

# Energie & Umwelt

Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES – 3/2017

## Aktenzeichen AKW ungelöst

- › Zur Zukunft der Schweizer AKW: Quo Vadis, Alpiq, Axpo & Co?
- › Ist das AKW Beznau I noch sicher?
- › Auf Um- und Irrwegen zum Atommüll-Endlager



## Aktenzeichen AKW ungelöst



### 4 Zur Zukunft der Schweizer AKW-Eigentümer: Quo Vadis, Alpiq, Axpo & Co?

Die Energiewende hat die grossen Energieunternehmen auf dem falschen Fuss erwischt. Während sie versuchen, ihre Pfründe zu sichern, schaut die Politik weg. Es wäre aber an der Zeit, Verantwortung zu übernehmen.

### 8 Energie aktuell



### 10 Ist das AKW Beznau I noch sicher?

Im Sommer 2015 wurden beim Reaktordruckbehälter rund 950 fehlerhafte Materialstellen von 5–6 mm Grösse entdeckt. Die Axpo möchte Beznau I bald wieder in Betrieb nehmen. Das ENSI überprüft derzeit den Sicherheitsnachweis.

### 12 Auf Um- und Irrwegen zum Atommüll-Endlager

Bisher waren die Um- und Irrwege bei der Endlager-Suche weit und holprig. Und ein viel längerer Marsch steht noch bevor – Stolpersteine inklusive.



### 14 Asche zu Asche – Staub zu Staub!?

Von der Uranexploration bis zur Steckdose ist es ein weiter Weg. Das entzieht sich häufig unserer Wahrnehmung, wie das Beispiel Tansania zeigt.

### 16 SES-Fachtagung «Energiesstrategie 2.0 – Jetzt nachlegen!»

Mit dem JA zur Energiesstrategie 2050 ist der Auftrag zur Energieswende erteilt. Was gilt es zu beachten, damit der Umbau gelingt?

### 18 SES-Veranstaltung «Energie und Wachstum»

Eine Wirtschaft ohne Wachstum? Wachstum, das nicht auf Kosten kommender Generationen geht? Die SES sucht nach Antworten.

### 20 SES aktuell

### 22 Energie-Geschichte (1): Am Anfang war das Wasser

Ein Blick zurück zeigt: Was vor 100 Jahren geschah, ist auch heute noch aktuell, zum Beispiel die Bedeutung der Wasserkraft für die Bergkantone und die Diskussion um Wasserzinsen.

# Schweizer AKW: Wohin des Weges?



## Liebe Leserinnen und Leser

Letzten Endes hat die Arbeit doch noch gefruchtet. Vor wenigen Monaten hat sich die Schweizer Stimmbewölkerung für eine nachhaltigere Energie-Zukunft entschieden. Die Energiewende ist damit eingeläutet. Ein schöner Erfolg, auch für die SES und ihre treuen Unterstützerinnen und Unterstützer!

Das JA zur Energiestrategie 2050 ist ein Richtungsentscheid und schickt uns folglich auf eine neue Reise. Eine Reise mit Zielen und Massnahmen, die uns sowohl Planungs- und Investitionssicherheit als auch Handlungsfreiräume geben. Eine Reise mit einem vernünftigen Rahmen für eine effiziente und erneuerbare Energie-Zukunft.

Dass man bei dieser Abstimmung trotz breit abgestützter und daher auch eher bescheidener Vorlage von einer reinen Formalität ausging, hat sich als Fehleinschätzung erwiesen. Unterschätzt wurde das viele Geld auf der Seite der Gegner. Diese hatten vermeintlich die Wahrheit gepachtet und verbreiteten ihre doch eher absurden Vorwürfe (gestrichene Ferien, kalte Duschen, verschandelte Landschaften) flächendeckend über die Schweiz. Dass es dennoch für ein deutliches JA gereicht hat, lag wohl auch daran, dass die Gegner keine Alternative bieten konnten. Die Energiewende ist und bleibt alternativlos.

Tempi passati, nun gilt es die Steilvorlage zu verwerten. Denn der grosse Wurf ist dieses revidierte Energiegesetz nicht. Es entspricht einem ersten energiepolitischen Etappensieg. Das ist etwas. Doch das relevante Aktenzeichen AKW bleibt ungelöst. Beim Thema Atomenergie

ist – neben der Gewissheit, dass keine neuen AKW gebaut werden und die Wiederaufbereitung verboten bleibt – der Umgang mit den Alt-Reaktoren nach wie vor problematisch und mit enormen, eigentlich kaum verantwortbaren Risiken behaftet.

Trotz Energiestrategie bleibt die Zukunft der Schweizer AKW ungewiss. Ein schwieriges Marktumfeld, ein AKW-Park mit immer mehr und offensichtlicheren Altersschäden, Betreiberunternehmen in finanzieller Schieflage und noch zu äufnende Entsorgungsfonds bilden eine brisante Mischung. Es ist an der Zeit, dass die AKW-Betreiber Verantwortung übernehmen. Die Alternative lautet: aussteigen! Zu Gunsten der heimischen Wasserkraft, der erneuerbaren Energien und für mehr Sicherheit.

Damit Sie das JA zur Energiestrategie und den Teil-Atomausstieg in der Geschichte der Schweizer Energiepolitik einordnen können, nehmen wir Sie ausserdem in diesem und den folgenden Ausgaben von «Energie & Umwelt» auf eine energiepolitische Was-bisher-geschah-Reise mit.

Mit dieser Ausrüstung werden wir zusammen das offene Aktenzeichen AKW lösen und so dem Energiewende-Ziel einen weiteren Schritt näher kommen!

Ich wünsche eine spannende und erhellende Lektüre.

**Florian Brunner**

*SES-Projektleiter Fossile Energien & Klima*



ZUR ZUKUNFT DER SCHWEIZER AKW-EIGENTÜMER

## Quo Vadis, Alpiq, Axpo & Co?

**Die grossen Schweizer Energieunternehmen stehen am Scheideweg. Die Energiewende hat sie auf dem falschen Fuss erwischt. Während sie versuchen, ihre Pfründe zu sichern, schaut die Politik weg. Dabei wäre es jetzt an der Zeit, Verantwortung zu übernehmen.**



Von **Nils Epprecht**  
SES-Projektleiter Strom & Atom

Der Energiemarkt sei tot, klagte jüngst ein Kadermitglied eines grossen europäischen Energieversorgers. Und Suzanne Thoma, CEO der BKW Energie AG, dem drittgrössten Schweizer Energieunternehmen, doppelt nach: «Wenn es so weitergeht, sind wir in 20 Jahren vielleicht kein Energieversorger mehr.»

### **Energieproduktion wird zur Nebensache**

Die Aussage wird gestützt durch die veritable Shoppingtour der BKW der letzten Jahre: Nicht weniger als 46 kleine und mittlere Unternehmen wurden durch die BKW, die zu 52,4% dem Kanton Bern gehört, seit 2014 gekauft. Dabei handelte es sich kaum um neue Kraftwerke, sondern vor allem um Firmen aus den Bereichen Gebäudetechnik und Infrastruktur. Weil die Stromproduktion nicht mehr rentiert, wandelt sich die BKW zum

Gemischtwarenladen. Sie selbst bezeichnet sich mittlerweile als «Energie- und Infrastrukturdienstleisterin».

Auch Alpiq und Axpo setzen auf diesen Wandel: So setzt Alpiq erfolgreich auf Wachstumsbereiche wie den wichtiger werdenden Bereich der Digitalisierung – auch im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien. Auch im Bereich Handel und Energiedienstleistungen wächst das zweitgrösste Energieunternehmen der Schweiz. Der Konzern wandelt sich, so CEO Jasmin Staiblin, von der «klassischen Stromerzeugerin zu einer innovativen Energiedienstleisterin». Die betriebswirtschaftliche Motivation dafür beschreibt sie wie folgt: «Mehr als 90% der rund 8500 Alpiq-Mitarbeitenden sind bereits heute europaweit in unseren Wachstumsfeldern tätig. Diese sollen sich in Zukunft mit ihren unterschiedlichen Geschäftsmodellen weiterentwickeln können – dies unter Berücksichtigung der individuellen Wachstumsdynamik.» Die profitablen Bereiche will Alpiq ab 2018 für Investoren öffnen.



*Dunke Wolken über den Schweizer Stromunternehmen.*

Am schwersten mit der Neuorientierung tut sich vorläufig die Axpo, der grösste Energieversorger des Landes. Sinnbildlich dafür steht das zähe Ringen um den Weiterbetrieb des Problem-AKW Beznau I (vgl. Artikel auf Seite 10). Jahrzehntlang hat die Axpo damit gutes Geld verdient: Tagsüber verkaufte sie (zu) günstigen Atomstrom zu festgesetzten Preisen. In der Nacht, wenn der Atomstrom keine Abnehmer fand, pumpte sie damit Wasser in ihre Speicherseen hoch, um dieses dann am nächsten Tag während der Nachfragespitze wieder herunterzulassen und finanziell zu vergolden. Doch nach der AKW-Katastrophe von Fukushima hatte die Axpo-Spitze keinen Plan B.

Das Aufkommen der neuen erneuerbaren Energien aus Wind und Sonne wurde nicht als Chance betrachtet. Für die mangelnde Flexibilität kassiert der Konzern seither eine gesalzene Rechnung: In den letzten drei Jahren schlug ein Jahresverlust von durchschnittlich einer Milliarde Franken zu Buche. Die wichtigste Reaktion des Konzerns auf die Misere ist keine Roskur und keine Kursänderung, sondern ein Vorschlag für ein neues Strommarktmodell: Verlockend als «Dreckstromabgabe» titulierte, geht es hier in Tat und Wahrheit vor allem um Protektionismus, der möglichst allen einheimischen Kraftwerken höhere Abnahmepreise garantieren soll – auch der Atomkraft.

#### **Anachronistische Schuldzuweisungen**

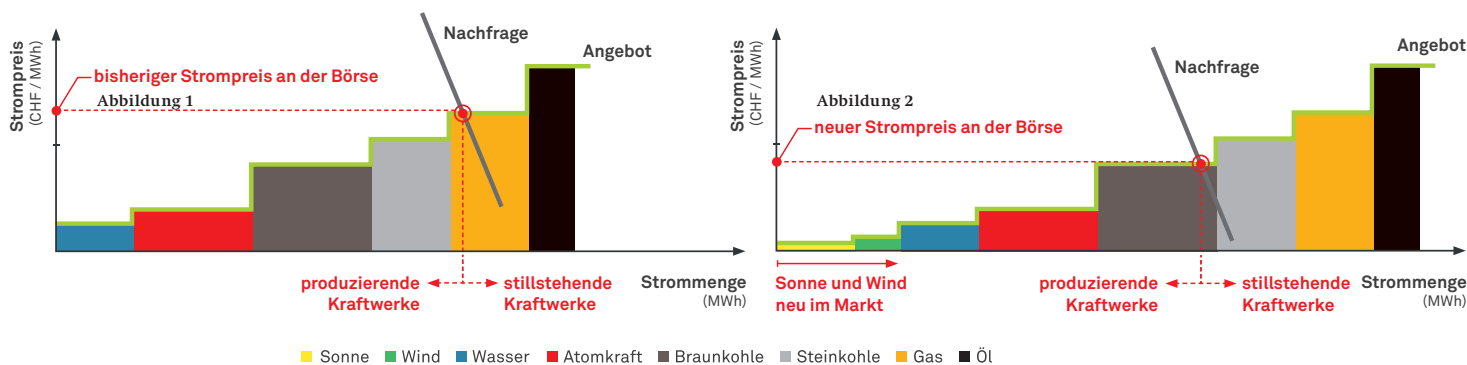
Anstatt den fälligen Strategiewechsel einzuleiten, sucht der Konzern die Schuld bei den Wasserzins-eintreibenden Bergkantonen, dem harten Franken und im

Ausland. Auf ihrer Website schreibt die Axpo: «Produzenten neuer Energien [bauen] dank massiver Subventionen, namentlich in Deutschland, Kapazitäten auf, die sich nicht am tatsächlichen Bedarf orientieren. Das Nachsehen hat die nahezu CO<sub>2</sub>-freie Schweizer Stromproduktion aus Wasser- und Kernkraft, was die sichere und klimafreundliche Stromversorgung unseres Landes gefährdet.»

Doch die Argumentation der Axpo zäumt das Pferd von hinten auf: Warum investieren einige Länder der Europäischen Union, allen voran Deutschland, seit einigen Jahren viel Geld in den Aufbau neuer erneuerbaren Energien? Der Grund liegt nicht darin, dass Deutschland die Nachbarländer in die Energieabhängigkeit treiben möchte, sondern im politischen Willen aus der gefährlichen atomaren und der klimaschädlichen fossilen Stromproduktion auszusteigen. Ein Wille, der sich freilich nicht erst seit gestern, sondern schon seit der Ära Schröder/Fischer um die Jahrtausendwende abzeichnete. Der Paradigmenwechsel in der Stromproduktion wird seither konsequent vollzogen: Dazu sind für die AKW klare Abschaltfristen definiert worden und für die Kohlekraftwerke werden diese in den nächsten Jahren ausgehandelt. Eine diffizile Angelegenheit, hängen in Deutschland doch noch immer einige tausend Stellen am Tropf des Kohlebergbaus.

