

# Zukunft Wasserkraft – Linthal 2015

## Kraftwerke Linth-Limmern



# Kraftwerke Linth-Limmern

Die Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) ist ein Partnerunternehmen des Kantons Glarus und der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) mit Sitz in Linthal. Am Aktienkapital sind der Kanton Glarus mit 15 Prozent und die NOK mit 85 Prozent beteiligt. Die KLL wurden zwischen 1957 und 1968 gebaut. Die verschiedenen Kraftwerksstufen nutzen die Wasserzuflüsse eines rund 140 km<sup>2</sup> grossen Einzugsgebietes im Quellgebiet der Linth. Ihre mittlere Stromproduktion beträgt 460 Millionen Kilowattstunden pro Jahr. Die Bedeutung der KLL für die schweizerische Stromversorgung ist aber weit grösser. Als Speicherkraftwerk produzieren die KLL vor allem wertvolle Spitzenenergie, nämlich dann, wenn die Nachfrage besonders gross ist. Sie tragen somit entscheidend dazu bei, dass der Stromverbrauch und die Stromproduktion im Gleichgewicht gehalten werden können. Da der Bedarf an Spitzenenergie laufend zunimmt, sollen die KLL mit einem zusätzlichen, leistungsfähigen Pumpspeicherwerk (Projekt Linthal 2015) erweitert werden.

## **Axpo Gruppe.**

Die Axpo Gruppe ist ein führendes Schweizer Energieunternehmen und zu 100 Prozent im Besitz der Nordostschweizer Kantone Zürich, Aargau, St. Gallen, beider Appenzell, Thurgau, Schaffhausen, Glarus und Zug. Zu ihr gehören die Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK), die Central-schweizerische Kraftwerke AG (CKW) sowie die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL). Unter dem gemeinsamen Holdingdach sind Stromproduktion, Transport- und Verteilnetze, Handel, Verkauf und Dienstleistungen vereint. Die Axpo Gruppe versorgt zusammen mit den Kantonswerken und Partnern rund 3 Millionen Menschen in der Nordost- und Zentralschweiz mit Strom.

**Umschlagbild: Limmernsee auf 1857 Metern über Meer, im Quellgebiet der Linth.**

**Bild rechts: Blick von der werkseigenen Luftseilbahn der KLL auf die Anlagen Tierfehd mit Ausgleichsbecken, Betriebsgebäude und Freiluftschaltanlage.**

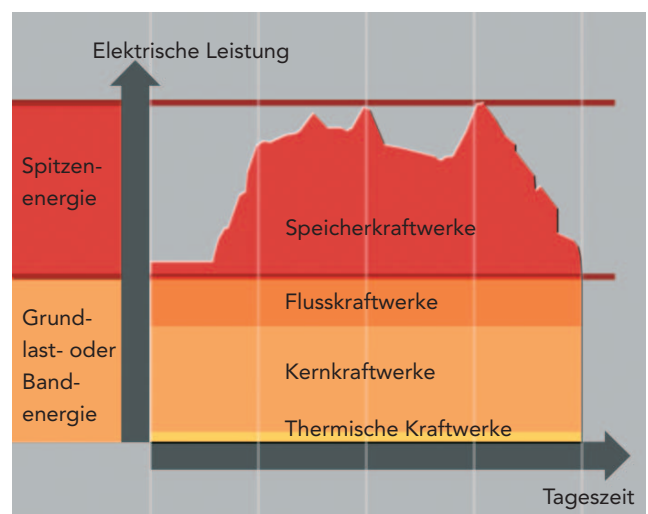


## Wozu dienen Pumpspeicherwerke?

Strom kann in grösserem Masse nicht gespeichert werden. Deshalb müssen die Kraftwerke jederzeit genau so viel Strom produzieren, wie im entsprechenden Stromnetz gebraucht wird. Wird irgendwo ein Kochherd eingeschaltet, muss genau zu diesem Zeitpunkt ein Kraftwerk diese zusätzliche Energie produzieren.

