

# Vision Pumpspeicherwerke : keine Katastrophe

Autor(en): **Speich, Andreas / Spinnler, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **106 (2014)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939746>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Vision Pumpspeicherwerke – keine Katastrophe

Andreas Speich, Fritz Spinnler

## Zusammenfassung

Die Klimagefahr ist ein beharrlich sich aufbauendes, unentrinnbares globales Phänomen; so langsam, dass die Menschen sich nicht zum Handeln entschliessen können. 2060 dürfen nur noch wenige Prozent fossiler Stoffe verbrannt werden. Die Energiestrategie 2050 des Bundes ist nicht zielführend. Eine prosperierende Schweiz braucht ein Vielfaches der Elektrizität, welche unsere heutigen Wasserkraftanlagen erzeugen. Kernkraft bleibt noch auf lange Zeit unersetzlich. Das Energiepotenzial der MENA-Länder (Middle East & North Africa) und das ausgleichende Wasserreservoir der Alpen sind überraschend gross. Jedoch fehlen die Rahmenbedingungen für die Langzeitinvestitionen. Unser Land kann einen wesentlichen Beitrag für die Abdeckung des Spitzenstrombedarfs durch neue Pumpspeicher-Kraftwerke liefern, beispielsweise durch ein 30-GW-Werk in der östlichen Genfersee-Region (Lac de Lovenay), welches als Vision hier dargestellt ist.

## 1. Keine Klimakatastrophe

Katastrophen sind unerwartete, grosse Ereignisse, die plötzlich eintreten, viel Schaden stiften und unvorhersehbar sind. Die Klimaeskalation ist zwar ein grosses Ereignis, droht viel Unheil zu verursachen, aber ist weder unerwartet noch plötzlich oder unvorhersehbar. Also keine Katastrophe, sondern viel schlimmer: Ein unabänderliches, langsam und beharrlich sich aufbauendes, unentrinnbares globales Phänomen; so langsam, dass die Menschen sich nicht zum Handeln entschliessen können. Daraus werden wohl viele hintereinander folgende Katastrophen unterschiedlichster Art zu erwarten sein. Das ist der Tenor einer wichtigen Publikation<sup>1</sup> zu diesem Thema, die im Dezember 2013 erschienen ist.

Als Folge der Nuklearkatastrophen von Fukushima und Tschernobyl sowie als Reaktion auf die schon lange bekannte Gefahr der Treibhausgase hat der Bundesrat

im September 2013 die Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050<sup>2</sup> verabschiedet und dem Parlament zur Beratung überwiesen. Der Energieverbrauch<sup>3</sup> der Schweiz von 882 PJ im Jahr 2012 soll bis 2050 auf 564 PJ<sup>4</sup> gesenkt werden, mit dann noch immer 47% fossiler Energie (Erdöl, Gas, Holz, usw.). Beides ist unakzeptabel und in hohem Masse unverantwortlich. Das Erste ist zu wenig und das Zweite viel zu viel. Wegen den enormen Emissionen von Treibhausgasen und der daraus folgenden tiefgreifenden Störung des Klimas sollten im Jahr 2050 fossile gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe sowie Kohle nur noch als Rohstoffe der chemischen Industrie dienen, keinesfalls mehr als Treibstoff, für die Erzeugung elektrischer Energie oder gar zu Heizzwecken. Holz darf nur noch in Ausnahmefällen zu Energiezwecken dienen. Schweden hat bereits im Jahre 2011 be-

schlossen, die Treibhausgas-Emissionen bis im Jahr 2050 auf NULL zurückzufahren. Das könnte die Schweiz auch, wenn sie die Zeichen der Zeit erkennen würde.

Der Grund ist dreifach:

- Die Verbrennung von Erdöl, Gas und Kohle zerstört das Klimagleichgewicht
- Die fossilen Kohlenstoffe werden bald aufgebraucht sein
- Es gibt saubere und permanente Energiequellen, die sich auf lange Frist als wirtschaftlich erweisen werden und in schier unbegrenzter Menge vorhanden sind.

