

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	92 (2001)
Heft:	2
Artikel:	Das Ausbauprojekt "KWO plus"
Autor:	Ursin, Max
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-855659

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Das Ausbauprojekt «KWO plus»

«KWO plus» erscheint nach heutigem Wissen als ein wirtschaftlich interessantes und naturverträgliches Projekt. Ein Hauptziel des Projektes ist es, die bestehenden Anlagen der Kraftwerke Oberhasli (KWO) vermehrt auf die Stärken der Wasserkraft auszurichten: flexible Produktion zwischen Spitzenergie und Regulierung, vermehrte Umlagerung und Reserve, mehr Leistung und Energie. In einer ersten Projektetappe würden bestehende Bauwerke und Anlagen der KWO saniert und aufgewertet, danach folgt in einer zweiten Etappe eine Erweiterung des Speicher- volumens und zuletzt eine Leistungssteigerung. Durch die Etappierung sollen Investitionsrisiken niedrig gehalten werden: Jede Etappe ist eigenwirtschaftlich, in sich sinnvoll und abgeschlossen, um sich nicht dem Zwang auszusetzen, in eine nächste Etappe investieren zu müssen. Die Investitionsrisiken sind klein zu Beginn und wachsen gegen das Ende.

■ Max Ursin

Wasserkraft und freier Strommarkt

Das Gespenst des freien Marktes geht um in Europa. Bald wird es auch bei der Wasserkraft um Einlass anklopfen und einige Zeit für Unruhe sorgen. Wohl oder übel wird die Wasserkraft mit diesem Gespenst zum gegenseitigen Nutzen zusammenleben müssen; in «symbiotischer Zwietracht». Wasserkraft ist eben kapitalintensiv, nur langfristig rentabel und die Anlagen sind Werke für Generationen. Daher werden Preisdruck und Konkurrenz die Wasserkraft herausfordern. Langfristig aber wird die Wasserkraft in jedem Land, in dem dies möglich ist, die unersättliche Basis der erneuerbaren Energieproduktion sein: Wasserkraftwerke produzieren alles, was eine Elektroversorgung braucht und dies in unerreicht schonendem Umgang mit der Natur.

Der freie Markt bringt radikale Änderungen mit sich. Die KWO, wie jedes andere Kraftwerk auch, wird im freien Markt von der «monopolgeschützten» Produktionsanlage für die Versorgung des Landes mit elektrischer Energie in ausreichender Menge und hoher Versor-

gungssicherheit» zu einem ganz normalen Unternehmen mutieren. Ein Unternehmen mit Produkten, die es am Markt absetzt, ein Unternehmen, das in Konkurrenz zu anderen Energieträgern und Kraftwerken steht. So wird die Wasserkraft das Geld der Investoren nur dann anziehen, wenn die Wasserkraft langfristig eine nachhaltigere Entwicklung und bessere Rentabilität verspricht als andere

Energieträger und andere Energietechniken. Die sichere, naturverträgliche und kostengünstige Versorgung der Schweiz mit elektrischer Energie wird zukünftig im Markt und mit dem Markt erreicht.

Damit Investitionen in die Wasserkraft weiterhin akzeptabel bleiben, müssen Investitionsrisiken möglichst klein gehalten werden. Die ganz grossen Würfe mit den ganz grossen Risiken, die im Monopol noch eingegangen werden konnten, sind im freien Markt, mit der Beteiligung anspruchsvoller Investoren, nicht mehr finanzierbar.

Preisrisiken können durch ein ausgewogenes «Produktemporfolio», das die verschiedensten Energiequalitäten mehrerer Kraftwerke beinhaltet, vermindert werden. Gegen die Langfristigkeit der Wasserkraft-Geldanlage jedoch ist kein Kraut gewachsen. Wasserkraft verlangt nach weitsichtigen und verantwortungsvollen Investoren, wie es die ehemaligen Monopolbetriebe und die daran beteiligten Kantone sind (und hoffentlich bleiben).

Ein Blick über die Grenzen

Erneuerbare Energien, insbesondere die Wasserkraft, sind die Hoffnungsträger jeder Energiepolitik rund um den



Übersicht über das Grimselgebiet im Berner Oberland (Bild R. Bösch).