Der Strombedarf in einem Versorgungsnetz verändert sich im Verlauf eines Tages stark. Nachts ist der Verbrauch am tiefsten, um die Mittagszeit und abends am höchsten. Die nebenstehende Grafik zeigt eine typische Verbrauchskurve an einem Wintertag. Derjenige Verbrauchsanteil, der über den ganzen Tag gleich hoch bleibt, ist die sogenannte Grundlast- oder Bandenergie; derjenige Anteil, der sich im Verlaufe des Tages ändert, bildet die sogenannte Spitzenenergie. Die Bandenergie wird in der Schweiz hauptsächlich von den Kernkraftwerken und den Flusskraftwerken abgedeckt. Einen kleinen Beitrag leisten auch die konventionell-thermischen Kraftwerke, die den Strom vor allem in Kehrlichtverbrennungsanlagen produzieren. Die Spitzenenergie liefern die Speicherkraftwerke. Bei diesen ist die Energie in Form von Wasser in einem Stausee gespeichert. Im Gegensatz zu den Kernkraft- und Flusskraftwerken können die Speicherkraftwerke die Stromproduktion sehr schnell an den wechselnden Bedarf anpassen. Das optimale Zusammenspiel der verschiedenen Kraftwerkstypen sorgt dafür, dass eine sichere und wirtschaftliche Stromversorgung rund um die Uhr gewährleistet ist.

Im Gegensatz zu reinen Speicherkraftwerken können Pumpspeicherwerke nicht nur Spitzenenergie erzeugen, sondern auch Stromüberschüsse, die während der Schwachlastzeiten anfallen, in wertvolle Spitzenenergie umwandeln. Dies dank dem Umstand, dass sie Wasser in den höher gelegenen Stausee zurückpumpen und erneut zur Stromproduktion nutzen können. Die Pumpspeicherung ist eine seit langem bewährte Methode, um Angebot und Nachfrage in einem Stromnetz auf umweltfreundliche und wirtschaftliche Art auszugleichen.



**Typische Stromverbrauchskurve an einem Wintertag sowie Beitrag der einzelnen Kraftwerkstypen zur Stromversorgung in der Schweiz.**

# Spitzenenergie ist immer mehr gefragt

Der Bedarf an Spitzenenergie nimmt im ganzen europäischen Netzverbund, an den auch die Schweiz angeschlossen ist, laufend zu. Ein wichtiger Grund dafür ist, nebst der jährlichen Verbrauchszunahme, dass in den Küstenländern der Europäischen Union (EU) die Stromproduktion aus Windenergie intensiv ausgebaut wird. Dies führt zu einer Zunahme von Grundlastenergie, die von den Windverhältnissen abhängt und nicht geplant werden kann. Fällt der Strom aus Windenergie in den Schwachlastzeiten an, kann mit dem Überschuss in Pumpspeicherwerken Wasser in den Stauseen zurückgepumpt werden. Herrscht tagsüber Windflaute, können die Pumpspeicherwerke den fehlenden Strom liefern. Ein weiterer Grund für den steigenden Bedarf an Spitzenenergie ist die Öffnung des Strommarktes. Da im freien Markt der Strom von den Verbrauchern irgendwo eingekauft werden kann, müssen die Stromnetze vermehrt ausreguliert werden, um eine sichere Versorgung zu gewährleisten.

## Axpo investiert in Versorgungssicherheit

Eine sichere Stromversorgung stellt hohe Ansprüche an die Betreiber eines Stromnetzes. Die wichtigsten Voraussetzungen für eine hohe Versorgungssicherheit sind:

- Die Kraftwerke müssen genügend Energie produzieren.
- Die Kraftwerke müssen genügend Leistung haben, um die Verbrauchsspitzen abdecken zu können.
- Der Kraftwerkspark muss so bestückt sein, dass die Stromproduktion den kurzfristigen Schwankungen angepasst werden kann.
- Es müssen genügend Reserven vorhanden sein, um allfällige Ausfälle überbrücken zu können.
- Das Netz muss ausreichende Kapazitäten für den Transport und die Verteilung des Stroms aufweisen.

Die Spitzenenergie aus Speicherkraftwerken spielt eine Schlüsselrolle bei der Versorgungssicherheit. Sie sorgt für genügend Leistung, eine flexible Stromproduktion und kann in Form von Wasser zu günstigen Preisen in den Stauseen gespeichert werden. Mit zusätzlichen Pumpspeicherwerken kann der steigende Bedarf an Spitzenenergie sichergestellt werden.

Die Axpo Studie «Stromperspektiven 2020» zeigt auf, dass der Schweiz um das Jahr 2020 eine Stromversorgungslücke droht. Schon zu einem früheren Zeitpunkt, etwa zwischen 2013 und 2018, braucht es zusätzliche Kraftwerksleistungen. Axpo hat deshalb verschiedene Massnahmen geplant, um eine sichere Stromversorgung auch in der nahen Zukunft zu gewährleisten. Unter anderem will sie in den nächsten 10 Jahren ihre Wasserkraftwerke für rund 2 Milliarden Franken ausbauen und erneuern. Der geplante Ausbau der Kraftwerke Linth-Limmern durch ein Pumpspeicherwerk ist ein wichtiges Projekt in diesem Zusammenhang.

