Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 100 (2009)
Heft: 2

Artikel: Wasserkraftnutzung unter veränderten Klimabedingungen
Autor: Hänggi, Pascal / Weingartner, Rolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856352

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: 14.07.2025

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

Wasserkraftnutzung unter veränderten Klimabedingungen

Ein neues Projekt von Swisselectric und BFE

Die im letzten Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) veröffentlichten, breit abgestützten Ergebnisse lassen bis Ende des 21. Jahrhunderts nicht nur eine Zunahme der Lufttemperatur, sondern auch signifikante Veränderungen im Wasserhaushalt erwarten [1]. So sollen in der Schweiz die jährlichen Niederschlagsmengen bis ins Jahr 2050 um etwa 5% abnehmen mit entsprechenden Auswirkungen auf das Abflussgeschehen [2]. Die Folgen klimabedingter Veränderungen für die Wasserkraftnutzung werden in der Schweiz erst in neuerer Zeit diskutiert. Eine gemeinsame Studie des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und des Bundesamts für Energie (BFE) kommt zum Schluss, dass die grössten volkswirtschaftlichen Schäden der Klimaänderung im Bereich des Wintertourismus und der Wasserkraftnutzung zu erwarten sind [3]. Das hier vorgestellte Projekt der Swisselectric Research und des Bundesamts für Energie untersucht die zu erwartenden Auswirkungen auf die Wasserkraftnutzung.

Pascal Hänggi, Rolf Weingartner

Anlässlich einer von ProClim (Forum for Climate and Global Change) und VSE organisierten Tagung zum Thema «Wasserkraft und Klimawandel in der Schweiz – Vision 2030» stellten Fachleute im Jahr 2003 fest, dass die Wasserkraftnutzung von der Klimaänderung höchstens marginal betroffen werde [4].

Aufgrund neuerer Erkenntnisse bezüglich der Ausmasse des Klimawandels und einhergehend mit einer zunehmenden Sensibilisierung von Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit für Klimafragen initiierten Swisselectric und das Netzwerk Wasser im Berggebiet im Frühjahr 2006 ein Projekt, in dem die Zusammenhänge zwischen Klimaänderung und Wasserkraftnutzung umfassend untersucht werden sollen. Das Projekt umfasst eine in der Zwischenzeit bereits abgeschlossene Vorstudie und eine umfassende Hauptstudie.

Was wissen wir? – Ergebnisse der Vorstudie

In der vom Geografischen Institut der Universität Bern im Jahre 2007 durchgeführten Vorstudie wurde mithilfe einer Literaturrecherche und auf der Basis von Gesprächen mit Expertinnen und Experten eine umfassende Übersicht über den Wissensstand im Bereich Klimaänderung und Wasserkraftnutzung in der Schweiz erarbeitet [5].

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erleichtern, wurden die Aussagen der konsultierten Berichte tabellarisch erfasst und einem der drei Elemente Klima, Hydrologie oder Wasserkraft (Bild 1) zugeordnet. Die Kategorie «Klima» umfasst Aussagen zu Veränderungen der hydrologisch relevanten Klimaparameter Niederschlag, Starkniederschlag und Temperatur, «Hydrologie» diejenigen zu den klimabedingten Veränderungen der Abflussmenge sowie zur Häufigkeit von Niedrig- oder Hochwassersituationen, und schliesslich werden in der Kategorie «Wasserkraft» alle Aussagen zu klimabedingten Veränderungen der Stromproduktion (allgemein oder spezifisch für die Wasserkraft) aufgeführt. Da die Stromproduktion bzw. der Kraftwerksbetrieb und der Strommarkt (Angebot und Nachfrage) eng miteinander verbunden sind, wurden auch Aussagen zur Stromnachfrage aufgenommen. In der Zwischenzeit wurde die Vorstudie des Jahres 2007 mit zusätzlichen Aussagen zur Bedeutung und Veränderung der Schnee- und Gletscherschmelze im Abflussgeschehen ergänzt.