Sonne, Wind und Geothermie sind nicht «erneuerbare Energien». Energie ist nicht «wiederherstellbar». Es handelt sich sprachlich und physikalisch-theoretisch richtig um saubere permanente Energiequellen<sup>5</sup>; dazu gehört auch die Wasserkraft.

## 2. Schwache Energiestrategie des Bundes

Die Strategie 2050 des Bundes ist nicht nur terminologisch, sondern auch konzeptionell entgleist. Für das Jahr 2014 würden aus den Schätzungen des UVEK<sup>6</sup> eigentlich 824 PJ zu erwarten sein, schon 2012 waren es 6% mehr (882 PJ), Tendenz vermutlich leicht steigend. Wenn wir eine wirkungsvolle, konsequente Energiepolitik betreiben, können wir im Jahr 2060 einen Verbrauch von nicht weniger als 700 PJ erwarten. Die Schweizer werden den Gürtel nicht enger schnallen wollen, jedoch einige wenige Prozente fossiler Treibstoffe

<sup>1</sup> James Hansen, Earth Institute, Columbia University, New York, USA und 17 weitere global führende Wissenschaftler: Assessing «Dangerous Climate Change»: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature, December 2013, PLOS Public Library of Science. <http://www.plosone.org/article/abstract?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0081648&representation=PDF>

<sup>2</sup> Ziele und Massnahmen, Botschaft zur Energiestrategie 2050 vom 4. September 2013: Ziele und Massnahmen in der Übersicht: <http://www.uvek.admin.ch/themen/03507/03509/>

<sup>3</sup> Quelle: 6. Bericht der Schweiz zuhanden der Klimakonvention. FOEN (BAFU) Switzerland's Sixth National Communication and First Biennial Report under the UNFCCC, <http://www.bafu.admin.ch/climate/reporting/00551/13139/index.html?lang=en>

<sup>4</sup> PJ = PetaJoule; Verbrauch Schweiz 2012: 882 PJ, entsprechen 245 Milliarden kWh; ein kleiner Staubsauger braucht 1 kW

<sup>5</sup> Clean and Permanent Energy Sources (CPES)

<sup>6</sup> Eidgenössisches Departement (Ministerium) für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)



und weiterhin einen substanziellen Anteil Nuklearenergie dulden müssen. Das unvermeidliche Bevölkerungswachstum und der hoffentlich dann nicht verlorene Wohlstand fordern auf lange Frist eine gute Energieversorgung. Die bisher bekannten Energieziele des Bundes gewährleisten diese noch nicht. Dort sind als Teil der «Wende» unrealistische 4 TWh mehr Strom aus Wasserkraft postuliert. Das Parlament hat das populistische Instrument der KEV<sup>7</sup> für Kleinanlagen eingeführt. Das verzerrt das Marktgefüge, schädigt die Landschaft und ist für eine ausreichende Stromversorgung untauglich.

James Hansen und die andern Autoren der erwähnten globalen Studie vom Dezember 2013 warnen, ohne Nuklearkraft werde das Klima unkontrollierbar und desaströs, selbst wenn die Kohlenenergie sehr rasch penalisiert würde. Die Nukleartechnologie ist trotz ihrem Gefahrenpotenzial nicht stehen geblieben. Flüssigsalzreaktoren<sup>8, 9</sup> sind in Entwicklung. Längerfristig wird der Verzicht auf Nuklearenergie denkbar, aber «aussteigen» aus der Atomgefahr kann man keineswegs. Wir haben den radioaktiven Müll auf alle Ewigkeit und werden diesen nie los. Etwas mehr oder weniger davon macht keinen grossen Unterschied. Sehr gefährlich wäre es, wenn die Nukleartechnologie stehen bleiben würde. Dann wüsste in hundert Jahren niemand mehr, wie mit dem vielen giftigen und radioaktiven Abfall umgegangen werden muss.

