

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 131 (2005)
Heft: 5: Energieeffizienz

Artikel: Energiegeografie: Instrumente zur Planung der künftigen Energieversorgung
Autor: Blatter, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108520>

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

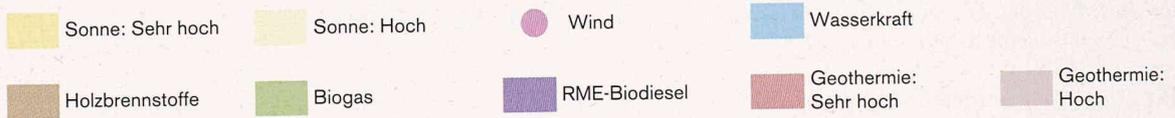
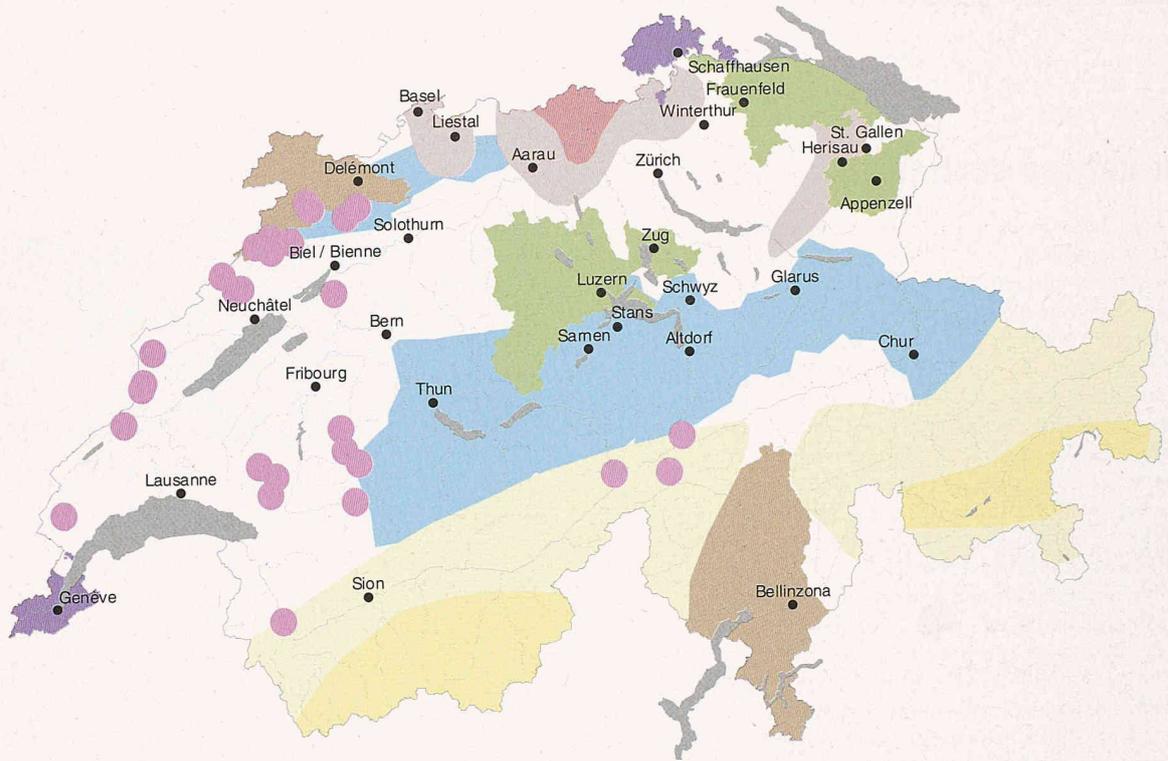
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 13.07.2025

