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: 82 (1991)

Heft: 18

Artikel: Pertes d'énergie des centrales hydrauliques selon les recommandations pour les débits minimaux de Bundi/Eichenberger et Hainard et al.

Autor: Schleiss, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903007

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: 10.07.2025

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

Pertes d'énergie des centrales hydrauliques

selon les recommandations pour les débits minimaux de Bundi/Eichenberger et Hainard et al.

A. Schleiss

Les estimations présentées ici montrent que l'augmentation des débits minimaux voulue par les auteurs de l'initiative «Pour la sauvegarde de nos eaux» entraînerait des pertes de production d'environ un quart de la production moyenne d'électricité d'origine hydraulique, et ceci à relativement court terme. Ces pertes sont environ deux à trois fois plus importantes que celles auxquelles il faudrait s'attendre à la suite de la révision de la Loi sur la protection des eaux.

Die hier dargestellten Abschätzungen zeigen, dass die Erhöhung der Restwassermengen gemäss den Vorstellungen der Initianten der Volksinitiative «Zur Rettung unserer Gewässer» zu einer Produktionseinbusse von rund einem Viertel der mittleren Wasserkraftproduktion führen würden – und zwar relativ kurzfristig. Dies ist rund zwei- bis dreimal mehr als aufgrund des revidierten Gewässerschutzgesetzes langfristig zu erwarten wäre.

Adresse de l'auteur
Anton Schleiss, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH, Electrowatt Ingénieurs-Conseils S.A., Bellerivestrasse 36, 8034 Zurich

Données du problème

L'initiative populaire «Pour la sauvegarde de nos eaux» a été déposée le 9 octobre 1984. Le 29 avril 1987, le Conseil fédéral a soumis aux Chambres fédérales le message concernant l'initiative en question et la révision de la Loi sur la protection des eaux. Dans son message, le Conseil fédéral a proposé de soumettre l'initiative à la votation du peuple et des cantons. Il a en même temps recommandé de la rejeter. Le 24 janvier 1991, le Parlement a approuvé, après de longues délibérations, la révision de la Loi sur la protection des eaux. Le référendum lancé par l'association des propriétaires de petites centrales contre cette loi a abouti en mai 1991. Le souverain suisse aura donc à se prononcer, vraisemblablement en février 1992, aussi bien sur l'initiative que sur la révision de la Loi sur la protection des eaux.

Le texte de l'initiative (sous la forme d'un nouvel article constitutionnel) ne contient aucune donnée quantitative sur les débits minimaux; l'initiative exige un débit d'eau suffisant, assuré en permanence tout le long du cours d'eau. La signification du terme suffisant est expliquée uniquement à l'aide de critères écologiques tels que, conservation des biocénoses locales, des paysages dignes de protection, etc. Les exigences écologiques concernant les débits minimaux ont été quantifiées dans deux études publiées par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, études dont les auteurs sont respectivement Bundi/Eichenberger [1] et Hainard et al. [2].

Le bureau Ingénieurs-Conseils Electrowatt S.A. a été chargé en avril 1991 par l'Association suisse pour l'aménagement des eaux de réaliser une étude sur l'ampleur des pertes d'énergie que les centrales hydrauliques suisses auraient lieu d'attendre sur la base des exigences des auteurs de l'initiative «Pour la sauvegarde de nos eaux». Les études citées, qui concordent avec les vues des auteurs de l'initiative – à savoir la garantie de débits minimaux fixés selon des critères écologiques – ont servi de base. La présente analyse n'évaluera par contre pas les études citées.

Bases et méthodes de l'extrapolation

Les débits minimaux exigés par Bundi/Eichenberger et Hainard et al. ont été calculés pour 93 centrales (dont 48 centrales à accumulation et 45 centrales au fil de l'eau). Lorsqu'une marge était possible, les valeurs indicatives ont été choisies de manière à ce qu'il résulte les plus faibles pertes d'énergie. Ces centrales de référence représentent 50% de la production annuelle moyenne de toutes les centrales hydrauliques de Suisse. La part des centrales à accumulation atteint même 69% de l'ensemble de la production annuelle moyenne. En vue d'une extrapolation à l'ensemble du parc des centrales suisses, les centrales de référence peuvent donc être considérées comme représentatives.