## Energie und Leistung

**Energie** ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.

Es braucht eine bestimmte Energiemenge, um etwa Wasser zu erwärmen, um mit einer Glühlampe Licht zu erzeugen oder um einen Motor anzutreiben. Die elektrische Energie wird in Kilowattstunden (kWh) gemessen oder in Abwandlungen davon in Megawattstunden (MWh = 1 000 kWh) oder Gigawattstunden (GWh = 1 000 000 kWh).

Die **Leistung** ist die Energiemenge, die in einer Stunde verbraucht oder erzeugt wird.

Sie gibt gewissermassen die «Stärke» eines Stromverbrauchers oder eines Stromerzeugers an. Die elektrische Leistung wird in Kilowatt (kW) gemessen oder in Abwandlungen davon in Megawatt (MW = 1 000 kW) oder Gigawatt (GW = 1 000 000 kW).

Der Unterschied zwischen Energie und Leistung lässt sich vergleichen mit dem Unterschied zwischen einer Wegstrecke in Kilometern (km) und der Geschwindigkeit in Kilometern pro Stunde (km/h).



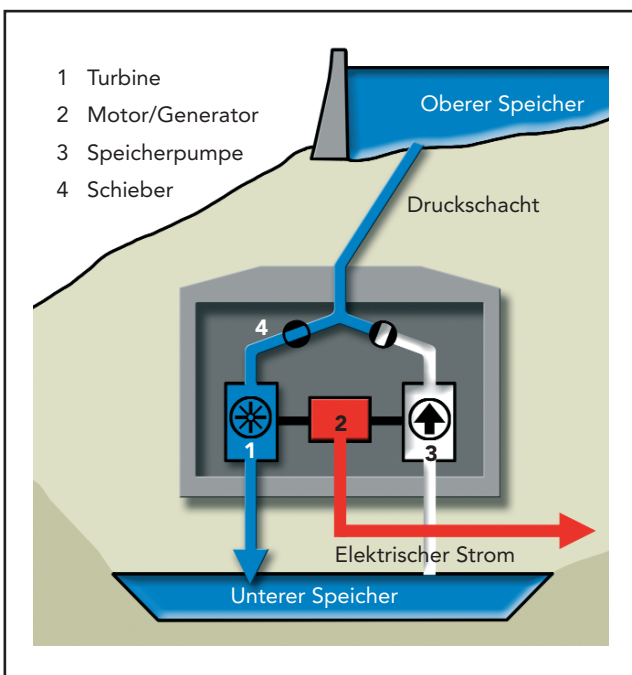
# So funktioniert ein Pumpspeicherwerk

Im Gegensatz zu einem reinen Speicherkraftwerk weist ein Pumpspeicherwerk als äusseres Merkmal nicht nur einen (oberen) Speichersee auf, sondern auch ein unteres Wasserbecken. Die maschinelle Ausrüstung eines Pumpspeicherwerkes besteht entweder aus einem Dreimaschinensatz mit Turbine, Pumpe und einem Motorgenerator oder aus einer Pumpturbine und einem Motorgenerator. Bei beiden Ausrüstungstypen sind die jeweiligen Maschinen auf einer gemeinsamen Welle angeordnet. Das Funktionsprinzip dieser Maschinen geht aus den untenstehenden Abbildungen hervor, wobei zur Vereinfachung der Einsatz eines Dreimaschinensatzes mit horizontaler Welle dargestellt ist.

