

Postulat: Umweltfreundlicher Strom für unsere Heimat

Gestützt auf Artikel 44 der Geschäftsordnung des Landtages vom 19. Dezember 2012, Landesgesetzblatt 2013 Nr. 9, reichen die unterzeichneten Abgeordneten folgendes Postulat ein und stellen den Antrag, der Landtag wolle beschliessen:

Die Regierung wird eingeladen, die rechtlichen Voraussetzungen für die Erstellung eines Ausleitkraftwerkes, für welches Wasser vom Rhein in den Binnenkanal geleitet wird und beim Kanalauslauf zusammen mit dem Wasser des Binnenkanals wieder dem Rhein zurückgeführt wird, zu prüfen. Im Weiteren soll die Beantwortung eine grobe Abschätzung zu einer möglichen Kraftwerksleistung, Baukosten, grundsätzliche Angaben zur Topographie, Hydrologie und Auswirkungen auf das Grundwasser und mehr enthalten.

Begründung

Liechtenstein verfügt über eine schlechte Eigenversorgung mit elektrischem Strom und ist deshalb auf andere Staaten angewiesen, die Strom exportieren. Obwohl unsere Nachbarländer eine wesentlich höhere Eigenversorgung als Liechtenstein besitzen, wird dort die Nutzung der Wasserkraft kontinuierlich vorangetrieben und ausgebaut. Wasserkraft ist gegenüber Sonne und Wind bezüglich der Verfügbarkeit wesentlich konstanter. Eine Minimalmenge ist Tag und Nacht unabhängig der Witterung verfügbar.

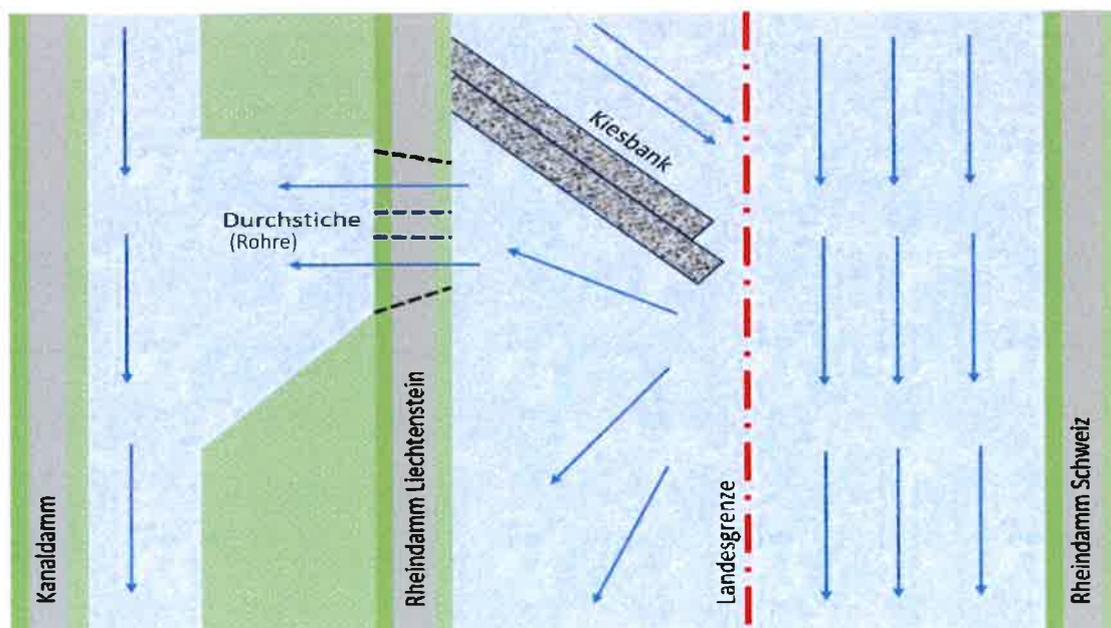
Bei einem Ausleitkraftwerk wird Wasser aus einem Fluss entnommen und nach der Nutzung flussabwärts wieder zurückgegeben. Bei dem vorgeschlagenen Projekt würde südlich der Rheinbrücke bei Bendern aus dem Rhein, mit einer Seitenentnahme, Wasser in den Binnenkanal geleitet. Das entnommene Wasser aus dem Rhein fliesst danach zusammen mit dem Wasser des Binnenkanals, im bestehenden Kanal-Bauwerk, ursprünglich angelegt für den Hochwasserschutz, Richtung Kanalauslauf in Ruggell. Beim Kanalauslauf wird das Wasser durch einen Damm quer zur Fließrichtung, in welchem die Turbinen mit Generatoren eingebaut sind, gestaut. Dadurch entsteht genügend Gefälle für ein Flusskraftwerk mit Niederdruckturbinen (Kaplan), welche das Wasser in den tieferliegenden Rhein zurückgeben. Damit kann Strom für Liechtenstein produziert werden. So wie das Kraftwerk Illspitz, ca. 4 km unterhalb Ruggell, das für die Feldkircher Einwohner Strom bereitstellt. Durch eine Ausleitung in den Kanal wird das Rheinbecken nicht verändert. Der Geschiebetransport, Schwemmholz und die Bewältigung von Hochwasser übernimmt der Rhein wie bisher auch zukünftig. Die Biodiversität am Rheindamm bleibt völlig unberührt. Sämtliche Kraftwerksteile liegen auf liechtensteinischem Hoheitsgebiet. Dadurch kann mit unseren kurzen Wegen in Liechtenstein rasch gehandelt und mit der Planung und Umsetzung speditiv begonnen werden.

Nicht nur für Privathaushalte, auch um den Wirtschaftsstandort Liechtenstein zu erhalten, ist eine verlässliche Energieversorgung mit kalkulierbaren und stabilen Preisen unabdingbar. Da ganz Europa von den fossilen Brennstoffen abkommen will und diese Energiequellen durch Elektrizität ersetzt werden sollen, kann Strom zeitweise zur Mangelware werden. Mit eigenen Kraftwerken wird der Strom nicht unbedingt billiger. Entscheidend ist eine gesicherte Versorgung des Landes mit kalkulierbaren Preisen. Die Abhängigkeit von politischen Entscheidungen im Ausland, die wir nicht beeinflussen können, führten vor kurzem zu völlig verzerrten Strompreisen. Dagegen kann und muss mit eigenen umwelt- und klimafreundlichen stromproduzierenden Projekten vorgegangen werden. Es geht um die Zukunft unserer Heimat und der nachkommenden Generation, die eine sichere Landesversorgung verdient.