Une évaluation statistique a pu être faite grâce au grand nombre de centrales de référence. Des corrélations entre les pertes de production et la productibilité ont pu être trouvées sous la forme de fonctions potentielles. Des corrélations différentes ont été utilisées lors de l'extrapolation pour les centrales au fil de l'eau et celles à accumulation ainsi que pour deux classes de production chacune. De plus, l'extrapolation des pertes d'énergie annuelles et celle des pertes d'énergie hivernale ont été évaluées à l'aide de corrélations distinctes. Pour les centrales au fil de l'eau, des corrélations différentes ont en outre été déterminées pour les valeurs de référence de Bundi/Eichenberger et celles de Hainard et al.

Aucune extrapolation n'a été faite pour les centrales n'ayant pas de problèmes liés aux débits minimaux (des centrales au fil de l'eau sans canal de dérivation par exemple). Pour les centrales de référence, on a tenue compte des pertes d'énergie réelles, directement déterminées. Seules les pertes d'énergie supplémentaires par rapport aux débits minimaux aujourd'hui déjà en vigueur, ont été prises en considération.

Un calcul a été fait pour toutes les centrales – compte tenu du champ d'application – d'après les valeurs indicatives de Bundi/Eichenberger ou celles de Hainard et al. Une série de cas problématiques est alors apparue, pour laquelle les deux méthodes ont été appliquées. L'extrapolation à l'échelle suisse a donné des résultats dès lors différents suivant les valeurs indicatives utilisées pour calculer les pertes d'énergie en cas de doute. Ceci reflète également le domaine de variations des pertes d'énergie tel qu'il y aurait lieu de l'attendre en pratique au cas où les exigences concernant les débits minimaux seraient établies selon les vues des auteurs de l'initiative. Un intervalle de confiance statistique a en outre été pris en considération, de manière à couvrir les éventuelles insécurités de l'extrapolation par une marge de variation des résultats finaux.

Pertes d'énergie prévues

Les valeurs de référence et recommandations de Bundi/Eichenberger et Hainard et al., qui concordent largement avec les exigences de l'initiative concernant les débits minimaux, entraîneraient pour les centrales hydrauliques des pertes de production annuelles allant de 7600 GWh au minimum à 8450 GWh au maximum. Les valeurs inférieure et supérieure correspondent respectivement à environ 23 et 26% de la productibilité actuelle de l'ensemble des centrales hydrauliques. Les pertes d'énergie en hiver atteindraient au minimum 2300 GWh et au maximum 3100 GWh. Il faudrait donc craindre une diminution de quelque 16 à 22% de l'actuelle production hivernale d'électricité. En raison des hypothèses adoptées, il s'agit là de valeurs limites inférieures. Les pertes d'énergie prévues à l'échelle suisse sont réparties entre centrales au fil de l'eau et centrales à accumulation et représentées graphiquement sur les figures 1 (pertes annuelles) et 2 (pertes durant le semestre d'hiver).

Selon l'initiative, les débits minimaux des centrales hydrauliques devraient être augmentés immédiatement et non pas seulement lors du renouvellement de la concession (al. 6). L'atteinte aux droits acquis des propriétaires de centrales devrait donc être dédommagée. Pour le versement des dédommagements concernant les atteintes à la propriété, la Confédération devrait constituer un fonds qui serait alimenté par les propriétaires des centrales hydrauliques (al. 7 du texte de l'initiative)! Aux coûts d'achat d'électricité actuels, il faudrait au total 16 à 17 milliards de francs pour couvrir les exigences concernant les dédommagements des centrales existantes. Ce montant ne comprend que partiellement les considérables manques à gagner des cantons dus, à la suite des pertes de production, à la réduction des impôts spéciaux sur les forces hydrauliques, à celle des redevances hydrauliques ainsi que des prestations en nature telles que des livraisons d'énergie des sociétés électriques.

