



**KHR**  
**KHB**

**Kraftwerke Hinterrhein AG**

# Die Kraftwerke Hinterrhein AG: Ein Partnerwerk der besonderen Art.

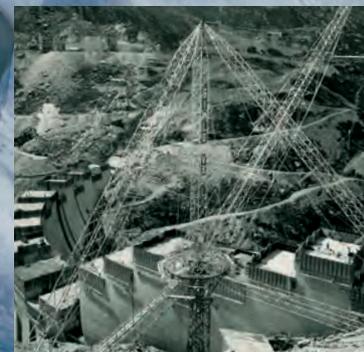


Viadukt «Reno di Lei»

In den Schweizer Alpen wurden in den 50er- und 60er-Jahren zahlreiche Kraftwerke erbaut. Da die Baukosten für die grösseren Anlagen die Möglichkeiten eines einzelnen Kantons oder eines einzelnen Unternehmens meist überstiegen, schlossen sich oft verschiedene Interessenten als Partner zusammen. Auch an der Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR) sind mehrere Aktionäre beteiligt:

Edison SpA, Milano	20,00 %
Stadt Zürich	19,50 %
Axpo Power AG	19,50 %
Kanton Graubünden	12,00 %
Alpiq Suisse SA	9,28 %
BKW Energie AG	7,72 %
Repower AG	6,50 %
Konzessionsgemeinden	3,00 %
IWB	2,50 %

Jahrzehntelange Projektierungen und Verhandlungen fanden am 10. Dezember 1956 mit der Gründung der Kraftwerke Hinterrhein AG ein glückliches Ende. Bereits im Sommer 1956 waren die Vorarbeiten für den Bau der Werke – Sondierungen, Zufahrtsstrassen, Baustromleitungen usw. – in Angriff genommen worden. Ihren Höhepunkt erreichte die Bautätigkeit im Sommer 1959, als 3400 Mann im Einsatz waren. Schon im September 1963 war das Werk vollendet und konnte seinen Vollbetrieb aufnehmen.



Staumauer Valle di Lei im Bau (1959)



Panzerrohre für den Druckschacht Sils



Thuisis mit Ausgang der Viamala



KHR-Hauptsitz in Thuisis

# Die Anlagen der KHR: Grösste Kraftwerkskombination Graubündens.

Die von 1956 bis 1963 mit einem Aufwand von rund 620 Mio. Franken gebaute KHR ist eine dreistufige Kraftwerksgruppe. Mit den Zentralen Ferrera, Bärenburg und Sils betreibt die KHR die grösste Kraftwerkskombination in Graubünden.

Die KHR nutzt die Kraft des Wassers von 1931 m ü. M. im Valle di Lei bis 667 m ü. M. in Sils. Kernstück der Anlage bildet der rund 200 Mio. m<sup>3</sup> fassende Stausee Valle di Lei. Das Einzugsgebiet der KHR entspricht ungefähr der Fläche des Kantons Glarus.

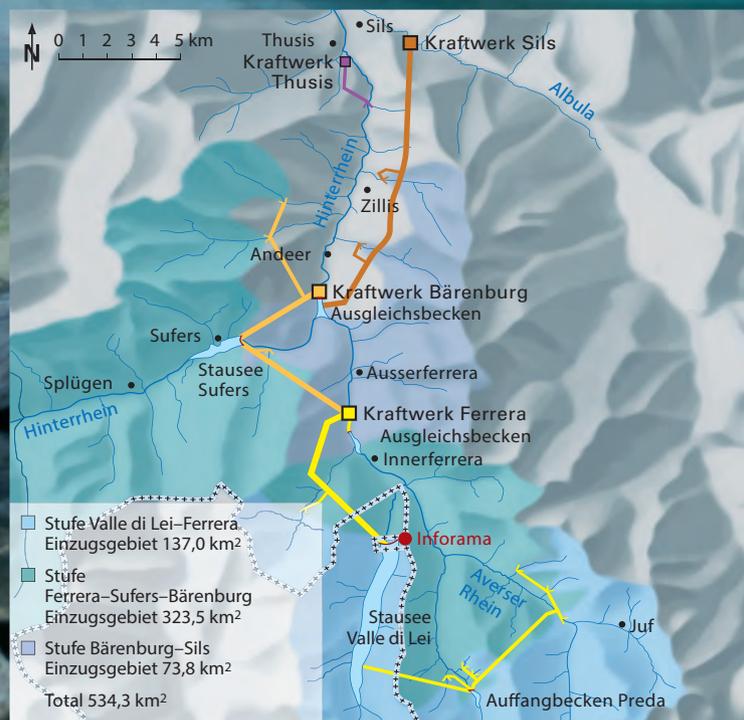
## Inforama Valle di Lei

Reich bebilderte, permanente Ausstellung mit vertieften Informationen zu Bau und Betrieb der Kraftwerksgruppe der KHR.

