

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 29 (2016)
Heft: [17]: Alpenstrom

Artikel: Das Kleeblatt der Energie
Autor: Glauser, Heini
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-633058>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 21.02.2026

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

Das Kleeblatt der Energie

Werden die vier Energielieferanten Sonne, Wasser, Biomasse und Wind gut vernetzt und effizient eingesetzt, wird die Schweiz zum Pionerland der Energiewirtschaft.

Text:
Heini Glauser

Die Sonnenkraft ist das erste Kleeblatt der Stromzukunft: Ein Würfel von zehn Metern Kantenlänge zeigt ihr grosses Potenzial in den Alpen. Scheint die Sonne im Laufe eines durchschnittlichen Jahres beispielsweise in Disentis auf die fünf Oberflächen eines solchen Würfels, so ergibt das 66 000 Kilowattstunden (kWh) Strom, 24 000 kWh davon im Winterhalbjahr. Allein diese Winterenergie reicht aus, um zwei Wohnungen mit 150 Quadratmetern in einem Mietenergiehaus ganzjährig zu versorgen und zusätzlich mit drei Elektroautos je 13 000 Kilometer weit zu fahren.

Alle Dächer der Schweiz machen gut 500 Millionen Quadratmeter aus. Werden davon nur 60 Millionen Quadratmeter mit Solarzellen gedeckt, lieferte das die gleiche Strommenge wie die drei AKWs Beznau 1 und 2 und Mühleberg: 8600 Gigawattstunden (GWh). Solarzellen auf Südfassaden können zusätzlichen Strom produzieren. In den Alpen im Winter fast gleich viel wie im Sommer. Diese Flächen geschickt – das heisst effizient und schön – für die Solarenergie zu nutzen, ist eine Hausaufgabe für Planerinnen und Architekten – da ist noch viel zu tun. Auch die Fantasie, wie Baugesetze sonnenfreundlich geschrieben werden können, entfaltet sich erst. Wir alle aber wissen – die Sonnenzukunft hat begonnen.

Die Wasserkraft

Wer nun spottet, die Sonne scheine auch in den Alpen, wann sie wolle, und sei deshalb unzuverlässig, der vergisst, dass sie seit Jahrtausenden die zuverlässigste und präziseste Energiequelle für die Erde ist. Und zu den Sonnentagen kommen noch die mit Wolken, Regen und Schnee. Sie speisen die Stauseen. Diese Schatztruhen alpiner Energie können 18 000 Gigawattstunden Strom exakt dann produzieren, wenn Wolken und Schnee die Sonne verdecken. Fast die Hälfte davon im Winterhalbjahr. Dieser Winterstrom nach Bedarf kann für die ganze Schweiz als Ausgleichsenergie reichen, wenn die verschiedenen Energiequellen gut aufeinander abgestimmt sind. Für den kurzfristigen Ausgleich werden Batterien in Häusern, in Elektrofahrzeugen und in Quartieren sorgen. Auch diese Technik entwickelt sich rasant.

Mit Wasserkraft aus den alpinen Speicherwerkwerken erzielte die Stromwirtschaft in den letzten 15 Jahren einen Aussenhandelsgewinn von 11,4 Milliarden Franken. Ihr Gejammer über die aktuell tiefen Strompreise ignoriert die alte Weisheit, dass auf fette Jahre auch immer magere folgen können. Einen grossen Teil der Gewinne verspekulierten die Gesellschaften in Gas- und Kohlekraftwerken in Osteuropa und in Italien. Einen weiteren Teil verpulverten sie in für die Vergoldung von AKW-Strom angelegten neuen Pumpspeicherwerken wie Linthal 2015. Die Axpo hat dieses Riesenwerk ein paar Tage nach der Eröffnung in einem Akt der Verzweiflung zu einem Viertel abgeschrieben.

All diese Kapriolen haben Manager und Politiker verschuldet, die eng mit der Strom- und Atomlobby verbündet sind. Sie müssten ihre Pulte räumen – doch sie tun es nicht. Sie haben immerhin gelernt, dass erneuerbare Energien und deren effiziente Nutzung ihre künftigen Geschäftsfelder sind. Eines davon ist die intelligente Verknüpfung von Sonne, Biomasse und Wind mit der in den Stauseen gespeicherten Wasserkraft.

