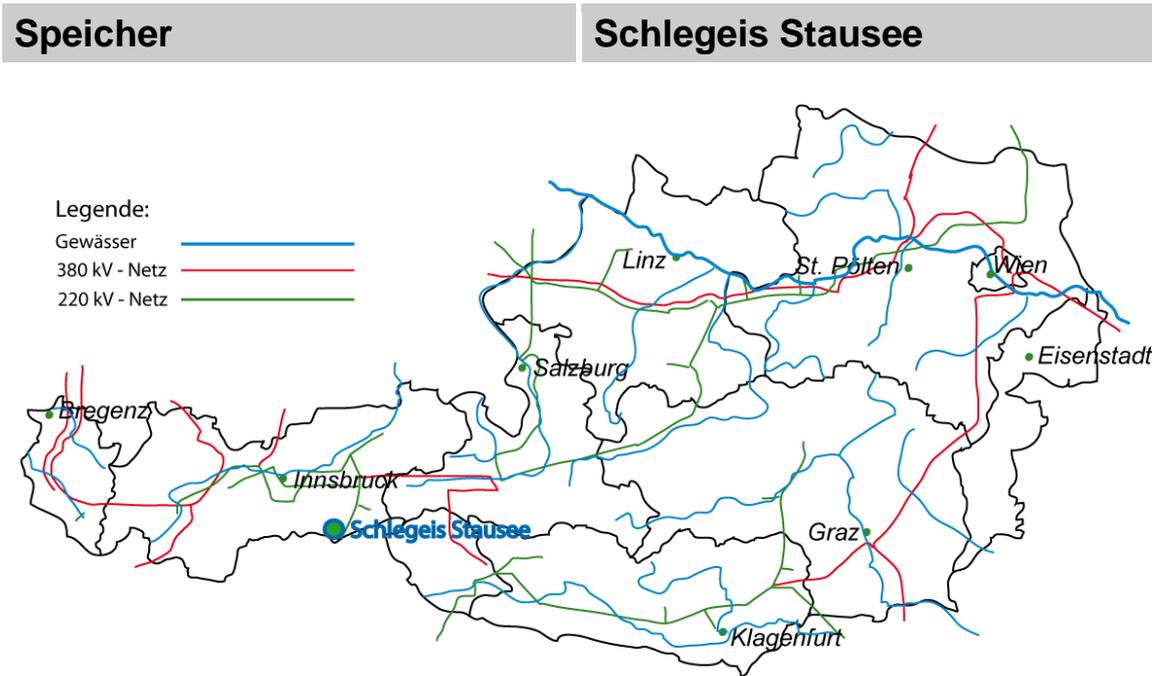


Abbildung 83: Österreichkarte mit Schlegeis Stausee

<b>Bundesland</b>	<b>Tirol</b>
Ort	Finkenberg
Standort	Ostufer Schlegeis Stausee
Koordinaten	47°01'39,1"N 11°43'03,5"O
Eigentum	Verbund Hydro Power GmbH [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	2,20 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	129 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	4,5 bis 227,3 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 220 kV Netz
Geologie	Granitoid, Anatexit und Migmatit, Gneise [25]
Schutzgebiete	Naturpark und Ruhegebiet [42]

Tabelle 69: Kerndaten für den Standort Schlegeis Stausee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 84 ersichtlich, aus Gneisen, Granitoid, Anatexit und Migmatit, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

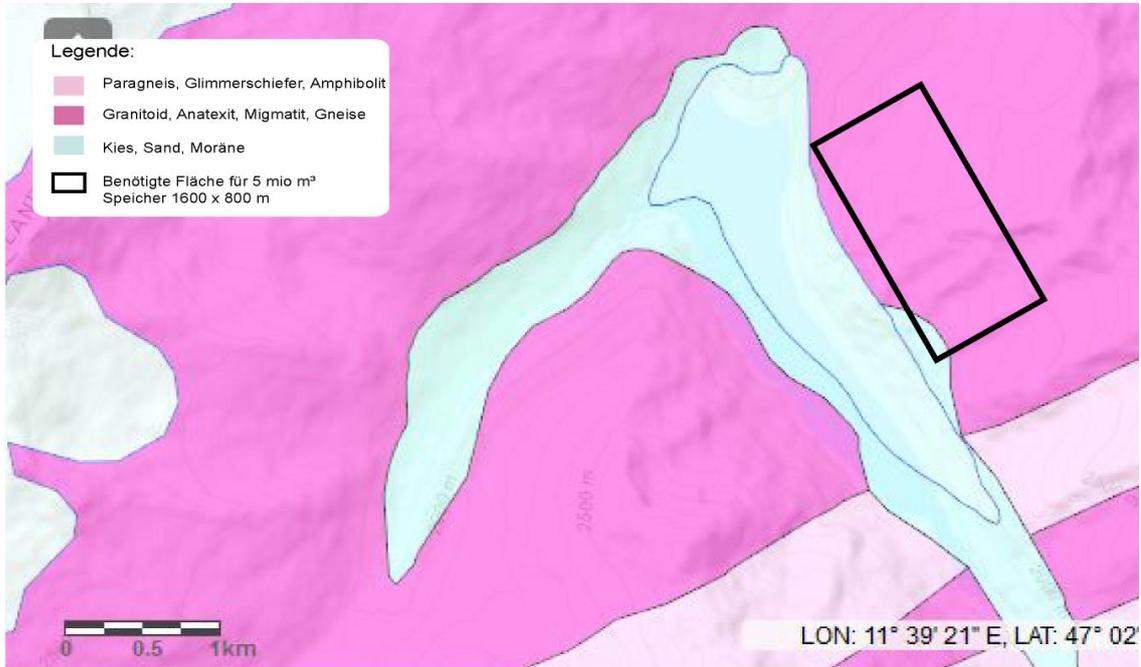


Abbildung 84: Geologische Karte Schlegeis Stausee [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 70 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Schlegeis befindet sich in einem Ruhegebiet und einem Naturpark, sowie in der Nähe von Biotopflächen. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutzgebiet	18000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	5000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	1000	Auswirkungen möglich
Nationalpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Naturpark	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	0	Nähere Prüfung erforderlich

Tabelle 70: Schutzgebietmatrix Stausee Schlegeis

**Speicher** **Lünersee**

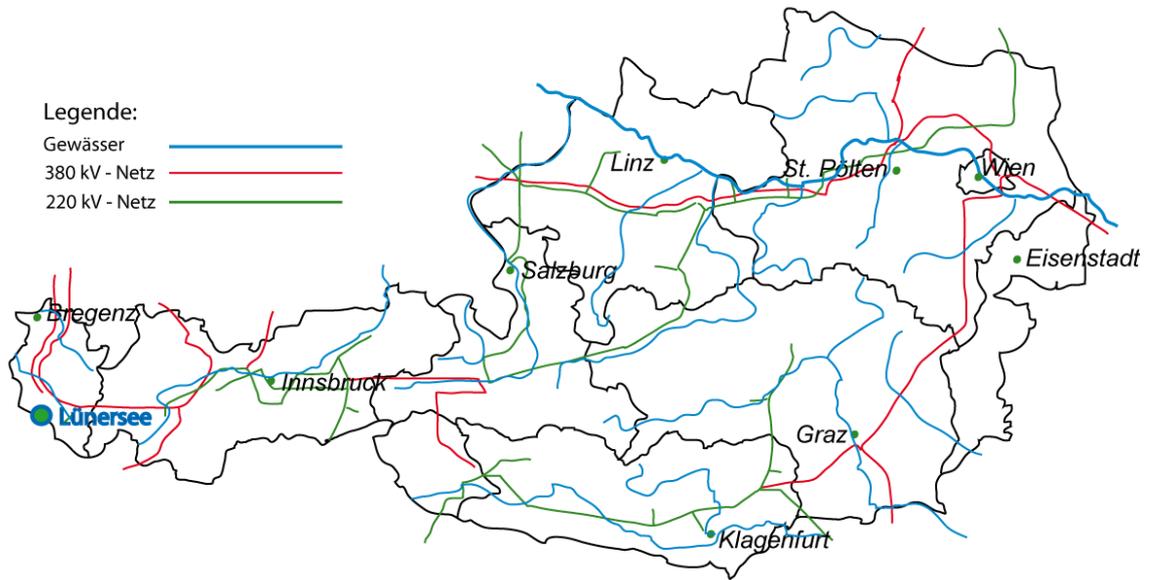


Abbildung 85: Österreichkarte mit Lünersee

Bundesland	Vorarlberg
Ort	Brand und Vandans
Standort	Westufer Lünersee
Koordinaten	47°03'24,3"N 09°44'28,8"O
Eigentum	Vorarlberger Illwerke AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,52 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	129 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	6,6 bis 328,9 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	11 km bis 380 kV Netz
Geologie	Dolomit [25]
Schutzgebiete	Geschützter Landschaftsteil und Biotopfläche [43]

Tabelle 71: Kerndaten für den Standort Lünersee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 86 ersichtlich, aus Dolomit und Karbonatgestein, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

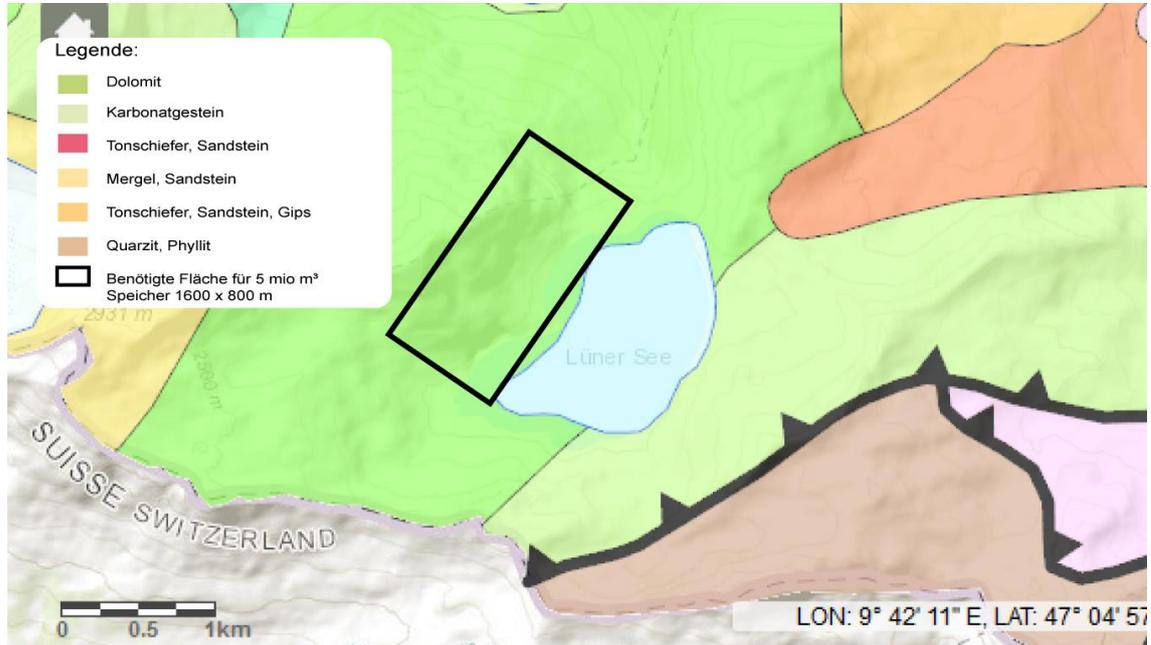


Abbildung 86: Geologische Karte Lünersee [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 72 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Lünersees befindet sich in einem geschützten Landschaftsteil und in der Nähe von Biotopflächen. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	17000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutz	0	Nähere Prüfung erforderlich
Natura 2000 Gebiet	6000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	17000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	17000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 72: Schutzgebietmatrix Lünersee