Öffnungszeiten:  
1. Mai bis 31. Oktober  
Täglich von 9 bis 20 Uhr

Tunneldurchfahrt zum Valle di Lei:  
1. Mai bis 30. November  
täglich von 5 bis 22 Uhr

Weitere Informationen unter  
[www.khr.ch](http://www.khr.ch)



Einzugsgebiet



Staumauer Valle di Lei



Stausee Sufers

# Strom aus vier Kraftwerken: 1500 GWh im Jahresdurchschnitt.

Mit einer installierten Leistung von 650 MW produziert das Unternehmen im Jahresdurchschnitt 1500 GWh Dreiphasenstrom. Erzeugt werden auch rund 30 GWh Einphasenstrom für den Fahrbetrieb der Rhätischen Bahn.

## Das Wichtigste in Kürze.

Gründung	1956
Konzessionsdauer bis	2042
Bauzeit	1956 bis 1963
Baukosten	620 Mio. CHF
installierte Turbinenleistung	650 MW
installierte Pumpenleistung	90 MW
mittlere jährliche Produktion seit Betriebsaufnahme	1500 Mio. kWh

## Kraftwerke

Ferrera  
Bärenburg  
Sils  
Thusis

## Stauwerke

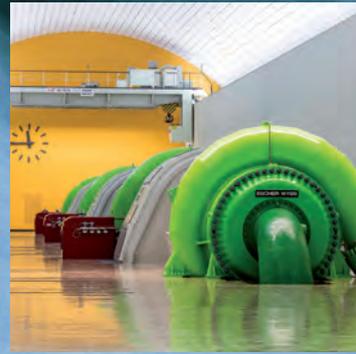
Auffangbecken Preda  
Stausee Valle di Lei  
Ausgleichsbecken Ferrera  
Stausee Sufers  
Ausgleichsbecken Bärenburg



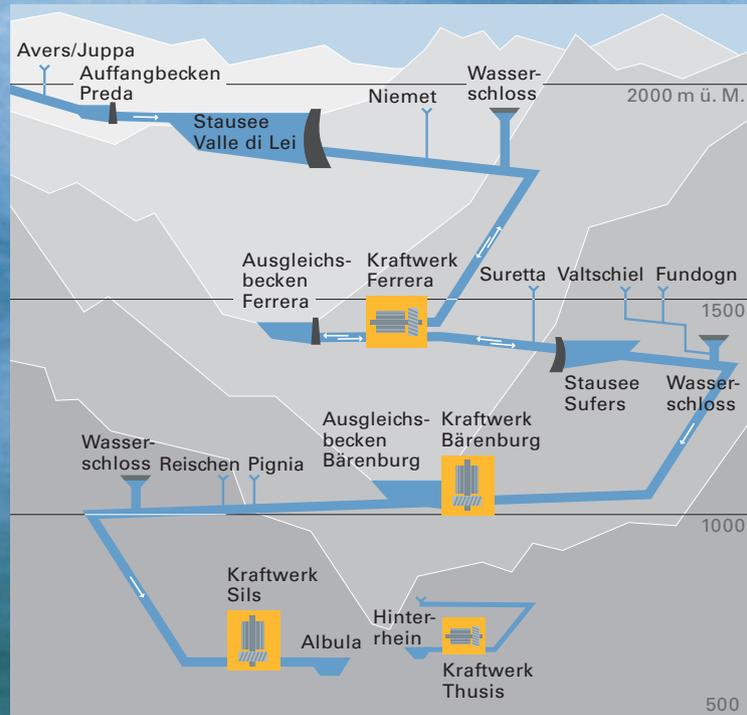
Kraftwerk Bärenburg



Kraftwerk Sils



Kraftwerk Ferrara



Gefällsstufen



Kraftwerk Thusis

## Wasserkraft: Echte Sonnenenergie als Geschenk der Natur.

Averserrhein bei Juppa



Auffangbecken Preda

Der natürliche Wasserkreislauf auf der Erde wird von der Sonne in Bewegung gehalten. Durch die Sonneneinstrahlung verdunstet ein Teil des Meerwassers. Es bilden sich Regenwolken, die vom Wind über das Festland getragen werden. Die Niederschläge aus diesen Wolken speisen Bäche, Flüsse und Seen. Wasserkraftwerke entnehmen diesem natürlichen Kreislauf einen kleinen Teil Wasser, der aber – in sauberem Zustand – wieder an die Flüsse zurückgegeben wird.

Bei dieser Art der Energieerzeugung gibt es keinen Verbrennungsprozess, und damit entstehen weder Kohlendioxid noch Stickoxide wie bei Gas-, Kohle- oder Ölkraftwerken. Die Energie des Wasserkreislaufs treibt die Turbinen in Wasserkraftwerken an. Von den angekoppelten Generatoren wird mechanische in elektrische Energie umgewandelt. So entsteht der umweltfreundlichste Strom, den es überhaupt gibt.