On verra seulement après la discussion politique liée à la nouvelle législation dans quelle mesure les exigences des auteurs de l'initiative seraient, dans le cas d'une acceptation de cette dernière par le souverain, réellement concrétisées. Le texte de l'initiative, resp. l'article constitutionnel ayant toutefois formulé clairement le mandat législatif, la liberté d'action du Parlement risque d'être limitée. Les débits minimaux doivent donc être établis seulement en fonction de points de vue écologiques – quantifiés comme dans les études de Bundi/Eichenberger et Hainard et al. Une pesée de tous les intérêts, notamment ceux de l'utilisation de la force hydraulique et d'un approvisionnement sûr en électricité, est entièrement supprimée.

Comparaison des exigences des auteurs de l'initiative avec les conséquences de la révision de la Loi sur la protection des eaux

Dans le cas d'une acceptation de la révision de la Loi sur la protection des eaux par le souverain suisse, les débits minimaux des actuelles centrales hydrauliques tels qu'ils sont exigés par l'article 31 alinéa 1 entraîneraient – après l'application des nouveaux débits minimaux à tous les cours d'eau concernés – une perte d'énergie de 1900 GWh [3]. De plus, selon l'article 33, les autorités d'exécution, c. à d. les cantons, sont tenues d'augmenter autant que possible les débits minimaux en se fondant sur une appréciation des divers intérêts pour et contre l'extension de l'utilisation des eaux. Il faut de ce fait s'attendre à ce qu'à l'avenir, les centrales hydrauliques existantes produisent au minimum 2630 GWh et au maximum 5040 GWh de moins par an. Les valeurs limites inférieure et supérieure correspondent respectivement à environ 8 et 15% de la productibilité actuelle de l'ensemble des centrales hydrauliques. Les pertes d'énergie en hiver s'éleveraient pour leur part au minimum à 1380 GWh et au

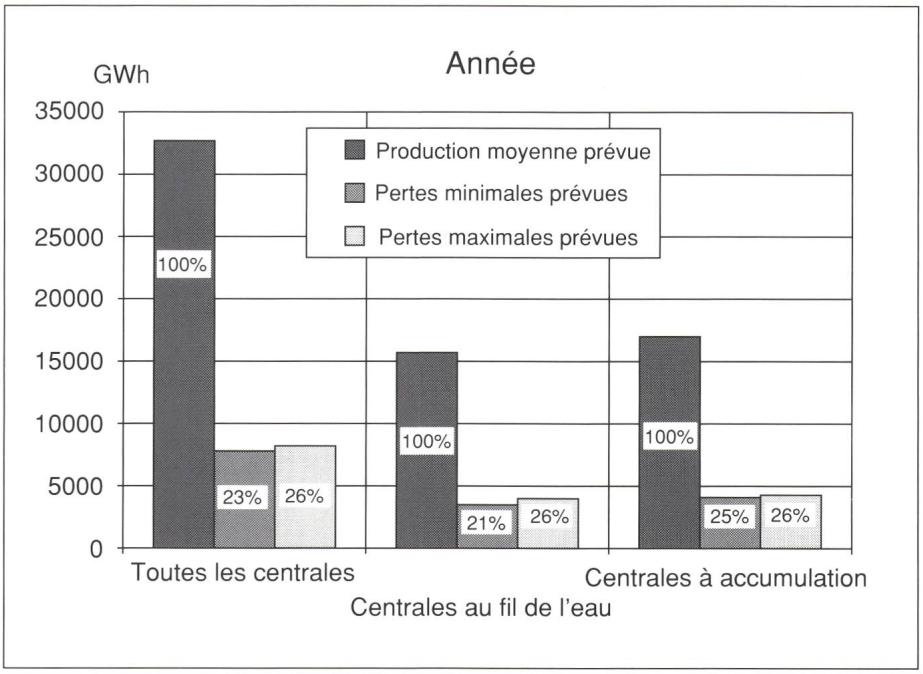


Figure 1 Pertes de production annuelles prévues selon les recommandations pour les débits minimaux de Bundi/Eichenberger et Hainard et al.

maximum à 2650 GWh, ce qui correspond à une diminution d'environ 10 à 19% de l'actuelle production hivernale. Ces valeurs ne seraient toutefois atteintes que vers l'an 2070, après échéance et plus précisément renouvellement de toutes les concessions.