Die Biomasse

Wir erfahren täglich, wie schnell und effizient Biomasse in Form guter Mahlzeiten Energie speichert – als Fett um unsere Bäuche. Biomasse in Form von Holz vor allem, aber auch von Hafer, Stroh oder Kuhmist war vor der Industrialisierung die einzige Energiequelle. Kohle, Erdöl und später Atomstrom verdrängten diese Bioenergie erst im letzten Jahrhundert. Auch das Wissen um die Kreislaufwirtschaft dieser Energieform ging verloren. In den letzten zwei Jahrzehnten erlebte die Biomasse zwar einen kurzfristigen Höhenflug. Als Agrotreibstoffe beuteten Konzerne Mais- und Weizenplantagen auf Kosten der Nahrungsmittelproduktion aus und unterboten mit Agrodiesel die hohen Erdölpreise. Doch solcherlei Industrialisierung hat keine ökonomische Zukunft, zumal sie ökologisch und ethisch jenseits von Gut und Böse ist.

Nötig aber ist der Aufbau dezentraler und ortsgerechter Nutzungen von Pflanzen. Was in Vorarlberg oder im Südtirol die Wärmeprävention prägt, holt auch in den Schweizer Alpen auf: zentrale Anlagen, in denen Holzschnitzel und -abfälle aus den nahen Wäldern genutzt werden. Eigenartigerweise hat noch niemand zusammengezählt, wie viele Gemeinden diese kluge Form der Energie-

Stromproduktion 2015

in GWh = Millionen kWh

	Alpenraum*	Übrige Schweiz	Schweiz total	Winterhalbjahr Schweiz
Wasserstrom	28 000	11 486	39 486	17 047
Atomstrom		22 095	22 095	12 227
Fossil + Erneuerbare	2 188	2 188	4 376	2 324
Total Produktion 2015	30 188	35 769	65 957	31 598
Endverbrauch	12 814	45 432	58 246	31 834
Saldo	+ 17 374	- 9 663	+ 7 711	- 236

Quelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2015

Potenzial Stromproduktion aus Wasser, Sonne, Biomasse und Wind, bis 2029

in GWh = Millionen kWh, bei Ausserbetriebnahme des AKW Leibstadt

	Alpenraum*	Übrige Schweiz	Schweiz total	Winterhalbjahr Schweiz
Wasserstrom 2015	28 000	11 486	39 486	17 047
Solarstrom bei Nutzung von 25 % der Dachflächen	4 000	13 200	17 200	6 000
Solarstrom aus Fassadenanlagen mit Südexposition**	3 300	1 000	4 300	2 000
Holz und Biomasse	3 000	2 000	5 000	4 000
Wind, mit prognostizierten 7 % der Gesamtproduktion	2 500	2 000	4 500	3 000
Total Produktion 2029	40 800	29 686	70 486	32 047

* 60 % der Schweiz

** v.a. in alpinen Gebieten

+ 7 % gegenüber 2015

Der Solaranteil lässt sich noch weiter steigern, und mit Energieeffizienz kann der heutige Verbrauch um dreissig bis vierzig Prozent gesenkt werden.

versorgung eingerichtet haben. Was wir wissen: In der Schweiz brennen fast 600 000 Holzöfen, ein Zehntel davon sind grössere Anlagen. 2015 000 Gebäude werden vollständig mit Holz beheizt. Pflanzenabfälle, aber auch Kuh- und Menschenmist, umgewandelt in Biogas, sind weitere Energiequellen. Neunzig Bauernhöfe im Land produzieren auf diese Art schon Strom und verdienen damit Geld. Dazu kommen etliche Käsereien und Klärwerke. Ihre Anlagen wandeln Abfälle, Grüngut und Gülle je zur Hälfte in Methan und CO₂ um. Durch Beimischung von Wasserstoff in den Fermenter von Biogasanlagen kann daraus 95 Prozent erneuerbares Methan gas gewonnen werden.

Aus Überschussstrom und Wasser wird mittels Elektrolyse Wasserstoff erzeugt. Die Kombination von Wasserstoff und Biogas kann in den kommenden Jahren das Erdgas zunehmend durch erneuerbares Gas ersetzen. Das Gasnetz würde so auch ein idealer Speicher von Überschussstrom. Aus dem Gas kann nach Bedarf Strom und Wärme produziert werden. Am besten in Heizkellern mit der Wärmekraftkopplung. Auch hier ist das Potenzial gross. Von den gut acht Millionen Kubikmetern Energieholz werden erst zwei Drittel genutzt und damit 12 000 Gigawattstunden Wärme und zum Teil Strom produziert.

Eine Studie des Bundes hat das Potenzial der übrigen Biomasse auf 9300 Gigawattstunden berechnet. Kombiniert mit Wasserstoff können daraus 4000 GWh Strom und doppelt so viel Wärme erzeugt werden. Dieser Strom entspricht der Halbjahresproduktion des AKW Gösgen.