Alte Landbrücke bei Hinterrein



Wasserfassung «Niemet»

# Stauanlage Valle di Lei: Ein Werk der Superlative.



- 1 Mauerkrone
- 2 Kontrollgang
- 3 Lotschacht
- 4 Triebwasserfassung / Überleitstollen
- 5 Entlastungsablass

Kontrolle an einem Mauerlot



Kernstück der Anlagen der KHR ist der 197 Mio. m<sup>3</sup> fassende Stausee Valle di Lei. Aufgestaut wird der drittgrösste Stausee der Schweiz durch eine Bogenmauer mit einer maximalen Höhe von 138 m, einer Kronenlänge von 690 m und einer Betonkubatur von 840 000 m<sup>3</sup>. Die Staumauer lag ursprünglich auf italienischem Gebiet, gelangte aber nach ihrer Vollendung durch einen Gebietsabtausch zwischen den beiden Ländern auf Schweizer Boden. Fast der ganze Stausee – und auch das zugehörige natürliche Einzugsgebiet, aus welchem rund ein Drittel des aufgestauten Wassers stammt – liegen in Italien. Rund zwei Drittel des Wassers werden aus den Tälern Avers, Madris und Niemet zugeleitet oder aus dem Einzugsgebiet des Stausees Sufers über das Kraftwerk Ferrera ins Valle di Lei hochgepumpt.

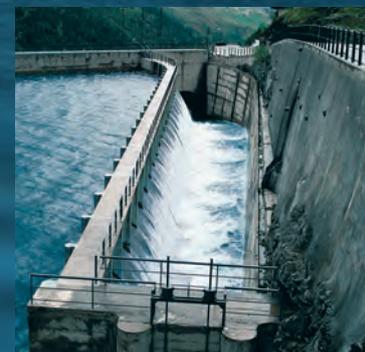
Die Stauanlage Valle di Lei ist eine Meisterleistung italienischer Ingenieure, Bauunternehmen und Arbeitskräfte. Vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten musste die Baustelle erst erschlossen werden, war doch das Tal zuvor nur zu Fuss erreichbar gewesen. Von Campodolcino (I) aus wurden zwei 15 km lange Seilbahnen errichtet – die eine für Personen, die andere für Material. Von Norden her musste zunächst die Averserstrasse ausgebaut werden. Dann wurde eine Fahrstrasse zum Tunnelportal errichtet und schliesslich der Zufahrtstunnel erstellt. Zu realisieren war ausserdem eine Infrastruktur zur Unterbringung von 1500 Mann. Die Bauarbeiten im Valle di Lei wurden im Sommer 1957 aufgenommen und nach der Leistung von rund 1 080 000 Manntagen im Herbst 1962 mit dem ersten Vollstau beendet.



Stausee Valle di Lei

## Kennzahlen

Nutzinhalt	197 Mio. m <sup>3</sup>
Stauziel	1931 m ü. M.
Senkziel	1830 m ü. M.
Höhe der Staumauer	138 m
Kronenstärke	15 m
maximale Stärke	28 m
Kronenlänge	690 m
Betonkubatur	840 000 m <sup>3</sup>



Hochwasserentlastung

# Der Stausee Sufers: Eine landschaftliche Bereicherung.

Der Stausee Sufers wird durch eine schlanke Bogenmauer von 58m Höhe und 125 m Kronenlänge aufgestaut. Er gleicht die durch die Niederschläge und die Schneeschmelze stark schwankenden Zuflüsse aus dem 194 km<sup>2</sup> grossen Einzugsgebiet Rheinwald aus. Das Stauziel wird bei Kote 1401 m ü. M. erreicht, darüber entsteht Überlauf. Aus dem Stausee Sufers kann auch Wasser ins Ausgleichsbecken Ferrera bzw. in den Stausee Valle di Lei gepumpt werden. Die Speicherpumpen sind in der Zentrale Ferrera installiert. Im

Durchschnitt werden jährlich etwa 60 Mio. m<sup>3</sup> von Ferrera ins Valle di Lei gepumpt.

Im eingestauten Talboden gingen ca. 30 ha Wiesland verloren, was fast 20 % des gesamten Futterertrags der Gemeinde ausmachte. Eine Reduktion des Wieslandes in diesem Ausmass hätte einigen Familien die Existenzgrundlage entzogen. Schon vor dem Bau erwarb die KHR alle käuflichen Wiesen in Sufers, um sie in eine Gesamtmelioration einzubringen. Während des Baus wurde im Stau-

Fischer am Stausee Sufers



raum der vorhandene Humus sorgfältig gewonnen und auf bisher mageren – vorher von Steinen geräumten und planierten – Böden verteilt. Mit diesen Bodenverbesserungen ist es gelungen, die landwirtschaftliche Produktion in der Gemeinde nicht nur zu erhalten, sondern sogar zu steigern.