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



		Energieverteilung (Energieträger)					
		Feste Energieträger	Flüssige Energieträger	Gasnetze	Elektrizitätsnetze	Fernwärmenetze	Direkte Nutzung vor Ort
Energiegewinnung (Energieressourcen)	Sonne		Solare Synthese flüssiger Energieträger?	Solar erzeugter Wasserstoff	Photovoltaik Solarthermische Kraftwerke	Einspeisung aus Sonnenkollektoren	Solararchitektur Sonnenkollektoren solar betriebene Kleingeräte
	Wind				Windturbinen		
	Meer (Wellen, Gezeiten, Strömungen)				Wellen-, Gezeiten- und Strömungskraftwerke	Nutzung mit Wärmepumpen	
	Wasserkraft				Fluss- und Speicherkraftwerke		
	Biomasse inkl. biogene Abfälle	Pellets und andere Festbrennstoffe	Biodiesel, Äthanol	Biogas	Biomassekraftwerke	Biomasseheizwerke	Eigenbedarf von land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, Nahrungsmittel-, Holzindustrie und ähnliche.
	Geothermie				Geothermische Kraftwerke	Geothermische Heizwerke	Erdsonden
	Nicht erneuerbare Ressourcen	Uran, Kohle	Erdölprodukte	Erdgas	Kern-, Kohle-, Erdöl-, Erdgaskraftwerke	Kern-, Kohle-, Erdöl-, Erdgasheizwerke	

Energiegeografie

Instrumente zur Planung der künftigen Energieversorgung

Mit der aufkommenden Vielfalt erneuerbarer Energien wird die Energieversorgung komplexer. Für politische Diskussionen und unternehmerische Zielsetzungen braucht es objektive Grundlagen. Zwei Werkzeuge werden hier präsentiert, die solche Grundlagen schaffen: eine Energieversorgungsmatrix und eine Energiekarte der Schweiz.

Die Unternehmen, die unter dem Begriff «Energieversorger» zusammengefasst werden, sind eigentlich auf zwei ganz verschiedenen Gebieten tätig – einerseits in der Energiegewinnung (Betrieb von Kraftwerken, Förderung von Erdöl- und Erdgasprodukten oder Uran, Herstellung von Holzpellets usw.), andererseits in der Energieverteilung (Weiterleitung der Energie respektive der Transport der Energieträger an den Ort ihrer Nutzung). Die Energieversorgung als Ganzes besteht somit darin, die verfügbaren Energieressourcen in handelbare Energieträger umzuwandeln – also die Verknüpfung von Energiegewinnung und Energieverteilung. Die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energie hat unter anderem zur Folge, dass eine grosse Vielfalt solcher Verknüpfungsmöglichkeiten entsteht (Energieversorgungsmatrix, Bild 2).

1

Energie-Potenzial: Die synoptische Karte zeigt die Stärken der verschiedenen Regionen auf – im Hinblick auf den Ausbau erneuerbarer Energiegewinnung in der Schweiz
(Bilder: Autor)

2

Welche Energieressourcen liefern welche Energieträger? Die Energieversorgungsmatrix gibt Aufschluss

Energieversorgungsmatrix

Nicht aus jeder Energieressource kann jeder beliebige Energieträger gewonnen werden. Es gibt aber sowohl bei den Energieressourcen wie bei den Energieträgern «Allrounder», die besonders viele Verknüpfungsmöglichkeiten bieten. Seitens der Energieressourcen ist beispielsweise die Biomasse zu nennen: Aus ihr lassen sich feste, flüssige und gasförmige Brenn- und Treibstoffe gewinnen. Man kann Biomasse-Kraftwerke betreiben. Biomasse-sefeuerungen speisen auch Energie in Fernwärmenetze ein. Biomasse ist zudem dezentral am Ort ihrer Gewinnung nutzbar. Seitens der Energieverteilung sind es die Elektrizitätsnetze, die aus praktisch allen Energieressourcen sinnvoll gespeist werden können.

Das Konzept der Energieversorgungsmatrix vermeidet, dass sich die technologischen Anstrengungen auf wenige Verknüpfungspunkte beschränken, während andere (vielleicht sogar bedeutsamere) vernachlässigt werden. Auch lassen sich Forschungsergebnisse auf diese Weise einordnen und besser einschätzen. Möglich wäre auch die Quantifizierung der (aktuellen und künftig möglichen) Energieumsätze, die über die einzelnen Verknüpfungspunkte laufen.