Sich nach dem Super-GAU in Fukushima 2011 und dem Klimaübereinkommen von Paris 2015 über Fördermodelle zu beklagen, mutet anachronistisch an, nicht mehr zeitgemäss. Vergleichbar mit einem Lokomotiv-

Wie der Merit-Order den Strompreis an der Börse bestimmt (schematische Darstellung)



**Abbildung 1:** Wird Strom nachgefragt, gehen der Reihenfolge nach immer die Kraftwerke mit den tiefsten variablen Kosten ans Netz, bis die Nachfrage erfüllt wird (roter Doppelkreis). Das teuerste noch produzierende Kraftwerk bestimmt den Strompreis an der Börse.  
**Abbildung 2:** Neue Erneuerbare drängen in den Markt. Da sie tiefe variable Kosten aufweisen, reihen sie sich ganz links im Angebot ein. Bleibt die Nachfrage stabil, führt dies zu tieferen Strompreisen und der Verdrängung von teurer produzierenden Werken.

führer eines altgedienten Bummler-Zugs, der sich in den 90ern über den Erfolg der Zürcher S-Bahn beschwert. Natürlich sind da unerwünschte Nebeneffekte, die anfänglich zu wenig bedacht wurden. Doch im Grundsatz erreicht das Instrument was es soll: Es macht einen bisher nicht-nachhaltigen Bereich unserer Wirtschaft nachhaltig!

**Das Machtspiel des Merit-Order**

Genau wie bei der Zürcher S-Bahn gestaltet sich auch der Ausbau bei Sonnen- und Windenergie viel erfolgreicher als vorausgesagt – was zuweilen sogar im Winterhalbjahr in einer Stromschwemme resultiert. Der Effekt auf die Preise des liberalisierten Teils des Strommarkts lernt jede Gymnasiastin in der ersten Wirtschaftslektion: Steigt das Angebot bei konstanter Nachfrage, fallen die Preise. Das Gegenrezept wäre simpel: Angebot senken, also teure und unerwünschte Kraftwerke ausser Betrieb nehmen. Doch die Axpo meidet den Stilllegungsentscheid in Beznau wie der Teufel das Weihwasser und schürt lieber Ängste bei der Versorgungssicherheit. Und Konzernchef Andrew Walo schlägt in dieselbe Kerbe wie seine Vorredner, wenn er im Interview in der Handelszeitung sagt: «Es gibt keinen Markt. Der Grosshandelspreis gehorcht nicht dem Gesetz von Angebot und Nachfrage.» Und: «Die Fördermodelle sorgen dafür, dass die Preise am Markt gegen null gedrückt werden. Da investiert doch niemand.»

*Ein Ausweg aus diesem Dilemma bietet das Aschenputtel-Prinzip: «Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen» – oder anders formuliert: Gewinne privatisieren, Verluste sozialisieren.*

Eine verkürzte Aussage. Sie lässt ausser Acht, dass Sonne und Wind auch ohne Fördermodelle ihren Konkurrenten Gas, Atom und Kohle im liberalisierten Preissystem an der Börse überlegen sind. Verantwortlich dafür ist der sogenannte Merit-Order, zu deutsch: die Reihenfolge,

in der Kraftwerke ans Netz gehen (vgl. Abbildung 1). Wird an der Börse eine bestimmte Menge Strom nachgefragt, schalten sich diejenigen Kraftwerke zuerst ein, die am günstigsten produzieren können. Die Produktionskosten teilen sich auf in Fixkosten (Kosten für Investition, Instandhaltung und Amortisation des Werks) und variable Kosten (Kosten für Brennstoff, Personal und den Betrieb). Die Fixkosten fallen auch dann an, wenn ein Werk keinen Strom produziert. Entsprechend lohnt es sich, ein Werk laufen zu lassen, sobald die variablen Kosten gedeckt sind. Günstig produzierende Kraftwerke sind nach Merit-Order demzufolge Kraftwerke mit niedrigen variablen Kosten. Und weil Windkraftwerke und Photovoltaik weder Brennstoff noch viel Personal brauchen, sind ihre variablen Kosten sehr tief. An der Strombörse bestimmt das teuerste Kraftwerk, das gerade noch benötigt wird, um die nachgefragte Strommenge zu decken, den geltenden Strompreis. Davon profitieren alle günstiger produzierenden Werke, die einen höheren Strompreis bezahlt erhalten als ihre variablen Kosten ausmachen. Mit den Mehreinnahmen werden die Fixkosten bezahlt. Bleibt auch nach dem Bezahlen der Fixkosten etwas übrig, resultiert ein Gewinn.

**Vom Goldesel zur Kostenfalle**

Gerade die Atomkraftwerke haben jahrelang von diesem System profitiert: Ihren hohen Fixkosten stehen geringe variable Kosten gegenüber, entsprechend laufen sie – im Unterschied zum Beispiel zu den Gaskraftwerken – eigentlich immer. Das Laufenlassen macht sogar dann Sinn, wenn die Fixkosten nicht gedeckt werden können, wie dies bei den Schweizer Atomkraftwerken derzeit der Fall ist. Solange die tiefen variablen Kosten gedeckt werden können, wird so immerhin noch ein «Deckungsbeitrag» erzielt.

Je mehr Wind- und Sonnenenergie nun aber in den letzten Jahren am Markt gehandelt wurde, umso stärker kam der Strompreis an der Börse unter Druck (vgl. Abbildung 2). Dass sich die Fixkosten nicht mehr decken

---

liessen, wurde immer mehr zur Regel. Und wer die Fixkosten nicht mehr einspielen kann, wird, wie Andrew Walo richtig folgert, kaum in neue Kraftwerke investieren, da er sie nicht mehr amortisieren kann. Das ist im Fall der klimaschädlichen Gas- und Kohlekraftwerke, von denen auch BKW, Alpiq und Axpo im Ausland einige besitzen, gar nicht schlecht. Die Förderung der Erneuerbaren sorgt derweil dafür, dass bei diesen Technologien die Investitionen interessant bleiben. Und auch bei der Wasserkraft ist die Politik daran, diese, wo es wirklich nötig ist, zusätzlich zum Marktpreis zu entlohnen.

Am schlimmsten ergeht es unter den neuen Bedingungen den AKW: In ihren hohen Fixkosten enthalten sind nicht nur die Investitionskosten für den Bau der Werke, sondern auch die Kosten für den Rückbau und die Entsorgung des Atommülls. Kosten, die in den Himmel wachsen könnten, wenn beispielsweise die erdwissenschaftlichen Untersuchungen der Nagra ab 2030 zeigen sollten, dass der Untergrund in Benken oder am Bötzbühl nicht für radioaktive Abfälle geeignet ist. Und genau wegen dieser Kosten in nach wie vor ungewisser Höhe zieren sich Axpo und Alpiq, dem Beispiel der BKW Folge zu leisten und ihre AKW abzustellen. Denn ab dem Tag der Ausserbetriebnahme gibt es keine Deckungsbeiträge mehr. Und die ab dann ungedeckten Nachzahlungen bei der Entsorgung könnten die Stromkonzerne in den Ruin treiben.

### Notausgang Aschenputtel-Prinzip

Ein Ausweg aus diesem Dilemma bietet das Aschenputtel-Prinzip: «Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen» – oder anders formuliert: Gewinne privatisieren, Verluste sozialisieren. Die einträglichen Geschäftsbereiche der Axpo sollen abgespalten und für neue Investitionen geöffnet werden. Unrentable Anlagen wie die alten AKW oder das überdimensionierte Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern hingegen verbleiben im alten Rumpf der Firma. Und auch bei Alpiq trennt CEO Jasmin Staiblin Rentables von Unrentablem. Im letzten Jahr versuchte Alpiq, 49% der Anteile ihrer unrentabel gewordenen Wasserkraftwerke zu verkaufen. Das Unterfangen wurde jedoch vor einem Monat vom Verwaltungsrat auf Eis gelegt, da kein Bieter gefunden wurde, der alle Kriterien von Alpiq erfüllte.

Die Wege der beiden Konzernteile sind vorgezeichnet: Der profitable Bereich wird weiter privatisiert und in den freien Markt entlassen. Dies wird möglich, weil Axpo und Alpiq für die Versorgungssicherheit in ihren Eigner-Kantonen nicht mehr relevant sind. Sie haben ihre Legitimation, in (teilweisem) Staatsbesitz zu verbleiben, längst verloren. Vielleicht nutzen einige Kantonswerke die Gunst der Stunde und sichern sich Anteile, vielleicht gehen einige Teile auch ganz an private Investoren. Mit dem Geld aus dem Verkauf des profitablen Konzernteils werden die Eigner-Kantone die an ihnen hängen bleibenden schlechten Unternehmens-

teile so gut es geht sanieren – um dann, wenn das Geld aufgebraucht ist, beim Bund anzuklopfen, damit dieser die davongaloppierenden Entsorgungskosten für den Atommüll übernehme. Der Deal wird dann zwischen den Steuerzahlenden der einen öffentlichen Hand (Kantone, die an AKW beteiligt sind) und den Steuerzahlenden der anderen öffentlichen Hand (dem Bund) ausgehandelt. Wegen der Trennung der Unternehmensanteile (Aschenputtel-Prinzip) bleibt ein Rückgriff auf die profitablen Axpo- und Alpiq-Bereiche ausgeschlossen.

### Die Alternative heisst Aussteigen

Was wäre die Alternative zu diesem Szenario? Es ist keine, bei der es viele Lorbeeren zu ernten gibt. Anstatt die AKW wie heisse Kartoffeln herumzureichen, bis sich der Letzte die Finger daran verbrennt, wäre es sinnvoll, das Problem bald anzugehen. Abschalttermine à la Mühleberg für die übrigen AKW würden das Thema auf die Polit-Agenda befördern. Zusammen mit den jetzt noch existierenden AKW-Eigentümern müssten Lösungen gefunden werden, wie die ohnehin schon ansteigenden Atommüll-Kosten in den nächsten Jahrzehnten so verursachergerecht wie möglich bezahlt würden. Noch vorhandene Eigenmittel könnten dann in diese Kassen fliessen, statt in eine Nachbildung des fehlerhaften Reaktordruckbehälters im AKW Beznau I (vgl. Seite 10). Doch damit müsste eingestanden werden, dass das Atomstromgeschäft unter dem Strich zu einem klaren Minusgeschäft geworden ist und in den alten Zeiten auf Kosten von morgen gelebt wurde. Sie weiterlaufen zu lassen heisst, sich einem betriebswirtschaftlichen Diktat zu beugen, das höchstens noch dem kurzfristigen Überleben der AKW-Eigentümer dient.

*Doch damit müsste eingestanden werden, dass das Atomstromgeschäft unter dem Strich zu einem klaren Minusgeschäft geworden ist.*

---

Doch die Frage zur Zukunft der Schweizer AKW ist längst keine betriebswirtschaftliche Angelegenheit mehr. Spätestens mit der Zustimmung der Stimmbevölkerung zur Energiestrategie 2050 hat auch hier der politische Wille zur Umsetzung der Energiewende Priorität. Die AKW abzustellen hiesse deshalb, Verantwortung zu übernehmen und bei den Staatsbetrieben endlich staatsmännisch zu handeln. Die Gewinner eines solchen Schlussstrichs wären die heimische Wasserkraft, die im Inland nicht mehr durch die Atomkraft konkurrenziert würde, die Erneuerbaren, deren Stromproduktion auch wirklich nachgefragt würde, die öffentlichen Kassen, weil die AKW nicht mehr länger Strom produzieren, ohne dass sie die Fixkosten einfahren – und am wichtigsten: die Sicherheit. Alternde AKW werden nicht mehr sicherer. <

## > Analyse zur Abstimmung Energiestrategie 2050



fb. Das JA zum Energiegesetz am 21. Mai 2017 kann laut einer Voto-Studie als klares Bekenntnis zu Atomausstieg und Umweltschutz gewertet werden. 38% der JA-Stimmenden bezeichneten ihren Wunsch zum Atomausstieg sowie diverse Zweifel an der Atomenergie (z.B. Sicherheitsbedenken, Atommüll) als Hauptgrund für ihre Zustimmung. Für ein weiteres Drittel standen umweltpolitische Überlegungen im Vordergrund, darunter die Förderung erneuerbarer Energien. Die SVP als Urheberin des Referendums hatte Mühe, ihre Anhängerschaft zu mobilisieren. Auch vonseiten der CVP scheint die Mobilisierung nicht so stark gewesen zu sein wie man hätte erwarten können.