## Kennzahlen

Nutzinhalt	17,5 Mio. m <sup>3</sup>
Stauziel	1401 m ü. M.
Senkziel	1372 m ü. M.
Höhe der Staumauer	58 m
Kronenstärke	3 m
maximale Stärke	8 m
Kronenlänge	125 m
Betonkubatur	22 100 m <sup>3</sup>

Dotierturbine in der Staumauer Sufers



Sufers

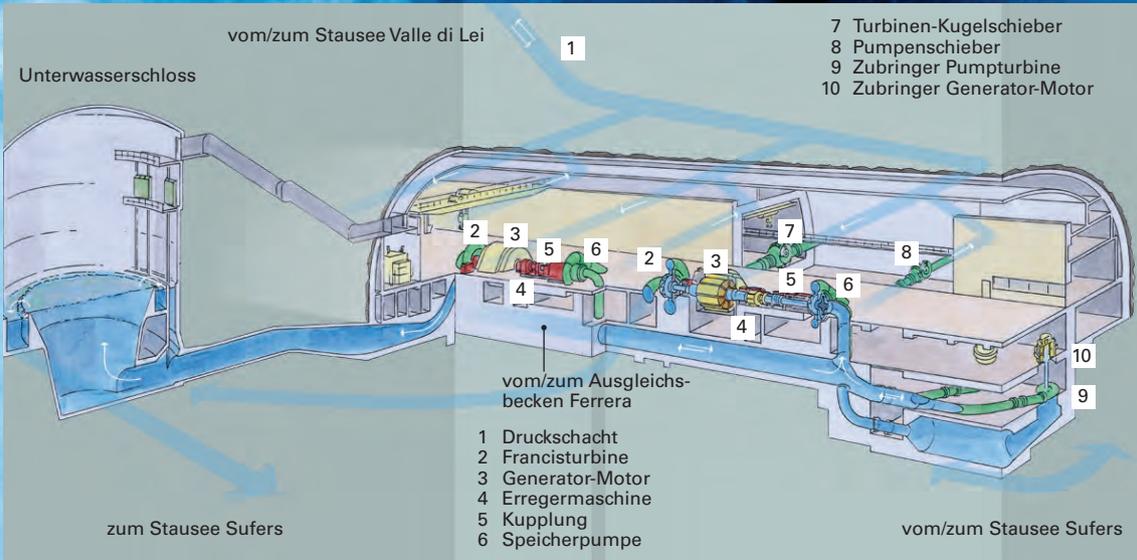


Hochwasserentlastung



Staumauer Sufers

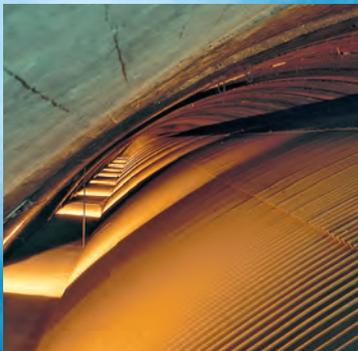
# Das Kraftwerk Ferrera: Ein Kraftpaket im Berginneren.



Zufahrtsstollen zum Kraftwerk Ferrera



Maschinensaal Ferrera



Kavernenhimmel

In der Kavernenzentrale Ferrera wird das im Stausee Valle di Lei gespeicherte Wasser der obersten Gefällsstufe turbinert und anschliessend durch den Überleitungsstollen Ferrera-Sufers in den Stausee Sufers geleitet. Bei einem maximalen Gefälle von 524 m können in drei Höchstdruck-Francisturbinen 45 m<sup>3</sup>/s verarbeitet werden. Für so grosse Gefälle sind auch heute noch Peltonturbinen üblich, die Installation von Francisturbinen war beim Bau der Zentrale eine echte Pionierleistung.

Im engen Tal zwischen Ausser- und Innerferrera war es schwierig, einen geeigneten Standort für eine Zentrale zu finden. Andererseits ist der Fels dort trocken sowie ausserordentlich standfest – und damit grundsätzlich geeignet für den Bau einer Kavernenzentrale.

Dank dem Einsatz von schneller laufenden Francisturbinen liess sich der Platzbedarf für die Maschinengruppen reduzieren, was schliesslich die Realisierung dieser Lösung ermöglichte. Durch diese günstige Anordnung konnten gegenüber dem ursprünglichen Projekt ausserdem ca. 36 m Gefälle gewonnen werden. Die Kaverne ist 143 m lang, 29 m breit und – im First gemessen – 24 m hoch. Zur Kaverne gehören ein 180 m langer Zugangsstollen, das Unterwasserschloss, ein Kabelstollen und mehrere andere Stollen für die Zu- und Ableitung des Wassers sowie für die Belüftung.

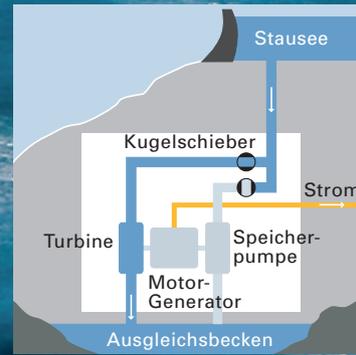
# Pumpspeicherwerk Ferrera: Wo Generatoren zu Motoren werden.