Nachdem die Schweiz von einem gemeinsamen Rheinkraftwerk wegen der geschützten Innenseite des Rheindammes auf der schweizerischen Seite Abstand genommen hat, muss Liechtenstein eine andere (eigene) Lösung suchen. Die Grenze verläuft in der Mitte des Rheines. Deshalb steht Liechtenstein auch ein anteilmässiges Recht der Wassernutzung zu. Sofern so etwas wie ein Wasserrecht nicht besteht, ist es die Aufgabe der Regierung, mit der Schweiz Vorverhandlungen zu führen und das Ergebnis in der Postulatsbeantwortung aufzuzeigen. Ein Ausleitkraftwerk auf liechtensteinischem Boden berührt das schweizerische Hoheitsgebiet nicht. Die minimale Restwassermenge im Rhein ist in Absprache mit der Schweiz zu definieren. Ein Ausleitkraftwerk auf liechtensteinischem Grund und Boden dürfte auch für die Schweiz von Vorteil sein, da durch den Stromverbund ihre Produktion weniger belastet wird. Die finanziellen Mittel für eine Realisierung sind vorhanden. Die grossen Bauarbeiten, den Dammbau, welches der grösste Kostenfaktor wäre, hat unsere Vorgängergeneration finanziert.

Die folgenden Ausführungen sollen lediglich ein Bild vermitteln, wie ein Ausleitkraftwerk in die bestehende Infrastruktur integriert werden könnte. Alle Angaben sind grobe Schätzungen und unverbindlich. Genauer soll die Beantwortung des Postulates unter Einbezug von Fachleuten aufzeigen. Wichtige Fragen sind die maximale Abflusskapazität, Standfestigkeit der Dämme, die Dichtheit des Kanals, Restwasser im Rhein, Wasserrecht, Grundwasserqualität und Grundwasserspiegel, Fischpassierbarkeit, Verschlammung, Faulschlamm auf dem Grund, Grundwasseraustausch, die Produktionsleistung, die Baukosten, die Wirtschaftlichkeit und weitere Auswirkungen

Die Ausleitung



An die Ausleitung werden spezifische Anforderungen bezüglich der Funktionen gestellt:

Der Geschiebetransport darf sich nicht in den Kanal verlagern. Ein aufgeschütteter und genügend hoher Kiesbank im Rhein, beginnend oberhalb der Ausleitung, an der Wuhrrasse, schräg flussabwärts gegen die Mitte des Rheins, bis unterhalb der Ausleitung verlaufend, könnte das Geschiebe von der Ausleitung abhalten. In die Ausleitung würde das ruhigere "Hinterwasser" unterhalb des Kiesbanks fließen.



Die bestehende Situation am Ort, wo ausgeleitet würde, praktisch identisch mit der Skizze auf der vorigen Seite. Auf dieser Kiesbank konnte schon vor 25 Jahren der Sonntagnachmittag mit Lesen verbracht werden. Er verändert sich nur wenig. Wenn er sich verändern sollte, ist dies mit den heutigen grossen Baggern rasch korrigiert. Es braucht kein Beton, man kann mit dem Material vor Ort arbeiten. Vermutlich müsste diese Kiesbank etwas höher aufgeschüttet werden.

Keine Gefahr bei Hochwasser. Der Damm bleibt in seiner bewährten Konstruktion erhalten. Sollten die Eingänge der Durchstiche durch ein extremes Hochwasser verschüttet werden, können unsere Baufirmen von der Wührstrasse aus diese wieder problemlos freibaggern.

Die Fischwanderung darf nicht durch Wehre behindert werden. Der Pegel im Rhein und der Pegel im Kanal, im Bereich der Ausleitung, soll in Zeiten mit geringeren Abflussmengen in etwa auf gleicher Höhe liegen. Die Breiten und Höhen der Ausleitungen sind so zu dimensionieren, dass keine übergrossen Fliessgeschwindigkeiten entstehen, damit auch schwimmschwache Fische zwischen Kanal und Rhein wechseln können. Die Fischwanderung müsste in Bendorf stattfinden. Ein Fischabstieg neben dem Kraftwerk bedarf einer Abklärung.

Die Abflusskapazität des Kanals darf auch bei extremem Hochwasser nicht überschritten werden. Für die Ausleitung könnten in den Rheindamm kurze Rohrstücke eingebaut werden, bei denen mit einem Schieber von oben nach unten die Menge bei Hochwasser reguliert werden kann. Somit können die Fische unterhalb des Schiebers durchschwimmen. Grundsätzlich soll die Abflusskapazität des Kanals, sofern der Rhein genügend Wasser führt, jedoch möglichst voll ausgenutzt werden.

Der Naherholungsraum Rhein bleibt erhalten, so wie er heute ist. Auch die Biodiversität der Uferböschung wird nicht im Geringsten gestört.

Die Topographie

Die Topographie beschreibt das Gelände. Hierfür genügen in einer ersten Phase und für eine überschlagsmässige Aussage die Daten aus dem Geodatenportal. Nachfolgende Höhen stammen aus dem Geodatenportal.

Die Kiesbank im Rhein bei der Rheinbrücke Bendorf liegt auf einer Höhe von 438.4 Meter.

Die Kiesbank im Rhein in der Nähe beim Kanalauslauf liegt auf einer Höhe von 428.4 Meter.

Die Höhendifferenz beträgt somit 10 Meter.

Die Krone des Kanaldammes beim Kanalauslauf liegt auf der Höhe 437.7 Meter. Die Höhendifferenz zur nahegelegenen Kiesbank im Rhein beträgt 9.3 Meter. Die Au im Bereich des Kanalauslaufes würde bei einem randvollgefüllten Kanal ca. 6 Meter unter Wasser liegen.