### 3. Gigantische Stromquellen

Es könnte der Schweiz bis zum Jahr 2060 möglicherweise gelingen, die fossilen und fast alle nuklearen Energiequellen durch sauber erzeugte Elektrizität zu ersetzen. Bis dann sind gigantische zusätzliche Stromquellen zu erschliessen, und zwar etwa dreimal so viel, wie heute alle einheimischen Wasserkraftanlagen liefern. 300% zusätzlichen Strom geben die Flüsse und Berge niemals her. Der Strom muss aus sauberen Solar- und Windanlagen mehrheitlich aus dem Ausland kommen, aus geografisch näheren Quellen als das Erdöl. Wind- und Sonnenkraft sind

sehr zuverlässige, nicht stochastisch auftretende Mengen, wohl aber tageszeitlich und je nach Wetterlage variable, im überlagerten Rhythmus von Jahreszeiten und Stunden. Solarinstallationen (Concentrating Solar Power CSP) auf 3% der Fläche der Sahara sollen für den technischen Energiebedarf<sup>10</sup> der ganzen Erdbevölkerung ausreichen. Um Europa mit sauberer Energie aus den MENA-Ländern<sup>11</sup> zu versorgen, sind auf Jahrzehnte verteilt Investitionen von weit über 1000 Milliarden Euro erforderlich. Zum Vergleich: Allein im Jahr 2012 sind in den Ländern der Europäischen Union 14.7 Millionen neue Motorfahrzeuge im Wert von über 400 Milliarden Euro produziert worden. Die europäischen Volkswirtschaften könnten wohl die Kosten für eine saubere Energieversorgung aufbringen. Die Energiestrategie des Bundes sieht 67 Milliarden CHF für den Bau neuer Kraftwerke bis 2035 vor. Neue Pumpspeicherwerke in Synergie mit dem Stromverbund Europa-MENA sind im Strategiebericht des Bundes nicht explizit erwähnt. Für 100 GW neue schweizerische Pumpspeichieranlagen wird wohl das Doppelte dieses Betrages zu veranschlagen sein. Mit den Kosten für das HVDC-Supergrid<sup>12</sup> und der Beteiligung an den Wind- und Solaranlagen im Mittelmeerraum wird vielleicht ein schweizerisches Gesamtbudget von 250 CHF Milliarden ausreichen.

### 4. Komplexes Systemdenken

Das Energie- und Klimaproblem kann nicht mit einfachen Rezepten gelöst werden. Komplexes Systemdenken ist gefragt mit vernetzten Optimierungszielen. Eines der Problemfelder ist die Lagerung der gewonnenen Energie, um sie dann einzuspeisen, wenn die Menschen Strom brauchen. Dazu ist die Schweiz noch schlecht gerüstet. «The existing park of fully flexible hydropower plants has been the reason why, despite good topographical and hydrological conditions, installed pumped storage capacity in Switzerland is relatively small», heisst es 2011 im Bericht<sup>13</sup> der europäischen Union der Elektroindustrie EU-RELECTRIC, der die Schweiz und 31 weitere Länder angehören. Die Schweiz muss

und kann Pumpspeicherkapazitäten in der Grössenordnung von mindestens 100 GW bereitstellen, ohne die Landschaft übermässig zu stören. Für den einheimischen Bedarf sind davon vielleicht 20–40 GW nötig. Der Rest kann dem europäischen Stromverbund gegen gutes Geld verkauft werden. Es ist an der Zeit, sich in der Schweiz Gedanken zu machen, wie unser prosperierendes Land in Synergie und Solidarität mit den europäischen Nachbarn die Zukunft lebbar machen kann. Die Rahmenbedingungen, um die Schweiz zur Strombatterie Europas werden zu lassen, stecken allerdings noch tief im Nebel. Sie lassen bis jetzt keine Massnahmen erkennen, welche die grossen, notwendigen Investitionen auslösen könnten. Das müsste der Hauptgegenstand der Energiestrategie des Bundes sein.