Adresse des Autors

Max Ursin
Kraftwerke Oberhasli AG
3862 Innertkirchen

1. Sanieren und aufwerten

Energiegewinn (80 GWh/a), Leistungsgewinn (52 MW)

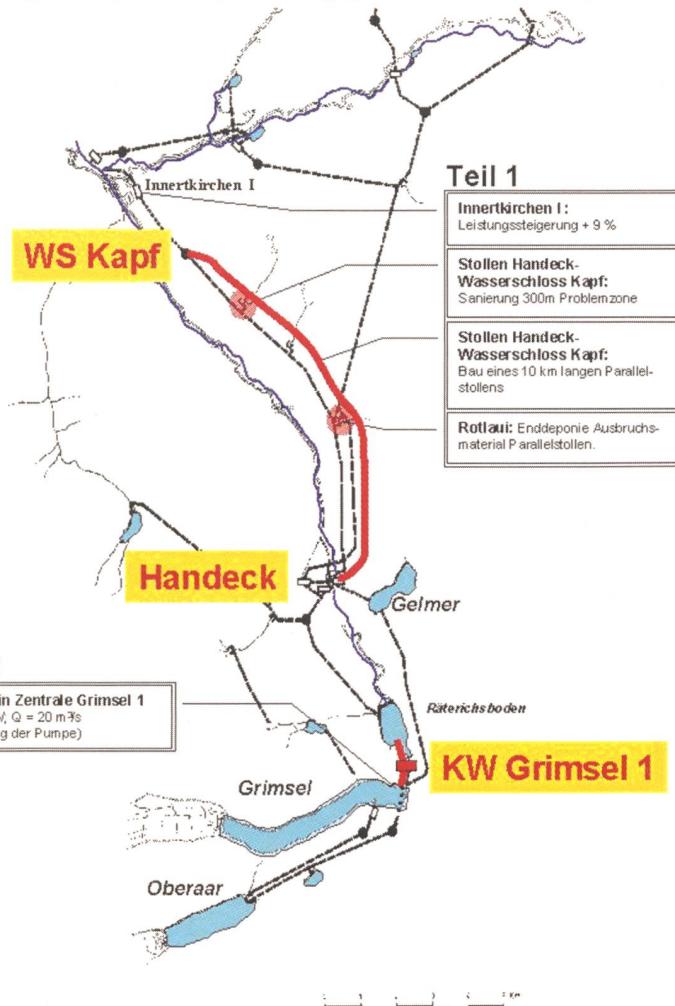


Bild 1 Sanieren und aufwerten.

Globus. Die Europäische Union schreibt in ihrem «EU-Weissbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan Energie für die Zukunft», dass zwischen 1997–2010 die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 14% (1997) auf 22% (2010) wachsen soll. Zitat: «...bei den grossen Wasserkraftwerken ist eine Erweiterung der installierten Kapazität um 10% (8500 MW) bis zum Jahre 2010 wahrscheinlich, wenn man bereits geplante Projekte berücksichtigt und eine umweltgerechte Entwicklung zugrunde legt. Eine zusätzliche installierte Kapazität von 4500 MW bei den kleinen Wasserkraftwerken bis zum Jahre 2010 ist ein realistischer Beitrag, der bei Schaffung günstigerer ordnungspolitischer Rahmenbedingungen erzielt werden kann....», Zitat Ende. In die Wasserkraft wird also zukünftig weiter investiert werden.

Warum bei der KWO noch etwas möglich ist

Das wirtschaftlich und politisch realisierbare Schweizerische Wasserkraftpotenzial ist fast vollständig ausgenutzt. Die Grimsel hat aber immer noch Reserven, die rentabel und ökologisch vertretbar ausgeschöpft werden können. Verschiedene glückliche Umstände machen eine Realisierung weiterer Vorhaben möglich. Günstig sind zunächst die einzigartigen, natürlichen Gegebenheiten: Die grossen Fallhöhen auf kurzer Distanz, die ergiebigen Niederschläge und die engen Geländekammern, in denen man mit verhältnismässig wenig Materialaufwand viel Wasser stauen kann. Die Geologie ist bestens bekannt, der Fels von hervorragender Qualität.

