



Bildreihe

Bildreihen ihrer Zeit:
Energiewirtschaft in Vorarlberg - Elektrizität (1985)
(3501142)

Bildbeschreibung

24 Bilder

Hinweis:

Texte und Bilder dürfen nur im Rahmen des Schulunterrichts in Vorarlberg verwendet werden!
© Schulmediencenter des Landes Vorarlberg

Vorwort

Die vorliegende Bildreihe „Stromland Vorarlberg“ möchte am Beispiel Vorarlberg die Erzeugung und Versorgung mit elektrischer Energie darstellen.

Der Einsatz der Reihe ist ab der 4. Schulstufe möglich. Für die 4. und 5. Schulstufe ist die eigentliche Bildbeschreibung vorgesehen, während der übrige Kommentar für die 7. bis 9. Schulstufe und die Information des Lehrers (PC, GW) gedacht ist.

Im Anschluß an die Bildtexte werden wichtige (unverzichtbare) Fachausdrücke und deren Abkürzungen in einfacher und knapper Form erklärt.

Bildbeschreibung

01. Elektrizitätswerke in Vorarlberg: Übersichtskarte

Die starke Abdachung Vorarlbergs von knapp 3.000 m auf einer Strecke von rund 80 km vom Piz Buin (3.312 m) zum Bodensee (395 m) und die hohen Niederschläge bilden die Grundlage für die reichlich vorhandene Wasserkraft. Diese sogenannte „weiße Kohle“ ist die einzige Primärenergie, über die das Land verfügt. Daher wurde schon vor der Jahrhundertwende die Wasserkraft von verschiedenen Textilbetrieben zur Gewinnung elektrischer Energie für die Beleuchtung und den Antrieb von Maschinen mit Hilfe kleiner Kraftwerke genutzt.

Die heutige Nutzung der Wasserkräfte Vorarlbergs erfolgt im wesentlichen von drei Großunternehmen, nämlich den Vorarlberger Kraftwerken, den Vorarlberger Illwerken und den Österreichischen Bundesbahnen.

Die Vorarlberger Kraftwerke (VKW) erzeugen in ihren Werken (Bregenz-Rieden, Andelsbuch, Dornbirn-Ebensand, Gampadelswerk in Tschagguns, Lorüns, Egg, Au, Schoppernau, Walkerbach in Lech, Lutzkraftwerk-Unterstufe, Lutzkraftwerk-Oberstufe, Nüziders, Langenegg) im Regeljahr rund 440 Mio. kWh.

Die Vorarlberger Illwerke (VIW) mit ihren acht Werken (Obervermuntwerk, Vermuntwerk, Kopswerk, Rifawerk, Latschauwerk, Rodundwerk I, Lünerseewerk, Rodundwerk II) haben im Regeljahr bei voller Ausnutzung des Pumpbetriebes ein Energiedarbieuten von 1,9 Mrd. kWh. Nach Inbetriebnahme des derzeit (1984) im Bau befindlichen Walgaukraftwerkes wird sich dieses Energiedarbieuten auf rund 2,2 Mrd. kWh erhöhen.

Die Österreichischen Bundesbahnen erzeugen in ihren zwei Vorarlberger Elektrizitätswerken Spulseeewerk und Braz im Regeljahr 138 Mio. kWh.

Neben den hier angeführten Elektrizitätswerken gibt es in Vorarlberg noch eine Reihe von Kleinkraftwerken, die von kleineren Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (Stadtwerke Feldkirch, E-Werk Frastanz, Montafonerbahn AG,) und Industrieunternehmen betrieben werden.

Im Jahre 1982 betrug die Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft in Vorarlberg rund 6.600 kWh je Einwohner; das ist nahezu das Doppelte des österreichischen Durchschnittes.

02. Belastungsdiagramm

Das Bild zeigt die Belastung im Verteilnetz der VKW an einem Winter- und an einem Sommertag (Last = Bedarf).

Als Grundlast wird die über 24 Stunden gleichbleibende Last bezeichnet, als Mittellast jene, die das Verteilnetz zwischen 24 und 16 Stunden, und als Spitzenlast jene, die es unter 16 Stunden pro Tag belastet.

Die Gegenüberstellung zeigt deutlich, daß die Grundlast an einem Wintertag mehr als doppelt so hoch ist wie an einem Sommertag, die Mittellast jedoch nur etwa die Hälfte beträgt, während die Spitzenlast an einem Wintertag nicht nur eine, sondern zwei markante Spitzen aufweist (8 - 12 Uhr, 17 - 19 Uhr).

Elektrische Energie kann nicht gespeichert, also auf Vorrat gelegt werden. Stromerzeugung und Strombedarf müssen sich in jedem Augenblick die Waage halten. Der Strombedarf unterliegt jedoch starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Die Belastung weist am Morgen, Mittag und Abend Spitzenwerte auf, in der Nacht sinkt sie hingegen stark ab. Der Belastungsablauf spiegelt die Lebensgewohnheiten der Menschen und die Arbeitsweise in den Betrieben wider. Jahreszeitlich betrachtet, ist in den Wintermonaten der Stromverbrauch ungleich höher als im Sommer. Einen entgegengesetzten Rhythmus zeigen hingegen die Zuflüsse zu den Wasserkraftwerken. Die Wasserführung in den Flüssen, bedingt durch Niederschläge in Form von Schnee besonders in höheren Lagen, ist im Winter deutlich geringer. Daher ist auch die Energieerzeugung in den Wasserkraftwerken im Winterhalbjahr wesentlich niedriger als im Sommer.

Aus diesem Grunde wird das zur Energieerzeugung notwendige Wasser in großen Speicherseen gesammelt. Die dazu gehörenden Werke werden deshalb als Speicherkraftwerke bezeichnet. Sie ermöglichen die Abdeckung von Belastungsspitzen und dienen neben den Wärmekraftwerken dem Ausgleich von jahreszeitlichen Bedarfsschwankungen.