Au cas toutefois où les exigences concernant les débits minimaux seraient concrétisées selon les vues des auteurs de l'initiative populaire «Pour la sauvegarde de nos eaux», les intérêts de l'utilisation de la force hydraulique ne seraient pas pris en compte dans la procédure de décision. Il faudrait alors craindre que, comme déjà mentionné, les pertes d'énergie annuelles atteignent entre 7600 et 8450 GWh. Les valeurs limites inférieure et supérieure correspondent respectivement à environ 23 et 26% de la productibilité actuelle. Ces pertes d'énergie annuelles seraient donc environ 2 à 3 fois supérieures à celles découlant de la révision de la Loi sur la protection des eaux.

Les pertes d'énergie en hiver atteindraient pour leur part entre 2300 et 3100 GWh, soit environ 16 à 22% de l'actuelle production hivernale. Ces pertes seraient elles aussi près de 2 fois plus élevées que celles résultant de la révision de la Loi sur la protection des eaux. Bon nombre de centrales au fil de l'eau perdraient même toute leur production hivernale.

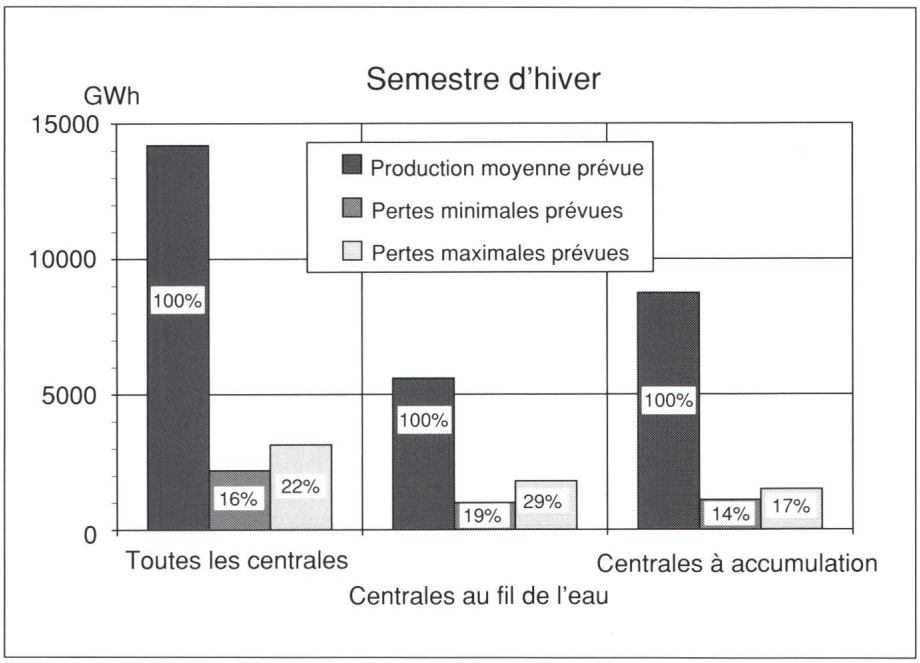


Figure 2 Pertes de production prévues durant le semestre d'hiver selon les recommandations pour les débits minimaux de Bundi/Eichenberger et Hainard et al.

Comparaison des pertes d'énergie prévues avec les possibilités d'augmentation de production par transformations et nouvelles constructions

Selon les prévisions de développement de l'utilisation de la force hydraulique en Suisse [4], il faut s'attendre à ce que les possibilités réalistes de transformation de centrales hydrauliques permettent jusqu'en 2025 d'augmenter la production entre 710 et 1030 GWh. Cette augmentation de la production tient seulement compte de la modernisation et de l'agrandissement des centrales existantes à haute et à basse pression, dont les concessions échoiront d'ici à l'an 2025.