Tabelle I (folgende Seite) fasst die wichtigsten Ergebnisse der Vorstudie zusammen. Bei den Niederschlagsmengen erwartet man demnach eine weitere Zunahme der Winterniederschläge, bei den Sommerniederschlägen hingegen eine Abnahme. Insgesamt dürften die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen in der Schweiz abnehmen. Bezüglich Starkniederschlagsereignissen wird sowohl für den Sommer als auch für den Winter eine Zunahme prognostiziert. Alle Quellen gehen von einer weiteren Temperaturzunahme bis 2050 aus. Diese klimatischen Änderungen wirken sich auch auf die Hydrologie aus: Rund vier Fünftel der Berichte rechnen mit einer Abnahme der mittleren Abflussmengen in den Fliessgewässern, ausgelöst durch einen Rückgang der Abflüsse im Sommerhalbjahr. Die Winterabflüsse, welche nach den Aussagen der verschiedenen Studien im Mittel ansteigen werden, vermögen die sommerlichen Verluste nicht zu kompensieren. Im Winter wird zudem mit vermehrten

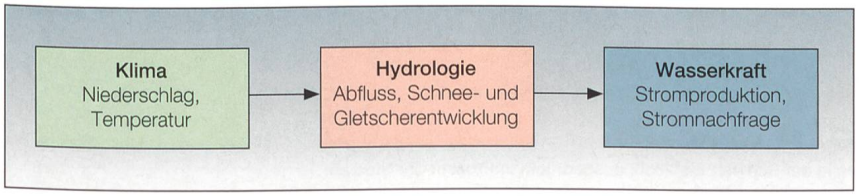


Bild 1 Vereinfachte Darstellung des Systems Klimaänderung und Wasserkraftnutzung.

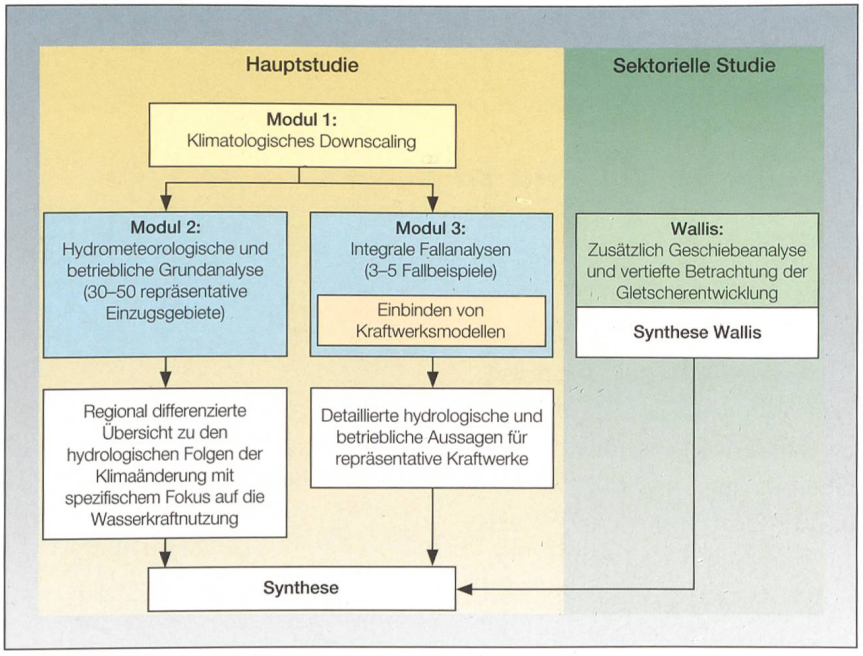


Bild 2 Module der Hauptstudie des Projekts Klimaänderung und Wasserkraftnutzung und Themenschwerpunkte; Zusammenhang zur sektoriellen Studie.