Der Hauptteil der Stromproduktion in Vorarlberg stammt aus alpinen Speicherkraftwerken und stellt hochwertigen Spitzenstrom dar. Vorarlberg ist neben Tirol der größte Spitzenstromerzeuger in Österreich. Rund ein Fünftel der in Österreich in Speicherkraftwerken erzeugten Energie entfiel 1982 auf Vorarlberg.

03. Speicher Silvretta

Im Vordergrund Berghotel „Bielerhöhe“ (Bildmitte); rechts davon Silvrettasperre-Hauptmauer, Druckrohrleitung und Silvrettasperre-Seitenmauer; links Bielerdamm und breiter, dunkler Bergkegel Hohes Rad; im Hintergrund der Bildmitte Ochsentaler Gletscher und Piz Buin (3.312 m).

Der Nutzinhalt des Silvretta-Speichers beträgt 38,6 Mio. m³; sein Stauziel liegt 2.030 m ü.M.; bei Erreichung des Stauzieles mißt seine Oberfläche 1,31 km².

An Bauwerken waren nötig: die Silvrettasperre-Hauptmauer (größte Höhe 80 m, größte Breite 52 m, Kronenlänge 432 m), die Silvrettasperre-Seitenmauer (größte Höhe 31 m, Kronenlänge 140 m) und der Bielerdamm als Kiesdamm mit Stahlbetonkernmauer (größte Höhe 25 m, größte Breite 121 m, Kronenlänge 733 m).

Das Einzugsgebiet des Silvretta-Speichers beträgt 45 km² hiervon entfallen 10 km² auf die Überleitung des Bieltalbaches (Tirol) in einem Stollen; 13 km² sind vergletschert.

Das Wasserdarbieiten im Regeljahr unter Berücksichtigung der Speicherung beträgt 80 Mio. m³.

Die Druckrohrleitung ist offen verlegt und weist bei einer Rohfallhöhe von 291 m eine Länge von 3.270 m vom Speicher bis zum Obervermuntwerk auf.

Das Kraftwerk ist seit 1943 in Betrieb und hat im Regeljahr ein Arbeitsvermögen von 45 Mio. kWh.

Die Stauenlage Silvretta wurde im Jahre 1948 fertiggestellt.

04. Speicher Kops und Rifabecken

Talschluß des Montafons mit Partenen; oben Speicher Kops mit Staumauer; unten am Ortseingang von Partenen rechts sind das Krafthaus Vermunt und das Ausgleichsbecken Partenen noch erkennbar; vorne links Ausgleichsbecken und Krafthaus Rifa.

Das Kopswerk wurde im südlichen Abhang gegenüber dem Vermuntwerk als Kavernenkraftwerk errichtet und ist daher im Bild nicht zu sehen.

Der Nutzinhalt des Speichers Kops beträgt 43,5 Mio. m³; sein Stauziel liegt 1.809 m ü.M.; bei Erreichung des Stauzieles mißt die Oberfläche 1 km².

Die Staumauer Kops besteht aus einer Gewölbemauer (größte Höhe 122 m, Kronenlänge 400 m) und einer Gewichtsmauer (größte Höhe 43 m, Kronenlänge 214 m).

Das Einzugsgebiet beträgt 170 km², davon sind 17 km² vergletschert. Aus Tirol übergeleitet werden die Rosanna und der Fasulbach, der Kleinvermuntbach, Jambach, Larainbach, Fimberbach und Idbach.

Das Wasserdarbieiten im Regeljahr beträgt 233 Mio. m³, das Regelarbeitsvermögen 392 Mio. kWh. Der erste Vollstau des Speichers Kops erfolgte im Jahre 1967.

Das Rifabecken im Talgrund wurde als Ausgleichsbecken errichtet, um bei gleichzeitigem Betrieb des Vermuntwerkes und Kopswerkes das abfließende Wasser aufnehmen zu können, da hiezu das Ausgleichsbecken Partenen und die Schluckfähigkeit des 18,7 km langen Freispiegelstollens nach Latschau nicht ausreichten.

Das Ausgleichsbecken Rifa wurde durch Erddämme gebildet, die durchgehend mit Asphaltbeton ausgekleidet sind. Es hat einen Nutzinhalt von 671.000 m³.

05. Lünersee

Speicher Lünersee, Staumauer, Bergstation der Lünerseebahn mit angebauter Douglasshütte.

Der Lünersee war ursprünglich ein natürlicher See. Durch die Errichtung einer Staumauer (Gewichtsmauer) in einer Kronenlänge von 380 m und einer größten Höhe von 28 m entstand der Speicher Lünersee. Sein Nutzinhalt beträgt 78,3 Mio. m³, sein Stauziel liegt bei 1.970 m und sein Absenkeziel bei 1.897 m ü.M. Die Oberfläche bei Stauziel mißt 1,55 km².

Das Einzugsgebiet des Lünersees umfaßt 12 km². Davon entfallen 3 km² auf das Einzugsgebiet des Brandner Gletschers, das mit der Überleitung des Brandner Gletscher-Abflusses durch einen 1,34 km langen Freispiegelstollen erfaßt wird.

Das Wasserdarbieiten des Lünersees entspricht 229 Mio. kWh im Regeljahr.

06. Staubecken Latschau und Pumpspeicherbecken Rodund

Gefällstufe Latschau-Rodund; in der Bildmitte Lünerseewerk mit Staubecken Latschau; am Hang rechts oben Schigebiet Golm und Druckrohrleitung für das Lünerseewerk; im Tal Speicherbecken mit Rodundwerk I und Rodundwerk II; im Hintergrund Gauertal mit Sulzfluh (li) und den Drei Türmen (re).