Les augmentations de production, qui pourraient résulter de ces transformations, sont environ 7 à 12 fois moins élevées que les pertes d'énergie que subiraient les centrales hydrauliques existantes à la suite du sévère durcissement de la réglementation des débits minimaux conformément aux vues des auteurs de l'initiative. Il convient aussi de tenir compte du fait que des projets de transformation seraient rendus presque impossibles en raison de l'initiative, plus précisément du nouvel article constitutionnel. Au cours du temps, des secteurs de cours d'eau proches de l'état naturel sont apparus – grâce souvent à la présence de la centrale – aux alentours de nombreuses installations hydrauliques ayant besoin d'être rénovées. Conformément au texte de l'initiative (al. 2), toute intervention dans des secteurs proches de l'état naturel sera limitée localement.

Selon les prévisions de développement mentionnées et les hypothèses adoptées par les scénarios énergétiques, la force hydraulique pourrait d'ici à l'an 2025 apporter à l'approvisionnement suisse en électricité une contribution annuelle supplémentaire de 3300 à 5100 GWh grâce à la réalisation des projets réalistes de transformation et de construction de nouvelles centrales. Ceci représenterait environ 11 à 16% des possibilités de production actuelles des centrales hydrauliques. Une extension modérée permettrait d'augmenter de 2800 à 4300 GWh, soit d'environ 20 à 30% de la production hivernale. Grâce à ces augmentations de production relativement importantes, le potentiel d'extension technico-économique de la force hydraulique en Suisse serait atteint à environ 90%. Ces possibilités d'extension modérées seraient toutefois à l'avenir rendues entièrement impossibles puisque, selon le texte de l'initiative, les eaux et leurs secteurs naturels qui sont encore en grande partie dans leur état originel feront l'objet d'une protection intégrale (al. 1). L'empêchement d'une future extension de l'utilisation de la force hydraulique est également cité expressément par les auteurs de l'initiative comme étant l'un de leurs objectifs.

Selon les exigences des auteurs de l'initiative concernant les débits minimaux et les pertes d'énergie qui en résulteraient, il faut s'attendre à ce que les possibilités de production des centrales hydrauliques tombent d'environ 33000 GWh actuellement (les installations en cours de construction incluses) à quelque 24000 GWh à l'avenir. Les possibilités de production d'électricité d'origine hydraulique en Suisse retomberaient ainsi à l'état de 1965.

L'extension optimale des grands aménagements à accumulation mises en exploitation après 1950 sera elle aussi à l'avenir intéressante, et ceci afin de non seulement déplacer l'énergie excédentaire de l'été au semestre d'hiver critique en ce qui concerne l'approvisionnement, mais aussi afin de mettre à disposition des réserves de puissance pour le réseau d'interconnexion européen à titre de compensation pour les importations d'électricité qui deviendront inévitables. Ces projets seraient eux aussi rendus en grande partie impossibles. L'optimisation de l'utilisation de la force hydraulique en Suisse et une orientation vers la communauté européenne seraient ainsi entravées.

Influence de l'initiative sur le programme d'action «Energie 2000»

Dans le cadre du programme d'action «Energie 2000» approuvé en février

1991 par le Conseil fédéral, la production moyenne des centrales hydrauliques devra être augmentée – entre 1990 et 2000 – de 5%. Il en résulte qu'en augmentant de 1640 GWh, la production devrait passer à environ 34 500 GWh en l'an 2000. Compte tenu de l'accroissement en 1990 et des centrales en cours de construction, des possibilités de production supplémentaires d'environ 780 GWh devront donc encore être rendues exploitables d'ici à l'an 2000.

Au cas où les exigences des auteurs de l'initiative relatives aux débits minimaux seraient concrétisées à la suite de l'acceptation de l'initiative par le souverain suisse, l'extension de l'utilisation de la force hydraulique visée par le programme d'action ne pourrait être atteinte. Il faut aussi admettre que les objectifs mêmes du programme d'action (tels que la stabilisation des émissions de CO_2) ne pourraient eux non plus pas être réalisés, et ceci, en raison des pertes de production considérables des centrales hydrauliques existantes.