Eine interessante Systementwicklung sind die Elektroautos; BMW und Nissan setzen auf abgasfreie Mobilität. Leider muss ein solches Auto derzeit etwa alle 100 bis 150 km an die Steckdose. Eine Fahrtunterbrechung von jeweils einer halben Stunde ist mühselig. Anders wäre es, wenn an Stromtankstellen das Batteriemodul innert zwei bis vier Minuten automatisch ausgewechselt würde, ohne dass der Fahrer aussteigen braucht. Battery-Swapping heisst dieses Konzept. Pro Personenwagen müssten dann vier Batterien vorhanden sein, eine im Wagen in Betrieb, eine an der Ladestation und zwei im weiträumigen Batteriepool vorreserviert. Diese vielen Batterien ergeben eine enorme Speicherkapazität, welche zur Stabilisierung und Pufferung der Netze angezapft werden könnte. Bedingung wäre ein einheitliches Batteriemodul aller Fahrzeugmarken, Personenautos, Lastwagen und Busse. Solche innovative Überlegungen fehlen in der Übersicht der UVEK-Energiestrategie.

### 5. Alpine Pumpspeicherwerke

Für die Schweiz muss das spezifische Thema der alpinen Pumpspeicherwerke im Vordergrund stehen. Als Beispiel für ein solches Konzept wird in der Folge die Vision Lac de Lovenay–Lac Léman vorge-

<sup>7</sup> KEV: Kostendeckende Einspeise-Vergütung

<sup>8</sup> Siehe: Liquid Fluoride Thorium Reactor, <http://thoriumsingapore.com>

<sup>9</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Molten\\_salt\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Molten_salt_reactor)

<sup>10</sup> Quelle: «First steps to bring Saharan solar to Europe» (2010) <http://www.euractiv.com4>

<sup>11</sup> MENA: Middle East and North Africa

<sup>12</sup> Höchstspannungs-Gleichstrom-Leitungen

<sup>13</sup> [http://www.eurelectric.org/media/26690/hydro\\_report\\_final-2011-160-0011-01-e.pdf](http://www.eurelectric.org/media/26690/hydro_report_final-2011-160-0011-01-e.pdf)

<sup>14</sup> A. Speich und Ch. Göldi; Strom im Überfluss? «Wasser Energie Luft» – 104. Jahrgang, 2012, Heft 2, CH-5401 Baden



stellt (30 GW). Es gibt noch viele andere gleichartige Möglichkeiten, ähnlich dem seit 1977 bestehenden italienischen Werk Roncavallo-Delio<sup>14</sup> am Lago Maggiore (1.04 GW). Dieses nutzt ausschliesslich die Wassermengen des grossen Voralpensees. Die von EURELECTRIC angesprochene Eignung der Schweiz bezieht sich nicht nur auf die hohen Berge, sondern auch auf die vielen Seen. In Europa hat manches andere Land ebenfalls hohe Bergtäler mit Stauseen, aber keines verfügt über ähnlich viele, nahe und grosse natürliche Seen am Alpenrand. Das ist der doppelte Trumpf der Schweiz, um den man sie beneiden könnte. Die Vision Lac de Lovenay-Léman könnte ein solcher sein. Es wäre das weltweit grösste reine Pumpspeicherwerk – ohne negativen Einfluss auf natürliche Fliessgewässer.