Weder bei den Energieressourcen noch bei den Energieträgern lässt sich aus der Matrix – zum Beispiel über die Anzahl der Verknüpfungsmöglichkeiten – irgendeine Rangfolge ableiten. Es wird daher in der Energieversorgung künftig wichtig sein, die ganze verfügbare Palette an Möglichkeiten auszuschöpfen – dies an den jeweils geeignetsten Orten.

Energiekarte der Schweiz

Energieressourcen kommen nicht überall mit gleicher Häufigkeit und Dichte vor. Dies gilt auch für erneuerbare Energiequellen. Tatsächlich sind aus diesem Grund schon etliche Kartierungen vorgenommen worden. So ist die geografische Verteilung der Solarstrahlung weltweit gut bekannt, sei es auf Grund von meteorologischen Messdaten, sei es durch Auswertung von Satellitenbildern. Europäische Kartierungen gibt es ausserdem für die Windenergie und die Geothermie, beide allerdings mit relativ grober Auflösung und im Fall der Windenergie noch recht lückenhaft.

Will man die Energieressourcen an den jeweils geeignetsten Orten nutzen, so müssen die geografischen

Informationen über jede Ressource zu einer synoptischen Darstellung mit Interpretationsmöglichkeit zusammengeführt werden – Energiegeografie ist das Stichwort (Bild 2). Die synoptische Karte beruht auf den heute verfügbaren Daten. Diese sind nicht bei jeder Art von Energieressource gleich detailliert. Auch ist die Methodik zu deren Erhebung zum Teil unterschiedlich. So beinhaltet die Auswahl der Energiestandorte bereits eine politische Komponente, nämlich den Einbezug des Interessenkonflikts «Windenergie versus Landschaftsschutz». Trotz diesen Vorbehalten gibt die Karte einen Eindruck davon, wie die Prioritäten beim Ausbau erneuerbarer Energieressourcen sinnvollerweise gesetzt werden können.

Sonne, Wind und Wasser

Schon diese grobe Einordnung lässt einige wichtige Schlüsse zu: Solaranlagen bringen in den höheren Lagen der Südschweiz bis gegen 50 % mehr Ertrag als in den Niederungen der Nordschweiz. Als Konsequenz dieser energiegeografischen Tatsache könnte sich beispielsweise der Bau grösserer Photovoltaikanlagen auf die optimalen Gebiete der Südschweiz konzentrieren. In jedem Fall aber sind Sonnenkollektoren auch auf nordschweizerischen Häusern sinnvoll, wenn sie der direkten Energienutzung vor Ort dienen. Die sonnenreichsten Gebiete, die Walliser Alpen und das Oberengadin, sind gleichzeitig wichtige Tourismusregionen. Weshalb nicht Tourismus und Sonnenenergie verknüpfen, indem beispielsweise Photovoltaikanlagen einen Teil des Energieverbrauchs von Bergbahnen, Skiliften und dergleichen decken? St. Moritz etwa hat in diesem Bereich schon interessante Projekte realisiert (siehe Bild Seite 3).

Bezüglich Wind liegt die Schweiz energiegeografisch ungünstig. Wettgemacht wird dieses Handicap nur an besonders windexponierten, in der Regel hoch gelegenen Stellen. Diese Aussage muss durch die Entwicklung so genannter Leichtwind-Anlagen etwas relativiert werden. Diese kleinen Anlagen nutzen auch schwächere Winde. Sie könnten sich durchsetzen, wenn ihr Preis-Leistungs-Verhältnis günstiger würde als dasjenige grosser Windturbinen. Andernfalls werden sie ein Nischenprodukt bleiben. Akzeptable Windverhältnisse trifft man grossräumig vor allem auf den Höhenzügen des Faltenjuras an. Der Windpark auf dem Mont-Crosin scheint auch als Sehenswürdigkeit geschätzt zu werden. Weit blickender Ingenieurskunst hat die Schweiz die traditionelle Wasserkraftnutzung zu verdanken. Die Erhaltung und Erneuerung der bestehenden Anlagen hat Priorität. Ausbaumöglichkeiten, vorab mit Kleinwasserkraftwerken, können am Jura-Nordfuss und in den Voralpen noch geprüft werden. Die Frage der Speicherkapazitäten im Kontext des europäischen Verbundnetzes ist separat zu betrachten.