» [www.voto.swiss](http://www.voto.swiss)

## > Neue Reaktorkonzepte bleiben Zukunftsmusik



vs. Zwar wird der Bau neuer Reaktoren in der Schweiz mit der Energiestrategie 2050 verboten, doch ein Hintertürchen hält sich die Politik mit dem Auftrag an den Bundesrat offen, regelmässig über den Stand «neuer Technologien» zu berichten. Diese Option ist schlicht unrealistisch, wie eine Studie des Öko-Instituts Darmstadt, die im Auftrag der SES erstellt wurde, zeigt: «Neue» Reaktorkonzepte wie z.B. der Thorium-Flüssigsalzreaktor weisen noch einen massiven Forschungsbedarf auf und werden in den nächsten Jahrzehnten nicht kommerziell verfügbar sein. Eine Einführung in der Schweiz in den nächsten 40 Jahren ist illusorisch. Es führt kein Weg an der Energiewende vorbei.

» [www.energiestiftung.ch/studien.html](http://www.energiestiftung.ch/studien.html)

## > Wasserkraft muss gar nicht gerettet werden (2)



fn. Unter eben diesem Titel haben wir bereits im «E&U Nr. 2/2016» Zweifel an der Unrentabilität der Wasserkraft geäussert. Trotz der finanziellen Zustüpfen im Rahmen der Energiestrategie geht das Lobbying in Bern weiter. Die vorgesehene Senkung der Wasserzinsen sowie die Revision des Stromversorgungsgesetzes sind passende Aufhänger.

Die angebliche Unrentabilität steht aber zunehmend auf wackligen Beinen: Eine Ende August von den Gebirgskantonen veröffentlichte Studie weist höhere Einnahmen aus als die Wasserkraftbetreiber selber. Die Regulierungsbehörde ElCom kommt zu ähnlichen Schlüssen. Endgültige Klarheit kann nur die Offenlegung der Bücher verschaffen, dazu sind die Betreiber aber nicht bereit. Weil das Geld gar nicht wirklich für die Wasserkraft, sondern als Quersubvention für Atomkraftwerke benötigt wird?

## > AKW Leibstadt: Aufsichtsbeschwerde

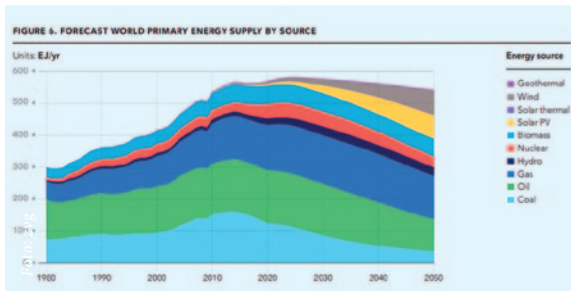


ne. Nach längerem Stillstand aufgrund von oxidierten Brennstäben läuft das AKW Leibstadt seit Februar wieder störungsfrei. Ob die Probleme aber tatsächlich nicht mehr auftreten, zeigt sich erst dieser Tage, wenn das Werk in die ordentliche Revision geht und die Brennstäbe analysiert werden.

Weder die Betreiber noch die Atomaufsicht ENSI konnten bisher die Ursache der Oxidationen ermitteln, sodass keine Gewissheit besteht, das Problem gänzlich im Griff zu haben. Offiziell spricht das ENSI davon, dass die «Bedingungen, unter denen die Befunde auftraten, identifiziert werden konnten». Ob dies genügt, muss hinterfragt werden. Greenpeace hat deshalb im Juni gegen den ENSI-Entscheid eine Aufsichtsbeschwerde eingereicht, welche die SES vorbehaltlos unterstützt.



## > Die Energiewende läuft – zu langsam



fn. Der «Energy Transition Outlook» der norwegischen Beratungsgesellschaft DNV GL wagt eine Vorhersage der Energiewende bis 2050. Die Hauptaussage des Berichts: Der globale Energieverbrauch wird nur noch langsam wachsen und 2025 den Höhepunkt erreichen, vor allem dank Energieeffizienz. Investitionen in fossile Energien werden bis 2050 mehr als halbiert (von 3400 auf 1500 Milliarden US-\$/Jahr), solche in Erneuerbare verfünffacht (von 500 auf 2700 Milliarden US-\$/Jahr). Erneuerbare Energien werden die konventionellen Energieträger, insbesondere Kohle, verdrängen. Gemessen am 2°-Ziel leider viel zu langsam. Die Analysten gehen davon aus, dass erst 2090 kein CO<sub>2</sub> mehr ausgestossen wird.

» <https://eto.dnvgl.com/2017>

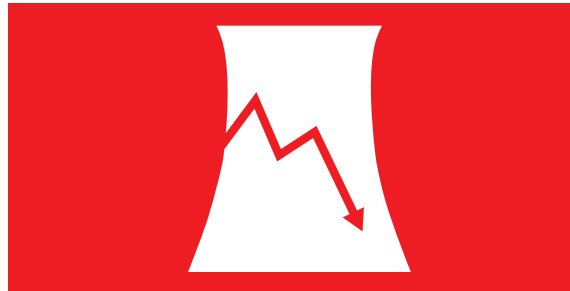
## > Bevölkerungsbefragung der anderen Art



ne. Stellen Sie sich vor, die Atomaufsichtsbehörde ENSI bittet Sie um Ihre Meinung: Wie beurteilen Sie die Probleme im Reaktordruckbehälter von Beznau I? Vor kurzem so geschehen, als die französische Aufsicht Bürgerinnen und Bürger Europas zum AKW-Ersatzneubau in Flamanville befragte. Das Problem: Der mittlerweile beanstandete Boden des Reaktor Druckbehälters ist bereits fest verbaut. Austauschen hiesse faktisch abreißen und würde zu Zeitverzögerung von 6–8 Jahren führen. Und zu kaum tragbaren Kosten.

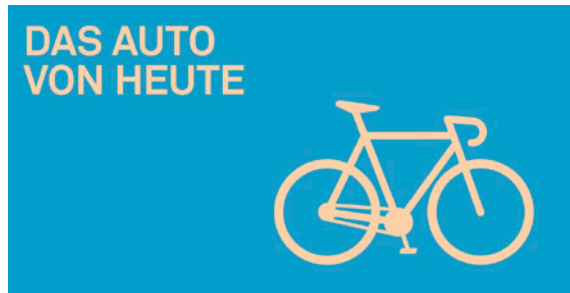
Das Flaggschiff aller Neubauprojekte zu sistieren, würde jedoch jegliche atomaren Ambitionen der «Grande Nation» und damit auch von Europa begraben. Die Aufsicht hat deshalb die Verwendung bewilligt. Bevor der definitive Entscheid fällt, soll nun noch die öffentliche Meinung eingeholt werden, ob das erhöhte Unfallrisiko tragbar ist. Die Auswertung steht noch aus.

## > World Nuclear Industry Status Report 2017



vs. Mit der Genehmigung des Projekts Hinkley Point C in Grossbritannien, dem Westinghouse-Konkurs sowie den Rettungsversuchen der französischen Regierung für die faktisch bankrotte AREVA, war das Jahr 2016 besonders reichhaltig an «Atom-News». Der «World Nuclear Industry Status Report» 2017, den der unabhängige Energieexperte Mycle Schneider im September publiziert hat, analysiert die globale Entwicklung der Nuklearindustrie, diesmal mit einem speziellen Fokus auf die betriebswirtschaftliche Situation. Relevant für die Schweiz: Wir betreiben nach wie vor den ältesten AKW-Park der Welt, wobei Reaktor 1 des AKW Beznau neu in der Kategorie «long-term-outage» (Dauer-Stillstand) figuriert. Der Reaktor ist seit nunmehr fast zwei-einhalb Jahren nicht am Netz.

## > Vom Velo in der Verfassung profitieren alle



fb. Velofahren ist die energieeffizienteste Art der Fortbewegung und macht weder Lärm noch Abgase. Mit der Velo-Initiative erhält der Bund die Kompetenz, Rahmenbedingungen zur Veloförderung zu definieren.

Die Initiative will das Velofahren über Gemeinde- und Kantonsgrenzen hinweg fördern und so ein durchgehendes Wegnetz schaffen. Der Bundesrat hat beschlossen, seinen direkten Gegenvorschlag zur Velo-Initiative in die parlamentarische Beratung zu geben. Das ist lobenswert. Der Gegenentwurf nimmt die Anliegen der Initiative allerdings nur teilweise auf, denn sie wird mit einer «Kann-Formulierung» geschwächt. Die Ergebnisse könnten rascher erzielt werden, wenn der Bund die Aufgabe und Kompetenz verbindlich erhält.

» [www.velo-initiative.ch](http://www.velo-initiative.ch)

# Ist das AKW Beznau I noch sicher?

**Der Reaktor 1 beim weltweit ältesten AKW Beznau ist seit über zwei Jahren vom Netz. Im Sommer 2015 wurden bei der wichtigsten Komponente überhaupt – dem Reaktordruckbehälter – rund 950 fehlerhafte Materialstellen von 5-6 mm Grösse entdeckt. Die Axpo ist jedoch überzeugt, dass die Sicherheit nicht gefährdet ist und möchte Beznau I bald wieder in Betrieb nehmen.**



Von **Rafael Brand**  
E&U-Redaktor

Schweizer Atomkraftwerke dürfen so lange laufen wie sie als sicher gelten. Genau diese heikle Frage überprüft derzeit das Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI beim mit 48 Jahren weltweit ältesten AKW Beznau I. Im Sommer 2015 nämlich wurden in der wichtigsten Komponente überhaupt, im nicht austauschbaren Reaktordruckbehälter (RDB) aus Stahl, im Stützen- und oberen Kernring, rund 950 Materialfehler entdeckt. – Mehr denn je stellt sich also die Frage, ob und wie sicher das AKW Beznau I noch ist.

## Keinerlei Bedenken bei der Axpo

Trotz der etwa 950 Ultraschallbefunde für Materialfehler im Reaktordruckbehälter ist die AKW-Betreiberin Axpo fest davon überzeugt, dass «keine sicherheitstechnischen Vorbehalte für den sicheren Weiterbetrieb» von Beznau I vorliegen. Im Mai 2016 erklärte Mike Dost, Leiter Kernkraftwerk Beznau, etwas salopp: «Es geht

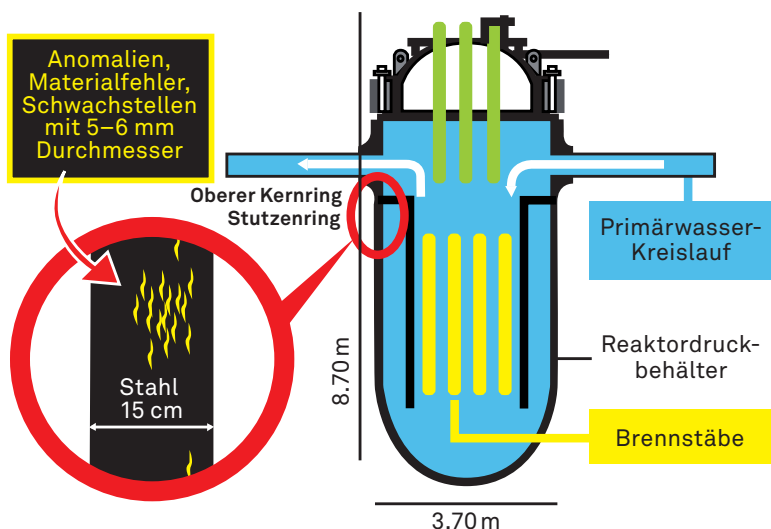
darum, den Nachweis wissenschaftlich nachvollziehbar zu erbringen. Das wird seine Zeit in Anspruch nehmen. Da hilft alles Stöhnen nicht.» Für AKW-Leiter Mike Dost ist klar, dass es viel zu wenige Befunde an einem kleinen Ort in den Ringen gebe, «um besorgt zu sein».<sup>1</sup> – Für die Axpo scheint der Integritätsnachweis offenbar eher eine technische Angelegenheit, die mühsam ist, denn eine ernst zu nehmende Frage der Sicherheit.

## Ist die Sicherheit überhaupt nachweisbar?

So einfach wie es die Axpo darstellt ist die Sache nicht. Denn der Reaktordruckbehälter (RDB), in dem sich der radioaktive Kernbrennstoff befindet, ist die wichtigste Komponente eines Kernkraftwerks. Infolge extremer radioaktiver Strahlung versprödet der Druckbehälter aus gegossenem Stahl im Laufe der Betriebsjahre. Die Sicherheit gegenüber Störfällen verschlechtert sich kontinuierlich. Simone Mohr, Spezialistin für Nukleartechnik und Reaktorsicherheit am Öko-Institut e.V., hat im März 2016 für Greenpeace einen Report zu den Ultraschallbefunden verfasst. Sie warnt: «Wenn der Reaktordruckbehälter durch einen Sprödbbruch versagt, wird die Kühlung des Kernbrennstoffs unmöglich, ein schwerer Unfall droht. Sicherheitseinrichtungen gibt es für diesen Ernstfall nicht!»