Pertes d'énergie comparées à quelques chiffres caractéristiques de l'économie électrique

Afin de mieux expliquer l'ampleur et l'importance des pertes d'énergie résultant des recommandations de Bundi/Eichenberger et Hainard et al. pour les débits minimaux – recommandations qui devraient concorder largement avec les vues des auteurs de l'initiative populaire «Pour la sauvegarde de nos eaux» – elles sont comparées ci-après avec quelques chiffres caractéristiques de l'économie électrique.

Les pertes d'énergie annuelles qu'il y a lieu d'attendre après l'application des nouveaux débits minimaux à tous les cours d'eau concernés correspondent à:

- 23 à 26% ou environ un quart de la productibilité de l'ensemble des centrales hydrauliques (y compris celles en cours de construction);
- 29 à 32% ou près d'un tiers de la production de l'ensemble des centrales hydrauliques (y compris celles en cours de construction) durant une année sèche (production: environ 80% d'une année moyenne);
- 14 à 16% de la production moyenne de l'ensemble des centrales hydrauliques et thermiques;
- au moins la production annuelle moyenne de toutes les centrales hydrauliques dans les bassins de l'Aar et de la Reuss jusqu'à l'embouchure de la Reuss;
- la production annuelle moyenne de toutes les installations hydrauliques du canton du Valais ou du Grisons; ces derniers étant, avec 8734 resp. 7136 GWh, les deux principaux producteurs de force hydraulique de Suisse;
- la production annuelle moyenne de la centrale nucléaire de Leibstadt (principale centrale nucléaire de Suisse, avec 7572 GWh).

Les pertes d'énergie en hiver correspondent à:

- 16 à 22% de la production hivernale moyenne de toutes les centrales hydrauliques (y compris celles en cours de construction);
- 23 à 32% de la production hivernale de toutes les installations hydrauliques (y compris celles en cours de construction) durant un hiver sec (production: environ 70% d'une année moyenne);
- environ la production hivernale de l'ensemble des trois groupes de centrales suivants: Grande Dixence (VS), Maggia (TI) et Oberhasli (BE) durant une année sèche (prévision minimale), resp. une année humide (prévision maximale). Ces aménagements sont les trois plus grands de Suisse;
- 9 à 12% de la production moyenne de l'ensemble des centrales hydrauliques et thermiques.