Biomasse und Erdwärme

Heizen mit modernen Holzbrennstoffen wie etwa mit Pellets hat Zukunft. In den walddreichen Kantonen Jura und Tessin könnte die Pelletherstellung zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor werden. Genf und Schaffhau-

sen sind die Kantone mit dem grössten Flächenanteil offenen Ackerlandes. Sie sind somit Kandidaten für die Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl. Im Kanton Genf gibt es bereits eine Produktionsanlage. Luzern, Zug, die beiden Appenzell sowie der Thurgau haben dank der intensiven Nutztierhaltung im Verhältnis zur Kantonsfläche das grösste Produktionspotenzial für Biogas. Unter dem Namen «Swiss Farmer Power» besteht ein preisgekröntes Nutzungskonzept für den Kanton Luzern (Prix Pegasus 2004).

Zonen mit besonders hohem geothermischem Wärmefluss gibt es vom Bodensee bis zur Linthebene, grossräumig um die Aaremündung sowie am oberrheinischen Graben. Das geplante Geothermiekraftwerk Basel wird also an einem energiegeografisch sinnvollen Ort gebaut.

Humangeografie und Klimatologie

Die energiegeografischen Ausführungen betreffen die Energiegewinnung. Bezieht man die Energieverteilung mit ein, so stellt sich folgende Frage zur Humangeografie: Nach welchem Energieträger besteht wo, wann und wofür Nachfrage? Siedlungsdichten, Wirtschaftstätigkeit, raumplanerische Aspekte und anderes mehr spielen dann eine wichtige Rolle.

Darüber hinaus ist die geografische Verteilung der erneuerbaren Energieressourcen nicht statisch. Fast alle sind von klimatischen Faktoren abhängig. Die Klimaänderung kann dazu führen, dass diese Faktoren sich mit einer nicht mehr vernachlässigbaren Geschwindigkeit verschieben. Eine Verknüpfung mit der Klimatologie ist angesagt – die wiederum auf die Humangeografie einen Einfluss hat.

Max Blatter, dipl. Elektro-Ing. ETH und Energie-Ing.
NDS FH, Geschäftsführer der Energie-Atlas
GmbH, Münchenstein
max.blatter@energie-atlas.ch

Datengrundlage

Sonnenenergie: Meteonorm V. 5.0 (Meteotest, Bern).
Windkraft: Konzept Windenergie Schweiz (2004, Bundesämter BFE, Buwal, ARE).
Wasserkraft: Hydrologischer Atlas der Schweiz (Geographisches Institut der Universität Bern).
Holzbrennstoffe: Land- und Forstwirtschaftsstatistik (Bundesamt für Statistik).
RME-Biodiesel und Biogas: Land- und Forstwirtschaftsstatistik (2002, Bundesamt für Statistik).
Geothermie: Geothermische Karte der Schweiz (1995, Medici, Rybach).

Technik versus Verhalten?

Unser Lebensstil basiert auf einem immensen Energiebedarf: 50 000 kWh pro Kopf und Jahr in der Schweiz. Dies entspricht einer Pro-Kopf-Leistung von 6000 W – Tendenz steigend. Den grössten Energiehunger verzeichnen die vier Bereiche Wohnen, Mobilität, Ernährung und Konsum. Wenn wir der gesamten Menschheit eine vergleichbare Entwicklungschance einräumen und dabei noch das Klima schonen wollen, stünde uns nur eine Leistung von 2000 W pro Kopf zur Verfügung. Davon müssten 1500 W aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Wollten alle Menschen dereinst gleich viel Energie beanspruchen wie die westliche Welt heute, müssten wir uns wohl mit einem deutlich ungemütlicheren Klima zufrieden geben. Uns bleiben also hauptsächlich zwei Strategien: erstens die drastische Reduktion des Energiebedarfs und zweitens die grösstmögliche Deckung des Rests aus erneuerbaren Energiequellen.

Ob die Vorgabe nun 2000-Watt-Gesellschaft, Faktor Vier oder anderswie heisst, wichtig ist, dass massiv gespart wird – 10–20% reichen nicht. Wie lange wir dafür noch Zeit haben, wird durch das rasante Wirtschaftswachstum der grössten Volkswirtschaften Asiens vorgegeben. Diese Regionen lassen uns schon heute über den Ölpreis ihren wachsenden Energiehunger spüren – keine Überraschung, denn wir haben es ihnen vorgemacht.