Zum derzeit vom ENSI geprüften Sicherheitsnachweis der Axpo findet die Expertin klare Worte (siehe Interview nebenan): «Der Reaktordruckbehälter war bereits 2011 so stark verprödet, dass die Axpo damals schon grösste Mühe hatte, den Integritätsnachweis zu führen. Mit den neu gefundenen Materialfehlern hat sich das Problem verschärft. Die Integrität des Reaktordruckbehälters nachzuweisen, ist nach unseren Erkenntnissen – wenn überhaupt – nur unter erheblicher Reduzierung der Sicherheitsmargen möglich.»<sup>2</sup>

Reaktordruckbehälter (RDB) in Beznau



Grafik: Scriptum; Quellen: ENSI, Axpo, NZZ, Blick

Im Reaktordruckbehälter von Beznau I wurden aufgrund von Ultraschallmessungen im Stützenring 119 und im oberen Kernring insgesamt 830 Anomalien, sprich Materialfehler und Schwachstellen, festgestellt.

- 1 [www.aargauerzeitung.ch](http://www.aargauerzeitung.ch), 4.5.2016: Jetzt ist klar, warum der Reaktor Beznau 1 abgeschaltet werden musste.
- 2 Greenpeace-Report, Ultraschallbefunde des Kernkraftwerks Beznau, März 2016, siehe auch [www.tm20.de](http://www.tm20.de), Simone Mohr, Unter Zeitdruck: Risiken gealterter Reaktordruckbehälter
- 3 [www.nzz.ch](http://www.nzz.ch), 15.5.2015: Beznau soll nach zwei Jahren wieder starten.
- 4 [www.nzz.ch](http://www.nzz.ch), 13.9.2016: Ein Nachbau soll Sicherheit des Reaktors beweisen.

## Die Sicherheit von Beznau I muss bezweifelt werden



**E&U: Wieso war das ENSI mit dem im November 2016 eingereichten Sicherheitsnachweis der Axpo nicht zufrieden? Wieso wurden weitere Materialprüfungen und Berichte eingefordert?**

Die vom ENSI veröffentlichten Unterlagen zeigen, dass der kernbrennstoffnahe Ring C des Reaktordruckbehälters bereits vor 2012 so stark versprödet war, dass der Integritätsnachweis mit dem ursprünglichen Verfahren nicht mehr zu erbringen war. Die Versprödung war stärker als vorher berechnet. Nur nach

weiteren Materialuntersuchungen, dem Einsatz weniger konservativer Berechnungsverfahren und unter Abbau weiterer Sicherheitsreserven liess sich der Integritätsnachweis führen.

Mit Entdeckung der Materialfehlercluster ausgerechnet in Ring C war klar, dass der bisherige Integritätsnachweis nicht ausreicht. Für den neu zu erbringenden Nachweis fehlten der Axpo Materialproben aus Originalwerkstoff. Als Notlösung wurde eine Replika des Rings C mit möglichst vergleichbaren Materialfehlern neu hergestellt. Dass die unbestrahlte und nicht materialermüdete Replika repräsentativ für den 48 Jahre alten Reaktordruckbehälter ist, muss bezweifelt werden. Die Methoden, mit denen die Axpo versucht, den Integritätsnachweis zu führen, reduzieren die Sicherheitsmargen, sind nicht ausreichend validiert und unter Umständen aufgrund der Randbedingungen nicht anwendbar. Das wird auch dem ENSI bekannt sein.

**E&U: Die Axpo ist der Ansicht, dass die 950 Materialfehler im Reaktordruckbehälter die Sicherheit nicht gefährden: Warum gilt es, das Problem trotzdem ernst zu nehmen?**

Die Materialfehlercluster führen zu einem veränderten Mikrogefüge des Stahls, da diese Einschlüsse härter sind als das sie umgebende Material. Sie befinden sich

zudem im höchstbeanspruchten Bereich des Reaktordruckbehälters, in dem der Stahl starker Bestrahlung und Ermüdung ausgesetzt ist. Die hierdurch verursachten Prozesse im Material mit einer Replika nachbilden zu wollen, wird den allerhöchsten Qualitätsanforderungen, die hier geboten sind, nicht gerecht.

**E&U: Die Axpo hat 700 Mio. Franken in Nachrüstungen investiert. Weil der Reaktor nun seit über zwei Jahren stillsteht, resultiert ein Verlust von 300 Millionen: Ist Beznau I schlicht und einfach «too big to fail»?**

Von «big» kann eigentlich keine Rede sein, bei einer Nennleistung von 365 MW. Die wirtschaftlichen Auswirkungen, die ein schwerer Unfall des Reaktors für die Schweiz und ihre Nachbarländer haben könnte, wären ein Vielfaches höher. Im Vordergrund müssen die sicherheitstechnischen Aspekte stehen. Der Reaktordruckbehälter mit dem Kernbrennstoff bildet das Herzstück eines Kernkraftwerks, der nicht ausgetauscht werden kann. Ein Integritätsverlust dieser Komponente gilt als nicht beherrschbar, die Nachrüstungen blieben in diesem Fall wirkungslos.

**E&U: Unter welchen Voraussetzungen wird das ENSI eine Wiederinbetriebnahme von Beznau I erlauben?**

Die Axpo hat die hohe Materialversprödung des Reaktordruckbehälterstahls falsch vorhergesagt, verfügt nicht über ausreichend repräsentative Originalproben für den Integritätsnachweis und versucht, diesen mit sukzessiver Einschränkung der Sicherheitsreserven und fragwürdigen Methoden zu führen. Dass auf dieser Basis ein Integritätsnachweis angenommen werden kann, ist schwer vorstellbar.

\* Simone Mohr ist Senior Researcher Nukleartechnik, am Ökoinstitut Darmstadt und Mitglied im Ausschuss «Reaktorbetrieb» der Reaktorsicherheitskommission (RSK) des Bundesumweltministeriums.

### «Too big to fail?» – Es geht um alles oder nichts

Die Axpo hat viel Geld in Beznau investiert. Seit 2008 insgesamt 700 Mio. Franken: 120 Mio. für neue Reaktordruckbehälter-Deckel, 500 Mio. für eine redundante Notstromversorgung und 80 Mio. für das neue Informationssystem. Hinzu kommen etwa 300 Mio. Franken Verlust, weil Beznau I seit März 2015 still steht.<sup>3</sup> – Klar also, dass die Axpo Beznau I angesichts von 1 Milliarde Franken so bald wie möglich wieder in Betrieb nehmen will.

### Sicherheitsnachweis per Replikat?

War die Axpo anfänglich noch optimistisch, so musste das Einreichen des Sicherheitsnachweises stets verschoben werden. Verfeinerte Ultraschallmessungen wurden vorgenommen, der Giess- und Herstellungsprozess überprüft und, weil es an Originalmaterial fehlte, wurde ein Replikat, eine Nachbildung des oberen Kernrings «mit

verblüffend ähnlichen Einschlüssen» angefertigt.<sup>4</sup> Am 16. November 2016 endlich konnte die Axpo den Sicherheitsnachweis einreichen. Das ENSI forderte jedoch weitere Materialprüfungen und Berichte ein.

### Fährt Beznau I wieder an?

Derzeit prüft das ENSI, unter Beizug des «International Review Panel» mit sieben international anerkannten Experten, den Axpo-Sicherheitsnachweis. Die Axpo rechnet «nach bestmöglicher Annahme» mit einem Entscheid per 31. Oktober 2017. Für Sicherheitsexpertin Simone Mohr hingegen ist klar: «Dass der Integritätsnachweis angenommen werden kann, ist schwer vorstellbar.» Darf Beznau I wieder hochfahren oder droht das Aus? Es wird spannend – auch angesichts der andgedrohten Milliarden-Klagen der Axpo – wann und wie das ENSI entscheiden wird. Das E&U bleibt dran. <

# Auf Um- und Irrwegen zum Atommüll-Endlager

**Die Rahmenbewilligung – ein Begriff mit der Strahlkraft des Heiligen Grals, zumindest für die Nagra. Damit wäre der Standort des Endlagers endlich nuklearrechtlich festgelegt. Doch schon bisher waren die Wege und Umwege weit und holprig. Und ein viel längerer Marsch steht noch bevor – Stolpersteine inklusive.**



Von **André Lambert**  
ETH-Geologe, Projektleiter Nagra a.D.

Keine Frage: Die radioaktiven Abfälle sind gesetzeskonform zu entsorgen. Der Nagra obliegt diese Aufgabe, seit vier Jahrzehnten, leider mit herben Rückschlägen, und oft infolge Unterschätzung der technischen und gesellschaftlichen Komplexität. Als verlässliche Konstante erweist sich die stetige Wanderschaft der Endlager-Termine. Jüngstes Beispiel: Im Jahr 2008 war die Rahmenbewilligung auf 2018 terminiert. Im Entsorgungsprogramm 2016 sieht sich dieser «Meilenstein» ins Jahr 2031 teleportiert.

Nach nur acht Jahren deren dreizehn in Verzug. Gegenwart überholt Zukunft: Einsteins Relativität der Zeit im Praxistest? Fehleinschätzungen säumen den steinigen Weg zur nuklearen Entsorgung. Dennoch richten die Verantwortlichen ihren Tunnelblick unbeirrt durch rosarote Brillen in die Weiten der Endlagerzukunft. Und weiterhin lauert im Nagra-Entsorgungsprogramm 2016 erhebliches Verzögerungspotenzial.

## Nagra-Zeitplan auf Kollisionskurs mit der Realität

In der abgebildeten Grafik nebenan sind die Hauptphasen des Projekts «Tiefenlager für hochradioaktive Abfälle» im Zeitablauf eingeordnet. Die blauen Balken entsprechen der Nagra-Planung, einem wie gewohnt klinisch reibungsfreien Szenario ohne jeden Verzug, weder institutionell, geotechnisch noch gesellschaftspolitisch. Dieser wunschgeölten Dramaturgie wurden

zwei realitätsbezogene Szenarien gegenübergestellt. Das eine Drehbuch («realistisch», rote Balken) berücksichtigt Erfahrungen aus früheren Projekten (realer Zeitbedarf und «Sand im Getriebe»).

Ein zweites Szenario («pessimistisch», schwarze Balken) unterstellt ungünstige geologische Befunde der Erkundung Untertag, die zur Aufgabe des Standorts wegen sicherheitstechnischer Untauglichkeit führen. Kein realitätsferner Ansatz, wie die Geschichte zeigt: So musste die Nagra das von ihr in den 80er-Jahren lange als Endlagergestein bevorzugte Kristalline Grundgebirge nach einem Jahrzehnt millionenschwerer Erkundung wegen geologisch mehrfach eindeutiger Nichteignung aufgeben. Oder der Wellenberg (NW) für die schwach- und mittelaktiven Abfälle: Nach kostentreibender Exploration seines alpin-tektonisch durchgewalkten Mergelgesteins streiten sich die Experten über die «technische» Qualifikation als Endlagerstandort. Belanglos, denn seine gesellschaftspolitische Nichteignung ist seit 2002 kantonaldemokratisch besiegelt. Zurück auf Feld eins.

## Schwachstellen in der Planung

Rückt man die Phasen der aktuellen Endlager-Planung ins Blickfeld, zeigt sich der meist unterschätzte Zeitbedarf schon zu Beginn. Soll die Rahmenbewilligung bis 2031 vorliegen, müssen die Sondierbohrungen der SGT-Etappe 3 innert fünf Jahren bewilligt, synchron und pannenfrei realisiert, ausgewertet, unter Einbezug der 3D-seismischen Erkundung geowissenschaftlich interpretiert sowie öffentlich dokumentiert sein. Die Bohrgesuche sind indes erst eingereicht, Einsprachen harren ihrer Bearbeitung. Zudem bleibt jede Seismik-Interpretation so lange provisorisch, bis sie bohrlochseismisch kalibriert ist.

Der bis anhin auch in Nagra-PR-Broschüren prominent portierte Meilenstein «Provisorische Standortwahl» hinsichtlich des Rahmenbewilligungsgesuchs (RBG) ist aus den Ablaufplänen verschwunden, bis auf eine in der Textfülle des Entsorgungsprogramms verborgene Spur, versehen mit der Jahreszahl 2022. Mag man dereinst diese Standortfestlegung als noch so «provisorisch» anpreisen: Öffentlichkeit und Medien werden sie zweifelsfrei als vollendete Tatsache interpretieren. Sie werden sich für eine Begründung auch nicht mit dem erst Jahre später eintreffenden RBG der Nagra abspeisen lassen.

