Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 18

Rubrik: Politik und Gesellschaft = Politique et société

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: 09.07.2025

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

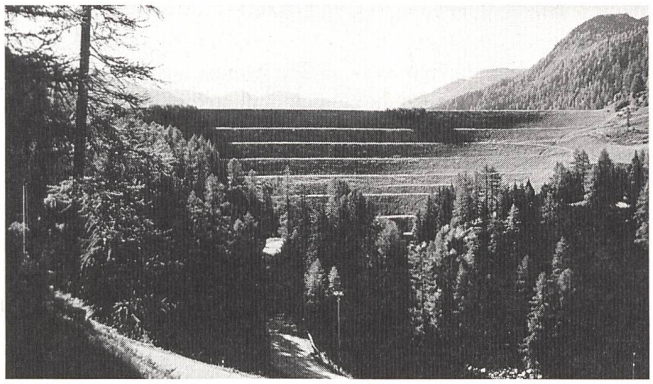
Politik und Gesellschaft
Politique et société

Kraftwerk-Erntefaktoren im Vergleich

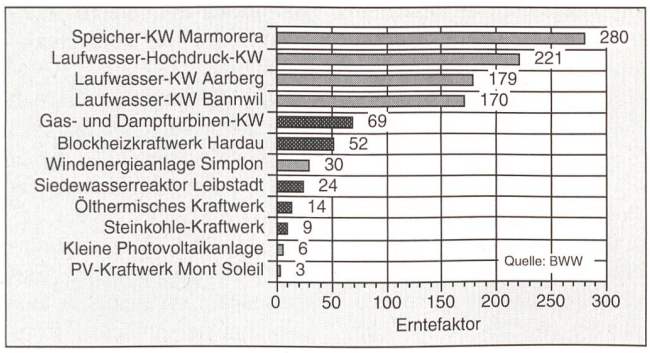
Wie macht man am besten Elektrizität?

Elektrizität wird auf die verschiedensten Arten hergestellt: Das Spektrum reicht von herkömmlichen Wasserkraftwerken, über Kernkraftwerke bis zu photovoltaischen Kraftwerken. Für alle diese Arten der Elektrizitätserzeugung gilt: Es braucht Energie, die bereitgestellt werden muss, um den Bau, den Betrieb und auch die Entsorgung dieser Kraftwerke zu gewährleisten. Bezüglich der dafür notwendigen Energie gibt es erhebliche Unterschiede: Wasserkraftwerke sind die besten Verwerter der investierten Energie, Kernkraftwerke liegen im Mittelfeld und photovoltaische Kraftwerke am Schluss.

Mit der vom Bundesamt für Wasserwirtschaft an ein unabhängiges Beratungsbüro in Auftrag gegebenen Studie «Energiebilanzen von Wasserkraftwerken im Vergleich mit andern stromproduzierenden Anlagen» ist untersucht worden, wie sich verschiedene Kraftwerke bezüglich ihrer Energiebilanz unterscheiden. Die Untersuchung ging soweit möglich von in der Schweiz bestehenden Kraftwerken aus. So wurden unter anderem die Wasserkraftwerke Aarberg und Bannwil, die Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt und das photovoltaische Kraftwerk auf dem Mont-Soleil in die Studie einbezogen. Es wurden aber auch fossil-thermische Kraftwerke untersucht, die heute in der Schweiz nicht oder kaum eingesetzt werden, aber in Zukunft an Bedeutung gewinnen könnten.



Rekord-Erntefaktor für Kraftwerk Marmorera/Tinzen (GR).



Erntefaktoren für zwölf ausgewählte Werke. Die helleren Balken beziehen sich auf Kraftwerke, die mit erneuerbaren Energien produzieren.

Für die Studie interessierte hauptsächlich der «Erntefaktor». Diese Grösse bringt zum Ausdruck, wieviel mal mehr an Elektrizität gewonnen wird als für die Elektrizitätsproduktion in einer ganzheitlichen Betrachtung an Energie hineingesteckt werden muss(te).

Energiebilanzen und damit Erntefaktoren sind nicht zuletzt für die Energiepolitik von Bedeutung. Langfristig macht es ja nur Sinn, Anlagen mit einem guten Erntefaktor zu bauen. Für energiepolitische Entscheide sind jedoch weitere Kriterien zu beachten. Hierzu gehören die Kosten, aber auch Fragen der Verfügbarkeit, der Sicherheit oder des Umweltschutzes.