Die Kapazität der maximalen Abflussmenge im Binnenkanal ergibt sich aus dem Gefälle und dem minimal vorhandenen und nutzbaren Querschnitt zwischen dem Kanal- und Rheindamm. Bei den Industriegebäuden in Bendorf, die zwischen Kanal und Rhein stehen, liegt die Strasse dem Kanal entlang auf einer Höhe von 439 Meter. Beim Kanalauslauf, die Dammkrone, wie erwähnt bei 437.7 Meter. Das ergibt auf die ganze Länge (ca. 6.5 km) ein Gefälle von nur ca. 1.3 Meter. Zudem ist der Querschnitt bei den erwähnten Industriegebäuden in Bendorf relativ klein, ca. 20 Meter breit und 3.5 Meter tief. Vermutlich bestimmt dieser Engpass die maximale Kraftwerksleistung, wenn keine baulichen Massnahmen getroffen werden

Grobe Abschätzung der Abflussmenge im Kanal: Der Rhein zwischen Basel und Rheinmündung ins Meer hat ein Gefälle von 25cm/km. Wenn von der Einleitung in den Kanal bis zur Staudammoberkante beim Kanalauslauf ein Gefälle von 1.65 Meter eingerichtet wird, beträgt das Gefälle ebenfalls 25cm/km. Damit ist es vergleichbar mit dem Gefälle des Rhein ab Basel.

Zwischen Basel und Rheinmündung hat der Rhein eine durchschnittliche Fliessgeschwindigkeit von 1.6 m/sec. Der Kanal ist kleiner wie der Rhein, als grobe Schätzung wird eine Fliessgeschwindigkeit mit 0.82m/sec angenommen.

Die Kanal-Querschnittfläche im Bereich ARA Bendorf beträgt ca. 20m x 3.5m ist 70m². Die Durchflussmenge bei einer Querschnittfläche von 70m² x Fliessgeschwindigkeit 0.82m/sec ergibt einen Abfluss von ca. 57m³/sec.

Die Abflussgeschwindigkeit sollte, um Ablagerungen zu vermeiden und das Wasser mit Sauerstoff anzureichern, möglichst hoch sein. Andererseits ist für eine hohe Abflussgeschwindigkeit mehr Gefälle notwendig. Mehr Gefälle bedeutet einen tieferen Pegel des Oberwassers beim Kraftwerk. Dadurch wird die Fallhöhe zwischen Ober- und Unterwasser kleiner und entsprechend reduziert sich die Kraftwerksleistung. Geringe Wassertiefe und dafür mehr Breite verringert die Fliessgeschwindigkeit, grosse Wassertiefe erhöht diese.

Die Regelleistung (Energie um unvorhergesehene Leistungsschwankungen im Stromnetz auszugleichen) ist die kostbarste Energie. Für Regelleistung sollte die Wasseroberfläche im Kanal möglichst gross sein. Hohe Leistung kombiniert mit Ökologie erfordert einen Kompromiss.

Wie die einzelnen Faktoren, Kanal-Querschnitt, Gefälle und Fliessgeschwindigkeit, mögliche Regelleistung usw., zur Erfüllung aller Ansprüche gegenseitig in etwa abgestimmt sein müssten, sollte aus der Antwort des Postulates hervorgehen

Hydrologie

Hydrologie umfasst alle abflussrelevanten Daten. Sie beinhaltet die Form der sogenannten Dauerkurve, die auf der Basis von Tageswerten des Abflusses (über mehrere Jahre) erstellt wird, aber auch Einzelwerte wie maximaler (Hochwasser-) Abfluss oder minimaler Abfluss. Der minimale Abfluss ist relevant im Hinblick auf die auszuscheidende Restwassermenge im Rhein, aber auch zur Dimensionierung der Turbine. Aufgrund dieser Daten kann die minimale, die maximale und die durchschnittliche Jahresproduktion errechnet werden.

Messreihen für Abflussdaten sind in ausreichendem Masse für den Binnenkanal und den Rhein vorhanden. Beim Rhein wird seit vielen Jahren im 5 Minuten-Takt die Abflussmenge gemessen und registriert. Aus diesen Daten kann die Menge des ausleitbaren Wassers für verschiedene Jahreszeiten errechnet werden. Daraus ergibt sich die Produktionskapazität.

Der Rhein ist ein Wildbach. Von 20 m³/sec bis über 3000 m³/sec Abflussmenge ist alles möglich. Im Jahresdurchschnitt fließen 150 m³/sec ab. Ein Kraftwerk, das im Rhein steht, muss mit diesen gewaltigen Unterschieden des Abflusses fertig werden. Dazu kommt noch Geschiebe und Treibgut bei Hochwasser. Ganz anders ist dies bei einem Ausleitkraftwerk. Es wird seitlich am Rhein nur so viel Wasser entnommen, wie das Kraftwerk bestmöglich verarbeiten kann. Dadurch kann der Kraftwerksbau optimal ausgelegt werden und fällt sowohl in der Grösse als auch mit den Kosten bescheidener aus.

Im Rhein fliesst eine jahreszeitlich typische Menge an Wasser ab, in der Fachsprache „Regime“ genannt. Beim Rhein spielt der vorläufige Rückhalt des Niederschlags in Form von Schnee oder Eis eine wichtige Rolle für die Abflussbildung. So führt die Schneeschmelze im Frühjahr meist zu grösseren Abflussmengen. Durch eine ungünstige Wetterlage mit viel Niederschlag im Einzugsgebiet kann aber auch ausserhalb des normalen Rhythmus ein abnormales Hochwasser entstehen, das der Rhein auf der Länge Liechtensteins aber problemlos verarbeiten kann.