Dank dem Saisonspeicher im Valle di Lei ist es möglich, einen grossen Teil der Produktion vom Sommer in den Winter zu verlagern. Dazu wird einerseits das Wasser der obersten Gefällsstufe im Sommer im Speicher zurückgehalten und andererseits Wasser aus dem Ausgleichsbecken Ferrera oder dem Stausee Sufers hochgepumpt. Die drei horizontalachsigen Maschinengruppen im Pumpspeicherwerk Ferrera dienen nicht nur der Stromerzeugung: Die Generatoren sind zugleich Motoren für die Speicherpumpen, welche das im Ausgleichsbecken Ferrera gestaute Wasser aus dem Zwischen-

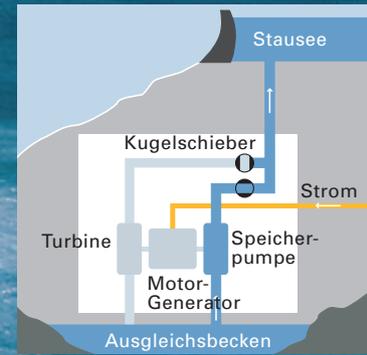
einzugsgebiet ins Valle di Lei pumpen. Die maximale Pumpwassermenge beträgt  $16 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Mit zwei vertikalachsigen Zubringerpumpen im Untergeschoss kann auch Wasser aus dem Stausee Sufers ins Ausgleichsbecken Ferrera bzw. zu den Speicherpumpen gefördert werden. So gelingt es, die Produktion weitgehend dem Verbrauch anzupassen: Im Durchschnitt der vergangenen zehn Jahre wurden 45% der Energie im Winter erzeugt. Trotz des grossen Speichers im Valle di Lei wird ein grosser Anteil Laufenergie produziert, denn das Wasser fällt

Normalbetrieb schematisch



Pumpenbetrieb schematisch



im Sommer nicht gleichmässig verteilt an, und die Pumpen in Ferrera sind nicht für Hochwasser oder die Schneeschmelze dimensioniert. Im oben genannten Zeitraum wurden im Jahr durchschnittlich 600 Mio. kWh Laufenergie und 800 Mio. kWh Speicherenergie abgegeben.

## Kennzahlen

Einzugsgebiet	137 km <sup>2</sup>
Betriebswassermenge	45 m <sup>3</sup> /s
Bruttogefälle	524 m
Turbinenleistung	185 MW
Pumpenleistung	90 MW



Unterwasserschloss Ferrera



Kommandoraum Ferrera



Kugelschieber



Speicherpumpe

Seilbahn zum Wasserschloss Bärenburg



## Kraftwerk Bärenburg: Ein Kraftwerk in der Staumauer.

Im Kraftwerk Bärenburg wird das im Stausee Sufers gestaute Wasser verarbeitet und ins Ausgleichsbecken Bärenburg abgegeben. Die vier vertikalachsigen Francisturbinen sind für ein maximales Gefälle von 321 m und eine Betriebswassermenge von 80 m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Das Staubecken hat vor allem Ausgleichsfunktion zwischen der

mittleren Kraftwerksstufe Sufers-Bärenburg und der dritten und letzten Stufe Bärenburg-Sils.

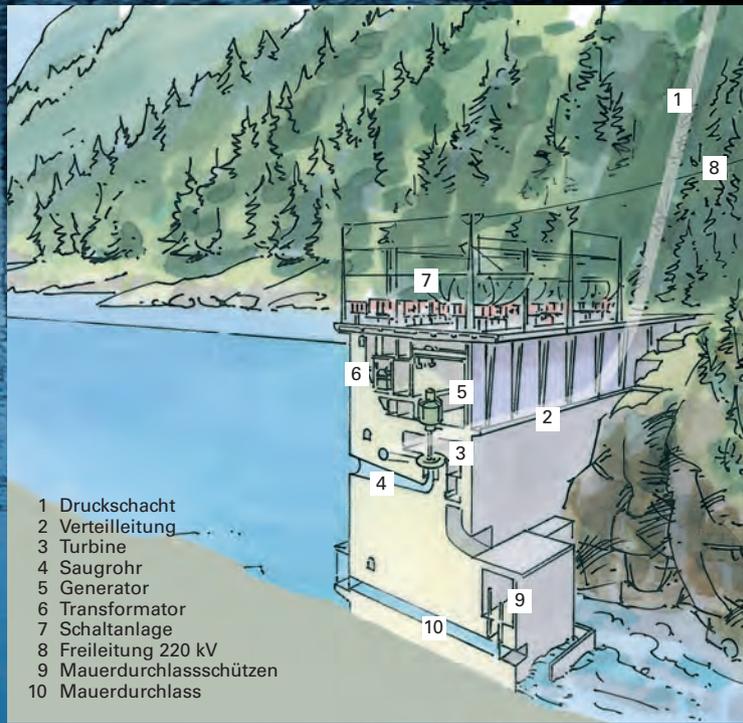
Die Staumauer ist eine Schwerkraftmauer von 64 m Höhe und 110 m Kronenlänge. Das Betonvolumen der Mauer beträgt 55 000 m<sup>3</sup>, am Fuss ist sie 41 m stark. Die Besonderheit dieses Bauwerks ist ihre doppelte Funktion als Staumauer und als Fundament für das Maschinenhaus. Die Schaltanlage wurde auf dem Dach des Maschinenhauses erstellt. Diese selten angewandte Kombination – eine technisch anspruchsvolle Leistung – erwies sich als zweckmässigste und wirtschaftlichste Lösung.

