

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 88 (1996)  
**Heft:** 7-8

**Artikel:** De l'énergie naît l'électricité  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940357>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.01.2025

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

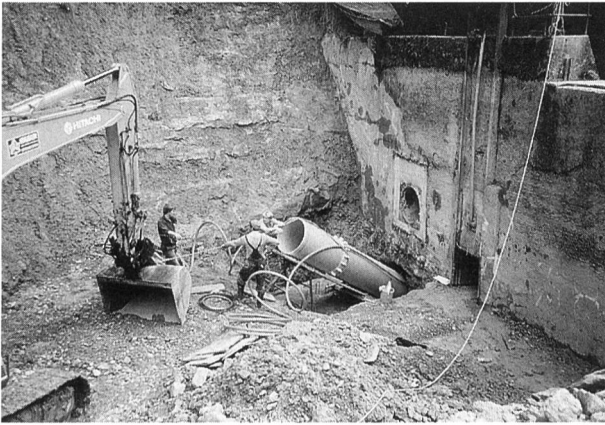


Bild 4. Das Bohren und Verlegen der Druckleitung war technisch anspruchsvoll und stets von Überflutrisiko begleitet. Die elegante Lösung ist kostengünstig, energieeffizient und schont das Landschaftsbild. (Foto Iteco, September 1995)



Bild 5. Das Maschinenhaus ist zwecks Besichtigung grosszügig dimensioniert und mit einer Glasfront versehen. Unter die Felsnase des Wasserfalles plaziert, ist es vor Steinschlag geschützt und gut in die Landschaft integriert. (Foto Iteco Januar 1996)

noch verkräftbar. Die Anlage nahm schliesslich, gemäss revidiertem Bauprogramm, am 12. Januar 1996 den Probebetrieb auf. Die provisorische Übernahme durch den Bauherrn, die Genossenschaft «Pro Guggenloch», erfolgte am 30. Mai 1996.

Die veranschlagten Baukosten von rund 1,3 Mio Franken konnten – nicht zuletzt aufgrund des straffen Bauablaufs – eingehalten werden.

Dank einem ansehnlichen Genossenschaftskapital und günstiger Bankdarlehen, der Wahl einer möglichst zuverlässigen Anlagenausrüstung und niedriger Betriebsführungskosten werden die Energiekosten im erwarteten Rahmen liegen. Jedenfalls wird der Erlös aus dem Energieverkauf mittelfristig die anfallenden Kosten (Betrieb, Unterhalt sowie kalkulatorische Kosten) decken können.

### Gute Einpassung in die Umgebung

Die Realisierung des Projektes Guggenloch ist ein gutes Beispiel dafür, dass die Nutzung der Wasserkraft auf der einen und Natur- und Landschaftsschutz auf der anderen Seite durchaus in Einklang stehen können. Die Erhaltung des Weihers, die gewählte Anordnung der Wasserfassung sowie die gute Einpassung des Maschinenhauses und der Druckleitung in die naturnahe Umgebung sind Ausdruck der Achtung gegenüber dem gewachsenen Landschaftsbild.

Projekte wie dasjenige im Guggenloch gäbe es in der Schweiz mit ihrem Reichtum an kleinen und mittleren Fliessgewässern noch viele zu verwirklichen, bzw. wieder zu aktivieren. Auch wenn die Mittel von «Energie 2000» angesichts leerer gewordener Bundeskassen inzwischen

Tabelle 1. Technische Daten

Ausbauwassermenge:	1 m <sup>3</sup> /s
Jährlich nutzbare Wassermenge:	15,3 Mio m <sup>3</sup>
Bruttofallhöhe/Nettofallhöhe:	15,50 m/15,24 m
Nennleistung der Anlage:	110 kW
Mittlere Energieproduktion:	447 000 kWh/Jahr
Turbine: Zweizellige Ossberger-Durchströmturbine	$n_1 = 365 \text{ min}^{-1}$
Getriebe: Flender	$n_1/n_2 = 365/1030$
Generator: 6polige Käfiganker- Asynchronmaschine	$n_2 = 1030 \text{ min}^{-1}$

nicht mehr so reichlich fliessen, so bestünden dennoch vielerorts Chancen, der Kleinwasserkraft wieder zum Durchbruch zu verhelfen und so die wichtigste (und ertragreichste) erneuerbare Energiequelle der Schweiz verstärkt zu nutzen.

Adresse der Verfasser: Dominik Schenk, dipl. Bauing. ETH, und Peter Birrer, Bauing. HTL, Iteco Ingenieurunternehmung AG, Alte Obfelderstrasse 68, Postfach, CH-8910 Affoltern a. A.