Weiter hat die KWO nach 75 Jahren Entwicklung von einer simplen «zwei-Seen-ein-Kraftwerk»-Anlage zu einer komplizierten, vernetzten Anlage immer noch ein wirtschaftlich interessantes Potenzial auszuschöpfen. Was heute blendend funktioniert, kann weiter optimiert werden: Mit dem gleichen Wasser ist es möglich, mehr Energie und Leistung zu erzeugen. Alte Anlagen, die saniert werden müssen, können mit einem geringeren spezifischen Investitionsbedarf saniert und zugleich aufgewertet werden. Die Umlagerung von Sommerwasser in den Winter kann weiter erhöht werden, denn von den rund 700 Mio. m³ Niederschlägen jährlich sind nur 200 Mio. m³ Wasser speicherbar. Auch zusätzliche Spitzenenergie kann man aus den bestehenden Anlagen herausholen.

Ausserordentlich förderlich für Investitionen während der mageren Jahren zu Beginn der Strommarkt-Öffnung sind schliesslich die niedrigen Produktionskosten der KWO, heute unter 50 Fr./MWh für eine sehr vielfältige Produktpalette.

KWO plus: Schritt für Schritt

Um ans Ziel des Projektes zu gelangen, nämlich die bestehenden Anlagen der KWO vermehrt auf die Stärken der Wasserkraft auszurichten, werden im Projekt KWO plus kleine Schritte gemacht und nicht grosse Sprünge. Jede Projektetappe ist ein in sich abgeschlossenes und schlüssiges Projekt mit überschaubarem Risiko und Kosten. Kein Schritt bedingt zwingend den nächsten, aber jeder Schritt ist notwendig, um aus der KWO eine technisch moderne, insgesamt aufgewertete Produktionsanlage zu machen, die mehr Winterenergie, mehr Leistung erzeugt und die ihre Produktion beliebig flexibel auf die Erfordernisse des Marktes anpassen kann.

Eine Erkenntnis aus der neueren Geschichte der KWO ist sicherlich, dass Projekte wie KWO plus nur im Dialog mit den Umweltorganisationen zielführend realisiert werden können. Gemeinsam soll ein Projekt zustande kommen, mit dem das Unternehmen KWO langfristig, das heisst über mehrere Generationen, leben kann und das für die Umweltverbände akzeptabel erscheint. Die zwei Parteien sind einen Konfliktlösungsdialog eingegangen, ein flüssiges Voranschreiten des Projektes ist so wahrscheinlicher. Grundlage für den Dialog ist die 1995 zwischen VSE und Umweltverbänden ausgehandelte «Absichtserklärung über den Konfliktlösungsdialog bei Was-

serkraftwerken». Die Vorschläge dieser Absichtserklärung werden zum ersten Mal in einem Schweizer Projekt angewandt.

Erste Etappe: Sanieren und aufwerten (Bild 1)

Die KWO muss die Kraftwerke Innertkirchen 1 (erbaut zwischen 1940 und 1942) und Grimsel 1 (erbaut zwischen 1950 und 1952) sanieren und will in dieser Projektetappe die Anlagen zugleich aufwerten.

Der Druckstollen zwischen Handeck und dem Wasserschloss Kapf verursacht Probleme. Der Druckstollen ist Element des Triebwassersystems des Kraftwerks Innertkirchen 1. Er durchläuft auf einem Abschnitt von etwa 300 Metern eine geologisch problematische Zone. Seit der Inbetriebnahme vor rund 60 Jahren sind in dieser Zone immer wieder Schäden aufgetreten (Einbrüche der Panzerung bzw. Auskleidung), die mehrere aufwändige Reparaturen erforderten. Die Probleme konnten damit allerdings nicht gelöst werden, und es drohen erneut Schäden. Als weiteres Problem weist der Stollen einen zu kleinen Querschnitt auf, was erhebliche Energie- und Leistungsverluste im Kraftwerk Innertkirchen 1 zur Folge hat. Deshalb soll ein neuer, paralleler Stollen von Handeck nach Kapf gebaut werden. Durch die Verbindung des bestehenden und des neuen Stollens an den Endpunkten ergibt sich eine starke Vergrösserung des wirksamen Querschnitts. Dies erlaubt einerseits eine definitive Sanierung des bestehenden Stollens auf einfache Weise vorzunehmen, namentlich durch den Einbau einer massiven Betonauskleidung ohne vorherige Erweiterung des Querschnitts. Andererseits kann damit ein grosser Teil der bisherigen Reibungsverluste vermieden und rund 40 GWh/a mehr Energie produziert werden: Eine Mehrproduktion des Kraftwerks Innertkirchen 1 von rund 5% und eine Steigerung der Leistung um 9%. Das Kraftwerk Innertkirchen 1 ist eines der wichtigsten Kraftwerke der KWO, denn rund 40% der Energie der KWO oder 800 GWh/a werden dort erzeugt. Mit dem Neubau des Parallelstollens und der Sanierung des alten Stollens kann Innertkirchen 1 vermehrt preisgesteuert eingesetzt werden.