Das Staubecken Latschau wurde anlässlich der Errichtung des Rodundwerkes II auf 2,3 Mio. m³ Gesamtinhalt erweitert.

Durch einen 18,7 km langen Freispiegelstollen wird das Wasser aus Partenen (Vermunt- und Kops- werk) sowie das Restwasser der III und das Wasser von sechs Seitenbächen in das Staubecken Latschau geleitet. Zusätzlich nimmt das Latschaubecken das Wasser aus dem Lünersee nach Abarbeitung im Lünerseekraftwerk auf. Das Staubecken Latschau dient in erster Linie als Tagesspeicher für Rodund I und Rodund II. Das in den Rodundwerken abgearbeitete Wasser wird in Speicherbecken mit etwa 2 Mio. m³ Inhalt aufgefangen. Diese Speicherung ist notwendig, um einerseits eine geregelte Wasserabgabe in die III zu gewährleisten und andererseits jederzeit Wasser für Pumpzwecke im Rodundwerk II zur Verfügung zu haben.

Nach Fertigstellung des Walgaukraftwerkes in Nenzing-Beschling wird das Wasser mit Ausnahme einer Restwassermenge für die III durch einen rund 21 km langen Stollen nach Beschling geleitet, um die Rohfallhöhe von 162 m zur Energieerzeugung zu nützen.

07. Speicherpumpe des Lünerseewerkes

Pumpe eines Maschinensatzes im Lünerseewerk

In bedarfsschwachen Zeiten ergeben sich im elektrischen Netz Überschußenergien. Diese Überschußenergie wird zum Teil dafür verwendet, Wasser aus einem unteren in ein höher gelegenes Speicherbecken zu pumpen und dadurch neuerlich zur Energieerzeugung zu verwenden.

So stammen von den 80 Mio. m³ Wasserdarbieiten des Lünensees nur 15 Mio. m³ aus dem natürlichen Zufluß, 65 Mio. m³ aber aus der Jahrespumpspeicherung. Für diese Jahrespumpspeicherung ist ein Aufwand an Pumpenenergie von 220 Mio. kWh erforderlich. Sie vollzieht sich in der Zeit vom Mai bis September während der Nacht und in Tages-Schwachlastzeiten. Wertvolle Spitzenenergie kann dadurch für den Winter auf Vorrat gelegt werden (Stromveredelung!).

Die fünf mächtigen Pumpen im Lünenseewerk haben eine Leistung von zusammen 220.000 kW und pumpen Wasser von Latschau (28 m³/s) in den fast 1.000 m höher gelegenen Lünensee.

08. Vorarlberger Illwerke: Übersichtskarte

09. Speicher Bolgenach

Staudamm Bolgenach mit Überlaufbauwerk

Der Speicher Bolgenach liegt in der Schluchtstrecke der Bolgenach in der Molasse, die den vorderen Bregenzerwald aufbaut. Die Sperrenstelle befindet sich in der geologisch günstigen Bausteinzone und ist durch eine Schluchtverengung vorgegeben. Das Sperrenbauwerk besteht aus einem Schüttdamm mit Dichtungskern. Die größte Höhe des Dammes beträgt 102 m, die Länge der Dammkrone 240 m. Das Stauziel liegt bei 744 m, das Absenkziel bei 690 m ü.M.

Durch diesen Staudamm wurde ein Tages- und Wochenspeicher mit 8,4 Mio. m³ Nutzinhalt geschaffen. Sein Einzugsgebiet beträgt einschließlich der beigeleiteten Subersach 187 km². Die einziehbare Wassermenge beläuft sich im Regeljahr auf 352 Mio. m³, das entspricht im Kraftwerk Langenegg einem Jahresarbeitsvermögen von 227 Mio. kWh.

10. Kraftwerk Langenegg:Übersichtslängenschnitt

Kraftwerk Langenegg, Übersichtslängenschnitt

Die Subersach wird samt dem Wüstebach in 759 m ü.M. gefaßt. Die Fassung besteht aus einem 15 m hohen Stauwehr und einem Entnahmebauwerk. Durch einen 3.887 m langen Freispiegelstollen (Hittisbergstollen), der für eine Wasserdurchflußmenge von 20 m³/s ausgelegt ist, gelangt das Wasser in die Bolgenach. Bei einem erfaßten Einzugsgebiet von 98 km² werden im Regeljahr rund 183 Mio. m³ Wasser übergeleitet. Aus dem Speicher Bolgenach (Stauziel 744 m ü.M.) gelangt das Wasser durch einen 120 m langen Stollen zur Einlaufschütze. Daran schließen sich an: der Druckschacht Bolgenach (schräge Länge 270 m), der tiefer liegende Druckstollen (Rotenbergstollen mit 5.370 m Länge), der Druckschacht Langenegg (schräge Länge 45 m) und die Verteilleitung zu den Turbinen des Krafthauses. Das Krafthaus liegt am rechten Ufer der Bregenzerache 455 m ü.M. und wurde in Kavernenbauweise ausgeführt. Die Maschinenkaverne ist 27 m lang, 33 m hoch und 18 m breit. Es sind zwei Maschinensätze mit stehender Welle, je einer Francis-Turbine und einem Generator, eingebaut. Das Unterwasser wird in einem Stollen zusammengeführt und mündet in die Bregenzerache. Die Kraftwerksleistung beträgt 74.000 kW, das Arbeitsvermögen im Regeljahr 227 Mio. kWh. Das Kraftwerk Langenegg wird von der Hauptschaltwarte in Bregenz/Rieden fernbedient und überwacht.

11. Vermuntwerk: Druckrohrleitung

Druckrohrleitung Vermunt; links Vermuntbahn, als Standseilbahn führt sie in einer Länge von 1.450 m von der Talstation Partenen (1.030 m ü.M.) zur Bergstation Trominier (1.732 m ü.M.).