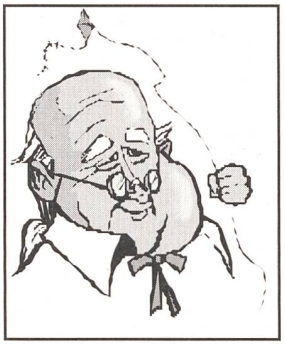
Erntefaktoren «von der Wiege bis zur Bahre»

Für die Ermittlung von Erntefaktoren werden grundsätzlich alle energetischen Aufwendungen berücksichtigt, die während der Lebensdauer eines Kraftwerkes anfallen. Es wird also gewissermassen der ganze Lebenszyklus eines Kraftwerkes «von der Wiege bis zur Bahre» durchlaufen, von der Energieträgerbereitstellung (Förderung, Transport), über den Bau und Betrieb bis zur Entsorgung.

Zunächst geht es um jene Energie, die für den Bau der Werke aufgewendet wurde, insbesondere auch um jene, die als sogenannte «Graue Energie» in den Baumaterialien steckt.

Dann ist der energetische Aufwand für den Betrieb zu berücksichtigen. Dabei geht es nicht nur um das, was im Kraftwerk selbst an Energie verbraucht wird, sondern auch um jene Verbräuche, die ausserhalb der Betriebsgrenzen entstehen, etwa Aufwendungen für die Bereitstellung von Ener-

Der Blitzableiter



Schläulinge

Man stelle sich vor, die Alpenkorporation «Grünwald» verlange von dem Senn nun einfach 80 statt 54 Franken pro Fuder Gras für seine Kühe. Bei Öffnung der Märkte entwickeln die Grünwalder zudem Geschmack am billigen Importkäse. Dem Senn, dessen Produkt nun teurer wurde, geben sie den Rat, sich am «Markt» zu orientieren. Weiter unten im Tal erzeugt die Korporation einen würzigen Biokäse, den die regionale Vertriebsgesellschaft «Makro» zu 16 Franken/Kilo übernehmen muss. Da aber für diesen Biokäse niemand den Endverteilerpreis von 32 Franken/Kilo bezahlen will, wird er mit Verlust für 15 Franken verkauft. Davon profitieren auch die Grünwalder in ihrem «Makro»-Laden. Eine Utopie? Sicher, denn die benachteiligten Vertragspartner würden sich nicht auf ein solches Geschäft einlassen. Der Senn könnte seine Kühe verkaufen und «Makro» findet auch sonstwo Käse. Wirklich eine Utopie? Nein, denn etwa so verhält es sich für die Elektrizitätswerke mit den erhöhten Wasserzinsen und den staatlichen Empfehlungen für Rücknahmetarif. Und, wem könnte wohl das EW sein Kraftwerk verkaufen?

B. Frankl

gieträgern. Gemeint ist hier zum Beispiel die Energie, die nötig ist, um Erdöl aus dem Boden zu pumpen oder die Brennstäbe für Kernkraftwerke herzustellen. Die Energie, welche in den Brennstoffen selbst steckt, wird allerdings nicht mitgezählt; genauso wenig wie jene Energie, die im Wasser steckt und dann im Wasserkraftwerk in Elektrizität umgewandelt wird, oder wie die Sonnenenergie, deren Umwandlung in elektrische Energie in einer Photozelle stattfindet.

Schliesslich müssen auch die energetischen Aufwendungen für den Abbruch der Anlage und die Entsorgung berücksichtigt werden.

Gesamthaft wurden 17 Kraftwerke auf diese Weise analysiert und quantitativ bewertet. Für eine Auswahl von 12 Werken zeigt die Abbildung die ermittelten Erntefaktoren. Die Abbildung macht zunächst klar, wie stark die Erntefaktoren streuen: Die höchsten Werte liegen bei 280, die tiefsten bei knapp 3.

Wasserkraftwerke haben höchste «Energieernte»

Unabhängig davon, ob mit erneuerbaren oder nicht erneuerbaren Energien Elektrizität produziert wird, ist offensichtlich, dass Wasserkraftwerke im Sinne einer möglichst hohen «Energieernte» die Spitzenreiter sind. Ihre Erntefaktoren liegen alle zwischen 170 und 280. Bei Wasserkraftwerken ist also das Verhältnis zwischen produzierter Elektrizität und investierter Energie mit Abstand am besten.