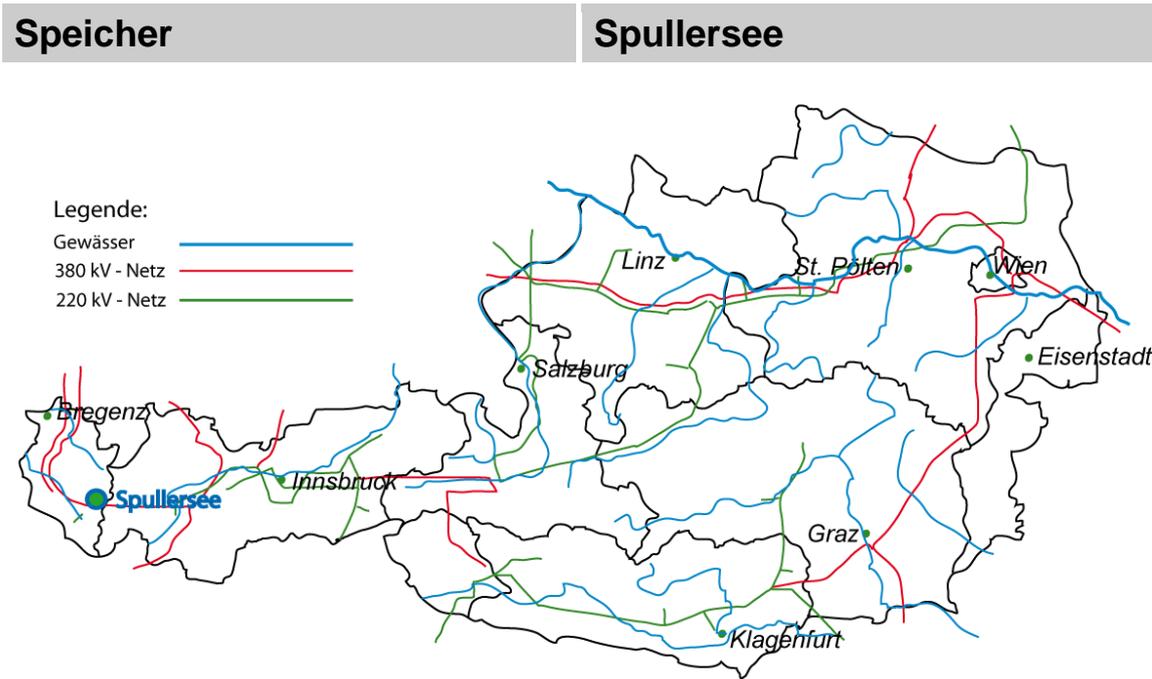


Abbildung 87: Österreichkarte mit Spullersee

Bundesland	Vorarlberg
Ort	Dalaas und Klösterle
Standort	Südufer Spullersee
Koordinaten	47°09'02,8"N 10°04'28,7"O
Eigentum	ÖBB Infrastruktur AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,58 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	13 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	17,2 bis 862,1 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	< 1 km bis 380 kV Netz
Geologie	Dolomit und Kalkstein [25]
Schutzgebiete	Biotopfläche und Natura 2000 Gebiet [43]

Tabelle 73: Kerndaten für den Standort Spullersee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 88 ersichtlich, aus Dolomit und Kalkstein, was auf gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

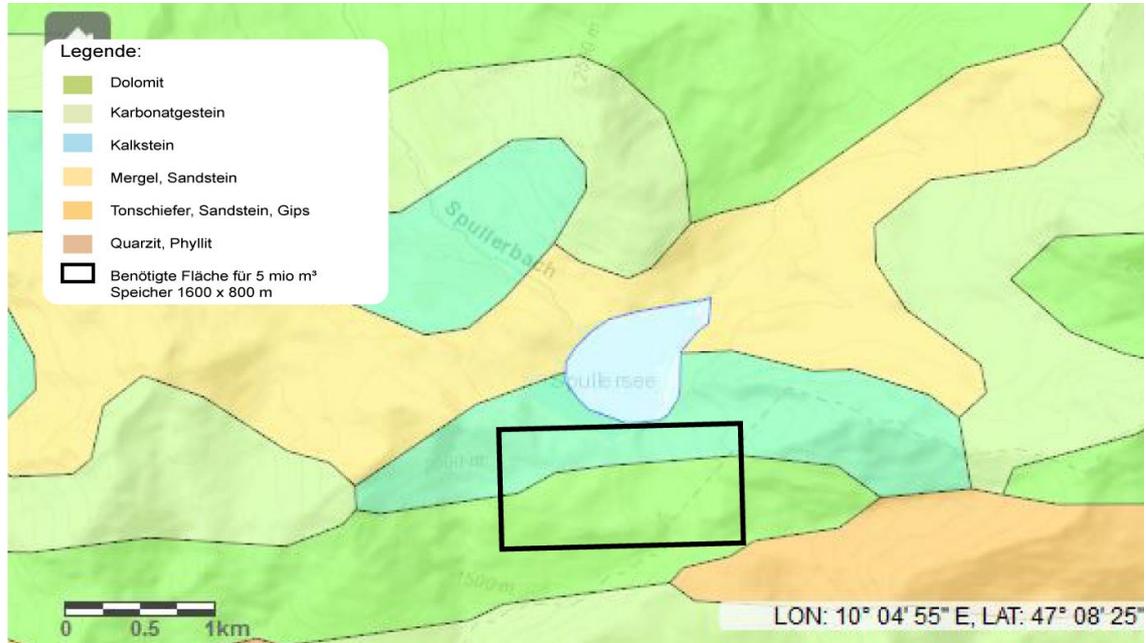


Abbildung 88: Geologische Karte Spullersee [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 74 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Spullersees befindet sich in der Nähe von Biotopflächen und eines Natura 2000 Gebiets. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutz	20000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	1000	Auswirkungen möglich
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	22000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	6000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 74: Schutzgebietmatrix Spullersee

**Speicher** **Silvretta-Stausee**

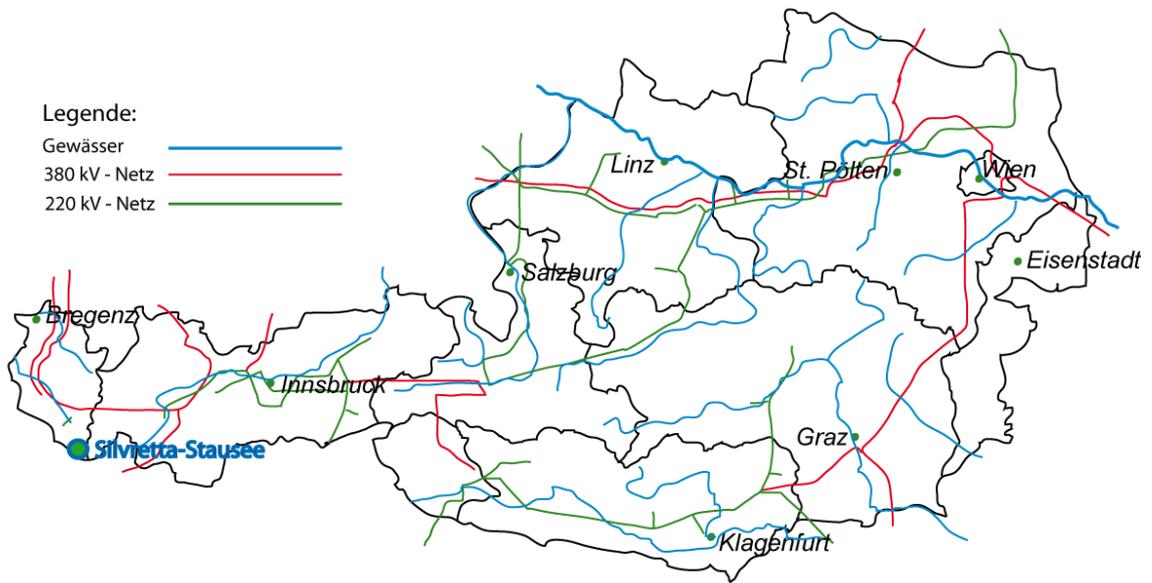


Abbildung 89: Österreichkarte mit Silvretta Stausee

<b>Bundesland</b>	<b>Vorarlberg</b>
Ort	Gaschurn
Standort	Westufer Silvretta Stausee
Koordinaten	46°54'28,0"N 10°05'09.8"O
Eigentum	Vorarlberger Illwerke AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	1,32 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	39 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	7,6 bis 378,8 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	15 km bis 380 kV Netz
Geologie	Paragneis, Granitoid [25]
Schutzgebiete	Biotopfläche [43]

Tabelle 75: Kerndaten für den Standort Silvretta Stausee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 90 ersichtlich, aus Paragneis und Granitoid, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

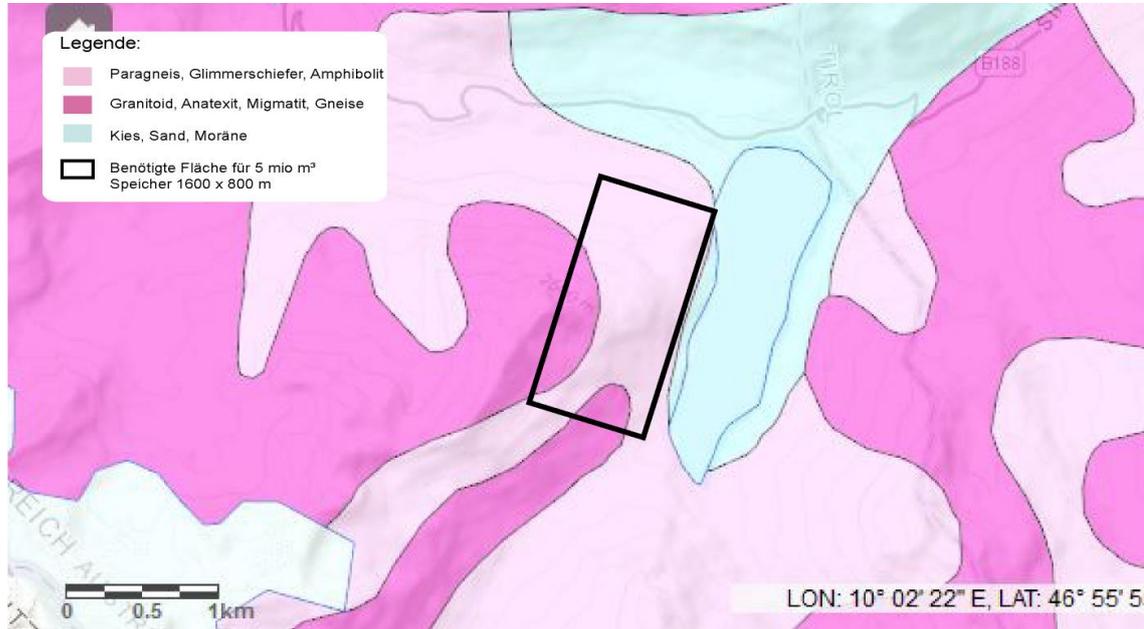


Abbildung 90: Geologische Karte Silvretta Stausee [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 76 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Silvretta Stausees befindet sich in einer Biotopfläche. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	30000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutz	25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	7000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	8000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	30000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 76: Schutzgebietmatrix Silvretta Stausee