Kontakt

Projektkoordination

Dr. Diana Soldo
Netzwerk Wasser im Berggebiet
c/o WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF)
Flüelastrasse 11, 7260 Davos Dorf
soldo@slf.ch
www.netzwerkwasser.ch

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. Rolf Weingartner
Geografisches Institut
der Universität Bern
Gruppe für Hydrologie
Hallerstrasse 12, 3012 Bern
wein@giub.unibe.ch
www.hydrologie.unibe.ch

Hochwassern gerechnet. Für die Verlagerung der Verteilung der Abflüsse vom Sommer zum Winter und damit die Änderung der Abflussregime ist vor allem der Rückgang der Schneeschmelze ausschlaggebend. Diese hat insgesamt einen grösseren Einfluss auf das Abflussverhalten als die Veränderungen bei der Gletscherschmelze. Als Beispiel sei hier erwähnt, dass in der Schweiz zwischen 40 und 90% des Niederschlags oberhalb 1500 m ü.M. als Schnee fällt und dass im Sommer rund 80% des Abflusses aus dem Alpenraum aus Schneeschmelze besteht [6].

Bei der Stromproduktion aus Wasserkraft ergibt sich aufgrund der Berichte ein uneinheitliches Bild. Unter Berücksichtigung der Klimaänderung gehen je ca. ein Drittel von einer Zunahme, einer Abnahme oder von keinen wesentlichen Veränderungen aus. Als Gründe für eine Abnahme der Stromproduktion werden sowohl klimatische wie gesetzesbedingte Faktoren, insbesondere die Restwasservorschriften, genannt. Bei der Entwicklung der Stromnachfrage gehen viele Berichte von einem weiteren Anstieg aus. Begründet wird dies einerseits mit dem BIP-Wachstum, andererseits aber auch mit den erwarteten höheren Preisen für Öl oder Gas [7]. Die Verteuerung der Primärenergien fördert wiederum den Einsatz energieeffizienter Systeme wie z.B. Wärmepumpen, welche mit Strom betrieben werden. Dies führt dazu, dass auch der Anteil des Stroms am Gesamtenergieverbrauch ansteigen wird.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der Vorstudie, dass Änderungen des Klimas massgebliche Auswirkungen auf die Stromproduktion haben. Dabei ist zwischen direkten Faktoren wie dem Rückgang des für die Stromproduktion zur Verfügung stehenden Wassers und indirekten Faktoren, z.B. durch veränderte Nachfragemuster, zu unterscheiden. Aus räumlicher Sicht sind bei den direkten Faktoren vor allem die mittleren und höheren alpinen Lagen betroffen. Der erwartete jahreszeitliche Ausgleich des Abflussregimes infolge der Abnahme der Schmelzabflüsse könnte zu einer erhöhten Flexibilität bei der Stromproduktion von Laufkraftwerken führen.

Eine ausführliche Zusammenstellung der Ergebnisse findet sich in der zweiten Auflage der Vorstudie, welche auf der Internetseite www.netzwerkwasser.ch frei verfügbar ist.

Was erwartet uns? – Erwartungen an die Hauptstudie

Parallel zur Literaturrecherche wurden in der Vorstudie in Gesprächen mit Vertretern aus der Wasserkraftbranche relevante, aber weitgehend noch ungeklärte Fragestellungen zum Thema «Klimaänderung und Wasserkraftnutzung» identifiziert (Tabelle II).

	Klima									Hydrologie											Wasserkraft								
	Niederschlag (Wert)			Starkregen (Häufigkeit)			Temperatur (Wert)			Mittelwasser (Wert)			Hochwasser (Häufigkeit)			Niedrigwasser (Häufigkeit)			S*)	GL**)	Stromproduktion (allg.)			Stromproduktion (Wasserkraft)			Stromnachfrage		
	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Jahr	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So	Jahr	Wi	So
n	4	5	5	2	3	2	7	7	9	19	21	20	4	7	1	4	1	5	18	14	5	1	1	16	2	2	7	2	2
Zunahme [%]	25	100	–	100	100	100	100	100	100	16	100	10	100	100	–	25	–	100	–	100	100	100	100	38	100	50	100	50	100
Abnahme [%]	75	–	100	–	–	–	–	–	–	79	–	90	–	–	100	50	100	–	100	–	–	–	–	31	–	50	–	50	–
keine Änderung [%]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	25	–	–	–	–	–	–	–	31	–	–	–	–	–