Für das angesprochene Ausleitkraftwerk sind abnormal hohe Abflussmengen im Rhein von untergeordneter Bedeutung. Die Menge des Ausleitwassers für den Kanal ist begrenzt. Sollte trotzdem, auch durch eine hohe Wasserführung des Binnenkanals, mehr Wasser anfallen wie die Turbinen verarbeiten können, muss eine Schleuse im Rheindamm in der Nähe des Kraftwerkes das Wasser in den Rhein fließen lassen. Das ist aber ein Ausnahmezustand, der eigentlich nicht eintreten sollte, aber ein solches Szenario muss bewältigbar sein.

Bauarbeiten, wesentliche Teilobjekte:

- Die Ausleitung vom Rhein in den Kanal.
- Eventuell eine Querschnittsvergrößerung im Bereich bei der ARA in Bendern.
- Die Krone des Rheindammes beim Kanalauslauf müsste auf einer Länge von ca. 300 Meter zwischen Null und drei Metern aufgeschüttet werden.
- Vermutlich fallen weitere kleinere Arbeiten am Dammbauwerk an.
- Die grossen Arbeiten, die Dämme sind vorhanden, es entsteht keine Grossbaustelle.

Das wohl grösste Bauwerk in Liechtenstein, das unsere Vorfahren in mühsamer Handarbeit gebaut haben, ist nicht nur kompromisslos für den Hochwasserschutz, sondern auch für ein Ausleitkraftwerk geeignet und darüber hinaus ein Raum für die Naherholung und Biodiversität. Die grossen Bauarbeiten, die heute vermutlich kaum mehr umsetzbar wären, sind gemacht.

Kraftwerksleistung

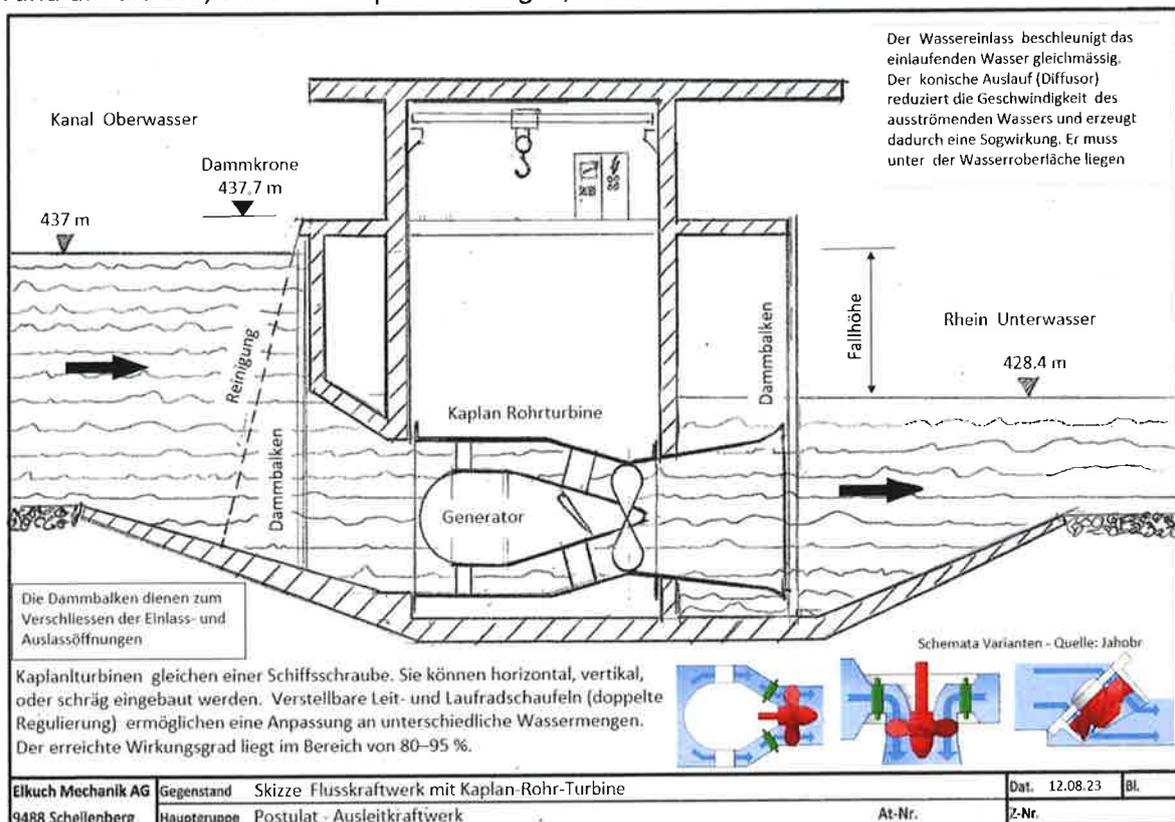
Die Leistung, die den Strombezügern in Liechtenstein zur Verfügung steht, ergibt sich aus der Abflussmenge und dem Höhenunterschied (Fallhöhe) zwischen dem Ober- und Unterwasser beim Kraftwerk selbst. Bei einer nutzbaren Höhe von 6 Meter ergibt dies mit 57m³/sec eine theoretische Leistung von 3000 kW (4080 PS). (Illspitzkraftwerk, Fallhöhe von 5 – 8 m)

-Unter dieser Annahme (Gemässe Tabelle Seite 11) würde pro Jahr ca. 20 Mio. kWh Strom produziert. Vielleicht ist sogar eine erheblich höhere Produktion erreichbar.

-Bei 4500 KWh pro Haushalt und Jahr würden 4400 Haushalte mit Strom versorgt.

- Genauere Daten zu Kraftwerksleistung soll die Antwort des Postulates aufzeigen.

-Im Vergleich mit Fotovoltaik, die nur tagsüber Strom produziert, versorgt ein Ausleitkraftwerk rund um die Uhr, ohne teure Speichereinrichtungen, die Stromkonsumenten mit Strom.



Kaplanturbinen können horizontal, senkrecht oder geneigt eingebaut werden. Der beste Wirkungsgrad soll eine horizontale Ausrichtung mit direkt gekoppeltem Generator erreichen, mit einer sogenannten Röhrturbine.

Die Reinigungsanlage (Feinrechen) sollte mit kleinen Durchlässen versehen sein, damit Fische nicht durchschwimmen. Der Anströmwinkel und die Anströmgeschwindigkeit sind auf den Fischbestand (Arten) anzupassen.