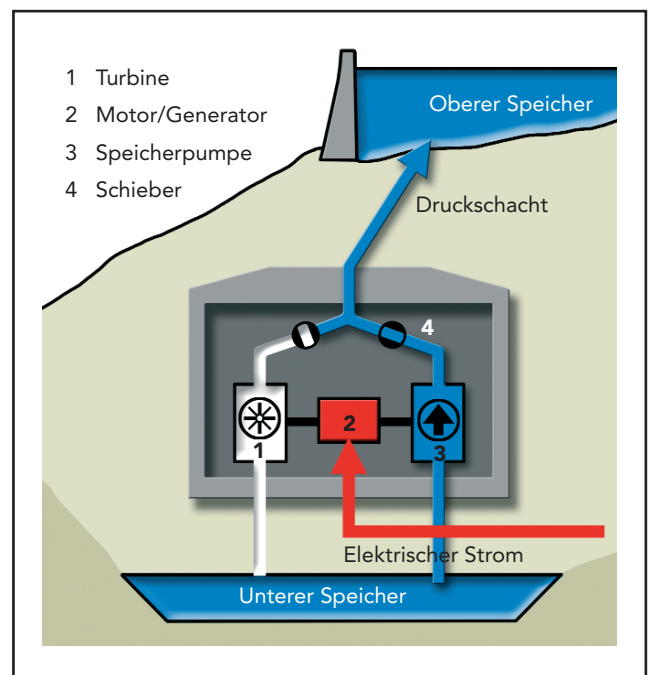
Wird Strom produziert, gelangt Wasser vom oberen Becken (Speichersee) in den Druckschacht. Das Wasser treibt die Turbine an und diese den Motor/Generator, der in diesem Fall als Generator arbeitet. Der produzierte Strom wird ins Stromnetz eingespeist. Nach der

Turbine gelangt das Wasser in das untere Becken. Im Pumpbetrieb arbeitet der Motor/Generator als Motor. Er wird mit Strom aus dem Netz versorgt und treibt die Pumpe an. Diese entnimmt dem unteren Becken Wasser und pumpt es in den Stausee zurück. Die jeweils nicht arbeitende Maschine, entweder die Pumpe oder die Turbine, dreht in der entwässerten Kammer leer mit. Bei einer Pumpturbine werden die Funktion der Turbine und die Funktion der Pumpe durch dieselbe Maschine ausgeführt. Dabei ändert die Pumpturbine je nach Betriebsart ihre Drehrichtung.

Die Pumpspeicherung ist immer mit Verlusten verbunden. Von der für den Pumpbetrieb zugeführten elektrischen Energie lassen sich im Generatorbetrieb etwa drei Viertel zurückgewinnen. Trotzdem ist das Verfahren sinnvoll, weil es erlaubt, ein Überangebot an Strom in Schwachlastzeiten in wertvolle Spitzenenergie umzuwandeln.



**Funktionsprinzip Pumpspeicherwerk, Turbinenbetrieb (Stromproduktion).**



**Funktionsprinzip Pumpspeicherwerk, Pumpbetrieb.**

**Bild links: Limmernsee mit Bogenstaumauer.**

# Ausbauprojekte Linth-Limmern

Die heutigen Anlagen der KLL bestehen aus den Kraftwerken Muttsee, Tierfehd und Linthal.

- Das Kraftwerk Muttsee nutzt den natürlichen Wasserinhalt des Muttsees zur Stromproduktion. Es hat eine Leistung von 4,4 Megawatt. Die Zentrale befindet sich in einer Felskaverne, von wo das Wasser in den Limmernsee abfließt.
- Das Kraftwerk Tierfehd besteht aus zwei Stufen. Die eine Stufe verarbeitet das Wasser aus dem Limmernsee, die andere das Wasser aus dem Ausgleichsbecken Hintersand. Die Kraftwerkstufe Limmern hat 261 Megawatt Leistung, die Kraftwerkstufe Hintersand 40 Megawatt. Nach der Stromproduktion fließt das Wasser in das Ausgleichsbecken Tierfehd. Das Wasser aus dem Ausgleichsbecken Hintersand kann bei geringer Stromnachfrage auch in den Limmernsee gepumpt werden.
- Das Kraftwerk Linthal schliesslich nutzt das Gefälle zwischen Tierfehd und Linthal. Es hat eine Leistung von 34,4 Megawatt. Nach dem Kraftwerk fließt das Wasser in das Ausgleichsbecken Linthal und von dort zurück zur Linth.

Die Anlagen der Kraftwerke Linth-Limmern leisten schon heute einen wichtigen Beitrag zur Stromversorgung der Schweiz. Mit den Ausbauprojekten NESTIL und Linthal 2015 sollen nun die bestehenden Anlagen mit leistungsfähigen Pumpspeicherwerken ausgebaut und optimiert werden.