## De l'énergie naît l'électricité

### Facteurs de gain des aménagements de production

Office fédéral de l'économie des eaux

### Quelle est la meilleure façon de produire de l'électricité?

Il y a plusieurs façons de produire de l'électricité; cela va des aménagements hydroélectriques traditionnels aux centrales photovoltaïques en passant par les centrales nucléaires. Tous ces moyens de production obéissent à un principe: il faut y injecter de l'énergie pour pouvoir les construire, les exploiter et les démanteler à la fin de leur vie. Comme le montre une étude récente, la quantité d'énergie nécessaire pour cela varie considérablement d'un ouvrage à l'autre: ceux qui tirent le meilleur parti de l'énergie investie sont les aménagements hydroélectriques; à l'autre extrémité, on trouve les centrales photovoltaïques, quant aux centrales nucléaires, elles se situent entre les deux.

L'étude confiée par l'Office fédéral de l'économie des eaux à un bureau d'étude indépendant<sup>1</sup> portait sur le bilan énergétique des différents ouvrages de production d'électricité. Dans la mesure du possible, elle a ciblé les ouvrages

<sup>1</sup>Basics SA, Zurich: «Energiebilanzen von Wasserkraftwerken im Vergleich mit anderen stromproduzierenden Anlagen», rapport d'étude n° 5/1995, Office fédéral de l'économie des eaux, Berne 1995 (en allemand seulement); un condensé, intitulé «De l'énergie naît l'électricité», a été publié par l'Office fédéral de l'économie des eaux, Berne 1995 (à commander à l'OCFIM, 3003 Berne, n°. de commande 804.400 f).

exploités en Suisse. C'est ainsi que les auteurs y ont analysé, entre autres, les centrales hydroélectriques de Aarberg et de Bannwil, les centrales nucléaires de Gösgen et de Leibstadt de même que la centrale photovoltaïque du Mont-Soleil. Mais les auteurs se sont également intéressés aux centrales thermiques fonctionnant avec des combustibles fossiles, types d'ouvrages que l'on ne trouve pour ainsi dire plus dans notre pays, mais qui pourraient être appelés à gagner en importance dans le futur.

L'élément central de l'étude est ce qu'on appelle le «facteur de gain». Ce paramètre exprime le rapport entre la quantité d'électricité produite par une installation et la quantité totale d'énergie qu'il a fallu y injecter.

La notion de facteur de gain provient de l'analyse de centrales électriques fonctionnant avec des énergies renouvelables, par exemple l'énergie solaire, l'énergie éolienne ou la force hydraulique. Pour pouvoir exploiter ces formes d'énergie, il faut disposer d'installations dont la construction et l'exploitation nécessitent d'autres énergies. Dès lors, la question se pose tout naturellement de savoir si ces installations sont réellement judicieuses du point de vue énergétique, c'est-à-dire si la quantité d'électricité qu'elles produisent est effectivement supérieure à la quantité d'énergie que l'on a dû y investir sous une autre forme.

Les bilans énergétiques et, partant, les facteurs de gain, sont un élément important, notamment pour la politique énergétique. Comme le relèvent les auteurs, à long terme, il n'est judicieux de construire que des ouvrages présentant un facteur de gain qui soit bon ou tout au moins suffisant. Dans cette optique, ce facteur de gain doit donc être au minimum supérieur à un pour qu'un ouvrage produise plus d'électricité qu'il n'en consomme du début à la fin de sa vie. Mais les auteurs rappellent également que les décisions de politique énergétique reposent évidemment aussi sur d'autres critères, notamment les coûts, les questions de disponibilité, de sécurité et de protection de l'environnement.

Pour calculer les facteurs de gain, on considère a priori toutes les dépenses énergétiques qui surviennent durant la vie d'un ouvrage de production. On va donc parcourir, dans une certaine mesure, tout le cycle de vie d'un tel ouvrage, «du berceau à la tombe», autrement dit, de la production des agents énergétiques qu'il consommera

(extraction, transport), jusqu'à son démantèlement, en passant par sa construction et son exploitation.

Tout d'abord, il s'agit de l'énergie qui a été utilisée pour construire les ouvrages de production proprement dits, en particulier celle que l'on appelle «énergie grise» et qui se «cache» dans les matériaux de construction.