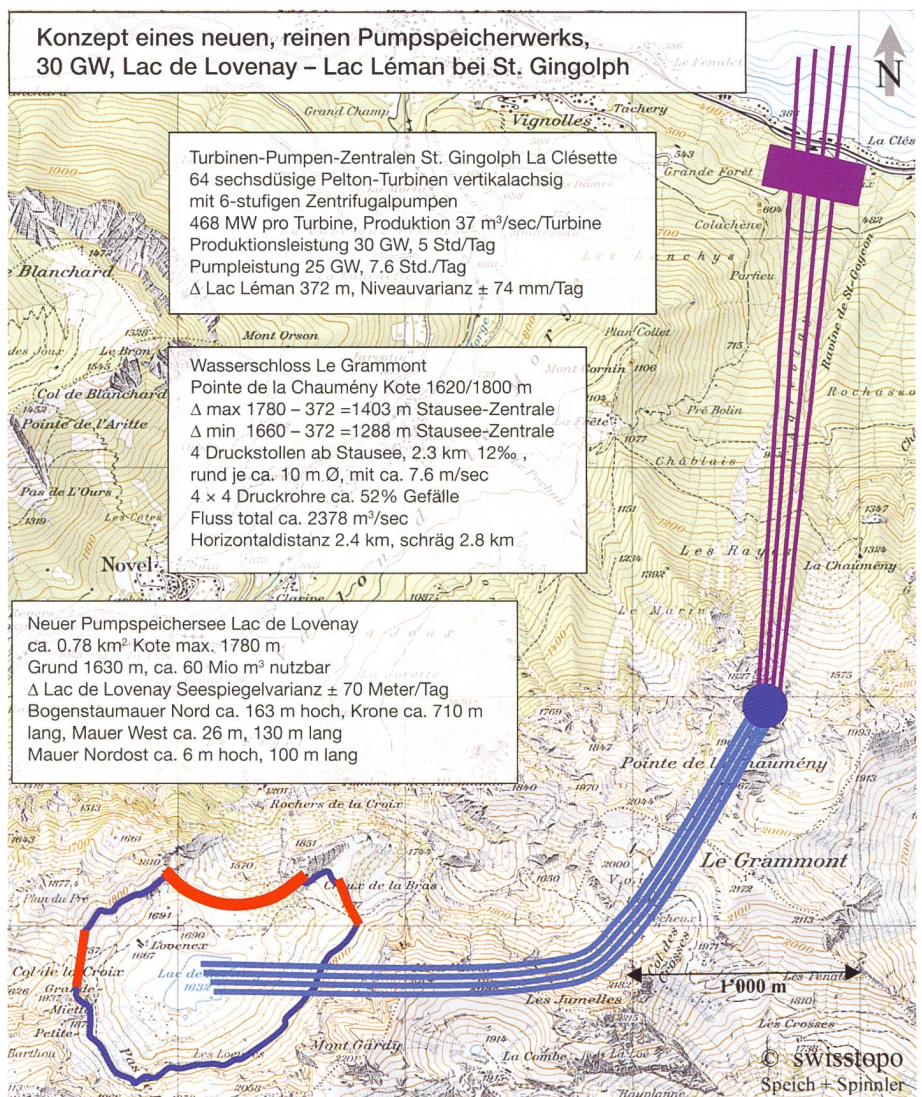
Aus den grössten, bestehenden, schweizerischen alpinen Stauseen könnte mit täglichem Wasseraustausch von nur etwa 10% des Stauvolumens eine dreistellige Giga-Watt-Leistung elektrischer Spitzenenergie geliefert werden. Allerdings müsste man in einigen Fällen 30 bis 40 km lange, grosse Wassertunnels bauen, um die entfernten Stauanlagen mit den Voralpenseen zu verbinden. Eleganter ist die Lösung nahe bei den grossen Seen mit neuen, kleinen Staubecken (40 bis 100 Mio. m<sup>3</sup>) auf 1300 bis 1800 m ü.M.

Ein neues 30-GW-Pumpspeicherwerk Lac de Lovenay VS-Lac Léman dürfte nach ersten überschlagsmässigen Schätzungen etwa die folgenden Eckwerte aufweisen (siehe Kasten).