Bei den Werken, die mit erneuerbaren Energien Elektrizität produzieren, zeigt sich, dass neben den Wasserkraftwerken auch die Windenergie einen guten Erntekfaktor aufweist (30). Allerdings wird in der Studie auch darauf hingewiesen, dass die optimalen Standorte in der Schweiz nicht sehr zahlreich sind.

Eher schlecht schneidet zurzeit die photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie ab. Die Erntefaktoren erreichen heute – immer für schweizerische Verhältnisse – Werte in der Grössenordnung von 3 bis 6. Für die grosstechnische Nutzung zur Elektrizitätserzeugung sind damit die Voraussetzungen noch nicht gegeben. Dies bedeutet aus der Sicht der Autoren aber nicht, dass Forschung und Entwicklung solcher Anlagen keinen Sinn machen würde.

Auch bezüglich der Werke, die mit nicht erneuerbaren Energien Elektrizität produzieren, ergeben sich interessante Erkenntnisse. Klar obenaus schwingen das Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (Erntefaktor 69) und das Blockheizkraftwerk Hardau (Erntefaktor 52). Auch das Kernkraftwerk Leibstadt ist mit einem Erntefaktor von 24 noch recht gut plaziert. Hingegen sind die Erntefaktoren der mit Steinkohle bzw. mit Öl befeuerten Kraftwerke deutlich schlechter.

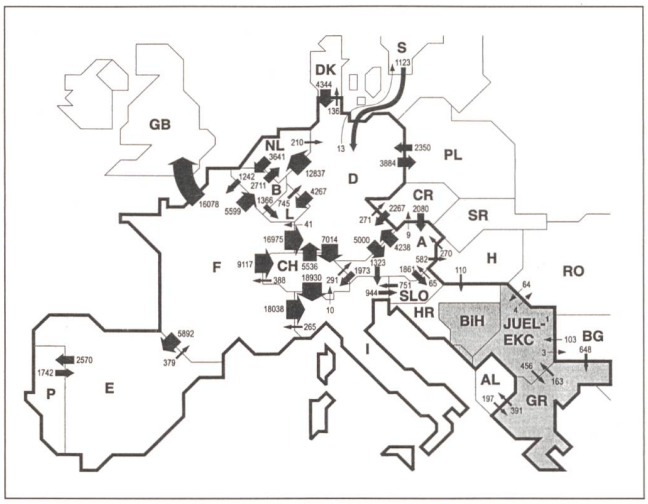
(Französischer Text in «wasser, energie, luft» – «eau, énergie, air» Nr. 7/8 1996)

L'avenir est aux fossiles

(ep) La demande mondiale en énergie augmentera de près de 40% d'ici à l'an 2010. Et les 90% de cette hausse seront assurés par les énergies fossiles. Telles sont les dernières prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Il est désormais clair que les objectifs de Rio en matière de gaz carboniques sont hors de portée.

L'AIE affine ses prévisions. Dans l'édition 1996 des *Perspectives énergétiques mondiales*, l'agence estime que la consommation pourrait croître de 34 à 46% entre 1993 et 2010, passant de 8 à plus de 11 milliards de tonnes d'équivalent pétrole par an. Quel que soit le scénario choisi, la demande des pays membres de l'OCDE représentera moins de la moitié du total en 2010, contre 55% en 1993.

La consommation mondiale de pétrole devrait passer de 70 millions de barils/jour en 1995 à 92 ou 97 millions en 2010. Ce seul chiffre en dit long sur l'inanité des espoirs de réalisation des objectifs de stabilisation des rejets de gaz carbonique.



Physikalische Energieflüsse im UCPTE-Netz (1995, Werte in GWh): bald Wiederanschluss des Balkans (Bild UCPTE).

UCPTE: Hilfe für den Balkan

(et) Die Stromwirtschaft will die Kriegsfolgen auf dem Balkan beseitigen. Die Länder des ehemaligen Jugoslawien müssen ebenso wie Griechenland wieder an das westeuropäische Stromverbundnetz angeschlossen werden. Dies hat kürzlich die 100. Vollversammlung der UCPTE, die 1951 gegründete Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transports elektrischer Energie, beschlossen.