Vom Speicher Vermunt mit einem Nutzinhalt von 5,3 Mio. m³ fließt das Wasser durch einen Druckstollen (2,5 km lang, 2,8 m lichte Weite) und eine Druckrohrleitung in zwei offen verlegten Rohrsträngen in einer Länge von je 1.368 m mit 1,77 bis 1,35 m lichter Weite in das Krafthaus Vermunt in Partenen. Bei einer Rohfallhöhe von 714 m und 152.000 kW installierter Leistung beträgt das Regelarbeitsvermögen pro Jahr 260 Mio. kWh.

12. Kopswerk: Maschinenhalle

Kopswerk: Kavernenkrafthaus, Maschinenhalle

Die Maschinenkaverne des Kopswerk-Krafthauses erforderte einen Felsausbruch von 70 m Länge, 26 m Breite und 29 m Höhe. Eingebaut sind drei Maschinengruppen in horizontaler Anordnung, bestehend aus je einem Generator (rot) und zwei zweidüsigen Freistrahlturbinen (blau). Die installierte Werksleistung beträgt 252.000 kW, das Regelarbeitsvermögen im Jahr 393 Mio. kWh.

In der angeschlossenen Trafokaverne stehen die Maschinen-Transformatoren (12,5 / 220 kV). Der Weitertransport der Energie erfolgt über ein 220 kV-Ölkabel zur Freiluftschaltanlage Partenen und in einer 220 kV-Leitung mit einer Länge von 19,65 km zum Umspannwerk Bürs.

Die Maschinen des Krafthauses sind automatisiert und werden vom Vermuntwerk aus ferngesteuert.

Das Kraftwerk ist seit 1969 mit zwei und seit Ende 1970 mit drei Maschinengruppen in Betrieb.

13. Kopswerk: Drehende Teile eines Maschinensatzes

Das Bild zeigt die drehenden Teile eines Maschinensatzes vor dem Einbau im Kopswerk-Kavernenkrafthaus. Die Laufräder sind beiderseits - entsprechend den zwei zweidüsigen Freistrahlturbinen - an die Generatorwelle angeflanscht. In der Mitte befindet sich der Rotor, der drehende Teil des Generators. Zum Betrieb eines Maschinensatzes werden pro Sekunde 12,5 m³ Wasser benötigt, für alle drei Maschinensätze also 37,5 m³. Der Rotor macht pro Minute 500 Umdrehungen.

14. Querschnitt einer Freistrahlturbine

Querschnitt durch eine zweidüsige Freistrahlturbine

Freistrahlturbinen oder Peltonräder werden für Anlagen verwendet, wo verhältnismäßig geringe Wassermengen pro Sekunde, aber hohe Strömungsgeschwindigkeiten zur Verfügung stehen. Bei

Speicherkraftwerken stürzt das Wasser aus großer Höhe durch Druckrohre auf die Turbinen. Daher werden derartige Anlagen als Hochdruckanlagen bezeichnet. Die Freistrahlturbinen drehen sich in einem Luftraum. Das Wasser gelangt über Düsen in die Mitte der Turbinenbecher, wodurch die Turbine angetrieben wird.

15. Donaukraftwerk Altenwörth

Das Donaukraftwerk Altenwörth liegt rund 22 km unterhalb der Stadt Krems und wurde in den Jahren 1973 bis 1976 erbaut. Das Hauptbauwerk wurde in einer Krümmung des Flußlaufes in einem 3 km langen Durchstich errichtet, sodaß die Donau an dieser Stelle ein neues Strombett erhielt. In den verbliebenen Altarm (oben) münden die Krems und der Kamp, am rechten Ufer wurde der Traisenfluß in das Unterwasser umgeleitet (im Bild nicht zu sehen). Die Schleusenanlage (rechts) besteht aus zwei Schleusenkammern mit einer Breite von je 24 m und einer nutzbaren Länge von 230 m. Sie dient zur Abwicklung des Schiffsverkehrs und notfalls auch zur Hochwasser- und Eisabfuhr.

Zwischen der Schleusenanlage und dem Krafthaus (links) erstreckt sich in einer Gesamtlänge von 193 m die Wehranlage. Sie ist in sechs Wehrfelder mit je 24 m Breite und zwischenliegenden Wehrpfeilern mit je 7 m Breite gegliedert. Die Wehranlage dient neben der Stauhaltung (Stauraum 34 km lang) auch zur Stauregulierung und Hochwasserabfuhr (maximal $9.800 \text{ m}^3/\text{s}$).

Nach links schließt das Krafthaus mit Montagehalle und Bürogebäude sowie die 220-kV-Freiluftschaltanlage an. Zur Energieerzeugung dienen neun Hauptmaschinensätze mit Rohrturbinen (Kaplanturbinen mit waagrechter Welle). Bei einem Nutzgefälle von 14 m und einer Schluckfähigkeit von $2.700 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt die maximale Maschinenleistung 335.000 kW. Im Regeljahr entspricht das einem Arbeitsvermögen von 1,95 Mrd. kWh. (Zum Vergleich: Dieses Arbeitsvermögen entspricht in etwa dem Energiedarbieiten aller acht Kraftwerke der Vorarlberger Illwerke, ohne Walgaukraftwerk!)

Als Landesgesellschaft sind die Vorarlberger Kraftwerke AG (VKW) seit dem zweiten Verstaatlichungsgesetz im Jahre 1947 beauftragt, die Versorgung des Landes mit elektrischer Energie sicherzustellen. Die Stromaufbringung der VKW erfolgt aus der Erzeugung in eigenen Kraftwerken, dem Landesanteil bei den Vorarlberger Illwerken, Stromzukäufen und Beteiligungen an Donaukraftwerken. So haben sich die VKW Bezugsrechte an den Donaukraftwerken Altenwörth, Abwinden-Asten und Melk gesichert. Bereits im Jahre 1973 erwarb die VKW am Donaukraftwerk Altenwörth ein Strombezugsrecht im Ausmaß von 15 % der Energieerzeugung des Donaukraftwerkes, das sind im Regeljahr rund 300 Mio. kWh. Für diese Beteiligung mußten die VKW rund 600 Mio. Schilling aufwenden. Aus der 10 %-igen Beteiligung am Donaukraftwerk Abwinden-Asten stehen den VKW seit der Inbetriebnahme dieses Kraftwerkes im Jahre 1979 jährlich rund 90 Mio. kWh zur Grundlastdeckung zur Verfügung. Vom Donaukraftwerk Melk (1982) können die VKW im Regeljahr rund 80 Mio. kWh beziehen.