Im Verbund mit einem neuen kleinen Stausee bloss 4 km südlich auf französischem Territorium (Lac d'Arvouin, 1800 m ü.M. 0.31 km<sup>2</sup>) oder sogar mit den bestehenden ca. 36 km entfernten Stauseen Lac d'Émosson (1930 m) und Lac de Salanfe (1909 m) könnte in St. Gingolph flexibler produziert werden. Der Speichersee Lac de Lovenay würde dann nicht täglich zu drei Viertel ausgeschöpft.

Ein zweites, etwa 25 GW leistendes, reines Pumpspeicherwerk ist mit einem neuen Stausee Lac de Tanay (ca. 1500 m ü.M.) denkbar. Die Distanz bis La Clésette am Lac Léman beträgt nur 4.6 km. Aber hier werden wohl Tourismus und Naturschutz Einsprache erheben.

Ein drittes, kombiniertes Pumpspeicherwerk mit 25 GW Spitzenproduktion wäre zwischen Lac de Hongrin und Veytaux am Lac Léman realisierbar (Distanz 9.2 km). Die Verdoppelung der bisherigen Pumpspeicherleistung auf 0.48 GW ist im Bau und wird im Jahre 2015 den Be-



**Bild 1. Ausschnitt aus der Landkarte, reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA 140103).**

Parameter	Wert	Leistungsschätzung	Wert
Wasseroberfläche Lac de Lovenay km <sup>2</sup>	0.78	Lac de Lovenay-Lac Léman Produktion ca. max. GW	30
Volumen Lac de Lovenay ca. Mio. m <sup>3</sup>	60	Mittlere Tagesproduktion GWh in den Zentralen St. Gingolph	150
Wasseroberfläche Lac Léman km <sup>2</sup>	580	Während Std./Tag	5
Kote m ü.M. Lac de Lovenay max.	1780	Jahresproduktion TWh	27
Kote m ü.M. Grund im Zentrum Lac de Lovenay	1630	Niveaularianz pro Tag im Lac de Lovenay ± Meter	70
Turbinen-Pumpen-Generatoren-Zentrale St. Gingolph La Clésette, m ü.M. Lac Léman	372	Niveaularianz pro Tag im Lac Léman ± mm	74
Pelton-Turbinen/Zentrifugalpumpen/Generatoren, Anzahl	64	MW-Leistung pro Turbine	468
Mittlere Fallhöhe Stausee-Zentrale m	1372	Durchfluss sechs Düsen pro Turbine m <sup>3</sup> /sec	37.2
Vier Druckstollen bis Wasserschloss Querschnitt (rund) m	10	Total Wasser m <sup>3</sup> /sec in allen Turbinen, Produktion	2378
Druckrohre Wasserschloss-Zentrale, Fallhöhe m	1230	Pumpleistung m <sup>3</sup> /sec (66% von Produktion)	1569
Gefälle Druckleitungen	52%	Pumpzeit Stunden pro Tag	7.6
Bogenstaumauer Nord, Höhe über Terrain m	163	Gesamtwirkungsgrad geschätzt %	80
Kleine Staumauer Nordost, Höhe über Terrain m	6	Pumpstrom benötigt GW	25
Kleine Staumauer West, Höhe über Terrain m	26	Pumpstrom benötigt GWh/Tag	187
		Tägliche Nutzung des Stauvolumens des Lac de Lovenay %	71