Es wurde vereinbart, die Verbundgesellschaften aus den neuen Staaten Ex-Jugoslawiens in die UCPTE aufzunehmen. Ausserdem drängen Polen, Ungarn, die Tschechische und die Slowakische Republik in die UCPTE. Diese vier Länder sind mit ihren Netzen im Centrel-Block (Zentraleuropäische Länder) vereinigt und seit Oktober 1995 mit dem UCPTE-Netz probeweise parallelgeschaltet. Offen sei aber noch, ob sie künftig der UCPTE voll angegliedert oder ihr nur, wie der skandinavische Stromverbund Nordel, über Leitungen eng verbunden bleiben. Als problematisch werden beim Verbundausbau auch die zunehmenden Erschwernisse beim Bau neuer Leitungen angesehen.

Stellungnahme des VSE zum neuen Energiegesetz

Energiegesetz mehrheitlich akzeptabel

(vse) Der Bundesrat hat am 21. August erfreulicherweise ein mehrheitlich schlankes Energiegesetz verabschiedet. Kaum berücksichtigt sind dagegen die tiefgreifenden Veränderungen im internationalen wirtschaftlichen Umfeld der Elektrizitätswirtschaft. Der Gesetzesentwurf lässt ferner geeignete Rahmenbedingungen für die Standortsicherung von Anlagen der Energieversorgung vermissen, stattdessen dominieren staatliche Spar- und Fördermassnahmen.

Die Elektrizitätswirtschaft will ihren Beitrag mit der Schlüsselenergie Elektrizität zur marktwirtschaftlichen Erneuerung unseres Landes leisten. Mit der Ablehnung einiger planwirtschaftlicher Elemente hat der Bundesrat eine erste Antwort auf seinen Revitalisierungsauftrag im Energiebereich für den Wirtschafts-

standort Schweiz gegeben. Zu erwähnen sind hierbei der Verzicht auf verbindliche quantitative Zielvorgaben für den Gesamt-Energieverbrauch, die behördenkontrollierte «integrierte Ressourcenplanung (IRP)» und die verbindliche Bewilligungspflicht für Elektroheizungen. Festgehalten wurde dagegen an den nicht marktorientierten Rückliefertarifen (= Quersubventionierung).

Im Hinblick auf eine Marktöffnung und die damit zwingend verbundene Konkurrenzfähigkeit der Stromkosten ist eine weitere Beschränkung des Gesetzesentwurfs durch das Parlament auf ein Rahmengesetz angezeigt.

Gemessen am Verfassungsauftrag werden im Gesetzesentwurf primär die umweltorientierten Forderungen, insbesondere die Sparmassnahmen und die Förderung neuer erneuerbarer Energieträger durch Subventionen, in den Vordergrund gestellt. Die Prioritäten müssten – angesichts der Bedeutung einer rationell und wirtschaftlich funktionierenden Energieversorgung – noch verstärkt bei den Anliegen für wettbewerbsfreundliche Rahmenbedingungen zur Erhaltung des Produktionsstandortes Schweiz sowie für eine preisgünstige Energieversorgung liegen.

Europatrend für Stromspar-Label

(efch) Die seit 1994 in der Schweiz von «Energie 2000» durchgeführte Prämierung stromsparender Elektronikgeräte befindet sich auf dem besten Weg zum europäischen Trend. Gemeinsam mit dem Bundesamt für Energiewirtschaft unterzeichneten kürzlich die Energieagenturen Dänemarks, Hollands, Österreichs und Schwedens ein Übereinkommen, das die Harmonisierung von Kriterien, Messverfahren und Prämierungsabläufen für die freiwilligen Aktivitäten vorsieht. Fernziel ist die Einführung eines europäischen Labels.