*) S = Anteil Wasser aus Schneespeicher; **) GL = Anteil Wasser aus Gletscherspeicher

Tabelle I Aussagen zu klimabedingten Veränderungen in der Schweiz bis 2050, ausgedrückt in Prozent der Studien.
Lesebeispiel Klima/Niederschlag/Jahr: 25% – also 1 von 4 konsultierten Studien – geben an, dass der Jahresniederschlag bis 2050 zunehmen wird (Stand September 2008).

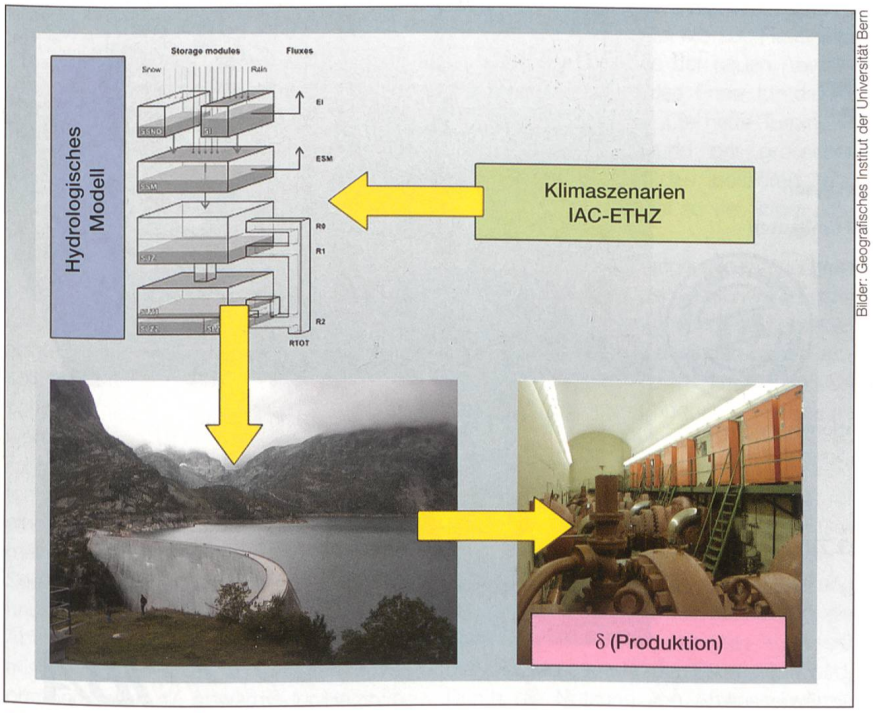
	Klimatologische/ hydrologische Veränderungen	Betriebliche Auswirkungen	Betriebs- und volkswirtschaftliche Auswirkungen	Adaptationsstrategien
1: Abflussmenge/ Abflussmuster	Wie verändern sich Menge und Form des Niederschlags bzw. die Abflussmenge und das Abflussmuster? Wie verändern sich die Abflussmengen infolge Gletscherschmelze? Wie verändert sich die Verdunstung?	Wie verändern sich die fassbare Wassermengen und die Zuflussmuster?	Wie verändert sich die Produktion/ Wirtschaftlichkeit des einzelnen Kraftwerks (bzw. eines gesamten Kraftwerkparks)?	Welche Vorkehrungen können getroffen werden (z.B. bei Investitionsentscheiden oder bei der Bewirtschaftung)?
2: Extremereignisse	Wie verändern sich die Häufigkeiten und Intensitäten von Hochwasserereignissen?	Wie verändert sich die Anlagensicherheit (Dimensionierung für Hochwasser- und Überlastfälle; Sicherheitskoeffizient, benötigter Stauraum)?	Wie verändern sich die Sicherheitskosten/die Wirtschaftlichkeit?	Welche Vorkehrungen können getroffen werden?
	Wie verändern sich Häufigkeiten und Dauer von Niedrigwasserereignissen?	Wie kann während dieser Niedrigwasserereignisse die Nachfrage gedeckt werden?	Welche Preise/Kosten sind mit den Niedrigwasserereignissen verbunden?	Welche Vorkehrungen können getroffen werden?
3: Geschiebe und Schwebstoffe	Wie verändert sich der Geschiebe- und der Schwebstofftrieb?	Wie verändern sich die Verlandung von Becken und Stauseen, der Unterhalt und der Spülbedarf? Wie verändert sich die Abnützung der wasserbenetzten Teile?	Wie verändern sich die Unterhalts- und Betriebskosten? Welche Auswirkungen ergeben sich dadurch für die Wirtschaftlichkeit?	Welche Vorkehrungen können getroffen werden?