16. Versorgungsnetz der Vorarlberger Kraftwerke

Um die elektrische Energie von den eigenen Kraftwerken (○), von den Illwerken und von den anderen Lieferpartnern an die über 115.000 Stromabnehmer heranbringen zu können, verfügen die VKW über ein rund 6.500 km langes Stromnetz, 33 Umspannwerke (□) und eine Vielzahl von Transformatorenstationen.

Mit 220-kV- (blau), 110-kV- (rot), 45-kV- (gelb) und 30-kV (schwarz-kräftig) Hochspannungsleitungen wird die elektrische Energie den verschiedenen Verbrauchszentren zugeführt.

Die Stromversorgung mehrerer Gemeinden im Landkreis Lindau durch die VKW geht bis ins Jahr 1909 zurück.

In den einzelnen Verbrauchszentren wird die Energie in Umspannwerken auf die Mittelspannung von 10 kV (schwarz-dünn) transformiert und dann den Ortsnetzstationen zugeleitet. Über die Niederspannungsnetze wird der Strom mit einer Spannung von 220 / 380 V an die Verbraucher abgegeben.

Das Kleine Walsertal wird von der Energieversorgung Kleinwalsertal Ges.m.b.H., das Montafon von der Montafonerbahn AG und von den Vorarlberger Illwerken und das Brandnertal von den Vorarlberger Illwerken versorgt.

Diese Gebiete sind daher im Bild nicht berücksichtigt. Zentrale Leitstelle für das ganze Netz ist die Hauptschaltwarte in Bregenz-Rieden. Von hier aus werden die Umspannwerke und Kraftwerke fernbedient, der Energiefluß wird von einem Computer überwacht und die Energieaufbringung in optimalem Zusammenspiel zwischen den eigenen Kraftwerken und den gegebenen Bezugsmöglichkeiten gesteuert.

17. Umspannwerk Dornbirn-Werben

Großtransformatoren im 220 / 110 / 45-kV-Umspannwerk Dornbirn-Werben.

Die VKW betreiben heute (1984) insgesamt 33 Umspannwerke mit einer installierten Trafoleistung von rund 1,7 Mio. kVA. Der größte und wichtigste Netzstützpunkt in der Landesversorgung ist das 220 / 110 / 45-kV-Umspannwerk in Dornbirn-Werben. Es besteht aus einer 200-kV-Freiluftschaltanlage mit 7 Schaltfeldern und 3 Sammelschienen, einer 110-kV-Freiluftschaltanlage mit 14 Schaltfeldern und 2 Sammelschienen und einer 45-kV-Schaltanlage, die in einer Halle untergebracht ist.

Das Umspannwerk Dornbirn-Werben ist mit 3 Transformatoren ausgerüstet, die eine Gesamtleistung von 395.000 kVA aufweisen. Es wird über 220-kV- und 110-kV-Leitungen angespeist. Nach der Transformierung der Spannung erfolgt die Stromabgabe in das 110-kV- bzw. in das 45-kV-Verteilnetz.

Als zweitgrößter Netzstützpunkt wurde 1984 das 220(380) / 110-kV-Umspannwerk Meiningen fertiggestellt. Die Freiluftschaltanlage besteht aus einer 220-kV- und einer 110-kV-Anlage, die derzeit auf beiden Spannungsebenen für eine Sammelschiene mit Hilfsschiene und fünf Schaltfeldern aus-

gebaut ist. Als Umspanner ist ein 220 / 110(45)-kV-Transformator mit einer Leistung von 130.000 kVA installiert. Das Umspannwerk ist durch drei Leitungen in das übergeordnete 220-kV-Netz und durch ebenfalls drei Leitungen in das 110-kV-Verteilnetz eingebunden.

Weitere Hauptstützpunkte des Versorgungsnetzes der VKW sind die Umspannwerke Brederis und Bregenz-Rieden, Rauz für das Arlberggebiet, Frastanz für den Walgau, Hörbranz für das Laiblachtal und Lindenberg für den Versorgungsbereich Allgäu.

18. Hochspannungsleitung

Die Vorarlberger Kraftwerke betreiben derzeit 360 km Hoch- und Höchstspannungsleitungen (220 / 380 kV, 110 kV, 45 kV), 1.440 km Mittelspannungsleitungen (30 kV, 20 kV, 10 kV) und 4.700 km Niederspannungsleitungen (220 / 380 V). Über die eigenen Umspannwerke Dornbirn-Werben und Meiningen sowie über das Umspannwerk Bürs der VIW kann die VKW Energie aus dem österreichischen und internationalen Verbundnetz beziehen.

19. Turmtrafostation

Turmstation in Doren

In den Ortsnetzen der Vorarlberger Kraftwerke stehen heute (1984) rund 1.400 Trafostationen in Betrieb. Die installierte Trafoleistung aller Stationen zusammen beträgt rund 500.000 kVA. Im dicht verbauten Gebiet wurden vorwiegend Kabelstationen, im ländlichen Raum Maststationen und in Verzweigungspunkten von Mittelspannungsfreileitungen innerhalb der Ortsnetze Turmstationen aufgestellt. Die Mittelspannung von 10 kV bzw. 20 oder 30 kV wird hier auf Niederspannung von 220 / 380 V transformiert.