Der Wind

In Dänemark, Deutschland, den USA und vor allem in China werden Windkraftwerke in grosser Zahl gebaut. Für die Schweiz rechnet man mit sieben bis zehn Prozent, die der Wind zur Stromproduktion beitragen kann. Wichtig sind die Windräder im Winter, denn sie können die Speicherkraftwerke in Zeiten niedrigen Wasserzuflusses ergänzen. Zudem ist Strom aus Wind konkurrenzlos günstig. Der Windatlas des Bundes illustriert, wo welche Winde wehen. Er ist eine Grundlage für die Standortwahl. Gewiss: Es geht nicht an, in Naturparks oder in geschützten Landschaften, Hightech-Windräder aufzustellen und dafür auch noch Strassen zu bauen. Aber es gibt gute Standorte in der Schweiz, die schon anderweitig genutzt werden und für Windräder günstig sind. Stark ausgebauten und befahrenen Pässen wie Gotthard, Grimsel, Nufenen zum Beispiel oder neben bestehenden Staumauern. Es gibt regelmässige Talwinde, die man ausnutzen kann, an Orten, wo schon Infrastrukturen stehen – entlang von Autobahnen und in Industriezonen, zum Beispiel im Unterwallis oder entlang der N13 in Graubünden oder auch im von der Eisenbahn und den Strassen schon dicht genutzten Urner Talboden.

Die Effizienz

Sonne, Wasser, Biomasse und Wind sind die vier Blätter des Kleeblatts, die in intelligent organisierten und koordinierten Systemen die Energiezukunft sichern. Sie reichen aus, um den Energieverbrauch der Schweiz zu →

→ decken. Es können gar Überschüsse ins europäische Netz eingespielen werden, wenn das fünfte Kleeblatt zügig wächst: das intelligente Brauchen, die effiziente Nutzung. Die Entwicklung der Bautechnik der letzten 25 Jahre ist eindrücklich. Dazu nochmals zurück zum Zehn-Meter-Würfel. Die 24 000 kWh für die Versorgung mit Wärme, Strom und Antrieb können mit 140 Quadratmeter Solarzellen produziert werden, die je zur Hälfte auf der Südseite und auf der Dachfläche montiert sind. Den gewohnten Komfort zu halten, ist auch mit wesentlich weniger Strom aus Solarzellen möglich – wenn er effizient genutzt wird. Die Wärme kann mit einer Erdsonden-Wärmepumpe mit der Hälfte des Stromes erzeugt werden. Werden effiziente Elektrogeräte und Leuchten eingesetzt und der Strom bedarfsgerecht gesteuert, nimmt der Verbrauch noch einmal markant ab. Und für die Mobilität reichen ein oder zwei Elektrofahrzeuge, einige Elektrovelos und der öffentliche Verkehr. Auch da liegen fünfzig Prozent Einsparung drin. So brauchen die zwei Haushalte nur noch 12 000 kWh Strom. Dazu reichen schon die siebzig Quadratmeter Solarzellenfläche auf der Südseite. Wenn es mehr sind, wird der überschüssige Strom ins Stromnetz gespießen.

Von der Raumplanung lernen

Promotoren von Wasserkraft, Hochspannungsleitungen, Windrädern, grossflächigen Solaranlagen und komplett abgedichteten Häusern neigen dazu, ihre jeweiligen Projekte als «im nationalen Interesse für die Versorgungssicherheit» zu forcieren. Doch das gesamte Energiepotenzial ist gross: Allein die schweizerischen Alpen und Voralpen mit einer Fläche von circa 24 000 Quadratkilometern werden pro Jahr mit 27 Millionen Gigawattstunden Sonnenstrahlung beschienen, einem Sechstel des aktuell weltweiten Bedarfs an Primärenergie. Keine Anlage für erneuerbare Energie, weder aus Sonne, Wind, Wasser oder Biomasse, kann also als «zwingend notwendig im nationalen Interesse» gelten.

Die Energieproduktion muss auf geeignete Flächen eingegrenzt werden. Wie diese zu bestimmen sind – demokratisch und Interessen abwägend –, kann die Energiewirtschaft von der Raumplanung lernen. Raumplanung braucht es, um dem fürs Siedeln und Bauen untauglichen freien Markt einen politischen Willen entgegenzusetzen. Analog werden wir auch die koordinierte Energieproduktion planen müssen. Und so wie sich in der Raumplanung ein Konsens fand, dass künftig die Verdichtung die Zersiedelung stoppen soll, so muss es auch in der Energiepolitik geschehen: kein Zubauen der freien Landschaft, keine neuen Stauseen, keine neuen Kleinkraftwerke in den letzten natürlich fliessenden Bächen, keine falschen Standorte für Windturbinen, keine grossflächigen Sonnenkraftwerke im Gebirge – dafür intelligente Vernetzung, Koordination und Verdichtung, wo schon etwas ist. Der Autor ist Energieingenieur. Er ist Vorstandsmitglied des Vereins Solar Spar.