Ensuite, il faut considérer l'énergie requise pour exploiter l'ouvrage. Il ne s'agit pas seulement, à cet égard, de l'énergie consommée dans l'ouvrage lui-même, mais encore de celle qui est consommée au-delà des limites de l'exploitation, par exemple pour la mise à disposition – production et transport – des agents énergétiques consommés. Pensons, par exemple, à l'énergie qui est nécessaire pour extraire le pétrole du sous-sol ou pour produire des barreaux de combustible nucléaire. Cependant, on ne tient pas compte ici de l'énergie qui contiennent les combustibles eux-mêmes, ni de celle qui se trouve dans l'eau et qui est ensuite transformée en électricité dans un aménagement hydroélectrique, ni enfin de l'énergie solaire qui est transformée en électricité en pénétrant dans la cellule photovoltaïque.

Enfin, il faut encore compter l'énergie nécessaire pour démonter l'installation et l'éliminer lorsqu'elle n'est plus exploitable.

Au total, on a passé à la loupe 17 aménagements de production. La figure 1 montre les facteurs de gain de 12 d'entre eux. Ce qui frappe de prime abord, c'est la grande dispersion de ces derniers: les valeurs les plus élevées atteignent 280, les plus basses tout juste trois.

Indépendamment de savoir si l'électricité est produite au moyen d'énergies renouvelables ou non, on constate de prime abord que les aménagements hydroélectriques sont les moyens les plus efficaces de maximiser la «récolte énergétique». Leurs facteurs de gain se situent tous entre 170 et 280. C'est donc avec eux que le rapport entre électricité produite et énergie investie est le meilleur, et de loin!

La suite de l'interprétation des résultats de l'étude requiert que l'on fasse la distinction entre les ouvrages qui fonctionnent avec des énergies renouvelables et ceux qui sont alimentés par des agents non renouvelables.

S'agissant des premiers, on observe que, hormis les centrales hydroélectriques déjà évoquées, l'énergie éolienne présente un bon facteur de gain (30). Toutefois, l'étude relève aussi que les sites optimaux ne sont pas très nombreux en Suisse.

L'utilisation photovoltaïque de l'énergie solaire est assez peu rentable à l'heure actuelle. Les facteurs de gain se situent – toujours dans les conditions régnant en Suisse – entre trois et six. Les conditions nécessaires pour l'exploiter à grande échelle à des fins de production d'électricité ne sont donc pas encore réunies. Mais cela ne signifie pas, comme le remarquent les auteurs, que la recherche et le développement de ce type d'installations sont utopiques.

On peut également tirer des enseignements intéressants à propos des ouvrages qui produisent de l'électricité à partir d'agents non renouvelables. Les plus rentables, énergétiquement parlant, sont sans aucun doute les centrales à turbine à gaz et à vapeur (facteur de gain de 69) et la centrale de chauffage d'îlot de Hardau (facteur de gain de 52). La centrale nucléaire de Leibstadt figure, elle aussi, en assez bonne place avec un facteur de gain de 24. En revanche, les facteurs de gain des ouvrages de production alimentés au charbon ou au mazout sont nettement plus faibles puisqu'ils se situent entre neuf et 14.

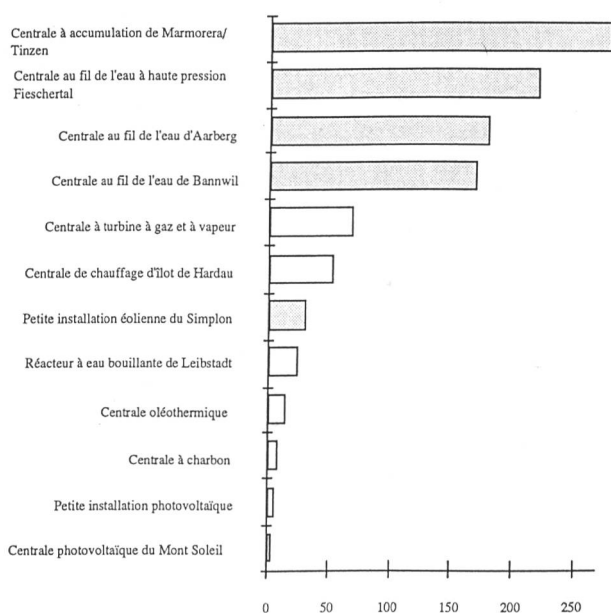


Figure 1. Facteurs de gain de 12 centrales de production. Les barres hachurées se rapportent à des aménagements qui produisent de l'électricité au moyen d'énergies renouvelables.

Eine deutschsprachige Fassung dieses Textes ist im «Bulletin VSE/SEV» erschienen.