Die Stromabgabe der VKW verteilte sich im Jahre 1983 auf die einzelnen Verbrauchergruppen wie folgt:

Industrie und Großverbraucher:	30,4 %
Haushalte:	25,2 %
Gewerbe:	17,5 %
Landwirtschaft:	2,6 %
Wiederverkäufer:	18,8 %
Eigenbedarf und Verluste:	5,5 %

20. Umspannanlage Bürs

Umspannanlage Bürs; rechts die 110 kV-, links die 220 kV-Sammelschienen; im mittleren Bereich stehen die Kuppeltransformatoren, die beide Spannungsebenen verbinden.

Schon von Anfang an war der Ausbau der Illwerke auf überstaatliche Zusammenarbeit und Großverbundwirtschaft ausgerichtet. Dabei stand die Überlegung im Vordergrund, einen Ausgleich zwischen den Kohlekraftwerken im Rheinland (Grundlast) und den Speicherkraftwerken im Gebirge (Spitzenlast und Momentanreserve) herbeizuführen.

Über die Umspannanlage Bürs bei Bludenz wird der Energietransport zwischen den Kraftwerken und den Vertragspartnern (Land Vorarlberg, Land Tirol, Österreichische Verbundgesellschaft, Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG, Energieversorgung Schwaben) abgewickelt. Dort erfolgen auch im wesentlichen die Messungen der Energietransporte über Zähler für die kWh-Abrechnung.

Die Verknüpfung von 110 / 220 / 380 kV-Leitungen, an die die Vertragspartner angeschlossen sind, führte dazu, daß diese Anlage zu einem wichtigen Knotenpunkt im Europäischen Verbundnetz wurde.

21. Vorarlberger Illwerke im Verbundnetz

22. Walgaukraftwerk

Geschichte der Vorarlberger Illwerke:

Bereits nach dem Ersten Weltkrieg erkannten die für die Elektrizitätswirtschaft Verantwortlichen (Dekan Barnabas Fink, Landeshauptmann Dr. Otto Ender), daß vor allem die Wasserkräfte der Ill ausgebaut werden müssen, um den Bedarf an elektrischer Energie sicherzustellen und dadurch dem Land einen wirtschaftlichen Aufschwung zu ermöglichen.

Im Jahre 1922 wurde zwischen dem Land Vorarlberg, dem Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke in Biberach und der Bündner Kraftwerke AG in Chur ein Vertrag geschlossen, der Grundlage für den Ausbau der Wasserkräfte an der oberen Ill und am Lünensee war.

Im Jahre 1924 wurden die Vorarlberger Illwerke mit dem Auftrag gegründet, für die Ausführung der geplanten Anlagen Sorge zu tragen.

Im Jahre 1926 wurde zwischen dem Land Vorarlberg, den Vorarlberger Illwerken und den Vorgängern der jetzigen deutschen Vertragspartner (Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG, Energieversorgung Schwaben AG) der Landesvertrag 1926 abgeschlossen. Dieser bildet noch heute die rechtliche Grundlage für die Zusammenarbeit der vorgenannten Gesellschaften.

Im Jahre 1952 wurde der Landesvertrag 1926 durch den Illwerkevertrag 1952 ergänzt, um den nach dem Zweiten Weltkrieg veränderten Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Auf Grund des österreichischen Staatsvertrages und des zweiten Verstaatlichungsgesetzes übernahm die Republik Österreich die früheren Eigentumsanteile von RWE und EVS, und die Illwerke wurden als Sondergesellschaft dem österreichischen Verbundkonzern eingegliedert. Durch den Illwerkevertrag 1952 wurden den deutschen Partnern wieder die früheren Strombezugsrechte eingeräumt.

Der Aktienbesitz der Vorarlberger Illwerke ist wie folgt aufgeteilt:

Republik Österreich	70,16 %
Land Vorarlberg	25,34 %
Finelektra (Schweizer Gesellschaft)	4,50 %

Überblick über den Ausbau der Vorarlberger Illwerke:

1925 - 1930	Bau des Vermuntwerkes in Partenen und einer 220 kV-Leitung zwischen dem Ruhrgebiet und Vorarlberg
1948 - 1953	Bau von Bachüberleitungen nach Vermunt (Vallüla-, Jam-, Verbella-, Zeinis-, Fimber- und Larainbach)
1953 - 1958	Bau des Lünerseekraftwerkes in Tschagguns Latschau mit Ausbau des Lünersees als Speicherbecken
1965 - 1968	Bau des Kopsspeichers, des Kopswerkes und des Rifawerkes in Partenen
1970 - 1975	Bau des Rodundwerkes II in Vandans mit Erweiterung der Becken in Latschau und Rodund
1980 - 1984	Bau des Walgaukraftwerkes in Nenzing-Beschling mit dem 21 km langen Walgaustollen

Nach Inbetriebnahme des Walgaukraftwerkes beträgt das Arbeitsvermögen der gesamten Illwerke mit der Erzeugung aus dem Pumpbetrieb im Regeljahr 2,2 Mrd. kWh.

Bei den Vorarlberger Illwerken sind heute (1984) rund 900 Angestellte beschäftigt.

Walgaukraftwerk:

Walgaustollen: Länge: 21 km; Ausbruchsdurchmesser 6,25 m,
Innendurchmesser 5,17 - 6,25 m
Gefälle: 3 - 10 ‰

Kraftwerk: Nutzbare Wasserfracht im Regeljahr: 1.005 Mio. m³
Rohfallhöhe: 162 m
Schluckvermögen der beiden Francis-Turbinen: 68 m³/s
Installierte Werksleistung: 86.000 kW
Regelarbeitsvermögen im Jahr: 356 Mio. kWh

Bild: Walgaukraftwerk in Nenzing-Beschling: Krafthausschacht mit Ausbruch der Oberwasserführung

23. Kraftwerk Andelsbuch

Kraftwerk Andelsbuch, Druckrohrleitung und Kraftwerksgebäude

Die Vorarlberger Kraftwerke AG beliefert heute mehr als 115.000 Haushalte und Betriebe mit rund 1,5 Mrd. kWh pro Jahr. Sie beschäftigt über 900 Mitarbeiter. Ihre Aktien stehen zu 96,5 % im Eigentum des Landes, der Rest des Aktienbesitzes befindet sich in den Händen von Gemeinden.