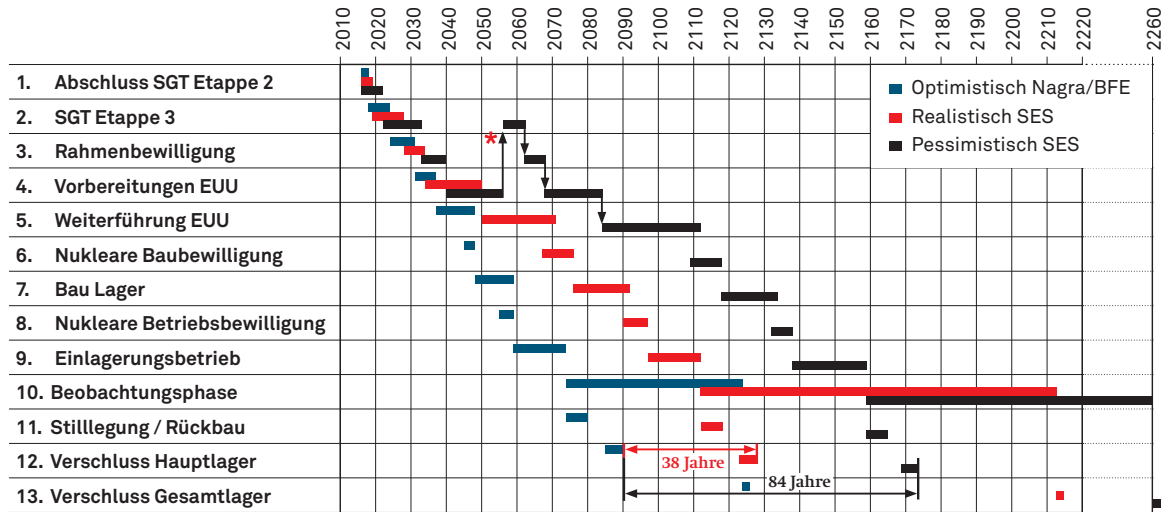
## SES-Analyse zum Nagra-Zeitplan

Im Rahmen ihrer kritischen Überprüfung der Kostenstudie 2016 von swissnuclear hat die SES auch den Nagra-Zeitplan hinsichtlich der Endlagerung der hochaktiven Abfälle in der Schweiz analysiert. Zu finden auf [www.energiestiftung.ch/nagra-zeitplan.html](http://www.energiestiftung.ch/nagra-zeitplan.html)

Der Geologe **André Lambert** arbeitete von 1989 – 2012 als Ressort- und Projektleiter in verschiedenen Funktionen bei der Nagra. Er war u.a. als Leiter des Hauptprojekts Opalinuston massgeblich an der Ausarbeitung «Entsorgungsnachweis 2002» beteiligt. In diesem Artikel kommentiert er die SES-Analyse aus dem persönlichen Blickwinkel seiner langjährigen Erfahrungen im Dienst der Nagra.

## Überprüfung Nagra-Zeitplan zum Bau eines Tiefenlagers für hochradioaktive Abfälle

Quellen: siehe SES-Hintergrundpapier «Schönrechnerei bei Atommüllkosten», 2017. Grafik: fischer.d



\* Annahme: Stopp wegen Nichteignung mit Beginn an neuem Standort.

Die Sachplan-Leitung ist daher gut beraten, adäquaten Zeitraum für behördliche Stellungnahmen und öffentlichen Diskurs vorzusehen.

Das anschliessende Verfahren von der Einreichung des RBG bis zur Rechtsgültigkeit führt über einen jahrelangen institutionellen Hürdenmarathon von der fachtechnischen Überprüfung zu Bundesrat und Parlament, gegebenenfalls zum Referendum. Für ein nukleares Endlager wird dies ein Novum sein, Verzögerungen im Verfahren sind daher vorzusehen.

### Noch lange kein Endlagerbau?

Eine erteilte Rahmenbewilligung ist jedoch kein Freipass zum Endlagerbau. Erst nach weiteren Sondierbohrungen wird der Vortrieb der Schächte und Stollen zu verantworten sein. Denn solche untertägigen Zugänge sind bergmännisch herausfordernd, geotechnische Probleme mehr Regel denn Ausnahme. Und erst auf Lagertiefe starten dann die «Erdwissenschaftlichen Untersuchungen Untertag» (EUU). Dafür stand bisher der Begriff «Felslabor»: Warum ist auch er verschwunden? Es handelt sich um nichts weniger als die folgenreichste Phase des gesamten Entsorgungsprojekts, den ultimativen Stresstest des Standorts als sicherer Hort für hochaktiven Atommüll über Jahrhunderttausende. Für diese Gewähr der Langzeitsicherheit unabdingbar sind auch überzeugende Demonstrationen der technisch einwandfreien Einlagerung von 25-Tonnen-Behältern per «remote handling» in akut letalem Strahlungsfeld, ebenso die qualitätsgesicherte Lagerstollen- und Schachtversiegelung. Schliesslich ist für den Bedarfsfall das Beherrschen der ferngelenkten Behälter-Rückholung glaubwürdig zu demonstrieren.

Für alle diese komplexen Untertagebauten, Experimente und Validierungen, 600–900 Meter tief, mit heiklen

geotechnisch-hydrogeologischen Abklärungen, in-situ-Experimenten, Langzeittests und technischen Demonstrationen plant die Nagra knapp zwei Jahrzehnte ein, Schacht- und Stollenbau inbegriffen. Ob das reichen wird? Zweifel sind begründet, denn nach zwei Jahrzehnten Forschung im Felslabor Mont Terri (JU) meint man dort – weniger als 300 m Untertag – den Berg allmählich, wenn auch erst ansatzweise zu verstehen.

### Lagerbau und nukleare Betriebsbewilligung

Nicht weniger planungskühn gibt sich die Nagra hinsichtlich der nuklearen Baubewilligung. Nach vielleicht einem Jahrzehnt untertägiger Erkundung soll das Gesuch erarbeitet, innert drei Jahren behördlich geprüft und widerstandslos bewilligt werden. Ob die verantwortliche Fachbehörde für die Prüfung eines Vorhabens dieser technisch-gesellschaftlichen Tragweite der Zeitvorgabe des Projektanten folgen wird?

Dann erst beginnt der Lagerbau. Würde das angejahrte Lagerkonzept, quasi unter Denkmalschutz tatsächlich so weit mitgeschleppt, müssten kilometerlange, nur knapp drei Meter enge Lagerstollen vorgetrieben werden, je nach Standort bis zu 900 m tief in diffiziles Gebirge. Und erst nach Vorliegen der einsprachebereinigten Betriebsbewilligung könnten die ersten hochaktiven Chargen eingelagert werden. Gemäss Nagra-Wunschplanung im Jahr 2060. Nach unserer Einschätzung frühestens eine Generation danach.

**Fazit:** «Zeitgerecht» werde das Lager realisiert, so das Wording im Nagra-Leitbild. Ein semantischer PR-Trick, denn das konnotierte «rechtzeitig» wäre ja einem verbindlichen Terminplan verpflichtet. So aber hypnotisiert sich die Nagra über die prekäre Verlässlichkeit ihrer eigenen Planung hinweg. <



VON DER URANEXPLORATION ZUM NUKLEAREN KREISLAUF IN DIE SACKGASSE

## Asche zu Asche – Staub zu Staub!?

**Von der Uranexploration bis zur Steckdose ist es ein weiter Weg. Die ersten Schritte der nuklearen Brennstoffkette entziehen sich häufig unserer Wahrnehmung, sind aber eng mit Technologiesgeschichte und Politik der Atomkraft verwoben, was sich am Beispiel Tansanias gut nachvollziehen lässt.**



Von **Patrick Schukalla**  
*Leibniz-Zentrum Moderner Orient (ZMO)*

Ob für die Bombe oder für Atomstrom: Der Grundstoff eines jeden Atomprogramms ist das chemische Element Uran. Trotz dieser massgeblichen materiellen Grundbedingung erfährt die eigentliche Urangewinnung vergleichsweise wenig Beachtung. Gerne ist dabei, z.B. auch von der Internationalen Atomenergie-Agentur IAEA, beschönigend vom Brennstoffkreislauf die Rede, also vom Euphemismus des Zyklischen, dem Kreislauf vom «ungenutzten nuklearen Material aus der Natur» bis zur Endlagerung des «aufgebrauchten Brennelements in der Natur» – also: Asche zu Asche, Staub zu Staub!?

Doch bevor Uran abgebaut werden kann, müssen zunächst geologische Daten über Lage, Qualität und Ausbeutbarkeit erkundet werden. Es müssen Lizenzen und Genehmigungen erteilt und die benötigte Mineninfrastruktur sowie Transportwege gebaut werden. Bereits die Suche nach Uran und die Schätzungen über weltweite Lagerstätten sind eng mit der Technologiesgeschichte und Politik der Atomkraft verbunden. Am Beispiel Tansanias lässt sich das gut nachvollziehen.

---

**Patrick Schukalla** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZMO und Promovend am Institut für Humangeographie der Goethe-Universität Frankfurt

### **Uranabbau: das Zielgebiet Tansania**

Nur etwa drei Jahre nach der Gründung der United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA), die mit dem Aufbau eines zivilen Atomprogramms betraut war, richtete diese noch 1957 ein Büro im damaligen britischen Mandatsgebiet Tanganjika ein. Gemeinsam mit Geologen der UKAEA explorierte der «Geological Survey of Tanganyika» nach Uran. Zu einem Abbau sollte es angesichts anderer Quellen vorerst nicht kommen. Von der Annahme ausgehend, Atomkraft sei die Energiequelle der Zukunft, stiegen die Ausgaben für Exploration in den 1970er- und 1980er-Jahren jedoch wieder enorm an. Ein Zielgebiet war auch Tansania. Diesmal finanziert mit staatlichen Mitteln der BRD explorierte die Uranerzbergbau GmbH, Bonn, von 1978 bis 1982 im gesamten Land nach Uran. Aufgrund schlechter Wachstumsaussichten wurde jedoch erneut kein Abbau angestrebt.

### **Renaissance der Uranexploration**

Erneut ins Visier von Ressourcenspekulationen kamen die tansanischen Uranvorkommen in den 2000er-Jahren. Ausschlaggebend hierfür war der enorm gestiegene Preis für Uran und die geradezu imaginierte, zukünftig zu erwartende Nachfrage nach Uran der weltweit betriebenen, vor allem aber im Bau befindlichen und geplanten AKW. Die Atom-Lobby propagierte nämlich wieder eine «nukleare Renaissance», sprich die «glorreiche Rückkehr» der Atomkraft als vermeintlich CO<sub>2</sub>-neutrale «saubere» Quelle.

Mit dem Interesse, also an Orten zu explorieren, an denen Umwelt- und Sozialstandards geringere Hürden und Kosten verursachen, wandte man sich nun unter anderem den Uranvorkommen in Bahi in Zentraltansania und dem Mkuju River-Vorkommen im Süden des Landes zu. Noch kurz vor der AKW-Katastrophe in Fukushima Daiichi im März 2011 erwarb das dem russischen Staatskonzern Rosatom gehörende Uranbergbauunternehmen Uranium One das «Mkuju River Uranium»-Projekt. Seither wird der Abbau von Uran in Tansania vorbereitet, angesichts geringer Uranpreise seit 2011 allerdings sehr schleppend. Dies führte auch bei den lokalen BefürworterInnen in der von kleinbäuerlicher Landwirtschaft geprägten und an das Wildtierschutzgebiet Selous angrenzenden Region für Unmut.

### Profit für wenige auf Kosten aller

«Schon seit über 10 Jahren heisst es: Forschung und Exploration. Was uns bleibt, ist unsichere Beschäftigung für nur wenige und für den Rest der Staub, den die Autos und LKW aufwirbeln. Sie sollen hier endlich wirklich investieren – oder verschwinden», fasste Ibrahim\*, ein Bewohner des Dorfes Likuyu, zusammen. Mit der Hoffnung auf verbesserte Infrastruktur und Arbeitsplätze liess sich zeitweilig einige Zustimmung erwirken. Widerspruch kam zunächst von anderer Seite. Internationale Protestnoten richteten sich etwa gegen die 2012 beschlossene Herauslösung des geplanten Bergwerksgeländes aus dem Wildschutzgebiet Selous, das von der UNESCO als Weltnaturerbe geschützt wird.