Das Wasser des Grimselsees wird über zwei Stränge verarbeitet. Das weitaus grössere Volumen fliesst über den Gelmersee ins Kraftwerk Handeck 1, ein kleinerer Teil über das Kraftwerk Grimsel 1 durch den Räterichsbodensee eben-

2. Mehr Winterenergie

Erhöhung des Stauvolumens des Grimselsees: Verbesserung der saisonalen Umlagerung

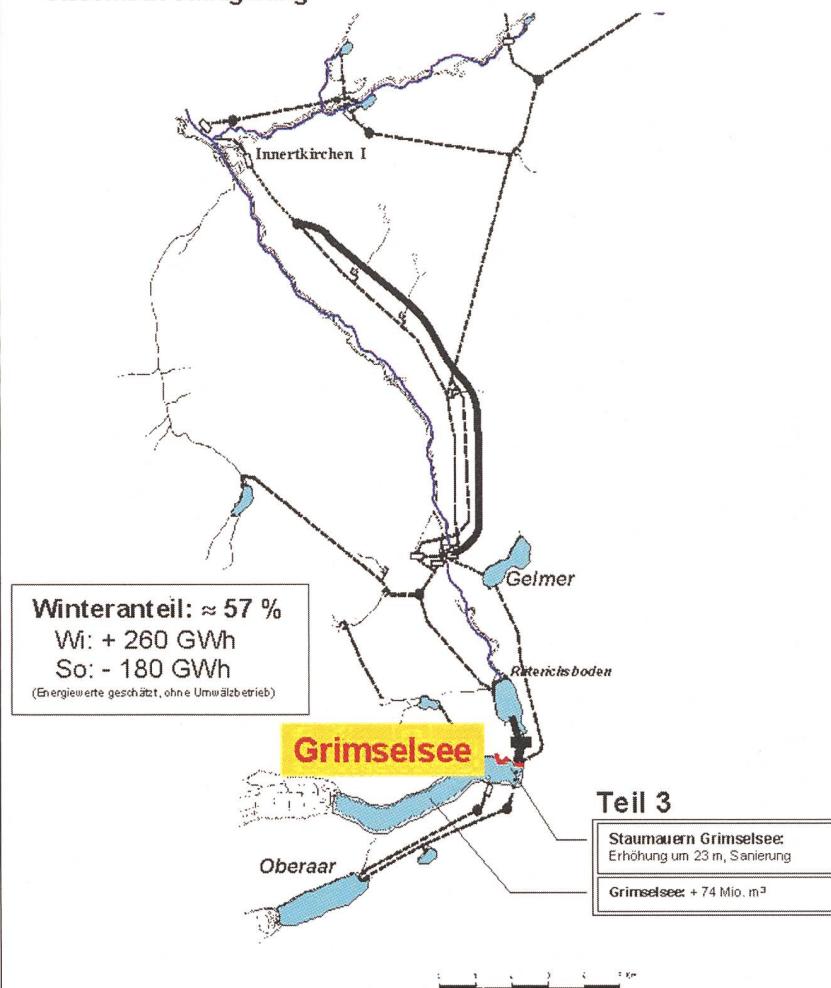


Bild 2 Mehr Winterenergie.

falls hinunter zur Handeck. Der Wasserfluss über den Gelmersee verursacht grosse Energieverluste, denn das Wasser fliesst ungenutzt über eine Fallhöhe von 50 m vom Grimsel- zum Gelmersee. Das Kraftwerk Grimsel 1 ist ein Flaschenhals für den Nachschub des Grimselseewassers in den Räterichsbodensee. Durch den Ausbau der alten Turbine und einer nicht mehr gebrauchten Pumpe (Grimselsee bis Oberaarsee) und dem Umbau des Kraftwerkes Grimsel 1 mit einer neuen Turbine, die 20 m³/s schluckt, wird der Wasserfluss zwischen Grimselsee und Gelmersee verringert und so Energieverluste von 40 GWh/a vermieden.