Die Anfänge der Nutzung des elektrischen Stromes liegen in Vorarlberg in den Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts. Marksteine der weiteren, zum Teil stürmischen Entwicklung stellen folgende Daten dar:

1882 schuf der Fabrikant Friedrich Schindler in Kennelbach die erste Starkstromanlage des Landes. (In Kennelbach erstrahlte damit die erste elektrische Beleuchtung von ganz Österreich.)

- 1891 entstand in Rieden, unterhalb von Kennelbach ein neues größeres Kraftwerk. Es nannte sich Elektrizitätsversorgungsunternehmen Jenny und Schindler. Aus ihm gingen die Vorarlberger Kraftwerke (VKW) hervor.
- 1901 lieferte dieses Werk erstmals Strom in die Ortsgebiete Rieden, Kennelbach und Vorkloster. 1903 kam die Stadt Bregenz dazu. 1905 wurde das Werk Rieden durch die Aufstellung von zwei Dampfturbinen vergrößert und das Versorgungsgebiet bis nach Hohenems und Götzis ausgedehnt.
- 1908 konnte das Wasserkraftwerk Andelsbuch in Betrieb genommen werden. Es zählte damals mit einer Leistung von 10.800 PS zu den größten Anlagen in Österreich.
- 1911 war der größte Teil der Orte im Unterland bis zum Kummenberg mit elektrischem Strom versorgt.
- 1925 ging das Gampadelswerk in Tschagguns in Betrieb.
- 1929 kaufte das Land Vorarlberg die Aktien der VKW und erwarb damit die führende Stellung in der Energieversorgung des Landes.
- 1930 nahmen die Vorarlberger Illwerke mit dem Vermuntwerk in Partenen ihr erstes Werk in Betrieb. Das Land bzw. die VKW hatte nun die Möglichkeit auf Grund eines entsprechenden Vertrages, Strom von den Illwerken zu beziehen.
- 1959 konnte das Lutzkraftwerk (Unterstufe) in Betrieb genommen werden.
- 1967 wurde der Bau des Lutzkraftwerkes (Oberstufe) abgeschlossen.
- 1979 ging das Kraftwerk Langenegg in Betrieb.

Derzeit (1984) liegt das gesamte Regelarbeitsvermögen der Kraftwerke der VKW bei rund 430 Mio. kWh.

24. Spullerseewerk

Im Vordergrund Spullerseewerk in Wald-Danöfen; dahinter Trasse der Arlbergbahn; an der Südflanke der Grafen Spitze die mächtige Druckrohrleitung

Schon unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg hatte sich die Vorarlberger Landesregierung für die Nutzung des Spullersees interessiert, sie aber dann den Österreichischen Bundesbahnen überlassen. Durch den Bau zweier Staumauern wurde der 1.827 m hoch gelegene See zum Kraftwerksspeicher aufgestaut. Nach rund viereinhalbjähriger Bauzeit konnte das Spullerseewerk im Jahre 1925 dem Dauerbetrieb übergeben werden. Bei einer Rohfallhöhe von 838 m hat es ein Regelarbeitsvermögen von 38 Mio. kWh. Zusammen mit dem Ruezwerk in Tirol diente der Strom dem Bahnbetrieb im westlichen Tirol und in Vorarlberg. Von 1923 bis 1927 wurde die Westbahnstrecke von Innsbruck aus bis nach Bregenz elektrifiziert (die Strecke Bregenz - St. Margrethen folgte erst 1949, die von Bregenz nach Lindau 1954).

Im Jahre 1954 wurde der Bau des Kraftwerkes Braz als Unterstufe des Spullerseewerkes mit gleichzeitiger Ausnützung der Wässer der Alfenz und ihrer Nebenbäche fertiggestellt. Die Wasserzuleitung erfolgt über einen 9,6 km langen Stollen. Das Kraftwerk selbst liegt im Berginnern und war zur Zeit seiner Betriebsaufnahme das größte österreichische Kavernenkraftwerk. Das Regelarbeitsvermögen beträgt 100 Mio. kWh im Jahr.