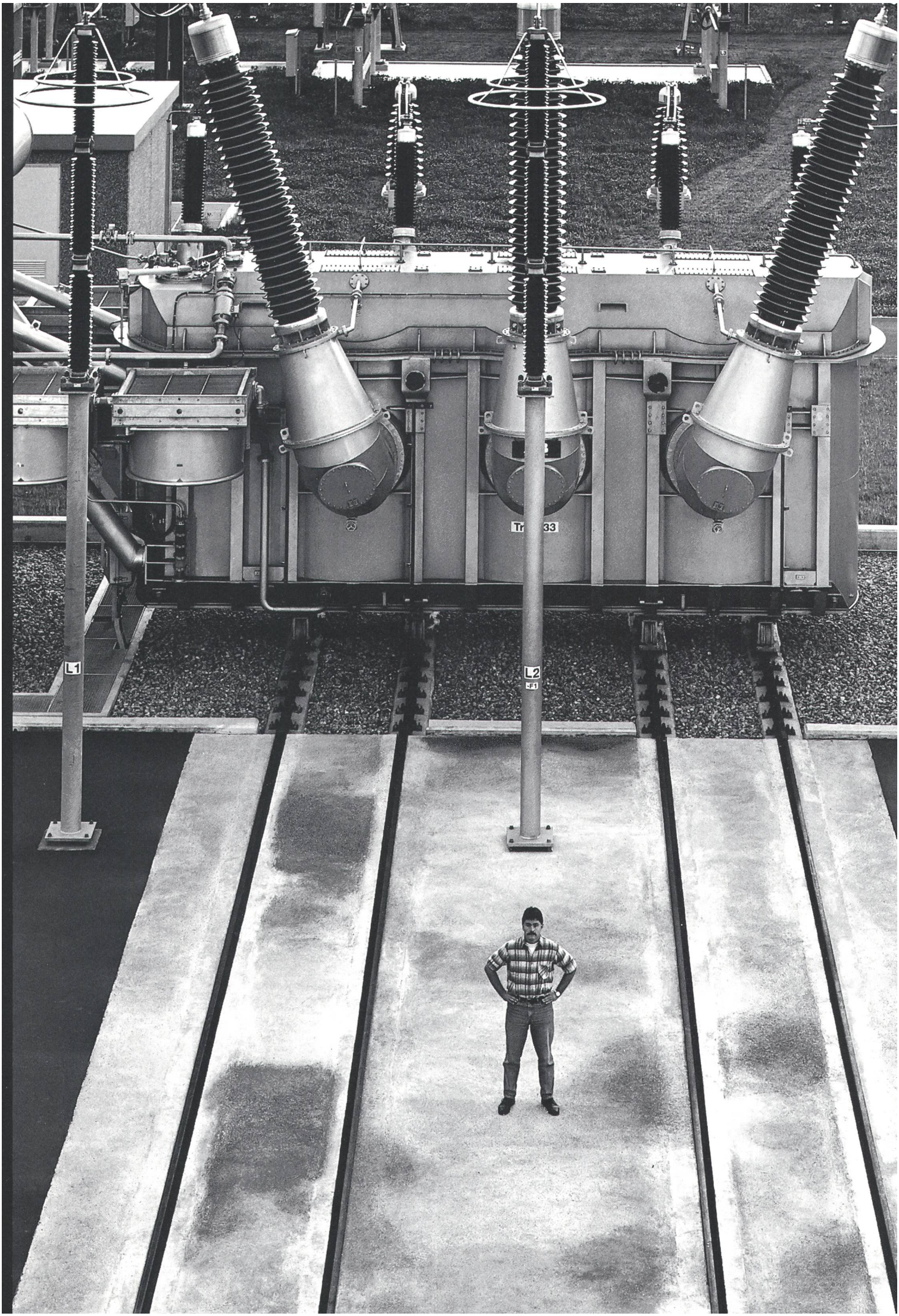
Bibliographie

[1] *U. Bundi, E. Eichenberger*: Wasserentnahme aus Fliessgewässern: Gewässerökologische Anforderungen an die Restwasserführung. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 110, 1989.

[2] *P. Hainard et al.*: Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzenwelt, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 72, 1987.

[3] Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG (EWI): Studie über die Energieeinbussen bei den Wasserkraftanlagen aufgrund Kapitel 2 «Sicherung angemessener Restwassermengen» des Revisionsentwurfes des Gewässerschutzgesetzes (Botschaft vom 29. April 1987). Studie zuhanden des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Oktober 1987.

[4] Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG (EWI): Ausbau der Wasserkraft. Studie zuhanden des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Juni 1987. (EDMZ: Schriftenreihe Nr. 1 und Arbeitsdokument Nr. 2 des EGES-Berichtes).


L1
L2
-F1

«Wir sind ganz bei Ihrer Sache.

Für mich heisst das, die volle Verantwortung für die mir anvertrauten Anlagen und Objekte übernehmen. Support muss schliesslich etwas mehr sein als nur Service. Damit meine ich das stetige Bemühen um Umweltverträglichkeit. Also zum Beispiel immer weniger Schadstoffausstoss, oder dann die umweltgerechte Entsorgung der PCB-Öle aus Schaltern und Transformatoren. Das meine ich, mit 'volle Verantwortung übernehmen'. Das ist für mich Support!»