## Projekt NESTIL

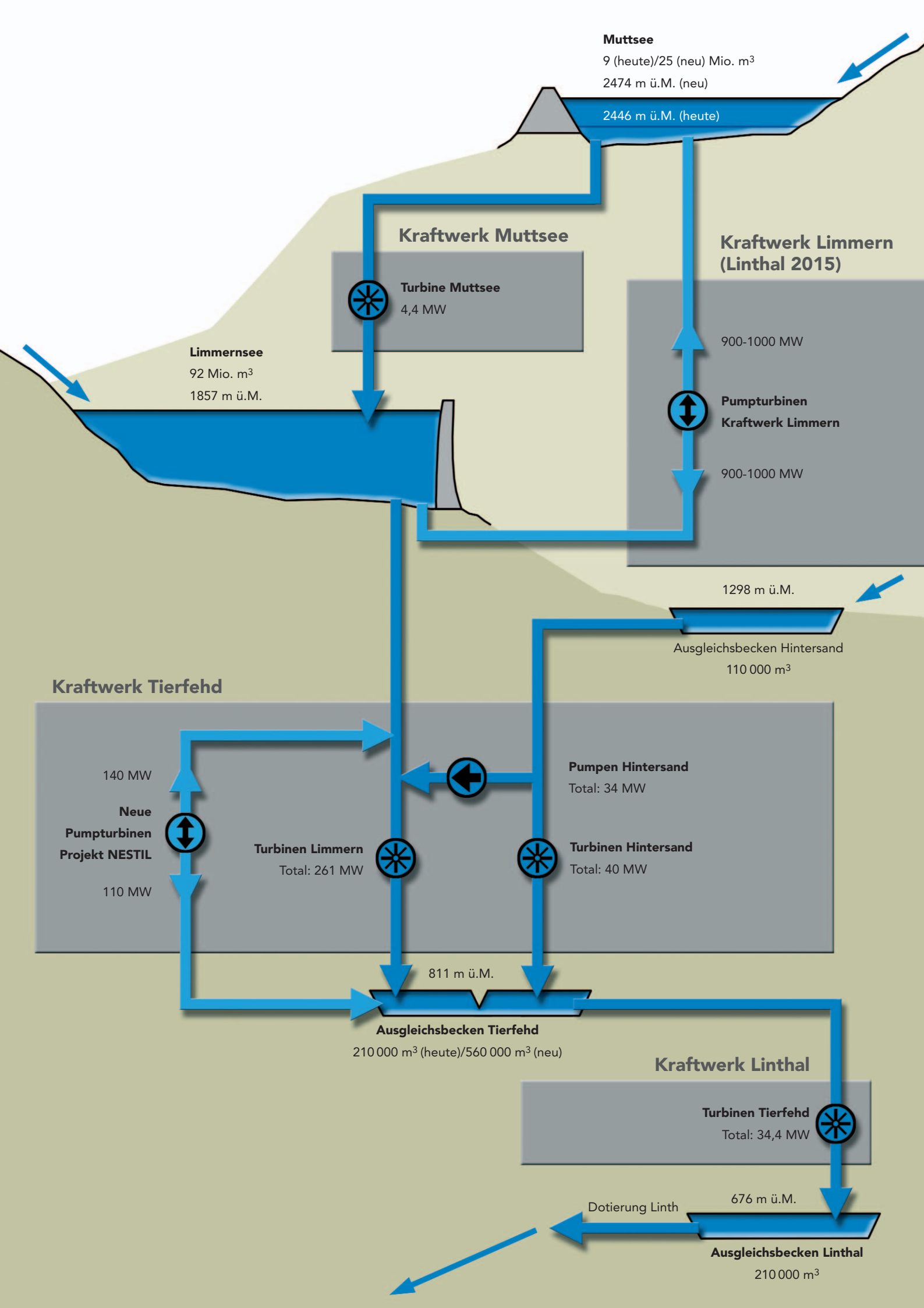
Bereits in der Bauphase befindet sich das neue Pumpspeicherwerk Tierfehd (Projekt NESTIL). Der Spatenstich dazu erfolgte im Sommer 2005. Es wird auf dem Areal der bestehenden Zentrale Tierfehd erstellt. Mit diesem Werk kann das bereits zur Stromproduktion genutzte Wasser aus dem Ausgleichsbecken Tierfehd wieder in den Limmernsee zurückgepumpt und für die Produktion von Spitzenenergie genutzt werden. Dieses Pumpspeicherwerk hat eine Pumpleistung von 140 Megawatt und eine Turbinenleistung von 110 Megawatt. Der Bau dieser Anlage wird rund vier Jahre dauern und Investitionen von rund 100 Millionen Franken erfordern.