Die Kosten dieser zwei Vorhaben liegen bei 100 Mio. Franken. Der Einfluss auf die Produktionskosten der KWO ist unbedeutend, daher ist das Investitionsrisiko gering. Die zwei Vorhaben sind notwendig, um die Kraftwerke Innertkir-

chen 1 und Grimsel 1 technisch auf einen modernen Stand zu bringen und Sanierungen sowie Schwachstellen zu beseitigen.

Zweite Etappe: Mehr Winterenergie (Bild 2)

Mit Speicherkraftwerken will man ein wirtschaftlich ertragliches Maximum an Sommerwasser in den Winter verschieben. Die Produktion der KWO ist heute noch sommerlastig: Rund 60% der Energie fallen im Sommer an, bei niedrigem Bedarf, einem generellen Überangebot auf dem Strommarkt und deshalb niedrigen Preisen.

In der zweiten Etappe will die KWO ihre Winterproduktion von 43% auf 54% erhöhen, indem die zwei Staumauern des Grimselsees, Spittellamm und Seeuferrigg, um 23 m erhöht werden.

Das ausserordentlich günstige Verhältnis von verbautem Beton zu gestautem Wasser von 1:160 bringt es mit sich, dass in der engen Geländekammer des Grimselstausees für rund 74 Mio. m³ zusätzliches Stauvolumen nur 0,8 km² Landschaft überflutet werden. In keinem anderen Tal in der Schweiz kann mit so kleinem Einfluss auf Natur und Landschaft ein so grosses zusätzliches Stauvolumen realisiert werden.

Die Kosten dieser Etappe belaufen sich auf rund 170 Mio. Franken für die Erhöhung der Staumauern und etwa 20 Mio. Franken für die Verlegung der Grimselstrasse, die am Südufer des Grimselsees unter das neue Stauziel zu liegen käme. Die Produktionskosten der gesamten KWO erhöhen sich nach dieser Etappe um 5 Fr./MWh. Investiert kann daher nur werden, falls langfristig ein Preisunterschied zwischen Winter- und Sommerenergie besteht.

Dritte Etappe: Mehr Leistung (Bild 3)

Eine grosse Stärke der Wasserkraft liegt in der verfügbaren Leistung im Winter. In der dritten und letzten Etappe des Projektes KWO plus soll die Leistung der heutigen Anlagen (rund 1000 MW) mit zwei neuen Kraftwerken verdoppelt werden.

Das erste neue Kraftwerk wäre Grimsel 3: ein Pumpspeicher-Kraftwerk unter dem Räterichsbodensee. Mit einer mittleren Leistung von rund 370 MW bei einem Durchfluss von etwa 80 m³/s soll dieses Kraftwerk das Wasser zwischen Räterichsbodensee und Oberaarsee bewirtschaften. Die spezifischen Kosten des Kraftwerkes sind günstig, da ein Teil der nötigen Infrastruktur bereits gebaut ist: Der Druckstollen vom Oberaarsee zum Wasserschloss Kessiturm und das Wasserschloss selbst wurden in den 70er-Jahren auf ein geplantes zweites Umwälzwerk unter dem Grimselsee dimensioniert. Das Kraftwerk hätte neben dem bestehenden Umwälzwerk Grimsel 2 gebaut werden sollen. Nun kann dieselbe Infrastruktur für das Kraftwerk Grimsel 3 des Projektes KWO plus gebraucht werden.

Eine weitere Leistungserhöhung würde durch den Bau des Kraftwerks Innertkirchen 3, mit einer mittleren Leistung von 630 MW, realisiert. Dieses Kraftwerk würde die Fallhöhe zwischen Räterichsbodensee und der Aare in Innertkirchen nutzen.