Kilo-, Mega-, Giga- und Terawatt
 Watt (W) bezeichnet die Leistung von Energie. Die Energiemenge ergibt sich aus Leistung mal Betriebsstunden (h). Läuft ein 1000-Watt-Staubsauger eine Stunde lang, werden 1000 Wattstunden (=1 Kilowattstunde) Energie verbraucht. Leistungen oder Energiemengen werden – jeweils um den Faktor Tausend höher – in Watt (W), Kilo- (kW), Mega- (MW), Giga- (GW) oder Tera- (TW) angegeben.
 Dieses Themenheft verwendet MW (Megawatt = 1000 Kilowatt) für die Leistung und kWh (Kilowattstunden) sowie GWh (Gigawattstunden) für Energie.

Initiative und Geschichte

Text: Köbi Gantenbein

Vor siebzig Jahren forderte Friedrich Traugott Wahlen im Ständerat, die «Atomenergie für Kriegszwecke zu ächten, aber für friedliche Zwecke auch in der Schweiz zu nutzen». Bald darauf ist um diese Grosstechnik ein eindrücklicher politisch-technischer-militärischer Apparat gewachsen. Der Widerstand dagegen ist ebenso eindrücklich: Zuerst war er getragen vom Weltfrieden, denn auch in der Schweiz war die Atombombe die Mutter der Atomkraftwerke. Ostermarsche gegen Atomwaffen wurden die grössten Demonstrationen seit dem Generalstreik von 1918. Daraus wuchsen in den Sechzigerjahren als starke Säule des Umweltschutzes die «Aktionskomitees gegen Atomkraftwerke», die seither den Ausbau der Atomenergie gebremst haben: Der Kampf um Kaiseraugst vor vierzig Jahren ist ein Denkmal der neueren Schweizer Geschichte. Fünf andere AKWs – Beznau 1 und 2, Gösgen, Mühleberg, Leibstadt – wurden zwar gebaut, aber die Forderung nach dem Atomausstieg blieb. Mit einer gewonnenen, mit mehreren verlorenen Abstimmungen.

Seit den Katastrophen von Three Mile Island (1979) und Tschernobyl (1986), die Gebiete so gross wie den Kanton Tessin unbewohnbar machen, ist es zum traurigen Allgemeingut geworden, dass diese Art, Energie zu gewinnen, ein Tanz auf dem Vulkan ist. Und seit der Katastrophe von Fukushima (2011) besteht nach Italien, Österreich, Irland, Schweden, Belgien und Deutschland auch in der Schweiz breiter Konsens, dass Atomstrom keine Zukunft hat. Die «Energiestrategie 2050» des Bundes verzichtet denn auch auf neue AKWs. Aber sie lässt den alten – teils lottrig gewordenen – eine Türe offen, denn sie sagt nicht, wann sie abgeschaltet werden müssen. Und so ergänzt die Initiative für einen geordneten Atomausstieg die «Energiestrategie 2050». Lanciert hat die Initiative die Grüne Partei. Für ein Ja kämpft eine Allianz von vierzig Organisationen aus Umweltschutz, grünen, linken und christlichen Parteien, kritischen Ärztlinnen, Energiefachleuten und Atomkritikern.

Die Initiative will den Verfassungsartikel 90 ergänzen:

1. Der Betrieb von Kernkraftwerken zur Erzeugung von Strom oder Wärme ist verboten.
2. Die Ausführungsgesetzgebung (...) legt den Schwerpunkt auf Energiesparmassnahmen, effiziente Nutzung von Energie und Erzeugung erneuerbarer Energien.

Die Übergangsbestimmungen verlangen:

1. Die bestehenden Kernkraftwerke sind wie folgt endgültig ausser Betrieb zu nehmen: a. Beznau 1: ein Jahr nach Annahme von Artikel 90 durch Volk und Stände; b. Mühleberg, Beznau 2, Gösgen und Leibstadt: 45 Jahre nach deren Inbetriebnahme.
 2. Die vorzeitige Ausserbetriebnahme zur Wahrung der nuklearen Sicherheit bleibt vorbehalten.
- Konkret heisst das, dass die AKWs der Schweiz 2017, 2024 und 2029 vom Netz gehen würden. ●



Windräder sollen vor allem in Gegenden gebaut werden, in denen schon Infrastrukturbauten stehen, wie hier im Bündner Rheintal.