S. Nufer

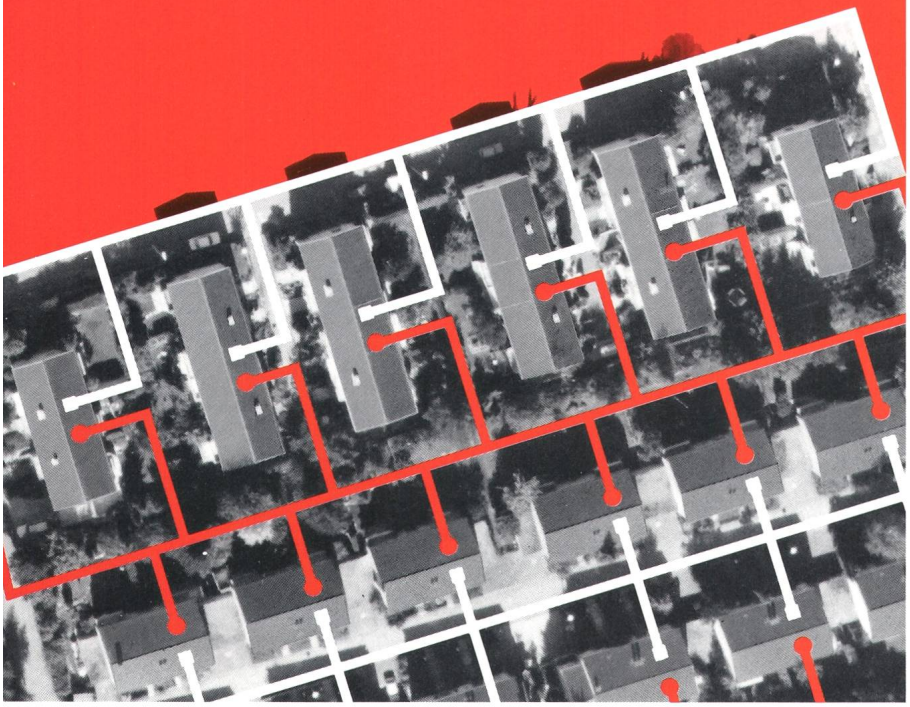
Siegfried Nufer ist Chefmonteur für Neumontagen, Inbetriebsetzungen und Service bei der ABB Hochspannungstechnik AG, Zürich. Er steht auf dem Gelände der 380 kV-Freiluftschaltanlage des Gemeinschafts-Unterwerks Mettlen in Inwil im Kanton Luzern. Hinter ihm steht ein 200 MVA 3-Phasen-Transformator mit 300 Tonnen Gesamtgewicht. Dieser transformiert 380 kV Hochspannung auf 110 kV.

ABB Support. Wir sind ganz bei Ihrer Sache.

ABB
ASEA BROWN BOVERI

Neunte Tatsache:

Wer Wasser, Strom, Gas und Kanalisation separat plant, hat die Rechnung ohne ARGIS gemacht.



Planung in der öffentlichen Verwaltung w immer komplexer. Und Faktoren wie Zeit, Kost und Personal spielen eine immer grössere Ro Die separate Planung von Gas, Strom, Wass Telefon, Kanalisation, Transportsystemen r Einbezug von Katastern sowie die dezentr Archivierung der Unterlagen sind ökonomis und ökologisch zunehmend nicht mehr v tretbar.

Heute ist interaktive Kommunikation g fragt. Und genau dafür hat Unisys das geog fische Informationssystem ARGIS (Advanc Relational Geographic Information System) r Viert-Generationsumgebung 4GE entwick ARGIS vernetzt die verschiedensten Abteilu gen, so dass sämtliche relevanten Daten jedem Arbeitsplatz direkt am Bildschirm in ge grafische Informationen umgesetzt, abgeruf bearbeitet und koordiniert werden könn Sogar das Scannen von Luft- und Gebäudea nahmen ist möglich. Bei komplexen Problem simuliert ARGIS verschiedene Szenarien, ana siert sie auf ihre Konsequenzen und berechn die jeweiligen Kosten. Ob z. B. Leitungen oc Röhren erneuert, verlegt oder neu gebaut w den müssen: ARGIS rationalisiert die Planu koordiniert die Ausführung und überwacht Einhaltung des Budgets.

Mit UNIX, ORACLE und SQL arbeitet ARG mit international etablierten Standards u lässt sich deshalb auch in bestehende Syste integrieren.

Machen Sie jetzt eine Rechnung, die a geht: indem Sie Unisys anrufen, die Abteilu ARGIS verlangen und einen Gesprächstern vereinbaren.

Unisys (Schweiz) AG, Zürcherstrasse 59–61, 8800 Thalwil, Telefon 01/723 33 33

Niederlassungen in
Basel, Bern, Genf, Lausanne, Zürich

UNISYS

COMPUTER AM WERK