Begriffserklärung

Absenkziel	Das Absenkziel ist der tiefste Wasserspiegel an der Staustelle, der behördlich zulässig und betrieblich möglich ist.
Arbeitsvermögen	Das Arbeitsvermögen ist die unter jeweils günstigsten Bedingungen aus dem nutzbaren hydraulischen Dargebot erzeugbare elektrische Energie, bezogen auf die Generatorklemmen.
Ausgleichsbecken	Becken zur Verhinderung von Schwallerscheinungen im unterliegenden Flußlauf infolge der plötzlich auftretenden großen Wassermengen beim schnellen Anfahren der Maschinen eines Kraftwerkes. Das zwischengespeicherte Wasser wird mittels Reguliereinrichtung vergleichmäßig in den unterliegenden Flußlauf zurückgegeben.
Bogenmauer	Bogenförmige Staumauer, die auch in den Talflanken eingespannt ist und die auf sie einwirkenden Kräfte somit auch auf diese überträgt. Die Bogenmauer wirkt als gekrümmtes Flächentragwerk. Es gibt einfach- und doppelgekrümmte Bogenmauern.
Druckschacht	Strecke einer Triebwasserführung mit starker Neigung
Druckstollen	Stollen, in dem ein Wasserinnendruck vorhanden ist. Der Stollen ist zur Gänze gefüllt (bei Triebwasserführungen).
Francis-Turbine	Bei der Francis-Turbine tritt das Wasser über ein Spiralgehäuse und den verstellbaren Leitapparat am Umfang des Laufrades in radialer Richtung in das Laufrad ein. Innerhalb des Laufrades erfolgt einerseits eine Umlenkung des Wassers in die achsiale Richtung, andererseits wird dort der im Spiralgehäuse erzeugte Drall völlig abgebaut. Die Francis-Turbine ist geeignet für die Abarbeitung mittlerer Gefälle (bis zu ca. 500 m).
Freispiegelstollen	Stollen, in dem das Wasser drucklos abfließt und in der Firste immer eine freie Oberfläche aufweist (bei Überleitungen üblich).
Gewichtsmauer	Staumauer, welche die auf sie einwirkenden Kräfte aufgrund ihres Gewichtes ohne Einspannung in den Talflanken in den Untergrund überträgt. Sie wirkt als ebenes Tragsystem.
Hochspannung	Spannung über 30 kV
Installierte Transformatorleistung	Jene Leistung, die entsprechend der Bemessung des Transformators transformiert werden kann.
Kaplan-Turbine	Bei der Kaplan-Turbine strömt das Wasser ebenso wie bei der Francis-Turbine durch ein Spiralgehäuse und einen verstellbaren Leitapparat, durchströmt das

Lauftrad aber in achsialer Richtung. Das Lauftrad der Kaplan-Turbine besitzt als einzige Wasserturbine verstellbare Laufschaufeln. Dadurch besitzt die Kaplan-Turbine das beste Regelungsverhalten und ist zur Abarbeitung stark schwankender Gefälle sehr gut geeignet.

Anwendung bis zu ca. 80 m Gefälle.

kW:	Maßeinheit der Leistung: 1 Watt (W), 1 kW = 1.000 W
kWh:	Maßeinheit der Energie (= Arbeit)
kVA:	Maßeinheit der Scheinleistung (bei ~): 1 Volt-Ampere (VA) 1 kVA = 1.000 VA
kV:	Maßeinheit der Spannung: 1 Volt (V), 1 kV = 1.000 V
Mittelspannung	1 kV bis 30 kV
Nutzinhalt	Der Nutzinhalt (Speichernenninhalt) ist die Wassermenge, die ein Speicher zwischen dem für normalen Betrieb höchst- und niedrigstzulässigen Wasserstand enthalten kann.
Niederspannung	bis 1 kV
Pelton-Turbine	Bei der Pelton-Turbine, auch als Becher- oder Freistrahlturbine bezeichnet, wird das Wasser in einer regulierbaren Düse stark beschleunigt. Der mit hoher Geschwindigkeit aus der Düse austretende (Frei-) Strahl tritt auf die Becher des Laufrades und wird dort umgelenkt. Durch diese Umlenkung gibt das Wasser die Energie an das Lauftrad weiter. Die Pelton-Turbine ist für hohe Gefälle geeignet (bis zu 2.000 m).
Primärenergie	Als Primärenergie werden die am Anfang der Energieumwandlungsketten stehenden Energieträger bezeichnet. Steinkohle, Braunkohle, Mineralöl, Erdgas, Wasserkraft, Kernenergie
Regelarbeitsvermögen in einem Kraftwerk	Das Regelarbeitsvermögen ist die bei Regeljahresverhältnissen erzeugbare elektrische Energie, bezogen auf die Generatorklemmen. Bei der Ermittlung des Regelarbeitsvermögens wird der Einfluß der Pumpspeicherung ausgeschieden und getrennt angegeben.
Regeljahr	Das Regeljahr ist ein fiktives Jahr, dessen energiewirtschaftliche Größen aus Mittelwerten einer möglichst langen, zusammenhängenden Jahresreihe bestehen.
Rohfallhöhe	Die Rohfallhöhe einer Wasserkraftanlage ist der für den Betrieb dieser Anlage verfügbare Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln am Rückstauende und am Ort der Rückgabe in den natürlichen Wasserlauf.

Spitzenstrom	Strom zur Abdeckung des Bedarfes in den Perioden des größten Strombedarfes
Stauziel	Das Stauziel ist der höchste Wasserspiegel an der Staustelle, der behördlich zulässig und betrieblich möglich ist.
Tagesspeicher	Der Tagesspeicher ist ein Speicher, der die Anpassung des nutzbaren hydraulischen Dargebotes an die Bedarfsschwankungen innerhalb eines Tages ermöglicht.
Unterwasser	Bereich der Wasserrückgabe von den Turbinen eines Kraftwerkes in das unterliegende Gewässer
Wehranlage	Bauwerk zum Aufstauen eines Flußlaufes mit Anlagen zur schadlosen Ableitung von Hochwässern
Wochenspeicher	Der Wochenspeicher ist ein Speicher, der die Anpassung des nutzbaren hydraulischen Dargebotes an die Bedarfsschwankungen innerhalb einer Woche ermöglicht.

Impressum:

Energiewirtschaft in Vorarlberg - Elektrizität

Heimatkundliche Unterrichtsbildreihe

Medien-Nr. 3501142

24 Bilder

- Herausgeber:** Amt der Vorarlberger Landesregierung
Schulmediencenter
6901 Bregenz
- Text:** Dir. Josef Bertsch
- Aufnahmen:** Arno Rebenklauber (1)
Helmut Klapper (4)
Österreichische Verbundgesellschaft (1)
Vorarlberger Ilklwerke (12)
Vorarlberger Kraftwerke (6)
- Grafiken:** Vorarlberger Grafik, Hard
- Idee, Gestaltung, Bildauswahl:** Landesarbeitskreis für Heimatkunde im Unterricht
- Erscheinungsjahr:** 1985