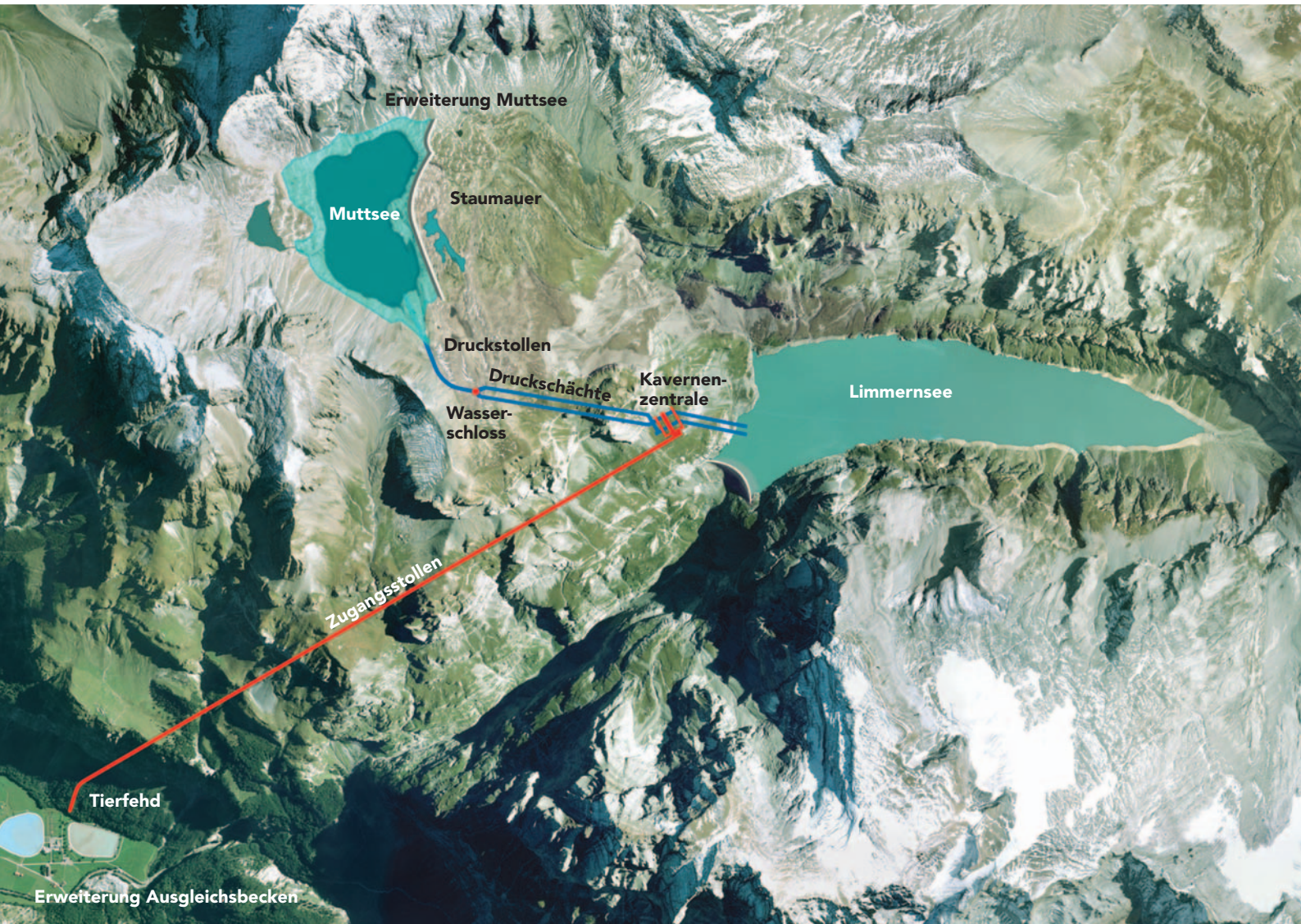
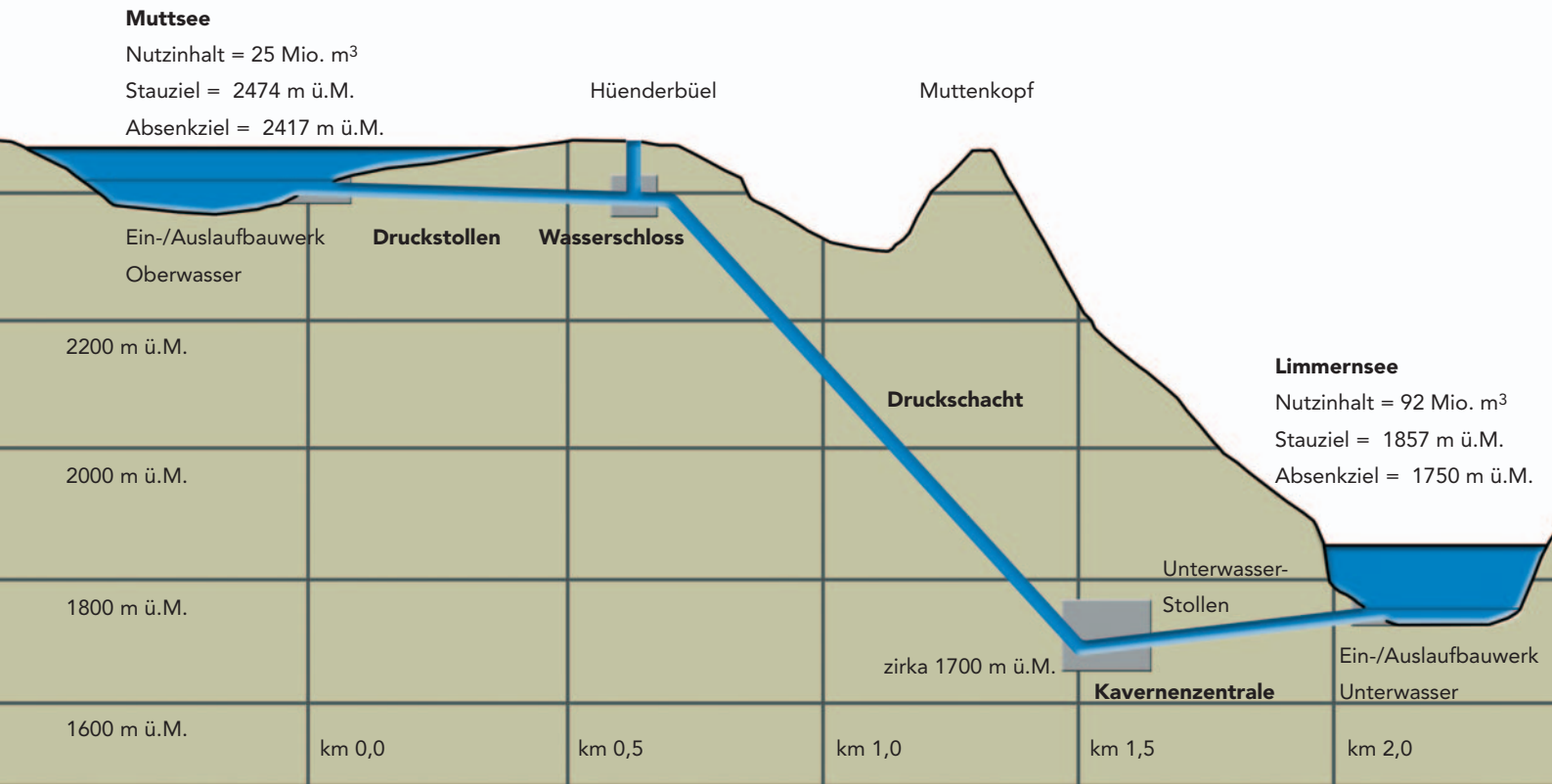
## Projekt Linthal 2015