Ein grosszügiger Ein- und Auslauf für das Wasser verhindert Turbulenzen und Kavitation und erhöht den Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad sollte im Volllastbetrieb gegen 95% und im Teillastbetrieb nicht wesentlich darunter sein. (Der Generator der Firma Elin im Saminawerk hat einen Wirkungsgrad bis zu 98.5%)

Ein Grobkonzept der Kraftwerksanlage, die Art der Turbinenanordnung und deren Anzahl mit Leistungsdaten sollte aus der Antwort des Postulates hervorgehen.

Vergleich mit Fotovoltaik

Sonnenstunden gemessen in Vaduz - Durchschnitt Zeitraum 1981–2010

https://www.meteoswiss.admin.ch/dam/jcr:347337f5-ef73-436e-a188-9379e0eb774/Zahlen_und_Fakten_zum_Klima_in_Liechtenstein.pdf

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
70	91	124	144	166	170	194	177	145	116	68	52	1516

Stunden pro Jahr 8760 – Sonnenstunden 1516 – keine Sonne an 7244 Stunden

1,67 Sonnenstunden pro Tag im Dezember. Die Fotovoltaik braucht Langzeit-Speicher, um die Sommerproduktion im Winter zu nutzen. Derzeit sind zwei Speichersysteme bekannt, Speicherkraftwerk und Power-to-Gas. Ein Speicherkraftwerk braucht zwei grosse Speicherseen, einer auf dem Berg und einer im Tal, Power-to-Gas braucht Gasspeicher.

Am 13. Dez. 2022 importierte die LKW 1'314'580 kWh Fremdenergie. Um diesen importierten Strom zu produzieren wäre ein Generator mit über 54'770 kW Leistung notwendig. Der Stausee im Steg (130'000m³) wäre nach kurzer Zeit leer. Am 15.02.22 um 11:45h wären sogar 64'240 kW (87'366 PS) Generatorleistung notwendig gewesen, um den importierten Strom zu erzeugen. Die derzeitige Energieversorgung in Liechtenstein erfolgt mit über 50% durch Verbrennungsprozesse.

Für die Versorgung von Liechtenstein mit Fotovoltaik-Strom allein wären gewaltige Speicherseen notwendig, mit entsprechendem Eingriff in die Natur. Zurück kämen etwa 25% weniger Strom als für die Füllung des Speichersees gebraucht wird. Solche grosse saisonale Speicherseen sind ökonomisch nicht bezahlbar. Die derzeitige Eigenversorgung mit Energie liegt bei nur 12.7%.

Mit Power-to-Gas ist der Eingriff in die Natur geringer als mit Speicherkraftwerken, dafür sind die Umwandlungsverluste viel höher. Bei der Umwandlung von Strom in Gas und wieder zurück zu Strom gehen mit derzeitigen Standards mindestens 2/3 der eingesetzten Energie verloren.

Fotovoltaik-Strom ist, wenn man damit eine durchgehende und sichere Versorgung haben möchte, eine teure Energie, weil eine Speicherung hohen Anlagekosten verursacht und zudem hohe Verluste für die Um- und Rückwandlung bei einer Speicherung dazukommen.

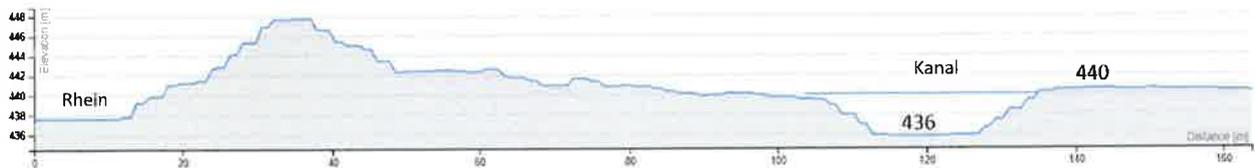
Dagegen produziert ein Ausleitkraftwerk 24 Stunden am Tag Strom. In beschränktem Umfang kann die Leistung erhöht oder gedrosselt werden, um beispielsweise Spitzen im Strombedarf auszugleichen (Regelenergie). Ein Ausleitkraftwerk kann jedoch Energie nicht wie Hochdruck-Kraftwerke mit Stauseen speichern.

Die Fotovoltaik-Module, die Wechselrichter und weiteres Zubehör können hierzulande nicht hergestellt werden. Die meisten Fotovoltaik-Module werden in China produziert. Das heimische Gewerbe geht praktisch leer aus, derweil China mit Geld aus Liechtenstein Gewinne einfährt.

Die Bauarbeiten bei einem Ausleitkraftwerk kann das heimische Baugewerbe erbringen, das Geld bleibt im Land. Wasserkraftwerke werden uralte, das Lawena-Kraftwerk wurde 1927 gebaut und produziert immer noch Strom. Das 2014 erbaute Kraftwerk Illspitz nördlich von Ruggell kostete 35 Mio. Euro und erzeugt pro Jahr 28.5 Mio. kWh Strom für 7600 Feldkircher Haushalt.

Obige Ausführungen sollen nicht den Nutzen von Fotovoltaik schmälern. **Jedes kW Strom, das Private auf ihrem Hausdach produzieren, muss nicht importiert werden und macht unser Land unabhängiger.** Effizienter wie im Tal ist Fotovoltaik in hochalpinen Lagen. Allein im Winterhalbjahr produzieren Fotovoltaikanlagen in den Bergen etwa gleich viel wie die Anlagen im Tal das ganze Jahr. <https://www.llv.li/de/medienmitteilungen/studie-zu-solarenergie-im-berggebiet>

Querschnitte Rheindamm – Au – Binnenkanal (Geodatenportal Liechtenstein)