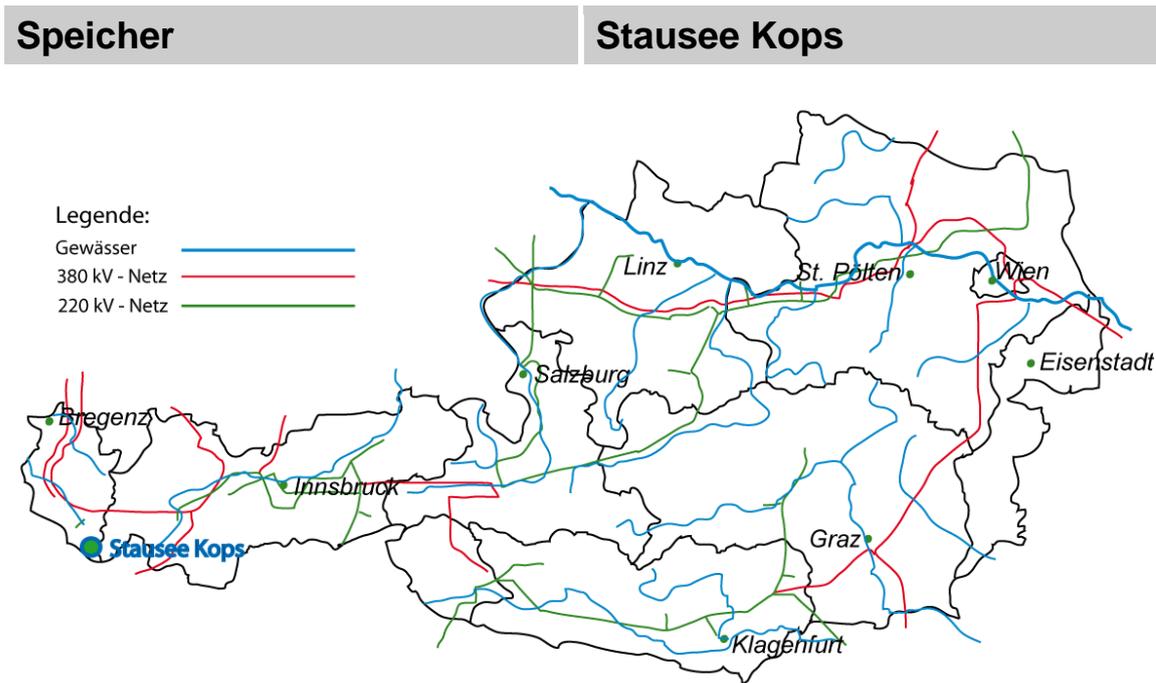


Abbildung 91: Österreichkarte mit Stausee Kops

<b>Bundesland</b>	<b>Vorarlberg</b>
Ort	Gaschurn
Standort	Südufer Stausee Kops
Koordinaten	46°57'57,4"N 10°07'17,9"O
Eigentum	Vorarlberger Illwerke AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,90 km <sup>2</sup> [30]
Speicherinhalt	45 Mio. m <sup>3</sup> [30]
Spiegelschwankung	11,1 bis 555,6 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitoid und Paragneis [25]
Schutzgebiete	Biotopfläche [43]

Tabelle 77: Kerndaten für den Standort Stausee Kops

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 92 ersichtlich, aus Granitoid und Paragneis, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

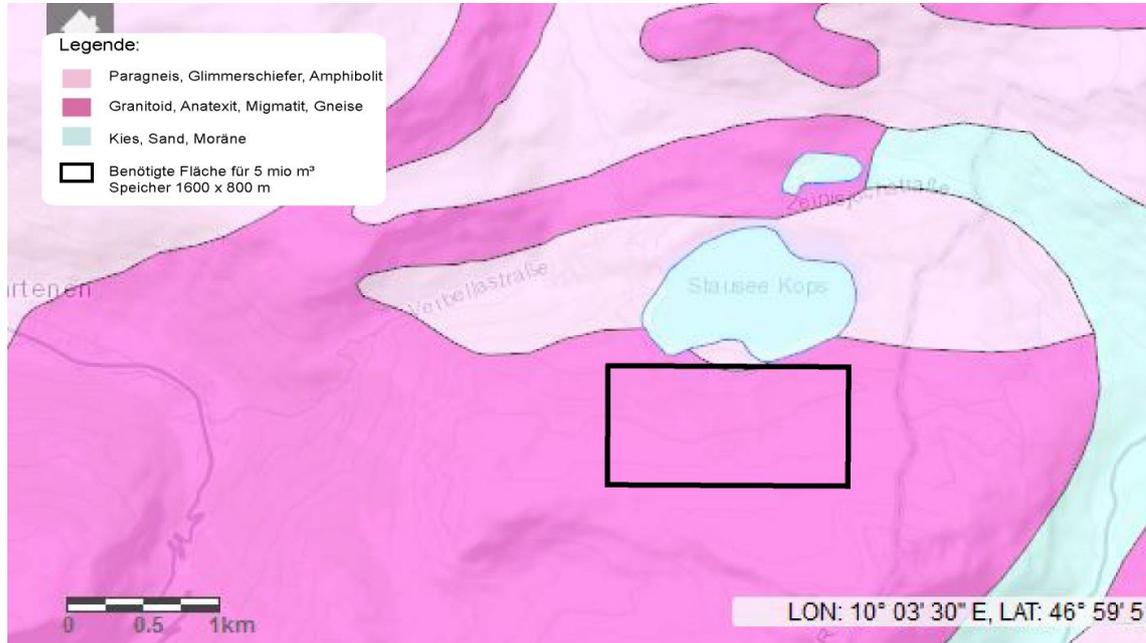


Abbildung 92: Geologische Karte Stausee Kops [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 78 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Stausees Kops befindet sich in einer Biotopfläche. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutz	25000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	2000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	11000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	25000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 78: Schutzgebietmatrix Stausee Kops

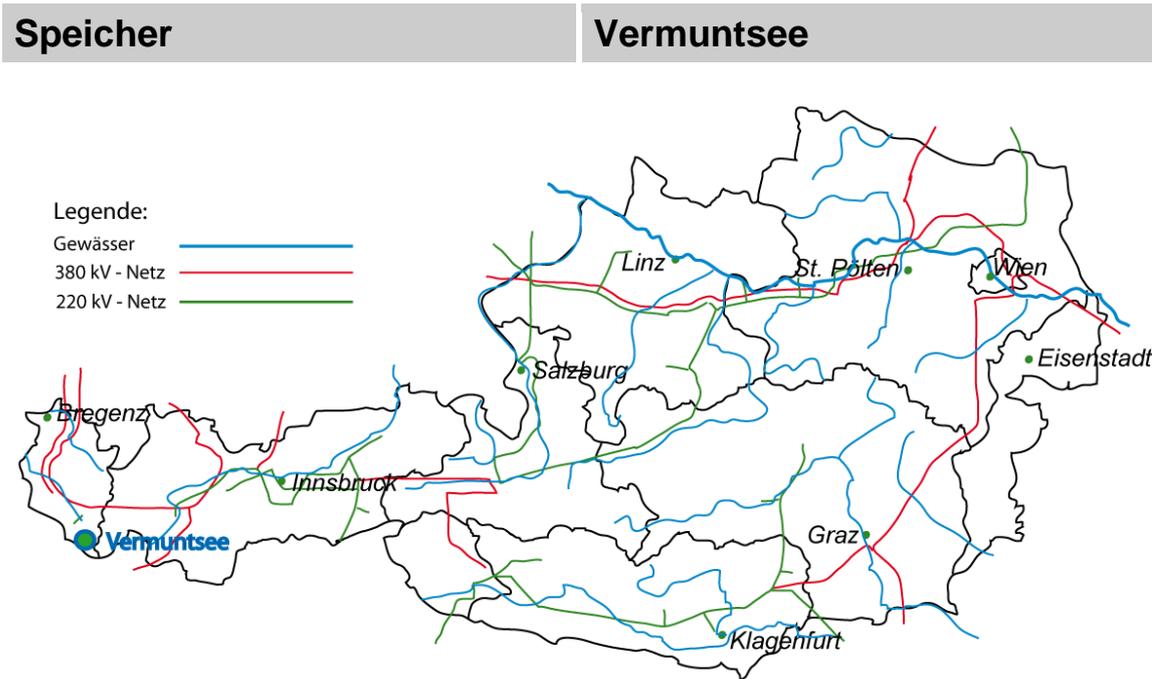


Abbildung 93: Österreichkarte mit Vermuntsee

Bundesland	Vorarlberg
Ort	Gaschurn
Standort	Ostufer Vermuntsee
Koordinaten	46°55'50,3"N 10°03'35,9"O
Eigentum	Vorarlberger Illwerke AG [26]
Speicherart	Stausee
Speicherfläche	0,36 km <sup>2</sup> [26]
Speicherinhalt	5,70 Mio. m <sup>3</sup> [26]
Spiegelschwankung	27,8 bis 1388,9 cm
Unterirdischer Speicherinhalt	(1-stufig / 2-stufig) (1,4 – 2,1 / 2,1 – 3,1)
Fallhöhen	800/1200 m / 1600/2400 m
Referenzleistung	500 MW / 1000 MW
Energieinhalt pro Pumpzyklus 8/10/12 h	3,6 – 5,4 GWh / 7,2 – 10,8 GWh
Netzentfernung	20 km bis 380 kV Netz
Geologie	Granitoid und Paragneis [25]
Schutzgebiete	Biotopfläche [43]

Tabelle 79: Kerndaten für den Standort Vermuntsee

Geologische Gegebenheiten:

Die Geologie im Projektgebiet besteht, wie auf Abbildung 94 ersichtlich, aus Granitoid und Paragneis, was auf sehr gute Eigenschaften zur Errichtung eines unterirdischen Speichers hinweist.