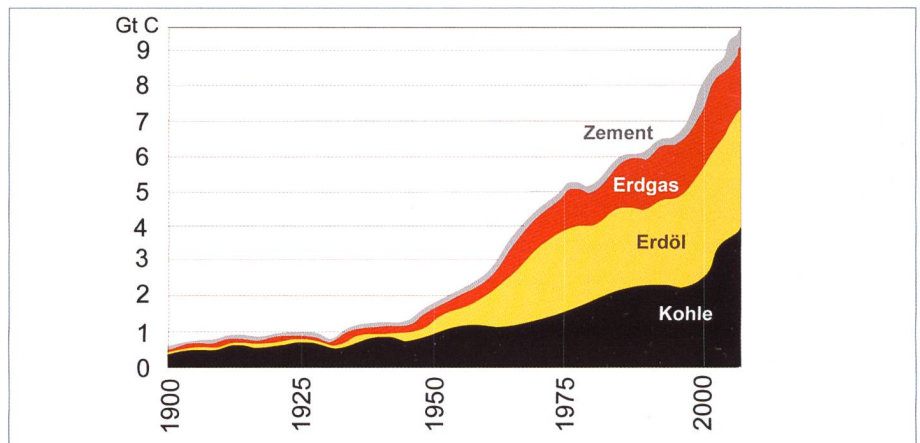
trieb aufnehmen. Um gut fünfzigmal mehr, d.h. 25 GW Spitzenstrom erzeugen zu können, müsste der heutige Lac de Hongrin 45 m höher auf neu 1300 m ü.M. gestaut werden.

## 6. Einwände gegen Pumpspeicher

Einwände gegen den Bau sehr grosser Pumpspeicherkapazitäten wird es viele geben. Die tägliche Niveauschwankung des Lac Léman würde bei einer installierten Produktionsleistung von rund 30 GW immerhin  $\pm 7.4$  cm pro Tag betragen. Diese nur am späten Abend sichtbare, kurzzeitige Verringerung des Seenniveaus kann aber kaum zu ernsthaften Bedenken Anlass sein. Mit der hohen Leistung der wassergekühlten Anlagen wird die Frage der Seetemperatur laut werden. Die Wärmeabgabe durch das Pumpspeicherwerk-Konzept Lac Lovenay in den See wird im Laufe eines Tages auf den ganzen See verteilt höchstens  $0.003$  °C ausmachen und durch die natürliche Auskühlung weitgehend neutralisiert werden. Der Genfersee erneuert sich durch die natürlichen Zu- und Abflüsse alle elf Jahre. Die Wärmefrage ist nur im Nahbereich der Zentralen wichtig. Freilich könnte das durch die Generatoren erwärmte Kühlwasser für lokale Fernheiznetze zum Beispiel in Vevey und Montreux dienen. Mit dem stundenweisen Ausstoss grosser Wassermassen aus den Turbinenkavernen wird das Strömungsbild im See verändert. Die kurzzeitige Spitzenmenge von  $2378$  m<sup>3</sup>/sec im Konzept Lac de Lovenay-Lac Léman ist gut das Doppelte der in den letzten dreissig Jahren gemessenen Hochwasserspitze des Hauptflusses aus dem Wallis. Die Messstation liegt bei Vouvry, Port du Scex, 6 km vor der Einmündung der Rhône in den Genfersee.

Die Verwirklichung grosser Speicherkapazitäten ist nicht ohne Eingriffe in die Landschaft möglich. Grosse Stromleitungen und die im Freien stehenden Unterwerke werden störend wirken. Für den verlustarmen Transport grosser Strommengen über weite Distanzen kommen Höchstspannungs-Gleichstrom-Leitungen (HVDC) infrage. Solch eine grosse, 2000 km lange Freileitung ist kürzlich in China gebaut worden. Mit  $\pm 800$  kV DC und 6.4 GW gelangt der Strom vom Kraftwerk Xiangjiaba in die Industriemetropole Shanghai. Den vollen Betrieb wird das Werk im Jahr 2015 aufnehmen, dann die 21 Millionen städtische Bewohner versorgen und alte Kohlekraftwerke ersetzen.