Zur Erreichung der nötigen, grossen Energieeinsparungen bzw. Effizienzsteigerungen in den vier genannten Bereichen werden hauptsächlich technische Lösungen favorisiert – wie etwa neue Gebäudestandards, kontrollierte Lüftung, Präsenzmelder, innovative Fahrzeuge, Neat2000 etc. Für Ernährung und Konsum fehlen die direkten energetischen Massnahmen fast gänzlich (z.T. sind sie indirekt in den Labelkriterien enthalten). Allen Massnahmen gemeinsam ist, dass wir uns sehr gerne hinter technischen Lösungen verstecken – ganz nach dem Motto: die Technik wirds schon richten!

Ist der individuelle Handlungsspielraum im Bereich Energie bereits ausgeschöpft? Wir meinen Nein. Mit Projekten wie «Vereinbarung Nachhaltigkeit» (Nachhaltige Liegenschaftsnutzung) und «mobilo» (integrales Mobilitätsangebot für städtische Räume) wollen wir neue Möglichkeiten eröffnen. Mit Verhaltensänderungen tut man sich schwer, die Massnahmen sind meist unbeliebt, unspektakulär und tangieren schnell die Privatsphäre. Dabei werden diese weichen Massnahmen für die Energiereduzierung unentbehrlich sein. Zusatznutzen sind oft kostenlos damit verbunden: etwa weniger Lärm, ein gesünderes Leben durch Bewegung, mehr Platz, Spass und neue Kontakte.

Die Förderung von weichen Energieeinsparmassnahmen ist trotz geringer Initialkosten eher bescheiden. Eine kleine Verhaltensänderung eines Einzelnen scheint zu marginal. Doch über die gesamte Bevölkerung summieren sich die Einsparungen. Dies zeigen u. a. die Beispiele «Richtiges Lüften», «Standby-Verluste eliminieren», «Kurzstrecken zu Fuss bzw. Velo» etc. Wie gross der Beitrag zur Einsparung ist, kann kaum beziffert werden, dafür fehlt es an aussagekräftigen Daten. In diesem Bereich ist die Technik privilegierter, da sie mit einer Flut von Datenmaterial aufwarten kann – was aber nicht gleichzusetzen ist mit Umsetzungserfolg. Technik versus Verhalten? Nein, Technik und Verhalten – nur mit beidem lassen sich die hohen Ziele erreichen.

Pierre Güntert und Ueli Wieser, Projektleiter am Ökozentrum Langenbruck. guentert@oekozentrum.ch, wieser@oekozentrum.ch



4 Energiegeografie

| *Max Blatter* | Neue Instrumente zur Planung der künftigen Energieversorgung sind notwendig – als Grundlage für politische Diskussionen und unternehmerische Zielsetzungen.

9 Niedrigenergiehaus und Drei-Liter-Auto

| *Othmar Humm* | Mit dem Effizienzpfad Energie präsentiert das SIA-Programm Energycodes eine neue Planungs- und Entscheidungshilfe und spielt damit eine Vorreiterrolle.

12 Rentabler Wärmeschutz

| *Martin Jakob, René Mosbacher* | Neue Studien widersprechen dem Vorurteil, dass Investitionen im Bereich Wärmeschutz nicht rentierten.

14 Wettbewerbe

| Neue Ausschreibungen und Preise | Zwei Kirchgemeindegäuser in Ebmatingen und Maur | Europäisches Patentamt in Den Haag | Schulhaus Pestalozzi in Kreuzlingen |

18 Magazin

| Ausstellung: Gigon/Guyer in Zürich | Neue Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen | Vereinheitlichung der Projektierung von Kunstbauten |

22 Aus dem SIA

| SIA-Haus: Ausstellung zum Studienauftrag | Kulturtag SIA 2005: Inspiration Licht |

26 Produkte

| Wendeltreppe mit integriertem Licht | Neues Schlafsystem Phi-ton | Berührungsloser Voll-/ Leermelder |

30 Veranstaltungen