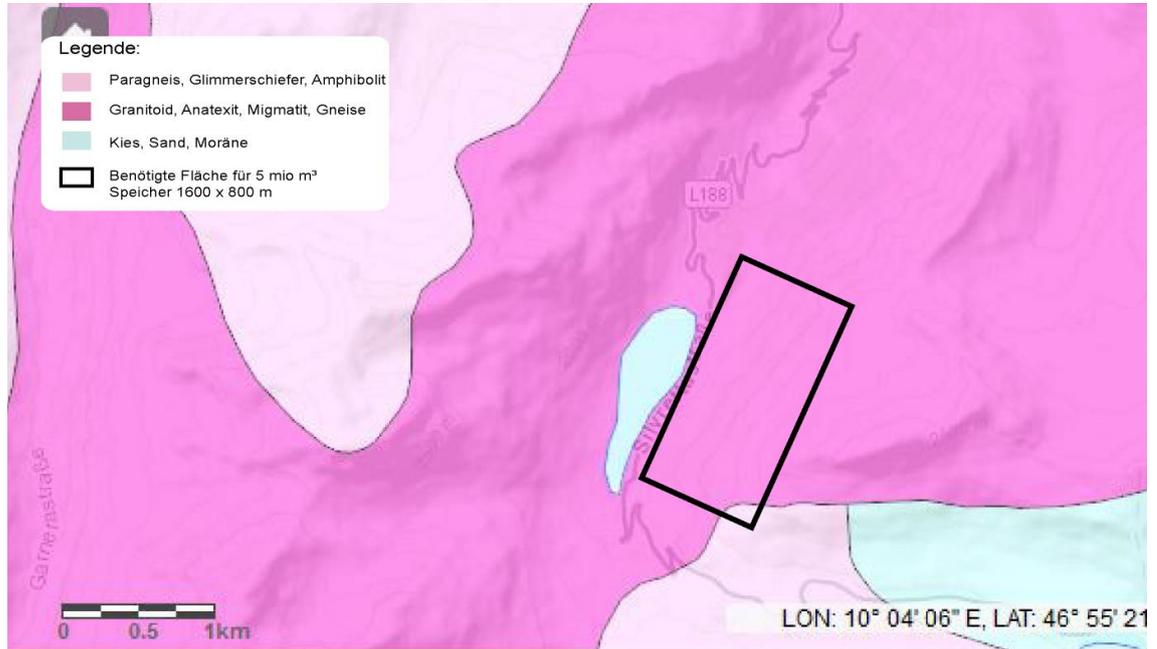


Abbildung 94: Geologische Karte Vermuntsee [25]

Schutzgebiete:

In Tabelle 80 sind Entfernungen sowie Abschätzungen und die Auswirkungen des Projekts auf Schutzgebiete abgebildet. Der Standort des Vermuntsees befindet sich in einer Biotopfläche. In diesem Fall ist eine intensivere Prüfung, ob das Projekt das Schutzgebiet beeinträchtigt, notwendig.

Schutzgebiete	Entfernung in [m]	Beurteilung
Naturschutzgebiet	28000	Keine Auswirkungen erwartbar
Landschaftsschutz	22000	Keine Auswirkungen erwartbar
Natura 2000 Gebiet	4000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biotopfläche	0	Nähere Prüfung erforderlich
Ruhegebiet	6000	Keine Auswirkungen erwartbar
Biosphärenpark	28000	Keine Auswirkungen erwartbar

Tabelle 80: Schutzgebietmatrix Vermuntsee

## 5. Speicherberechnungen und Erkenntnisse

### 5.1 Wassertemperatur in den Speichern

Diese Berechnung wurde durchgeführt, da angenommen wird, dass sich die Wassertemperatur in den Speichern erhöhen könnte, was Veränderungen von Flora und Fauna im und am Wasser hervorrufen würde.

Der Ossiacher See ist für die folgenden Berechnungen als Beispiel ausgewählt worden. Sein Volumen mit 206 Millionen Kubikmetern mit einer angenommenen Temperatur  $T$  [K] von 12 ist das einzige Spezifikum, welches sich von anderen Speichern mit stehenden Gewässern unterscheidet. Fließgewässer wie Stauräume der Donau wurden aus Gründen des stark schwankenden Wasserspiegels und des hohen Zu- und Abflusses nicht berücksichtigt, da aus diesen Gründen eine seriöse Berechnung nicht möglich gewesen wäre. Die Temperaturerhöhung im oberen Speicher wurde berechnet, um den Einfluss der Erwärmung im Erdinneren  $E_W \left[ \frac{K}{m \cdot 100} \right]$  darzustellen. Die geothermische Temperaturgradienten schlägt sich mit 3 Kelvin pro 100 Metern nieder. Die Erwärmung  $\Delta T$  [K] wurde mit den Variablen Wasser im unterirdischen Speicher  $V_u$  [m<sup>3</sup>], die Tiefe  $t$  [m] und dem Speicherinhalt des oberen Speichers  $V_o$  mit Formel 7 berechnet.

*Formel 7: Temperaturerwärmung des oberen Speichers*

$$\Delta T = \frac{(V_o - V_u) * V_u * E_W * t}{V_o}$$

Bei der Speicherwassertemperatur wurde die Erwärmung addiert und in verschiedenen Pumpzyklen dargestellt, wie sich diese verändert. Diese lineare Berechnung ist lediglich ein theoretischer Richtwert, da die Abkühlzeit sowie die Aufwärmphase nicht berücksichtigt wurden. Außerdem ist davon auszugehen, dass der Temperaturunterschied sich nach einigen Jahren ausgleicht, sodass nahezu keine Erwärmung mehr stattfinden wird.

In Tabelle 81 ist der Fall 1 mit einem unterirdischen Speicher von 2,1 Mio. m<sup>3</sup> in einer Tiefe von 2400 m und eine installierte Leistung von 1000 MW mit einem Pumpzyklus von 12 h dargestellt.

Zyklen	Speicherwassertemperatur	Erwärmung
1	12.6 °C	0.6 °C
2	13.2 °C	1.2 °C
3	13.8 °C	1.8 °C
4	14.4 °C	2.4 °C
5	15.0 °C	3.0 °C

*Tabelle 81: Temperaturerwärmung Fall 1*

In Tabelle 82 ist der Fall 2 mit einem unterirdischen Speicher von 3,1 Mio. m<sup>3</sup> in einer Tiefe von 1600 m und eine installierte Leistung von 1000 MW mit einem Pumpzyklus von 12 h dargestellt.

Zyklen	Speicherwassertemperatur	Erwärmung
1	12.5 °C	0.5 °C
2	13.1 °C	1.1 °C
3	13.6 °C	1.6 °C
4	14.1 °C	2.1 °C
5	14.6 °C	2.6 °C

*Tabelle 82: Temperaturerwärmung Fall 2*

In Tabelle 83 ist der Fall 2 mit einem unterirdischen Speicher von 1,4 Mio. m<sup>3</sup> in einer Tiefe von 1200 m und eine installierte Leistung von 500 MW mit einem Pumpzyklus von 8 h dargestellt.

Zyklen	Speicherwassertemperatur	Erwärmung
1	12.2 °C	0.2 °C
2	12.3 °C	0.3 °C
3	12.5 °C	0.5 °C
4	12.6 °C	0.6 °C
5	12.8 °C	0.8 °C

*Tabelle 83: Temperaturerwärmung Fall 3*

In Tabelle 84 ist der Fall 4 mit einem unterirdischen Speicher von 2,1 Mio. m<sup>3</sup> in einer Tiefe von 800 m und eine installierte Leistung von 500 MW mit einem Pumpzyklus von 8 h dargestellt.

Zyklen	Speicherwassertemperatur	Erwärmung
1	12.1 °C	0.1 °C
2	12.2 °C	0.2 °C
3	12.4 °C	0.4 °C
4	12.5 °C	0.5 °C
5	12.6 °C	0.6 °C

*Tabelle 84: Temperaturerwärmung Fall 4*

## 5.2 Lamellenberechnung

Mit der Lamellenberechnung wurden die Spiegelschwankungen mittels Formel 1 berechnet. Dabei wurde das genutzte Volumen von den verschiedenen Varianten von einstufig mit 12 h Turbinierdauer und 800 m Fallhöhe bis zu zweistufig mit 8 h Turbinierdauer und 2400 m Fallhöhe variiert. Das wiederum ergibt ein genutztes Volumen von 1,4 bis 3,1 Millionen m<sup>3</sup>. Die Speicherform wurde dahingehend vereinfacht angenommen, dass die Wasseroberfläche über die Tiefe konstant bleibt. Bei der Tiefe handelt es sich um einen errechneten Wert auf eine Nachkommastelle, was vermeintlich eine Genauigkeit von einem Millimeter angibt. Da eine Aussage im Millimeterbereich aufgrund der Annahmen über die Oberfläche der Gewässerböschung unter der Wasseroberfläche und der generellen Wasserspiegelbewegung (z.B.: Wellengang) nicht seriös wäre, ist der Wert der Tiefe auf circa ± 5 cm zu runden. Die Berechnungen sind in den Tabellen Tabelle 85, Tabelle 86 und Tabelle 87 als Beispiele dargestellt. Wobei der Ossiachersee als Beispiel für Seen als Speicher und der Kölnbreinspeicher sowie der Rotgüldensee als Vertreter der bestehenden Reservoirs von Pumpspeicherkraftwerken ausgewählt wurden.

Formel 8: Spiegelschwankung

$$\text{Lamellentiefe [cm]} = \frac{\text{genutztes Volumen [m}^3\text{]}}{\text{Speicherfläche [m}^2\text{]}} * 100$$

Ossiachersee			
Speicherinhalt [m <sup>3</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Tiefe [cm]
206000000	3100000	10790000	<b>28.7</b>
	2600000	10790000	<b>24.1</b>
	2100000	10790000	<b>19.5</b>
	1700000	10790000	<b>15.8</b>
	1400000	10790000	<b>13.0</b>

Tabelle 85: Lamellenberechnung Ossiachersee

<b>Kölnbreinspeicher</b>			
Speicherinhalt [m <sup>3</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Tiefe [cm]
205000000	3100000	2550000	<b>121.6</b>
	2600000	2550000	<b>102.0</b>
	2100000	2550000	<b>82.4</b>
	1700000	2550000	<b>66.7</b>
	1400000	2550000	<b>54.9</b>

Tabelle 86: Lamellenberechnung Kölnbreinspeicher

<b>Rotgüldensee</b>			
Speicherinhalt [m <sup>3</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Tiefe [cm]
15600000	3100000	427000	<b>726.0</b>
	2600000	427000	<b>608.9</b>
	2100000	427000	<b>491.8</b>
	1700000	427000	<b>398.1</b>
	1400000	427000	<b>327.9</b>

Tabelle 87: Lamellenberechnung Rotgüldensee

### 5.3 Ranking der Speicherstandorte

In Tabelle 88 ist die Auswahl der Top drei der aussichtsreichsten Speicherstandorte aufgeteilt in die Kategorien Stausee, See und Flussrückstau dargestellt.

Platz:	Stausee:	See:	Flussrückstau:
1	Kölnbreinspeicher	Ossiachersee	Abwinden-Asten
2	Salza-Stausee	Traunsee	Ybbs-Persenbeug
3	Speicher Finstertal	Wolfgangsee	Melk

Tabelle 88: Ranking für Stauseen, Seen und Flussrückstau

#### 5.3.1 Beschreibungen des Rankings

##### Kölnbreinspeicher:

Der Sieger der Kategorie Speichersee überzeugt durch die Fläche und den Inhalt des Speichers. Eine gute Netzanbindung sowie die perfekten geologischen Bedingungen, um ein Untertagebauwerk zu errichten sprechen für diesen Standort. Schutzgebiete dürften aufgrund derer Entfernung auch keine Probleme bereiten.

##### Salza Stausee:

Als Standort im Dachsteinmassiv in Verbindung mit einer guten Netzanbindung ist diesem Stausee ein Platz unter den ersten Drei sicher. Daran kann auch der Umstand eines Landschaftsschutzgebiets im Projektgebiet nichts ändern.