Total würden also bei dieser Etappe 1000 MW Leistung dazugebaut, zu Kos-

3. Mehr Leistung

Vermehrte Produktion von Winter-Spitzenenergie: 1000 MW

zusätzliche Leistung

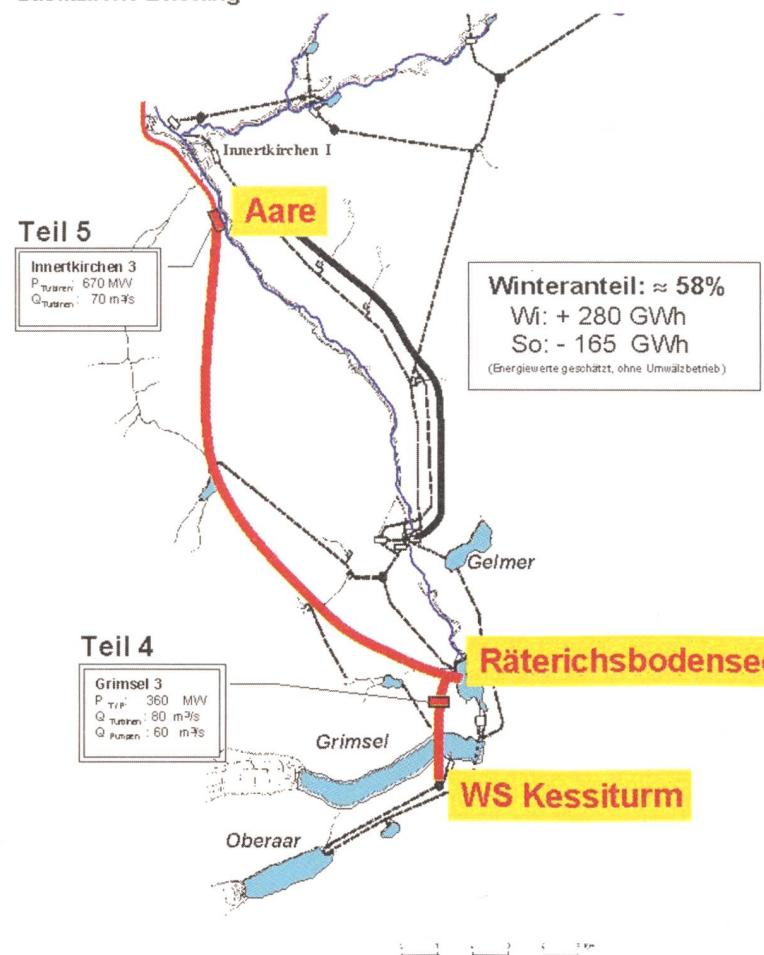


Bild 3 Mehr Leistung.

ten von etwa 900 Mio. Franken. Natürlich muss frei verfügbare Leistung im Winter ein gefragtes Produkt sein, denn nur so rechnet sich eine solche Investition.

Die KWO ist zuversichtlich, dass dieses Projekt in allen seinen Teilen verwirklicht werden kann. Die ökologischen

und technischen Stärken der Wasserkraft werden zunehmend gefragt sein, das Projekt soll im Konsens mit den Umweltorganisationen ausgeführt werden, die Investitionsrisiken erscheinen tragbar, die Realisierung des Projektes ist zeitlich flexibel und den Gegebenheiten des Marktes anpassbar.

Le projet d'aménagement «KWO plus»

Selon le savoir actuel, «KWO plus» apparaît comme un projet économique et intéressant et respectueux de la nature. Un objectif prioritaire consiste à ajuster mieux les installations existantes des Kraftwerke Oberhasli (KWO) sur les atouts de la force hydraulique: production flexible entre énergie de pointe et régulation, transfert accru et réserve, plus de puissance et d'énergie. Dans une première étape, on assainirait et revaloriserait les ouvrages et installations existantes des KWO puis, suivrait dans une deuxième étape un agrandissement du volume d'accumulation et finalement une augmentation de puissance. En procédant par étapes, on veut tenir bas les risques de l'investissement: chaque étape a sa rentabilité propre, est pertinente et clôturée en soi, pour ne pas être contraint à investir dans une prochaine étape. Fiables au début, les risques de l'investissement augmentent vers la fin.