Ein wesentlich grösseres und bedeutenderes Ausbauprojekt läuft unter dem Namen «Linthal 2015». Ein neues, unterirdisch angelegtes Pumpspeicherwerk soll Wasser aus dem Limmernsee in den 630 Meter höher gelegenen Muttsee zurückpumpen und bei Bedarf wieder zur Stromproduktion nutzen können. Das neue Werk soll eine Pumpleistung und eine Turbinenleistung von 1000 Megawatt aufweisen. Damit würde sich die Leistung der KLL von heute rund 340 Megawatt auf 1240-1340 Megawatt erhöhen. Das entspricht leistungsmässig (jedoch nicht energiemässig) dem Kernkraftwerk Leibstadt oder dem Wasserkraftwerk Cleuson-Dixence. Diese energetisch und volkswirtschaftlich sinnvolle Massnahme würde dazu beitragen, die Stromversorgungssicherheit in der Nordost- und Zentralschweiz auch für die Zukunft zu gewährleisten. Für die Realisierung wird mit einer Planungszeit von fünf Jahren und einer Bauzeit von weiteren fünf Jahren gerechnet. Während der Bauzeit werden bis zu 250 Personen auf den verschiedenen Bauplätzen tätig sein. Die Investitionskosten für dieses Projekt dürften rund eine Milliarde Franken betragen. Das Vorhaben bedingt eine vorzeitige Neukonzessionierung der KLL.