Kraftwerk und Ausgleichsbecken Bärenburg

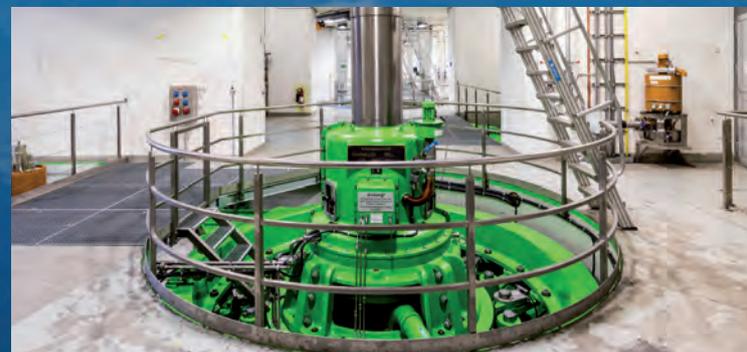


### Kennzahlen

Einzugsgebiet	460,5 km <sup>2</sup>
Betriebswassermenge	80 m <sup>3</sup> /s
Bruttogefälle	321 m
Turbinenleistung	220 MW



Arbeiten an einem Generator



Turbinenboden

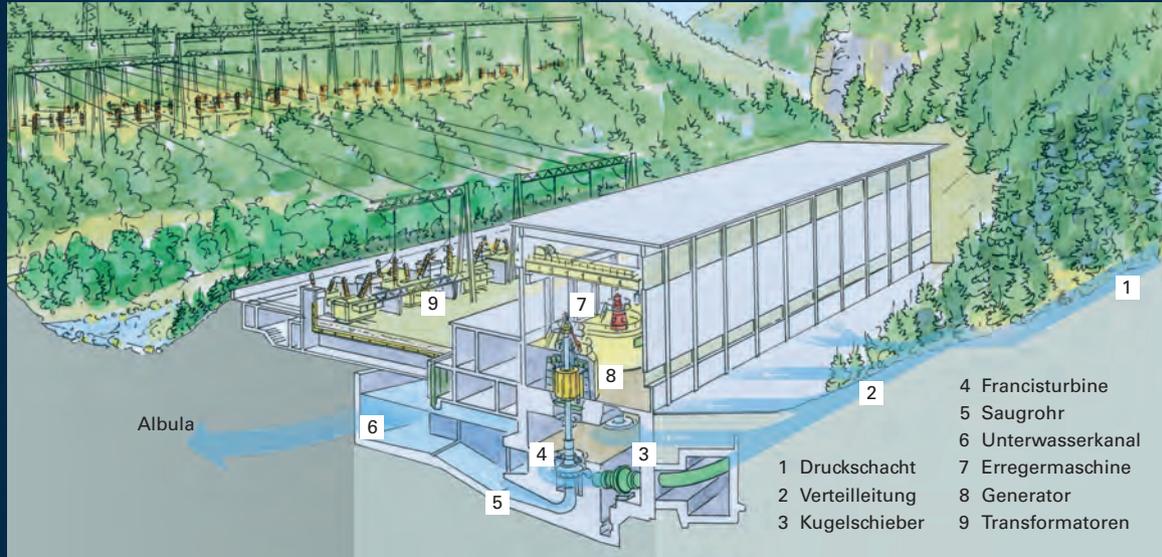
# Kraftwerk Sils: Kraftwerk und Überwachungszentrum.

Das Kraftwerk Sils wurde in konventioneller Bauweise am Hangfuss erstellt. Ebenerdig gelangt man in den Maschinensaal mit den vertikalachsigen Generatoren. Die zugehörigen Francisturbinen sind im Untergeschoss angeordnet. Das Betriebswasser fliesst aus der Verteilleitung durch die Absperrorgane (Kugelschieber) in die Turbinen und schliesslich durch den Unterwasserkanal in die Albula. Die vier Francisturbinen der Stufe Bärenburg-Sils können 70 m<sup>3</sup>/s verarbeiten. Das maximale Gefälle beträgt 413 m.