##### Speicher Finstertal:

Mit einer herausragenden Geologie sowie einer etwas weiter entfernten, dafür aber eine 380 kV Leitung, geht der dritte Platz nach Tirol. Ein Ruhegebiet am Standort sollte kein Grund sein aus den Top 3 zu fallen.

### Ossiachersee:

Der Ossiachersee wurde als Rankingsieger der Gruppe der Seen ausgewählt, weil der beste Mix aus den Anforderungen erfüllt wird. Mit seiner großen Speicheroberfläche belaufen sich die Spiegelschwankungen in Bereichen der Bedeutungslosigkeit. Auch der Seeinhalt ist mehr als ausreichend um ein ungestörtes Bewirtschaften der Betriebe rund um den See zu gewährleisten. Die Netzanbindung ist ebenfalls gut. Bei den geologischen Gegebenheiten kann man auf ein standhaftes Gestein bauen, sobald die Lockergesteine überwunden wurden. Anhand der Schutzgebietenmatrix ist in diesem Bereich nicht mit Auflagen zu rechnen.

### Traunsee:

Der Traunsee kann mit der Oberfläche und dem Volumen ganz vorne mithalten. Auch die geologischen Gegebenheiten mit Dolomit als Grundlage, sowie die ausreichenden Entfernungen zu Schutzgebieten weisen auf einen auszeichnenden Standort hin. Lediglich die Netzanbindung ist das Manko, welches den ersten Platz verhindert hat.

### Wolfgangsee:

Auch der Wolfgangsee schaffte es ins Ranking der ersten Drei. Bei der Größe der Oberfläche und des Volumens braucht sich auch dieser See nicht verstecken. Bei der Netzanbindung ist zwar die Entfernung etwas weiter, dafür steht eine 380 kV Leitung bereit. Die bestehenden Schutzgebiete haben einen komfortablen Abstand auf den Projektstandort. Ein Mix aus verschiedenen Gesteinsarten schließt eine bessere Platzierung aus.

### Abwinden-Asten:

Der erste Platz geht an einen Standort mit einer nahezu perfekten Netzanbindung, einer Nähe zur Stahlstadt Linz, womit auch die Anbindung an Verbrauchern wie Industrie und Bevölkerung vorbildlich gegeben wäre. Der Weinsberger Granit und generell der Einfluss der Böhmisches Masse lässt geologisch betrachtet keine Zweifel an der Eignung in diesem Bereich. Dass überhaupt keine Schutzgebiete in der Nähe sind, ist natürlich ausgezeichnet.

Ybbs-Persenbeug:

Dieser Donaurückstau hätte sich auch den ersten Platz verdient, schließlich verläuft eine 380 kV Leitung direkt daran vorbei. Die Geologie mit der Böhmisches Masse und dem Weinsberger Granit ist ebenso wie beim Erstplatzierten beeindruckend. Lediglich die Nähe zu einem Natura 2000 Gebiet ist ein Wermutstropfen.

Melk:

Der dritte Platz geht nach Niederösterreich. Eine direkte Netzanbindung an eine 380 kV Leitung und geologische Gegebenheiten mit Granit im Projektgebiet sind die Hauptargumente für diesen Standort. Ein Natura 2000 Gebiet in der Nähe müsste berücksichtigt werden.

## 5.4 Referenzprojekt Koralm

Als Referenzprojekt wurde das Pumpspeicherkraftwerk Koralm ausgewählt. Dieses Projekt befand sich zum Zeitpunkt der Recherche im UVP Genehmigungsverfahren. Es wurde das im Original eingereichte Projekt mit zwei Varianten von unterirdischen Pumpspeicherkraftwerken, unter Benützung des Speichers Glitzalm, gegenübergestellt.

### 5.4.1 Projektbeschreibung Original

Das Projekt Koralm ist ein klassisches Pumpspeicherkraftwerk mit den beiden Speicherbecken Glitzalm als Oberspeicher und Seebach als Unterspeicher. Eine direkte Netzanbindung durch die vorhandene 380 kV Leitung im unmittelbaren Bereich des Speichers Glitzalm, mit einem beim APG (Austrian Power Grid AG) beantragten Netzzugang von 1000 MW, sind hervorragende Bedingungen für die Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerks. Das Ausbruchmaterial der Stollen soll für die Erdschüttdämme verwendet werden. [28]

### 5.4.2 Projektbeschreibung Varianten 1 und 2

Da der untere Speicher sich unterhalb der Erdoberfläche befindet, ist es nicht nötig, zwei Speicherseen zu errichten. Als besser geeignet wird der Speicher Glitzalm empfunden, da die Entfernung zur bestehenden 380 kV Leitung sehr gering ist. Die Größe des Speicherbeckens Glitzalm kann je nach Variante von 4,5 Mio. m<sup>3</sup> auf 1,4 bis 3,1 Mio. m<sup>3</sup> verringert werden. In den Tabellen Tabelle 61, Tabelle 62 und Tabelle 89 sowie in der Abbildung 76 sind die verschiedenen Projektdaten und Varianten in Bezug auf das Projekt Koralm dargestellt.

### 5.4.3 Gegenüberstellung des Original Projekts mit Variante 1 und 2

Wie in Tabelle 89 ersichtlich, liegen die großen Vorteile des unterirdischen Speichers darin, dass die Längen der Triebwasserstollen enorm verkürzt werden, sowie der Umstand, dass ein oberirdisches Speicherbecken eingespart werden kann. Mit der großen Fallhöhe kann bei annähernd gleichbleibendem Jahresarbeitsvermögen auch die Leistung halbiert oder eben circa das doppelte

Jahresarbeitsvermögen bei gleichzeitig kleinerer Speichergröße erzielt werden. Der größere Aufwand durch den Ausbruch des unterirdischen Speichers ist zwar vorhanden, wird aber bei näherer Betrachtung durch die Kosten zwischen 80 und 130 €/m<sup>3</sup> für ausgekleidete bzw. circa 60 €/m<sup>3</sup> für unausgekleidete Speicherbauwerke nicht so kostspielig. Laut der geologischen Beschreibung des Projekts ist davon auszugehen, dass eine Auskleidung der Speicherbauwerke nicht notwendig sein wird. Die Kosten für die Speicherbauwerke würden sich auf 130 bis 190 Millionen Euro bei Variante 2 belaufen. Bei Variante 1 sind die Kosten dafür zwischen 130 und 90 Millionen. Das große Potenzial der beiden Varianten sieht man sofort beim Jahresarbeitsvermögen, welches sich nahezu verdoppeln ließe bei Variante 2. Wenn man den Eingriff in die Natur beleuchtet, wird schnell klar, dass der Wegfall des unteren Speichers sowie die Verkleinerung des oberen Speichers sich positiv auswirken. Die große Rodungsfläche sowie die geplante unwiederbringliche Veränderung durch den unteren Speicher würden mit den beiden Varianten quasi wegfallen.

	<b>Original Projekt</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>
Nutzzinhalt Glitzalm:	4,5 Mio. m <sup>3</sup>	1,4-2,1 Mio. m <sup>3</sup>	2,1-3,1 Mio. m <sup>3</sup>
Benötigte Speichervolumen für Projekt:	10,2 Mio. m <sup>3</sup>	1,4-2,1 Mio. m <sup>3</sup>	2,1-3,1 Mio. m <sup>3</sup>
Stollenlänge:	5750 m	1200 m	1600 m
Stolldurchmesser:	7-7,5 m	3,2 m	3,9 m
Zufahrtsstollenlänge:	2610 m	-	-
Untertagespeicher:	-	1,4-2,1 Mio. m <sup>3</sup>	2,1-3,1 Mio. m <sup>3</sup>
Ausbruchsvolumen:	1,2 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,4-2,1 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,1-3,1 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Rohfallhöhe:	707,08 m	1200 m	1600 m
Turbinierdauer:	9-12 h	8-12 h	8-12 h
Anzahl der Maschinensätze:	4	2	4
Installierte Leistung:	960-970 MW	500 MW	1000 MW
Arbeitsvermögen:	2120–2230 GWh	1310–1970 GWh	2620–3940 GWh

*Tabelle 89: Gegenüberstellung Original Projekt PSKW Koralm und zwei Varianten mit unterirdischem Speicher [44], [45]*

## 5.5 Speicher von Pumpspeicherkraftwerken

Speicher von Pumpspeicherkraftwerken sind bestehende meist künstlich erschaffene Reservoirs. Es gibt sie als obere sowie auch als untere Speicher. Sie werden bereits energiewirtschaftlich genutzt und gehören meist einem Energiebetreiber. Auch wenn Speicher bereits in komplexen Pumpspeichersystemen eingebunden sind, so ist es dennoch erfolgsversprechend, diesen in ein unterirdisches Pumpspeicherkraftwerk einzubinden. Bei größeren Speichern wird eine Beeinträchtigung des vorhandenen Betriebes als sehr gering eingeschätzt, da sich durch große Fallhöhen das benötigte Speichervolumen signifikant verringert.

### 5.5.1 Vorteile bestehender Speicher von Pumpspeicherkraftwerken

Bestehende Speicher sind aufgrund ihrer Nutzung auf extreme Spiegelschwankungen ausgelegt. Die Eigentumsverhältnisse sind meist recht einfach, da der Energiebetreiber als Eigentümer nahezu keinen neuen Grund ablösen müsste. Die Genehmigung für die Betreibung eines Pumpspeicherkraftwerks ist bereits einmal ausgestellt worden. Die geologischen Gegebenheiten wurden mittels Dammbau und/oder Untertagebauten bereits untersucht und getestet. Eine Infrastruktur im Bereich Energienetz und Baustellenverkehr sind meist vorhanden. Anrainer sind in der Regel wenige vorhanden.

### 5.5.2 Nachteile bestehender Speicher von Pumpspeicherkraftwerken

Als Nachteile kann man die naturnahe und oft touristisch genutzte Lage sehen. Die exponierte Lage bringt in Bezug auf Hochgebirgsbaustellen und den damit verbundenen höheren Kosten auch nicht nur Vorteile mit sich. Eine Beeinträchtigung des derzeitigen Betriebs bei kleineren Speichern. Die Entfernung zum Verbraucher sowie die niedrigen Temperaturen sind noch zu nennen.

### 5.5.3 *Seen als Speicher*

Beim Wasserreservoir denkt man in Österreich sofort an die vielen großen Seen. Diese liegen meist in den Ebenen des Landes und wurden bis dato nicht energiewirtschaftlich genutzt. Natürlich ist es technisch mittels eines unterirdischen Pumpspeicherkraftwerks möglich, dieses schlafende Potenzial zu wecken.

### 5.5.4 *Vorteile von Seen als Speicher*

Als Vorteile von Seen als Speicher wären in erster Linie die Nähe zu Verbrauchern und Stromnetzen sowie auch die generelle Infrastruktur zu nennen. Die Errichtung ist im Gegensatz zum Hochgebirge kostengünstiger. Bei der Oberfläche von großen Seen würde die Spiegelschwankung sehr gering ausfallen. Mit dem naturnahen, geräuschlosen und beinahe unsichtbaren Betrieb dieses Kraftwerks, gepaart mit der Nähe zum Endverbraucher, ist diese Kombination in Zeiten der Energiewende eine reizvolle Option.