Tabelle II **Relevante Fragestellungen zu verschiedenen Aspekten innerhalb des Themenbereichs Klimaänderung und Wasserkraftnutzung.**

Diese Fragestellungen werden nun seit 2008 in einem gemeinsamen Projekt, an dem verschiedene Forschungsinstitute beteiligt sind, bearbeitet. Dabei lassen sich verschiedene, sich ergänzende Themenschwerpunkte erkennen (Bild 2).

In Modul 1 werden die Klimaszenarien für die Perioden 2020–2050 und 2070–2100 in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung aufbereitet. Dazu werden vom Institut für Atmosphäre und Klima an der ETH Zürich (IAC) die Ergebnisse verschiedener grossskaliger Klimamodelle auf ausgewählte Regionen der Schweiz heruntergebrochen (Downscaling). Diese Informationen werden anschliessend in der hydrologischen Modellierung (Module 2 und 3) dazu verwendet, um für repräsentative Einzugsgebiete der Schweiz Aussagen zu möglichen Veränderungen im Abflussverhalten auf Tagesbasis machen zu können. Zusätzlich wird in Modul 2 auch der Zeitraum seit 1900 retrospektiv analysiert. Diese Analyse bildet den Schlüssel zum Verständnis der heutigen Situation und zur Einordnung der zukünftigen Entwicklungen. Das Modul 2, das in der Gruppe für Hydrologie am Geografischen Institut der Universität Bern angesiedelt ist, deckt somit den Zeitraum 1900–2050 ab. Im Rahmen des Moduls 3, das gemeinsam von der Gruppe für Hydrologie und Partnern der Elektrizitätswirtschaft ausgeführt wird, sollen die Auswirkungen der Klimaänderung auf den operationellen Betrieb von Wasserkraftanlagen studiert werden. Dazu ist vorgesehen, das klimatische Downscaling (Modul 1) mit einem räumlich-zeitlich hoch aufgelösten hydrologischen Modell und dieses wiederum mit dem Betriebsmodell eines Wasserkraftwerks bzw. eines Wasserkraftwerkparks zu koppeln (Bild 3). Die Hauptstudie wird von Swisselectric Research und dem BFE finanziert.

Die Hauptstudie wird durch eine im November 2008 begonnene regionale Studie ergänzt. Diese legt den Fokus auf die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung im Kanton Wallis. Hier steht vor allem die Frage der Bedeutung der Gletscherentwicklung für das Abflussverhalten und die Wasserkraftproduktion im Vordergrund. Zusätzlich soll auch die Rolle des (veränderten) Geschiebehaushalts betrachtet werden. Diese Studie steht unter der Leitung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL in Birmens-



Bilder: Geografisches Institut der Universität Bern

Bild 3 **Schematische Übersicht über Modul 3.**

articles spécialisés

dorf. Partner sind das Geografische Institut der Universität Zürich und die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW an der ETH Zürich. Diese sektorielle Studie wird vom Kanton Wallis finanziert.