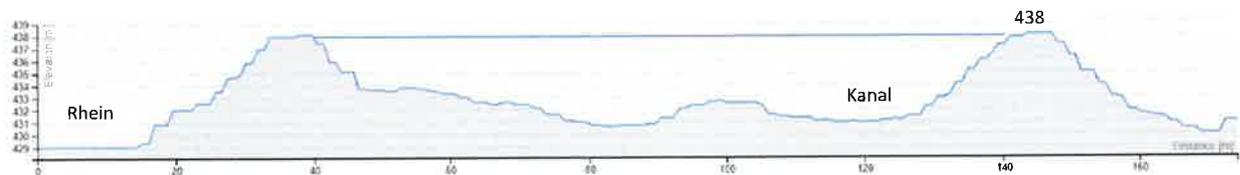
Bondern ARA



Beim Gampriner Seele



Bei Ruggell: Unterhalb der Rheinbücke befindet sich zwischen Rhein und Kanal ein Lagerplatz für Baustoffe. Dieser Platz könnte aufgeschüttet werden, so dass er weiterhin benutzbar bleibt. Oder, eventuell ist ein zweiter Damm sinnvoll, um die Abflussgeschwindigkeit zu erhöhen, um einer Verschlammung entgegen zu wirken und den Sauerstoffeintrag zu verbessern.



Kanalauslauf (Breite der Wasseroberfläche ca. 100m, Maximale Wassertiefe ca. 8 Meter) In diesem Teil der Ausweitung könnten auch Inseln für Sträucher oder Bäume aufgeschüttet werden, für Biodiversität, für Tiere die am Wasser leben, von der Zivilisation abgeschirmt.

Binnenkanal Abfluss Jahresmittel

Höchstes	6.5 m ³ /s	1999
Tiefstes	3.9 m ³ /s	1976
Mittelwert	4.8 m ³ /s	Gesamte Periode 1975 bis 2019

Abfluss am 6.8.2000 58 m³/s

<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/seen-und-fluesse/stationen-und-daten/2410>

Im Binnenkanal ist die Abflussmenge gegenüber dem Rhein sehr viel konstanter.

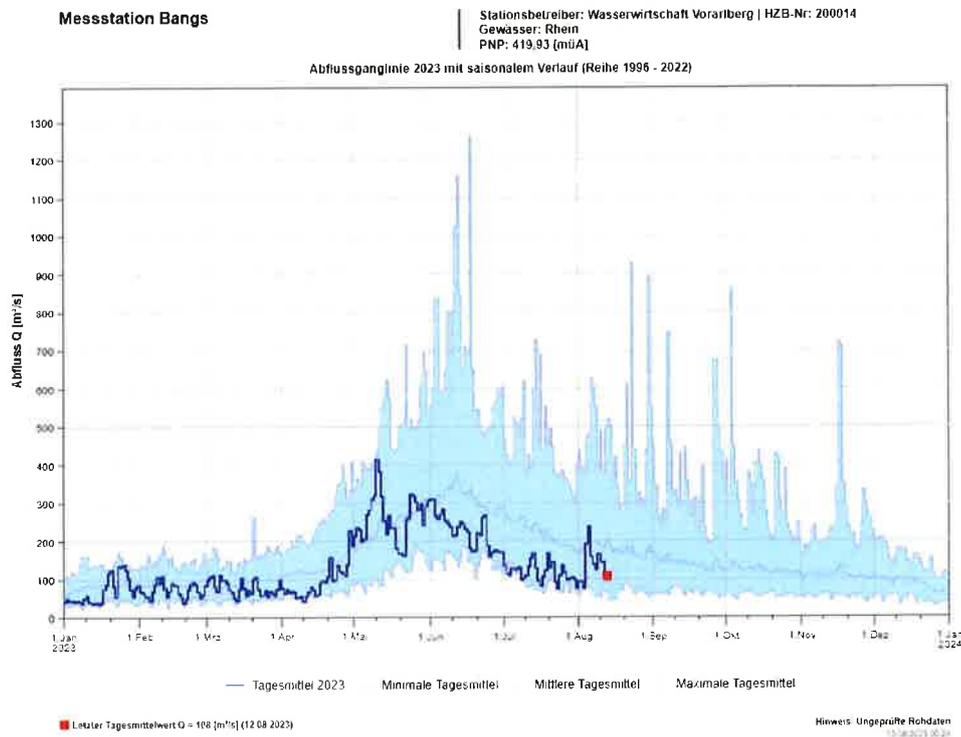
Der Binnenkanal ist ein zwischen 1931 und 1943 zur Entwässerung des liechtensteinischen Talraums errichtetes, künstliches Gewässer mit einer Länge von 24,67 km in Süd-Nord-Richtung. Das Einzugsgebiet beträgt 117 km²; zudem wird über das Saminawerk Wasser aus dem Saminatal zugeleitet (ca. 1,5 m³/s). [Binnenkanal – Historisches Lexikon \(historisches-lexikon.li\)](http://historisches-lexikon.li)

Rhein - Abfluss

Niedrigster beobachteter Abfluss: 20,77 m³/s am 13.02.2006
Mittlerer Abfluss: 150,9 m³/s
Höchster beobachteter Abfluss: 1839 m³/s am 17.06.2016

https://vowis.vorarlberg.at/stationsInfo/Abfluss/ofwStation.aspx?hzbnr=200014&LW_Zeitabfluss=0&LW_Wassers_tand=0&Abfluss=0&Webgrafik=Bangs&Status=yes

Der Rhein ist ein Wildbach mit stark unterschiedlichen Abflussmengen. Ein Kraftwerk im Rhein muss diese stark unterschiedlichen Abflussmengen samt Geschiebe und Treibgut verarbeiten können. Bei einem Ausleitkraftwerk hingegen ist die zugeführte Wassermenge reguliert, und ein Hochwasser im Rhein stellt kein Risiko dar. Der Rhein bleibt unverändert und kann seine Aufgabe als Hochwasserschutz uneingeschränkt wahrnehmen.



https://vowis.vorarlberg.at/stationsinfo/Abfluss/ShowImage.aspx?hzbnr=200014&title=Abflussganglinie&type=q1_jahr

Im Rhein fließt eine jahreszeitlich typische Menge an Wasser ab. Niedrigwasserpegel sind hauptsächlich im Winterhalbjahr zu erwarten. Vor allem für diesen Zeitraum ist die Abklärung der Restwassermenge im Rhein von Bedeutung. Unterhalb der Ausleitung müsste ein Messtelle eingebaut werden, welche die mit der Schweiz vereinbarte Restwassermenge durchgehend überwacht. Die Regelung der Mindest-Restwassermenge im Rhein und die Begrenzung der maximalen Abflusskapazität im Kanal müsste an der Ausleitstelle bei Bendern geregelt werden, indem beispielsweise die Rohre für die Ausleitung im Rheindamm mehr oder weniger geöffnet werden.