### 5.5.5 *Nachteile von Seen als Speicher*

Natürlich gilt es auch die Nachteile nicht aus den Augen zu verlieren, schließlich sind viele Seen touristisch erschlossen und an den Ufern teils dicht bewohnt. Belästigungen durch temporären Lärm und Staub in der Bauphase, sowie eine vorübergehende Störung des Landschaftsbilds sind unausweichlich. Mehrere Eigentümer rund um den See enthalten auch mehr Konfliktpotenzial bei Bautätigkeiten. Bei kleinen Oberflächen kann auch die Spiegelschwankung ein nicht unwesentlicher Aspekt für Mensch und Natur sein. Bei kleinerem Volumen ist eine anfängliche Erwärmung des Sees, wie in Punkt 5.1 ersichtlich, zu erwarten.

### 5.5.6 Flüsse als Speicher

Flüsse sind in Österreich seit Mitte des 20. Jahrhunderts verlässliche Energie-lieferanten. Die Produktion mittels Laufkraftwerken kombiniert mit der Speiche-rung durch unterirdische Pumpspeicherkraftwerke wäre wie eine Symbiose der Energie. Als Speicher wurden einige der zahlreichen Flussrückstau der Lauf-kraftwerke ausgewählt.

### 5.5.7 Vorteile von Flüssen als Speicher

Die Nähe zum Endverbraucher, zum Hochspannungsnetz und auch zum Ener-gieproduzenten sind gute Voraussetzungen. Die generelle Infrastruktur im Rückstau von Laufkraftwerken ist meist hervorragend. Eine Abwechslung zwi-schen Natur, Industrie und Besiedelungen von ländlich bis urban findet man zuhauf entlang eines Flusses. Auch die geologischen Gegebenheiten sind so abwechslungsreich, dass auch bei unbrauchbarem Untergrund hinter dem nächsten Mäander bereits wieder ein harter Granit am Ufer zum Vorschein kommen könnte. Bei der Standortwahl ist in Bezug auf Schutzgebiete und den bereits genannten Kriterien genug Flexibilität vorhanden. Die Spiegelschwan-kungen sind aufgrund des mächtigen Zuflusses der gewählten Standorte irrele-vant.

### 5.5.8 Nachteile von Flüssen als Speicher

Die oft an Flüssen liegenden Schutzgebiete und Anrainer könnten in der Bau-phase beeinträchtigt werden. Der stetige Sedimenttransport kann ohne ent-sprechende Schutzmaßnahmen in das unterirdische Speichersystem gelangen und wäre nur mit erheblichem Aufwand zu entfernen.

## 5.6 Potenzial in Österreich

Das Potenzial an nutzbaren Speichern in Österreich ist immens. Die 40 ausgewählten Reservoirs sind die am wahrscheinlich reibungslosesten Projektstandorte. Mit besseren Erfahrungswerten aus der Genehmigungs-, Bau- und Betriebsphase, in Bezug auf Emissionen gegenüber Mensch und Natur, wäre auch in Gebieten, welche stark unter Naturschutz stehen oder vom Tourismus leben, bedenkenlos ein solches Projekt zu befürworten.

### 5.6.1 Ausgeschiedene Projektstandorte

Bei den genauer untersuchten Standorten wurden bereits einige im Vorfeld ausgeschieden. Aufgrund von zu geringem bzw. schwankendem Durchfluss wurden Flüsse wie der Inn in Innsbruck oder die Salzach in Salzburg nicht berücksichtigt. Die geologischen Gegebenheiten sind bei den Flussrückstauen Freudenau, Nussdorf, Schärding-Neuhaus, Ottensheim-Wilhering und Wallsee-Mitterkirchen als Ausschlussgrund für diese Standorte gewählt worden. Draurückstau wurden auch aus Gründen der Untergrundbeschaffenheit nicht in die genauere Untersuchung aufgenommen. Seen wie der Bodensee und der Wörthersee sind wegen den geologischen Randbedingungen, gepaart mit der dichten Besiedelung und diversen Schutzgebieten, ausgeschieden worden. Der Neusiedlersee wäre durch seine Fläche ein hervorragender Speicher, wobei aber der Naturschutz und auch die Wasserstände in Trockenperioden den Ausschlag gegen eine genauere Studie gegeben haben. Der Freibachstausee ist an den geologischen Randbedingungen gescheitert. Beim Rannastausee war das Volumen von weniger als 5 Millionen Kubikmeter ausschlaggebend. Die Speicher Rodund und Latschau wurden aufgrund eines bereits komplex genutzten Systems und einem zu geringen Speichervolumen nicht berücksichtigt. Seen wie der Weißensee, Hallstättersee, Grundlsee oder Fuschlsee wurden wegen der zu geringen Wasseroberfläche und den daraus resultierenden Spiegelschwankungen von >50 cm ausgeschieden.

### 5.6.2 *Leistung und Energieinhalte*

Wie in den jeweiligen Standortdaten ersichtlich sind die Energieinhalte von 3,6 bis 10,8 GWh für einen Pumpzyklus von 8, 10 oder 12 Stunden bei einer Leistung von 500 oder 1000 MW ausgelegt. Bei 40 neuen Pumpspeicherkraftwerken dieser Art, würde es eine installierte Leistung von 20 bis 40 GW entsprechen, was beinahe die gesamte Leistung von Pumpspeicherkraftwerken der EU-28 entspricht. Die in Österreich installierte Leistung gesamt beträgt 20955 MW. [46] Dagegen beträgt die in Österreich installierte Leistung von bestehenden Pumpspeicherkraftwerken 5071 MW Turbinenkapazität und 4154 MW Pumpkapazität. [26]

## 6. Zusammenfassung

Die in dieser Arbeit durchgeführte Potenzialstudie über die Nutzung vorhandener Speicher für unterirdische Pumpspeicherkraftwerke soll die Möglichkeit der Stromspeicherung in Österreich, unter Berücksichtigung von Ressourcen der Natur und Allgemeinheit, auf eine neue Stufe heben. Durch die Generierung von großen Fallhöhen mittels Speicher in großer Tiefe öffnen sich neue Dimensionen im Bereich dieser Kraftwerke. Die ausgewählten Standorte sollten alle das Potenzial dazu haben, einen bestehenden oberirdischen Speicher mit einem unterirdischen Pumpspeicherkraftwerk zu kombinieren.

Die geologischen Gegebenheiten, Speicherinhalte und Abmessungen, Auswirkungen auf die Natur, Anbindung an das Versorgungsnetz und an die Verbraucher gelten als die wesentlichen Randbedingungen dieser Arbeit.

Grundsätzlich ist es ohne umfangreiche geologische Untersuchungen nicht seriös, ein Gebiet für ein Unterfangen wie eine Abteufung auf bis zu 2400 m genau zu beurteilen. Anhand von geologischen Karten und Literatur Gebiete auszuwählen wird für eine erste Abschätzung als ausreichend gesehen, da die geologischen Gegebenheiten in Österreich bereits sehr genau erkundet und erforscht wurden. Bei bereits bestehenden Speichern, welche mittels Talsperren aufgestaut wurden, sind umfassende Beurteilungen in der Literatur zu finden.

Zur Beurteilung von Landschaftsschutz- und Ruhegebieten ist es ausreichend sich an die gezogenen Grenzen dieser Zonen zu halten, und nicht darüber hinaus nach Einflussgebieten zu suchen. Die weiteren Schutzgebiete wie Feucht- und Vogelschutzgebiete sind bei der Abgrenzung nicht so eindeutig, da es auch Einflüsse durch den Bau der Pumpspeicherkraftwerks auf entferntere Gebiete geben könnte. Diese möglichen Überschneidungen mit entfernteren Schutzgebieten flossen durch die Topographie in die Beurteilung ein. Durch Abstände zu Schutzgebieten kann ein Überblick gegeben werden, welche Fachbereiche in einer Umweltverträglichkeitserklärung behandelt werden, aber eine klare Aussage über den Ausgang und die folgenden Auflagen sind nur schwer abschätzbar.

Die Netzanbindung mit Abständen zu diversen Leitungsnetzen ist ein guter Richtwert wie groß der Aufwand wäre dieses Kraftwerk anzuschließen. Da der Aufwand aufgrund von Topographie, Schutzgebieten oder Besiedelungen unterschiedlich groß sein kann, handelt es sich lediglich um einen Richtwert.

Die Berechnungen der Leistungen, Regelarbeit und Abmessungen des Kraftwerks sind ausreichend um die potentielle Eignung von Speicherstandorten für unterirdische Pumpspeicherkraftwerke beurteilen zu können. Bei der Berechnung der Spiegelschwankung wäre eine höhere Genauigkeit mittels Modellierung der Oberfläche unter Wasser möglich, was aber den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte. Auch die Ergebnisse der Speicherwassererwärmung sind ein grober Richtwert, da mit der Dauer der Erwärmung des Mediums im Gestein, die Temperaturanpassung des Gesteins, die Größe der Oberfläche, Lufttemperaturen und Sonneneinstrahlung noch einige Faktoren einfließen, sodass eine genauere Beurteilung sehr vielschichtig wäre.

Mit dem Referenzprojekt Koralm wurde angestrebt darzustellen, dass ein vergleichbares sowie auch größeres Arbeitsvermögen mit deutlich geringerem Eingriff in die Natur, kürzeren Triebwasserwegen und allgemein geringerem Arbeitsaufwand auf der Erdoberfläche erzielt werden kann. Seriöse Aussagen über Unterschiede bei den Baukosten können aufgrund der Komplexität bei der Umsetzung eines solchen Projekts und der Tatsache, dass die Kosten für das im Genehmigungsverfahren befindliche Pumpspeicherkraftwerk Koralm nicht dargelegt werden, nicht getroffen werden.