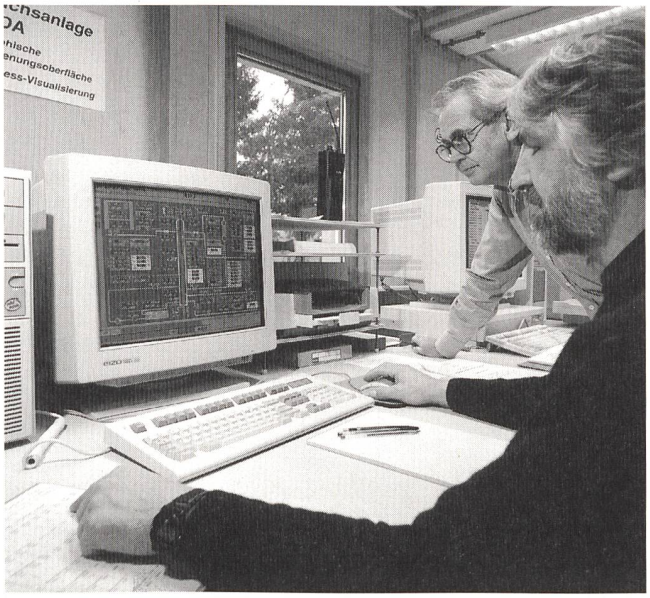
Technik und Wissenschaft
Technique et sciences

Fortschritt für die Sicherheit zukünftiger Kernkraftwerke

(psi) Am Paul Scherrer Institut (PSI) untersuchten Spezialisten erstmals die Funktionstüchtigkeit eines neuartigen, passiven Sicherheitssystems für Kernkraftwerke. Dazu haben sie eine spezielle, weltweit einmalige Versuchsanlage aufgebaut, mit der sie die sichere und passive Abfuhr der Nachzerfallswärme zukünftiger Kernreaktoranlagen simulieren und überprüfen können.

Das Unglück in Tschernobyl vor zehn Jahren rückte Sicherheitsfragen schlagartig wieder ins Zentrum der Diskussion um die Kernenergie. Sicherheitssysteme sollen vermehrt eigenständig, das heisst ohne äussere Versorgung und Steuerung durch aktive Systeme und Komponenten, funktionieren. Sogenannte passive Sicherheitselemente, welche beispielsweise die Kühlung des Reaktorkerns unabhängig vom Betrieb einer Pumpe gewährleisten, sollen den Sicherheitsstandard erhöhen. Verschiedene neue Reaktorkonzepte haben derartige Systeme nun vorgesehen, aber deren Funktionstüchtigkeit auch bei Störfällen muss getestet werden.

Das PSI hat dafür eine Versuchsanlage (PANDA) aufgebaut, in der ein passives System realitätsgerecht nachgebildet ist. Erstmals konnte damit in grösserem Massstab experimentell überprüft werden, ob sich bestimmte Anlagekonzepte bei der passiven Abfuhr der Nachzerfallswärme – die nach dem Abstellen eines Kernreaktors entsteht – wie vorausberechnet verhalten. Dies ist bei den durchgeführten Versuchen tatsächlich der Fall: die PSI-Experten postulierten zum Beispiel den Bruch einer Hauptdampfleitung, und das inhärente Sicherheitssystem war in der Lage, die simulierte Nachzerfallswärme eigenständig abzuführen, ohne dass der Druck im Sicherheitsbehälter seine Grenze überschritt.



Passive Sicherheitssysteme auf dem Prüfstand. Die Testbedingungen werden der PSI-Versuchsanlage vorgegeben. Nach dem Start überlassen die Experten die Anlage sich selber, wie es sich bei einem passiven System gehört. Sie greifen höchstens ein, um neue Störungen einzugeben.

Les installations nucléaires suisses sont sûres

(dftce) Les installations nucléaires suisses sont en bon état et elles répondent aux exigences de sécurité. La Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) qualifie également de bonne la conduite de leur exploitation. Dans son rapport annuel pour 1995, l'autorité fédérale de sécurité indique que sur les quatre sites de centrales nucléaires, les quantités de substances radioactives rejetées dans l'environnement ont été très faibles, nettement inférieures aux valeurs-limites prescrites. Pour le personnel des centrales, les limites annuelles de dose, rendues plus sévères par la nouvelle législation, n'ont pas été dépassées.

En 1995, on a enregistré dans les quatre centrales nucléaires suisses dix événements devant être notifiés, soit trois de moins que l'année précédente. La DSN les a tous attribués à l'échelon B, le moins élevé de son échelle d'appréciation qui en compte trois: B, A, S. Trois événements se sont par ailleurs produits dans les installations nucléaires de l'institut Paul Scherrer (PSI); la DSN en a attribué deux à la classe B et un à la classe intermédiaire A. Sur l'échelle internationale d'appréciation des événements de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), tous ces événements relèvent de l'échelon le plus bas (O), ce qui signifie qu'ils sont d'une importance non-essentielle pour