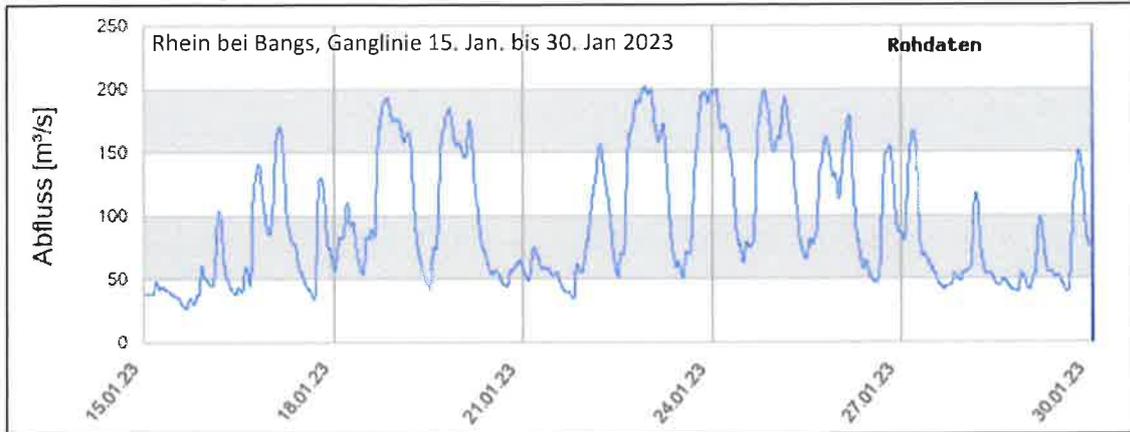
Der Pegel im Kanal müsste konstant +/- auf gleicher Höhe gehalten werden. Diese Regelung müsste die Steuerung der Turbine übernehmen. Bei wenig ausgeleitetem Wasser wird die Leistung reduziert, die Turbinen werden mit weniger Wasser durchströmt. Im Rhein kann innerhalb einer Stunde die Abflussmenge stark schwanken. Eine rasch wirkende Regelung für das auszuleitende Wasser in Zeiten mit Niedrigwasser ist von grosser Bedeutung, um die Spitzen (Schwall) im Rhein zu nutzen.

Abflussdaten Messstelle Bangs

Mit dem nachfolgenden Link können die Messergebnisse der Messtation Bangs in einem frei wählbaren Zeitraum als Ganglinie oder als Datei in Tabellenform heruntergeladen werden.

<https://vowis.vorarlberg.at/stationsinfo/DownloadManager.aspx?hzbnr=200014&typ=Abfluss&id0=V334714>

Abflussdaten als Ganglinie in einem Wintermonat



Dieses Diagramm zeigt sehr schön die Ganglinie mit den starken Schwankungen des Abflusses im Rhein. Bei Annahme einer Restwassermenge im Rhein von $50\text{m}^3/\text{sec}$ wäre vom 15. bis 30. Januar 2023 bei einer dynamischen Ausleitung genug Wasser für einen zeitweiligen Volllastbetrieb mit 3000 kW Leistung vorhanden gewesen, mitten im Winter. Wichtig für die Stromversorgungssicherheit ist vor allem die Winterstromproduktion.

Im Januar 2023 kostete der Strom 29.5 Rp/kWh, das Ausleitkraftwerk hätte den Strom vermutlich für unter 10 Rp/kWh produziert.

Abflussdaten

Abflussdaten für Messstelle Bangs, 200014		Min. Restwasser $50\text{m}^3/\text{sec}$	Ausleitung
Zeit [MEZ]	Abfluss (m^3/s)	Restwasser im Rhein (m^3/sec)	Ausleitung m^3/sec
Eher hoher Abfluss im August 2023			
11.08.2023 02:55	227,89669799804688	170	57
11.08.2023 03:00	229,38092041015625	172	57
11.08.2023 03:05	230,32969665527344	173	57
11.08.2023 03:10	231,41888427734375	174	57
11.08.2023 03:15	232,2379608154297	174	57
11.08.2023 03:20	232,92056274414062	174	57
11.08.2023 03:25	233,46665954589844	175	57
Niedrigwasser im Dezember 2021			
31.12.2021 23:15	77,09168243408203	50	27
31.12.2021 23:20	77,20855712890625	50	27
31.12.2021 23:25	77,325439453125	50	27
31.12.2021 23:30	77,26698303222656	50	27
31.12.2021 23:35	77,0332260131836	50	27
31.12.2021 23:40	76,62417602539062	50	26
31.12.2021 23:45	76,15768432617188	50	26
Achtung Rohdaten! Mess- und Übertragungsfehler können nicht ausgeschlossen werden.			