Explorationen in Zentraltansania riefen früh andere Reaktionen hervor. Hier fanden sie an Orten statt, die als Felder und Weidegründe von zentraler Bedeutung für die Bevölkerung sind, wie ein Bauer darlegte: «Wenn ich denen, die hier nach Rohstoffen suchen, etwas ausrichten könnte, ich würde ihnen sagen, sie mögen uns in Ruhe lassen. Wir führen ein einfaches Leben und seit wir unsere Felder ordentlich bewässern können, geht es uns gut. Wir und unsere Familien haben hier eine Zukunft. Wir wollen ihr Gift nicht und wir lassen uns unser Land nicht wegnehmen», sagt Said\* aus Bahi Makuru. Angesichts des wachsenden Widerstands wurden die Bohrungen zeitweilig unter Polizeischutz durchgeführt – ein vorläufiges Ende bereitete ihnen jedoch erst der Preis einbruch für das radioaktiv strahlende Uran.

### Kampf um die Deutungshoheit

Während tansanische und internationale NGO, Menschenrechts- und Umweltbewegungen auf die schädlichen Folgen für Mensch und Umwelt und insbesondere auch auf die enormen Folgekosten des Abbaus hinweisen, geben sich staatliche Behörden und Betreiber alle Mühe, Uran als unproblematisch darzustellen. «Was Uran genau ist und was man damit macht, kann ich nicht wirklich sagen. Wir bekommen hier alle möglichen Antworten auf diese Frage. Ein Rohstoff mit dem man Energie erzeugen, Bomben bauen kann, andere sagen es ist Gift. Es heisst, man würde davon krank,

andere sagen das sei Unsinn. Wem soll man glauben?», beschrieb ein Bewohner von Mtonya, einem Dorf in der Nähe des Mkuju River-Projekts, seine Verunsicherung.

*Was Uran genau ist und was man damit macht, kann ich nicht wirklich sagen. Wir bekommen hier alle möglichen Antworten auf diese Frage.*

### Keine Entwarnung

Wenn auch mit den schlechten Aussichten der Atomindustrie seit 2011 viele Uranexplorations- und Bergbauprojekte eingestellt oder verschoben wurden, eine Entwarnung kann nicht gegeben werden. Mit schwankender Akzeptanz und Unterstützung hat die Atomindustrie nicht zum ersten Mal zu kämpfen. Und gerade gegenwärtig erscheint die Mär von der «sauberen» Energiequelle zur Bekämpfung des Klimawandels wieder vermittelbar. Die Verlockung gründet dabei aber auf dem Trugschluss, dass so tiefgreifende wirtschaftliche und gesellschaftliche Veränderungen umgangen werden können. Atomkraft als Retterin des Wachstumsparadigmas, so lautet die hintergründige Botschaft. Die radioaktiven Abraumhalden des Uranbergbaus, die Landnahme und damit einhergehenden wirtschaftlichen wie sozialen Verwerfungen, welche der Uranabbau mit sich bringt, fallen hierbei vor allen anderen Problemen der Atomkraft unter den Tisch. Der langsame und immer wieder unterbrochene Prozess von der Exploration bis zu einer Mine bedeutet den einen Unsicherheit, Landnahme und Wartestellung, den anderen einen Datensatz über eine Ressource in der Hinterhand. Auch diesbezüglich ist die Atomenergienutzung Ausdruck und Bestandteil globaler Ungleichheit. <



Foto S. 14, links: Ein Arbeiter im «Mkuju River»-Projekt. Uranium One erwägt hier u.a. das ISL-Verfahren (In-Situ-Leaching/Vor-Ort-Lagerung): Dabei wird das Uran bereits in der Erdkruste vom Umgebungsgestein getrennt und nur eine mit Uran angereicherte Lösung an die Erdoberfläche gepumpt.

Foto S. 14, rechts: In Plastiktüten verpackte Bodenproben.

Foto S. 15: Die Umgebung der Explorationen in Bahi in Tansania.

\* Namen geändert

# Neue Lösungen für ein besseres Morgen

**Die Schweiz ist in Bewegung. Mit dem JA zur Energiestrategie 2050 und der Verabschiedung des Klimaabkommens ist der Auftrag zur Energiewende erteilt. Was gilt es zu beachten, damit der Umbau der Schweizer Energielandschaft gelingt? Überlegungen vom finnischen Strategiedesigner Marco Steinberg, der mit seinem Referat die SES-Fachtagung eröffnen wird.**



*Marco Steinberg ist Inhaber von Snowcone & Haystack in Helsinki. Die Agentur berät Regierungen und Entscheidungsträger in den Bereichen Strategiedesign und Innovation. Zuvor war er Direktor der Abteilung Strategiedesign des finnischen Innovationsfonds sowie Gastdozent an der Harvard Design School.*

**Von Valentin Schmidt**  
SES-Leiter Politik & Kommunikation

Die weltweiten Trends der Energiewende lauten Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung: Der technologische Wandel drängt, langjährige Hierarchien zwischen Produzenten und Konsumenten werden durchlässig, Energieflüsse werden durch Informationsflüsse ergänzt. Die Schweizer Antwort auf diese Herausforderungen ist die Energiestrategie 2050, welche die Bevölkerung am 21. Mai 2017 gutgeheissen hat. Damit ist der Transformationsprozess in der Schweiz angestossen. Neben der anstehenden Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes läuft aktuell die Diskussion, wie der Strommarkt Schweiz in Zukunft ausgestaltet wird, damit die Ziele der Energiestrategie erreicht werden können. Damit

verbunden sind Umwälzungen für die Energiewirtschaft aber auch für uns KonsumentInnen. Jetzt sind Politik und Verwaltung gefordert, diesen Prozess zu gestalten und zum Guten zu führen.

Ein Mann, der sich mit Transformationsprozessen auskennt, ist der finnische Strategiedesigner Marco Steinberg. Er wird am 10. November die SES-Fachtagung 2017 mit seinem Referat eröffnen. Sein Unternehmen Snowcone & Haystack berät Regierungen strategisch, damit sie die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts meistern können. Und diese seien gross, wie Steinberg im Gespräch mit dem E&U ausführt. «In einer zunehmend komplexen und sich rasend schnell verändernden Welt müssen einzelne Staaten dem Klimawandel begegnen und gleichzeitig für das Wohlergehen der Bürgerinnen und Bürger besorgt sein – auch für jenes der kommenden Generationen.» Die wohl grösste Herausforderung bestehe darin, unsere kulturell vererbten Wertvorstellungen und Herangehensweisen zu hinterfragen. «Ändern sich diese, so ändert sich auch unser Verständnis dafür, was möglich ist und was nicht.»

## Der Energiesektor umfasst alles

Will man die Herausforderungen im Energiesektor identifizieren, empfiehlt sich, das Thema breit zu definieren. Denn der Energiesektor umfasst eigentlich alles – vom Gebäudesektor über die Mobilität, die Nahrungsmittelproduktion bis hin zur Unterhaltungselektronik. «Wir müssen die Auswirkungen unseres Energieverbrauchs auf das Klima mitdenken», erläutert Marco Steinberg. So seien beispielsweise Beton und Aluminium im Vergleich zu Holz sehr energieintensive Baumaterialien. Auch die Zulieferketten bei der Nahrungsmittelproduktion gelte es miteinzubeziehen. «Wie viel Energie verbrauchen die Produktion von Futtermittel, die Transportwege oder die Lagerung?» Die zunehmende Digitalisierung spielt ebenfalls eine Rolle. «Die wachsende Daten- und Videoflut auf unseren Social-Media-Kanälen will irgendwo abgespeichert sein.»

Sicherheit und Abhängigkeit sind weitere Stichworte, die bei Entscheiden zur zukünftigen Energieversorgung mit hineinspielen. Finnland zum Beispiel ist eines der wenigen europäischen Länder, das neue Atomkraftwerke baut. Und das in einem Marktumfeld, das nur





noch wenige Anbieter kennt. «Was passiert mit der Nuklearindustrie, wenn es nur noch einen oder zwei Anbieter gibt? Was sind die Konsequenzen, wenn wir für den Unterhalt einer so komplexen Technologie von einem einzigen Land abhängig sind?» Auch diese Fragen sollten uns beschäftigen, wie Strategiedesigner Marco Steinberg ausführt. Letztlich müssten vermehrt bislang ungewohnte Erwägungen in Betracht gezogen werden, etwa zu den Folgen des Klimawandels. «Wir wissen heute, dass Naturereignisse ungewöhnliche Nachfragespitzen generieren können. Denken Sie beispielsweise an Hitze- oder Kältewellen. Wie kann die Energieversorgung mit zunehmenden unvorhersehbaren Energiepeaks sichergestellt werden?»

#### **Rezept für eine erfolgreiche Transformation**

«Der Markt wird es richten», lautet eine vielbeschworene Weisheit, wenn sich Veränderungen abzeichnen. Viele Entscheide im Energiesektor sind von der Marktlogik getrieben. Steigt die Nachfrage nach einem Produkt oder Energieträger, passt der Markt das Angebot an. Doch diese Logik greift für Marco Steinberg zu kurz: «Die Nachfrage wird auch vom Angebot gesteuert. Geschäftsfelder erwachsen aus konkreten Bedürfnissen. Die Unternehmen sind darauf angewiesen, dass ihr Markt stabil bleibt.» Ihr Alltag bestehe darin, die Abläufe zu optimieren, Rechnungen zu bezahlen und kurzfristig Aktiengewinne zu generieren. «Vor diesem Hintergrund können Marktanreize auch vom Bedürfnis getrieben sein, den Status quo zu wahren, anstatt neue oder zukünftige Bedürfnisse zu antizipieren. Hier drängt sich die Frage auf, wie wir diese Logik durchbrechen können.»

Für Marco Steinberg müssen bei einem so breiten und komplexen Themenfeld wie der Energie entsprechende Markt-Interventionen wie ein Rezept gedacht werden. «Ein guter Kuchen besteht selten aus nur einer Zutat. Genau so müssen auch Markt-Interventionen aus einem vielfältigen Instrumenten-Mix bestehen.» Entscheidend sei zu erkennen, welche Massnahmen es braucht, damit die angestrebte Systemänderung stattfinden kann, und wie diese koordiniert werden. Als zentrale Erfolgsfaktoren für die Umsetzung sieht er eine starke Führung

(leadership) sowie eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung. Der Markt ist ebenfalls Teil dieser Dynamik und kann helfen, den Prozess zu beschleunigen, sofern er denn die richtigen Signale oder den nötigen Druck erhält. Die Botschaft zwischen den Zeilen: Selber lenken und nicht einfach zuwarten. Die Schweiz muss diese Herausforderungen rasch angehen.

#### **Aktive Rolle der Verwaltung**

Interessant ist Steinbergs Analyse zur Rolle der öffentlichen Hand. Seit jeher sei diese einer eher passiven Haltung verpflichtet – und das aus guten Gründen: Traditionell ist es ihre Aufgabe, bekannte Lösungen neutral zu verwalten. «Wenn es aber darum geht, neue Lösungsansätze zu entwickeln, muss die öffentliche Verwaltung den politischen Prozess viel aktiver und enger begleiten und sich in einem schrittweisen Vorgehen mit den Entscheidungsträgern austauschen.» Nur so könne ein «besseres Morgen» gefunden werden. «Wenn wir also ernsthaft neue Realitäten schaffen wollen, dann sollten wir die Rolle der öffentlichen Verwaltung im 21. Jahrhundert überdenken», schliesst Steinberg. «Passive Expertise wird nicht die Lösung sein.» <

#### **SES-FACHTAGUNG 2017:**

#### **Energiestrategie 2.0 – Jetzt nachlegen!**

**10. November 2017, X-TRA Zürich**

Mit dem Ja zum 1. Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 ist die Energiewende in der Schweiz angestossen. Damit sie nicht zum Strohfeuer verkommt, muss die Politik nachlegen und offene Fragen beantworten: Welche Massnahmen braucht es für eine reibungslose Ablösung der fossilen und nuklearen Energiequellen? Wie sieht ein Strommarkt aus, der weitere Investitionen in Erneuerbare bringt? Und welche Instrumente taugen dazu, die KonsumentInnen besser mit einzubinden? Diskutieren Sie diese Fragen mit uns und namhaften Expertinnen und Experten an der SES-Fachtagung 2017.

Informationen und Anmeldung unter [www.energiestiftung.ch](http://www.energiestiftung.ch)

# Endliche Energie – Ende des Wachstums?

Ob eine Wirtschaft ohne Wachstum möglich ist oder das Wachstum so gestaltet werden kann, dass es nicht auf Kosten kommender Generationen geht, darüber streiten sich die klassische und die Postwachstumsökonomie. Energie spielt eine Schlüsselrolle. Theoretisch wäre genügend Sonnenenergie vorhanden, dennoch ist nicht klar, welcher Weg der richtige ist. Die SES sucht Antworten.