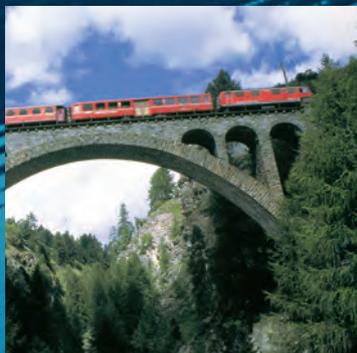
Der in den vier Maschinengruppen im Kraftwerk Sils erzeugte Strom wird über die Schaltanlage Sils in das Schweizerische Hochspannungsnetz gespeist. In der Zentrale sind ausserdem zwei Einphasengruppen installiert, die ausschliesslich Strom für die Rhätische Bahn (RhB) produzieren. Wie die SBB setzt auch die RhB in ihrem Fahrleitungsnetz einphasigen Strom mit einer Frequenz von 16 2/3 Hz ein.

## Kennzahlen

Einzugsgebiet	534,3 km <sup>2</sup>
Betriebswassermenge	73 m <sup>3</sup> /s
Bruttogefälle	413 m
Turbinenleistung	245 MW
davon	5 MW für die RhB



Zentrale Sils mit Transformatoren



Die Rhätische Bahn – unterwegs mit Strom der KHR



Leitstelle Sils



Generatoren im Kraftwerk Sils

# Gesamterneuerung 2011 – 2017: Für sicheren Betrieb bis zum Konzessionsende

Nach fast 50 Jahren Betrieb mussten die Anlagen der KHR von 2011 bis 2017 umfassend erneuert werden, um die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit bis zum Konzessionsende im Jahr 2042 zu gewährleisten.

An fast allen Anlagenteilen waren starke Abnutzungsspuren sichtbar, der Korrosionsschutz an den wasserführenden Elementen war zwingend zu erneuern, ebenso die

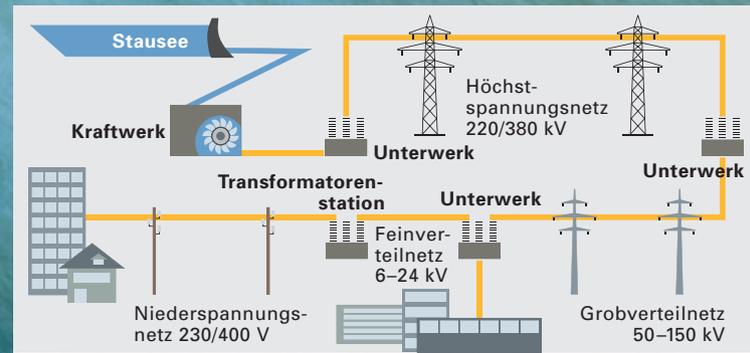
Seeentleerung Valle di Lei



Drehlinse Drosselkappe Viaplana

Maschinensätze in den drei Kraftwerken Ferrera, Bärenburg und Sils. Alle leittechnischen Einrichtungen waren nicht mehr auf dem aktuellen Stand der Technik und mussten von Grund auf neu erstellt werden. Die Gesamteffizienz der Anlagen konnte im Rahmen der Erneuerungsarbeiten um über 3% (bzw. 50 GWh pro Jahr) gesteigert werden, ohne dass die Leistung einzelner Maschinen erhöht wurde.

Der Weg des Stroms



Die Kosten für das Gesamtprojekt betragen rund 300 Millionen Franken.

Um an die zu sanierenden wasserseitigen Elemente der Stauanlagen zu gelangen, mussten die Stauseen Valle di Lei und Sufers sowie die Ausgleichsbecken Preda, Ferrera und Bärenburg ausgefischt und abgesenkt werden. Für den Stausee im Valle di Lei war dies die erste komplette Entleerung

seit er existiert. Der durch die Revisionsleerstände verursachte Verlust an nutzbarem Wasser betrug rund 12% einer Jahresproduktion – was im Vergleich mit den natürlichen jährlichen Schwankungen von bis zu 40% gering war. Um die Einflüsse auf Natur und Umwelt so gering wie möglich zu halten, erfolgte die Planung der Gesamterneuerung in enger Zusammenarbeit mit den Stellen und Umweltverbänden sowie regionalen Vereinen, Fischern und italienischen Behörden (für das Valle di Lei). Ein Umweltbüro begleitet das Projekt in ökologischer Hinsicht und führte im ganzen Versorgungsgebiet ein umfassendes Umwelt- und Gewässermonitoring durch.