**Grafik rechts: Gesamtübersicht über die bestehenden und neuen Anlagen (hydraulisches Konzept) der Kraftwerke Linth-Limmern.**







## **Bauliche Veränderungen** (Stand August 2006)

Die heute vorhandenen Anlagen sind für das Ausbauprojekt Linthal 2015 in hohem Masse geeignet. Es müssen keine zusätzlichen Wasserläufe gefasst werden. Das neue Kraftwerk Limmern selbst wird unterirdisch in einer Felskaverne installiert. Für den Muttsee ist eine neue Schwergewichtsmauer geplant, und das bestehende Ausgleichsbecken Tierfehd soll erweitert werden. Für die Zu- und Ableitung des Stroms muss ein neuer Anschluss an das Höchstspannungsnetz erstellt werden. Während der Bauzeit soll eine Schwerlast-Luftseilbahn in Betrieb stehen. Für die Montagearbeiten und den späteren Betrieb ist der Bau zweier unterirdischer Standseilbahnen geplant.

### **Muttsee**

Gemäss dem Projekt wird das Speichervolumen des Muttsees von heute 9 Millionen auf 25 Millionen Kubikmeter erhöht. Die natürliche Seehöhe von heute 2446 Metern wird auf eine Stauhöhe von 2474 Metern erhöht. In den Sommermonaten 2005-2007 werden im Raum Muttsee verschiedene geologische Untersuchungen durchgeführt. Zudem werden Feldaufnahmen gemacht, um die ökologische Vielfalt zu erfassen. Diese dienen als Grundlage für die durchzuführende Umweltverträglichkeitsprüfung.

**Grafik oben links:**

**Längenprofil Muttsee-Limmernboden des neuen Pumpspeicherwerks Limmern.**

**Illustration unten links:**

**Übersicht über die Erweiterungsbauten beim Projekt Linthal 2015.**

### **Kraftwerk Limmern (Kavernenzentrale)**

Am Fuss der heutigen Staumauer des Limmernsees, auf zirka 1700 Metern über Meer, soll rund 600 Meter im Bergesinnern eine neue Kavernenzentrale für die Maschinengruppen entstehen. Zwei parallel geführte Druckleitungen verbinden den Muttsee mit der Zentrale, und zwei rund 500 Meter lange Unterwasserstollen die Zentrale mit dem Limmernsee. Der Zugang zur Kavernenzentrale wird von Tierfehd aus über einen etwa 4 Kilometer langen Zugangsstollen sichergestellt, der mit einer Standseilbahn ausgerüstet wird.

### **Ausgleichsbecken Tierfehd**

Für die geplante Leistung der neuen Pumpspeicherwerke ist das heutige Ausgleichsbecken Tierfehd mit rund 210 000 Kubikmetern relativ klein. Es ist ein zusätzliches Becken nördlich des Betriebsgebäudes vorgesehen, das eine ähnliche Fläche wie das heutige Becken aufweist. Dank einer etwas grösseren Wassertiefe kann das neue Becken zusätzliche 350 000 Kubikmeter aufnehmen. Mit dieser Massnahme können die Maschinen der Pumpspeicherwerke flexibler eingesetzt werden. Damit kann die Dotierung der Linth verbessert werden.

### **Netzanschluss**

Die massive Leistungserhöhung, die mit dem Projekt Linthal 2015 verbunden ist, bedingt den Anschluss der KLL an das schweizerische Höchstspannungsnetz. Heute besteht eine 220-Kilovolt-Freileitung von Tierfehd in die Grynau bei Uznach. Für Linthal 2015 ist parallel zur heutigen Leitung eine neue 380-Kilovolt-Freileitung von Tierfehd bis in den Raum Schwanden/Sool vorgesehen. Hier wird sie an die bestehende 380-Kilovolt-Leitung vom Vorab angeschlossen.

Kraftwerke Linth-Limmern AG  
8783 Linthal, Telefon 055 285 24 11  
Axpo Holding AG, Corporate Communications  
Zollstrasse 62, Postfach, 8023 Zürich  
Telefon 044 278 41 11  
[www.axpo.ch](http://www.axpo.ch) und [www.nok.ch](http://www.nok.ch)

Kontakt:  
E-Mail: [linthal2015@nok.ch](mailto:linthal2015@nok.ch)  
Telefon: 056 200 35 93