Von **Felix Nipkow**  
Projektleiter Strom & Erneuerbare

Die Liste der Probleme, mit der die Menschheit konfrontiert ist, ist lang: zur Neige gehende Ressourcen, Umweltzerstörung, klimaschädigende und gefährliche Energieträger, soziale Ungleichheit und Armut. Die Politik verspricht, diese Probleme durch technologischen Fortschritt und Wirtschaftswachstum anzugehen. Dieser Ansatz zeigt gewisse Erfolge, in der Schweiz hat zum Beispiel der Energieverbrauch in den letzten zehn Jahren trotz steigenden Bevölkerungszahlen und Wirtschaftswachstum abgenommen. Energieeffizienz zeigt Wirkung.

## «Peak Everything»

Aber reicht das aus, um den eingangs aufgezählten Problemen zu begegnen? Niko Paech glaubt nicht daran. Der deutsche Umweltökonom, der den Begriff

«Postwachstumsökonomie» geprägt hat, ist von der Alternativlosigkeit derselben überzeugt. PostwachstumsökonomInnen sagen, die oben am Beispiel der Schweiz erwähnte Entkoppelung sei gescheitert, mehr Wertschöpfung führe langfristig auch zu mehr ökologischen Schäden. Weder in der Praxis noch in der Theorie könne die Wirtschaft immer weiterwachsen, ohne dass dies auf Kosten kommender Generationen geht. Es sei von einem «Peak Everything» auszugehen, immer mehr Ressourcen würden knapp.

Die Antwort klassischer ÖkonomInnen ist «nachhaltiges» oder «grünes» Wachstum dank technischer Innovation: Mit effizienter Technik mehr herausholen aus den vorhandenen Ressourcen und dank erneuerbarer Energien ein Wachstum ermöglichen, das nicht auf endlichen Ressourcen beruht. PostwachstumsökonomInnen bezeichnen diese Ansätze als Etikettenschwindel, eine nachhaltige Wirtschaft könne nicht auf ewigem Wachstum beruhen.

## Steigerung des Wohlbefindens

Eine neue Gesellschaftsordnung, die auf weniger Konsum und nicht auf wachsendem Bruttoinlandsprodukt basiert, sei nicht ein notwendiges Übel, sondern ganz im Gegenteil der Schlüssel zu mehr Wohlbefinden. «Nach Erreichen eines bestimmten Niveaus bewirken Zunahmen des Einkommens bzw. Konsums keine weitere Steigerung des individuellen Wohlbefindens», schreibt Niko Paech<sup>1</sup>. Ob es uns in einer Postwachstumsökonomie besser ginge als heute, ist schwer zu beantworten. Notwendig sind aber Antworten darauf, ob ein weiteres Wachstum angesichts der anstehenden Probleme überhaupt zu verantworten ist. Ist eine Wirtschaft ohne Wachstum überhaupt möglich? Oder kann Wachstum doch nachhaltig sein?

## Die Energiefrage

Fossile Energie aus Erdöl und Kohle haben das immense Wachstum der Vergangenheit überhaupt erst ermöglicht. Noch heute basiert die Energieversorgung weltweit zum grossen Teil auf diesen endlichen Ressourcen. Nur gerade 10% der Energie stammt aus erneuerbaren Quellen wie Wasserkraft. Konsum und Wohlstand sind in hohem Mass von Energie abhängig. Legen wir den Fokus also auf Energieverbrauch und -produktion.

## SES-Veranstaltung: Energie und Wachstum



Am 3. Oktober veranstaltet die SES einen Diskussionsabend zum Thema Postwachstumsgesellschaft vs. nachhaltiges Wachstum. Nach kurzen Inputreferaten von Prof. Dr. Irmi Seidl (Umweltökonomin, Eidg. Forschungsanstalt WSL) und Prof. Dr. Lucas Bretschger (Ressourcenökonom, ETH Zürich) findet eine Podiumsdiskussion zusätzlich mit Beat Jans (SES-Stiftungsratspräsident und Nationalrat) statt.



Moderation: Florian Brunner, SES-Projektleiter.



**Wann:** Dienstag, 3. Oktober 2017, 18.15 – 20.00 Uhr (anschliessend Apéro)

**Wo:** Pädagogische Hochschule, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Raum LAA-G001

Anmeldung an [info@energiestiftung.ch](mailto:info@energiestiftung.ch) oder Tel. 044 275 21 21. Die Teilnahme ist kostenlos.

Weitere Informationen und Anmeldung auf [energiestiftung.ch/veranstaltung/energie-und-wachstum.html](http://energiestiftung.ch/veranstaltung/energie-und-wachstum.html)

## Lässt sich der Weltenergiebedarf erneuerbar decken?

Achtung, jetzt wird es etwas zahlenlastig. Bereits 617'600 km<sup>2</sup> an Solaranlagen in der Sahararegion – das ist knapp ein Fünftel der geeigneten Fläche Nordafrikas – würden ausreichen, um den gesamten Energiebedarf der Menschheit zu decken. Dieser liegt bei rund 13'276 Mio. Tonnen Öl-Äquivalent oder 154'403 Terawattstunden (TWh) Energie und nimmt im Zehnjahres-Durchschnitt jährlich um 1,8% zu.<sup>2</sup> Die ganze Energie in der Sahara zu produzieren macht aber keinen Sinn. Die Speicher- und Verteilkosten wären viel zu hoch. Kostengünstiger ist eine dezentrale Produktion mit einem breiten Technologiemix, was auch die Versorgungssicherheit verbessert.

## Die Schweiz importiert viel graue Energie

Die Schweiz verbraucht 237 TWh, das entspricht 0,15% des weltweiten Verbrauchs, wobei die Schweiz 0,11% der Weltbevölkerung stellt. Der Verbrauch grauer Energie ist allerdings nicht eingerechnet. Schätzungen gehen davon aus, dass nochmals fast gleich viel (graue) Energie importiert wird. Um den statistisch erfassten Energiebedarf der Schweiz zu decken, wäre eine nordafrikanische Solarfläche von 948 km<sup>2</sup> nötig. Das entspricht ungefähr der Fläche des Kantons Schwyz oder Thurgau oder 2,3% der Landesfläche. Würden die Anlagen in der Schweiz stehen, bräuchte es die Fläche beider Kantone zusammen, weil hier die Sonneneinstrahlung nur halb so stark ist. Zusätzlich kommt die graue Energie dazu. Insgesamt wären für eine rein solare Selbstversorgung rund 10% der Landesfläche nötig, noch ohne Speicherung und Verteilung. Das ist mehr als die gesamte Siedlungsfläche.

Auf Dächern, Fassaden, Parkflächen und weiteren Infrastrukturanlagen, die von der Ausrichtung und vom Standort her für die Solarenergienutzung infrage kommen, beträgt das Photovoltaik-Potenzial in der Schweiz rund 33 TWh Jahresproduktion.<sup>3</sup> Das reicht locker, um eine 100% erneuerbare Stromversorgung zu gewährleisten. Es zeigt aber auch, dass die heutige Abhängigkeit – die Schweiz importiert rund drei Viertel ihrer Energie, vor allem in Form von Erdölprodukten – nicht so einfach aufzulösen ist. Wo kommt unsere Energie also her, wenn wir kein Erdöl mehr importieren wollen oder können? Ob der Import erneuerbarer Energie möglich sein wird, beziehungsweise woher und zu welchen Kosten, steht heute noch in den Sternen. Fest steht nur, dass das fossile Zeitalter früher oder später zu Ende geht.

## Wachstum oder Postwachstum?

Global gesehen mangelt es nicht an Solarenergie, theoretisch könnte der Weltenergiebedarf so gedeckt werden. Zusätzlich stehen auch indirekte Solarenergie-



quellen wie Wind, Biomasse und Wasserkraft sowie die Erdwärme zur Verfügung. Aber auch bei erneuerbaren Energien müssen die Auswirkungen auf die Umwelt immer im Auge behalten werden. Gerade in dicht besiedelten und industrialisierten Regionen wie Zentraleuropa ist eine erneuerbare Energievollversorgung bei heutigem Verbrauchsniveau nur mit grossen Eingriffen in die Natur zu bewerkstelligen. Die Zeichen stehen also klar auf Sparen: Unser Energieverbrauch muss sinken. Ob das mit weiterem Wirtschaftswachstum kompatibel ist oder nicht, darüber sind sich die Fachleute nicht einig.

Viele Fragen zur Postwachstumsgesellschaft sind offen: Wie stellt man das an – und kann es überhaupt eine Wirtschaft ohne Wachstum geben? Müssen wir unsere Lebensweise ändern? Was ist die Rolle der Politik? Diesen und weiteren Fragen geht die SES an der Veranstaltung vom 3. Oktober nach (Infos siehe nebenan). <

1 [www.postwachstumssoekonomie.de](http://www.postwachstumssoekonomie.de)

2 BP Statistical Review of World Energy 2017

3 Roadmap für den Ausbau der Photovoltaik in der Schweiz, Swissolar, 23.3.2017

## > Marco Spadin neu im Stiftungsrat



Der Stiftungsrat hat an seiner letzten Sitzung Dr. iur. Marco Spadin neu in den SES-Stiftungsrat gewählt. Der Rechtsanwalt ist Partner in der Zürcher Anwaltskanzlei Steinbrüchel Hüsey und spezialisiert auf den Gebieten Vertrags- und Handelsrecht, Gesellschafts-, Vereins- und Stiftungsrecht sowie Erbrecht. Sein ehrenamtliches Engagement im Stiftungsrat begründet er in erster Linie mit dem Interesse an der vielschichtigen Energiepolitik und damit, dass er die SES als Fachorganisation schätzt, die wissenschaftlich fundiert und ohne Scheuklappen Entscheidungsgrundlagen für eine nachhaltige Energie-Zukunft erarbeitet.

Wir freuen uns, unser Strategie-Gremium mit einem in Rechtsfragen versierten Praktiker ergänzen zu können.

## > Danke, Tina Berg



Im Februar hatte die SES ihre vormalige Kommunikationsverantwortliche Tina Berg für die Kampagne zur Energiestrategie 2050 wieder an Bord geholt. Als Polit-Campaignerin war Tina Berg verantwortlich für die SES-Aktivitäten während der Abstimmungskampagne und unterstützte die Geschäftsstelle in Kommunikations- und strategischen Belangen, etwa bei der Konzeption und Umsetzung des SES-Energie-Quiz und der Social-Media-Kampagne.

Wir konnten von ihrer Erfahrung aus der Atomausstiegsinitiative profitieren, für die sie auf Agenturseite die Projektleitung innehatte. Tina Bergs vielseitige Kompetenzen gehen uns glücklicherweise noch nicht ganz verloren: Die Wirtschaftshistorikerin beleuchtet in dieser und den nächsten Ausgaben von «Energie & Umwelt» in einer Artikelserie die Meilensteine der schweizerischen Energiepolitik.

## > Anti-Atom-AktivistInnen geehrt



Am 15. September wurde am IPPNW-Kongress in Basel der Ehrenpreis 2017 des Nuclear Free Future Award (NFFA) an 26 atomkritische SchweizerInnen verliehen. Sie stehen stellvertretend für die vielen Aktiven, die sich seit Jahrzehnten gegen bestehende oder projektierte AKW und ungenügende Endlagerprojekte gewehrt haben. Unter den Geehrten befinden sich viele Bekannte und Verbündete der SES, etwa der ehemalige SES-Vizepräsident und heutige Beirat Heini Glauser oder die ehemaligen Stiftungsräte Leo Scherer und Marcos Buser. Die Stiftung zeichnet seit 2008 weltweit VorkämpferInnen für eine Zukunft frei von Atomkraft und Atomwaffen aus. Die SES hat die Preisverleihung finanziell unterstützt.

» [www.nuclear-free-future.com](http://www.nuclear-free-future.com)

## > Intensive Kampagnenphase



Die SES-Geschäftsstelle hat mit den Abstimmungsvorlagen zur Atomausstiegsinitiative und dem ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 eine intensive Kampagnenphase hinter sich. Wir haben alles gegeben und viel gelernt.

Nun richten wir den Blick wieder nach vorne. Mit unserer neuen Geschäftsleiterin Rita Haudenschild sind wir daran, das Jahresprogramm 2018 zu planen. Gleichzeitig befinden wir uns in einem Strategieprozess zu den längerfristigen Zielen und Schwerpunkten der SES, in dem auch die StiftungsrätInnen ihre Perspektiven und ihr Fachwissen einbringen. Auch nach der gewonnenen Abstimmung von letztem Mai gibt es noch viel zu tun, um unserem Stiftungszweck – eine menschen- und umweltgerechte Energiepolitik – gerecht zu werden. Herzlichen Dank, dass Sie als Mitglied uns dabei unterstützen.