Diese Masterarbeit bringt Erkenntnisse über die behandelten Fragen, zeigt aber auch wie weit gespannt diese Thematik ist, wodurch auch genug Anreize für folgende interessante Arbeiten aufgezeigt wurden.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Linke Ordinatenachse: Gegenüberstellung unterschiedlicher Kraftwerksleistungen, Fallhöhen und Volllaststunden mit dazugehörigen Wasser-Speichervolumina. Mitte: Durchschnittlich zu erwartende Gebirgstemperaturen in Abhängigkeit von der Teufe und geothermischen Tiefenstufe. Rechte Ordinatenachse: Mit zunehmenden Fallhöhen können Ausbaudurchfluss und somit der erforderliche Durchmesser des Druckschachts deutlich reduziert werden. [2] .....	11
Abbildung 2: Stromerzeugungsmix Österreich 2019 [3] .....	12
Abbildung 3: Prognose des österreichischen Strombedarfs bei steigendem E-Autobestand im Vergleich zum Ökostromausbau im Jahr 2030 [3] .....	13
Abbildung 4: Importe sowie Exporte von Strom in Österreich im Jahr 2018 [3]	14
Abbildung 5: Ramsar-Gebiete in Österreich 2014 [10].....	19
Abbildung 6: Biosphärenparks in Österreich [12] .....	20
Abbildung 7: Nationalparks in Österreich [15] .....	21
Abbildung 8: Natura 2000 Gebiete in Österreich [17].....	22
Abbildung 9: Naturschutzgebiete in Österreich [19] .....	23
Abbildung 10: Landschaftsschutzgebiete in Österreich [21].....	24
Abbildung 11: Geologische Karte Österreich [26] .....	29
Abbildung 12: Legende zur geologischen Karte Österreich [26] .....	30
Abbildung 13: Schutzgebiete in Österreich [27] .....	31
Abbildung 14: Übersichtskarte mit ausgewählten Speicherstandorten.....	34
Abbildung 15: Österreichkarte mit Ossiacher See.....	36
Abbildung 16: Geologische Karte Ossiacher See [31] .....	37
Abbildung 17: Österreichkarte mit Millstätter See .....	38
Abbildung 18: Geologische Karte Millstätter See [31] .....	39
Abbildung 19: Österreichkarte mit Kölnbreinspeicher .....	40

Abbildung 20: Geologische Karte Kölnbreinspeicher [31] .....	41
Abbildung 21: Österreichkarte mit Galgenbichlspeicher.....	42
Abbildung 22: Geologische Karte Galgenbichlspeicher [31] .....	43
Abbildung 23: Österreichkarte mit Großen Mühldorfer See .....	44
Abbildung 24: Geologische Karte Großer Mühldorfer See [31] .....	45
Abbildung 25: Österreichkarte mit Hochwurtenspeicher .....	46
Abbildung 26: Geologische Karte Hochwurtenspeicher [31] .....	47
Abbildung 27: Österreichkarte mit Oscheniksee .....	48
Abbildung 28: Geologische Karte Oscheniksee [31] .....	49
Abbildung 29: Österreichkarte mit Stausee Ottenstein.....	50
Abbildung 30: Geologische Karte Stausee Ottenstein [33] .....	51
Abbildung 31: Österreichkarte mit Stauraum Altenwörth.....	52
Abbildung 32: Geologische Karte Stauraum Altenwörth [33] .....	53
Abbildung 33: Österreichkarte mit Stauraum Greifenstein .....	54
Abbildung 34: Geologische Karte Stauraum Greifenstein [33] .....	55
Abbildung 35: Österreichkarte mit Stauraum Melk .....	56
Abbildung 36: Geologische Karte Stauraum Melk [33].....	57
Abbildung 37: Österreichkarte mit Attersee.....	58
Abbildung 38: Geologische Karte Attersee [35].....	59
Abbildung 39: Österreichkarte mit Traunsee .....	60
Abbildung 40: Geologische Karte Traunsee [35].....	61
Abbildung 41: Österreichkarte mit Mondsee .....	62
Abbildung 42: Geologische Karte Mondsee [35] .....	63
Abbildung 43: Österreichkarte mit Wolfgangsee .....	64
Abbildung 44: Geologische Karte Wolfgangsee [35] .....	65
Abbildung 45: Österreichkarte mit Vorderen Gosausee .....	66

Abbildung 46: Geologische Karte Vorderer Gosausee [35].....	67
Abbildung 47: Österreichkarte mit Stauraum Ybbs-Persenbeug .....	68
Abbildung 48: Geologische Karte Stauraum Ybbs-Persenbeug [35].....	69
Abbildung 49: Österreichkarte mit Stauraum Aschach .....	70
Abbildung 50: Geologische Karte Stauraum Aschach [35].....	71
Abbildung 51: Österreichkarte mit Stauraum Abwinden-Asten.....	72
Abbildung 52: Geologische Karte Stauraum Abwinden-Asten [35] .....	73
Abbildung 53: Österreichkarte mit Stauraum Jochenstein .....	74
Abbildung 54: Geologische Karte Stauraum Jochenstein [35] .....	75
Abbildung 55: Österreichkarte mit Stauraum Passau-Ingling .....	76
Abbildung 56: Geologische Karte Stauraum Passau-Ingling [35].....	77
Abbildung 57: Österreichkarte mit Stausee Mooserboden .....	78
Abbildung 58: Geologische Karte Stausee Mooserboden [38].....	79
Abbildung 59: Österreichkarte mit Stausee Wasserfallboden .....	80
Abbildung 60: Geologische Karte Stausee Wasserfallboden [38] .....	81
Abbildung 61: Österreichkarte mit Tauernmoossee .....	82
Abbildung 62: Geologische Karte Tauernmoossee [38] .....	83
Abbildung 63: Österreichkarte mit Bockhartsee .....	84
Abbildung 64: Geologische Karte Bockhartsee [38].....	85
Abbildung 65: Österreichkarte mit Dießbachstausee .....	86
Abbildung 66: Geologische Karte Dießbachstausee [38] .....	87
Abbildung 67: Österreichkarte mit Rotgüldensee .....	88
Abbildung 68: Geologische Karte Rotgüldensee [38].....	89
Abbildung 69: Österreichkarte mit Stausee Durchlaßboden .....	90
Abbildung 70: Geologische Karte Stausee Durchlaßboden [38] .....	91
Abbildung 71: Österreichkarte mit Salza Stausee .....	92

Abbildung 72: Geologische Karte Salza Stausee [40] .....	93
Abbildung 73: Österreichkarte mit Packer Stausee .....	94
Abbildung 74: Geologische Karte Packer Stausee [40] .....	95
Abbildung 75: Österreichkarte mit Stausee Koralm .....	96
Abbildung 76: Geologische Karte Stausee Koralm [40] .....	97
Abbildung 77: Österreichkarte mit Stausee Soboth .....	98
Abbildung 78: Geologische Karte Stausee Soboth [40] .....	99
Abbildung 79: Österreichkarte mit Stausee Zillergründl .....	100
Abbildung 80: Geologische Karte Stausee Zillergründl [25] .....	101
Abbildung 81: Österreichkarte mit Speicher Finstertal .....	102
Abbildung 82: Geologische Karte Speicher Finstertal [25] .....	103
Abbildung 83: Österreichkarte mit Schlegeis Stausee .....	104
Abbildung 84: Geologische Karte Schlegeis Stausee [25] .....	105
Abbildung 85: Österreichkarte mit Lünersee .....	106
Abbildung 86: Geologische Karte Lünersee [25] .....	107
Abbildung 87: Österreichkarte mit Spullersee .....	108
Abbildung 88: Geologische Karte Spullersee [25] .....	109
Abbildung 89: Österreichkarte mit Silvretta Stausee .....	110
Abbildung 90: Geologische Karte Silvretta Stausee [25] .....	111
Abbildung 91: Österreichkarte mit Stausee Kops .....	112
Abbildung 92: Geologische Karte Stausee Kops [25] .....	113
Abbildung 93: Österreichkarte mit Vermuntsee .....	114
Abbildung 94: Geologische Karte Vermuntsee [25] .....	115

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kerndaten für den Standort Ossiacher See .....	36
Tabelle 2: Schutzgebietmatrix Ossiacher See .....	37
Tabelle 3: Kerndaten für den Standort Millstätter See .....	38
Tabelle 4: Schutzgebietmatrix Millstätter See .....	39
Tabelle 5: Kerndaten für den Standort Kölnbreinspeicher .....	40
Tabelle 6: Schutzgebietmatrix Kölnbreinspeicher .....	41
Tabelle 7: Kerndaten für den Standort Galgenbichlspeicher .....	42
Tabelle 8: Schutzgebietmatrix Galgenbichlspeicher .....	43
Tabelle 9: Kerndaten für den Standort Großer Mühdorfer See .....	44
Tabelle 10: Schutzgebietmatrix Großer Mühdorfer See .....	45
Tabelle 11: Kerndaten für den Standort Hochwurtten .....	46
Tabelle 12: Schutzgebietmatrix Hochwurtenspeicher .....	47
Tabelle 13: Kerndaten für den Standort Oscheniksee .....	48
Tabelle 14: Schutzgebietmatrix Oscheniksee .....	49
Tabelle 15: Kerndaten für den Standort Ottenstein .....	50
Tabelle 16: Schutzgebietmatrix Ottensteiner Stausee .....	51
Tabelle 17: Kerndaten für den Standort Altenwörth .....	52
Tabelle 18: Schutzgebietmatrix Stauraum Altenwörth .....	53
Tabelle 19: Kerndaten für den Standort Greifenstein .....	54
Tabelle 20: Schutzgebietmatrix Stauraum Greifenstein .....	55
Tabelle 21: Kerndaten für den Standort Melk .....	56
Tabelle 22: Schutzgebietmatrix Stauraum Melk .....	57
Tabelle 23: Kerndaten für den Standort Attersee .....	58
Tabelle 24: Schutzgebietmatrix Attersee .....	59
Tabelle 25: Kerndaten für den Standort Traunsee .....	60

Tabelle 26: Schutzgebietmatrix Traunsee .....	61
Tabelle 27: Kerndaten für den Standort Mondsee.....	62
Tabelle 28: Schutzgebietmatrix Mondsee .....	63
Tabelle 29: Kerndaten für den Standort Wolfgangsee .....	64
Tabelle 30: Schutzgebietmatrix Wolfgangsee .....	65
Tabelle 31: Kerndaten für den Standort Gosausee .....	66
Tabelle 32: Schutzgebietmatrix Vorderer Gosausee .....	67
Tabelle 33: Kerndaten für den Standort Ybbs-Persenbeug.....	68
Tabelle 34: Schutzgebietmatrix Stauraum Ybbs-Persenbeug.....	69
Tabelle 35: Kerndaten für den Standort Aschach.....	70
Tabelle 36: Schutzgebietmatrix Stauraum Aschach.....	71
Tabelle 37: Kerndaten für den Standort Abwinden-Asten .....	72
Tabelle 38: Schutzgebietmatrix Stauraum Abwinden-Asten .....	73
Tabelle 39: Kerndaten für den Standort Jochenstein .....	74
Tabelle 40: Schutzgebietmatrix Stauraum Jochenstein .....	75
Tabelle 41: Kerndaten für den Standort Passau-Ingling.....	76
Tabelle 42: Schutzgebietmatrix Stauraum Passau-Ingling .....	77
Tabelle 43: Kerndaten für den Standort Stausee Mosserboden .....	78
Tabelle 44: Schutzgebietmatrix Stausee Mooserboden .....	79
Tabelle 45: Kerndaten für den Standort Stausee Wasserfallboden.....	80
Tabelle 46: Schutzgebietmatrix Stausee Wasserfallboden .....	81
Tabelle 47: Kerndaten für den Standort TauernmoosseeGeologische Gegebenheiten: .....	82
Tabelle 48: Schutzgebietmatrix Tauernmoossee .....	83
Tabelle 49: Kerndaten für den Standort Bockhartsee .....	84
Tabelle 50: Schutzgebietmatrix Bockhartsee .....	85