Generator Bärenburg



Kugelschieber Ferrera

## Historisch gewachsene Partnerschaft: Die KHR und die Konzessionsgemeinden.

Zur Wahrung ihrer gemeinsamen Interessen bildeten die damals 18 Gemeinden im Einzugsgebiet der KHR während der jahrelangen Konzessionsverhandlungen eine Interessengemeinschaft. Diese wurde nach der Vertragsunterzeichnung 1956 in die Gemeinde-korporation Hinterrhein umgewandelt. Während des Kraftwerkbaus erbrachte die KHR grosse infrastrukturelle Leistungen, welche grösstenteils auch heute noch der Öffentlichkeit dienen. Dazu zählen Strassen, Forst- und Alpwege, Lawinenverbauungen, Kläranlagen, Wührbauten usw. Besonders erwähnt sei der Ausbau der Averserstrasse auf ihre volle Länge von 24,6 km bis hinauf nach Juf, dem höchstgelegenen ganzjährig bewohnten Dorf Europas.

Bemerkenswert ist auch der Bau der Nationalstrasse von Crestawald bis Rütli als Ersatz für die durch den Stausee Sufers unter Wasser gesetzte Kantonsstrasse.

Als einzigartige Dienstleistung wird das Talversorgungsnetz bis zum Hausanschluss von der KHR auf eigene Kosten erstellt und betrieben. Ausserdem liefert das Unternehmen allen Konzessionsgemeinden Energie zu Vorzugspreisen. Diese Leistungen für die Region lässt sich die KHR Jahr für Jahr rund 4 Mio. Franken kosten. Die Wasserrechtsabgaben und Steuern der KHR belaufen sich bei mittlerer Produktion auf rund 21 Mio. Franken pro Jahr. Davon gehen rund 1 Mio. Franken an den Bund und je rund 10 Mio. Franken an die Gemeinden und an den Kanton. Die KHR bietet der Bevölkerung der Region zur Zeit rund 77 (inkl. 4 Lernende) interessante Arbeitsplätze in handwerklichen, technischen und administrativen Berufen. Eine Selbstverständlichkeit ist für das Unternehmen die kontinuierliche Ausbildung von Lehrlingen in den Berufen Netzelektriker und Polymechaniker. Damit leistet die KHR einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der gesamten Region.



Juf



Lohn



Therme Andeer (Foto Andrea Badrutt)



Kirche Zillis



Ausforstungsarbeiten

# Rund um die KHR: Natur, Kultur, Geschichte und Technik.

Im Einzugsgebiet der KHR erwarten den Besucher eine ganze Reihe landschaftlicher und kultureller Höhepunkte. Viele davon können auf einer Wanderung entlang der Via Spluga entdeckt und erlebt werden. Dieser kulturhistorische Wanderweg folgt den Spuren antiker Verkehrswege, die im Verlauf der vergangenen 2000 Jahre Rätoromanen, Walser und Lombarden verbunden und so die soziale und wirtschaftliche Entwicklung dieser Volksgruppen beeinflusst haben.

Das imposanteste Naturdenkmal entlang der Via Spluga ist die Viamala mit ihren bis zu 300 Meter hohen Felswänden. Die mystische, zum Teil nur wenige Meter breite Schlucht lässt sich über einen gut gesicherten Treppenabstieg zum Rhein hautnah erleben. Weitere

mögliche Abstecher führen über einen Felsweg in die Cardinello-Schlucht oder zu den Saumwegstationen entlang der Via Spluga. Sehenswert ist auch der Weg zur Roflaschlucht und zum Roflawasserfall. Der spektakuläre Pfad wurde in den Wintermonaten der Jahre 1907 bis 1914 erbaut, um Besucher in die Schlucht und in das nahe Gasthaus zu bringen.

Splügen



Traversinasteig

Gut ausgeschilderte Marschroute



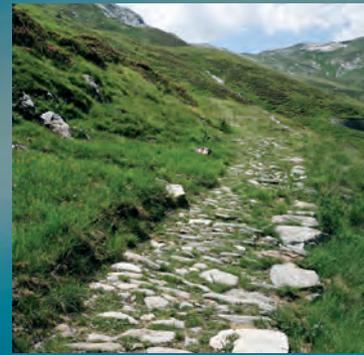
Dabei mussten die Löcher für rund 8000 Sprengladungen in beschwerlicher Arbeit in den harten Stein geschlagen werden.

Detaillierte Informationen zur Via Spluga:  
[www.viaspluga.com](http://www.viaspluga.com)  
[www.viamala.ch](http://www.viamala.ch)



Viamala

Der alte Saumpfad der Via Spluga



Wasserfall in der Roflaschlucht

Kraftwerke Hinterrhein AG

Spitalstrasse 7  
Postfach 150  
CH-7430 Thusis  
Telefon +41 81 635 37 37

[admin@khr.ch](mailto:admin@khr.ch)  
[www.khr.ch](http://www.khr.ch)

Herausgeber	KHR, Thusis
Konzept/Gestaltung	KHR / Atelier Leuthold, Zürich
Text	KHR / H. Leuthold, Zürich
Fotos	M. Kunfermann, Thusis
Druck	Selva Caro Druck, Flims
Ausgabe	2020

Dieser QR-Code führt Sie direkt zu allen  
Informationen rund um unsere Anlagen.