Der aktuelle Zeitplan für das gesamte Projekt geht von einer 3-jährigen Laufzeit bis Ende 2010 aus. Zu diesem Zeitpunkt sollen die Ergebnisse der einzelnen Studien vorliegen und in einer Gesamtsynthese zusammengefasst werden.

Referenzen

[1] IPCC, 2007. Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger, Bern/Wien/Berlin.

[2] OcCC, 2007. Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft, Bern.

[3] BAFU und BFE, 2007. Auswirkungen der Klimaänderung auf die Schweizer Volkswirtschaft (nationale Einflüsse), Bern.

[4] ProClim (Ed.), 2003. Wasserkraft und Klimawandel in der Schweiz – Vision 2030. Climate Talk – Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Tagung vom Februar 2003, Bern.

[5] P. Hänggi, Ch. Plattner, 2007: Projekt Klimaänderung und Wasserkraftnutzung – Schlussbericht der Vorstudie. Kompetenznetzwerk Wasser im Berggebiet, Davos und Bern.

[6] IAHS, 2008. Newsletter 92, November 2008.

[7] Axpo, 2006. Stromperspektiven 2020, Zürich.

Angaben zu den Autoren

Pascal Hänggi ist dipl. Geograf und dissertiert in der Gruppe für Hydrologie des Geografischen Instituts der Universität Bern. Seine Doktorarbeit ist Teil des Projekts «Klimaänderung und Wasserkraftnutzung.»
pascal.haenggi@giub.unibe.ch

Rolf Weingartner ist ausserordentlicher Professor für Hydrologie am Geografischen Institut der Universität Bern, Leiter des «Hydrologischen Atlasses der Schweiz» sowie zahlreicher Projekte im In- und Ausland. Seine thematischen Schwerpunkte sind Gebirgshydrologie, Hochwassermodellierung und regionale Hydrologie. Für längere Forschungsaufenthalte weilte er in Deutschland und in Neuseeland. Rolf Weingartner ist Präsident der Hydrologischen Kommission der SCNAT, Leiter des wissenschaftlichen Ausschusses der Mountain Research Initiative (MRI) sowie Mitglied des Oeschger Centre for Climate Change Research an der Universität Bern.
wein@giub.unibe.ch

Résumé

Utilisation de la force hydraulique dans de nouvelles conditions climatiques

Un nouveau projet sur mandat de Swisselectric et de l'OFEN cherche des réponses. Les résultats publiés dans le dernier rapport du Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) laissent entrevoir non seulement une augmentation de la température de l'air, mais aussi d'importants changements dans le régime des eaux d'ici à la fin du 21e siècle [1]. En Suisse, les précipitations annuelles devraient diminuer d'environ 5% d'ici à environ 2050 et avoir des répercussions sur le débit des rivières [2]. Les conséquences des changements climatiques pour l'utilisation de l'énergie hydraulique en Suisse ne font l'objet de discussions que depuis peu. Une étude réalisée conjointement par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) aboutit à la conclusion que les dommages économiques les plus importants dus au changement climatique pourront être observés au niveau du tourisme d'hiver et de l'utilisation de l'énergie hydraulique [3]. Le projet exposé ci-après de Swisselectric Research et de l'Office fédéral de l'énergie analyse les répercussions auxquelles il faut s'attendre au niveau de l'utilisation de l'énergie hydraulique.

IBAarau Strom AG

Trafo-Lösungen nach Mass!

Perfekter Trafo-Service ist unsere Visitenkarte!

- Vertretung für Siemens Verteiltransformatoren
- Ersatztransformatoren
- Oel- und Zustandsanalysen
- Instandhaltung und Umbauten
- Notfallorganisation und Notstromgruppen

Pikett-Service 24 h Ganze Schweiz

- Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an unsere Spezialisten.

Rufen Sie uns an!
Telefon 062 835 03 70

IBAarau Strom AG
Servicebetriebe
Binzmattweg 2
5035 Unterentfelden
Fax 062 835 03 80

www.ibaarau.ch
servicebetriebe@ibaarau.ch

IBA
IHR BESTER ANSCHLUSS!