Tabelle 51: Kerndaten für den Standort Dießbachstausee .....	86
Tabelle 52: Schutzgebietmatrix Dießbachstausee .....	87
Tabelle 53: Kerndaten für den Standort Rotgüldensee .....	88
Tabelle 54: Schutzgebietmatrix Rotgüldensee .....	89
Tabelle 55: Kerndaten für den Standort Stausee Durchlaßboden.....	90
Tabelle 56: Schutzgebietmatrix Stausee Durchlaßboden .....	91
Tabelle 57: Kerndaten für den Standort Salza Stausee .....	92
Tabelle 58: Schutzgebietmatrix Salza Stausee .....	93
Tabelle 59: Kerndaten für den Standort Packer Stausee .....	94
Tabelle 60: Schutzgebietmatrix Packer Stausee.....	95
Tabelle 61: Kerndaten für den Standort Stausee Koralm.....	96
Tabelle 62: Schutzgebietmatrix Stausee Koralm.....	97
Tabelle 63: Kerndaten für den Standort Stausee Soboth.....	98
Tabelle 64: Schutzgebietmatrix Stausee Soboth.....	99
Tabelle 65: Kerndaten für den Standort Zillergründl.....	100
Tabelle 66: Schutzgebietmatrix Stausee Zillergründl .....	101
Tabelle 67: Kerndaten für den Standort Finstertal.....	102
Tabelle 68: Schutzgebietmatrix Speicher Finstertal .....	103
Tabelle 69: Kerndaten für den Standort Schlegeis Stausee.....	104
Tabelle 70: Schutzgebietmatrix Stausee Schlegeis .....	105
Tabelle 71: Kerndaten für den Standort Lünersee .....	106
Tabelle 72: Schutzgebietmatrix Lünersee .....	107
Tabelle 73: Kerndaten für den Standort Spullersee .....	108
Tabelle 74: Schutzgebietmatrix Spullersee .....	109
Tabelle 75: Kerndaten für den Standort Silvretta Stausee .....	110
Tabelle 76: Schutzgebietmatrix Silvretta Stausee .....	111

---

Tabelle 77: Kerndaten für den Standort Stausee Kops .....	112
Tabelle 78: Schutzgebietmatrix Stausee Kops.....	113
Tabelle 79: Kerndaten für den Standort Vermuntsee .....	114
Tabelle 80: Schutzgebietmatrix Vermuntsee.....	115
Tabelle 81: Temperaturerwärmung Fall 1 .....	117
Tabelle 82: Temperaturerwärmung Fall 2 .....	117
Tabelle 83: Temperaturerwärmung Fall 3 .....	117
Tabelle 84: Temperaturerwärmung Fall 4 .....	118
Tabelle 85: Lamellenberechnung Ossiachersee .....	119
Tabelle 86: Lamellenberechnung Kölnbreinspeicher .....	120
Tabelle 87: Lamellenberechnung Rotgüldensee .....	120
Tabelle 88: Ranking für Stauseen, Seen und Flussrückstau.....	121
Tabelle 89: Gegenüberstellung Original Projekt PSKW Koralm und zwei Varianten mit unterirdischem Speicher [44], [45] .....	125

## Literaturverzeichnis

- [1] Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft: Jährliche Bilanz elektrischer Energie, <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen#GES> [Zugriff am: 23.02.2020].
- [2] Franz Georg Piki, Wolfgang Richter, Gerald Zenz: Großtechnische, wirtschaftliche und effiziente untertägige Energiespeicher. *In: Geomechanics and Tunnelling 2019*, **2019**.
- [3] Verein "Österreichs E-Wirtschaft": Daten und Fakten zur Stromerzeugung, <https://oesterreichsenergie.at/daten-fakten-zur-stromerzeugung.html>.
- [4] Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft: E-Control-Statistikbericht 2019, 2019, [https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/Statbro\\_deutsch\\_FINAL.pdf/19cfa4f2-e95b-cae5-22a7-d76479c0bfde?t=1571731897631](https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/Statbro_deutsch_FINAL.pdf/19cfa4f2-e95b-cae5-22a7-d76479c0bfde?t=1571731897631) [Zugriff am: 22.02.2020].
- [5] Volker Quaschnig: Sektorkopplung durch die Energiewende – Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung, <https://www.volker-quaschnig.de/publis/studien/sektorkopplung/Sektorkopplungsstudie.pdf> [Zugriff am: 08.03.2020].
- [6] Demokratiezentrum Wien: Die Auseinandersetzungen um den Bau des Donaukraftwerks Hainburg, <http://www.demokratiezentrum.org/index.php?id=475> [Zugriff am: 24.02.2020].
- [7] Klaus Taschwer. Wie Österreichs höchste Staumauer verhindert wurde [online]. *In: Der Standard*, 2019 [Zugriff am: 24.02.2020], <https://www.derstandard.at/story/2000105417241/wie-oesterreichs-hoehste-staumauer-verhindert-wurde>.
- [8] TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG: Speicherkraftwerk Kühtai - Projektstand, <https://www.tiwag.at/ueber-die-tiwag/kraftwerke/wasserkraftausbau/unsere->

- kraftwerksprojekte/speicherkraftwerk-kuehtai/speicherkraftwerk-kuehtai-projektstand/ [Zugriff am: 26.02.2020].
- [9] Umwelt Dachverband: Causa Schwarze Sulm: Kleines Kraftwerk, große Symbolwirkung,  
<https://www.umweltdachverband.at/assets/Umweltdachverband/Publikationen/fact.sheet/201601-fact.sheet-Schwarze-Sulm.pdf> [Zugriff am: 26.02.2020].
- [10] Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: BMNT: Feuchtgebiete unverzichtbar für Artenvielfalt und Klimaschutz, 2018,  
<https://www.bmnt.gv.at/service/presse/umwelt/2018/BMNT--Feuchtgebiete-unverzichtbar-f-r-Artenvielfalt-und-Klimaschutz.html> [Zugriff am: 10.01.2020].
- [11] Umweltbundesamt GmbH: Biosphärenparks,  
[https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sg/bios\\_parks/](https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sg/bios_parks/) [Zugriff am: 11.01.2020].
- [12] *Biosphärenparkkarte*.
- [13] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Die Weltnaturschutzunion (IUCN), 2016, <https://www.bmu.de/themen/naturbiologische-vielfalt-arten/naturschutz-biologische-vielfalt/biologische-vielfalt-international/weltnaturschutzunion-iucn/> [Zugriff am: 13.01.2020].
- [14] Nationalparks Austria: Nationalparks. Dachverband der österreichischen Nationalparks, <https://www.nationalparksaustria.at/de/pages/allgemeines-1.aspx> [Zugriff am: 13.01.2020].
- [15] Geoland.at. *Nationalparkkarte*. Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung.
- [16] Europäischer Rat: Schutz der biologischen Vielfalt in Europa (Natura 2000). Europäischer Rat, 2017.
- [17] Geoland.at. *Natura 2000 Gebiete*. Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung.
- [18] Umweltbundesamt GmbH: Naturschutzgebiete,  
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sg/nsg/>.
- [19] Geoland.at. *Naturschutzgebietskarte*. Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung.

- [20] Umweltbundesamt GmbH: Landschaftsschutzgebiete, <https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/sg/landschaftsschutz/> [Zugriff am: 12.01.2020].
- [21] Geoland.at. *Landschaftsschutzgebiete*. Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung.
- [22] Verband der Naturparke Österreichs: Was ist ein Naturpark?, <https://www.naturparke.at/vnoe/ueber-naturparke/was-ist-ein-naturpark/> [Zugriff am: 11.01.2020].
- [23] Tiroler Landesregierung: Naturschutzgesetz 2005 - TNSchG 2005, Tiroler – § 11 TNSchG 2005 Ruhegebiete. Tiroler Landesregierung, 2015.
- [24] Umweltbundesamt GmbH: Rote Liste Biotoptypen in Österreich, [https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/lr\\_schutz/rl\\_biotoptypen/](https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/lr_schutz/rl_biotoptypen/) [Zugriff am: 12.01.2020].
- [25] *GBA MapViewer. Hydrogeologische Karte 1:500.000*, Wien. Geologische Bundesanstalt.
- [26] Gerald Zenz: Pumped Storage Hydropower in Austria. Verlag der Technischen Universität Graz, Graz, 2018.
- [27] Geoland.at. *Alle Schutzgebiete*. Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung.
- [28] DI Anton Bilek, DI Gunter Krischner: PSW Koralm Einreichprojekt – Technischer Bericht, Graz Ausgabe 2017.
- [29] Seen in ÖBf-BeSitz, 2018, [https://www.bundesforste.at/fileadmin/seen/OEBf\\_Seenkarte\\_2018\\_screen\\_final.pdf](https://www.bundesforste.at/fileadmin/seen/OEBf_Seenkarte_2018_screen_final.pdf) [Zugriff am: 05.12.2019].
- [30] *Beiwl, C.; Rodinger, W.:* Natürliche und künstliche Seen Österreichs größer als 50 ha. Institut für Wassergüte und Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Heft 33, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Wien, 2009.
- [31] *KAGIS. Geowissenschaften*, Klagenfurt am Wörthersee. Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 1.
- [32] *KAGIS. Raumordnung*, Klagenfurt am Wörthersee. Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 1.
- [33] *GBA MapViewer. KM200 Niederösterreich - Geologie*, Wien. Geologische Bundesanstalt.

- [34] *NÖ Atlas. Naturschutz*, St.Pölten. Land Niederösterreich (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung - Abteilung Landesamtsdirektion).
- [35] *DORIS (Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem). Wasser & Geologie*, Linz. Land Oberösterreich, Abteilung Geoinformation und Liegenschaft.
- [36] *DORIS (Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem). Naturschutz*, Linz. Land Oberösterreich, Abteilung Geoinformation und Liegenschaft.
- [37] Georgia Meinhart. Der Mondsee ist Privat und wird es auch bleiben [online]. In: "Die Presse" Verlags-Gesellschaft m.b.H. Co KG [Zugriff am: 14.01.2020], <https://www.diepresse.com/670041/der-mondsee-ist-privat-und-wird-es-auch-bleiben>.
- [38] *GBA MapViewer. KM200 Salzburg - Geologie*, Wien. Geologische Bundesanstalt.
- [39] *SAGIS - Salzburger Geographisches Informationssystem. Naturschutz*, Salzburg. Land Salzburg.
- [40] *GIS-Steiermark. Geologie und Geotechnik*, Graz. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesamtsdirektion, Referat Kommunikation Land Steiermark.
- [41] *GIS-Steiermark. Flora & Fauna*, Graz. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesamtsdirektion, Referat Kommunikation Land Steiermark.
- [42] *tiris - Tiroler Rauminformationssystem. Naturschutz*, Innsbruck. Amt der Tiroler Landesregierung.
- [43] *VoGIS. Naturschutz*, Bregenz. Land Vorarlberg.
- [44] Ingenieurgemeinschaft DI Anton Bilek und DI Gunter Krischner GmbH: Bautechnische Planung Bautechnische Planung Allgemeiner Teil B\_1031\_1.0.AL.01 – PSW Koralm Technischer Bericht Einreichprojekt 2015, Graz, 2 Ausgabe April 2017.
- [45] Ingenieurgemeinschaft DI Anton Bilek und DI Gunter Krischner GmbH: Energieversorgung PSW Koralm Energieversorgung PSW Koralm über KW Schwarze Sulm B\_1031\_1.0.AL.25 – PSW Koralm Technischer Bericht Einreichprojekt 2015, Graz, 1 Ausgabe August 2014.

- [46] ENTSO-E Transparency Platform: Installed Capacity per Production Type, <https://transparency.entsoe.eu/generation/r2/installedGenerationCapacityAggregation/show> [Zugriff am: 07.01.2020].