Höchstspannungs-Gleichstrom kann verkabelt, unterirdisch, in einem See



**Bild 2. CO<sub>2</sub>-globale, klimazerstörende Emissionen/Jahr aus fossilen Brennstoffen, dargestellt als Giga-Tonnen reiner Kohlenstoff. Quelle: J. Hansen 2013, a.a.O.**

oder auf dem Meeresgrund über grosse Distanzen gelangen. In Nordeuropa, zwischen England und Irland sowie im Mittelmeer zwischen dem italienischen Festland, Sardinien und Griechenland bestehen solche Kabel. Neue sind bis nach Nordafrika geplant. Das 580 km lange einpolige Seekabel NorNed von Norwegen nach Holland hat mit  $\pm 450$  kV DC und 0.7 GW im Jahr 2008 Weltrekorde gebrochen. Seekabel von ABB für  $\pm 300$  kV/1.5 GW haben einen Aussendurchmesser von 155 mm. Um 100 GW zu transportieren, wären 67 parallele Kabel erforderlich, die in einem 25 m breiten Graben verlaufen könnten. Das ist ein Bruchteil des Bauaufwandes für eine Autobahn. Kostengünstiger als Kabel sind Freileitungen, aber nicht landschaftsverträglich und unsicher gegen Wettereinflüsse. Anfang Februar 2014 hat ein Eisregen einen grossen Teil der Stromversorgung in Slowenien unterbrochen. Über 100 000 Menschen waren während vielen Tagen ohne Elektrizität. Dort wird nun erwogen, das Hochspannungs-Stromnetz weitgehend zu verkabeln.

## 7. Strombatterie Schweiz

Technisch scheint eine respektable Strombatterie Schweiz durchaus möglich zu sein, und sie wird sich auf bewährte Technologien verlassen können. Eine Alternative ist nicht in Sicht. Die Hauptschwierigkeit wird die Bereitstellung langfristig gebundener, grosser Finanzmittel sein. Die Rentabilität dieses Kapitals ist so lange ungewiss, bis die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas und der Import von Strom aus karbon-thermischen Anlagen verboten wird. Das ist die zentrale Herausforderung der langfristigen Energiestrategie. Obwohl das derzeitige politische und behördliche Umfeld an solchen Überlegungen noch wenig Interesse zu zeigen scheint, könnte auf planerischer Ebene schon viel vorbe-

reitet werden. Irgendwann wird die Zeit für ein Umdenken reif. Leider können sich offenbar nur wenige Politiker, Demokraten und Beamte vorstellen, dass Erdöl, Gas und Kohle sowie Nuklearbrennstoff eine ausserordentlich hohe Energiedichte haben. Diese mit Solar- und Windstrom zu ersetzen, braucht Anlagen in einer Dimension, welche die herkömmlichen Vorstellungen und Meinungen sprengt.

Heute ist der Widerstand gegen hydroelektrische Neubauten, Freileitungen, thermische Elektrizitätswerke und Atomanlagen vonseiten der Natur- und Umweltschutzkreise sehr ernst zu nehmen.

Angesichts der in höchstem Masse beängstigenden globalen Entwicklung der Treibhausgase lässt sich vielleicht ein Kompromiss finden: Verkabelungen und Verzicht auf die von den Bundesbehörden ins Auge gefasste (wenig effektive) Nutzung der letzten natürlich fliessenden Gewässer.

Die Realisierung von grossen Pumpspeicheranlagen kann der Energiezukunft der Schweiz, unserer Stellung in Europa sowie der Bau-, Elektro- und Finanzwirtschaft ausgezeichnete Impulse geben. Dann wäre der Klimawandel nicht eine Katastrophe, sondern partiell ein schöner Segen.

Anschrift der Verfasser

Andreas Speich, dipl. Ing. ETH, fermo posta, CH-6614 Brissago

speich@mail.archi.it, www.andreas-speich.ch

Fritz Spinnler, dipl. Ing. ETH, Rentacker 5, CH-5507 Mellingen, fritz.spinnler@gmx.ch