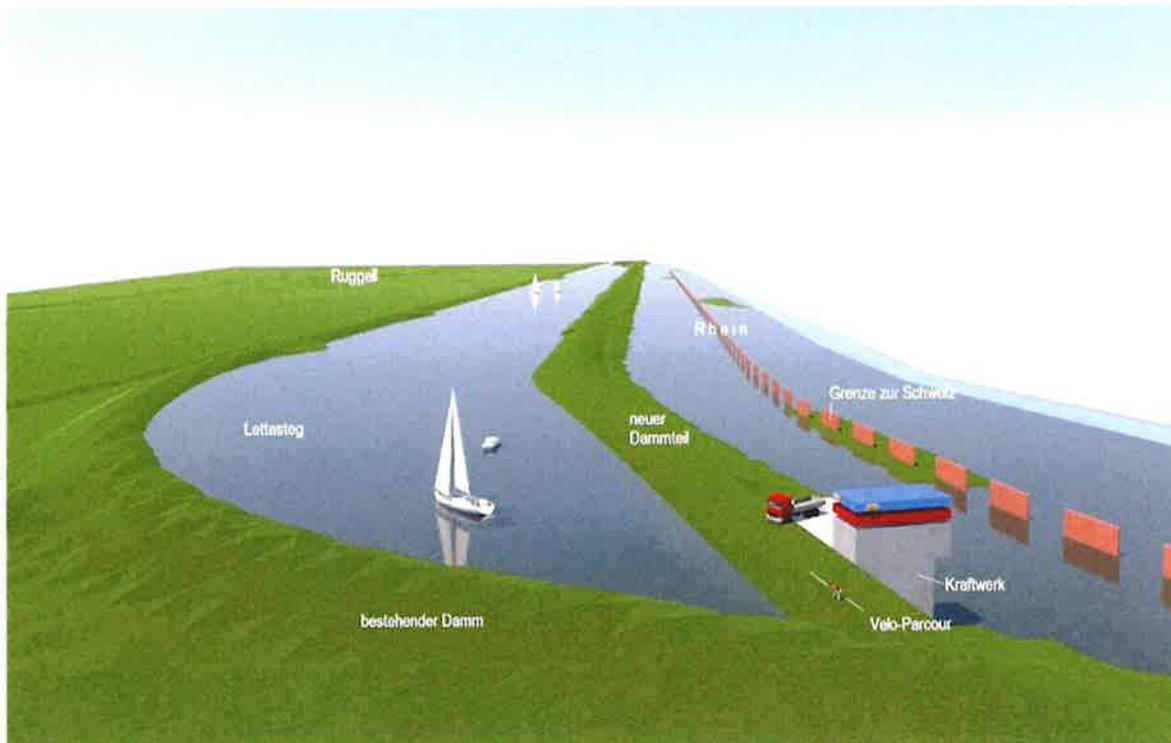
Durchschnittliche Abflussmengen Rhein 2020/2021/2022 und Ertrag Ausleitkraftwerk (geschätzte Richtwerte)						
Abflussmenge Rhein m3/sec	Zeitanteil pro Jahr %	Summe Stunden	Ausleitung m3/sec	Rest- wasser	Leistung kW*	Ertrag kWh
weniger 50	7.45	652.62	5	40	264	172'292
50 - 75	18.48	1618.8	12.5	50	662	1'071'677
75 - 100	16.54	1448.9	37.5	50	1980	2'868'830
100 - 125	11.33	992.51	60	52.5	3178	3'154'190
125 - 150	11.23	983.75	60	77	3178	3'126'351
150 - 175	7.99	699.92	60	102	3178	2'224'358
175 - 200	5.78	506.33	60	127	3178	1'609'110
über 200	21.2	1857.1	60	>140	3178	5'901'927
Gesamt	100	8760				20'128'737

* bei einer Fallhöhe von 6 Metern und Kaplanlaufrad mit hohem Wirkungsgrad
 Berechnung der Ø-Abflussmengen und Zeitanteile: Christoph Pircher ALU-SPF Schaanwald
 Berechnung der Leistung: Leistungsrechner für Kaplanlaufrad der Fa. Geppert Hydropower Tirol
 Rohdaten Abflussdaten: Messtation Bangs Vorarlberg (ca. 30'000 Datensätze in Tabelle verrechnet)
 Die Abflussmenge des Kanals ist in der obigen Tabelle nicht eingerechnet und käme noch dazu

Dieses kurze Stück Kanal in Bendorf dürfte das "Nadelöhr" sein. Eventuell kann in diesem kurzen Stück die Abflusskapazität durch bauliche Massnahmen erhöht werden. Die Fließgeschwindigkeit, wie auf dem Bild erkennbar, ist an dieser Stelle relativ hoch. Weiter nordwärts kann die Au zwischen Kanal und Rhein mitbenutzt werden. Wenn ein Teil der Au als Bachbett mitbenutzt wird, ist auch für grosse Abflussmengen genügend Querschnitt vorhanden. Querschnitte siehe Seite 7

Die Länge des Ausleitkanals (Triebkanal) wird ca. 6,5km betragen.





Zusammenfassung:

Umweltfreundlicher Strom für unsere Heimat

Ein Ausleitkraftwerk am Rhein kann rund um die Uhr Strom erzeugen. Wenn in Bendern der Rhein und der Kanal verbunden werden, kann ein kontrollierter Teil des Flusswassers in den Binnenkanal geleitet werden. Diesen "Durchstich" können Fische für ihre Wanderung benutzen. Beim Kanalauslauf in den Rhein, an der nördlichen Landesgrenze, wird das Wasser gestaut. Dadurch entsteht genügend Gefälle für ein Flusskraftwerk, welches das Wasser in den tieferliegenden Rhein zurückgibt. Damit kann Strom für Liechtenstein produziert werden. Durch die Stauung beim Kanalauslauf bildet sich zwischen dem Rheindamm und dem Kanaldamm, unterhalb Ruggell, ein breiter Fluss. Die Au zwischen Rhein- und Kanaldamm unterhalb Ruggell ist seit jeher zum Überfluten ausgelegt. Der zur Realisierung des oben skizzierten Ausleitkraftwerks erforderliche hohe und kräftige Damm wurde bereits vor Jahrzehnten gebaut. Deshalb ist eine Verwirklichung auch finanziell sehr lukrativ.

Der vorhandene Damm, eigentlich das grösste Bauwerk in Liechtenstein, ist für eine sinnvolle Mehrfachnutzung sehr geeignet: Für die Sicherheit bei Hochwasser, als Naherholungszone, Lebensraum für Fische, Wasservögel, Biodiversität und für eine umweltfreundliche Stromerzeugung, ohne dass dabei wertvolles Ackerland verloren geht. Nicht zuletzt ist ein Wasserkraftwerk das Beste, was wir für das Klima machen können.

Vaduz 28.08.2023

Die Postulanten:

Thomas Rehak

Herbert Elkuch

Erich Hasler

Pascal Ospelt