Jetzt anmelden  
auf [www.energiestiftung.ch](http://www.energiestiftung.ch)



## ENERGIESTRATEGIE 2.0 JETZT NACHLEGEN!

Fachtagung  
Freitag 10. November 2017, Zürich



SES-FACHTAGUNG 2017

## Energiestrategie 2.0

Die Referenten und ReferentInnen:

- Marco Steinberg, Strategiedesigner: **Strategische Überlegungen zum Design von Märkten in Transformation**
- Jasmin Staiblin, CEO Alpiq: **Schweizer Wasserkraft – Energie mit Zukunft?**
- Dr. Gustav Resch, Technische Universität Wien: **Marktanreize für Erneuerbare Energien 2.0**
- **Podium 1 – Im Widerspruch: Brauchen neue Technologien staatliche Unterstützung?** mit Prof. Dr. Tobias Schmidt, ETH Zürich, und Dr. Patrick Dümmler, Avenir Suisse
- Prof. Dr. Gabriela Hug, ETH Zürich: **Betriebsicherheit im elektrischen Netz – Herausforderungen und Ansätze**
- Luise Neumann-Cosel: **Stromnetze in Bürgerhand! Warum die Energiewende nur mit den Bürger/innen gelingt.**
- **Podium 2 – Im Widerspruch: Ist die Strommarktliberalisierung im Sinne der Energiewende?** mit Dr. Rudolf Rechsteiner, Energieökonom, und Susan Boos, Chefredaktorin WOZ
- Corinne Ruesch Schweizer, Uni Basel: **Konsument/in oder Bürger/in: Energiepolitik mit wem und für wen?**
- Prof. Dr. Bruno Oberle, Uni Lausanne: **Entscheidung und Verantwortung – Hat der Konsument sie wirklich?**
- **Podium 3 – Im Widerspruch: Funktioniert die Energiewende ohne Preissignal?** mit Sara Stalder, Stiftung für Konsumentenschutz SKS, und Silas Hobi, umverkehrR

### Fabian Steiger gewinnt das SES-QUIZ



Der glückliche Gewinner des SES-Energie-Quiz von Mai 2017 heisst Fabian Steiger. Der junge Mann aus Altstätten (SG) hat den Hauptpreis, ein individuell auf ihn zugeschnittenes Velo von Re-Cycle, gewonnen und dieses inzwischen abgeholt.

Wir wünschen ihm viel Spass mit dem neuen Velo und freuen uns, ein Exemplar mehr des effizientesten Fortbewegungsmittels der Welt auf den Schweizer Strassen zu wissen. Wir danken an dieser Stelle Re-Cycle für die Zusammenarbeit. 20 weitere GewinnerInnen haben einen SBB-Gutschein im Wert von je Fr. 50.– erhalten. Die übrigen rund 4300 Teilnehmenden haben ihre Kompetenz in Energiefragen demonstriert oder gar gestärkt. Gewonnen haben in diesem Sinne alle, die mitgemacht haben.

Herzliche Gratulation!

#### Impressum

ENERGIE & UMWELT, Nr. 3/2017

Herausgeberin: Schweizerische Energie-Stiftung SES

Sihlquai 67, 8005 Zürich, 044 275 21 21

[info@energiestiftung.ch](mailto:info@energiestiftung.ch), [www.energiestiftung.ch](http://www.energiestiftung.ch)

Spenden-Konto: 80-3230-3

Redaktion & Layout: Rafael Brand, Scriptum,

Tel. 041 870 79 79, [info@scriptum.ch](mailto:info@scriptum.ch)

Redaktionsrat: Rafael Brand (rb), Florian Brunner (fb),

Felix Nipkow (fn), Valentin Schmidt (vs), Nils Epprecht (ne),

Tina Berg (tb)

Redesign: fischerdesign, Würenlingen

Korrektorat: Vreni Gassmann, Altdorf

Druck: Ropress, Zürich,

Auflage: 11'500, erscheint 4x jährlich

Abonnement (4 Nummern):

Fr. 30.– Inland-Abo

Fr. 40.– Ausland-Abo

Fr. 50.– Gönner-Abo

SES-Mitgliedschaft (inkl. E & U-Abo):

Fr. 400.– Kollektivmitglieder

Fr. 100.– Paare / Familien

Fr. 75.– Verdienende

Fr. 30.– Nichtverdienende

Abdruck mit Einholung einer Genehmigung und unter Quellenangabe und Zusendung eines Belegexemplars an die Redaktion erwünscht. E&U-Artikel von externen AutorInnen können und dürfen von der SES-Meinung abweichen. Das E&U wird auf FSC-Papier, klimaneutral und mit erneuerbarer Energie gedruckt.

# Am Anfang war das Wasser

**Jüngst hat sich die Schweiz intensiv mit der Ausgestaltung der künftigen Energiepolitik beschäftigt. Ein Blick zurück zu deren Anfängen zeigt: Was vor 100 Jahren geschah, ist auch heute noch aktuell, zum Beispiel die Bedeutung der Wasserkraft für die Bergkantone und die Diskussion um Wasserzinsen.**



Von **Tina Berg**  
Wirtschaftshistorikerin

Spätestens seit der Industrialisierung im 18. und 19. Jahrhundert Technik und Produktivität revolutionierte und einen Ausweg aus der malthusianischen Wachstumsfalle ermöglichte, war diese in vielen Ländern stark mit dem Rohstoff Kohle konnotiert. Die Schweiz ging einen anderen Weg: Billige Kohle war hierzulande nicht vorhanden und so basierte die Industrialisierung in der Schweiz vornehmlich auf den Energieträgern Holz und Wasser. Die installierte Motorenleistung beispielsweise beruhte um 1875 zu mehr als drei Vierteln auf Wasserkraft. Erst mit dem verstärkten Ausbau der Eisenbahnen ab 1860 und der verbesserten internationalen Anbindung gelangte man zunehmend in Besitz von Kohle.

## Kohleknappheit in Krisenzeiten

Der Aufstieg fossiler Rohstoffe wie auch die Anfänge der modernen Wasserkraftnutzung verliefen dem Zeitgeist entsprechend ohne staatliche Intervention. Obwohl es Ressourcenbewirtschaftung und Ansätze obrigkeitlicher Regulierung auch bereits in der Agrar- und Bodenpolitik vorindustrieller Zeit gab, hielt eine eigentliche Energiepolitik in der Schweiz erst spät Einzug. Die Energieversorgung war zu dieser Zeit Sache der Industrie und der Privatwirtschaft.

Der Staat griff nur punktuell regulierend ein, wenn gesamtschweizerische Interessen, Auslandsbeziehungen oder die öffentliche Sicherheit betroffen waren. So wurde der Bundesrat beispielsweise im Ersten Weltkrieg aktiv, als die Kohlepreise knappheitsbedingt ab 1916 enorm anstiegen. Er schloss ein Wirtschaftsabkommen mit Deutschland, welches die monatlichen Kohle-Liefermengen im Austausch für Kredite fixierte.

Damit einher ging eine inländische Verbrauchsregelung der importierten Energie. Während der beiden Weltkriege führten Bund und Kantone dazu sogenannte «Brennstoffämter» ein.

## Verstärkter Ausbau der Wasserkraft

Die hierzulande bereits gut ausgebaute Wasserkraft und die in europäischen Kriegs- und Krisenzeiten Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts unzuverlässigen und knappen fossilen Importe sowie der Mangel an eigenen Kohlevorkommen führten schon früh zu einer immer stärkeren Substitution durch Elektrizität aus Wasser. Ab den 1880er-Jahren diente der einheimische Energieträger der Stromerzeugung und bereits Ende der 1920er-Jahre waren beispielsweise die Schweizer Eisenbahnen im Gegensatz zum restlichen Europa nahezu vollständig elektrifiziert. Insbesondere in den Jahren nach 1900 und bis zum Ersten Weltkrieg wuchs der Stromverbrauch ausserordentlich rasch an und der Schock angesichts der Versorgungsengpässe mit Kohle während des Ersten Weltkriegs sorgte danach dafür, dass die Elektrifizierung stark vorangetrieben wurde.

## Elektrifizierung macht Gesetz nötig

Mit dem um die Jahrhundertwende intensivierten Ausbau von Wasserkraft traten neue Probleme zutage, die zu den ersten nationalen Gesetzen im Energiebereich führten. Im Elektrizitätsgesetz von 1902 (Bundesgesetz betreffend die Stark- und Schwachstromanlagen) wurden die Errichtung von Leitungen und Sicherheitsvorkehrungen geregelt. Konflikte zwischen Grundeigentümern und Elektrizitätsunternehmen beim Bau der Strominfrastruktur hatten dies nötig gemacht. Aufgrund von Unfällen wurde zudem die Sicherheit der neuen Stromleitungen kontrovers diskutiert und die mangelnde Koordination zwischen Bund und privaten Betreibern kritisiert.

Mit dem Elektrizitätsgesetz übertrug das Parlament die Oberaufsicht über die Sicherheit der Starkstromleitungen dem neu geschaffenen Eidgenössischen Technischen Inspektorat. Damit wurde die Grundlage für regelmässige Kontrollen der Sicherheitsauflagen geschaffen. Zudem beinhaltete das Gesetz ein Enteignungsrecht für den Bau von Übertragungsanlagen, was für die Betreiber zu mehr Rechtssicherheit führte.

## Artikelserie zur Geschichte der Energiepolitik

Die **Wirtschaftshistorikerin Tina Berg** beleuchtet in den nächsten Ausgaben von «Energie & Umwelt» in einer Artikelserie ausgewählte Meilensteine der Schweizerischen Energiepolitik.

*Einheimische Wasserkraft war sowohl für die Industrialisierung als auch die Elektrifizierung der Schweiz von zentraler Bedeutung und schliesslich ausschlaggebend für den Beginn der nationalen Energiepolitik.*



Foto: Museum für Gestaltung Zürich, Plakatsammlung, ZHDK

### Alpen-OPEC gegen Stromkonzerne

Neben der Verteilung der Elektrizität ergab sich aus der intensivierten Wasserkraftnutzung zudem die Notwendigkeit, bei der Produktion regulierend einzugreifen. Viele Kantone kannten zwar bereits eine kantonale Wassergesetzgebung, die jedoch teilweise als unzureichend empfunden wurde. Die Bergkantone befürworteten den Status quo, da sie sich durch das wachsende Interesse an Wasserkraft hohe Einnahmen versprachen. Das industrialisierte Mittelland hingegen erhoffte sich von einer Wasserkraftgesetzgebung unter nationaler Hoheit sinkende Wasserzinsen und günstigere Strompreise. Insbesondere die geplante Elektrifizierung aller Bahnen, die seit 1898 Bundessache war, machte eine nationale Gesetzgebung sinnvoll.

1908 wurde die Nutzung von Wasserkraft mit über 85 % Ja-Stimmen in der Verfassung verankert und 1916 folgte das Wasserwirtschaftsgesetz (Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte). Seither liegt die Oberaufsicht beim Bund, die Konzessionserteilung blieb allerdings Sache der Kantone. Zudem wurde auch der Export unter Bundesaufsicht gestellt. Strom sollte nur ins Ausland verkauft werden können, wenn im Inland dafür kein Bedarf bestand und «das öffentliche Wohl» dadurch nicht beeinträchtigt würde.

### Wasserzins: ein Dauerbrenner

Mit dem Wasserrechtsgesetz wurde auch die Grundlage für einen einheitlichen Wasserzins geschaffen. Der Bund sollte stets eine Interessensabwägung zwischen den Gesamtinteressen des Landes zur Nutzung der einheimischen Wasserkraft und den Bedürfnissen der Wasserherkunftsgebiete anstellen. Der damals festgelegte Zins wurde seither mittels Gesetzesanpassung mehrmals erhöht. Mit der im Gesetz vorgesehenen Neuregelung des Wasserzinses ab 2020 ist die Diskussion um die Höhe des Zinses nun 100 Jahre später wieder neu lanciert worden. <

### Quellen

Studie des Bundesamtes für Energie (BFE): Kupper Patrick, Pallua Irene: Energieregime in der Schweiz seit 1800, Innsbruck 2016.

Marek Daniel: Energiepolitik, in: Historisches Lexikon der Schweiz (HLS), Version vom 16.8.2012. [www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13794.php](http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13794.php)

Paquier Serge: Elektrifizierung, in: Historisches Lexikon der Schweiz (HLS), Version vom 23.10.2006. [www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13845.php](http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D13845.php)

Zehnder Selina: Zinsen auf die Wasserkraft, in: ENERGEIA, Magazin BFE 2/2017.

Pfamatter Roger: Der Wasserzins – Reformbedarf im neuen Marktumfeld, in: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen; swisselectric (Hg.): «Wasserzinsregelung ab 2020» Sonderdruck, 1/2017.

*«Wir dürfen nicht zulassen, dass politische und wirtschaftliche Überlegungen zu Abstrichen bei der Sicherheit von Kernkraftwerken führen.»*

ENSI-Direktor Hans Wanner

an der SES-Fachtagung 2016 «Nuclear Phaseout Congress» vom 21. März 2016

AZB

P.P. / JOURNAL

CH-8005 ZÜRICH

Bitte melden Sie uns Ihre neue Adresse. Danke!